Erkundung und Vermessung unterirdischer Hohlräume mittels Bohrlochgeophysik

Wolfram FELFER

Während die Oberflächengeophysik einen wichtigen Beitrag zu Auffindung und Abgrenzung unterirdischer Hohlräume von der Erdoberfläche aus liefert, ermöglicht die Bohrlochgeohysik die nähere Untersuchung von Hohlräumen, welche bereits durch Erkundungsbohrungen aufgeschlossen wurden.

Der Vortrag soll anhand von Beispielen die Möglichkeiten zur Charakterisierung und orientierten Vermessung solcher Hohlräume präsentieren sowie die erforderlichen Randbedingungen und Grenzen der einzelnen Methoden beschreiben. Es stehen grundsätzlich folgende Methoden zur Verfügung

- Mechanische oder akustische Bohrloch-Kalibersonden
- Bohrlochkameras
- Hohrlaumscanner

Mechanische Kalibersonden

Funktionsprinzip	Der mit der Bohrlochkontur wechselnde Ausklappwinkel von federnd gelagerten Kaliberarmen wird gemessen. Meist finden Drei- oder Vierarm-Kalibersonden Anwendung. Die Messung kann durch stärkere Bohrlochneigung verfälscht werden.
Minimaler Bohrlochdurchmesser	75 mm (CAL3) 100 mm (CAL4)
Bohrlochneigung von horizontal	80 – 90° (CAL3) 0 – 90° (CAL4)
Medium im Hohlraum	Nicht kritisch
Lateraler Erkundungsbereich	0,1 – 1,0 m.
Sondenorientierung	Meist nicht orientert. Gewisse CAL4-Sonden können mit Bohrlochverlaufsmodulen kombiniert werden (3-axiale Gravitations- und Magnetfeldsensoren).
Messmodus	Kontinuierlich bei Sondenfahrt
Ergebnisse	Die Methode ist nur zur Erkundung von kleindimensionalen Hohlräumen bzw. Bohrlochausbrüchen geeignet und liefert folgende Ergebnisse: • Durchschnittskurven der Bohrlochkontur (CAL3) oder • Zwei Durchmesser im Abstand von 180° oder vier Radien im Abstand von 90° (CAL4) • Berechnetes Bohrlochvolumen (exakt nur bei zylindrischen Hohlräumen).

Acoustic Borehole Imager

Funktionsprinzip	Eine rotierende Ultraschall-Sender-Empfänger-Kombination scannt das Bohrloch hochauflösend und zeichnet Amplitude und Laufzeit des reflektierten Signals auf. Aus der Signallaufzeit kann der Bohrlochradius berechnet werden.

Minimaler Bohrlochdurchmesser	75 mm
Bohrlochneigung von horizontal	5 – 90°
Medium im Hohlraum	Flüssigkeit erforderlich (Bohrspülung oder Wasser)
Lateraler Erkundungsbereich	0,1 – 0,3 m
Sondenorientierung	Ein integriertes Modul (3-axiale Gravitations- und Magnetfeldsensoren) ermöglicht die Orientierung der Messung. Bei gestörtem Magnetfeld kann die Orientierung durch andere Methoden (z.B. Gyroscope) erfolgen.
Messmodus	Kontinuierlich bei Sondenfahrt
Ergebnisse	Die Methode ist nur für sehr kleindimensionale Bohrlochausbrüche geeignet, ihr Haupt-Anwendungsgebiet ist die orientierte Erfassung geologischer Trennflächen. Es werden folgende Ergebnisse geliefert: • Hochauflösende, orientierte 3D-Kontur des Bohrlochs • Berechnetes Bohrlochvolumen mit hoher Genauigkeit.

Bohrlochkameras

Funktionsprinzip	Bohrlochkameras stehen mit schwenkbaren oder axialen Objektiven zur verfügung. Tiefe, Datum, Zeit, Text können in die Aufnahmen eingeblendet werden. Die Speicherung der Videos erfolgt auf HD oder DVD.
Minimaler Bohrlochdurchmesser	Meist >40 mm (AX) Meist >75 mm (SK)
Bohrlochneigung von horizontal	Nicht kritisch
Medium im Hohlraum	Luft oder Klarwasser
Lateraler Erkundungsbereich	0,1 – wenige m (Luft) 0,1 – 1,0 m (Wasser)
Sondenorientierung	Meist unorientierte Befahrung, Spezialkameras besitzen Module zur Orientierung der Blickrichtung gegen Magnetisch Nord.
Messmodus	Sondenfahrt oder stationär.
Ergebnisse	Kameras sind gut geeignet zur qualitativen und orientierenden Erkundung kleiner bis mittlerer Hohlräume. In wassergefüllten Hohlräumen verringert sich die laterale Sicht deutlich. Ergebnisse sind: • Digitale Farbvideos in PAL-Qualität • Screenshots • Orientierte Blickrichtung bei Vorhandensein eines entsprechenden Moduls • Entfernungen können meist nur grob geschätzt werden, evtl. Einzelmessungen mit Laserpointer.

Laserscanner

Funktionsprinzip	Cavity Laser Scanner besitzen eine dreh- und kippbare Laser-Sender/Empfängerkombination. Die 3D-Abtastung des Hohlraums erfolgt, indem der Scannerkopf in frei wählbaren Winkelschritten rotiert und gekippt wird. Somit liefert die Sonde pro Tiefenposition eine 3D-Punktwolke, benachbarte Wolken können kombiniert dargestellt werden.
Minimaler Bohrlochdurchmesser	75 mm
Bohrlochneigung von horizontal	Nicht kritisch
Medium im Hohlraum	Luft
Lateraler Erkundungsbereich	0,5 m – einige 10er m
Sondenorientierung	Die Orientierung erfolgt mittels torsionsfreiem Schubgestänge (nur bis etwa 50m Tiefe) oder integriertem Orientierungsmodul (3-axiale Gravitations- und Magnetfeldsensoren). Durch die Bewegung des Scannerkopfes neigen frei hängende Sonden zu Pendelbewegungen und müssen daher zusätzlich fixiert werden.
Messmodus	Stationär
Ergebnisse	Die Methode liefert eine sehr präzise Vermessung luftgefüllter Hohlräume, Einzeldaten sind: • Hochauflösende, orientierte 3D-Punktwolke oder triangulierte Grenzfläche des Hohlraums • Orientierte Schnitte mit beliebiger Ausrichtung • Digitale X-, Y- und Z-Koordinaten für die Weiterverarbeitung • Flächen- oder Volumsberechnung • Virtuelles Gehen durch den Hohlraum.

Sonarscanner

Funktionsprinzip	Der Cavity Sonar Scanner besitzt eine, in der Ebene normal zur Geräteachse in Winkelschritten drehbare Ultraschall-Sender/Empfängerkombination. Zur 3D-Darstellung werden Messungen in verschiedenen Tiefenpositionen durchgeführt und bei der Auswertung miteinander kombiniert.
Minimaler Bohrlochdurchmesser	100 mm
Bohrlochneigung von horizontal	5 – 90°
Medium im Hohlraum	Wasser
Lateraler Erkundungsbereich	0,5 m – wenige 10er m
Sondenorientierung	Die Orientierung erfolgt mittels torsionsfreiem Schubgestänge (nur bis etwa 50m Tiefe) oder integriertem Orientierungsmodul (3-axiale Gravitations- und Magnetfeldsensoren).
Messmodus	Stationär

Ergebnisse	Die Methode liefert eine genaue Vermessung wessergefüllter Hohlräume, wobei die Auflösung geringer ist als beim Laserscanner. Einzeldaten sind: • Hochauflösende, orientierte 2D-Schnitte durch den Hohlraum • Orientierte 3D-Punktwolke oder triangulierte Grenzfläche des Hohlraums kombiniert aus mehreren Schnitten • Digitale X-, Y- und Z-Koordinaten für die Weiterverarbeitung • Flächen- oder Volumsberechnung • Virtuelles Gehen durch den Hohlraum.

-o-o-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Berichte der Geologischen Bundesanstalt

Jahr/Year: 2018

Band/Volume: 127

Autor(en)/Author(s): Felfer Wolfram

Artikel/Article: Erkundung und Vermessung unterirdischer Hohlräume mittels Bohrlochgeophysik 56-59