

Bild 1. Kapitel „System“

Der Querschnitt der anschließenden Stütze wird über die Werte  $c_y$  (= Stützenabmessung in y-Richtung) und  $c_z$  (= Stützenabmessung in z-Richtung) definiert.

Über die Eingabe des Parameters  $k$ , wird das Bemessungsmoment zur Fundamentbemessung gesteuert:

- $k = 0$ , die Fundamentbemessung erfolgt für das ausgerundete Bemessungsmoment unter der Stütze
- $k = 1$ , die Fundamentbemessung erfolgt für das Stützenanschnittsmoment
- $0 < k < 1$ , Interpolation zwischen ausgerundetem Moment und Moment am Anschnitt

Die Positionierung der Stütze auf dem Fundament kann mittig oder ausmittig erfolgen. Eine Ausmitte wird über  $e_y$  (= Ausmittigkeit der Stütze in y-Richtung) und/oder  $e_z$  (= Ausmittigkeit der Stütze in z-Richtung) definiert und damit die Lage der Stütze im Koordinatensystem  $y_m, z_m$  beschrieben.

Über ein gesondertes Achsenkreuz kann das Fundament in vier Quadranten eingeteilt werden. Der Ursprung dieses Achsenkreuzes wird über die Exzentrizitäten  $e_{yq}$  und  $e_{zq}$  bezogen auf die Stützenmitte definiert. Auf diese Quadranten beziehen sich die zusätzlichen Nutzlasten  $p_1$  bis  $p_4$  und die zusätzliche Überschüttung  $A_{h1}$  bis  $A_{h4}$ .

Ist die anzuschließende Stütze im Fundament eingespannt, stehen nachfolgende Möglichkeiten zur Verfügung:

- Köcherfundament mit glatter Schalung
- Köcherfundament mit rauher Schalung
- Becherfundament mit glatter Schalung
- Becherfundament mit rauher Schalung

Eine vorhandene Überschüttung des Fundamentes kann gleichmäßig verteilt oder über ein gesondertes Achsenkreuz (siehe oben) quadrantenweise verschieden eingegeben werden. Aus der Überschüttungshöhe  $A_h$  und der Wichte des Bodens wird das Überschüttungsgewicht automatisch berechnet.

Die Beschreibung der Bodenschichten erfolgt über die Definition des Bodenschichtbeginns  $x$ , der Bodenwichte  $\gamma$ , der Wichte des Bodens unter Wasser  $\gamma'$ , der Winkel der inneren Reibung  $\varphi$ , der Kohäsion und des Sohlreibungswinkels  $\delta$ .

Anstehendes Grundwasser wird über die Eingabe  $w$  definiert,  $w$  entspricht dem Abstand des Grundwassers bis zur OK des Geländes, einschließlich einer eventuell vorhandenen Überschüttung  $A_h$ .

### Einwirkungen

Als Einwirkungen können projektweite Einwirkungen aus dem Modul S030.de übernommen werden. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit Einwirkungstypen nach Eurocode 0, Tab. A.1.1, [1] manuell zu definieren. Anhand der definierten Einwirkungstypen werden programmseitig die Kombinationsbeiwerte zugewiesen. Die Kombinationsbildung für die Bemessung und die Standsicherheitsnachweise erfolgt automatisch auf der Grundlage von Eurocode 0, [1]. Bild 2 zeigt an einem Beispiel die Ausgabe der Kombinationen, die bemessungsmaßgebend wurden.

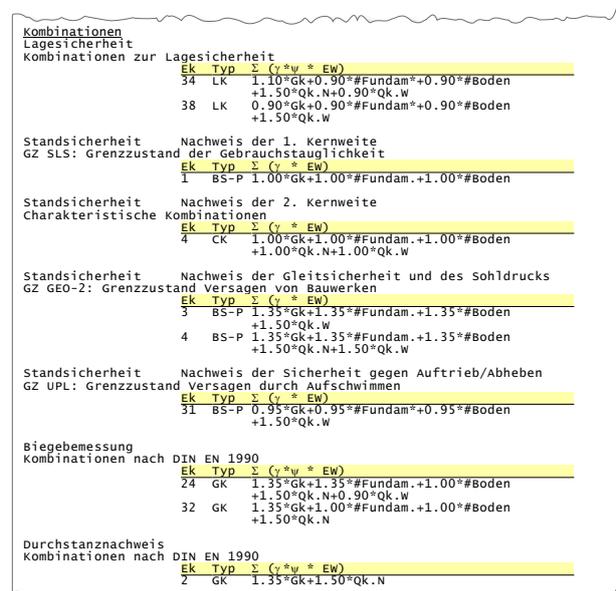


Bild 2. Ausgabe der maßgebenden Kombinationen

S511.de ermöglicht auch die Vorgabe von Bemessungslasten. Hierzu ist die Kombinationszuordnung (Grundkombination, außergewöhnliche Kombination, Anprall) durch den Anwender vorzunehmen. Diese Bemessungslasten werden für die Ermittlung der erforderlichen Bewehrung im Fundament und ggf. im Köcher nach Eurocode 2 [2], [3], [4] sowie für die Standsicherheitsnachweise nach Eurocode 7 [5], [6] verwendet.

## Belastung

Die Belastungen können als „Lastabtrag“ aus einer anderen Position komfortabel eingegeben werden. Hierfür kann in der Eingabe direkt auf die Auflagerreaktionen von ausgewählten BauStatik-Modulen (z.B. S412.de Stahlbeton-Stützensystem, Heißbemessung) sowie auf MicroFe-Ergebnisse zugegriffen werden.

Alternativ können die Belastungen manuell definiert werden. Eine Dokumentation von Lastzusammenstellungen und einzelnen Lastübernahmen in der Ausgabe ist möglich.

Als Lastarten stehen u.a. Auflagerlasten, Gleichlasten, Gleichlast je Quadrant und Einzellast mit Ausmitte zur Verfügung.

Alle eingegebenen Lasten greifen in Höhe der Fundamentoberkante an. Aus diesen Lasten wird die resultierende Beanspruchung in der Sohlfläche automatisch ermittelt.

## Standsicherheit

Im Kapitel „Standsicherheit“ werden die gewünschten Nachweise nach Eurocode 7 [5], [6] und DIN 1054 [7] und die nachzuweisende Bemessungssituation definiert.

Folgende Nachweise können vom Programm geführt werden:

- Nachweis der Lagesicherheit
- Nachweis der 2. Kernweite (Kippen)
- Nachweis der Sicherheit gegen Abheben
- Nachweis der Gleitsicherheit
- Nachweis der Grundbruchsicherheit
- Nachweis der 1. Kernweite (klaffende Fuge)
- Nachweis der Sohldruckbeanspruchung

Der **Nachweis der Lagesicherheit** stellt sicher, dass die Resultierende der fiktiven Bodenpressung innerhalb des Fundaments liegt. Der Nachweis wird nach [8] geführt.

Der **Nachweis der 2. Kernweite** erfolgt nach DIN 1054, A 6.6.5 A(3), [7]. Es wird nachgewiesen, dass die maßgebende Sohldruckresultierende, die sich aus der ungünstigsten Kombination der charakteristischen Werte ständiger und veränderlicher Einwirkungen ergibt, höchstens so groß ist, dass die Gründungssohle des Fundamentes noch bis zu ihrem Schwerpunkt durch Druck belastet bleibt.

Beim Vorhandensein von abhebenden Lasten und/oder Auftrieb infolge anstehendem Grundwasser ist die **Sicherheit gegen Aufschwimmen** nach Eurocode 7, 2.4.7.4 [5], [6] nachzuweisen.

Beim Vorhandensein von Horizontallasten ist die **Sicherheit gegen Gleiten** nachzuweisen. Der Nachweis erfolgt nach Eurocode 7, 6.5.3 [5], [6]

Der **Nachweis der Grundbruchsicherheit** wird nach Eurocode 7, 6.5.2 EC7 [5], [6] geführt.

<u>Standsicherheit</u>		Standsicherheitsnachweise gem. DIN EN 1997-1:2009-09	
ständige Situationen			
nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ SLS			
<u>1. Kernweite</u>	Maßg. Beanspruchung Kombination		Ek 1
	Ausmittigkeit der Resultierenden	$e_y = 0.206$	m
	Breite	$b_y = 3.000$	m
	$e_y/b_y \leq 1/6$	$0.069 \leq$	$0.167$
nach DIN EN 1997-1:2009-09			
<u>2. Kernweite</u>	Maßg. Beanspruchung Charakt. Kombination		Ek 4
	Ausmittigkeit	$e_y / e_z = 0.217 / -0.041$	m
	Breite	$b_y / b_z = 3.000 / 2.750$	m
	$(e_y/b_y)^2 + (e_z/b_z)^2 \leq 1/9$	$0.005 \leq$	$0.111$
<u>Sohldruck</u>			
nach DIN 1054:2010-12, GZ GEO-2 Vereinfachter Nachweis: Tabelle A 6.2			
	Maßg. Beanspruchung Kombination		Ek 4
	Bemessungssituation BS-P		
	Ausmittigkeit	$e_y / e_z = 0.218 / -0.045$	m
	reduzierte Breite	$b'_y / b'_z = 2.563 / 2.660$	m
	Bemessungswert Sohldruck	$\sigma_{r,d} = 488.47$	kN/m <sup>2</sup>
	Bemessungswert Sohlwiderstand	$\sigma_{r,d} = 509.94$	kN/m <sup>2</sup>
	$\sigma_{r,d} \leq \sigma_{r,d}$	$488.472 \leq$	$509.943$
<u>Gleiten</u>			
in Sohlfuge nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ GEO-2			
	Maßg. Beanspruchung Kombination		Ek 3
	Bemessungssituation BS-P		
	Sohlreibungswinkel	$\delta_{s,k} = 25.00$	°
	$H_d$ [kN]	$R_k$ [kN]	$\gamma_{R,h}$ [-]
	187.50	892.53	1.10
	$H_d \leq R_d$	187.500	$\leq$ 811.393
<u>Auftrieb/Abheben</u>			
nach DIN EN 1997-1:2009-09, GZ HYD und UPL			
	Maßg. Beanspruchung Kombination		Ek 31
	Bemessungssituation BS-P		
	stabilisierend	$V_{st,d} = 1835.82$	kN
	destabilisierend	$V_{st,d} = -37.50$	kN
	$V_{st,d} \leq V_{st,d}$	$ -37.500  \leq$	$1835.820$

Bild 3. Ausgabe der Standsicherheitsnachweise

Der **Nachweis der 1. Kernweite** erfolgt nach DIN 1054, A 6.6.5 A(2), [7]. In der Sohlfläche darf infolge der aus ständigen Einwirkungen resultierenden charakteristischen Beanspruchungen keine klaffende Fuge auftreten. Bei Rechteckfundamenten ist diese Bedingung eingehalten, wenn die Sohldruckresultierende innerhalb der 1. Kernweite liegt.

Beim **Nachweis der Sohldruckbeanspruchung** wird nachgewiesen, dass der einwirkende Sohldruck kleiner ist, als der aufnehmbare Sohldruck. Hierfür stehen drei Möglichkeiten zur Verfügung:

1. Nachweis, dass der mittlere Sohldruck kleiner ist als der zulässige aufnehmbare Sohldruck. Der Bemessungswert des zulässigen aufnehmbaren Sohldrucks ist einzugeben.
2. Nachweis, dass der Bemessungswert der vorhandenen Kantenpressung kleiner ist als die aufnehmbare Kantenpressung.
3. Nachweis, dass der mittlere Sohldruck kleiner ist als der zulässige aufnehmbare Sohldruck nach DIN 1054, A 6.10 [7]. Der aufnehmbare Sohldruck wird im Programm automatisch ermittelt. Hierzu ist die entsprechende Tabelle aus DIN 1054, A 6.10 [7] zu definieren.

Die Ausgabe der Nachweise nach Eurocode 7 [5], [6] und DIN 1054 [7] ist im Bild 3 dargestellt.

## Bemessung

Im Kapitel „Bemessung“ werden alle erforderlichen Eingabedaten für die Fundamentbemessung, die Köcherbemessung und für den Durchstanznachweis eingegeben.

In der Frage „Fundament“ kann die Bemessung ein- bzw. ausgeschaltet werden. Falls eine Bemessung erfolgen soll, kann hier zwischen einem bewehrten oder unbewehrten Fundament gewählt werden. Falls eine automatische Bewehrungswahl durch das Programm erfolgen soll, stehen Stabstahl, Matten oder Matten und Stabstahl zur Verfügung.

Der **Durchstanznachweis** wird nach Eurocode 2, 6.4 [2], [3], [4] geführt. Eine wesentliche Änderung gegenüber der DIN 1045-1 ist, dass die Lage des kritischen Rundschnitts iterativ ermittelt werden muss. Der Rundschnitt, der zur größten Ausnutzung führt, ist der bemessungsmaßgebende.

Falls der Bemessungswert der Querkrafttragfähigkeit längs des kritischen Rundschnitts ohne Durchstanzbewehrung überschritten wird, wird Durchstanzbewehrung erforderlich. Als Durchstanzbewehrung stehen Bügel oder Schrägstäbe zur Verfügung. Die Tragfähigkeit ohne Durchstanzbewehrung kann in bestimmten Grenzen durch Zulagen erhöht werden. Als Zulagen kann im Programm zwischen Matten oder Stabstahl gewählt werden.

Der Beiwert  $\beta$  zur Berücksichtigung einer nicht rotations-symmetrischen Querkraftverteilung kann entweder direkt eingegeben werden oder vom Programm ermittelt werden. Erfolgt keine Eingabe, wird der Beiwert  $\beta$  unter Annahme einer vollplastischen Schubspannungsverteilung im kritischen Rundschnitt, nach Eurocode 2, 6.4.3 (3), [2], [3], [4] berechnet.

## Ausgabe

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

Neben maßstabsgetreuen Systemskizzen werden die Schnittgrößen, Kombinationen und Nachweise unter Angabe der Berechnungsgrundlage und Einstellungen des Anwenders in übersichtlicher tabellarischer Form ausgegeben.

Dipl.-Ing. Petra Licht  
mb AEC Software GmbH  
mb-news@mbaec.de

Durchstanznachweis		gem. DIN EN 1992-1-1:2011-01, 6.4	
Zulagebewehrung	Stabstahl als Zulage je y- und z-Richtung	vorh as= 7,54 cm <sup>2</sup> /m	
	Ø12 / 15,00 cm		
mittlere statische Nutzhöhe	d =	76,50	cm
Abstand des kritischen Rundschnitts vom Stützenrand	a <sub>crit</sub> =	0,6 d	
Beiwert für nichtrotations-symmetrische Querkraftverteilung (genau)	β =	1,39	-
Aufzunehmende Querkraft	V <sub>ed</sub> =	3210,00	kN
Bodenpressung	σ <sub>0d</sub> =	425,55	kN/m <sup>2</sup>
Abzugsfläche	A =	16805,7	cm <sup>2</sup>
reduzierte Querkraft	V <sub>ed,red</sub> =	2494,83	kN
Längsbewehrungsgrad	ρ <sub>l,z</sub> =	0,27	%
Längsbewehrungsgrad	ρ <sub>l,y</sub> =	0,28	%
mittl. Längsbewehrungsgrad	ρ <sub>l</sub> =	0,28	%
Rund-schnitt	Abstand [m]	u [m]	V <sub>Ed</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]
Ucrrt	0,46	4,68	0,968
			v <sub>Rd,c</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]
			1,022
Nachweis	v <sub>Ed</sub> /v <sub>Rd,c</sub>	0,9469	≤ 1,0
Keine Durchstanzbewehrung erforderlich!			

Bild 4. Ausgabe des Durchstanznachweises

## Literatur

- [1] DIN EN 1990: Eurocode 0: Grundlagen der Tragwerksplanung, Dezember 2010
- [2] DIN EN 1992-1-1: Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, Januar 2011
- [3] DIN EN 1992-1-1/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, Januar 2011
- [4] DIN EN 1992-1-1/NA Berichtigung 1: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter - Eurocode 2: Bemessung und Konstruktion von Stahlbeton- und Spannbetontragwerken – Teil 1-1: Allgemeine Bemessungsregeln und Regeln für den Hochbau, Juni 2012
- [5] DIN EN 1997-1: Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln, September 2009
- [6] DIN EN 1997-1/NA: Nationaler Anhang – National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik – Teil 1: Allgemeine Regeln, Dezember 2010
- [7] DIN 1054: Baugrund – Sicherheitsnachweise im Erd und Grundbau – Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1
- [8] Normenausschuss Bauwesen (NABau) – Auslegungen DIN 1045-1 vom 01.06.2012, Lfd. 120, www.nabau.din.de

## mbAEC Aktuelle Angebote

**S511.de Stahlbeton-Einzel- und Köcherfundament, exzentrische Belastung – EC 2, DIN EN 1992-1-1** **390,- EUR**

Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel

**BauStatik 5er-Paket** **890,- EUR**  
bestehend aus

5 BauStatik-Modulen deutscher Norm nach freier Wahl

(ausgenommen: S018, S030, S407, S408, S409, S469, S755, S756, S928, S403.de, S410.de, S411.de, S412.de)

Es gelten unsere Allg. Geschäftsbedingungen. Änderungen und Irrtümer vorbehalten.  
Alle Preise zzgl. Versandkosten (7,50 EUR) und ges. MwSt. Hardlock für Einzelplatzlizenz, je Arbeitsplatz erforderlich (95,- EUR). Handbücher auf DVD. Betriebssystem Windows XP (32), SP3 / Windows Vista (32/64), SP2 / Windows 7 (32/64) – Stand: August 2012