

City-Tunnel Leipzig

Aktiver Setzungsausgleich mit dem Soilfrac®-Verfahren (Compensation Grouting)



▲ Blick in einen Arbeitsschacht

Im Auftrag der Deutschen Bahn AG, des Landes Sachsen und der Stadt Leipzig, vertreten durch die DEGES (Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und bau GmbH) sollen im Los B des City-Tunnels Leipzig die beiden Kopfbahnhöfe Leipziger Hauptbahnhof und Bayrischer Bahnhof miteinander verbunden werden.

Bauherr

DEGES (Deutsche Einheit Fernstraßenplanungs- und bau GmbH)

Auftraggeber

ARGE City-Tunnel Leipzig Los B (DYWIDAG, ALPINE, Oevermann, Universale GSB, STRABAG)

Ausführungsplanung

GuD-Consult, Berlin

Leistung:

- 30.000 m Bohrungen horizontal
- 22.000 m² zu sichernde Grundfläche
- Bis zu 75 m lange Bohrungen

Ausführungszeit

Anfang 2006 bis ca. Anfang 2009

Ausführende Niederlassung:

Keller Grundbau GmbH

04129 Leipzig

Maximilianallee 22

Tel 0341 90382-0

Fax 0341 90382-20

E-mail: Leipzig@KellerGrundbau.com

www.KellerGrundbau.com

Schutz von Gebäuden der Leipziger Innenstadt während der Tunnelarbeiten

Die Gesamtlänge der mit dem Schild aufzufahrenden Strecke beträgt 2.940 m. Der Außendurchmesser der Tunnelröhren wird ca. 9 m betragen. Der Röhrenabstand zueinander liegt zwischen 5 und 10 m, die Überdeckung reicht von ca. 7,5 bis 15,6 m.

Die Setzungen an den umliegenden Gebäuden, die sich im Zuge der Tunnelherstellung ergeben, dürfen 1,0 cm nicht überschreiten. Ohne baubegleitende Maßnahmen können sich jedoch deutlich größere Setzungen einstellen. Insgesamt liegen etwa 60 Gebäude ganz oder teilweise innerhalb der im Zuge des Vortriebes zu erwartenden Setzungsmulde. Die prognostizierten Setzungen und Winkelverdrehungen machen es erforderlich, an 31 Gebäuden aktive Sicherungsmaßnahmen mittels Hebungsinjektionen nach dem Soilfrac®-Verfahren durchzuführen.

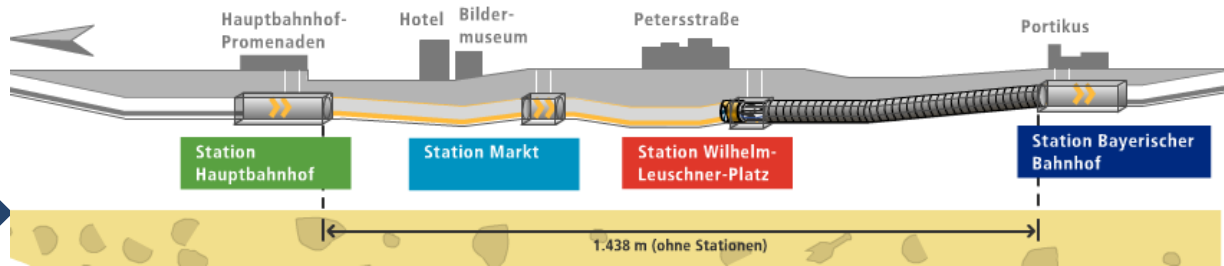
Keller Grundbau wurde im August 2005 von der ARGE Tunnel- und Ingenieurbau Leipzig Los B mit der Ausführung der Hebungsinjektionen beauftragt. Zudem erhielten wir den Auftrag zur Ausführung von Zementinjektionen zur Bodenverfestigung unterhalb einer bestehenden Bodenplatte sowie einer Weichgelschürze entlang einer ehemaligen Spundwandtrasse unter dem Gebäudekomplex „Hotel Marriott“.



▲ Einer der 13 Schächte entlang der Trasse

Der Baugrund in Leipzig bietet eine geologische Vielfalt unterschiedlicher Böden bis hin zu sehr hartem Festgestein. Ferner ist mit Resten alter Bebauung, alten Flussläufen sowie Braunkohleresten zu rechnen. Die Bohrungen, in welche 2"-Stahlventilrohre eingebaut werden, haben eine Gesamtlänge von 30.000 m und einen Durchmesser von bis zu 125 mm. Sie werden aus insgesamt 13 Schächten fächerartig unterhalb der Gebäude abgeteuft. Das Lafettenbohrgerät wird auf einer höhenverstellbaren Plattform (Hubbühne) installiert, um die entsprechenden Bohrebenen zu erreichen.

Die Schächte haben einen Durchmesser von 3,5 bis 6,5 m, die Bohransatzpunkte liegen bis zu 10 m unter Gelände bei Grundwasserständen von 2 - 4 m unter GOK.



Zusätzlich wurden bzw. werden Bohrungen aus einem stillgelegten Medienkanal (Durchmesser: 2,4 m) und aus zwei Schächten im zweiten Untergeschoss der Tiefgarage des Karstadt-Warenhauses hergestellt.



▲ Arbeiten im Medienkanal

Die Bohrlängen der einzelnen Horizontalbohrungen von 15 bis 75 m liegen i. M. bei 45 m. Aktuell bohren wir mit drei Bohranlagen. Insgesamt wurden bisher ca. 20.000 m Bohrungen hergestellt und Ventilrohre eingebaut.

An die Lagegenauigkeit der Bohrungen werden besonders hohe Anforderungen gestellt. Bei gleichzeitig möglichst geringen Setzungen an der Oberfläche bzw. an den Gebäuden wird jedes Bohrloch mit einer Spezialsonde (MAXIBOR II) hinsichtlich vertikaler und horizontaler Abweichung vermessen. Durch ein speziell auf diese Baugrundverhältnisse angepasstes Bohrverfahren konnte ein Großteil der Bohrungen mit Bohrabweichungen von maximal 1° hergestellt und ausgebaut werden.

Alle im Hebungsfeld befindlichen Gebäude wurden mit einem umfangreichen Messsystem versehen. Hierfür wurden ca. 1.100 Schlauchwaagensensoren eingebaut. Nach Auswertung der Daten werden die erforderlichen Injektionsarbeiten in Abstimmung mit einem Fachplaner festgelegt.

Beim Soilfrac®-Verfahren wird in Einzelschritten örtlich eine vorab definierte Menge von hydraulischer erhärtender Suspension unter Druck in den Boden eingebracht. Dabei entstehen künstliche Klüfte (Fracs), die mit Injektionsgut gefüllt werden. Die systematische und mehrfache Beaufschlagung von Bodenbereichen mit Injektionsgut führt in der ersten Injektionsphase zu einem Kraftschluss mit dem zu sichernden Bauwerk. Durch die Verdichtungswirkung auf den zwischen den erhärtenden Feststofflamellen eingespannten Boden und durch den erhärtenden Feststoff selbst wird eine Verbesserung der bodenmechanischen Eigenschaften erreicht. Bei Fortsetzung der Injektionsarbeiten kommt es nach weiterem Spannungsanstieg im Boden schließlich zu „steuerbaren“ Hebungen.

Aktuell werden in vier Hebungsfeldern die Kontakt- und Vorhebungsinjektionen mit Erfolg ausgeführt. In den Hebungsfeldern 1 und 2 konnten diese Arbeiten in Abstimmung mit dem Ausführungsplaner bereits abgeschlossen werden.



▲ Verpressarbeiten aus einem Schacht

Sämtliche Injektionsdaten werden gesammelt und auf Datenträgern gespeichert. Zur Beurteilung des Injektionserfolges müssen alle Daten zusammengeführt und im zeitlichen und räumlichen Kontext analysiert werden. Dies erfolgt u. a. über eine grafische Visualisierung. Die lückenlose Dokumentation und Bewertung aller relevanten Daten dient der Erfolgskontrolle und ist zugleich Grundlage zielgenauer Arbeiten. Sie ist bei den anfallenden Datenmengen baupraktisch nur durch leistungsfähige IT-gestützte Systeme möglich. Hierzu wird die Injektionssoftware GroutControl® eingesetzt.

Ab Herbst 2007 soll der Stadtkern mit der ersten Röhre unterfahren werden. Die Bohrtätigkeiten werden voraussichtlich Ende 2007, die Injektionen, in Abhängigkeit vom Vortrieb, Mitte 2009 abgeschlossen sein.

Das beschriebene Vorgehen auf der Grundlage unserer umfangreichen Erfahrungen mit zum Teil schwierigen Böden und mit häufig sehr weitgehenden Anforderungen an die Hebungsbeträge und Hebungsgenauigkeiten haben dazu geführt, dass sich die Technik des Soilfrac®-Verfahrens durchgesetzt hat.

Unabhängig von einer für die Durchführung der Arbeiten speziell angepassten Geräte- und Steuerungstechnik ist der Einsatz von kompetenten Ingenieuren und qualifiziertem Fachpersonal unerlässlich. Die Erfahrungen, speziell in den letzten Jahren, haben weiterhin gezeigt, dass dieses Verfahren auch bei sehr hohen Fundamentlasten mit geringen Bodenüberdeckungen sicher und zuverlässig einsetzbar ist.