

Neue numerische Verfahren für die Vorauserkundung von wasserführenden Zonen beim Tunnelbau

Th. Mégel, Th., Kohl, R. Wagner
Geowatt AG, Dohlenweg 28, CH-8050 Zürich
info@geowatt.ch

Stark wasserführende Zonen im Festgestein bergen beim Vortrieb eines Tunnels die Gefahr eines unvorhergesehenen Wassereintruchs und gehen zudem oft mit schwachen felsmechanischen Eigenschaften einher. Um das Risiko solcher Ereignisse vorab besser einschätzen und ggf. schadensbegrenzende Massnahmen rechtzeitig planen zu können, kommt der geophysikalischen Vorerkundung solcher Störungszonen eine grosse Bedeutung zu. Die GEOWATT AG hat zwei verschiedene numerische Verfahren entwickelt, um das Risiko von Wasserzutritten in den Tunnel vorab und während des Tunnelvortriebs besser beurteilen zu können.

Der Wasserzutritt in das Tunnelgebäude kann mit Hilfe eines definitiven Gebirgsmodells simuliert werden. In diesem Modell wird die Lage aller Störungen jedoch als bekannt und im Modell als nicht veränderbar vorausgesetzt. Diese Methode eignet sich besonders, wenn eine umfassende hydrogeologische Vorerkundung, wie im Koralm-Gebiet, durchgeführt wurde. Mit Hilfe des Programms ORION der Firma GEOWATT, können die vermuteten Störungszonen sowie der Tunnel explizit in das 3D-FE-Modell des Gebirges eingebaut werden. Mit Hilfe dieser Methode können regionale sowie kleinräumige Grundwasserströmungen und Wärmetransportprozesse erstmals im gesamten Gebirge simultan untersucht werden.

Mit Hilfe der Methodik GDT ("Geothermal Diagnosis for Tunneling") kann für eine aktuelle Vortriebsposition das Wassereintruchsrisiko vor der Ortsbrust indirekt und ohne Unterbrechung des Vortriebs bestimmt werden. Indirekte Vorauserkundung heisst, mit Hilfe der Gebirgstemperatur, die besonders stark auf Wasserzirkulation reagiert, auf bestimmte Gebirgseigenschaften vor der Ortsbrust zu schliessen. Die Methodik GDT basiert auf der "worst-case"-Annahme, dass alle advektiven Wärmetransportprozesse im Gebirge durch eine einzige wasserführende Störzone vor der Ortsbrust verursacht werden. Zur Analyse der Wärmetransportprozesse wird ein 3D-FE-Gebirgsmodell verwendet, in dem alle bekannten Strukturelemente, insbesondere die Störzone vor der Ortsbrust, berücksichtigt wird. Die hydraulischen Parameter dieser Störzone (Mächtigkeit, hydraul. Leitfähigkeit, Form, Einfallen, Streichen) werden innerhalb definierter Wertebereiche variiert. Alle Modelle, deren Prognosetemperatur mit den vor der Ortsbrust gemessenen Temperaturen übereinstimmen, entsprechen wahrscheinlichen Szenarien. Die einzelnen Schüttungen aus diesen Störzonen bei einer Durchörterung werden statistisch ausgewertet, wodurch sich eine Wahrscheinlichkeit einer zu erwartenden Schüttung ergibt. Dies ist das Wassereintruchsrisiko für eine bestimmte Position vor der Ortsbrust, basierend auf den gemessenen Felstemperaturen. Grundsätzlich kann das Wassereintruchsrisiko für unterschiedliche Positionen vor der Ortsbrust bestimmt werden.

Die Möglichkeiten beider Methoden werden am Beispiel des Lötschbergtunnels sowie des geplanten Koralm-Tunnels demonstriert.