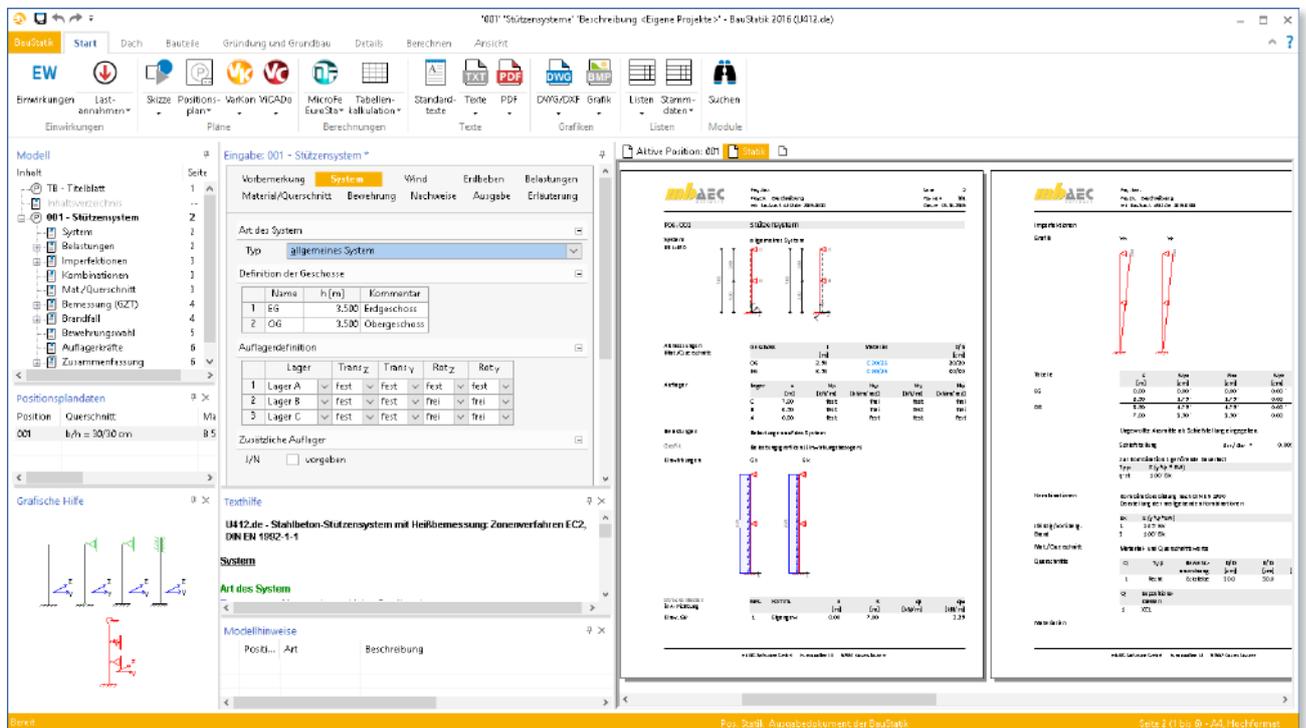


Dipl.-Ing. Sascha Heuß

Stützen mit Heißbemessung und Erdbeben

Leistungsbeschreibung des BauStatik.ultimate-Moduls U412.de Stahlbeton-Stützensystem mit Heißbemessung (Krag-, Pendel-, allg. Stützen)

Mit dem Modul U412.de lassen sich beliebige Stahlbetonstützen nachweisen. Neben den üblichen Nachweisen im Grenzzustand der Tragfähigkeit und im Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit werden auch eine Heißbemessung und der Nachweis der Erdbebensicherheit geführt. Allen Nachweisen liegt eine geometrisch und physikalisch nichtlineare Schnittgrößenermittlung zugrunde.



System

Mit dem Modul „U412.de Stahlbeton-Stützensystem mit Heißbemessung“ können Krag- und Pendelstützen sowie frei definierte Stützensysteme nachgewiesen werden. Die Stützensysteme zeichnen sich durch eine abschnittsweise Stabdefinition mit beliebigen Halterungen an den Stabgrenzen aus. Zusätzlich können innerhalb der Stäbe Zwischenhalterungen definiert werden. Dabei können unabhängig für beide Richtungen die horizontalen Verschiebungen und Verdrehungen festgehalten werden.

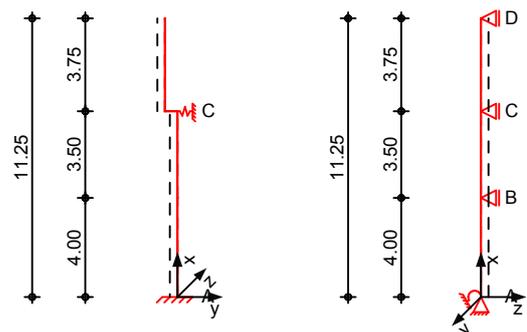


Bild 1. Beispiel Systemeingabe

Sofern eine nachgiebige Halterung abgebildet werden soll, stehen Translations- und Rotationsfedern zur Verfügung. Es ist dabei möglich, die Stabachsen der einzelnen Abschnitte mit Versatz anzuordnen. Optional stehen noch die Einspannung in ein Fundament über eine Fundamentfeder und die Erfassung des Einflusses angehängter Pendelstützen zur Verfügung.

Belastungen

Lasteingabe

Als mögliche Lastarten stehen mittige und exzentrisch definierbare Vertikallasten, Horizontallasten in y- und z-Richtung, Momente um die y- und z-Achse, sowie horizontale Gleichlasten, Blocklasten und Trapezlasten zur Verfügung. Zusätzlich können Lagerverschiebungen und -verdrehungen definiert werden.

Windlasten aus S031.de

Alternativ zur manuellen Eingabe können im Modul „S031.de Wind- und Schneelasten“ Bauteile in Wandlage definiert werden, deren Lastbilder in U412.de übernommen werden.

Material / Querschnitt

Querschnitte

Folgende Querschnittsformen können im Modul U412.de definiert werden:

- Rechteckquerschnitte
- Kreisquerschnitte
- Polygone

Dabei ist es möglich, mehrere Querschnittsformen entlang der Stabachse zu definieren. Die Betondeckung und damit die Lage der Bewehrung im Querschnitt wird über die Vorgabe der Expositionsklasse festgelegt.

Material

Als Materialien kommen Normal- und Leichtbetone gemäß DIN EN 1992-1-1 [1] zum Einsatz, deren erweiterte Spezifikation für den Brandfall im Abschnitt „Brand“ näher beschrieben ist.

Bewehrung

Bemessung

Unter Vorgabe der Bewehrungsanordnung und der möglichen Durchmesser wählt das Modul für die eingegebenen Belastungen die erforderliche Bewehrung. Dabei werden die Kalt- und die Heißbemessung getrennt geführt. Standardmäßig stehen folgende Bewehrungsanordnungen zur Verfügung:

- in jeder Ecke gleich
- über den Umfang verteilt
- oben, unten gleich
- rechts, links gleich

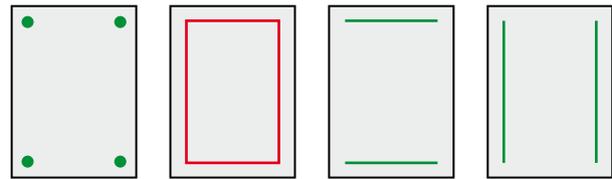


Bild 2. Anordnung der Bewehrung

Nachweis

Soll von oben angegebenen Bewehrungsanordnungen abgewichen oder eine Bestandsstütze mit gegebener Bewehrungsanordnung nachgewiesen werden, kann die Bewehrung auch manuell gesetzt werden. Dabei wird über eine Koordinateneingabe jeder Bewehrungsstab definiert.

Liegen Symmetrien vor, so dienen Eingabehilfen zur Spiegelung des Stabes an einer oder zwei Querschnittsachsen der erleichterten Bedienung.

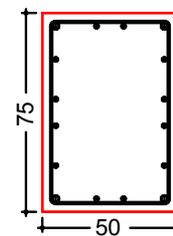


Bild 3. Beispiel für manuelle Bewehrungsanordnung

Imperfektionen

Bei Berechnungen nach Theorie II. Ordnung sind nach DIN EN 1992-1-1 [1] Imperfektionen zu berücksichtigen. Das Modul U412.de bietet hierfür folgende Möglichkeiten:

- Schiefstellung
- affin zur Biegelinie
- affin zur Knickbiegelinie
- manuelle Definition

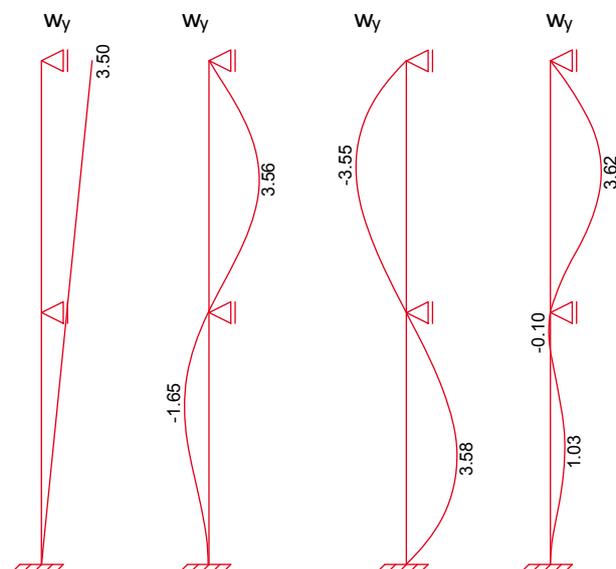


Bild 4. Beispiele für den Ansatz von Imperfektionen

Schnittgrößen

Die Schnittgrößenermittlung erfolgt im Zustand II nach Theorie II. Ordnung, d.h. das Gleichgewicht wird am verformten System unter Berücksichtigung des nichtlinearen Materialverhaltens (Kriechen, Zustand II) des Stahlbetons gebildet. Der Schnittgrößenverlauf hängt von der gewählten Bewehrung ab und ist nur für diese gültig.

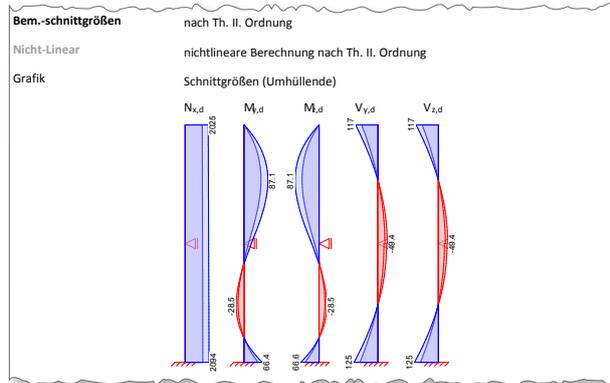


Bild 5. graf. Ausgabe der Bemessungsschnittgrößen

Grenzzustand Tragfähigkeit (GZT)

Im Grenzzustand der Tragfähigkeit werden die Bruchschnittgrößen unter Berücksichtigung der gewählten Bewehrung ermittelt und den Schnittgrößen aus Theorie II. Ordnung gegenübergestellt. Der Nachweis der Tragfähigkeit ist erbracht, wenn die Bruchschnittgrößen größer als die Schnittgrößen im Zustand II sind.

Bemessung (GZT)		gemäß DIN EN 1992-1-1, 3.1, 3.2, 5.4, 5.7, 5.8						
Bruchschnittgrößen		nach nichtlinearer Theorie						
Komb. 1	x [m]	Nu [kN]	Myu [kNm]	Mru [kNm]	Es [%]	Ec [%]	η	
	7.00	3195.2	0.0	0.0	-2.00	-2.00	0.63	
	5.35	2321.7	-99.1	99.1	0.29	-3.50	0.88	
	5.25	2325.2	-98.9	98.8	0.28	-3.50	0.88	
	3.50	2928.0	-37.7	37.7	-0.71	-3.24	0.70	
	1.75	2911.3	40.0	-39.9	-0.67	-3.28	0.71	
	0.00	2544.2	-80.7	80.9	-0.02	-3.50	0.82	

Erforderliche Bewehrung	von x [m]	bis x [m]	Q Typ	Bew.Art	d' [cm]	Asges [cm²]	ρ [%]
	0.00	7.00	1 R	Umfang	6.4	9.05	0.36

Bild 6. Ausgabe Nachweis der Tragfähigkeit

Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (GZG)

Grenzzustände der Gebrauchstauglichkeit sind diejenigen Zustände, bei deren Überschreitung die Verformungen das Erscheinungsbild oder die planmäßige Nutzung des Tragwerks beeinträchtigen. Die sich einstellenden Verformungen werden ggf. unter Berücksichtigung des gerissenen Betons (Zustand II) ermittelt. Der nachzuweisende Kombinationstyp (charakteristisch, häufig, quasi-ständig) kann frei gewählt werden. Die Berücksichtigung von Imperfektionen im Nachweis (GZG) ist optional.

Brand

Vereinfachte Nachweise (Level 1)

Folgende vereinfachte Brandnachweise nach DIN EN 1992-1-2 [3] werden zur Berechnung angeboten:

- Tabellarisches Verfahren nach Methode A gem. Abs. 5.3.2
- Tabellarisches Verfahren nach Methode B gem. Abs. 5.3.3
- Berechnung der Feuerwiderstandsdauer nach Gl. 5.7

Allgemeines Verfahren (Level 3)

Das Allgemeine Berechnungsverfahren ist immer dann zu verwenden, wenn die Randbedingungen für die Anwendung vereinfachter Nachweise nicht mehr gegeben sind (z.B. Kragstützen). Für die Berechnungsgrundlagen wird auf den Artikel „Heißbemessung von Stahlbetonstützen nach EC 2 Teil 1-2“ von Dr. Kretz in dieser Ausgabe verwiesen.

Zusammenfassend wird bei diesem Modul eine Heißbemessung in Form einer nichtlinearen Berechnung unter Berücksichtigung temperaturabhängiger Werkstoffkennlinien und der entsprechenden thermischen Dehnungen durchgeführt. Grundlage ist die Kenntnis der Temperaturverteilung in den einzelnen Querschnitten (Temperaturfelder), die wiederum abhängig von der Beflammungsdauer und unterschiedlicher Materialparameter berechnet werden.

Übersicht der Brandschutzberechnungen in BauStatik- bzw. BauStatik.ultimate-Modulen

Bauteil	Module	Level 1	Level 3
Stützen	S401.de Stahlbeton-Stütze, Verfahren mit Nennkrümmung	✓	
	S402.de Stahlbeton-Stütze, Verfahren mit Nennkrümmung u. numerisches Verfahren	✓	
	S411.de Stahlbeton-Stützensystem	✓	
	U403.de Stahlbeton-Stütze mit Heißbemessung (Krag- u. Pendelstütze)	✓	✓
	U412.de Stahlbeton-Stützensystem mit Heißbemessung (Krag-, Pendel-, allg. Stützen)	✓	✓
Träger	S340.de Stahlbeton-Durchlaufträger, veränderliche Querschnitte, Öffnungen	✓	
	S350.de Stahlbeton-Fertigteilträger	✓	
	U362.de Spannbettbinder	✓	
Querschnitt	S853.de Stahlbeton-Querschnitte, Analyse im Brandfall		✓

Über die üblichen Werkstoffeigenschaften hinaus, stehen folgende Parameter zur Verfügung:

- Betonzuschläge
 - quarzhaltig oder kalksteinhaltig
- Bewehrungsstahl
 - Klasse N oder X
 - warmgewalzt oder kaltverformt

Die Beflammungsdauer und die beflammte(n) Seiten(n) können abschnittsweise beliebig vorgegeben werden.

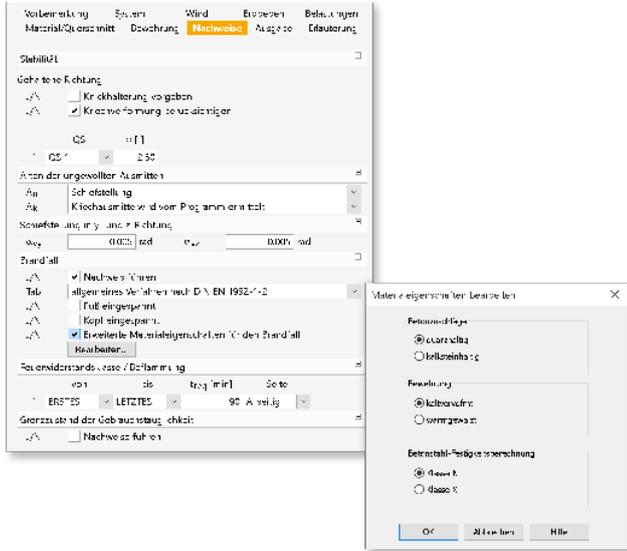


Bild 7. Erweiterte Eingabe Brandnachweise

Erdbeben

Der Nachweis der Erdbebensicherheit wird gem. DIN EN 1998-1 [5] geführt. Die Stütze kann dafür in die Duktilitätsklassen DCL und DCM eingestuft werden.

Duktilitätsklasse DCL

Hierbei handelt es sich um den Standardfall für den Nachweis von Tragwerken aus Stahlbeton. An die konstruktive Durchbildung werden keine besonderen Anforderungen gestellt, die Anwendbarkeit ist aber an bestimmte Randbedingungen gebunden. Die Prüfung der Randbedingungen erfolgt programmseitig. Zusätzlich zu den Nachweisen der Tragfähigkeit in der Grundkombination, werden die Tragfähigkeitsnachweise in der Erdbebenkombination geführt.

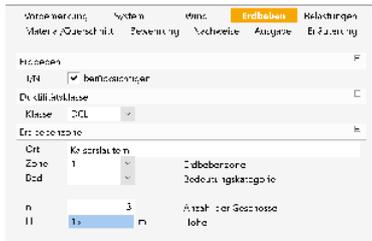


Bild 8. Eingabe der Randbedingungen für die Duktilitätsklasse DCL

Duktilitätsklasse DCM

Diese Duktilitätsklasse ist anzuwenden, wenn die Randbedingungen für die Auslegung des Tragwerks nach Duktilitätsklasse DCL nicht mehr eingehalten werden können.

Durch besondere konstruktive Maßnahmen soll sichergestellt werden, dass das Tragwerk ein duktileres Verhalten im Fall einer Erdbebenbeanspruchung aufweist. Bei Stützen wird dies im Wesentlichen durch Anordnung einer Umschnürungsbewehrung und Begrenzung der Längsdruckkraft sichergestellt. Neben den Tragfähigkeitsnachweisen wird in der Duktilitätsklasse DCM daher noch die erforderliche Umschnürungsbewehrung ermittelt.

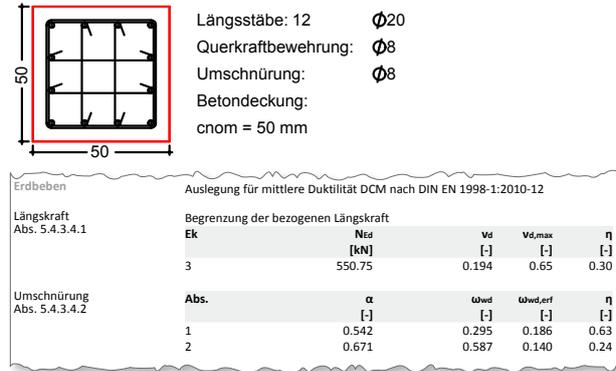


Bild 9. Erdbebennachweis in Duktilitätsklasse DCM

Dipl.-Ing. Sascha Heuß
 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:2013-04, 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 1992-1-2:2010-12, Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall
- [4] DIN EN 1992-1-2/NA, Eurocode 2: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter – Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-2: Allgemeine Regeln – Tragwerksbemessung für den Brandfall
- [5] DIN EN 1998-1:2010-12, Eurocode 8: Auslegung von Bauwerken gegen Erdbeben – Teil 1: Grundlagen, Erdbebeneinwirkungen und Regeln für Hochbauten
- [6] Kretz, J.: Heißbemessung von Stahlbetonstützen EC 2 Teil 1-2 und Nationalem Anhang (NA), mb-news Nr. 1/2016.

! Aktuelle Angebote

<p>U412.de Stahlbeton-Stützensystem mit Heißbemessung (Krag-, Pendel-, allg. Stützen) - EC 2, DIN EN 1992-1-2:2010-12</p> <p>Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel</p>	<p>1.490,- EUR</p>
<p>U403.de Stahlbeton-Stütze mit Heißbemessung (Krag- und Pendelstütze) - EC 2, DIN EN 1992-1-2:2010-12</p> <p>Leistungsbeschreibung www.mbaec.de</p>	<p>990,- EUR</p>

Es gelten unsere Allgemeinen Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten. Alle Preise zzgl. Versandkosten und MwSt. – Hardlock für Einzelplatzlizenzen je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Folgelizenz-/Netzwerkbedingungen auf Anfrage. – Stand: Februar 2016
 Unterstützte Betriebssysteme:
 Windows 7 (64) / Windows 8 (64) / Windows 10 (64)