

Reporter 67

Das Magazin der Leica Geosystems



- when it has to be **right**

Leica
Geosystems



Editorial

Liebe Leserinnen und Leser,

Im Frühjahr dieses Jahres wurde in London das mit 310 Metern höchste Gebäude Europas eröffnet. «The Shard» (Scherbe) wird es wegen seiner originellen Fassadenform genannt. Aber nicht nur in der britischen Hauptstadt, sondern auf allen Kontinenten wird derzeit an einer Fülle herausfordernder Ingenieurbauwerke gearbeitet. Ob es sich um hohe Gebäude handelt, oder Infrastrukturbauten wie den Kaiser-Wilhelm-Tunnel in Cochem mit geringer Überdeckung – sie alle müssen vor, während und nach der Bauphase im Sekundentakt geodätisch überwacht werden, um mögliche Risiken für das Bauwerk selbst, und letztendlich den Menschen bestmöglich auszuschließen.

Doch nicht nur die Technik, auch die Natur stellt uns immer wieder vor Herausforderungen. Und leider nicht immer geht es so glimpflich aus wie im Schweizer Kanton Tessin, wo im Frühsommer dieses Jahres dank Leica GeoMoS Arbeiter rechtzeitig vor einem Felssturz in Sicherheit gebracht werden konnten. Ebenso wie die Erfolge an spannenden (Groß-)Projekten sind es genau solche Nachrichten, die uns bei Leica Geosystems stolz darauf machen, dass unsere Kunden immer wieder auf unsere Produkte und Lösungen vertrauen.

Wie jedes Jahr sind wir auch dieses mal wieder auf der Intergeo mit dabei und stellen vom 9. bis 11. Oktober in Hannover einige Innovationen vor: Etwa die neue Leica ScanStation P20, die bis zu 1 Million Punkte pro Sekunde bei einer sehr hohen Messreichweite erfasst; als Anwender des Leica Viva GS08plus können Sie von der kleinsten kabellosen Präzisions-GNSS-Lösung profitieren; und selbstverständlich weitere Neuheiten! Das Verkaufsteam und ich freuen uns auf Ihr Kommen!

Jürgen Dold
CEO Leica Geosystems

INHALT

- 03 Ein Lichtspektakel für Titanic Belfast
- 06 Geplantes Glück im Unglück
- 08 The Shard: Londons neue Skyline
- 11 Aus Punktwolken Gebäude modellieren
- 14 In der Tiefe der Coiba Mare
- 18 Böden und Wälder nachhaltig nutzen
- 20 Tunnel Cochem: Eine knappe Angelegenheit
- 23 Inspiration für die nächste Generation
- 24 Präzise abgesteckt
- 27 Auf Goldsuche mit LiDAR
- 30 @round the World

Impressum

Reporter: Kundenzeitschrift der Leica Geosystems AG

Herausgeber: Leica Geosystems AG, CH-9435 Heerbrugg

Redaktionsadresse: Leica Geosystems AG, 9435 Heerbrugg, Schweiz, Tel: +41 71 727 34 08, reporter@leica-geosystems.com

Für den Inhalt verantwortlich: Agnes Zeiner (Director Communications)

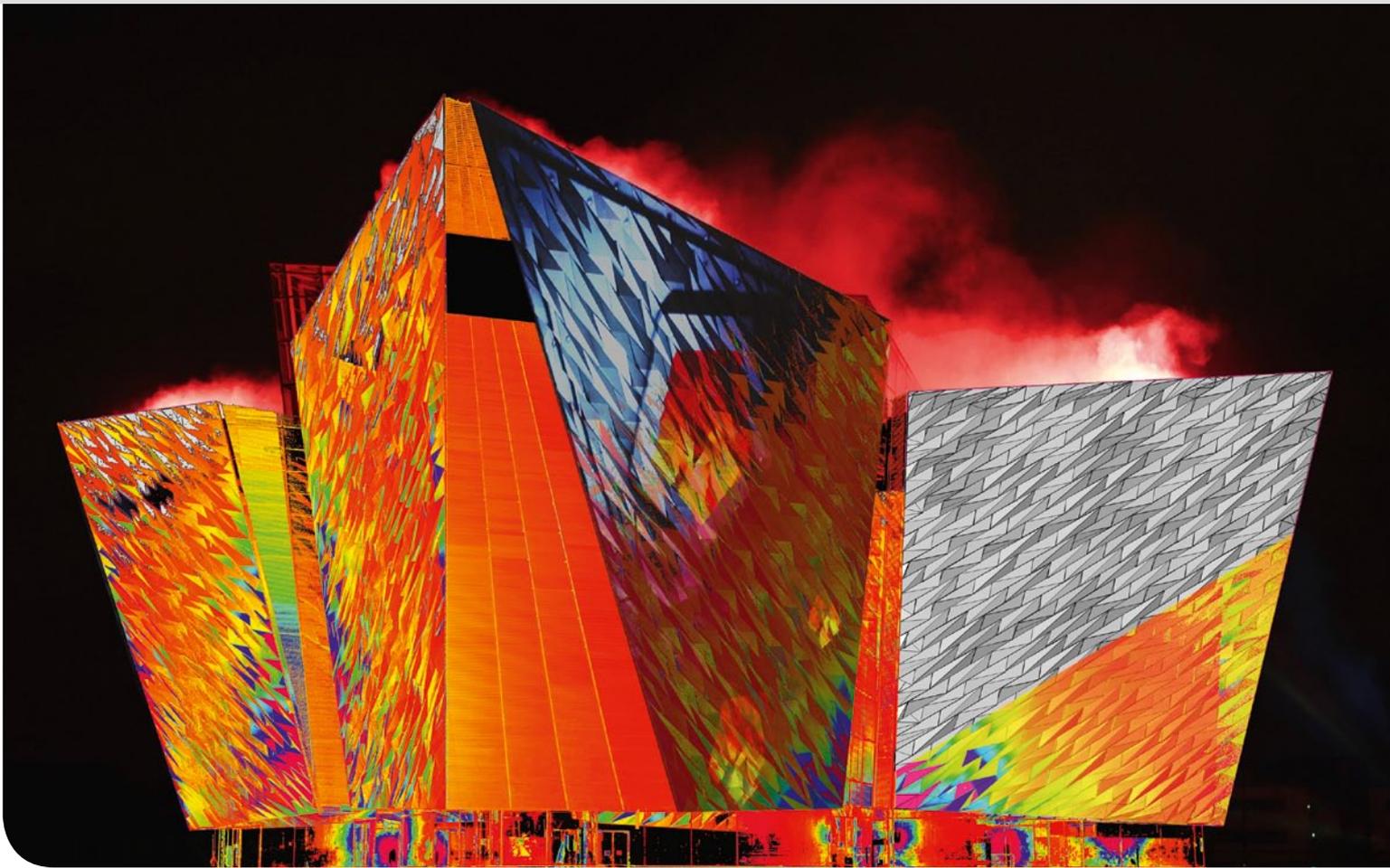
Redaktion: Konrad Saal, Agnes Zeiner

Erscheinungsweise: Zweimal jährlich in deutscher, englischer, französischer, spanischer und russischer Sprache

Nachdrucke sowie Übersetzungen, auch auszugsweise, sind nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers erlaubt.

© Leica Geosystems AG, Heerbrugg (Schweiz), September 2012. Gedruckt in der Schweiz

Titelbild: Copyright of Sellar



Ein Lichtspektakel für Titanic Belfast

von Mark Hudson

Im April dieses Jahres, zum 100. Jahrestag seines Untergangs, beherrschte der Luxuskreuzer Titanic die Schlagzeilen. Umso mehr, als im gleichen Monat «Titanic Belfast», ein brandneues, 14.000 Quadratmeter großes Besucherzentrum, eröffnet wurde, das die Geschichte der RMS Titanic von der Idee bis zu ihrer tragischen Jungfernfahrt erzählt. Das Vermessungs- und Geoinformatik-Unternehmen Coastway aus dem irischen County Kildare wurde von «seeper», einem Kollektiv für interaktive Kunst und Technologie, mit der Erstellung eines 3D-Modells dieser jüngsten touristischen Sehenswürdigkeit von Belfast beauftragt.

Zum Gedenken an die Ereignisse um die Titanic veranstalteten die Stadt Belfast und der nordirische Tourismusverband ein Fest, dessen Höhepunkt die Eröffnung des neuen Titanic Belfast-Gebäudes sein sollte, mit einer von seeper realisierten spektakulären 3D-Show aus Grafikanimationen, pyrotechnischen Effekten und Licht. Für diese Lichtshow ließ seeper von Coastway ein hochpräzises 3D-Modell der Titanic Belfast erstellen, das als Grundlage zur Planung, Konzeption und Umsetzung dieser spektakulären Lichtshow mit 3D-Projektionen auf der gesamten Gebäudefassade diente.

Die Herausforderung

Obwohl Coastway viel Erfahrung in der Erstellung von 3D-Fassadenmodellen mit Hilfe der 3D-Laser-





■ Für die Lichtshow wurden die über 3.000 unregelmäßigen Gebäudefassadenteile des Besucherzentrums gescannt.

scanning-Technologie vorzuweisen hat, bereitete die besondere Architektur des Gebäudes mit seiner asymmetrischen Struktur und den speziellen Fassadenmaterialien den Fachleuten von Coastway einiges Kopfzerbrechen. Als besondere Herausforderung erwies sich die aus über 3.000 unregelmäßigen, mit eloxiertem Aluminium beschichteten Teilen bestehende Gebäudefassade.

Die Lösung von Coastway

Nach dem genauen Studium des Gebäudes schlug Coastway vor, mittels Laserscanning ein 3D-Modell zu erstellen und dieses anschließend in das von seep benötigte Cinema 4D-Format zu übertragen. Zur Vermessung der Außenhülle des Titanic Belfast-Gebäudes setzte Coastway den Leica HDS6200 3D-Laserscanner ein. Gescannt wurde von einem zwei Meter hohen Stativ aus, auf Gerüsten und auf den vorspringenden Dächern des Gebäudes. Die Datenerfassung vor Ort dauerte drei Tage. Weitere

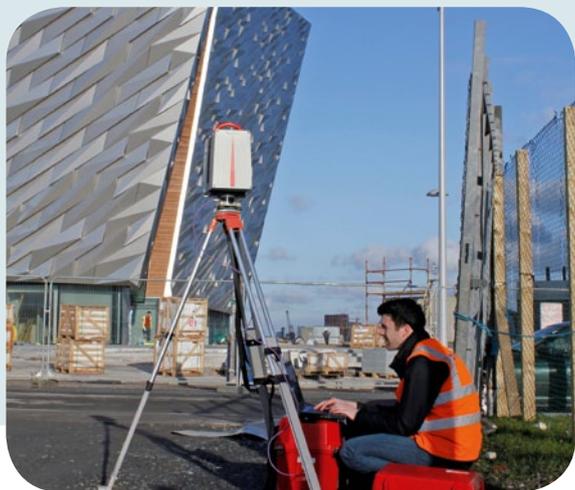
drei Tage wurden zur Registrierung der gesammelten Laserscannerdaten und zur Georeferenzierung der gewonnenen Punktwolke in den Koordinaten des irischen Bezugssystems aufgewendet.

Mit dem endgültigen Modell sollte Coastway Genauigkeiten von ± 10 mm erzielen. Mit der für den Leica HDS6200 spezifizierten Genauigkeit von zwei Millimeter auf einer modellierten Oberfläche in Kombination mit einer Vermessungskontrollgenauigkeit von ± 2 mm konnte die geforderte Genauigkeit nicht nur erreicht, sondern sogar übertroffen werden. Um die Genauigkeit des 3D-Modells noch besser abzusichern, kooperierte Coastway mit dem Fassadenbauer EDM Spanwall, um jedes einzelne Fassadenelement mit seinen Fertigungsspezifikationen abzugleichen.

Die Erstellung des vollständigen 3D-Modells der Gebäudefassade nahm drei Wochen in Anspruch. Jedes der über 3.000 verschiedenen, unregelmäßig

Die Titanic

Die in der nordirischen Stadt Belfast gebaute RMS Titanic war der zweite von drei Passagierdampfern der Olympic-Klasse. Die anderen waren die RMS Olympic und die HMHS Britannic (ursprünglich auf den Namen Gigantic getauft). Die drei Schiffe waren die bei weitem größten in der Flotte der britischen White Star Line, die im Jahr 1912 aus 29 Dampfern und Tendern bestand. Der Bau der Schiffe erfolgte durch die Werft Harland and Wolff in Belfast, deren Geschäftsbeziehungen zur White Star Line bis ins Jahr 1867 zurückreichten.

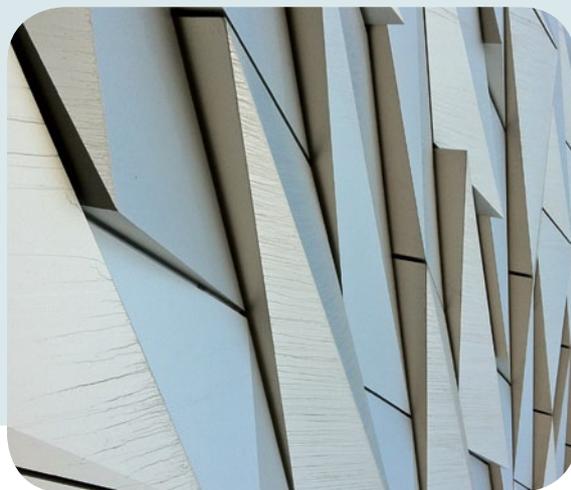


geformten Fassadenelemente musste mit dem Plugin Leica CloudWorx für AutoCAD und einer weiteren Software modelliert werden.

Die komplizierte Fassade und die stark reflektierenden Oberflächen der mit eloxiertem Aluminium beschichteten Elemente verursachten zwar Schwierigkeiten bezüglich der Reflektion des Lasers, dennoch war die Qualität der Rücklaufsignale zum Leica HDS6200 bei einem Abstand von 79 Metern zwischen dem Gerät und dem höchsten Punkt des Gebäudes brauchbar. Ebenfalls war der Zugang zum Dach des Gebäudes eingeschränkt, doch Coastway musste sicherstellen, dass Bereiche, die sich vom Boden aus nicht erfassen ließen, vom Dach aus vermessen werden konnten. Bei künftigen ähnlichen Projekten würde man mit Sicherheit den Einsatz der Leica ScanStation C10 in Erwägung ziehen, deren erweiterter Messbereich die Datenerfassung vom Boden aus erlauben würde, sind sich die Experten bei Coastway einig.

Die RMS Titanic sank am 15. April 1912, nachdem sie auf ihrer Jungfernfahrt, die von Southampton nach New York führen sollte, im Nordatlantik mit einem Eisberg kollidiert war. Der Untergang der Titanic kostete 1.514 Menschen das Leben. Aufgrund der hohen Opferzahl ging das Unglück als eine der größten Katastrophen der Seefahrt in Friedenszeiten in die Geschichte ein. Zum Zeitpunkt ihrer Indienststellung war die Titanic das größte Schiff der Welt.

Quelle: Wikipedia



Das fertiggestellte Fassadenmodell wurde im Cinema 4D-Format gespeichert, damit seepers es als Grundlage für seine Licht- und Feuerwerksshow nutzen konnte.

Die große Titanic Belfast-Lichtshow fand am 5. April 2012 vor rund 60.000 Zuschauern statt. Bei der Show wurde die Geschichte der Titanic auf verschiedene Seiten des Gebäudes projiziert und mit pyrotechnischen Effekten, Feuerwerk und Ton unterlegt. ■

Über den Autor:

Mark Hudson zählt zu den führenden Geoinformatik-Ingenieuren weltweit. Er blickt auf über dreißig Jahre Erfahrung in den aufsehenerregendsten Hoch-, Tief- und Tunnelbauvorhaben der Welt zurück. Er ist einer der Direktoren der Coastway Ltd, Geschäftsführer der Subsurface Laser Scanning Ltd und Direktor der Irish Legal Mapping Ltd.

markhudson@coastway.net

Geplantes Glück im Unglück

von Konrad Saal

In der Nacht vom 14. zum 15. Mai lösten sich im Schweizer Kanton Tessin nahe der Gemeinde Preonzo 300.000 Kubikmeter Fels aus der Bergwand des Valegion und krachten 1.000 Meter tief ins Tal. Dass die lokalen Behörden die Autobahn A2 und mehrere Kantonsstraßen frühzeitig sperren, sowie die im Tal befindliche Industriezone der Gemeinde evakuieren konnten, ermöglichte unter anderem die Leica Geosystems Monitoring-Lösung GeoMoS.

Die Gemeinde Preonzo zwischen Biasca und Bellinzona lebt bereits seit mehreren Jahren mit Steinschlägen und Felsstürzen. Schon vor zehn Jahren rutschte eine riesige Felsmasse ins Tal. Das kantonale Amt für Forstwirtschaft beobachtet die Gefahrenzonen deshalb seit 1998, seit zwei Jahren setzt man auf die automatischen Monitoring-Systeme von Leica Geosystems. Kantonsgeologe Giorgio Valenti erklärt: «Geringe Bewegungen haben wir über die Jahre insbesondere in den Frühjahren beobachtet. Seit den letzten Apriltagen dieses Jahres wurden jedoch Bewegungen mit Geschwindigkeiten bis zu mehreren Millimetern pro Stunde gemessen, die diese Vorichtsmaßnahmen unumgänglich machten.»

Kleinste Bewegungen durch präzise 3D-Daten ermittelt

Das automatische Monitoring-System lieferte kontinuierliche Informationen über jede Bewegung in der Gefahrenzone. Vor zwei Jahren wurde auf einem stabilen Pfeiler unterhalb des Hangrutschgebietes ein

Leica TM30 installiert, der mit der Software Leica GeoMoS verbunden ist. Der Sensor beobachtet seither stündlich rund um die Uhr insgesamt 15 Punkte, die sich außerhalb und innerhalb des Absturzgebietes befinden. Die Resultate werden automatisiert an einen FTP-Server im Forstamt übertragen und von Experten analysiert.

Michael Rutschmann, der Produktmanager bei Leica Geosystems, der dieses Projekt technisch betreut, hatte Zugriff auf die Daten: «Seit Jahren konnten wir anhand der 3D-Daten millimetergenau und in Echtzeit verfolgen, wann und in welcher Richtung Bewegungen stattfanden. Die zuständigen Experten konnten damit die weitere Entwicklung und Tendenzen analysieren und diese Daten mit zusätzlichen Informationen kombinieren. Die gesamte Messhistorie ist für weitere Untersuchungen der Geologen sehr wertvoll.»



■ Ein Leica TM30 überwacht den Hang.



■ Hier lösten sich 300.000 Kubikmeter Fels und krachten 1.000 Meter in die Tiefe.

Die Experten wurden fortlaufend per SMS über die Bewegungen informiert. Als die Bewegungsgeschwindigkeit weiter zunahm, war abzusehen, dass sich der Fels bald lösen würde.

Geodätische Monitoring-Systeme helfen Menschleben zu schützen

Aufgrund der Analyse der Leica GeoMoS- und der Extensiomterdaten konnten die nötigen Sicherheitsmaßnahmen frühzeitig eingeleitet werden. Das Industriegebiet am Fuße des Berges, das für diese Region ein wichtiger Wirtschaftsstandort ist, konnte rechtzeitig evakuiert werden. Ebenso wurden die Kantonsstraßen und die Autobahn durch die Polizei gesperrt. Beim Abbruch war nicht abzusehen wie weit die Millionen Tonnen schwere Last ins Tal vordringen würde.

Gefahr nicht gebannt

Die 70 Mitarbeiter der sechs Firmen des Industriegebietes konnten ihre Arbeit bald wieder aufnehmen. Doch auch nach diesem Ereignis in Preonzo wird das Monitoring-System von Leica Geosystems die Situa-

tion am Hang weiter beobachten, um die Menschen zu schützen. «Einige der Messpunkte wurden beim Felssturz zerstört. Die Beobachtungszone um die Abbruchstelle wurde erweitert und wird derzeit kontinuierlich auf ihre Stabilität überwacht», so Michael Rutschmann.

Die Gemeinde Preonzo und das Amt für Forstwirtschaft des Kantons Tessin (Sezione Forestale, Cantone Ticino) haben sich vor zwei Jahren für die Finanzierung und Inbetriebnahme eines weiteren Monitoring-Systems von Leica Geosystems entschieden, um das Gebiet um den Valegion zu beobachten. ■

*Ein Video zum Felssturz finden Sie auf youtube:
www.youtube.com/watch?v=Q6JCR1HZpeE*

Über den Autor:

Konrad Saal ist Vermessungsingenieur und Manager Marketing Communications bei Leica Geosystems in Heerbrugg, Schweiz.

konrad.saal@leica-geosystems.com



The Shard: Londons neue Skyline

von James Whitworth

Als in London Europas höchstes Gebäude entstehen sollte, wurde Byrne Bros, ein weltweit führendes Unternehmen im Schalungsbau, von Mace, der verantwortlichen Baugesellschaft, mit der Herstellung der Betonkonstruktion für «The Shard» (Die Scherbe) beauftragt, das seinen Namen seiner ungewöhnlichen Fassadenform verdankt. Die Auftragssumme betrug über 64 Millionen Euro. Im Sommer 2009 wandte sich Byrne Bros an Leica Geosystems, da man zum Bau des Betonkerns ein Echtzeit-Positionierungssystem für die Gleitschalung benötigte.

Der Kern des Gebäudes wurde mit paralleler Gleitschalungsfertigungstechnik betoniert. Das brachte erhebliche Vorteile, da die Gleitschalungsfertigung vermutlich eines der sichersten, schnellsten und ökonomischsten Verfahren zum Bau hoher Gebäude ist – pro 24 Stunden können bis zu acht Meter errichtet werden. Herkömmliche Verfahren zur Kontrolle der Position der Gleitschalung während des Betonierens sind oft sehr zeit- und arbeitsaufwändig: Üblicher-

weise berechnet ein Vermessungsteam vor Ort Polygonzüge aus Messungen, die mit Totalstationen und präzisen optischen Loten durchgeführt wurden. So wird die Sollposition der Gleitschalung im Koordinatensystem der Baustelle ermittelt. Da der Versatz des vertikalen Betonkerns von der Gleitschalung bekannt ist, kann gewährleistet werden, dass der Betonkern in Bezug auf die Sollkoordinaten absolut vertikal hochgezogen wird.

Geringe Toleranzen

Die Toleranzvorgabe für den Bau von The Shard lautete jedoch, dass die Position der Gleitschalung nicht mehr als ± 25 mm von den Sollkoordinaten abweichen durfte. Nach einem regen Austausch zwischen Leica Geosystems und Byrne Bros wurde ein kombiniertes System aus Totalstationen, GNSS-Sensoren und Zwei-Achs-Neigungsmessern gewählt. Mittels GNSS-Echtzeit-Positionierung konnte die Position der Gleitschalung bestimmt werden. Sowohl die Verschiebung als auch die Rotation der Gleitschalung konnten mit Hilfe der Leica Geosystems GNSS-Technologie ermittelt werden. Allerdings konnten die Daten der Neigung der Gleitschalung nicht erfasst werden, die



theoretisch bis zu ± 75 mm betragen konnte – abhängig von den angewandten Korrekturfaktoren über die 20 Meter Seitenlänge der quadratischen Schalung. Die Neigung der Gleitschalung musste daher berechnet werden.

Zu diesem Zweck wurden mit vier Zwei-Achs-Neigungsmessern Daten gesammelt, und mit der virtuellen Sensorfunktion der Leica GeoMoS Monitoring-Software konnte eine neigungskompensierte Position aller vier Ecken der Gleitschalung berechnet werden. Die Neigungssensoren wurden im Hinblick auf den großen zu erwartenden Neigungsbereich gewählt und über einen Datenlogger von Campbell Scientific in die Systeme integriert.

Zuverlässiger Monitoring-Aufbau

Die Arbeit mit GNSS-Technologie erwies sich in London – wie in jeder Stadt – als Herausforderung, denn bestehende Gebäude und Infrastrukturen können die Satellitensignale verfälschen, was wiederum dazu führen kann, dass die Ergebnisse unzuverlässig sind oder erst gar keine Berechnung möglich ist. Aus diesem Grund wurden auf den präzisen Leica Geosystems 360°-Prismen Leica AS10 GNSS-Antennen aufgesetzt, um die Prismen jeweils gleichzeitig mit Totalstationen und GNSS zu beobachten, was wiederum eine Kontrolle der GNSS-Ergebnisse erlaubte. Dies war insbesondere wichtig, solange sich die Gleitschalung in Bodennähe befand und Probleme mit dem Satellitenempfang zu befürchten waren. Zum Korrelieren der GNSS- und Totalstationsergebnisse wurde in Leica GeoOffice ein Transformationsparametersatz berechnet.

Abgesehen von den Schwierigkeiten beim Einsatz von GNSS-Sensoren in den Straßenschluchten war es auch äußerst problematisch, in der Stadt zuverlässige und stabile Referenzstationen aufzustellen. Der Zugang zu einer stabilen Position, die auch noch die erforderliche Stromversorgung und die benötigten Kommunikationsmöglichkeiten bot, war schwierig bis unmöglich, entsprechende Verhandlungen mit den Eigentümern anderer Gebäude und mit Unternehmen hätten sich als sehr teuer erweisen können.

Deshalb wurde beschlossen, auf GNSS-Echtzeitdaten des Leica SmartNet RTK-Korrekturdatendienstes zu vertrauen: Die vier Leica GMX902 GG Empfänger wurden mit dem Baustellencomputer auf der Gleitschalung verbunden. Leica GNSS Spider empfing sowohl die eingehenden Datenströme dieser Empfänger als auch einen Echtzeit-Feed des SmartNet-Dienstes. Der Internetzugang dafür wurde über ein aus zwei Richtantennen bestehendes WLAN-Brückensystem hergestellt, das den Baustellencomputer an der Gleitschalung verlässlich mit dem Internet verband.

Die Position der beiden Antennen auf der Gleitschalung wurde in Bezug auf die nächstgelegene SmartNet-Referenzstation berechnet, die sich in 2,4 Kilometern Entfernung befand. Daraus ergab sich eine dreidimensionale Koordinatenqualität, die sogar noch besser als die geforderten ± 25 mm war.

Positionsberechnung im Sekundentakt

In Leica GNSS Spider wurden jede Sekunde GNSS-Positionen berechnet, und der Medianwert dieser Beobachtungen daraufhin alle zehn Sekunden an



The Shard

Renzo Piano, der planende Architekt von The Shard, ist überzeugt davon, dass der schlanke, spitz zulaufende Wolkenkratzer die Londoner Skyline aufwertet. Die einprägsame Fassade mit der schräg angebrachten, raffinierten Verglasung reflektiert das Licht und den Himmel. So sieht das Gebäude je nach Wetter und Jahreszeit anders aus. The Shard

ragt 306 Meter und über 70 Stockwerke in den Himmel über London und ist damit seit seiner Fertigstellung im April 2012 das höchste Gebäude in der Europäischen Union. Im Gebäude sind die Büros der Londoner Verkehrsbetriebe, ein Hotel und Luxuswohnungen untergebracht – mit atemberaubendem Blick über die Hauptstadt.

«Bei der Bauüberwachung können wir kein Risiko eingehen. Deshalb haben wir uns für Leica Geosystems entschieden und deshalb konnten wir ein so enormes Bauvorhaben mit absoluter Präzision begleiten.»

Donald Houston, Byrne Bros

Leica GeoMoS übermittelt, wo die Daten mit jenen der Zwei-Achs-Neigungsmesser und der Windgeschwindigkeit synchronisiert wurden. Gleichzeitig wurde in Leica GeoMoS eine Berechnung ausgeführt, bei der die durch die vertikale Neigung der GNSS-Antenne verursachte seitliche Verschiebung angebracht wurde.

Die Positionierungsschnittstelle für die Gleitschalung nutzte die offene Architektur der Leica GeoMoS Software, die auf einer Microsoft-SQL-Datenbank basiert. Zwischen der GeoMoS-Datenbank und der maßgeschneiderten Schnittstelle wurde eine ODBC-Verbindung (Open DataBase Connectivity) eingerichtet, die die Ergebnisse als Grafik darstellte, die der Hochbauleiter einfach interpretieren konnte, woraufhin er

die Schalungsposition mit Hilfe von Hydraulikpumpen justieren konnte. In der Software wurde zudem ein Ampel-Warnsystem angezeigt. Zeigten die berechneten Ergebnisse eine seitliche Verschiebung von mehr als ± 25 mm im Vergleich zur Sollposition, leuchtete die «Ampel» orange. Eine schematische Darstellung der Schalung und eine Libellenanzeige ermöglichten die Visualisierung der Ergebnisse in Echtzeit.

Fazit

Diese neue und innovative Lösung zur Kontrolle der Position einer Gleitschalung hat sich beim Bau von The Shard als äußerst erfolgreich erwiesen. Dass die berechneten Ergebnisse überprüft und zu den mit herkömmlichen Verfahren ermittelten Daten in Beziehung gesetzt werden konnten, ließ die Verantwortlichen auf das System vertrauen. Das Monitoring Support-Team von Leica Geosystems konnte zudem das System rund um die Uhr aus der Ferne überwachen. Diese Unterstützung sorgte bei allen Beteiligten, gerade in den frühen Phasen des Projekts, für ein gutes Gefühl der Sicherheit. Für weitere hohe Gebäude in London, die ebenfalls nach dem Gleitschalungsverfahren gebaut werden, wurde das System bereits übernommen, und auch die Baugesellschaft Byrne Bros wird das System weiterhin einsetzen. ■

Über den Autor: James Whitworth ist Vermessungsingenieur. Das Studium hat er an der Universität Newcastle absolviert. Ihm obliegt die technische Leitung des Bereichs Monitoring bei Leica Geosystems Ltd UK. james.whitworth@leica-geosystems.com





Aus Punktwolken Gebäude modellieren

von Geoff Jacobs

Building Information Modeling (BIM) – die Modellierung von Gebäudedaten – ist ein neuer Trend, dessen Folgen für Vermessungs-, Planungs- und Baufachleute in aller Munde sind. Denn BIM erlaubt die Abbildung und Verwaltung der physischen und funktionalen Eigenschaften eines Gebäudes über dessen digitale Darstellung. Das amerikanische Vermessungs- und Kartierungsunternehmen Woolpert führte kürzlich ein umfangreiches BIM-Projekt durch. Dabei nutzte man die Vorzüge des Laserscannings und die Neuerungen bei der Bearbeitung der Daten mit der Punktwolken-Software Leica CloudWorx. Dadurch konnte die Effizienz bei der Erstellung präziser, intelligenter 3D-Modelle – der Grundlage für BIM – erheblich gesteigert werden.

Die United States General Services Administration (GSA), die US-Behörden mit Büros und Telekommunikationssausstattung versorgt, beauftragte das Team von Woolpert und die Architektur- und Baufirma Beck Group mit der Erstellung präziser BIM-Daten ihrer Gebäude in Atlanta im US-Bundesstaat Georgia. Die beiden Unternehmen hatten schon früher im Rahmen eines ähnlichen Projektes am selben Standort zusammengearbeitet; damals wurde eine Pilotstudie zur Erfassung von BIM-Daten mittels Laserscanning durchgeführt, die von der GSA finanziert wurde. Für das nunmehrige zweite Projekt, das fünf Gebäude umfassen sollte, hatte die GSA zur Datenerfassung und BIM-Daten-Erstellung ein fixes Budget vorgegeben. Bei den fünf Bauten handelt es sich um zwei Gebäude mit je 30 Stockwerken und je eines mit sechs, neun und zehn Stockwerken, die in den 1920er Jahren errichtet wurden. Um das knappe Budget und





■ Bedienung der Leica ScanStation mit dem Tablet.

den ehrgeizigen Zeitplan einhalten und die Erwartungen des Kunden nach Möglichkeit sogar übertreffen zu können, entschieden sich beide Unternehmen für den Einsatz der Laserscanner-Technologie von Leica Geosystems.

Effizienter Arbeitsablauf bei der Datenerfassung

Woolpert sollte der Beck Group registrierte, georeferenzierte Punktwolken liefern. Der Auftraggeber GSA benötigte Autodesk®Revit®-BIM-Modelle jedes Gebäudes, und zwar jeweils separate Modelle der Innenräume, der Gebäudestruktur, der Fassade und der Umgebung. Weil die BIM-Modelle getrennt angelegt wurden, hatte keine der Revit-Dateien mehr als 100MB. Insgesamt deckten die von Beck erstellten BIM-Modelle rund 418.000 Quadratmeter Gebäudefläche ab. Die Erfassung vor Ort und die Auswertung war also eine große Herausforderung.

Für dieses Projekt verwendete Woolpert ihre beiden neuen, kompakten und vielseitigen Leica ScanStation C10. Woolpert entwickelte eine innovative Herangehensweise zur Arbeit mit diesem Laserscanner, die die Effizienz des früheren Ansatzes und damit die Erwartungen des Kunden übertreffen sollte: Woolpert stellte beide Laserscanner auf fahrbare Stative und verwendete einen kabellosen Tablet-PC, um den Scanner zu steuern und um Bilddaten zu erfassen. Durch die fahrbaren Stative konnte die benötigte Zeit für das Aufstellen, Abbauen und Transportieren des Scanners von einem Standpunkt zum nächsten wesentlich verringert werden. Auch das Aus-

und Wiedereinschalten der Scanner im Rahmen der Aufstell- und Abbauvorgänge entfiel. Ein Team mit drei Mitarbeitern arbeitete gleichzeitig mit beiden 3D-Laserscannern. Ein Standpunktwechsel dauerte auf diese Weise fünf Minuten weniger, was einer Zeiteinsparung von 36 Prozent entspricht. Bei mehr als 400 Umpositionierungen war der Zeitgewinn also erheblich.

Der Einsatz eines kabellosen Tablet-PCs mit größerem Display erlaubte eine bessere Zoomauflösung beim Anzielen wichtiger Messpunkte. Zudem konnten sich die Bediener während der Datenerfassung frei bewegen und Ziele auf dem Weg zur nächsten Messposition im Tablet-PC festhalten. Ein Vergleich bisheriger und des neuen Arbeitsablaufes zeigte, dass der durchschnittliche Zeitaufwand pro Scan um 23 Prozent reduziert werden konnte.

Intelligente 3D-Modelle mit «Leica CloudWorx für Revit»

Auch bezüglich der Auswertung gab es zwei Neuerungen: einerseits die Überwachung des Erfassungsprozesses vor Ort durch Woolpert; die andere betraf die Beck Group, die in kürzester Zeit aus den Scans intelligente 3D-BIM-Modelle erstellen sollte.

Bei den Gebäuden handelte es sich um gesicherte Regierungsgebäude in Atlanta, mehr als 1.100 Kilometer von Woolperths Hauptstandort in Dallas, Texas, entfernt. Das Büro der Beck Group hingegen befindet sich in Atlanta. Zur Verbesserung der internen Kommunikation und der Zusammenarbeit mit dem Kunden während der zweiwöchigen Datenerfassung vor Ort integrierte Woolpert Leica TruViews unmittelbar in die AutoCAD®-Darstellungen der Gebäude. Über TruViews – das sind kleine Datensätze, die eine intuitive Panoramaanzeige von Scans und Fotos im Internet erlauben – konnten sowohl Mitarbeiter des Unternehmens selbst, aber auch des Kunden und externe Partner den Fortgang des Projektes mitverfolgen und sicherstellen, dass die richtigen Bereiche gescannt wurden, um Nachmessungen zu vermeiden. Alle Nutzer konnten außerdem Maße aus den Scans entnehmen, Ansichten drehen, vergrößern und markieren, und sogar Bilder mit anderen Inhalten verknüpfen.

In der frühen Phase der Erstellung von 3D-Modellen zogen die Mitarbeiter der Beck Group alte Pläne und CAD-Dateien heran. Um eine präzise Bestands-



■ Mit Leica CloudWorx für Revit können aus Punktwolkendaten direkt Gebäude in 3D modelliert werden.

geometrie des Modells zu gewährleisten, wurden BIM-Modelle und registrierte Punktwolken in der Autodesk-Software Navisworks® überlagert und abgeglichen. Das BIM-Modell wurde nach Bedarf angepasst und dann in Navisworks neuerlich überprüft. Doch allein das Öffnen großer Punktwolken mit Navisworks dauerte lange, und die Vorgangsweise war weniger genau als das Generieren des BIM-Modells unmittelbar anhand der Punktwolken.

Beck suchte daher nach einer Alternative zur einfacheren Erstellung von Bestandsmodellen. Als Leica CloudWorx für Revit im Januar 2012 erstmals auf den Markt gekommen war, wollten die Mitarbeiter von Beck die Software sofort für dieses Projekt testen. Leica CloudWorx Plug-ins erlauben den Anwendern die bequeme Arbeit mit Punktwolkendaten direkt in ihrer gewohnten CAD- und/oder VR-Umgebung (Virtual Reality). Schon seit ihrer Einführung 2001 erfreuen sich diese Plug-ins großer Beliebtheit. Mittlerweile sind acht verschiedene Leica CloudWorx Plug-ins für unterschiedliche CAD- und VR-Anwendungen erhältlich. Leica CloudWorx für Revit ist das jüngste Mitglied der Leica CloudWorx-Familie.

Ein klarer Vorteil für Beck war die Möglichkeit, registrierte Scandateien ohne Konvertierungsschritte direkt aus der CloudWorx-Cyclone-Datenbank und der bestehenden Projektdateistruktur heraus öffnen zu können. Die erste verfügbare Software-Version wies jedoch noch Einschränkungen auf, die Beck davon abhielten, die Software wie geplant einzusetzen, nämlich BIM-Modelle unmittelbar aus Punktwolken zu erzeugen.

Der BIM-Verantwortliche von Beck, Jason Waddell, arbeitete eng mit dem zuständigen Produktmanager von Leica Geosystems, David Langley, zusammen und gab diesem Feedback über seine ersten Eindrücke. Das Ergebnis war eine zweite Version von Leica CloudWorx für Revit, die alle Erwartungen von Beck und sicherlich vieler weiterer Kunden erfüllte: Beck war nun in der Lage, sehr große Punktwolkendateien einfach zu verwalten und Scandaten – selbst Bereiche mit hoher Dichte – rasch zur effizienten Anzeige in 3D zu bearbeiten. Auch Punktwolkenausschnitte von besonderem Interesse können schnell und einfach unterteilt und ausgeschnitten werden. Zudem ermöglicht die neue Version rasche und präzise Höhen- und Planschnitte, die Definition von Ebenen & Arbeitsebenen, das direkte Einfügen von Türen und Beleuchtungskörpern und sogar die Modellierung von Rohrleitungen aus Punktwolken (in Revit MEP).

Schließlich konnte Beck auf das Laden und Anzeigen von Punktwolken und Modellen in Navisworks und/oder Revit vollständig verzichten. Leica CloudWorx für Revit sorgte bei Beck für eine Produktivitätserhöhung bei der Erstellung präziser BIM-Modelle auf der Grundlage von Laserscandaten um rund 50 Prozent. Bei einem so großen Projekt waren die zeitlichen und finanziellen Einsparungen daher beachtlich. ■

Über den Autor:

Geoff Jacobs ist Senior Vice President, Strategic Marketing, für den Bereich HDS von Leica Geosystems. geoff.jacobs@leica-geosystems.com



In der Tiefe der Coiba Mare

Im Sommer 2011 machte sich ein Höhlenforscherteam aus Österreich auf eine Expedition in die Westkarpaten nach Rumänien auf. Ziel war, den Trockenbereich, wie Speläologen den begehbaren Teil einer Höhle nennen, der «Coiba Mare» zu vermessen. Besonderes Interesse galt dabei dem Wasserlauf des Höhlensystems. Denn in einem Teil der Höhle vermuten rumänische Experten bereits seit langem den Zugang zu einem weiteren, riesigen Gangsystem. Für die Vermessung des Trockenbereichs nahm das Forscherteam einen Leica DISTO™ D3a mit auf die Reise.

von Walter Huber

Das Höhlensystem Coiba Mare erstreckt sich über eine Gesamtlänge von 5.042 Meter. Der Großteil davon besteht aus einem Labyrinth, das bereits kurz nach dem riesigen Eingangsportal beginnt. Nach 727 Metern verschwindet das durch die Höhle laufende Wasser im Endsiphon «Lacul Mortii». Unter einem Siphon verstehen Höhlenforscher unter Wasser stehende Höhlenteile. Hydrologische Untersuchungen zeigten, dass dieser mit der Karstquelle «Izbucul Tautz» verbunden sein muss, die sich rund vier Kilometer talwärts befindet und mit einer Tiefe



■ Klein und effizient: Der Leica DISTO™ D3a mit integriertem Neigungsmesser.

von -87 Metern der tiefste bekannte Siphon Rumäniens ist. Hier kommt das Wasser der Coiba Mare wieder an die Oberfläche.

Auf Grund der Komplexität und den Extrembedingungen in den beiden zueinander in Verbindung stehenden Höhlensystemen war es für weiterführende Forschungsarbeiten notwendig, einen präzisen und aussagekräftigen Grundriss sowie einen 3D-Plan zu erstellen. Von Anfang an war klar, dass dafür nur ein extrem widerstandsfähiges Vermessungsgerät und zusätzliche Ausrüstung verwendet werden kann – schließlich herrschen im Höhlensystem über 90% Luftfeuchtigkeit, und es gibt etliche Wasserstellen und enge Halbsiphone, die teilweise unter Wasser stehen. Allein schon für die Planung des Transports von mehreren hundert Kilogramm Ausrüstung ist ein Plan also äußerst hilfreich. Der kleine robuste Leica DISTO™ D3a mit seinem Präzisionslaser zur Distanzmessung und dem integrierten Neigungsmesser war für diesen Einsatz das ideale Instrument. Die Messung des Azimuts erfolgte mit einem Peilkompass. Sehr wichtig war auch eine genaue Höhenbestimmung des Coiba Mare Endsiphons.

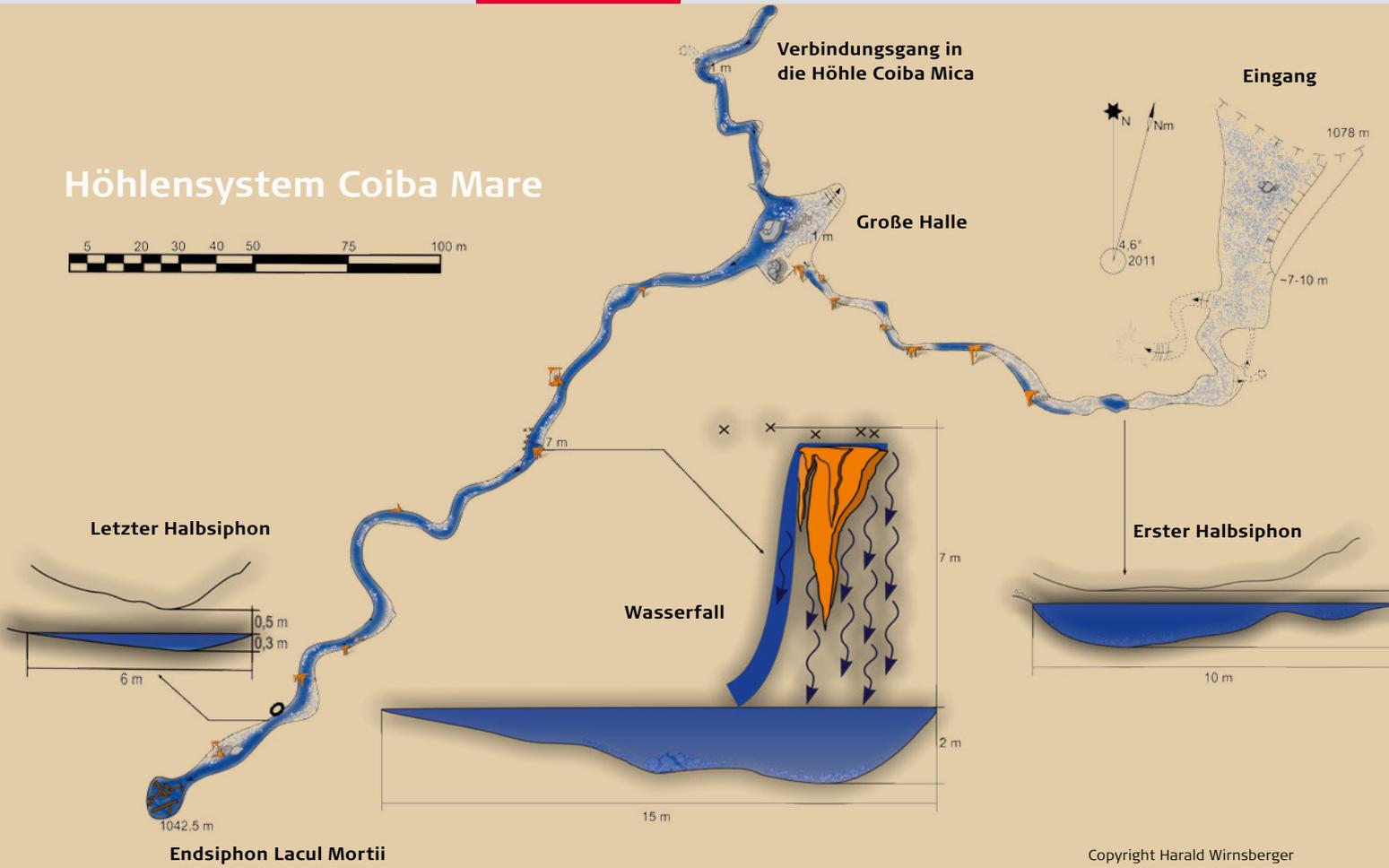
Der Eingang zur Höhle ist riesig – mit über 50 x 70 Meter das zweitgrößte bekannte Höhlenportal Rumäniens – und lockt viele Touristen an. Trotz der direkten Sonneneinstrahlung und der großen Entfernungen konnten die Detailpunkte des Portals präzise vermessen werden. Damit hatte der Leica DISTO™ D3a die erste Herausforderung bereits bravourös gemeistert.

Nach den ersten 150 Metern wird es dann bereits nass und eng, der Beginn des ersten Halbsiphons ist erreicht. Hier reicht die Höhlendecke bis auf 30 Zentimeter an die Wasseroberfläche. Die weitere Vermessung konnten wir nur noch mit Trockentauchanzügen durchführen. Der Halbsiphon hat eine Gesamtlänge von elf Metern mit einer Tiefe von ca. einem Meter. Der nachfolgende Nassbereich der Höhle mit über 90% Luftfeuchtigkeit und einer Umgebungstemperatur von 6°C war ein echter Härtetest für den Leica DISTO™ D3a.

Nach einer weiteren Messstrecke von 200 Metern erreichten wir die große Halle, in der ein Verbindungsgang in die Höhle «Coiba Mica» abzweigt. Auch



Höhlensystem Coiba Mare



Copyright Harald Wirnsberger

die größeren Distanzen in der Halle konnten trotz der hohen Luftfeuchtigkeit gemessen werden. Der Gang ist in diesem Abschnitt über zehn Meter hoch und mehrere Meter breit, und von atemberaubender Schönheit. Die mineralischen Ablagerungen zaubern märchenhafte Gesteinsformen hervor. Anschließend machten wir noch einen rund 130 Meter langen Abstecher entlang des Gangverlaufs nach Norden, in Richtung des Höhlensystems Coiba Mica.

Zurück in der Halle gelangten wir nach einer Messstrecke von 140 Metern zum sieben Meter tiefen Wasserfall, wo wir zunächst eine Seilsicherung aufbauen mussten. Aufgrund der topografischen Gegebenheiten war die Wahl der Messpunkte schwierig und der Messzug musste am Seil gesichert durchgeführt werden. Hier kam uns die Zuverlässigkeit des Leica DISTO™ D3a sehr zu Gute.

Unten angekommen, ging es weiter in Richtung Endsiphon Lacul Mortii – übersetzt heißt das «See des Todes». Nach der Überwindung eines weiteren Halbsiphons, der sich 40 Meter vor dem Endsiphon befindet, konnten wir die Vermessung bis zum Endsiphon beenden – ab dem Wasserfall ergab sich eine Mess-

strecke von 285 Metern. Das Aufmaß des Endsiphons konnten wir leider nicht durchführen, da er durch Treibholz unzugänglich war.

Durch die Höhenbestimmung des Eingangs zum Höhlensystem sowie der Karstquelle Izbuluc Tauz mittels GPS wollten wir unsere Vermutung bestätigen, dass es vom Endsiphon Lacul Mortii noch einmal nach oben gehen muss. Denn wir glaubten, dass es hinter der Tauchstrecke, die ja leider mit Baumstämmen verstopft war, noch einen Trockengang geben musste, bevor das Wasser endgültig seine größte Tiefe von -87 Metern im Izbuluc Tauz erreicht.

Aufgrund der Vermessung wissen wir jetzt, dass zwischen dem Coiba Mare Endsiphon und dem Izbuluc Tauz über 200 Meter Höhenunterschied sind. Das bedeutet, dass es hinter dem Endsiphon der Coiba Mare tatsächlich noch einmal nach oben gehen muss. Es gibt also einen weiteren Trockenteil nach diesem Siphon. Rumänische Forscher vermuten dort seit langem ein weiteres, gewaltiges Gangsystem, das sich etwa auf halbem Weg und halber Höhe zwischen dem Endsiphon und Izbuluc Tauz befinden soll – und damit das längste rumänische Höhlenlabyrinth wäre.



■ **Unten angekommen: Nach dem sieben Meter tiefen Wasserfall geht es weiter in Richtung Endsiphon.**

Bis jetzt hat jedoch noch niemand den «Schlüssel» dazu gefunden.

Der Einsatz des Leica DISTO™ D3a verkürzte die Zeit, die wir für die Vermessung aufwenden mussten, wesentlich. Der integrierte Neigungsmesser steigert die Effizienz bei der Vermessung von Höhlen enorm. Die Distanzmessung konnte äußerst zuverlässig durchgeführt werden, da Fehlereinflüsse wie z.B. der Durchhang des Stahlmaßbandes, Ableserfehler etc. vermieden werden. Trotz der hohen Luftfeuchtigkeit und der niedrigen Temperaturen war die Akkulaufzeit ausreichend, somit hat der Leica DISTO™ D3a den Härtestest in den rumänischen Westkarpaten bestanden. ■

Über den Autor:

Walter Huber ist Tauchlehrer und als Regional Manager des Tauchsportverbandes IDEA (International Diving Educators Association) unter anderem für Rumänien (www.idea-romania.org) zuständig. walter@bluesunlight.info

Expedition Coiba Mare

Einsatzdauer:	3 Tage (23 Stunden)
Länge Wasserlauf:	924,4 m
Tiefe (ohne Endsiphon):	- 35,5 m
Weg zum Ursprung:	726,8 m
Höchster Messpunkt:	1.078 m (Eingang)
Tiefster Messpunkt:	1.042,5 m (Endsiphon)
Anzahl der Messzüge:	75
Durchschn. Distanz der Messzüge	15 m

Expeditionsteam:

Harald Wirnsberger, Rainer Kraberger, Walter Huber, Joachim Haschek, Erwin Sipos

Weitere Informationen zum Team und den Tauchprojekten unter: www.bluesunlight.info
Fotos © by Joachim Haschek, www.haschek.eu

Böden und Wälder nachhaltig nutzen

von Gregor Bilban

Seit seiner Unabhängigkeit im Juni 1991 hat sich Slowenien zu einem modernen Staat entwickelt und ist seit 2004 Mitglied der Europäischen Union. Bereits im Jahr 1993 wurde von der Republik Slowenien ein Fonds zur nachhaltigen Nutzung von land- und forstwirtschaftlichem Boden gegründet. Dessen Aufgabe ist die Verwaltung und Vergabe von landwirtschaftlich genutztem Boden, landwirtschaftlichen Betrieben und Wäldern, die im Eigentum der Republik Slowenien stehen. Von der Vermessungsabteilung des Fonds wird für verschiedenste Verwaltungsangelegenheiten und Vermessungsprojekte Leica Zeno GIS eingesetzt.

Die Vermessungsabteilung des Fonds teilte das slowenische Staatsgebiet in drei gleich große Flächen ein, deren Böden und Wälder durch jeweils ein Team vermessungstechnisch betreut werden. Jedes Team verfügt über einen Leica Zeno CS10 Feld-Controller und eine externe Leica AS05 Antenne. Mit dieser Ausrüstung lässt sich die nötige Genauigkeit von 0,5 Metern erzielen. Die Vermessungsteams sammeln Katasterdaten und Informationen für die Forstverwaltung (Waldgrenzen, Waldarten, Verwaltungseinheiten), aber auch über Wasserressourcen oder beispielsweise illegale Müllhalden. Das Leica Zeno GIS wird vor allem zur Absteckung von Punkten, Linien

und Polygonzügen und zur Bestimmung der Position von vermieteten oder verpachteten Grundstücken eingesetzt. Durch die Datensammlung wird die tatsächliche Nutzung und Kultivierung von Grund und Boden überprüft.

Einfache Aktualisierung von GIS-Daten

Miha Zupančič, Leiter des geodätischen Dienstes, erklärt: «Das Leica Zeno GNSS/GIS-Handheld ist ein äußerst benutzerfreundliches Gerät. Die für die Arbeit im Feld benötigten Daten werden mit EasyOut über einen automatischen Vorgang in der Leica Zeno Office Software einfach ausgecheckt. In manchen Fällen, wenn uns im Feld keine GSM-Verbindung zur Verfügung steht, sammeln wir GNSS-Rohdaten, die wir über den integrierten EasyIn-Workflow nachbearbeiten. Anschließend importieren wir die gesammelten Daten einfach und bequem in die GIS-Hauptdatenbank. Durch die einheitliche Oberfläche und den reibungslosen Datentransfer ist das System ausgesprochen benutzerfreundlich. Als GIS-Unternehmen setzen wir ESRI ArcGIS ein. Das ist ein weiterer Grund, warum das Leica Zeno GIS bestens in unser internes System passt.»

«Alle Vermessungsteams schätzen die übersichtliche Benutzeroberfläche, die leistungsfähige Grafikerunterstützung, die vollständige Integration in unsere Bürosoftware, die stabilen Handhelds und vor allem die zusätzliche Satellitenunterstützung durch GLONASS.



Weitere Vorteile sind das integrierte GSM-Modem, die NTRIP-Unterstützung und das Echtzeit-Statusfenster, das uns bei der Arbeit vor Ort ein zusätzliches Gefühl der Sicherheit vermittelt», so Zupančič.

Das Leica Zenó CS10 GIS-Handheld erlaubt durch rationale Abläufe und benutzerspezifische Anpassungen eine einheitliche Datensammlung. Durch den Einsatz der Zenó Feld-Software können die Anwender alle benötigten ESRI ArcMap-Elemente für maximale Effizienz zur Arbeit ins Feld mitnehmen.

«Mit Geoservis d.o.o., der örtlichen Vertretung von Leica Geosystems, haben wir beste Erfahrungen gemacht. Auf den Support können wir uns vollkommen verlassen. Außerdem nutzen wir den DGNSS-Dienst der privaten Referenzstation von Geoservis, was uns weitere finanzielle Vorteile bringt», erklärt Miha Zupančič. ■

*Über den Autor: Gregor Bilban ist Technischer Supportingenieur bei Geoservis, d.o.o. (www.geoservis.si), einem autorisierten Leica Geosystems Vertriebs- und Servicepartner in Slowenien.
gregor.bilban@geoservis.si*



REPUBLIKA SLOVENIJA
Sklad kmetijskih zemljišč in gozdov
Republike Slovenije

Die Aufgaben und Ziele des Fonds sind in der «Strategie zur Entwicklung der slowenischen Landwirtschaft» und im «Programm zur Entwicklung der slowenischen Wälder» gesetzlich geregelt. Der Fonds setzt diese Strategie für landwirtschaftliche Böden um und sorgt dafür, dass Handel und Verpachtung dieser Böden sowie die Gewährung von Nutzungsgenehmigungen ordnungsgemäß ablaufen. Ebenfalls werden die Kultivierung und der Schutz der Böden zu Anbau-, Forschungs- und Bildungszwecken gefördert. Auch Umweltschutz, Biotoperhaltung und nachhaltige Waldentwicklung sind ein Thema. Durch den Kauf, Verkauf und Tausch von Boden aus staatlichem Besitz wird eine sinnvolle Einteilung des Landes und der Produktionseinheiten, und gleichzeitig eine Verbesserung der Eigentümerstruktur der landwirtschaftlichen Grundstücke erreicht.

Tunnel Cochem: Eine knappe Angelegenheit

von Gerhard Weithe

Der Kaiser-Wilhelm-Tunnel, der seit 130 Jahren Züge mitten unter dem historischen Städtchen Cochem an der Mosel hindurchführt, wird saniert. Gleichzeitig wird eine zweite Tunnelröhre mit 4.242 Metern Länge gebaut, die im Jahr 2016 für den Bahnverkehr geöffnet werden soll. Das rund 200 Millionen Euro teure Tunnelbauprojekt der Deutschen Bahn dient dem Ausbau der Bahnstrecke Koblenz/Trier sowie der Anpassung an neue Sicherheitsstandards. Aufgrund der kritischen geologischen Situation wurde ein automatisiertes Überwachungskonzept entwickelt, das die Messdaten in Echtzeit bis zum Schildfahrer der Tunnelvortriebsmaschine übermittelte.

Die Bodenverhältnisse teilten die Vortriebsstrecke in einen ca. 3.750 Meter langen Abschnitt mit Sand- und Tonstein, sowie einen Lockergesteinsbereich mit rund 500 Metern Länge, der im geschlossenen Erd-druck-Modus der Tunnelvortriebsmaschine (TVM) vortrieben wurde und dabei zahlreiche Gebäude und Straßen unterquerte. Die Tunnelvortriebsarbeiten begannen am relativ günstig gelegenen Südportal, in einem nur dünn besiedelten Seitental der Mosel. Hier waren die Beeinträchtigungen der Anwohner durch

die Vortriebsarbeiten mit einer TVM mit einem Ausbruchsdurchmesser von 10,12 Meter relativ gering. Anders im Norden auf der Cochemer Seite, wo der Tunnel direkt unter dem Cochemer Stadtgebiet verläuft und in der Innenstadt endet.

Automatisierte permanente Deformationsmessungen

Die Unterfahrung der Oberstadt Cochem mit kritischer Bebauung erforderte gezielte Bodenverbesserungsmaßnahmen und vorlaufende Hebungsinjektionen in Verbindung mit einem aufwändigen Messprogramm. Trotz Permanentüberwachung mit zahlreichen Sensoren galt die Unterfahrung mit nur drei Metern Überdeckung bei vier Gebäuden als äußerst heikel, weitere 50 Gebäude lagen im Einflussbereich der Tunnelbauarbeiten.

Um Gebäudeschäden frühzeitig zu erkennen, wurden alle Messpunkte rund um die Uhr auf mögliche Baugrundbewegungen überwacht. Parallel hierzu erfassen hochgenaue hydrostatische Drucksensoren in den kritischen Gebäuden Deformationen im Submillimeterbereich. In der kritischen Phase mit minimalster Überlagerung wurden diese Messdaten an einen oberirdischen Steuerstand gesandt, und von diesem laufend in ein Informationssystem eingepflegt. Vom Injektionsschacht aus konnten bei Bedarf zeitnah



gezielte Hebungsinjektionen unter den Gebäuden ausgeführt werden.

Um den speziellen Anforderungen an die Überwachung gerecht zu werden, entwickelte die Abteilung Messtechnik der Baufirma Alpine BeMo Tunneling GmbH (ABT) mit der Bruchsaler VMT GmbH, einem langjährigen Partner von Leica Geosystems, ein umfangreiches und modulares Mess- und Systemkonzept. Dieses ermöglichte ein automatisiertes Deformations-Monitoring mit Echtzeit-Datentransfer bis zum Schildfahrer im Steuerstand der Tunnelvortriebsmaschine.

Systemeigenschaften und Komponenten

Das oberirdische automatische Deformationsmonitoring in der Cochemer Oberstadt bestand aus einem modularen Systemaufbau. Es wurden mehr als 150 Prismen installiert, die vortriebsabhängig mit bis zu neun Leica TS30 Totalstationen beobachtet wurden. Um die Genauigkeit und Zuverlässigkeit der Ergebnisse weiter zu steigern, wurden zusätzlich satelliten-gestützt Basislinien mit GNSS-Sensoren gemessen, prozessiert und gemeinsam mit den terrestrischen Messungen in der VMT TUNIS Deformation Software mit Real-Time-Netzausgleichung ausgewertet. Die Bewegungen im Untergrund wurden zusätzlich mit insgesamt drei Extensometern erfasst.

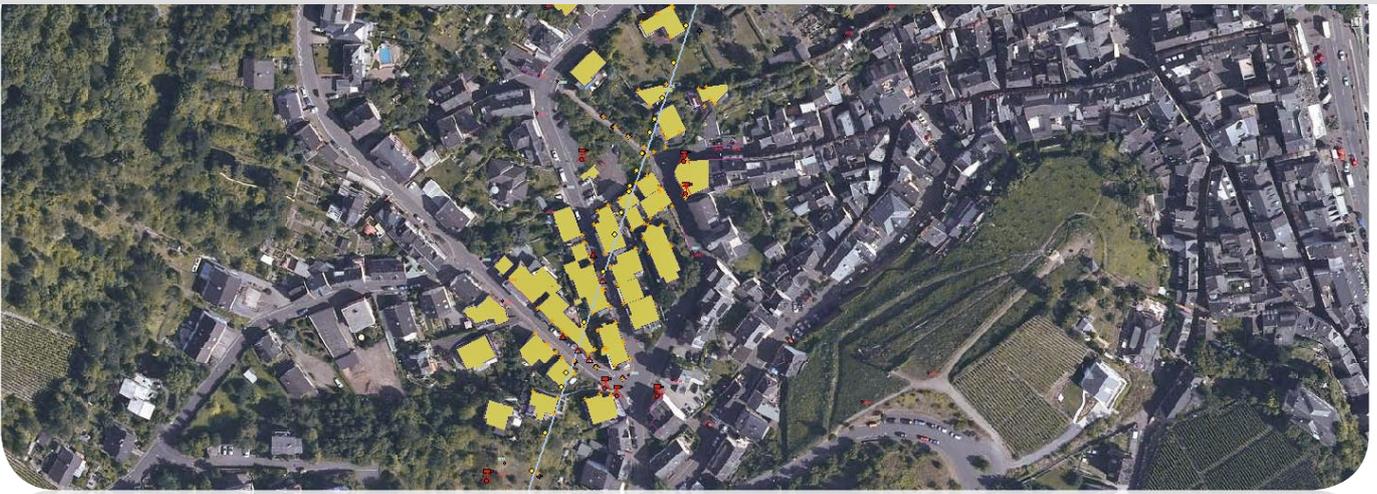
Die Visualisierung der Ergebnisse im gesamten Baustellennetzwerk und in die TVM erfolgte über eine gesicherte Internet-Datenkommunikation mit dem Informatiossystem IRIS (Integrated Risk and Information System) von VMT. Dieses garantierte eine lückenlose Überwachung der Objektpunkte in Echtzeit mit automatischer Benachrichtigung. Sobald die vorab definierten Grenzwerte überschritten wurden, wurden die Projektverantwortlichen informiert.

Unterfahrung der Oberstadt Cochem

Die detaillierte Planung der oberirdischen Messtechnik begann bereits im Dezember 2010 mit dem Entwurf eines umfangreichen Messprogramms. Das Konzept beinhaltete, dass alle Gebäude im Unterfahrunskorridor von 30 Metern Breite in die Permanentbeobachtung einbezogen wurden. Hierbei fiel die Wahl der Sensoren auf die hochgenauen TS30 Totalstation von Leica Geosystems, da nur diese im Hinblick auf die geforderte Genauigkeit der Messergebnisse und die zu messenden Distanzen den Projektanforderungen entsprachen.

Die technische Ausrüstung zur Installation der Systemkomponenten übernahm die Firma Goecke GmbH aus Schwelm, langjähriger Vertriebspartner von Leica Geosystems. Sie schützte die Instrumente mit speziellen Konsolen und Kunststoffverkleidungen ein-





■ Der Tunnel unterquert zahlreiche Häuser im Stadtgebiet von Cochem, teilweise mit nur drei Metern Überdeckung.

schließlich Überdachung kostengünstig vor Wettereinflüssen und Vandalismus.

Über eine spezielle WLAN-Technik wurden die Messdaten der Tachymeter und der Meteosensoren permanent über Access Points an sogenannte «Meshnodes» übertragen, die in der Lage sind, sich intelligent zu vernetzen und somit den eventuellen Ausfall eines Knotens zu überbrücken.

Besonderer Wert wurde auf geeignete Backup-Systeme bei eventuellem Ausfall von Komponenten gelegt. Beispielsweise hätte das System bei DSL-Ausfall auch über einen UMTS-Router betrieben werden können. Allerdings wurden die Reservekomponenten bei der Unterfahrung nicht benötigt.

Mehrere Wochen war ein Team aus Vermessern, Elektrikern, Bauarbeitern und IT-Spezialisten vor Ort mit der Errichtung des ausgedehnten Monitoring-Systems beschäftigt. Bevor die herannahende Tunnelvortriebsmaschine die Siedlung erreichte, wurde das System in Betrieb genommen und zunächst getestet.

Mit Beginn der Unterfahrung im Oktober 2011 wurden kleinere Störungen behoben, und das Monitoringssystem mit hoher Zuverlässigkeit und Genauigkeit in Betrieb genommen.

Monitoring unterstützte maßgeblich den Erfolg dieses Projektes

Da bei maschinellen Vortriebsarbeiten im Gegensatz zum konventionellen Tunnelbau weniger Möglichkeiten zur Messung der untertägigen Verformungen bestehen, kam dem Deformationsmonitoring an der Infrastruktur bei diesem Projekt eine besonders hohe Bedeutung zu.

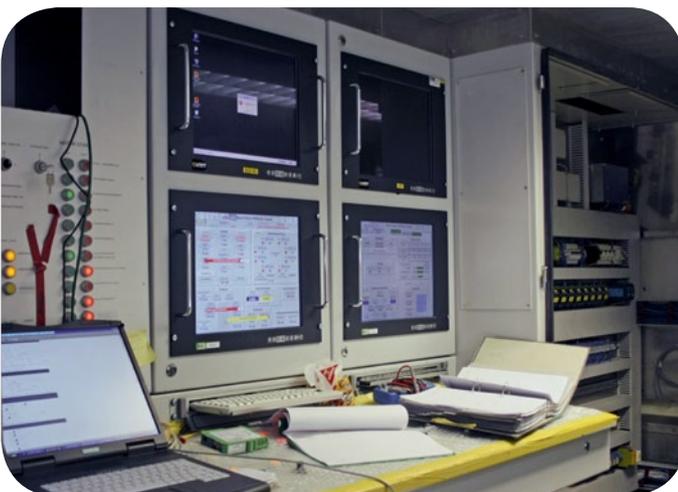
Über das Informationssystem IRIS von VMT hatten die Projektbeteiligten jederzeit Zugang zu aktuellen Messdaten. Ein Bildschirm im Steuerstand der Vortriebsmaschine zeigte in Echtzeit die momentane Maschinenposition im Satellitenfoto und sämtliche Sensoren an der Oberfläche mit den aktuellen Messergebnissen.

Auch im kritischen Bereich ging die Berechnung der Planer auf: die prognostizierte und ausgeführte Vorhebung der Gebäude entsprach fast genau den Gebäudesetzungen durch den Tunnelvortrieb.

Am 7. November 2011 schlug die Tunnelvortriebsmaschine nahe dem Stadtzentrum von Cochem präzise durch die Anschlagwand. Ohne den hohen Stand der Messtechnologie mit hochpräzisen Instrumenten und dem zuverlässigen Betrieb eines automatisierten Deformationsmonitorings hätte dieses anspruchsvolle Projekt so nicht realisiert werden können. ■

Über den Autor: Gerhard Weithe ist Dipl.-Ing. für Vermessung und verantwortlich für die Abteilung Messtechnik bei der ausführenden Baufirma Alpine BeMo Tunneling GmbH (ABT).

gerhard.weithe@alpine-bemo.com



■ Aktuelle Messdaten direkt im TVM-Steuerstand.



Inspiration für die nächste Generation

Im November 2011 schloss Leica Geosystems eine Partnerschaft mit der Initiative «Class of Your Own» (COYO), deren Ziel es ist, an britischen Schulen Berufe aus den Branchen Architektur, Ingenieurwesen und Bau bekannter zu machen.

Die Schüler bekommen dabei die Möglichkeit, in Arbeitsgruppen ein eigenes nachhaltiges Bauvorhaben komplett durchzuführen – von der Planung bis zur Fertigstellung. Dabei sammeln sie Wissen über neue Technologien wie 3D-Laserscanning und Gebäudedatenmodellierung, nachhaltige Verfahren und behandeln auch Umweltthemen. Gleichzeitig erhalten sie einen Einblick in die vielseitigen Karriere-möglichkeiten, die das Baugewerbe für Mädchen und Jungs bietet – vom Architekten und Vermessungs-techniker bis hin zum Statiker und Bauleiter.

Alison Watson, eine der Mitgründerinnen von COYO, erklärt: «Die jungen Leute heute verbringen einen Großteil ihrer Zeit in Gebäuden, sei es die Schule, ihr Haus oder das nächstgelegene Einkaufszentrum. Wenn es uns gelingt, ihnen das Baugewerbe als spannendes Umfeld schmackhaft zu machen, sind sie in einer idealen Position, als neue Generation von Baufachleuten wertvolle Beiträge zu den anspruchsvollen Aufgaben zu leisten, die vor uns liegen. Ich bin begeistert, dass unsere Initiative von einem namhaften und weltbekannten Unternehmen wie Leica

Geosystems unterstützt wird. Die Arbeit mit echten, professionellen Instrumenten ist für die jungen Leute etwas ganz Besonderes. Ich bin dem Team von Leica Geosystems sehr dankbar, dass es uns so großzügig mit neuester Technologie vom Leica DISTO™ bis hin zu 3D-Laserscannern unterstützt.»

Der Geschäftsführer von Leica Geosystems Ltd UK, David Price, sagt: «Class of Your Own ist ein einzigartiges Programm, das jungen Menschen die Möglichkeit bietet, den besonderen Reiz, die Dynamik und die Freude an der Arbeit in unserer Branche hautnah mitzuerleben. Wir sind stolz darauf, ein so wichtiges Anliegen unterstützen zu dürfen. Diese Initiative dient nicht nur dazu, das Ansehen der Branche zu fördern und eine neue Generation dazu zu inspirieren, einen einschlägigen Beruf zu ergreifen, sie verschafft den Schülern auch das äußerst wichtige Gefühl, etwas zu leisten und zu einer Gruppe zu gehören.»

Vor diesem Hintergrund hat Leica Geosystems die Schüler mit Unterstützung von COYO zur Teilnahme an einem Wettbewerb eingeladen, bei dem sie herausfinden sollten, wie es ist, einen Tag lang Vermessungsfachmann zu sein. Der Gewinner durfte an einem Kurs teilnehmen, in dem junge Leute tiefere Einblicke in professionelle Bauprojekte erhielten. ■

Weitere Informationen über das Projekt:
www.classofyourown.com



Präzise abgesteckt

von Konrad Saal

Beim Entwurf faszinierender moderner Gebäude scheint der Kreativität der Architekten heute kaum mehr Grenzen gesetzt zu sein. Modernste CAD-Programme, Statik-Software und die Visualisierung als 3D-Modelle erlauben heute fast jede erdenkliche Gebäudeform, die sich millimetergenau planen lässt. Diese immer komplexeren Gebäude bis in kleinste Detail auch vor Ort umzusetzen, ist für Vermessungsingenieure

eine große Herausforderung. Die Auswahl der richtigen Instrumente ist entscheidend, denn nur so kann die erforderliche Genauigkeit eingehalten und die Gebäudegeometrie vom Plan in die Wirklichkeit übertragen werden.

In der algerischen Hauptstadt Algier entsteht auf einer Fläche von etwa einem Quadratkilometer an der Mittelmeerküste ein riesiger Anlagenkomplex namens Medina. Ein ambitioniertes Projekt, mit dem das Land seine Modernität demonstrieren will. In der Mit-

Vorhangfassaden

Vorhangfassaden sind leicht und gewährleisten, dass die Gebäudehülle dicht ist, ohne dabei auf die Stabilität oder Statik des Gebäudes einzuwirken. Sie halten extremen Temperaturen stand, und schützen das Gebäude besser bei Erdbeben, Explosionen und Feuer. Außerdem lässt sich der Innenraum besser nutzen und ist von Licht durchflutet. Sie bestehen aus einem Rahmenwerk, meistens aus Aluminium, das mit großen Glasscheiben bestückt wird. Die wesentlichen Elemente der Fassade sind fast immer vorgefertigt und werden auf der Stirnseite der

te des Areals werden zwei 97 Meter hohe Gebäude in den Himmel ragen, die mit einer Vorhangfassade versehen werden.

Die Entscheidung für eine Vorhangfassade – insbesondere wenn sie vorgefertigt wird – erfordert eine baubegleitende Vermessung, idealerweise von Anfang an, denn Verschiebungen oder Verdrehungen der Stockwerke erlauben keine spannungsfreie Montage. Dadurch entstünden ungewollt höhere Kosten für Neuanfertigungen, ergänzende Beschaffung maßgefertigter Konsolen oder die Erweiterung bzw. Kürzung der Betondecken.

Das bauausführende Fassadenunternehmen wandte sich für die präzise Absteckung der Positionen der Fassadenkonsolen an Upgrade Topographie, ein kleines Ingenieurbüro mit Sitz in Capbreton im Südwesten Frankreichs, das sich seit seiner Gründung schwerpunktmäßig auf Ingenieurvermessung und Industrievermessung spezialisiert hat, und das bereits mehrere Projekte dieser Art erfolgreich umgesetzt hat. Upgrade Topographie errichtete zunächst auf dem Bauareal um die beiden Türme ein hochgenaues Festpunktnetz. Vermessungsingenieurin Julie Deléglise setzte bei allen Messungen dafür den hochpräzisen Tachymeter Leica TS30 mit einer Winkelgenauigkeit von 0,5" und 0,6mm Distanzgenauigkeit unter Berücksichtigung von Luftdruck, Luftfeuchtigkeit und Temperatur ein. Während der Netzmessungen wurden gleichzeitig auch die Punkte des Gebäudeskeletts erfasst, um die Ergebnisse der Bestandskontrolle später mit der Planung zu vergleichen. Nach

Betondecke auf Konsolen montiert, die nach einem bestimmten Muster sehr genau positioniert werden. Sie halten die Fassadenelemente fest und lassen bei der Montage nur wenig Spielraum. Daher gehört die Kontrolle der Gebäudegeometrien zu einer der wichtigsten Messaufgaben – dazu zählen die präzise Messung der Höhenunterschiede der Betondecken, die Ebenheit, und die vertikale Ausrichtung. Die Istwerte dürfen zum Entwurf im aktuellen Projekt höchstens bis zu zwei Zentimeter in jede Richtung abweichen.

der Netzberechnung wurden anschließend die Koordinaten in die lokalen Baustellensysteme der beiden Türme transformiert.

Bei ihren Messungen verlässt sich Upgrade Topographie auf das Original Zubehör von Leica Geosystems. «Wir gehen kein Risiko durch Verwendung von Zubehör von Drittanbietern ein. Bei der Positionierung der Vorhangfassade geht es um Millimeter, es müssen Distanzen und Höhen präzise übertragen werden.» Wie für viele Projekte dieser Art musste Upgrade Topographie ihren Kunden auch für das Medina-Projekt aktuelle Prüf- und Kalibrierzertifikate für den Leica TS30 vorlegen, die beim autorisierten Leica Geosystems Service angefordert wurden.

Für die Kontrolle der Gebäudegeschosse verwendet Upgrade Topographie bei vielen Aufträgen auf Basis der Netzknoten auch die Leica ScanStation C10, da die Modellierung in der Leica Cyclone Software einfacher ist und sich die Differenzen zum Soll hervorragend visualisieren lassen. «Dieser 3D-Laserscanner hat unsere Arbeitsmethode erheblich verbessert, und damit unsere Leistung erhöht, hauptsächlich bei der Abnahme der Baugeometrie», berichtet Julie Deléglise. Für dieses Projekt wurde jedoch kein Scanner, sondern ein Leica TS30 verwendet, mit dem im reflektorlosen Modus innerhalb zwei Tage 1.500 Punkte gemessen wurden, um die Gebäudegeometrie zu prüfen.

Die für die Vorhangfassade nötigen Konsolen lassen nach der Montage wenig Spielraum, um sie exakt auf



Über Upgrade Topographie

Vincent Hubert, der Gründer von Upgrade Topographie, hat sich mit seinem Unternehmen auf die Präzisionsvermessung und Industrievermessung einschließlich Präzisionsnivellements spezialisiert. Die Aufgaben sind breit gefächert, von der Industrievermessung in den Produktionshallen von Airbus, über die präzise Vermessung von Gleisanlagen bis hin zur Steuerung von Tunnelbohrmaschinen oder Belas-

tungstests. Obwohl das Ingenieurbüro erst vor zehn Jahren gegründet wurde, machte es sich dank der zuverlässigen Ausführung schnell einen Namen. Viele der Projekte führte Upgrade Topographie rund um den Globus, beispielsweise nach Algerien und Marokko, nach Angola, in die Dominikanische Republik und nach Qatar. Spezialisiert hat man sich auch auf Präzisionsmessarbeiten für Vorhangfassaden.

die Sollposition nachzusteuern. Die Konsolen müssen, wie im Plan vorgegeben, an die Stirnseiten der Betondecken angebracht werden. Auf diese werden dann passgenau die vorgefertigten Rahmengerüste für die später spannungsfrei einzusetzenden Glaselemente montiert.

«Bei der Übernahme der Messdaten in die digitalen Entwurfspläne stellten wir Differenzen in der Vertikalen des Gesamtgebäudes von bis zu fünf Zentimetern fest. Außerdem waren die Betondecken nicht eben genug. Auf einer Geschossdecke betrug die Abweichung vom tiefsten bis zum höchsten Punkt bis zu sechs Zentimeter!», erklärt Julie Deléglise. Mit der Bauleitung wurden dann die Änderungsmaßnahmen besprochen, um die Punkte innerhalb der Toleranzen abstecken zu können.

Die Standpunkte für die Absteckung wurden dabei auf jedem Geschoss mittels Freier Stationierung ermittelt und weitere Hilfspunkte auf Stativen mit einer Zwangszentrierung abgesetzt. Diese Punkte wurden mit der automatischen Zielerfassung gemessen. Die Erfahrung habe ihr gezeigt, dass diese Methode genauer sei als die manuelle Anzielung der Punkte, so Julie Deléglise. Mit dem Leica TS30 und einem Miniprisma wurden dann die Punkte in zwei Lagen in jedem Geschoss mit dem Absteckprogramm der SmartWorx Onboard-Software abgesteckt. Dieses Programm ermöglicht auch, bei der Absteckung den nächstgelegenen Punkt zu wählen, auf den sich das Instrument automatisch ausrichtet. «Diese Funktion ist sehr praktisch, denn sie spart erheblich Zeit. So konnten wir pro Tag 200 Punkte abstecken», erläutert Julie Deléglise. ■



■ Präzise Absteckung der Vorhangfassaden: Vermessungsingenieurin Julie Deléglise am Leica TS30.



Auf Goldsuche mit LiDAR

von Kevin P. Corbley

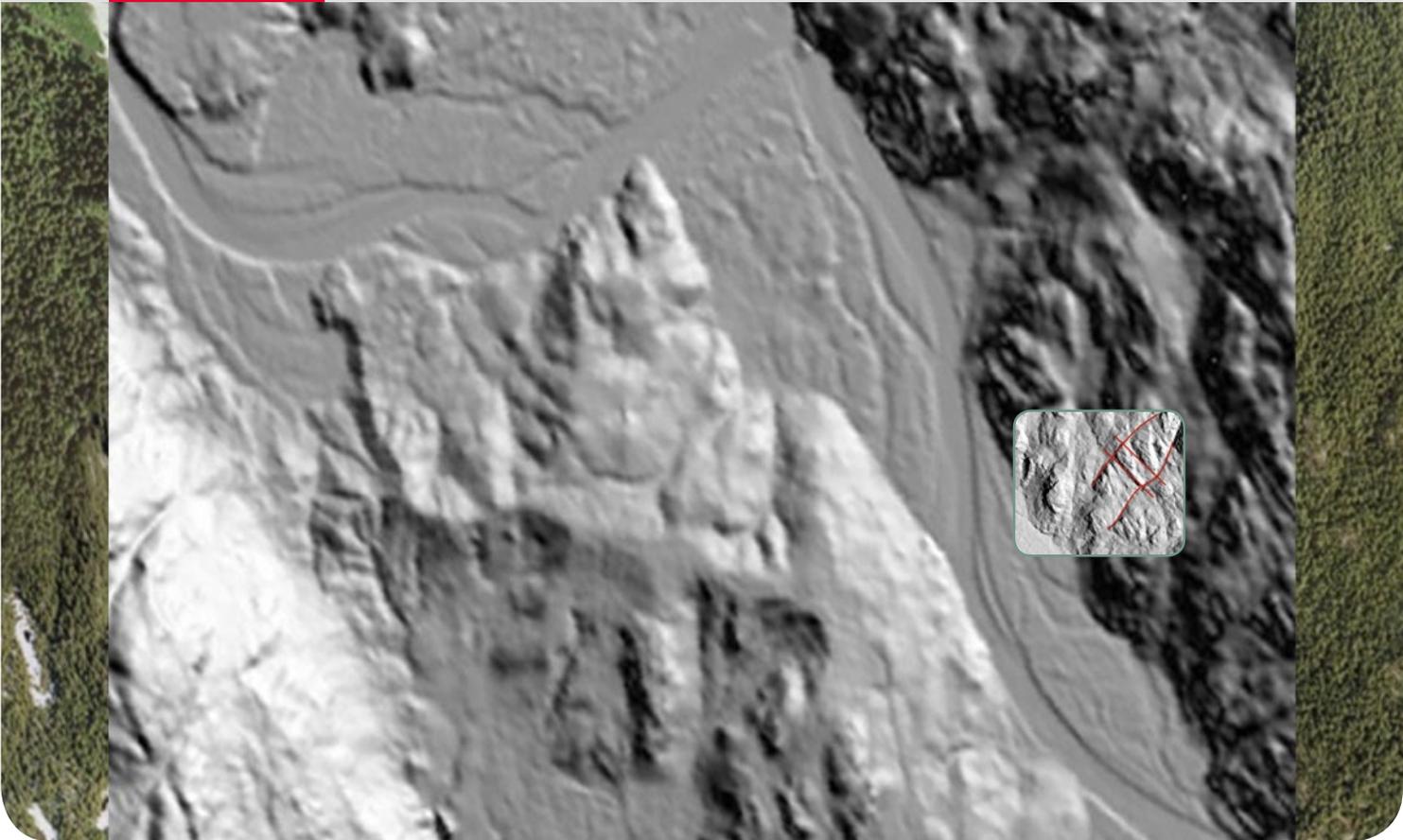
LiDAR ist eine schnelle und relativ kostengünstige Methode zur Sammlung topografischer Informationen aus der Luft, die für den Erfolg und die Sicherheit von Bergbautätigkeiten von entscheidender Bedeutung sein können. Das kanadische Ingenieur-, Kartierungs- und Vermessungsunternehmen McElhanney Consulting Services Ltd. entwickelte eigens für die Sondierungs- und Abbauphase im Bergbau zwei neue Bodenkartierungsverfahren und nutzte die LiDAR-Technologie in einer ersten Anwendung zur Erfassung von Oberflächenstrukturen und tektonischen Besonderheiten, die aufgrund der dichten Vegetationsdecke auf herkömmlichen Luft- und Satellitenbildern nicht erkennbar waren.

McElhanney überprüfte die Eignung von digitalen LiDAR-Höhenmodellen (DHM) des «nackten» Erdbo-

dens zur Ermittlung von Lineamenten und Verwerfungen in einem Goldabbaugebiet in der kanadischen Provinz British Columbia. Lineamente sind linienhafte Strukturen auf der Bodenoberfläche, die auf komplexe unterirdische geologische Strukturen hindeuten, darunter Verwerfungen, Brüche und andere Besonderheiten wie das Aufeinandertreffen unterschiedlicher Gesteinsarten. Mit einer Breite von manchmal nur einem halben Meter können sich Lineamente der Länge nach über mehrere hundert Meter erstrecken. Aufgrund ihrer Größe können solche Merkmale vom Boden aus schwierig zu erkennen sein. Aus der Luft sind sie jedoch, wenn sie von der Vegetation oder losem Sediment überdeckt werden, meist noch schwerer zu sehen.

«Lineamente geben Hinweise auf die Geologie unterhalb der Erdoberfläche und sind ein wertvolles Hilfsmittel für die geologische Kartierung – ein entscheidender Faktor für jedes Goldsuch- oder Abbau-





vorhaben», erklärt McElhanneys Projektmanager Dr. Azadeh Koohzare. «Geologen können diese Muster und den Richtungsverlauf dieser Strukturen interpretieren, da viele Goldvorkommen mit bestimmten geologischen Strukturen einhergehen. Diese Informationen nutzen sie bei der Auswahl und Priorisierung möglicher Erkundungsziele.»

Hohe Punktdichte ist erforderlich

Der Schlüssel zur Erfassung der verborgenen Oberflächengeologie ist ein leistungsfähiger luftgestützter Multipuls-Laserscanner oder LiDAR, erläutert Koohzare. McElhanney, das über drei Airborne-LiDAR-Scanner und zwei ADS-Digitalkameras, alle von Leica Geosystems, verfügt, hat das Projekt zur Kartierung der Lineamente mit dem Leica ALS60 begonnen und wechselte dann zum noch leistungsfähigeren 500 kHz-ALS70-HP-System.

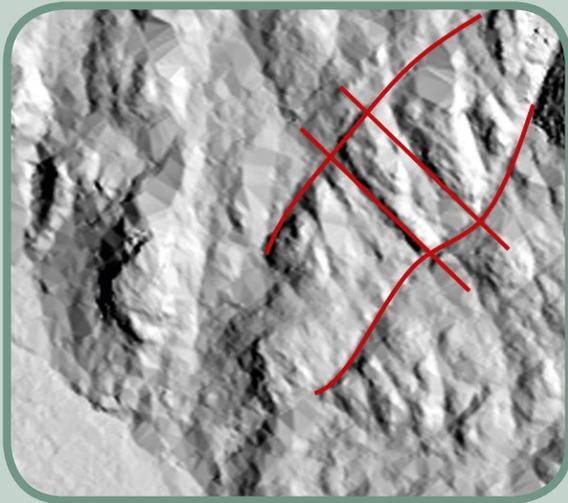
Diese LiDAR-Systeme bieten die erforderliche Mindestdichte von zwei Punkten pro Quadratmeter, die notwendig ist, um digitale Höhenmodelle mit einer Genauigkeit und Auflösung zu erstellen, die zur Darstellung der schmalen, linearen Oberflächenmerkmale ausreicht. Im Rahmen des Pilotprojekts in British Columbia erfasste McElhanney den LiDAR-Datensatz auf einer Höhe von 2.500 bis 3.000 Metern über der mittleren Meereshöhe. Bei der üblichen Messdaten-

verarbeitung wurden die auf die Vegetation zurückzuführenden Signale entfernt, um ein Höhenmodell des kahlen Erdbodens mit einer Vertikalgenauigkeit von 10 Zentimetern und einer Horizontalgenauigkeit von 30 bis 50 Zentimetern zu erzeugen.

«Das ALS-LiDAR von Leica Geosystems arbeitet mit einer hohen Pulsrate, damit sichergestellt ist, dass die Vegetation mit einer Punktdichte durchdrungen wird, die zur Erkennung von Lineamenten, die nicht mehr als 50 Zentimeter breit sind, ausreicht», sagt Koohzare. «Durch die hohe Leistungsfähigkeit können die dichten Punktdaten außerdem bei einer hohen Fluggeschwindigkeit erfasst werden, was Zeit und Geld spart.»

Bodensenkungen

McElhanneys Idee zur Beobachtung der Bodensenkung stammt aus Saskatchewan, wo Kalisalze abgebaut und zu Düngemitteln verarbeitet werden. Beim Abbau von Kalisalzen besteht eine höhere Gefahr von Bodensenkungen als beim Abbau vieler anderer Mineralien, da sich Kalisalzvorkommen in weichen Gesteinsformationen finden, deren Struktur zum Bau von Stollen äußerst ungeeignet ist. Infolgedessen müssen Kalisalz-Abbaugelände laufend auf Bodensenkungen über und in der Nähe der Grube überwacht werden.



■ Wird die Vegetation von den mit LiDAR erfassten Daten ausgeblendet, können Geologen anhand der Oberflächenstrukturen des kahlen Erdbodens mögliche Goldlagerstätten identifizieren.

«Bodensenkungen über der Mine weisen auf die Gefahr eines Einbruchs oder Einsturzes hin», erklärt Koozare und fügt hinzu, dass Senkungen und Hebungen in einer Umgebung von bis zu fünf Kilometern Entfernung vom Abbaubereich in alle Richtungen Probleme verursachen können. Abgesehen von der Gefahr für Mensch und Gerät in den Stollen können die Bodenbewegungen im betroffenen Bereich auch zu Schäden an Rohrleitungen, Straßen und Gebäudefundamenten führen.

Die Überwachung von Bodensenkungen in Kalibergwerken – und bei anderen Mineralienabbauvorhaben – erfolgt in der Regel mit herkömmlichen Bodenmessverfahren. Das ist teuer und zeitaufwändig. Nach hunderten erfolgreich abgeschlossenen LiDAR-Projekten, viele davon im Energie- und Bergbaubereich, ist McElhanney der Meinung, dass luftgestütztes LiDAR die schnellste und kostengünstigste Methode zur Überwachung der Bodensenkung ist.

Mit der Vertikalgenauigkeit von 10 Zentimetern, die bei der Erstellung von digitalen Höhenmodellen des mit den Leica ALS60- und ALS70-Laserscannern erzielt wird, können nennenswerte Bewegungen der Oberfläche nach oben oder unten, die auf eine mögliche Gefahr im Abbaubereich hindeuten, identifiziert werden. McElhanney empfiehlt die Erfas-

sung eines ersten Bezugsdatensatzes über jedem Abbaubereich und dann einen neuerlichen Überflug zur Datensammlung einmal pro Jahr. Wenn sich Senkungen zeigen, müssen häufigere Überwachungsflüge durchgeführt und gleichzeitig im Bergwerk Sicherungsmaßnahmen ergriffen werden.

Wie bei der Kartierung von Lineamenten ist auch hier die hohe Pulsrate des LiDAR-Sensors entscheidend, um die dichte Vegetationsdecke rund um das Abbaubereich zu durchdringen und extrem genaue Höhenmessungen zu erzielen, so Koozare.

Der Leica ALS70 ist einer der wenigen luftgestützten Laserscanner, der über die Leistung und Multipuls-Funktion verfügt, die digitale Höhenmodelle des nackten Erdbodens von der für derartige Bergbauanwendungen erforderlichen Qualität liefert. ■

Über den Autor:

*Kevin Corbley ist der Präsident von X-Media und der Leiter von Corbley Communications Inc., einem Unternehmen, das für Hightech-Firmen weltweit Dienstleistungen in den Bereichen Geschäftsentwicklung und strategische Kommunikation erbringt.
kevin@corbleycommunications.com*

@round the World

Für einen Fotowettbewerb forderten wir unsere Kunden auf, unter dem Motto «@round the world with Leica Geosystems» Anwendungsbilder mit Leica Geosystems Instrumenten auf Facebook (www.facebook.com/LeicaGeosystems) zu posten und ihren Favoriten zu wählen. Der Gewinn-

ner wurde mit dem robusten Leica DISTO™ X310 Handlaser-Distanzmesser belohnt. Eine Auswahl der zahlreich geposteten Fotos sehen Sie hier. Ein herzliches Dankeschön an alle Teilnehmer, die diesen Wettbewerb zu einem so großen Erfolg gemacht haben!





Zentrale

Leica Geosystems AG
Heerbrugg, Schweiz
Tel. +41 71 727 31 31
Fax +41 71 727 46 74

Australien

CR Kennedy & Company Pty Ltd.
Melbourne
Tel. +61 3 9823 1555
Fax +61 3 9827 7216

Belgien

Leica Geosystems NV
Diegem
Tel. +32 2 2090700
Fax +32 2 2090701

Brasilien

Comercial e Importadora WILD Ltda.
São Paulo
Tel. +55 11 3142 8866
Fax +55 11 3142 8886

China

Leica Geosystems Trade Co. Ltd.
Beijing
Tel. +86 10 8569 1818
Fax +86 10 8525 1836

Dänemark

Leica Geosystems A/S
Herlev
Tel. +45 44 54 02 02
Fax +45 44 45 02 22

Deutschland

Leica Geosystems GmbH Vertrieb
München
Tel. + 49 89 14 98 10 0
Fax + 49 89 14 98 10 33

Finnland

Leica Geosystems Oy
Espoo
Tel. +358 9 41540200
Fax +358 9 41540299

Frankreich

Leica Geosystems Sarl
Le Pecq Cedex
Tel. +33 1 30 09 17 00
Fax +33 1 30 09 17 01

Großbritannien

Leica Geosystems Ltd.
Milton Keynes
Tel. +44 1908 256 500
Fax +44 1908 256 509

Hongkong

Leica Geosystems Ltd.
Quarry Bay Hong Kong
Tel. +852 2564 2299
Fax +852 2564 4199

Indien

Elcome Technologies Private Ltd.
Gurgaon (Haryana)
Tel. +91 124 4122222
Fax +91 124 4122200

Italien

Leica Geosystems S.p.A.
Cornegliano Laudense
Tel. + 39 0371 69731
Fax + 39 0371 697333

Japan

Leica Geosystems K.K.
Tokio
Tel. +81 3 5940 3011
Fax +81 3 5940 3012

Kanada

Leica Geosystems Ltd.
Scarborough
Tel. +1 416 497 2460
Fax +1 416 497 8516

Korea

Leica Geosystems Korea LLC
Seoul
Tel. +82 2 598 1919
Fax +82 2 598 9686

Mexiko

Leica Geosystems S.A. de C.V.
Mexico D.F.
Tel. +525 563 5011
Fax +525 611 3243

Niederlande

Leica Geosystems B.V.
Wateringen
Tel. +31 88 001 80 00
Fax +31 88 001 80 88

Norwegen

Leica Geosystems AS
Oslo
Tel. +47 22 88 60 80
Fax +47 22 88 60 81

Österreich

Leica Geosystems Austria GmbH
Wien
Tel. +43 1 981 22 0
Fax +43 1 981 22 50

Polen

Leica Geosystems Sp. z o.o.
Warschau
Tel. +48 22 260 50 00
Fax +48 22 260 50 10

Portugal

Leica Geosystems, Lda.
Moscavide
Phone +351 214 480 930
Fax +351 214 480 931

Russland

Navgeocom
Moskau
Phone +7 495 781-7777, ext.217
Fax +7 495 747-5130

Schweden

Leica Geosystems AB
Sollentuna
Tel. +46 8 625 30 00
Fax +46 8 625 30 10

Schweiz

Leica Geosystems AG
Glattbrugg
Tel. +41 44 809 3311
Fax +41 44 810 7937

Singapur

Leica Geosystems Techn. Pte. Ltd.
Singapur
Tel. +65 6511 6511
Fax +65 6511 6500

Spanien

Leica Geosystems, S.L.
Barcelona
Tel. +34 934 949 440
Fax +34 934 949 442

Südafrika

Leica Geosystems Pty.Ltd.
Douglasdale
Tel. +27 1146 77082
Fax +27 1146 53710

Ungarn

Leica Geosystems Hungary Kft.
Budapest
Tel. +36 1 814 3420
Fax +36 1 814 3423

USA

Leica Geosystems Inc.
Norcross, GA
Tel. +1 770 326 9500
Fax +1 770 447 0710

VAE

Leica Geosystems FZE
Dubai
Tel. +971 4 299 5513
Fax +971 4 299 1966

Abbildungen, Beschreibungen und technische Daten sind unverbindlich. Änderungen vorbehalten. Gedruckt in der Schweiz.
Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Schweiz, 2012. 741801de - IX.12 - RVA

Leica Geosystems AG

Heinrich-Wild-Straße
CH-9435 Heerbrugg
Tel. +41 71 727 31 31
Fax +41 71 727 46 74

www.leica-geosystems.com

- when it has to be **right**

Leica
Geosystems