

# Hydraulische Aktivierung am Bohrloch

## und was wir dadurch über das Spannungsfeld lernen können

Mandy Duda, geomecon GmbH

Tobias Backers, geomecon GmbH, Ruhr-Universität Bochum

# Danksagung

Grundlagenuntersuchungen zum Konzept des Multi-Riss-basierten Aufschlusses geothermischer Lagerstätten im Norddeutschen Becken,  
Teilvorhaben B: Numerische Simulationen und Systemverständnis

Akronym **MultiFrac**

Verbundprojekt, Förderkennzeichen 0324138B

Projektpartner: Ruhr-Universität Bochum, AG Ingenieurgeologie, Prof. M. Alber

Abschluss: 10/2019

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt beim Autor.

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

# unser Verbundpartner



Ruhr-Universität Bochum

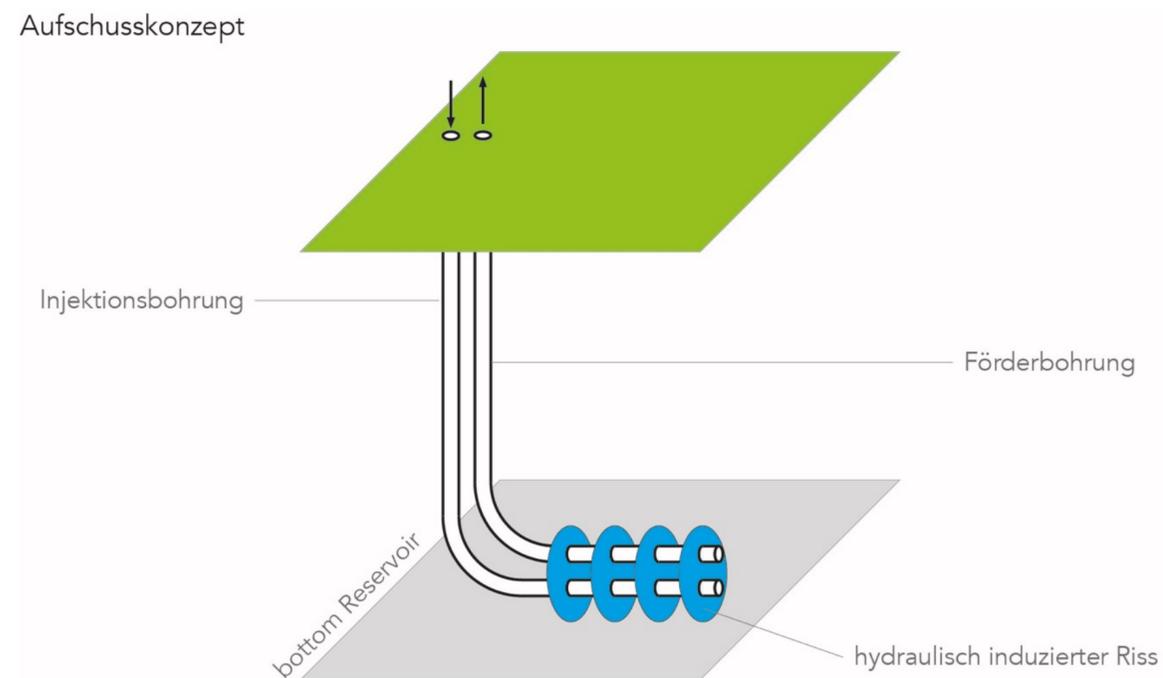
Arbeitsgruppe 'Ingenieurgeologie und Felsbau'

Cedric Solibida, Dr. Ferdinand Stöckhert, Prof. Dr. Michael Alber

# Hydraulische Aktivierung

## Multi-Riss-Konzept vs. Leakoff-Test

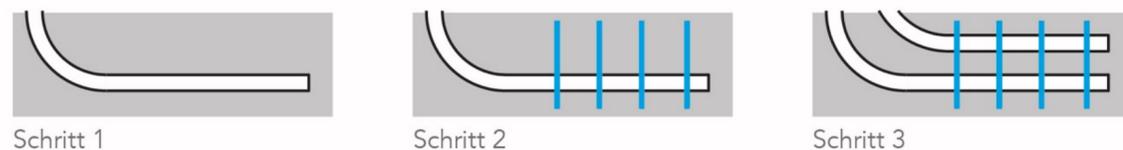
# Hydraulische Aktivierung am Bohrloch



## Multi-Riss-Konzept

- > gezielte hydraulische Aktivierung für kontrollierte Verbindung zwischen Bohrungen
- > Problem: Reservoirantwort indirekt, z.B. durch Fließraten, Druck, etc.
- > Interpretation anspruchsvoll

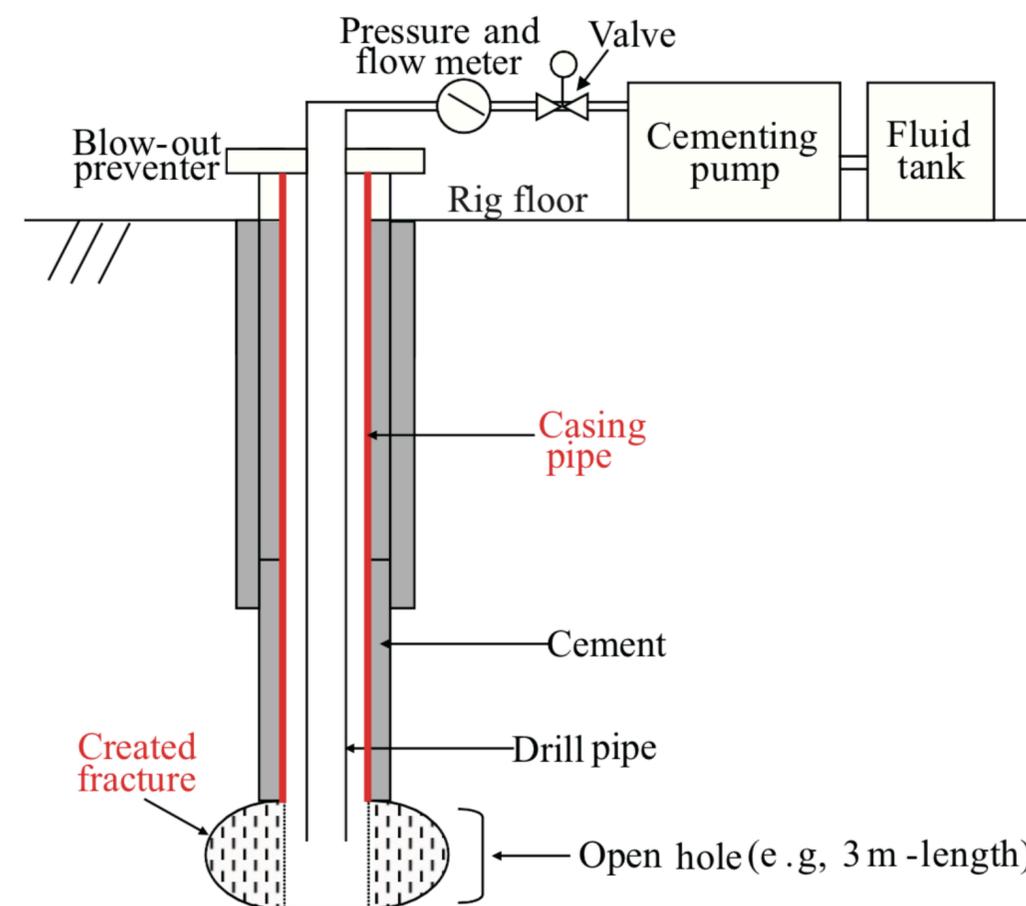
## Sequenz des Lagerstättenaufschlusses



# Hydraulische Aktivierung am Bohrloch

## Leakoff-Test

- > etabliertes Verfahren
- > gezielte hydraulische Aktivierung zur Bestimmung von Bohrlocheigenschaften
- > Interpretation aufgrund der Komplexität des Systems vielschichtig
- > Tendenz zu pauschaler Interpretation in Modellentwicklungen



nach Lin et al., 2008

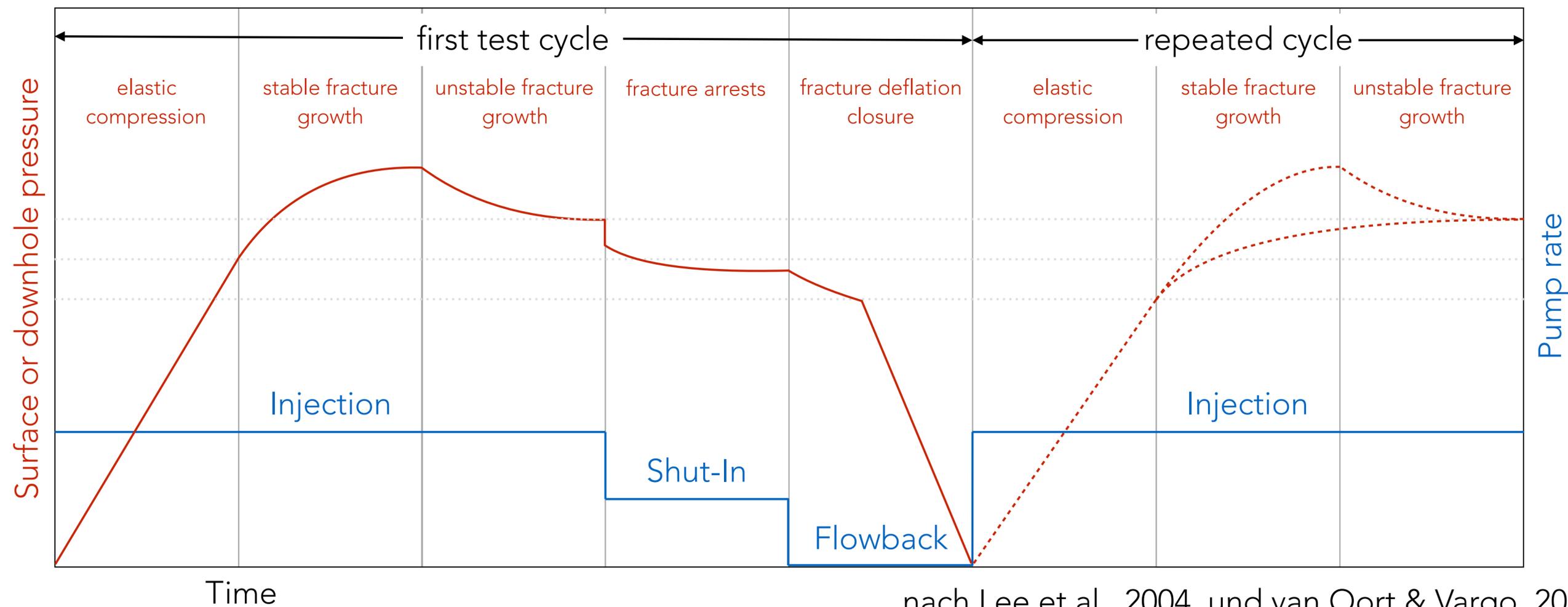
# Motivation

- > fortgeschrittene Modellvorstellungen über Feedback-Mechanismen beim LOT
- > aber: Zustand und Eigenschaften des Reservoirs
- > **systematische Betrachtung des Reservoirs und numerische Simulation mit roxol zum Ausbau des Systemverständnisses**

# (extended) Leakoff-Test

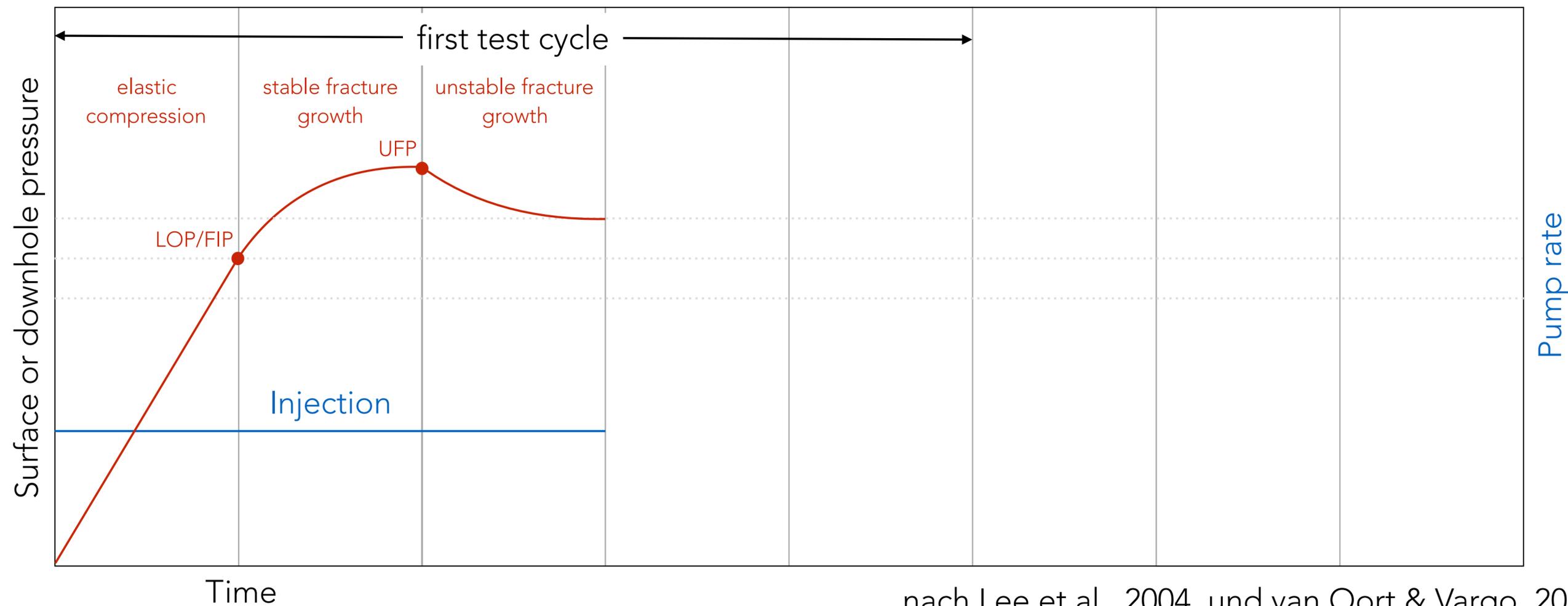
Interpretationskonzept(e)

# (extended) Leakoff-Test



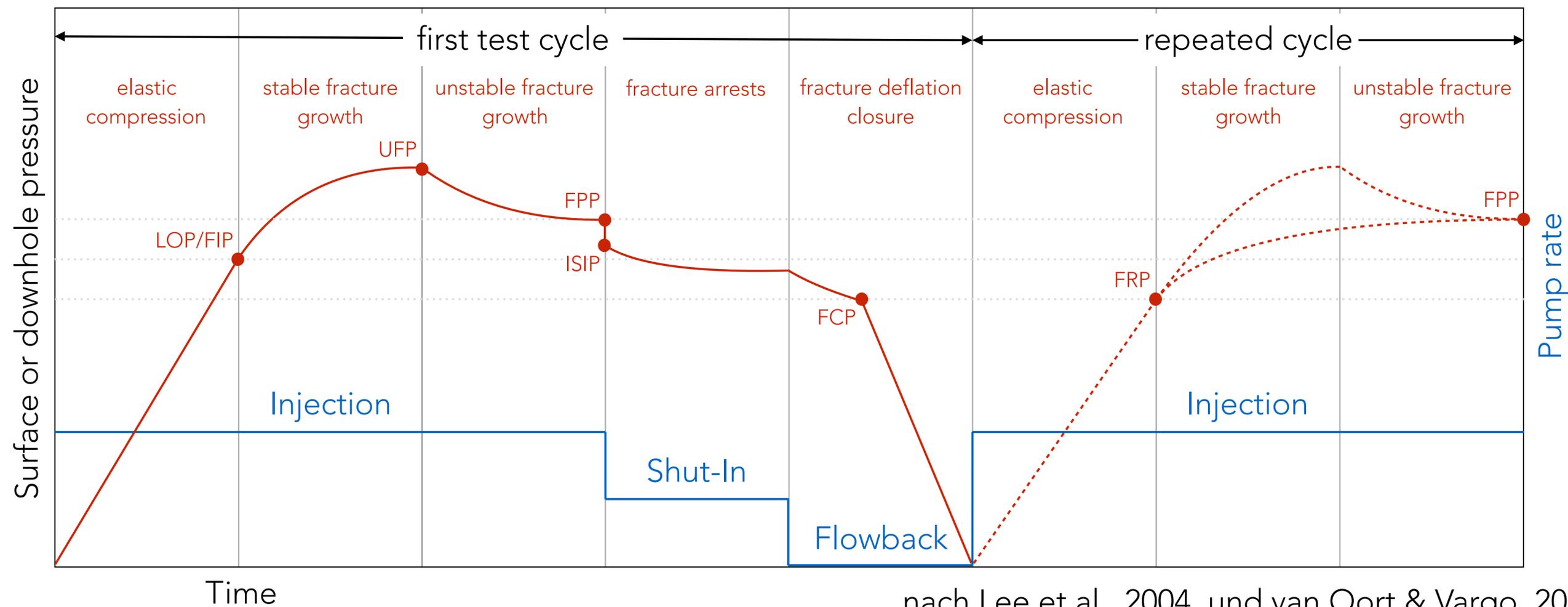
nach Lee et al., 2004, und van Oort & Vargo, 2008

# (extended) Leakoff-Test



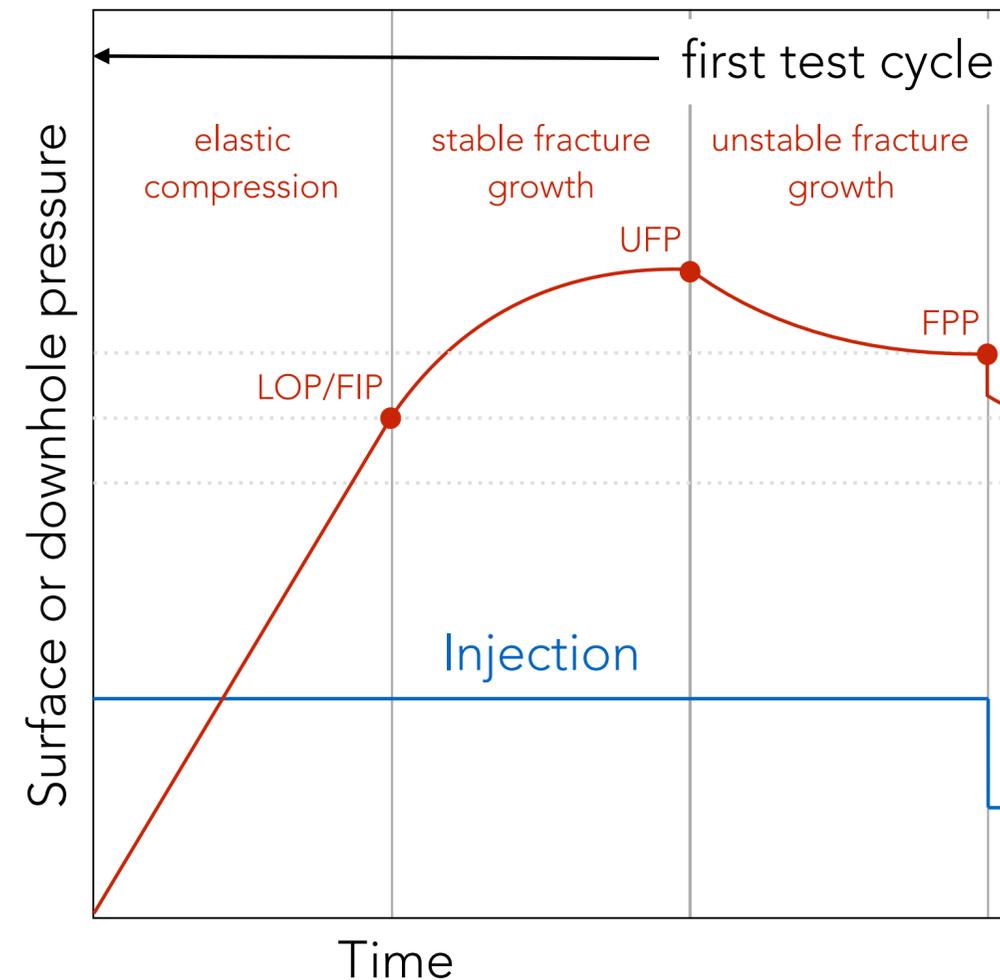
nach Lee et al., 2004, und van Oort & Vargo, 2008

# (extended) Leakoff-Test



nach Lee et al., 2004, und van Oort & Vargo, 2008

# (extended) Leakoff-Test



- > Wie geht die Spannungsverteilung am Bohrlochrand in die Druckantwort ein?
- > Welchen Unterschied gibt es zwischen intaktem und vorgeschädigtem Gebirge?
- > Inwiefern wirkt sich die Permeabilität der Formation auf den Druckverlauf aus?
- > **Welche Rolle spielen Zustand und Eigenschaften des Reservoirs?**

# Theoretischer Ansatz

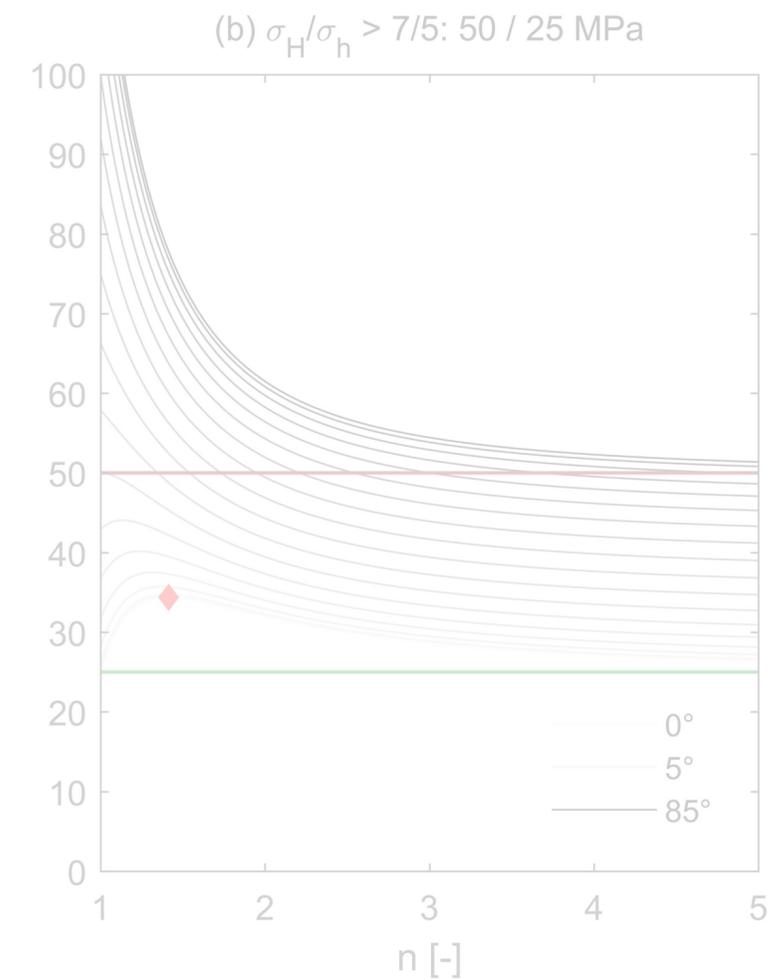
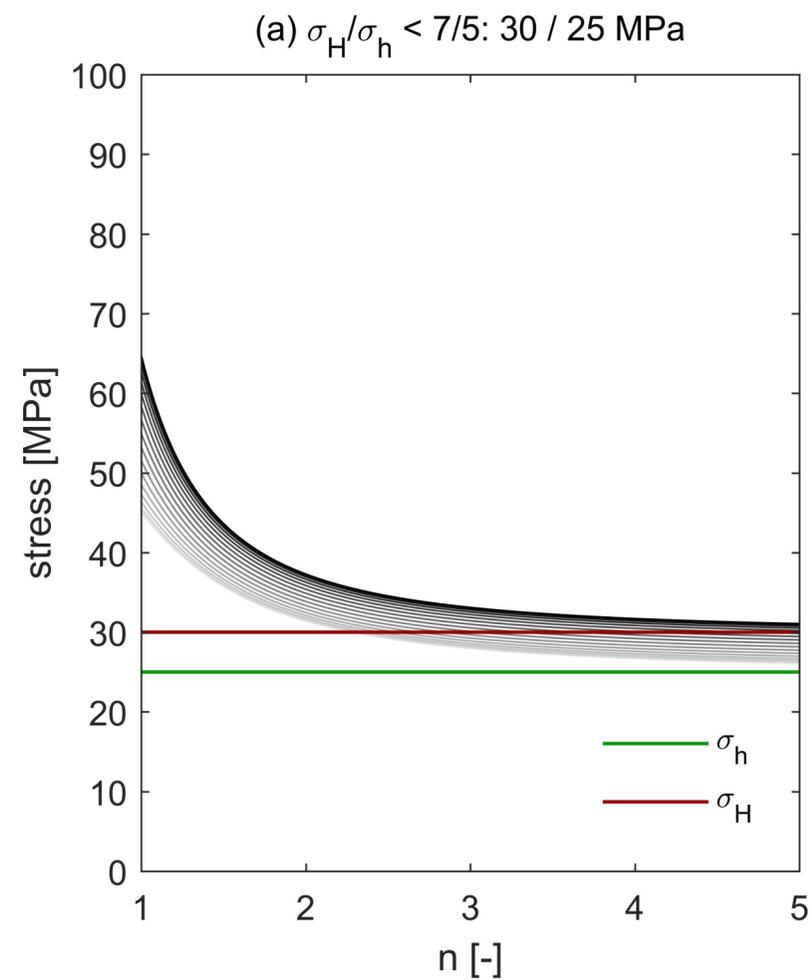
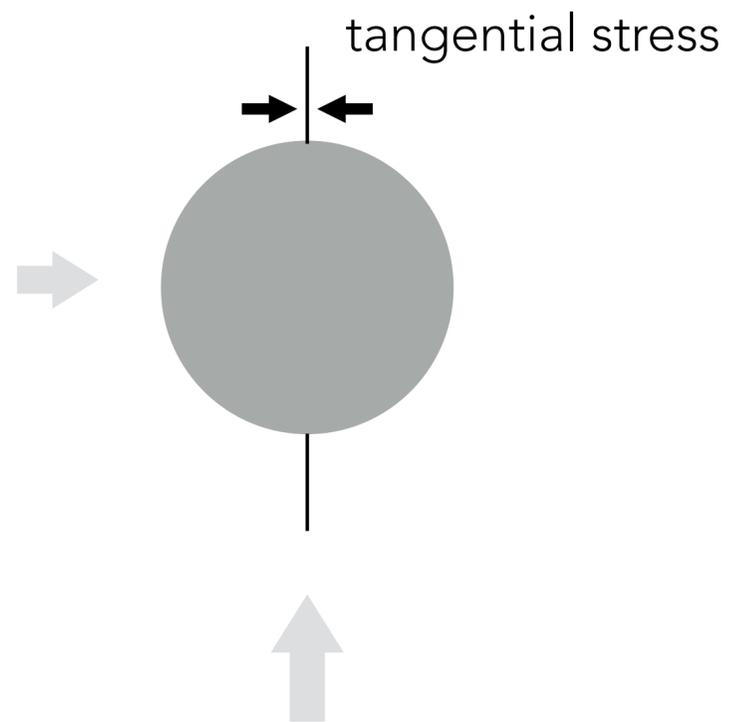
Spannungen und Gebirge am Bohrloch

# Spannungen und Gebirge am Bohrloch

- > Feedback bei hydraulischen Aktivierungsverfahren wird bestimmt durch
  - Zustand des Reservoirs (Spannungen)
  - Eigenschaften des Reservoirs (Zugfestigkeit, Vorschädigung)

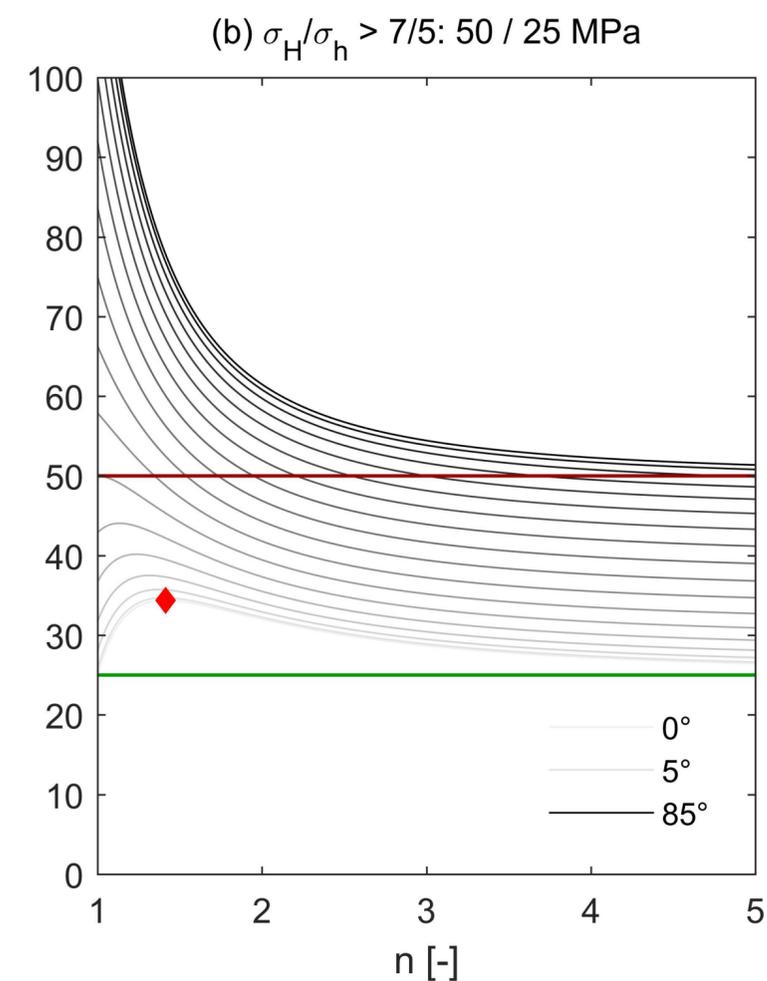
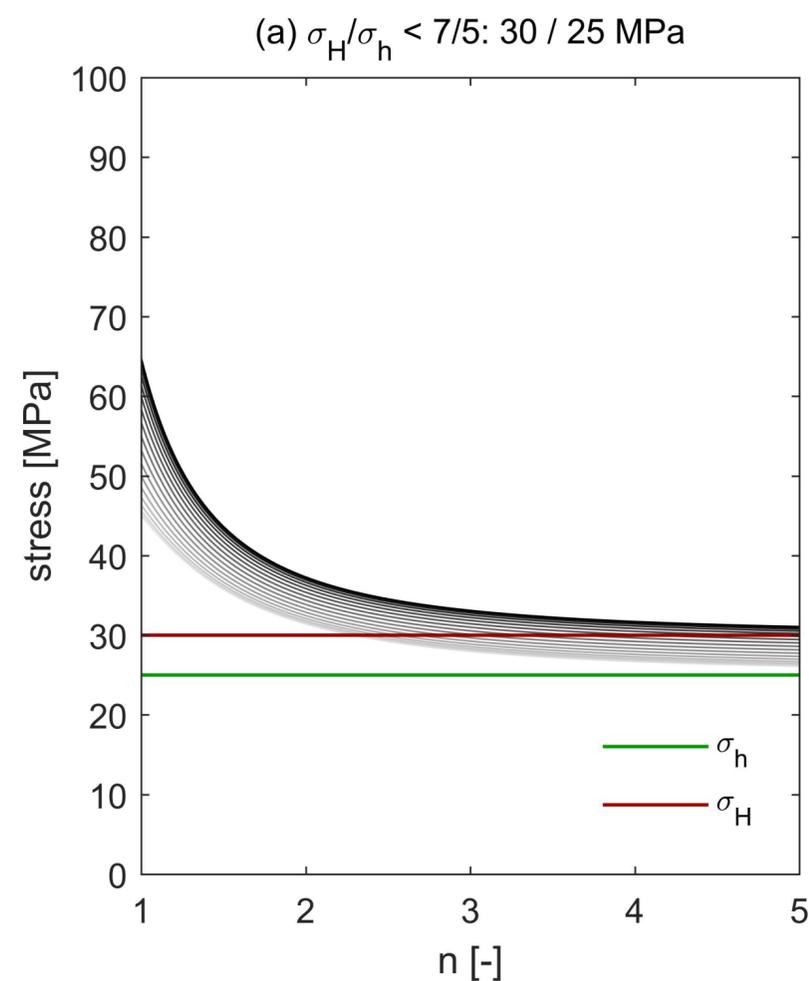
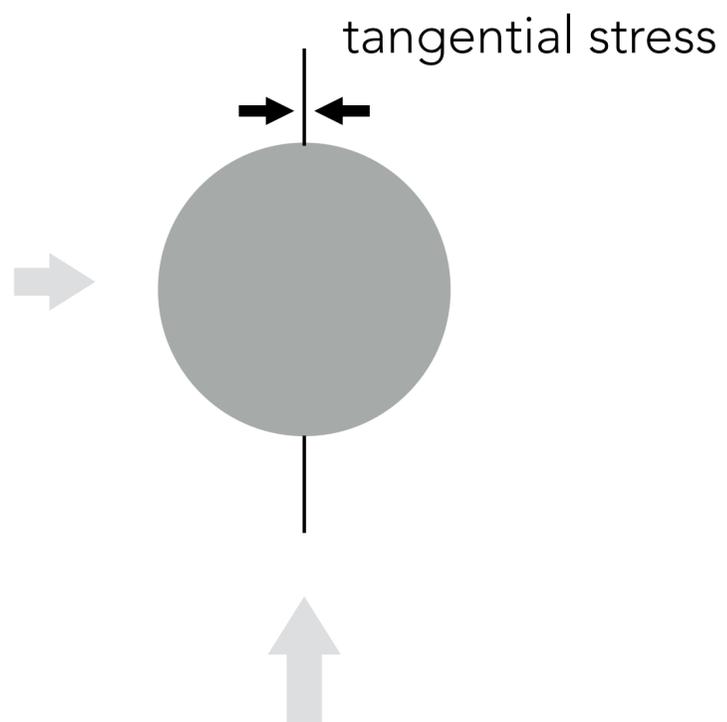
# Spannungen am Bohrloch

> Kirsch (1898)



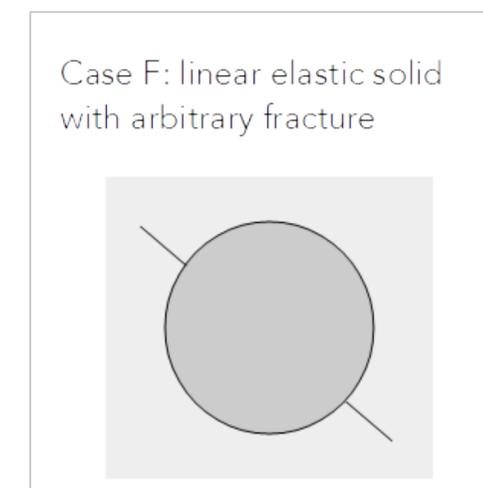
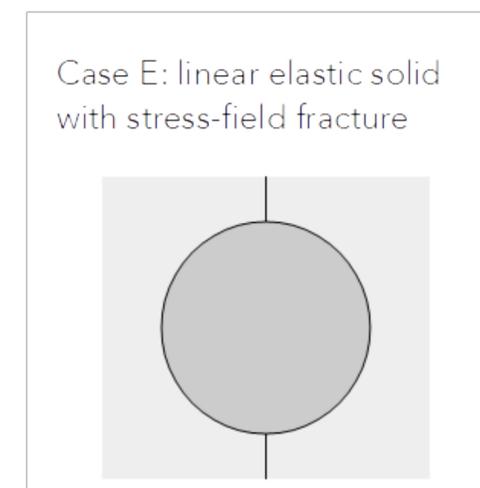
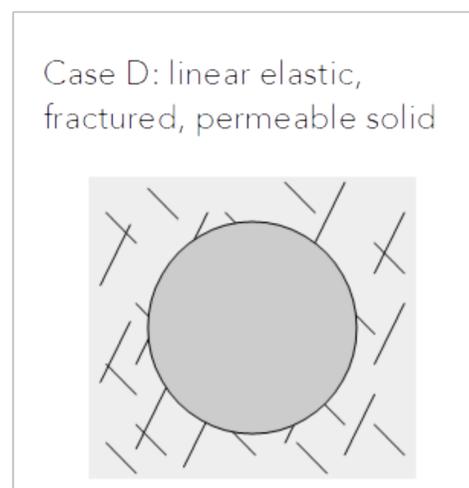
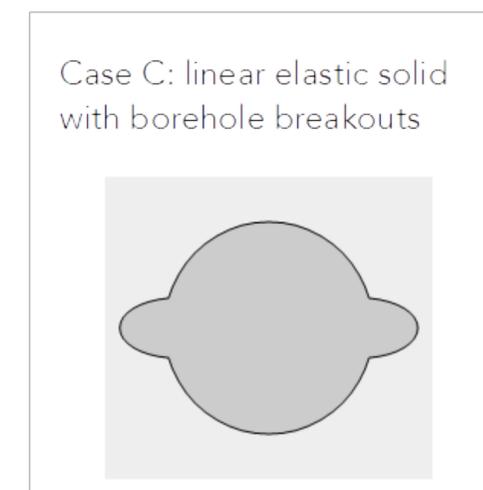
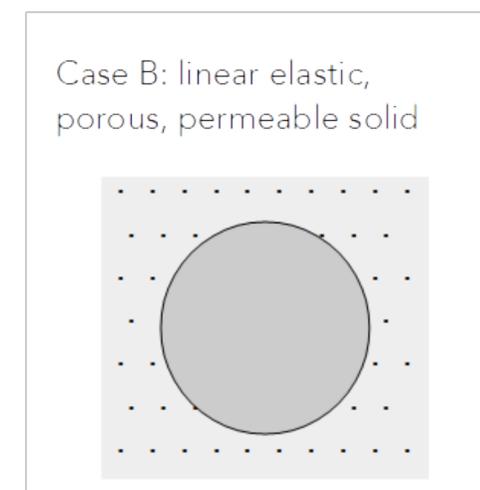
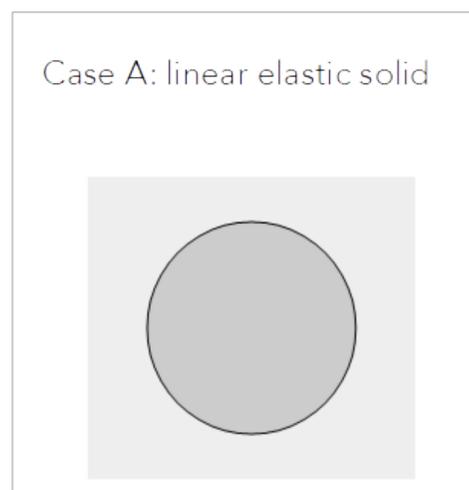
# Spannungen am Bohrloch

> Kirsch (1898)



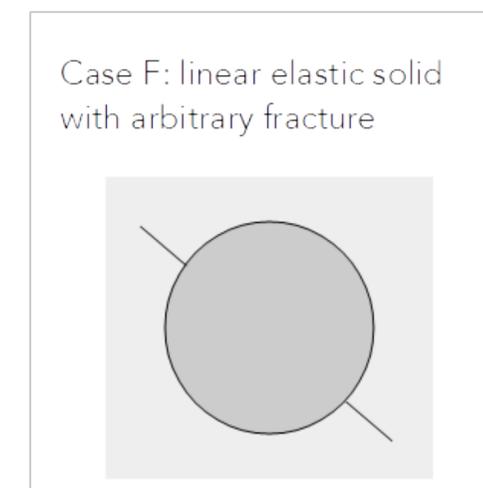
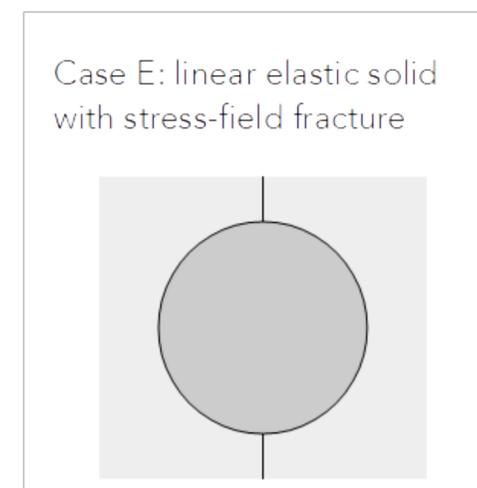
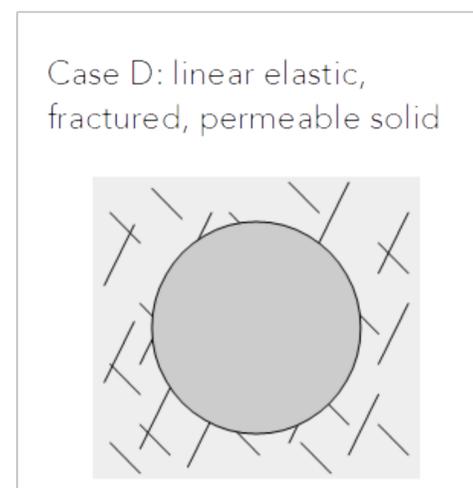
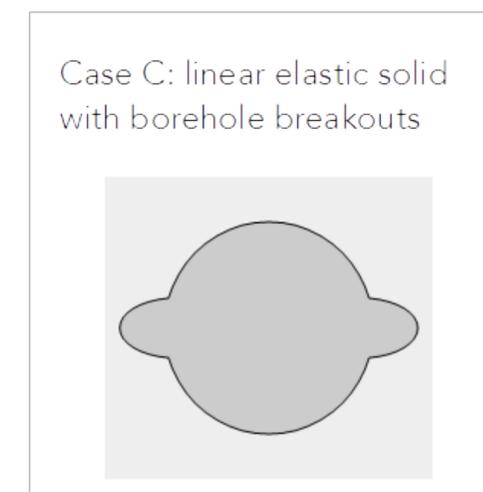
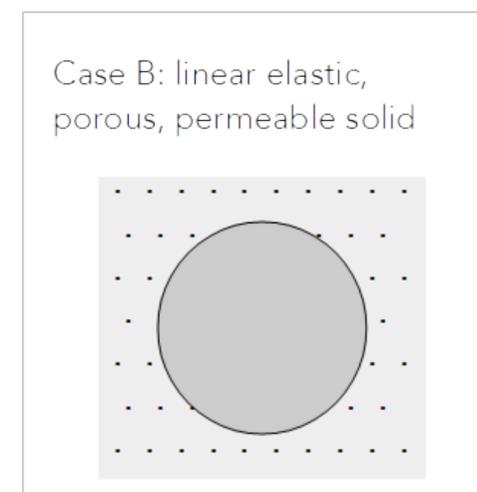
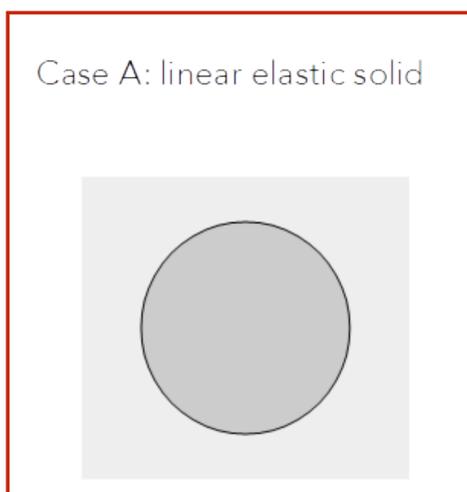
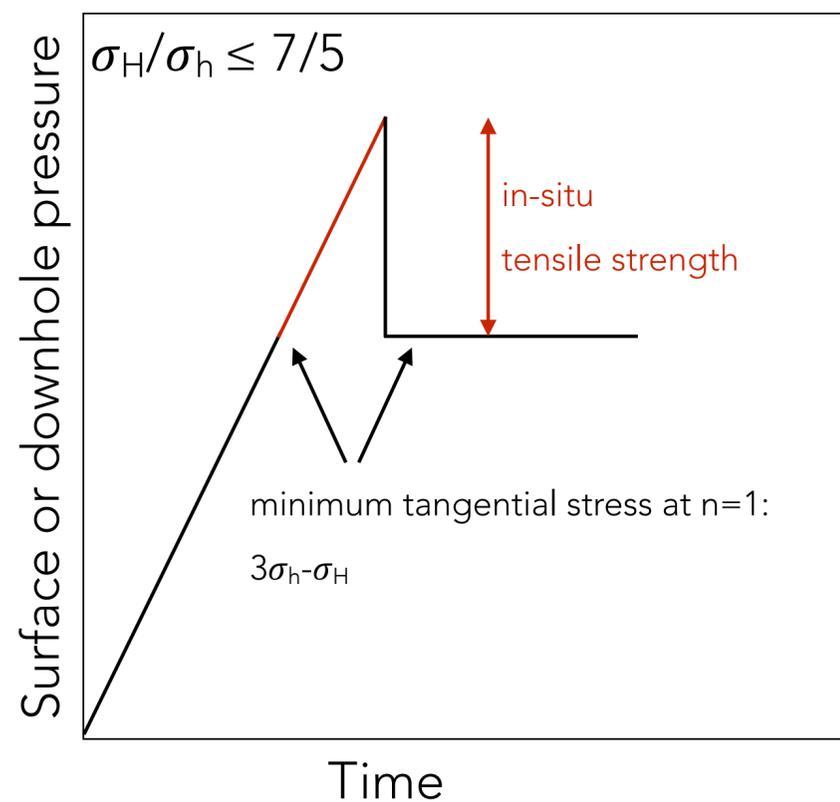
# Gebirge am Bohrloch

## > Reservoirmodelle



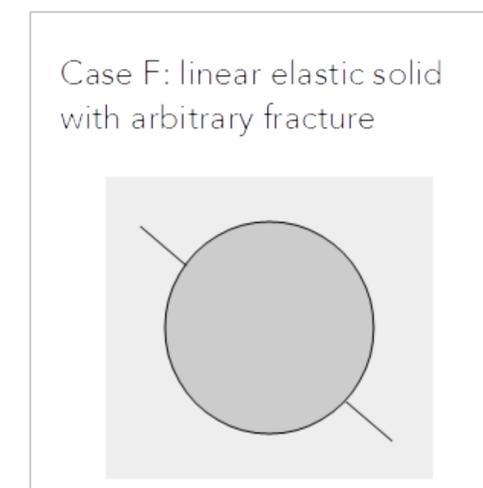
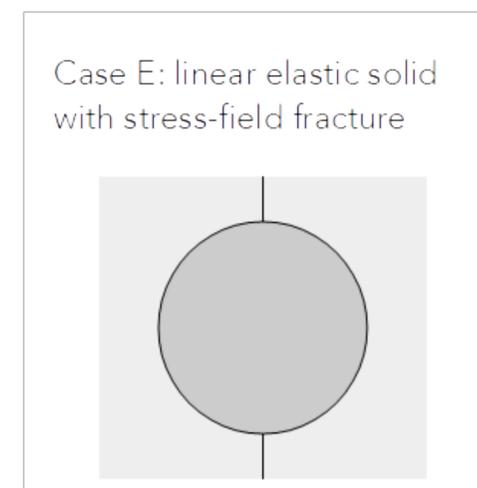
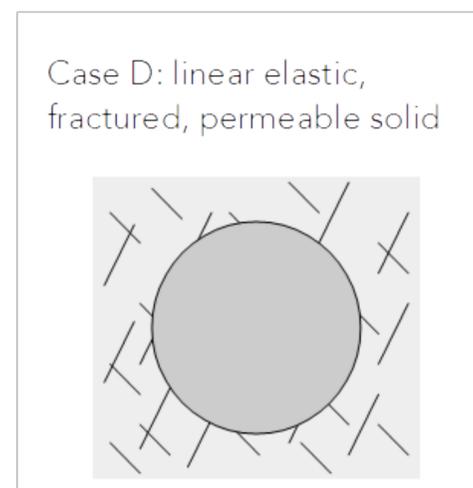
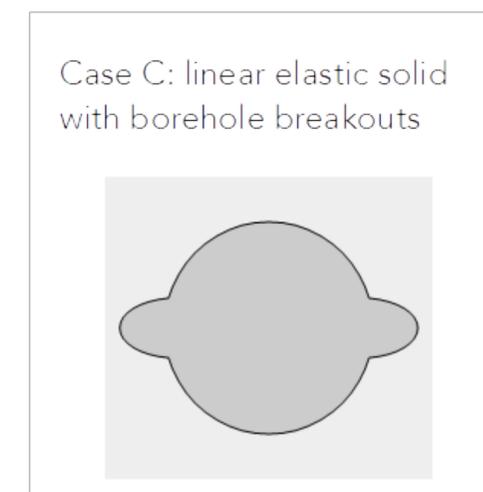
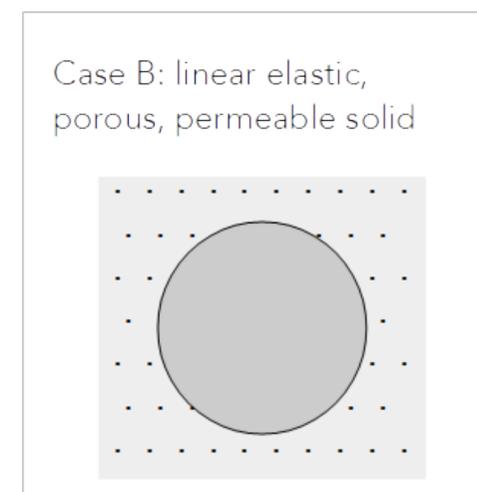
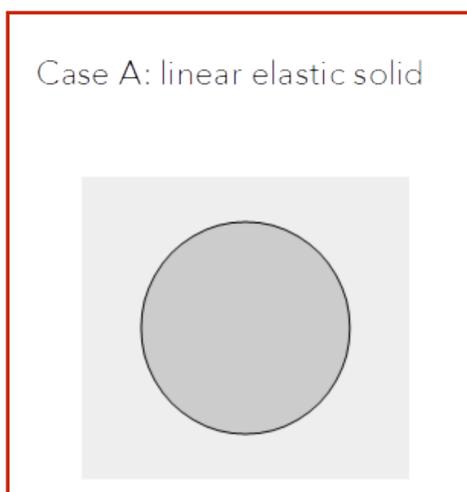
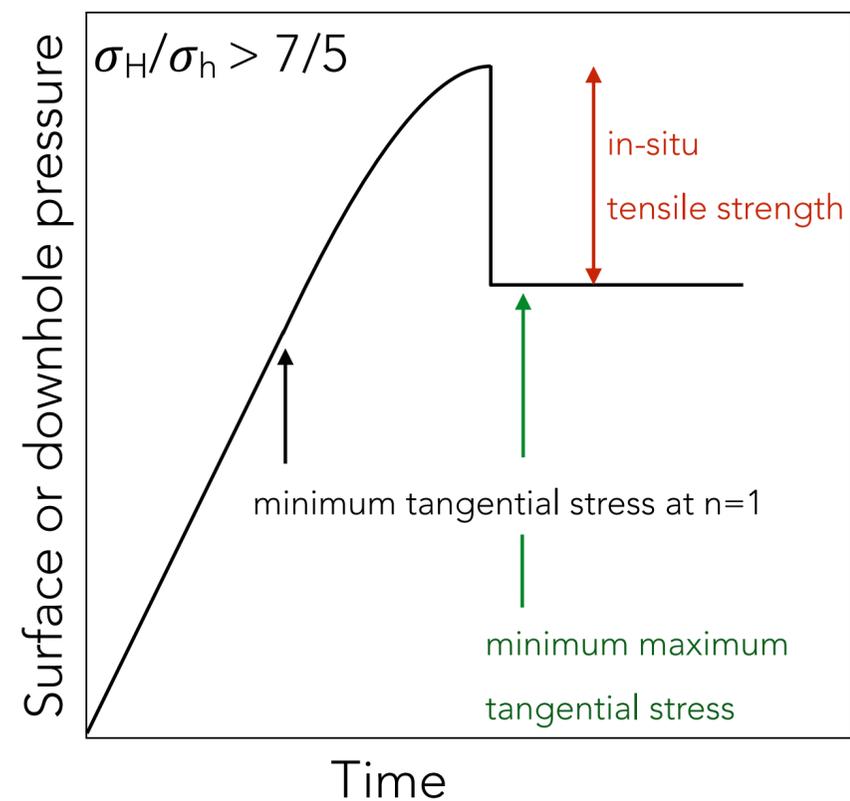
# Gebirge am Bohrloch

## > Reservoirmodelle



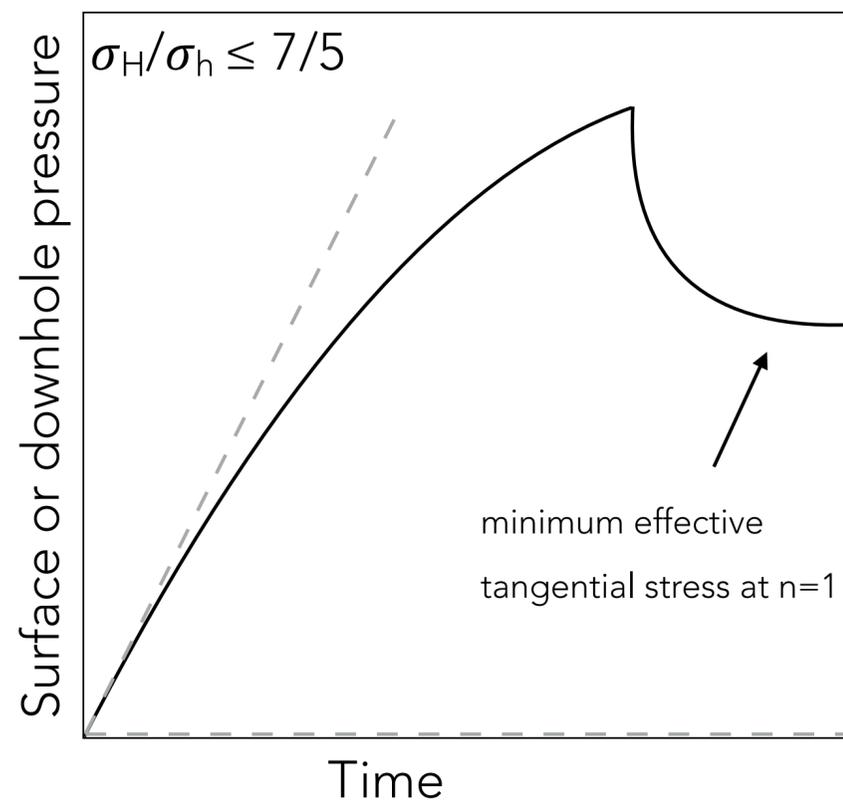
# Gebirge am Bohrloch

## > Reservoirmodelle

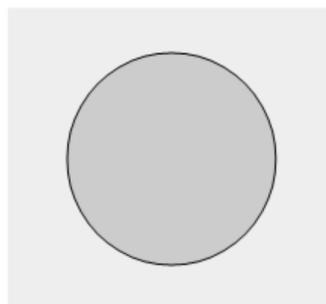


# Gebirge am Bohrloch

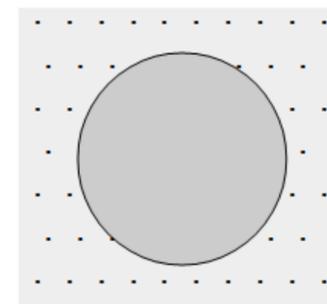
## > Reservoirmodelle



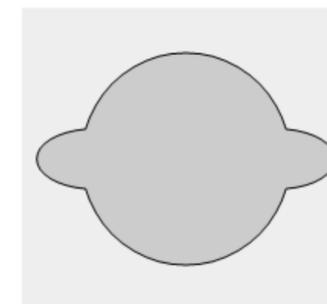
Case A: linear elastic solid



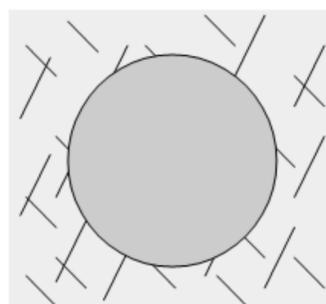
Case B: linear elastic, porous, permeable solid



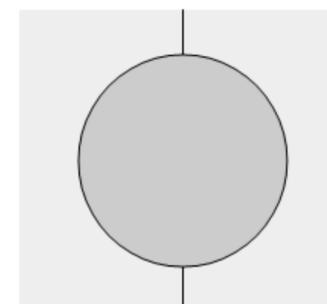
Case C: linear elastic solid with borehole breakouts



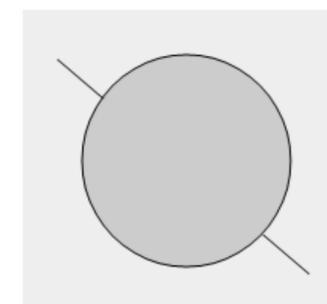
Case D: linear elastic, fractured, permeable solid



Case E: linear elastic solid with stress-field fracture

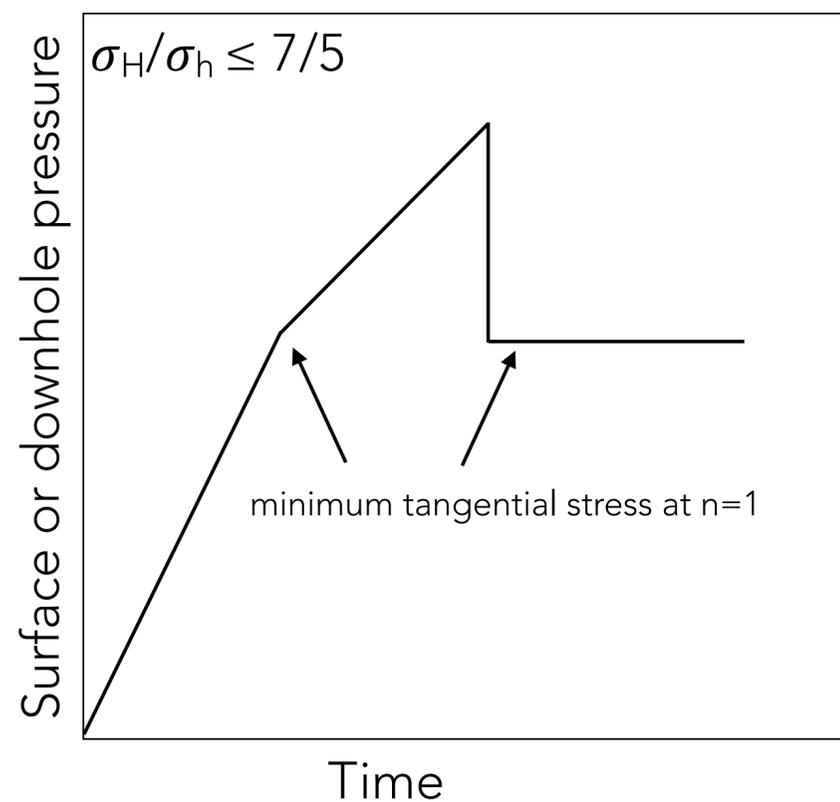


Case F: linear elastic solid with arbitrary fracture

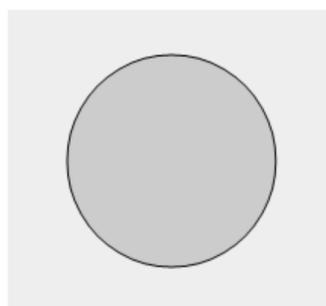


# Gebirge am Bohrloch

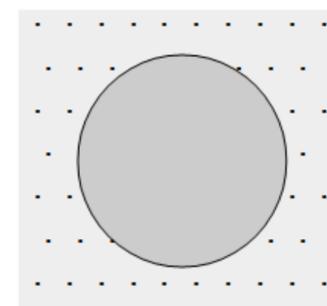
## > Reservoirmodelle



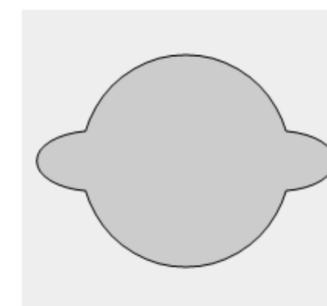
Case A: linear elastic solid



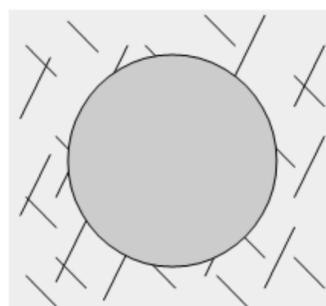
Case B: linear elastic, porous, permeable solid



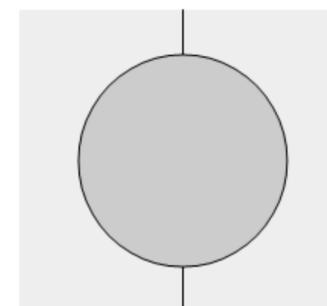
Case C: linear elastic solid with borehole breakouts



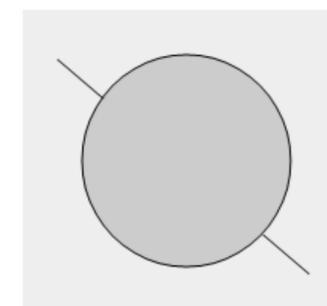
Case D: linear elastic, fractured, permeable solid



Case E: linear elastic solid with stress-field fracture



Case F: linear elastic solid with arbitrary fracture



# Spannungen und Gebirge am Bohrloch

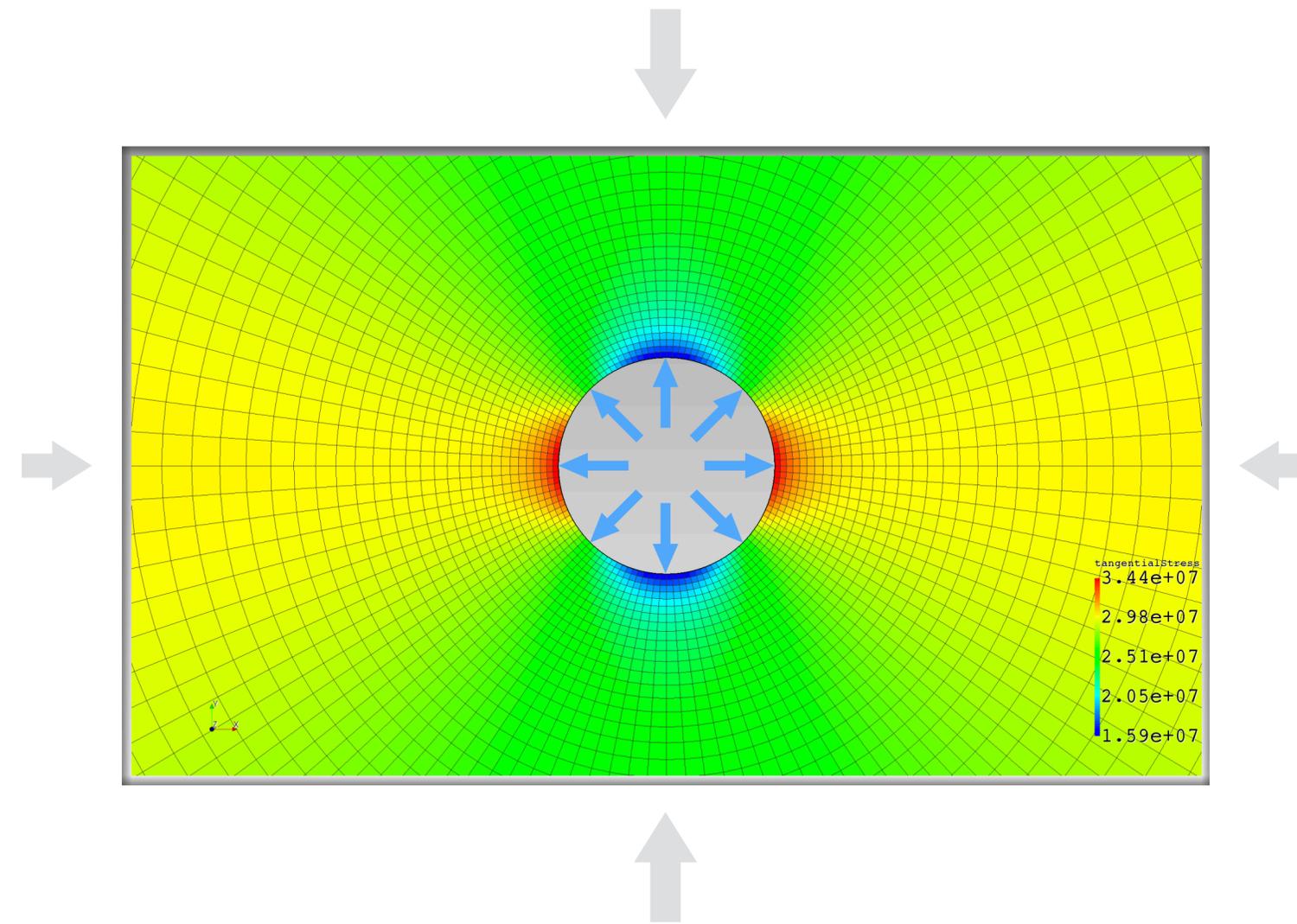
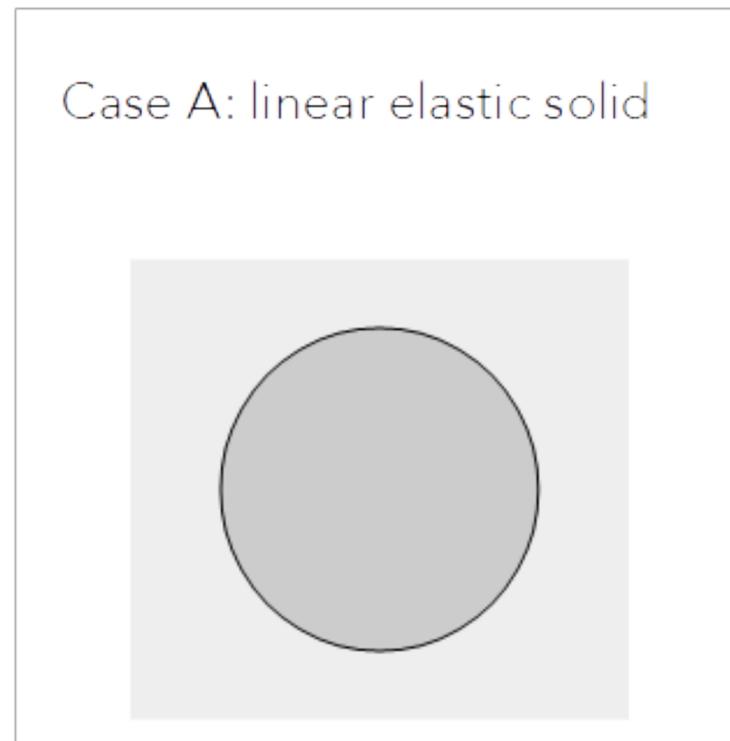
- > Feedback bei hydraulischen Aktivierungsverfahren wird bestimmt durch
  - Zustand des Reservoirs (Spannungen)
  - Eigenschaften des Reservoirs (Zugfestigkeit, Vorschädigung)
  
- > **Numerische Simulation: Wie verhält sich der LOT Verlauf für die verschiedenen Zustände und Modelle?**

# Numerische Simulation

## Fluidinjektion im Bohrloch

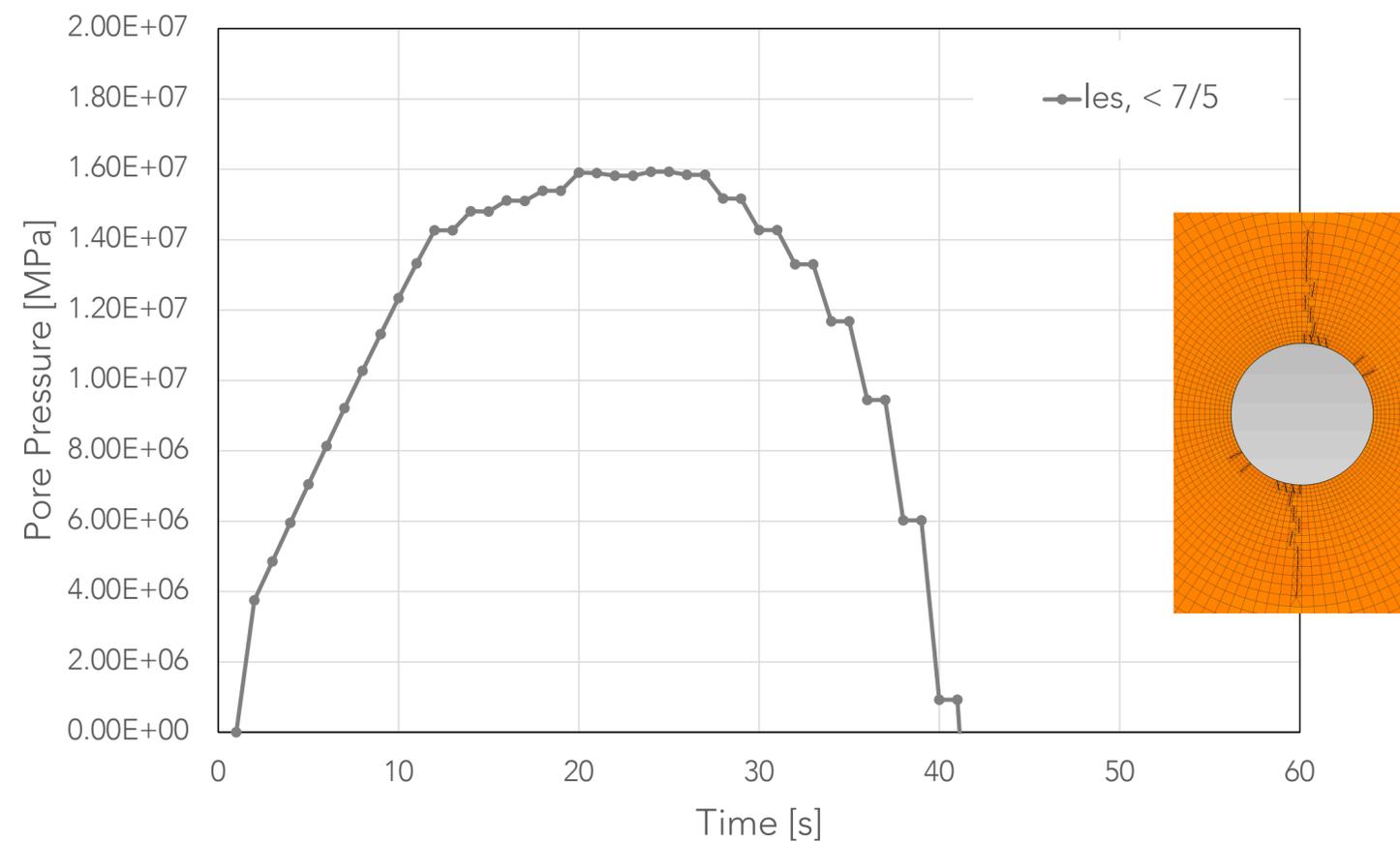
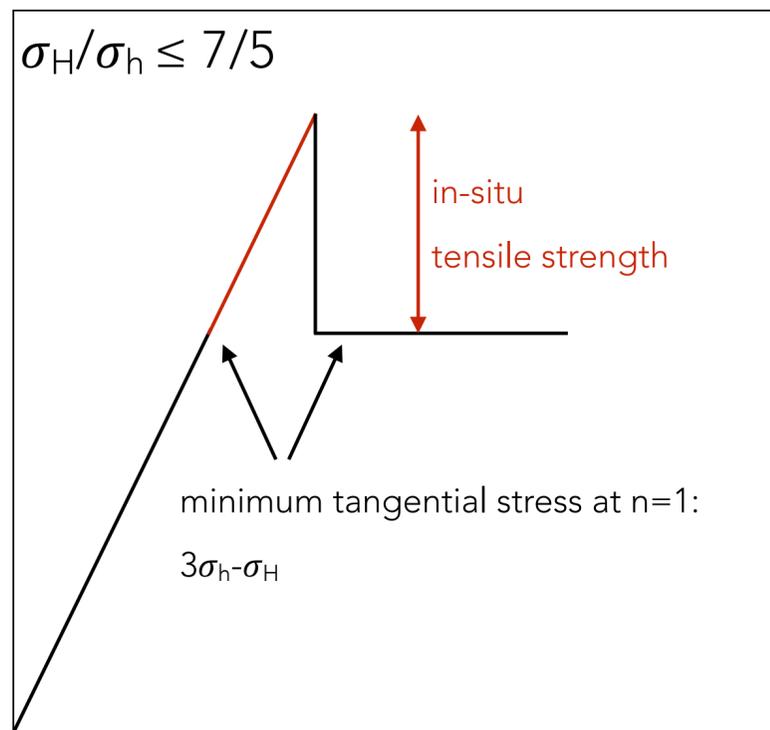
# Numerische Simulation

> roxol



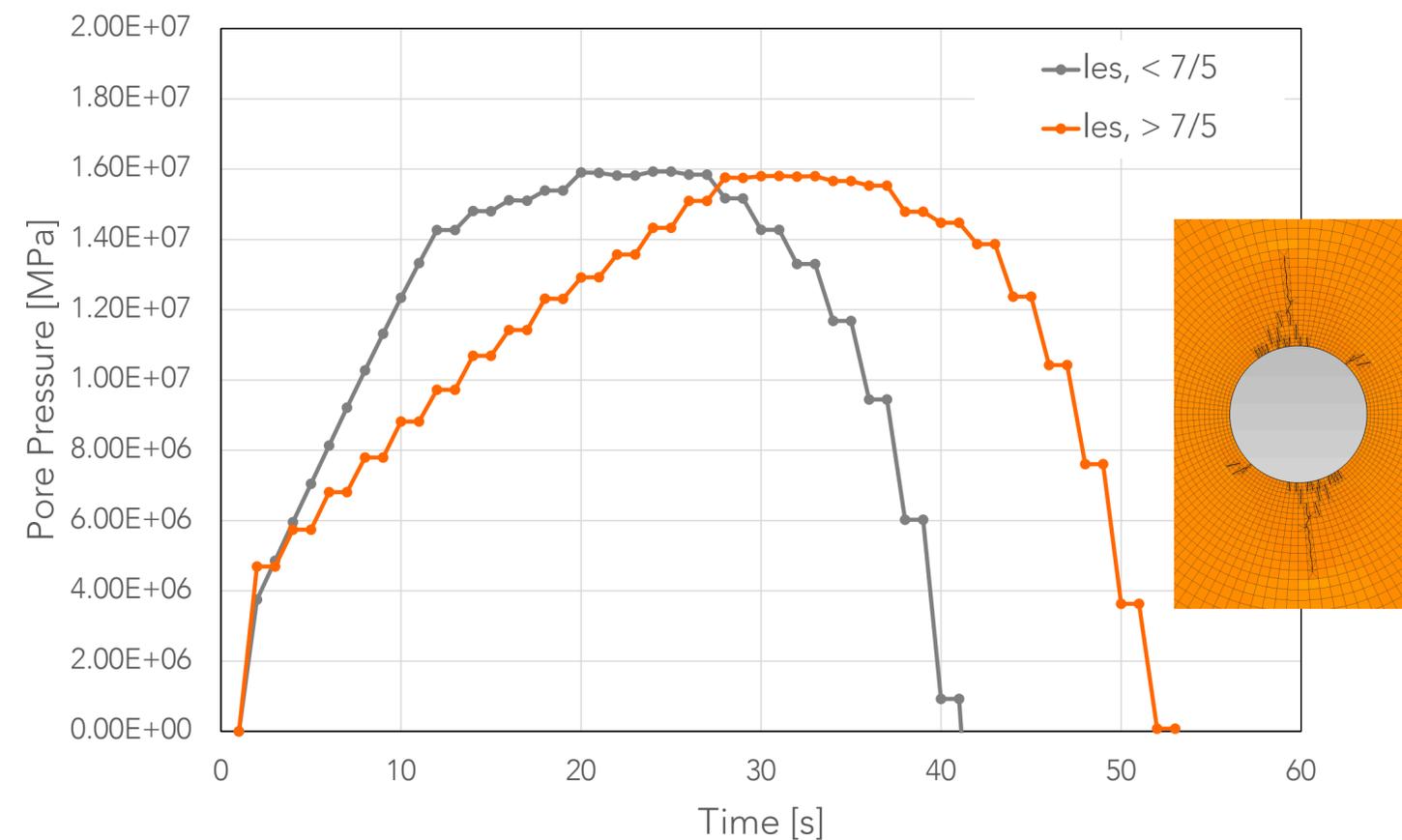
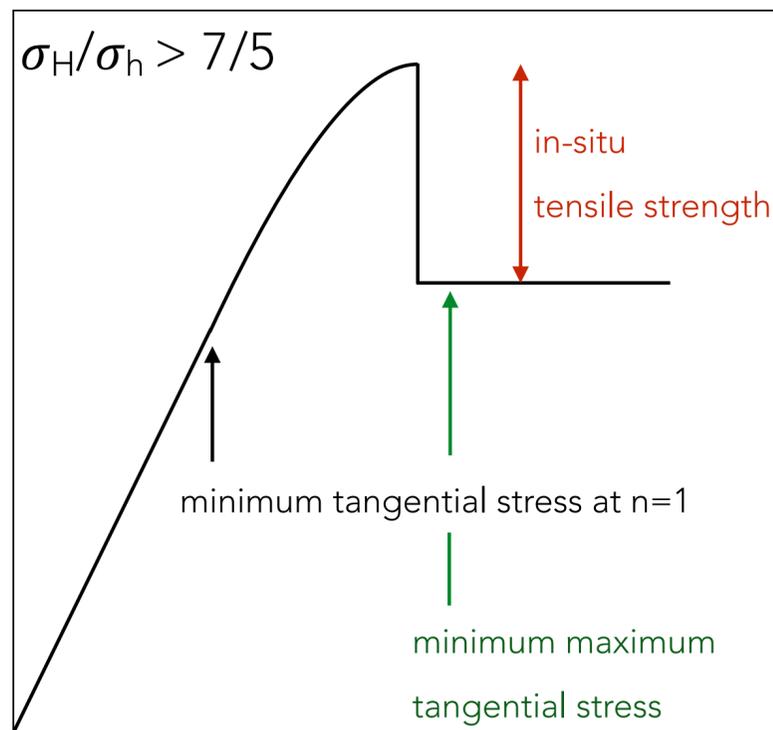
# Numerische Simulation

> roxol



# Numerische Simulation

> roxol



# Perspektiven

- > Re-evaluation von hydraulischen Aktivierungsverfahren
- > Differenzierte Herangehensweise unter Berücksichtigung des Reservoirs

geomecon GmbH

Chausseestraße 88, D 10115 Berlin

[www.geomecon.de](http://www.geomecon.de)

fon +49 30 280 979 73

[solutions@geomecon.de](mailto:solutions@geomecon.de)