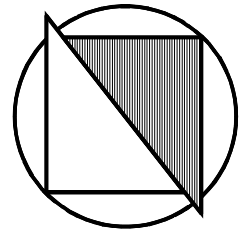




**RUHR-UNIVERSITÄT BOCHUM**

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



Diplomhauptprüfung

**Grundbau und Bodenmechanik  
(unvertieft)**

Frühjahr 2007  
(Teilsicherheitskonzept)

Name: .....

Matr.-Nr.: .....

Bewertung

<b>Aufgabe</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>		<b>Summe</b>
Punkte	25	40	40	25	50		<b>180</b>
erreicht							

## Aufgabe 1 (25 Punkte)

Ein 20,0 m hoher Damm soll auf einer wassergesättigten, normalkonsolidierten Tonschicht der Mächtigkeit 20,0 m geschüttet werden (Bild 1.1). Zur Bestimmung des charakteristischen Wertes der undrännierten Kohäsion  $c_{u,k}$  wurden Proben aus der mittleren Tiefe der Tonschicht entnommen. Im Labor wurden drei UU-Triaxialversuche (unkonsolidiert undränniert) an diesen Proben durchgeführt. Die folgende Tabelle faßt die totalen Seitendrucke  $\sigma_3$  und die gemessenen maximalen totalen Vertikalspannungen  $\sigma_1$  zusammen:

Versuch	$\sigma_3$ [kN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_1$ [kN/m <sup>2</sup> ]
1	100	200
2	200	300
3	300	400

Zu bearbeiten sind die folgenden Punkte:

- 1.1) Bestimmen Sie den charakteristischen Wert der undrännierten Kohäsion  $c_{u,k}$  der Tonschicht aus den Ergebnissen der drei UU-Triaxialversuche. Verwenden Sie hierfür das Diagramm in Bild 1.2.
- 1.2) Nennen Sie einen Versuch, mit dem man die undrännierte Kohäsion in-situ bestimmen könnte.
- 1.3) Beurteilen Sie, ob der Damm in einer einzigen Schüttung (Höhe 20,0 m) aufgebracht werden kann, ohne dass es zu einem Böschungsbruchversagen am Dammfuß kommt. Ist die vorhandene undrännierte Kohäsion hierfür ausreichend?
- 1.4) Man entschließt sich, die Schüttung in zwei Teilabschnitten mit jeweils der Höhe 10,0 m aufzubringen. Beurteilen Sie, ob die vorhandene undrännierte Kohäsion für die erste Teilschüttung ausreichend ist.
- 1.5) Welche undrännierte Kohäsion  $c_{u,k}$  würde erreicht werden, wenn man die Primärkonsolidierung der Tonschicht unter der ersten Teilschüttung vollständig abwarten würde? Reicht diese undrännierte Kohäsion aus, um die zweite Teilschüttung aufzubringen?
- 1.6) Um Zeit zu sparen, möchte man nicht bis zur vollständigen Primärkonsolidierung der Tonschicht unter der ersten Teilschüttung warten. Wann kann die zweite Teilschüttung frühestens aufgebracht werden?
- 1.7) Wie könnte die unter Punkt 1.6) ermittelte Zeit weiter verkürzt werden?

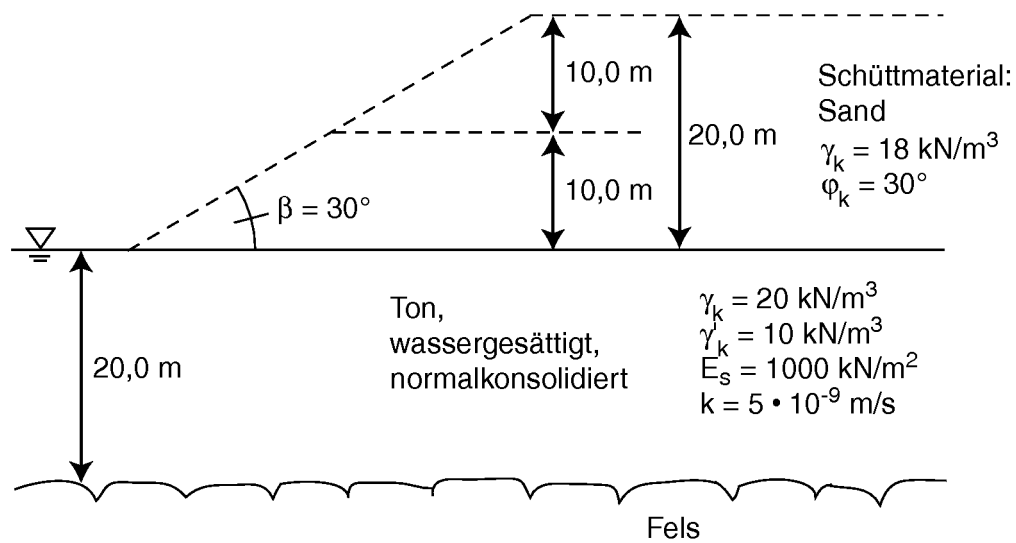


Bild 1.1: Querschnitt des Damms auf der Tonschicht

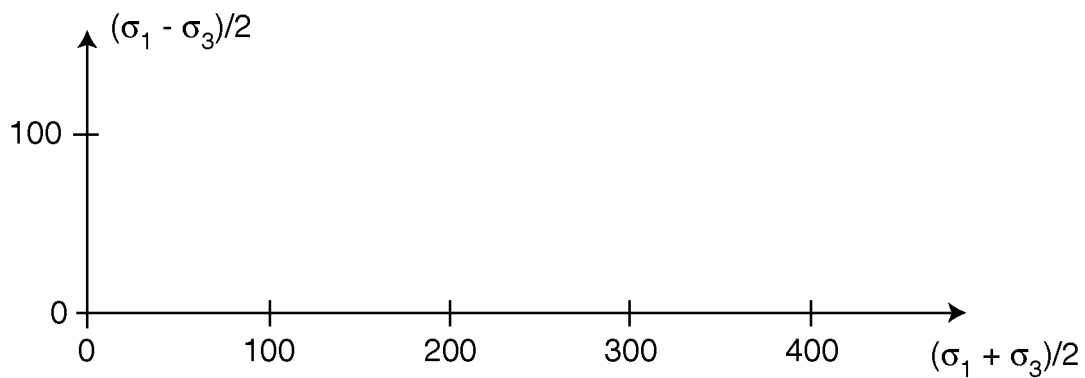


Bild 1.2: Auswertung der UU - Versuche

## Aufgabe 2 (40 Punkte)

Ein privater Investor plant die Eröffnung eines Restaurants auf dem schiefen Turm von Pisa. Als die Stadt Pisa ihm dies verwehrt, lässt er den Glockenturm originalgetreu in einem benachbarten Ort errichten. Um ebenfalls eine Schiefstellung des Turms zu erreichen, werden aus Pisa Blei-Gewichte herbeigeschafft und direkt neben dem Turm angeordnet.

Bearbeiten Sie hierzu folgende Aufgaben:

- 2.1) Berechnen Sie die vertikale Spannung unter dem Punkt A (Bild 2.1) infolge des Eigengewichts ~~des Bodens~~ des Turmes (10.000 t, inklusive Fundament **und Aushub**) und der Bleigewichte (insgesamt 1.000 t). Die gestrichelten Linien in Bild 2.2 stellen die Lamellengrenzen für die Setzungsberechnung in Teilaufgabe 2 dar. In diesen Tiefen sollen daher auch die Spannungen berechnet werden. Die Systeme Turm und Blei-Gewichte sind hierbei als schlaff anzusehen.
- 2.2) Ermitteln Sie mit der indirekten Setzungsmethode die nach einem Jahr zu erwartende Setzung unter dem Punkt A (Bild 2.1). Die Setzung in der Sandschicht soll nicht berechnet werden. Gehen Sie für die Berechnung davon aus, dass Turm und Bleigewichte gleichzeitig aufgestellt werden. Die zu erwartende Setzung unter B beträgt 3,40 cm. Wie groß ist die Setzungsdifferenz zwischen den Punkten A und B?
- 2.3) Bewirken die Bleigewichte langfristig eine größere oder kleinere Schiefstellung des Turms (ohne Rechnung!)?

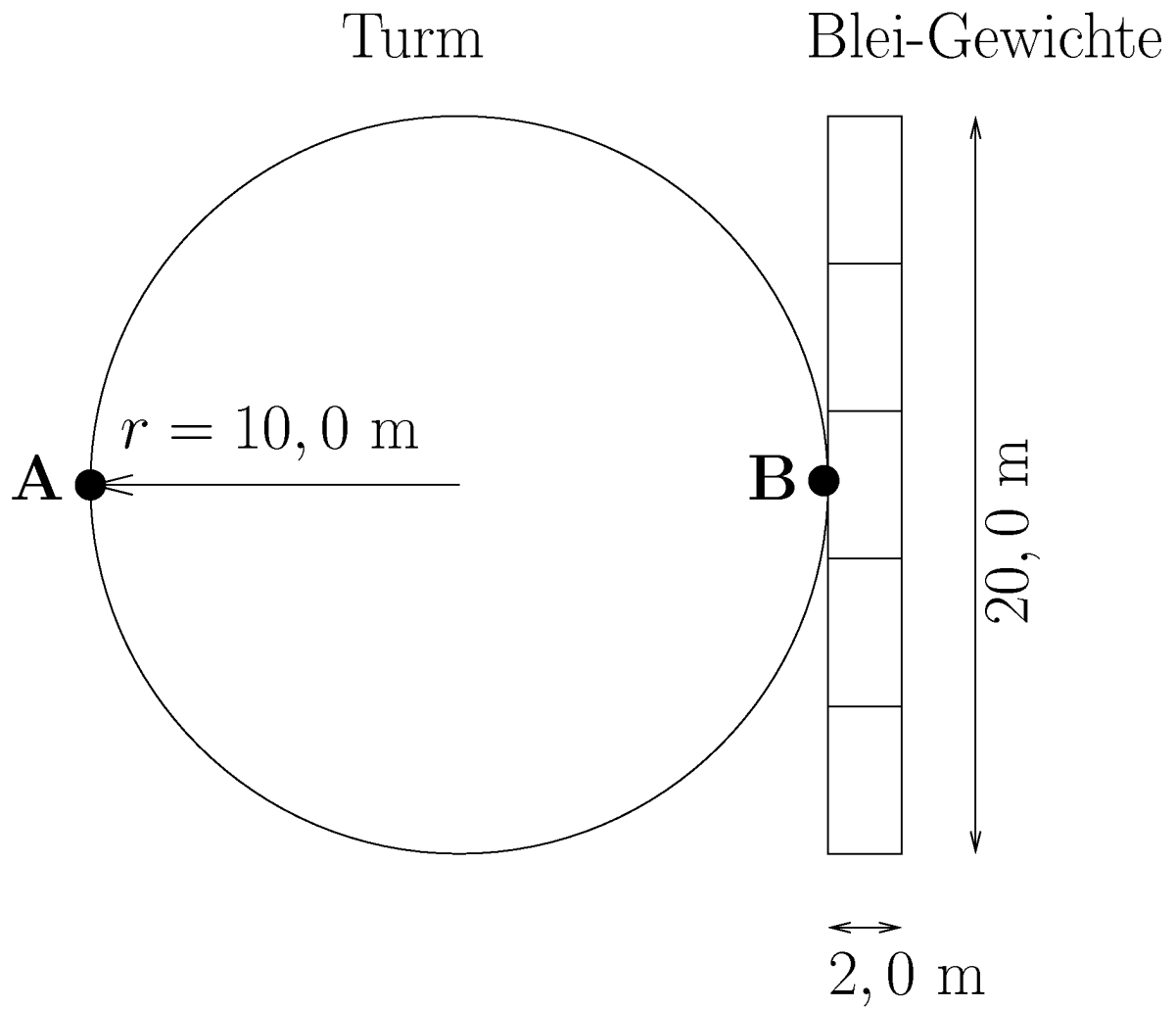


Bild 2.1: Grundriß

Turm

Eigengewicht: 10.000 t

Durchmesser: 20 m

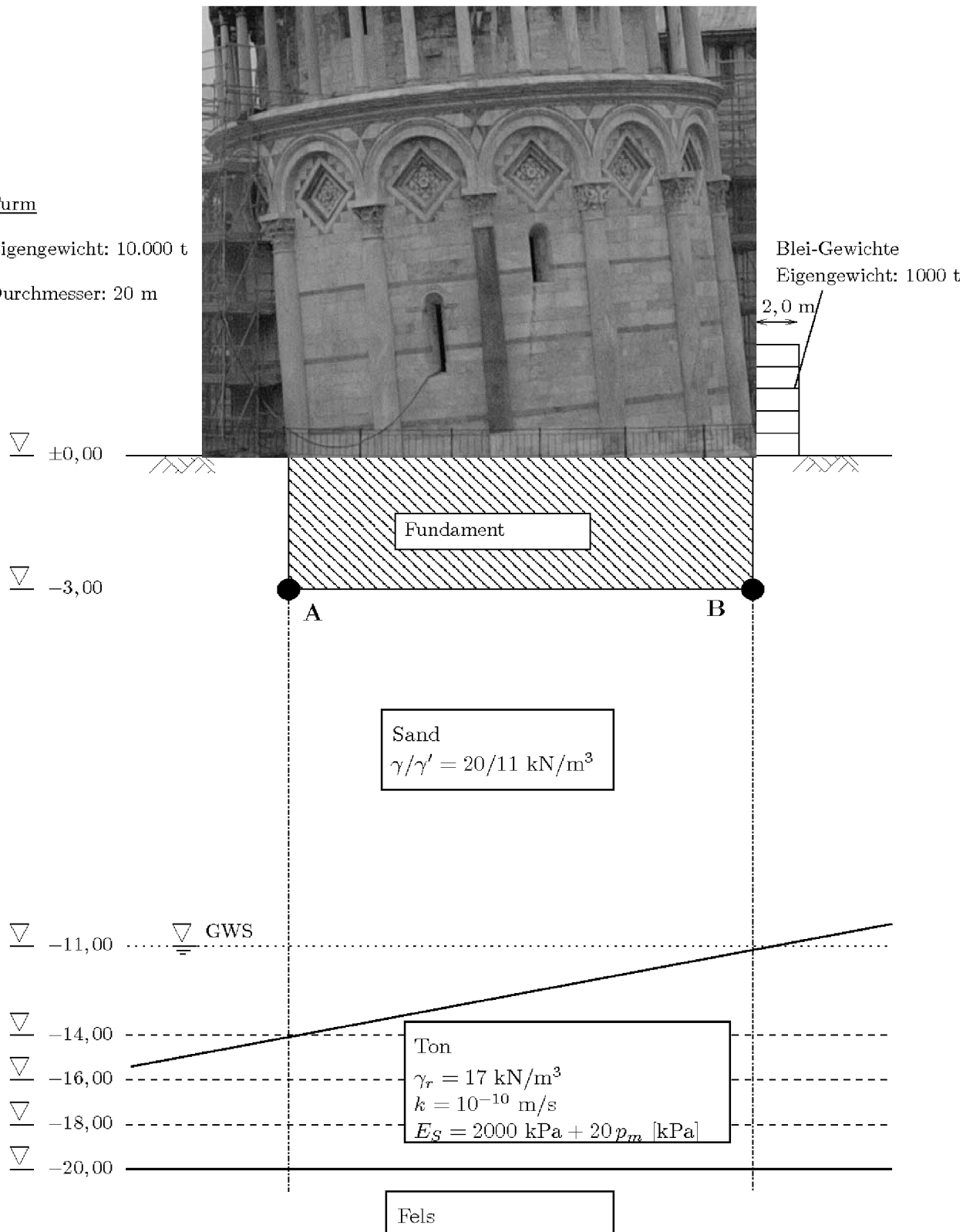


Bild 2.2

Es ist die in Bild 3.1 dargestellte 5 m Tiefe Baugrube errichtet worden. Als seitliche Abdichtungselemente wurden Spundwände gewählt. Die Baugrubensohle besteht aus einer natürlich gewachsenen Schluffschicht, die zwei Kiesschichten unterteilt. Es liegen demnach zwei Grundwasserleiter vor, wobei der Untere die gleiche Potentialhöhe wie der Obere besitzt.

- 
- Diagram illustrating a groundwater system with two layers:
- Kies: 1. Grundwasserleiter** (Gravel: 1. Aquifer):  $k = 10^{-3} \text{ m/s}$
  - Schluff:** (Silt):  $k = 10^{-7} \text{ m/s}$ ,  $\gamma = 22 \text{ kN/m}^3$ ,  $\gamma' = 12 \text{ kN/m}^3$
  - Kies: 2. Grundwasserleiter** (Gravel: 2. Aquifer):  $k = 10^{-3} \text{ m/s}$
- The diagram shows two wells (Brunnen) and two observation points (Spw) in a cross-section. The vertical distance from the surface to the bottom of the wells is 17,5 m. The horizontal distance between the wells is 70 m, and the distance from the center of the wells to the observation points is 37,5 m. The diagram also shows the potential height (Potentialhöhe) and the groundwater level (GW-Leiter) for both layers. The bottom layer is labeled BGS (Grundwasserleiter) with a red triangle symbol.

klausur\_f07\_12.doc

## Aufgabe 4 (25 Punkte)

Für einen Rohrleitungsbau soll aus einer 5 m tiefen Baugrube heraus einen Rohrvortrieb mit Hilfe von Hydraulikpressen durchgeführt werden. Ein Schnitt durch die Grube ist in Bild 4.1 dargestellt. Der Baugrubenverbau wird am Kopf mit einer Steife gehalten, die seitliches Verkippen verhindert. Zur Vereinfachung wird angenommen, dass die obere Steife keine Kraft aufnehmen kann. Der maßgebende kreisförmige Gleitkreis ist in Bild 4.1 dargestellt. Der Mittelpunkt des Gleitkreises sei am Kopfpunkt M des Verbaus.

- 4.1) Ermitteln Sie zeichnerisch mit Hilfe des Beiblattes unter Beibehaltung des Kraftangriffspunktes im Grenzzustand die maximal mögliche Pressenkraft 'P', so dass das Kräfte- sowie Momentengleichgewicht am Punkt M erfüllt sind.

Hinweis: Die mögliche Pressenkraft ist für das Grenzgleichgewicht ohne die Anwendung von Teilsicherheitsbeiwerten zu ermitteln.

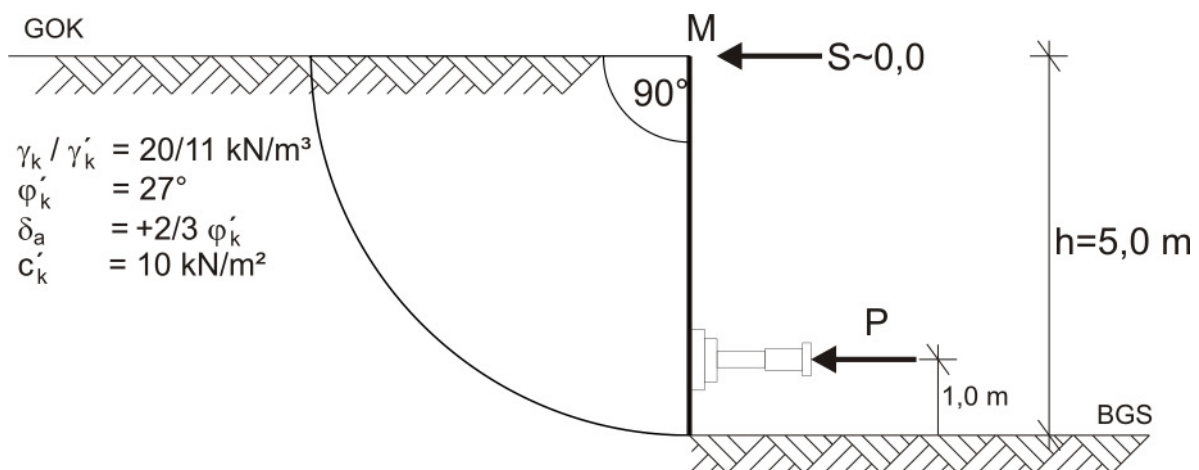


Bild 4.1: Schnitt durch die Baugrube

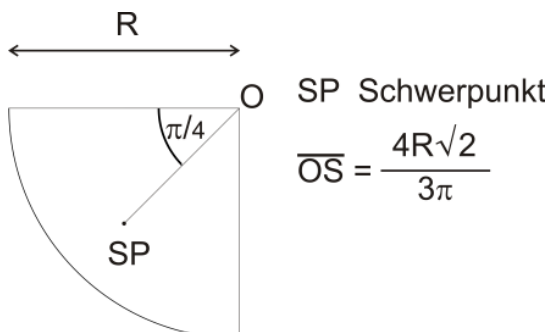


Bild 4.2: Kreisabschnittsgeometrie



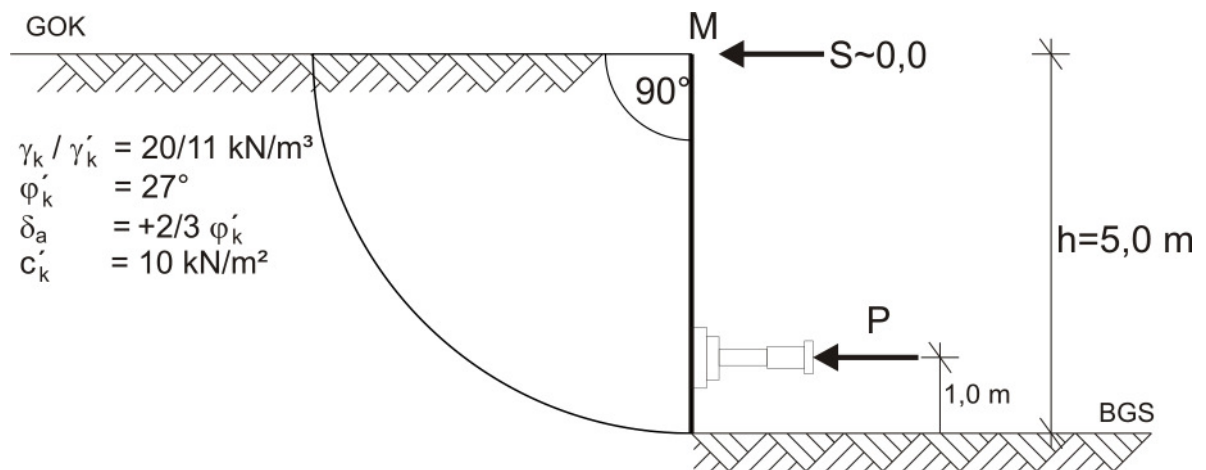


Bild 4.1 (Wdh. als Zeichenvorlage)

## Aufgabe 5 (50 Punkte)

Die in Bild 5.1 dargestellte Trägerbohlwand dient einer Baugrubensicherung. Die Standsicherheit ist nach den EAB nachzuweisen. Die Abstützung der Wand erfolgt 'wenig nachgiebig' (aktiver Erddruck). Die Verbauträger werden in eine Bohrung  $D = 0,60$  m eingestellt und im Fußbereich ausbetoniert. Die voneinander unabhängigen Verkehrslasten betragen

$$p_{Q,1} = 15 \text{ kN/m}^2$$

$$p_{Q,2} = 50 \text{ kN/m}^2$$

- 5.1) Ermitteln Sie den Berechnungserddruck sowie die jeweiligen charakteristischen Auflagerkräfte der Stützwand aus dem Bodeneigengewicht und den Verkehrslasten. Stellen Sie den für die Berechnung der Stützkräfte angesetzten Erddruck grafisch dar.
- 5.2) Weisen Sie für das Fußauflager das Gleichgewicht der Horizontalkräfte sowie den Erdwiderstand vor den Wandfüßen nach (Trägerabstand 2,50m). Sie können dabei davon ausgehen, daß sich die einzelnen Bruchmuscheln überschneiden. Zur Begrenzung von Fußverschiebungen soll der Erdwiderstand nur mit 70% eingerechnet werden.

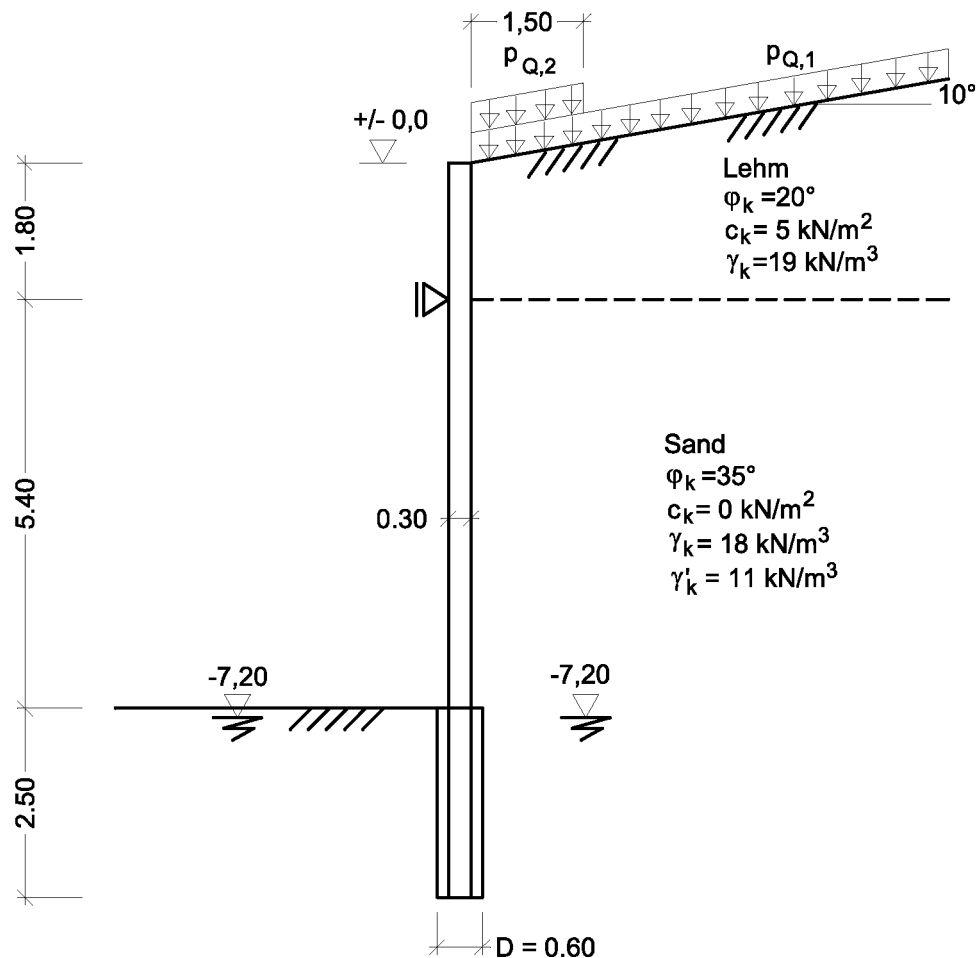
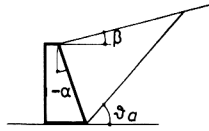
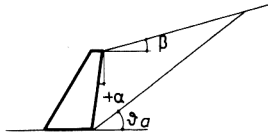


Bild 5.1: Schnitt Baugrubensicherung, M 1:100

**7/10****Erddruckgleitflächenwinkel**

für schiefwinklige Gleitkeile



$$\vartheta_a = \varphi + \arccot \left[ \tan(\alpha + \varphi) + \frac{1}{\cos(\alpha + \varphi)} \cdot \sqrt{\frac{\sin(\varphi + \delta_a) \cdot \cos(\alpha + \beta)}{\sin(\varphi - \beta) \cdot \cos(\delta_a - \alpha)}} \right]$$

$\varphi$	$\beta$	$\delta_a = 0$ $\alpha = 0$	$\delta_a = \frac{2}{3}\varphi$							$\delta_a = \beta$ $\alpha = 0$
			$\alpha = +30^\circ$	$\alpha = +20^\circ$	$\alpha = +10^\circ$	$\alpha = 0$	$\alpha = -10^\circ$	$\alpha = -20^\circ$	$\alpha = -30^\circ$	
20°	0°	55°	38°	42°	46°	50°	54°	57°	59°	55°
	10°	48°	35°	38°	41°	44°	46°	48°	48°	45°
	15°	43°	32°	36°	37°	39°	40°	40°	40°	38°
25°	0°	57,5°	41°	45°	49°	53°	57°	60°	62°	57,5°
	10°	53°	39°	43°	46°	49°	51°	53°	54°	50°
	20°	45°	36°	38°	40°	41°	42°	42°	42°	40°
27,5°	0°	59°	42°	47°	51°	55°	58°	61°	64°	59°
	10°	55°	41°	45°	48°	51°	54°	56°	57°	53°
	20°	49°	39°	41°	43°	45°	46°	47°	48°	45°
	25°	42°	35°	36°	38°	39°	39°	39°	39°	38°
30°	0°	60°	44°	48°	52°	56°	60°	63°	65°	60°
	10°	57°	43°	47°	50°	53°	56°	58°	59°	55°
	20°	52°	41°	44°	46°	48°	50°	51°	51°	49°
	25°	47°	39°	41°	43°	44°	45°	45°	45°	30°
32,5°	0°	61°	45°	50°	54°	58°	61°	64°	67°	61°
	10°	59°	44°	48°	52°	55°	58°	60°	62°	57°
	20°	55°	43°	46°	49°	51°	53°	54°	55°	51°
	25°	51°	42°	44°	47°	48°	49°	50°	50°	48°
	30°	45°	35°	38°	40°	42°	43°	43°	43°	42°
35°	0°	62,5°	47°	51°	55°	59°	62°	65°	68°	62,5°
	10°	60°	46°	50°	54°	57°	60°	62°	63°	59°
	20°	57°	45°	48°	51°	54°	56°	57°	57°	54°
	30°	50°	43°	45°	46°	48°	49°	49°	49°	47°
37,5°	0°	64°	48°	52°	57°	61°	64°	67°	70°	64°
	10°	62°	47°	51°	56°	59°	61°	64°	66°	60°
	20°	59°	46°	50°	53°	56°	58°	60°	61°	57°
	30°	54°	45°	46°	49°	52°	53°	53°	63°	51°
	35°	49°	43°	41°	46°	47°	47°	47°	47°	46°
40°	0°	65°	49°	54°	58°	62°	65°	68°	70°	65°
	10°	63°	49°	53°	57°	60°	63°	66°	67°	62°
	20°	61°	49°	52°	55°	58°	61°	62°	63°	59°
	30°	57°	48°	51°	53°	55°	56°	57°	57°	54°
	35°	54°	46°	48°	50°	52°	52°	52°	52°	52°