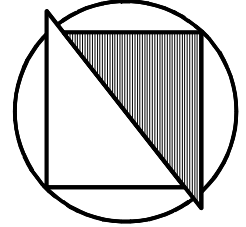


**RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM**

Fakultät für Bauingenieurwesen  
Lehrstuhl für Grundbau und Bodenmechanik  
Prof. Dr.-Ing. habil. Th. Triantafyllidis



Diplomhauptprüfung

**Grundbau und Bodenmechanik  
(unvertieft)**

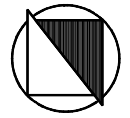
Sommer 2005  
(Teilsicherheitskonzept)

Name: .....

Matr.-Nr.: .....

Bewertung

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Summe
Punkte	30	33	32	25	25	35	180
erreicht							



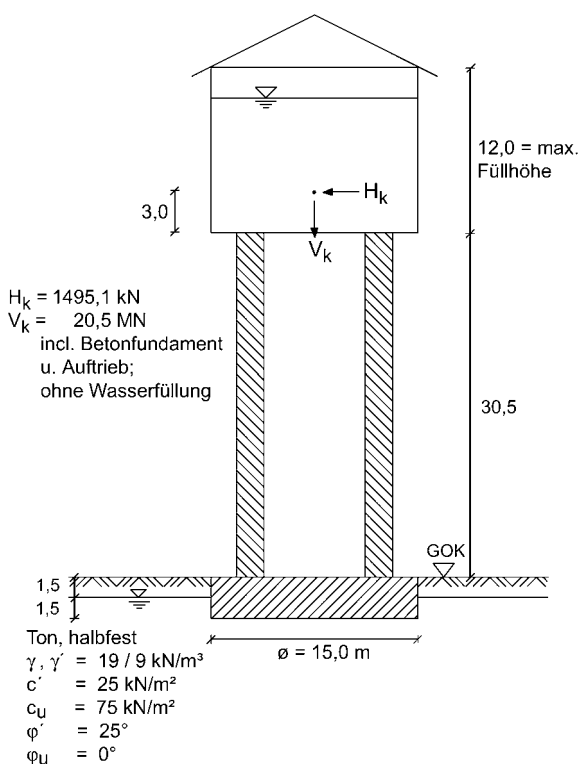
## Aufgabe 1 (30 Punkte)

Für einen neu erstellten Wasserturm (**Bild 1.1**) ist der Grundbruchnachweis nach DIN 4017 zu führen.

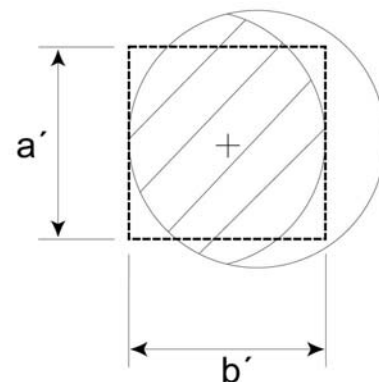
Folgende Aufgabenpunkte sind zu bearbeiten:

- 1.1 Wie hoch darf der dargestellte Wasserturm befüllt werden, wenn die Ausmitte der Resultierenden in der Gründungssohle gerade noch innerhalb der 1. Kernweite liegen soll?
- 1.2 Führen Sie den Nachweis der ausreichenden Sicherheit gegen Grundbruch im Fall des Grenzzustandes der Anfangsstandsicherheit des Bodens. Benutzen Sie die in Aufgabenteil 1 errechnete Ausmitte der Resultierenden in der Gründungssohle.

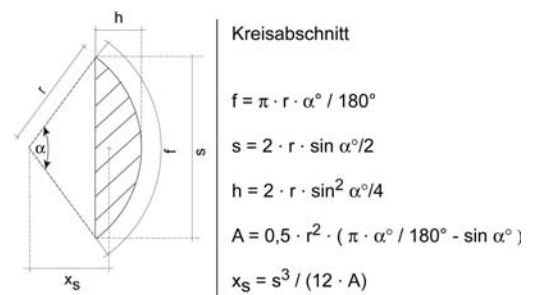
Hinweis: Der Angriffspunkt der Horizontallast  $H_k$  ist vorgegeben. Benutzen Sie die vorgegebene Ersatzflächenform für ein Kreisfundament (Abb. 1.2 und 1.3).



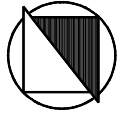
**Bild 1.1:** Systemschnitt



**Bild 1.2:** Ersatzflächenform beim Kreisfundament



**Bild 1.3:** Flächeninhalt Kreisabschnitt



## Aufgabe 2 (33 Punkte)

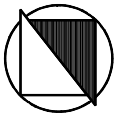
In **Bild 2.1** ist eine durchströmte Böschung entlang einer Trinkwassertalsperre dargestellt. Die Böschung wird neben dem Eigengewicht durch einen Betriebsweg ( $p_{1,k} = 10 \text{ kN/m}^2$ ) sowie durch eine Eisenbahnlinie auf der Krone belastet ( $p_{2,k} = 40 \text{ kN/m}^2$ ).

Durch einen Unfall in einem benachbarten Chemiewerk wurde das Grundwasser kontaminiert. Um den Zufluß des kontaminierten Grundwassers in den Stausee zu verhindern, ist der Bau einer Dichtwand geplant (s. **Bild 2.1**).

Berechnen Sie die Standsicherheit der Böschung nach dem Einbau der Dichtwand mit dem Lamellenverfahren nach FELLENIUS/KREY. Skizzieren Sie vorher den sich in Folge des Einbaus der Dichtwand endgültig einstellenden Grundwasserspiegel.

### Hinweise:

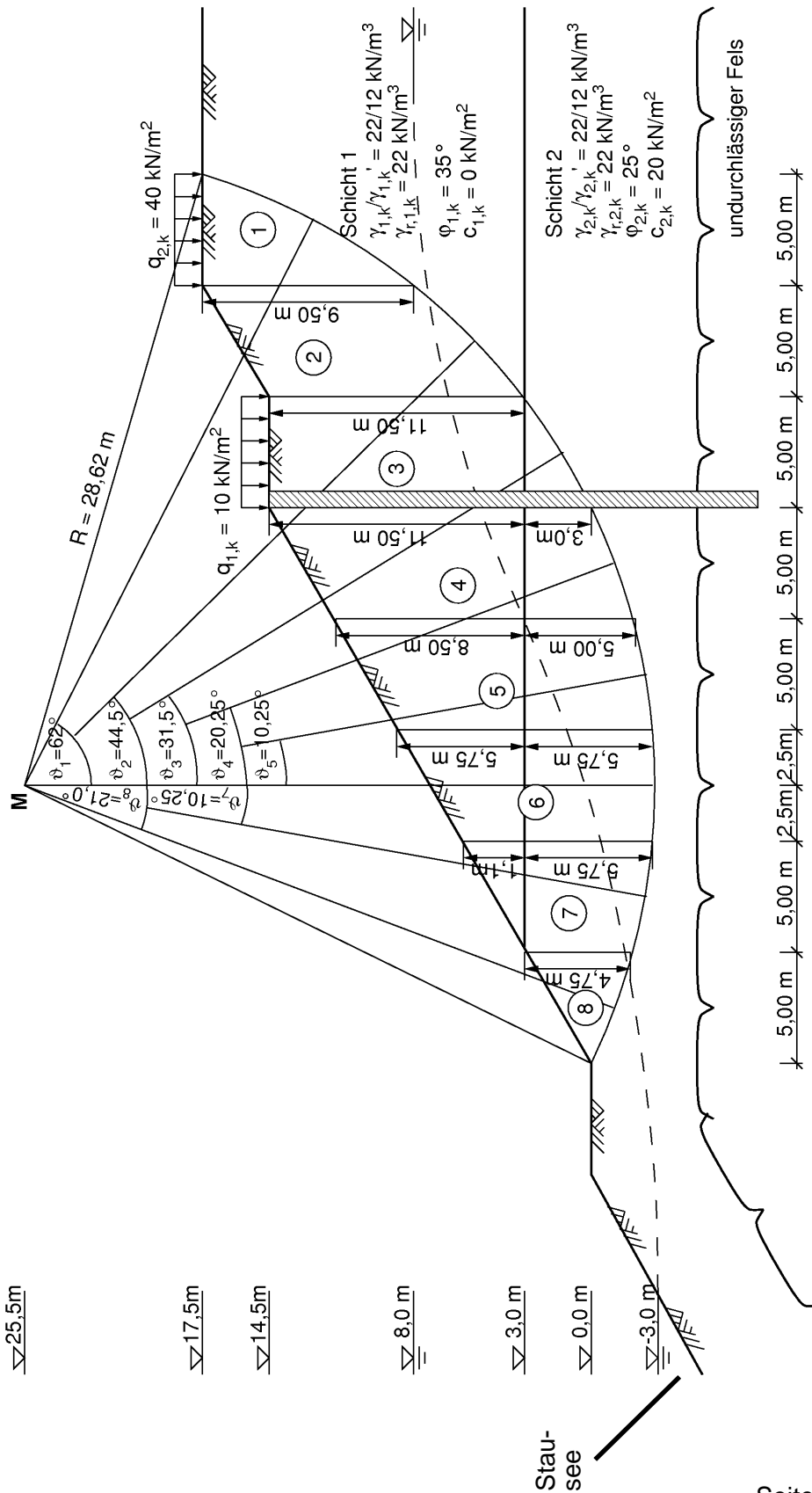
- Fehlende Abmessungen können dem **Bild 2.1** im Maßstab 1:300 entnommen werden.
- Die Flächenangaben der Lamellen beziehen sich nur auf die Bodenschichtung. Der Verlauf des Grundwasserspiegels ist von Ihnen noch zusätzlich zu berücksichtigen.
- Der Grundwasserspiegel vor dem Einbau der Dichtwand ist gestrichelt dargestellt.
- Die Dichtwand ist unbewehrt und kann nicht auf Schub beansprucht werden.
- Das Eigengewicht der Dichtwand ist zu vernachlässigen.
- Die Felsschicht kann als undurchlässig angesehen werden.
- Zur Entscheidung, ob die Verkehrslasten anzusetzen sind, darf  $\varphi$  gemittelt werden.

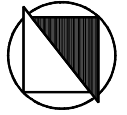


Name: ..... Matr.-Nr. ....

**Bild 2.1:**  
**Systemschnitt**  
**(M 1:300)**

Lamellenflächen	1	2	3	4	5	6	7	8
Schicht 1 [m <sup>2</sup> ]	23,75	52,50	57,50	50,0	35,63	17,13	2,75	
Schicht 2 [m <sup>2</sup> ]			7,5	20,0	26,88	27,75	26,25	11,88





## Aufgabe 3 (32 Punkte)

Ein Betrieb plant die Errichtung einer kreisförmigen Produktionshalle im direkten Anschluss an ein seit längerer Zeit bestehendes, rechteckförmiges Gebäude (siehe **Bild 3.1**).

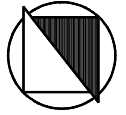
Im Neubau sollen Maschinen aufgestellt werden, deren einwandfreier Betrieb bis zu einer Schiefstellung des Gebäudes von  $\Delta = |s_A - s_B|/l_{AB} = 1/750$  (**Bild 3.1**) garantiert ist. Für die Untersuchung der Schiefstellung ist der Zeitpunkt ein halbes Jahr ( $t = 0,5$  a) nach Fertigstellung des Erweiterungsbaus maßgebend. Die Setzung im Punkt A wurde für den Zeitpunkt  $t = 0,5$  a bereits zu  $s_A = 9,5$  cm ermittelt.

Folgende Aufgabenpunkte sind zu bearbeiten:

- 3.1 Ermitteln Sie die Setzung im Punkt B für den Zeitpunkt  $t = 0,5$  a.
- 3.2 Überprüfen Sie, ob die für einen zuverlässigen Betrieb der Maschinen maximal zulässige Schiefstellung des Neubaus für den Zeitpunkt  $t = 0,5$  a eingehalten wird.

Hinweise:

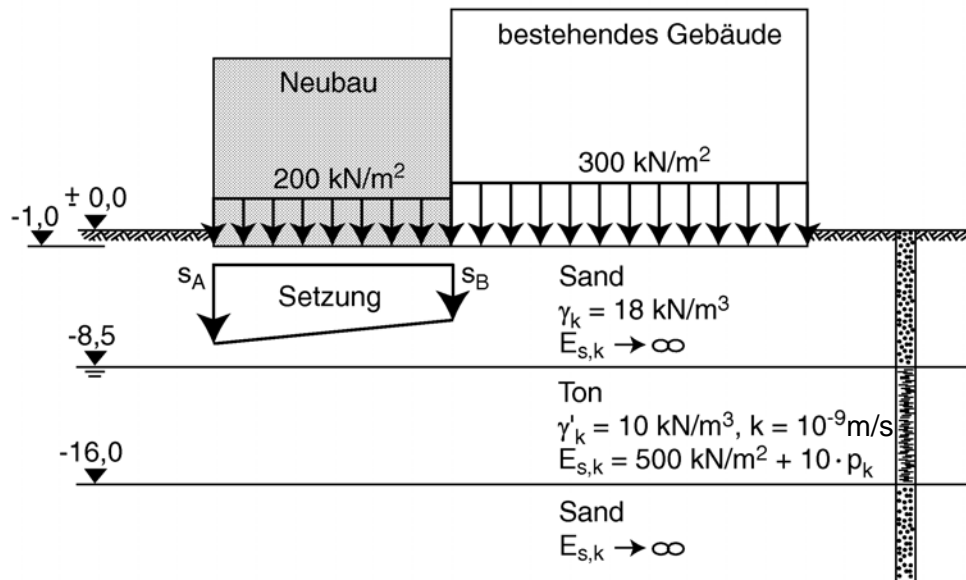
- Es kann davon ausgegangen werden, dass die Setzungen aus der bestehenden Bebauung bereits abgeklungen sind.
- Für die indirekte Setzungsberechnung ist es ausreichend, die Tonschicht in zwei Lamellen gleicher Mächtigkeit zu unterteilen.
- In der Gleichung für den spannungsabhängigen Steifemodul  $E_s = 500 \text{ kN/m}^2 + 10 \cdot p$  der Tonschicht ist die vertikale Spannung  $p$  in der Einheit  $[\text{kN/m}^2]$  einzusetzen.



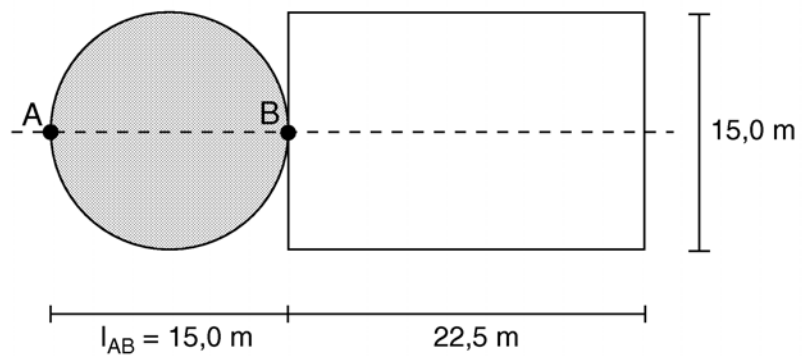
Name: ..... Matr.-Nr. ....

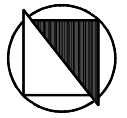
**Bild 3.1**

Ansicht:



Draufsicht:



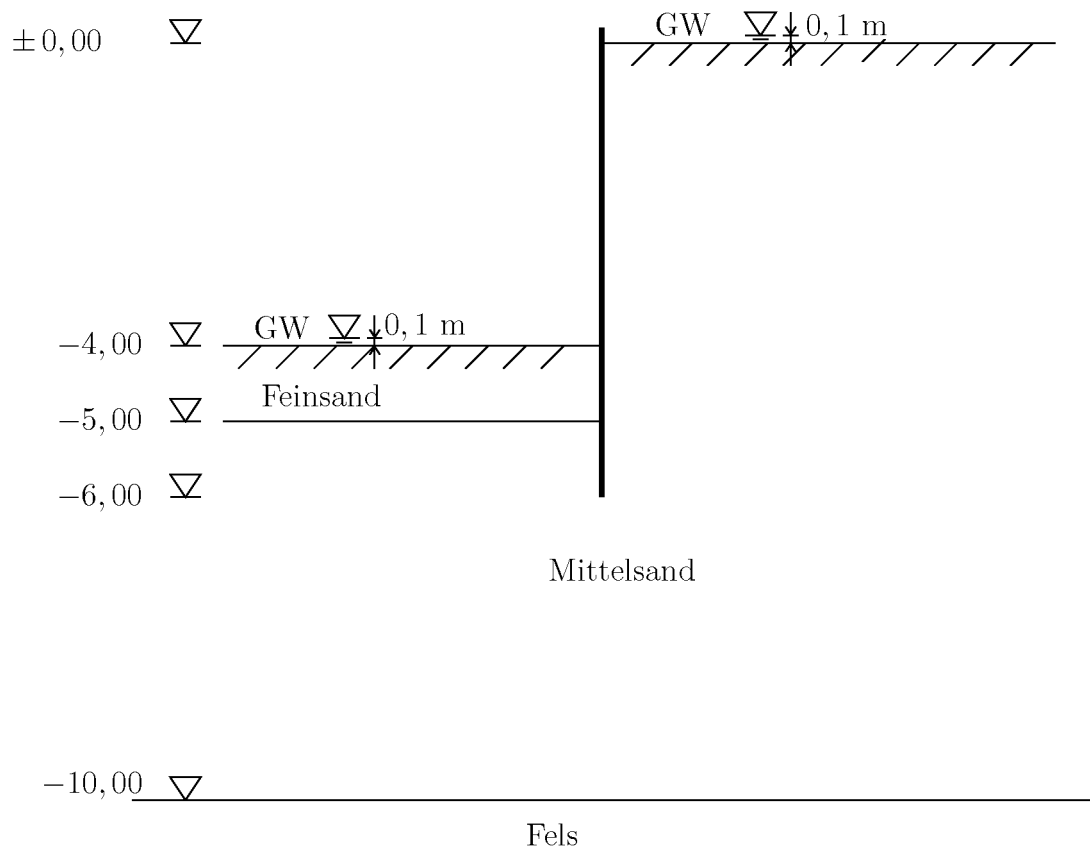


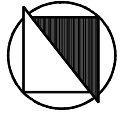
## Aufgabe 4 (25 Punkte)

Der Einfluss der Grundwasserströmung soll für das in **Bild 4.1** gezeichnete System berücksichtigt werden. Folgende Bodenparameter sind ermittelt worden:

Feinsand (FS)	Mittelsand (MS)	Fels
$\gamma_{k,FS} = 19 \text{ kN/m}^3$	$\gamma_{k,MS} = 19 \text{ kN/m}^3$	
$\gamma'_{k,FS} = 10 \text{ kN/m}^3$	$\gamma'_{k,MS} = 10 \text{ kN/m}^3$	
$k_{FS} = 1,0 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$	$k_{MS} = 1,0 \cdot 10^{-3} \text{ m/s}$	$k_{Fels} = 10^{-15} \text{ m/s}$

Bild 4.1: Umströmte Spundwand im Maßstab 1:100





Name: ..... Matr.-Nr. ....

Folgende Aufgabenpunkte sind zu bearbeiten:

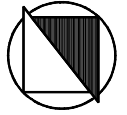
4.1 In dem der Planung zugrunde liegenden Bodengutachten ist die Feinsandschicht nicht erwähnt, sondern es wird von einem homogenen Mittelsand auch im Bereich zwischen  $z = -4,0\text{m}$  und  $z = -5,0\text{m}$  ausgegangen. Zeichnen Sie hierfür ein sinnvolles Strömungsnetz in das in **Bild 4.1** gezeichnete System ein. Führen Sie darauf aufbauend den Nachweis gegen hydraulischen Grundbruch am Spundwandfuß.

4.2 Im Zuge des Baugrubenaushubs wird eine Feinsandschicht der Mächtigkeit von  $1,0\text{m}$  im Aushubbereich zwischen  $z = -4,0\text{m}$  und  $z = -5,0\text{m}$  entdeckt (**Bild 1.1**). Ohne Rechnung sind folgende Überlegungen anzustellen:

Welche sind die beiden grundlegenden Gleichungen, mit denen der Nachweis gegen hydraulischen Grundbruch unter der Annahme eines linearen Potentialabbaus geführt werden kann? Begründen Sie, welchen Bruchkörper Sie als den maßgebenden untersuchen würden.

4.3 Unter Berücksichtigung der unterschiedlichen Bodenarten gelingt der Nachweis gegen hydraulischen Grundbruch (Aufgabenteil 4.2) nicht. Daher wird das Grundwasser auf der aktiven Seite vorübergehend weit genug abgesenkt, um in der Baugrube einen Bodenaustausch vornehmen zu können. Es ist zu ermitteln, wie viel Feinsand mindestens gegen Mittelsand ausgetauscht werden muss, um nach dem erneuten Anstieg des Grundwassers bis oberhalb der GOK den Nachweis gegen hydraulischen Grundbruch gerade zu erfüllen (Änderung des Grundwasserspiegels ist nicht zu berücksichtigen)? Die Ungleichung ist vollständig aufzustellen, die Lösung der Gleichung ist nicht erforderlich.

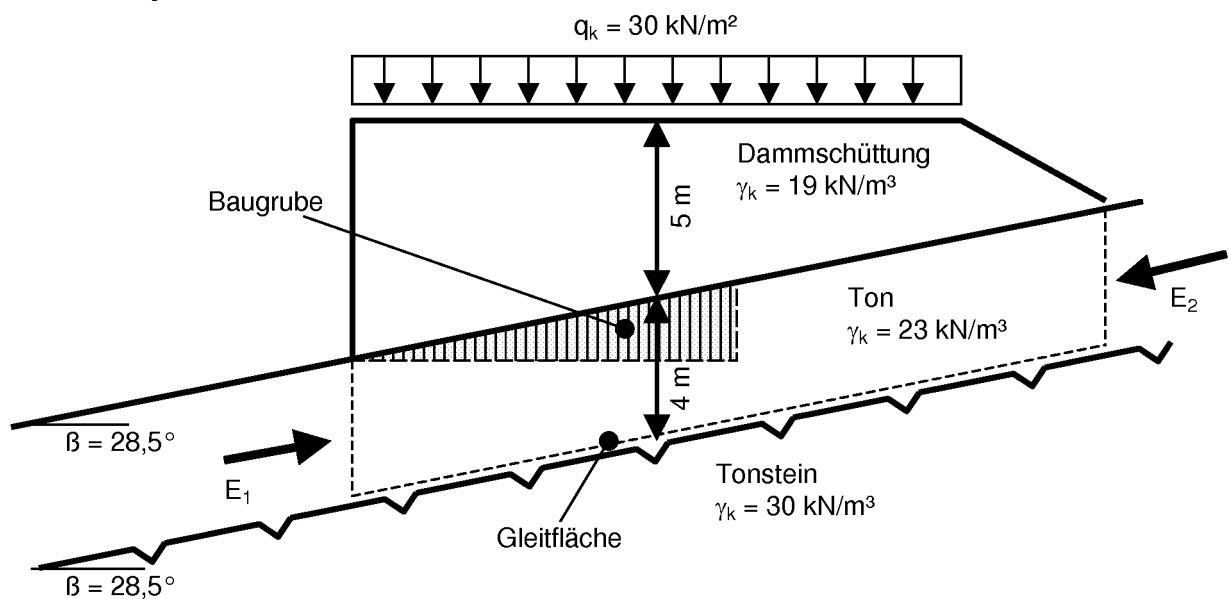




## Aufgabe 5 (25 Punkte)

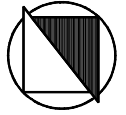
Der im **Bild 5.1** dargestellte Strassendamm soll auf einer rutschgefährdeten Tonschicht hergestellt werden. An Proben aus der Unterseite der Tonschicht wurden 2 Versuchsreihen Triaxialversuche (CU, UU) durchgeführt, s. **Bild 5.2** und **Bild 5.3**.

**Bild 5.1: Systemschnitt**



Folgende Aufgabenpunkte sind zu bearbeiten:

- 5.1 Werten Sie die Ergebnisse der Triaxialversuche aus (**Anlage 5.1**) und geben Sie die Scherparameter  $\phi'_k$ ,  $c'_k$ ,  $\phi_{u,k}$ ,  $c_{u,k}$  und  $\phi_{s,k}$  an.
- 5.2 Geben Sie an, ob die Tonschicht unter-, über- oder normalkonsolidiert ist. Wie groß ist die Vorbelastungsspannung ( $\sigma_{e,k}$ )?
- 5.3 Wie groß kann  $c_{u,k}$  erwartet werden, nachdem der Damm hergestellt und die Konsolidierung der Tonschicht abgeklungen ist? (mittlere Dammhöhe in Dammachse)
- 5.4 Nach Herstellung des Damms soll mit einer Flügelsondierung geprüft werden, wann in der Tonschicht eine undrained Kohäsion von  $c_{u,k} = 250 \text{ kN/m}^2$  gegeben ist. Geben Sie an, welches Drehmoment der Flügelsonde ( $h/d = 10/5 \text{ cm}$ ) hierbei zu erreichen ist?



Name: ..... Matr.-Nr. ....

5.5 Führen Sie den Nachweis der Gleitsicherheit des Damms auf der Gleitfläche für den Zustand:

- unmittelbar nach der Herstellung (Anfangszustand, ohne Verkehrslast)
- nach Abklingen der Konsolidierung in der rutschgefährdeten Bodenschicht (Endzustand, ohne Verkehrslast)
- im Betrieb (Endzustand, mit kurzzeitig wirkender Verkehrslast).

Hinweise zu a)-c):

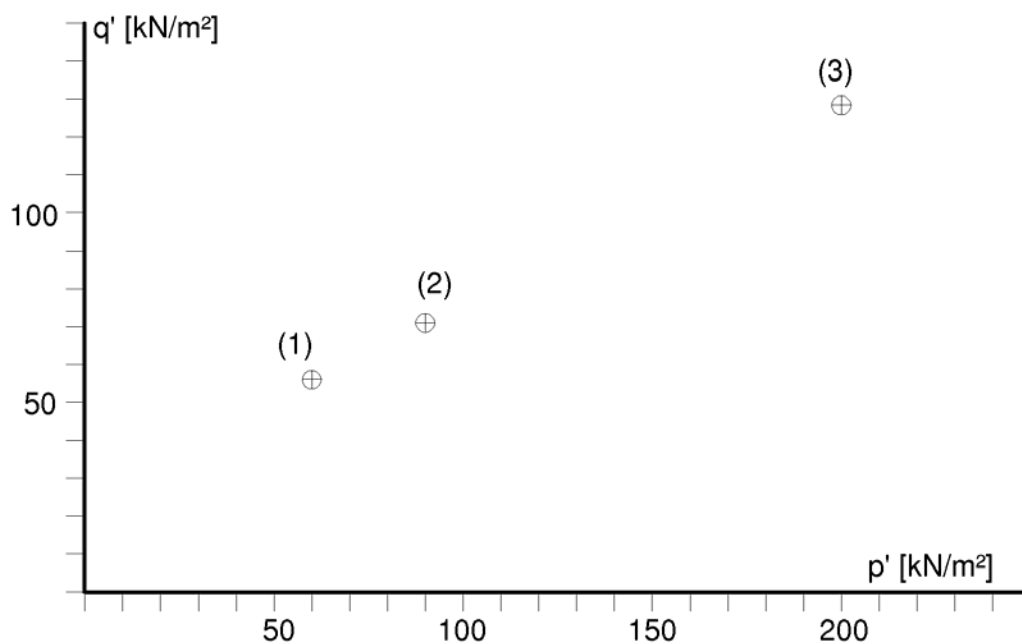
- Berechnung anhand der mittleren Dammhöhen (s. Maßketten im Bild)
- $E_1 = E_2$  (s. Bild)

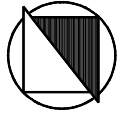
5.6 Vor der Herstellung der Dammschüttung soll in der Tonschicht eine Baugrube hergestellt werden (**Bild 5.1**). Welche in 1-3) ermittelten Bodenkennwerte sind für die statische Berechnung der Baugrube relevant? (Überzählige Nennung = Punktabzug)

**Bild 5.2: Ergebnisse CU-Versuche**

Versuch	$p'$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$q'$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	60	56
2	90	71
3 <sup>*)</sup>	200	128,5

<sup>\*)</sup> Versuch (3) ist normalkonsolidiert



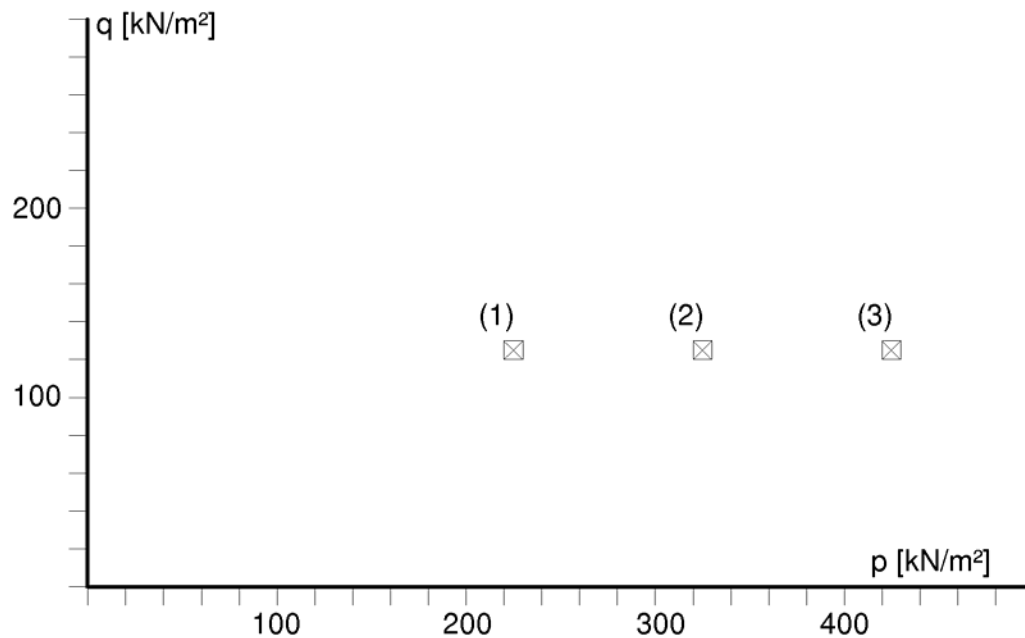


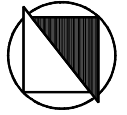
Klausur Grundbau / Bodenmechanik unvertieft, Sommer 2005, Teilsicherheitskonzept

Name: ..... Matr.-Nr. ....

**Bild 5.3: Ergebnisse UU-Versuche**

<u>Versuch</u>	<u>p [kN/m<sup>2</sup>]</u>	<u>q [kN/m<sup>2</sup>]</u>
1	225	125
2	325	125
3	425	125





## Aufgabe 6 (35 Punkte)

In **Bild 6.1** ist eine einfach verankerte und im Boden frei aufgelagerte Spundwand dargestellt. Die Verankerung ist in Form einer Ankerwand ausgebildet, wobei der horizontale Abstand der Ankerstäbe untereinander 1,50 m beträgt.

Folgende Aufgabenpunkte sind nach EAB zu bearbeiten:

- 6.1 Überprüfen Sie, ob bei einer geschätzten Einbindetiefe von  $D = 1,5$  m der Nachweis der Tragfähigkeit des Fußauflagers gelingt.
- 6.2 Ermitteln Sie die Beanspruchung des einzelnen Ankers.
- 6.3 Führen Sie den Nachweis der Standsicherheit in der Tiefen Gleitfuge nach dem Verfahren nach Kranz.
- 6.4 Führen Sie den Nachweis gegen Aufbrechen des Verankerungsbodens vor der Ankerwand. Auf der sichern Seite liegend darf  $\delta_p = 0$  angesetzt werden.

**Bild 6.1: Systemschnitt**

