

PROJEKT

SUFFOS - BEDINGUNGEN SUFFOSIVER EROSIONSPHÄNOMENE IN BÖDEN

URL: <https://www.suffos.bam.de>

PROJEKTLAUFZEIT

2007 - 2010

PROJEKTART

Gefördert von der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG),
Geschäftszeichen Teilprojekt BAM: SI 1382/1-2

GEGENSTAND

Das Projekt befasste sich mit der Suffosion in weitgestuften Erdstoffen. Dabei werden Poren- und Gefügestrukturen visualisiert und parametrisiert.

Bei der Suffosion handelt es sich um eine Form der inneren Erosion bei weitgestuften Erdstoffen, die durch Umlagerung und Abtransport feiner Sedimentteilchen im Porenraum unter dem Einfluss von Wasserströmungen hervorgerufen wird. Die Suffosion kann zu Problemen mit der Stabilität des Korngerüstes von Erdstoffen führen. Relevante Anwendungsgebiete sind z.B. im Verkehrswegebau, Hochwasserschutz und allgemeinen Erdbau zu finden. Im Rahmen des Projektes wurden solche Erosionsprozesse numerisch simuliert, um auf statistischer Grundlage Grenzzustände zu formulieren.

ZIEL

Ziel des Projekts war es, die Erosionsprozesse numerisch zu simulieren, um auf statistischer Grundlage Grenzzustände zu formulieren.

PROJEKTLEITUNG FÜR DIE BAM

Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM)
Kontakt: Dr. Ute Kalbe, Abteilung 4 Material und Umwelt
E-Mail: Ute.Kalbe@bam.de

PARTNER

- Bauhaus Universität Weimar, Fakultät Bauingenieurwesen
- Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM), Berlin
- Hochschule für Technik, Wirtschaft und Kultur Leipzig (FH) Leipzig
- Zuse-Institut Berlin (ZIB)

AUFGABEN

- Räumliche Erfassung des Porenraums/ Experimentelle Bestimmung von Grenzzuständen
- Entwicklung einer Software zur Parametrisierung
- Modellierung von Packungsstrukturen
- Simulation von Transport und Rückhalt mit Porenetzwerken und Perkolationstheorie

RESULTATE

Für eine detaillierte Analyse der Gefüge- und Porenstruktur weitgestufter Erdstoffe ist es notwendig, diese dreidimensional (3D) zu visualisieren und ihre Kenngrößen zu ermitteln. Dazu wurde an der BAM eine Präparationsmethode entwickelt, die es ermöglicht die Porenstruktur von Probenkörpern aus suffosiven Erdstoffen und definierten Korngrößenverteilungen über CT-Aufnahmen abzubilden. Über eine eigens dafür, in Zusammenarbeit mit dem Zuse-Institut Berlin (ZIB), entwickelte Bildanalysemethode wurden die Strukturdaten visualisiert. Aus dem Bilddatensatz konnte bereits in der Rückwärtsrechnung eine Kornverteilungslinie zur Validierung generiert und mit experimentell ermittelten Sieblinien verglichen werden. Des Weiteren wurden in Säulenexperimenten Kornumlagerungsprozesse unter der Verwendung von CT-Aufnahmen beobachtet.

Als eine weitere Möglichkeit zur Beschreibung von Gefüge- und Porenstrukturen wurden Kugelpackungen modelliert und deren Strukturdaten ermittelt. Mit einem an der HTWK entwickelten stochastisch-heuristischen Algorithmus lassen sich wirklichkeitsnahe 3D-Gefügemodelle aus kugelförmigen Feststoffpartikeln generieren. Die Kornverteilung ist dabei wählbar. Für die erstellten Gefügemodelle kann der vollständige Porengraph einschließlich der Porengrößen und Engstellen ermittelt und ausgelesen werden.

Ein an der BAM entwickelter Säulenversuch unter Verwendung systematisch veränderter Korngemische von natürlichen Gesteinskörnungen und Glaskugeln ergab weitere Aufschlüsse über die strukturbildenden Fraktionen des Korngerüsts.

Die Perkolationstheorie ist eine moderne wahrscheinlichkeitstheoretische Methode, um Fluss- und Transportvorgänge innerhalb poröser Medien zu simulieren. Über Porenetzwerkmodelle werden die komplexen Fließwege in der Porenstruktur vereinfacht abgebildet. An der BUW wurde ein 3D-Bond-Perkulationsmodell auf einem simplen kubischen Gitter realisiert, in dem die Gitterknoten die Poren und die Gitterstäbe die Porenengstellen repräsentieren. Lokale und globale Strukturveränderungen infolge Partikeltransports werden über die Analyse von Porenräumen beschrieben. Mit diesem Perkulationsmodell können Aussagen zur lokalen und globalen Strukturveränderung durch Partikeltransport in definierten Bodenvolumen abgeleitet werden. Die hergeleiteten Zusammenhänge zu den suffosiven Materialtransportbedingungen mit der Perkolationstheorie sind für homogene, isotrope und selbstähnliche Erdstoffgefüge gültig.

VERÖFFENTLICHUNGEN

2012

- U. Homberg, D. Baum, S. Prohaska, U. Kalbe, K. J. Witt (2012). Automatic Extraction and Analysis of Realistic Pore Structures from μ CT Data for Pore Space Characterization of Graded Soil. 6th International Conference on Scour and Erosion 2012 (ICSE-6),

2011

- U. Homberg, D. Baum, S. Prohaska (2011). Describing and Analyzing the Dual Structures of Porous Media. 3DMM - 3D Microstructure Meeting, Saarbrücken, Germany, 2nd-4th November. Oral

2010

- Binner, R., Homberg, U., Kalbe, U., and Berger, W. (2010). "Ermittlung von Parametern zur Bewertung der Strukturstabilität von suffosiven Bodenmaterialien." Berlin, Institut für Ökologie der TU Berlin. Oral.
- Binner, R., Homberg, U., Prohaska, S., Kalbe, U., Berger, W., and Witt, K. J. "Identification of descriptive parameters of gradated soils using column experiments and analysis of CT data." EGU General Assembly 2010, Vienna, Austria. Oral.
- Binner, R., Homberg, U., Prohaska, S., Kalbe, U., Berger, W., and Witt, K. J. (2010). "Identification of descriptive parameters of gradated soils using column experiments and analysis of CT data." EGU General Assembly 2010, Geophysical Research Abstracts, Vienna, Austria.
- Binner, R., Homberg, U., Prohaska, S., Kalbe, U., and Witt, K. J. (2010). "Identification of Descriptive Parameters of the Soil Pore Structure using Experiments and CT Data." ICSE-5, 5th International Conference on Scour and Erosion, ACSE, San Francisco, CA, USA (in press).
- Semar, O. (2010). Suffossionsbeständigkeit von Böden. Ein Ansatz mit der Perkolations-theorie, Dissertation, Bauhaus-Universität Weimar.

2009

- Binner, R. (2009). "Räumliche Erfassung des Porenraums – Experimentelle Bestimmung von Grenzzuständen (BAM)." UFZ, Halle. Oral.
- Binner, R., and Homberg, U. (2009). "Analyse von Veränderungen in der Gefüge- und Porenstruktur durchströmter Erdstoffe." Berlin, BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung. Oral.
- Binner, R., Kalbe, U., Berger, W., and Simon, F.-G. (2009). "Analyse von Veränderungen in der Gefüge- und Porenstruktur durchströmter Erdstoffe mittels digitaler Bildverarbeitung." Berlin, BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung. Poster.

2008

- Binner, R. (2008). "Analysing grain structure based on Micro-CT." Weimar. Oral presentation.
- Binner, R., Kalbe, U., and Berger, W. "Parametrisation and visualisation of the pore structure of gradated soils via 3D image processing." EGU General Assembly 2008, Vienna, Austria. Poster.
- Binner, R., Kalbe, U., Berger, W., and Goebels, J. (2008). "Parametrisation and visualisation of the pore structure of gradated soils via 3D image processing." EGU General Assembly 2008, Geophysical Research Abstracts, Vienna, Austria.
- Homberg, U., Binner, R., Prohaska, S., Dercksen, V. J., Kuß, A., and Kalbe, U. (2008). "Determining Geometric Grain Structure from X-Ray Micro-Tomograms of Gradated Soil." Internal Erosion, Weimar.
- Semar, O., Binner, R., Homberg, U., Kalbe, U., Mehlhorn, T., Prohaska, S., Slowik, V., and Witt, K. J. (2008). "Conditions for Suffosive Erosion Phenomena in Soils – Concept and Approach –." Workshop "Internal Erosion", Weimar.
- Witt, K. J., Semar, O., Prohaska, S., Homberg, U., Slowik, V., Mehlhorn, T., Kalbe, U., and Binner, R. (2008). "Bedingungen suffosiver Erosionsphänomene in Böden." DGGT Baugrundtagung Dortmund, Poster.

- Semar O., Witt, K. J. (2008). Modelling of Internal Erosion – Phenomenological Approach based on Percolation Theory. in Witt, K. J.(Ed.), Bauhaus-Universität Weimar, Schriftenreihe Geotechnik, Heft 21, Workshop "Internal Erosion" 26th - 28th November 2008.
- Mehlhorn, T., Prohaska, S., Homberg, U., Slowik, V. (2008). Modelling and Analysis of Particle and Pore Structures in Soils. in Witt, K. J. (Ed.), Bauhaus-Universität Weimar, Schriftenreihe Geotechnik, Heft 21, Workshop "Internal Erosion" 26th - 28th November 2008.
- Lőrincz, J., Tarnai, T., Trang, P. Q., Imre, E., Talata, I., Telekes, G., Scheuermann, A., Semar, O., Witt, K. J. (2008). The characterization of the grains and the pores, applications. 12th IACMAG, Goa 2008, 1-6th October 2008.
- Semar, O., Witt, K. J. (2008): Modelling of suffusion processes with simulation in an uncorrelated bond-percolation model. Annual Meeting, European Working Group on Internal Erosion in Embankment Dams, 21.04-22.04.2008, Obergurgl/Austria.

2006

- Semar, O., Witt, K. J. (2006): Internal erosion - state of the art and an approach with percolation theory. 3rd International Conference on Scour and Erosion. November 1-3, 2006, Amsterdam.