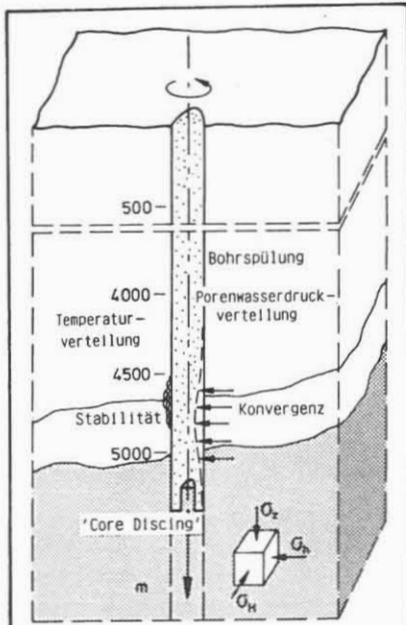


Kontinentales Tiefbohrprogramm der Bundesrepublik Deutschland

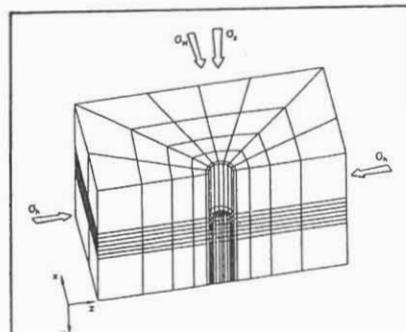
Numerische Berechnungen zur Bohrlochstabilität

Zander-Schiebenhöfer, Rokahr, Kessels (Hannover); Lux (Claus-
thal)

Projektschrift:
 Institut für Unterirdisches Bauen
 Universität Hannover
 Welfengarten 1a
 3000 Hannover

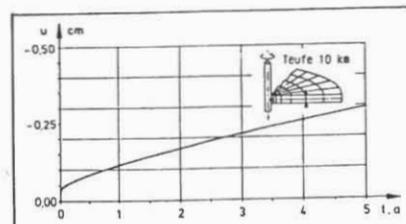


mechanisches Bohrlochverhalten



Untersuchung des 'Core Discing'- Problems mittels 3-D-FEM-Simulation des Kerngewinnungsprozesses

'Core Discing'

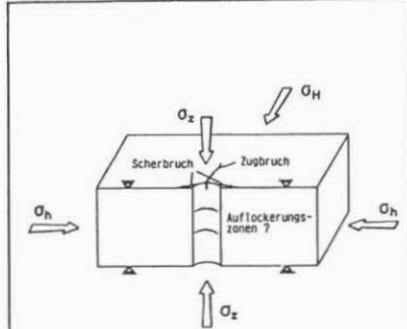


Zeitlich anwachsende Verformungen der Bohrlochwand infolge Kriechens des Gesteinsmaterials können zur Beeinträchtigung der Gebrauchsfähigkeit des Bohrloches führen.

Beispiel: zeitlicher Verlauf der radialen Hohlraumverschiebung ermittelt aus 2-D-FEM-Berechnung und dem Kriechgesetz nach CARTER (1981):

$$\dot{\epsilon}_s = A \cdot \exp\left(-\frac{Q_s}{RT}\right) \cdot G^n \quad \text{CARTER (1981)}$$

Konvergenz



mögliche makroskopische Versagenserscheinung der Bohrlochwand

σ_h : kleinere horizontale primäre Hauptspannung
 σ_H : größere horizontale primäre Hauptspannung
 σ_z : vertikale primäre Hauptspannung

Stabilität

1. Kriterium für das Überschreiten der Zugfestigkeit

$$\sigma_{1,2,3} > P_0 = f(P_1)$$

mit $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$: Hauptspannungen
 P_1 : Porenflüssigkeitsdruck
 P_0 : Bohrspülungsdruck

2. Kriterium für das Überschreiten der Druckfestigkeit

$$\sigma_0 = f(\sigma_m - P_0) > \sigma_{0,Bruch}$$

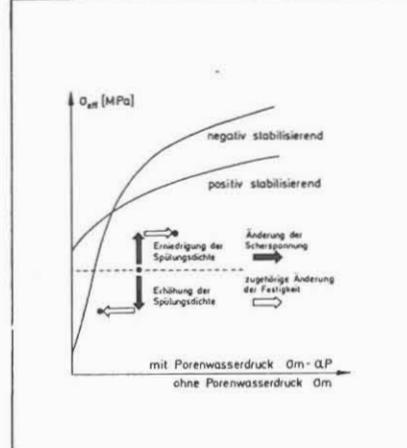
mit σ_0 : deviatorische Spannung
 σ_m : mittlere Spannung
 P_0 : Porenflüssigkeitsdruck
 $\sigma_{0,Bruch}$: deviatorische Spannung im Bruchpunkt des Materials

3. Kriterium für die Auflockerung des Gesteins

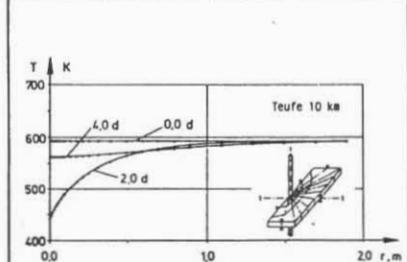
$$\sigma_0 > f_0 \cdot \sigma_{0,Bruch} \quad \text{bzw.} \quad \eta > f_0$$

mit σ_0 : deviatorische Spannung
 f_0 : Faktor der den Punkt verstabiler Mikroreibung des Materials im Verhältnis zur Bruchspannung angibt.
 $\sigma_{0,Bruch}$: deviatorische Spannung im Bruchpunkt des Materials
 η : Ausnutzungsgrad des Materials
 $\eta = \sigma_0 / \sigma_{0,Bruch}$

Beurteilungskriterien



Festigkeitsverhalten des Gesteinsverbandes bei Änderung des Bohrspülungsdruckes

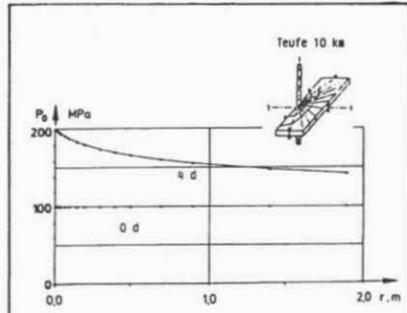


Die Berücksichtigung der zeitlich sich infolge des Bohrbetriebs ändernden Temperaturverteilung im Gebirge ergibt

- thermisch induzierte Zugspannungen im Gebirge infolge der Auskühlung während des Bohrens bis zu einer Größenordnung von 1 MPa / K und
- nur teilweise reversible thermisch induzierte Zugspannungen während der Roundtripzeit (Wiedererwärmungsphase).

Beispiel: Temperaturverlauf (Bohrphase 0 - 2 d, Roundtrip 2 - 4 d)

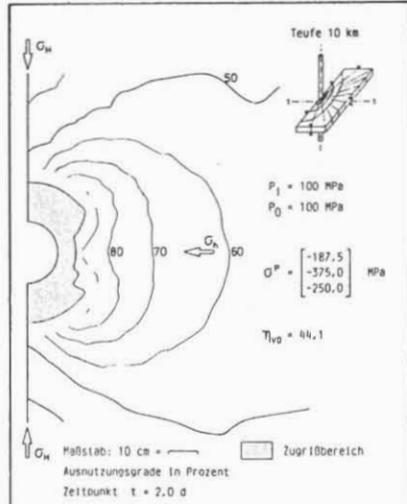
Temperaturverteilung



Diffusionskonstante $D = 1,8 \cdot 10^{-4} \text{ m}^2/\text{sec}^2$

Eine Erhöhung des Porenwasserdruckes setzt die Festigkeit des Gesteinsverbandes herab. Die Berücksichtigung des Porenflüssigkeitsdruckes in Bezug auf die Beurteilung der Bohrlochstabilität setzt eine instationäre Berechnung der Porenwasserdruckverteilung infolge der zeitlichen Änderungen des Bohrspülungsdruckes voraus.

Porenwasserdruckverteilung



Beurteilung des Zustandes durch den Ausnutzungsgrad