

Monitoring für das Tunnelprojekt am „Wynyard Walk“ in Sydney

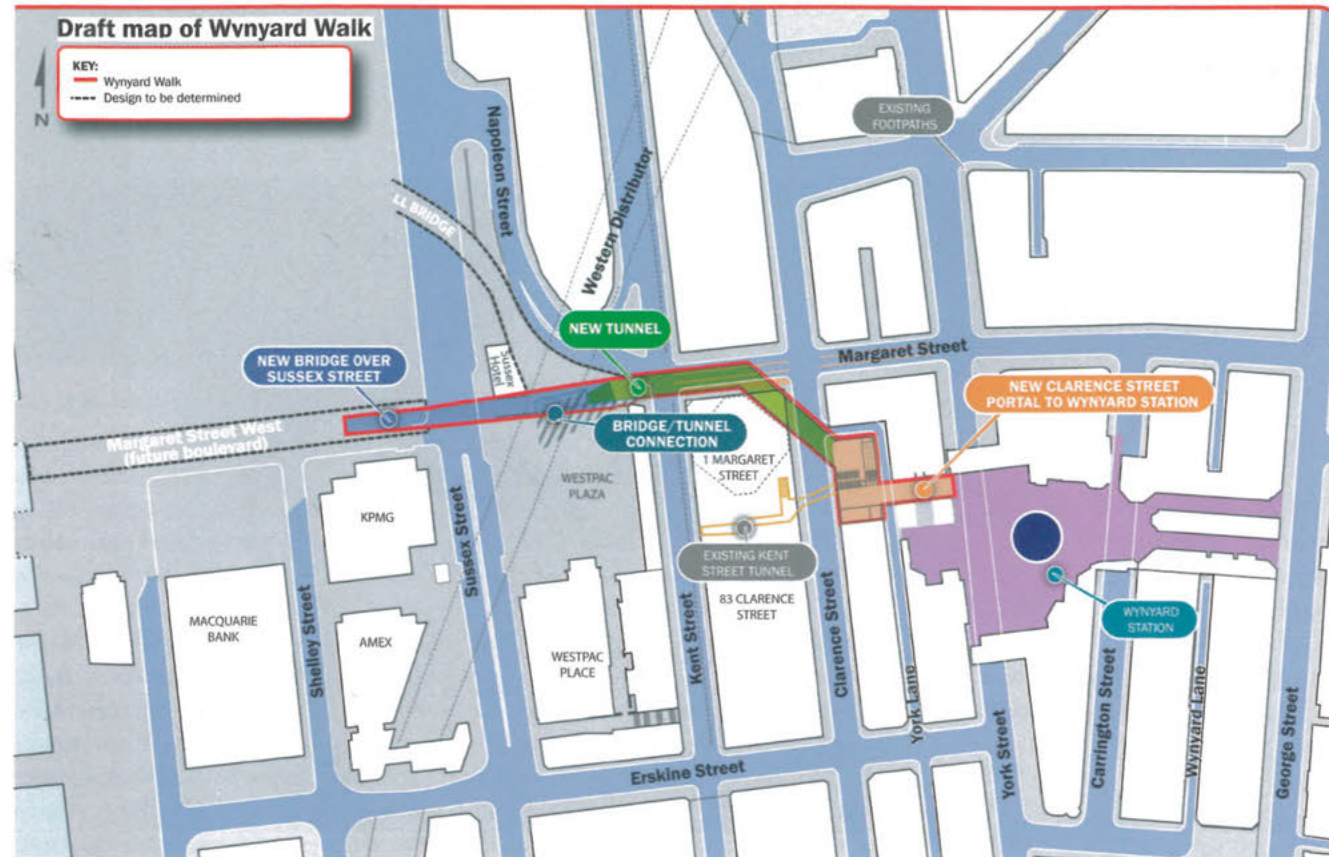


Bild 1: Projektskizze zu den Bauarbeiten am Wynyard Walk und an der Wynyard-Station © www.barangaroo.com

In der australischen Großstadt Sydney finden seit Juni 2013 die Bauarbeiten am „Wynyard Walk“ statt. Sie werden insgesamt etwa drei Jahre dauern. Das Bauprojekt hat ein Gesamtvolumen von etwa 110 Mio. EUR und realisiert einen Fußgängertunnel vom Stadtteil Barangaroo zum Wynyard-Bahnhof. Ziel ist es, den Fußweg auf etwa 6 Min. zu verkürzen. Neben diesem etwa 180 m langen Tunnel von 3,5 m Höhe und 9 m Breite ist die Umgestaltung des anliegenden Areals zentraler Bestandteil des Projekts (Bild 1). Wesentliche Punkte sind hierbei:

- ein neuer West-Eingang zum Wynyard-Bahnhof. Das „Clarence Street Portal“ wird den direkten Zugang zum Bahnhof, zur Kent Street und zum Bahnsteig ermöglichen.
- ein neuer, autofreier Platz an der Kreuzung Kent Street und Napoleon Street inklusive umfangreicher Landschafts-

umbauten, Beleuchtungen und diverser Kunstwerke

- eine Fußgängerbrücke über die Sussex Street mit mehreren Lift- und Rolltreppenanlagen, die den Anschluss nach Barangaroo bilden sollen

Messprogramm

Die Stabilität und Funktionalität der anliegenden Gebäude und Infrastruktureinrichtungen ist zu garantieren, da nur sehr kleine Setzungstoleranzen gelten. Zum anderen müssen alle wesentlichen Parameter des Bau-Prozesses erfasst werden und für Auswertungen zur Verfügung stehen.

Das am Wynyard Walk eingesetzte Messprogramm basiert sowohl auf geotechnischen als auch auf geodätischen Methoden. Entwickelt, installiert und betrieben wird das Monitoringsystem von dem australischen Vermessungsbüro SUREX (www.surex.com.au). Die geodätische Ausstat-

tung, wie etwa die motorisierten Totalstationen, die Hardware für die Datenkommunikation sowie die zum Einsatz kommende Software, stammen von der VMT GmbH, Bruchsal (www.vmt-gmbh.de). Ergänzt im Bereich der Baumesstechnik wird das System durch Sensorik der Firma Glötzel (www.gloetzel.com). Die wesentlichen Bestandteile des Monitoringprogramms, dessen Aufgaben von einem dreiköpfigen Vermessungsteam durchgeführt werden, sind:

- automatische 3D-Überwachung von Gebäuden, Straßen und Strukturen mit motorisierten Tachymetern
- manuelle geodätische Überwachung des Referenznetzes, verschiedener Gebäude und Strukturen
- zwei automatische Schlauchwaagensysteme mit insgesamt 17 Sensoren
- automatische und manuelle Neigungsüberwachung an Gebäuden bzw. tragenden Bauteilen

Bohrlochvermessung mit portabler Inklinometersonde entlang den Baugruben. Die erfassten Messungen und die daraus abgeleiteten Zeitreihen werden in das webbasierte Informationssystem IRIS übertragen. Auf alle jeweils nutzerabhängig unterschiedlich relevanten Daten der zentralen SQL-Datenbank kann browserbasiert zugegriffen werden. Das Informationssystem liefert damit eine komfortable Plattform zur Zusammenführung und Präsentation von Monitoringergebnissen aus verschiedenen Disziplinen, im Wynyard-Walk-Projekt sind dies Geodäsie und Baumesstechnik. Den verantwortlichen Bauleitern wird somit ein maßgeschneidertes Werkzeug zur Verfügung gestellt, das die nötigen Informationen zur zeitnahen Entscheidungsfindung komfortabel und zuverlässig liefert.

Oberflächen- und Gebäudemonitoring

Die geodätischen Überwachungsmessungen im Wynyard-Walk-Projekt werden entsprechend den Anforderungen, die sich aus den Baugrundgutachten und dem baulichen Zustand der umliegenden Gebäude und Strukturen ergeben, entweder klassisch, durch Nivellements und Tachymetermessungen, oder vollständig automatisiert mit dem TUNIS-Deformation-Monitoring-System der VMT durchgeführt, das aus motorisierten Totalstationen besteht, die in einem drahtlosen Netzwerk von einem sog. aktiven Sensorknoten angesteuert und erfasst werden.

Auf dem Sensorknoten werden die Daten der jeweils angeschlossenen Totalstation zunächst zwischengespeichert und dann via 3G-Router auf einen Internetserver der VMT übertragen. Dort führt die Software vollständig automatisiert die statistische Qualitätskontrolle der Messwerte durch. In einer strengen geodätischen Netzausgleichung werden zunächst die Beobachtungen bewertet und statistisch geprüft. Werden hierbei z. B. zu große Verbesserungen der Beobachtungen zu den als stabil angenommenen Referenzpunkten festgestellt, informiert das System den zuständigen Vermessungsingenieur via E-Mail. Die Ergebnisse einer unbrauchbaren Messepoche werden automatisch verworfen.

Nach der Netzausgleichung werden aus den resultierenden Koordinaten der Objektpunkte die jeweiligen Unterschiede zu den Koordinaten aus der Referenzeпоche ge-



Bild 2: Totalstation an der Kreuzung Margaret Street/Kent Street

bildet. Auch diese Koordinatendifferenzen werden geprüft und mit den hinterlegten Grenzwerten verglichen. Bei einer Überschreitung werden die jeweils verantwortlichen Sachbearbeiter des Projekts automatisch via E-Mail und SMS benachrichtigt.

Das vollständig ausgebaute Monitoringssystem am Wynyard Walk wird – nach derzeitiger Planung – aus fünf motorisierten Totalstationen bestehen, die insgesamt knapp 400 Prismen anmessen werden. Zum gegenwärtigen Zeitpunkt sind bereits drei Stationen installiert. Die erste wurde an der Kreuzung Margaret Street/Kent Street angebracht (Bild 2). Von hier aus werden u. a. die Pfeiler des „Western Distributors“, einer als Brücke ausgebauten Schnellstraße, überwacht. Außerdem wurden auf der Straßenoberfläche überfahrbare Prismen in Profilen mit ca. 2 m Abstand installiert, sodass die Messpunkte als Querprofile ausgewer-

tet werden können. Dabei sind die erfassten Setzungen jeweils in die relativen Setzungsdifferenzen eines Punkts zu seinem linken benachbarten Punkt umzurechnen.

Zwei weitere Totalstationen sind in der „Wynyard Station“ der U-Bahn installiert, um die Schienen der Bahn messtechnisch zu erfassen (Bild 3a). Insgesamt messen die beiden Totalstationen dort auf ca. 90 Prismen, die an den Gleisen bzw. am Bahnsteig und den umliegenden Säulen montiert sind. Dabei wurden zur Befestigung der Prismen spezielle Klammern für die Gleisvermessung eingesetzt (Bild 3b). Damit lassen sich die Prismen ohne Schäden an den Gleisen befestigen und wieder entfernen.

Zur Auswertung der Messungen wurden in der TUNIS-Software Algorithmen umgesetzt, die aus den 3D-Koordinaten der Messpunkte relevante geometrische Größen ableiten und mit Sollwerten vergleichen. Dies



Bild 3a (oben): Installation von mehr als 70 Prismen an den Gleisen der Wynyard-Station zur Überwachung der Sollgeometrie, Spurweite und Überhöhung

Bild 3b (rechts): Die Befestigung der Prismen an den Gleisen erfolgt mithilfe spezieller Klammern. ©www.geo-instruments.com



Sydney Wynyard Walk																																																																																																																																																																																																																																																											
 																																																																																																																																																																																																																																																											
Rail track monitoring report Project: Wynyard Walk Sensor field: WS Rail Monitoring Processing time: 18.02.2014 17:02:56																																																																																																																																																																																																																																																											
Date and Signature																																																																																																																																																																																																																																																											
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="6">LINE deviation</th><th colspan="4">TOP deviation</th><th colspan="2">TWIST</th></tr> <tr> <th>Left rail Target name</th><th>Right rail Target name</th><th>Chainage</th><th>Left rail O/S to baseline (mm)</th><th>Right rail O/S to baseline (mm)</th><th>Gauge Deviation from Baseline (mm)</th><th>Design gauge (mm)</th><th>Left rail Ht diff to baseline (mm)</th><th>Right rail Ht diff to baseline (mm)</th><th>Cant Deviation from baseline (mm)</th><th>Design cant (mm)</th><th></th></tr> </thead> <tbody> <tr><td>WY-PR-RAI-01</td><td>WY-PR-RAI-02</td><td>2112.059</td><td>2</td><td>1</td><td>-1</td><td>1435</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>WY-PR-RAI-03</td><td>WY-PR-RAI-04</td><td>2109.985</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1435</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>WY-PR-RAI-05</td><td>WY-PR-RAI-06</td><td>2108.131</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1435</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>WY-PR-RAI-07</td><td>WY-PR-RAI-08</td><td>2106.120</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1435</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>WY-PR-RAI-09</td><td>WY-PR-RAI-10</td><td>2104.092</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1435</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>WY-PR-RAI-11</td><td>WY-PR-RAI-12</td><td>2102.102</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>1435</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>WY-PR-RAI-13</td><td>WY-PR-RAI-14</td><td>2100.109</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1435</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>WY-PR-RAI-15</td><td>WY-PR-RAI-16</td><td>2098.095</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1435</td><td>0</td><td>-1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>WY-PR-RAI-17</td><td>WY-PR-RAI-18</td><td>2096.070</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>1435</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>WY-PR-RAI-19</td><td>WY-PR-RAI-20</td><td>2094.086</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1435</td><td>0</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>WY-PR-RAI-21</td><td>WY-PR-RAI-22</td><td>2092.090</td><td>1</td><td>2</td><td>0</td><td>1435</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr> <tr><td>WY-PR-RAI-23</td><td>WY-PR-RAI-24</td><td>2090.077</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1435</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>WY-PR-RAI-25</td><td>WY-PR-RAI-26</td><td>2088.076</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1435</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>WY-PR-RAI-27</td><td>WY-PR-RAI-28</td><td>2086.994</td><td>0</td><td>1</td><td>1</td><td>1435</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>WY-PR-RAI-29</td><td>WY-PR-RAI-30</td><td>2084.085</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1435</td><td>0</td><td>1</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>WY-PR-RAI-31</td><td>WY-PR-RAI-32</td><td>2082.049</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1435</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>WY-PR-RAI-33</td><td>WY-PR-RAI-34</td><td>2080.077</td><td>1</td><td>1</td><td>0</td><td>1435</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>WY-PR-RAI-35</td><td>WY-PR-RAI-36</td><td>2078.062</td><td>-1</td><td>1</td><td>-1</td><td>1435</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>												LINE deviation						TOP deviation				TWIST		Left rail Target name	Right rail Target name	Chainage	Left rail O/S to baseline (mm)	Right rail O/S to baseline (mm)	Gauge Deviation from Baseline (mm)	Design gauge (mm)	Left rail Ht diff to baseline (mm)	Right rail Ht diff to baseline (mm)	Cant Deviation from baseline (mm)	Design cant (mm)		WY-PR-RAI-01	WY-PR-RAI-02	2112.059	2	1	-1	1435	1	1	0	0	0	WY-PR-RAI-03	WY-PR-RAI-04	2109.985	1	1	0	1435	0	0	0	0	0	WY-PR-RAI-05	WY-PR-RAI-06	2108.131	1	1	0	1435	1	0	0	0	0	WY-PR-RAI-07	WY-PR-RAI-08	2106.120	0	1	0	1435	0	0	0	0	0	WY-PR-RAI-09	WY-PR-RAI-10	2104.092	0	0	0	1435	0	0	0	0	0	WY-PR-RAI-11	WY-PR-RAI-12	2102.102	0	0	0	1435	0	0	0	0	0	WY-PR-RAI-13	WY-PR-RAI-14	2100.109	1	0	0	1435	0	0	0	0	0	WY-PR-RAI-15	WY-PR-RAI-16	2098.095	0	1	0	1435	0	-1	0	0	0	WY-PR-RAI-17	WY-PR-RAI-18	2096.070	1	0	0	1435	0	0	0	0	0	WY-PR-RAI-19	WY-PR-RAI-20	2094.086	0	1	1	1435	0	0	1	0	1	WY-PR-RAI-21	WY-PR-RAI-22	2092.090	1	2	0	1435	0	1	1	0	1	WY-PR-RAI-23	WY-PR-RAI-24	2090.077	1	1	0	1435	0	0	0	0	0	WY-PR-RAI-25	WY-PR-RAI-26	2088.076	1	1	0	1435	0	0	0	0	0	WY-PR-RAI-27	WY-PR-RAI-28	2086.994	0	1	1	1435	0	0	0	0	0	WY-PR-RAI-29	WY-PR-RAI-30	2084.085	1	1	0	1435	0	1	0	0	0	WY-PR-RAI-31	WY-PR-RAI-32	2082.049	1	1	0	1435	0	0	0	0	0	WY-PR-RAI-33	WY-PR-RAI-34	2080.077	1	1	0	1435	0	0	0	0	0	WY-PR-RAI-35	WY-PR-RAI-36	2078.062	-1	1	-1	1435	0	0	0	0	0
LINE deviation						TOP deviation				TWIST																																																																																																																																																																																																																																																	
Left rail Target name	Right rail Target name	Chainage	Left rail O/S to baseline (mm)	Right rail O/S to baseline (mm)	Gauge Deviation from Baseline (mm)	Design gauge (mm)	Left rail Ht diff to baseline (mm)	Right rail Ht diff to baseline (mm)	Cant Deviation from baseline (mm)	Design cant (mm)																																																																																																																																																																																																																																																	
WY-PR-RAI-01	WY-PR-RAI-02	2112.059	2	1	-1	1435	1	1	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																
WY-PR-RAI-03	WY-PR-RAI-04	2109.985	1	1	0	1435	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																
WY-PR-RAI-05	WY-PR-RAI-06	2108.131	1	1	0	1435	1	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																
WY-PR-RAI-07	WY-PR-RAI-08	2106.120	0	1	0	1435	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																
WY-PR-RAI-09	WY-PR-RAI-10	2104.092	0	0	0	1435	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																
WY-PR-RAI-11	WY-PR-RAI-12	2102.102	0	0	0	1435	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																
WY-PR-RAI-13	WY-PR-RAI-14	2100.109	1	0	0	1435	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																
WY-PR-RAI-15	WY-PR-RAI-16	2098.095	0	1	0	1435	0	-1	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																
WY-PR-RAI-17	WY-PR-RAI-18	2096.070	1	0	0	1435	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																
WY-PR-RAI-19	WY-PR-RAI-20	2094.086	0	1	1	1435	0	0	1	0	1																																																																																																																																																																																																																																																
WY-PR-RAI-21	WY-PR-RAI-22	2092.090	1	2	0	1435	0	1	1	0	1																																																																																																																																																																																																																																																
WY-PR-RAI-23	WY-PR-RAI-24	2090.077	1	1	0	1435	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																
WY-PR-RAI-25	WY-PR-RAI-26	2088.076	1	1	0	1435	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																
WY-PR-RAI-27	WY-PR-RAI-28	2086.994	0	1	1	1435	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																
WY-PR-RAI-29	WY-PR-RAI-30	2084.085	1	1	0	1435	0	1	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																
WY-PR-RAI-31	WY-PR-RAI-32	2082.049	1	1	0	1435	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																
WY-PR-RAI-33	WY-PR-RAI-34	2080.077	1	1	0	1435	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																
WY-PR-RAI-35	WY-PR-RAI-36	2078.062	-1	1	-1	1435	0	0	0	0	0																																																																																																																																																																																																																																																
18.02.2014, 17:14:13 1 / 5																																																																																																																																																																																																																																																											

Tabelle 1: Zur Überwachung der Gleise an der Wynyard-Station werden die Ergebnisse der Überwachungsmessungen automatisch weiterverarbeitet und als PDF-Reporte bereitgestellt.

sind z.B. die Spurweite der Gleise sowie die Überhöhung und die Verwindung der Schienen. Die Ergebnisse einer solchen automatisierten Auswertung werden wiederum auf hinterlegte Grenzwerte überprüft und in einem automatisch erstellten pdf-Report tabellarisch und als Diagramm dokumentiert (Tabelle 1).

Zur Überwachung der Gebäude an der Oberfläche werden zusätzlich Neigungsmessungen durchgeführt. Hierzu sind insgesamt 27 Edelstahlkonsolen an verschiedenen Gebäuden montiert, die in regelmäßigen Abständen mit einem tragbaren Neigungsgeber besetzt werden. Die Konsolen sind fest mit dem Gebäude verbunden und derart konstruiert, dass im Zusammenspiel mit dem Neigungsgeber eine Genauigkeit von 0,01 mm/m für eine Messung der Gebäudeneigung erreicht werden kann. Der Einsatz eines portablen Neigungsmesssystems ist eine sinnvolle und vor allem wirtschaftliche Ergänzung zu den Totalstationen. Seitenstraßen oder Innenhöfe größerer Gebäude können auf diese Weise messtechnisch erfasst werden, ohne dass man zusätzliche Stationen aufbauen muss.

Ein weiteres vollautomatisches System, das am Wynyard Walk zum Einsatz kommt, ist eine Schlauchwaage, installiert in einer Tiefgarage zur Setzungsüberwachung an tragenden Pfeilern (Bild 4). Verwendet wird hierbei eine Druckschlauch-Wasserwaage mit einer Messgenauigkeit von etwa 0,03 mm. Um auch an den Messstellen der Schlauchwaage dreidimensionale Informationen zu erhalten, werden an einigen ausgewählten Messpunkten ebenfalls Neigungen in X- und Y-Richtung automatisiert erfasst.



Bild 4: Schlauchwaagensensor, installiert in der Tiefgarage in der Margaret Street

Geotechnische Überwachungsmessungen

Zusätzlich finden Bohrlochvermessungen mit einer portablen vertikalen Inklinometersonde statt. Dafür wurden insgesamt vier jeweils ca. 15 m tiefe Bohrlöcher als Messstellen ausgebaut. Die Neigungen werden in beiden horizontalen Achsen erfasst (Bild 5 links). Zur Ermittlung der horizontalen Bewegungen im Erdreich wird die Sonde im Bohrloch herabgelassen und wieder hinaufgezogen. Im Abstand von einem Meter wird die Sonde dabei angehalten und nach einer kurzen

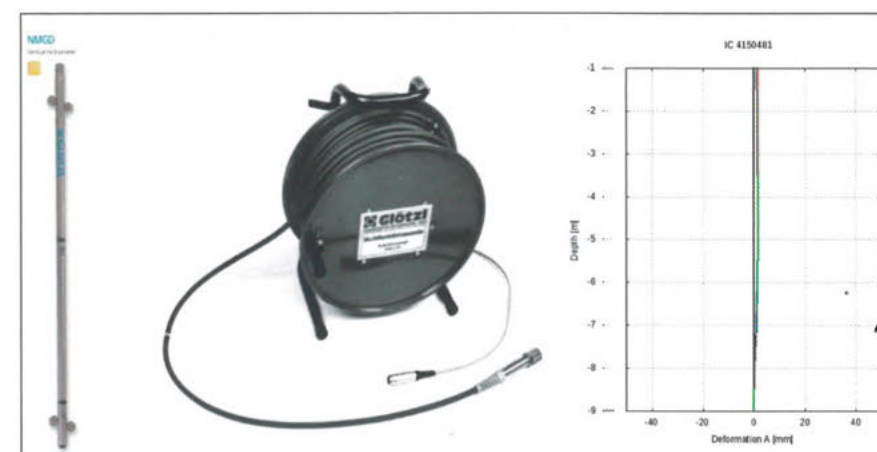


Bild 5: Portables Inklinometersystem (rechts) zur dreidimensionalen Vermessung von Bohrlöchern (links)

Einschwingphase wird der integrierte Sensor, ein hochpräziser Zwei-Achs-Beschleunigungsgeber, ausgelesen. Dabei werden die Beschleunigungen erfasst, die auf die beiden horizontalen Achsen wirken. Aus diesen Größen werden die Neigungen der Sonde in der entsprechenden Tiefe im Bohrloch ermittelt.

Die Messung findet zweimal statt, beim Herablassen und beim Heraufziehen der Sonde. Anschließend wird die Sonde um

180° gedreht, und der Messvorgang wird wiederholt, sozusagen als Messung in der „zweiten Lage“. Dadurch werden, wie bei geodätischen Verfahren, systematische Messfehler eliminiert. Aus den gespeicherten Daten wird dann ein dreidimensionales Polygon berechnet. Durch die Auswertung von Folgemessungen können letztlich die Bewegungen im Boden erfasst und bewertet werden (Bild 5 rechts).

Webbasierter Zugriff auf die Daten

Die Datenkommunikation der Überwachungsmessungen erfolgt weitgehend drahtlos in einem lokalen Sensornetzwerk. In den aktiven Sensorknoten ist ein 3G-Router installiert, der die Daten der erfassten Sensoren mithilfe eines automatischen ftp-Uploads auf einen Server der VMT überträgt. Dort findet eine vollautomatische statistische Qualitätskontrolle der Beobachtungen statt. Die resultierenden Koordinaten der Monitoringpunkte werden zur Präsentation der Ergebnisse an eine zentrale SQL-Datenbank auf einen Webserver übertragen. Zugriff auf die Daten haben der Bauherr, die Bauleitung und andere verantwortliche Ingenieure über das Internet mithilfe des browserbasierten Datenmanagementsystems IRIS (Integrated Risk and Information System) der ITC (www.itc-engineering.com).

Zusätzlich wird die Datenbank auf einen lokalen Rechner auf der Baustelle in Sydney gespiegelt. Die Erfassung der Schlauchwaagen sowie die automatischen Neigungsgeber werden ohne Umweg in die Datenbank übertragen. Zur Auswertung der an der

Oberfläche manuell durchgeführten Messungen, also der Nivellements und der klassischen Tachymetermessungen, stellt die Software ein umfangreiches Auswertepaket zur Verfügung. Der Export in die zentrale Monitoringdatenbank läuft letztlich wieder automatisiert.

Das System liest permanent die Daten des geodätischen und des baumesstechnischen Überwachungssystems von einem FTP-Server ein, dabei wird zunächst auf Plausibilität und Vollständigkeit geprüft. Einige der Messdaten werden anschließend transformiert und bewertet. Das Versenden von Nachrichten soll dabei ein Hilfsmittel für die Verantwortlichen sein, auch wirklich die wichtigen

Informationen aus dem System zu erhalten. So lassen sich die Verschiebungen, beispielsweise der geodätischen Objektpunkte an den überwachten Gebäuden, mithilfe des dreistufigen Systems wie folgt interpretieren:

- Stufe 1: Es sind Bewegungen an dem Punkt erkennbar.
- Stufe 2: Die Bewegungen haben eine weitere Meldegrenze erreicht – Vorsicht!
- Stufe 3: Die Verschiebungen haben einen kritischen Status erreicht. Es sind weitere Aktionen erforderlich.

Alle Sensoren in der Datenbank, für die im Projektverlauf ein Grenzwert definiert wurde, werden dem Benutzer nach Anmeldung im System sofort und mit Signalfarben gekenn-

zeichnet dargestellt. Zur komfortablen Analyse der Gebäudesetzungen wurden spezielle interaktive Ansichten entwickelt, in denen per Mausklick Objektpunkte gewählt und die hinterlegten Zeitreihen visualisiert werden (Bilder 6 und 7).

Bildnachweis

Alle nicht gekennzeichneten Fotos stammen von der Firma SUREX (www.surex.com.au).

Literatur

Weithe, G./Sterzik, P.: Geomonitoring bei der Unterfahrung der Stadt Cochem durch eine Tunnelvortriebsmaschine, VDVmagazin 3/2012, S. 222–226

Schneid, S./Franzius, J. N. (2011): Intelligente Geosensor-Netzwerke als Basis für ein interdisziplinäres Bauwerksmonitoring. Messen im Bauwesen 2011 – Schadenvermeidung. BAM Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung Berlin, ISBN 978-3-9813853-6-6, S. 29–40

Schneid, S. (2013): Interdisziplinäres Monitoring und webbasiertes Datenmanagement im Zuge eines Straßenbauprojektes in Kopenhagen. Hanke/Weinold, Hrsg.: 17. Internationale Geodätische Woche Obergurgl 2013, Wichmann Verlag, ISBN 978-3-87907-526-3, S. 206–215

Autoren

Marilia Xanthouli
m.xanthouli@vmt-gmbh.de

Dr. Sascha Schneid
Stegwiesenstraße 24, 76646 Bruchsal,
s.schneid@vmt-gmbh.de

Bild 6: Diagrammdarstellung der Ergebnisse des dreidimensionalen Monitorings im Informationssystem IRIS

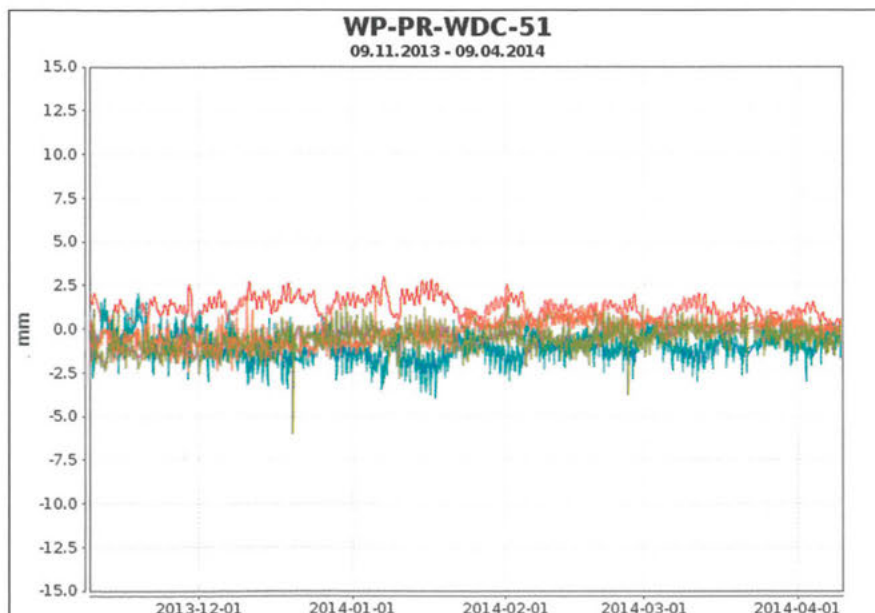


Bild 7: Interaktive Kartenansicht des Projekts im Informationssystem IRIS

Sensor mit Aktivierungsstufen			
Download CSV		Anzeigen: Aktuell	Aktualisieren
Sensoren	Status	TL	Mess.
MB-AL-C11.LEVEL_REFERENCED	●	0 ---[--]	99,53[mm] 09.04.2014 19:00
MB-AL-C4.LEVEL_REFERENCED	●	0 ---[--]	100,44[mm] 09.04.2014 19:00
MB-AL-C5.LEVEL_REFERENCED	●	0 ---[--]	100,92[mm] 09.04.2014 19:00
MB-PR-C19.ddX	●	0 ---[--]	-1,90[mm] 09.04.2014 16:35
MB-PR-C19.ddY	●	0 ---[--]	-1,30[mm] 09.04.2014 16:35
MB-PR-C19.ddZ	●	0 ---[--]	-0,60[mm] 09.04.2014 16:35
PRISM_WP_KST_04A.ddZ	●	0 ---[--]	0,09[mm] 09.04.2014 18:00
WP-PR-WDC-12.ddX	●	0 ---[--]	-0,09[mm] 09.04.2014 18:00
WP-PR-WDC-12.ddY	●	0 ---[--]	-0,08[mm] 09.04.2014 18:00