

**TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN**



Ingenieurgesellschaft für Geotechnik, Verkehrs- und Tiefbau und Umweltschutz mbH

## **Dynamische numerische Berechnungen zur Bewertung der Standicherheit von Erddämmen unter Erdbebeneinwirkung**

Jamal Hleibieh; Ivo Herle

Dresden, 19.06.2018

# Motivation



Japan, 2016

Motivation

**Böschung  
(Erdbeben)**

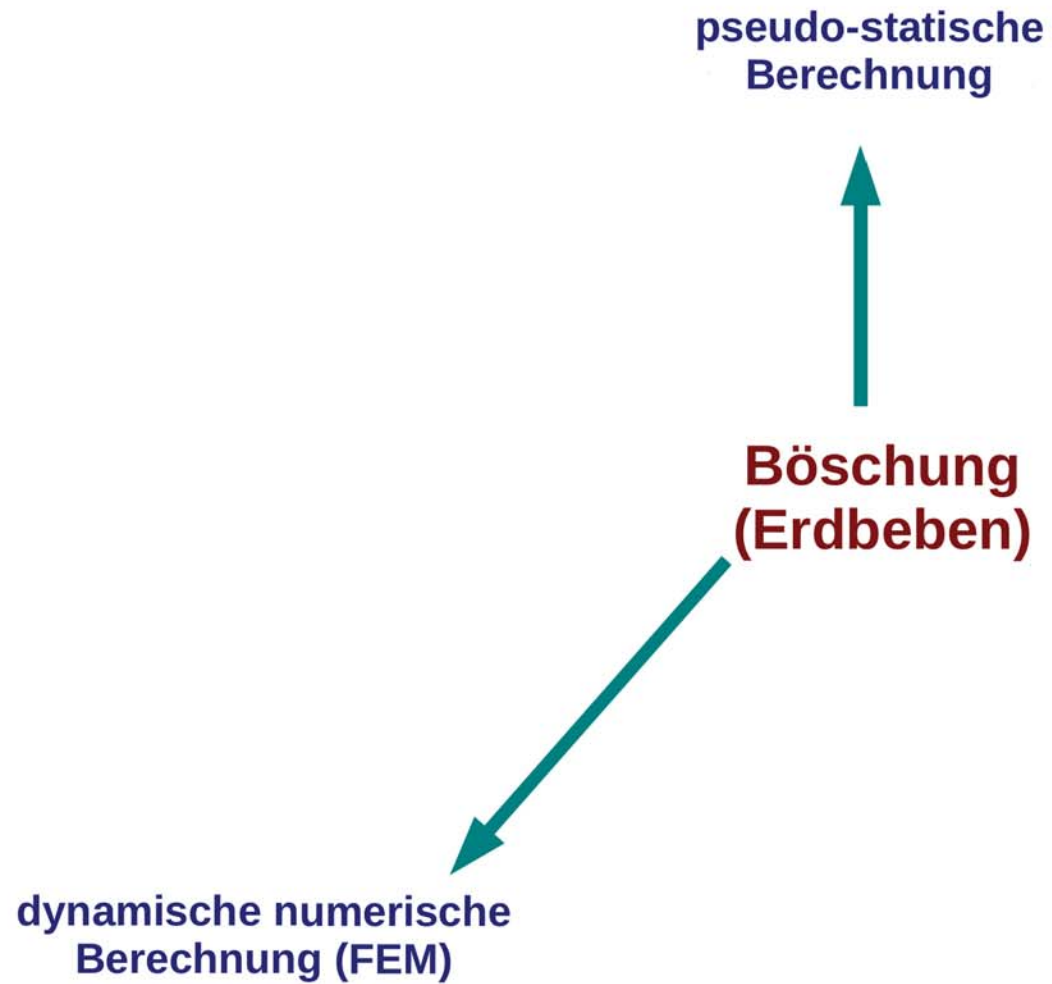
# Motivation

pseudo-statische  
Berechnung

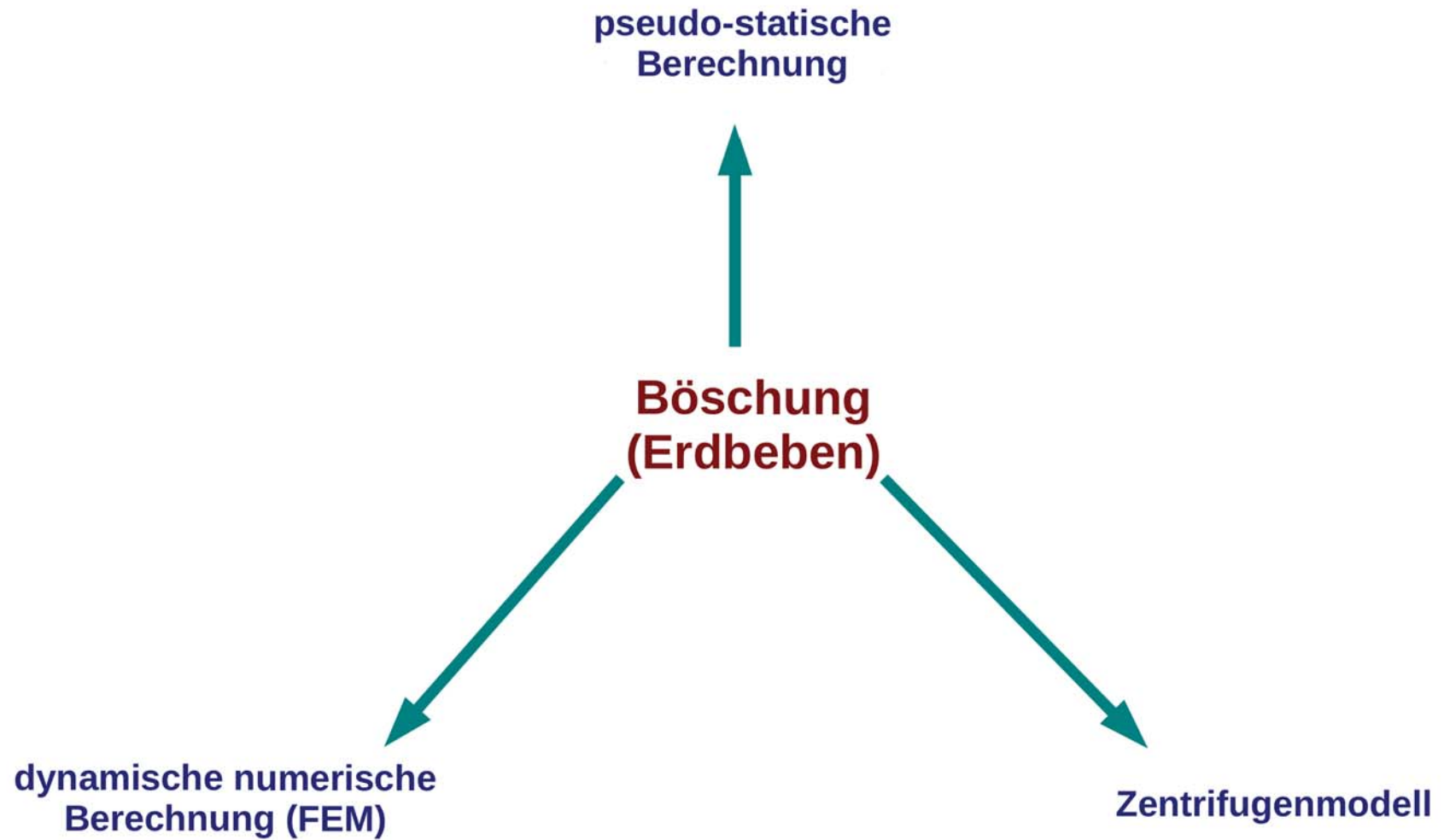


**Böschung  
(Erdbeben)**

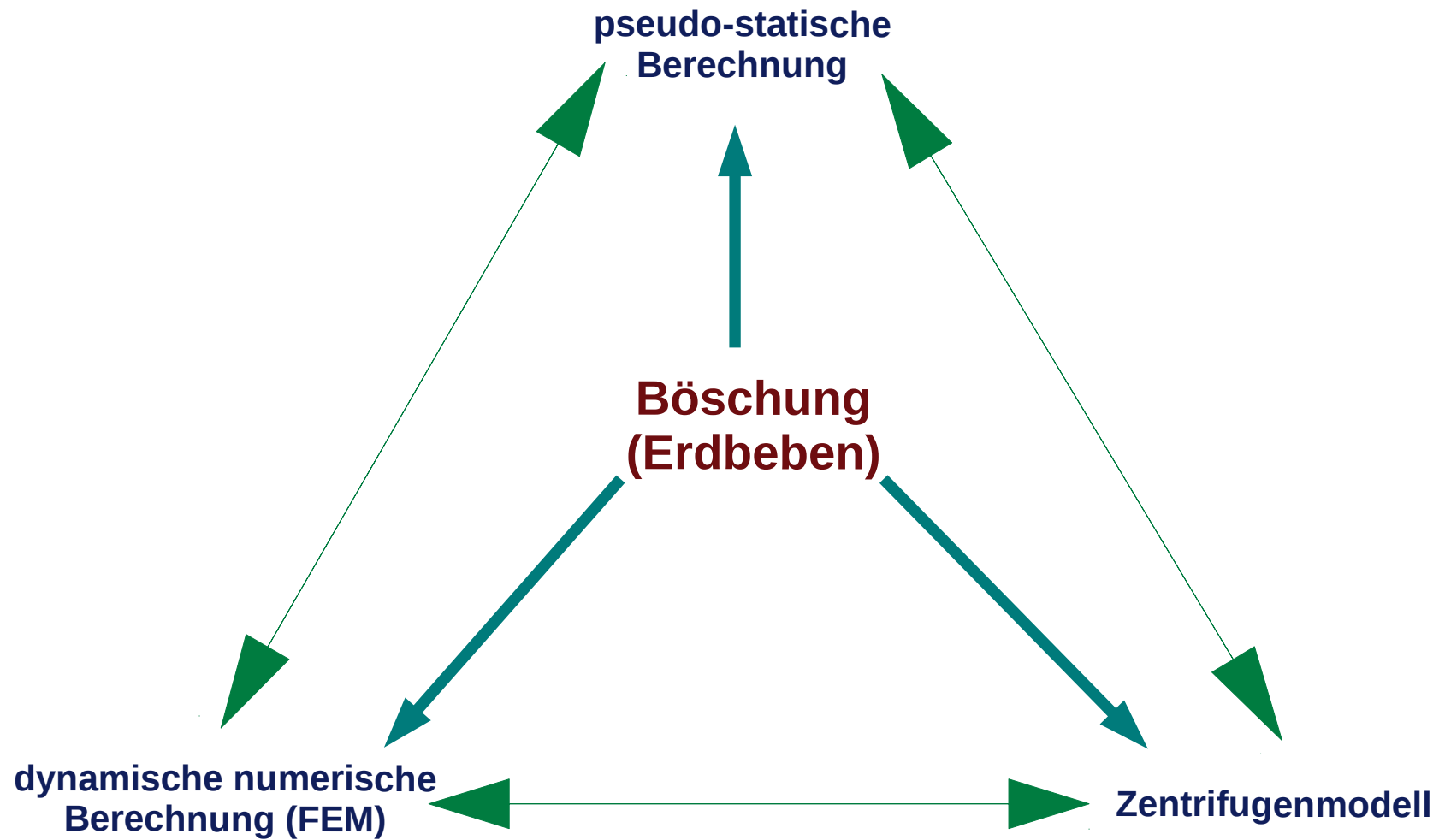
# Motivation



# Motivation

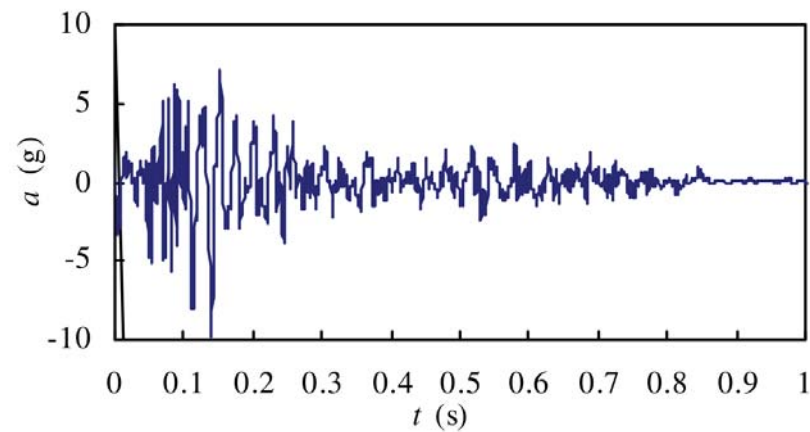
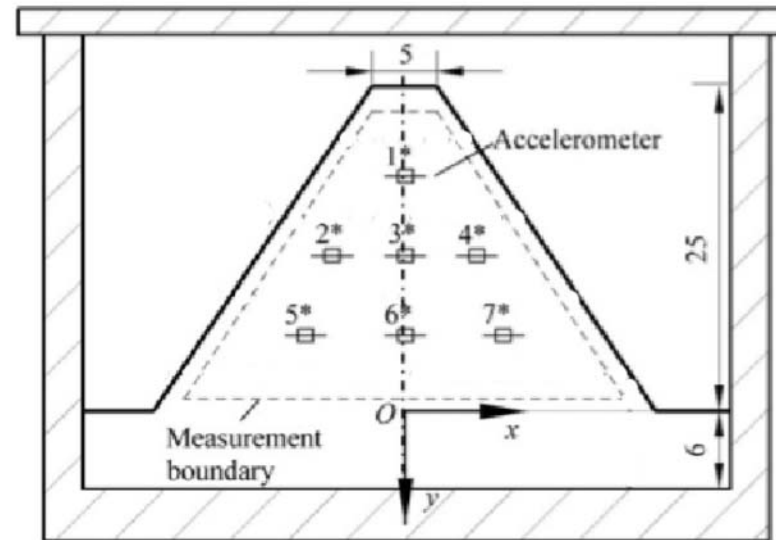


# Motivation



# Zentrifugenmodell

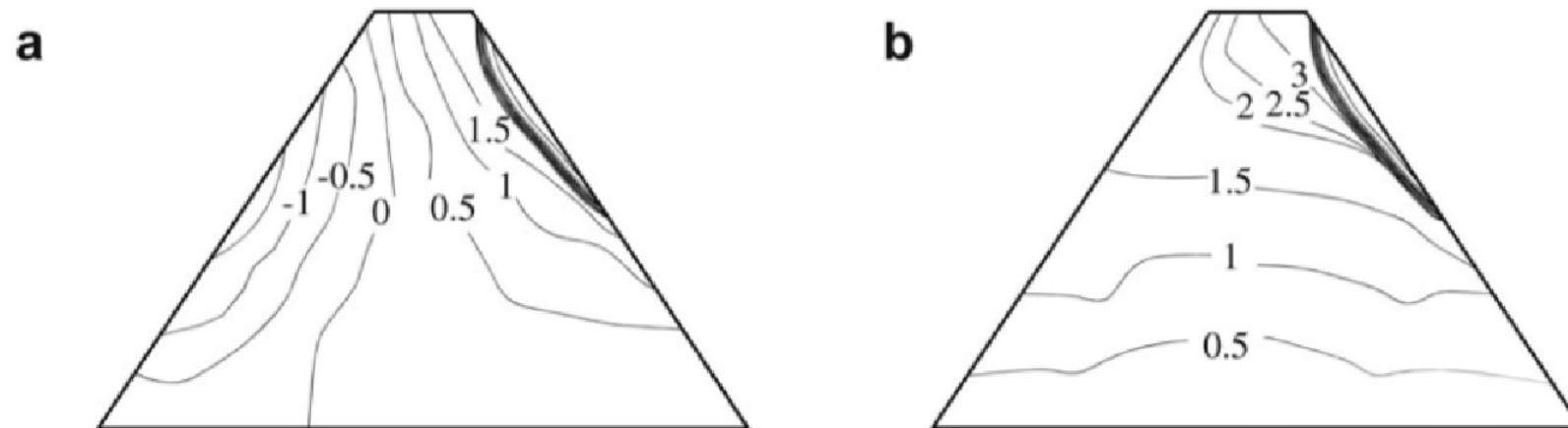
- feinkörniger Boden
- teilgesättigt
- $\varphi=25^\circ$ ,  $c=20$  kPa
- LL, PI, W, Eigengewicht  
D10, D50, D60 und Cu
- Abnahme von G mit der  
Scherdehnung



[Wang. et. al. 2011]



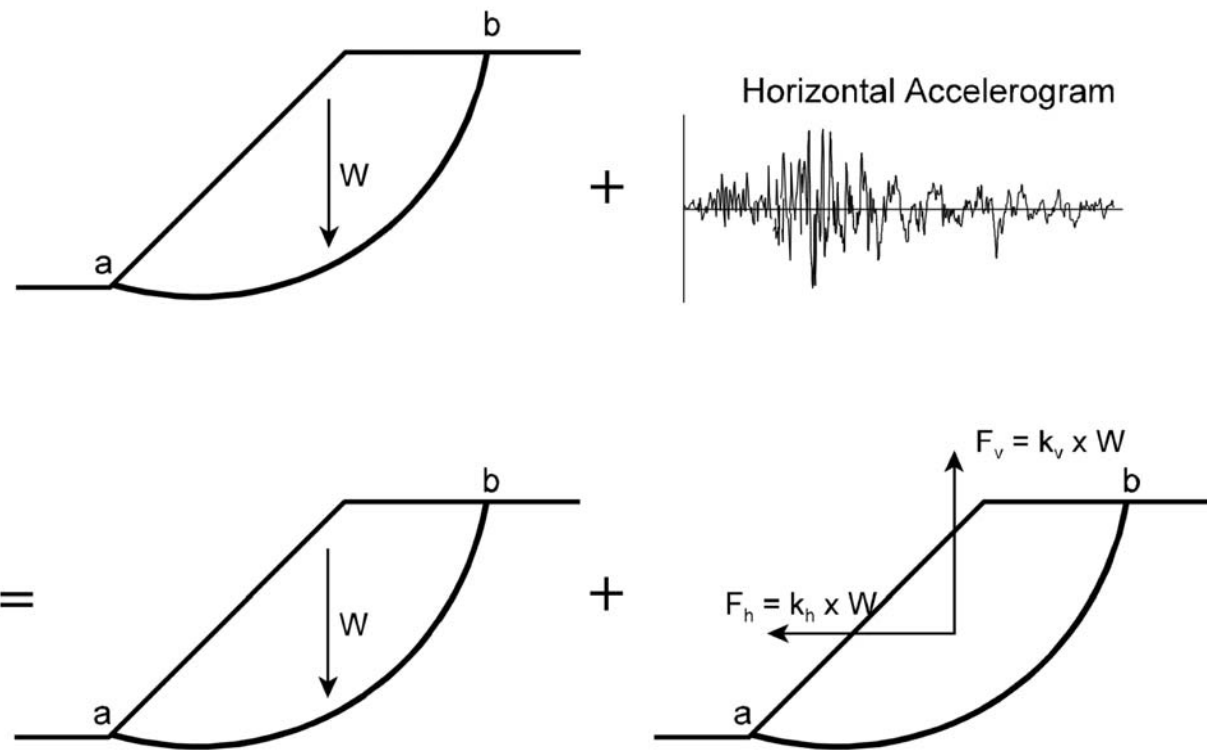
# Ergebnisse des Zentrifugenversuches



Horizontal- bzw. Vertikalverschiebung infolge des Erdbebens

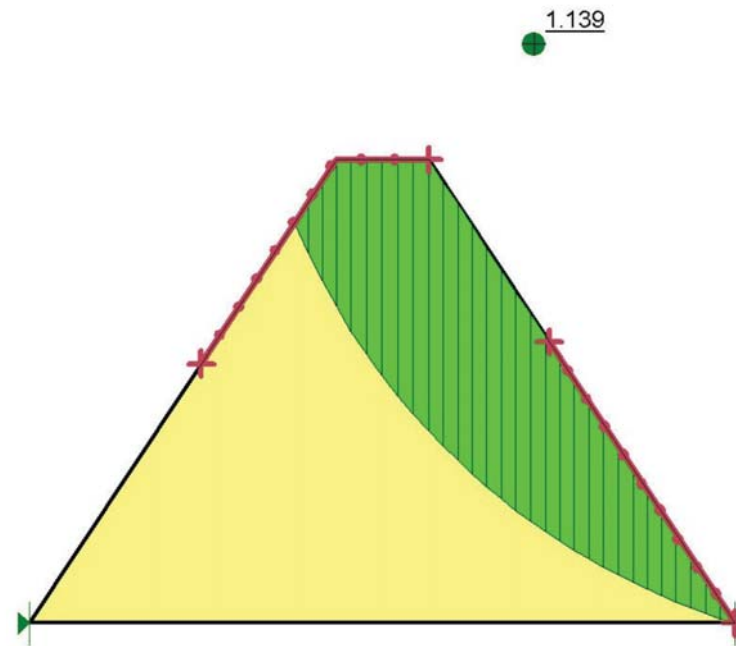
**Nachrechnung mit der pseudo-statischen Methode**

# Pseudo-statische Methode



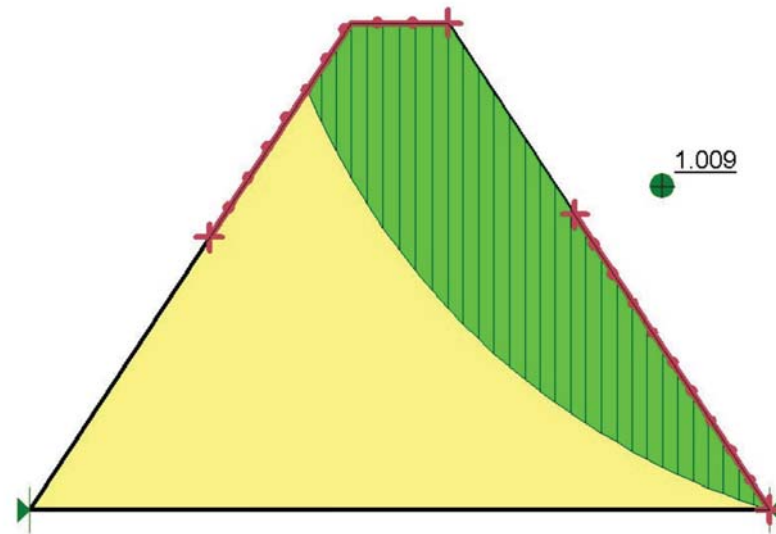
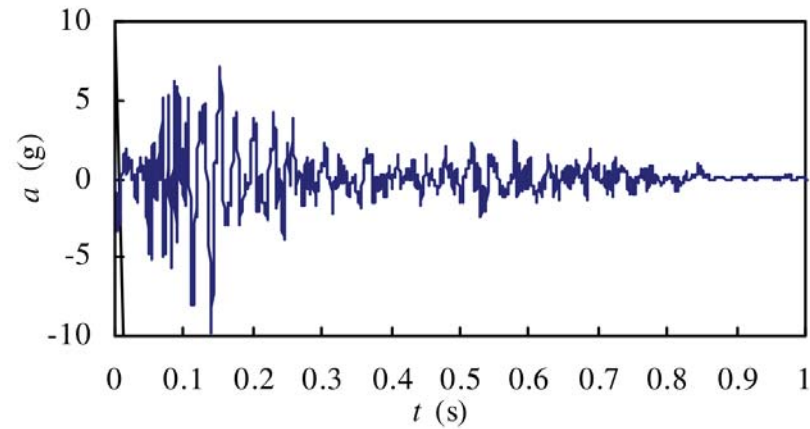
# Statische Standsicherheit

- Grenzgleichgewicht nach Bishop
- tiefe Gleitfuge



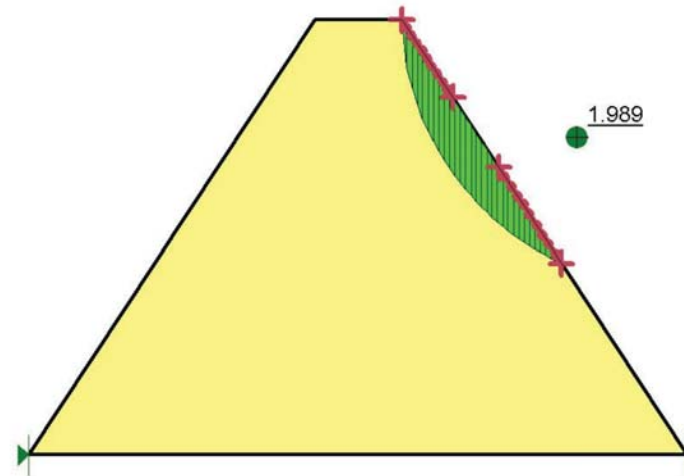
# Pseudo-statische Standsicherheit

- horizontaler pseudo-statischer Koeffizient:  
 $K_h = 0,5 \cdot 0,2 = 0,1$
- tiefe Gleitfuge!!!



# Pseudo-statische Standsicherheit

- erzwungene oberflächennahe Gleitfuge
- Standsicher!!!



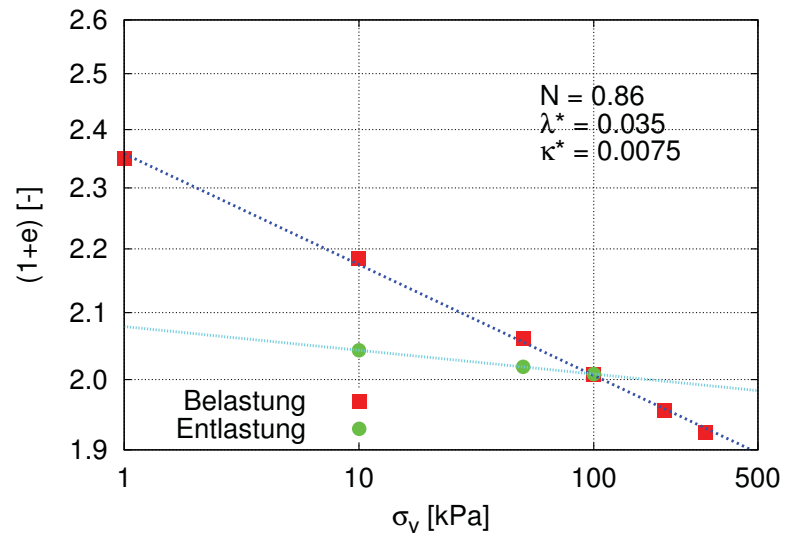
## **Dynamische numerische Nachrechnung**

# Parameterbestimmung



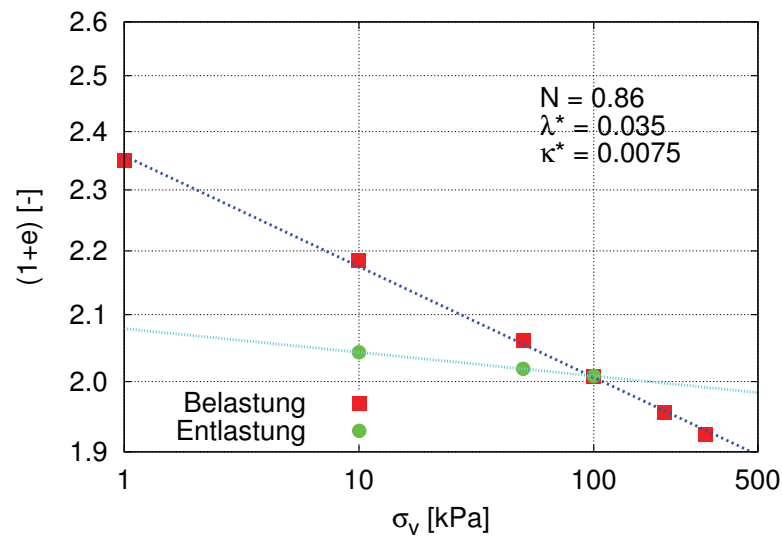
# Parameterbestimmung

- Parameter für die Hypoplastizität (Mašín )

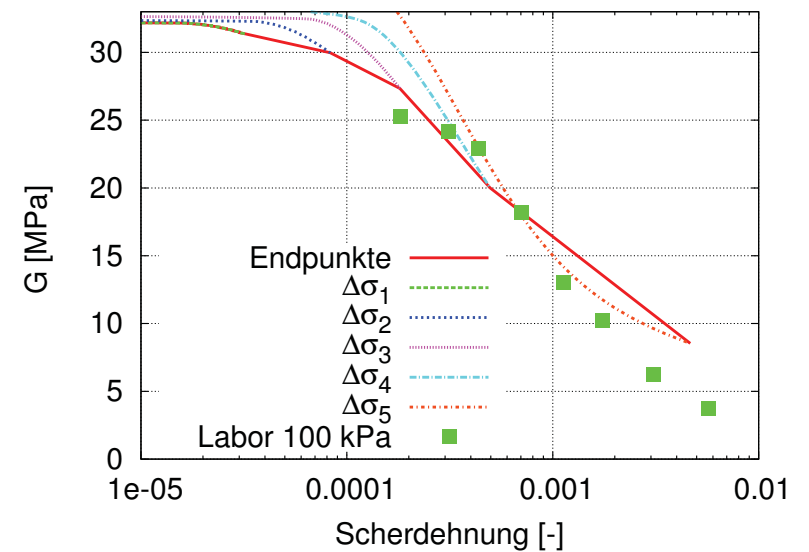


# Parameterbestimmung

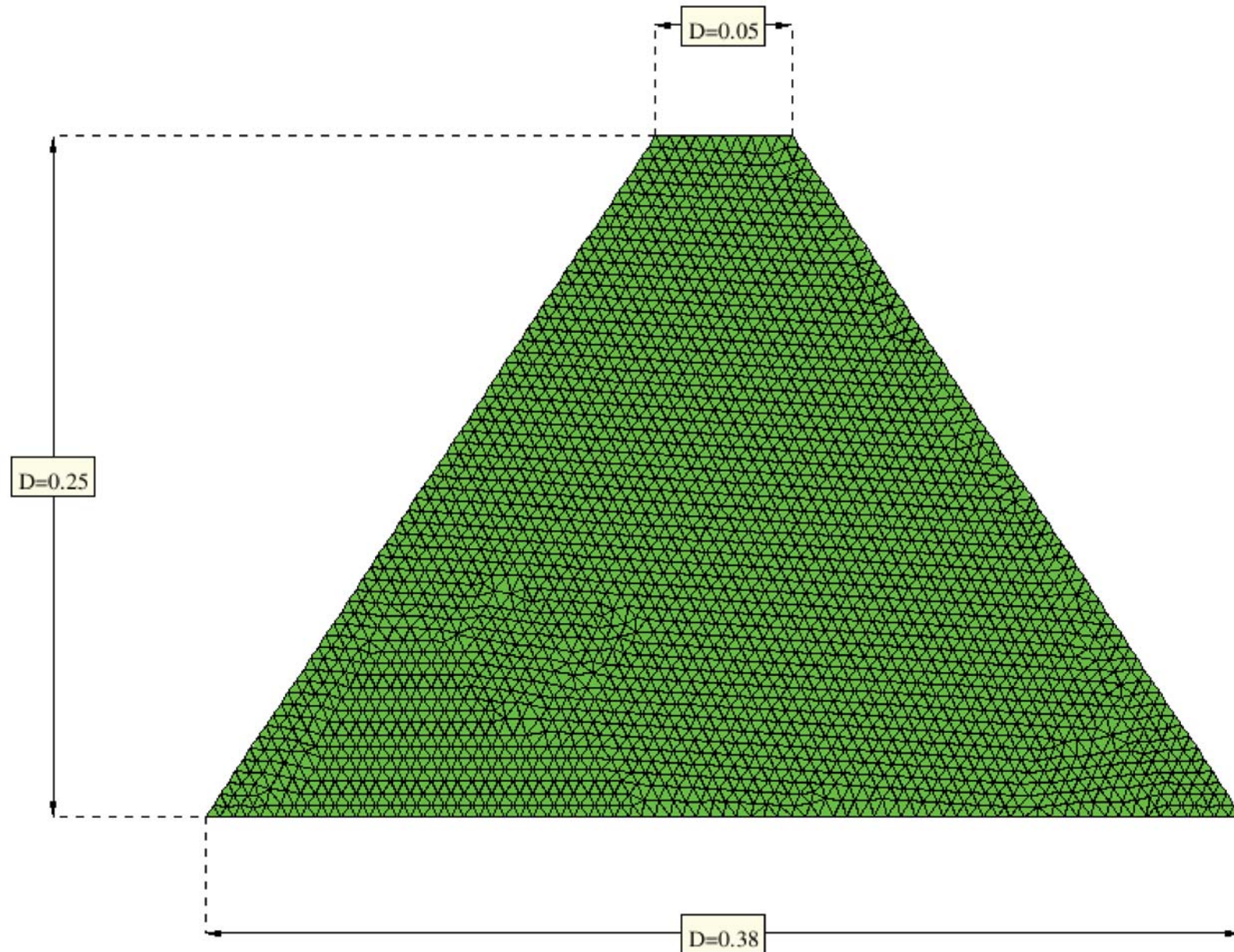
- Parameter für die Hypoplastizität (Mašin )



- Parameter für die Hypoplastizität mit intergranularer Dehnung (Niemunis und Herle)



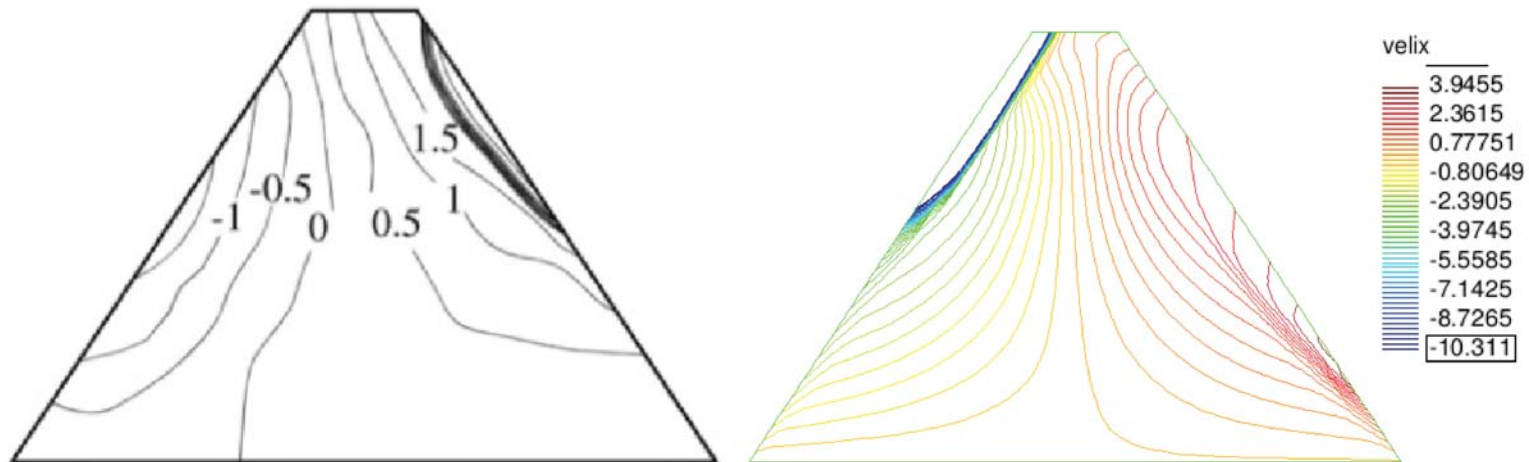
# Numerisches Modell



# Entwicklung der Scherdehnung

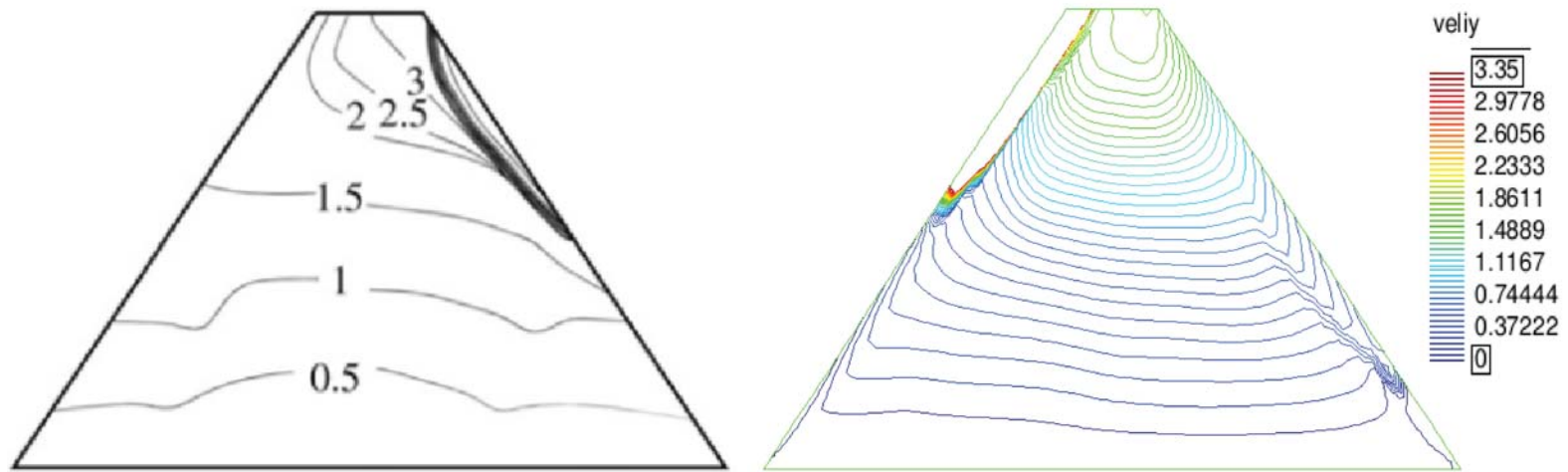
# Horizontalverschiebung

- sehr gute Übereinstimmung

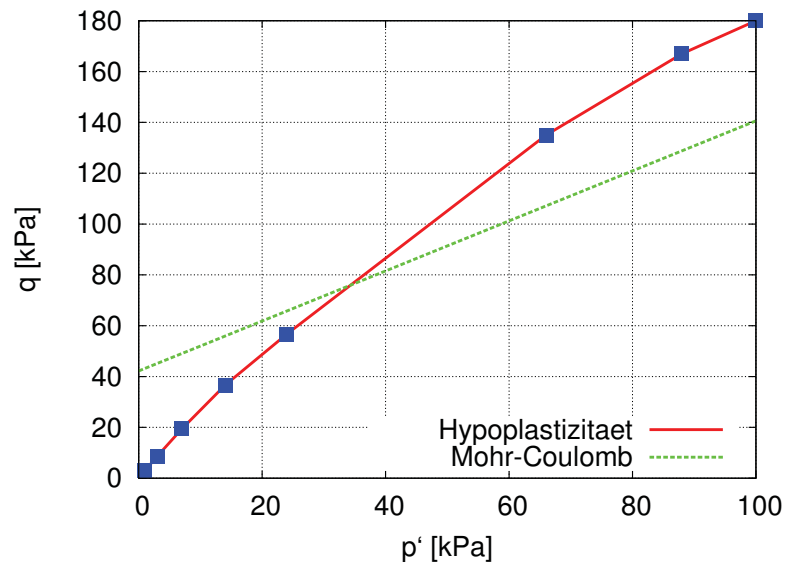


# Vertikalverschiebung

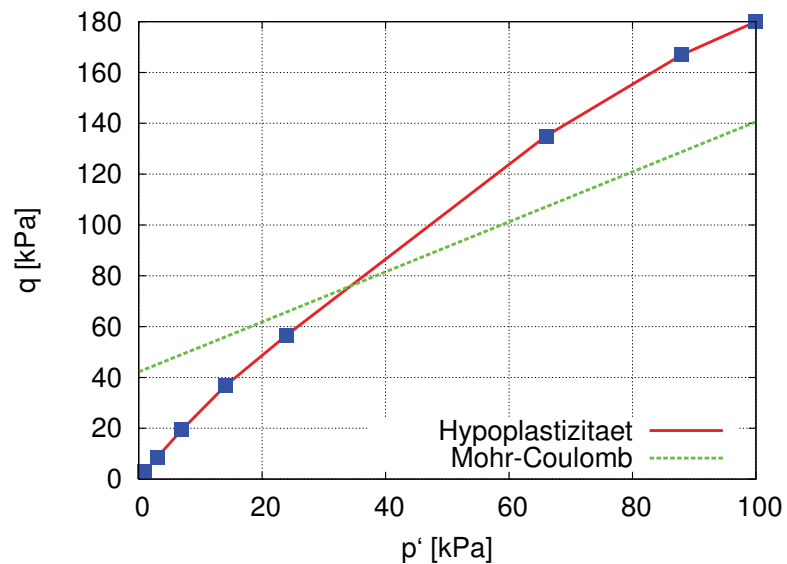
- sehr gute Übereinstimmung



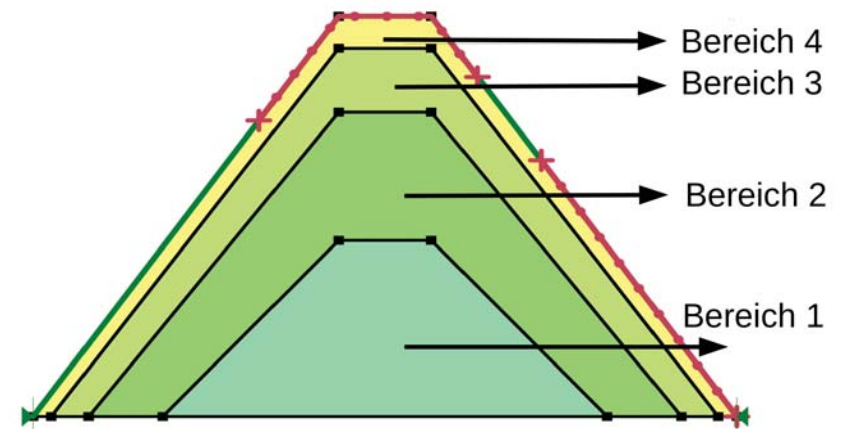
# Pseudo-statische Berechnung mit angepasster Scherfestigkeit



# Pseudo-statische Berechnung mit angepasster Scherfestigkeit

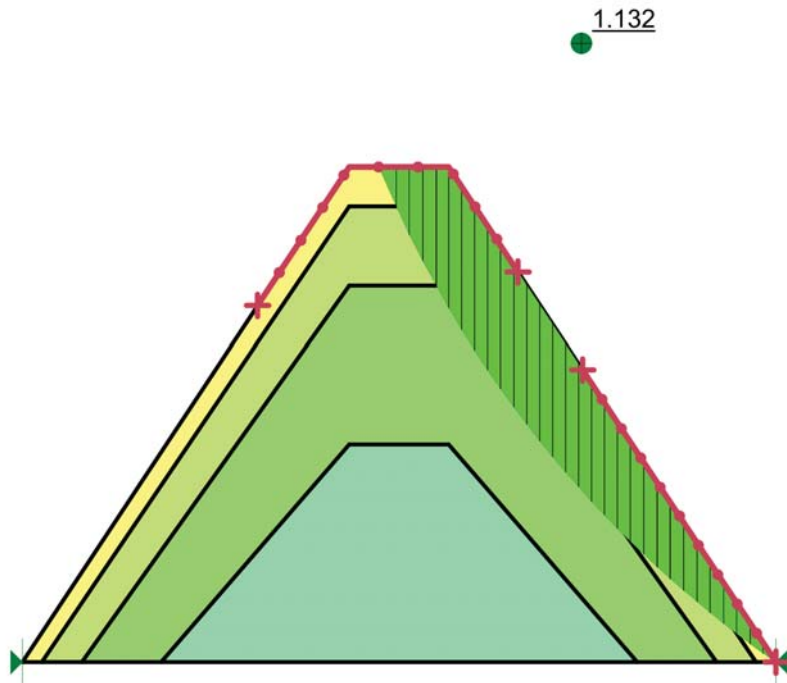


Bereich	Peakreibungswinkel [°]
1	55
2	56
3	65
4	68

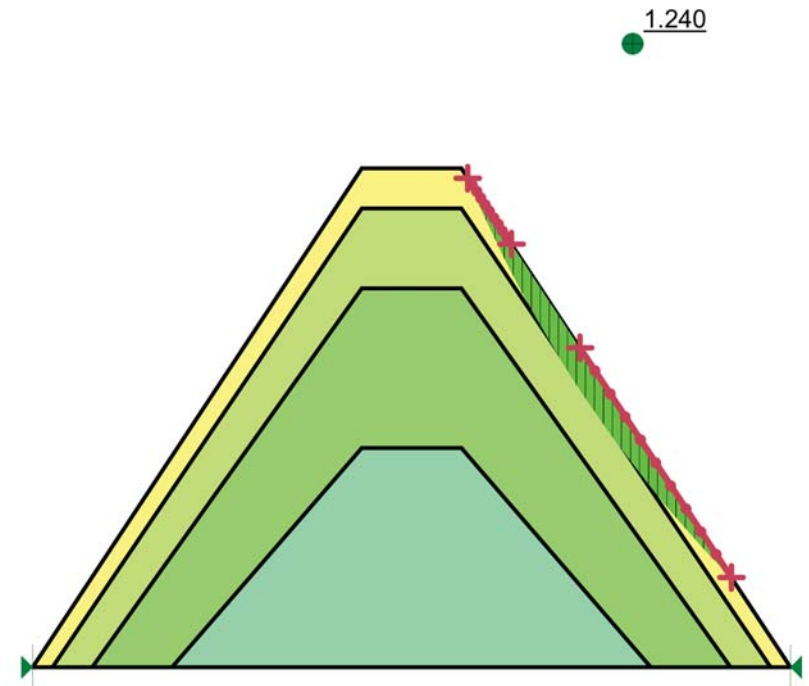
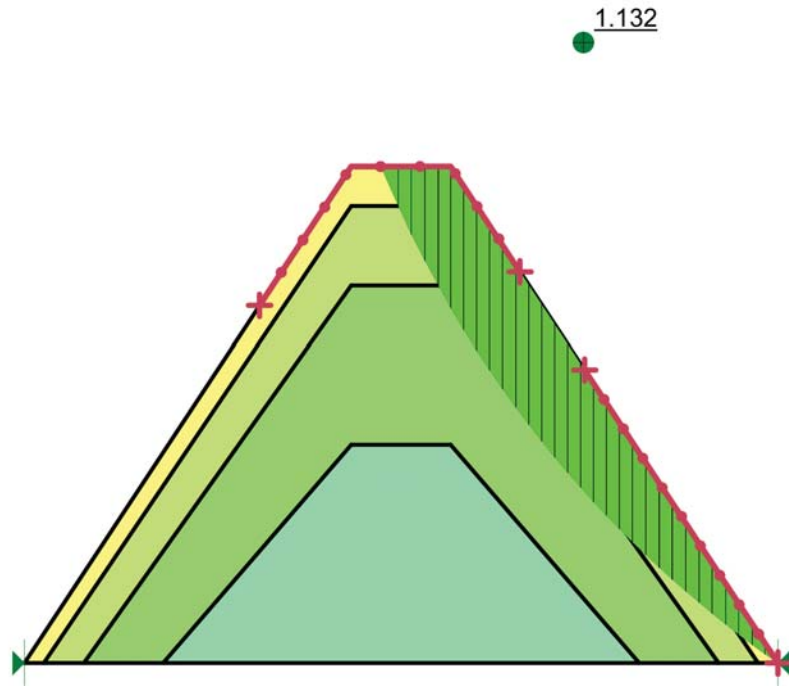




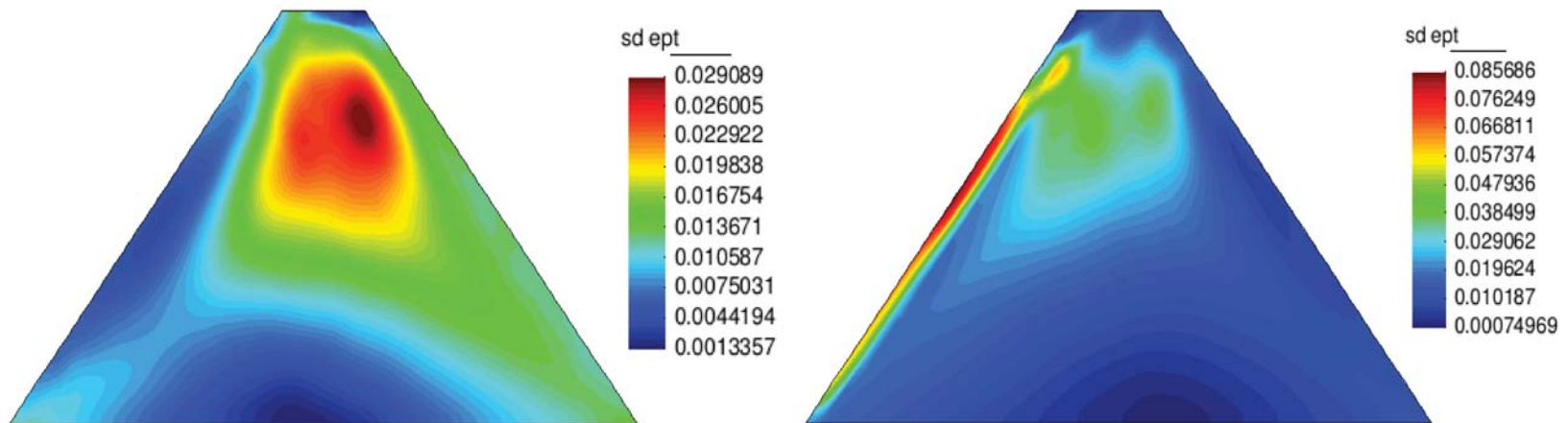
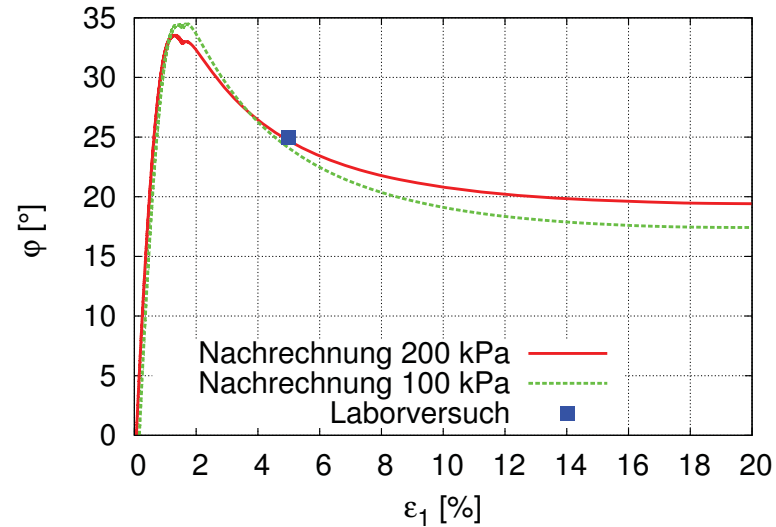
# Pseudo-statische Berechnung mit angepasster Scherfestigkeit



# Pseudo-statische Berechnung mit angepasster Scherfestigkeit

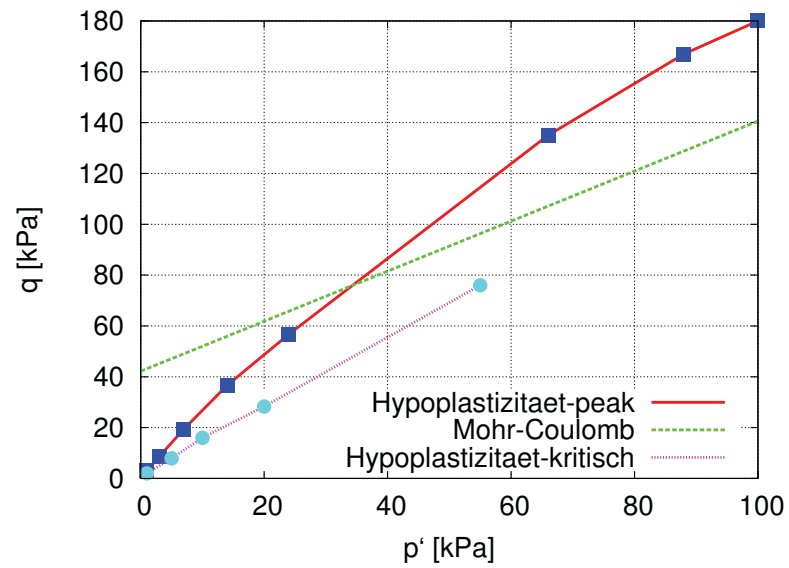


# Peakscherfestigkeit oder kritische Scherfestigkeit?



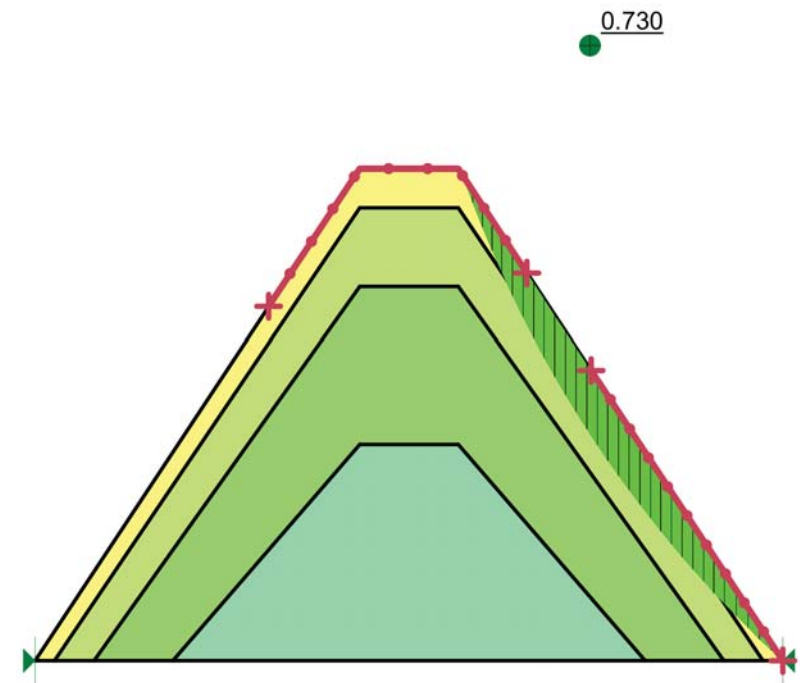
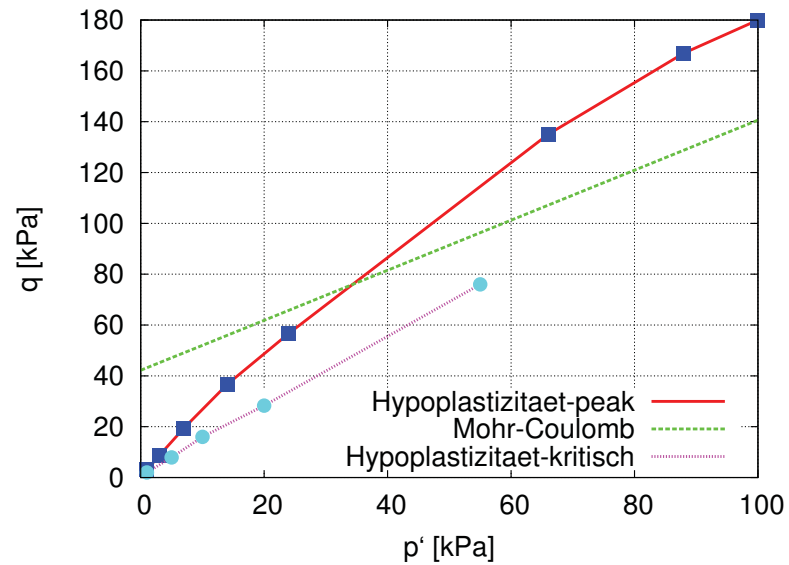
Scherdehnung nach 0,12 bzw. 0,13 Sekunden

# Peakscherfestigkeit oder kritische Scherfestigkeit?

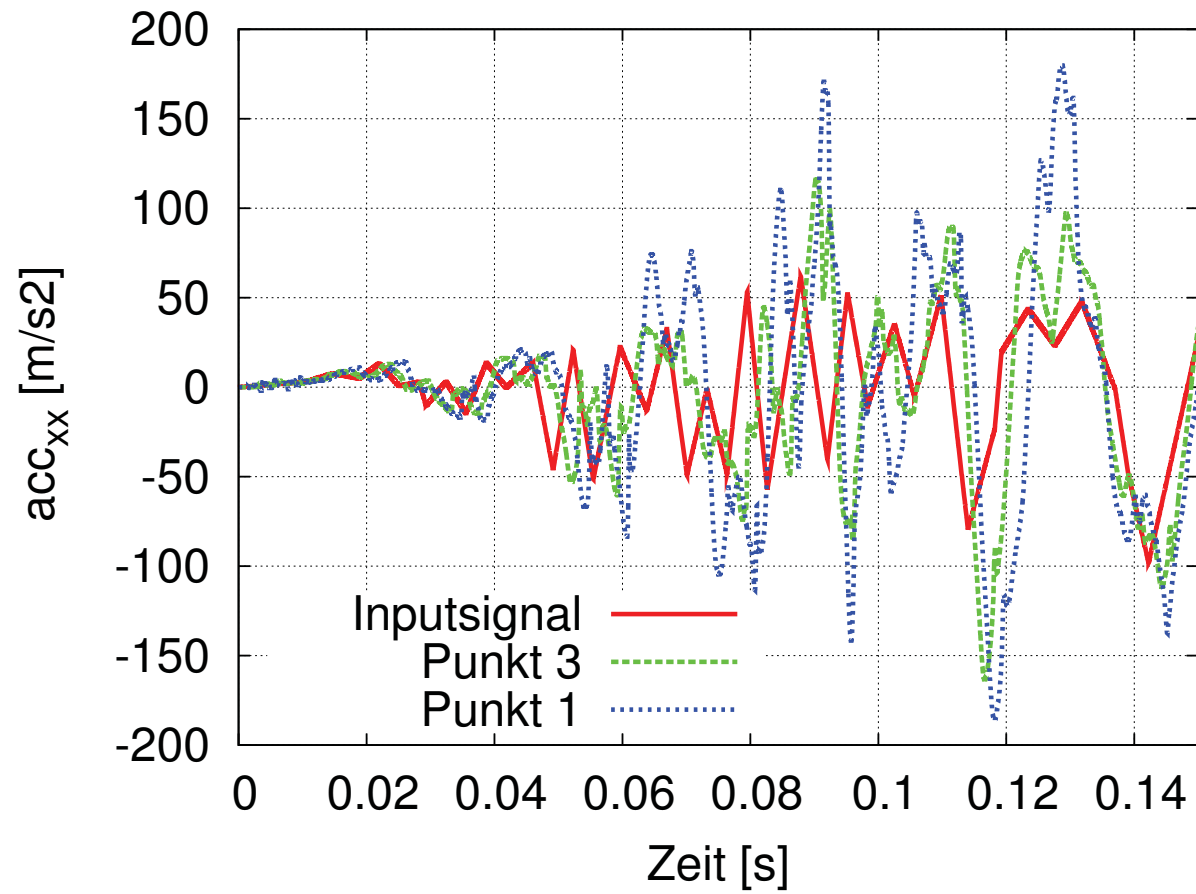


# Peakscherfestigkeit oder kritische Scherfestigkeit?

- Berechnung mit einer mittleren Scherfestigkeit



# Beschleunigungsverstärkung



# Mögliche Vorgehensweise zur Ermittlung der Standsicherheit

- 1) dynamische numerische Berechnung
  - fortgeschrittenes Stoffmodell
  - sorgfällige Ermittlung der Parameter
- 2) Ergebnisse der numerischen Berechnung
  - Scherdehnungen
  - Beschleunigungsverstärkung
- 3) pseudo-statische Analyse
  - spannungs- und dehnungsabhängiger Reibungswinkel
  - Berücksichtigung der Beschleunigungsverstärkung



Vielen Dank für die Aufmerksamkeit