

Rutschsichere Böschungen

Ein Verbundprojekt am ZAFT entwickelt neue Lösungen für die Sanierung von rutschgefährdeten Oberflächen

Jens Engel, Enrico Kammel



Abb. 1: Böschungsrutschung an der BAB A17

Die Oberflächen von Erdbauwerken sind neben den von der Funktion abhängigen Beanspruchungen z. B. als Verkehrsdamm, Deponieböschung oder Deich, auch witterungsbedingten Einwirkungen ausgesetzt. Frost-Tau-Wechsel können zur Auflockerung der obersten Schichten führen und Tauperioden sowie starke Niederschläge zur Sättigung des Bodens. In letzter Zeit häufen sich Rutschungen der oberflächennahen Bereiche an Verkehrsdämmen, Lärmschutzwällen und teilweise auch an Deichen. Ursachen sind die unzureichende Festigkeit des Bodens, die fehlende Stabilisierung durch Bewuchs und Beanspruchungen durch abströmendes Wasser. Das Forschungsprojekt am ZAFT hat zum Ziel, die oberste Schicht von Böschungen zu verbessern. Es sollen wirtschaftliche Alternativen zu den klassischen Verfahren des Erd- und Grundbaus entwickelt werden, mit denen die flächendeckende Sicherung von Erdbauwerken möglich wird.

Berechnungsverfahren und geotechnische Grundlagen

Abb. 1 zeigt eine Böschungsrutschung an einem Lärmschuttdamm entlang der Bundesautobahn A17 zwischen Dresden und Heidenau. Typisch für diese Art der Gleit-rutschung ist die Ausbildung von Bruchschollen. Diese werden für die rechnerischen Nachweise als starre Körper betrachtet, die durch destabilisierende Kräfte hangabwärts bewegt werden.

Sind Schichtgrenzen mit ungünstiger Neigung vorhanden, kann es zur Ausbildung von ebenen Gleitflächen kommen. Sehr oft wird dagegen mit einer gekrümmten Gleitflächenform gerechnet. Dies trifft vor allem bei homogenen, bindigen Böden zu. Eine Idealisierung der Bruchkörper mit Kreisgleitflächen liefert einen realistischen Rechenansatz.

Insbesondere bei lockeren Schüttungen ist mit dem Abrutschen auf ebenen Gleitflächen zu rechnen. Der Vorgang tritt in bestimmten Fällen allmählich ein und kann über mehrere Jahre zur Verschlechterung der Standsicherheit beitragen.

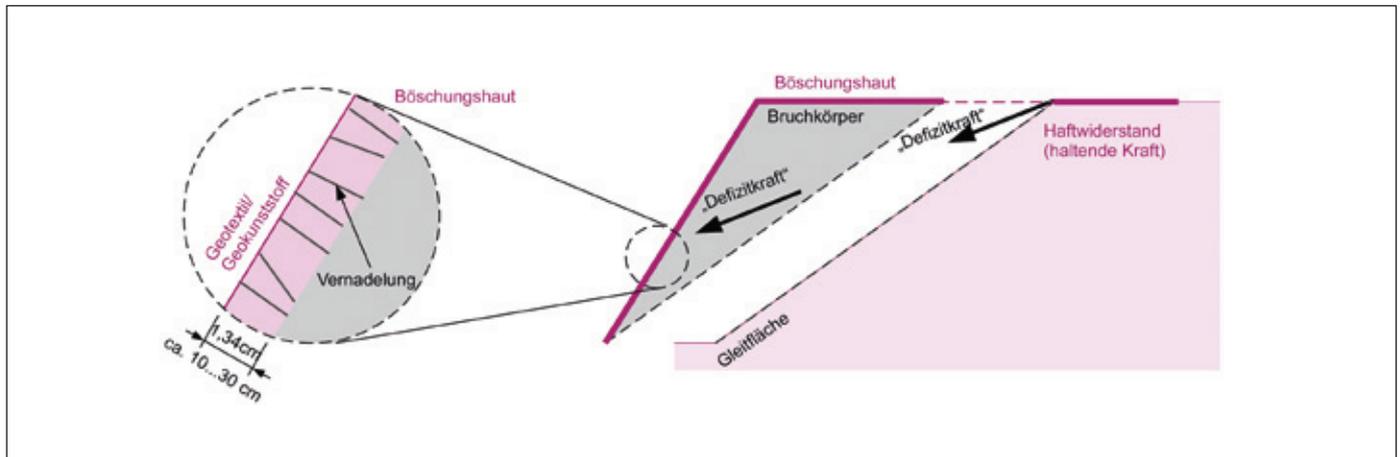


Abb. 2: Projektidee zur Stabilisierung von rutschgefährdeten Oberflächen

Alle klassischen bodenmechanischen Berechnungsmodelle setzen im Untergrund eine verhältnismäßig tief unter der Oberfläche liegende Bruchfläche voraus. Die Kräfte, die nicht durch Reibung und Kohäsion in dieser Gleitfläche aufgenommen werden können, müssen durch Stabilisierungselemente abgetragen werden. Eine Stabilisierung rutschgefährdeter Bereiche erfordert auf Grundlage dieser Überlegungen Anker oder Nägel, die die

Defizitkräfte unterhalb der Gleitfläche in den Untergrund abtragen. Daraus ergeben sich die in der Regel großen Abmessungen dieser Bauelemente. Auf Grundlage der Bruchmodelle der klassischen Bodenmechanik wird bei der Sanierung von Rutschungen die Stabilisierung des Erdbauwerks bis in eine Tiefe angestrebt, die die potenzielle oder bereits vorhandene Gleitfläche mit einschließt.



Abb. 3: Sanierung von Rutschungen

Verbreitete Sanierungsmethoden sind das Einrütteln von Grobschlag in geschädigte Böschungsbereiche oder der komplette Neubau einzelner Abschnitte (Abb. 3). Bei der Wiedererrichtung wird im Allgemeinen mehr Wert auf die Einhaltung der Verdichtungsanforderungen gelegt. In vielen Fällen werden zusätzliche, stabilisierende Elemente mit dem Erdbauwerk kombiniert, z. B. Stützkonstruktionen oder Verbundbauweisen (geokunststoffbewehrte Erde usw.). Verfahren für die flächendeckende Lösung des Problems fehlen.

Entwicklung eines neuen Stabilisierungsverfahrens

Bei der Begutachtung von Böschungsrutschungen an Deichen und Lärmschutzdämmen wurde mehrfach festgestellt, dass die Art der Oberflächenbefestigung einen Einfluss auf den Schadensverlauf hat. So verbessert eine dichte Grasnarbe bei Deichen die Erosionsstabilität und verringert die Durchlässigkeit auf der Wasserseite. Wurzeln können den Boden stabilisieren, nach dem Absterben der Pflanzen aber auch Ursache für Strömungskanäle und Erosion sein. An vielen Böschungen ist der günstige Einfluss von Bewuchs an überwucherten Rutschkanten zu erkennen.

Aus diesen Überlegungen ist im Rahmen des Forschungsprojekts „Entwicklung einer zugfesten Böschungshaut mit integriertem Erosionsschutz zur Sanierung instabiler Böschungen“ die Idee entstanden, als stabilisierendes Element die Außenhaut von Böschungen näher zu untersuchen (Abb. 2). Die Schwerpunkte in dem mit der Internationalen Geotextil GmbH (IGG) bearbeiteten Verbundprojekt liegen auf folgenden Bereichen:

- Nachweis der stabilisierenden Wirkung einer verfestigenden Außenhaut durch Modellversuche
- Entwicklung eines Nachweisverfahrens zur Berechnung der Kräfte in der Außenhaut unter Nutzung klassischer Bemessungsverfahren
- Untersuchung von Selbstheilungseffekten bei geschädigten und mit einer stabilisierenden Außenhaut ertüchtigten Böschungen.

Zur grundsätzlichen Überprüfung dieses Ansatzes sind kleinstmaßstäbliche Modellversuche im Geotechnik Labor des Fachgebiets Geotechnik der HTW Dresden durchgeführt worden.

Modellversuche

Für die Modellversuche wurde ein trockener, enggestufter Sand verwendet. Zum Nachweis der Wirksamkeit der Außenhaut sind die Versuche, bei denen der Damm vollständig versagte, mit Außenhautabdeckung wiederholt worden und bei den Versuchen mit sich ankündigenden Brucherscheinungen wurde die Böschungshaut während des Versuchs aufgebracht. In beiden Fällen konnte das fortschreitende Versagen verhindert werden. Dabei ist die Wirkung einer stabilisierenden Außenhaut durch ein dünnes Papier simuliert worden.



Abb. 4: Modellversuch an einer 60° steilen Böschung mit und ohne Außenhaut

In Abb. 4 ist das Versagen einer 60° steilen Böschung infolge der Aufsättigung mittels einer Durchströmung als Beispiel dargestellt. Im Ergebnis aller Versuche konnte die grundsätzliche Eignung einer Stabilisierung durch eine zugfeste Außenhaut nachgewiesen werden. Diese Methode könnte auch geeignet sein, um bereits geschädigte Böschungen zu sichern und die Stabilisierung durch Selbstheilungseffekte und Bewuchs zu ermöglichen.

Quellen

- [1] A. Herold, L. Vollmert: Kombination von Vernagelung und Geokunststoffen zur Sicherung von Lockergesteinsböschungen, Bautechnik 85 Heft 6, 2008
- [2] Engel, J. und Al-Akel, S.: Einführung in den Grund-, Erd- und Dammbau, Fachbuchverlag Leipzig 2012
- [3] DIN 4084, Baugrund - Geländebruchberechnungen, 2009
- [4] Engel, J. und Lauer, C.: Einführung in Boden- und Felsmechanik, Fachbuchverlag Leipzig 2010



Kontakt

HTW DRESDEN | Fakultät Bauingenieurwesen/Architektur
Prof. Dr.-Ing. habil. Jens Engel
 engel@htw-dresden.de



Kontakt

HTW DRESDEN | ZAFT
M. Sc. Enrico Kammel
 enrico.kammel@zafz.htw-dresden.de