

# Diplomarbeit

## Thema:

Numerische Untersuchung des Gültigkeitsbereichs von Näherungsformeln für den erforderlichen Stützdruck an der Tunnelfirste

## Einleitung

Im Buch "Geotechnik" von *Kolymbas*<sup>1</sup> (Kapitel 20) werden Näherungslösungen für den Ausbauwiderstand  $p_c$  an der Firste eines Tunnels angegeben. Für einen kohäsiven Boden (ohne Reibung) ergibt sich

$$p_c = h \left( \gamma - \frac{c}{r_c} \right) ,$$

und für einen Boden mit Reibung und Kohäsion

$$p_c = h \frac{\gamma - \frac{c}{r_c} \frac{\cos \varphi}{1 - \sin \varphi}}{1 + \frac{h}{r_c} \frac{\sin \varphi}{1 - \sin \varphi}} . \quad (1)$$

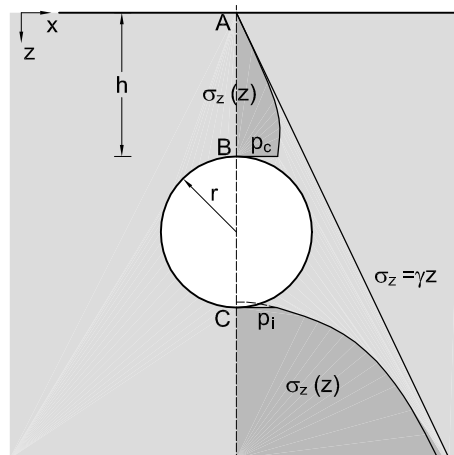


Abbildung 1: Angenommene Verteilung der Vertikalspannung entlang der Symmetrieachse.

Diese Lösungen gelten für seichte Tunnel, denn für wachsende Überlagerung  $h$  wächst  $p_c$  viel zu stark. Dies hängt wohl damit zusammen, dass eine volle Mobilisierung der Scherfestigkeit *nur* am Tunnelrand angesetzt wird. Es ist daher eine offene Frage, bis zu welcher Tiefe die o.a. Gleichungen realistisch sind. Dies soll durch Vergleichsrechnungen mit Finiten Elementen geklärt werden.

<sup>1</sup>Kolymbas, D. (2007): Geotechnik - Bodenmechanik, Grundbau und Tunnelbau, 2. Auflage, Springer Verlag, Berlin

## Ziel

Es soll die Spannungsverteilung, insbesondere die Verteilung der Vertikalspannung  $\sigma_z$  oberhalb der Firste eines Tunnels numerisch berechnet und mit dem Parabelansatz nach *Kolymbas* verglichen werden. Der Tunnel soll einen kreisförmigen Querschnitt haben und sich in einem homogenen Gestein befinden. Der Ausbauwiderstand soll allmählich reduziert werden, und die sich dabei einstellenden Spannungen sollen ausgewertet und dargestellt werden.

## Aufgabenstellung

Im einzelnen umfasst die Bearbeitung der Diplomaufgabe folgende Punkte:

1. Es ist ein Finite Element Modell für das gegebene Problem zu erstellen. Die Modellierung soll mit ABAQUS vorgenommen werden. Das Gestein soll elastoplastisch mit Bruchbedingung nach Mohr Coulomb (mit druckabhängiger elastischer Steifigkeit) modelliert werden.
2. Im Rahmen einer Parameterstudie ( $c > 0$ ,  $\varphi = 0; 30; 40^\circ$ ,  $\psi = 0; 5; 10^\circ$ ) ist der Einfluss der Parameter auf die sich einstellende Vertikalspannungsverteilung oberhalb der Firste zu untersuchen.
3. Durch Untersuchung verschiedener Überlagerungen  $h$  im Finite Element Modell soll herausgefunden werden, in welchem Bereich die Näherungsformeln befriedigend sind. Diese Formeln sollen kritisch betrachtet und erforderlichenfalls kommentiert werden.
4. Falls sie sich für seichte Tunnel bewähren (d.h. einem Vergleich mit den FEM Ergebnissen standhalten), soll ihr Gültigkeitsbereich in möglichst dimensionsloser Form formuliert werden, etwa  $(\gamma h)/c < \dots$
5. Durch einen Vergleich mit einer konventionellen Tunnelberechnung soll herausgefunden werden, wie stark  $p$  entlang des Tunnelumfangs variiert, d.h. wie stark er vom Wert  $p_c$  abweicht.
6. Zusatzaufgabe: Dieselbe Untersuchung sollte auch für die Näherungslösungen für den Ausbauwiderstand an der Tunnelsohle durchgeführt werden.