

## Beispiel 20: Untersuchung des Einflusses der Vorbelastung

### 1 Aufgabenstellung

In diesem Beispiel werden bei den Steifemoduli die Einflüsse der Vorbelastung auf die Setzungen, Sohldrücke und Biegemomente untersucht. Mit dem Rechenprogramm *ELPLA* kann das bilineare Baugrundverhalten nach dem Steifemodulverfahren 7 erfasst werden.

Eine quadratische Gründungsplatte mit den Grundrissabmessungen  $18 \times 18$  [m<sup>2</sup>] unter einem Turm soll berechnet werden, wie im 0 dargestellt. Es handelt sich um eine 0.75 [m] dicke Stahlbetonplatte.

Mit dem Programm *ELPLA* werden für den Steifemodul  $E_s = 4149$  [kN/m<sup>2</sup>] die Einflüsse der Vorbelastung ( $q_v$ ,  $W_v$ ) auf die Setzungen, Sohldrücke und Biegemomente untersucht und im Folgenden dargestellt. Zum Vergleich werden 3 Berechnungen mit folgenden jeweils unterschiedlichen Annahmen durchgeführt:

- a) Es wird ohne Vorbelastung gerechnet, indem der Steifemodul für Wiederbelastung  $W_s$  so groß wie der Steifemodul für Erstbelastung  $E_s$  angenommen wird
- b) Der Steifemodul für Wiederbelastung  $W_s$  ist sehr groß ( $W_s = 9 \times 10^8$  [kN/m<sup>2</sup>]); die Wiederbelastung des Bodens ergibt also fast keine Setzungen
- c) Der Steifemodul für Wiederbelastung  $W_s = 12447$  [kN/m<sup>2</sup>] ist dreimal so groß wie der Steifemodul für Erstbelastung  $E_s = 4149$  [kN/m<sup>2</sup>], weil der Knick im Lastsetzungsdiagramm berücksichtigt wird

### 2 Materialkennwerte des Betons

Für das Plattenmaterial gilt:

Elastizitätsmodul	$E_b$	= $2 \times 10^7$	[kN/m <sup>2</sup> ]
Poissonzahl	$\nu_b$	= 0.25	[-]
Wichte	$\gamma_b$	= 25	[kN/m <sup>3</sup> ]

Beispiele zur Überprüfung des Programms *ELPLA*

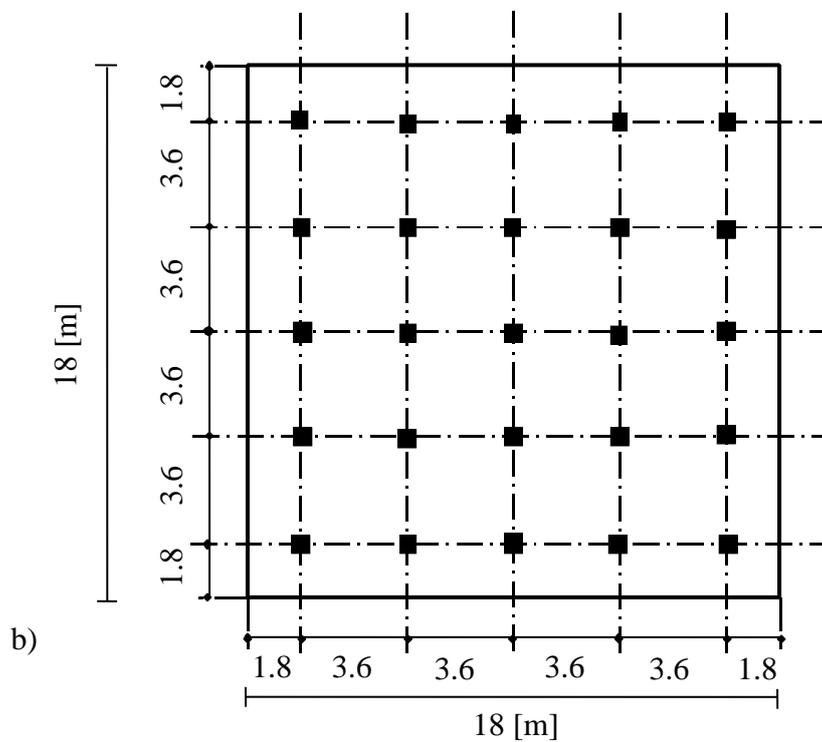
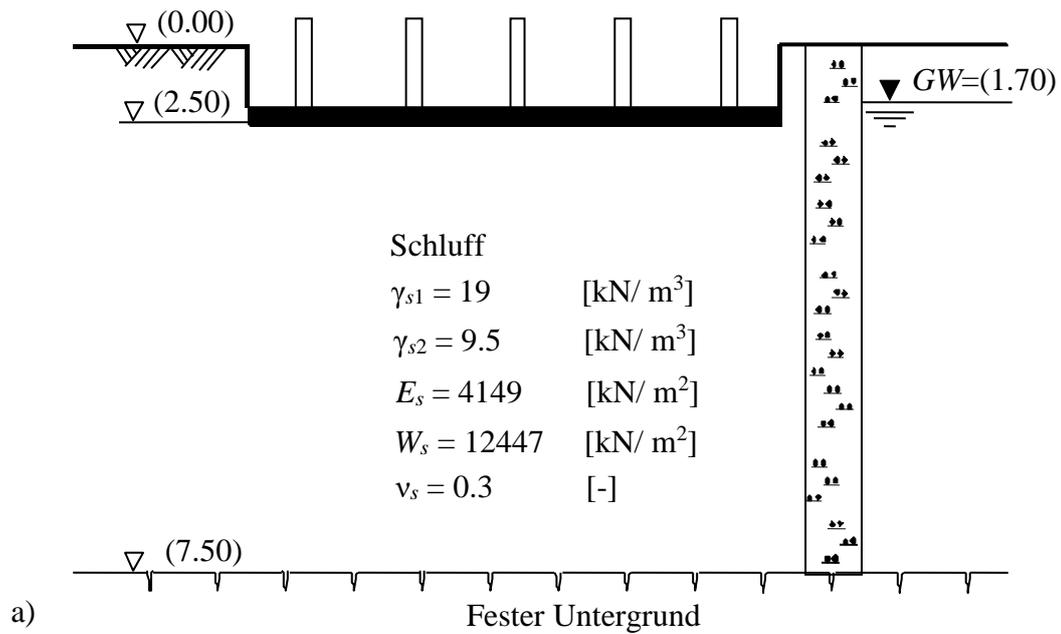


Bild 36

- a) Querschnitt mit Schichtenbild  
 b) Abmessungen [m] und Belastungen (je 1685 [kN])

### 3 Bodenkennwerte

Die Gründungstiefe beträgt  $d_f = 2.5$  [m]. Die Schichtverhältnisse und die aus Kompressionsversuchen gewonnenen Steifemoduli  $E_s$  (für Erstbelastung) und  $W_s$  (für Wiederbelastung) sind im Bodenprofil von 0a angegeben. Der Grundwasserstand liegt bei  $G_W = 1.70$  [m] unter Geländeoberkante. Der unter dem Schluff anstehende Geschiebemergel ist so fest (s. 0), dass seine Zusammendrückbarkeit vernachlässigt werden darf. Die Schichtgrenze verläuft horizontal.

Für das Bodenmaterial (Schluff) werden folgende Parameter angenommen:

Wichte über dem Grundwasserspiegel	$\gamma_{s1}$	= 19	[kN/m <sup>3</sup> ]
Wichte unter dem Grundwasserspiegel	$\gamma_{s2}$	= 9.5	[kN/m <sup>3</sup> ]
Steifemodul für Erstbelastung	$E_s$	= 4149	[kN/m <sup>2</sup> ]
Steifemodul für Wiederbelastung	$W_s$	= 12447	[kN/m <sup>2</sup> ]
Poissonzahl	$\nu_s$	= 0.3	[-]

### 4 Lasten

Die 25 Stützen übertragen je 1685 [kN] Last auf die Sohlplatte. Die Lasten ergeben eine mittlere Sohlpressung auf dem Boden,  $q_{av} = 130$  [kN/m<sup>2</sup>]. Die Stützen werden in jeder Richtung gleich verteilt, 3.6 [m] auseinander, wie im 0b gezeigt.

### 5 Lösung der Aufgabe

Bei dem gewählten System ist der Baugrund horizontal geschichtet. Ferner sind sowohl der Grundriss als auch die Lasten symmetrisch angeordnet. Diese zweiachsige Symmetrie der Form und Lastgeometrie bezüglich der  $x$ - und  $y$ -Achse wird bei der Berechnung genutzt, indem nur ein Viertel der Platten Gründung berechnet wird, 0. Dadurch wird die Rechenzeit erheblich reduziert.

Ein Netz von gleichen Quadratelementen wird gewählt. Jedes Element hat eine Seite von 1.8 [m]. Dann hat man nur insgesamt 36 Knotenpunkte, jeder mit 3 unbekanntem Verschiebungen, sodass die Gesamtzahl der Gleichungen sich auf 108 reduziert.

## Beispiele zur Überprüfung des Programms *ELPLA*

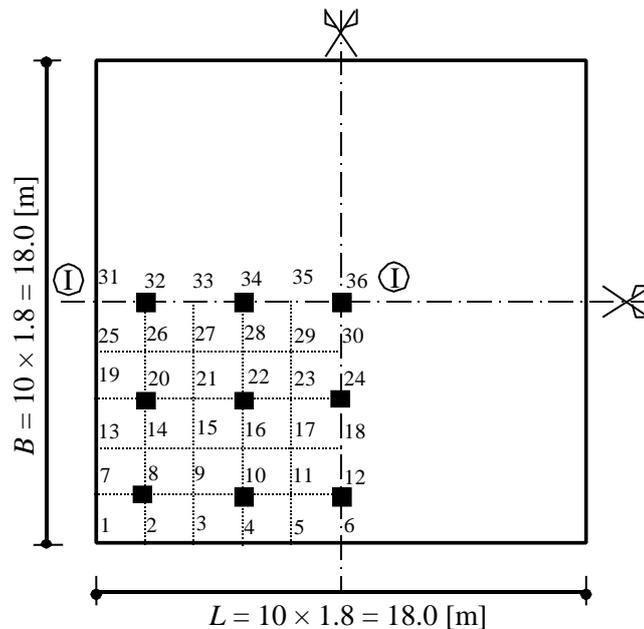


Bild 37 Unterteilung der Platte in Finite Elemente mit Knoten-Nummern

### 6 Ergebnisse und Auswertung

In den Bildern 38 bis 40 sind die zu erwartenden Setzungen  $s$ , die Sohldruckverteilung  $q$  und die Biegemomente  $m_x$  der Gründungsplatte für die 3 Berechnungen dargestellt. Wegen der zweiachsigen Symmetrie der Platte erfolgt nur die Darstellung in einem Quadranten, der an die Mittelschnitte der Platte (Schnitt I) angrenzt.

Die Ergebnisse mit und ohne Berücksichtigung der Vorbelastung zeigen, dass die Sohldrücke und Momente praktisch keine Unterschiede haben (0 und 40). Ein großer Unterschied zeigt sich dagegen bei den Setzungen (0).

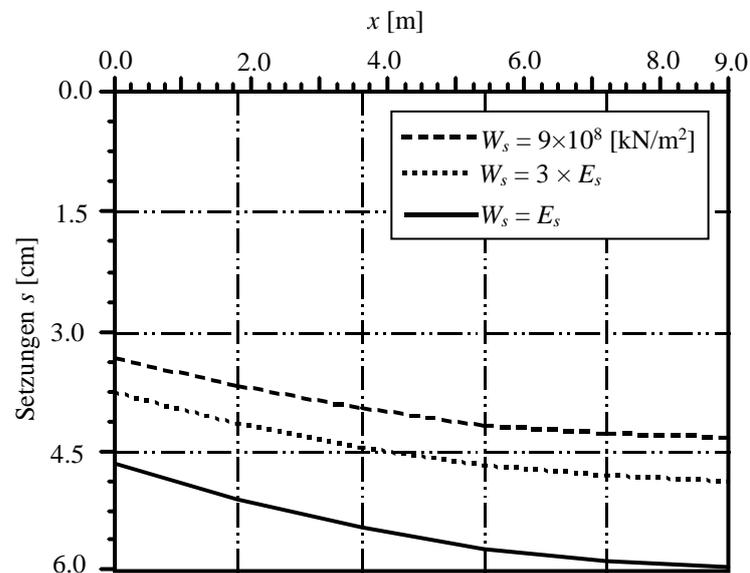


Bild 38 Setzungen  $s$  [cm] im Mittelschnitt der Platte

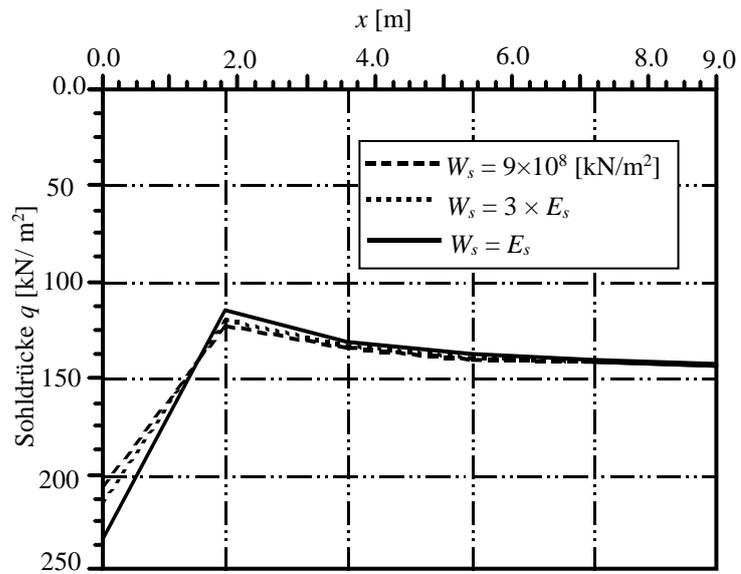


Bild 39 Sohldrücke  $q$  [kN/m<sup>2</sup>] im Mittelschnitt der Platte

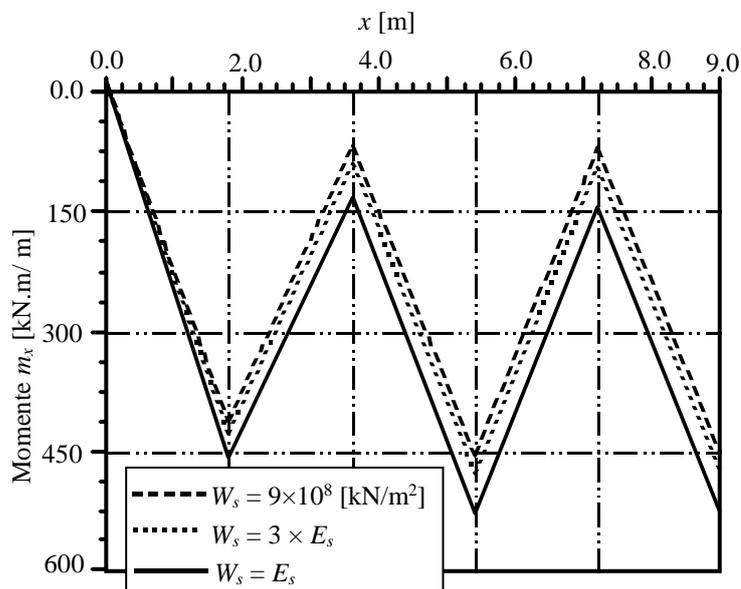


Bild 40 Momente  $m_x$  [kN.m/m] im Mittelschnitt der Platte