

**Schriftliche Prüfung im Fach  
Grundbau und Bodenmechanik  
BMB 3**

**Lehrbeauftragter: Dipl.-Ing. H.-J. Köhler**

**SS 2012**

**Name:.....Vorname:.....**

**Teil A - Fragen:**

- 1) Wie unterscheidet sich der Grundbruch vom hydraulischen Grundbruch ?
- 2) Wie sind Setzungen von Gebäuden unter Beachtung von Überlagerungsspannungen zu beurteilen ?
- 3) Was verstehen Sie unter dem Ruhedruck ?
- 4) Welche Bedeutung messen Sie der Wirkung des Wasserdrucks und seiner Veränderung bei der Beurteilung der Standsicherheit von Böschungen zu?
- 5) Was ist ein schersfester Boden und was verstehen Sie unter gering schersfesten Böden?
- 6) Was bewirkt die Boden-Konsolidierung ?
- 7) Wie wird die Tragfähigkeit einer Flachgründung beurteilt ?
- 8) Was verstehen Sie unter Potentialströmung und wie kann diese quantitativ beschrieben werden?

**Teil B - Aufgaben:**

**Aufgabe 1**

Auf der Anlage 1 ist ein Baugrundprofil angegeben, in dem eine rechteckige Baugrube mit den Seitenmaßen  $a = 5$  m und  $b = 6$  m bis zur Tiefe von  $T = 6.5$  m unter GOK ausgehoben werden soll. Wie berechnen Sie die Grundwasserhaltung dieser Baugrube?

Die maßgebenden Bodenkennwerte und Wasserdurchlässigkeitsbeiwerte  $k$  der einzelnen beteiligten Bodenschichten und Grundwasserstockwerke GW1, GW2 und GW3 (vergl. Anlage 1) sind nachfolgend genannt:

Bodenschicht 1 : Sand	$\gamma/\gamma' = 19.5/9.5 \text{ kN/m}^3$ , $\varphi' = 32.5^\circ$ , $k = 1 \times 10^{-4} \text{ m/s}$
Bodenschicht 2 : Schluff	$\gamma/\gamma' = 20.0/10.0 \text{ kN/m}^3$ , $\varphi' = 27,5^\circ$ , $k = 1 \times 10^{-9} \text{ m/s}$
Bodenschicht 3 : Kies	$\gamma/\gamma' = 21.0/11.0 \text{ kN/m}^3$ , $\varphi' = 35^\circ$ , $k = 1 \times 10^{-3} \text{ m/s}$
Bodenschicht 4 : Ton	$\gamma/\gamma' = 20.5/10.5 \text{ kN/m}^3$ , $\varphi' = 20^\circ$ , $k = 1 \times 10^{-12} \text{ m/s}$
Bodenschicht 5 : Sand	$\gamma/\gamma' = 19.5/9.5 \text{ kN/m}^3$ , $\varphi' = 32.5^\circ$ , $k = 1 \times 10^{-5} \text{ m/s}$
Bodenschicht 6 : Fels	$k = 1 \times 10^{-10} \text{ m/s}$

Fragen:

- 1) Wie groß ist der Wasserandrang zur Baugrube?  
Beschreiben Sie zunächst den Lösungsweg und berechnen Sie danach die Anzahl der erforderlichen Brunnen, wenn der Grundwasserdruck bis rund 50 cm unterhalb der Baugrubensohle abgesenkt werden soll! (siehe Anlage 1 mit Skizzen zur Brunnenanlage)
- 2) Muss im zweiten gespannten Grundwasserstockwerk ebenfalls abgesenkt werden? Wenn nicht, geben Sie bitte eine Begründung, wenn ja, ebenfalls begründen!
- 2) Skizzieren Sie auf einem Extrablatt den über die Bodentiefe vorhandenen Porenwasserdruckverlauf in einem vertikalen Schnitt in der Baugrubenmitte nach der Absenkung mit Erreichen des Grundwasserabsenkungszieles im stationären Durchströmungszustand. (Bitte deutlich zu unterscheidende Skizze anfertigen!)

## Aufgabe 2

Auf der Anlage 2 ist eine senkrechte Baugrubenwand samt Bodenprofil, Grundwasserständen links und rechts der Wand sowie der Belastung aus der Gleichstreckenlast  $p = 15 \text{ kN/m}^2$  dargestellt. Die Bodenkennwerte der einzelnen vier Bodenschichten und die Geometrien können der Anlage 2 entnommen werden. Der jeweilige Wandreibungswinkel ist in allen Bodenschichten auf der aktiven Seite mit  $+ 2/3 \varphi'$ , auf der passiven Seite der Wand mit  $- 1/3 \varphi'$  anzusetzen.

Fragen:

- 1) Ermitteln Sie den aktiven und passiven Erddruckverlauf auf die Wand und tragen Sie diese Erddruckordinaten auf Anlage 2 zeichnerisch auf!
- 2) Wie groß ist der resultierende Wasserdruck auf die Wand?

## Aufgabe 3:

Die auf Anlage 3 im Aufriss und Grundriss dargestellten quadratischen Fundamente eines neuen Gebäudes (Abmessungen  $a = 4 \text{ m}$  und  $b = 4 \text{ m}$ ) sind als schlaffe Fundamente einzustufen und werden in einer Tiefe von  $t = 1.5 \text{ m}$  unter GOK flach gegründet. Sie tragen jeweils eine setzungserzeugende Spannung  $\sigma_b$  aus dem Oberbau auf den geschichteten Untergrund ab (siehe Anlage 3 mit Lageplan und Baugrundsichtung).

Durch die Bauwerkslast erleiden die Punkte 1, 2, 3 und 4 (beachten Sie die Symmetrieachse aus beiden Fundamenten) Setzungen aus dem Untergrund entsprechend der auf Anlage 3 angegebenen Bodenkennwerte aus den Schichten 1 bis 3.

Das Bodenprofil ist der Anlage 3 zu entnehmen.

Bodenkennwerte:

Schicht 1 (Sand):	$\gamma/\gamma' = 19.5/9.5 \text{ kN/m}^3$ , $\varphi' = 32.5^\circ$ , $c' = 0$ , $E_s = 8 \text{ MN/m}^2$
Schicht 2 (Schluff):	$\gamma/\gamma' = 20.0/10.0 \text{ kN/m}^3$ , $\varphi' = 27.5^\circ$ , $c' = 15 \text{ kN/m}^2$ , $E_s = 3 \text{ MN/m}^2$
Schicht 3 (Ton):	$\gamma/\gamma' = 20.5/10.5 \text{ kN/m}^3$ , $\varphi' = 20^\circ$ , $c' = 20 \text{ kN/m}^2$ , $E_s = 1 \text{ MN/m}^2$
Schicht 4 (fester Fels):	$E_s = \infty$

Fragen:

- 1) Welche Setzungsgrößen erleiden die Gebäudefundamente in den Punkten 1, 2 und 3 aus ihrem jeweiligen Lastabtrag aus dem Oberbau?

- 2) Welche Auswirkungen haben diese Setzungen auf das jeweilige benachbarte Fundament, das mit gleichgroßer Last diese Setzungen ebenfalls erfährt, jedoch aus der symmetrischen Anordnung der beiden Fundamente aus den beiden Lastenträgen sich zusätzlich überlagern. Es kann zu Schiefstellungen der beiden Fundamente kommen. Berechnen Sie die Setzungsmulde aus beiden Fundamenten und hierfür auch die Setzungen im Punkt 4.

#### **Aufgabe 4:**

- 1) Für den auf der Anlage 4 dargestellten Spundwandquerschnitt in einem horizontal geschichteten Untergrund, bestehend aus drei Schichten (Schicht 1: Sand, Schicht 2: Ton, Schicht 3: Schluff) ist die Sicherheit gegen hydraulischen Grundbruch für die beiden möglichen Unterwasserstände (UW im Zustand 1 und Zustand 2) zu ermitteln. Die Maßzahlen der Geometrie und die der einzelnen k-Werte sind aus der Anlage 4 zu entnehmen. Die dargestellte Potentialverteilung der Spundwandunterströmung ist für die jeweiligen Potentialabstände zwischen zwei benachbarten Potentiallinien (entspricht der Potentialdifferenz  $\Delta h$ ) im Zustand 1 mit  $\Delta h = 0.5$  m WS und im Zustand 2 mit  $\Delta h = 1.0$  m WS auf der Anlage 4 eingetragen (geschichteter Untergrund!).
- 2) Für den Fall, die Sicherheit wäre nicht ausreichend, welche der die Sicherheit erhöhenden Maßnahmen schlagen Sie vor? Begründen Sie Ihre Entscheidungen!
- 3) Bestimmen Sie den resultierenden Wasserdruck auf die Wand im Zustand 2 ( $\Delta H = 9$  m), beachten Sie auch die textlichen Erläuterungen auf Anlage 4!

#### **Aufgabe 5:**

Auf der Anlage 5 ist das Bodenprofil eines homogenen Bodens (sandiger Kies) mit einer Spundwand und einer vor der Spundwand abfallenden Böschung dargestellt. Zwischen dem Oberwasser (OW) auf + 7.0 m NN und den beiden möglichen Unterwasserständen (UW) im Zustand 1 bei 0 m NN und im Zustand 2 bei -3.5 m NN gilt jeweils das abgebildete stationäre Potentialliniennetz (Fall 1), vergleiche Text links auf Anlage 5.

- 1) Bestimmen Sie die hydraulische Grundbruchsicherheit im Zustand 1 und im Zustand 2, es gilt jeweils Fall 1 (vergl. Anlage 5).
- 2) Als weiterer Lastfall soll auch eine schnelle Spiegelsenkung vom Zustand 1 auf den Zustand 2 untersucht werden, inwieweit sich dieser Lastfall auf die Erd- und Wasserdruckverteilung auf die Wand auswirkt.
  - a) Welcher Wasserdruck ( $u$  bzw.  $\Delta u$ ) wirkt auf die beiden eingezeichneten aktiven und passiven Erddruckkörper vor und nach der Absenkung des Unterwasserspiegels UW von 0 m NN auf -3.5 m NN, wenn ein Porenwasserdruckbeiwert  $B = 0.2$  angesetzt werden kann? Tragen Sie die maßgeblichen Ordinaten auf der Anlage 5 auf (Zustand 1 und 2).
  - b) Welche Gefahren bestehen insgesamt für die Standsicherheit des Bauwerks für diesen Belastungsfall, welche Nachweise sollten unbedingt geführt werden bzw. welche Maßnahmen schlagen Sie vor, das Bauwerk ausreichend zu sichern.

#### **Aufgabe 6:**

Auf der Anlage 6 sind die Kornverteilungsbänder eines zu schützenden Bodens B und einer Deckwerksauflast D an einer wasserbelasteten Böschung dargestellt. Gesucht sind geeignete Filterkörnungen, die zwischen den beiden Schichten notwendig sind, damit keine Bodenausspülungen stattfinden können.

Frage:

- 1) Bestimmen Sie die Filterkörnungen F1 und F2 nach dem Entwurfsdiagramm von Cistin/Ziems, die als Filterstufen eines Zweistufenfilters auf den Boden B aufgelegt werden sollen. Eventuell kann auch noch eine dritte Filterstufe F3 bis zur Deckwerksauflast D notwendig werden.
- 2) Zeichnen Sie Körnungen auf Anlage 6 ein und begründen Sie Ihre Entscheidungen.