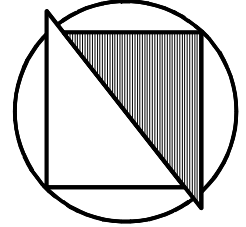


RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

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



Diplomhauptprüfung

**Grundbau und Bodenmechanik
(unvertieft)**

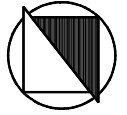
Frühjahr 2005
(Teilsicherheitskonzept)

Name:

Matr.-Nr.:

Bewertung

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Summe
Punkte	35	16	32	25	32	40	180
erreicht							



Klausur Grundbau / Bodenmechanik unvertieft, Frühjahr 2005, Teilsicherheitskonzept

Name: Matr.-Nr.

Aufgabe 1: Setzungsberechnung, 35 Punkte

In **Bild 1.1** und **Bild 1.2** sind die Abmessungen sowie die Baugrundverhältnisse einer schlaffen Bodenplatte, die mit einer Flächenlast belastet ist, dargestellt.

Folgende Aufgabenpunkte sind zu bearbeiten:

- 1.1 Berechnen Sie für den **GZ 2** die Endsetzungen des Fundamentes unter dem Punkt F infolge des Eigengewichtes und der Flächenlast mit der "indirekten Methode".
Teilen Sie hierzu die Sandschicht in eine und die Tonschicht in zwei Lamellen gleicher Mächtigkeit ein.
- 1.2 Zu welchem Zeitpunkt sind die Endsetzungen in der Mitte der Tonschicht erreicht?
- 1.3 Zeichnen Sie den Porenwasserüberdruckverlauf für den Zeitpunkt $t = 1,5$ Jahre (1 Jahr = 365 Tage). Berechnen Sie für diesen Zeitpunkt die vorhandenen Setzungen unter dem Punkt F und den Konsolidierungsgrad in der Mitte der Tonschicht.

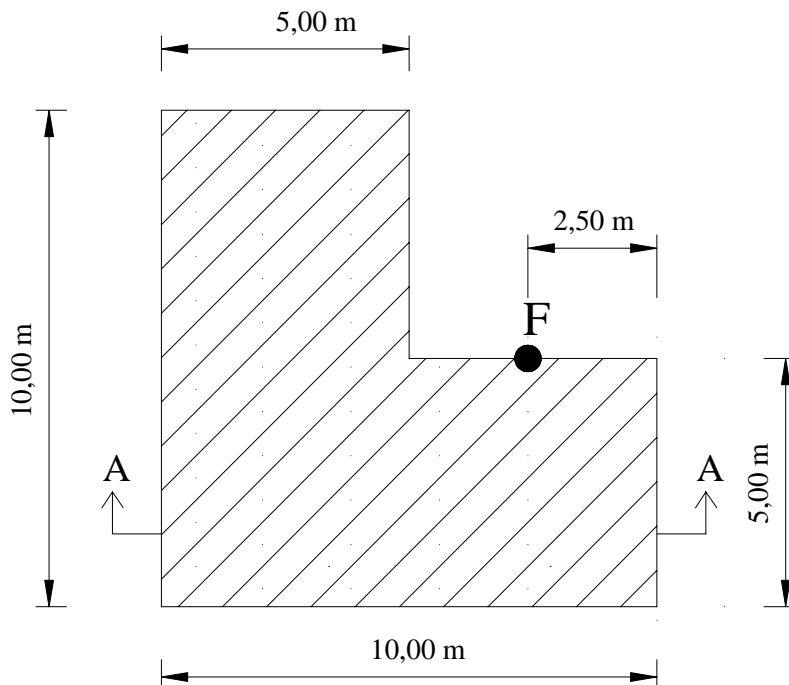
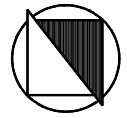


Bild 1.1: Grundriss (unmaßstäblich)

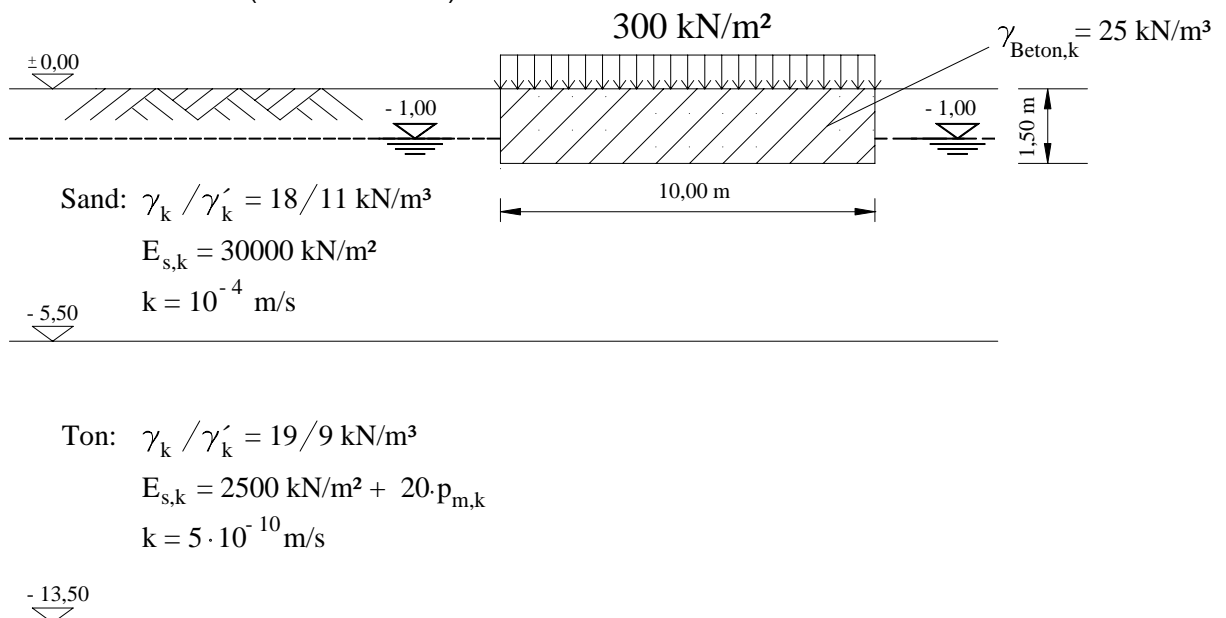
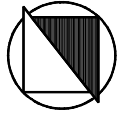


Bild 1.2: Schnitt (unmaßstäblich)



Aufgabe 2: Scherfestigkeit, 16 Punkte

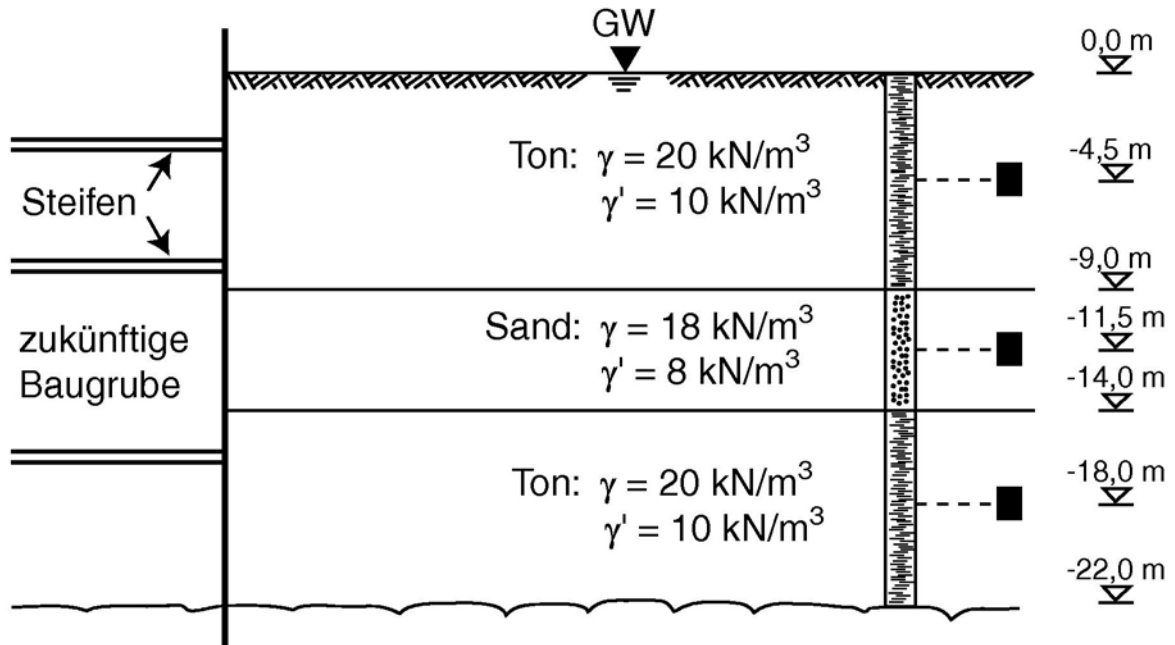
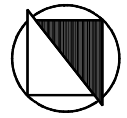
Im Vorfeld der Erstellung einer Baugrube sind die **realen** Scherparameter des anstehenden Bodens zu bestimmen. Der Boden besteht aus zwei Tonschichten und einer zwischengelagerten Sandschicht (**Bild 2.1**). Mit Hilfe einer Kernbohrung wurden jeweils in der Schichtmitte Proben gewonnen. Diese sind im Fall der Tonschichten (Probenentnahme in den Tiefen $z = -4,5$ m und $z = -18,0$ m) ungestört und im Fall der Sandschicht (Probenentnahme in der Tiefe $z = -11,5$ m) gestört.

Im Labor wurden an den Tonproben Rahmenscherversuche mit unterschiedlichen vertikalen Auflastspannungen σ durchgeführt. Die gemessenen Verläufe der Schubspannung τ mit dem Scherweg u sind in **Bild 2.2** und **Bild 2.3** dargestellt. An einer gestört eingebauten Sandprobe wurde ein dräniertes Triaxialversuch (CD-Versuch) mit einem konstanten Seitendruck $\sigma_3 = 100$ kN/m² durchgeführt. Das **Bild 2.4** zeigt den Spannungspfad im p-q-Diagramm sowie den Verlauf von q mit der vertikalen Dehnung ε_1 .

Weiterhin wurde in situ eine Flügelsondierung in der Mitte der oberen Tonschicht ($z = -4,5$ m) durchgeführt. Dazu wurde die Flügelsonde FS 50 (Durchmesser $D = 5$ cm) verwendet. Es wurde ein Drehmoment $M = 66,4$ Nm gemessen.

Folgende Aufgabenpunkte sind zu bearbeiten:

- 2.1 Ermitteln Sie die **realen** Scherparameter c' , φ' und φ'_s sowie gegebenenfalls die Vorlast σ_v für die obere und die untere Tonschicht.
- 2.2 Geben Sie an, ob es sich bei den Tonschichten um normal- oder überkonsolidierte Böden handelt.
- 2.3 Bestimmen Sie den maximalen **realen** Reibungswinkel φ' sowie den **realen** kritischen Reibungswinkel φ'_c für die Sandschicht.
- 2.4 Ermitteln Sie die undrained Kohäsion c_u in der Mitte der oberen Tonschicht.



■ = Probenentnahme

Bild 2.1: Bodenprofil (unmaßstäblich), $\gamma_k = \gamma$; $\gamma'_k = \gamma'$

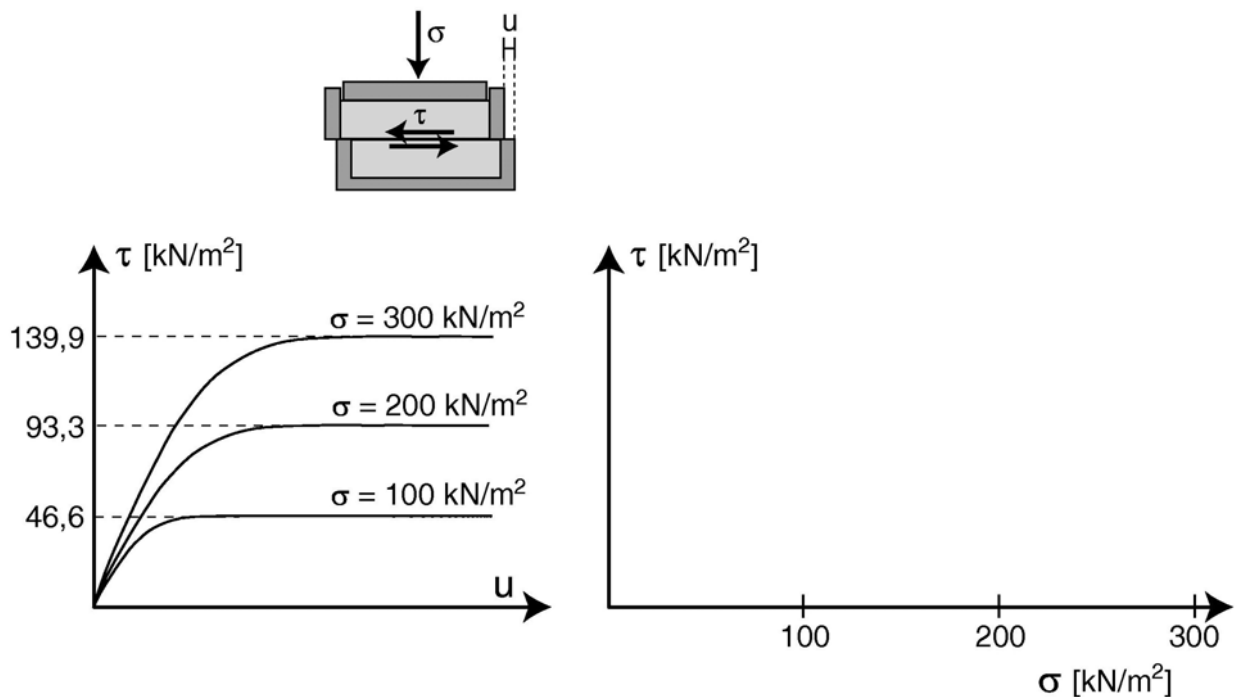
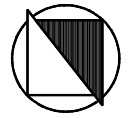


Bild 2.2: Rahmenscherversuch an der Tonprobe aus der Tiefe $z = -4,5 \text{ m}$



Klausur Grundbau / Bodenmechanik unverteft, Frühjahr 2005, Teilsicherheitskonzept

Name: Matr.-Nr.

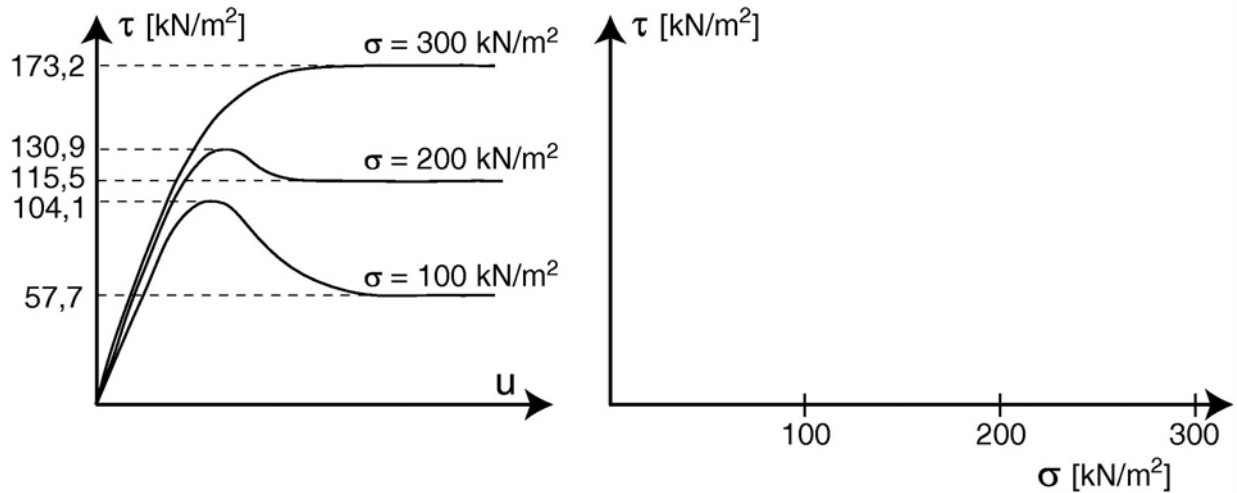


Bild 2.3: Rahmenscherversuch an der Tonprobe aus der Tiefe $z = -18,0$ m

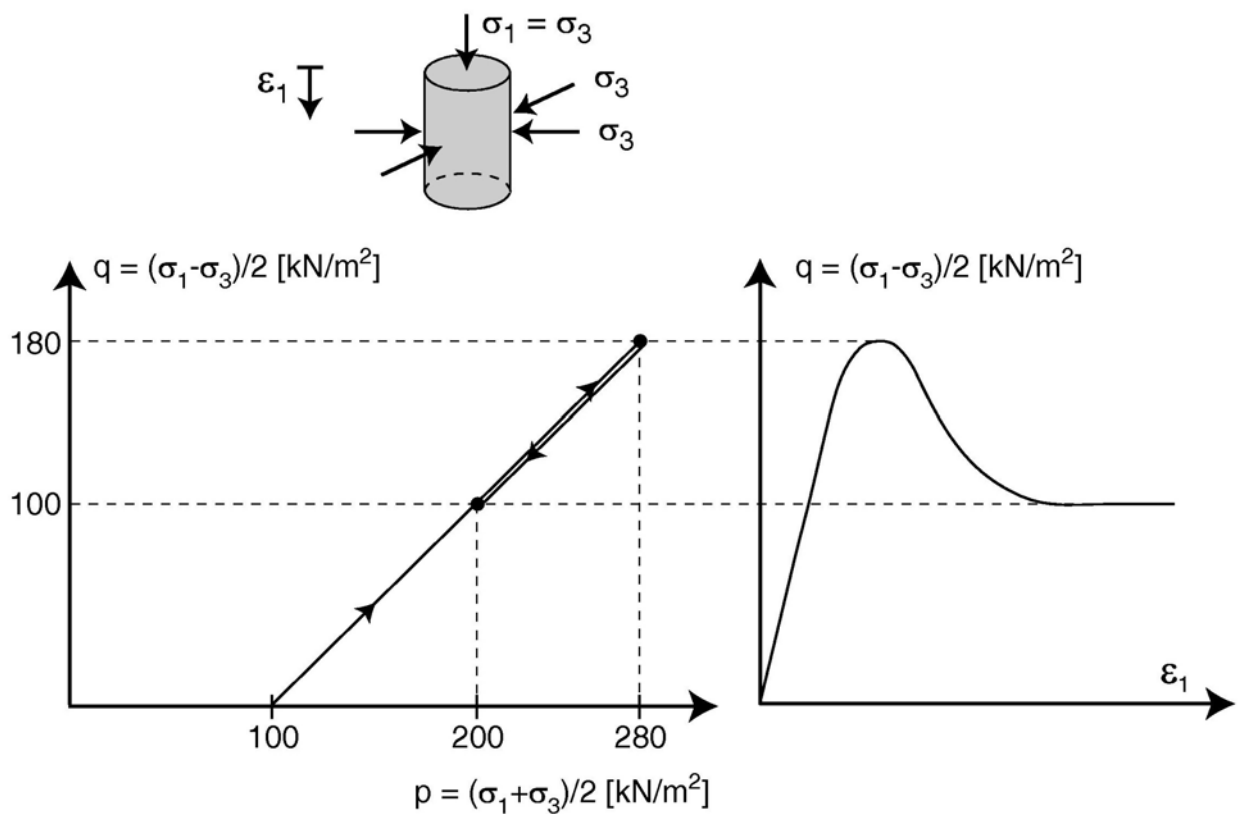
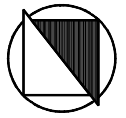


Bild 2.4: Dräniertes Triaxialversuch an der Sandprobe aus der Tiefe $z = -18,0$ m



Aufgabe 3: Einzelfundament, 32 Punkte

Die in **Bild 3.1** dargestellte Schwergewichtswand wird durch Erddruck **beansprucht**. Der Boden vor dem Wandfuß soll für eine Baumaßnahme vorübergehend entfernt werden.

Folgende Aufgabenpunkte sind zu bearbeiten:

- 3.1 Führen Sie die Nachweise gegen Gleiten, Kippen, Grundbruch **sowie Verdrehung des Fundamentes** für den Fall, dass der auf der passiven Seite anstehende Boden vorübergehend entfernt worden ist.

Hinweis zur Fundamentverdrehung:

Vereinfachter Nachweis für mitteldicht gelagerten nichtbindigen Boden, keine Setzungs-berechnung!

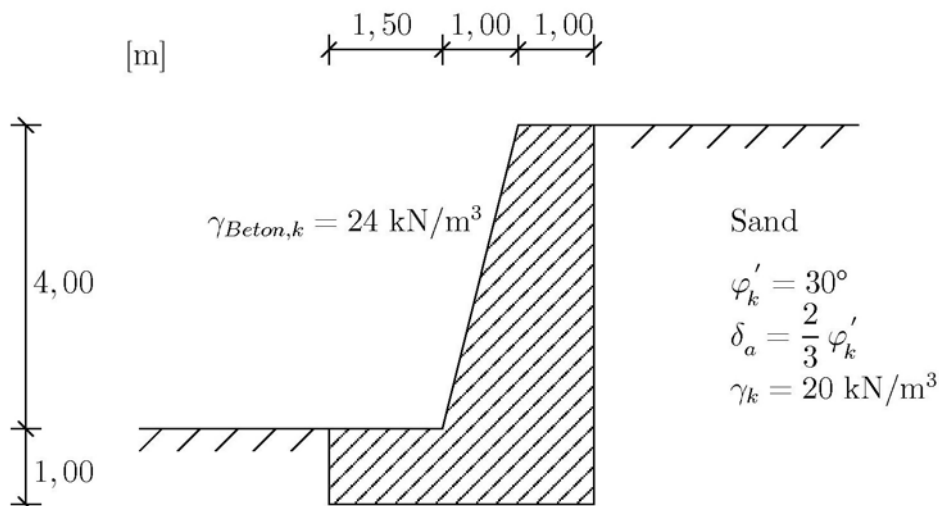
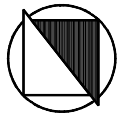


Bild 3.1: Systemschnitt (unmaßstäblich)



Aufgabe 4: Grundwasserströmung, 25 Punkte

In einem sehr großen Wasserareal wird eine Baugrube mit einer Breite von 16 m mit Hilfe von Spundwänden entsprechend **Bild 4.1** abgetrennt. Die einströmenden Restwassermengen werden zunächst mit mehreren Pumpenanlagen gefasst, um den Wasserstand im Arbeitsbereich auf Sohlenniveau abzusenken.

Nach Trockenlegung der Baugrube soll die zuströmende Wassermenge mit nur noch einer Pumpenanlage gefasst werden. Dabei stellt man jedoch fest, dass der Wasserspiegel innerhalb der Baugrube mit 90 cm/Tag ansteigt. Die dabei verwendete Pumpenanlage ist mit einem maximalen Fassungsvermögen von 30 l/min pro laufendem Meter des Arbeitsbereiches ausgelegt.

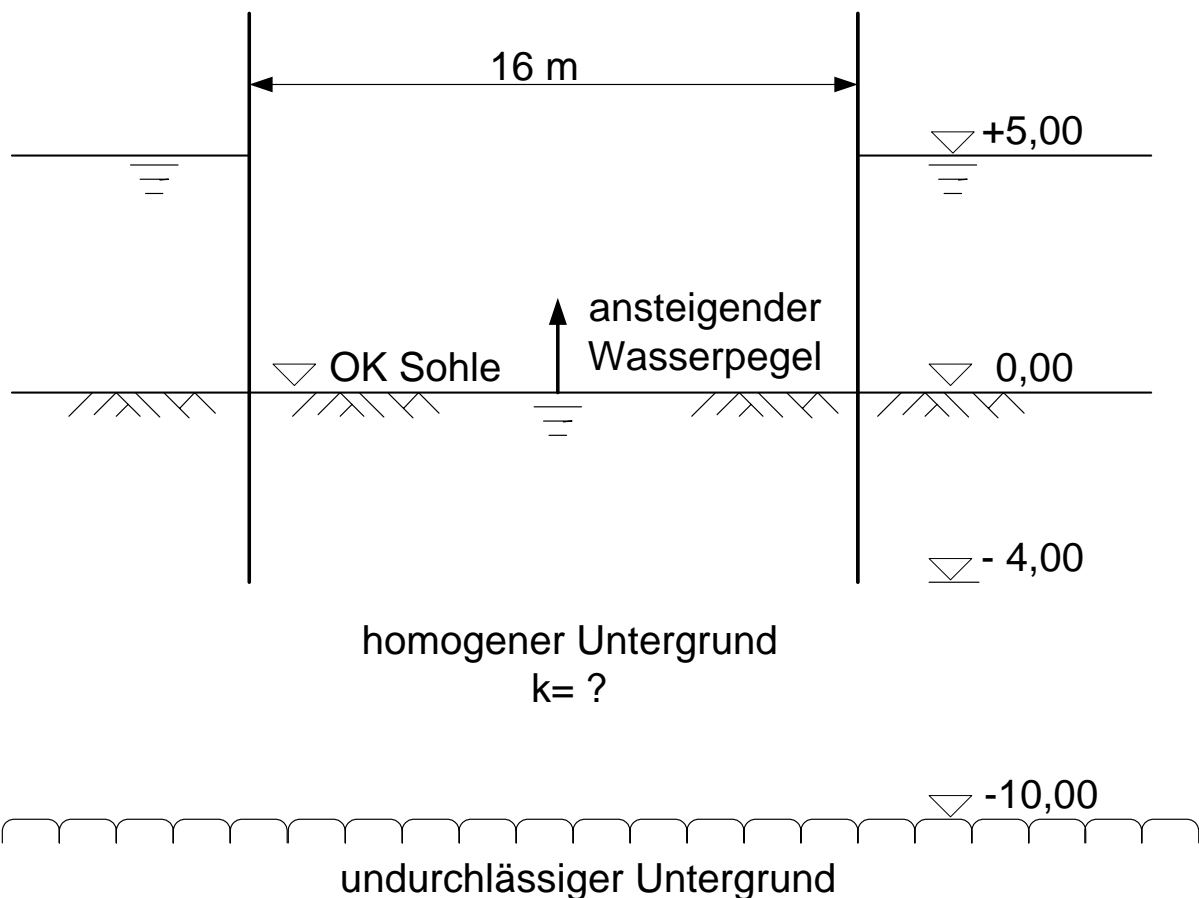
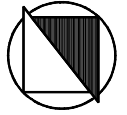


Bild 4.1: Systemschnitt (unmaßstäblich)



Klausur Grundbau / Bodenmechanik unvertieft, Frühjahr 2005, Teilsicherheitskonzept

Name: Matr.-Nr.

Folgende Aufgabenpunkte sind zu bearbeiten:

- 4.1 Zeichnen Sie in **Bild 4.2** das Strömungsnetz für eine Seite des symmetrischen Gesamtsystems. Verwenden Sie dafür insgesamt 5 Stromlinien.
- 4.2 Bestimmen Sie den k -Wert des homogenen Untergrundes, in den die Spundwände einbinden.
- 4.3 Um welches Maß müssen die Spundwände tiefer gerammt werden, damit im stationären Zustand der Wasserspiegel mit Hilfe der vorhandenen Pumpenanlage auf der Höhe der Sohle gehalten werden kann. Begründen Sie Ihre Abschätzung und skizzieren Sie schematisch die Änderungen des Strömungsnetzes (nicht maßstäblich).

Hinweise zur Bearbeitung:

- Wenn Sie den Aufgabenteil 4.2 nicht lösen können, benutzen Sie für den Aufgabenteil 4.3 eine Durchlässigkeit von $k = 1,2 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$

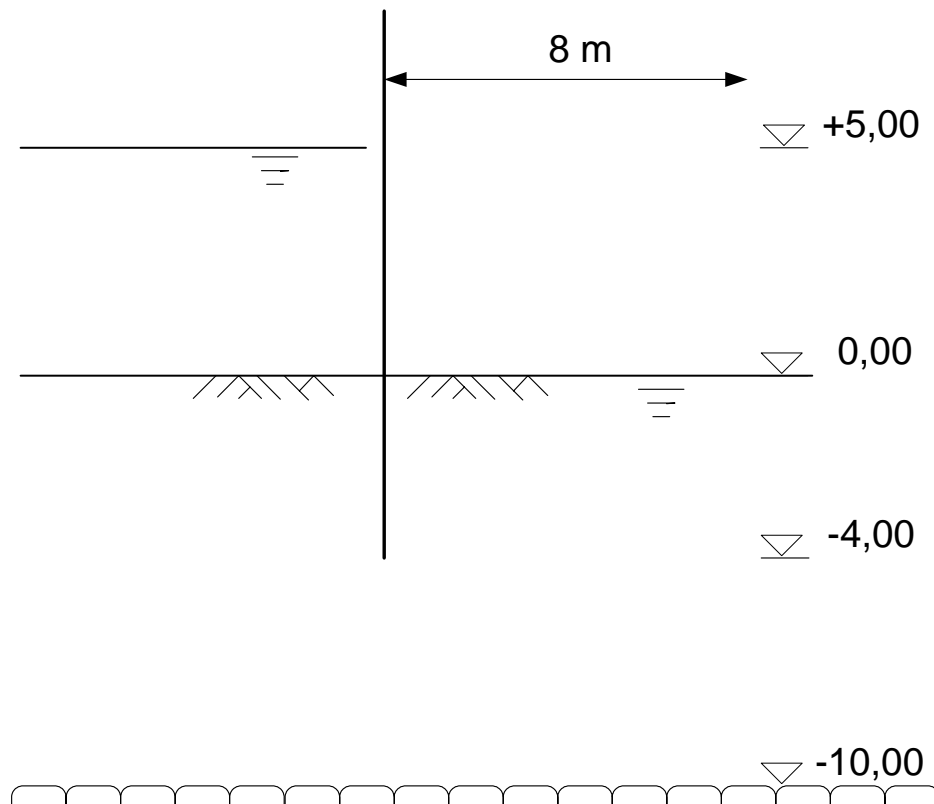
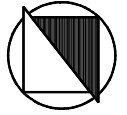


Bild 4.2: Symmetrie - Systemschnitt (unmaßstäblich)



Aufgabe 5: Bohrpfahlgründung, 32 Punkte

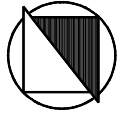
Zur Gründung einer Windrades ist eine Pfahlgründung geplant. Dazu soll von Ihnen die erforderliche Einbindetiefe t der Pfähle wirtschaftlich ermittelt werden. Das **Bild 5.1** zeigt einen Schnitt durch das Fundament und die Pfahlgründung. Die vom Wind verursachte **charakteristische horizontale Einwirkung** an der Generatorkammer hat eine maximale Größe von 0,98 MN je Pfahlreihe. Die **charakteristische vertikale Einwirkung** auf das Fundament aus dem Eigengewicht der Konstruktion und der Gründung beträgt 0,50 MN je Pfahlreihe.

Folgende Aufgabenpunkte sind zu bearbeiten:

- 5.1 Ermitteln Sie aus den gegebenen **Einwirkungen** die erforderlichen **charakteristischen** Widerstände der Pfähle A und B für den Grenzzustand der Tragfähigkeit. Dazu soll als statisches System ein Balken auf zwei Stützen herangezogen werden.
- 5.2 Bestimmen Sie für die unter 5.1 berechneten erforderlichen Widerstände die Einbindetiefe der Pfähle in die dicht gelagerte Sandschicht. Entscheiden Sie zunächst unter der Voraussetzung, daß beide Pfähle die gleiche Einbindetiefe haben sollen, welcher der Pfähle für die Bemessung der Einbindetiefe maßgebend wird.
- 5.3 Aus technischen Gründen ist nur eine Neigung des Turmes von $0,1^\circ$ infolge der Pfahlsetzung zulässig. Überprüfen Sie, ob diese Neigung für die von Ihnen unter 5.2 berechnete Einbindetiefe für den Grenzzustand der Gebrauchstauglichkeit nicht überschritten wird.

Hinweise zur Bearbeitung:

- Die Horizontale **Beanspruchung** der Pfähle ist nicht zu untersuchen.
- Setzungen aus der Gruppenwirkung werden nicht berücksichtigt.
- Der Nachweis des mittragenden Bodens in Aufgabenteil 5.2 ist nicht erforderlich.
- Sollten Sie in Aufgabenteil 5.2 keine sinnvolle Einbindetiefe ermittelt haben, nehmen Sie für den Aufgabenteil 5.3 eine Einbindetiefe in die dicht gelagerte Sandschicht von 1,50 m an.
- In Aufgabenteil 5.3 ist das zeichnen der Widerstands-Setzungslinie nicht erforderlich (Interpolation ausreichend).



Klausur Grundbau / Bodenmechanik unverteft, Frühjahr 2005, Teilsicherheitskonzept

Name: Matr.-Nr.

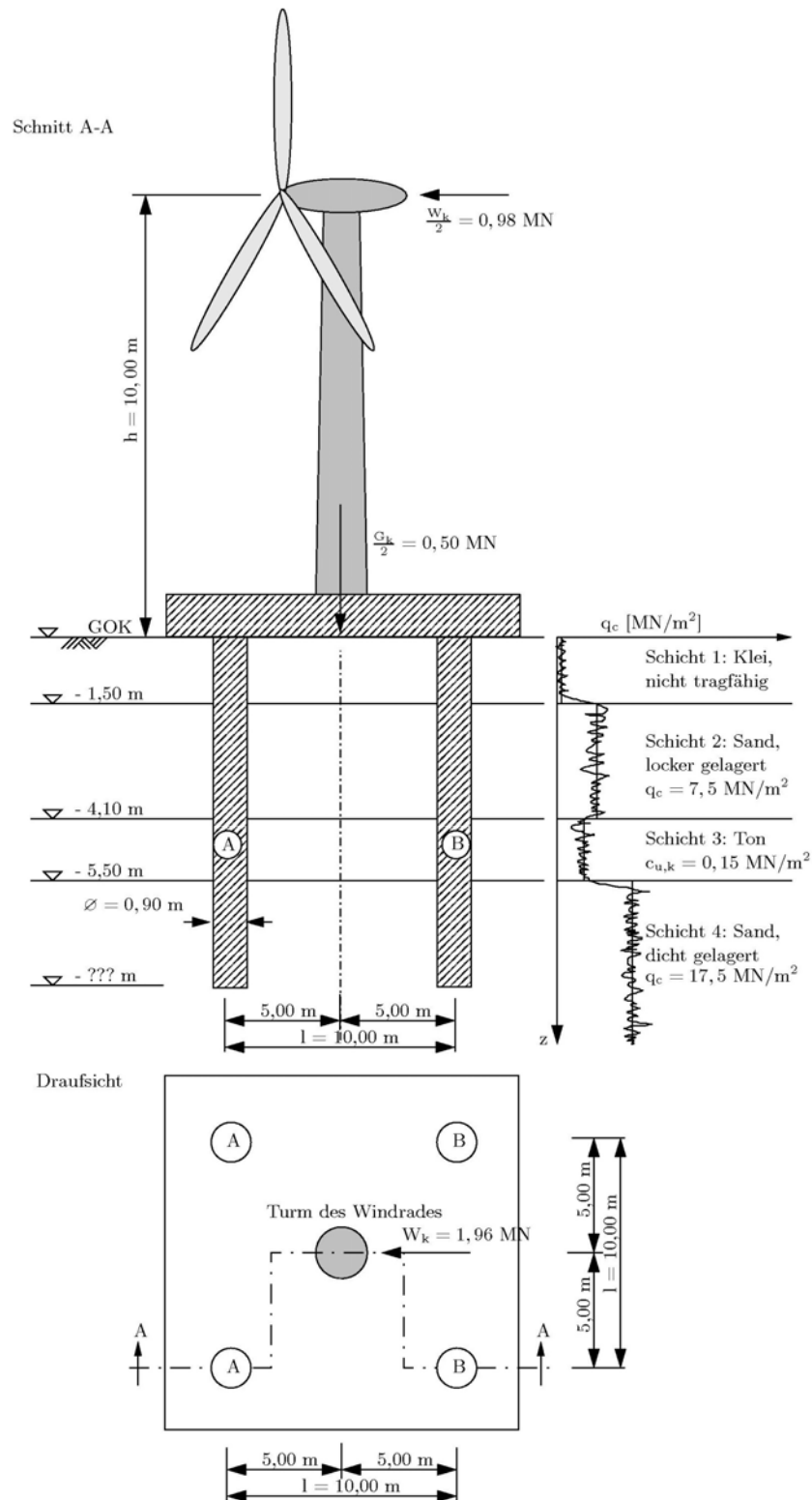
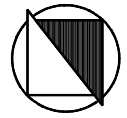


Bild 5.1: Vertikal- und Horizontalschnitt (unmaßstäblich)



Aufgabe 6: Baugrubenwand, 40 Punkte

Die Herstellung eines U-Bahn Tunnels soll in einer offenen wasserdichten Baugrube erfolgen. Die Baugrubenwände werden als überschnittene Bohrpfehlwand hergestellt. Die Abstützung der Wand erfolgt im Endzustand mit einer Aussteifung am Wandkopf und einer Unterwasserbetonsohle.

In einem Abstand von 5 m zum Baugrubenrand verläuft eine Straße, deren Fahrbahnniveau gegenüber der Baugrubenoberkante um rd. 60 cm abgesenkt liegt.

Der Grundwasserstand im Baufeld kann zwischen einer Tiefe von 4,50 bis 5,50 m u. GOK schwanken.

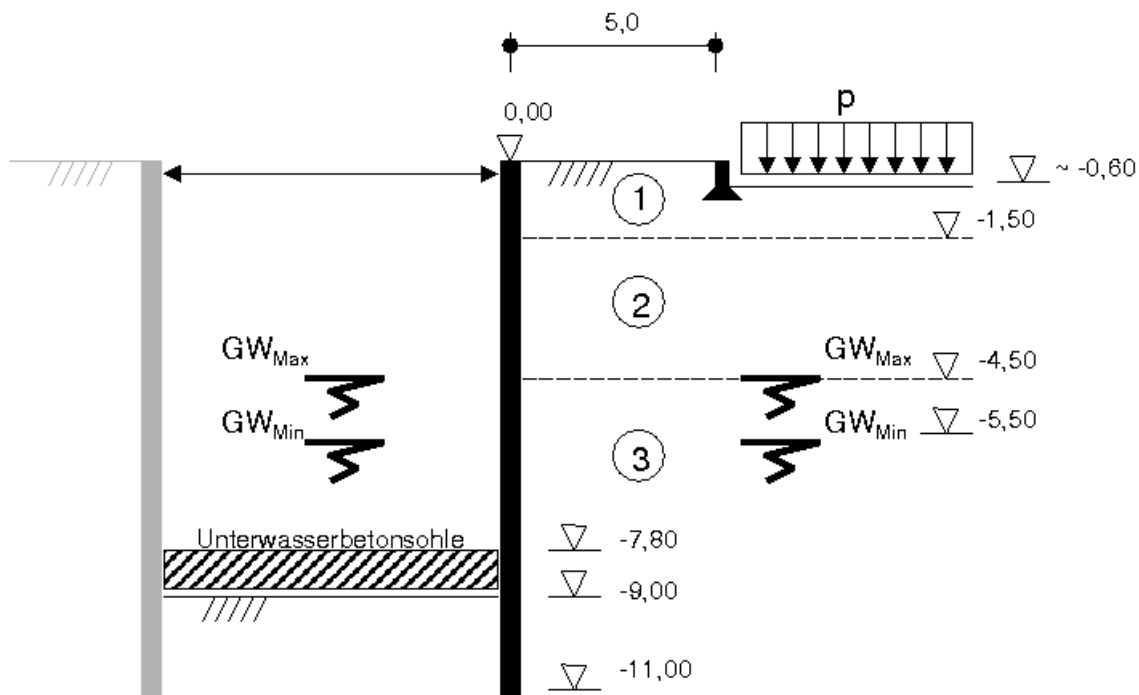
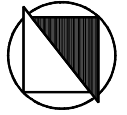


Bild 6.1: Schnittdarstellung (unmaßstäblich, rechte Seite maßgebend)

Boden 1:	Auffüllung:	$\varphi_k = 30^\circ$	$\gamma_k / \gamma_k' = 17 / 7 \text{ kN/m}^3$
Boden 2:	Lehm:	$\varphi_k = 22,5^\circ$; $c = 12 \text{ kN/m}^2$	$\gamma_k / \gamma_k' = 20 / 10 \text{ kN/m}^3$
Boden 3:	Kiessand:	$\varphi_k = 35^\circ$	$\gamma_k / \gamma_k' = 19 / 12 \text{ kN/m}^3$
Verkehrslast:	$p_k = p = 10 \text{ kN/m}^2$		



Klausur Grundbau / Bodenmechanik unvertieft, Frühjahr 2005, Teilsicherheitskonzept

Name: Matr.-Nr.

Folgende Aufgabenpunkte sind zu bearbeiten:

- 6.1 Überprüfen Sie, ob für den Bauzustand der Baugrube vor Einbau der Unterwasserbetonsohle eine Wandhöhe von 11,0m für eine freie Fußauflagerung ausreichend ist. Geben Sie die **Bemessungsbeanspruchung und den Bemessungswiderstand des Erdaufлагers** für die gegebene Wandlänge an.

Wählen Sie für die Wand ein möglichst einfaches statisches System und den auf der sicheren Seite liegenden Wasserstand, wobei davon auszugehen ist, dass sich der Wasserstand frei ausspiegeln kann.

- 6.2 Berechnen Sie die **charakteristische Steifenkraft** in der Unterwasserbetonsohle im Endzustand der Baugrube nach Einbau der Unterwasserbetonsohle und Abpumpen des Grundwassers.

Wählen Sie für die Wand ein möglichst einfaches statisches System und den auf der sicheren Seite liegenden Wasserstand.

Hinweise zur Bearbeitung:

- Untersuchen Sie nur die rechte Seite der Baugrube.
- Die Kopfaussteifung kann für das statische System unmittelbar am Kopf angreifend angesetzt werden.
- Es werden keine Untersuchungen zum vertikalen Gleichgewicht oder Auftrieb gefordert.