

Kontinuierliche reflektorlose Ortsbrustdeformationsmessung – der nächste Schritt bei geotechnischen Messungen im Tunnelbau

Boris SCHUKOFF und Helge GRAFINGER

1 Einführung

1.1 Geotechnisches Monitoring im Tunnelbau

Bei der Herstellung von untertägigen Hohlräumen kommt es im Allgemeinen zu Verschiebungen und Verformungen des umgebenden Gebirges, welche sowohl unter Tage als auch – bei entsprechend geringer Überlagerung – an der Oberfläche beobachtet werden können. Diese Veränderungen werden heutzutage bei Tunnelbauprojekten mit mehr oder weniger ausgedehnten geotechnischen Monitoringprogrammen überwacht. Das Verständnis und die Überwachung geotechnischer Prozesse spielen im modernen Tunnelbau aus Gründen der Sicherheit und der Wirtschaftlichkeit eine wichtige Rolle. Allgemein gesprochen steigen der Umfang der geotechnischen Messungen und die Anforderungen an die zu erreichenden Genauigkeiten mit den Herausforderungen des Projektes: je ungünstiger die geologischen Verhältnisse sind und je mehr Bestandsobjekte sich im Einflussbereich eines Untertage-Projektes befinden, um so wichtiger wird die exakte und möglichst zeitnahe Beobachtung der Auswirkungen des Baugeschehens. Eine typische Monitoringaufgabe ist die dreidimensionale Verschiebungsmessung von signalisierten Punkten mit geodätischen Methoden am Hohlraumrand, also an der Tunnelschale. Dabei werden Genauigkeiten in Bezug auf benachbarte Punkte bzw. auch in Bezug auf vorangegangene Messepochen von $\pm 1\text{mm}$ erreicht.

1.2 Erfassung von Ortsbrustverschiebungen

Die Tunnelortsbrust bezeichnet die Stirnwand des Tunnels und stellt somit jene Fläche dar, an der der eigentliche Vortrieb stattfindet. Während beim sogenannten kontinuierlichen Vortrieb das Gestein durch den rotierenden Schneidkopf einer Tunnelbohrmaschine (TBM) herausgefräst wird, erfolgt das Lösen des Gesteins beim zyklischen bzw. konventionellen Vortrieb durch Sprengen, Meisseln oder Baggern. Nach jedem Abschlag wird der neu gewonnene Hohlraum gesichert, wobei im zyklischen Vortrieb je nach Erfordernis Stahlbögen, bewehrter oder unbewehrter Spritzbeton und Felsanker zum Einsatz kommen. Während der Sicherungsarbeiten, d.h. zwischen 2 Abschlügen, bleibt die Ortsbrust unverändert. Bis dato wurde die Tunnelortsbrust in dieser kurzen Zeitspanne von zumeist wenigen Stunden vermessungstechnisch nicht beobachtet, da die manuelle Messung von signalisierten Punkten einen zu großen Aufwand an Material und Arbeitszeit bedeutet hätte. Doch gerade an der Ortsbrust, die zumeist als senkrechte Fläche ausgebildet ist, findet der Druck des anstehenden Gebirges eine statisch schwache Zone im Hohlraum vor. Im Vergleich dazu können durch die Gewölbetragswirkung der Tunnelschale die hier auftretenden Lasten gleichmäßiger verteilt und abgeleitet werden. Im Ernstfall kann der Gebirgsdruck zum sogenannten Ortsbrustversagen führen, was vor allem bei seicht liegenden Tunneln gravierende Auswirkungen im Bereich vor und über dem Bauwerk bis an die Oberfläche haben kann.

2 Ein neues Monitoringsystem

2.1 Anforderungen und Eigenschaften

Im Zuge der Errichtung des Wienerwaldtunnels, der zwischen dem Wiental (Wien) und dem Tullner Feld (Niederösterreich) verläuft und einen Teil der neuen Hochleistungsstrecke Wien – St. Pölten bildet, wurde die Notwendigkeit der Ortsbrustüberwachung im Sinn einer vollständigen Erfassung der Veränderungen im Hohlraum erkannt. (EGGER, SCHUKOFF) Im Auftrag der ÖBB wurde von COMET Consulting Messtechnik in Zusammenarbeit mit iC Consulente ein neuartiges Monitoringsystem für diesen Zweck entwickelt. Die Hauptanforderungen an das System waren dabei:

- Automatisches und kontinuierliches Monitoring
- Reflektorloses Messprinzip
- Keine Behinderung des Bauablaufes
- Ergebnisdarstellung im Tunnel in Echtzeit

Das Ortsbrustmonitoringsystem (OBM) wurde während des Einsatzes am Wienerwaldtunnel (ab November 2006) und später am Lainzer Tunnel (ab März 2007) ständig weiterentwickelt und ausgebaut. Heute umfasst das System folgende Komponenten:

- Leica TPS Totalstation TCRA1201 R300 mit GeoCOM-Schnittstelle
- Panel-PC mit 15"-Touchscreen und USV
- Datenübertragung zwischen PC und TPS über Kabel
- Datenübertragung vom PC zu einem beliebigen Standort über GSM bzw. WLAN

und bietet folgende Funktionalität:

- Reflektorlose Distanzmessung auf die Ortsbrust (max. Distanz ca. 110m)
- Automatische Filterung der Messungen: Erkennen von Hindernissen, Veränderungen an der Ortsbrust, die auf Baumaßnahmen und nicht auf geomechanische Prozesse zurückzuführen sind, Erkennen von neuen Abschlügen
- Überprüfung auf Grenzwertüberschreitung (absolute Verformung, Verformungsgeschwindigkeit) für verschiedene Gebirgstypen
- Alarmierung (über SMS)
- Graphische Darstellung der Veränderungen als Zeit-Verformungsdiagramm im Tunnel
- Datenhaltung in einer Oracle-Datenbank mit Schnittstellen zu dritten Auswertesoftwareprodukten
- Automatischer Shutdown und Neustart des gesamten Systems alle 24 Stunden zur Aufrechterhaltung der Rechnerleistung

...

Alles weitere im Tagungsband