

# Dissertation

Marek Nowak

## Spannungs-/ Dehnungsverhalten von Kalkstein in der Zweiachialbox

Wesentliche Vorbedingung für das Verstehen des Verhaltens von Schüttgütern in Silos und Förderanlagen ist eine sorgfältige Messung des Spannungs-/Dehnungsverhaltens bei niedrigen Drücken. Dazu wurde die bereits von Harder (1986) gebaute Zweiachialbox weiterentwickelt und mit einer völlig neuen Meßtechnik ausgestattet. Durch die Konstruktion bedingt sind alle in der Zweiachialbox auftretenden Spannungen und Dehnungen Hauptspannungen bzw. Hauptdehnungen. Wie bei Harder wurde als Versuchsmaterial ein feinkörniger Kalkstein ( $x_{50} \approx 5 \mu\text{m}$ ) gewählt. In allen durchgeführten Versuchen wurden die Verformungen vorgegeben und die Spannungen gemessen. Dabei wurde festgestellt, daß - abgesehen von einer kurzen Übergangsphase - das Verhältnis der Dehnungsgeschwindigkeiten in den verschiedenen Raumrichtungen das Verhältnis der zugehörigen Spannungen bestimmt. Ein besonderer Zustand stellt sich ein, wenn auf eine Verformung mit Volumenabnahme (Verdichtung) eine solche mit Volumenkonstanz (reine Scherung) folgt. Nach einem sehr kurzen Scherweg bereits nehmen die gemessenen Spannungen einen Grenzwert an, der sich bei weiterer Scherung nur noch geringfügig ändert. Das Schüttgut befindet sich im "kritischen Zustand", es zeigt "stationäres Fließen". Der Spannungszustand beim stationären Fließen hängt nur von der Schüttgutedichte, nicht jedoch von der Verformung im ersten Versuchsabschnitt ab, vgl. Abb.

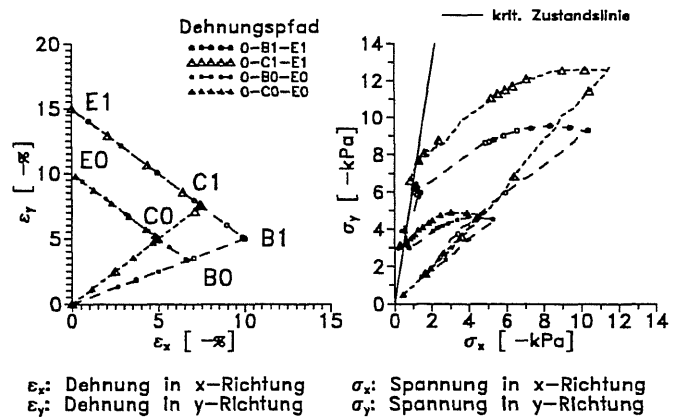


Abb. Spannungsverläufe bei reiner Scherung

Das von Roscoe entwickelte Cam-Clay-Model wurde für die Bereiche kleiner Spannung um eine induzierte Kohäsion erweitert. Dazu wurde analog dem Vorgehen von Höhl (1988) angenommen, daß jede Verdichtung dem Schüttgut eine kleine isotrope Zugfestigkeit aufprägt.