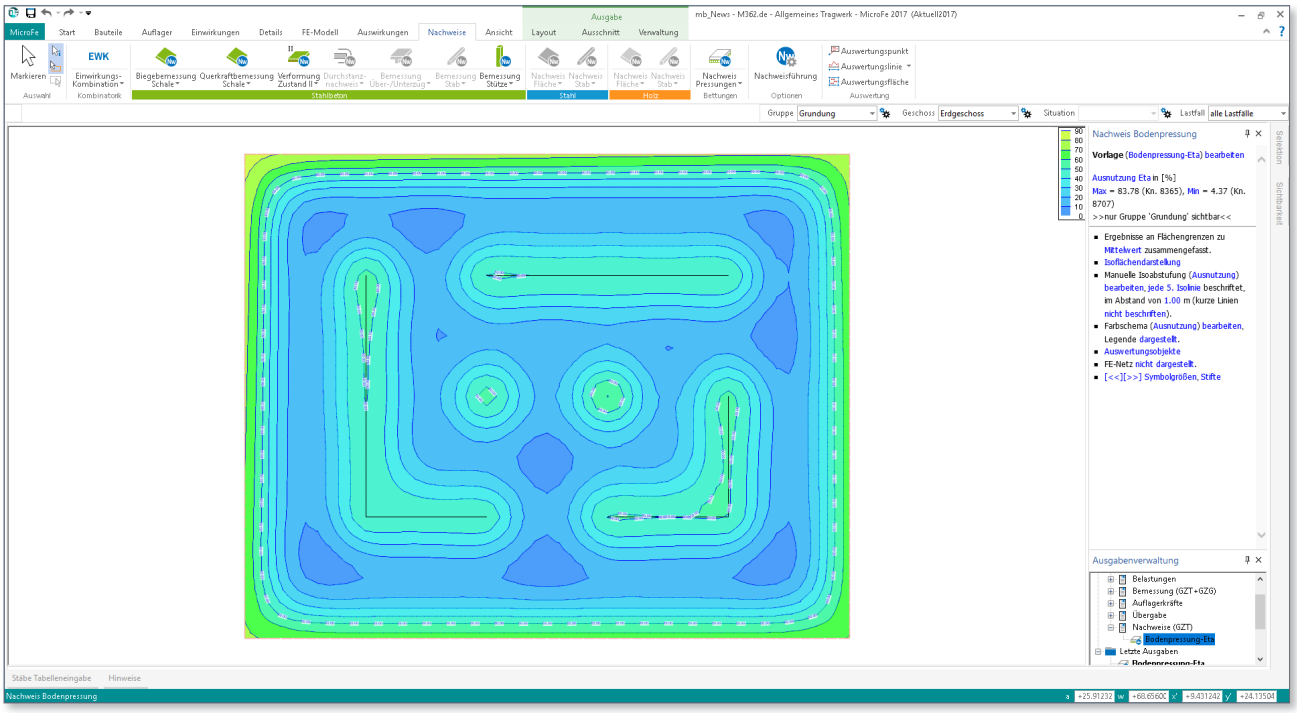
Dipl.-Ing. Nouman Elias M.Sc

Nachweis der Bodenpressung

Leistungsbeschreibung des MicroFe-Moduls M362.de Nachweis der Bodenpressung

Mit den Lagerungsmöglichkeiten der Flächenbettung und der Bodenmodellierung mittels Volumenelementen stehen leistungsfähige Werkzeuge in MicroFe zur Verfügung, mit deren Hilfe nahezu jede Gründungsaufgabe gelöst werden kann. Bodenpressungen infolge einer belasteten Bodenplatte können jetzt auch nachgewiesen werden.



Allgemein

Mit der Einführung der Eurocodes wurde eine einheitliche europäische auf dem Teilsicherheitskonzept basierende Norm geschaffen. Zu jedem Eurocode gibt es einen zugehörigen Nationalen Anhang, der die Anwendung der Regeln in Deutschland ermöglicht. Allerdings werden die zusätzlichen Erfahrungen im Grundbau, die im Eurocode 7 [1] nicht enthalten sind, in der neuen DIN 1054 [2] erfasst.

Das Teilsicherheitskonzept ist ein Konzept für die Standsicherheitsberechnung von Bauwerken. Es fordert den Nachweis von zwei verschiedenen Grenzzuständen.

Grenzzustände

Die Nachweise im Grenzzustand der Tragfähigkeit (ULS - Ultimate Limit State) werden geführt, um Sachschäden und die Gefährdung von Menschenleben zu vermeiden.

Es ist nachzuweisen, dass der Bemessungswert der Beanspruchungen E_d nicht größer als der Bemessungswert des Widerstands R_d eines Bauwerks oder Bauteils wird, während der Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit (SLS - Serviceability Limit State) die langfristige Nutzbarkeit und die Funktion des Tragwerks oder eines seiner Teile unter normalen Gebrauchsbedingungen garantieren soll.

Eurocode 7 [1] unterscheidet den Grenzzustand der Tragfähigkeit und den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit. Die folgenden Fälle werden beim Grenzzustand der Tragfähigkeit definiert:

- Grenzzustand des Verlusts der Lagesicherheit (EQU) eines Bauwerks oder des Baugrunds, betrachtet als starrer Körper, wobei die Festigkeiten der Baustoffe und des Baugrunds für den Widerstand nicht entscheidend sind.
- Grenzzustand des inneren Versagens (STR) oder der sehr großen Verformung des Bauwerks oder seiner Bauteile, einschließlich der Fundamente, Pfähle, Kellerwände usw., wobei die Festigkeit der Baustoffe für den Widerstand entscheidend ist.
- Grenzzustand des Versagens des Baugrunds (GEO) oder der sehr großen Verformung des Baugrunds, wobei die Festigkeit der Locker- und Festgesteine für den Widerstand entscheidend ist.
- Grenzzustand des Aufschwimmens (UPL). Verlust der Lagesicherheit des Bauwerks oder Baugrunds infolge Aufschwimmens (Auftrieb) oder anderer vertikaler Einwirkungen.
- Hydraulischer Grundbruch, innere Erosion und Piping (HYD) im Boden, verursacht durch Strömungsgradienten.

Nach den Vorgaben der DIN 1054 wird der Grenzzustand GEO zwei verschiedenen Arten von Nachweisverfahren (GEO-2 und GEO-3) zugeordnet.

Der Grenzzustand GEO-2 definiert das Versagen des Baugrundes im Zusammenhang mit der Ermittlung der Schnittgrößen (z.B. Gleitsicherheits-, Grundbruch und Sohldrucknachweis), während der Grenzzustand GEO-3 das Versagen des Baugrundes im Zusammenhang mit dem Nachweis der Gesamtstandfestigkeit definiert (z.B. Standsicherheit von Böschungen und Geländebruch).

Bemessungssituationen

Bemessungssituationen sollen bestimmen, mit welcher Wahrscheinlichkeit und über welchen Zeitraum eine bestimmte Einwirkung auf das Tragwerk vorhanden ist. Die erforderliche rechnerische Sicherheit des Bauwerks wird von diesen Situationen abhängig gemacht. DIN 1054 [2] definiert in Anlehnung an Eurocode 0 [3], [4] vier Bemessungssituationen:

- **Ständige Bemessungssituation BS-P**:
  Hierbei werden ständige und während der Funktionszeit des Bauwerks regelmäßig auftretende veränderliche Einwirkungen berücksichtigt.
- **Vorübergehende Bemessungssituation BS-T**:
  Diese beziehen sich auf zeitlich begrenzte Zustände, wie z.B. Bauzustände bei der Herstellung oder Reparatur eines Gebäudes und Zustände mit einer planmäßig einmaligen Einwirkung oder Gegebenheit (insbesondere auch Baugruben).
- **Außergewöhnliche Bemessungssituation BS-A**:
  Diese beziehen sich auf außergewöhnliche Bedingungen des Tragwerks oder seiner Umgebung, z. B. auf Brand, Explosion, Anprall. Hierbei werden in der Regel neben jeweils einer außergewöhnlichen Einwirkung ständige und regelmäßig auftretende veränderliche Einwirkungen, wie bei den Bemessungssituationen BS-P und BS-T, berücksichtigt. Die Bemessungssituation BS-A liegt auch vor, wenn mehrere ungewöhnlich große oder planmäßig einmalige Einwirkungen zu berücksichtigen sind.
- **Bemessungssituation Erdbeben BS-E**:
  Diese Situation umschreibt die Bedingungen, die bei einem Erdbeben auf das Tragwerk einwirken.

Die ständige Bemessungssituation kann von einer vorübergehenden, besser überwachten Situation unterschieden werden. Nach einer außergewöhnlichen Situation darf ein Bauwerk gegebenenfalls auch begrenzte Schäden aufweisen.

Obwohl im Eurocode 7 [1] gemeinsame Teilsicherheitsbeiwerte für die ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen empfohlen werden, werden in der DIN 1054 [2] geringere Werte bei Tragwerken für vorübergehende Zwecke oder bei vorübergehenden Bemessungssituationen festgelegt. In Deutschland wird damit die Unterscheidung zwischen ständigen und vorübergehenden Bemessungssituationen beibehalten.

Bemessungswerte der Beanspruchungen

Nach DIN 1054 [2] ergeben sich die Bemessungswerte der Beanspruchungen E_d im allgemeingültigen Fall, der auch nichtlinear-elastische Berechnungen und die Anwendung der Theorie 2. Ordnung erfasst, unter Beachtung der Teilsicherheitsbeiwerte und Kombinationsbeiwerte aus folgenden Ansätzen:

Bemessungssituationen BS-P und BS-T:

$$E_d = E\left(\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} \oplus \gamma_P \cdot P_k \oplus \gamma_{Q,1} \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i>1} \gamma_{Q,i} \cdot \psi_{0,i} \cdot Q_{k,i}\right)$$

Bemessungssituation BS-A:

$$E_{dA} = E\left(\sum_{j\geq 1} \gamma_{G,j} \cdot G_{k,j} \oplus \gamma_P \cdot P_k \oplus A_d \oplus \gamma_{Q,1} \cdot (\psi_{1,1} \text{od.} \psi_{2,1}) \cdot Q_{k,1} \oplus \sum_{i>1} \gamma_{QA,i} \cdot \psi_{2,i} \cdot Q_{k,i}\right)$$

Bemessungssituation BS-E :

$$E_{dE} = E\left(\sum_{j\geq 1} G_{k,j} \oplus P_k \oplus A_{Ed} \oplus \sum_{j\geq 1} \psi_{2,j} \cdot Q_{k,j}\right)$$

$G_{k,j}$, $\gamma_{G,j}$	ständige charakteristische Einwirkung j und ihr zugehöriger Teilsicherheitsbeiwert
P_k , γ_P	charakteristische Einwirkung aus Vorspannung und ihr Teilsicherheitsbeiwert
$Q_{k,1}$, $\gamma_{Q,1}$	charakteristische veränderliche Leiteinwirkung und ihr Teilsicherheitsbeiwert
$Q_{k,i}$, $\gamma_{Q,i}$	charakteristische begleitende veränderliche Einwirkung i und ihr Teilsicherheitsbeiwert
A_d	Bemessungswert einer außergewöhnlichen Einwirkung
A_{Ed}	Bemessungswert einer Einwirkung infolge von Erdbeben
ψ_0, ψ_1, ψ_2	Kombinationsbeiwerte der veränderlichen Einwirkungen

DIN EN 1990 [3] fordert, dass die Einwirkungskombinationen für außergewöhnliche Bemessungssituationen entweder explizit eine außergewöhnliche Einwirkung A enthalten, oder eine Situation nach einem außergewöhnlichen Ereignis erfassen.

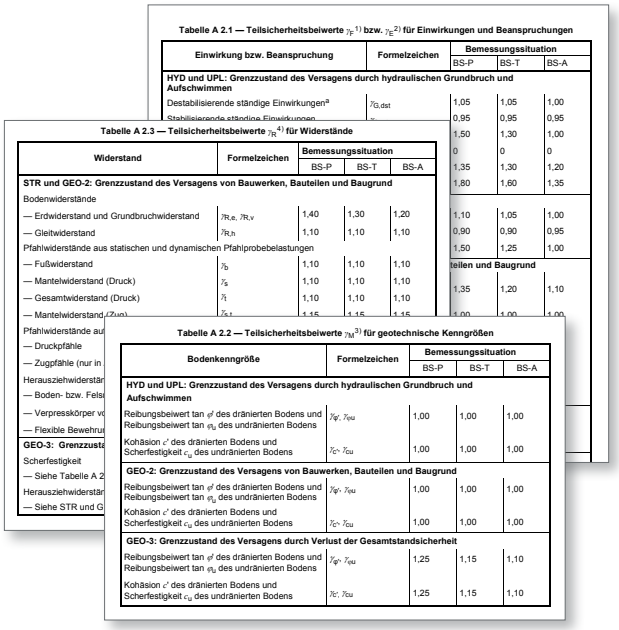


Tabelle A 2.1 — Teilsicherheitsbeiwerte γ_F [1] bzw. γ_E [2] für Einwirkungen und Beanspruchungen

Einwirkung bzw. Beanspruchung	Formelzeichen	Bemessungssituation		
		BS-P	BS-T	BS-A
HYD und UPL: Grenzzustand des Versagens durch hydraulischen Grundbruch und Aufschwimmen				
Destabilisierende ständige Einwirkungen[a]	$\gamma_{G,dst}$	1,05	1,05	1,00
Stabilisierende ständige Einwirkungen		0,95	0,95	0,95
		1,50	1,30	1,00
		0	0	0
		1,35	1,30	1,20
		1,80	1,60	1,35
		1,10	1,05	1,00
		0,90	0,90	0,95
		1,50	1,25	1,00

Tabelle A 2.3 — Teilsicherheitsbeiwerte γ_R [4] für Widerstände

Widerstand	Formelzeichen	Bemessungssituation		
		BS-P	BS-T	BS-A
STR und GEO-2: Grenzzustand des Versagens von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund				
Bodenwiderstände				
— Erdwiderstand und Grundbruchwiderstand	$\gamma_{R,e}$, $\gamma_{R,v}$	1,40	1,30	1,20
— Gleitwiderstand	$\gamma_{R,h}$	1,10	1,10	1,10
Pfahlwiderstände aus statischen und dynamischen Pfahlprobebelastungen				
— Fußwiderstand	γ_b	1,10	1,10	1,10
— Mantelwiderstand (Druck)	γ_s	1,10	1,10	1,10
— Gesamtwiderstand (Druck)	γ_t	1,10	1,10	1,10
— Mantelwiderstand (Zug)	$\gamma_{s,t}$	1,15	1,15	1,15
Pfahlwiderstände au				
— Druckpfähle				
— Zugpfähle (nur in				
Herausziehwiderstär				
— Boden- bzw. Fels				
— Verpresskörper vo				
— Flexible Bewehru				
GEO-3: Grenzzust				
Scherfestigkeit				
— Siehe Tabelle A 2				
Herausziehwiderstär				
— Siehe STR und G				

Tabelle A 2.2 — Teilsicherheitsbeiwerte γ_M [3] für geotechnische Kenngrößen

Bodenkenngröße	Formelzeichen	Bemessungssituation		
		BS-P	BS-T	BS-A
HYD und UPL: Grenzzustand des Versagens durch hydraulischen Grundbruch und Aufschwimmen				
Reibungsbeiwert tan φ' des dränierten Bodens und Reibungsbeiwert tan φ_u des undränierten Bodens	$\gamma_{\varphi'}$, $\gamma_{\varphi u}$	1,00	1,00	1,00
Kohäsion c' des dränierten Bodens und Scherfestigkeit c_u des undränierten Bodens	$\gamma_{c'}$, γ_{cu}	1,00	1,00	1,00
GEO-2: Grenzzustand des Versagens von Bauwerken, Bauteilen und Baugrund				
Reibungsbeiwert tan φ' des dränierten Bodens und Reibungsbeiwert tan φ_u des undränierten Bodens	$\gamma_{\varphi'}$, $\gamma_{\varphi u}$	1,00	1,00	1,00
Kohäsion c' des dränierten Bodens und Scherfestigkeit c_u des undränierten Bodens	$\gamma_{c'}$, γ_{cu}	1,00	1,00	1,00
GEO-3: Grenzzustand des Versagens durch Verlust der Gesamtstandsicherheit				
Reibungsbeiwert tan φ' des dränierten Bodens und Reibungsbeiwert tan φ_u des undränierten Bodens	$\gamma_{\varphi'}$, $\gamma_{\varphi u}$	1,25	1,15	1,10
Kohäsion c' des dränierten Bodens und Scherfestigkeit c_u des undränierten Bodens	$\gamma_{c'}$, γ_{cu}	1,25	1,15	1,10

Bild 1. Tabelle A 2.1 bis A 2.3, DIN 1054 [2]

In der Regel werden alle Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen und Beanspruchungen bei außergewöhnlichen Situationen gleich 1,0 gesetzt. Im Gegensatz dazu werden jedoch für Nachweise in der Geotechnik auch bei der Bemessungssituation BS-A Teilsicherheitsbeiwerte eingeführt. Die Zahlenwerte der Teilsicherheitsbeiwerte für Einwirkungen, Beanspruchungen, geotechnische Kenngrößen und Widerstände in den einzelnen Grenzzuständen und Bemessungssituationen sind aus DIN 1054 [2], Tabelle A 2.1 bis A 2.3, zu entnehmen, während die Zahlenwerte für Kombinationsbeiwerte aus der Tabelle NA.A.1.1 , DIN EN 1990/NA [4] herauszulesen sind.

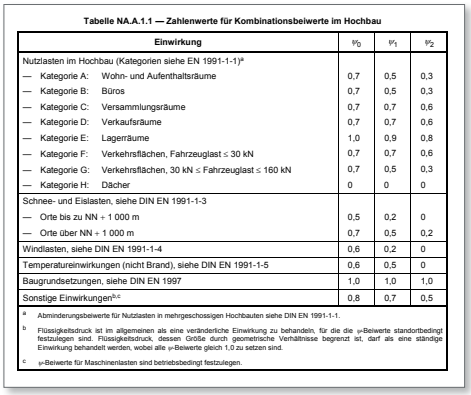


Tabelle NA.A.1.1 — Zahlenwerte für Kombinationsbeiwerte im Hochbau

Einwirkung	ψ_0	ψ_1	ψ_2
Nutzlasten im Hochbau (Kategorien siehe EN 1991-1-1)[a]			
— Kategorie A: Wohn- und Aufenthaltsräume	0,7	0,5	0,3
— Kategorie B: Büros	0,7	0,5	0,3
— Kategorie C: Versammlungsräume	0,7	0,7	0,6
— Kategorie D: Verkaufsräume	0,7	0,7	0,6
— Kategorie E: Lagerräume	1,0	0,9	0,8
— Kategorie F: Verkehrsflächen, Fahrzeuglast ≤ 30 kN	0,7	0,7	0,6
— Kategorie G: Verkehrsflächen, 30 kN ≤ Fahrzeuglast ≤ 160 kN	0,7	0,5	0,3
— Kategorie H: Dächer	0	0	0
Schnee- und Eislasten, siehe DIN EN 1991-1-3			
— Orte bis zu NN + 1 000 m	0,5	0,2	0
— Orte über NN + 1 000 m	0,7	0,5	0,2
Windlasten, siehe DIN EN 1991-1-4	0,6	0,2	0
Temperatureinwirkungen (nicht Brand), siehe DIN EN 1991-1-5	0,6	0,5	0
Baugrundsetzungen, siehe DIN EN 1997	1,0	1,0	1,0
Sonstige Einwirkungen[b,c]	0,8	0,7	0,5

[a] Abminderungsbeiwerte für Nutzlasten in mehrgeschossigen Hochbauten siehe DIN EN 1991-1-1.

[b] Flüssigkeitsdruck ist im allgemeinen als eine veränderliche Einwirkung zu behandeln, für die die ψ-Beiwerte standortbedingt festzulegen sind. Flüssigkeitsdruck, dessen Größe durch geometrische Verhältnisse begrenzt ist, darf als eine ständige Einwirkung behandelt werden, wobei alle ψ-Beiwerte gleich 1,0 zu setzen sind.

[c] ψ-Beiwerte für Maschinenlasten sind betriebsbedingt festzulegen.

Bild 2. Tabelle NA.A.1.1, DIN EN 1990/NA [4]

Ernst & Sohn
A Wiley Brand

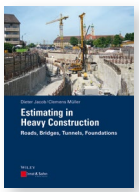
Ulfert Martinsen
Kostenrechnung in der Bauwirtschaft
Praxisleitfaden unter Einbeziehung der KLR-Bau 2016
2017. ca. 220 S.
ca. € 39,90*
ISBN: 978-3-433-03191-9
Auch als ebook erhältlich.

Praxisleitfaden unter Einbeziehung der KLR-Bau 2016

Dieses praxisorientierte Buch stellt Kalkulation, Betriebsabrechnung und Controlling sowohl für das Einzelprojekt als auch den Gesamtbetrieb dar. Die KLR-Bau 2016 wird dabei detailliert erläutert und hinterfragt.

BUNDLE ebook + Print!
ca. € 49,90 ISBN: 978-3-433-03200-8

Weitere Buchempfehlungen:



- Estimating in Heavy Construction
- Praxis des Bauprozessmanagements

Online Bestellung: www.ernst-und-sohn.de

Ernst & Sohn
Verlag für Architektur und technische Wissenschaften GmbH & Co. KG

Kundenservice: Wiley-VCH
Boschstraße 12
D-69469 Weinheim

Tel. +49 (0)6201 606-400
Fax +49 (0)6201 606-184
service@wiley-vch.de

* Der €-Preis gilt ausschließlich für Deutschland. Inkl. MwSt. zzgl. Versandkosten. Irrtum und Änderungen vorbehalten. 1140116_dp

Nachweis der Bodenpressung in MicroFe

In MicroFe können Flächenlager als Flächenbettung oder mittels Volumenelementen anforderungsorientiert und wirklichkeitsnah modelliert werden. Die wichtigste Ausgabe einer Auflagerposition ist die Bodenpressung. Für komplizierte Modelle braucht man ein effektives Werkzeug, um die Sohldruckbeanspruchungen nachzuweisen.

Der Nachweis der Bodenpressung kann für Flächenlager vom Typ Flächen- und Volumenbettung einfach und schnell in MicroFe geführt werden. In der Registerkarte der Positionseigenschaften, Register „Nachweis“, kann der „Nachweis Bodenpressungen“ zugeschaltet werden. Mit nur zwei Parametern erfolgt die Nachweissteuerung. Diese sind die Bemessungssituation und der Bemessungswert des Sohlwiderstandes. In der Auswahlliste der Situation stehen die ständige, vorübergehende und außergewöhnliche Bemessungssituation zu Verfügung. Der Nachweis wird im Grenzzustand STR/GEO-2 geführt.

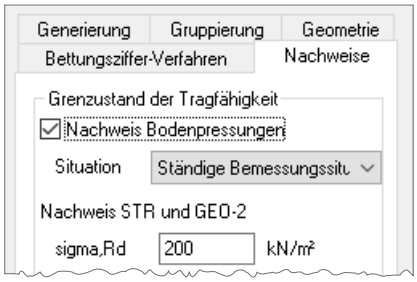


Bild 3. Eingabeoptionen zum Bodenpressungsnachweis

Die grafische Ergebnisdarstellung des Nachweises kann durch die Schaltfläche „Nachweis Pressungen“ im Kontextregister „Nachweis“ unter der Gruppe „Bettungen“ aufgerufen werden. In den Eigenschaften der Ergebnisdarstellung kann zwischen der Ausnutzung η [%], der vorhandenen Spannung σ_{cd} [kN/m²] und der zulässigen Spannung σ_{Rd} [kN/m²] gewählt werden.

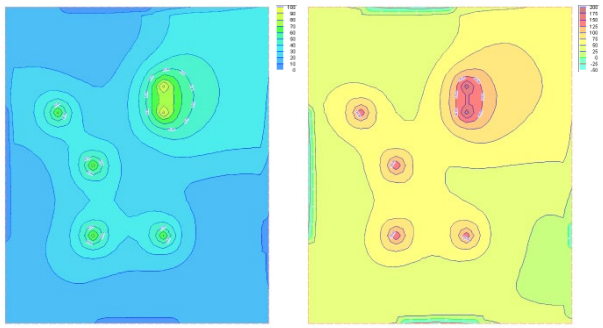


Bild 4.a) Ergebnisdarstellung der Ausnutzung η

b) Ergebnisdarstellung der vorhandenen Spannung

In der tabellarischen Ausgabe des Bodenpressungsnachweises werden folgende Tabellen bzw. Grafiken dargestellt:

- Eigenschaften der Flächenlager
- die maßgebenden Kombinationen nach STR/GEO-2
- Grafik mit Isoliniendarstellung und der maximalen Ausnutzung des Flächenlagers
- Tabelle, in der die Extremwerte der Ausnutzung sowie der vorhandenen und zulässigen Bodenspannung aufgeführt werden

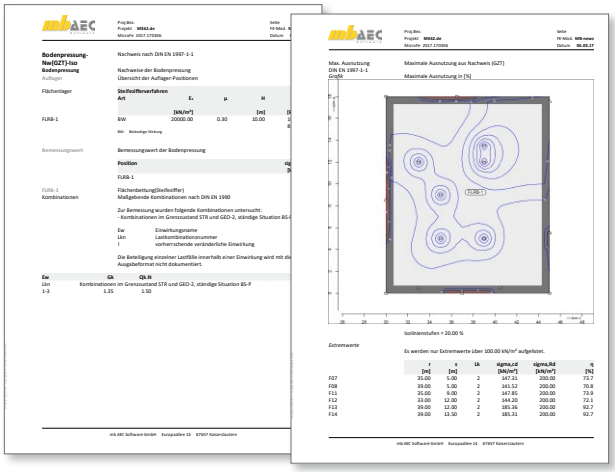


Bild 5. Ergebnisdarstellung der vorhandenen Spannung

Der in den Eigenschaften des Flächenlagers eingegebene Schwellenwert dient zur Ausgabesteuerung. Er gibt an, ab welchem Betrag Bodenpressungen bei der Ausgabe der Tabelle der Extremwerte dargestellt werden sollen.

Dipl.-Ing. Nouman Elias M.Sc
mb AEC Software GmbH
mb-news@mbaec.de

Literatur

[1] Handbuch Eurocode 7 – Geotechnische Bemessung, Band 1: Allgemeine Regeln, Beuth Verlag, Berlin 2011.
[2] DIN 1054:2010-12 Baugrund - Sicherheitsnachweise im Erd- und Grundbau - Ergänzende Regelungen zu DIN EN 1997-1, Beuth Verlag, Berlin
[3] DIN EN 1990:2010-12: Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung; Deutsche Fassung EN 1990:2002 + A1:2005 + A1:2005/AC:2010, Beuth Verlag, Berlin
[4] DIN EN 1990/NA:2010-12: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode: Grundlagen der Tragwerksplanung, Beuth Verlag, Berlin
[5] DIN EN 1997-1:2014-03: Eurocode 7- Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1: Allgemeine Regeln; Deutsche Fassung EN 1997-1: 2004 + AC:2009+A1:2013, Beuth Verlag, Berlin
[6] DIN EN 1997-1/NA:2010-12: Nationaler Anhang - National festgelegte Parameter - Eurocode 7: Entwurf, Berechnung und Bemessung in der Geotechnik - Teil 1; Allgemeine Regeln, Beuth Verlag, Berlin
[7] EAB Empfehlungen des Arbeitskreises „Baugruben“, herausgegeben von der Deutschen Gesellschaft für Geotechnik e.V., 5. Auflage, Verlag Ernst & Sohn (2012)
[8] Ziegler, M., Geotechnische Nachweise nach EC 7 und DIN 1054. 3. Auflage, Verlag Ernst & Sohn (2012)

! Aktuelle Angebote

M362.de **Nachweis der Bodenpressung** **290,- EUR**
Leistungsbeschreibung siehe nebenstehenden Fachartikel

MicroFe comfort 2017 **3.990,- EUR**
MicroFe-Paket „Platten + räumliche Systeme“

PlaTo 2017 **1.490,- EUR**
MicroFe-Paket „Platten“

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: März 2017

Unterstützte Betriebssysteme:
Windows 7 (64) / Windows 8 (64) / Windows 10 (64)

Preisliste: www.mbaec.de