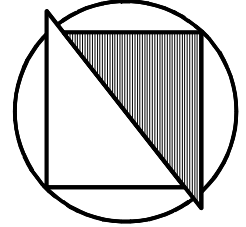


RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

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



Diplomhauptprüfung

**Grundbau und Bodenmechanik
(unvertieft)**

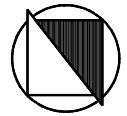
Winter 2004

Name:

Matr.-Nr.:

Bewertung

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Summe
Punkte	40	30	35	30	35	10	180
erreicht							



Aufgabe 1 (40 Punkte)

Der in **Bild 1.1** dargestellte Geländesprung soll durch eine Spundwand gestützt werden. Der Nachweis der Geländebruchsicherheit soll speziell für die zwei in **Tabelle 1.1** angegebenen Bodenarten mit unterschiedlichen Werten für φ' und c' geführt werden. Bekannt sind die Wichten $\gamma = 21 \text{ kN/m}^3$ und $\gamma' = 11 \text{ kN/m}^3$. Das Grundwasser rechts der Spundwand ist als strömend anzusetzen. Bei den Einwirkungen p_1 , p_2 und p_3 handelt es sich um Verkehrslasten.

Folgende Aufgabenpunkte sind zu bearbeiten:

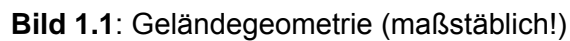
- Berechnen Sie alle zu berücksichtigenden Kräfte mit dem Lamellenverfahren nach Fellenius bzw. Krey. Der Gleitkreisabschnitt jeder Lamelle darf als Gerade angenähert werden. Nicht angegebene Geometriedaten sind der maßstäblichen Zeichnung zu entnehmen.
- Überprüfen Sie, für welche dieser zwei Bodenarten der Nachweis der Geländebruchsicherheit mit dem Sicherheitsfaktor $\eta = 1,4$ gelingt.

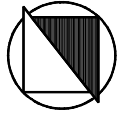
Bodenart Nr.	Bodenart Beschreibung	Wichte γ [kN/m ³]	Wichte γ' [kN/m ³]	Reibungswinkel φ [°]	Kohäsion c [kN/m ²]
1	Kies, weitgestuft, dicht	21,0	11,0	37,5	0,0
2	Ton, ausgeprägt plastisch, halbfest	21,0	11,0	17,5	25,0

Tabelle 1.1: Zu prüfende Bodenarten

Hinweise:

- Berücksichtigen Sie das strömende Grundwasser mit dem Ansatz der Strömungskräfte $F_{s,i}$. Sie dürfen dabei die Neigung der Strömungskraft in jeder durchströmten Lamelle zu $\beta_m = 15^\circ$ gegen die Horizontale geneigt annehmen. Die Schwerpunkte der durchströmten Flächen sind in **Bild 1.1** eingetragen. Die zur Neigung β_m senkrechten Abstände r_i der Schwerpunkte S_i der durchströmten Flächen zum Mittelpunkt des Gleitkreises (Z) sind in **Tabelle 1.2** angegeben.
- Die Flächen innerhalb der einzelnen Lamellen oberhalb des Grundwasserspiegels (A^o) sowie unterhalb des Grundwasserspiegels (A^u) sind in **Tabelle 1.2** angegeben.

**Tabelle 1.2: Flächen und Abstandsmaße**



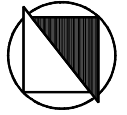
Aufgabe 2 (30 Punkte)

Ein Hotel hat im anschließenden Park einen kreisringförmigen Laubengang errichten lassen, der den Baugrund gleichmäßig mit 100 kN/m^2 belastet (**Bild 2.1**). Wenige Wochen nach Fertigstellung des Bauwerks musste die Hotelleitung feststellen, dass sich eine mit der Zeit größer werdende Schiefstellung des Laubenganges einstellt. Im Nachhinein wurde festgestellt, dass in der mangelhaften Baugrunderkundung vor Baubeginn eine teilweise unter dem Laubengang liegende Tonschicht nicht entdeckt wurde.

Die Lage und Mächtigkeit dieser Tonschicht ändert sich senkrecht zur Zeichenebene in der Ansicht (**Bild 2.1**) nicht. Im Labor wurden die Durchlässigkeit k und der spannungsabhängige Steifemodul E_s des Tons bestimmt. Die Sandschichten können vereinfacht als inkompressibel betrachtet werden.

Folgende Aufgabenpunkte sind zu bearbeiten:

- Ermitteln Sie die durch den Laubengang hervorgerufenen Zusatzspannungen (setzungswirksame Spannungen) in den Tiefen $z = -2$, -4 , und -6 m in der Achse A (siehe **Bild 2.1**).
- Berechnen Sie die Endsetzung des Laubenganges in der Achse A und daraus die Schiefstellung des Bauwerks. Beurteilen Sie, ob die Schiefstellung zu Rissen im Bauwerk führt. Gehen Sie hierfür davon aus, dass Risse ab einer Schiefstellung von $\Delta s / L_{AB} = 1/150$ (**Bild 2.1**) auftreten.
- 4 Monate nach Fertigstellung des Laubenganges möchte das Hotel sein 50-jähriges Bestehen im Laubengang feiern. Überprüfen Sie, ob zu diesem Zeitpunkt bereits Risse aufgetreten sind.

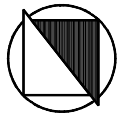


Klausur Grundbau / Bodenmechanik unvertieft, Winter 2004

Name: Matr.-Nr.

Hinweise:

- In der Belastung 100 kN/m^2 , die der Laubengang auf den Boden überträgt, ist der Bodenaushub bereits berücksichtigt. Die Belastung kann als schlaffe Last betrachtet werden.
- Für die Setzungs- und Konsolidierungsberechnung ist es ausreichend, die Tonschicht in Lamellen der Mächtigkeit $d = 2,0 \text{ m}$ zu unterteilen.
- In der Formel für den spannungsabhängigen Steifemodul E_s ist σ die effektive vertikale Spannung.
- Gehen Sie davon aus, dass die Konsolidierung der Tonschicht nur in vertikaler Richtung stattfindet.
- Setzen Sie: 1 Monat = 30,5 Tage.



Klausur Grundbau / Bodenmechanik unverteft, Winter 2004

Name: Matr.-Nr.

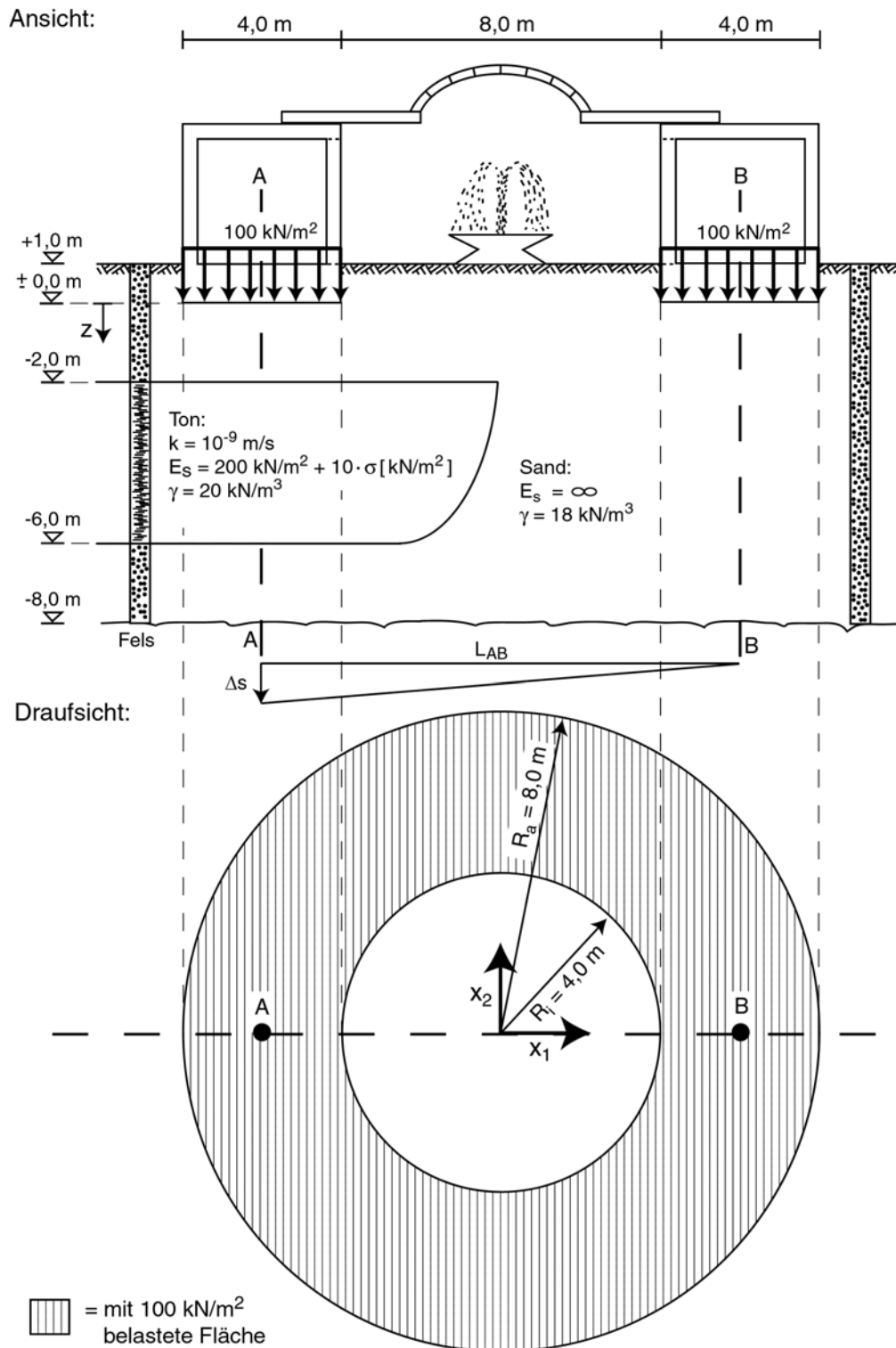
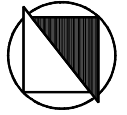


Bild 2.1: Grundriss- und Schnittdarstellung (nicht maßstäblich!)



Aufgabe 3 (35 Punkte)

Für eine Ufersicherung ist das unten dargestellte System einer Spundwand mit einer Einbindetiefe von 2,5 m vorgesehen. Die Bodenverhältnisse und Bodenkennwerte können dem **Bild 3.1** entnommen werden.

Bearbeiten Sie folgende Aufgabenpunkte:

- Ermitteln Sie unter Berücksichtigung der Umströmung der Spundwand und der Annahme eines linearen Potentialabbaus in jeder Schicht den auf die Spundwand wirkenden aktiven und passiven Erd- und Wasserdruck und stellen Sie die Drücke graphisch dar.
- Berechnen Sie den auf die Spundwand wirkenden aktiven und passiven Erd- und Wasserdruck nach dem Verfahren der veränderlichen Wichten von *Brinch-Hansen* und stellen Sie diese ebenfalls dar.

[m]

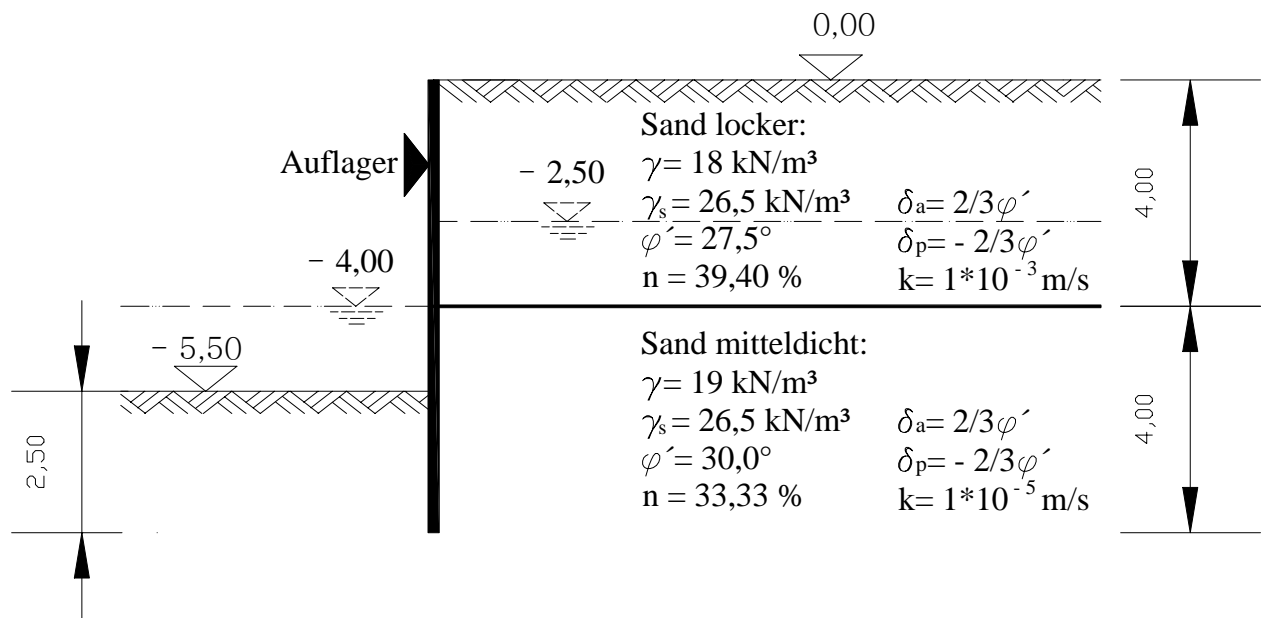
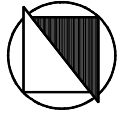


Bild 3.1: Systemschnitt (unmaßstäblich!)



Klausur Grundbau / Bodenmechanik unvertieft, Winter 2004

Name: Matr.-Nr.

Aufgabe 4 (30 Punkte)

Die Baugrube eines im Grundriss kreisrunden Hochbaus wird durch eine 80 cm dicke Schlitzwand gesichert (**Bild 4.1** und **Bild 4.2**). Die Aushubtiefe im Endzustand beträgt 18 m bei einem Baugrubendurchmesser von 22 m.

Für die Abdichtung der Baugrube wird zu Beginn der Aushubarbeiten eine tiefliegende Injektionssohle in Höhe des Schlitzwandfußes ausgeführt. Zusätzlich ist es jedoch erforderlich, den 2 m unterhalb der Geländeoberfläche anstehenden Grundwasserspiegel mit Hilfe einer Mehrbrunnenanlage abzusenken.

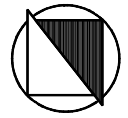
Aus Kostengründen soll bei der GW-Absenkung möglichst wenig Wasser gefördert werden, wobei die erforderliche Grundwasserreinigungsanlage einen Minstdurchsatz von $Q = 70 \text{ m}^3/\text{h}$ erfordert.

Folgende Aufgabenpunkte sind zu bearbeiten:

- Berechnen Sie das erforderliche Absenkziel des Grundwassers, damit die Auftriebsicherheit der Baugrubensohle gewährleistet ist ($\eta = 1,1$)
- Ermitteln Sie die Tiefe der Brunnen so, dass das Absenkziel und gerade nur die erforderliche Mindestfördermenge ($70 \text{ m}^3/\text{h}$) erreicht wird.
- Kontrollieren Sie, ob das Fassungsvermögen der Einzelbrunnen ausreicht, um die erforderliche Wassermenge zu fassen.

Hinweise:

- Der Mengenzuschlag für unvollkommene Brunnen ist mit 10% anzunehmen.
- Für den Auftriebsnachweis kann die maximale unter der Dichtsohle wirkende Druckhöhe als flächig-konstant angesetzt werden.
- Für die Berechnung der Fördermenge(n) soll die gegenseitige Beeinflussung der Brunnen berücksichtigt werden.
- Für alle Berechnungen ist der stationäre Endzustand der Grundwasserabsenkung zu Grunde zu legen



Klausur Grundbau / Bodenmechanik unverteft, Winter 2004

Name: Matr.-Nr.

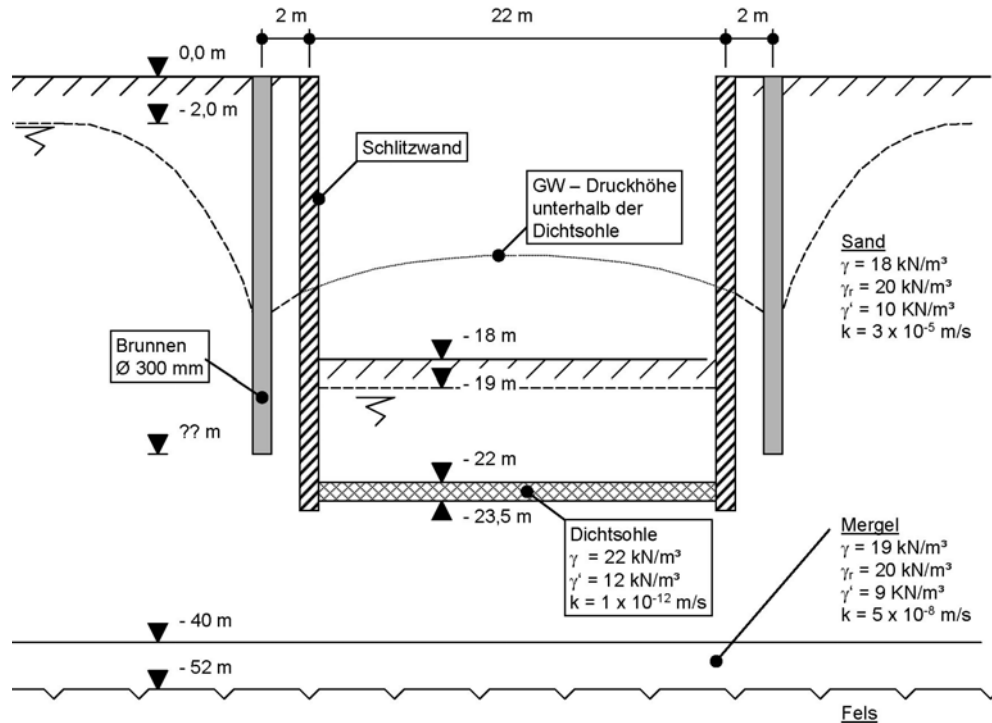


Bild 4.1: Systemschnitt (unmaßstäblich!)

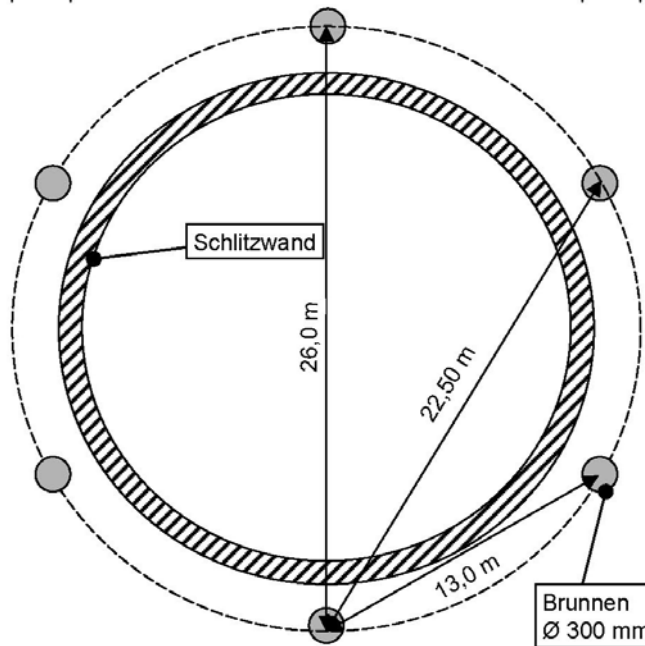
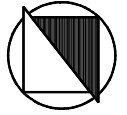


Bild 4.2: Grundriss (unmaßstäblich!)



Klausur Grundbau / Bodenmechanik unverteft, Winter 2004

Name: Matr.-Nr.

Aufgabe 5 (35 Punkte)

Ein Gebäude wurde auf Bohrpfählen ($\varnothing=1000$ mm, $l=21$ m, Gebrauchslast $F=1$ MN, $s_{zul}=2,5$ cm) gegründet. Im Zuge einer Baumaßnahme auf einem benachbarten Grundstück ist geplant, den Grundwasserspiegel über einen langen Zeitraum von -2 auf -3 m unter GOK abzusenken, **Bild 5.1**.

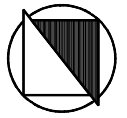
Die Daten einer Pfahl-Probebelastung vor Absenkung des Grundwassers sind in **Bild 5.2** dargestellt.

Folgende Aufgabenpunkte sind zu bearbeiten:

- Berechnen Sie die Zusatzlast auf den Pfahl aus der GW-Absenkung mit der Annahme, dass die Mantelreibung in der Klei- und Sandschicht voll mobilisiert wird.
- Zeichnen Sie das Widerstand-Setzungs-Diagramm des Pfahles nach der GW-Absenkung nach DIN 4014 und geben Sie die Zusatzsetzungen infolge der GW-Absenkung an.
- Führen Sie den Nachweis der Tragfähigkeit des Pfahles im Grenzzustand und im Gebrauchszustand nach der GW-Absenkung. (Nur die Kiesschicht ist als tragfähig anzusetzen, die Belastung aus der GW-Absenkung kann als äußere Last angesetzt werden).

Hinweise:

- Die Mantelreibung verläuft konstant über die Schichthöhe
- Die Belastung aus GW-Absenkung kann als äußere Last angesetzt werden
- Nach der GW-Absenkung ist nur die Kiesschicht als tragfähig anzusetzen



Klausur Grundbau / Bodenmechanik unverteft, Winter 2004

Name: Matr.-Nr.

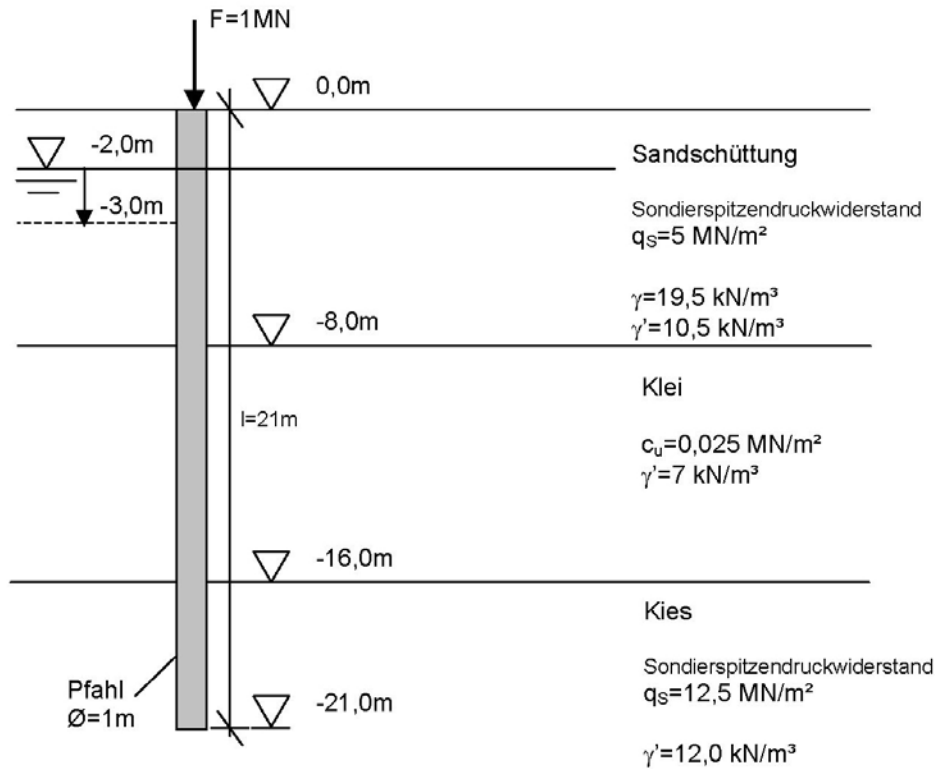


Bild 5.1: Systemschnitt

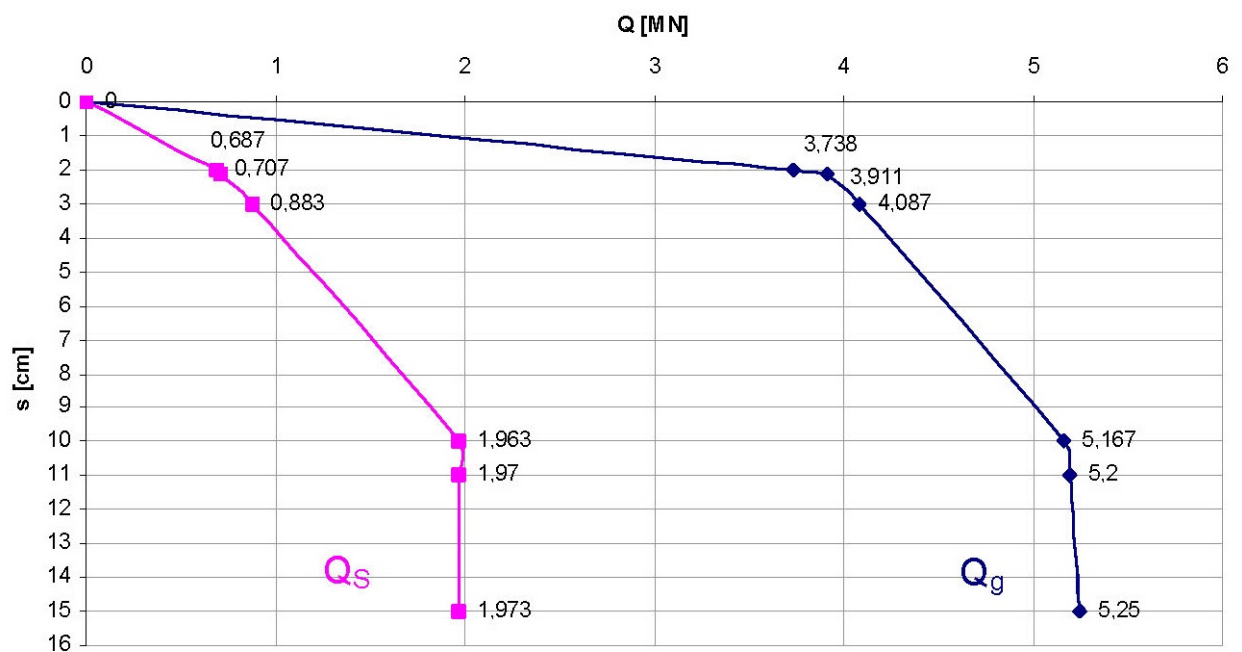
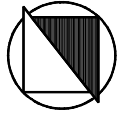


Bild 5.2: Daten der Pfahlprobebelastung



Klausur Grundbau / Bodenmechanik unvertieft, Winter 2004

Name: Matr.-Nr.

Aufgabe 6 (10 Punkte)

Auf einer 10 m mächtigen, reibungsfreien, normalkonsolidierten Tonschicht ($\varphi = 0$, $c' \neq 0$) soll der in **Bild 6.1** dargestellte 10 m hohe Damm ($\varphi' \neq 0$, $c = 0$) errichtet werden, der im Endzustand zusätzlich mit der Last $p = 60 \text{ kN/m}^2$ belastet werden soll.

Folgende Aufgabenpunkte sind zu bearbeiten:

- Nachweis der Geländebruchsicherheit für die Schüttung ohne die Auflast p für den Anfangszustand ($\eta_c > 1$).
- Nachweis wie 6.1, jedoch mit der Auflast p . Wie groß muß c_u sein, damit der Nachweis gelingt ($\eta_c = 1$)?

Hinweise:

- h_m und r_m sollen vereinfacht als konstant angenommen werden (keine Variation erforderlich!).
- die Last $p = 60 \text{ kN/m}^2$ soll schlagartig aufgebracht werden
- Die Abmessungen können dem **Bild 6.1** maßstäblich entnommen werden.

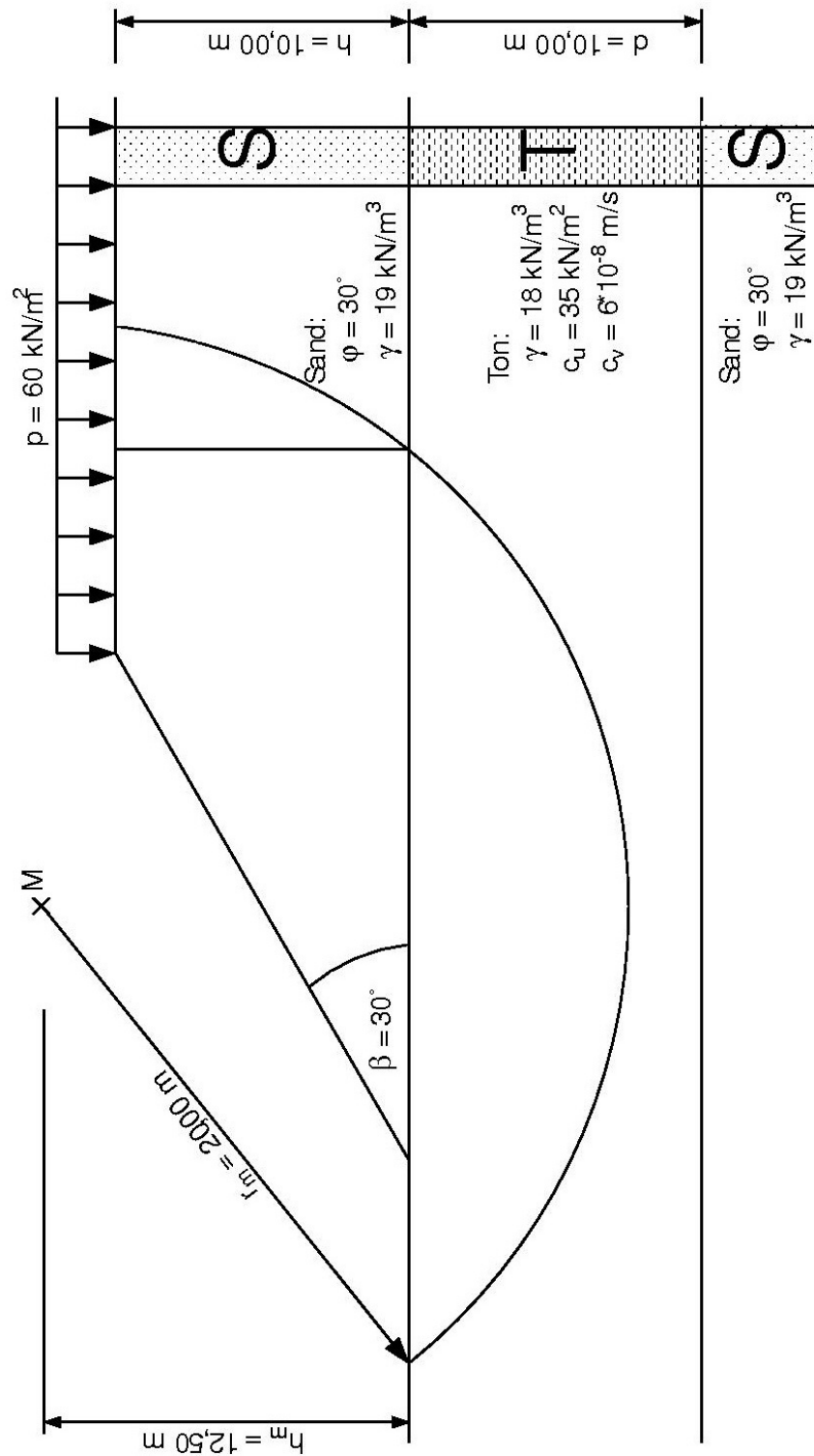


Bild 6.1: Systemschnitt (M 1:250)