



Eine Entwicklung der Erdölindustrie ist der akustische Bohrlochscanner, der seit den späten achtziger Jahren vermehrt auch in der Baugrunderkundung eingesetzt wird. In den oft sehr tiefen, mit Schwerspülung gefüllten Erdölbohrungen waren optische Bohrlochsondierungen nicht möglich, was zum Bau von akustischen Scannern Anlass gab.

Beim Einsatz des akustischen Bohrlochscanners macht man sich den Umstand zu Nutze, dass unterschiedliche elastische Eigenschaften des Gesteins, aber auch Klüfte zu unterschiedlichen akustischen Reflexionen führen.

Als Messprinzip (Abb. 1) wird dabei das Impulsechoverfahren angewendet, bei dem ein in der Sonde angebrachter, rotierender piezoelektrischer Wandler einen Ultraschallimpuls aussendet und die Reflexionen von der Bohrlochwand wieder empfängt. Durch elektronische Bildbearbeitungstechniken wird für jede Tiefenstufe eine Art „Zeilenbild“ der Bohrlochwandung erzeugt und als Abwicklung dargestellt. Durch Bewegen der Sonde im Bohrloch erhält man viele einzelne „Zeilenbilder“, die zu einem Gesamtbild der Bohrlochwand zusammengesetzt werden, welches als Abwicklung oder als virtueller Bohrkern in 3D dargestellt werden kann.

Dazu ist eine Tiefenmesseinrichtung sowie ein magnetisches und auf Schwerkraft basierendes Orientierungssystem in der Sonde eingebaut, mit dessen Hilfe die Abwicklung der Bohrlochwand zeilenweise von Nord nach Nord orientiert und der Bohrlochverlauf (Einfallen und Azimut) bestimmt werden kann.

Das Verfahren ist nur in wasser- oder spülungsgefüllten Bohrungen anwendbar. Bohrklein oder Stützmedien behindern das Verfahren grundsätzlich nicht, die Ultraschallimpulse werden jedoch gedämpft, was bedeutet, dass der maximal mögliche Durchmesser der Bohrung nur bei sauberem Wasser befahren werden kann. In trockenen Bohrungen ist das Verfahren nicht anwendbar.



Die radiale Bildauflösung des akustischen Scanners hängt von der Abtastung der Bohrlochwand und dem Bohrllochdurchmesser ab. Die Bildauflösung in Richtung der Bohrlochachse ist von der Geschwindigkeit abhängig, mit der die Sonde im Bohrloch bewegt wird.



Abb. 1 Rotierender Ultraschallgeber des Bohrlochscanners im Ölbad

Es werden Stärke (Amplitude) und Laufzeit der Reflexion aufgezeichnet oder die gesamte Wellenform der Reflexion. Die Amplitude reagiert stark auf Änderungen der elastischen Gesteinseigenschaften; das Amplitudenbild enthält daher Strukturinformationen wie Kluft- Schicht- und Schieferungsflächen, Kluftabstände, Durchtrennungsgrad, Kluftöffnung und -füllung. Durch rechnerische Berücksichtigung des Bohrlochverlaufs können diese Strukturinformationen in einem globalen Koordinatensystem orientiert dargestellt und statistisch ausgewertet werden.

Die Laufzeiten der Reflexionen ändern sich entsprechend der Form des Bohrlochs; das Laufzeitbild ist somit ein hochauflösendes Kaliber Log; damit kann beispielsweise zwischen offenen und geschlossenen Klüften unterschieden und die genaue Bohrlochgeometrie erfasst werden.



Die Bildauflösung des von uns eingesetzten akustischen Scanners der Firma Century Geophysical Corp. beträgt entlang der Bohrlochachse 5 mm, der Bohrlochumfang wird mit 254 Bildpunkten pro Zeile aufgelöst.

Die Methode eignet sich zur Bestimmung der Fallrichtung und des Fallwinkels von markanten Klüften und Schicht- bzw. Schieferungsflächen. Sie dient der Ermittlung von Kluftabständen und der Feststellung von Wandausbrüchen oder Hohlräumen. Die Qualität des erzeugten Bildes der Bohrlochwand ist mit dem optischen Bild nicht vergleichbar, zum einem weil die Bildauflösung beim akustischen Scanner gröber ist und zum anderen weil das Falschfarbenbild dem geschulten Blick des Geologen keine Möglichkeit zur Gesteinserkennung bietet (siehe Abb. 2).

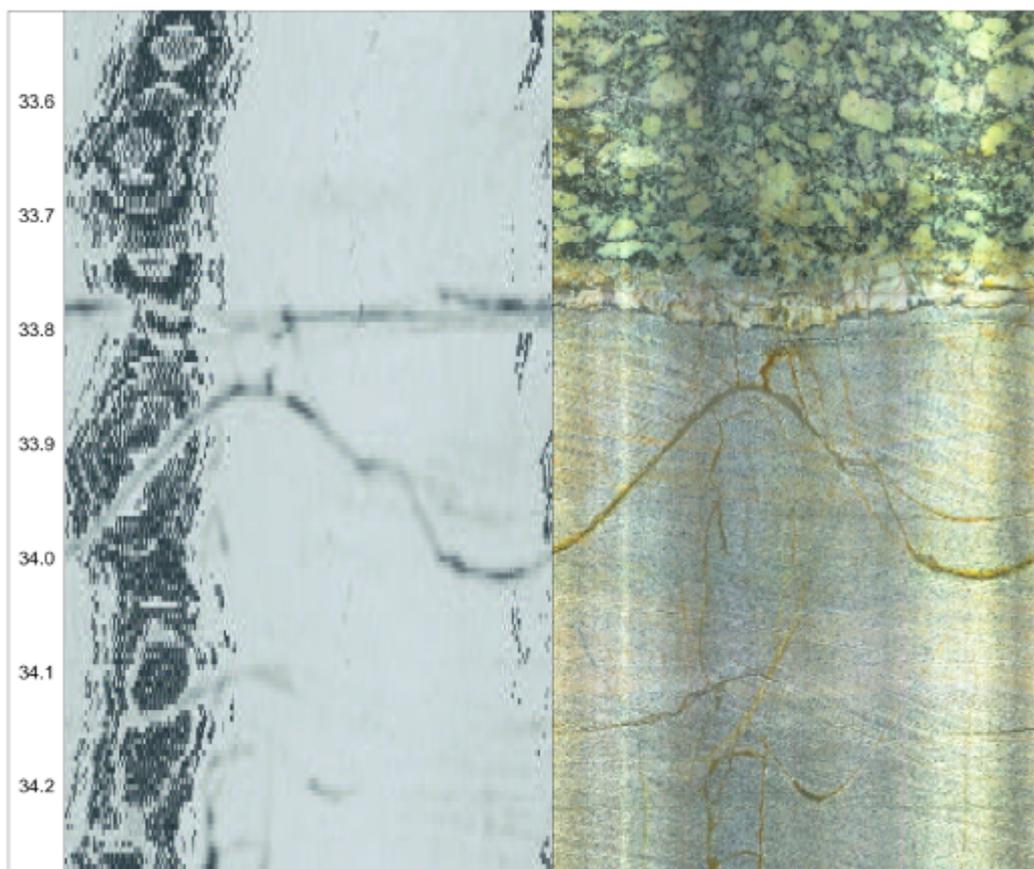


Abb. 2 Vergleich der Befahrung einer Bohrung mit einem akustischen Scanner (links) und dem optischen Scanner (rechts)



Die Grenze der Einsatztiefe unserer Ausrüstung liegt momentan bei 300 m. Der Mindestdurchmesser der Bohrung muss 74 mm betragen. Der Maximaldurchmesser der Bohrung sollte 230 mm nicht überschreiten.

Technische Daten

Rahmenbedingungen

- Erkundung geologischer Bohrungen bis max. 300 m Teufe
- Druckdicht bis 100 bar
- Bohrlochdurchmesser von 74 bis 230 mm

Abmessungen

Sondenlänge	193 cm
Außendurchmesser	50,8 mm

Gewicht

Sonde komplett	14 kg
----------------	-------

Orientierungssystem

Auflösung für Neigung	$\pm 0,5^\circ$
Auflösung für Azimuth	$\pm 2,0^\circ$

Bildauflösung

- Max. Auflösung entlang Bohrlochachse 5 mm
- Auflösung über Bohrlochumfang 254 Bildpunkte