



Bachelor-Thesis

Kombination von gespannten und ungespannten Bodenankern

Numerische Untersuchungen zum verformungsabhängigen Kraftaufbau in ungespannten Anker

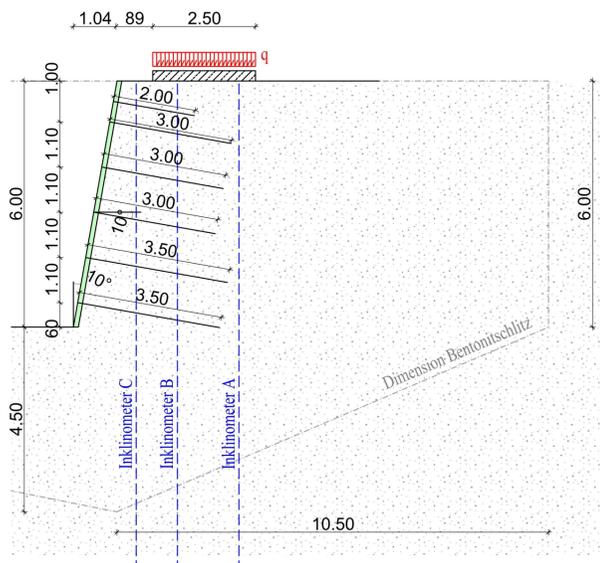


Abb. 1: Geometrie Grossversuch B

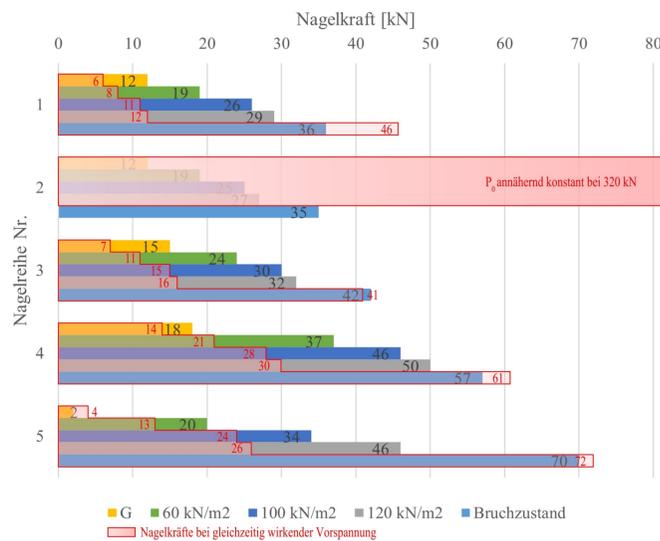


Abb. 2: Vergleich Nagelkräfte auf verschiedenen Laststufen (Grossversuch B)

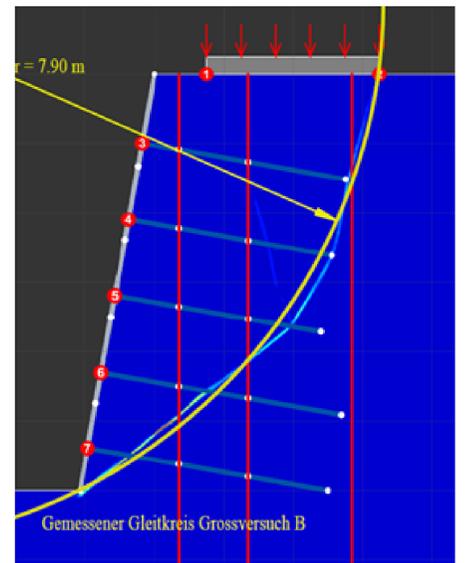


Abb. 3: Vergleich berechnete und reale Bruchfigur (Grossversuch B)

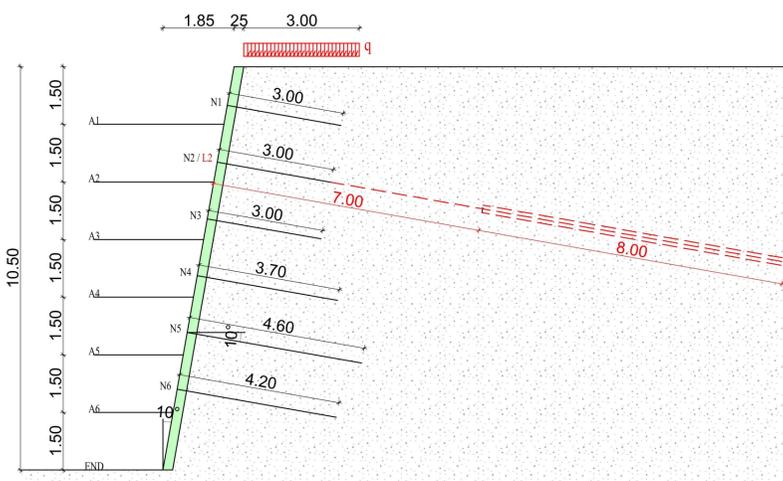


Abb. 4: Geometrie idealisierter Geländesprung

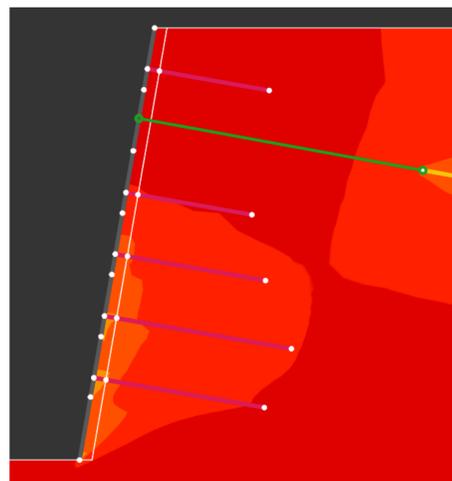


Abb. 5: Horizontale Verschiebungen im Endaushubzustand

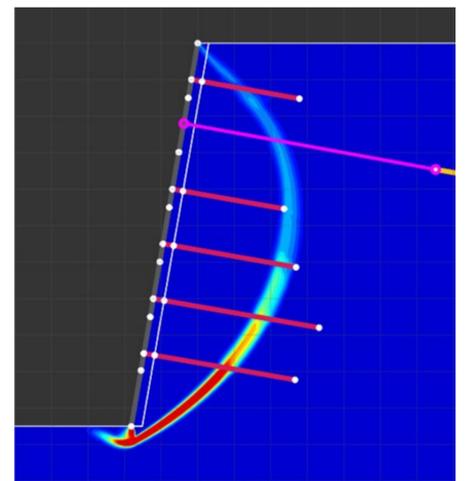


Abb. 6: Bruchfigur idealisierter Geländesprung

Problemstellung

Zur Sicherung von Geländesprüngen werden häufig sogenannte Vernagelungen eingesetzt. Sind beispielsweise aufgrund von benachbarten Bauten nur geringe Verformungen zulässig, werden Bodenvernagelungen immer öfter mit vorgespannten Anker kombiniert. Da das Tragverhalten der beiden Sicherungselemente unterschiedlich ist, besteht die Vermutung, dass solche kombinierten Systeme über eine Unterbemessung verfügen.

Lösungskonzept

Um diese Vermutung zu untersuchen, wird in einem ersten Schritt ein konkretes Objekt mit den bekannten analytischen Methoden untersucht. Anschliessend werden zwei unterschiedliche Geländesprünge mit der FE-Methode analysiert. Zur Kalibrierung der numerischen Berechnungsmodelle (vgl. Abb. 3) werden die in den Jahren 1976 bis 1980 durchgeführten und von Günter Gässler (1987) ausführlich dokumentierten Grossversuche A und B (Abb. 1) an vernagelten Geländesprüngen verwendet. Da das Tragverhalten von Bodenvernagelungen stark

von der Interaktion zwischen Baugrund und Bauwerk abhängig ist, wird für die FE-Berechnungen in Optum G2 das Hardening Mohr-Coulomb - Stoffmodell nach Doherty und Muir Wood (2013) verwendet.

Ergebnisse

Die Auswertung des an den Grossversuch B angelehnten Berechnungsmodells eines kombinierten Systems zeigt, dass weniger Nagelkräfte mobilisiert werden, als im System Bodenvernagelung (Abb. 2). In allen Laststufen der Berechnung sind die Nagelkräfte jedoch ausreichend gross, um die Stabilität zu gewährleisten. Im Bruchzustand sind die berechneten Nagelkräfte in beiden Systemen vergleichbar.

Am Berechnungsmodell eines idealisierten Geländesprunges (Abb. 4), welches als Bodenvernagelung charakteristisch gerade eine Sicherheit von 1.0 aufweist, zeigt sich im kombinierten System ein ähnliches Verhalten. Die vorhandenen Deformationen im Baugrund sind in allen Aushubzuständen ausreichend gross, um die für die Stabilität erforderlichen Nagelkräfte zu mobilisieren.

Mit zunehmendem Aushubfortschritt zeichnet sich ein lokaler Bruchmechanismus unterhalb des vorgespannten Ankers ab (Abb. 5). Das Versagen des Gesamtsystems wird vermutlich durch den Bruch des lokalen, untergeordneten Mechanismus eingeleitet (Abb. 6).

Schlussfolgerung

An den untersuchten numerischen Modellen konnte keine Unterbemessung festgestellt werden. Zur Verifizierung der Resultate sind Messungen an realen Projekten erforderlich. Weiter haben sich neue Fragestellungen wie beispielsweise der Einfluss der räumlichen Tragwirkung oder der Einfluss der Modellierung der ungespannten Anker ergeben, welche Potential für weitere Untersuchungen bieten.

Samuel Dietrich

Betreuer:
Prof. Dr. André Arnold

Experte:
Jürg Nyfeler