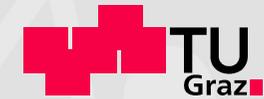




S C I E N C E ■ P A S S I O N ■ T E C H N O L O G Y



NUMERISCHE MODELLIERUNG EINES ANKERZUGVERSUCHES UND VERGLEICH MIT FASEROPTISCHEN MESSUNGEN

Helmut F. Schweiger

Acknowledgements: **B. Schädlich, V. Racansky, J. Chalmovsky, H. Woschitz, W. Lienhart**

Computational Geotechnics Group
Institute for Soil Mechanics and Foundation Engineering
Graz University of Technology

Fachkolloquium 25 Jahre Baugrund Dresden, 3. März 2016



Institute for
SOIL MECHANICS and
FOUNDATION ENGINEERING

COMPUTATIONAL **geotechnics** GROUP

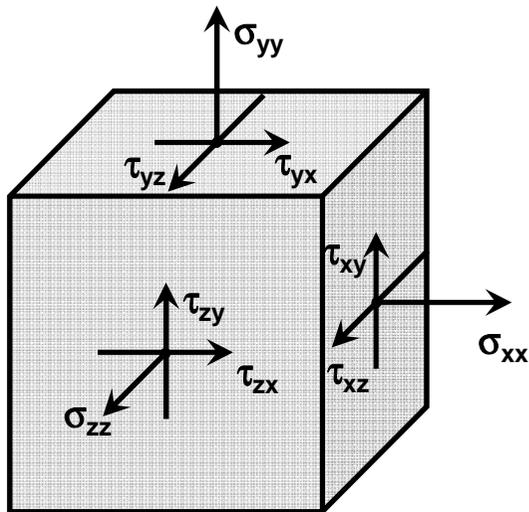


INHALT

- **Verwendete Stoffmodelle**
- **Numerische Vorstudien**
- **Ankerzugversuch**
 - **Faseroptische Messeinrichtung**
 - **Messergebnisse**
 - **Vergleich Messung - Berechnung**

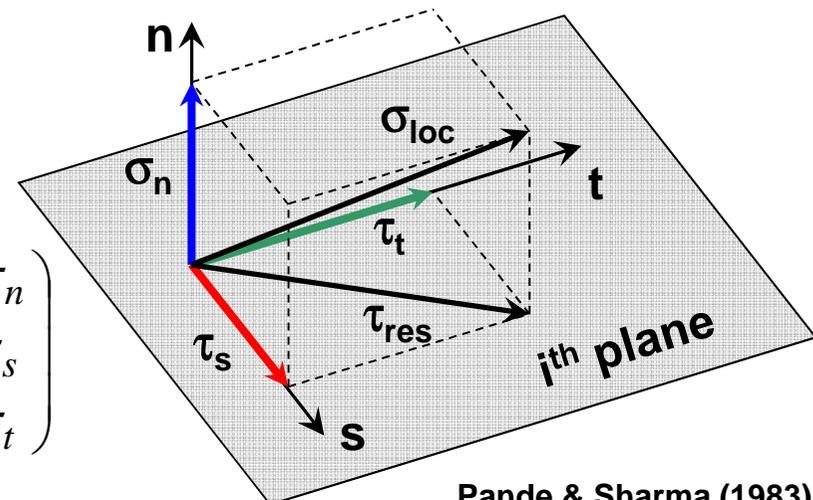
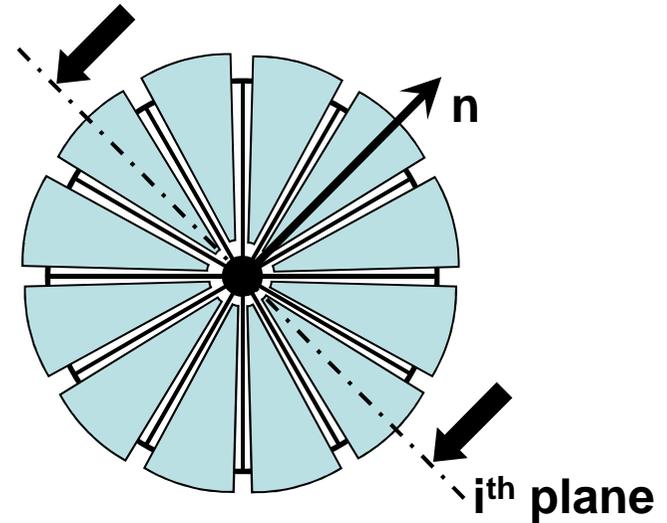
MULTILAMINATE KONZEPT

Makroskopisch



$$\sigma_{gl} = \begin{pmatrix} \sigma_{xx} & \tau_{xy} & \tau_{xz} \\ \tau_{xy} & \sigma_{yy} & \tau_{yz} \\ \tau_{xz} & \tau_{yz} & \sigma_{zz} \end{pmatrix}$$

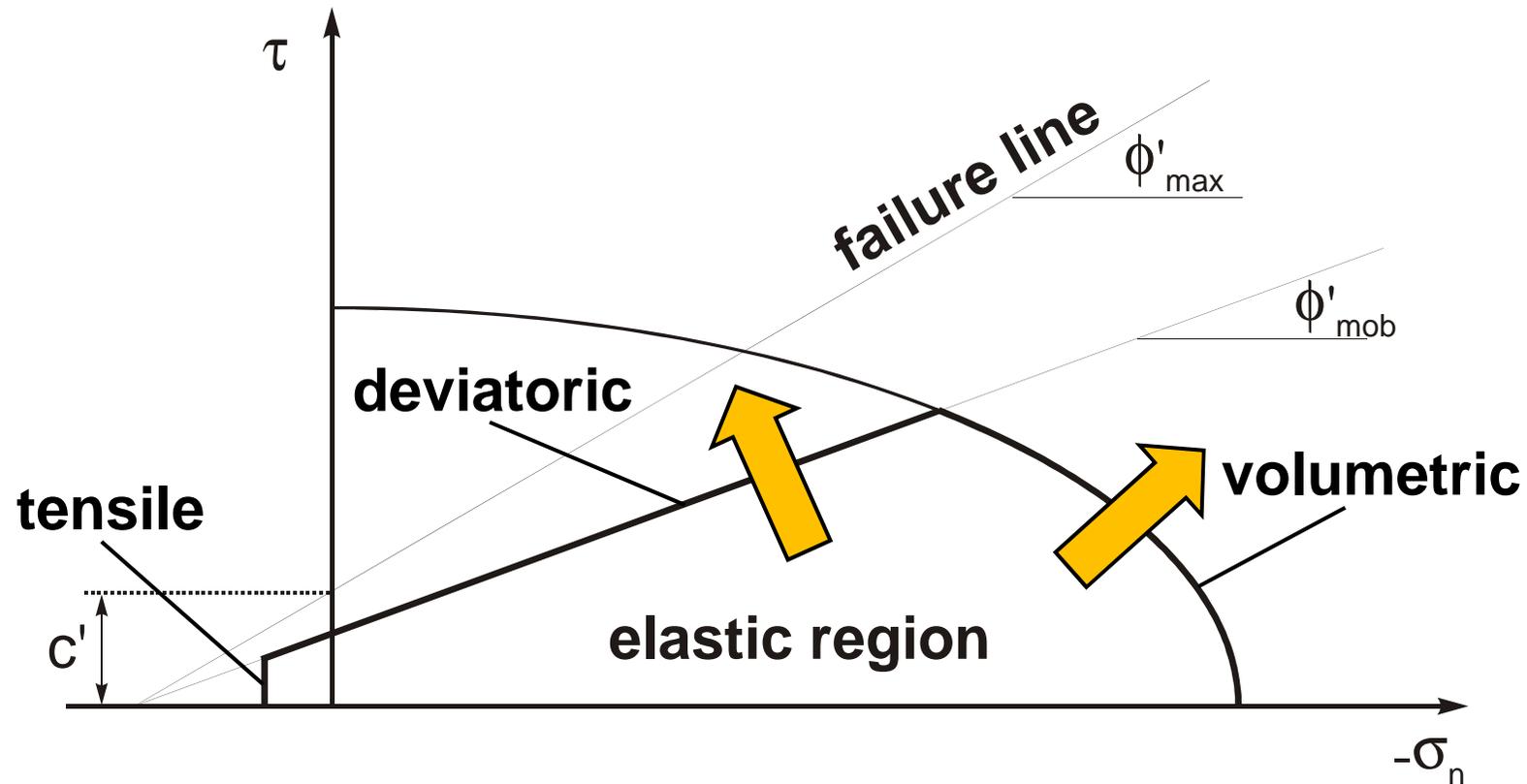
Lokal



$$\sigma_{loc} = \begin{pmatrix} \sigma_n \\ \tau_s \\ \tau_t \end{pmatrix}$$

Pande & Sharma (1983)

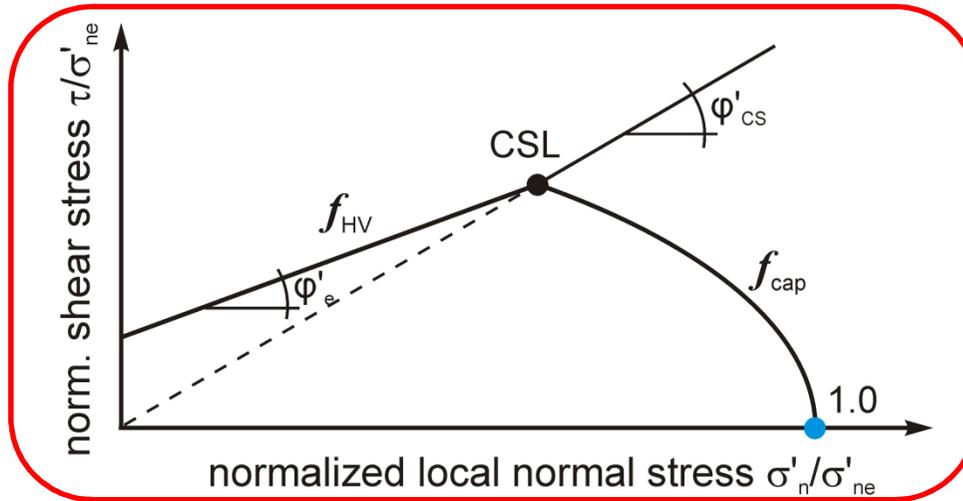
MULTILAMINATE MODELL - BASISFORMULIERUNG



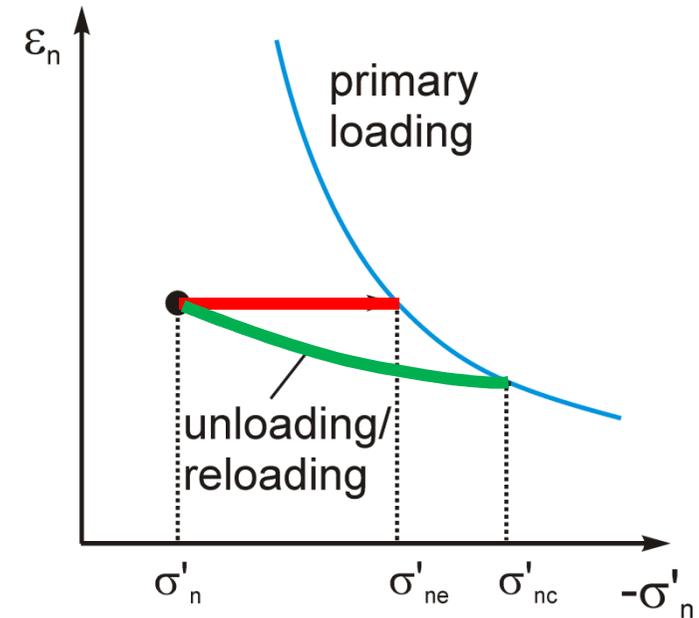
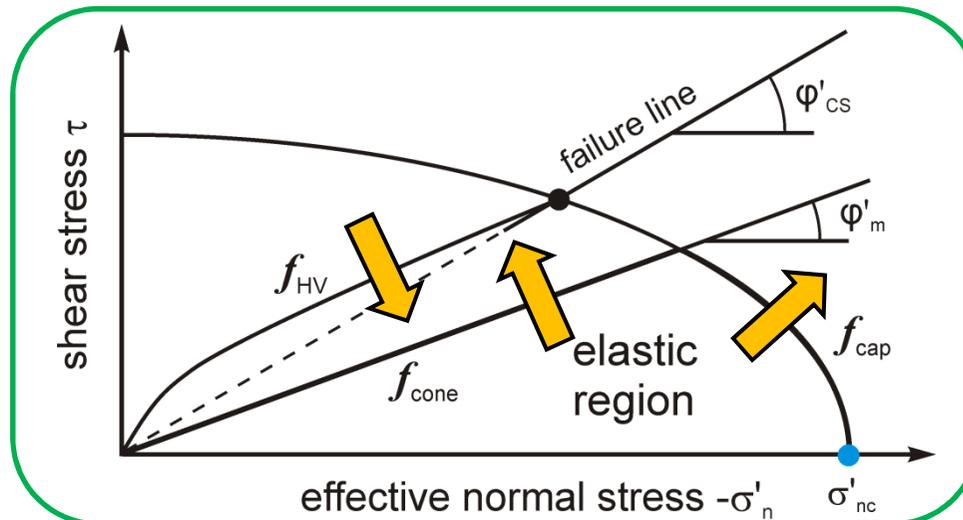
- Elastisch-plastisches Modell mit Verfestigung
- Mohr-Coulomb'sche Bruchbedingung

Schweiger, Wiltafsky, Scharinger & Galavi, 2009

MULTILAMINATE MODELL - ERWEITERUNG MIT HVORSLEV SURFACE



- Lokale Spannungskomponenten τ, σ'_n
- Lokale Normaldehnung ϵ_n



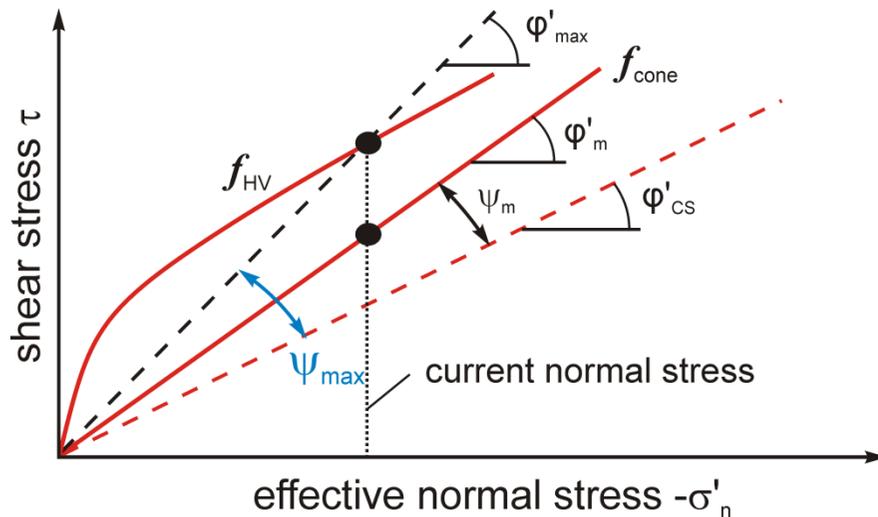
Schädlich & Schweiger, 2014

MULTILAMINATE MODELL - ERWEITERUNG MIT HVORSLEV SURFACE

Plastisches Potenzial

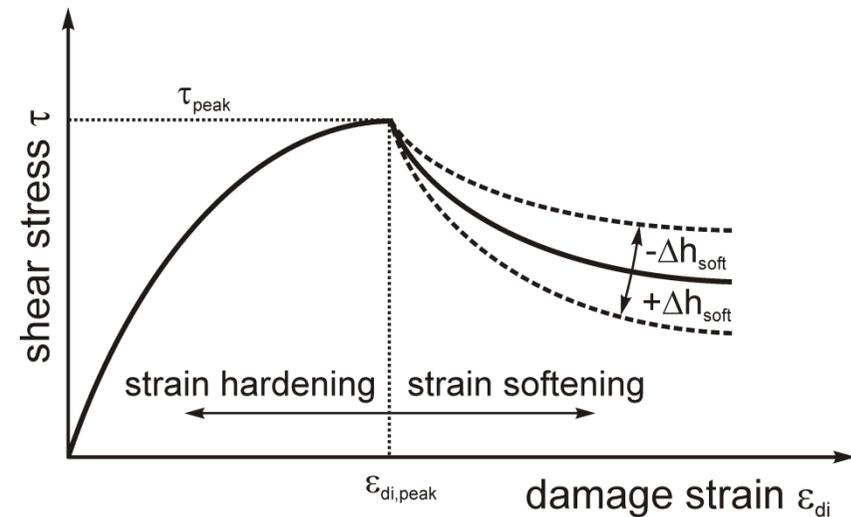
$$g_{HV} = g_{cone} = \tau + \sigma'_n \cdot \tan \psi_m$$

$$\frac{d\varepsilon_n^{pl}}{d\gamma^{pl}} = \tan \psi_m$$



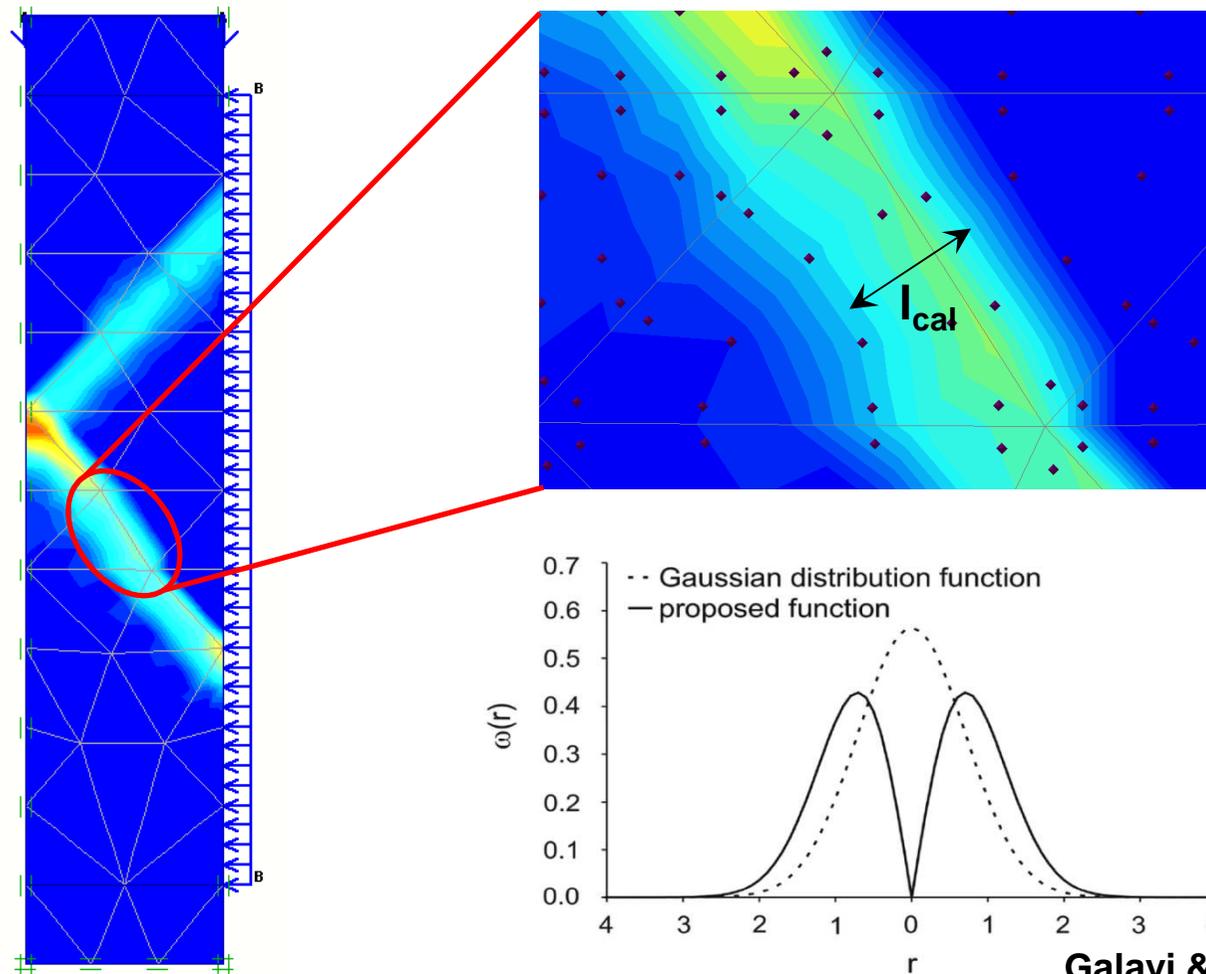
Entfestigung

- Reduktion der Konsolidierungsspannung σ'_{nc} durch plastische Normaldehnungen
- Entfestigungsparameter h_{soft} steuert Entfestigungsrate



MULTILAMINATE MODELL - ERWEITERUNG NICHTLOKALE DEHNUNGEN

- Mittlung der Dehnungen in Umgebung eines Integrationspunktes

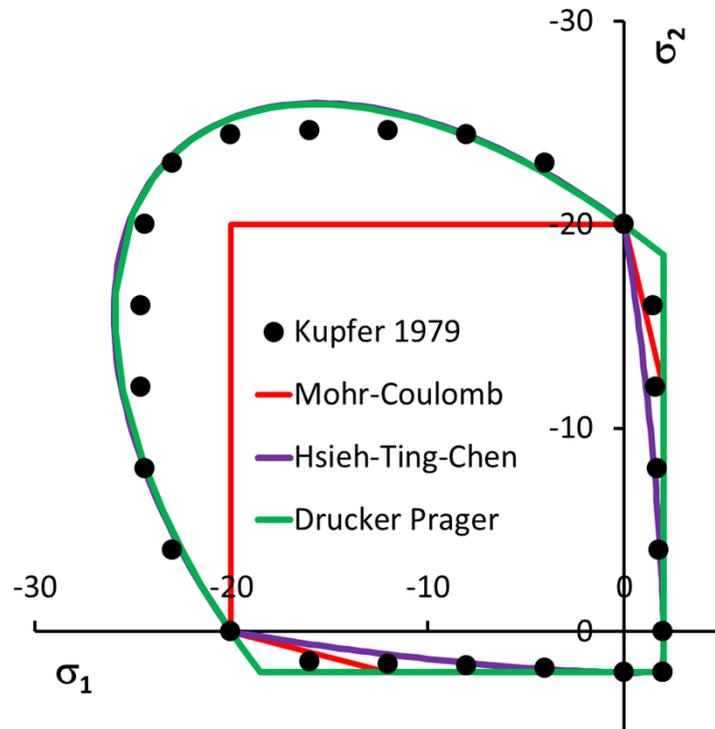


Galavi & Schweiger, 2010

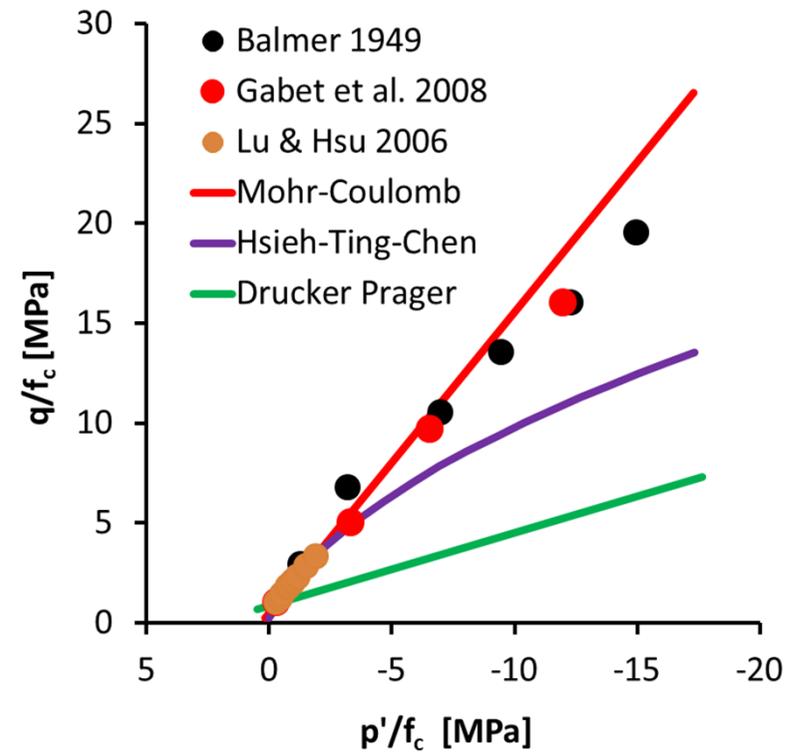
SPRITZBETONMODELL

Vergleich mit experimentellen Daten

Biaxial (ebener Spannungszustand)



Triaxial



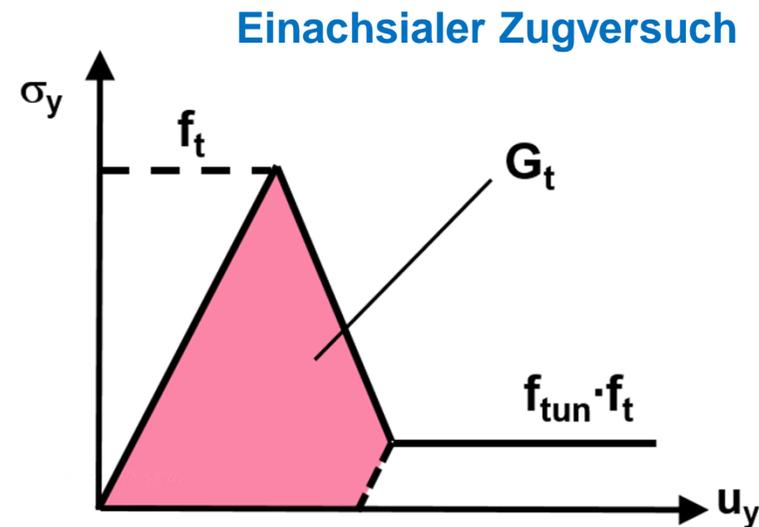
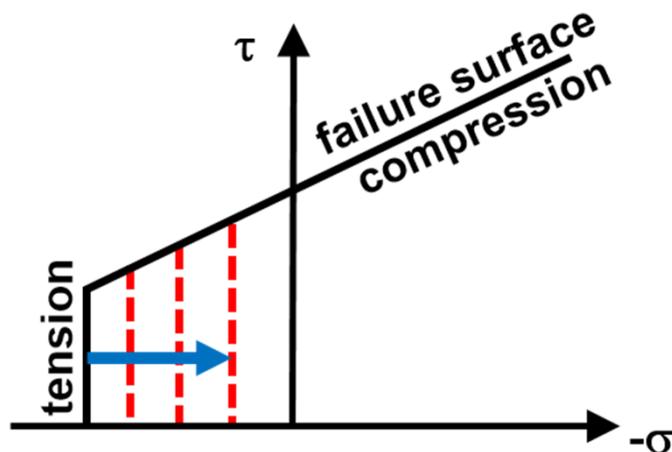
Fließfunktion: Mohr-Coulomb mit Ver- / Entfestigung

Schädlich & Schweiger, 2014

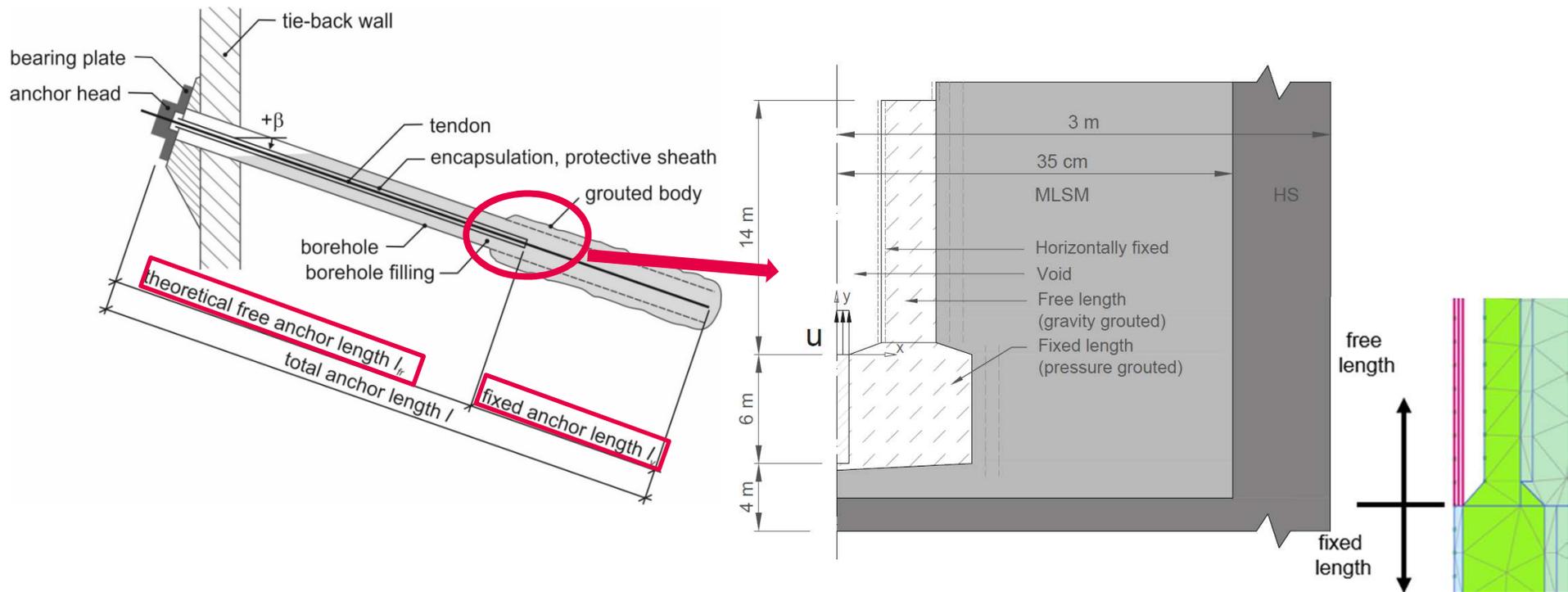
SPRITZBETONMODELL

- Lineare Entfestigung mit Dehnung (Zug bzw. Druck)
- "Verschmierte" Formulierung, Regularisierung mit Bruchenergie G_t bzw. G_c

$$f_{ty} = f_t \cdot \left(1 + (f_{tun} - 1) \cdot \frac{\varepsilon_1^p}{\varepsilon_{tu}^p} \right) \quad \text{with} \quad \varepsilon_{tu}^p = \frac{2 \cdot G_t}{(1 + f_{tun}) \cdot L_{eq} \cdot f_t} \quad L_{eq} = 2 \cdot \sqrt{\frac{A_{el}}{n_{int} \cdot \sqrt{3}}}$$

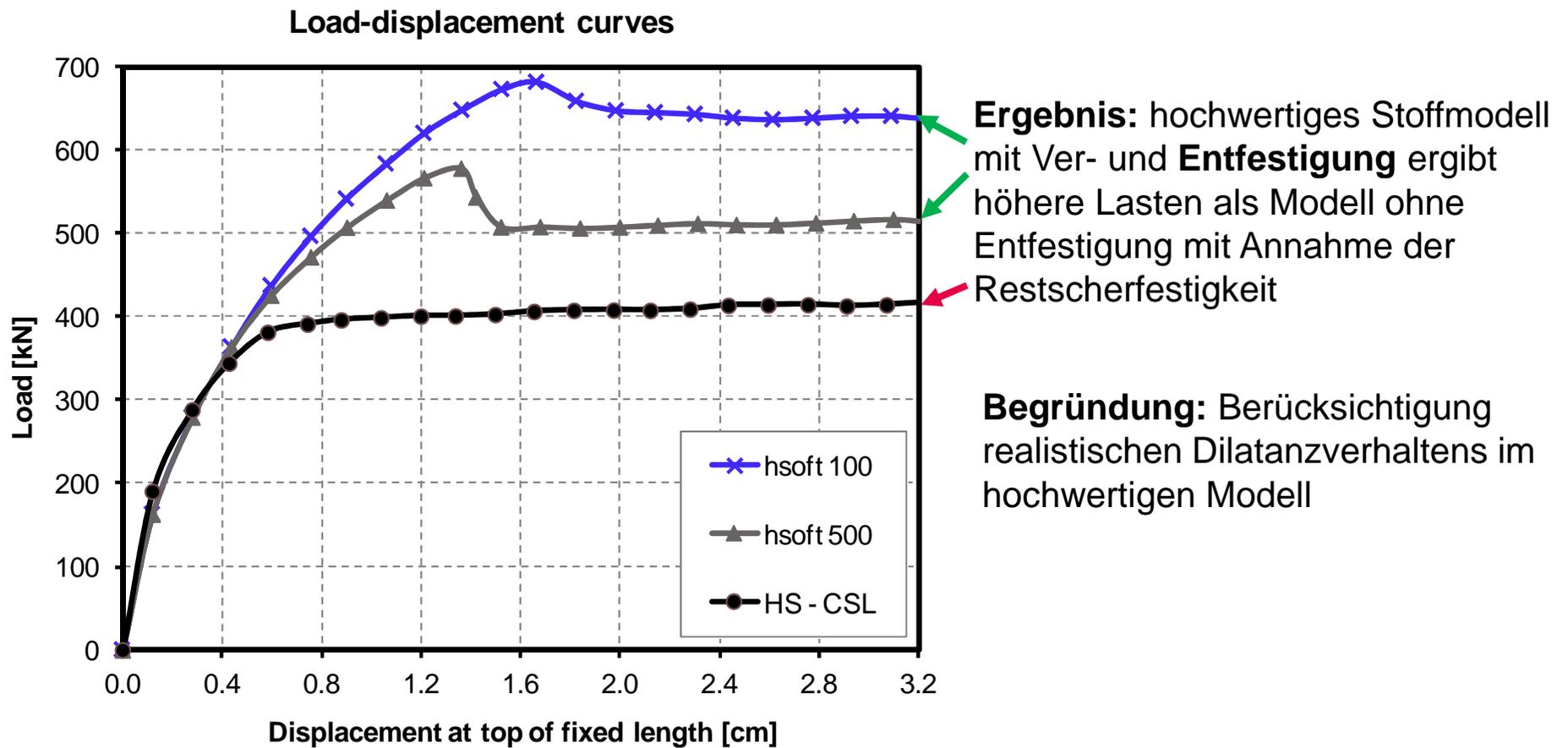


MODELLBILDUNG



Ziel der Vorstudien: Untersuchung des Verhaltens in überkonsolidierten Böden und Beurteilung des Einflusses des Mörtels in der Freispielstrecke

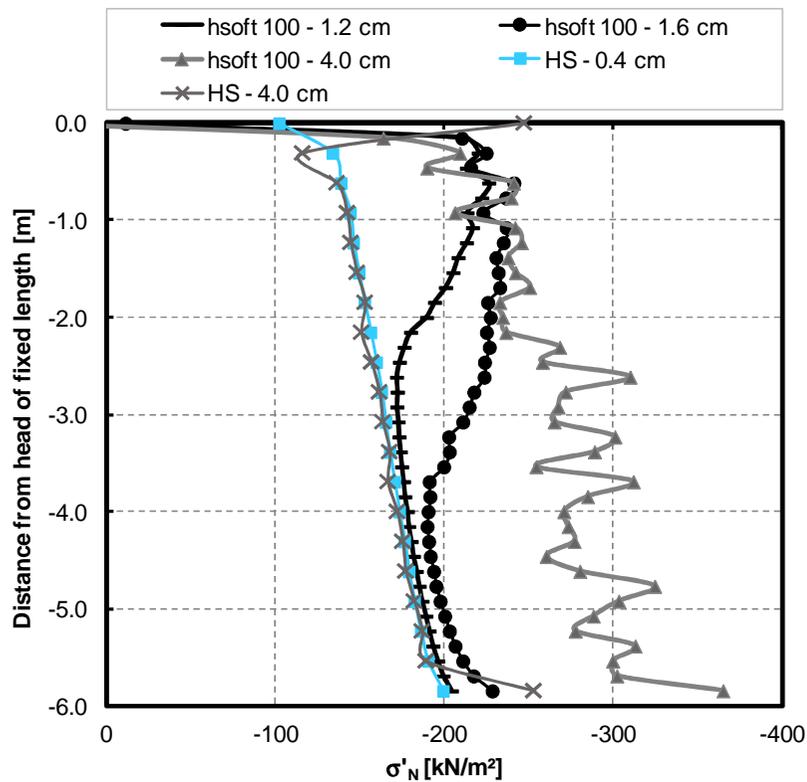
EINFLUSS DES STOFFGESETZES



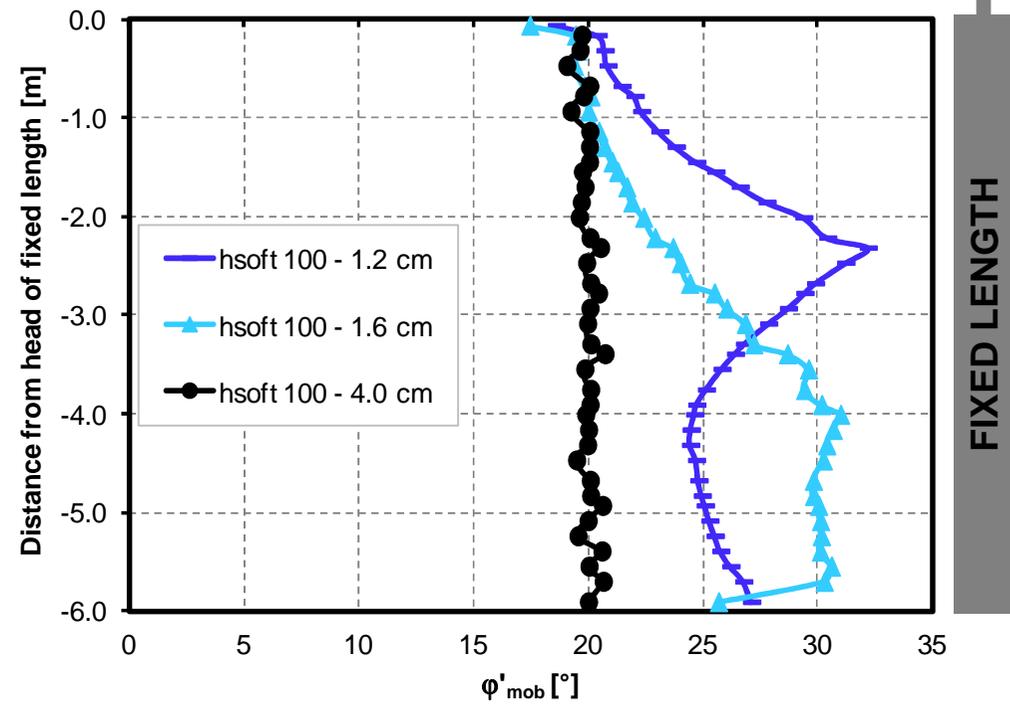
Watzlik, 2015

EINFLUSS DES STOFFGESETZES

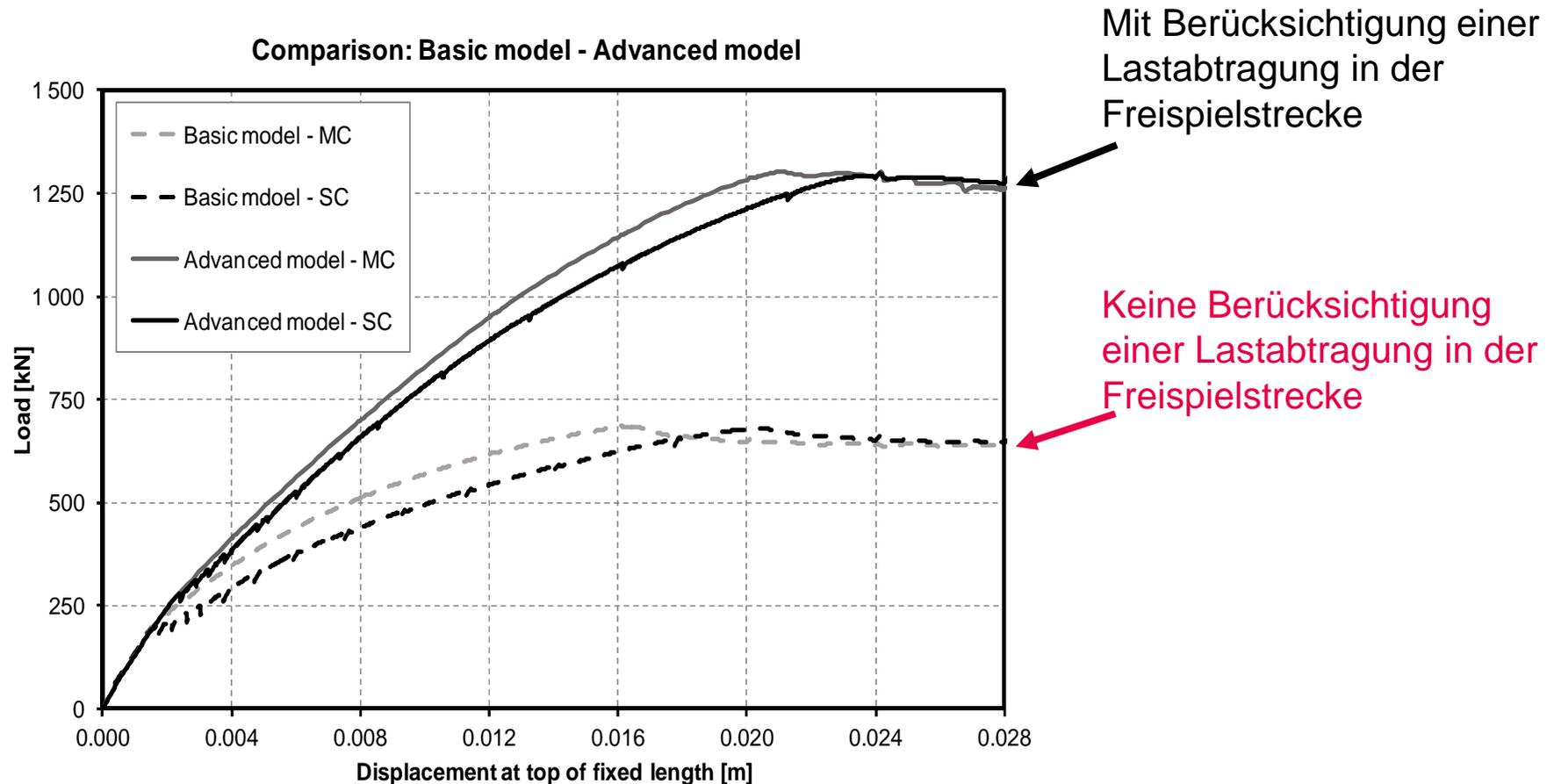
Normal stress along fixed length - hsoft 100



Mobilised friction angle - hsoft 100



EINFLUSS DER MODELLIERUNG DER FREISPIELSTRECKE



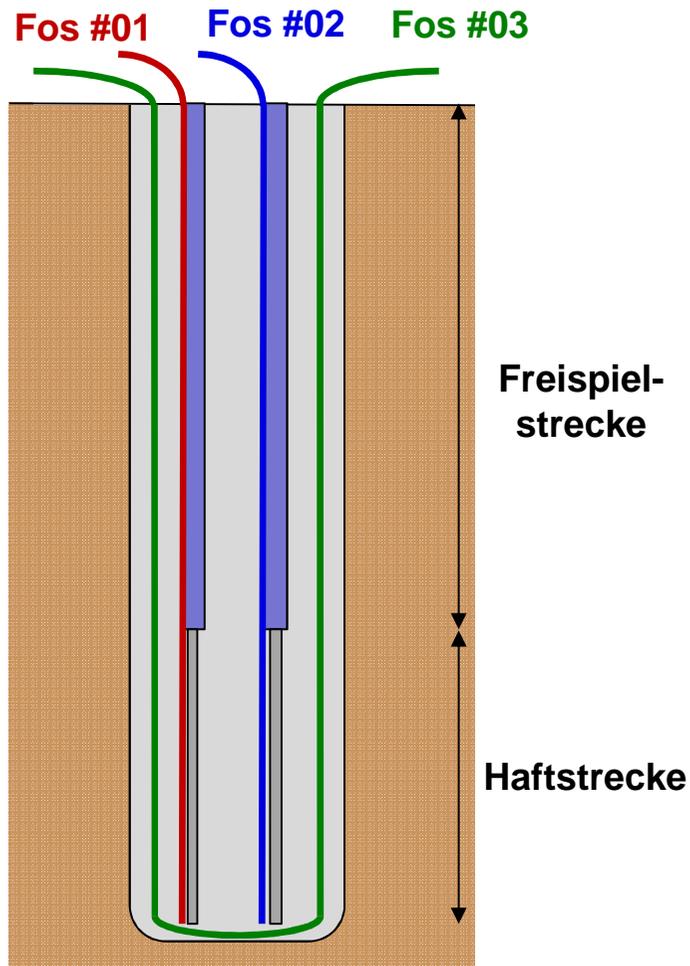


Kooperationsprojekt: Keller Grundbau und TU Graz

Faseroptische Messungen:



FASEROPTISCHE MESSEINRICHTUNG



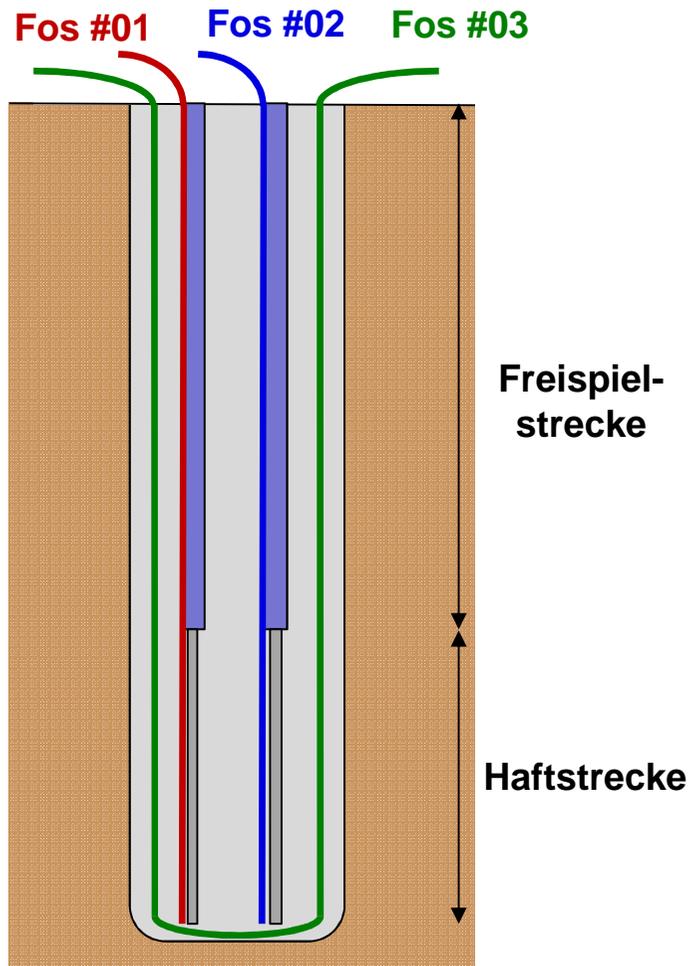
Versuchsanker

- Freispielstrecke: 12 m
- Haftstrecke: 8 m
- Überstand: 2.5 m

- Instrumentierte Litzen: 2 von 11
- Durchmesser Litze: 15.7 mm

- Durchmesser Bohrung: 178 mm
- Durchmesser Ripprohr: 125 mm

FASEROPTISCHE MESSEINRICHTUNG

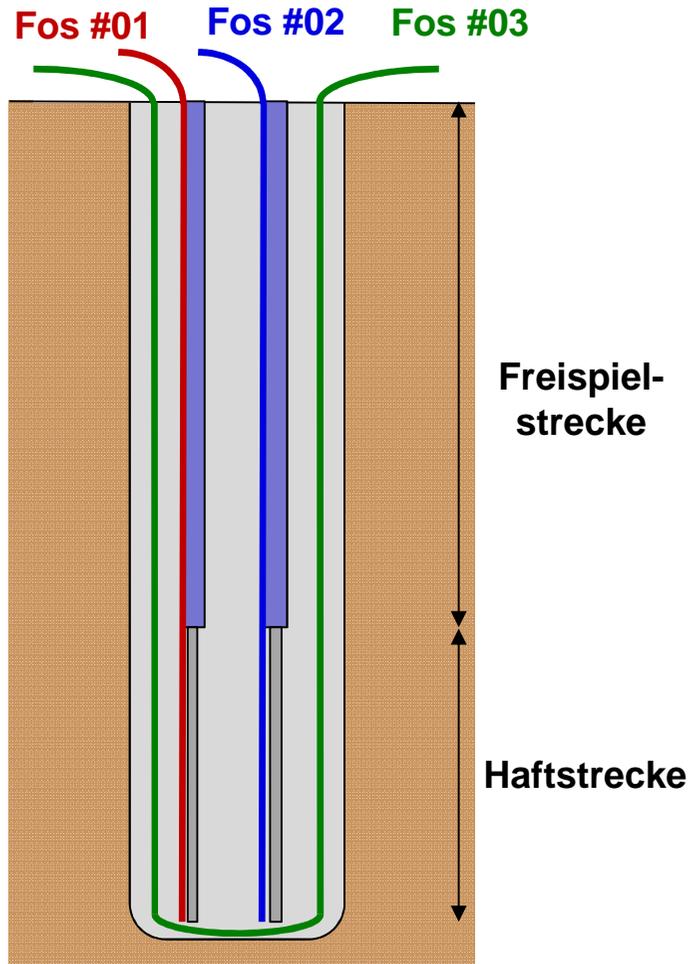


Fos #01

- Instrumentierung – Freispielstrecke
 - Sensorkabel (3,2 mm), glatte Oberfläche
 - Führung entlang der Windung der Litzen
 - Fixierung durch Crimphülsen
- Instrumentierung – Haftstrecke
 - Glasfaser im Stahlröhrchen
 - Führung entlang der Windung der Litzen
 - Verklebung mit Litze durch Fa. Keller



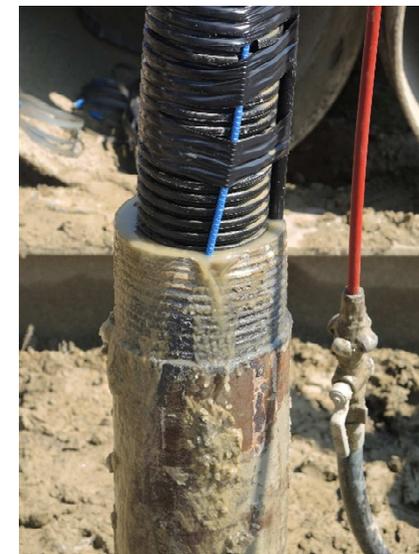
FASEROPTISCHE MESSEINRICHTUNG



Fos #03

▪ Instrumentierung

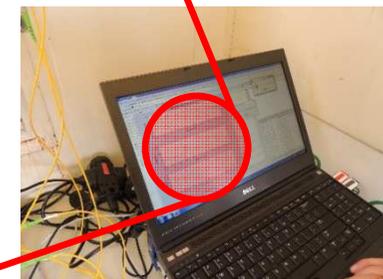
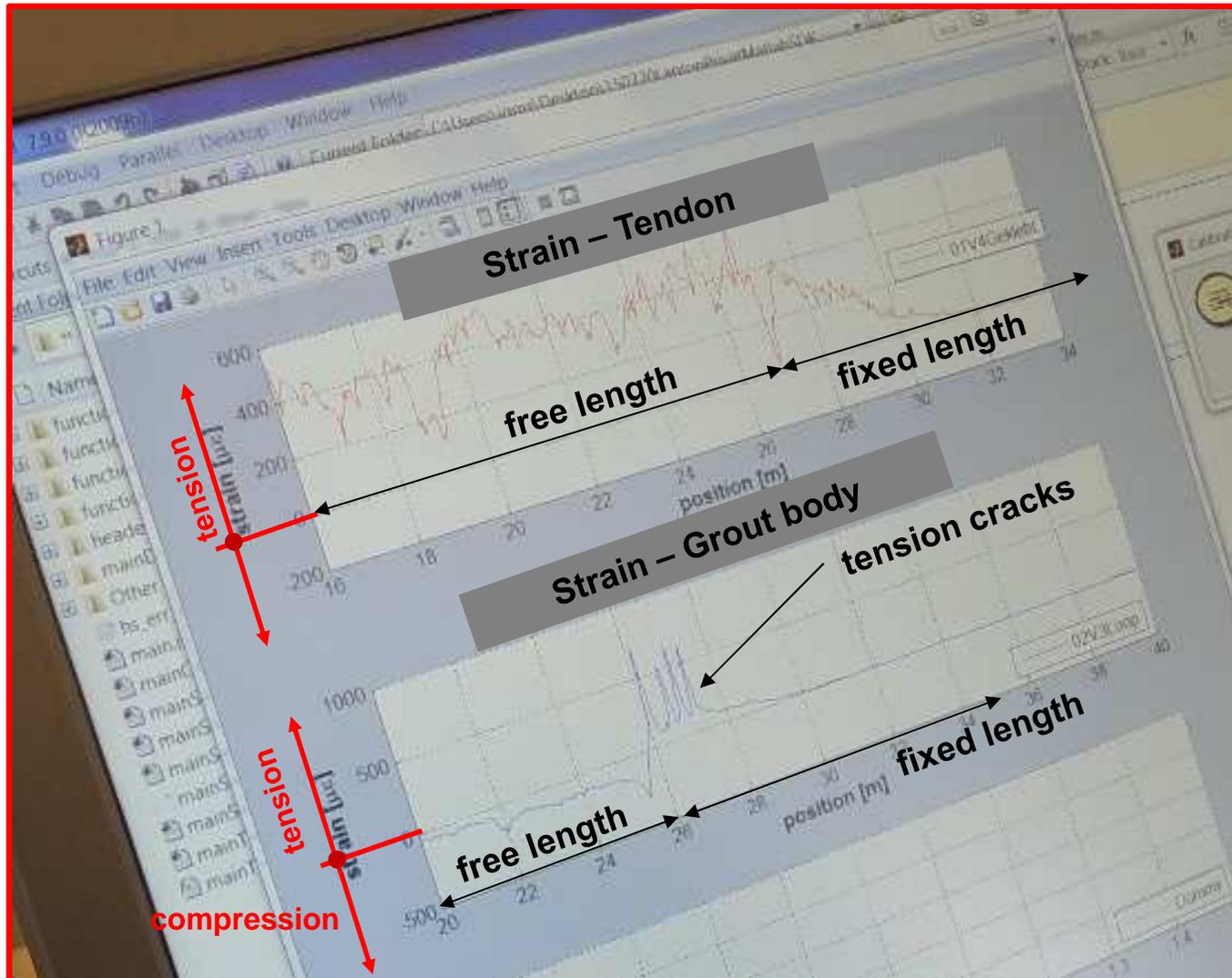
- Sensorkabel (7,2 mm), strukturierte Oberfläche
- Führung an der Außenseite des Ripprohrs
- Fixierung durch Klebeband während des Einschlebens des Ankers



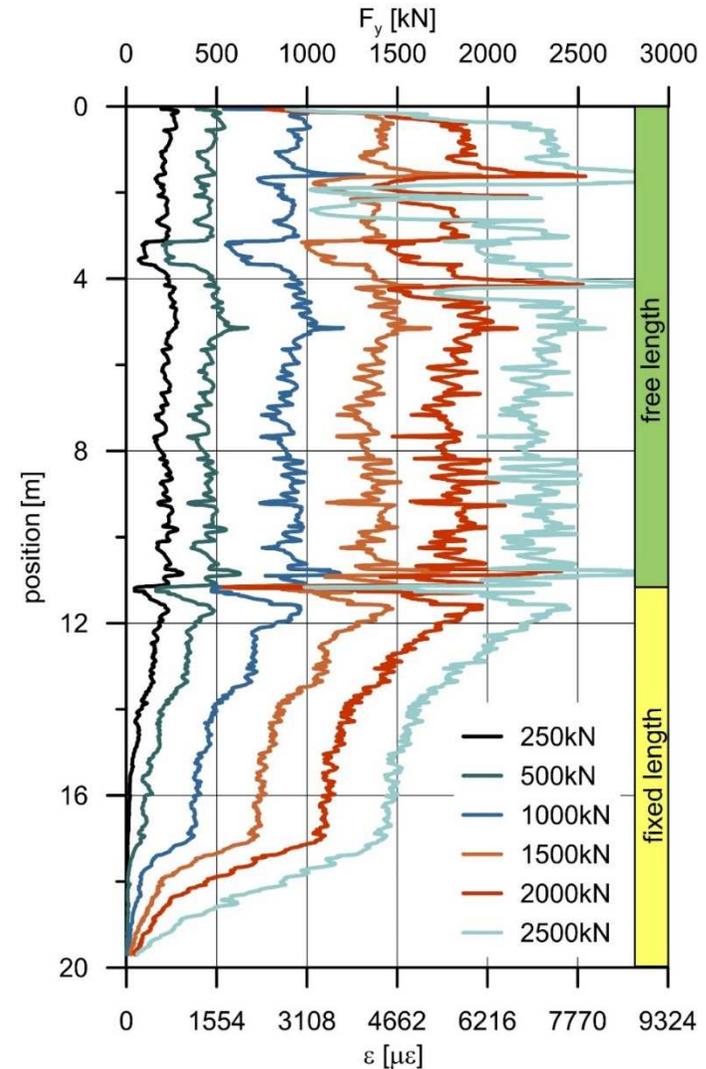
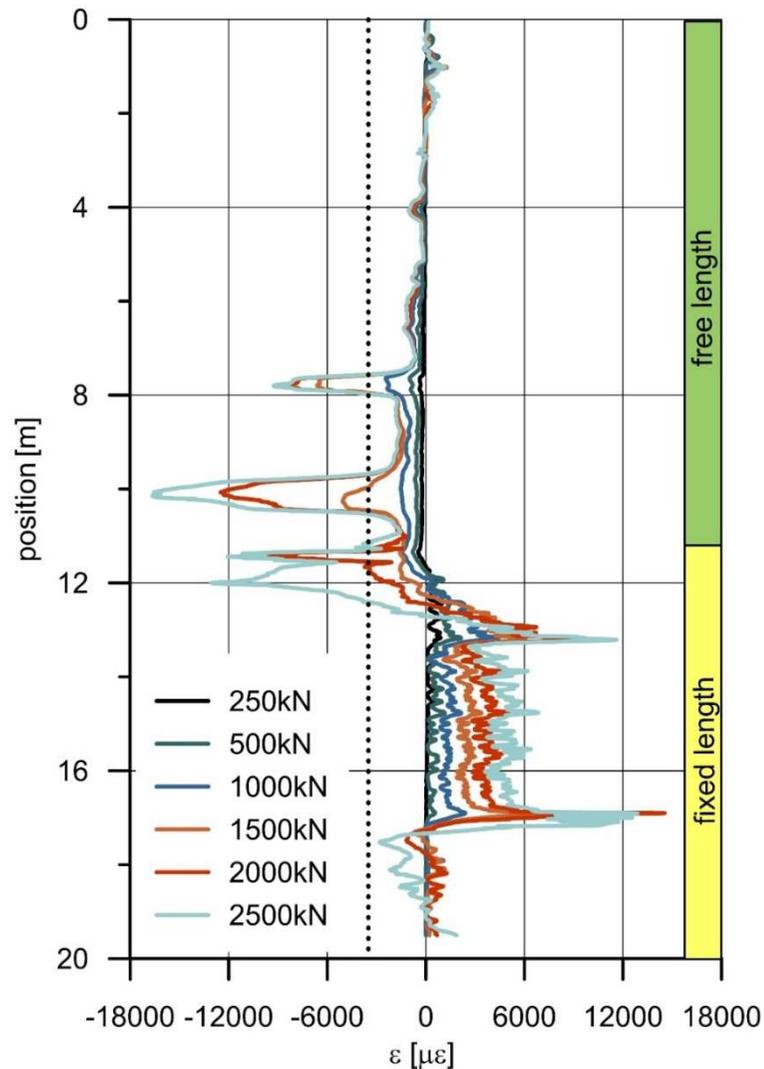
FASEROPTISCHE MESSEINRICHTUNG



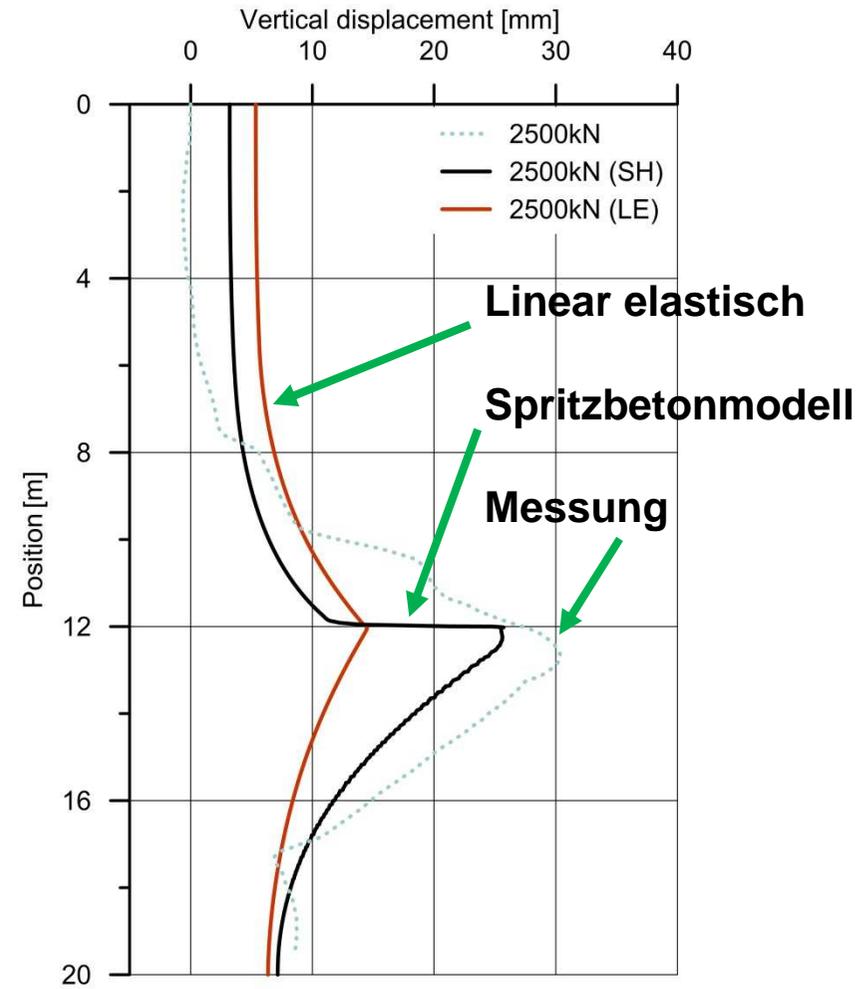
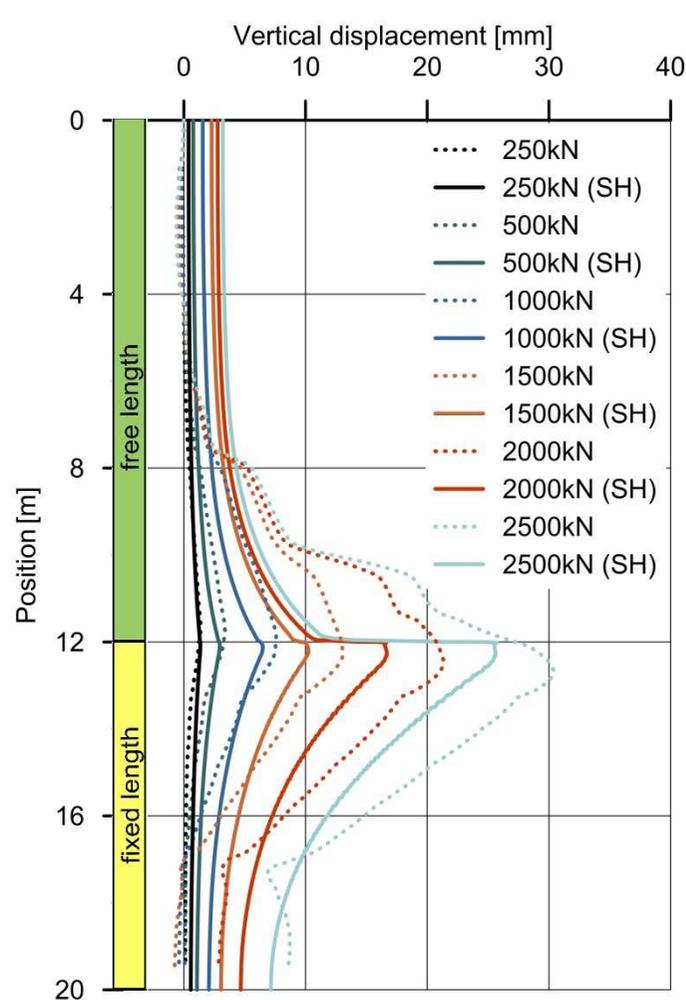
MESSERGEBNISSE



MESSERGEBNISSE

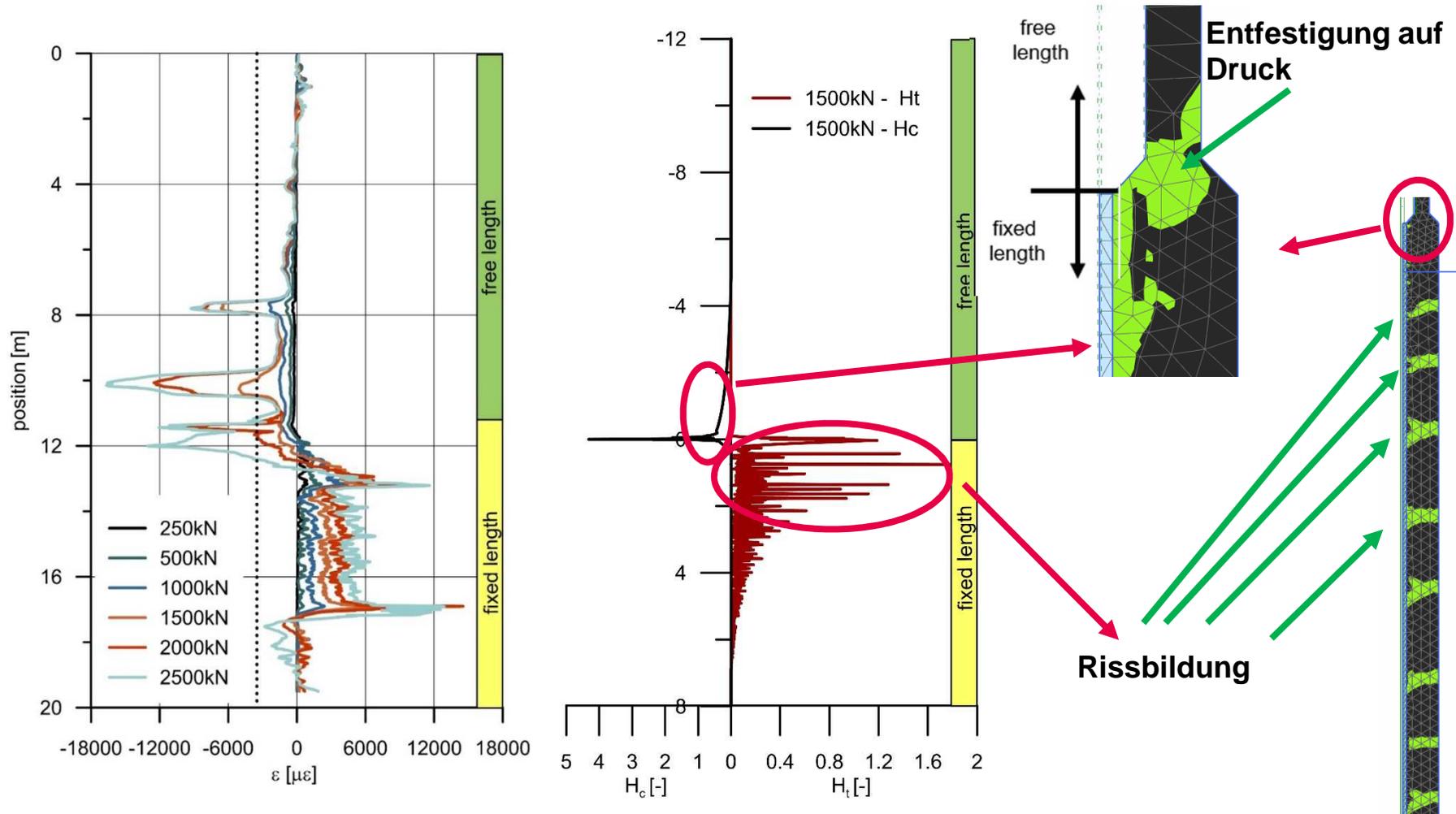


MESSERGEBNISSE - VERGLEICH MIT BERECHNUNG



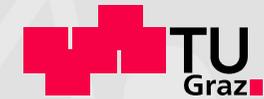
Verschiebungen im Zementmörtel

MESSERGEBNISSE - VERGLEICH MIT BERECHNUNG





S C I E N C E ■ P A S S I O N ■ T E C H N O L O G Y



NUMERISCHE MODELLIERUNG EINES ANKERZUGVERSUCHES UND VERGLEICH MIT FASEROPTISCHEN MESSUNGEN

Helmut F. Schweiger

Acknowledgements: **B. Schädlich, V. Racansky, J. Chalmovsky, H. Woschitz, W. Lienhart**

Computational Geotechnics Group
Institute for Soil Mechanics and Foundation Engineering
Graz University of Technology

Fachkolloquium 25 Jahre Baugrund Dresden, 3. März 2016

