

Durchmesserlinie Zürich

Mehrwert bei Tunnelvermessung im Weinbergtunnel

Hohe Präzision und zuverlässige Daten werden nicht zuletzt dank vernetzter Zusammenarbeit von Tunnelvermessern, Experten für Geotechnik und 4D-Monitoring erreicht. Ein Beispiel aus der Praxis bilden die Arbeiten im Weinbergtunnel.

Als Kernelement der Durchmesserlinie, verbindet der rund fünf Kilometer lange Weinbergtunnel den unterirdischen Durchgangsbahnhof Löwenstrasse in Zürich mit Oerlikon und sorgt in Zukunft für schnellere Bahnverbindungen. Der Weinbergtunnel unterfährt zum Teil in geringem Abstand, Wohngebiete, das Universitätsspital, den denkmalgeschützten Südtrakt des Hauptbahnhofs Zürich und die Limmat. Von Oerlikon her wurde der Weinbergtunnel doppelspurig in Richtung Hauptbahnhof Zürich vorgetrieben. Der grösste Teil des Tunnels wurde mit einer Tunnelbohrmaschine im Festgestein aufgeföhren. Nahe der Limmat verläuft der Weinbergtunnel durch Lockergestein und liegt unter dem Grundwasserspiegel.

Aus diesem Grund wurde in diesem Abschnitt mit dem Hydroschildvortriebverfahren gearbeitet.

Aufgaben der Vermessungsspezialisten

Im Rahmen dieses Projektes waren die Experten der Terra Vermessungen AG als integriert arbeitendes Team tätig. Neben der klassischen Tunnelvermessung, haben die geologischen Verhältnisse im Lockergestein, die geringe Überdeckung sowie das Unterfahren sensibler Gebäude es erforderlich gemacht, dass die geodätischen und geotechnischen Auswirkungen des Bohrfortschritts überwacht werden. Diese Leistungen wurden aus einer Hand er-

Terra Vermessungen AG

Die Terra Vermessungen AG feierte vor kurzem ihr 20-Jahre-Firmenjubiläum. Das Unternehmen wurde am 1. Oktober 1993 im Rahmen eines Management-Buy-Outs gegründet. Seit ihrer Gründung hat sich die Firma zu einem führenden Dienstleister für Ingenieurvermessung, mobile Vermessung und Monitoring entwickelt. Heute beschäftigt das Unternehmen über 40 Mitarbeitende an vier Standorten. Zu ihren Kunden zählen neben der SBB und dem Bundesamt für Strassen, auch zahlreiche kantonale Tiefbauämter, Ingenieurbüros und Planer. Die Terra Vermessungen AG hat mit ihrem Einsatz zum Erfolg der Projekte Westumfahrung Zürich, Gotthardbasistunnel, Durchmesserlinie Zürich, Uetlibergtunnel und Midfield am Flughafen Zürich beigetragen. (www.terra.ch)

bracht, um von Synergieeffekten bei den unterschiedlichen Messungen und Auswertungen profitieren zu können. Die Terra Vermessungen AG war somit für folgende Aufgaben und Fragestellungen im Einsatz:

- Grundlagennetz vermessen,
- Tunnelvermessung / Bauherrenvermessung,
- 4D-Geomonitring,
- Gebäudemonitoring,
- Deformationsmessungen,
- Profilkontrollen,
- Fixpunkte für Gleismessungen erstellen.

1 4D-Monitoring im unterirdischen Bahnhof Löwenstrasse.





2

Tunnelvermessung im Auftrag der Bauherrschaft

Im Sommer 2008 wurde mit hoher Präzision das Grundlagennetz, welches Tunnelanfang und -ende an der Erdoberfläche miteinander verbindet, erstellt. Hierbei wurde mit langen Distanzen und Anschlussvisuren zwischen den einzelnen Messpunkten etwa dem Swisshotel in Oerlikon oder der Pauluskirche, gearbeitet, da diese zu einer hohen Genauigkeit des Grundlagennetzes und folglich der Anschlussmessungen in den Tunnel beitragen. Das Grundlagennetz muss sehr präzise sein, da sich alle zukünftigen Tunnelmessungen daran anschliessen. Die Genauigkeit der gemessenen Punktkoordinaten des Grundlagennetzes lag bei 2,2 mm. Der Tunnel wurde werktags im Mehrschichtbetrieb gebohrt. Samstags konnten Unterhaltsarbeiten und sonntags in Ruhe die Bauherrenvermessung durchgeführt werden. Pro Woche wurden etwa 100 m gebohrt. Alle 500 m wurde eine Kontrollmessung durchgeführt. Für die eintägigen Kontrollmessungen war jeweils ein fünfköpfiges Team im Einsatz.

Kritisch und wichtig ist die Übertragung der Vermessung von der Geländeoberfläche durch den Tunnelschacht zum Startpunkt des Tunnelvortriebs. Im Tunnel werden anschliessend mit hoher Genauigkeit neue Fixpunkte bestimmt. Mit Hilfe dieser neu erstellten Fixpunkte wird einerseits geprüft, ob der bisher gebaute Tunnel in Lage und Höhe am richtigen Ort liegt. Zudem dienen diese Fixpunkte dem Bauunternehmer zur korrekten Ausrichtung der Tunnelbohrmaschine. Links in Vortriebsrichtung wurde parallel zum Hauptstollen ein Flucht- und Rettungsstollen aufgeföhrt. Dieser Stollen ist alle 500 m über Querschläge mit dem Hauptstollen verbunden. Diese parallelen Stollen



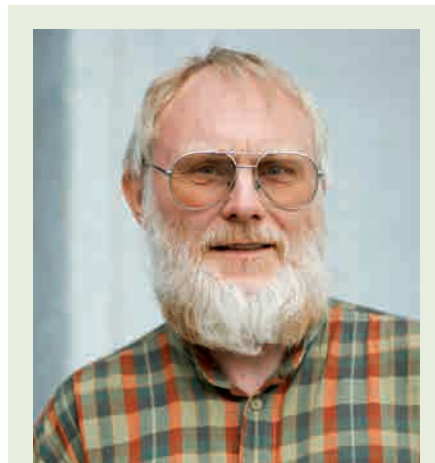
3

2 Auch über der Erde dient 4D-Monitoring zur Vermessung der Tunnelarbeiten.

3 Arbeiten mit der tShape-Messkette im Weinbergstunnel.

erlaubten das Durchführen von Vergleichsmessungen, welche die Qualität der Tunnelvermessung bestätigten und die innere Netzgenauigkeit der Tunnelvermessung erhöhten.

Der Auftraggeber hat einen maximalen Durchschlagsfehler in der Lage von 10 cm und in der Höhe von 2 cm gefordert. Nach 4417 m Vortrieb kam die Tunnelbohrmaschine exakt am vorgesehenen Ziel an. Der effektive Durchschlagsfehler lag bei 3 mm in Querrichtung, 18 mm in Längsrichtung und 1 mm in der Höhe. Das hervorragende Ergebnis geht auf das präzise Grundlagennetz sowie die äusserst zuverlässige und professionelle Arbeit der Experten der Terra Vermessungen AG zurück.



«Dank unserer Tunnelvermessung haben wir auf eine Tunnellänge von 4400 Metern eine Abweichung lediglich im Millimeterbereich.»

Tunnelexperte Franz Krebs, Terra Vermessungen AG.

Spezialfall Unterfahrung Südtrakt HB

Kurz vor dem Zielschacht durchfuhr die Tunnelbohrmaschine setzungsempfindlichen Baugrund. Um die erwarteten Setzungen auf ein Minimum zu reduzieren, wurde die Trasse durch einen Grossrohrschirm gesichert. Zur Prüfung der Wirksamkeit des Rohrschirms wurden auf einer Strecke von 140 m tShape-Neigungsmessketten, die Deformationen mit einer absoluten Genauigkeit von 2,5 mm je 100 m anzeigen, eingebaut. Besonders bei einer eingeschränkten Zugänglichkeit bieten tShape-Messketten erhebliche Vorteile gegenüber herkömmlichen Sensoren. Während der gesamten Phase der Südtrakt Unterfahrung wurde das denkmalgeschützte Bahnhofsgelände mit einem umfangreichen Gebäude-Monitoring rund um die Uhr überwacht.

Diese Langzeitüberwachung des Gebäudes war nur ein Teilbereich eines 4D-Monitorings, das alle Bauphasen der Durchmesserlinie begleitete. Im Rahmen dieser Langzeitüberwachung wurde sichergestellt, dass die Bauherren jederzeit über geodätische und geotechnische Veränderungen und Auswirkungen des Vortriebs informiert wurden. Insgesamt wurden unter anderem 70 Tachymeter, 850 Schlauchwassersensoren, 50 Neigungssensoren, 28 Ketteninklinometer und 15 Piezometer eingesetzt. Über das Portal «swissMon» der Terra Vermessungen AG konnten alle Projektbeteiligten in Echtzeit auf alle Monitoringdaten zugreifen. Zusätzlich wurden manuell ermittelte Daten eingelesen und auf dem Monitoringportal dargestellt. Eine automatische Alarmfunktion hat gewährleistet, dass alle Projektverantwortlichen rund um die Uhr über kritische Veränderungen informiert wurden. ■