

Neue Dimensionen beim Monitoring



Ähnlich wie bei den Stauseen über der Gotthard-Eisenbahnröhre wurden am Zürcher Hauptbahnhof Hunderte von Messpunkten mit Tachymetern und Sensoren gesetzt, um jederzeit über Setzungen oder Absenkungen informiert zu sein.

Von Michael Merz

Über Stockwerke, so gross wie ein Stadion, weitet sich die sogenannte Durchmesserlinie unter dem Hauptbahnhof Zürich aus. Der neue Bahnhof Löwenstrasse (Eröffnung im Juni 2014) windet sich in ein mehrere Etagen tiefes Tunnelgewölbe, welches von Oerlikon bis zum Hauptbahnhof und über Brücken bis nach Altstetten führt. Bei der Dimension, die die Durchmesserlinie in Verbundenheit mit dem Durchgangsbahnhof Löwenstrasse aufweist, stellten sich keine gravierenden Pannen ein.

Die Durchmesserlinie, die Altstetten über den Hauptbahnhof mit Oerlikon verlinkt und dabei selbst die Sihl unterläuft, bietet unter den Geleisen des Hauptbahnhofs Kapazitäten für Hunderttausende durch die ganze Schweiz

fahrende Passagiere, die mit dem neuen Bahnhof Löwenstrasse auch schneller von A nach B fahren dürften. Dies bedingt nicht nur eine reibungslos geführte Baustellenlogistik, sondern auch ein Sicherheitssystem aus Hunderten von Mess- und Alarminstrumenten.

Übergeordnete Sicherheit

Der Bau des Bahnhofs Löwenstrasse ist nebst der Gotthard-Eisenbahnröhre eines der grössten und am sichersten organisierten Projekte der Schweiz. Hierbei bleibt die Überwachung der Bauwerke und Verkehrswege eine unerlässliche Massnahme. Objekte wie der Bahnhof Löwenstrasse werden mit geodätischen Messmethoden – automatischen Tachymeter-Stationen und manuellen Nivellements, aber auch mit Schlauchwaagen-Systemen – überprüft. In einem über 100-seitigen Bericht («Durchmesserlinie

SBB Zürich, ETH Zürich, 2009) thematisieren kantonale Bauplaner sowie Bereichsleiter der SBB wichtige geomatische Prämissen: Die Tunnelbauten sind zu kontrollieren, ebenso die Baugrubenabschlüsse «in Beobachtungsintervallen von 30 bis 60 Minuten». Solche Überwachungen erfolgen zu einem grossen Teil mit geodätischen Messinstrumenten.

Für die involvierten Bauingenieure und -leiter ist ein gemeinsames Monitoring-Portal mit einer Visualisierung der Gesamtheit aller Messungen aus den geodätischen und geotechnischen Überwachungen evident, um die Entwicklung der Boden- oder Gebäudeverformungen beurteilen zu können. Deshalb haben die SBB ein übergeordnetes Überwachungsmandat über die Abschnitte 2 bis 3 (Langstrasse-Bahnhof Oerlikon) im selektiven Verfahren ausgeschrieben.



Auch vor dem Hauptbahnhof wurden Tachymeter installiert, um über kleine Reflektoren regelmässig Informationen über allfällige Abweichungen zu erhalten.

Die Arbeiten im Gesamtbetrag von über zehn Millionen Schweizer Franken sind an die terra vermessungen ag in Zürich vergeben worden. Die lange Bauzeit von beinahe fünf Jahren und die erforderlichen Beobachtungsintervalle waren ausschlaggebend, dass mehrheitlich automatische Überwachungssysteme zum Einsatz kommen. Bis zu 109 automatische Tachymeter-Stationen und circa 500 Schlauchwaagen-Sensoren sind notwendig, um den sechs Kilometer langen Projektperimeter überwachen zu können.

Automatische Überwachung

Wegen der langen Bauzeit und der geforderten kurzen Messintervalle funktioniert die Objektüberwachung nur mit einem automatischen Monitoring. Neben der hohen Anzahl von Tachymetern und Schlauchwaagen sind noch weitere spezielle Sensoren am gleichen Monitoring-System angeschlossen. «Die eingesetzten automatischen Systeme liefern täglich rund 350 000 Messwerte, welche speziell wegen der Grenzwertabweichungen zu kontrollieren sind», unterstreicht Urs Müller, ein Mitbegründer der terra vermessungen ag.

Im April 2009, und dies glücklicherweise nur einmal in der ganzen Bauphase, hat das Überwachungssystem die höchste Alarmstufe aktivieren müssen: In einer

Nebenbaustelle unter dem Bahnhofquai brach ein Stollen ein, rund 30 Kubikmeter Erdreich rutschten nach. Um den innerstädtischen Strassenverkehr nicht zu gefährden, wurde der Bahnhofplatz gesperrt und evakuiert.

Die Koordination zwischen der Baustellenleitung der SBB, den Ereignisdiensten und den Werken der Stadt Zürich verlief dabei optimal, weil mitunter übers geotechnische Monitoring E-Mails und SMS-Alarme direkt an die verschiedenen Leitstellen verschickt wurden.

Wenn unter der Nullhypothese einer stabilen Baustelle keine Fehlalarme zu erwarten sind, scheint die Programmierung eines automatischen Überwachungssystems umso komplizierter. «Die Nullhypothese ist wegen der begrenzten Genauigkeit und Zuverlässigkeit des Instrumentariums sowie wegen der meteorologischen Einflüsse nicht einzuhalten», schreibt die terra vermessungen ag.

Die fundamentalste Herausforderung bei Überwachungsmessungen besteht somit im Trennen von eigentlichen Objektbewegungen und Messfehlern, die etwa bei Fensterspiegelungen entstehen.

Beim Begriff «Messfehler» ist zwischen zufälligen Abweichungen, systematischen Abweichungen und groben Fehlern zu unterscheiden. Bei den manuellen Messungen, die beispielsweise in

den denkmalgeschützten öffentlichen Gebäuden des HBs durchgeführt werden, gibt es beste Resultate, weil die Messungen nicht nur von Hand ausgeführt, sondern die Ergebnisse vor der Weitergabe verifiziert werden.

Diese Ergebnisse seien bis jetzt frei von zufälligen Abweichungen und groben Fehlern. In einem vollautomatischen Überwachungssystem bestehe erstaunlicherweise die grösste Herausforderung darin, die systematischen Messabweichungen zu erkennen und herauszufiltern. Die Experten ergreifen deshalb spezielle Messmethoden im Messprogramm, zusätzlich führen sie bei den Auswertungen Plausibilitätskontrollen durch.

Dreistufige Alarmierung

Die Grenzwerte sind nach Objekten unterschiedlich definiert. Ein stringent festgelegter Wert (10–20 mm), der während der ganzen Bauphase nicht überschritten werden darf, wurde von der SBB AG als Richtwert definiert. Die eigentliche Alarmierung besteht aus einem dreistufigen System gemäss den folgenden Messgrenzwerten:

- Aufmerksamkeitswert (35 Prozent des zulässigen Werts)
- Alarmwert (50 Prozent des zulässigen Werts)
- Interventionswert (70 Prozent des zulässigen Werts)

Wird bei einem Überwachungspunkt der vorgegebene Messgrenzwert überschritten, erfolgt eine Alarmierung an die festgelegte Personengruppe per E-Mail (Weckrufe in der Nacht) oder SMS. Die anschliessende Quittierung der Meldung bei Alarm- und Interventionswertüberschreitungen ist vorgeschrieben, ansonsten je nach Alarmierungsstufe erneute Meldungen an entsprechende Personen aktiviert werden. Im Hauptbahnhof wurde ein Monitoring-System mit 40 Tachymetern und 4000 Messpunkten installiert. Es dient rund um die Uhr der Überwachung. Die Tachymeter senden dabei einen Laserstrahl an kleine Reflektoren, um so regelmässig deren Position zu ermitteln. Zusätzlich, beispielsweise in Betriebsrestaurants, kommen Schlauchwaagen mit lebensmittelgerechten, farbigen Flüssigkeiten zum Einsatz.

Hierbei sind Setzungs-, respektive Hebungsvorgänge gut zu sehen. Weiters würden sonst noch an der Waage ange-

brachte Sensoren verschiebende Flüssigkeiten registrieren.

Die Bahnreizeukunft

Mit der terra vermessungen ag wurde ein zuverlässiger Vermessungsdienstleister gefunden. So hatten spezialisierte Vermesser auch dreidimensionale Ergebnisse verwendet, um präzise Informationen über Bauschichten an der Durchmesserlinie oder Bahnhofsbereiche auszuwerten. Der grosse Vorteil liegt in der Häufung solcher Messungen, die digital geglättet viel schneller Tendenzen über Veränderungen von Objekten aufzeigen können als manuelle Messungen.

Nichtsdestotrotz bleibt die Programmierung von automatischen Überwachungssystemen komplex. Bezüglich massiver Bauten wie des Durchgangsbahnhofs Löwenstrasse meint der Senior Consultant der terra vermessungen ag, Urs Müller: «Bereits bei der Festlegung der Alarmgrenzwerte sind die vielen Einflussfaktoren (vor allem die Temperatur) bei den geodätischen Tachymeter-Messungen zu berücksichtigen und entspre-

chend grosszügiger festzulegen.»

Im Bereich Bahnhofquai seien Kompromisse bezüglich verschiedener Methoden notwendig gewesen, um eine wirksame Überwachung und die Sicherheit der vielen Verkehrsteilnehmer (Taxiwar-teplätze, Trams und Autos) zu berücksichtigen, berichtet Stephan Eisenegger, der Projektleiter Überwachungsarbeiten der SBB.

Zweifelsohne hat die SBB AG einen verfeinerten Alarmplan, der schon vor

der Eröffnung des neuen Durchgangsbahnhofs in Betrieb gesetzt wurde. So rücken anstelle von wissenschaftlichen Tachymetern, Sensoren und Schlauchwaagen ab Juni 2014 brandsichere High-techlifte, leise schwebende Schienenfahrzeuge, Sicherheitsbeauftragte und Reisende unter eine goldene Bahnofsdecke. ■

BAHNHOF LÖWENSTRASSE

Dreh- und Angelpunkt der Durchmesserlinie ist der unterirdische Durchgangsbahnhof Löwenstrasse. Der Bahnhof, welcher unter der Sihl durchführt, wird im Juni 2014 unterhalb der Gleise 4 bis 9 des Hauptbahnhofs eröffnet.

Der Bahnhof, mitunter breitere Perrons aufweisend, wurde in fünf Jahren bei laufendem Betrieb unter den Gleisen 4 bis 9 ausgehoben. Die Aufgänge und Rolltreppen bieten mehr Raum als die bisherigen Bahnhofsbereiche und dienen einem optimalen Sicherheits- und Brandschutzkonzept.

Der neue Bahnhof bietet aufgrund der zunehmenden Entwicklung der täglichen Personenfrequenzen von 300000 (2004) auf 550000 (2025, Hochrechnung) für Reisende nicht nur zusätzliche Perrons und Gleise, sondern ab 2015 effiziente nationale und internationale Verbindungen.

Das Partnerprogramm für Planer von Sicherheitssystemen.

Bosch Planertag am **17.06.2014**.
Aktuelle Infos dazu finden Sie unter
www.bosch-sicherheitssysteme.ch



Planen leicht gemacht: Wir unterstützen Sie und Ihre Kunden mit innovativen Produkten und Lösungen in hochwertiger Qualität. Für die fachkundige Planung von Sicherheitssystemen bieten wir Ihnen partnerschaftliche Beratung, individuelle Hilfestellung und vieles mehr. Alles aus einer Hand,

Gebäudesicherheit mit System: www.bosch-sicherheitssysteme.ch



BOSCH
Technik fürs Leben