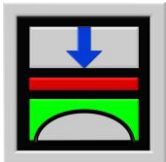


Beispiele zur Überprüfung und Erläuterung des Programms *ELPLA*



Berechnung
der Sohlspannungen, Setzungen,
Biegemomente von Gründungsplatten
mit der Methode der Finiten Elemente

Version 2010

Programmautoren: M. El Gendy
A. El Gendy

GEOTEC: GEOTEC Software Inc.
PO Box 14001 Richmond Road PO
Calgary AB, Canada T3E 7Y7

<http://www.elpla.com>
geotec@elpla.com

Inhalt

	Seite
Vorbemerkungen	- 3 -
1 Überprüfung der Bodenspannung unter einer belasteten Rechteckfläche	- 24 -
2 Überprüfung der Bodenspannung unter einer belasteten Kreisfläche	- 27 -
3 Überprüfung der Sofortsetzung einer belasteten Fläche auf dem elastisch-isotropen Halbraummedium	- 30 -
4 Überprüfung der Sofortsetzung einer belasteten Rechteckfläche auf geschichtetem Baugrund	- 33 -
5 Überprüfung der Sofortsetzung eines belasteten Kreistanks auf geschichtetem Baugrund	- 37 -
6 Überprüfung der Konsolidationssetzung unter einer Rechteckplatte	- 42 -
7 Überprüfung der Konsolidationssetzung unter einem Kreisfundament	- 45 -
8 Überprüfung einer starren Quadratplatte auf dem elastisch-isotropen Halbraummedium	- 52 -
9 Überprüfung einer starren Kreisplatte auf dem elastisch-isotropen Halbraummedium	- 55 -
10 Überprüfung schlaffer und starrer Platten auf geschichtetem Baugrund	- 58 -
11 Überprüfung der Grundbruchlast eines Fundaments auf geschichtetem Baugrund	- 62 -
12 Überprüfung des Spannungstrapezverfahrens einer unregelmäßigen Platte	- 69 -
13 Überprüfung des Hauptbettungsmoduls k_{sm}	- 73 -
14 Überprüfung eines elastisch gebetteten Balkens	- 78 -
15 Überprüfung eines Trägerrostes auf elastischer Bettung	- 80 -
16 Überprüfung elastischer Platten auf dem elastisch-isotropen Halbraummedium	- 83 -

Beispiele zur Überprüfung des Programms *ELPLA*

	Seite
17 Überprüfung des Bettungsmodul- und Halbraumverfahrens	- 86 -
18 Überprüfung einer gelenkig gelagerten Platte	- 88 -
19 Auswertung der Iterationsverfahren	- 91 -
20 Untersuchung des Einflusses der Vorbelastung	- 97 -
21 Untersuchung des Einflusses der Lastgeometrie	-102-
22 Setzungsberechnung für die schlaffe Sohlfläche einer Erzhalde	-115-
23 Setzungsberechnung unter einer starren Gründungsplatte	-118-
24 Überprüfung der Verschiebung eines dünnen Auslegerbalkens	-124-
25 Überprüfung der Kräfte in den Pfählen einer Pfahlgruppe	-127-
26 Überprüfung eines Durchlaufträgers	-132-
27 Überprüfung der Momente in einem unsymmetrischen geschlossenen Rahmen	-134-
28 Überprüfung eines ebenen Fachwerks	-136-
29 Einfluss der <i>Poissonzahl</i>	-138-
Literatur	-140-

Vorbemerkungen

Zweck der Beispiele

Dieses Buch stellt die Berechnung vieler Fundamentbeispiele dar. Dies dient zur

- Überprüfung der mathematischen Modelle im Programm *ELPLA* durch Vergleichen von *ELPLA* Ergebnissen mit denen geschlossener Formgleichungen oder anderen veröffentlichten Ergebnissen
- Erläuterung, wie das Programm *ELPLA* für die Berechnung von Fundamenten mit verschiedenen Baugrundmodellen verwendet werden kann

Die in diesem Buch besprochenen Beispiele decken viele praktische Probleme ab. Für jedes in diesem Buch besprochene Problem sind die Eingabedateien und einige berechnete Dateien im *ELPLA* Softwarepaket eingeschlossen. Die Dateinamen und der Inhalt der Beispiele werden anschließend gezeigt. Außerdem gibt es ein Schlüsselbild für jedes Problem, welches die Hauptdaten wie z.B. Grundriss, Lasten und Untergrund enthält.

Beispiele können von *ELPLA* durchgeführt werden zur Untersuchung der Details der Berechnung, um zu sehen, wie das Problem definiert oder berechnet wird und zur Darstellung, zum Drucken oder Plotten der Ergebnisse.

Bei Bestellung der Programmkette *ELPLA* wird eine CD geliefert. Sie beinhaltet die Programme und für 29 Projekte feste Daten für Testzwecke. Es handelt sich um die in diesem Buch beschriebenen 29 Testaufgaben. Sie sind in 76 Dateien gespeichert. Mit diesen Daten werden einige Möglichkeiten vorgestellt, um Flächengründungen mit dem Programm *ELPLA* zu berechnen.

An den vollständig durchgerechneten Zahlenbeispielen soll in erster Linie der Einfluss der verschiedenartigen Baugrundmodelle auf die Ergebnisse gezeigt werden. Weiterhin werden bei jeweils gleichem Baugrundmodell verschiedene Berechnungsmethoden angewandt, um in Gegenüberstellung deren Rechenaufwand und die gegenseitigen Abweichungen in den Ergebnissen beurteilen zu können. In einigen Fällen wird auch der Einfluss untersucht, den eine Berücksichtigung der geologischen Vorbelastung, der Dicke der setzungsverursachenden Schicht sowie der Steifigkeit des aufgehenden Bauwerks auf die Ergebnisse ausübt. Außerdem werden zur Anwendung von *ELPLA* in der Praxis typische Probleme wie folgt berechnet:

- Berechnung der Bodenspannung oder ebener Spannung
- Sofortsetzungsberechnung
- Konsolidationssetzungsberechnung
- Grundbruchberechnung
- Bestimmung des Bettungsmoduls
- Berechnung elastisch gebetteter Balken
- Berechnung eines elastisch gebetteten Trägerrosts
- Berechnung von Tragwerksplatten
- Berechnung von schlaffen, elastischen und starren Platten
- Berechnung der Sohldrücke nach dem Spannungstrapezverfahren
- Berechnung eines Durchlaufträgers, ebenen Stabtragwerks und ebenen Fachwerks

Zu diesem Zweck werden in den folgenden 29 Zahlenbeispielen einige Möglichkeiten vorgestellt, um Flächengründungen zu berechnen. Im Einzelnen sind 29 verschiedene Fundamente oder Strukturen gewählt. Damit werden einige praktisch vorkommende Fälle erfasst.

Alle Berechnungen von Flächengründungen werden mit dem Programm *ELPLA* durchgeführt, das von *M. El Gendy / A. El Gendy* entwickelt wurde.

Auf den nächsten Seiten sind die Grundrisse (mit Lasten, Untergrund, ... usw.) der Beispiele aufgezeichnet. Außerdem sind die Speichernamen der Dateien zu den Zahlenbeispielen neben den Bildern der Beispiele aufgelistet.

Beschreibung der Berechnungsverfahren

Nachstehend wird ein neu entwickeltes und vielseitig anwendbares Computerverfahren nach der Methode der Finiten Elemente vorgestellt, das es ermöglicht, ein beliebig geformtes und belastetes, flächenförmig gegründetes Bauwerk auf einem unregelmäßig aufgebauten Untergrund rechnerisch zu bewältigen. Zunächst wurde zur Erfassung der Boden-Bauwerk-Wechselwirkung eine allgemeine, für Computer geeignete mathematische Lösung entwickelt, die auf einem einheitlichen Finite-Elementmodell für die Sohlplatte basiert. Damit können mit der hierbei entstandenen Programmkette Gründungsplatten mit dem der Wirklichkeit am nächsten kommenden Baugrundmodell dargestellt werden. Es ist möglich, Platten mit beliebiger Grundrissform zu berechnen, Löcher in der Platte und die Interaktion von Nachbarplatten zu berücksichtigen. Mit dem Programm *ELPLA* kann man mit denselben Ausgangsdaten 9 verschiedene Typen von Baugrundmodellen unter Verwendung einer einheitlichen FE-Plattenstatik verwenden. Die folgenden 9 Baugrundmodelle können benutzt werden:

1. Einfache Annahme: Spannungstrapez (keine Berücksichtigung der Interaktion)
2. Berechnung mit konstantem Bettungsmodul
3. Berechnung mit von Knoten zu Knoten variablem Bettungsmodul
4. Berechnung mit iterativ verbessertem variablen Bettungsmodul
5. Berechnung für den elastisch-isotropen Halbraum (1 Schicht mit unendlicher Dicke)
6. Steifemodulverfahren mit Iteration
7. Steifemodulverfahren für den beliebig geschichteten Baugrund
8. Steifemodulverfahren für die starre Platte
9. Steifemodulverfahren für die schlaffe Platte

Beispiele zur Überprüfung des Programms *ELPLA*

Es ist auch möglich, beim dreidimensionalen Kontinuumsmodell unregelmäßige Schichtenverläufe zu berücksichtigen. Darüber hinaus kann mit dem Programm *ELPLA* der Einfluss der Struktursteifigkeit (feldweise veränderliche Dicke der Sohlplatte) auf das System Baugrund/ Bauwerk und der Einfluss von Temperaturänderung auf die Platte dargestellt werden.

Beim Einsatz mehrerer Berechnungsmodelle für dasselbe Bauwerk stimmen die Eingabedaten weitgehend überein. Damit lassen sich auf einfache Weise Vergleichsberechnungen mit unterschiedlichen Modellen durchführen. Auch feste Auflagerknoten sind möglich.

Die Programme wurden unter Zugrundelegung der Normen DIN 4017, DIN 4018, DIN 4019, DIN 1045, DIN 1075 und DIN 4023 entwickelt. Sie sind das Ergebnis umfangreicher Forschungsarbeiten. Die Programme sind mit neuen Methoden der Programmieretechnik entwickelt worden und sehr benutzerfreundlich konzipiert. So werden bei Bedienungsfehlern des Computers oder bei Eingabefehlern Fehlermeldungen angezeigt. Alle Programme sind in das Programmsystem *GEOTEC* eingebunden. Damit ist gewährleistet, dass der Benutzer durch die Benutzung der anderen Programme des *GEOTEC*-Systems die gewohnten Eingabeverfahren kennt und sich im Programm *ELPLA* schnell zurechtfindet. Zu vielen Eingabemenüs gibt es auch Hilfe-Funktionen, die der schnellen Information des Benutzers dienen.

Die eingegebenen Daten können später mühelos geändert werden. Sie werden je nach Wunsch des Benutzers auf der Festplatte in Unterverzeichnissen oder auf einer CD gespeichert. Auch kann ein vom Benutzer im Umfang steuerbares Datenprotokoll ausgegeben werden. Auf Wunsch können in steuerbarem Umfang Zwischen- und Endergebnisse auf dem Drucker ausgegeben werden.

Von der Gründungsplatte können zur Farbdarstellung der Dateneingabe und Ergebnisse WMF-Dateien erzeugt werden. Damit ist es möglich, über 100 verschiedene Darstellungen auf dem Bildschirm, Plotter oder Drucker zu erzeugen. Möglich sind Darstellungen der Bohrprofile, des Bauwerksgrundrisses mit/ ohne Lasten, der Sohlrücke, Verformungen, Biegemomente und Querkräfte (z.B. isometrische Darstellungen und Isolinien).

Zur Programmkette gehört ein umfangreiches Benutzerhandbuch mit einem kurzen Abriss der Theorie, mit einigen Zahlenbeispielen und mit Vordrucken zur Vorbereitung der Dateneingabe.

Beispiele zur Überprüfung des Programms *ELPLA*

Dateiname, Inhalt und Kurzbeschreibung der Beispiele

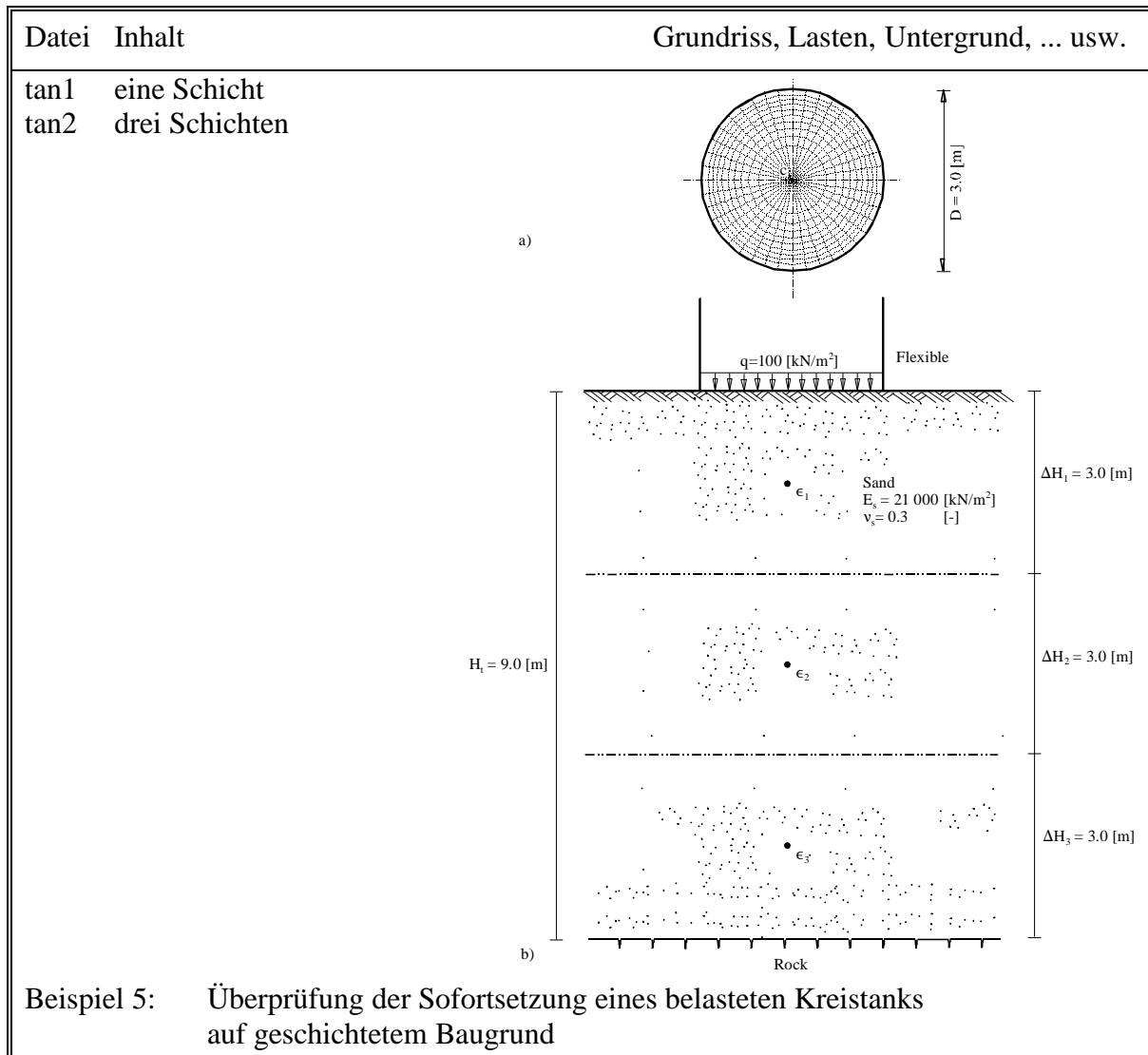
Datei	Inhalt	Grundriss, Lasten, Untergrund, ... usw.
str	Bodenspannung	<p style="text-align: center;">a)</p> <p style="text-align: center;">b)</p>
<p>Beispiel 1: Überprüfung der Bodenspannung unter einer belasteten Rechteckfläche</p>		
cir	Bodenspannung	<p style="text-align: center;">a)</p> <p style="text-align: center;">b)</p>
<p>Beispiel 2: Überprüfung der Bodenspannung unter einer belasteten Kreisfläche</p>		

Beispiele zur Überprüfung des Programms *ELPLA*

Dateiname, Inhalt und Kurzbeschreibung der Beispiele

Datei	Inhalt	Grundriss, Lasten, Untergrund, ... usw.
circ rec squ	Kreisfläche Rechteckfläche Quadratfläche	<p style="text-align: center;">10.0 [m] B = 10.0 [m] B = 10.0 [m] L = 20.0 [m]</p>
	Beispiel 3: Überprüfung der Sofortsetzung von belasteten Flächen auf dem elastisch-isotropen Halbraum	
rec	Sofortsetzung	<p style="text-align: center;">(0.00) Gelände $d_r = 1.0$ [m] $q = 150$ [MN/m²] Tonschicht (1) $E_s = 40$ [MN/m²] $v_s = 0.5$ [-] B = 2.0 [m] L = 4.0 [m] b) (5.00) Tonschicht (2) $E_s = 75$ [MN/m²] $v_s = 0.5$ [-] (13.00) a) fester untergrund</p>
	Beispiel 4: Überprüfung der Sofortsetzung einer belasteten Rechteckfläche auf geschichtetem Baugrund	

Dateiname, Inhalt und Kurzbeschreibung der Beispiele

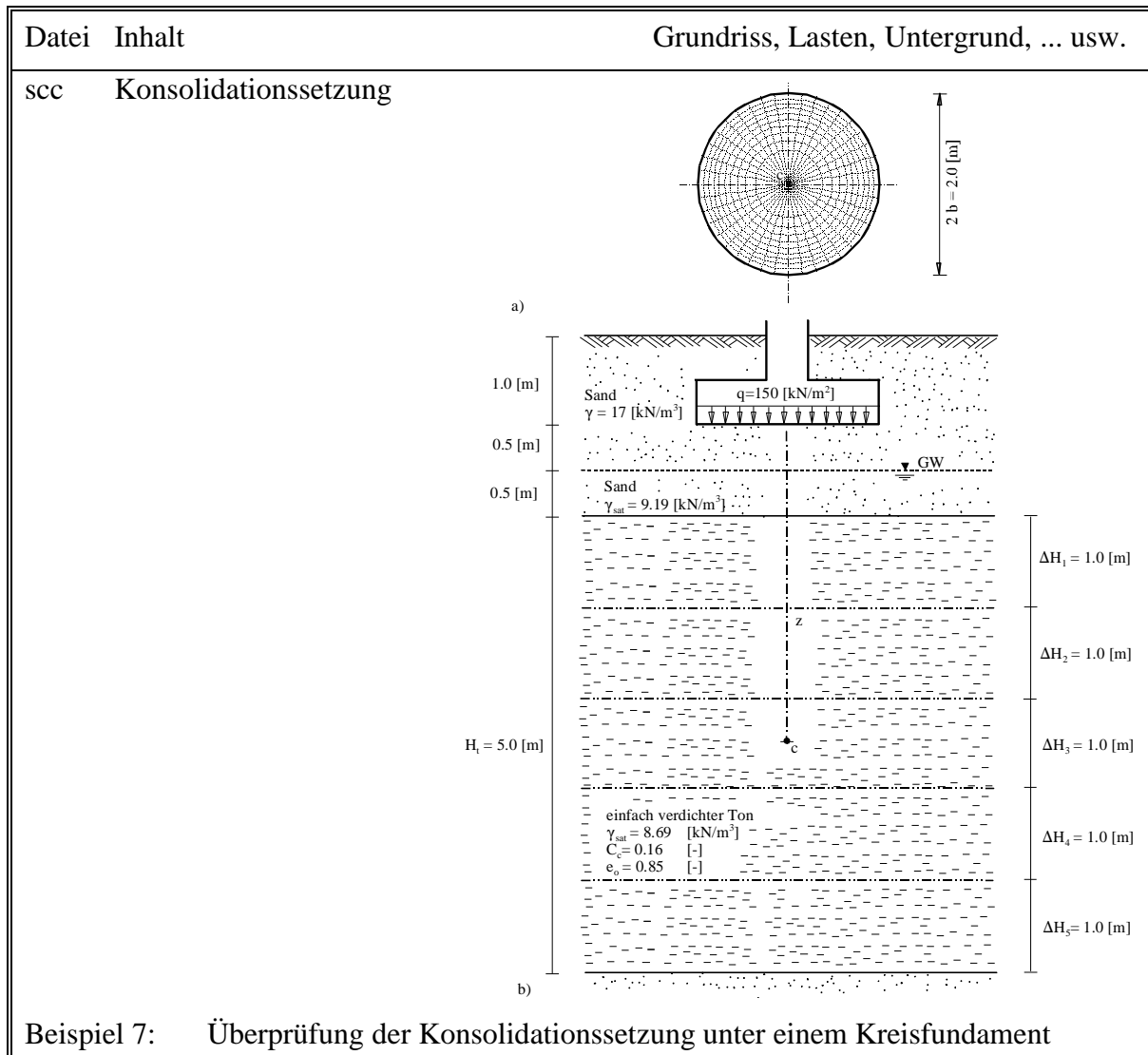


Beispiele zur Überprüfung des Programms *ELPLA*

Dateiname, Inhalt und Kurzbeschreibung der Beispiele

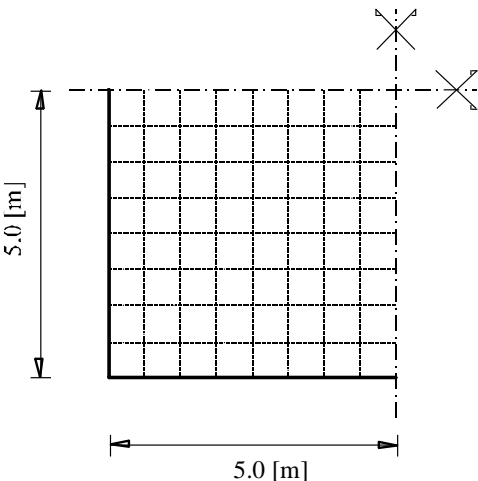
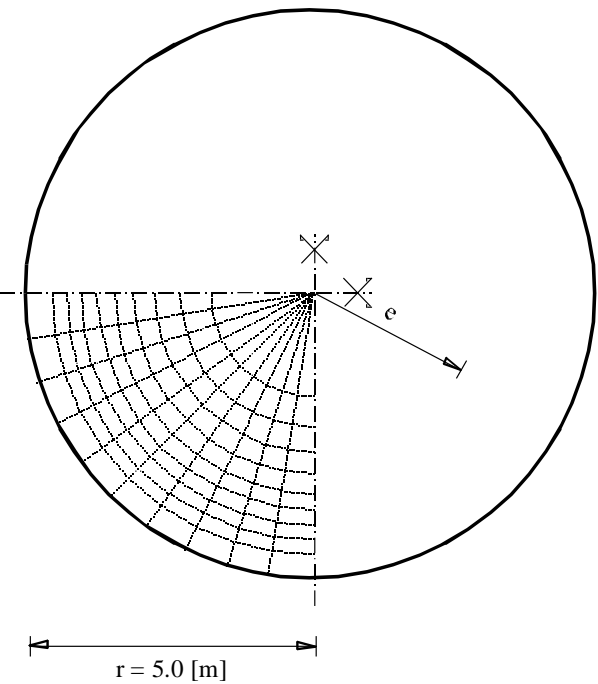
Datei	Inhalt	Grundriss, Lasten, Untergrund, ... usw.
Cons	Konsolidationssetzung	<p style="text-align: center;">a)</p> <p style="text-align: center;">b)</p>
Beispiel 6:		Überprüfung der Konsolidationssetzung unter einer Rechteckplatte

Dateiname, Inhalt und Kurzbeschreibung der Beispiele



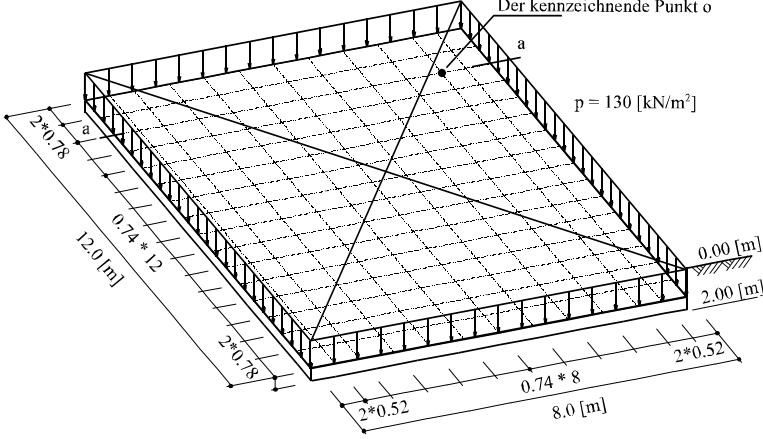
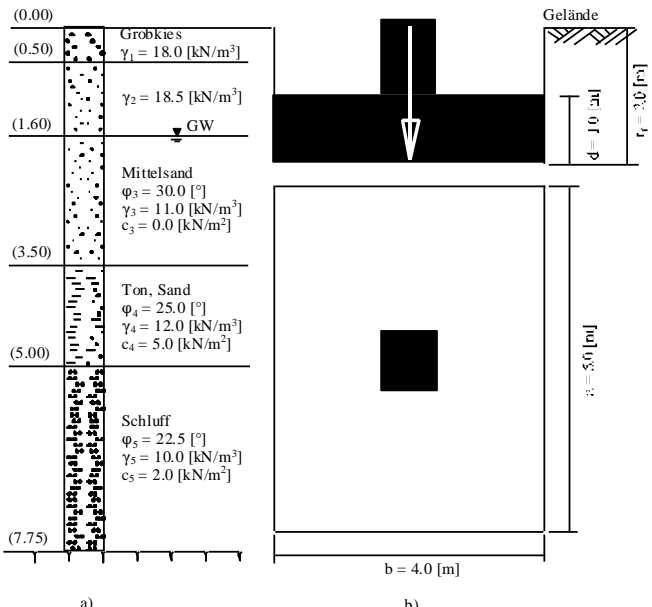
Beispiel 7: Überprüfung der Konsolidationssetzung unter einem Kreisfundament

Dateiname, Inhalt und Kurzbeschreibung der Beispiele

Datei	Inhalt	Grundriss, Lasten, Untergrund, ... usw.
rf2	Platte mit 2×2 Netz	
rf4	Platte mit 4×4 Netz	
rf6	Platte mit 6×6 Netz	
rf8	Platte mit 8×8 Netz	
rf12	Platte mit 12×12 Netz	
rf16	Platte mit 16×16 Netz	
rf20	Platte mit 20×20 Netz	
rf24	Platte mit 24×24 Netz	
rf32	Platte mit 32×32 Netz	
rf48	Platte mit 48×48 Netz	
<p>Beispiel 8: Überprüfung einer starren Quadratplatte auf dem elastisch-isotropen Halbraum</p>		
rig	Starre Platte	
<p>Beispiel 9: Überprüfung einer starren Kreisplatte auf dem elastisch-isotropen Halbraum</p>		

Beispiele zur Überprüfung des Programms *ELPLA*

Dateiname, Inhalt und Kurzbeschreibung der Beispiele

Datei	Inhalt	Grundriss, Lasten, Untergrund, ... usw.
fle	Schlaffe Platte	
rig	Starre Platte	
		<p>Ton $E_s = 8\,000$ [kN/m²] $\gamma_s = 18$ [kN/m³]</p> <p>Mittelsand $E_s = 100\,000$ [kN/m²]</p> <p>Schluff $E_s = 12\,000$ [kN/m²]</p>
<p>Beispiel 10: Überprüfung schlaffer und starrer Platten auf geschichtetem Baugrund</p>		
bea	Berechnung des Grundbruchs	
<p>Beispiel 11: Überprüfung der Grundbruchlast eines Fundaments auf geschichtetem Baugrund</p>		

Dateiname, Inhalt und Kurzbeschreibung der Beispiele

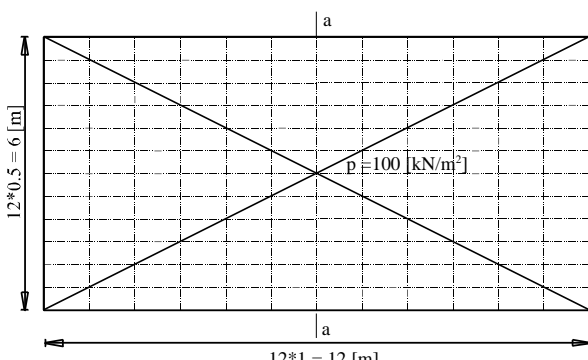
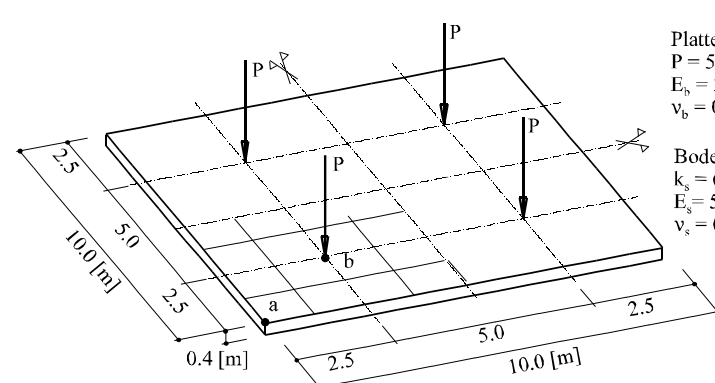
Datei	Inhalt	Grundriss, Lasten, Untergrund, ... usw.
lin	Spannungstrapezverfahren	
Beispiel 12: Überprüfung des Spannungstrapezverfahrens einer unregelmäßigen Platte		
be1	Bettungsmodulverfahren	<p> Platte $E_0 = 2 \cdot 10^7$ [kN/m²] $\nu_0 = 0.25$ $P = 1040$ [kN] </p> <p> Ton $E_{s1} = 8\ 000$ [kN/m²] $\gamma_s = 18$ [kN/m³] </p> <p> Mittelsand $E_{s2} = 100\ 000$ [kN/m²] </p> <p> Schluff $E_{s3} = 12\ 000$ [kN/m²] </p>
Beispiel 13: Überprüfung des Hauptbettungsmoduls k_{sm}		

Dateiname, Inhalt und Kurzbeschreibung der Beispiele

Datei	Inhalt	Grundriss, Lasten, Untergrund, ... usw.
bea	Elastisch gebetteter Balken	<p style="text-align: center;"> $P = 1000 \text{ [kN/m]}$ 0.50 [m] Beton C30/37 $k_s = 50\,000 \text{ [kN/m}^3\text{]}$ $L = 5.0 \text{ [m]}$ $d = 0.50 \text{ [m]}$ </p>
<p>Beispiel 14: Überprüfung eines elastisch gebetteten Balkens</p>		
gri	Trägerrost	<p style="text-align: center;"> 10 [m] 10 [m] $p_l = 500 \text{ [kN/m]}$ $P = 500 \text{ [kN]}$ p_l P 1.25 1.25 1.25 2.50 1.25 1.25 1.25 1.25 1.25 1.25 2.50 1.25 1.25 1.25 </p>
<p>Beispiel 15: Überprüfung eines Trägerrostes auf elastischer Bettung</p>		

Beispiele zur Überprüfung des Programms *ELPLA*

Dateiname, Inhalt und Kurzbeschreibung der Beispiele

Datei	Inhalt	Grundriss, Lasten, Untergrund, ... usw.
ma1	$k_B = \pi/30, d = 18.5$ [cm]	
ma2	$k_B = \pi/10, d = 26.7$ [cm]	
ma3	$k_B = \pi/3, d = 40$ [cm]	
Beispiel 16: Überprüfung elastischer Platten auf dem elastisch-isotropen Halbraum		
win	Bettungsmodulverfahren	 <div style="display: flex; justify-content: space-between; margin-top: 10px;"> <div style="width: 45%;"> <p>Platte</p> <p>$P = 500$ [kN]</p> <p>$E_b = 2 \cdot 10^7$ [kN/m²]</p> <p>$\nu_b = 0.25$ [-]</p> </div> <div style="width: 45%;"> <p>Boden</p> <p>$k_s = 600$ [kN/m³]</p> <p>$E_s = 5000$ [kN/m²]</p> <p>$\nu_s = 0.2$ [-]</p> </div> </div>
iso	Halbraumverfahren	
Beispiel 17: Überprüfung des Bettungsmodul- und Halbraumverfahrens		

Beispiele zur Überprüfung des Programms *ELPLA*

Dateiname, Inhalt und Kurzbeschreibung der Beispiele

Datei	Inhalt	Grundriss, Lasten, Untergrund, ... usw.
ne1	Platte mit 1 Element	<p> $p = 100 \text{ [kN/m}^2\text{]}$ $E_b = 1.2 \cdot 10^7 \text{ [kN/m}^2\text{]}$ $v_b = 0.0 \text{ [-]}$ $d = 0.1 \text{ [m]}$ $A = 1.0 \text{ [m]}$ $B = 1.5 \text{ [m]}$ Gelenkige Lager </p>
ne4	Platte mit 4 Elementen	
ne9	Platte mit 9 Elementen	
ne16	Platte mit 16 Elementen	
<p>Beispiel 18: Überprüfung einer gelenkig gelagerten Platte</p>		
au1	Verfahren 4	<p> Platte $E_b = 2.6 \cdot 10^7 \text{ [kN/m}^2\text{]}$ $v_b = 0.15 \text{ [-]}$ $P_1 = 750 \text{ [kN]}$ $P_2 = 1200 \text{ [kN]}$ $P_3 = 1850 \text{ [kN]}$ </p> <p> Schicht 1 $E_{s1} = 20\,000 \text{ [kN/m}^2\text{]}$ $v_s = 0.0 \text{ [-]}$ </p> <p> Schicht 2 $E_{s2} = 100\,000 \text{ [kN/m}^2\text{]}$ $v_s = 0.0 \text{ [-]}$ </p>
au2	Verfahren 6	
au3	Verfahren 7	
<p>Beispiel 19: Auswertung der Iterationsverfahren</p>		

Dateiname, Inhalt und Kurzbeschreibung der Beispiele

Datei	Inhalt	Grundriss, Lasten, Untergrund, ... usw.
vo1	$W_s = E_s$	<p>Schluff $\gamma_{s1} = 19$ [kN/m³] $\gamma_{s2} = 9.5$ [kN/m³] $E_s = 4149$ [kN/m²] $W_s = 12447$ [kN/m²] $\nu_s = 0.3$ [-]</p>
vo2	$W_s = 900\,000\,000$ [kN/m ²]	
vo3	$W_s = 3 * E_s$	
		<p>a) </p> <p>b) </p>

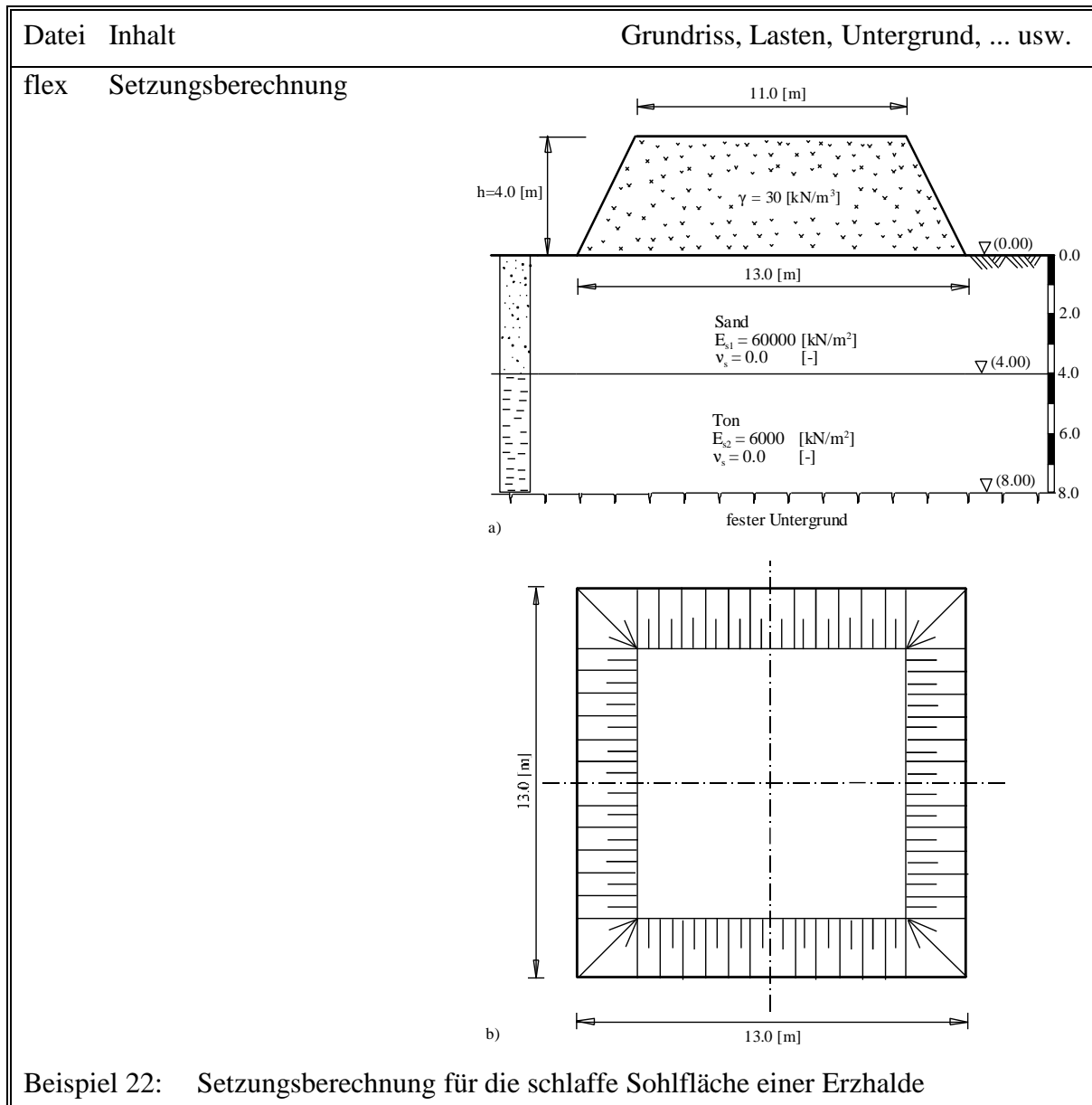
Beispiel 20: Untersuchung des Einflusses der Vorbelastung

Beispiele zur Überprüfung des Programms *ELPLA*

Dateiname, Inhalt und Kurzbeschreibung der Beispiele

Datei	Inhalt	Grundriss, Lasten, Untergrund, ... usw.
<p>Lastgeometrie a</p> <p>qa1 Einfache Annahme qa2 Konstanter Bettungsmodul qa3 Elastisch-isotroper Halbraum qa4 Steifemodulverfahren qa5 Starre Platte</p>		<p>a)</p>
<p>Lastgeometrie b</p> <p>qb1 Einfache Annahme qb2 Konstanter Bettungsmodul qb3 Elastisch-isotroper Halbraum qb4 Steifemodulverfahren qb5 Starre Platte</p>		
<p>Lastgeometrie c</p> <p>qc1 Einfache Annahme qc2 Konstanter Bettungsmodul qc3 Elastisch-isotroper Halbraum qc4 Steifemodulverfahren qc5 Starre Platte</p>		
<p>Lastgeometrie d</p> <p>qd1 Einfache Annahme qd2 Konstanter Bettungsmodul qd3 Elastisch-isotroper Halbraum qd4 Steifemodulverfahren qd5 Starre Platte</p>		
		<p>b)</p>
<p>Beispiel 21: Untersuchung des Einflusses der Lastgeometrie</p>		

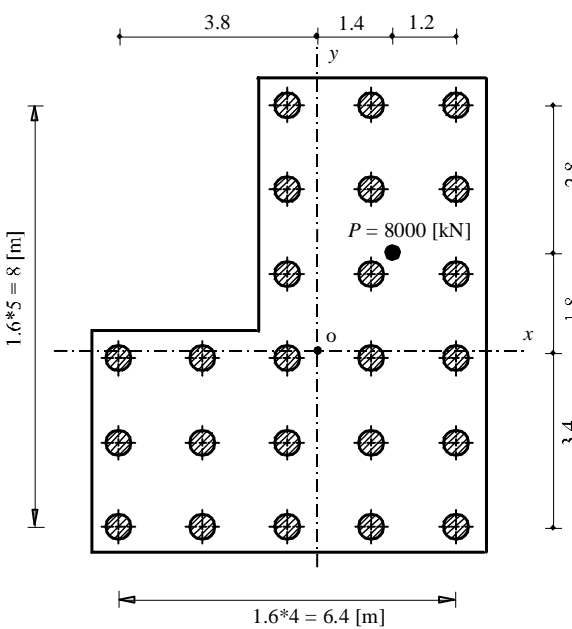
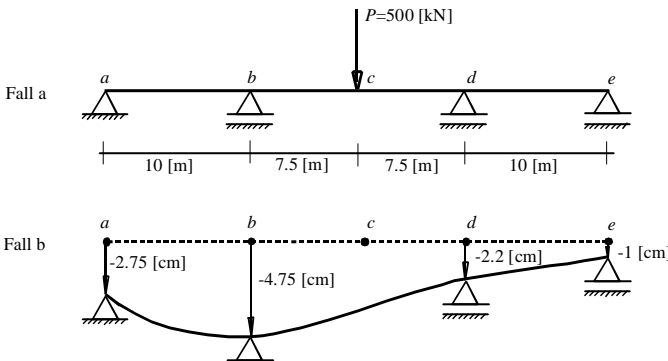
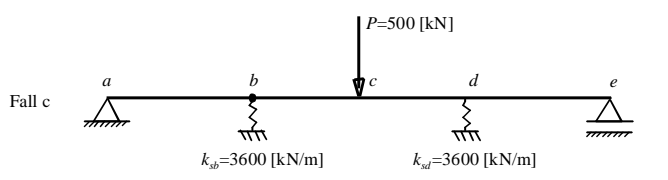
Dateiname, Inhalt und Kurzbeschreibung der Beispiele



Dateiname, Inhalt und Kurzbeschreibung der Beispiele

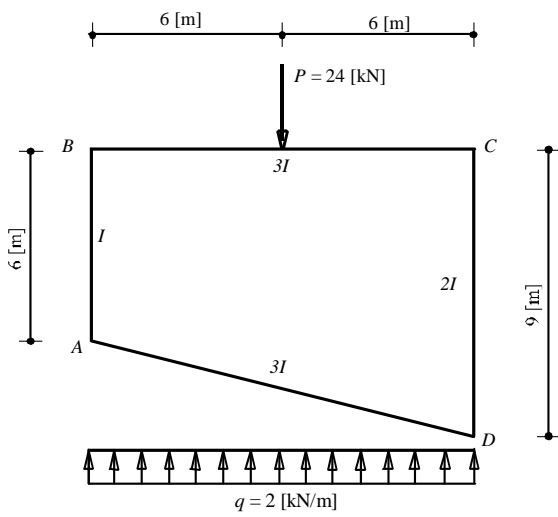
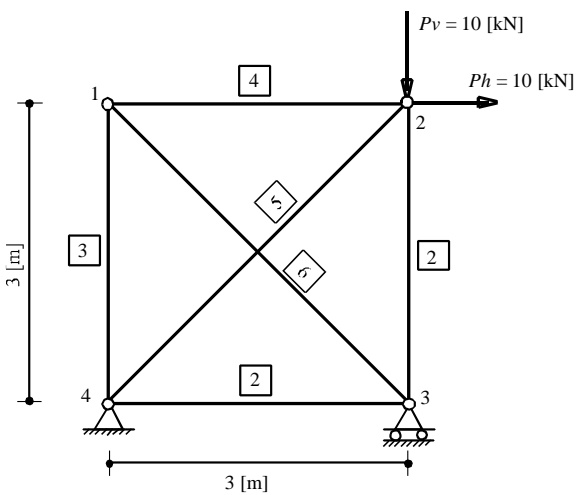
Datei	Inhalt	Grundriss, Lasten, Untergrund, ... usw.
sta	Starre Platte	<p>The diagram shows a vertical cross-section of a foundation system. At the top, a 'Kern (93 [m] Höhe)' is indicated. Below it, a foundation slab is shown with a total length $L = 28.00$ [m] and a width of 14.39 [m]. A load $P = 142000$ [kN] is applied to the slab. The ground level is at elevation $\nabla(0.0)$. Below the ground, there are several soil layers: 'Steifplastischer Ton' ($E_s = 25200$ [kN/m²], $W_s = 85800$ [kN/m²]) from $\nabla(0.0)$ to $\nabla(13.0)$; 'Halbfester Ton' ($E_s = 27500$ [kN/m²], $W_s = 104100$ [kN/m²]) from $\nabla(13.0)$ to $\nabla(16.0)$; 'Muschelsand' ($E_s = 31400$ [kN/m²], $W_s = 133200$ [kN/m²]) from $\nabla(16.0)$ to $\nabla(21.0)$; and 'Kalksteinbänke' ($E_s = 44400$ [kN/m²], $W_s = 209200$ [kN/m²]) from $\nabla(21.0)$ to $\nabla(41.0)$. A groundwater table (GW) is shown at $\nabla(11.0)$. The bottom of the diagram is labeled 'fester Untergrund'. A vertical scale on the right indicates depths of 10.0 [m], 20.0 [m], 30.0 [m], and 40.0 [m].</p>
<p>Beispiel 23: Setzungsberechnung unter einer starren Gründungsplatte</p>		
<p>Plane Stress 10 10 Plane Stress 15 15 Plane Stress 20 20 Plane Stress 30 30</p>	<p>Netzgröße 10×10 [cm²] Netzgröße 15×15 [cm²] Netzgröße 20×20 [cm²] Netzgröße 30×30 [cm²]</p>	<p>The diagram shows a cantilever beam of length $L = 6.0$ [m] fixed at the right end. A vertical load $P = 150$ [kN] is applied at the free end. The beam has a width $b = 0.2$ [m] and a height $h = 1.6$ [m]. A coordinate system with x and y axes is shown.</p>
<p>Beispiel 24: Überprüfung der Verschiebung eines dünnen Auslegerbalkens</p>		

Dateiname, Inhalt und Kurzbeschreibung der Beispiele

Datei	Inhalt	Grundriss, Lasten, Untergrund, ... usw.
Forces in piles	Pfundgruppe	
<p>Beispiel 25: Überprüfung der Kräfte in den Pfählen einer Pfahlgruppe</p>		
Case a	Fall a	
Case b	Fall b	
Case c	Fall c	
<p>Beispiel 26: Überprüfung eines Durchlaufträgers</p>		

Beispiele zur Überprüfung des Programms *ELPLA*

Dateiname, Inhalt und Kurzbeschreibung der Beispiele

Datei	Inhalt	Grundriss, Lasten, Untergrund, ... usw.
Frame	Geschlossener Rahmen	 <p style="text-align: center;">$q = 2 \text{ [kN/m]}$</p>
Beispiel 27:	Überprüfung der Momente in einem unsymmetrischen geschlossenen Rahmen	
Plane Truss	Ebenes Fachwerk	
Beispiel 28:	Überprüfung eines ebenen Fachwerks	

Dateiname, Inhalt und Kurzbeschreibung der Beispiele

Datei	Inhalt	Grundriss, Lasten, Untergrund, ... usw.
poi	Setzungsberechnung	<p>Diagram description: A square foundation is shown, divided into four quadrants by a vertical and a horizontal dashed line. Each quadrant contains a black dot representing a load, with the text $P = 500$ above it. The corners of the square are marked with circled numbers: top-left (1), top-right (2), bottom-left (1), and bottom-right (2). The intersection of the dashed lines is marked with a circled number (3).</p>
<p>Beispiel 29: Überprüfung des Einflusses der <i>Poissonzahl</i></p>		