

DFG - Projekt: KTB - Gesteinszerstörung

Debschütz, Clausthal

Im Rahmen des Projektes werden Ursache und Abläufe der Gesteinszerstörung bei verschiedenen Bohrtechniken im kristallinen Hartgestein untersucht, um im Hinblick auf das Abteufen der kontinentalen Tiefbohrung Aussagen über die Optimierung der Bohrprozesse zu gewinnen.

Die experimentellen Untersuchungen analysieren den Gesteinszerstörungsablauf in der Bohrtechnik als das Zusammenwirken des Gesteins - als Werkstück -, des Bohrmeißels - als Werkzeug -, der Bohrparameter als prozeßspezifische Kenngrößen.

Die in der Tiefbohrtechnik angewendeten Arten der mechanischen Gesteinszerstörung lassen sich, bezogen auf die Wirkstelle in drei Elementarverfahren einteilen:

- Drückende Gesteinszerstörung: Sie entspricht dem Bohren mit Rollenmeißeln. Eine als Zahn- oder Hartmetallinsert ausgebildete Schneide wird durch das auflastende Gewicht der Schwerstangen und die Abrollbewegung der Kegelrollen auf der Bohrlochsohle mit einer schwellenden Andruckkraft in das Gestein gedrückt und bewirkt einen kraterförmigen Einbruch.
- Ritzen Gesteinszerstörung: Sie entspricht dem Bohren mit Diamantmeißeln. Der Diamant als Einzelschneide wird konstant belastet und zerspannt durch die Drehbewegung das Gestein.
- Schlagende Gesteinszerstörung: Sie entspricht dem Bohren mit einem Bohrhammer. Das Insert wird mit einer konstanten Andruckkraft und einer schwellenden Schlagbeanspruchung beaufschlagt.

Die systematische Untersuchung erfolgt an ausgewählten Hartgesteinen mit verschiedenen Bohrwerkzeugen und Bohrparametern sowohl unter atmosphärischen als auch unter simulierten Bohrlochsbedingungen an insgesamt acht verschiedenen Bohrprüfständen des Institutes, wobei die jeweiligen Leistungskenngrößen ermittelt werden. Die gemeinsame prozeßspezifische Kenngröße aller drei Mechanismen, die als Vergleich für die Bohrbarkeit herangezogen wird, ist die spezifische Energie, d. h. die aufzuwendende Arbeit bezogen auf das zerstörte Gesteinsvolumen [J/cm^3].

Die schlagende Gesteinszerstörung erweist sich in Bezug auf Standlänge und Bohrfortschritt als optimal im Hartgestein. Die heute üblichen Verfahren zum Bohren im kristallinen Gestein arbeiten daher auch größtenteils mit dem Prinzip der schlagenden Gesteinszerstörung.

Das spröde Bruchverhalten des kristallinen Gesteins begünstigt den schlagenden Bohrprozeß. Es kann daher aus der Sicht der Gesteinszerstörung als das effektivste Verfahren angesehen werden.

Einsatzmöglichkeiten eines Hammers in der KTB-Hauptbohrung

Ausgehend von der Problemstellung, daß bei der kontinentalen Tiefbohrung harte Gesteinsschichten in Kombination mit extremen Teufen und großen Durchmessern erbohrt werden müssen und aufbauend auf den Ergebnissen, daß beim drehenden Bohren die Diamanten einem hohen Verschleiß ausgesetzt sind und schnell ihre Wirksamkeit verlieren, während die Hartmetallinserts nur noch ineffektiv in das Gestein eindringen können, ergibt sich die Entwicklung von Bohrhämmern als alternatives Bohrverfahren um hierauf zurückgreifen zu können. Die wesentlichen Vorteile des Hammerbohrens im Hinblick auf die KTB-Anforderungen ergeben sich wie folgt:

1. Durch die effektive Art der Gesteinszerstörung ergibt sich im kristallinen Gebirge ein höherer Bohrfortschritt verbunden mit einer höheren Meißelstandlänge infolge geringeren Verschleißes.
2. Durch geringere Andruckkraft auf den Meißel erhöht sich die Richtungsstabilität, was für die Vertikalität des Bohrloches wichtig ist.
3. Die niedrigen Drehzahlen zur Meißelumsetzung reduzieren den Verschleiß der gesamten Bohrausrüstung.

Für die Realisierung des drehschlagenden Bohrens in der Tiefbohrtechnik kommen spülungsangetriebene Bohrhämmer in Betracht. Entsprechend dem Grundkonzept soll bei der KTB eine feststofffreie Spülung eingesetzt werden mit reibungsmindernden Additiven, so daß sich optimale Einsatzbedingungen für einen Hammer ergeben. Bei der Auslegung des Hammers wird die Schlagenergie durch einen schwingenden Kolben an den Meißel übertragen. Zur Erzielung hoher Standzeiten sind hierbei die Anzahl der beweglichen Teile wie Federn zu minimieren. Diese Anforderungen sind in der Volksrepublik China, wo seit 15 Jahren spülungsbetriebene Bohrhämmer in der Schürfb Bohrtechnik erfolgreich im Einsatz sind, realisiert.

Aufgrund des gegebenen Bohr- und Verrohrungsschemas der KTB-Hauptbohrung ergeben sich 2 Einsatzbereiche für einen Bohrhämmer. Entsprechend der Planung ist im oberen Bereich bis 5000 m nicht kernend ein vertikales Bohrloch von 14 3/4" " und 17 1/2" zu erstellen. Im Bereich unterhalb der 5000 m soll das Bohrloch mit 10 5/8" - optional (8 1/2") - bis auf Endteufe mit Kerngewinn von mind. 30% niedergebracht werden.

Bit Acoustics

Im Rahmen des Projektes Bit Acoustics soll das Potential der Aussagefähigkeit von elastischen Wellen, die infolge der Gesteinszerstörung während des Bohrvorganges vom Meißel durch das Gestein emittiert werden, erkundet werden um hierdurch zusätzliche Informationen über den Bohrprozeß und die durchteufte Formation zu gewinnen.

1980 konnten in den USA mit 8 Geophongruppen von der Erdoberfläche aus bei einer Richtbohrung die Meißelgeräusche bis 2400 m Teufe registriert werden. 1985 wurden in Japan mit einer Meßsonde aus einem 210 m tiefen Vorbohrloch durch das Gebirge von einer 200 m entfernten Hauptbohrung im Teufenbereich von 312 - 378 m die akustischen Signale aufgenommen und dabei Informationen über

- Formationswechsel
- mechanische Eigenschaften des Gesteins
- Rißbildung im Gebirge
- Reibung Bohrgestänge mit Bohrlochwand

sowie über den Zustand des Bohrwerkzeuges gewonnen.

Um genauere Informationen über die Zuordnungsfähigkeit der Bohrgeräusche zu erhalten wurden am ITE an einem Bohrversuchsstand mehrere Diamantschneiden in unterschiedlichen Gesteinen mit verschiedenen Bohrparametern eingesetzt, wobei die Leistungskenngrößen beim Bohrprozeß gemessen und die Geräusche als Luftschallmessung mit einem Mikrofon aufgenommen und auf ein Tonbandgerät gespeichert wurden. Die Signale wurden mit einem FFT-Analysator als Amplitude-Frequenz-Diagramm dargestellt. Die Auswertung dieser Frequenzspektren und der Vergleich der gemessenen Leistungskenngrößen ergaben eine Zuordnungsfähigkeit der Bohrwerkzeuge, Bohrparameter, Gesteine und des Verschleißes.

Zur weiteren Untersuchung wurden mit Unterstützung der BGR-Hannover am ITE an einer Schürfbohranlage mit mehreren Bohrkronen in Gesteinsblöcke gebohrt und die Signale mit darauf befestigten Geophonen und Beschleunigungsaufnehmern gemessen. Die Auswertung ergab, daß die Signalaufnahme durch das Gestein ebenso möglich ist und die verschiedenen Bohrparameter in den Frequenzspektren sichtbar werden.

Zur Untersuchung der Geräuschaufnahme durch das Gebirge wurden dann im ITE beim Abteufen einer 30 m tiefen Kernbohrung in der Grauwacke die Signale aus einem 3 m entfernten und 30 m tiefen Schacht gemessen. Das Spektrum zeigt hierbei den Unterschied zwischen Ruhelage und Bohrversuch.

Diese Ergebnisse zeigen das Potential durch Bit Acoustics zusätzliche Informationen zur Beurteilung des Bohrvorganges und der durchteuften Formation zu gewinnen.