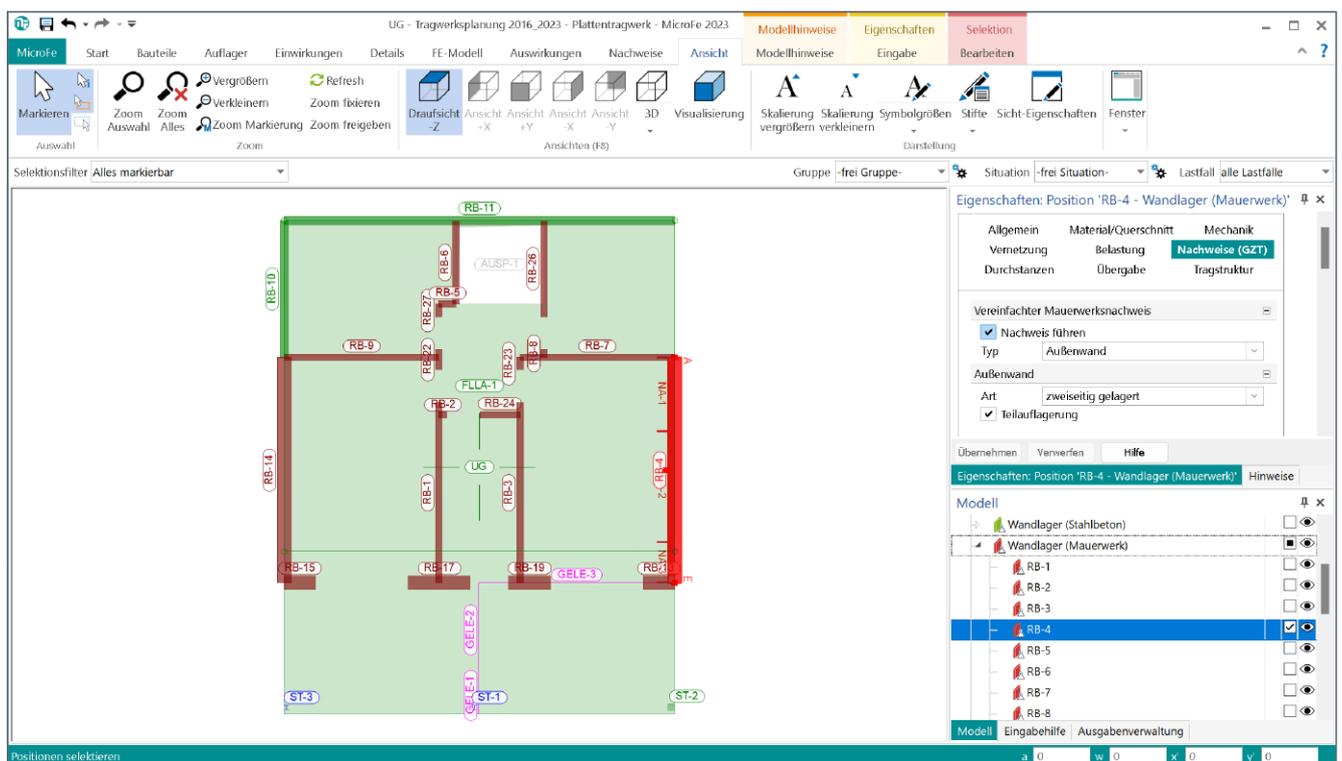


Dipl.-Ing. Sascha Heuß, Dipl.-Ing. Sven Hohenstern

Mauerwerksnachweis in MicroFe

Leistungsbeschreibung des MicroFe-Moduls M360.de Mauerwerksnachweise (ebene Systeme)

Die vereinfachte Berechnungsmethode nach DIN EN 1996-3 eignet sich hervorragend, um im Nachlauf an eine FE-Berechnung eine große Anzahl an Wandpositionen ohne großen Zusatzaufwand nachzuweisen. Mit dem Modul M360.de ist der Mauerwerksnachweis für MW-Wandlagerpositionen in das Plattenprogramm M100.de integriert. An einem Beispiel wird aufgezeigt, wie sämtliche Mauerwerksnachweise schnell geführt und kompakt ausgegeben werden können.



Eingabe

Modellierung des Systems

Die Abmessungen der Platte und die Lage der Auflager im FE-Modell sollten so gewählt werden, dass die Wandachsen (von Außenwänden) auf den Plattenrändern liegen – auch bei unterschiedlichen Wanddicken. Zudem sollten sich die Auflager immer in den Wandachsen treffen.

Ebenso sollte auch eine Aussparung bis auf die Wandachse ausgeweitet werden. Eine Ausnahme bildet eine Aussparung am Plattenrand bei durchlaufender Außenwand. Hier kann es sinnvoll sein, die Aussparung nicht bis zum Plattenrand zu führen, damit ein schmaler Plattenstreifen übrig bleibt (Bild 1). Somit ist gewährleistet, dass auf der Außenwand im Bereich der Aussparung aufstehende Lasten nicht unberücksichtigt bleiben.

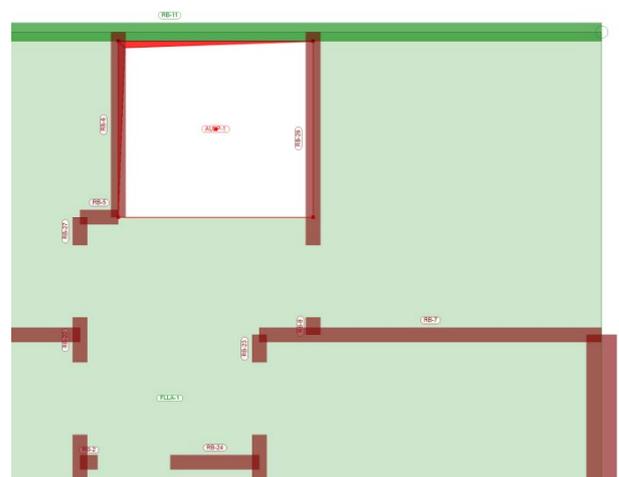


Bild 1. Wandachsen auf Platten- und Aussparungsrand

Linienlager als Mauerwerkswand

Wände werden im Plattenmodell „M100.de MicroFe 2D Platte - Stahlbeton-Plattensystem“ als Linienlager oder besser mit dem Positionstyp „Wandlager“ abgebildet. Für Mauerwerkswände steht der Positionstyp „Wandlager (Mauerwerk)“ zur Verfügung.

Im Gegensatz zum Linienlager lassen sich beim Wandlager Material und Wandabmessungen definieren (Bild 2). Mit diesen Informationen können dann die Auflagersteifigkeiten automatisch ermittelt werden (Bild 3). Dies ist empfehlenswert, um eine wirklichkeitsnahe Modellierung der Platte zu gewährleisten.

Die für die Plattenbemessung ohnehin erforderlichen Angaben liefern gleichzeitig einen Großteil der Informationen, die für einen Mauerwerksnachweis nach dem vereinfachten Verfahren benötigt werden. Weitere für den Nachweis selbst benötigte Angaben sind im Kapitel „Nachweise (GZT)“ zu definieren (Bild 4).

Allgemein	Material/Querschnitt	Mechanik
Vernetzung	Belastung	Nachweise (GZT)
Durchstanzen	Übergabe	Tragstruktur

Material		
Mauerwerk	KS-XL 10 DM	...
ρ	2.00	kg/dm ³ Rohdichteklasse
E	5732.47	N/mm ² E-Modul

Querschnitt		
h	17.5	cm Dicke
Höhe		
l _w	2.700	m Wandhöhe

Bild 2. MW-Wandlager-Positionseigenschaften: Material und Querschnitt

Allgemein	Material/Querschnitt	Mechanik
Vernetzung	Belastung	Nachweise (GZT)
Durchstanzen	Übergabe	Tragstruktur

Lagerbedingungen	
K _{T,t}	<input checked="" type="checkbox"/> Translation in t-Richtung
K _{R,r}	<input type="checkbox"/> Rotation um r-Achse
K _{R,s}	<input type="checkbox"/> Rotation um s-Achse
<input type="button" value="Erweitert..."/>	

Erweiterte Lagerdefinition, Wandlager (Mauerwerk), RB-8

Federsteifigkeiten

aus den Eigenschaften des Wandlagers automatisch ermitteln
 manuelle Eingabe

	Zug	Druck	Federsteifigkeit
Translation in t-Richtung	K _{T,t} <input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	3715.49 kN/m/m
Rotation um r-Achse	K _{R,r} <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	2844.67 kNm/rad/m
Rotation um s-Achse	K _{R,s} <input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	92887.2 kNm/rad/m

Bild 3. Auflagersteifigkeiten des Wandlagers

Nachweise

Nachweissteuerung

Die Steuerung der Nachweisführung wird im Kapitel „Nachweise“ der Wandlager-Eigenschaften vorgenommen.

Die Auswahl des Typs der Wand steuert das Verhalten bezüglich der Berechnung des Φ_1 -Wertes. Wird die Option „Außenwand“ gewählt, wird die Wand als Endauflager interpretiert. Damit ergibt sich:

$$\Phi_1 = \left(1,6 - \frac{l_f}{6}\right) \frac{a}{t} \leq 0,9 \cdot \frac{a}{t} \quad \text{i' u } f_k \geq 1,8 \text{ N/mm}^2$$

$$\Phi_1 = \left(1,6 - \frac{l_f}{5}\right) \frac{a}{t} \leq 0,9 \cdot \frac{a}{t} \quad \text{i' u } f_k < 1,8 \text{ N/mm}^2$$

mit

l_f Deckenspannweite der angrenzenden Decke, wobei bei zweiachsig gespannten Decken die kürzere Spannweite anzusetzen ist

a Deckenaufлагertiefe

t Wanddicke

f_k charakteristische Druckfestigkeit des Mauerwerks

Daher sind z.B. Wände neben Aussparungen den Außenwänden zuzuordnen.

Allgemein	Material/Querschnitt	Mechanik
Vernetzung	Belastung	Nachweise (GZT)
Durchstanzen	Übergabe	Tragstruktur

Vereinfachter Mauerwerksnachweis	
<input checked="" type="checkbox"/>	Nachweis führen
Typ	Außenwand

Außenwand	
Art	zweiseitig gelagert
<input checked="" type="checkbox"/>	Teilauflagerung
a	22.5 cm Auflagertiefe
<input type="checkbox"/>	ohne Traglastabminderung
<input type="checkbox"/>	Wand im obersten Geschoss
l _f	3.500 m Deckenspannweite

Zusätzliche Nachweisabschnitte	
<input type="checkbox"/>	Nachweisstellen erzeugen

Bild 4. MW-Wandlager-Positionseigenschaften: Nachweis

Handelt es sich um Wände im obersten Geschoss, so wird stets mit $\Phi_1 = 0,333$ gerechnet. Diese Option ist ebenfalls im Dialog direkt wählbar.

Erfolgt eine Zuordnung zu den Innenwänden, so wird der Mindestwert von $\Phi_1 = 0,9$ angenommen.

Das Knicken der Wände wird erfasst durch den Beiwert:

$$\Phi_2 = 0,85 \cdot \left(\frac{a}{t}\right) - 0,0011 \cdot \left(\frac{h_{ef}}{t}\right)^2$$

mit

h_{ef} Knicklänge der Wand

Die Knicklänge der Wand wird aus der Lagerung der Wand, der lichten Geschosshöhe und dem Abstand der seitlichen Halterungen nach den Regeln des EC 6 [1] programmseitig ermittelt.

Zentrierleisten, Teilauflagerungen

Sind Außenwände aus Mauerwerk mit wärmedämmenden Eigenschaften hergestellt, werden die Decken in der Regel nicht über die volle Wandstärke aufgelegt. Durch Vorgabe der Deckenaufлагertiefe *a* kann diese Bauart berücksichtigt werden.

Soll die Traglastminderung infolge Deckenverdrehung durch konstruktive Maßnahmen, z.B. Zentrierleisten, vermieden werden, so ist dies durch Auswahl der entsprechenden Nachweisoption ebenfalls möglich. Der Abminderungsfaktor berechnet sich dann zu:

$$\Phi_1 = 0,9 \cdot \frac{a}{t}$$

Nachweisführung

Grundsätzlich wird je Wandposition ein Nachweis auf vertikale Traglast geführt.

Belastung und Widerstände werden am Wandkopf, in der Wandmitte und am Wandfuß ermittelt und gegenübergestellt. In der Ausgabe erscheint nur der jeweils maßgebende Nachweis unter Angabe der maßgebenden Stelle.

Der vertikale Tragwiderstand wird berechnet mit:

$$N_{Rd} = \Phi \cdot A \cdot f_d$$

mit

- Φ Abminderungsbeiwert: $\Phi = \Phi_s \cdot \Phi_r$
- Φ_s Abminderungsbeiwert in Plattenrichtung min ($\Phi_1; \Phi_2$)
- Φ_r Abminderungsbeiwert in Scheibenrichtung
- $\Phi_r = 1 - 2 \cdot \frac{e_w}{l}$
- e_w Ausmitte der Vertikalkraft in Scheibenrichtung
- l Wandlänge
- A Wandfläche $A = l \cdot t$
- f_d Bemessungswert der Druckfestigkeit
- $f_d = 0,85 \cdot \frac{f_k}{\gamma_M}$

Sofern der Verlauf der Pressungen entlang der Wandachse näherungsweise trapezförmig ist (Bild 5), liefert dieser Ansatz zutreffende Ergebnisse für den Mauerwerksnachweis.

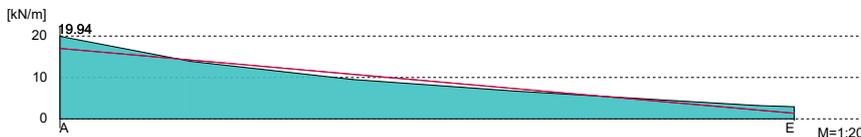


Bild 5. Beispiel: nahezu linearer Verlauf der Pressungen

Zusätzliche Nachweisabschnitte generieren

Ist der Verlauf der Pressungen entlang der Stabachse nicht linear (Bild 8), so empfiehlt es sich, die Wand in Nachweisbereiche zu unterteilen (Bild 7). Je feiner die Einteilung erfolgt, desto genauer wird der tatsächliche Verlauf der Pressungen angenähert.

Der vertikale Tragwiderstand für die einzelnen Abschnitte errechnet sich analog dem der Gesamtwand, mit folgenden Unterschieden:

- Die Wandlänge *l* wird durch die Abschnittslänge ersetzt.
- Der Abminderungsbeiwert in Scheibenrichtung entfällt, es wird stets mit $\Phi_r = 1,0$ gerechnet.

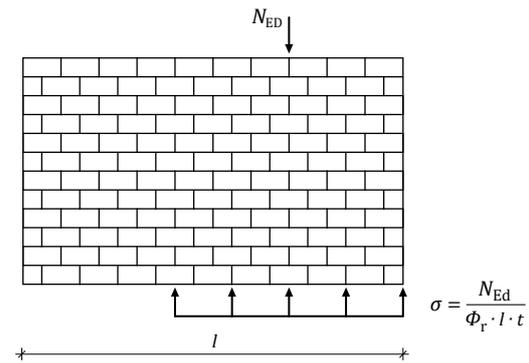


Bild 6. Rechnerische Spannungsverteilung bei ausmittiger Belastung

Allgemein	Material/Querschnitt	Mechanik
Vernetzung	Belastung	Nachweise (GZT)
Durchstanzen	Übergabe	Tragstruktur

Zusätzliche Nachweisabschnitte

Nachweisstellen erzeugen

Nachweisabschnitt 01

rA	0.000 m	Anfang
rE	2.000 m	Ende
Abschnitt	abgreifen	Abschnitt abgreifen
Art	zweiseitig gelagert	

Nachweisabschnitt 02

rA	2.000 m	Anfang
rE	5.000 m	Ende
Abschnitt	abgreifen	Abschnitt abgreifen
Art	zweiseitig gelagert	

Nachweisabschnitt 03

rA	5.000 m	Anfang
rE	6.100 m	Ende
Abschnitt	abgreifen	Abschnitt abgreifen
Art	zweiseitig gelagert	

Bild 7. Definition zusätzlicher Nachweisabschnitte

Ausgegeben wird der Nachweis der Gesamtwand und zusätzlich die Nachweise in den Abschnitten.

Typische Fälle, bei denen sich eine Unterteilung in Nachweisabschnitte empfiehlt, sind:

- Einleitungsbereiche von Einzellasten
- lange Wände mit stark unterschiedlichem Lastniveau am Wandanfang, in Wandmitte und am Wandende
- Wandabschnitte neben Stürzen oder Unterzügen
- Wände, die sowohl im Bereich von Deckenöffnungen als auch im Regelbereich angeordnet sind

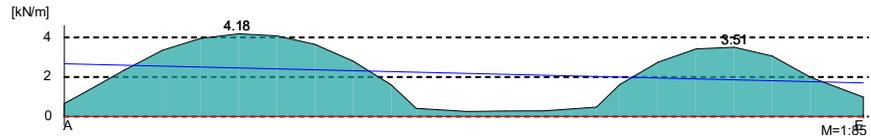


Bild 8. Beispiel: Unregelmäßiger Verlauf der Pressungen bei einer „langen“ Wand

Stürze berücksichtigen

MicroFe bietet die Möglichkeit, Wandlager als Stürze zu definieren. Diese primär für die Lastweiterleitung entwickelte Funktionalität kann auch im Zusammenhang mit der Mauerwerksbemessung genutzt werden. MicroFe erkennt selbstständig an Mauerwerk anschließende Stürze und übernimmt deren Auflagerkräfte für den Nachweis der Wandposition.

Allgemein	Material/Querschnitt	Mechanik
Vernetzung	Belastung	Nachweise (GZT)
Durchstanzen	Übergabe	Tragstruktur

Aufbereitung der Lagerreaktionen

als Wand
 als Wandabschnitt mit Sturz

Wandabschnitt mit Sturz

Zusatzlasten

H _{Sturz}	0.400 m	Höhe über Sturz
H _{Brüstung}	0.500 m	Höhe Brüstung

Lastausbreitung am Anfang

L _{min,A}	0.200 m	minimale Ausbreit...
α _A	60.00 °	Winkel Ausbreitung
L _{max,A}	2.000 m	maximale Ausbreit...

Lastausbreitung am Ende

L _{min,E}	0.200 m	minimale Ausbreit...
α _E	60.00 °	Winkel Ausbreitung
L _{max,E}	2.000 m	maximale Ausbreit...

Lastausbreitung in Brüstung

α _{Brü}	60.00 °	Winkel Ausbreitung
------------------	---------	--------------------

Bild 9. Definition der Übergabe als Sturz

Tipp: So kommen Sie schnell ans Ziel

Um alle Wände schnell nachzuweisen, bietet sich folgende Vorgehensweise an:

- alle nachzuweisenden Wände mit Multiselektion wählen
- als Außenwand definieren
- ungünstigste (= längste) Deckenspannweite vorgeben
- 2-seitige Lagerung vorgeben
- Bemessung durchführen
- Ausnutzung anzeigen lassen
- sofern Überschreitungen eintreten, selektiv für einzelne Wände die tatsächlichen ggf. günstigeren Randbedingungen vorgeben oder Materialeigenschaften anpassen
- Bemessung erneut durchführen (keine Neuberechnung erforderlich)

Selbstverständlich ist es auch möglich, die Vorgaben für jede Wand individuell anzupassen. In vielen Fällen ist dieser zusätzliche Aufwand jedoch entbehrlich, da meist nur einzelne Wände voll ausgenutzt sind.

Ausgabe

Grafisch interaktive Ausgabe

Für einen schnellen Überblick über alle Nachweispositionen bietet sich die grafisch-interaktive Ausgabe von MicroFe an. Dort können in der Draufsicht alle relevanten Nachweisparameter dargestellt werden.

Mauerwerksnachweis

Vorlage (Nachweis Mauerwerks-Wandlager) bearbeiten

Ausnutzungsgrad Eta in [%]

abschnittsweise dar Eta Ausnutzungsgrad

Max = 79.01, Min = NEd Bemessungstragwiderstand

- farbige Systemdarstellung Phi t Abminderungsfaktor
- Farbschema (Ausnutzungsgrad) Phi s Abminderungsfaktor
- [<<] [>>] Legerhef Knicklänge
- FE-Netz nicht dargestellt NEd Bemessungsnormalkraft
- [<<] [>>] Symbol Material

Bild 10. Darstellbare Nachweisparameter

Hervorzuheben ist hierbei der Ausnutzungsgrad, der sowohl als farbige Systemdarstellung als auch als Wertedarstellung oder als Kombination aus beidem vorliegt. Besonders mit der farbigen Systemdarstellung lassen sich auf einen Blick schnell die kritischen Bereiche erfassen.

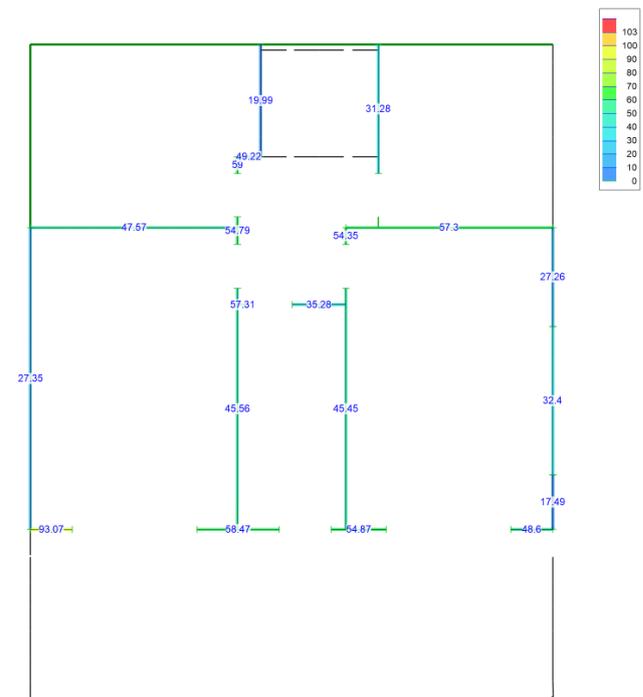


Bild 11. Grafische Ausgabe der Nachweisausnutzung

Positionsorientierte Ausgabe

Das Ausgabebeispiel zeigt eine vollständige, prüffähige tabellarische Ausgabe aller Mauerwerkswände. Die Ausgabe enthält:

- Kombinationsvorschriften der maßgebenden Kombinationen
- verwendete Materialien mit Zuordnung zu den Wandpositionen
- Randbedingungen der Berechnung (Wandtyp, Deckenspannweite, Zentrierleiste, Auflagerlänge etc.)
- Nachweisbereiche mit Lagerungsbedingungen und Knicklängen
- Nachweise mit Abminderungsbeiwerten, Lasten, Widerständen, Ausnutzung

The screenshot displays a comprehensive technical report from the M360.de software. It includes a header with project information (Hess am Berg, Tragwerksplanung 2016_2023, MicroFe 2023.012) and page details (Seite 2, FE-Mod.: UG, Datum: 13.06.23). The main content is organized into several sections:

- Positionen:** A table listing wall positions (RB-15 to RB-27) with their respective dimensions (ra, re) and storage conditions (Lagerung).
- Ausmittungen:** A table showing the offset (Stelle) and length (LK) for various wall positions.
- Mauerwerk-Nw:** A section detailing the masonry type and applicable standards (DIN EN 1996).
- Kombinationen:** A table listing the effective combinations used in the calculations.
- Mat./Querschnitt:** A table detailing the material properties (Gk, Qk-N, Qk-S, Qk-W) and cross-sections for each wall position.
- Randbedingungen:** A table defining the boundary conditions (Typ, If, a, t) for each wall position.
- Nachweisbereiche:** A table showing the calculation results for each wall position, including load (ra, re), storage (Lagerung), and effective height (b', hef).

Bild 12. Positionsorientierte Ausgabe aller Wandnachweise

Fazit

Mit dem Modul M360.de liegt ein sehr leistungsfähiges Hilfsmittel für die Bemessung von Mauerwerkswänden vor. Da viele Eingaben ohnehin für die Plattenbemessung schon vorliegen, können mit einem Minimum an Mehraufwand sämtliche Mauerwerksnachweise einer Deckenposition geführt werden. Die Ausgaben sind so aufgebaut, dass einerseits während der Bearbeitung immer ein schneller Überblick gewährleistet ist, und andererseits der vollständige Nachweis mit Dokumentation aller Annahmen tabellarisch ausgegeben wird.

Dipl.-Ing. Sascha Heuß und Dipl.-Ing. Sven Hohenstern
 mb AEC Software GmbH
 mb-news@mbaec.de

Literatur

- [1] DIN EN 1996-3:2010-12, Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten - Teil 3: Vereinfachte Berechnungsmethoden für unbewehrte Mauerwerksbauten.
- [2] DIN EN 1996-3:2019-12, Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 6: Bemessung und Konstruktion von Mauerwerksbauten - Teil 3: Vereinfachte Berechnungsmethoden für unbewehrte Mauerwerksbauten.
- [3] DIN Deutsches Institut für Normung e.V.: Handbuch Eurocode 6 - Mauerwerksbau - vom DIN konsolidierte Fassung. Berlin: Beuth Verlag GmbH 2012.

Preise und Angebote

M360.de Mauerwerk-Wandnachweis (ebene Systeme)
 Weitere Informationen unter <https://www.mbaec.de/modul/M360de>

MicroFe comfort 2023
 MicroFe-Paket „Platten-, Scheiben- und Faltwerksysteme“

PlaTo 2023
 MicroFe-Paket „Platten“

MicroFe Paket „Zusatzmodule“
 bestehend aus 4 Modulen der folgenden Wahl:

- M312.de Stahlbeton-Stützenbemessung, Verfahren mit Nennkrümmung (räumliche Systeme)
- M313.de Stahlbeton-Stützenbemessung, Verfahren nach Nennkrümmung (ebene Systeme)
- M314.de Mauerwerk-Stütze (ebene Systeme)
- M315.de Stahl-Stützensnachweis (ebene Systeme)
- M350.de Durchstanznachweis für Platten
- M351.de Durchstanznachweis für Faltwerke
- M360.de Mauerwerk-Wandnachweis (ebene Systeme)
- M361.de Stahlbeton-Wand (ebene Systeme)
- M362.de Nachweis der Bodenpressung

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: Juli 2023

Unterstütztes Betriebssystem: Windows 10 (21H1, 64-Bit), Windows 11 (64)

Preisliste: www.mbaec.de