

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

Autor(en): **Rusch, Jürg**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Tec21**

Band (Jahr): **138 (2012)**

Heft Dossier (~~Best~~) of Bachelor **2010/2011**

PDF erstellt am: **22.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-178495>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

# ZU VIEL WASSER ZERSTÖRT DEN ZUSAMMENHALT DES BODENS

Labormessungen von Wasserinfiltration in den Boden zur Bestimmung der Saugspannungsprofile



**DIPLOMAND** Jörg 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 Hangrutschten 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.

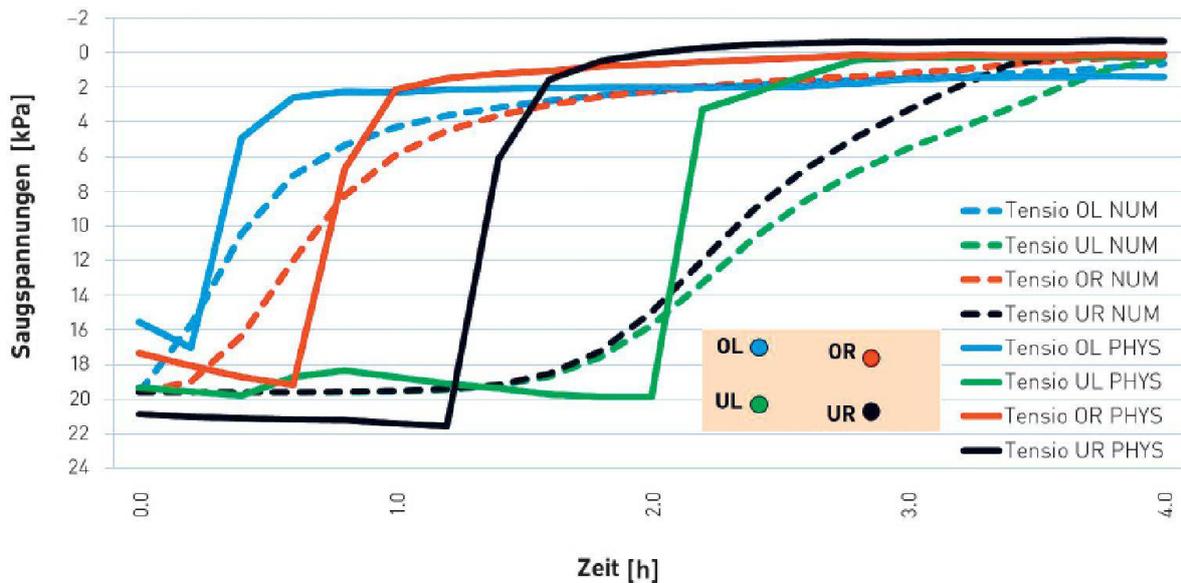
Für die Forschung im Bereich Naturgefahren interessiert vor allem, wie schnell das Wasser bei einem Regenereignis in den Boden eindringt und

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 Laborun-

tersuchungen sind dann nur ein Anhaltspunkt – bei der Übertragung auf den Versuchshang muss sehr vorsichtig vorgegangen werden.

### VISUALISIERUNG DES SAUGPROFILS

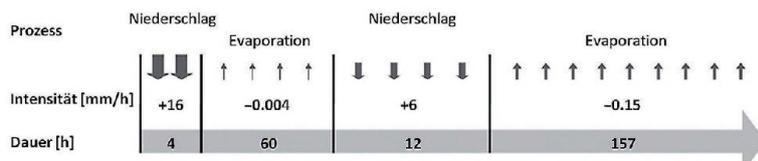
Beim Versuch, die Infiltration des Wassers in den Boden mit verschiedenen Behältermaterialien, gefärbtem Boden und unterschiedlichen Aufnahmetechniken sichtbar zu machen, hat sich gezeigt, dass die vorhandene Wärmebildkamera für Aufnahmen solcher Art nicht geeignet ist. Der Verlauf der Front lässt sich 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.

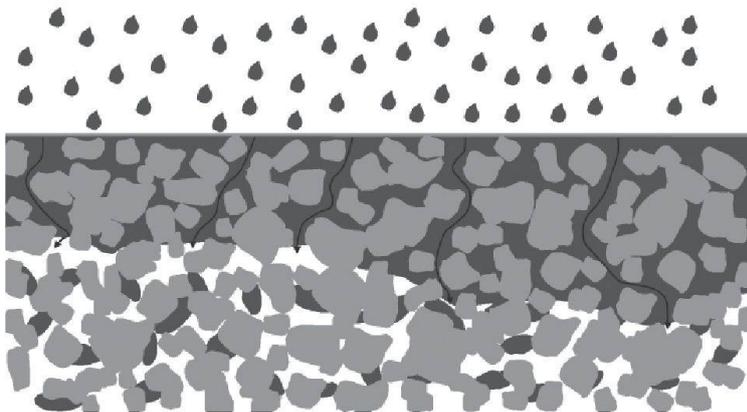
When water penetrates into the soil, the saturation front does not drop horizontally top down as often assumed. Rather, water penetration in soil is irregular. More attention should be paid to this phenomenon by research in the field of natural

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 Sättigungsfrent 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 Sättigungsfrent in ungesättigte Böden entspricht den Resultaten aus den Versuchen (dunkelgrau = Regentropfen, Sättigungsfrent)