

Drainagematten im NEAT Basistunnel

Jürg Kaeser, Norbert Tholl*

Unscheinbar aber wichtig

Drainierte Tunnel sind keine Neuheit. Schon die Tunnel des 19. Jahrhunderts wurden mit grossen Drainagehohlräumen gebaut, der Zwischenraum Fels/Natursteinvormauerung mit einer Sickerpackung aus Ausbruchmaterial verfüllt.

Mit der Realisierung der NEAT-Basistunnels (Lötschberg, Gotthard und Ceneri) wurden an die Abdichtung besondere Anforderungen gestellt:

- Durch die geforderte hohe Verfügbarkeit der Tunnels (wichtige Nord-Süd-Bahnverbindung) und die ausserordentlichen Investitionskosten wurde eine Nutzungsdauer von mindestens 100 Jahren vereinbart.
- Aufgrund des hydrostatischen Drucks des Bergwassers (bis zu 2500 m Überdeckung) ist mit Wasserdrücken von bis zu 150 bar zu rechnen. Durch mineralisiertes, teils aggressives Bergwasser können bei den hohen Temperaturen (bis zu 45 °C) Alterungsprozesse an den Baustoffen beschleunigt auftreten.

Entlastung der Abdichtung

Bei solch grossen Wasserdrücken ist ein Abdichtungskonzept nach dem «Verdrängungsprinzip» (umlaufend ausgeführte Abdichtung) praxisgerecht und wirtschaftlich nicht umsetzbar. Daher wurde nach dem Ableitkonzept eine so genannte «Regenschirmabdichtung» geplant, welche zwischen Abdichtung und Tunnelgewölbe eine dauerhaft wirkungsvolle Drainagematte erfordert.

Durch das druckfreie Abführen von anfallendem Bergwasser wird die Abdichtung von

hohen Wasserdrücken entlastet. Bergwasser wird durch die Drainagematte nach unten in die Entwässerungsrohre geleitet und von dort zum Tunnelausgang geführt. Nach Felsausbruch durch eine Tunnelbohrmaschine respektive dem Sprengvortrieb wird die Oberfläche mit einer Spritzbetonschicht egalisiert. Diese hat gewisse Vorgaben der Rauigkeit und der Ebenheit zu erfüllen. Nach Montage der Drainagematte und der Abdichtung erfolgt durch Betonieren der Innenschale ein statischer Druck zwischen der Abdichtung und der Spritzbetonschicht. Die Drainagematte hat die Abdichtung dabei vor mechanischen Beschädigungen zu schützen.

Umfangreiches Evaluationsverfahren

Eine Fachkommission erstellte ein umfassendes Evaluationsverfahren aus Beständigkeits- und Systemprüfungen, Baustellentests und nachgeschalteten Kontrollprüfungen. Einig war man sich, dass man stets den Systemansatz verfolgt. Dazu gehören:

- Untergrund (Rauigkeit, Ebenheit);
- Drainagematte (Beständigkeit, Wasserleitvermögen, Schutzwirksamkeit);
- Abdichtung (Wasserdichtigkeit, Beständigkeit);
- Verarbeitung (Praxistauglichkeit).

Schon während den ersten Prüfphasen zeigte sich jedoch, dass keines der eingereichten, marktüblichen Abdichtungssysteme alle Anforderungen zu erfüllen vermochte. Diverse Nachbesserungen und damit erneute Prüfungen wurden erforderlich.

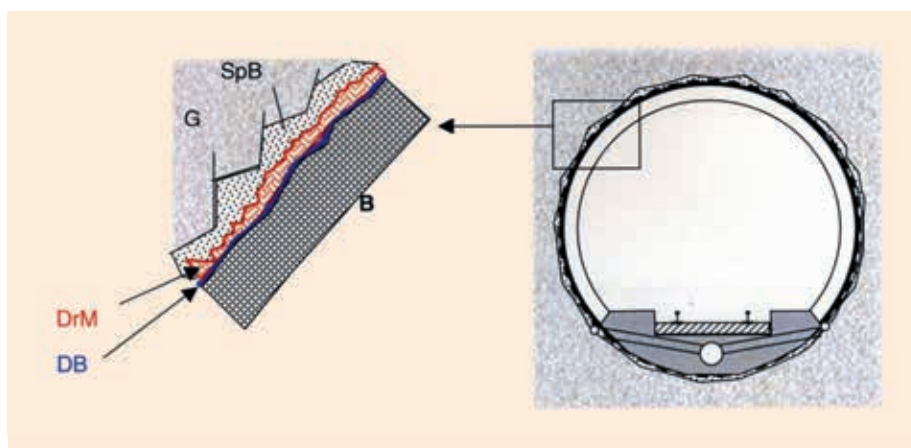
Die Beständigkeitsprüfungen liefen bis zu 24 Monate mit erhöhten Konzentrationen und Temperaturen. Bei den Systemprüfungen wurden diverse Druckversuche und Druck-/Schubversuche durchgeführt und danach die Dichtigkeit der Abdichtung und die Drainageleistung des Systems ermittelt. Auch das Risiko des Versinterns wurde untersucht.

Klare Verbesserung der Drainageleistungen

Nachbesserungen an den Produkten führten zu deutlich verbesserten Beständigkeiten und Drainageleistungen, speziell im Druck-/Schubversuch. Weiterhin wurden die Beständigkeiten in einem nachgeschalteten Forschungsvorhaben um weitere 5 Jahre untersucht und die bisherigen Ergebnisse positiv bestätigt.

Bei den Baustellentests erfolgten Probeinbauten am 1:1-Modell in Versuchsstollen. Dabei wurde das Risiko einer Materialbeschädigung durch Faltenbildungen oder Materialspannungen bei diversen Befestigungsrastern, die Dichtigkeit der Schweissnähte und die Drainageleistung nach Praxiseinbau untersucht.

■ Diese Drainagematte hat gleichzeitig die Funktionen Schützen und Drainieren zu erfüllen. G: Gewölbe des Tunnels, SpB: Spritzbetonschicht, DrM: Drainagematte, DB: Dichtungsbahn, B: Betoninnenschale.



Zusammenfassung der Erkenntnisse

- Das aufwändige Evaluationsverfahren hat gezeigt, dass Standardprodukte für solch hohe Anforderungen nicht genügen.
- Die Systembetrachtung, das heisst die Kombination von Untergrund, Drainagematte, Dichtungsbahn und Verarbeitung zu einem Abdichtungssystem, stellte eine neue Herausforderung dar und wurde von den Anbietern unterschätzt. Diese ist jedoch wichtig für ein langfristiges Funktionieren des Systems.

- Marktübliche Drainagematten sind bei den zu erwartenden Drücken nicht druckfest genug. Grob strukturierte Drainagen können die Dichtungsbahn durch zu hohe Punktbelastungen schädigen (Spannungsrisse).
 - Dicke Vliese erwiesen sich als guter Schutz für die Abdichtung, aber ungeeignet als dauerhafte Drainage (Zusetzen durch Schwebstoffe).
 - Kontrollprüfungen sichern eine konstante Qualität dieser Spezialprodukte.
- Das NEAT Evaluationsverfahren stellt die bis heute vielleicht umfangreichste Eignungsprüfung von Abdichtungssystemen für den Untertagebau dar. Sie hat gezeigt, dass bei besonderen Anforderungen Standardprodukte nicht genügen und der Systemansatz von den heutigen Normen nicht ausreichend abgedeckt wird. ■

Weitere Informationen:

Schoellkopf AG
 Riedackerstrasse 20, 8153 Rümlang
 Tel. 044 315 50 12
 kaeser@schoellkopf.ch

*Jürg Kaeser, Schoellkopf AG, Rümlang; Norbert Tholl, Solutions GmbH, Sarnen



■ Bei den Baustellentests erfolgten Probeeinbauten am 1:1-Modell in Versuchsstollen.



SCHOELLKOPF AG
 www.schoellkopf.ch Tel. 044 315 50 15
 seit 1906

Ihr Spezialist für Geokunststoffe

Unsere Ingenieure beraten Sie in allen Fragen zu Geokunststoffen und unterstützen Sie bei der Planung, Ausschreibung, Bemessung und Ausführung.

Abbildung: ProtectDrain® – Schutz-/Drainage Matte nach SIA 272, Umfahrung Bulle