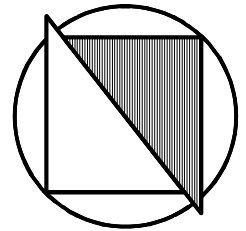




RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM

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



Diplomhauptprüfung

**Grundbau und Bodenmechanik
(unvertieft)**

Sommer 2006
(Teilsicherheitskonzept)

Name:

Matr.-Nr.:

Bewertung

Aufgabe	1	2	3	4	5	6	Summe
Punkte	35	22	40	25	28	30	180
erreicht							

Aufgabe 1 (35 Punkte)

Im Rahmen einer Erweiterungsmaßnahme ist auf einem Brauereigelände das in Abbildung 1.1 dargestellte Lagergebäude neu zu errichten. Neben dem Gebäude verläuft eine alte Wasserleitung, mit der das Brauwasser vom Brunnen zur Maische transportiert wird. Überschreiten die Setzungen infolge des Neubaus im Punkt P den Betrag von 6 mm, besteht die Gefahr, dass die Leitung beschädigt wird. Es ist jedoch ohnehin geplant, die Leitung ein halbes Jahr nach Fertigstellung der Lagerhalle zu erneuern.

Es soll geprüft werden, ob die Leitung die aus dem Bauwerk resultierenden Setzungen im Punkt P bis zur Erneuerung übersteht oder ob die Leitung schon früher erneuert werden muss. Dazu sind die folgenden Aufgabenpunkte zu bearbeiten:

1. Berechnen Sie die setzungsrelevanten Spannungen im Punkt P. Das Schichtprofil ist in Abb. 1.2 gegeben. Als Lamellenhöhe ist 2,00 m zu wählen.
2. Berechnen Sie die Endsetzungen im Punkt P mit der indirekten Setzungsmethode. Der Steifemodul E_s für die Tonschicht ist aus einem Ödometerversuch in Abhängigkeit der vertikalen Spannung σ in Abb. 1.3 dargestellt. (Hinweis: Stellen Sie zunächst die Funktion für den Steifemodul $E_s(\sigma)$ auf)
3. Wann ist die Endsetzung im Punkt P erreicht? Benutzen Sie dazu das in Abb. 1.4 dargestellte Zeit-Setzungsdiagramm, welches aus einem Ödometerversuch mit einer Probenhöhe von 2,00 cm (beidseitige Entwässerung) bestimmt wurde.
4. Wann wird die Setzung von 6 mm im Punkt P erreicht? Kann die bestehende Wasserleitung noch ein halbes Jahr lang benutzt werden?

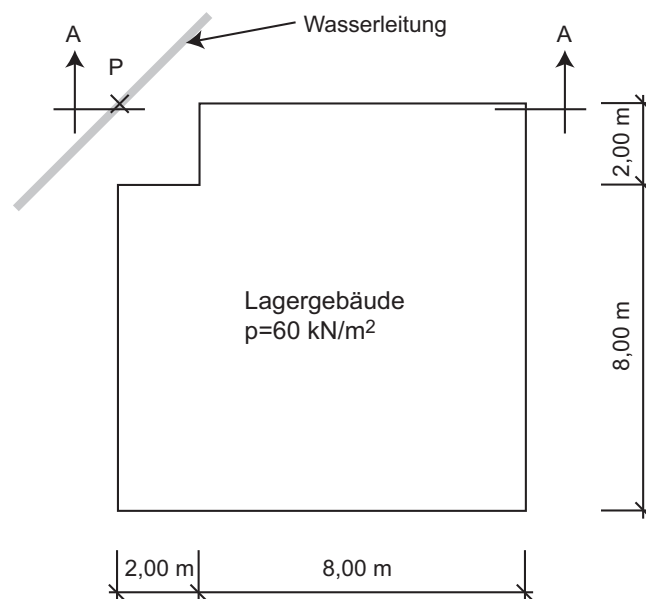


Abb 1.1.:
Grundriß

Name: Matr.-Nr.

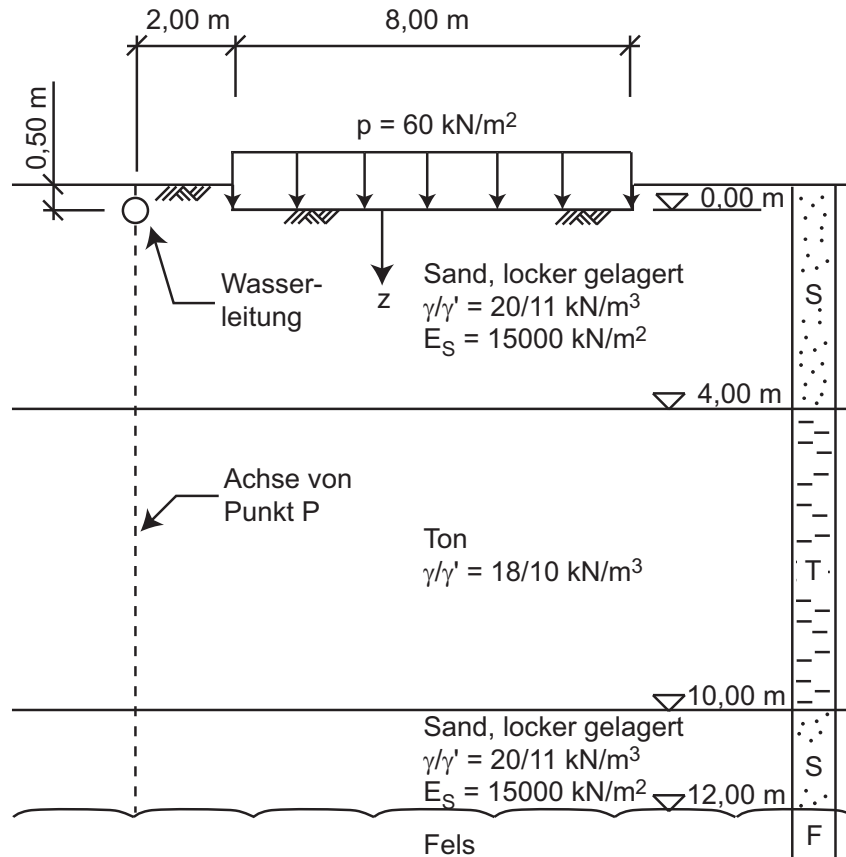


Abb 1.2: Schnitt

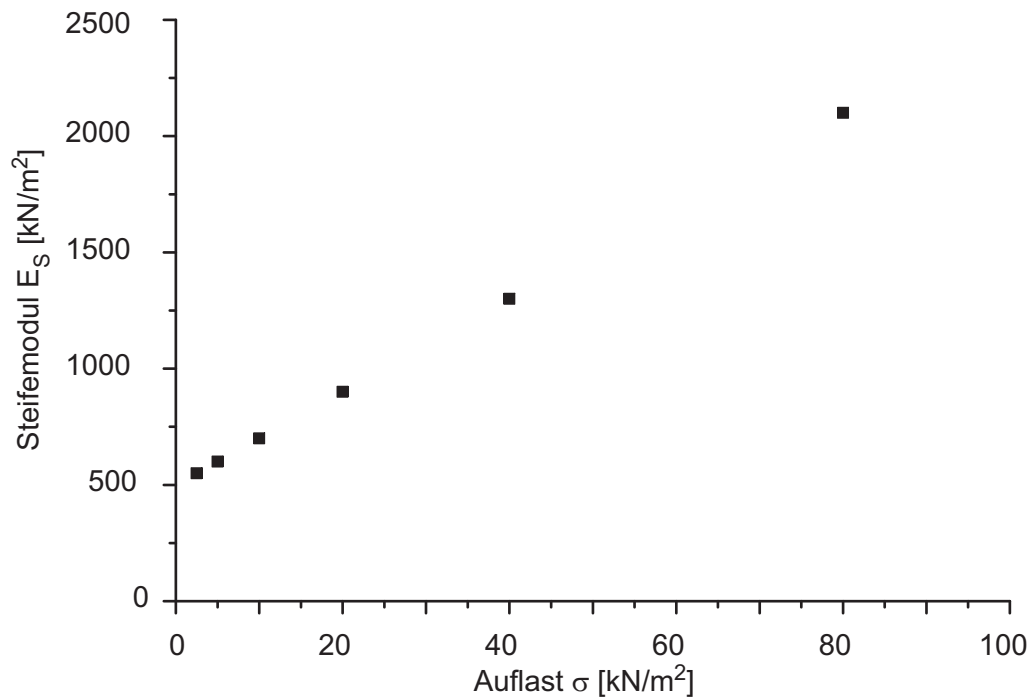


Abb. 1.3: Steifemodul E_S des Tons in Abhängigkeit der Auflast σ aus einem Ödometerversuch

Name: Matr.-Nr.

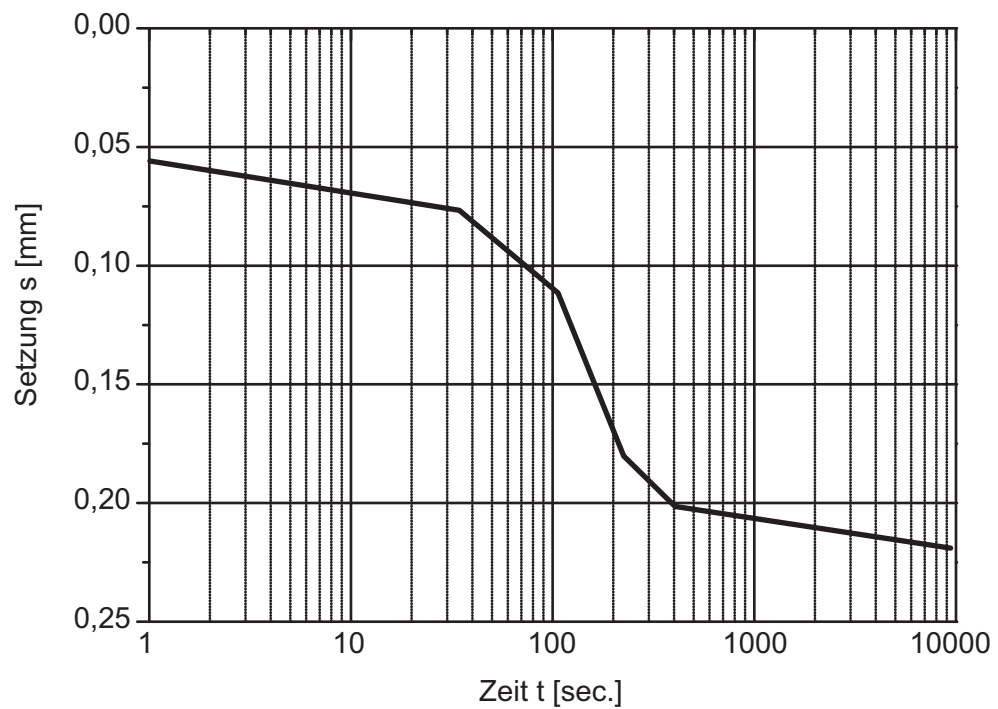


Abb. 1.4: Zeit-Setzungskurve des Tons aus einem Ödometerversuch

Aufgabe 2 (22 Punkte)

Für ein Bauprojekt in einem eiszeitlich vorbelasteten Tonboden soll auf die Ergebnisse von älteren Laborversuchen zurückgegriffen werden. Diese wurden an ungestörten Proben aus den Tiefen $z_1 = -5,0$ m und $z_2 = -10,0$ m (siehe Abb. 2.1) durchgeführt. Die Dokumentation dieser Versuche ist jedoch lückenhaft. Es liegen vor:

- der Verlauf der Porenzahl e mit der Vertikalspannung σ in einem Ödometerversuch an einer Probe aus der Tiefe $z_1 = -5,0$ m (siehe Abb. 2.2). Die Probe wurde nach der Entnahme mit der in-situ wirksamen Vertikalspannung $\sigma = 50$ kN/m² rekonsolidiert (Anfangsporenzahl $e_0 = 1,150$).
- die Anfangsporenzahl $e_0 = 1,112$ bei der Rekonsolidierungsspannung $\sigma = 100$ kN/m² in einem Versuch an einer Probe aus der Tiefe $z_2 = -10,0$ m (siehe Abb. 2.2). Die zugehörige e - $\ln(\sigma)$ -Kurve des Ödometerversuches fehlt jedoch.
- die maximale Scherfestigkeit τ_{\max} in zwei Rahmenscherversuchen an Proben aus der Tiefe $z_2 = -10,0$ m. Die Versuche wurden mit den Vertikalspannungen $\sigma = 150$ kN/m² bzw. $\sigma = 400$ kN/m² durchgeführt. Die Punkte (τ_{\max}, σ) sind in einem τ - σ -Diagramm in der Abb. 2.3 eingetragen.

Aus den vorliegenden Daten sind zu bestimmen:

1. der Kompressionsbeiwert C_c
2. der Schwellbeiwert C_s
3. die der aktuellen Porenzahl in-situ äquivalente Spannung σ_{e1} für die Probe aus der Tiefe $z_1 = -5,0$ m
4. die e - $\ln(\sigma)$ -Kurve des Ödometerversuches an der Probe aus der Tiefe $z_2 = -10,0$ m
5. die Vorlastspannung σ_{v2} für die Probe aus der Tiefe $z_2 = -10,0$ m
6. der Winkel der Gesamtscherfestigkeit φ_s'
7. der effektive Reibungswinkel φ'
8. die effektive Kohäsion c_2' für die Probe aus der Tiefe $z_2 = -10,0$ m
9. die effektive Kohäsion c_1' für die Probe aus der Tiefe $z_1 = -5,0$ m
10. der zu erwartende Neigungswinkel α_f der Scherfuge zur Horizontalen in einem Triaxialversuch mit einem effektiven Seitendruck $\sigma_3' \ll \sigma_v$

Name: Matr.-Nr.

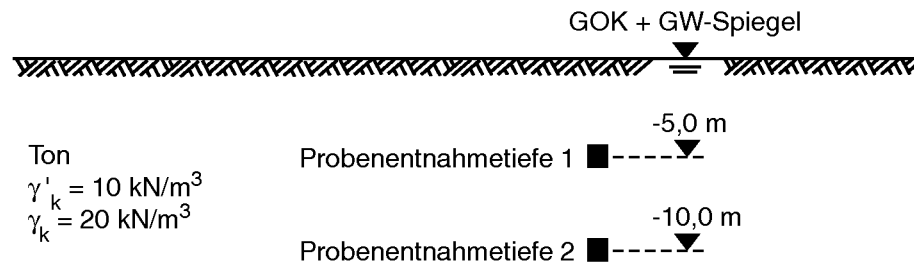


Abb. 2.1: Schnitt und Probenahmetiefen

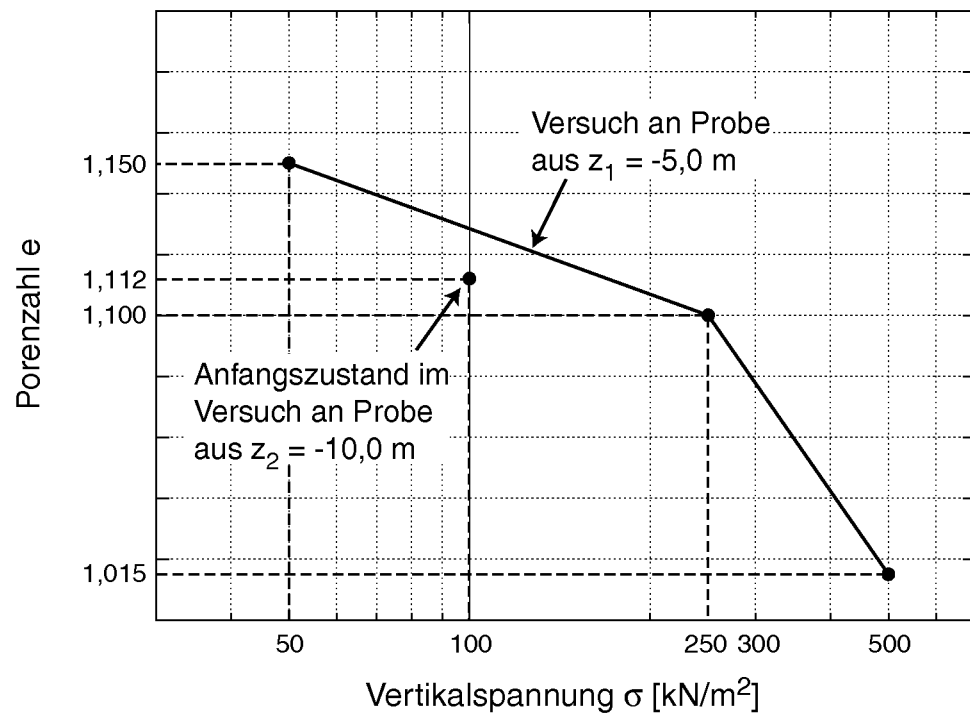


Abb 2.2: Ödometerversuch

Name: Matr.-Nr.

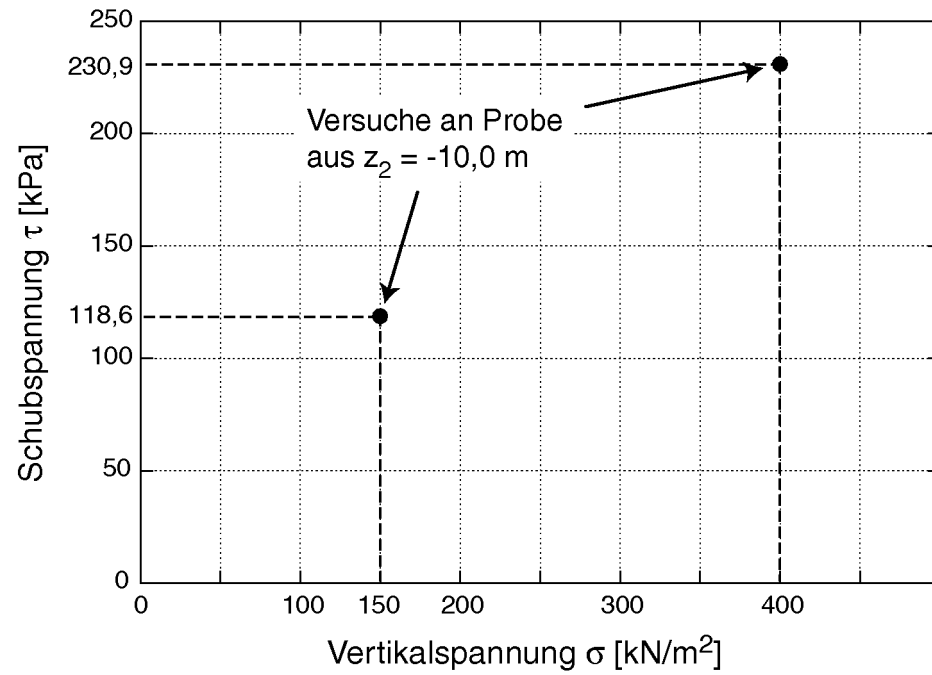


Abb. 2.3: Rahmenscherversuche

Aufgabe 3 (40 Punkte)

In Abb. 3.1 ist eine umströmte, einfach gestützte Spundwand mit unbekannter Einbindetiefe t dargestellt. Die k -Werte der Kies- und Sandschicht, die Wichten und Wandreibungswinkel, sowie das mittlere hydraulische Gefälle der Sandschicht i_{Sand} sind in Abb.3.1 angegeben.

Im Einzelnen sind folgende Aufgabenteile zu bearbeiten:

1. Ermitteln Sie die Einbindetiefe t der Spundwand. Nehmen Sie einen linearen Potentialabbau in jeder Schicht an. Die Kenntnis des angegebenen hydraulischen Gefälles der Sandschicht i_{Sand} reicht zur Berechnung der Einbindetiefe t aus. In diesem Aufgabenteil ist die Ermittlung der Erd- und Wasserdruckverteilung und die daraus folgende iterative Ermittlung der Einbindetiefe nicht gefragt!
2. Ermitteln Sie die Erd- und Wasserdruckverteilung unter Berücksichtigung der Umströmung der Spundwand und der Annahme eines linearen Potentialabbaus in jeder Schicht. Verwenden Sie die unter 3.1 ermittelte Einbindetiefe t .
3. Weisen Sie das Erdauflager der Wand im Bauzustand nach (frei aufgelagert). Hierfür ist eine Erddruckumlagerung oberhalb der Baugrubensohle in eine wirklichkeitsnahe Einwirkungsfigur durchzuführen. Die charakteristische Ankerkraft A_k soll zu 194,3 kN/m angesetzt werden.

Hinweis: Sollten Sie Aufgabenteil 1.1 nicht lösen, nehmen Sie die Einbindetiefe zu $t = 6,0$ m an!

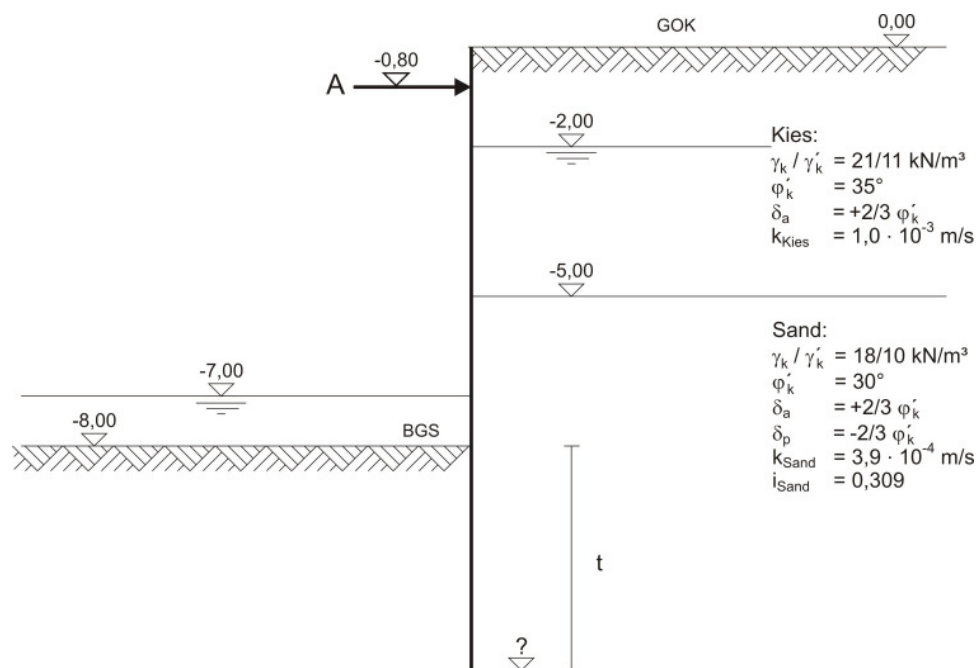


Bild 3.1: Spundwandsystem

Aufgabe 4 (25 Punkte)

In Abbildung 4.1 ist ein Streifenfundament dargestellt, welches zentrisch mit einem Eigengewicht V_k und horizontal mit der ständigen Einwirkung H_k belastet wird. Auf beiden Seiten des Fundamentes befinden sich sehr lange Böschungen mit einem Neigungswinkel β . Der Boden neben dem Fundament sowie die Böschungen sind mit ständigen Einwirkungen p_k belastet, wobei p_k links des Fundamentes um 10 kN/m^2 größer ist als auf der rechten Seite.

1. Skizzieren Sie zwei mögliche Grundbruchfiguren (ohne Berechnung) und begründen Sie diese.
2. Berechnen Sie die zwei möglichen Grundbruchwiderstände $R_{n,d}$ und führen Sie für den maßgebenden Widerstand den Nachweis gegen Grundbruchversagen im LF 1.

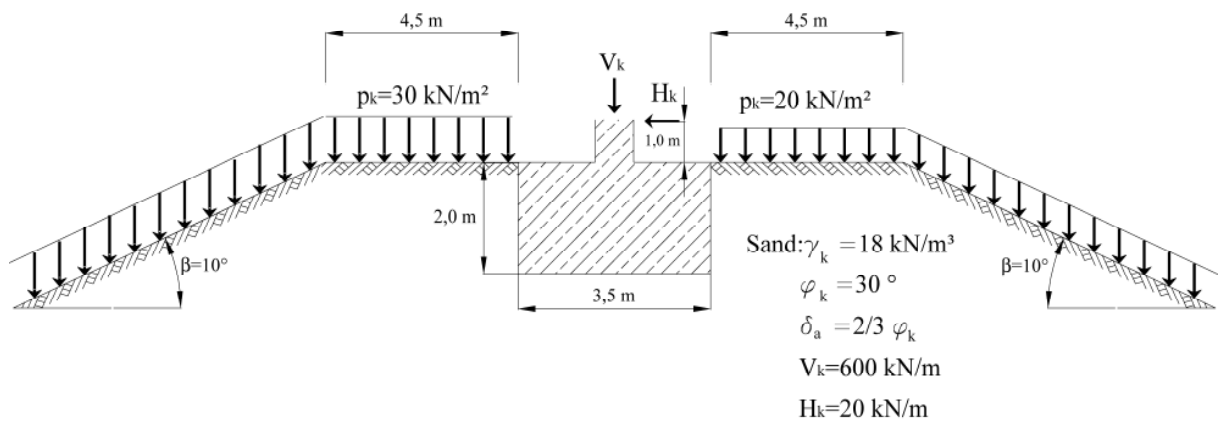


Abb. 4.1: Systemschnitt

Name: Matr.-Nr.

Aufgabe 5 (28 Punkte)

Der abgebildete Geländesprung soll mittels einer einfach verankerten Spundwand gestützt werden. Im Rahmen der Planung ist der maßgebende Bruchmechanismus zu ermitteln. Die aufzunehmende Ankerkraft (charakteristischer Wert) ist zu 80 kN/m berechnet worden.

1. Führen Sie den Nachweis gegen Versagen in der tiefen Gleitfuge. Verwenden Sie hierzu Abbildung 5.1.
2. In Abbildung 5.2 sind zwei mögliche Gleitkreise GK1 und GK2 skizziert. Beide Gleitkreise haben einen Radius von 13,0 m. Die Flächen A1 bzw. A2 der Gleitkörper, deren Schwerpunkte S1 und S2 in der Abbildung eingetragen sind, betragen:

$$A1 = 110 \text{ m}^2$$

$$A2 = 135 \text{ m}^2$$

- a) Muß die Ankerkraft für GK1 bzw. GK2 als äußere oder als innere Kraft behandelt werden?
- b) Führen Sie den Nachweis der Sicherheit gegen Geländebruch mit Hilfe des lamellenfreien Verfahrens nach Krey für den Fall, daß die Ankerkraft als äußere Kraft angesetzt wird.

Name: Matr.-Nr.

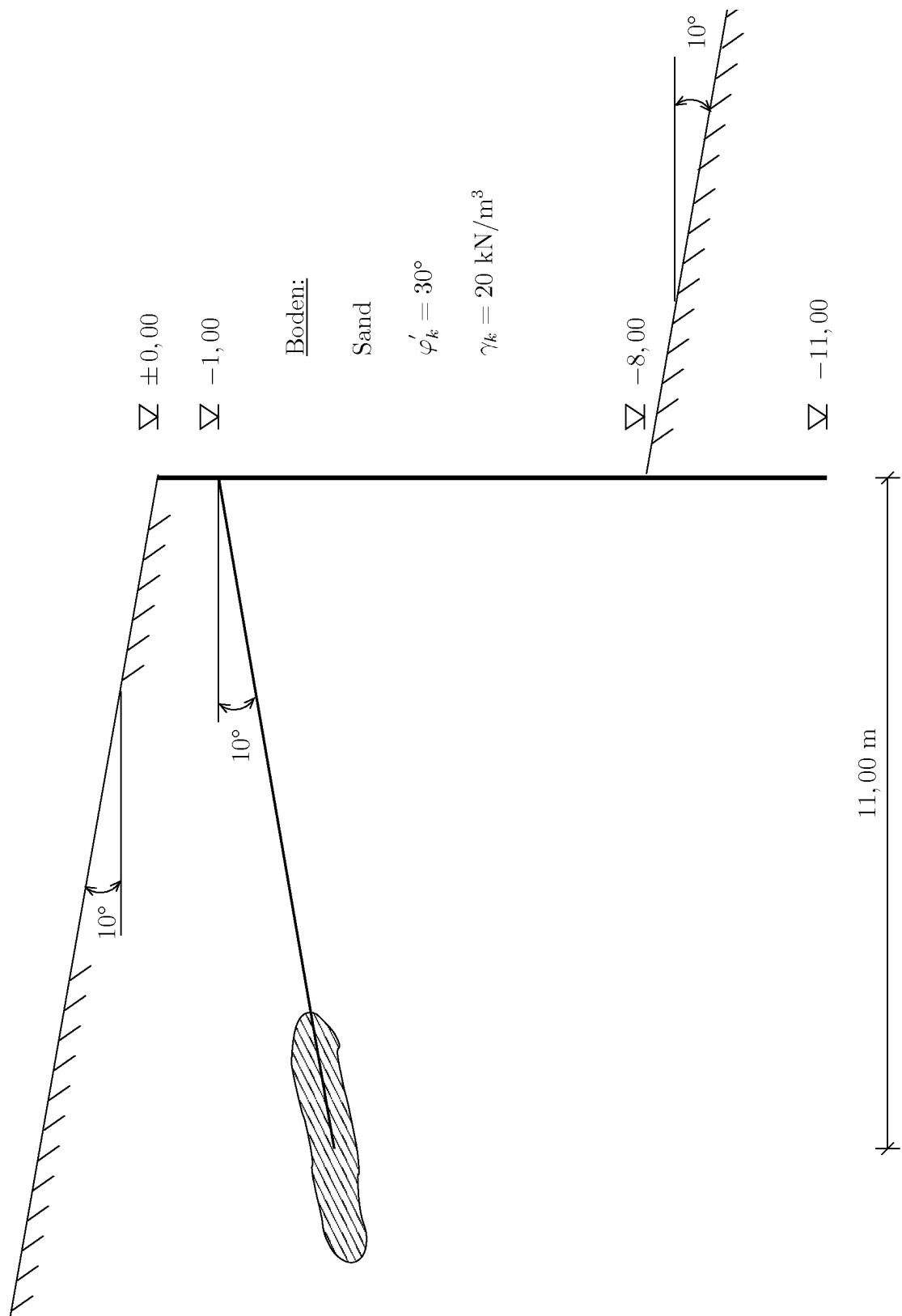


Abb. 5.1: Systemschnitt "Tiefe Gleitfuge"

Name: Matr.-Nr.

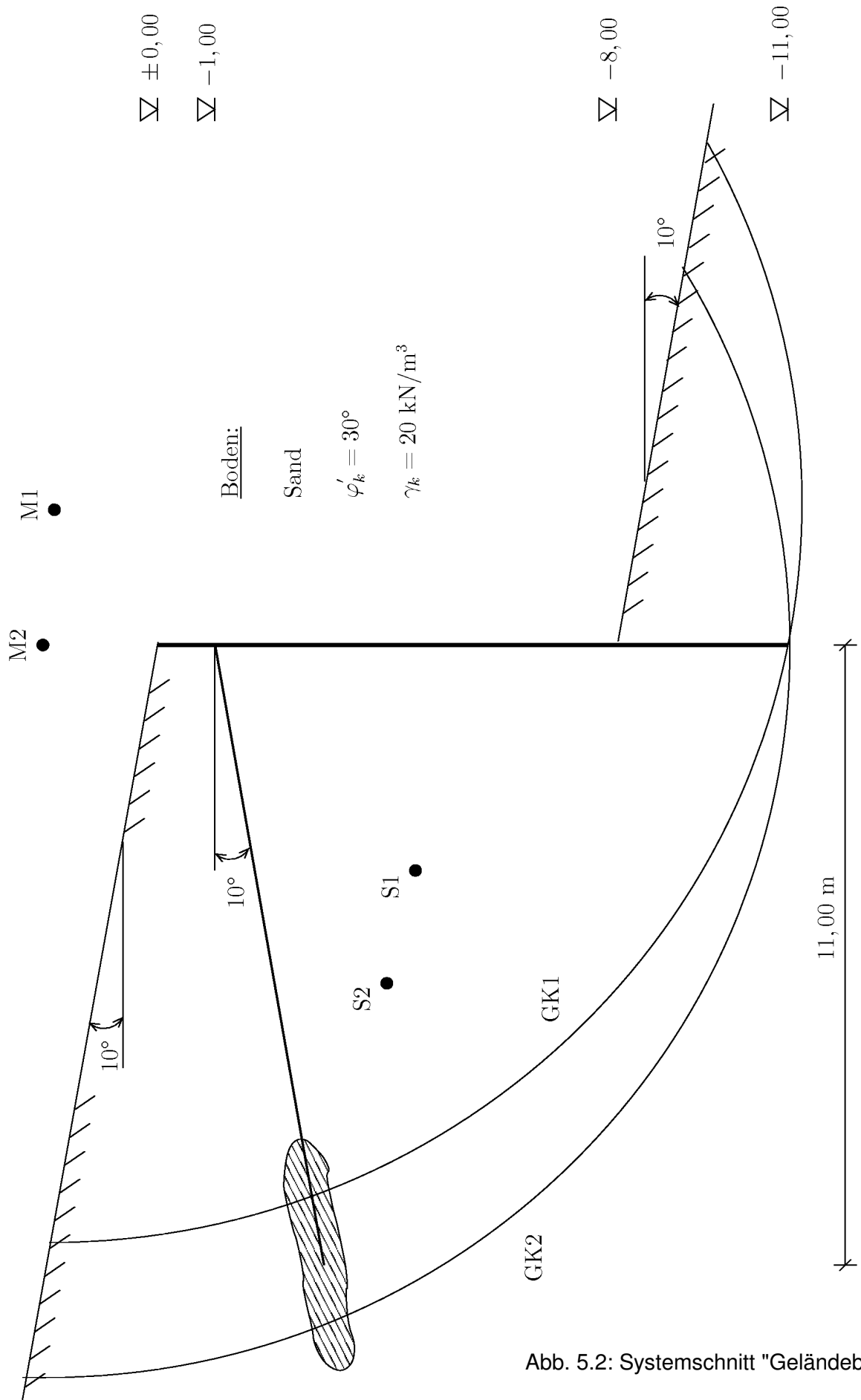


Abb. 5.2: Systemschnitt "Geländebruch"

Aufgabe 6 (30 Punkte)

Eine Baugrube soll in Trogbauweise mit hochliegender, rückverankerter Injektionssohle hergestellt werden, Bild 6.1. Grundwasserleiter ist der Sand. Das Grundwasser ist unter dem Decklehm gespannt.

Die Rückverankerung der Injektionssohle soll mit Mikropfählen im Raster $1,50 \times 1,80$ m erfolgen. Die Länge der Mikropfähle ist auf Grund einer tiefliegenden organischen Bodenschicht begrenzt. Es ist daher eine ergänzende Grundwasserteilabsenkung vorgesehen.

- Berechnen Sie die maximal zulässige Tiefe des Aushubs im Decklehm vor Herstellung der Injektionssohle nach dem Kriterium 'Auftrieb'
 - Berechnen Sie die maximal zulässige Tiefe des Aushubs im Decklehm vor Herstellung der Injektionssohle nach dem Kriterium 'Hydraulischer Grundbruch'
 - Berechnen Sie die mindestens erforderliche Tiefe für eine Grundwasserabsenkung im Endaushubzustand, so daß die Auftriebssicherheit der Injektionssohle inkl. Mikropfähle gewährleistet ist (gefragt ist die mittlere Druckhöhe, nicht der Wasserstand in einem Brunnen).
 - Berechnen Sie den minimal erforderlichen Bohrdurchmesser für die Mikropfähle. Die Mantelreibung $q_{s,k}$ ist im Bild 6.1 angegeben.
- Sollten Sie den Aufgabenteil c) nicht gelöst haben, nehmen Sie einen Restauftrieb von $A_k = 80 \text{ kN/m}^2$ an.

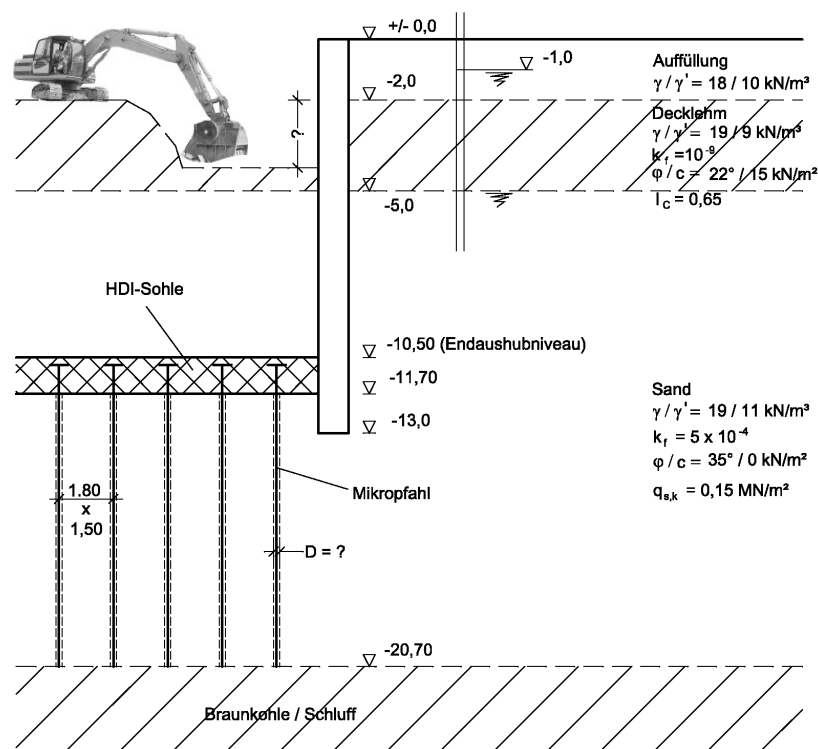


Abb. 6.1: Systemschnitt