

Reporter 73

Das Magazin der Leica Geosystems





Vorwort

Von U-Bahn-Linien mit unterbrechungsfreiem Verkehr bis hin zu voll funktionstüchtigen Abwasserkanälen – wir wissen alle, dass eine funktionierende Infrastruktur für unser tägliches Leben von enormer Bedeutung ist. Die Weltbevölkerung wächst alle fünf Tage um eine Millionenstadt und Organisationen stehen beim Bau der lebensnotwendigen Infrastruktur-objekte vor vielen Herausforderungen.

Weltweit verwenden unsere Kunden verschiedenste Lösungen wie GIS, Laserscanner, mobile Kartierungssysteme oder sogar unbemannte Flugkörper (UAV), um wichtige Infrastrukturen zu bauen oder in einem einwandfreien Zustand zu erhalten.

Millionen von Pendlern sind täglich auf Verkehrsmittel angewiesen. Beim Bau der neuen U-Bahnlinie in Kopenhagen nutzen die Firmen Angermeier und SMT für die Sicherheit Totalstationen, um die Tunnelbauwerke und die darüber liegenden Häuser auf mögliche Verformungen zu überwachen. Das kalifornische Verkehrsministerium hat Leica ScanStations zur Erfassung von Abweichungen bei der laufenden Sanierung der Oakland Bay Bridge in San Francisco eingesetzt, die bei einem Erdbeben im Jahr 1989 schwer beschädigt worden war.

Immer mehr Städte übernehmen Konzepte einer Smart City. Als Beitrag zur Stadtentwicklung in Waldshut-Tiengen, hat die IngenieurTeam GEO GmbH Neubauten auf der Basis von mit dem UAV Aibot X6 erfassten Daten in 3D modelliert. Mit der mobilen Kartierungslösung Leica Pegasus:Two hat Severn Partnership Infrastrukturdaten der Autobahn M6 in England gesammelt, ohne die Straße sperren zu müssen.

Jeden Tag meistern unsere Kunden Herausforderungen, vor die sie die Infrastruktur stellt. Sie gestalten die Welt in ihrem ständigen Wandel, und ich bin stolz darauf, dass wir unseren Beitrag dazu leisten. Viel Spaß beim Lesen dieser Ausgabe!

Jürgen Dold
Präsident Hexagon Geosystems

INHALT

- 03 Revolution auf Rädern
- 06 Vom Scan zum Bestandsplan und ins GIS
- 09 So wichtig wie Daten erfassen: Aktive Kundenbetreuung
- 12 Hohe Sicherheit für Kopenhagens neue U-Bahn
- 16 London Power Tunnels: Datenintegrität in Echtzeit prüfen
- 19 Leica Captivate: Eine neue Ära in der Vermessung
- 22 High-End-Laserscanning unter der Elbe
- 26 3D-Ansichten einer antiken Stadt
- 28 Mit UAV Städte bauen
- 32 Bäume nachhaltig mit GIS pflegen und schützen
- 35 In unbekanntem Tiefen
- 38 Ein Haus zieht um
- 40 3D-Laserscanning: Aussagekräftige Daten in kurzer Zeit

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 31 31, reporter@leica-geosystems.com

Für den Inhalt verantwortlich: Konrad Saal (Manager Marketing Communications)

Redaktion: Konrad Saal, Katherine Lehmüller, Monica Miller-Rodgers

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), August 2015. Gedruckt in der Schweiz

Titelbild: © Severn Partnership
Mit Leica Pegasus:Two erfasst Severn Partnership Straßen und Sachdaten. Lesen Sie den Artikel auf Seite 3.



© Severn Partnership

Revolution auf Rädern

von Natalie Binder

Severn Partnership ist bestrebt, seinen Kunden Dienstleistungen unter Nutzung neuester Technologien anzubieten. Seit dem Erwerb des fahrzeuggestützten Datenerfassungssystems Leica Pegasus:Two hat das Ingenieurbüro mit Sitz in Shrewsbury in England diese innovative Technologie in einer Reihe von Infrastruktur- und Bauprojekten eingesetzt. Eines dieser Projekte war die Vermessung der viel befahrenen Autobahn M6. Ziel des Projekts war die Sammlung wichtiger Sachdaten für einen Risiko- und Wartungsstrategieplan. Die detaillierte Vermessung eines 17 Kilometer langen Abschnitts der M6 in den Midlands enthielt Fahrbahnbegrenzungen, Leitplanken, Objekte wie Verkehrsschilder und SOS-Telefone, Mittellinien, Mittelstreifen, Brückenelemente, Straßenlampen usw. Die Erfassung sollte der Verbesserung von Planungsgrund-

lagen dienen, um sicherzustellen, dass regelmäßige Wartungskontrollen zur Beseitigung von Schlaglöchern und zum Erhalt einer ebenen und sicheren Fahrbahnoberfläche durchgeführt werden können.

Mit der Vermessung der M6 waren riesige Herausforderungen verbunden. Eine Sperrung dieses Autobahnabschnitts kam nicht in Frage, und Zugangsbeschränkungen stellten ein ernsthaftes Problem dar, weil die Autobahn auch während der Datenerfassung für den Verkehr offen bleiben musste. Außerdem musste eine große Menge an Sachdaten entlang der Autobahn miterfasst werden. Mit klassischen Verfahren hätte dieses Unterfangen doppelt so lange gedauert als mit dem Pegasus:Two, denn er erfasst tausende von Messdaten in kurzer Zeit. Außerdem wäre die Datenerfassung auf der Autobahn mit großen Sicherheitsrisiken verbunden. Auch die Gesamtprojektkosten würden sich durch den Bedarf





© Severn Partnership

einer aktiven Verkehrsregelung während der Datenerfassung deutlich erhöhen.

Die beste Lösung für die Kartierung der M6

Severn Partnership setzte für die Erfassung der 3D-Daten Leica Pegasus:Two ein und konnte so dem Kunden schnell und mit großer Präzision 2D- und 3D-CAD-Pläne sowie eine vollständig registrierte Punktwolke des gesamten Streckenabschnitts zur Verfügung stellen. Punktwolken bestehen aus Millionen einzelner Koordinaten, die dort registriert werden, wo der Laserstrahl reflektiert wird, z.B. auf Brücken und Straßen. Sie können auch zum Extrahieren weiterer Informationen, zum Beispiel für GIS-Datenbanken, genutzt werden. Das System ist auf dem Dach eines Fahrzeugs montiert und sieben Kameras erfassen alle zwei Meter ein vollständiges 360°-Bild der Umgebung. Gleichzeitig zeichnet ein LiDAR-Scanner alle zwei Millimeter Straßenprofil-Daten auf. Alle Daten werden zu einer einzigen Datenwolke zusammengefasst und ein 3D-Modell erstellt.

Severn Partnership

Severn Partnership, ein Ingenieurbüro für Vermessung mit Sitz in Shrewsbury, England, wurde vor mehr als 30 Jahren gegründet. Die im gesamten Vereinigten Königreich sowie in Übersee tätige Firma setzt bei ihren Projekten modernste Messausrüstung wie motorisierte Totalstationen, 3D-Laserscanner und 3D-Modellierungssoftware ein. Ihre Dienstleistungen umfassen Geomatik, Bahnvermessung, die Vermessung von Versorgungsnetzen und die Gebäudedatenmodellierung (BIM), sowie Kompetenz und Erfahrung in allen Bereichen des Vermessungswesens.

Im Jahr 2014 erwarb das Unternehmen die neue mobile Kartierungslösung Pegasus:Two von Leica Geosystems und ist damit das zweite Unternehmen weltweit, das diese neue Technologie einsetzt. Mit Leica Pegasus:Two kann Severn Partnership eine Million Punkte pro Sekunde in einem Umkreis von 120 Metern erfassen und erhält so präzise Vermessungsdaten in kürzester Zeit. Die mobile Kartierung ermöglicht Severn Partnership die gleichzeitige Erfassung von kalibrierten Bilddaten und Punktwolken.

Das Ergebnis ist die Direkterfassung aller Elemente, wodurch sich eine komplizierte Nachbearbeitung der gesammelten Daten erübrigt und somit Zeit und Ressourcen gespart werden.

Eine neue Welt an Möglichkeiten

Das von Leica Geosystems fahrzeuggestützte Kartierungssystem Pegasus:Two hat enorme Vorteile, besonders bei Infrastrukturprojekten wie der M6. Der Verkehr wird nicht eingeschränkt und es sind keine Sperrungen notwendig, weil das Fahrzeug mit dem Pegasus:Two im fließenden Verkehr «mitrollt» – lediglich mit dem Unterschied, dass es raumbezogene 3D-Daten sammelt. Die mobile Kartierungsmethode ist um Vieles sicherer, weil Messteams nicht mehr auf der Straße stehen und unter Zeitdruck in sicherheitsgefährdender Umgebung arbeiten müssen.

Die Datensammlung erfolgt außerdem schneller und mit höherer Geschwindigkeit. Mit traditionellen Methoden wie terrestrischen Laserscannern wür-



© Severn Partnership

■ **Leica Pegasus:Two erfasst die Straße und die Umgebung sicher ohne Straßensperrung.**

den zwei Teams für die Erfassung der Autobahn und allen Sachdaten entlang des 17 Kilometer langen Abschnitts der M6 mehrere Monate benötigen. Mit Hilfe des Leica Pegasus:Two konnte Severn Partnership bereits nach zwei Wochen detaillierte Daten für den Kunden bereitstellen. Eine schnellere Datensammlung bedeutet, im Vergleich zu traditionellen Methoden, eine Kosteneinsparung von 60 Prozent für den Kunden. Mit der Kombination aus LiDAR und Photogrammetrie konnten außerdem größere Bereiche abgedeckt und genauere, komplettere Daten auf effizientere Weise erfasst werden.

«Für Severn Partnership ist es wichtig ist, in neueste Technologien zu investieren, damit wir weiterhin unseren Kunden den besten Service bieten können. Pegasus:Two ist eine der präzisesten mobilen Kartierungslösungen auf dem Markt und kommt ohne Installation von Kontrollpunkten aus», sagt Mark Combes, Geschäftsführer von Severn Partnership. «Wir werden das System auf einigen Fahrzeugen einsetzen,

wie z.B. Autos, Kleinbusse, Roadrailer, Straßenbahnen etc., um so viele Sachdaten und Umgebungen zu scannen wie möglich.»

Die Welt der Vermessung befindet sich mitten im Wandel und die Kombination mehrerer Technologien ist ein riesiger Schritt nach vorne, den Severn Partnership sehr begrüßt und zugunsten seiner Kunden einsetzt. Die mobile Kartierung ermöglicht die schnelle Datenerfassung, reduziert Kosten und Sicherheitsrisiken, und bietet optimalen Mehrwert für den Kunden. ■

Über die Autorin:

*Natalie Binder ist Marketing Communications Manager bei Leica Geosystems Ltd.. Die Firma hat ihren Sitz in Milton Keynes im Vereinigten Königreich.
natalie.binder@leica-geosystems.com*



Vom Scan zum Bestandsplan und ins GIS

© EPP

von Ulrich Epp

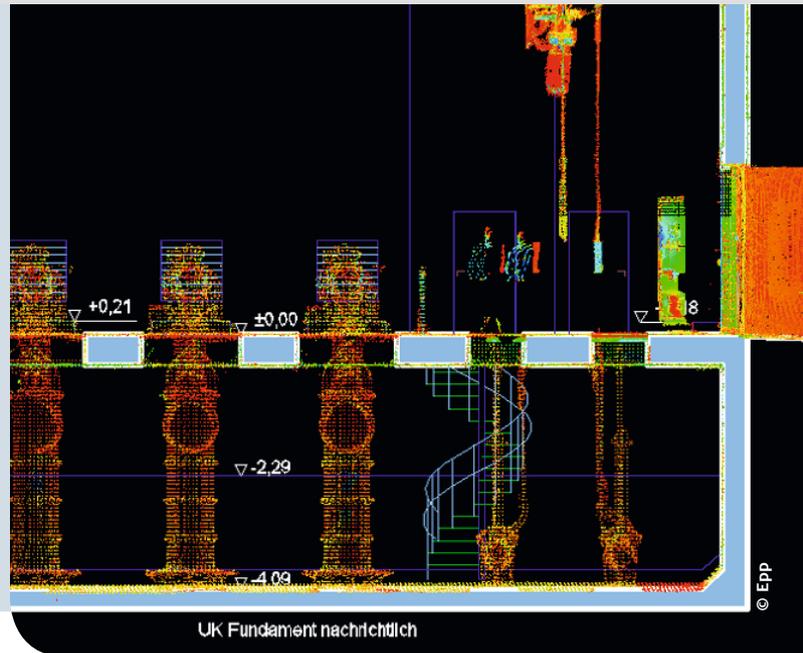
Für den Einsatz von 3D-Laserscannern ergeben sich ständig neue Einsatzbereiche. Viele unterirdische Bauwerke, insbesondere im Kanalbau, sind so beengt oder unzugänglich, dass ein tachymetrisches oder händisches Aufmaß nahezu unmöglich ist. Mit der Leica ScanStation P20 und einem eigens entwickelten Adapter für ein Schachtstativ konnten bereits in vielen Projekten solche Bauwerke wirtschaftlich, exakt

und vor allem sicher erfasst werden. Mit Leica CloudWorx für AutoCAD konnten dem Auftraggeber nicht nur die Bestandszeichnungen mit allen Details übergeben werden. Die Scans machten es sogar möglich, die fotorealistische Darstellung der Punktwolken zur Inspektion und Maßentnahme über das Internet in das GIS-System zu übertragen.

Viele Kanalbauwerke sind in die Jahre gekommen und Sanierungsmaßnahmen stehen an. Die Bauzeich-

Bestandsplan aus der Punktwolke

Punktwolken bieten eine noch nie da gewesene Detailgenauigkeit und erlauben das Erstellen von 2D-Plänen oder 3D-Modellen, basierend auf präzisen und umfassenden Informationen. So entstehen intelligente Bestandsmodelle für Anwendungen im Hoch- und Tiefbau, im Anlagenbau und Rohrleitungsbau. Bei Umbauprojekten können neue 3D-Entwürfe auf mögliche Überlagerungen mit Punktwolken bestehender Strukturen geprüft werden. Die Kollisionsprüfung hilft bei verschiedensten Projektphasen zeitliche und finanzielle Einsparungen zu erzielen.



nungen – falls noch vorhanden – weichen durch die ergänzten Umbauten oft vom tatsächlichen Bestand ab. Es fehlen zuverlässige Bestandspläne. Das Aufmaß von Kanalbauwerken ist aufwändig und unbequem durch die meist sehr engen Verhältnisse in den Bauwerken. Auch der Aufenthalt darin ist nicht ungefährlich: glitschige Böden, Infektionsgefahr durch Keime und giftige Gase sind nicht zu unterschätzen. Ohne Gasspürgerät und Absturzsicherung ist ein solches Objekt nicht zu betreten. Eine Bestandsaufnahme dieser engen Bauwerke lässt sich wirtschaftlich nur mit dem Einsatz moderner 3D-Laserscans durchführen.

Ein Scanner von hoher Qualität und das richtige Zubehör

Für diese schwierige Aufgabe konnte nur ein Scanner von hoher Qualität eingesetzt werden. Die ScanStation P20 von Leica Geosystems ermöglicht kurze Messdistanzen in den engen Bauwerken und bietet auch bei nassen Wänden eine hohe Datenqualität.

Für die Vermessung der unterirdischen Schachtbauwerke mit dem Laserscanner wurde das Schachtstativ der Firma Nedo mit über Kopf hängendem Scanner eingesetzt. Möglich macht dies eine Platte, die am Scanner und an das Pendant am Überkopfstativ montiert wird. Dieser Adapter ist extra dafür ausgelegt, den 3D-Laserscanner über Kopf zu fixieren.

Vor dem Scannereinsatz wurde ein Passpunktnetz mit dem Leica GG12 GNSS-Empfänger und dem Satellitenpositionierungsdienst SAPOS bestimmt und weiter mit der Leica TCRP1202 Totalstation verdichtet.

Nach der Einmessung des Punktes über dem Kanalschacht wurde der Scanner am Schachtstativ in das Bauwerk herabgelassen, um einen Scan durchzuführen. In größeren Kanalbauwerken wurde wieder das klassische Stativ eingesetzt.

Bisher mussten hierfür jedoch zahlreiche kleine Schrauben gelöst werden, was sich in einem Schacht unter schlechten Lichtverhältnissen nicht einfach durchführen lässt. Aus diesem Grund wurde zusammen mit der Fa. Goecke aus Schwelm der Nedo-Adapter weiterentwickelt, sodass er sowohl über Kopf als auch aufrecht stehend verwendet werden konnte. Diese Kombination aus hängendem und stehendem Scanner reduziert damit den Zeitaufwand in den durch giftige Gase gefährdeten Bauwerken erheblich.

Die Scans wurden im Büro mit der Auswertesoftware Leica Cyclone georeferenziert und zu einer Punktwolke verknüpft. Mit Leica Cloudworx für AutoCAD wurden anschließend die gewünschten Grundrisspläne und Schnittzeichnungen erstellt.

Die Punktwolke ins GIS holen

Mit Leica Cyclone PUBLISHER können die Punktwolken zur fotorealistischen Darstellung im Webbrowser aufbereitet werden. Über die kostenlose Software Leica TruView wurde die fotorealistische Darstellung der Punktwolke dem Auftraggeber über das Internet im städtischen Geoinformationssystem zur Verfügung gestellt, um die Bauwerke zu inspizieren und Maße zu entnehmen.

Die Stadtbetriebe Hennef, eine Anstalt des öffentlichen Rechts, nutzen diese Technik um die Punkt-



wolke im Kanalinformationssystem novaKANDIS, ein modernes Kanalmanagementsystem basierend auf Esri ArcGIS®, bereitzustellen. Darin können die Mitarbeiter des Fachbereiches Abwasser über den Web-Client WEGA-MARS@novaKANDIS komfortabel über Hyperlinks auf die Punktwolken zugreifen.

«Der Anwender selektiert hierzu einfach ein Objekt und kann über das sich öffnende Stammdatenfenster auf die Punktwolke via Internet Explorer zugreifen», erläutert Bernhard Lodewick, Abteilungsleiter Datenverwaltung und Vermessung im Fachbereich Abwasser der Stadtbetriebe Hennef.

Über die Standortübersicht KeyPlan kann einfach und schnell mit TruSpace der gewünschte Scannerstandpunkt ausgewählt und der Webbrowser gestartet werden. Durch Anklicken des Standpunktsymbols innerhalb der TruView-Anwendung ist ein komfortabler Wechsel zwischen den Betrachtungspunkten möglich. ■

Über den Autor:

Ulrich Epp ist Diplomingenieur und Geschäftsführer des Ingenieurbüros Epp in Siegburg.

info@vermessung-epp.de

Pumpenanlage mit Bemaßung und Hyperlinks

Leica TruView stellt eine von einem 3D-Laserscanner erzeugte Punktwolke für das Web optimiert dar. Um eine fotorealistische Darstellung zu ermöglichen, werden von der Scannerposition aus mit einer Digitalkamera mehrere Fotos mit einem Fischaugenobjektiv aus verschiedenen Positionen mit unterschiedlichen Belichtungszeiten aufgenommen. Das so aus einer Belichtungsreihe erzeugte HDR-Bild (High-Dynamic-Range-Bild oder Hochkontrastbild) ist naturgetreuer als eine Einzelaufnahme. Die Aufnahmen werden zu einer Panoramaansicht zusammengesetzt und anschließend für die Texturierung der Punktwolke

weiterverarbeitet. Es entsteht eine farbige Punktwolke, die es dem Anwender ermöglicht die Daten fotorealistisch zu betrachten, in jede beliebige Richtung zu drehen und zu vergrößern, Koordinaten sowie Maße abzugreifen und ohne 3D-Kenntnisse die Punktwolke nachhaltig zu nutzen. Es können auch durch vordefinierte Hyperlinks Informationen an beliebiger Stelle abgerufen werden. Die Maße und Hyperlinks werden direkt in der Grafik angezeigt. Abschließend können sie zur effektiven Kommunikation mit Projektbeteiligten oder Dienstleistern geteilt werden.





active >>
Customer Care

So wichtig wie Daten erfassen: Aktive Kundenbetreuung

Mit dem rasanten Fortschritt von Messtechnologien stehen Vermessungsingenieure heute einer Reihe von Herausforderungen gegenüber: kurzfristige Einsätze, Zeitdruck, hohe Genauigkeit, schnelle Reaktion auf Planänderungen, Umgang mit komplexen Konstruktionen, Zertifikate für die Qualitätssicherung usw. Damit sie so produktiv und effizient wie möglich arbeiten können, müssen Kunden heute schnell den Technischen Support erreichen können und ihnen professionelle Schulungen angeboten werden. Lawrence Dixon, Leiter des After-Sales-Service der Vertriebsregionen Europa, Naher Osten und Afrika, gibt im Interview Auskunft, was Leica Geosystems ihren Kunden hinsichtlich Kundenservice und -support bietet und warum das Unternehmen auch nach dem Verkauf einen hohen Wert auf ein positives Kundenerlebnis legt.

Was gehört zu Ihrem Aufgabenbereich?

Ich bin für sämtliche Aspekte des Kundenservice nach dem Verkauf zuständig. Hierzu muss ich dafür Sorge tragen, dass Kunden im Feld schnell und unkompliziert mit unseren erfahrenen technischen Experten kommunizieren können, dass die Ausrüstung auf dem neuesten Stand und in einwandfreiem Zustand ist, und dass erstklassige Schulungsmöglichkeiten angeboten werden. Um erfolgreich zu sein, arbeiten wir eng mit unseren Endkunden zusammen und stellen im Rahmen unseres aktiven Kundenbetreuungsprogramms «Active Customer Care» eine Reihe von Service- und Supportpaketen zur Auswahl, um die Anforderungen unseres diversen Kundenstamms erfüllen zu können. Kurz gesagt: wir wollen sicherstellen, dass unsere Kunden noch lange nach dem Kauf eine außergewöhnlich gute Erfahrung mit Leica Geosystems haben. Es ist meine Aufgabe, dafür zu sorgen, dass genau das geschieht.



Warum ist für diesen Aufgabenbereich eine dedizierte Rolle nötig?

Diese spezielle Rolle für die Kundenbetreuung ergab sich aus dem anhaltenden Verkaufserfolg unserer Messtechnologien. Die Nachfrage an technischem Support wuchs ganz organisch mit dem Wachstum unseres Unternehmens. Für uns war es von Anfang an wichtig, einen gleichbleibend hohen Standard für das Kundenerlebnis und die Produktleistung zu bieten, egal, wo sich der Kunde befindet. Der Kundenservice steht im Mittelpunkt der Unternehmenskultur von Leica Geosystems, die Kundenorientierung ist Teil der Unternehmenswerte von Hexagon.

Unsere Kunden stehen im täglichen Leben vielen Herausforderungen gegenüber, wie z.B. Zeitdruck, Bedarf an zuverlässigen Geräten, Datenübertragung und Zertifikate für Instrumente, und dass wir umgehend auf ihre Anfragen eingehen und umfassenden Support bieten. Es ist äußerst wichtig, einen ausgezeichneten und geschulten Technischen Support zu haben, der sich den Anfragen unserer Kunden annimmt und sie schnell und zuverlässig löst.

Warum ist Kundenservice nach dem Verkauf so wichtig?

Wenn wir der Hersteller der zuverlässigsten, innovativsten und robustesten Messlösungen sein wollen, müssen wir einen Mehrwert bieten, der über Hardware und Software hinausgeht. Der von uns angebo-

tene Support und Service ermöglicht unseren Kunden, in Kürze wieder produktiv arbeiten zu können und stellt sicher, dass ihre Instrumente reibungslos funktionieren. Nur so kann maximale Produktivität gewährleistet werden.

Wie haben sich die Anforderungen der Kunden geändert?

Als Verbraucher erwarten wir eine schnelle Reaktion, insbesondere wenn wir ein Problem mit einem Produkt oder Service eines Unternehmens haben und eine Lösung brauchen. Das Gleiche gilt für unsere Kunden. Sie arbeiten oft unter Hochdruck und wenn sich Probleme ergeben, müssen diese schnell gelöst werden. Lösungen müssen schnell bereitgestellt werden und das ist der größte Unterschied im Vergleich zu früher.

Was bietet Leica Geosystems hinsichtlich Kundenservice und -support nach dem Verkauf?

Wir bieten eine umfassende aktive Kundenbetreuung nach dem Verkauf, um unsere Kunden vor Ort zu unterstützen. Mit dem Active-Customer-Care-Konzept bieten wir eines der umfassendsten Service- und Support-Netzwerke weltweit und bieten unseren Kunden Mehrwert in drei Kategorien: «produktspezifisch», d.h. Wartung, Reparatur und Kalibrierung der Hardware; «personenspezifisch» durch technische Unterstützung, Schulungen und Kommunikation mit unseren Kunden, und «workflow-spezifisch», z. B. durch den GNSS-RTK-Positionierungsservice Smart-Net. Hier investieren wir in Personal und in zusätzliche Technologien, um den besten Service und den besten Technischen Support in unserer Branche bieten zu können.

Woher wissen Sie, ob Sie den Kunden das geben, was sie brauchen?

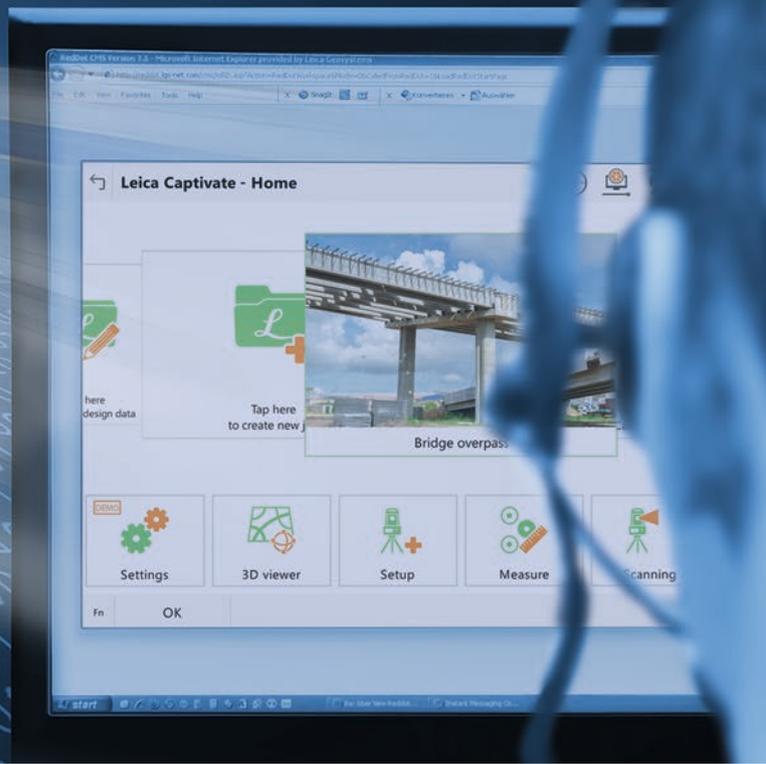
Wir hören auf unsere Kunden. Wir nehmen ihre Bedürfnisse ernst und reagieren schnell auf ihre Anfragen. Kundenbefragungen sind ein effizientes Mittel, um Feedback über die Erfahrungen mit uns zu erhalten und Vorschläge umzusetzen. Dadurch erhalten wir quantitative und qualitative Informationen, anhand derer wir unseren Fortschritt messen und den Service fortlaufend verbessern können.

Haben sich technologische Entwicklungen auf den Technischen Support ausgewirkt?

In den letzten Jahren wurde riesige Fortschritte im Bereich Softwareservices und IT-Infrastruktur



■ Ein Supportingenieur schult einen Kunden am GPS-Rover.



■ **Leica Active Assist erlaubt den direkten Zugriff auf den Feld-Controller des Kunden durch einen Supportingenieur.**

gemacht. Wir können jetzt erweiterten Support vor Ort bieten und dabei maximale Sicherheit gewährleisten. Zum Beispiel ermöglicht Leica Active Assist einem Supportingenieur den Fernzugriff auf ein Gerät am Einsatzort, damit er dem Kunden Schritt für Schritt Anweisungen zur Lösung des Problems geben kann. Active Assist ist einmalig in der Branche. Damit können wir unseren Kunden helfen, ihre täglichen Herausforderungen zu meistern. Leica Exchange ist eine weitere Innovation, mit deren Hilfe Benutzer Daten vom Feld ins Büro und zurück schnell und sicher übertragen können.

Wie unterscheiden sich die Erfahrungen mit dem Kundenservice- und support von Kunde zu Kunde?

Hoffentlich gar nicht! Genau wie wir hoffen, dass unsere Vermessungsinstrumente immer die gleiche hohe Leistung erbringen, gleichgültig wer sie einsetzt. Wir sind stets bestrebt, eine optimale Kundenbetreuung zu leisten, egal, wer der Kunde ist oder wo er sich befindet. Sicher ist das eine Herausforderung für ein weltweites Unternehmen, aber genau das meinen wir mit unserem Slogan «- when it has to be right». Das ist das Ziel, an dem wir täglich arbeiten.

Ein wichtiges Tool dieses Ziel zu erreichen ist das myWorld-Kundenportal. Mit diesem Online-Service erhalten unsere Kunden sofortigen Zugriff auf Gebrauchsanweisungen und Schulungsmaterial. Sie können dort auch Supportanfragen einreichen.

Weiterhin können unsere Kunden den Status ihrer Geräte abfragen, wenn sie sich zur Wartung oder zur Reparatur in einem unserer Servicezentren befinden, damit sie ihre nächsten Messaufträge optimal planen können.

Was glauben Sie wird in Zukunft Ihre größte Herausforderung sein?

Es ist sehr wichtig, dass die Qualität unseres Kundenservice und -supports weltweit und von Land zu Land einheitlich ist. Deshalb investieren wir fortlaufend in zusätzliche Ressourcen in unseren Support- und Servicezentren, damit wir unseren Kunden immer besseren Zugang und kürzere Durchlaufzeiten bieten können, was auch für unsere Vertriebspartner gilt. Ich freue mich sagen zu können, dass unser Unternehmen weiter wächst, so dass wir fortlaufend Initiativen entwickeln und implementieren, um mit der Nachfrage Schritt zu halten. Es ist also ein «angenehmes» Problem. ■

Weitere Informationen zu Active Customer Care finden Sie unter www.leica-geosystems.com/de/acc

Lawrence Dixon ist Leiter des After Sales Service. Er trat dem Unternehmen im April 1999 bei und bekleidete diverse Funktionen im Vertrieb, bevor er seine derzeitige Position im Januar 2013 antrat.



Hohe Sicherheit für Kopenhagens neue U-Bahn

von Dieter Heinz

Die Metro Kopenhagens gehört zu den modernsten U-Bahnen der Welt. Um die Infrastruktur in der dänischen Hauptstadt zu verbessern, erweitert Kopenhagen nun sein bestehendes Metro-System um zwei Drittel durch den Bau des neuen Metro-Ringes «Cityringen». Neben den existierenden Linien M1 und M2 kommen nun die Linien M3 und M4 hinzu. Tunnelbaumaßnahmen in einer solchen Größenordnung im Herzen einer alten Stadt beherbergen ein großes Risikopotential aufgrund von ungünstigen geologischen Bedingungen, geringen Überdeckungen und der Nähe zur bestehenden Bebauung. Um die Standsicherheit während den gesamten Bauphasen zu sichern, werden verschiedene geodätische und geotechnische Messsysteme zur automatischen Überwachung eingesetzt, um mögliche Deformationen rechtzeitig zu entdecken und sofortige Gegenmaßnahmen einleiten zu können. Dafür spielen insbesondere automatisierte 3D-Messsysteme eine wichtige Rolle, die an allen Stationen, Schächten und entlang der Tunnelstrecken installiert sind.

Die neuen Linien umfassen 17 neue Metrostationen, drei Schächte mit Gleiswechselanlagen und ein neues Wartungszentrum. Die komplette Strecke von ca. 15,5 Kilometern Länge verläuft in jeweils zwei parallelen Tunnelröhren im Untergrund von Kopenhagen. Mit den neuen Linien werden endlich der Hauptbahnhof (København H) und Ostbahnhof (Østerport) an das Metronetz angeschlossen. Wie schon die bestehende, wurde auch die neue Metro als fahrerloses vollautomatisches System konzipiert.

Die Gesamtkosten für das Projekt belaufen sich auf rund zwei Milliarden Euro. Bauherr dieses Großprojektes ist das Transportministerium von Kopenhagen und der Kommune Frederiksberg, vertreten durch Metro-selskabet I/S. Ausführendes Konsortium ist ein italienisches Joint Venture, bestehend aus Salini/Impregilo Tecnimont und SELI – Copenhagen Metro Team (CMT).

Ein Joint Venture aus GEODATA Ziviltechnikergesellschaft mbH und ANGERMEIER INGENIEURE GmbH erhielt den Auftrag für das Monitoring des kompletten Projektes und gründete eigens eine neue Firma SMT Denmark ApS, um diese gewaltige Aufgabe zu erfüllen.



Aufgaben von SMT Denmark ApS

Die SMT Denmark ApS ist mit dem geodätischen und geotechnischen Monitoring beauftragt. Dazu gehören Präzisionsnivellements, Konzeption, Aufbau und Betreuung automatisierter 3D-Monitoring-Systeme, der Einbau und die Betreuung automatischer Inklinometer, Dehnungsmessgeber, Extensometer und Schlauchwaagen-Messsysteme. Darüber hinaus muss von SMT Denmark ApS auch die zentrale Projektdatenbank KRONOS betreuen, in die alle Messergebnisse und unter anderem auch alle 30 Sekunden Maschinendaten der vier Tunnelbohrmaschinen (TBM) übertragen und gespeichert werden. Fast 30 Mitarbeiter widmen sich vollumfänglich den Monitoring-Aufgaben im Cityringen-Projekt.

Überwachung der Bebauung an den Baugruben und entlang der Tunnelstrecken

Im Januar 2012 wurde begonnen sukzessive alle im Bau befindlichen Metrostationen und Schächte mit automatisierten 3D-Messsystemen auszustatten. Die beiden Tunnelröhren werden parallel mit den vier TBM aufgefahren. Dabei befahren jeweils zwei Maschinen versetzt einen bestimmten Streckenabschnitt im neuen U-Bahn-Ring.

Seit Sommer 2013 werden die Tunnelstrecken während der TBM-Fahrten mit den Messsystemen ausgestattet. Dabei wurden die einzelnen Totalstationen zu Netzwerken zusammengefasst, um die Prädiktion der möglichen Setzungen durch den Planer (auch «Zones of Influence» genannt) sicher abdecken zu können. Dabei werden bis zu acht Leica TM30 Totalstationen zu Monitoring-Systemen zusammengefasst, die zentral von einem PC aus über WLAN angesteuert und überwacht werden.

Monitoring-Instrumente von Leica Geosystems

Beide Muttergesellschaften von SMT Denmark ApS sind langjährige und überzeugte Kunden von Leica Geosystems. Deshalb fiel die Wahl des Lieferanten für die geodätischen Messinstrumente und das Zubehör gleich zu Beginn des Projektes auf den Schweizer Premiumhersteller. Über die Projektlaufzeit hinweg zeigte sich, dass dies wie bei früheren Projekten erneut eine sehr gute Wahl war. Die Messinstrumente laufen mit einer so hohen Genauigkeit, dass das 3D-Messsystem und die redundanten Nivellementmessungen, die mit dem Leica DNA03 und 2 m-Invarlatten durchgeführt wurden, auf einen halben Mil-





■ Ein Tunnelbohrmaschine kommt an einer der U-Bahnstationen in Kopenhagen an.

limeter zusammen passen. Die hohe Qualität der Messergebnisse trägt maßgeblich zum Gelingen des Projektes bei.

60.000 geräuschlose Messungen pro Tag

Die Standardmessfrequenz liegt bei zwei Stunden für alle automatisiert messenden Systeme. In kritischen Situationen wird die Messfrequenz in Abhängigkeit der jeweils zu messenden Punktzahl auf eine Stunde oder 30 Minuten reduziert.

Ein besonderer Fall ergab sich bei der Überwachung der bestehenden Metroröhre, als die TBM die Tunnelröhre kreuzen sollte. Hier musste die Messfrequenz für zehn Punkte sogar auf 90 Sekunden erhöht werden, um permanente Rückmeldungen über Setzungen an der Passage geben zu können.

Die Software Observer, eine firmeneigene Software der ANGERMEIER INGENIEURE GmbH, steuert alle Tachymeter an. Grobe Fehler eliminiert sie dabei bereits während jeder Messung automatisch innerhalb eines Messzyklus. Anschließend werden alle Messwerte an eine Ausgleichung übertragen und ausgewertet. Liegen die Ergebnisse im geforderten Genauigkeitsbereich, werden die Koordinaten und das Protokoll in die KRONOS-Datenbank übertragen, eine Software der GEODATA Ziviltechnikergesellschaft mbH. Kommt es zu einem Ausfall der

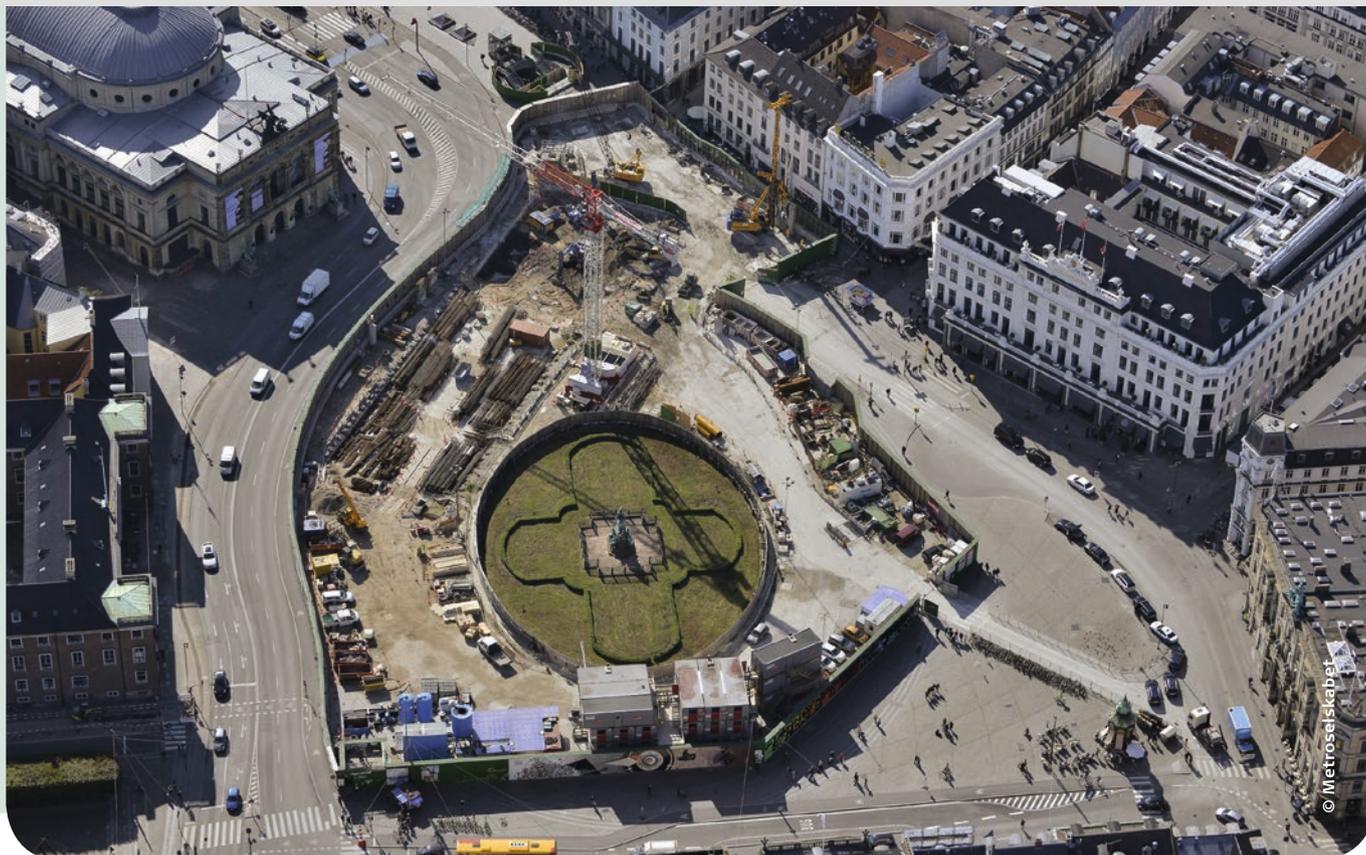
Datenübertragung oder werden interne Warn- und Alarmstufen überschritten, wenn zum Beispiel die Kompensatorwerte außerhalb unseres vorgegebenen Genauigkeitsbereichs liegt, erfolgen unverzüglich und automatisch Alarmmeldungen an den vordefinierten internen Personenkreis.

Bis Dezember 2014 wurden an den 21 neuen Bauwerken 72 Leica TM30 Totalstationen installiert. Entlang der Tunnelstrecken laufen im Schnitt bis zu 21 Totalstationen parallel, die ca. vier Monate nach Fertigstellung eines Abschnittes abgebaut und vor dem neuen Abschnitt wieder aufgebaut werden. Zusammen mit den Totalstationen wurden über 4.000 Prismen installiert. Pro Tag werden ca. 60.000 Prismen gemessen, insgesamt wurden bislang über 44 Millionen 3D-Messungen durchgeführt, analog dazu gab es auch 600.000 manuelle Nivellement-Messungen.

Erwähnenswert ist hier sicher die äußerst geringe Geräuschentwicklung der Leica Geosystems Totalstationen. Sie könnten sogar problemlos direkt neben Schlafzimmerfenstern installiert werden, ohne die Anwohner um ihren wohlverdienten Schlaf zu bringen.

Durchgehende Betreuung der Totalstationen

Für die Betreuung der Totalstationen sind vier Mitarbeiter permanent im Einsatz. Zu ihren Aufgabenbe-



■ Luftbildaufnahme einer Baustelle der neuen U-Bahnlinie in Kopenhagen.

reich gehört das Beheben auftretender Störungen bei einzelnen Systemen und das Installieren neuer Systeme auf den Stationen und Tunnelabschnitten. Nach erfolgter Passage zweier Tunnelbohrmaschinen müssen sie die Sensoren wieder abnehmen. An den im Bau befindlichen Metrostationen sind die 3D-Systeme noch in Betrieb.

Alle Rechner sind von einer Hauptzentrale über Fernzugriff zugänglich, was sich vorteilhaft bei Störungen auswirkt. Ist das Problem via Fernwartung nicht zu beheben, begibt sich ein Trupp vor Ort auf die Suche. Viele solcher Störungen werden durch Bautätigkeiten an den Stationen verursacht, wie z.B. unterbrochene Stromversorgungen oder stark eingeschränkte Sichtverbindungen zu den Kontrollpunkten und Monitoringprismen durch die großen Baumaschinen.

Für die Montage der Prismen und der Totalstationen hat SMT Denmark ApS sich eine eigene Hebebühne auf einem 3.5-Tonnen-LKW zugelegt. Nur so ist man flexibel und kann binnen kurzer Zeit Auf- und Abbauten durchführen oder Geräte für die Wartung tauschen.

Erfahrene Teams – zuverlässige Systeme

Ein so großes Monitoring-Projekt zum Wohle und zur Sicherheit der Bewohner von Kopenhagen und aller

Beteiligten zu betreiben ist eine große Herausforderung für das gesamte Team und die Messsysteme.

Was das Team betrifft, ist hier viel Erfahrung erforderlich. Interne Abläufe werden ständig optimiert. Auch die Softwarekomponenten im Observer unterliegen kontinuierlichen Anpassungen aufgrund geänderter Anforderungen an dieses komplexe Monitoring-Projekt.

Auf Instrumentenseite werden allerhöchste Ansprüche an Qualität, Zuverlässigkeit und Präzision gestellt. Ebenso wie an die Mitarbeiter, die flexibel auf alle auftretenden Störungen schnell und sicher reagieren. Mit den TM30 Monitoring-Sensoren von Leica Geosystems haben wir den perfekten Partner für diese gewaltige Aufgabe gefunden. ■

Über den Autor:

*Dieter Heinz ist Dipl.-Ing. TU für Vermessung, verantwortlicher Projektleiter im Projekt «Cityringing of Copenhagen» und angestellt bei SMT Denmark ApS.
dieter.heinz@smt-geomonitoring.dk*

London Power Tunnels: Datenintegrität in Echtzeit prüfen

von Konrad Saal

Im Rahmen des siebenjährigen Projekts «London Power Tunnels» will der britische Energie-netzbetreiber National Grid die Zukunft der Stromversorgung in der Hauptstadt des Verei-nigten Königreichs sicherstellen. Zur Verbes-erung der hierzu notwendigen Infrastruktur musste ein ganzes Tunnelnetzwerk für die neue unterirdische Stromversorgung gebaut werden, das sich über ganz London erstreckte. National Grid beauftragte die Costain Group, eines der führenden Hoch- und Tiefbauunternehmen im Vereinigten Königreich, mit dem Tunnelbau. Die Costain Group setzte dafür die Leica Nova MS50 MultiStation zum Scannen der Tunnels sowie die TMS Tunnelscan-Software von Amberg Techno-logies ein, um die während des Projekts erfass-ten Daten direkt im Tunnel auszuwerten.

Es war bereits zu Beginn des Projektes klar, dass das Vermessungsteam eine Reihe von Hürden überwin-den musste. Das Projekt umfasste den Bau eines 33 Kilometer langen in Abschnitten unterteilten Tunnel quer durch die Innenstadt Londons, einschließlich das Abteufen von 14 Schächten und mit Spritzbet-on ausgekleideten Kammern. Das Ausgraben von

Zugangsstollen in der Umgebung eines stillgelegten Milchlagers erwies sich als eines der problematischs-ten Aufgaben, weil die Spritzbetonschicht von einem vier Meter Tunneldurchmesser in acht Meter hohe elliptische Segmente übergingen.

Nigel Drayton, verantwortlicher Vermessungsin-genieur des Projektes, der mit der Ausgrabung der Zugangsstollen des Milchlagers beauftragt war, kom-mentierte: «Beim Übergang der Stollen zur ellipti-schen Form war es sehr schwierig für das menschi-



■ 3D-Punktwolke auf dem Display der MultiStation.



che Auge Ungenauigkeiten an der Form des Tunnels festzustellen. Wir mussten sicherstellen, dass wir die erforderlichen Toleranzen beim Vortrieb erreicht hatten und etwa einen Zentimeter vom fertigen Profil entfernt waren.»

Wie so oft, mussten die Tunnels so schnell wie möglich fertiggestellt werden, um Störungen von anderen Vortriebsarbeiten zu vermeiden. Aus diesem Grund stand auch ein herkömmliches Scannen nicht zur Debatte. «Die Datenverarbeitung hätte einfach zu lange gedauert», erklärt Drayton. Das Team musste eine Alternative finden, die präzise Scandaten innerhalb des erforderlichen Zeitrahmens liefern konnte.

Da die Ingenieure der Costain Group bereits früher mit Instrumenten von Leica Geosystems gearbeitet und gute Erfahrungen gemacht hatten, wurde entschieden, die MultiStation einzusetzen, um meterlange Tunnelabschnitte in Abständen von einem Zentimeter zu scannen. Die Daten wurden anschließend in die TMS Tunnelscan-Software von Amberg Technologies importiert, die die exakten Ausbruchprofile in Abständen von zehn Zentimetern auf der Tunnelachse in nur etwa zehn Minuten bereitstellte. «Auf diese Weise konnten wir schnell erkennen, ob Bereiche, die außerhalb des Toleranzbereichs lagen, erneut bear-

beitet werden mussten, bevor wir die Arbeit fortsetzten», fügte Drayton hinzu.

Sobald das Tunnelprofil mit dem Entwurf übereinstimmte, wurde der Spritzbeton aufgebracht. Während der Spritzbeton noch bearbeitet werden konnte, wurde mit der Nova MS50 MultiStation erneut geprüft, ob der neu ausgekleidete Tunnel die erforderliche Dicke aufwies. Die erfassten Daten konnten außerdem für die Baudokumentation gespeichert werden.

Exakte Tunnelprofile

Mit Hilfe der Nova MS50 MultiStation konnten genaue Tunnelprofile schneller erstellt werden. Dank des nahtlosen Workflows und der integrierten Messtechnologie konnten die notwendigen Scan- und Analyseprozesse effizient und präzise durchgeführt werden. Da weniger Bauabfall anfiel und weniger Nacharbeit erforderlich war, konnten sowohl die Costain Group als auch National Grid Zeit und Kosten sparen.

Amberg Technologies ist ein langjähriger Partner von Leica Geosystems, und die Nova MS50 MultiStation lässt sich nahtlos in TMS Tunnelscan integrieren. «Die MultiStation ließ sich sehr einfach bedienen und der technische Support war einmalig», sagte Drayton



Die Amberg Technologies AG entwickelt seit mehr als 30 Jahren anwenderfreundliche Systemlösungen für die georeferenzierte Informationserfassung und -verarbeitung für den Infrastrukturbau. In den Bereichen Bahnvermessung, Tunnelvermessung, Tunnelinspektion und Tunnelseismik bietet das Schweizer Unternehmen praxiserprobte Produkte und kundenspezifische Dienstleistungen an.

Für die begleitende Vermessung im Tunnelbau kommen die Applikationen unter dem Namen TMS Solu-

tion zum Einsatz. Sie ermöglichen die exakte Vermessung des Tunnelprofils – inklusive Soll-Ist-Vergleich in Echtzeit – und die automatische Steuerung der Vortriebsarbeiten. Darüber hinaus gehören auch die lückenlose Analyse und Dokumentation der Dimensionen, Verformungen und des Zustands eines Tunnelbauwerkes zu den Einsatzgebieten von TMS Solution.

abschließend. «Die strukturelle Integrität des Tunnels ist absolut unabdingbar und die mit den Instrumenten von Leica Geosystems erreichte Genauigkeit gewährleistet eine Qualitätssicherung, auf die wir uns verlassen können.»

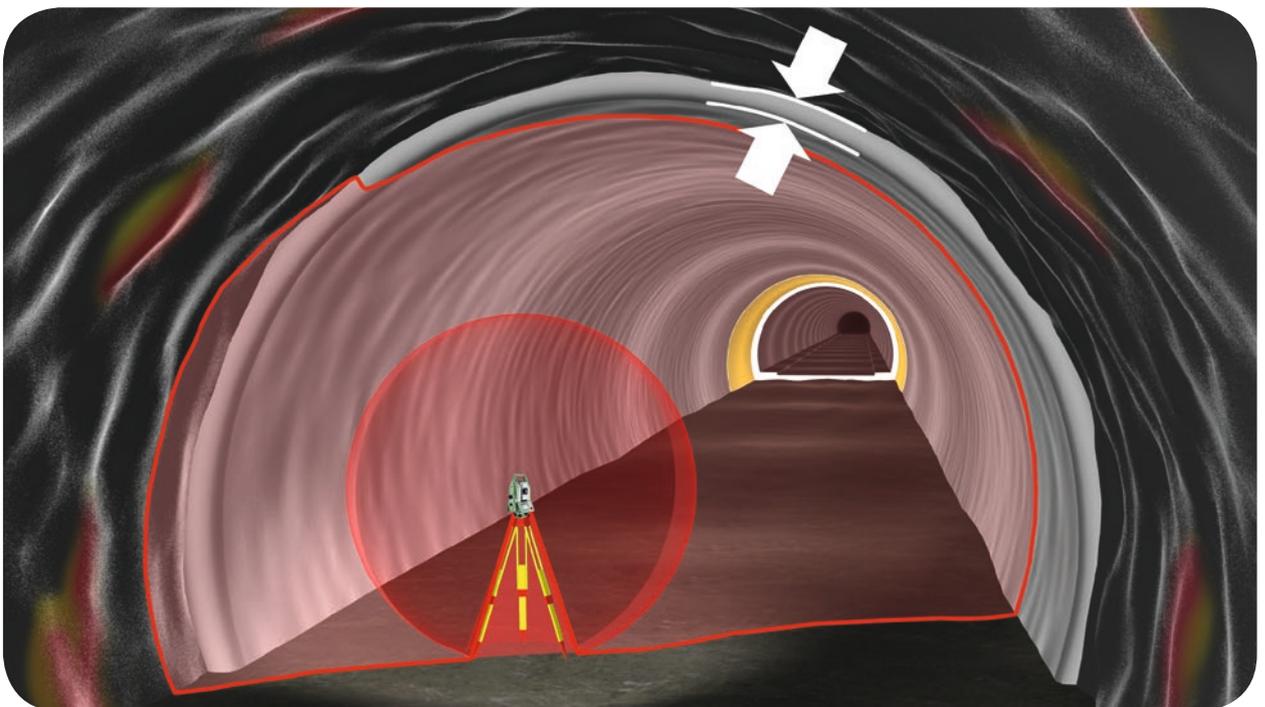
Die präzise Messtechnologie und intuitive Software der Nova MS50 MultiStation ermöglicht es Benutzern, schneller fundierte Entscheidungen über einen umfassenden Anwendungsbereich hinweg zu treffen. Es ist das erste Messsystem der Welt, das Scanning, Totalstation, Bildverarbeitung und GNSS-Positi-

onierung in einem einzigen Instrument vereint und so schnelle und verlässliche Ergebnisse liefert. Im Jahr 2013 erhielt die Costain Group den Preis in der Kategorie «Innovativster Einsatz neuer Messtechnologie» (Most Innovative Use of New Survey Technology) beim London Power Tunnel-Projekt. ■

Über den Autor:

Konrad Saal ist Vermessungsingenieur und Leiter für Marketing Communications bei Leica Geosystems AG in Heerbrugg, Schweiz.

konrad.saal@leica-geosystems.com



■ TMS Tunnelscan und Amberg Navigator unterstützen das Scannen und liefern Ergebnisse in Echtzeit.



Leica Captivate: Eine neue Ära in der Vermessung

von Monica Miller-Rodgers, APR

Als Shawn Crawford vor mehr als 24 Jahren seine Vermessungskarriere mit einem Theodolit begann, war sein Traum noch weit davon entfernt Wirklichkeit zu werden: Job- und 3D-Modelle einfach am Instrument zu bearbeiten und zu verwalten. Begriffe wie «Touchscreen» und «Apps» waren noch nicht einmal Teil des Vokabulars. Wie alle Vermessungsingenieure kämpfte er damit, aus den Daten den größtmöglichen Wert aus einem Projekt zu schöpfen.

Fast zweieinhalb Jahrzehnte später ist eine neue Generation von Vermessungsingenieuren aktiv: Von ihnen wird nicht nur erwartet, dass sie Winkel- und Entfernungsmessungen durchführen, sondern sie müssen auch Daten verwalten und im Rahmen ihrer täglichen Routine mit 3D-Formaten arbeiten. Hierzu gehört nicht nur die Koordinatenerstellung für ein Projekt sondern das Modellieren des gesamten Designs. Dank fortgeschrittener Messtechnologien wie moto-

risierten Totalstationen und 3D-Laserscanning arbeitet der moderne Vermessungsingenieur mit vielen besseren, aber auch einer Fülle an Daten – Daten, dessen Informationen sorgfältig analysiert werden müssen, damit sie von echtem Nutzen sind.

Dieser Prozess erfordert Detailarbeit und kann beträchtliche Zeit und Sorgfalt in Anspruch nehmen. Im Laufe der Jahre hat die Komplexität der Messungen zugenommen und Vermessungsingenieure haben von den Benutzeroberflächen aus lediglich mit unvollständigen Darstellungen der Realität am Vermessungsort gearbeitet. Oft musste man zurück ins Feld, weil man im Büro bemerkte, dass Punkte nicht gemessen wurden; es war schwierig, die korrekten Projektdaten in der unübersichtlichen Datenmenge zu finden – mit all diesen Herausforderungen sind Vermessungsingenieure nur allzu sehr vertraut.

Daten erfassen neu erleben

Leica Geosystems hat auf Kunden wie Crawford gehört, Smartphone-Trends analysiert und darauf



aufbauend Leica Captivate entwickelt: die Software mit Berührungstechnologie und anpassbaren Apps für viele Messinstrumente wie Totalstationen, MultiStations und GNSS-Rover. Sie ermöglicht es Vermessungsingenieuren und anderen Fachleuten durch eine Kombination neuer Methoden für das Codieren und Erstellen von Linien interaktive 3D-Modelle zu erstellen, dessen gewünschte Ansicht der Benutzer nach Belieben vergrößern, verschieben und schwenken kann.

«Von unseren Kunden haben wir immer wieder gehört, dass es ihnen vor allem auf die einfache Bedienung ankommt. Mit früherer Feld-Software war das nicht immer einfach und uns war klar, dass unter Zeitdruck arbeitende Ingenieure eine Software brauchten, die ihnen die Art und Weise erleichtern würde, wie sie auf vor Ort gesammelte Daten zugreifen», sagt Alastair Green, Programmdirektor für Feld-Controller und Feld-Software bei Leica Geosystems. «Zu den Alltagsaufgaben unserer Kunden gehören das Codieren und Erstellen von Linien sowie das Abstecken von Punkten und Linien. Für ein positives Kundenerlebnis ist es sehr wichtig, dass wir diese fundamentalen Aufgaben so leicht und komfortabel wie möglich machen. Mit den benutzerfreundlichen Apps und der Berührungstechnologie von Leica Captivate können Anwender jetzt Zeit, Geld und Aufwand sparen, indem sie erstmalig aus Objektdaten realistischste und bearbeitbare 3D-Modelle erstellen, was bislang in keiner Feld-Software möglich war.»

Leica Captivate ermöglicht gemessene Punkte, 3D-Modelle und sogar Punktwolken zu einem einzigen Bild darzustellen. Mit dieser neuen Funktionalität haben Benutzer die Datenerfassung vollständig unter Kontrolle, so dass keine Punkte ausgelassen und kostspielige Nacharbeiten vermieden werden.

Crawford, Assistant Regional Director der Vermessungsabteilung bei ESE Consultants in Boston und Beta-Tester von Leica Captivate, sieht den besonderen Vorteil darin, die Vollständigkeit einer Vermessung bereits vor Ort zu prüfen, anstatt zum Herunterladen der Daten ins Büro zurückkehren zu müssen.

«Durch die Einführung von 3D-Scans in der Multi-Station und der Möglichkeit, das 3D-Modell in alle Richtungen drehen zu können, hat Leica Geosystems einen riesigen Sprung nach vorne gemacht. Auf diese



Weise können Vermessungsteams die Daten schon im Feld ansehen und auf Fehler und Unvollständigkeit überprüfen, bevor sie ins Büro zurückkehren», erklärte er. «Damit vermeidet man, jemanden zurückschicken zu müssen, weil Daten fehlen.»

Die ersten selbstlernenden Messinstrumente der Welt

Leica Captivate verbessert außerdem die Leistung der neuesten Generation von Leica Viva und Nova Totalstationen und der neuen Nova MultiStation. Durch die verbesserte Automatische Zielerfassung ATRplus bleiben diese Instrumente jetzt auch unter den widrigsten Umständen auf das gleiche Ziel fixiert.

Mit optimierter Sensortechnologie erkennt die ATRplus-Funktion irrelevante Objekte im Feld, wie z. B. Reflektoren, grelles Licht und Regen und schließt sie automatisch als Ziel aus. Falls es zu einer Unterbrechung der Sichtlinie kommt, kann ATRplus das Ziel schnell wieder fixieren.

«Es ist der erste Schritt in Richtung künstliche Intelligenz bei motorisierten Totalstationen», sagt David Dixon, Programmdirektor für Totalstationen bei Leica Geosystems. «Bei Vorgängermodellen war die



■ **Leica Captivate erhöht die Performance der neuen Leica Viva und Nova Totalstationen sowie der MS60 MultiStation.**

Fixierung unter widrigen Bedingungen wie Regen oder Hitzeflimmern manchmal schwierig. ARTplus gibt dem Anwender die Gewissheit, dass sie auch unter schwierigsten Umständen die richtigen Informationen erhalten, so dass sie sich auf kritische Aufgaben konzentrieren können.»

Leica Captivate umfasst neben der neuen Nova MS60 MultiStation und den Totalstationen Nova TS60, Viva TS16 auch den Feld-Controller CS20 und das CS35 Feld-Tablet. Beide bieten Fernzugriff auf die MultiStation und die Totalstationen und verfügen über größere Displays als bisher, um die Visualisierung und die Bedienung über die Wisch-/Tippfunktion zu verbessern.

Eine umfassende Lösung

Nachdem sich Vermessungsingenieure und andere Fachleute seit Jahren mit 2D-Darstellungen ihrer Projekte begnügen mussten, gibt Leica Captivate ihnen jetzt die Möglichkeit, mit der gesamten erfassten Datenrealität zu arbeiten. Durch die Integration dieser neuen Software in die Präzisionsinstrumente ergibt sich eine umfassende Lösung – für das Messen, Kontrollieren, Abstecken und Scannen. Aufgrund der realistischen 3D-Modelle sowie der einzigartigen

Zielverfolgung können erfahrene Vermessungsspezialisten ebenso wie Neulinge darauf vertrauen, dass kein Punkt mehr vergessen wird.

Für Crawford und Vermessungsingenieure der neuen Generation erfüllen technologische Neuerungen wie Leica Captivate alle Anforderungen der modernen Vermessung. Die Branche befindet sich im steten Wandel und dementsprechend ändern sich auch die Bedürfnisse von Vermessungsexperten.

«Mit Leica Captivate sind wir jetzt auf dem Stand der Technologie, die wir im täglichen Leben bereits einsetzen. Wie bei Smartphones, sind wir in der Lage, Apps mit Bildern zu versehen und mit diesen Apps durch Wischen und Umschalten zu interagieren», sagt Crawford. «Wir können unsere Daten sofort nach der Erfassung vor Ort visuell prüfen und müssen nicht warten, bis wir wieder im Büro sind.» ■

Über die Autorin:

Monica Miller Rodgers, APR, ist Spezialistin für Integrierte Marketingkommunikation und Senior Writer bei Hexagon Geosystems.

monica.miller-rodgers@hexagon.com

High-End-Laserscanning unter der Elbe

von Konrad Saal

Rund 28 Meter unter der Wasseroberfläche der Elbe liegt eines der zentralen Infrastrukturbauwerke Nordeuropas: der Hamburger Elbtunnel. Als Teil der Autobahn A7 verbindet er den südlichen mit dem nördlichen Teil der Hansestadt Hamburg und die skandinavischen Länder mit den europäischen Metropolen. Seine Länge beträgt rund 3,3 Kilometer, davon verlaufen etwa 1.000 Meter unterhalb des Flussbetts. Bis zu 145.000 Pkw und Lkw passieren in Spitzenzeiten täglich die vier Röhren des Tunnels. Um die Sicherheit dieses wichtigen Verkehrsweges auch in Zukunft zu gewährleisten, wurden von 2009 bis 2013 die drei älteren Tunnelröhren saniert – nach den aktualisierten Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln. Der Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung beauftragte in diesem Zusammenhang Dr. Hesse und Partner Ingenieure (dhp:i) mit der Dokumentation aller Tunnelröhren durch kinematisches 3D-Laserscanning. Ziel war, dem Tunnelbetrieb des Elbtunnels (LSBG, Landesbetrieb für Straßen Brücken und Gewässer) nach

der umfangreichen Modernisierung aktuelle und präzise Bestandsunterlagen zur Verfügung zu stellen.

Die gewonnenen georeferenzierten Informationen werden unter anderem für die Wartung und Instandhaltung sowie zur Unterstützung der Prozesse rund um das Planen, Entwerfen, Errichten und Verwalten des Elbtunnels und als Basis für ein zukünftiges Building Information Modelling (BIM) benötigt.

Neben der Tunnelgeometrie müssen dazu auch alle Objekte und Betriebsmittel im Tunnel mit wenigen Zentimetern Genauigkeit erfasst werden. Dazu zählen Versorgungs- und Sicherheitseinrichtungen wie verkehrstechnische Einrichtungen, Notausgänge, Fluchtwegbeschilderungen, Notrufnischen, Brandschutzeinrichtungen, Betriebsnischen, Beleuchtungsanlagen, Lüftungsschächte, Kameras, Lautsprecher sowie Sensoren der Verkehrstelematik und Betriebstechnik, insgesamt über 200 unterschiedliche 3D-Objekte.

Auswahl des geeigneten Verfahrens

Wegen der entscheidenden Bedeutung des Elbtunnels für den Verkehr in und um Hamburg durften



sich durch die Vermessung nur minimale Sperrzeiten ergeben. Damit war von vornherein klar, dass die Tätigkeiten in der verkehrsschwachen Zeit zwischen 20 Uhr abends und 5 Uhr morgens stattfinden mussten und jeweils nur eine Tunnelröhre gesperrt werden durfte.

Die Vermessung wurde vom Auftraggeber explizit mittels kinematischem Laserscanning ausgeschrieben. Im Laufe der Ausschreibung wurden mehrere fahrzeuggebundene und mobile Scansysteme verschiedener Anbieter evaluiert. Am Ende des Auswahlprozesses stand die Entscheidung für das ProScan T-Series System der p3d systems GmbH, das unter anderem durch die einfache Integrierbarkeit der Leica ScanStation P15, hohe Erfassungsgeschwindigkeiten und eine hochpräzise Objekterfassung überzeugt.

«Das von dhp:i verwendete kinematische Scansystem garantiert uns nicht nur höchste Genauigkeiten und eine vollständige Erfassung des gesamten Tunnelbauwerks. Wir haben darüber hinaus auch die Sicherheit, dass wir uns auf die Datenqualität verlassen und gleichzeitig die Sperrzeiten für diesen wichtigen Tunnel minimieren können», so Dipl.-Ing. Bernhard

Cieslik, als Leiter für kommunale Vermessung beim Landesbetrieb Geoinformation und Vermessung verantwortlich für dieses Projekt.

Das kinematische ProScan T-Series System – das T steht für das Tracking mittels Totalstationen – ist ein von Hand geführtes, fahrbares Laserscanning-System. Auf einem Trolley sind eine inertielle Messeinheit (IMU) und ein serienmäßiger Laserscanner wie die Scanstation P15 adaptiert, hinzu kommt ein Tablet-PC zur Datenerfassung und Steuerung. Für die präzise Positionierung sorgten in diesem Projekt Leica TS30 und Leica Viva TS15i Totalstationen, die das auf dem System montierte Prisma mit etwa 8 Messungen pro Sekunde verfolgen.

Zu den Vorteilen dieser Erfassungsmethode gehört zum einen die direkte Referenzierung des Systems durch das Verfolgen mit den Totalstationen. Eine Auslegung von Passpunkten wie bei Kfz-basierten Systemen notwendig, entfällt dadurch. Zum anderen überzeugt die hohe Genauigkeit der Punktwolke bei gleichzeitig sehr hoher Auflösung sowie die Möglichkeit, die Daten schon kurz nach der Messung – also «on site» – zu prozessieren und zu kontrollieren.



Schon die ersten Prognoserechnungen ergaben, dass man mit dieser Lösung pro Nacht je eine Tunnelröhre hochauflösend erfassen können.

Die Messung – pro Nacht ein Tunnel

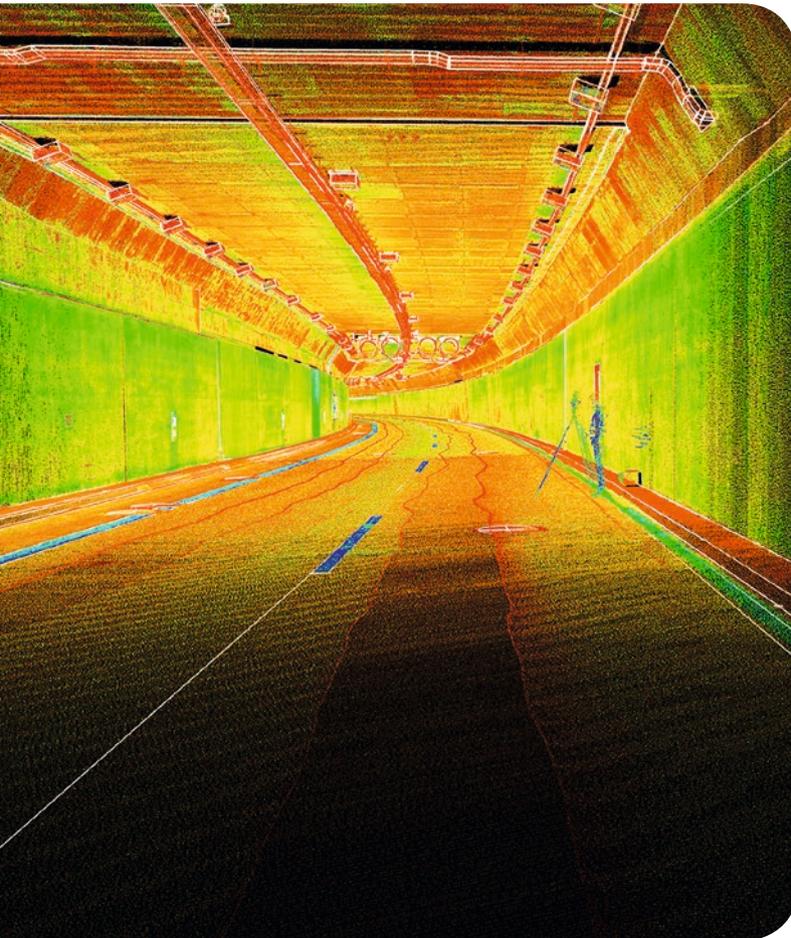
Die Vermessung der vier Tunnelröhren fand in vier Nachteinsätzen statt. Dabei sorgten die intensive Vorplanung und das detaillierte Messkonzept für einen reibungslosen Ablauf sowohl bei der Datenerfassung als auch bei der Auswertung. Die anvisierte Zeitspanne von neun Stunden pro zu vermessender Tunnelröhre konnte bereits bei der ersten Messung deutlich unterschritten werden.

Im Rahmen des Scannings vor Ort sollten nicht nur die Tunnelwände sondern auch sämtliche Einbauten wie Schilder und Lüftungsanlagen vollständig erfasst werden. Hierzu wurde die Tunnelröhre in zirka 300 Meter lange Abschnitte unterteilt, die innerhalb von etwa 40 Minuten zweimal im Hin- und Rückweg gescannt wurden.

Durch die doppelte Erfassung konnten nicht nur alle Verschattungen beseitigt werden sondern es wurde auch nachgewiesen, dass durch das kinematische Laserscanning in diesem Projekt Genauigkeiten von besser als zehn Millimeter erreicht werden konnten.

Um das kinematische Scansystem möglichst effizient und ohne Unterbrechung einzusetzen, waren die Aufgaben der drei Projektmitarbeiter vor Ort genau aufeinander abgestimmt. Ein Mitarbeiter bewegte hierbei das ProScan kontinuierlich entlang der 300m langen Abschnitte des Tunnels, während die beiden anderen Mitarbeiter mit ihren zwei Totalstationen abwechselnd für die genaue Zielverfolgung des Systems sorgten. Stillstandzeiten gab es somit nur zu Beginn und Ende der Messung sowie beim Tausch der Akkus.

Zur Stationierung der Totalstationen konnte das im Tunnel in Lage und Höhe vorhandene Festpunktfeld genutzt werden, das vom Landesbetrieb Geoinfor-



Bereitstellung der Daten nach festgelegten Normen

Viele Bundesländer nutzen für Infrastruktur- und andere Bauprojekte standardisierte Datenmodelle. Die darin beschriebenen Inhalte regeln Normierungskataloge, die allen mit diesen Informationen arbeitenden Fachbereichen einheitliche Daten liefern sollen.

Der Hamburger Normierungskatalog beschreibt seit 2008 einen detaillierten Standard für digitale Datenbestände der Verkehrsplanung. Der Katalog regelt insbesondere die Datenstruktur sowie das Datenformat und die Signaturierung. In dieser Norm werden zum Beispiel die Layerstruktur, die Layernamen sowie die Linientypen und Blöcke oder Schraffuren und Bemaßungen definiert.

Als Erweiterung des zweidimensionalen Hamburger Normierungskataloges wurden bei diesem Projekt alle zu modellierenden CAD-Objekte sowie die vollständige Tunnelgeometrie in 3D konstruiert.

mation und Vermessung eingerichtet wurde und üblicherweise für Beweissicherungsmessungen sowie bei Baumaßnahmen genutzt wird.

Die Geschwindigkeit, mit der das System durch den Messingenieur entlang des Tunnels bewegt wurde, war auf die erforderliche Objektauflösung abgestimmt. Aufgrund zahlreicher kleiner Objekte an den Tunnelwänden musste ein Messpunktabstand von besser als zwei Zentimetern gewährleistet werden, woraus sich eine Scangeschwindigkeit von 0,5 Metern pro Sekunde ergab.

«Obwohl wir bereits eine zweistellige Anzahl an Projekten mit diesem System durchgeführt haben, ist die Erfassungsgeschwindigkeit mit der Leica ScanStation P15, den Leica Geosystems Totalstationen dem p3d ProScan immer wieder beeindruckend. Eine vergleichbare Objektauflösung mittels stativgebundenem, also statischem, Laserscanning hätte mindestens die dreifache Zeit benötigt», fasst Dr. Christian Hesse, Geschäftsführer von dhp:i, zusammen.

Nach Abschluss der Laserscans wurden die Messdaten der Totalstationen noch vor Ort von der Speicherkarte importiert und mit der automatischen Georeferenzierung der Scans in p3d PCloud begonnen.

Die fertigen Punktwolken wurden in Leica Cyclone 9 importiert, gefiltert und bereinigt. Um die Erstellung der mehreren Tausend 3D-Objekte effizient vornehmen zu können, wurden die Cyclone Datenbanken mit Hilfe der Leica CloudWorx Plug-ins in AutoCAD eingebunden. Hier erfolgte dann die parallele Modellierung der geforderten CAD-Objekte sowie der gesamten Tunnelgeometrie.

Das Fazit: 13,5 Kilometer Autobahntunnel in vier Nächten hochauflösend und präzise erfasst. Der Auftraggeber rundum zufrieden. Und die Autofahrer haben kaum etwas mitbekommen. ■

*Dr. Hesse und Partner Ingenieure (dhp:i) ist ein international tätiges Vermessungsbüro mit Sitz in Hamburg und gehört zu den führenden Firmen im Bereich 3D-Laserscanning.
info@dhp:i.com*



Bau und Sanierung des Elbtunnels

Nach sieben Jahren Bauzeit wurden die drei ersten Tunnelröhren des Elbtunnels im Jahr 1975 für den Verkehr freigegeben. Seit der Erweiterung 2002 stehen vier Röhren mit insgesamt acht Fahrstreifen zur Verfügung. Zwischen den Jahren 2009 und 2013 fand eine umfangreiche Sanierung der ersten drei Röhren statt. Unter dem Namen «A7 – Nachrüstprogramm Elbtunnel» wurden Asbestsanierungen, eine Verbesserung des Lüftungssystems, des Brandschutzes und der Fluchtwege sowie eine Modernisierung der technischen Einrichtungen durchgeführt. Diese Baumaßnahme wurde nötig, damit der Tunnel den damals aktuellen «Richtlinien für die Ausstattung und den Betrieb von Straßentunneln» (RABT 2006) entspricht.

Betrieben wird der Elbtunnel durch den Landesbetrieb Straßen, Brücken und Gewässer Hamburg (LSBG).

3D-Ansichten einer antiken Stadt

von Katherine Lehmüller

Die antike Stadt Laodikeia ist eine der derzeit größten und wichtigsten archäologischen Ausgrabungsstätten in der Türkei. Laodikeia liegt sechs Kilometer nördlich der modernen Stadt Denizli. Sie erstreckt sich über mehr als 90.000 Quadratmeter und umfasst mindestens zehn wichtige Gebäuderuinen, einschließlich einer der sieben Hauptkirchen des frühen Christentums, die in der Offenbarungsgeschichte im Neuen Testament erwähnt wurden. Die Stadt, die in einer stark erdbebengefährdeten Zone erbaut wurde, erlitt mehrere verheerende Erdbeben und wurde mehrmals wieder aufgebaut, bis ihre Bewohner sie um 600 n. Chr. verließen.

Mit finanzieller Unterstützung der Stadt Denizli und Genehmigung des Ministerrats wurden im Lauf der letzten zehn Jahre vom Archäologischen Fachbereich der Universität Pamukkale sowie dem Ministerium für Kultur und Tourismus unter der Leitung von Prof. Celal Şimşek groß angelegte Ausgrabungs- und Restaurationsarbeiten durchgeführt. Wegen der Größe der antiken Stadt und ihrer Rolle als wichtiges Kulturerbe der Türkei, wurden viel Zeit und Geld für die Erstellung von Karten und Modellen aufgewendet, um den Fortschritt zu dokumentieren und die Ausgrabungen der nächsten Saison zu

planen. Der Fachbereich beschloss daher, einen unbemannten Flugkörper (UAV) für die Datenerfassung einzusetzen und entschied sich für den Aibot X6. Mit den Ergebnissen zeigte man sich äußerst zufrieden.

«Wir konnten die Aibot-Einsätze in unseren jährlichen Arbeitsablauf miteinbeziehen. Auf diese Weise konnten wir hervorragend verfolgen, was wir während der Ausgrabungssaison erreicht hatten, weil die hochauflösenden Orthophotos unseren Fortschritt hervorragend dokumentierten», sagte Prof. Celal Şimşek, Leiter der archäologischen Ausgrabungen von Laodikeia.



■ Hochdetaillierte Aufnahmen des Heiligen Tempels.



Die Erstellung eines 3D-Modells der Stadt nahm mit dem Aibotix-UAV nur kurze Zeit in Anspruch. H. Bora Yavuz, technischer Berater von Sistem A.Ş., dem Vertriebspartner von Leica Geosystems in der Türkei, erklärte: «Mit konventionellen Methoden würde so etwas fast zehn Tage dauern und man bräuchte fünf erfahrene Leute, allein für die Vermessung vor Ort. Wenn man die Erstellung des Modells dazu rechnet, hätte es mit nochmal zehn Tage im Büro gedauert. Mit dem Aibot X6 Hexakopter und der zugehörigen Software hingegen konnten wir das Modell der Stadt in fünf Stunden fertigstellen.»

Erst setzten wir Produkte von Leica Geosystems ein, wie z.B. Leica Viva GS15 Empfänger, um die Kontrollpunkte zu erstellen, die später zur Georeferenzierung benutzt wurden, und dann befestigten wir eine hochauflösende Kamera an der Halterung des Aibot X6 Hexakopters. Der Flug wurde mit Hilfe der Aibotix-Software AirproFlight geplant. Damit konnten wir Flugdetails wie z. B. eine konstante Flughöhe von 70 Metern während der gesamten Datenerfassung festlegen und eine Bodenauflösung von drei Zentimetern erreichen. Anschließend wurden Flugrichtung, Auflösung und Flugstrecke festgelegt und auf den Aibot X6 hochgeladen. Die Datenerfassung wurde anschließend vollautomatisch durchgeführt.

Der Aibot X6 verfügt über eine besondere schwenkbare Kamerahalterung, mit der Aufnahmewinkel von

45 Grad und eine Überlagerung der Bilddaten von 80 Prozent möglich sind, so dass z. B. auch die Erstellung detaillierter Aufnahmen der Seitenwände möglich war.

Für die Verarbeitung wurden die Bilder anhand der vor Ort bestimmten Kontrollpunkte und unter Verwendung der AgiSoft Photoscan Pro-Software mit Geotags versehen. Auf diese Weise ließen sich auf sehr effiziente und unkomplizierte Weise 3D-Modelle und hochauflösende Orthophotos erzeugen.

«Es war noch nie so einfach, Luftaufnahmen von derart hoher Qualität zur Dokumentation zu erhalten sowie ein genaues digitales topografisches Modell, und vor allem ein hochauflösendes Orthophoto des gewünschten Bereichs, das sogar jeden einzelnen Stein zeigt. Außerdem ist dieses UAV sicher und schnell», erklärte Özhan Kaynarca, Eigentümer der Firma Ölçen Harita Surveying Services. ■

Weitere Informationen zur antiken Stadt Laodikeia finden Sie unter: www.laodikeia.pau.edu.tr

Über die Autorin:

Katherine Lehmüller erhielt ihren Bachelor of Fine Arts an der Tufts University in New York. Sie arbeitet als Werbetexterin für Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Schweiz.

katherine.lehmuller@leica-geosystems.com

Mit UAV Städte bauen

von Martin Schwall und Benjamin Busse

Die Doppelstadt Waldshut-Tiengen mit ca. 22.000 Einwohnern liegt am schönen Hochrhein in Baden-Württemberg, nahe zur Schweizer Grenze. Das ansässige Stadtbauamt benötigte eine aktuelle Planungsgrundlage für die neu geplanten Stadtbauprojekte bzw. für die städtebauliche Entwicklung in beiden Stadtteilen. Bei der Durchsicht stellten die Verantwortlichen fest, dass die Unterlagen – obwohl sie sogar dreidimensional vorlagen – einfach nicht genau genug waren. Schuld waren die zu geringe Detaillierung, auch LoDs (Level of Detail) genannt. Ein Klötzchenmodell (LoD1) und standardisierte Dachformen (LoD2) genügten nicht. Das Stadtbauamt benötigte ein genaueres 3D-Modell als Entscheidungsgrundlage. Doch wie erhält man exakte Daten komplexer Dachformen ohne riskantes Begehen der steilen Dächer oder ein Unternehmen für eine Luftbildfotografie mittels Flugzeug oder Helikopter beauftragen zu müssen?

Das IngenieurTeam GEO GmbH setzt seit längerer Zeit erfolgreich einen Aibot X6 ein und wurde von der Stadt Waldshut-Tiengen mit der UAV-Befliegung und

Datenprozessierung zur Erstellung eines georeferenzierten Orthophotos, einer farbigen Punktwolke und eines 3D-Modells beauftragt. Der Auftrag beinhaltete die Erfassung der Dachgeometrien, sowie der Trauf- und Firsthöhen. In einem nächsten Schritt sollten die gewonnenen Daten dann in Autodesk-Programmen weiterverarbeitet werden – bis hin zur 3D-Modellierung.

Mit 3D-Modellen eine bessere Grundlage für Entscheider schaffen

Das Stadtbauamt verfolgte mit dem Projekt das Ziel ein genaues 3D-Modell zu erstellen, um die markanten Neubauvorhaben im Stadtkern von Tiengen und in Bereichen der Stadt Waldshut vor der Bauplanung zu visualisieren. Im Gegensatz zum Papierplan kann nur ein 3D-Modell die Realität repräsentieren und die Öffentlichkeit sowie das Entscheidungsgremium überzeugen.

Da bekannt war, dass das IngenieurTeam GEO GmbH Vermessungsleistungen aus der Luft anbietet, kam die Idee auf, mittels eines Orthophotos die beim Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung (LGL) vorhandenen Daten mit aktuellen Befliegungsdaten zu ergänzen, um die Genauigkeit zu steigern.





Sicher und komfortabel Daten erfassen

Die Befliegung der jeweils 70.000 Quadratmeter großen Flächen in Waldshut und Tiengen wurden im Mai vom Mitarbeiter und zertifizierten Aibot-Piloten Benjamin Busse durchgeführt. Die innerstädtische Befliegung erfordert eine Einzelgenehmigung und die Einhaltung bestimmter Auflagen.

Die Auswertung der Rohdaten erfolgte mit Agisoft Photoscan Pro. Vor der Befliegung wurden mit einer Leica TPS1200 Totalstation und einem Leica Viva GNSS-System Passpunkte gemessen, vermarktet und signalisiert, um später eine Transformation zu berechnen, die für eine hohe Genauigkeit der Ergebnisse notwendig ist.

Getreu dem Grundsatz in der Vermessung: «Keine Messung ohne Kontrolle.», wurden während der Einmessung der Passpunkte zusätzlich an einzelnen Gebäuden Kontrollmessungen mit der Totalstation durchgeführt und so nachgewiesen, dass die Daten in Lage und Höhe im Bereich von ± 5 Zentimetern übereinstimmen.

Das Aibot X6 UAV-System bot bei diesem Projekt zahlreiche Vorteile. Angefangen von der schnellen Einsetzbarkeit und den gewonnenen Bildern mit der

hohen Auflösung von 16.2 Megapixel der erreichte man also sprichwörtlich im Flug die geforderte Genauigkeit.

Eine Erfassung der exakten Dachformen sowie der First- und Traufhöhen wären mit klassischen Messverfahren nicht in vollem Umfang möglich gewesen, da die betroffenen Stadtbereiche viel zu eng bebaut sind. Aufgrund der sehr steilen Sichten wären die Dachfirste nicht mehr sichtbar.

Ein Bild sagt mehr als 1.000 Worte

Der wahre Nutzen liegt jedoch in den gewonnenen Daten, die dem Stadtbauamt Waldshut-Tiengen einen hohen Mehrwert bieten, ein texturiertes 3D-Modell, eine farbige Punktwolke und Orthophotos mit einer Bodenauflösung von einem Zentimeter, für die optimale Wiedergabe des Bestands. Möglich machte die Visualisierung das Partnerunternehmen Bytes & Building GmbH, das der Stadt Waldshut auch in beratender Funktion im Bereich der verwendeten AutoCAD-Systeme zur Seite steht. Die Bytes & Building GmbH liefert umfassende Lösungen in den Bereichen Architektur, Gebäudetechnik und Infrastruktur und nimmt für das Bauwesen sowie Building Information Modeling (BIM) eine führende Position in Deutschland ein.



Level of Detail (LoD)

Als Level of Detail (LoD; deutsch: Detaillierungsgrad) bezeichnet man die verschiedenen Detailstufen bei der Darstellung virtueller Welten. Auch im Bereich der virtuellen dreidimensionalen Landschafts- und Stadtmodelle werden LoD-Konzepte eingesetzt.

Je nach Anwendung werden unterschiedliche Detailstufen benötigt. Die City Geography Markup Language (CityGML) ist ein Anwendungsschema zum Speichern und Austauschen virtueller 3D-Stadtmodelle.

CityGML ist seit August 2008 ein Standard des Open Geospatial Consortium (OGC) und liegt derzeit vielen deutschen Stadtmodellen zugrunde.

Folgende Detailstufen wurden für CityGML spezifiziert:

- LOD 0:** Regionalmodell, 2,5-D-Geländemodell mit Luftbildtextur
- LOD 1:** Klötzchenmodell, Gebäudeblock (Grundfläche hochgezogen)
- LOD 2:** 3D-Modell der Außenhülle und Dachstrukturen und einfachen Texturen
- LOD 3:** Architekturmodell, 3D-Modell der Außenhülle mit Textur
- LOD 4:** Innenraummodell, 3D-Modell des Gebäudes mit Etagen, Innenräumen, etc. und Texturen

Als Bytes & Building der Stadt die 3D-Modelle und sogar eine 3D-Animation der Stadtgebiete bei der Datenübergabe vorlegte, gab es nur Lob und Begeisterung. Der Leiter des Tiefbauamtes Uwe Kopf freut sich: «Wir sind begeistert! Die bereitgestellten Daten und Informationen haben dem Stadtbauamt im wahrsten Sinne des Wortes einen völlig neuen Blickwinkel eröffnet.»

«Die aktuellen hochaufgelösten Orthophotos und die 3D-Modellierung haben für uns einen immensen Mehrwert, weil die Visualisierung weit über 2D-Grundrisspläne und 2D-Gebäudeansichten hinausgeht. Sie machen uns die Entscheidung bei der weiteren Planung viel einfacher», erklärt Kopf.

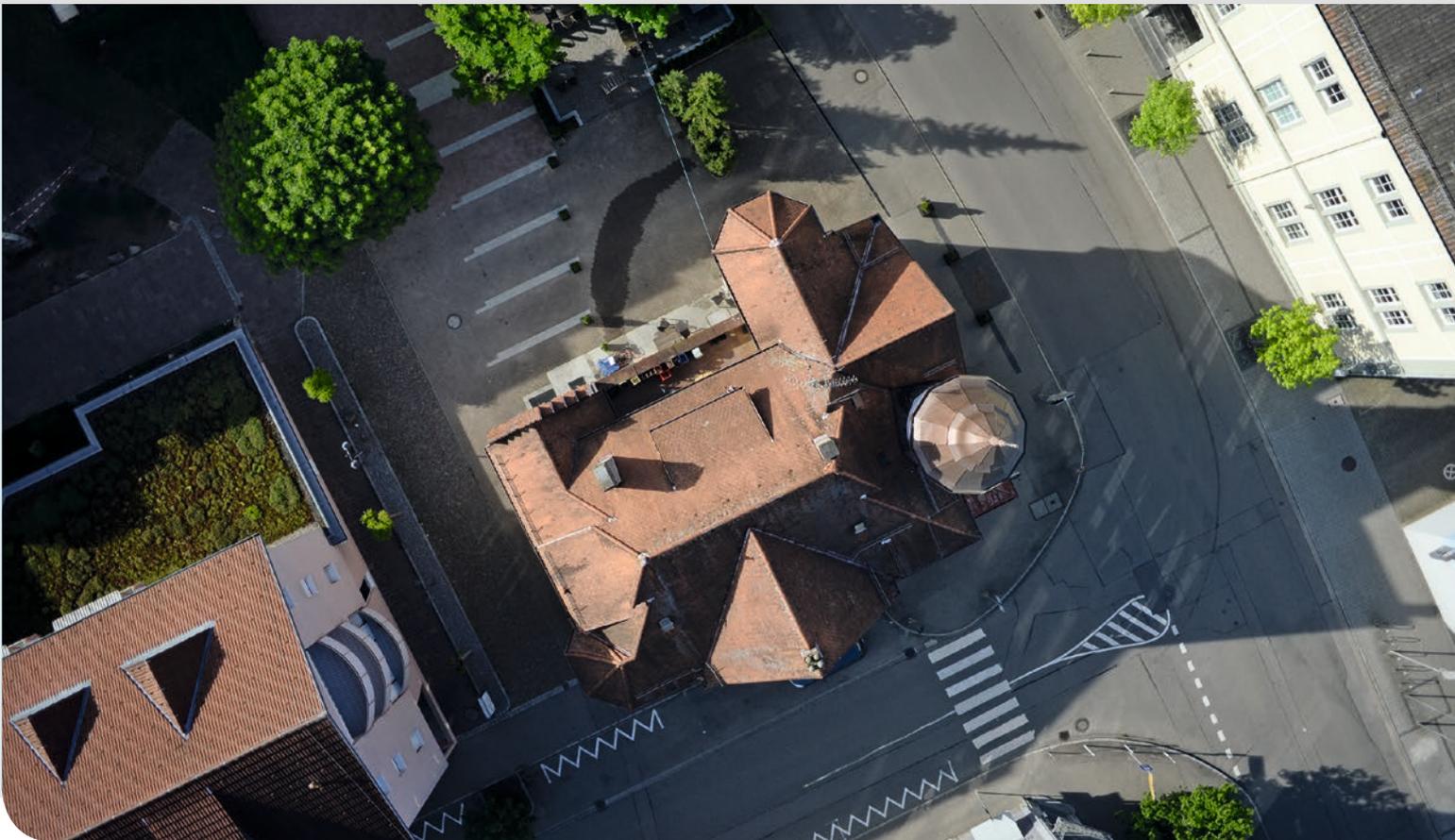
Die optimale Ergänzung zu klassischen Messverfahren

Der Einsatz des UAV-Systems und die bisher mehr als 30 ausgeführten Projekte durch die IngenieurTeam GEO GmbH zeigen, dass der Einsatz des UAV-Systems für vermessungstechnische Ingenieurleistungen sehr gute Ergebnisse liefert. Die Bestandsdokumentation und das Erstellen von Orthophotos wie in diesem Projekt sind nur zwei mögliche Einsatzbereiche. Was weitere Anwendungen betrifft, blicken wir sehr positiv in die Zukunft. Beispielsweise sind Bauwerks- und Objektinspektionen und großflächige Bewei-

ssicherungen denkbar. Auch GNSS-unabhängige Befliegungen in großen Hallen können durchgeführt werden.

Die Datenprozessierung und die daraus resultierende Punktwolke, ähnlich einem Laserscan, lassen vielfältige Weiterverarbeitungsprozesse zu und ergänzen die klassischen Verfahren der Vermessung optimal.

Durch erheblich verbesserte Softwareprogramme aus dem Bereich der Photogrammetrie wie das eingesetzte Agisoft Photoscan Pro kann man durchaus von einer Renaissance der Photogrammetrie sprechen. Es können große Mengen an Daten in kurzer Zeit erfasst und ausgewertet werden, und so dem Auftraggeber schnell 3D-Daten übergeben werden, die ihm bei seiner Entscheidungsfindung sicher hilfreicher sind als ein großes Stück Papier, dessen geplotteter Inhalt die tatsächliche Situation vor Ort nur erahnen lässt. Problematisch ist derzeit noch die Verarbeitung sehr großer Datenmengen, die trotz hochgerüsteter Rechnerkapazitäten, inklusive Arbeitsspeicher, leistungsfähigen Grafikarten usw., zu nicht unerheblichen Prozessierungszeiten führen. Auch die Datenmengen und Größen, die dem Auftraggeber übergeben werden, sollten im Vorfeld besprochen und soweit möglich festgelegt werden. Letztlich muss der Endkunde und Nutzer in der Lage sein, seine bestellten Daten



■ **Kundenanforderung erfüllt: Exakte Geometrien der Dachlandschaften, erfasst mit dem Aibot X6.**

auch gemäß seinen Bedürfnissen und Anwendungen verwenden zu können.

Die Themen UAV und photogrammetrische Auswertung zur Gewinnung von 3D-Daten werden sicher auch in den kommenden Projekten die klassischen Verfahren effizient und wirkungsvoll ergänzen. Die rasante Entwicklung der UAV-Systeme wird durch die Grundlagen der Vermessung und Geoinformatik unterstützt.

Als Fachleute der Geobranche ist es unsere Aufgabe unsere Kunden optimal zu beraten und den Auftrag mit dem geeignetsten Sensoren und Methoden zu

bearbeiten, die Daten optimiert auszuwerten und zu «veredeln», um ihnen einen maximalen Mehrwert zu bieten. ■

Über die Autoren:

Martin Schwall ist Diplomvermessungsingenieur (FH) und geschäftsführender Gesellschafter der IngenieurTeam GEO GmbH.

martin.schwall@it-geo.de

Benjamin Busse ist B.Sc. Kartographie und Geomatik, Fachprojektleiter UAV, IngenieurTeam GEO GmbH.

benjamin.busse@it-geo.de

IngenieurTeam GEO GmbH

Die IngenieurTeam GEO GmbH mit Sitz in Karlsruhe bietet Dienstleistungen in der Ingenieurvermessung und Hydrographie (Gewässervermessung) an. Seit 2014 hat das Unternehmen dieses Angebot um ein weiteres zukunftsorientiertes Geschäftsfeld, der Vermessung mit UAV-Systemen, ergänzt. Die Erwei-

terung der Datenerfassung mittels eines UAV-Systems sieht die IngenieurTeam GEO GmbH als die richtige Entscheidung für ihren zukünftigen Erfolg. Das Ingenieurbüro ist mit modernsten Mess- und Datenauswertesystemen ausgestattet.

www.it-geo.de

Bäume nachhaltig mit GIS pflegen und schützen

von Johannes Grösbrink

Seit mehr als 120 Jahren sind die ThyssenKrupp Steel Europe AG und ihre Vorgängergesellschaften am Kernstandort Duisburg aktiv. Gemeinsam mit den Tochtergesellschaften versorgt das Unternehmen ein breites Spektrum stahlverarbeitender Branchen. Die einzelnen Standorte setzen dabei nicht nur hierzulande Benchmarks im Hinblick auf die Umweltverträglichkeit. Das Unternehmen betreibt einen nachhaltigen aktiven Umweltschutz. In diesem Zusammenhang und aufgrund gesetzlicher Vorgaben wurde vor zwei Jahren die Aufgabe formuliert, den gesamten Baumbestand des Duisburger Werkes im firmeneigenen GIS des Unternehmens im Feldvergleichsverfahren zu vervollständigen und weitere wertvolle Sachdaten für den Erhalt und die Pflege zu ergänzen.

Ziel ist es, eine in den einzelnen Bereichen jeweils homogene und landschaftlich präsentabile Baumlandschaft auf einer Fläche von 800 Hektar am Standort zu erhalten – und auch zu schaffen. Auch die

Dokumentation von Ersatzpflanzungen soll mit diesem Projekt möglich werden. So stehen jährlich die vorgeschriebene Baumschadensuntersuchung mit entsprechender Baumpflege auf dem Plan. Zudem zeigten die verheerenden Stürme im Jahr 2014, dass insbesondere die Standortsicherheit der Bäume wichtig ist. Die Daten werden als Ausschreibungsgrundlage für die genannten Maßnahmen genutzt, die die Aktualisierung sämtlicher Grünflächen auf dem Werksgelände umfasst. Auch den entsprechenden Abteilungen sollen für die Ermittlung von Entwässerungsgebühren und die Vergabe von Grünpflegemaßnahmen genaue Zahlen zu den versiegelten Flächen und den Grünflächen vorliegen. Schließlich sollten auch alle Stützen der großen Industrierohranlagen auf dem Werksgelände mit ihrem Trassenverlauf und die zugehörigen Stützennummern für das firmeneigene GIS erfasst werden.

Die richtige Ausrüstung spart Zeit

Um diese Aufgabe wirtschaftlich und in einem überschaubaren Zeitraum zu bewältigen, wurde vor Projektbeginn entschieden, mit dem grafischen Feldbuch FX Collector der frox IT Fabrik zu arbeiten. Die Hard-



warebasis bildeten das Panasonic Toughpad FZ-G1 mit der Zeno GG03 GNSS SmartAntenne sowie der CS25 GNSS plus mit Helix-Antenne von Leica Geosystems.

Die aufzunehmenden Objekte wurden entweder mit der hochgenauen Leica Zeno GNSS SmartAntenne bestimmt, und unterstützend mit den zahlreichen im FX Collector zur Verfügung stehenden Zeichnungsfunktionen konstruiert, wie orthogonale Punkte, Bogenschläge und Lote. Ergänzend wurden Mischverfahren eingesetzt, in denen das schnelle Zusammenspiel des FX Collector mit der Leica Zeno GNSS SmartAntenne ausgenutzt wurde, denn sie lieferte schnell die Positionsdaten für Hilfspunkte, um schlecht erreichbare Objekte nachzukonstruieren.

Im FX Collector lagen alle Hintergrunddaten (Luftbilder, Web Map Service, CAD-Daten) georeferenziert vor. Die Untersuchung der Flächen, die Überprüfung der vorhandenen Bäume und das Aufmaß der Stützen sowie die Orientierung vor Ort wurden damit zu einem Kinderspiel. Nur so konnte der umfangreiche Datenbestand in kurzer Zeit mit hoher Qualität erfasst werden.

Hohe Mobilität und Datensicherung in der Cloud

Gerade bei den dicht bewaldeten Flächen war es von Vorteil, mit dem grafischen Feldbuch zu arbeiten. Es ist die effizienteste Methode, die Vollständigkeit der Daten laufend visuell bereits vor Ort zu kontrollieren. Der Vorteil des Systems ist die hohe Mobilität, man kommt ohne zusätzlichen Ballast wie handgeführte Feldskizzen, zusätzliche Karten und weitere Ausrüstung aus.

Insbesondere der eingesetzte CS25 GNSS plus mit der Zeno Helix-Antenne stellte sich dabei als verlässliches und leicht bedienbares System mit viel Bewegungsfreiheit heraus, das darüber hinaus Genauigkeiten unter 10 Zentimeter erreicht. Das Panasonic Toughpad FZ-G1 mit der Zeno GG03 SmartAntenne am Lotstock wurde in allen anderen Bereichen eingesetzt, bei denen eine höhere Genauigkeit notwendig war.

Das Projekt wurde täglich vor Ort in der Cloud gesichert, sodass es dem Innendienst sofort zur Abgabe von Zwischenständen zur Verfügung stand. Die in



diesem Zusammenhang genutzte Session-Funktion des FX Collector erlaubte es, die Daten z.B. tagesweise zu exportieren, ohne für jeden Tag ein neues Projekt anlegen zu müssen.

Die Ergebnisse waren in digitaler Form zu liefern. Bäume und Rohrstützen wurden mit den tabellengesteuerten Schnittstellen des FX Collector so exportiert, dass sie direkt in das GIS-System der Thyssen-Krupp Steel Europe AG eingelesen werden konnten. Die veränderten und neuen Grünflächen wurden im GIS ausgetauscht oder ergänzt.



Büroarbeiten auf ein Minimum reduziert

Ein Großteil der Planerstellung erfolgte bereits im Außendienst, sodass die Nachbearbeitung im Innendienst aufgrund der standardisiert hohen Qualität der aufgenommenen Daten auf ein Minimum reduziert werden konnte. Der Innendienst konnte die Daten zügig und einfach in das firmeneigene GIS des Auftraggebers übernehmen, was die Wirtschaftlichkeit des gesamten Verfahrens unterstreicht.

Laut Klaudius Drass, Dipl.-Ing. Geographie bei Thyssen-Krupp Steel Europe AG und Verantwortlicher für das hauseigene GIS, «bietet der Leica CS25 GNSS plus eine gute Plattform für den FX Collector. Die Leica Zeno GG03 SmartAntenne wurde über Bluetooth mit den beiden Tablets verbunden. Die Messung ging zügig von der Hand, eine fixe Lösung wurde nach kurzer Zeit geliefert. Mittels gemessener Hilfspunkte per GNSS und den zahlreichen Konstruktionsfunktionen konnten auch die abgeschatteten Bereiche schnell abgearbeitet werden.»

Auch mit der Hardware des Leica Zeno CS25 GNSS plus zeigt sich Drass zufrieden: «Weder Regen, Wind noch Schmutz schaden dem wetterfesten CS25 GNSS plus Tablet-PC. Der Rechner und die Antenne waren leicht über einen ganzen Arbeitstag hinweg zu tragen. Auch die Akkus reichten für einen Arbeitstag und waren aufgrund der kurzen Ladedauer am Morgen wieder vollständig aufgeladen. Die «Fixe Lösung» der verwendeten Antennen trägt ihren Namen zu Recht. Sie ist extrem «fix», es gab kaum Wartezeiten.»

«Der Einsatz des Komplettsystems FX Collector mit dem Leica CS25 GNSS plus und der Leica GG03 Smart-Antenne hat die Thyssen-Krupp Steel Europe AG überzeugt. Die Wirtschaftlichkeit konnte gegenüber herkömmlichen Feldvergleichsverfahren um zirka 30 Prozent erhöht werden.» ■

Über den Autor:

Johannes Grösbrink ist Dipl.Ing. für Vermessung und arbeitet als Projektleiter bei Frox IT.

j.groesbrink@frox-it.de



© Trigonet AG

In unbekannten Tiefen

von Andreas Barmettler

In der Gemeinde Hausen im Kanton Aargau existiert seit 1928 ein Bergwerksstollen, der vom damaligen Zementunternehmen für den Materialabbau gegraben wurde. Mit der Errichtung des zirka 800 Meter langen Stollens wurde auch eine Dienstbarkeit zur Unterhaltspflicht auf das Grundstück der Firma ins Grundbuch eingetragen. Bereits vier Jahre später wurden die Zementanlagen wieder stillgelegt, die bis zur Übernahme durch ein Chemie-Unternehmen leerstanden. Im Laufe der Zeit wurden die Zugänge zum Stollen durch den neuen Besitzer mit Beton verfüllt und der Stollen geriet in Vergessenheit. Im Zusammenhang mit einem eventuellen Verkauf des Grundstücks und der damit verbundenen Übertragung der Dienstbarkeit wollte die Besitzerin mehr über den Zustand des geheimnisvollen Stollens erfahren. Da die Plan-

grundlagen nicht mehr auffindbar waren, musste der Stollen neu vermessen werden. Die Leica Nova MS50 MultiStation erwies sich als das perfekte Instrument für diesen Auftrag.

Der einzige noch offene Zugang zum Stollen führte über einen 15 Meter tiefen und nur 60 Zentimeter breiten Vertikalschacht. Bei der ersten Begehung vor Ort mit einem Kanalisationsspezialisten stellte sich heraus, dass bereits am Schachtfuß kein Sauerstoff mehr vorhanden war. Bei einer weiteren Untersuchung zeigten sich weitere Herausforderungen. Der Stollen stand teilweise bis zu 30 Zentimeter unter Wasser und war an einer Stelle zu 80 Prozent mit Lehm und Schlamm verschüttet. Zudem funktionierte die Kommunikation per Funk nicht über die gesamte Stollenlänge von 800 Metern, was die Sicherheit erheblich einschränkte. Der Stollen hat außerdem drei kavernenartige Ausbrüche, die teilweise verschüttet sind. Sie dürften als Verladestationen und





■ Ein besonderer Auftrag: Die Vermessung des Tunnels erforderte eine Spezialausrüstung.

Wendeplätze für die Materialtransportbahn gedient haben. Die beiden Stollenenden wurden nie ausgebaut und befinden sich bis heute im Rohausbruch.

Die dünne Luft im Stollen erfordert sicherheitsrelevante Vorbereitungen

Diese Extrembedingungen machten die schon nicht einfachen Vermessungsarbeiten zusätzlich zu einer echten logistischen und sicherheitstechnischen Herausforderung – ähnlich einer Expedition. Für die drei Mitarbeiter der Trigonet AG sowie einem Mitarbeiter der BSF Swissphoto wurde sogar vom Rettungsdienst ein Notfall-Einsatzplan erarbeitet. Neben der Bergwerksausrüstung mit Helm, Taschenlampe und Funkgerät, musste für den sicheren Ein- und Ausstieg und den Materialtransport vor allem für die nötige Sauerstoffversorgung mit Atemschutz gesorgt werden. Der gesamte Messeinsatz stand unter einem enormen Zeitdruck, denn die Luft im Stollen sollte gerade einmal für sechs Stunden reichen.

Hohe Präzision gefragt: Übertragen der Koordinaten in den Stollen

Die gewünschte Genauigkeit wurde mit fünf Zentimetern sowohl für die Lage wie auch für die Höhe vorgegeben. Zunächst wurde oberirdisch, basierend auf den Fixpunkten der amtlichen Vermessung ein Fixpunktnetz gemessen und drei Passpunkte am oberen Ende des Vertikalschachts bestimmt. Über diese drei Punkte berechnete man unten im Stollen eine Freie Stationierung, um so die Position mit einer

Genauigkeit unter einem Millimeter in den Schacht zu übertragen. Anschließend wurde ein zwangszentrierter offener Polygonzug mit jeweils einer seitlichen Versicherung (Reflektorbolzen) bei den jeweiligen Stationen gemessen. Die Visurlängen variierten situationsbedingt zwischen 30 und 200 Meter. Während der Polygonzugmessung nahm man zusätzlich rund 70 Profile jeweils bei einem Wechsel der Stollengeometrie auf. An den Stollenenden wurde der nicht ausgebaute Teil mit der Scanfunktion der Nova MS50 hochauflösend mit einer vertikalen Auflösung von unter einem Zentimeter erfasst. Aus diesen Daten wurden später die Profile im CAD generiert.

Für die genaue Übertragung der Orientierung vom oberirdischen Netz in den Stollen verwendete man einen Kreisel, den Gyromat2000. Diese Messungen führte die BSF Swissphoto aus. Jeweils eine Stunde betrug die Messung auf der oberirdischen 130 Meter langen Referenzstrecke. Dann ließ man die gesamte Messausrüstung in den Stollen hinab und es wurde eine Hin- und Rückmessung ausgeführt. Aufgrund der Stollengeometrie und weil das Wasser am Schachtfuß zu hoch stand, musste die Orientierung im Stollen rund 300 Meter vom Vertikalschacht entfernt übertragen werden.

Leider war die Totalstation auf dem Kreisel nicht motorisiert und auch das Teleskop hatte keine integrierte Kamera, um das Bild und das Fadenkreuz auf das Display zu übertragen. Das Messen der Zielpunk-



© Trigonet AG

■ **Messen mit Sauerstoffmaske: Die MultiStation ermöglicht Messungen ohne Anzielen durch das Teleskop.**

te musste also manuell durchgeführt werden. Der Beobachter musste beim Blick durch das Okular eine spezielle Atemmaske tragen.

Genau dieses Problem stellte sich bei der anschließenden Erfassung des Stollens in seiner ganzen Länge und den Ausbrüchen mit der Nova MS50 nicht. Die integrierte Kamera- und die Scanfunktion sind ideal für solche Messaufgaben.

Innerhalb der Zeit, innerhalb der Vorgaben

Die Berechnung der Koordinaten erfolgte, kombiniert aus allen Messungen, basierend auf den Fixpunkten der amtlichen Vermessung. Am Stollende konnte eine Messgenauigkeit von vier Zentimetern in der Lage und eine Höhengenaugigkeit von zwei Zentimetern erreicht werden, womit die Anforderungen des Auftraggebers erreicht wurden. Die Weiterverarbeitung der Messungen zu Quer- und Längsprofilen erfolgte im CAD. Einige Profilpunkte mussten nachkonstruiert werden, insbesondere in den drei kaverenartigen Ausbrüchen, die durch Verschüttungen nicht zugänglich waren.

Aufgrund des Zeitdrucks konnten auch nicht beliebig viele Stationierungen durchgeführt werden. Auch die Überdeckung sollte berechnet werden. Als Grundlage diente das oberirdische Geländemodell (swissALTI3D) der swisstopo, in dem Häuser und Infrastrukturen nicht ins Geländemodell integriert sind. Die Überdeckung ist im Bereich des Vertikalschachts mit rund

zwölf Metern am geringsten und beträgt mit zunehmender Länge gewaltige 100 Meter!

Leica Nova MultiStation reduziert Messzeit

Das Geheimnis um den in Vergessenheit geratenen Stollen ist damit gelüftet. Die Vermessung des Stollens konnte trotz enormen Zeitdrucks und körperlicher Anstrengungen sicher durchgeführt werden. Auch der Einsatz des Kreisels war sinnvoll, um die geforderte Lagegenauigkeit sicher zu erreichen.

Der Einsatz der Leica Nova MS50 Multistation hat sich als universelles und genaues Messinstrument bewährt. Sie besitzt eine hohe Fernrohrdrehgeschwindigkeit, eine sehr hilfreiche Scanfunktion, ein beleuchtetes Bedienfeld sowie eine Kamerafunktion. Und die war insbesondere deshalb nützlich, weil das Fadenkreuz und das Bild der integrierten Fernrohrkamera auf das Display übertragen werden, sodass die Atemmasken beim Messen nicht störten. Dass die Messungen des 800 Meter langen Stollens sicher innerhalb von sechs Stunden abgeschlossen werden konnten, ist sicher auch der MultiStation zu verdanken. ■

Über den Autor:

Andreas Barmettler ist diplomierter Geomatikingenieur und Projektleiter bei Trigonet in der Schweiz.
andreas.barmettler@trigonet.ch



© shalom baranes associates | architects

Ein Haus zieht um

von Angus W. Stocking, PS

Architekten, Planer, Baufirmen und andere Fachleute nutzen schon seit vielen Jahren 3D-Laserscanner, um Gebäude in 3D zu dokumentieren. Darüber gäbe es also nicht viel Neues zu berichten. Doch die James G. Davis Construction Corporation aus Maryland hat gerade eindrucksvoll das Gegenteil bewiesen. Davis hat ein vierstöckiges, 880 Tonnen schweres Gebäude in Washington D.C. im Abstand von einer Woche zweimal gescannt – mit dem Ergebnis, dass es sich in der Zwischenzeit um gut zehn Meter bewegt hatte!

Glücklicherweise entsprach dies dem Plan der Verantwortlichen. Bei dem im Jahr 1891 erbauten Haus handelte es sich um die Hausnummer 639 auf der New York Avenue. Das alte Gebäude ist denkmalgeschützt, es stand jedoch dem Neubau, mit dessen Ausführung Davis beauftragt war, buchstäblich im Weg. Also musste es von seinem Standort weichen. «Die Arbeit mit historischem Bestand ist eine Marktnische, auf die wir uns spezialisiert haben», erklärt Chris Scanlon, der für integrierte Baukonzepte zuständige Vizepräsident von Davis. «In diesem Fall ging es um mehrere Gebäude. Von einigen musste nur die Fassade erhalten bleiben, doch zwei waren komplett geschützt und mussten daher als Ganzes bewegt werden.»

Wichtige Informationen vorab

Der erste Scan war eine reine Routine. Das Gebäude wurde mit einer Leica ScanStation C10 aus drei ver-

schiedenen Positionen erfasst. Die dabei gesammelten umfangreichen Daten waren von unschätzbarem Wert. «Zum einen haben wir festgestellt, dass das Gebäude die Grundstücksgrenze noch weiter überschritt, als uns zunächst bewusst war», erinnert sich Bauleiter Doug Bauer. «Dass gut zehn Zentimeter auf öffentlichem Boden standen, war schon im Vorhinein bekannt. Doch beim Scannen zeigte sich eine Wölbung an der Fassade, die mehr als 20 Zentimeter in den öffentlichen Grund ragte. Es wäre eine Katastrophe gewesen, wenn wir das erst nach der Versetzung festgestellt hätten.»

Die Mitarbeiter von Davis vor Ort und im Büro setzten Leica Infinity und Leica Cyclone zum Importieren und Bearbeiten der erfassten Punktwolken ein. Kontrastbilder, das wichtigste Analysetool, dienen zur Bestimmung von Abweichungen von der Ebene. «Cyclone erlaubt uns die einfache Projektion von Flächen – zum Beispiel ausgehend von einer Grundstücksgrenze. Anschließend generieren wir Bilder, aus denen Formabweichungen relativ zu dieser Ebene hervorgehen», erläutert der leitende Ingenieur Mike Cumberland die Vorgehensweise. «Das ist eine praktische Funktion, die uns in kürzester Zeit entscheidende Informationen liefert.»

Die Verformungsdaten des Gebäudes müssen bekannt sein, um es vor der Versetzung optimal stabilisieren zu können, so dass Gebäudeteile exakt abgetrennt und wieder angebracht wie auch Probleme im Zusammenhang mit dem Übertreten von Grundstücksgrenzen verhindert werden können. Bei

der Auswertung der Bilder wurde zudem eine zweite Wölbung entdeckt, die ebenfalls Schwierigkeiten hätte bereiten können. «Wir haben das Gebäude etwa zehn Meter auf ein anderes Grundstück verschoben. Zum nächsten angrenzenden Gebäude sind nur einige Zentimeter Abstand», so Cumberland. «Bei der Planung gingen wir davon aus, dass die Pfeiler der beiden Gebäude bloß etwa fünf Zentimeter von einander entfernt sein würden. Als wir feststellten, dass die Pfeiler unseres Hauses aus dem Lot waren und mehr als 2,5 Zentimeter über die Vertikale hinausragten, wurde uns klar, dass wir ein potenzielles Problem hatten. Nach einem Scan des Nachbargebäudes konnten wir jedoch Entwarnung geben: Wir hatten das ungeheure Glück, dass sich dieses Haus etwa zwölf Zentimeter in die Gegenrichtung neigte.»

Überwachung der Versetzung zur Gewährleistung höchstmöglicher Genauigkeit

Während der Versetzung überwachte Davis das Gebäude mit einer Leica Nova MS50 MultiStation und glich den Fortschritt mit einer vorab berechneten Ideallinie ab. «Aus den Bestandsdaten wussten wir, wo genau sich das Haus befand, und wir wussten auch, wo wir es am Ende haben wollten», sagt Bauer. «Weil das Haus mit fünf separaten Schiebegeräten bewegt wurde, konnten wir laufend feine Anpassungen vornehmen.» Wäre von Anfang an konstant immer weitergeschoben worden, hätte das Gebäude am Ende nicht mehr im rechten Winkel dagestanden. So aber konnte der Kurs bei Bedarf korrigiert werden.

Während der Versetzung waren am Gebäude mehrere Prismen montiert, deren Positionen in regelmäßigen Abständen überwacht wurden. Für das nächste vergleichbare Projekt hat Cumberland jedoch eine andere Idee: «Wir werden wieder mit Prismen arbeiten, aber beim nächsten Mal möchte ich sie mit der Leica Nova MS50 kontinuierlich verfolgen. So erhalten wir noch präzisere Informationen, und zwar in Echtzeit.»

Scannen entwickelt sich zum Standard in der Baubranche

«Als wir vor sechs Jahren unseren Geschäftsbereich Virtual Construction gegründet haben, war die Investition in die Leica ScanStation C10 ein mutiger Schritt», meint Scanlon. «Wir hatten einige Projekte, darunter das Constitution Center, mit 93.000 Quadratmetern das größte Bürogebäude in Washington D.C., mit denen wir die Anschaffungskosten beglei-



■ Das Haus wird zu seinem neuen Standort bewegt.

chen konnten. Doch wir wussten nicht, ob wir danach genügend Scanaufgaben haben würden, um unser Personal auszulasten. Aber unsere Zweifel waren unbegründet. 3D-Laserscanning hat sich bei uns im Handumdrehen zum Standard entwickelt und ist sehr viel effizienter. Die Teams im Feld haben die Vorteile rasch erkannt.

Durch die präzise, erfolgreiche Versetzung eines 880 Tonnen schweren Gebäudes hat Davis bewiesen, dass in dieser faszinierenden Technologie noch ein enormes unentdecktes Potenzial schlummert. ■

Zeitrafferaufnahmen von der Versetzung des Gebäudes: <https://vimeo.com/125509745>

Die Originalfassung dieses Artikels wurde in der Fachzeitschrift American Surveyor, Ausgabe Juli 2015, veröffentlicht.

Weitere Informationen: www.amerisurv.com.

Über den Autor:

Angus W. Stocking ist öffentlich bestellter Vermessungsingenieur und verfasst seit dem Jahr 2002 Fachartikel über Infrastruktur-Themen. angusstocking@gmail.com.

3D-Laserscanning: Aussagekräftige Daten in kurzer Zeit

von Vicki Speed

Als Nordkalifornien am 17. Oktober 1989 von einem Erdbeben der Stärke 6,9 heimgesucht wurde, wurde die San Francisco-Oakland Bay Bridge (SFOBB), von Einheimischen einfach «Bay Bridge» genannt, schwer beschädigt. Ein Teil des Oberdecks des nach Osten führenden Brückenzugs brach ein und fiel auf das Unterdeck. Eine Person wurde getötet und eine der wichtigsten Verkehrsadern der Region blieb einen Monat lang für den Verkehr gesperrt.

Das kalifornische Verkehrsministerium (Caltrans) und seine Partner mussten herausfinden, um wie viel sich der ursprüngliche östliche Brückenzug infolge der eingebrochenen und beschädigten Fahrbahnabschnitte verschoben hatte. Es gab keinerlei Bestandsunterlagen der Bay Bridge und der anderen Brücken in der San Francisco Bay Area, so dass eine quantitative Beurteilung der Deformation des Originalbrückenabschnitts unmöglich war. Nelson Aguilar, PLS, Chef Caltrans-Zweigstelle «District 4 Right of Way Field Surveys and New Technologies» wollte sicherstellen, dass sie nie wieder vor einem solchen Dilemma stehen würden.

Als im Jahr 2002 mit dem Bau des neuen 3.103 Meter langen östlichen Brückenzugs begonnen wurde, hat-

te eine bahnbrechende neue Technologie das Interesse von Vermessungs- und Bauingenieuren auf sich gezogen. 3D-Laserscanning war von Ben Kacyra unter der Marke Cyrax und dem Namen High-Definition Suveying (HDS) eingeführt und 2001 von Leica Geosystems übernommen worden. Dieses Verfahren versprach, die Bestandsdokumentation mit 3D-Daten zu revolutionieren.

Im April 2008, während die Süd-Umleitung der Bay Bridge vorbereitet wurde, setzte das Caltrans-Team eine frühere Version der ScanStation-Serie zur Erfassung der Bereiche unterhalb des Decks und in der Umgebung der Brücke ein. Diese frühen Erfolge motivierten das Team, das visionäre Vorhaben von Aguilar zu Ende zu führen: ein detailliertes, genaues digitales Bestandsmodell der gesamten Bay Bridge. Das Projekt war im Team unter dem Namen «The Erskine Projekt» bekannt. «Das Vermessungsprojekt bestand hauptsächlich darin sicherzustellen, dass die Strukturen genau so gebaut würden, wie sie von den Ingenieuren entworfen worden waren, und dass sie sich bei seismischen Ereignissen genau wie erwartet verhalten würden», sagte Aguilar.

Unter Zeitdruck

Da der Verkehr noch den über ursprünglichen östlichen Brückenzug lief, war es einfach, den neuen östlichen Brückenzug zu scannen. Eine geplante Brückensperrung über das Labor Day-Wochenende



© Rebecca Boyer

Anfang September 2013 war die beste Gelegenheit, die Decks des westlichen Brückenzugs zu scannen. Caltrans beauftragte C. J. Vandegrift, PLS, Senior Transportation Surveyor und Chef der West Bay-Zweigstelle mit der Arbeit. Sie leitete bereits die Vermessungsarbeiten auf dem östlichen Brückenzug.

Die Sperrung war von Mittwoch, 22.00 Uhr bis zum folgenden Dienstagmorgen geplant. Am späten Montagmorgen wurde die Brücke vom Flugzeug aus gescannt, um auch Scandaten der obersten Strukturen zu erhalten. Am Samstagmorgen, Sonntagabend und Montag führten Messteams mit mobilen Scannern auf den östlichen und westlichen Brückenzügen Scans durch. Die Caltrans-Teams setzten drei Leica ScanStation C10 Laserscanner ein, um das Unterdeck des westlichen Brückenzugs, die Unterseiten beider Brückenzüge sowie das Oberdeck der selbstverankerten Hängebrücke durch den unteren YBI-Tunnel zu scannen.

Alle drei Scanner waren ohne Unterbrechung mindestens 12 Stunden pro Tag im Einsatz. Haargenaue Planung ermöglichte eine problemlose Durchführung der Arbeit. Allerdings gab es ein Problem, auf das man nicht vorbereitet war: extreme Schwingungen. «Wir hatten mit einem gewissen Maß an temperaturbedingten Ausdehnungen und Schwingungen gerechnet, aber die tatsächlichen atmosphärischen Schwingungen und die daraus resultierenden Abwei-

chungen gingen weit über unsere Erwartungen hinaus», sagte Vandegrift. «Sie waren signifikant.»

Um maximale Redundanz zu erzielen, setzte das Team zusätzlich Totalstationen und GPS ein. In der Nacht wurden mehrere GPS-Messungen auf den Decks der mittleren Brückenabschnitte dort durchgeführt, wo durch Kabel verursachte Mehrwegeeffekte auszuschließen waren. Außerdem wurden an den oberen Nord- und Südecken der SFOBB-Brückentürme GPS-Messungen vorgenommen. Diese stabilen Brückenelemente dienten als Kontrollpunkte. Trotz aller Herausforderungen erfüllten die mit den stationären Scannern erfassten Daten die erforderliche Genauigkeit und das Projekt wurde sogar früher als geplant abgeschlossen. Caltrans konnte den neuen östlichen Brückenzug sieben Stunden vor dem geplanten Termin für den Verkehr wieder freigeben.

Aussagekräftige 3D-Informationen

Für Vandegrift und die anderen Experten bot das Projekt wichtige Einsichten in die Vorgehensweisen, die zur erfolgreichen Arbeit mit 3D-Laserscanning notwendig sind. «Das Wichtigste, besonders bei einem Projekt dieses Ausmaßes, ist das Festlegen von Kontrollpunkten», sagte Vandegrift. «Viele glauben mit einem Empfänger losgehen und ein Netzwerk permanent betriebener Referenzstationen benutzen zu können. Das funktioniert bei einem Projekt wie diesem nicht, und beim Scanning wird das noch klarer.



Vermessungsingenieure müssen festgelegte Kontrollpunkte zum Abgleichen verwenden, damit sie die gleichen Werte haben. Wenn ein Projektteam beim Scannen einen falschen Kontrollpunkt benutzt, werden Daten gesammelt, die stark von den richtigen abweichen.»

Vermessungsingenieure und Baufachleute müssen sich darüber im Klaren sein, dass das Erstellen eines Modells aus Scans einfach ist. Wenn das Modell aber genau sein soll und sich auf ein horizontales und vertikales Referenzdatum beziehen muss, muss man sich näher mit den Messverfahren und den damit verbundenen Fehlern beschäftigen. Man muss verstehen wie man den Maßstab vom Gitter-Bezugssystem auf die Bodenebene rechnet, besonders in einer Gegend wie San Francisco, wo laufend Verschiebungen des Erdbodens stattfinden.

«Ich bin außerordentlich stolz auf dieses Projekt», sagte Vandegrift. «Beim Scannen kommt es auf sehr präzise Kontrollpunkte an, wenn man das beste Ergebnis innerhalb kürzester Zeit erhalten möchte. «Bei vielen Projekten gibt es unvorhergesehene Änderungen und der Vermessungsingenieur benötigt dann mehr Daten», fuhr sie fort. «Sie müssen oft

zum Messobjekt zurückkehren, oder die Bezugspunkte haben sich geändert. Aber beim Scannen wissen wir, dass keine weitere Arbeit vor Ort notwendig ist, wenn wir erst mal ein Modell haben, weil das Team im Büro die notwendigen Daten daraus gewinnen kann. Wir hätten dieses datenintensive, hochpräzise Modell ohne diese innovative Technologie nie in so kurzer Zeit erstellen können. Dieser hohe Detailgrad lässt sich mit herkömmlichen Vermessungsmethoden einfach nicht erreichen. Wir haben Rohdaten bis auf die Ebene von Schrauben und Nieten. Das ist wirklich fantastisch.» ■

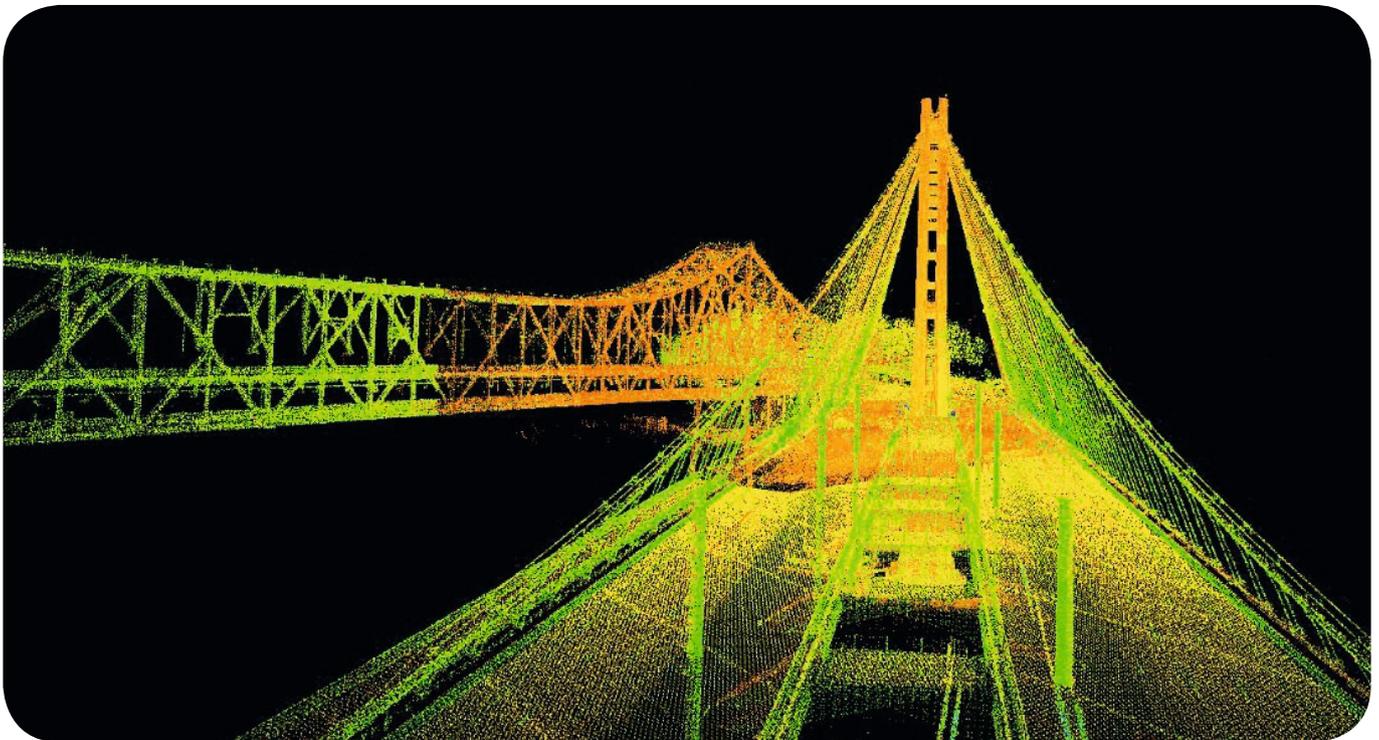
Anmerkung der Redaktion:

Dieser Artikel ist eine gekürzte Version des Originals. Der vollständige Artikel kann als PDF hier heruntergeladen werden: www.leica-geosystems.us.

Dieser Artikel ist eine Adaption des Originals, das in LiDAR News Vol. 5 Nr. 1 erschienen ist. Weitere Informationen finden Sie unter www.lidarnews.com.

Über die Autorin:

Vicki Speed ist eine in Colorado ansässige freiberufliche Schriftstellerin. Ihre Spezialgebiete sind Architektur, Ingenieur- und Bauwesen.



■ Detaillierte Punktwolke der San Francisco-Oakland Bay Bridge.

ERFOLGE TEILEN

AUF DER HxGN LIVE IN HONGKONG

Besuchen Sie **Leica Geosystems** auf der **HxGN LIVE** in **Hongkong**! Zum ersten Mal findet die HxGN LIVE in Asien statt. Nutzen Sie die Gelegenheit und erleben Sie alles, was die **HxGN LIVE** Anwenderkonferenz so besonders macht!

Erleben Sie inspirierende Keynotes, unbegrenztes Netzwerken und neueste Technologien live!

Ein großartige Story kann die Welt verändern – und großartige Storys beginnen hier.

Melden Sie sich noch heute für die HxGN LIVE in Hongkong vom 18. bis 20. November an!



KEYNOTES

KREATIVE,
INSPIRIERENDE
INFORMATIONEN!



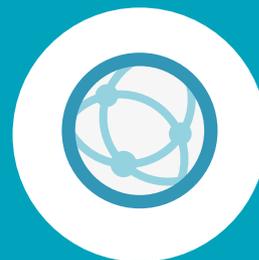
SESSIONS

GEWINNBRINGENDE
SCHULUNGEN UND
TRAININGS!



NETWORKING

AUSTAUSCHEN
UND KONTAKTE
KNÜPFEN!



THE ZONE

NEUESTE
INTELLIGENTE
TECHNOLOGIEN!



**REGISTRIEREN SIE SICH NOCH HEUTE
UND TEILEN SIE IHRE ERFOLGSSTORY
AUF HxGN LIVE!**

Besuchen Sie hxgnlive.com

Leica Captivate 3D-Daten erleben



Ob Sie messen, kontrollieren, abstecken oder scannen:
Mit Leica Captivate entstehen selbst aus komplexen Daten
realistische und bearbeitbare 3D-Modelle. Erleben Sie die
Datenerfassung neu mit benutzerfreundlichen Apps und
der einfach zu bedienenden Touch-Technologie.
Leica Captivate bietet Ihnen mehr als nur Daten –
so treffen Sie die besten Entscheidungen!

Be Captivated

Erfahren Sie mehr unter
www.leica-geosystems.com/becaptivated
und vereinbaren Sie eine Produktvorführung!

Abbildungen, Beschreibungen und technische Daten sind unverbindlich. Änderungen vorbehalten. Gedruckt in der Schweiz.
Copyright Leica Geosystems AG, Heerbrugg, Schweiz, 2015. 741801de – 08.15 – galledia

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