Zeitschrift: Tec21

Herausgeber: Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein

Band: 138 (2012)

Heft: Dossier (5-6): Best of Bachelor 2010/2011

Artikel: Zu viel Wasser zerstört den Zusammenhalt des Bodens : Labormessungen von Wasserinfiltration in den Boden zur Bestimmung der Saugspannungsprofile

Autor: Rusch, Jürg

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-178495

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

ZU VIEL WASSER ZERSTÖRT DEN ZUSAMMENHALT DES BODENS

Labormessungen von Wasserinfiltration in den Boden zur Bestimmung der Saugspannungsprofile

DIPLOMAND Jürg Rusch
BETREUER Hansruedi Schneider, Prof. Dr., Christian Bommer, M.Sc., Jochem Seifert, B.Sc.
EXPERTE Rolf Guldenfels, Dr., Bundesamt für Verkehr, Bern
DISZIPLIN Geotechnik

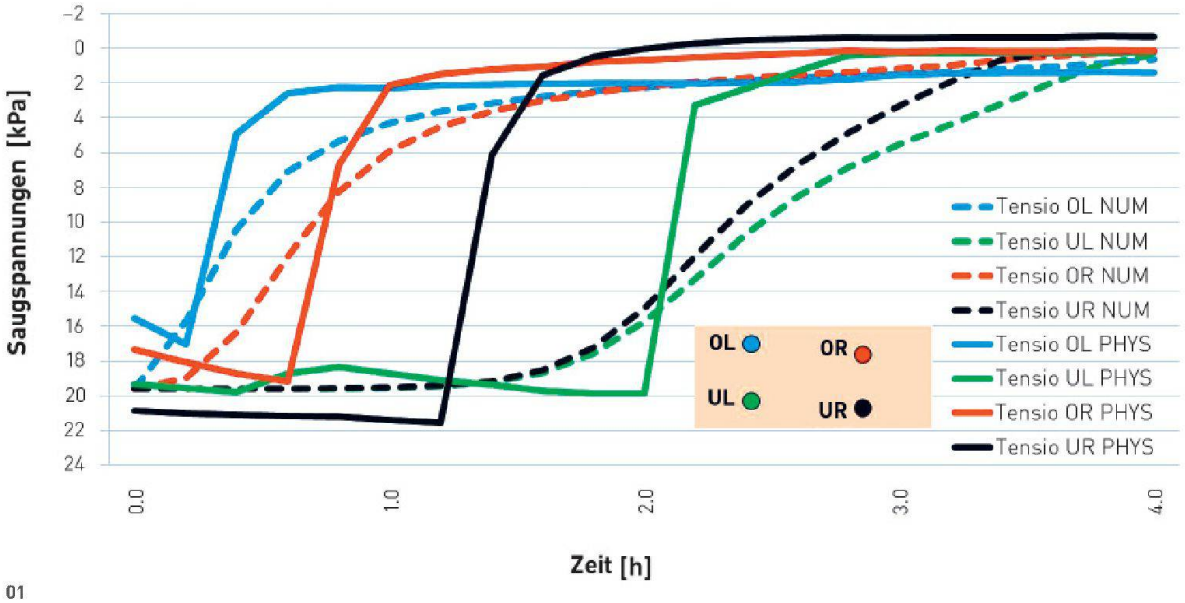
Sonneneinstrahlung, Regen, Wind, Hitze, Trockenheit und Frost – praktisch alle klimatischen Einflüsse verändern den Wassergehalt des Bodens. Dieser wiederum wirkt sich auf die Saugspannung aus, die den Boden zusammenhält und somit beispielsweise bei Hangrutschen massgebend sein kann. Die Saugspannungen sollen deshalb genauer analysiert werden.

Weder mit völlig trockenem noch mit völlig durchnässtem Sand kann man eine Sandburg bauen. Der Zusammenhalt im Sand, der durch die Kapillarwirkung des Wassers in den Poren des Bodens entsteht, wird Saugspannung, scheinbare Kohäsion oder im englischen Sprachgebrauch «Matric Suction» genannt. Er ist vom Wassergehalt im Boden abhängig und spielt nicht nur bei Sandburgen eine wichtige Rolle. Auch bei der Risikobeurteilung eines rutschgefährdeten Hanges sind die Saugspannungen wichtig.
Für die Forschung im Bereich Naturgefahren interessiert vor allem, wie schnell das Wasser bei einem Regenereignis in den Boden eindringt und wie stark dabei die Saugspannungen zerstört werden. Anhand von Saugspannungsprofilen kann der Verlauf dieser Spannungen in Abhängigkeit der Zeit und der Tiefe aufgezeigt werden.

EINWIRKUNG UND VISUALISIERUNG

- In einem ersten Versuch sollen die Einwirkungen von sich ändernden klimatischen Bedingungen auf den Boden untersucht werden. Die Veränderung der Spannung im Boden wird gemessen und mittels Saugspannungsprofilen dargestellt.
- In einem zweiten Teil der Arbeit geht es um die Visualisierung der Wasserinfiltration in den Boden. Gibt es geeignete Methoden, die Infiltration zu visualisieren und aufzunehmen? Der Einsatz einer Wärmebildkamera soll dabei geprüft werden.

Eine Regensimulationsanlage simuliert den Einfluss des Niederschlags auf den Boden in einem physikalischen Modell. Messinstrumente erlauben dabei, die Spannungen und den Wassergehalt in Abhängigkeit der Zeit und der Tiefe zu ermitteln.



01

Zur Verifizierung der Resultate werden die Ergebnisse aus dem physikalischen Versuch mit einem eigens für dieses Projekt erstellten numerischen Modell überprüft. Eine Handrechnung bietet eine zusätzliche Kontrolle der Ergebnisse.

ERGEBNISSE

Die Saugspannungsprofile stimmen gut mit dem numerischen Modell und der Handrechnung überein. Der Zusammenhang zwischen Wassergehalt und Saugspannung konnte somit entsprechend der Theorie bestätigt werden. Die Sättigungsfront senkt sich allerdings nicht wie oft angenommen horizontal von oben nach unten. Dass das Wasser unregelmässig in den Boden eindringt, scheint vielmehr der Wirklichkeit zu entsprechen.

Dem unregelmässigen Eindringen der Sättigungsfront sollte bei der Forschung im Bereich Naturgefahren vermehrt Beachtung geschenkt werden. Gerade in natürlichen Böden ist dieses Phänomen infolge der inhomogenen Bodenbeschaffenheiten wie beispielsweise der Dichte und der Kornverteilung noch ausgeprägter. Die Werte aus Laboruntersuchungen sind dann nur ein Anhaltspunkt – bei der Übertragung auf den Versuchshang muss sehr vorsichtig vorgegangen werden.

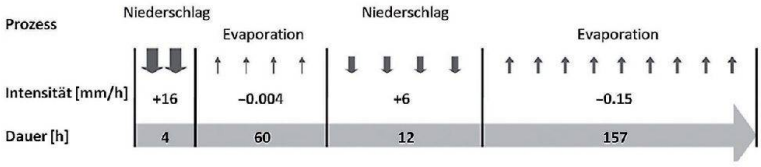
VISUALISIERUNG DES SAUGPROFILS

Beim Versuch, die Infiltration des Wassers in den Boden mit verschiedenen Behältermaterialien, gefärbtem Boden und unterschiedlichen Aufnahmetechniken sichtbar zu machen, hat sich gezeigt, dass die vorhandene Wärmebildkamera für Aufnahmen solcher Art nicht geeignet ist. Der Verlauf der Front lässt sich jedoch mit Einfärben des Bodens und der Aufnahme mit einer Video- oder Fotokamera gut erfassen.

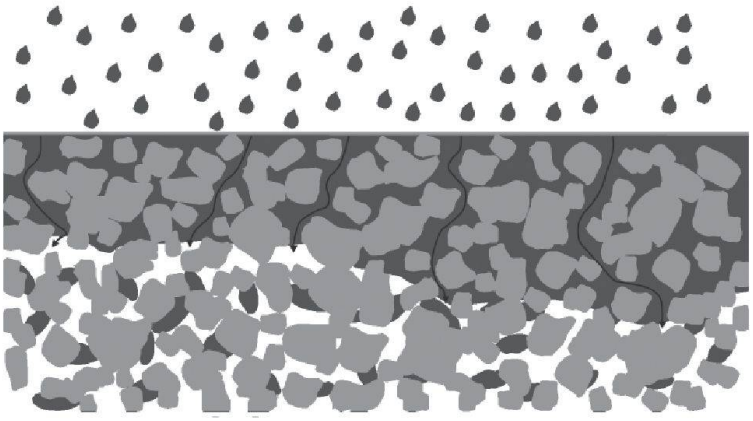
The water content of the soil has an impact on suction pore pressure which maintains soil cohesion and is an essential factor in landslides, for example. For this reason, one of the focal points in research on natural disasters is the rate at which water penetrates into the soil during a rainfall event and the intensity by which suction pore pressure is destroyed. Suction pore pressure profiles reveal the development of these pressures as a factor of time and depth.

When water penetrates into the soil, the saturation front does not drop horizontally top down as often assumed. Rather, water penetration in soil is irregular. More attention should be paid to this phenomenon by research in the field of natural disasters. This phenomenon is even more pronounced, especially in natural soils, precisely because of inhomogeneous soil characteristics such as density and grain distribution. The values from laboratory tests are only a reference point – more caution must be exercised when transferring this to the test slope.

Tests to visualize water infiltration in soil using various container materials, coloured soil and different recording techniques have shown that a thermal imaging camera is unsuitable. However, a good method to show water progress is to colour the soil and record the phenomena by means of a video camera or a still camera.



02



03

01 Vergleich des numerischen mit dem physikalischen Modell: Verlauf der Saugspannungen während eines vierstündigen Starkregenereignisses von 16 mm/h. Die Resultate des numerischen Modells stimmen gut mit dem physikalische Versuch überein. Die Saugspannung fällt zusammen, sobald die Sättigungsfront jeweils den Messpunkt erreicht (Messpunkte im Boden: OL = oben links, OR = oben rechts, UL = unten links, UR = unten rechts)
02 Zeitlicher Versuchsablauf mit Regenintensität und Evaporationsrate
03 Schematische Darstellung des Beregnungsversuchs: Das unregelmässige Eindringen der Sättigungsfront in ungesättigte Böden entspricht den Resultaten aus den Versuchen (dunkelgrau = Regentropfen, Sättigungsfront)