

Bodenphysikalische und -mechanische Untersuchungen zur Bestimmung der Bodenstrukturentwicklung unter besonderer Berücksichtigung der Interaktionen zwischen auflastabhängiger Entwicklung der Porenwasserdrücke und Bodenkriechvorgänge

Dipl. Geologe Hamoudy Ould Baba

Dr.-Vater: Prof. Dr. Rainer Horn

Massenbewegungen können innerhalb von Sekunden in Form eines katastrophalen Steinschlags oder Bodenfließens oder aber auch über einen Zeitraum von Hunderten oder Tausenden von Jahren als langsames Kriechen auftreten. Kriechbewegungen bilden im Allgemeinen die erste Phase der schnellen Bewegungen, sind eine Bedrohung für die Infrastruktur und Gebäude auf oder unterhalb des Hanges und können darüber hinaus einen Einfluss auf die Entwicklung des Ökosystems haben.

Im Rahmen der Wiederherstellung von durch Kohletagebau betroffenen Gebieten in der Lausitz wurde ein künstliches Wassereinzugsgebiet "Chicken Creek" (6 Hektar) konstruiert. Es soll für den ehemaligen kleinen Bach "Chicken Creek", der während der 1980er Jahre zerstört wurde, ein neues Quellgebiet bilden. Das Einzugsgebiet wurde derart gestaltet, dass es sich nur durch Regen – unabhängig vom durch den Tagebau abgesenkten Grundwasserkörper – entwickelt. Es bildet einen kleinen Hang mit gering durchlässiger Tonschicht an der Basis und einer darüber liegenden sandigen Schicht (Aquifer). An der unteren Seite des Hanges wurde eine transversale Tonwand eingebaut, um die sandigen Substrate zu stabilisieren und eine seitliche Entwässerung zu verhindern. Das Material wurde zuerst in Form von mehrere Meter hohen Rippen aufgeschüttet und anschließend durch schwere Maschinen eingeebnet. Ziel der eigenen Untersuchungen war es, die Auswirkungen der Bauweise auf die Hangstabilität und die Funktionalität des Porensystems im Untersuchungsgebiet zu analysieren. Es wurden gestörte und ungestörte Bodenproben aus dem Untersuchungsgebiet entnommen. Zu den gemessenen Parametern gehören der Wert der Vorbelastung, der Aussagen zur Stabilität des Bodens ermöglicht, die gesättigte hydraulische Leitfähigkeit, sowie der Scherwiderstand des Bodens als Maß für den Widerstand gegenüber (hangabwärts gerichteten) Scherkräften. Darüber hinaus wurde ein Teil der gemessenen Kennwerte zur Parametrisierung eines Finite-Element-Modells verwendet, das Kriechbewegungen am Hang im Untersuchungsgebiet simuliert. Des Weiteren wurde ein Laborexperiment (Plexiglaskasten mit den Abmessungen Länge x Breite x Höhe = 3,0 x 1,0 x 1,2 m) konstruiert, um die Interaktion zwischen mechanischen und hydraulischen Spannungen auf Kriechbewegungen am Hang systematisch zu untersuchen. Die Ergebnisse zeigten, dass der Lagerung und anschließende Einebnung negativen Einfluss auf Stabilität und Funktionalität des neu geformten Hanges hat. Die durch den Wert der Vorbelastung definierte Stabilität des Bodens war gering (ca. 90 % der Vorbelastungswerte lagen zwischen 24 und 60 kPa) obwohl die Lagerungsdichte hoch ist (1,7–1,9 g/cm³ im Sand). Die hydraulische Leitfähigkeit zeigte eine signifikante horizontale Anisotropie, denn in horizontaler Richtung (Minimum 45,5 und Maximum 2.988,2 cm/d) wurden höhere Werte gemessen als in vertikaler (Minimum 1,7 und Maximum 211,9 cm/d). Die Festigkeit des Materials – ausgedrückt durch die Kohäsion c (die meisten Werte zwischen 10 und 20 kPa) und den Winkel der inneren Reibung ϕ (Werte um 40°) – war hoch. Im Allgemeinen es gab keine Beziehung zwischen den gemessenen Parametern und der Probenentnahmetiefe. Die Ergebnisse zeigten zudem, dass das Design des neu errichteten Einzugsgebiet das Material in "Chicken Creek" für Massenbewegungen empfindlich macht. Der schnell angestiegene und jetzt hohe Grundwasserspiegel in dem sandigen Material in Verbindung mit der niedrigen Bodenstabilität verstärkt die abwärts gerichtete Bewegung des Bodens und erhöht damit die Scherspannungen in der Tonwand am unteren Hangende. Die Bewegungsintensität variiert je nach der Position im Hang zwischen 1 und 4 cm für die gesamten Verschiebungen bzw. 2 und 5 mm für die horizontalen Verschiebungen in den vier Jahren Simulationszeit. Die FE-Simulation zeigte die steigende Konzentration der Scherspannung in der Tonwand, was im Laborexperiment auch anhand des Bruchs nachgewiesen wurde. Aus dem Laborexperiment wurde ein Kriechbeiwert von etwa 5.97E-02 mm/a berechnet.