

## Masterarbeit

### Thema:

### Experimentelle Untersuchung zum Kriechbruch granularer Materialien

### Beschreibung:

Das mechanische Verhalten von Boden ist zeit- und ratenabhängig. Zu makroskopisch beobachtbaren Erscheinungen gehören beispielsweise Kriechen, Relaxation und Alterung. Kriechen ist dabei die Änderung von Volumen- und Scherdehnungen unter konstanten Effektivspannungen. Die Dehnungsrate beim Kriechen nimmt zunächst mit der Zeit ab (primäres Kriechen). Beim Auftreten eines sog. Kriechbruchs ändert die Dehnungsrate unvermittelt ihre Richtung und nimmt mit der Zeit zu, was unweigerlich zu großen Deformationen führt und den Versagenszustand einer geotechnischen Struktur (u.a. Pfahl, Anker, Verbau) oder einer natürlichen Böschung bestimmt.

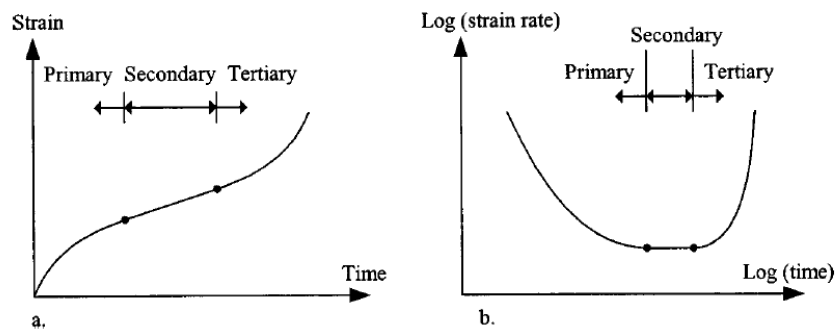


Abb. 1: Definition der Kriechphasen im Triaxialversuch: (a) Dehnung versus Zeit und (b) log(Dehnungsrate) versus log(Zeit); Augustesen et al. (2004)

Das Auftreten eines Kriechbruchs in granularen Materialien bei konstant einwirkenden Spannungen in der Nähe der maximal möglichen Deviatorspannung  $q_{\max}$  konnte bereits von Murayama et al. (1984) und Mejia et al. (1988) experimentell beobachtet werden. Kwok und Bolton (2010) vermuten, dass der auch als tertiäres Kriechen bezeichnete Kriechbruch im triaxialen Kompressionsversuch einsetzt, sobald die axiale Dehnung bei Kriechen ähnliche Werte erreicht, wie die axiale Dehnung im Peak-Zustand bei monotoner Beanspruchung unter konstanter Rate der axialen Dehnung. Mit Hilfe von Simulationen unter Anwendung der Diskreten-Elemente-Methode (DEM) konnte dagegen gezeigt werden, dass Kriechbruch bei Kriechspannungen kleiner als  $q_{\max}$  auftritt, wenn die Dehnung der Entfestigungskurve nach Überschreitung des Spannungspeaks der monotonen Spannungs-Dehnungskurve erreicht wurde (Wang et al., 2014).

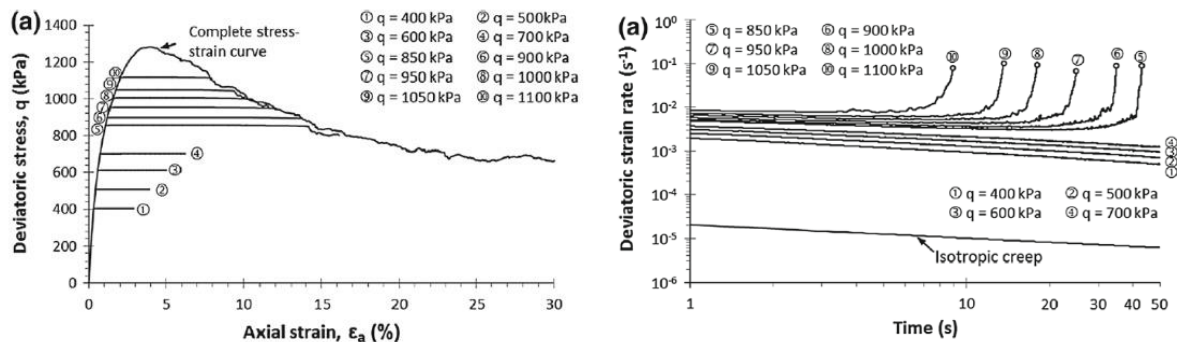


Abb. 2: Ergebnisse der Simulation von Wang et al. (2014) zum Auftreten eines Kriechbruchs bei Sand: (a) Deviatorspannung versus axiale Dehnung und (b) Scherdehnungsrate versus Zeit; Wang et al. (2014)

### Aufgabenstellung:

In der Masterarbeit soll das Kriechverhalten unter Scherbeanspruchung und insbesondere der Kriechbruch von Cuxhavener Geestsand und einem künstlichen Vergleichsmaterial Korund untersucht werden. Dazu sollen Triaxialversuche mit Proben bei dichter initialer Lagerung an einer Konsolidationsspannung durchgeführt werden.

In einem ersten Schritt soll dabei das Verfahren der Probenherstellung mittels Sandrieselung (englisch: air pluviation) im Hinblick auf eine möglichst präzise Wiederholbarkeit der erreichten Lagerungsdichte erlernt und überprüft werden. Anschließend sollen triaxiale Kompressionsversuche mit einer konstanten axialen Dehnungsrate durchgeführt und damit die maximale Scherfestigkeit  $q_{\max}$  identifiziert werden.

Im Weiteren können nun Kriechphasen nahe der maximalen Deviatorspannung  $q_{\max}$  im Versuchsablauf berücksichtigt und durchgeführt werden, wodurch es möglich wird, das Auftreten eines Kriechbruchs und dessen Charakteristik zu untersuchen. Neben der Variation des zur Probenherstellung verwendeten Materials sollen auch unterschiedliche axiale Dehnungsraten zum Erreichen der Kriechspannung untersucht werden und insbesondere hinsichtlich des Einflusses auf die Kriechrate, die sich zu Beginn der Kriechphase einstellt, ausgewertet werden.

Neben der Versuchsdurchführung bildet die Auswertung, Ergebnisdarstellung sowie die Interpretation der Messdaten einen wichtigen Teil der Masterarbeit. Dabei soll insbesondere die Auswertung der axialen und ggfs. volumetrischen Kriechdehnung sowie die axiale Kriechrate berücksichtigt werden.

### Literatur

Augustesen, A., Liingaard, M. & Lade, P.V. (2004) Evaluation of Time-Dependent Behavior of Soils. International Journal of Geomechanics, 4(3), 137-156. Available from: [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)1532-3641\(2004\)4:3\(137\)](https://doi.org/10.1061/(ASCE)1532-3641(2004)4:3(137))

Kwok, C.Y. & Bolton, M.D. (2010) DEM simulations of thermally activated creep in soils. *Géotechnique*, 60(6), 425–433. Available from: <https://doi.org/10.1680/geot.2010.60.6.425>.

Mejia, C.A., Vaid, Y.P. & Negusse, D. (1988) Time dependent behaviour of sand. In: Keedwell, M.J. (Ed.) *International Conference on Rheology and Soil Mechanics: Proceedings*. Spon Press, pp. 312–326.

Murayama, S., Michihiro, K. & Sakagami, T. (1984) Creep Characteristics of Sands. *Soils and Foundations*, 24(2), 1–15. Available from: [https://doi.org/10.3208/sandf1972.24.2\\_1](https://doi.org/10.3208/sandf1972.24.2_1).

Wang, Y.-H., Lau, Y.M. & Gao, Y. (2014) Examining the mechanisms of sand creep using DEM simulations. *Granular Matter*, 16(5), 733–750. Available from: <https://doi.org/10.1007/s10035-014-0514-4>.

### **Spezielle Anforderungen an den Bearbeiter:**

Interesse und Fähigkeit zur Laborarbeit mit sensibler Messtechnik und komplexen Abläufen zur Versuchsdurchführung

Vertiefung der Grundlagen der Bodenmechanik

Themenstellung am: 07.07.2022

Ausgegeben an:

Ausgegeben am:

### **Betreuer:**

Belinda Bock, M.Sc.

[belinda.bock@tum.de](mailto:belinda.bock@tum.de)

Tel.: 089/289-27146

Stefan Vogt

[stefan.vogt@tum.de](mailto:stefan.vogt@tum.de)

Tel.: 0151 6100 1788