



Injektionen im Spezialtiefbau und Tunnelbau zur Abdichtung, Verfestigung und Sanierung

Zementinjektionen in den Baugrund zur Verfestigung und Abdichtung von Baugruben sind mit den heutigen Bauverfahren erprobt und bewährt. Noch nicht so bekannt sind die Möglichkeiten von Injektionen mit Harzen und Gelen in diesen Bereichen. Zwei exemplarisch beschriebene Anwendungsbereiche geben einen Einblick der Möglichkeiten von Injektionen mit Harzen und Gelen.

Injektionen mit Harzen und Gelen bieten interessante Möglichkeiten, Zementverpressungen zu ergänzen. Die in diesem Beitrag beschriebenen beiden Anwendungen zeigen die speziellen Stärken und Vorteile solcher Injektionen unter beengten Arbeitsbedingungen und in hebungs-kritischem Umfeld. Im ersten Praxisbeispiel wurden am Bahnhof Königsutter bei der Nachrüstung mit Fahrstühlen Injektionen zur Abdichtung und Baugrundverfestigung durchgeführt. Der zweite beschriebene Anwendungsbereich sind Abdichtungen im Ringspalt oder im Bereich von Dichtblöcken im Tunnelbau.

Abdichtende Baugrubenverfestigung unter Bahngleisen

Am Bahnhof Königsutter am Elm war die Zugänglichkeit der Bahnsteige mit Fahrstühlen nachzurüsten. Dazu wurden zwei Betonschächte direkt zwischen den Gleisen einer IC-Strecke in den Baugrund erstellt und diese Schächte an die Bestandsunterführung druckwasserdicht angeschlossen (Bild 1, links). Die Baugruben wurden dabei mit Spundwänden und einer Unterwasserbetonsole ausgebildet. Der dichte Anschluss zum Bestandstunnel gelang mit den Spundwänden aber nicht. Zwischen Spundwand und Tunnel verblieb ein Restraum, der als Aufgabenstellung so zu verfestigen war, dass der Aushub der Grube ohne Gefahr von Setzungen für die Gleisanlagen stattfinden konnte. Gleichzeitig musste die Wandung dieses Zwischenraums aber auch für den Zeitraum des Aushubs und der endgültigen Abdichtung an den Bestandstunnel druckwasserdicht sein.

Zementinjektionen konnten wegen der beengten Platzbedingungen und wegen der Sensibilität der Gleise im Betrieb gegenüber Hebungen nicht zum Einsatz kommen. Erschwerend kam hinzu, dass der anstehende Boden sehr inhomogen war und größtenteils aus Sanden und Schluff bestand.

Eingesetzt wurde ein wasserbasiertes, niedrigviskoses und variabel einstellbares Acrylatgel. Beim

Injektionsvorgang verdrängt dieses Gel Wasser aus den Hohlräumen des Erdreichs und verklebt beim Erhärten die Körnung des Bodens miteinander. Da das Erdreich selbst von diesem Material nicht verdrängt wird, können Hebungen vermieden werden. Acrylatgele können in ihrer Reaktionszeit gesteuert werden, sodass auf verschiedene Bodenverhältnisse variabel reagiert werden kann. Das Gel muss sich vor dem Erhärten ausreichend im Erdreich verteilen. Andererseits ist aber ein Abfließen oder Verdünnen im anstehenden Wasser durch zu lange Reaktionszeiten zu verhindern. Vom Fachplaner dieser Injektionsmaßnahme wurden das Material und die Einstellung der Reaktionszeit auf fünf Minuten bei 10° C vorgegeben.

Die Injektion des Acrylatgels erfolgte, wie in Bild 1 (Mitte) dargestellt, über Injektionslanzen von den anzuschließenden Bauteilen aus. Dazu wurden der Tunnel und die Schächte im Raster durchbohrt und spezielle Verpressventile in Lanzenform (Injektionspacker) gesetzt. Durch diese mehrfach in der Tiefe nachstellbaren Packer wurde über eine Edelstahl-Zweikomponentenpumpe das vorge-mischte Material verpresst. Je Schachtanschluss wurden 4 500 kg Acrylatgel in den Boden gepresst. Beim nachfolgenden Aushub des Bodens zwischen Tunnel und Schacht mussten keine weiteren Maßnahmen zur Verfestigung oder zur Abdichtung getroffen werden. Die schnelle Ausführungszeit der Injektionsmaßnahme inklusive der Baustelleneinrichtung von nur vier Arbeitstagen je Schacht war für die Deutsche Bahn AG ein weiteres wichtiges Auswahlkriterium.

Ringspaltabdichtungen und Dichtblöcke im Tunnelbau

Rohr- und Schildvortriebsmaschinen fahren zum Ende ihrer Vortriebstätigkeit in der Regel in Zielbauwerke ein, wo sie demontiert und geborgen werden können. Wenn diese Durchfahrt durch die Baugrubenwand unterhalb des Wasserstands liegt, müssen Abdichtungen zur Baugrube ausgebildet werden. Dabei haben sich bei großen Schneidradurchmessern Zement-Dichtblöcke bewährt. Diese Dichtblöcke werden vorab im Erdreich ausgebildet, von der Rohr- oder Tunnelvortriebsmaschine durchfahren und

Autor

Achim von Consbruch, EK Abdichtungstechnik GmbH, Berlin.

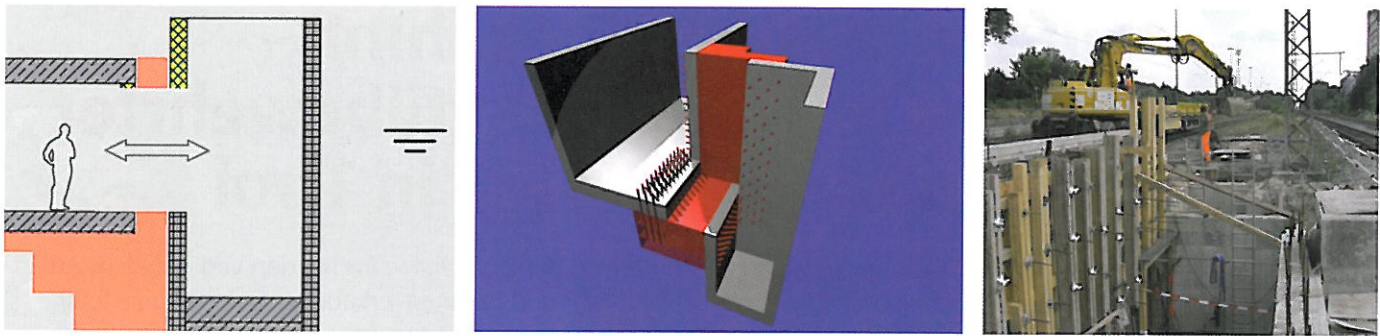


Bild 1. Ebene (links) und räumliche (Mitte) Darstellung des Anschlusses Betonrohr an Bestandsunterführung mit Injektionen sowie Foto (rechts) des Baustands in Königslutter vor der Anbindung des ersten Fahrstuhlschachts an die Fußgängerunterführung zwischen den Bahngleisen.

dichten die Baugrubenwand auf der Erdseite gegen Wasserdurchtritt ab. Da das Schneidrad einer Vortriebsmaschine einen etwas größeren Durchmesser hat als der endgültige Tunnel- oder Rohr-Außendurchmesser, verbleibt bei dieser Durchfahrt ein ringförmiger Spalt zwischen Dichtblock und Betonrohr. Dieser Ringspalt wird – auch bei stark drückendem Wasser – mit Silikatschäumen oder Polyurethanschäumen gefüllt und abgedichtet. Die Abdichtung im Ringspalt zum Dichtblock im Baugrund lässt sich schwer aufzeigen. Bild 2 zeigt daher eine Ringfuge am sichtbaren Übergang eines Tübbingtunnels zur Stahlbetonwand im Zielbauwerk vor (oben) und kurz nach (unten) der Injektion zur Abdichtung dieser stark wasserführenden Fuge.

Verstärkt werden, insbesondere bei kleineren Bohrdurchmessern, Dichtblöcke auch komplett mit Silikat- oder PUR-Schäumen ausgebildet. Die Schaumkörper können ohne Verkleben des Schneidrads problemlos durchfahren werden und sind durch ihre größere Flexibilität den Zementdichtblöcken oft überlegen. Durch die kurzen Ausführungszeiten der Schaumharzinjektionen kann kurzfristig auf Verschiebungen im Zielpunkt des Vortriebs reagiert werden.

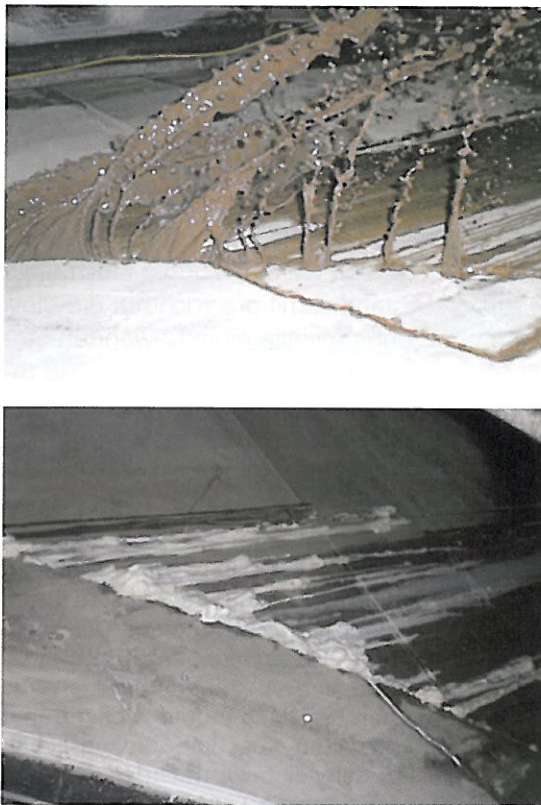


Bild 2. Unter Druck wasserführende Ringfuge zwischen Tübbingtunnel und Stahlbetonwand vor (oben) und 30 Minuten nach (unten) der Injektion mit PUR-Schaum.

Sanierungen durch Injektion

Sanierungen von Abdichtungen durch Injektion im Hoch- und Ingenieurbau sind heute Stand der Technik und selbst in Regelwerken erfasst [beispielsweise 1, 2, 3]. Die Injektionen erfolgen dabei überwiegend in die Baukörper, wie zum Beispiel bei der Rissverpressung in WU-Betonbauteilen. Bei Sanierungsaufgaben im Tunnelbau und Spezialtiefbau ist neben der nachzubessernden Abdichtung auch häufig eine Verfestigung erforderlich, im Baukörper oder im Baugrund. Neben Zementen werden zunehmend Kunststoffe verpresst, die durch ihre überlegenen Materialeigenschaften Sanierungen ermöglichen, die bisher gar nicht oder nur mit sehr hohem Aufwand ausgeführt werden konnten. Neben der technischen Ausstattung trägt vor allem die Erfahrung der Anwender bei der Verarbeitung der unterschiedlichen Materialien zum Erfolg von diesen Spezialabdichtungen bei.

Literatur

- [1] STUVA Studiengesellschaft für unterirdische Verkehrsanlagen e.V. (Hrsg.): Abdichten von Bauwerken durch Injektion. ABI Merkblatt, 2. Auflage (2008).
- [2] Bundesanstalt für Straßenwesen: ZTV-ING Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten. Verkehrsblatt Verlag (2003).
- [3] DIN EN 12715: Ausführung von besonderen geotechnischen Arbeiten (Spezialtiefbau) – Injektionen. (2000).