

4. Vor dem Erreichen der Kaverne tritt meistens eine Erhöhung des Bohrfortschrittes auf.

d) *Unverfestigte Schichten mit hoher Permeabilität*

1. Die Spülungssäule sinkt allmählich ab.
2. Beim Weiterbohren kann der Verlust total werden.

Wenn die Angaben auch nur als Anhaltspunkte zu werten sind, so geben sie doch dem Bohrtechniker Hinweise für die Einschätzung eines Verlustes.

In den durch tektonische Einflüsse entstandenen Spalten, in den unverfestigten Schichten und in den Kavernen stehen oft Schichtwässer an. Will die Spülung in das Gebirge eindringen, so muß ihr Druck groß genug sein, den hydrostatischen Druck der Schichtwässer zu überwinden. Sind beide Drücke gleich, so erfolgt sogar ein Zufluß zum Bohrloch.

Würden die Gebirgswässer unter dem vollen hydrostatischen Druck stehen, so wäre die Druckzunahme bei Süßwasser 0,1 at/m und bei Salzwasser etwa 0,108 at/m (sie kann selbstverständlich bei einer großen Salinität entsprechend höher liegen). Leider ist dies oft nicht der Fall. Die Werte liegen meistens niedriger. So tritt z. B. im Spraberry Feld (USA) eine Zunahme von 0,065 at/m und in der kanadischen Ebene von 0,087 at/m auf. In der Bohrtechnik wird nach HANFLAND eine Schicht, in der bei einer Dichte der Spülung von $\gamma = 1,12$ bis $1,16 \text{ g/cm}^3$ bereits ein Verlust auftritt, als Niederdruckformation bezeichnet [5].

Aus dem bisher Gesagten geht hervor, daß zur Entstehung eines Spülungsverlustes nicht nur Hohlräume im Gebirge vorhanden sein müssen. Es ist notwendig, daß der hydrostatische Druck evtl. anstehender Schichtwässer geringer ist als der Druck der Spülungssäule.

1.2.2. Die Größe der Gesteinsöffnungen

Von Interesse ist es, annähernd die Größe der Öffnungen zu bestimmen, die das Gestein haben muß, damit die Spülung abfließen kann. Sehr oft sind darüber vollkommen falsche Vorstellungen vorhanden. Meist ist es so, daß man die erforderliche Größe bei den Spalten überschätzt und bei den Poren unterschätzt. Die nachfolgenden Darlegungen sollen hierüber Klarheit verschaffen. Bei Zementeinpressungen stellt BERNATZIG fest, daß, unabhängig vom vorhandenen Wasser-Zement-Faktor, die Zementteilchen, wenn die Gesteinsöffnungen eine gewisse Größe unterschreiten, aus der Suspension abfiltriert werden, einen Pfropfen bilden und das weitere Eindringen des Injektionsgutes verhindern [6, 7]. Auch bei der Spülung wird Ton und Bohrklein in Wasser dispergiert. Hier wird der gleiche Effekt auftreten. Es wurden Versuche mit einer Tonspülung ohne Bohrklein unternommen, um festzustellen, bei welcher Permeabilität des Sandes die Spülung in ihn eindringen kann [8]. Dabei zeigte sich, daß die Permeabilität mindestens 14 Darcy betragen muß. Auch bei diesem Wert nahm der Sand bei 168 at Überdruck nur geringe Mengen auf. In Wirklichkeit ist die Spülung im Bohrloch nicht rein, sondern mit Bohrklein durchsetzt. Die erforderliche Permeabilität wird also wesentlich höher liegen. Im allgemeinen wird angenommen, daß die Gesteinsöffnungen den 3fachen Durchmesser der größten, in Mengen auftretenden Feststofffraktion, die in der