



Bachelor-Thesis

Rückrechnung der Scherfestigkeit in einem Hang

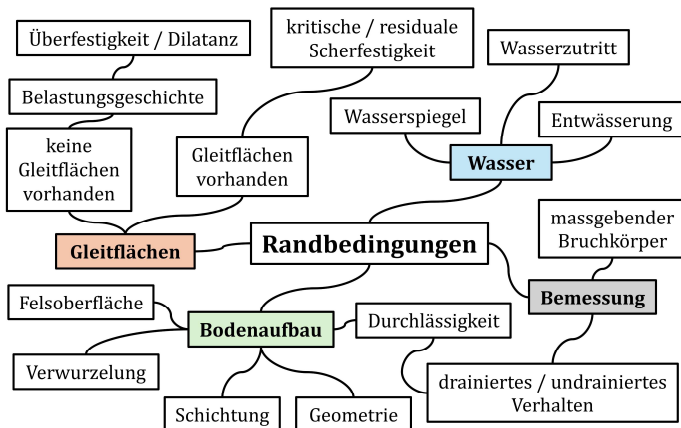


Abb. 1: Randbedingungen für eine Rückrechnung

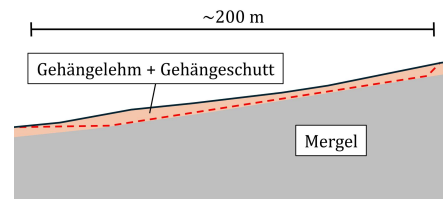


Abb. 4: Bruchkörper flacher Hang

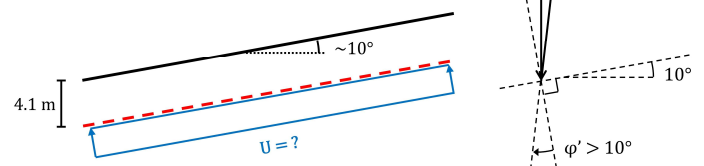


Abb. 5: Rückrechnung flacher Hang mit Kräfteplan

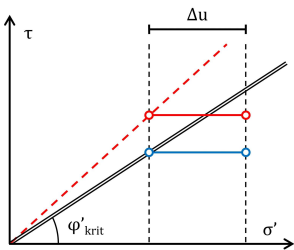


Abb. 2: Spannungen Hang

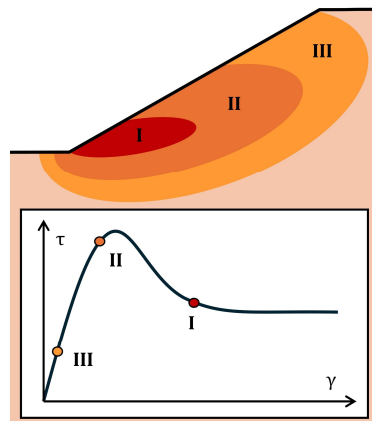


Abb. 3: mobilisierte Schubspannungen

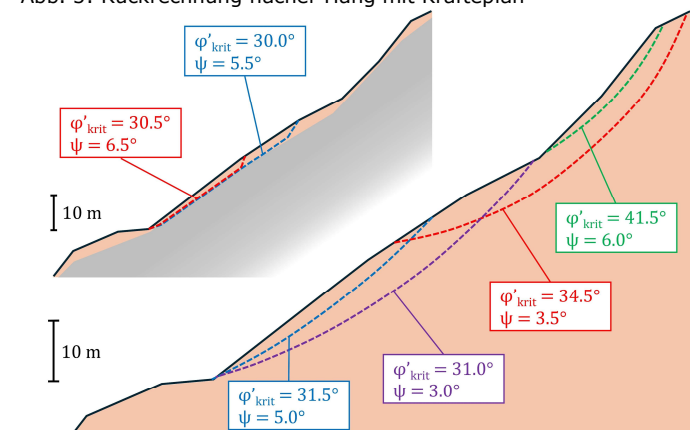


Abb. 6: Rückrechnungen steiler Hang mit und ohne Felsoberfläche

Ausgangslage

Die Methode der Rückrechnung wird in der Praxis häufig bei Baumassnahmen in Hanglagen angewendet. Mit Hilfe einer Rückrechnung kann der Reibungswinkel des Baugrundes ohne Laborversuche abgeschätzt werden. Entscheidend ist, dass sich der Hang im oder nahe dem Grenzgleichgewicht befindet.

Da in der Praxis meist nur wenige Informationen über den Baugrund vorhanden sind, stellt sich die Frage, ob eine Rückrechnung in solchen Situationen überhaupt plausible Resultate ergibt.

Randbedingungen

Die Abbildung 1 zeigt die wesentlichen Randbedingungen einer Rückrechnung.

Das Wasser ist entscheidend für die Stabilität eines Hanges. Die Änderung des Porenwasserdrucks zwischen Trocken- und Regenperiode führt zu einem horizontalen Spannungspfad (Abb. 2). Während einer Regenperiode ist der Hang dem Versagen näher.

Sind Gleitflächen vorhanden, so kann maximal der kritische Reibungswinkel mobilisiert werden (Abb. 2, blau). Wenn keine Gleitflächen vorhanden sind, kann zusätzlich der Dilatanzwinkel wirken (rot). Die Mobilisierung der Schubspannung weicht in diesem Fall vom Berechnungsmodell ab und bildet sich zum Beispiel wie in der Abbildung 3 aus.

Praxisbeispiele

In dieser Arbeit wurden Rückrechnungen an zwei Hängen durchgeführt.

Messungen an einem flachen Hang zeigen eine stetige Verformung auf einer Gleitfläche im tonigen Bodenmaterial (Abb. 4). Die Rückrechnung erfolgt anhand einer einfachen Gleichgewichtsbetrachtung. Diese ergibt den residualen Reibungswinkel, welcher ca. 10° beträgt (Abb. 5). Eine Verfeinerung des Berechnungsmodells ist nicht zielführend, da der Wasserdruck unbekannt ist.

Die zweite Rückrechnung erfolgt an einem steilen Hang. Da keine Gleitflächen

vorhanden sind, wird der Dilatanzwinkel berücksichtigt. Dieser wird mittels Näherungsformel abgeschätzt. Es zeigt sich, dass die Tiefe der Felsoberfläche einen entscheidenden Einfluss hat. Zwar ergeben sich im unteren Bereich des Hanges ähnliche Reibungswinkel. Jedoch verhindert eine Felsoberfläche grosse Bruchkörper (Abb. 6).

Der Vergleich der beiden Praxisbeispiele zeigt, dass die Voraussetzung «im oder nahe dem Grenzgleichgewicht» auf verschiedene Situationen zutreffen kann. Insbesondere wenn keine Gleitflächen vorhanden sind, ist die Modellunschärfe der Rückrechnung deutlich grösser.

Jonas Hofer

Betreuer:
Prof. Dr. André Arnold

Experte:
Jürg Nyfeler