



# REPORTER

80



**HEXAGON**  
GEOSYSTEMS

- 4** **Vom Laserscanner ins Büro – praktisch in Echtzeit**  
*Case Study*
- 8** **Hoch hinaus im Hafen**  
*Case Study*
- 12** **Strategien für Benutzer von Basisstationen in tektonisch aktiven Zonen**  
*Case Study*
- 16** **Modellierung für die Überwachung – Wenn Millimeter zählen**  
*Case Study*
- 20** **Schienennetzausbau in London**  
*Case Study*
- 24** **Tagebuch eines Abenteuers**  
*Case Study*
- 28** **Drei große „I“: Innovation in Indien**  
*Case Study*
- 30** **Veränderte Abläufe am Bau mit HxGN SMART Build**  
*Sonderbericht*
- 32** **Aus dem Himmel auf den Boden – Präzise Steuerung schwerer Baumaschinen**  
*Sonderbericht*
- 34** **Hinter Wände sehen spart Zeit und Geld**  
*Case Study*
- 36** **Der Schneeschmelze auf der Spur**  
*Case Study*
- 40** **Digitale Überwachung innerstädtischer Großbaustellen**  
*Case Study*
- 44** **Gewährleistung einer intakten Infrastruktur**  
*Case Study*
- 48** **Die nächste Schritt in der LiDAR-(R)Evolution**  
*Sonderbericht*
- 52** **Integration als Schlüssel zum Erfolg im Bergbau**  
*Case Study*
- 56** **Wenn Geschwindigkeit gefragt ist**  
*Experten befragt*
- 60** **Perceptality: Wahrnehmung trifft Realität**  
*Veranstaltungen*
- 65** **O-Töne**  
*Laserscanningsoftware Leica Cyclone REGISTER 360*
- 66** **Auf der ganzen Welt**  
*HEXAGON Geosystems stellt seine Kunden ins Rampenlicht*
- 69** **News**  
*Aktuelle Meldungen*
- 71** **Verfasser**  
*Lernen Sie unser Redaktionsteam kennen*



## 24 TAGEBUCH EINES ABENTEUERS

Segeltörn mit der ECO40 zur Erfassung ozeanografischer Daten



## 36 DER SCHNEESCHMELZE AUF DER SPUR

Hydrologische Forschung mit den GNSS-Lösungen von Leica Geosystems zur Messung der Auswirkungen des Klimawandels in der kanadischen Arktis



## Vorwort

Wenn ein Unternehmen auf Digitalisierung setzt, gewinnt es an Effizienz bei der Erstellung, Weitergabe und Auswertung von Informationen. Bei konsequenter Umsetzung einer Digitalisierungsstrategie verwandelt es sich in ein komplett vernetztes Informationsökosystem. Dieser Transformation durch Digitalisierung ist die vorliegende Ausgabe des *Reporter* gewidmet.

Die Baubranche steigert ihre Effizienz und Produktivität durch die Nutzung des globalen GNSS-Korrekturdiensts HxGN SmartNet. Betreiber schwerer Baumaschinen in Dänemark berichten, wie die Digitalisierung ihre Gewinne erhöht und ihnen die Arbeit erleichtert.

Der Bereich Bahn bei Atkins, einem Consultingunternehmen in den Sparten Design, Engineering und Projektmanagement, vernetzte sich durch Digitalisierung nicht nur selbst, sondern sorgte durch den Ausbau des Londoner Schienennetzes auch für eine bessere Vernetzung der Pendler in der Hauptstadt. Der Einsatz verschiedener Messlösungen von Hexagon Geosystems, darunter GNSS und Digitalnivelliere, ermöglichte Atkins die raschere Visualisierung von Daten und die Erhöhung der Sicherheit bei der Vermessung der Gleisinfrastruktur.

Gasunie, dem Betreiber eines europäischen Fernleitungsnetzes für Erdgas und Biogas in den Niederlanden, gelang eine Transformation durch die Integration mehrerer Technologien von Hexagon Geosystems. Mit der Einrichtung eines vernetzten Informationsökosystems für Auftraggeber und Subunternehmer stellte Gasunie allen Beteiligten über innovative Softwaretechnologien und Plattformen für den Fernzugriff Laserscanningdaten direkt aus dem Feld zur Verfügung.

Für Unternehmen und Branchen gleichermaßen ebnet Transformation durch Digitalisierung den Weg in die Zukunft. Vernetzung ist die beste Möglichkeit für Unternehmen, am Puls der Zeit zu bleiben und nicht den Anschluss zu verlieren.

Wir bemühen uns darum, eine Brücke von der reinen datenbezogenen Digitalisierung zu einer Transformation durch Digitalisierung zu schlagen. Wir arbeiten ständig an Innovationen, um uns selbst und die Branchen, für die wir Lösungen anbieten, voranzutreiben.

Viel Spaß beim Lesen dieser Ausgabe!

Jürgen Dold

President, Hexagon Geosystems



## 40 DIGITALE ÜBERWACHUNG INNERSTÄDTISCHER GROSSBAUSTELLEN

Überwachung von Tunnelbauvorhaben aus der Luft in  
Deutschland



# VOM LASERSCANNER INS BÜRO – PRAKTISCH IN ECHTZEIT

Joost Assendelft

 Case Study

Einsatz von 3D-Laserscanning zur Instandhaltung des Gasversorgungsnetzes in den Niederlanden



**Zum sicheren und zuverlässigen Transport von Gas zu den Endabnehmern verfügen die Niederlande über ein gut ausgebautes Gasversorgungsnetz. Damit die ungehinderte Gasversorgung gewährleistet ist, muss das Netz laufend gewartet werden. Deshalb führt Gasunie, der Betreiber eines europäischen Fernleitungsnetzes, in dem Erdgas und Biogas durch die Niederlande und Norddeutschland transportiert werden, täglich Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten am Hauptnetz und den regionalen Netzen durch.**

Das niederländische Netz setzt sich zusammen aus:

- 12.500 Kilometern Pipeline
- 3.000 Ventilen
- 80 Regel- und Messeinrichtungen
- 1.000 Gasempfangsanlagen
- 13 Verdichterstationen.

Auch während der Durchführung von Instandhaltungs- und Erneuerungstätigkeiten müssen die Kunden weiterhin mit Gas beliefert werden. Für Gasunie ist es eine Herausforderung, die möglichst unterbrechungsfreie Versorgung sicherzustellen. Deshalb erstellt Gasunie als erstes eine detaillierte Leitungsplanung. Auf der Grundlage dieser Pläne werden die Komponenten vorgefertigt, damit die Montage vor Ort so wenig Zeit wie möglich in Anspruch nimmt.

Gasunie kombiniert mehrere Lösungen von Leica Geosystems, die im Feld erfasste Laserscanningdaten direkt für den Auftraggeber und seine Subunternehmer verfügbar machen, um durch modernisierte Leica HDS-Workflows Zeit und Geld zu sparen. Vor der Integration der Lösungen von Leica Geosystems war der Aufwand für die Bestandsaufnahme erheblich. Heute steht ein präzises Bestandsmodell binnen 24 Stunden zur Verfügung.

#### **KOMBINIERTE VORGEHENSWEISE**

Zur Beschleunigung und Verbesserung des Gesamtprozesses wurde in Zusammenarbeit mit dem Ingenieur- und Beratungsbüro Advin ein 3D-Laserscanning-Pilotprojekt durchgeführt. Die Arbeitsabläufe wurden geprüft und durch Innovationen bei der Datenverarbeitung – den Einsatz der Leica JetStream-Software für vereinfachten Punktwolkenzugang und ultraschnelles Rendering – gestrafft.

Im Anschluss an die Planung, Vorfertigung und den Transport der Komponenten erfolgt deren Montage vor Ort. Die Installation wird mithilfe einer GNSS-Smartantenne Leica Viva GS16 und einer MultiStation Leica Nova MS60, die mit einem Tablet CS35 mit der Feldsoftware Leica Captivate verbunden ist, kontrolliert. In der Captivate-Software prüft die Flächenanalyse-App die Abweichungen zwischen Modell und Bestandsaufnahme und stellt fest, ob die neue



Situation den Anforderungen von Gasunie entspricht.

Die gesamte Anlage wird anschließend mit der MultiStation oder einer Leica ScanStation P40 erfasst. Diese Messung wird unmittelbar im Feld verarbeitet und kontrolliert und dann über die mobile 4G-Datenverbindung des CS35 direkt auf den JetStream-Server hochgeladen.

„Das von Leica Geosystems entwickelte System optimiert unsere Abläufe perfekt. Von der Planungs- bis zur abschließenden Bauphase spart uns diese Vorgehensweise Zeit und damit Geld. Außerdem können sich die während des Baus gespeicherten Punktwolken mit Infrastrukturdaten noch viele Jahre später als nützlich erweisen. Darüber hinaus können wir auch Altlasten scannen und daraus echte 3D-Infrastrukturdaten mit neuen (künftigen) Funktionen generieren“, erklärt Sijbrand Stratingh, der leitende Pipeline-Ingenieur bei Gasunie.

### **NUTZUNG DES BRANCHENFÜHRENDEN PUNKTWOLKEN-PROJEKTSERVERS**

Bei der Nutzung des JetStream-Servers profitiert Gasunie von einer ganzen Reihe von Vorteilen. So sind die Daten zentral in der Cloud verfügbar und bieten den beteiligten Ingenieuren direkten Zugang. Weil die Punktwolke online ist, kann Gasunie auf diese Daten auch einfach über TruView Global und/oder den JetStream-Viewer zugreifen. Die digitalen Daten der Realität können so bei Bedarf als Diskussionsgrundlage für fundierte Entscheidungen verwendet werden.

Die intelligente Punktwolkentechnologie von JetStream erlaubt die Anzeige und Nutzung von Daten über eine Onlineverbindung ohne Verzögerung oder Detailverlust. Es existiert nur eine Version der Punktwolke. Dementsprechend ist auch nur ein Backup erforderlich. Unnötige Datenkopien gehören damit der Vergangenheit an.

### **DIE ERSTE WAHL – WHEN IT HAS TO BE RIGHT**

Dank der kombinierten Lösungen von Leica Geosystems kann der anhand der



Punktwolke erstellte 3D-Plan nahtlos an die Bestandssituation angepasst werden. Gasunie muss nicht mehr laufend völlig neue Konstruktionszeichnungen erstellen. Die Aktualisierung des 3D-Modells reicht aus.

„Wir bemühen uns, immer mit moderner Hardware und Software zu arbeiten, um unseren Kunden optimale Lösungen zu bieten. Die Entscheidung für Leica Geosystems, einen zuverlässigen Hersteller von High-End-Produkten, fiel uns nicht schwer. Wenn wir einmal ein Problem haben, steht uns Leica Geosystems sofort hilfreich zur Seite“, berichtet Jeffrey den Ridder, Vermessungstechniker bei

Advin. „Sobald die erforderlichen Messungen durchgeführt sind, wird die ausgehobene Grube wieder zugeschüttet. Da bleibt keine Zeit für Verzögerungen durch Gerätefehler oder technische Defekte.“


Nach diesen ersten Tests zieht Gasunie eine sehr positive Bilanz in Bezug auf den neuen Workflow mit 3D-Laserscanning und sofortigem Hochladen der Daten über Jetstream in die Cloud mit Autodesk® AutoCAD® Plant 3D.





# HOCH HINAUS IM HAFEN

Arno Kijzerwaard

 Case Study

Präzise Messungen für den (im wahrsten Sinne des Wortes) reibungslosen Betrieb von Containerbrücken weltweit





**In einer Welt, in welcher der Gütertransport mit ISO-Containern ständig zunimmt, wachsen auch die Schiffe stetig. Infolgedessen sind Häfen auf der ganzen Welt gezwungen, zur Ladung und Löschung dieser Schiffe in größere Containerbrücken zu investieren.**

Diese Containerbrücken werden nicht nur immer schneller auch ihr Automatisierungsgrad wächst. Geschwindigkeiten der Laufkatze von bis zu 240 oder sogar 300 Metern pro Minute sind keine Ausnahme mehr. Auf einer 100 Meter langen Laufbahn legt eine Laufkatze rund 10.000 Kilometer pro Jahr zurück.

Ein wichtiger Faktor bei der Wartung ist der Verschleiß an der Kontaktstelle zwischen der Laufbahn und den Rollen der Laufkatze bei hohen Geschwindigkeiten. Die wirksamste Form der Vorbeugung für diesen aggressiven Verschleiß ist die präzise Ausrichtung der Rollen.

### **ALLES AUF SCHIENE**

Obwohl die Ausrichtung der Stahlrollen auf der Laufbahn problemlos für jeden machbar sein müsste, der einen Theodolit besitzt, sieht die Sache auf einem im Wind schwankenden Stahlträger in 50 Metern Höhe ganz anders aus – abgesehen davon, dass derjenige vorher oft um die halbe Welt gereist ist, um den Hafen zu erreichen.

Die präzise Ausrichtung der Rollen der Laufkatzen ist ein Nischenmarkt, die Häfen sind die einzigen Kunden. Langeveld Cranes blickt auf annähernd ein Jahrzehnt Erfahrung zurück und hat dabei eine gewisse Meisterschaft entwickelt. So konnten bereits weltweit rund 300 Projekte erfolgreich abgewickelt werden.

In der Vergangenheit wurde eine Totalstation Leica TS30 verwendet; Langeveld hat seinen Gerätepark aber unlängst um eine Totalstation Leica Nova TS60 erweitert. Die TS60 wird in Verbindung mit einem Tablet Leica CS35 und der von Langeveld eigens entwickelten Software zur Rollenausrichtung genutzt.

### **EXTREME ARBEITSBEDINGUNGEN**

Die Toleranzen für die Rollenausrichtung wurden in den 1970er-Jahren festgelegt. Laut den klassischen Normen im Kranbau beträgt der maximal zulässige Rollenwinkel 0,4 mm/m. Dieser Wert ist keineswegs gleichbedeutend mit guten Laufeigenschaften. Langeveld konzentriert sich bei der Ausrichtung auf gute Laufeigenschaften und kann einen noch nie dagewesenen Grad an Genauigkeit erzielen.

Für diesen Genauigkeitsgrad steigen die Anforderungen an die Messungen. Die Totalstationen müssen wieder und wieder exakte Ergebnisse liefern. Die von Langeveld



vorgenommene Rollenausrichtung wesentlich genauer, als es alle Vorgaben in den Normen fordern.

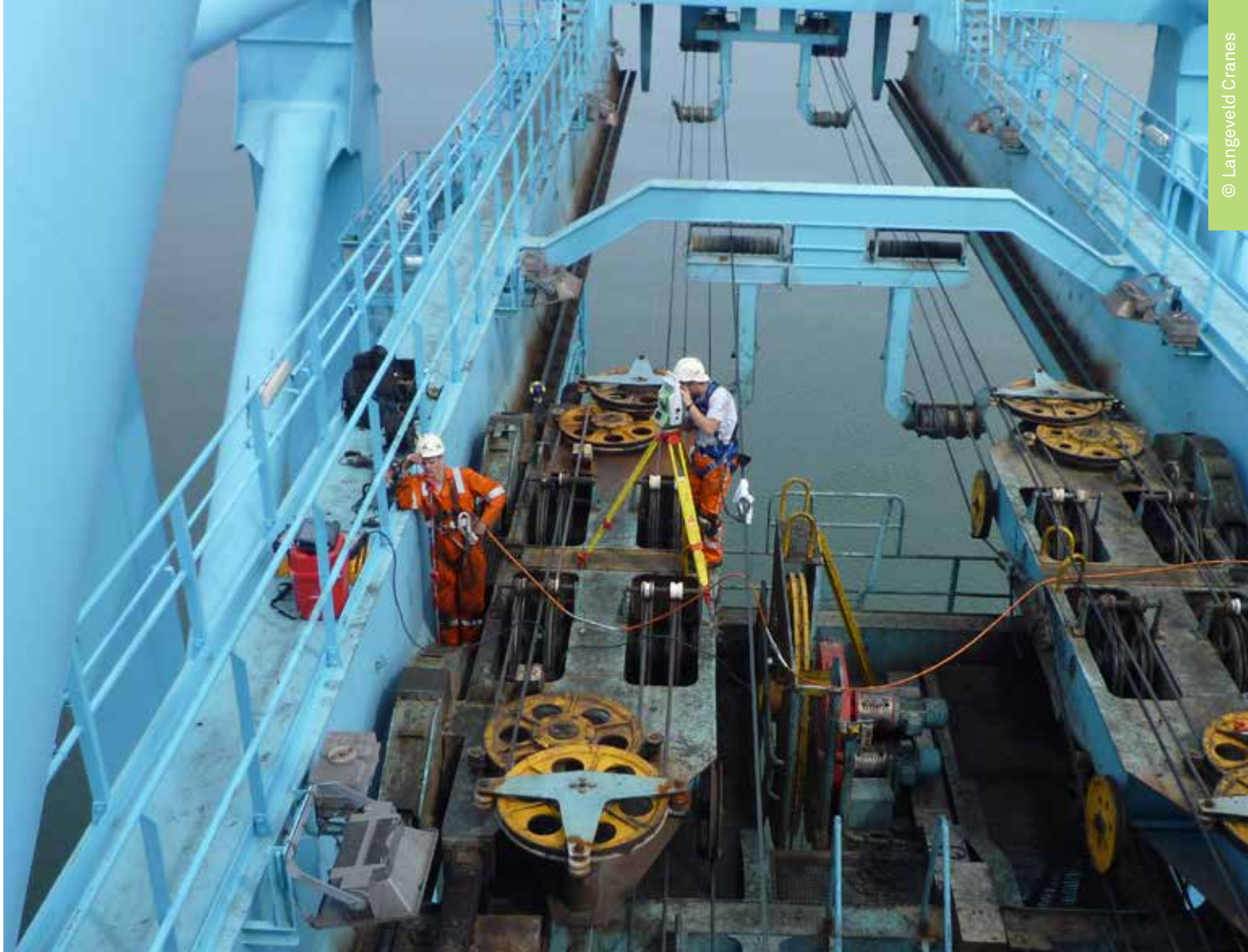
Das Klima im Einsatzhafen ist ein weiterer wichtiger Aspekt, der berücksichtigt werden muss. Der Arbeitstemperaturbereich eines Messgeräts wird in einer einzigen Zeile im technischen Datenblatt angegeben. Bei Aufträgen in der Nähe des Firmensitzes in den Niederlanden ist die Einhaltung dieser Spezifikation ein Kinderspiel. Schwieriger wird es hingegen, wenn im Winter Arbeiten in Skandinavien durchgeführt werden müssen, und gleich darauf möglicherweise in den Tropen am Äquator.

In Dutzenden solcher Projekte hat die Totalstation TS30 bereits ihre Stabilität bewiesen. Selbstverständlich wird das Instrument vor jedem Arbeitstag akklimatisiert, doch extreme Schwankungen der Umgebungstemperatur sind bei dieser Tätigkeit keine Seltenheit.

„Unsere Leica Geosystems-Totalstationen waren in Häfen in jedem erdenklichen Klima und auf fast allen Kontinenten im Einsatz“, lässt Casper Langeveld, der Eigentümer von Langeveld Project Management, die Vergangenheit Revue passieren. „Wie sie auch transportiert werden und auf welche Umgebungsbedingungen sie auch treffen – unsere Totalstationen müssen immer voll einsatzfähig sein und die Messungen liefern, die wir benötigen. Zum Glück können wir uns darauf verlassen, dass unsere Ausrüstung hochwertige Ergebnisse bringt.“

### NEUE TRENDS, NEUE ANFORDERUNGEN

Die jüngsten Entwicklungen in der Automatisierung von Containerbrücken haben völlig neue Herausforderungen ergeben. Früher befand sich der Kranführer praktisch direkt über der Last, sodass er jede Bewegung, jeden Schlag und jedes Geräusch unmittelbar wahrnehmen und darauf reagieren konnte. Dabei konnte es sich um einen Funkspruch an einen Serviceingenieur oder – im schlimmsten Fall – um das Stoppen des Krans handeln.



Durch die zunehmende Automatisierung sowie die Möglichkeit der Fernbedienung fahren die Containerbrücken führerlos. Ungewöhnliche Geräusche oder Stöße blieben ungehört. Umso wichtiger ist es, dass die Laufkatze reibungslos läuft als je zuvor, da Abweichungen wesentlich länger unentdeckt bleiben.

Zur Abdeckung des steigenden internationalen Bedarfs war die TS60 die logische Wahl als Nachfolgerin der TS30. Die ATRplus-Funktion maximiert die Fähigkeit der TS60 zur kontinuierlichen Verfolgung des Ziels ohne Ablenkung durch die vielfältigen Fremdrelexionen in einem Hafen.

Ein zusätzlicher entscheidender Vorteil für Langeveld ist, dass das Unternehmen auf der TS60 seine selbstentwickelte Software gleichzeitig mit der 3D-Feldsoftware Leica Captivate nutzen kann. Das ermöglicht die interne Kommunikation mit den Totalstationen und damit ein einheitliches Arbeitsumfeld.


„Wir vertrauen den robusten Lösungen von Leica Geosystems für unser Unternehmen“, so Langeveld voller Überzeugung. „Gemeinsam sind wir ein starkes Team.“



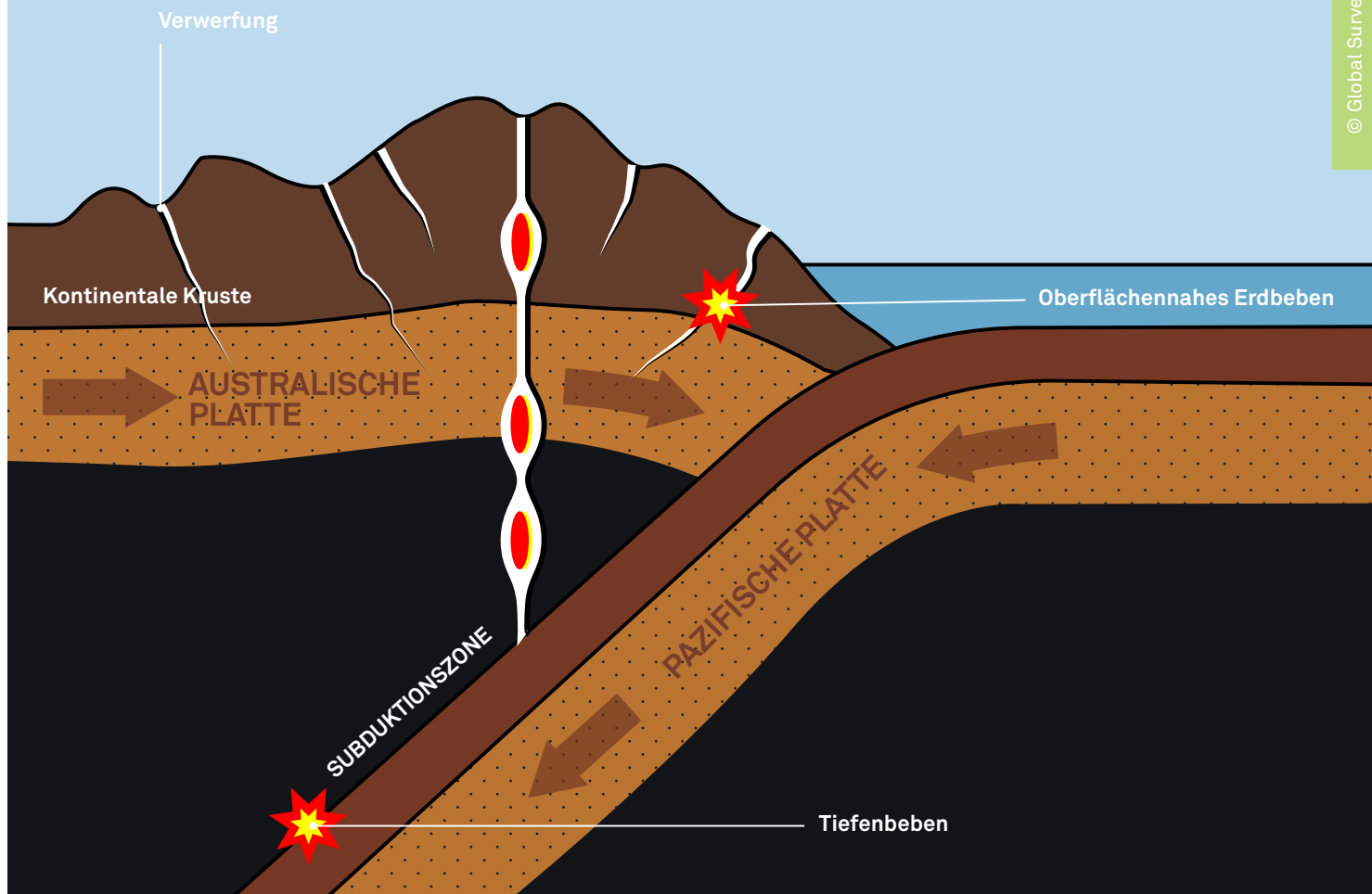


# STRATEGIEN FÜR BENUTZER VON BASISSTATIONEN IN TEKTONISCH AKTIVEN ZONEN

Penny Boviatsou

 Case Study

Das am besten ausgebaute GNSS-Basisstationsnetz  
Neuseelands verfügt landesweit über mehr als 70 Stationen



**Erdbeben entstehen durch die Bewegung tektonischer Platten. Wenn sich zwei Platten stetig aufeinander zu bewegen, bauen sich Spannungen innerhalb des Gesteins auf. Diese entladen sich, wenn sie zu stark werden: Es kommt zu einem tektonischen Beben an den Plattengrenzen.**

Neuseeland liegt auf der Grenze zwischen der Australischen und der Pazifischen Platte. Sie stoßen entlang einer gekrümmten Grenze aufeinander und schieben sich aneinander vorbei – eine Reihe kleiner, schneller Bewegungen verbunden mit Erdbeben.

SmartFix, das auf dem weltgrößten Basisstationsnetz HxGN SmartNet beruht, ist mit über 70 Stationen im Land das am besten ausgebaute GNSS-Basisstationsnetz. SmartFix liefert zentimetergenaue kinematische Echtzeit-Korrekturen, Auswertungslösungen und GIS-Korrekturen mit Genauigkeiten von weniger als einem Meter. Bei HxGN SmartNet handelt es sich um einen integrierten GNSS-Netzwerk-RTK- und Korrekturdienst, der rund um die Uhr in Betrieb ist und das umfassendste Basisstationsnetz der Welt nutzt, um die rasche und präzise Positionsbestimmung mit GNSS-fähigen Geräten zu ermöglichen.

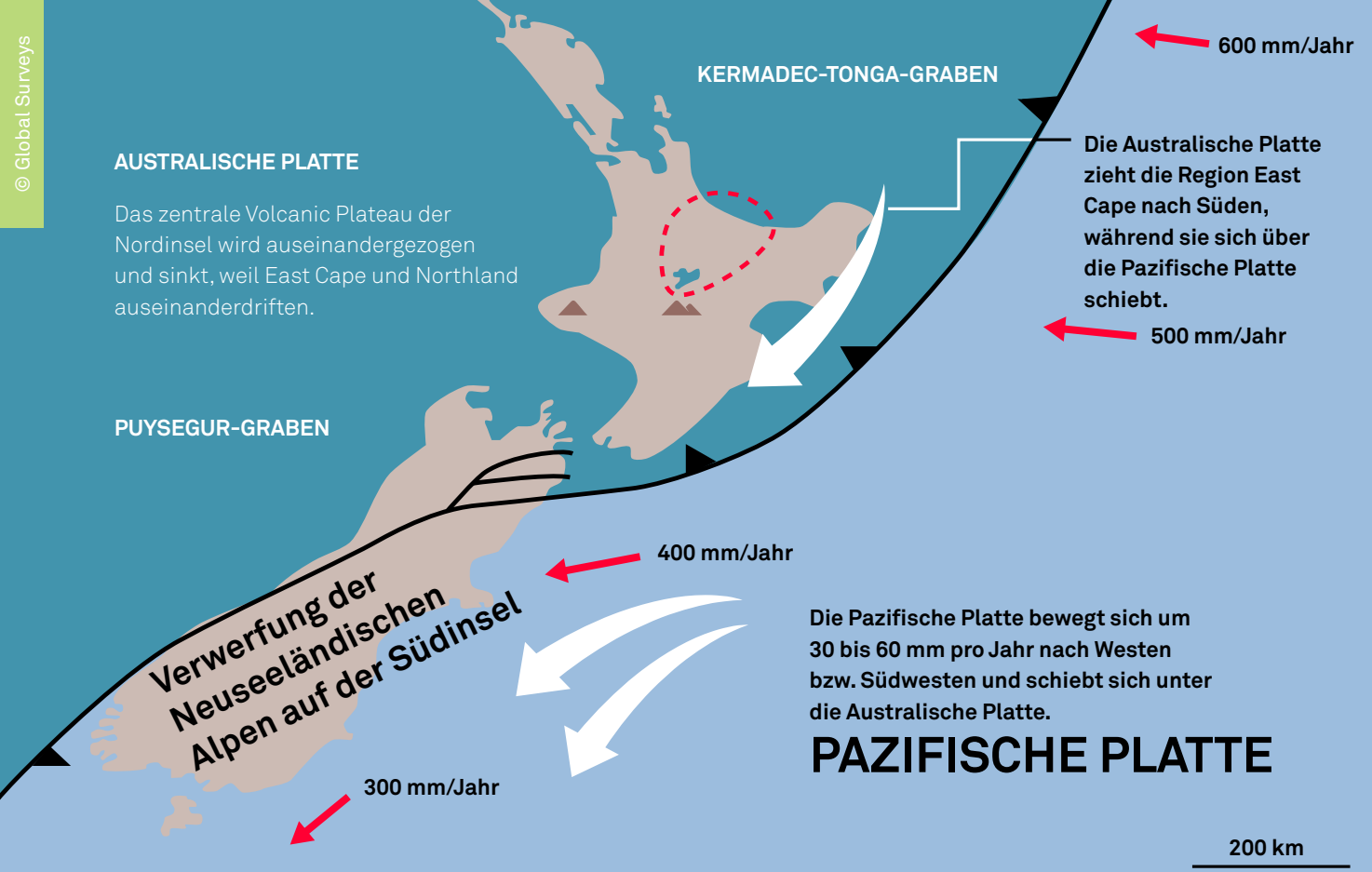
„SmartFix bietet unseren Kunden die Vorteile von kinematischen Echtzeit-Korrekturdaten (RTK) über das Internet sowie RINEX-Dateien für die Auswertung“, so Bruce Robinson, der Geschäftsführer von Global Survey Limited. „Für jeden GPS- oder GNSS-Empfänger, der sich mit dem Internet verbinden kann, liefert SmartFix die benötigten Daten.“

#### ERDBEBEN ERSCHÜTTERN NEUSEELAND

Es treten zwei verschiedene Arten von Erdbeben auf: Tiefenbeben unter der Nordinsel formen eine ausgeprägte seismische Zone, die von Marlborough nach Nordosten zur Vulkaninsel White Island verläuft. Oberflächennahe Erdbeben treten tendenziell im Südosten dieser seismischen Zone auf, während Tiefenbeben eher im Nordwesten üblich sind.

GeoNet, ein gemeinsames Projekt der Earthquake Commission (EQC) sowie von GNS Science und Land Information New Zealand, überwacht alle geologischen Gefährdungen im Land und erfasst 50 bis 80 Erdbeben pro Tag – ca. 20.000 im Jahr.

Erdbeben sorgen für eine laufende Veränderung des Landschaftsbilds. Obwohl viele der Beben klein und nicht wahrnehmbar sind, ist das Ergebnis messbar und lokal unterschiedlich.



Bei den Stichworten „messbar“ und „lokal unterschiedlich“ kommt das SmartFix-Basisstationsnetz ins Spiel.

Oft treten schnelle, gleichzeitig lateral und vertikal verlaufende Bewegungen auf. Sie sind eine Herausforderung für die zuverlässige vermessungstechnische Überwachung sowie für die Betreiber von Basisstationsnetzen.

### ERFORSCHUNG DER SEISMISCHEN AKTIVITÄT

Obwohl sich Neuseeland unter dem tektonischen Einfluss ständig verändert, ist das geodätische Datum des Landes zur Bereitstellung konstanter, unveränderlicher Koordinaten für Elemente konzipiert.

Ein geodätisches Datum beschreibt die Lage von Koordinaten, Längen und Breiten oder Höhen, relativ zu einem Bezugspunkt. Projektionen sind unterschiedliche Möglichkeiten der Repräsentation einer Position in einem Datum, beispielsweise als Nord- und Ostwerte auf topografischen Karten. Gemeinsam definieren sie die Koordinatensysteme Neuseelands.

Damit die Veränderungen berücksichtigt werden können, verändert sich das Datum gemeinsam mit der Landmasse – es handelt sich also um ein in Bezug auf die tektonische Platte fixiertes Datum.

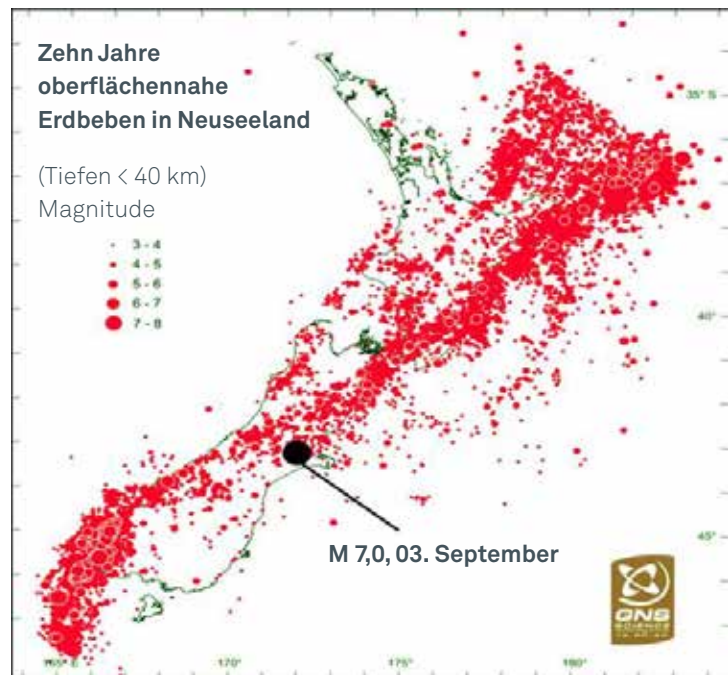
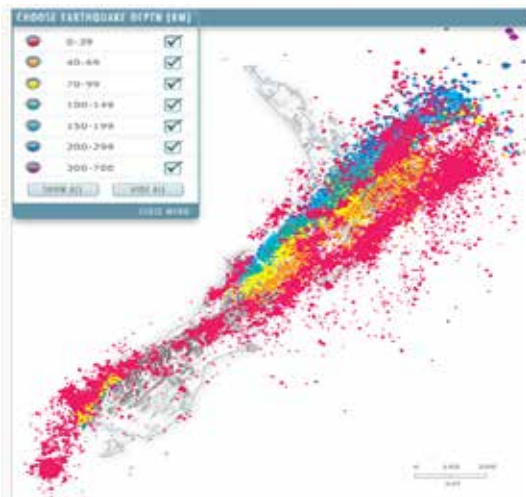
Das geodätische Datum Neuseelands trägt die Bezeichnung NZGD2000 und basiert auf dem International Terrestrial Reference Frame (ITRF) 1996 in der Position am Bezugselement zum Stichtag 1. Januar 2000. Aufgrund der Verformung des Datums reflektieren die NZGD2000-Koordinaten nicht mehr die wahren Positionen der Punkte relativ zueinander.

Die lokale Verzerrung ist jedoch gering, sodass die Verformung bei den meisten Anwendungen nicht ins Gewicht fällt. Entsprechend können Distanzen, Azimute und Flächen direkt auf der Basis von NZGD2000-Koordinaten berechnet werden. Allerdings muss die Verformung von den Administratoren der Basisstationen laufend berücksichtigt und angepasst werden.

Für jedes Jahr seit 2000 entspricht der Fehler maximal einem Millimeter pro Kilometer. Auf regelmäßiger Basis wird ein neues Deformationsmodell angewendet, um Verformungen durch Erdbeben, Berechnungen der NZGD2000-Koordinaten und präzisere Messungen des Deformationsmodells einzubeziehen.

### HERAUSFORDERUNGEN BEIM BETRIEB EINER BASISSTATION IN NEUSEELAND

Das NZGD2000-Datum wurde am 1. Januar 2000 festgelegt – und das war auch der letzte Tag, an dem alle Werte in Bezug zueinander gestimmt



haben. Zwischen 2000 und heute liegen 17,5 Jahre Differenzialbewegung, und obwohl sich die Koordinaten des Bezugspunkts nicht geändert haben, hat sich seine relative Position doch verschoben. Ein heute von drei verschiedenen Basisstationen aus vermessener Punkt wird – abhängig von den verwendeten Basisstationen – wahrscheinlich drei verschiedene NZGD2000-Koordinaten aufweisen.

„Ein wichtiges Element unserer Tätigkeit als Administratoren von SmartFix hier in Neuseeland ist die Aufklärung und Weiterbildung unserer Kunden, weil es unerlässlich ist, dass sie die geodätischen Konsequenzen ihrer Stationswahl verstehen“, erklärt Robinson.

Eine weitere Herausforderung ist die Bereitstellung und Auswahl der beiden Koordinaten für die Basisstationen, welche die Leica GNSS-Spider-Basisstationssoftware erfordert. Bei diesen beiden Koordinaten handelt es sich um die aktuellen Epochenkoordinaten zur Gewährleistung der Zuverlässigkeit des Netzwerks und der NZGD2000-Koordinate. Die GNSS-Spider-Lösung ist ein integriertes Softwarepaket zur zentralen Überwachung und Steuerung von GNSS-Basisstationen und -Basisstationsnetzen.

### EINE ZUVERLÄSSIGE, EFFIZIENTE LÖSUNG

Die Nutzung eines Netzwerks wie HxGN SmartNet bzw. SmartFix spart den Teams im Feld Zeit,

da die Aufstellung und Einrichtung einzelner Basisstationen entfällt.

Bisher musste man

- GPS-Empfänger,
- Akkus und Kabel,
- zwei Funkgeräte sowie
- Stativ und Lotstock herumzutragen und
- für jedes Projekt eine eigene lokale Basisstation einrichten.

Heute haben Nutzer des Basisstationsnetzes nur eine GPS- oder GNSS-Smartantenne (Rover) mit integriertem Modem oder ein externes Mobiltelefon bei sich und verwenden diese Geräte für den raschen Zugang zu einem Netzwerk fixer Basisstationen. Anhand der kombinierten Daten dieser fixen Basisstationen werden RTK-Korrekturen generiert, die eine höhere Positioniergenauigkeit auf wesentlich größere Entfernungen bieten als herkömmliche Funklösungen.

„Bei Survey Global arbeiten wir intensiv an der Ausweitung unseres SmartFix-Netzwerks“, sagt Robinson. „Trotz der tektonischen Erschwernisse bietet es unseren Kunden zuverlässige, wiederholgenaue NZGD2000-Koordinaten und ermöglicht so höhere Effizienz und die Fertigstellung von Vorhaben pünktlich und innerhalb des finanziellen Rahmens.“

# MODELLIERUNG FÜR DIE ÜBERWACHUNG – WENN MILLIMETER ZÄHLEN

Renata Barradas Gutiérrez

Case Study

Erfassung von Punktwolkenmessungen zur Überwachung  
eines Wasserkraftwerks in Litauen







**Das Funktionieren unseres Alltags und unserer Wirtschaft ist untrennbar mit einer verlässlichen Stromversorgung verbunden. Wasserkraftwerke nutzen dafür die Kraft des fließenden Wassers. Doch die am häufigsten verwendete erneuerbare Energiequelle verursacht auch Schäden. Deshalb ist die Überwachung von Deformationen zur Vermeidung von Strukturversagen, Rissen oder Materialermüdung in Wasserkraftwerken von entscheidender Bedeutung.**

Pumpspeicherkraftwerke sind eine von mehreren Möglichkeiten zur Gewinnung von Energie aus Wasser. Die größten Erzeuger von Energie aus Wasserkraft in Litauen sind das Wasserkraftwerk Kaunas und das Pumpspeicherkraftwerk Kruonis (PSKK). Seit über 20 Jahren ist das PSKK einer der Eckpfeiler der litauischen Energieversorgung. Das in der Nähe der Stadt Kaunas gelegene Kraftwerk ist auf dem neuesten technischen Stand und zählt zu den größten Anlagen dieser Art im Baltikum.

Das PSKK mit einer Kapazität von 900 Megawatt erzeugt Strom, gleicht den Verbrauch durch die Regelung von Spannung, Frequenz und Belastungsspitzen aus und kompensiert Energiedefizite in Notfällen. Laut dem Betreiber Lietuvos Energijos Gamyba deckt das PSKK sechs Prozent des litauischen Energiebedarfs ab und wäre in einem Notfall in der Lage, 94 Prozent der gesamten erforderlichen Energiereserven Litauens zu sichern. Dementsprechend könnten strukturelle Verformungen fatale Auswirkungen auf die Energieversorgung dieses baltischen Staats haben.

## HIGHTECH FÜR DIE DAMMÜBERWACHUNG

UAB SmartOffice vermaß das PSKK mit der MultiStation Leica Nova MS60 zu Überwachungszwecken. Dabei wurden Messungen und eine Punktwolke erfasst. Anhand der gesammelten 3D-Daten analysierte UAB SmartOffice die Oberfläche und berechnete die Senkrechtstellung des Damms. Das mithilfe der Punktwolke generierte Modell dient außerdem als Referenz für künftige Scans zur Zustands- und Deformationsüberwachung des Damms.

„Die Scanvorgänge mit der MultiStation Leica Nova MS60 haben bessere Ergebnisse geliefert als erwartet. Neben dem 3D-Scanbereich von bis zu 1.000 Metern haben wir vor allem von der gesparten Zeit und der hohen Genauigkeit sowie Benutzerfreundlichkeit profitiert“, erinnert sich Jonas Varnas, der Geschäftsführer von UAB SmartOffice. „Die Arbeit mit der MS60 war so einfach wie die Nutzung eines TPS, kombinierte aber die Präzision von TPS-Messungen mit 3D-Scanning in einem System.“

Mit der MultiStation MS60 können komplexe Anlagen bei der Vermessung mit Messpunkten und 3D-Modellen in einer Ansicht überlagert werden. Dadurch lassen sich zuverlässigere, schnellere und umfassendere Prüfungen von Senkrechtstellung und Deformation zur Feststellung von Schäden durchführen. Die 3D-Scanningtechnologie der selbstlernenden MultiStation ermöglicht den Anwendern eine Ausweitung ihres Dienstleistungsportfolios, da sie u. a. für folgende Aufgaben eingesetzt werden kann:





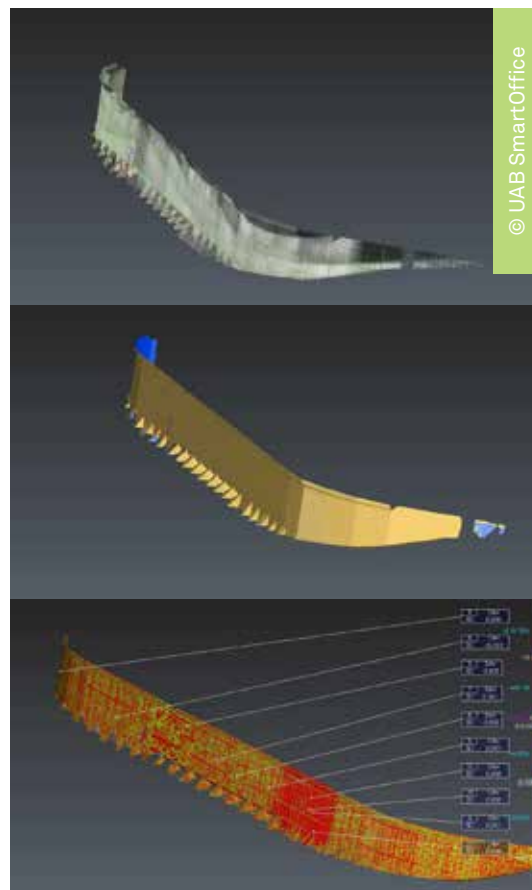
- Bauüberwachung
- Qualitätskontrolle
- Kollisionserkennung
- Gebäudedatenmodellierung (BIM) bestehender Gebäude.

Das PSKK wurde mit geotechnischen Sensoren überwacht, daher wurden keine geodätischen Instrumente eingesetzt. Im Gegensatz zu anderen Sensortechnologien, bei denen sich Angaben über die Deformation auf einige wenige Punkte beschränken, erlaubt die MultiStation MS60 die Erfassung einer dichten Anordnung von Punkten und die Messung von Verformungen in Bezug auf Millionen von Punkten, die mit TPS-Messwerten überlagert werden.

### INSPEKTION UND ABGLEICH VON OBERFLÄCHEN

Das Besondere am Pumpspeicherkraftwerk Kruonis ist die Möglichkeit, bei geringer Nachfrage im Pumpbetrieb und untertags als herkömmliches Kraftwerk zur Deckung des regulären Energiebedarfs zu arbeiten.

Die dadurch bedingten Schwankungen des Wasserstands im oberen Speicherbecken können zu einer Deformation des Damms führen.





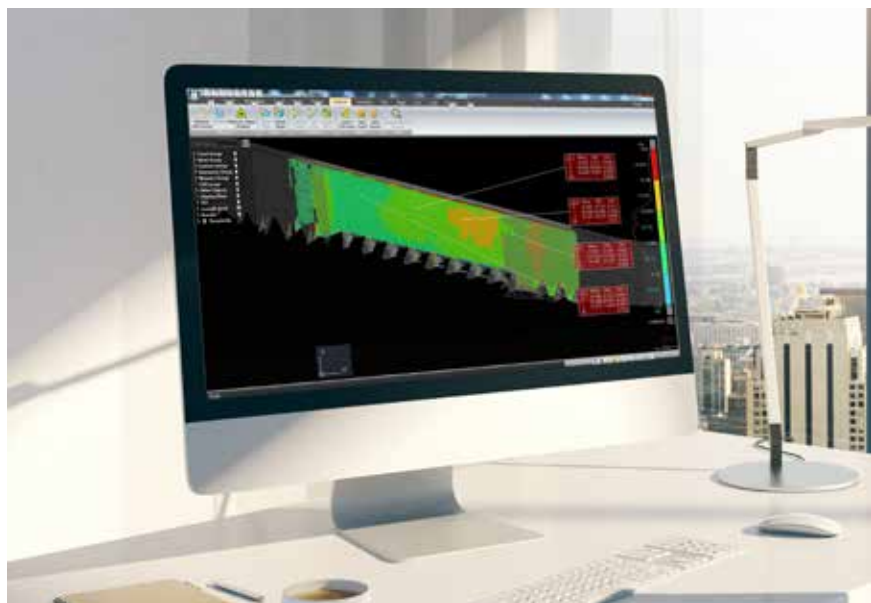
Deshalb hatten die Verantwortlichen des PSKK Interesse an der Überprüfung der Oberfläche und Senkrechtstellung des Damms, um Deformationen zu erkennen. Dazu wurde das gescannte Modell mit einem Sollmodell abgeglichen.

3D Reshaper, eine Software für die Arbeit mit Punktwolken, ermöglichte UAB SmartOffice die Messung, Inspektion und den Abgleich von Oberflächen mit Millimetergenauigkeit. Die aus der Punktwolke generierte modellierte Oberfläche bot ein exaktes Abbild der Realität zur Erkennung von Formveränderungen des gesamten Bauwerks.

„3D Reshaper unterstützte den Export der besten Formen, die Analyse der Oberflächen mit verschiedenen integrierten Tools und die detailgenaue Inspektion von Oberflächen – genau wie vom Kunden gewünscht“, so Varnas zufrieden.

### GENAUIGKEIT ZÄHLT


Bei der Dammüberwachung ist also Millimetergenauigkeit unerlässlich. Die Verformung eines solchen Bauwerks kann Kosten in Multimillionenhöhe und Schlimmeres nach sich ziehen. Entsprechend



müssen Verformungen frühzeitig entdeckt und überwacht werden, um einen sicheren Betrieb sowie kosteneffektive Bau- und Instandhaltungstätigkeiten zu gewährleisten.



# SCHIENENNETZAUSBAU IN LONDON

Mitarbeiterbericht  Case Study

Vermessung neuer Bahnstrecken in der britischen  
Hauptstadt

## Tag für Tag pendeln Tausende Menschen nach London. Zusätzliche Züge sind ein wichtiger Beitrag zur Verkehrsentlastung der Innenstadt.

Im Rahmen des Ausbauprogramms „Brighton Main Line“ sollen zu den morgendlichen Stoßzeiten sechs zusätzliche Züge pro Stunde fahren. Darüber hinaus sieht dieses Programm bis 2043 vier neue Bahnstrecken nach London mit zwei weiteren zusätzlichen Zügen vor. Außerdem wird durch die Trennung der Verkehrsströme die Kapazität auf der Route erhöht und es werden weitere Linien geschaffen.

Von dieser komplexen und extrem stark befahrenen Teilstrecke der Londoner Bahninfrastruktur musste eine topografische Aufnahme erstellt werden. Das Ausbauprogramm war der ideale Zeitpunkt für ein Upgrade auf eine neuere, schnellere und effizientere Lösung zur Datenerfassung.

Network Rail, die Behörde, bei der das Ausbauprogramm angesiedelt ist, beauftragte Atkins mit der Durchführung der Vermessungstätigkeiten.

### GROSSANGELEGTE ERWEITERUNG DES GERÄTEPARKS

Die Ursprünge von Atkins, einem der angesehensten Consulting-Unternehmen in den Sparten Design, Engineering und Projektmanagement, gehen bis ins Jahr 1938 zurück. Atkins arbeitet eng mit unterschiedlichsten Kunden aus verschiedenen Branchen und Regionen sowie aus dem öffentlichen und privaten Sektor zusammen.

Die Atkins Rail Division mit Sitz in Croydon (Surrey, Großbritannien) setzt schon seit fast 20 Jahren Vermessungstechnologie von Leica Geosystems ein. Im vergangenen Jahr fiel die Entscheidung, den Großteil des bewährten, aber alternden Geräteparks bestehend aus Totalstationen der Typen Leica System 1100 und 1200 zu ersetzen und die GNSS-Geräte, digitalen Nivelliere und Polygonzugausrüstungen um die neuesten Leica Captivate-Lösungen zu ergänzen:

- 1 MultiStation Nova MS60
- 7 Imaging-Totalstationen Viva TS16i
- 4 GNSS-Smartantennen Viva GS14

- 10 Controller Captivate CS20
- 2 Tablets Captivate CS35
- 2 Digitalnivelliere LS15 mit Autofokus
- 8 komplette Polygonzugsets

Mit dieser neuen Ausrüstung war Atkins bestens auf das neue Projekt vorbereitet.

### PROBLEME UND HERAUSFORDERUNGEN BEI DER ARBEIT VOR ORT

Um die zusätzlichen Linien Richtung London Victoria und London Bridge zu ermöglichen, mussten die Verkehrsflüsse an der Windmill Bridge Junction getrennt werden. Dies würde zu Kapazitätssteigerungen auf der Strecke führen, die ständig Folgeverspätungen auf den angrenzenden Linien und im gesamten Verkehrsnetz von South London verursachte.

Für den Halt weiterer Züge in East Croydon war der Bau zusätzlicher Bahnsteige erforderlich. Für den Aufbau einer Bahnlinie mit zwölf Waggons zwischen Selhurst und Gloucester Road Junction wurde auch die notwendige Infrastruktur benötigt.

Um die gewünschten Ergebnisse zu erzielen, wurde die Machbarkeit mehrerer Optionen geprüft:

- Höhenfreie Kreuzung an der Windmill Bridge
- Erweiterung der Selhurst Spur
- Zusätzlicher Schienenstrang zwischen Windmill Bridge Junction und East Croydon
- Zwei zusätzliche Bahnsteige in East Croydon.

Es stellte sich heraus, dass an der Haltestelle East Croydon bauliche Maßnahmen notwendig wären, um den Zugang der Passagiere zu den neuen Bahnsteigen zu sichern und ausreichend Wartebereiche zu schaffen.

„Wie bei allen topografischen Aufnahmen im Bahnbereich wurde unsere Vorgehensweise von den Zugangsmöglichkeiten zum Gelände und der Art der vorhandenen Infrastruktur bestimmt“, erklärt Matevz Groboljsek, der zuständige Projektleiter. „Das galt insbesondere angesichts der Größe der Fläche und des komplexen Kreuzungs- und Streckenverlaufs in diesem Abschnitt.“



### LEICA CAPTIVATE IM EISENBAHNBAU

Im Bahnbereich stehen Genauigkeit und Zuverlässigkeit an erster Stelle. Deshalb entschied sich Atkins für Lösungen von Leica Geosystems, um während der kurzen Zeitfenster, in denen die Gleise für die Vermessung geräumt wurden, kostspielige Stillstandszeiten zu vermeiden.

Bei dem Projekt kam eine MultiStation Leica Nova MS60 mit umfassender Funktionalität und einer Scanningleistung von bis zu 1.000 Punkten pro Sekunde zum Einsatz. In Verbindung mit den Imaging-Funktionen der Totalstationen und deren Interoperabilität mit dem Controller Leica CS20 und dem Tablet CS35 gelang es, alle benötigten Details so schnell und effektiv wie möglich zu erfassen.

Diese Controller und die Captivate-Software dienten außerdem dazu, zusammen mit den GNSS-Smartantennen über den HxGN-SmartNet-Dienst rasche und genaue Korrekturen zu beziehen. Neben der Captivate-Software wurde das neueste Digitalnivellier Leica LS15 mit Imaging und Autofokus verwendet, um unter schwierigen Bedingungen schnellere und

genauere Lattenablesungen zu ermöglichen. Die Geräte wurden auf Gleiswagen transportiert, auf denen auch Laserscanninglösungen von Leica Geosystems zum Einsatz gelangten.

Die Bereitstellung topografischer Vermessungsdaten und ausgewählter Punktwolken für die Projektplaner führte zur Ausarbeitung eines ausgereiften Verkehrskonzepts zur Entlastung des Streckennetzes von South London. Anhand der Daten lassen sich über die Jahre entstandene Streckenführungen entwirren, um für weitere Ausbaumaßnahmen bis 2020 und darüber hinaus gerüstet zu sein.

Das Bauvorhaben trägt zur wirtschaftlichen Entwicklung der betroffenen Bezirke bei und die ständig wachsende Zahl der Passagiere profitiert von besseren Verbindungen.

### TOPOGRAFISCHE AUFNAHME DER LONDONER BAHNINFRASTRUKTUR

Für Atkins haben die Lösungen von Leica Geosystems viele Vorteile gebracht.



„Durch die Leica Captivate-Softwaretechnologie konnten wir unserem Kunden Network Rail rasch präzise Datenprodukte zur Verfügung stellen, teure nachträgliche Besuche vor Ort vermeiden, so Zeit und Geld sparen und ganz nebenbei auch das Gefahrenpotenzial minimieren“, fasst Groboljsek zusammen. „Durch die kombinierten Lösungen von Leica Geosystems ließen sich die Daten sicher, genau, effizient und vor allem innerhalb der kurzen Zeitfenster erfassen, in denen wir auf die Gleise durften. Infolge der Reduktion der Zeit auf den Schienen verringerte sich die Gefahr von Zwischenfällen und das Verletzungsrisiko für die Mitarbeiter.“

Die schnelle und genaue GNSS-Smartantenne Leica Viva GS14 ermöglichte unter Verwendung sowohl von ausgewerteten als auch Echtzeit-RTK-Daten von HxGN SmartNet die primäre und sekundäre Kontrolle. Der RTK-Dienst sorgte außerdem durch die Sicherung der Qualität der 3D-GNSS-Daten direkt im Feld für erhöhte Effizienz.

Mit intuitiver, benutzerfreundlicher Software vor Ort und im Büro unterstützte Captivate

die sofortige 3D-Visualisierung der erfassten Vermessungsdaten und damit ein genaues Verständnis der Projektanforderungen.

Die Leica ScanStation P40 bot eine höhere Erfassungsgeschwindigkeit mit geringerem Rauschen und schärferen Scans sowie schnellere Workflows zwischen Feld und Büro, unterstützt durch die automatische Verarbeitung mit der Laserscanningsoftware Leica Cyclone. Die Daten wurden dann sofort und einfach über Leica TruView an die Mitarbeiter und den Kunden weitergegeben.

Nach seiner Fertigstellung wird das Ausbauprogramm „Brighton Main Line“ eines der ersten Vorhaben sein, bei dem so frühzeitig im Projektlebenszyklus eine topografische Aufnahme durchgeführt wurde. Die Leica Captivate-Lösungen erlauben dem Planungsteam und den Vermessungsingenieuren die reibungslose Abwicklung des Projekts durch proaktiv getroffene und übermittelte Entscheidungen auf der Basis sofortiger Rückmeldungen.



# TAGEBUCH EINES ABENTEUERS

Penny Boviatsou



Case Study

Segeltörn mit der ECO40 zur Erfassung ozeanografischer Daten



**Am 19. Oktober 2014 stach Matteo Miceli, ein bekannter italienischer Segler, am Hafen von Riva di Traiano nahe Rom auf dem unter italienischer Flagge segelnden Boot ECO40 für das Projekt „Roma Ocean World“ in wissenschaftlicher Mission in See. Sein Ziel: eine Weltumsegelung. Allein. Ohne fossile Brennstoffe. Nur mit den Hilfsmitteln, die er von Anfang an auf seine immerhin 27.000 Seemeilen (50.000 Kilometer) lange Reise mitnahm.**

Bei der ECO40 handelte es sich um ein seetüchtiges Boot der 40er-Klasse mit einer Gesamtlänge von 12 Metern, das mit der notwendigen Ausrüstung zur Erfassung von Daten sowohl der an Bord gemessenen meteorologisch-ozeanografischen Parameter (d. h. scheinbare und wahre Windgeschwindigkeit und Windrichtung, Luftdruck, aktuelle Geschwindigkeit, Luft- und Wassertemperatur usw.) als auch der kinematischen Eigenschaften des Boots selbst (d. h. Geschwindigkeit und Kurs über Grund) ausgestattet war. Ein Professorenteam um Paolo De Girolamo und Mattia Crespi von der Universität Roma La Sapienza sowie Alessandro Pezzoli von der Polytechnischen Universität Turin erfasste jede Bewegung des Boots mit drei GNSS-Empfängern Leica GR25. Die aufgezeichneten Daten dienten zur

- Berechnung der Wellenhöhe entlang der Route durch Verwendung des Boots als Boje und Validierung der numerischen Modelle des britischen meteorologischen Dienstes,
- Verbesserung der Konstruktion des Boots durch die Berechnung der dynamischen Beanspruchung und der Widerstandsfähigkeit des Materials während der Reise und
- Aufzeichnung der von den Bewegungen der ECO40 abgeleiteten Welleneigenschaften zur Erstellung eines Polardiagramms der Bootsgeschwindigkeit zur Optimierung künftiger Rennboote.

Miceli übermittelte seine Daten per Satellit zur Auswertung an die Professoren.

Nach der Umrundung der drei Kaps und 25.000 zurückgelegten Seemeilen, auf dem Rückweg Richtung Italien, kenterte die ECO40 am Äquator. Zu diesem Zeitpunkt war Miceli etwa 600 Meilen von der brasilianischen Küste entfernt. Er wurde von einem Frachtschiff an Bord genommen. Nach Italien zurückgekehrt, organisierte er



eine erste Expedition zur Bergung, die jedoch nicht von Erfolg gekrönt war. Einen Monat später startete das Expeditionsteam einen neuen Versuch, bei dem die ECO40 schließlich 300 Meilen vor der Küste Brasiliens geborgen werden konnte. Zusammen mit dem Boot konnten auch die Daten gerettet werden, und die Forscher konnten sich an deren abschließende Auswertung machen.

### HART AM WIND

Bei der geplanten Route handelte es sich um die klassische Klipperstrecke, die von Westen nach Osten durch den Südlichen Ozean verläuft und sich die starken Westwinde zunutze macht. Dabei passierte die ECO40 zuerst die Straße von Gibraltar, durchsegelte anschließend den Atlantik und umrundete die Antarktis auf einer durchschnittlichen Breite von 50° S. Dabei umsegelte sie von Westen nach Osten der Reihe nach die berühmtesten Kaps der Welt: das Kap der Guten Hoffnung, Kap Leeuwin und Kap Hoorn. Anschließend war geplant, durch den Atlantik zurück zur Straße von Gibraltar zu segeln und wieder in den heimischen Hafen einzulaufen.



Aus den mit dem GNSS-Empfänger Leica GR25 und der Antenne Leica AS10 aufgezeichneten Daten zur Bootsbeziehung ging hervor, dass die ECO40 in dem ersten Sturm, in den sie geriet, Wellenhöhen um die sechs bis maximal zehn Meter zu bewältigen hatte“, so Miceli. „Nun, nach dem Ende der Reise, sind wir in der Lage, die genauen Werte zu berechnen.“

#### DIE DATENERFASSUNG IM DETAIL

Ein Teil der Messdaten wurde täglich über ein Satellitenmodem an das Team auf dem Festland übermittelt. Diese vom Boot gemessenen und annähernd in Echtzeit übertragenen Daten erhöhten die Sicherheit der ECO40: Das Wissen um die tatsächlichen Wetterbedingungen ermöglichte im Bedarfsfall eine Anpassung der Route, damit sie durch ruhigere Gewässer führte.

„Die von den drei GPS-Empfängern erfassten Messungen können Aufschluss über den Wellengang geben“, so Miceli.

Zwei der drei hochpräzisen GPS-Empfänger von Leica Geosystems wurden links und rechts am Heck entlang der Querachse des Boots angebracht, während sich der dritte in der Nähe des Einstiegs an der Längsachse befand. Die Daten wurden vom System im Zuge der Navigation gesammelt und von jedem Empfänger auf einer SD-Karte gespeichert. Ihre Auswertung erfolgte nach der Bergung der Karten.

Dabei wurde auf zwei unterschiedliche Verfahren zurückgegriffen:

1. die „Variometric Approach for Displacements Analysis Standalone Engine“ (VADASE) und
2. den kinematischen Ansatz mit beweglicher Basis.

Die beiden Verfahren ergänzten einander bei der Erfassung der Bewegung des Boots, während die Bootsbeziehung wiederum zur Schätzung der Eigenschaften der Wellen herangezogen wurde.

Das erste Verfahren – der variometrische Ansatz – diente zur Berechnung der Stampf-, Roll- und Schlingerbewegungen des Boots. Mit dem zweiten – dem kinematischen Ansatz – wurde der Roll-, Nick- und Gierwinkel ermittelt, der zur Ableitung der Welleneigenschaften (d. h. das Richtungswellenspektrum) diente.

Wenn schnelle Bewegungen erfasst und ihre Auswirkungen plötzlich bewertet werden müssen, kann Leica VADASE den Forschern helfen, sofort fundierte Entscheidungen zu treffen. Die Lösung bietet gegenüber der herkömmlichen GNSS-Überwachung einen Mehrwert, da sie genaue Geschwindigkeitsinformationen basierend auf einem eigenständigen GNSS-Empfänger liefert, der permanent in Echtzeit für die präzise und zuverlässige Analyse schneller Bewegungen bereitsteht.

Die Leistungsdaten des Boots (d. h. Geschwindigkeit und Kurs über Grund) können die Schätzung der tatsächlichen polaren Geschwindigkeitskurven des Boots ermöglichen. Tatsächlich wurden diese Kurven zur Vorhersage der optimalen Route durch das Team an Land mithilfe einer Software zur Routenoptimierung

verwendet. Diese Prognosen wurden täglich an Miceli übermittelt.

Die tatsächlichen polaren Geschwindigkeitskurven des Boots unterscheiden sich von den theoretischen, von denen der Konstrukteur des Boots ausging. Dafür gibt es mehrere Gründe, u. a. die Fähigkeit der Crew, die maximale Leistung aus dem Boot herauszuholen, und das Vorhandensein von Wellen, die bei der Berechnung der Kurven in der Regel nicht berücksichtigt werden.

Diese Daten dienen vor allem zwei zentralen technischen und wissenschaftlichen Zwecken:

1. der Kalibrierung bzw. Verifizierung der numerischen Modelle, die zur Prognose von Wind und Wellen herangezogen werden und/oder zur Meeresuntersuchung und Kalibrierung der Fernerkundungsdaten (wie z. B. satellitengestützter Wind- und Wellenmessungen) sowie
2. der Gewinnung von Erkenntnissen in Bezug auf das Bootsdesign. Tatsächlich können Kenntnisse über die Bewegung und Belastung dieser Art von Booten in Verbindung mit Daten über die Reaktion der Materialien auf die Dauerbeanspruchung den Planungsprozess wesentlich verbessern.

## AUSWERTUNG DER MESSUNGEN

Zum ersten Mal überhaupt wurden bei dieser Weltreise die Bewegungen eines Segelboots mittels GNSS genau gemessen und Daten über Satellit übermittelt. Was die meteorologisch-ozeanografischen Bedingungen und die Krängung des Boots angeht, so verzeichnete die ECO40 am 21./22. Oktober 2014 im Golfe du Lion ihren ersten Sturm. Die Ermittlung der Krängung des Boots erfolgte durch die Auswertung der GPS-Signale anhand eines kinematischen Ansatzes mit beweglicher Basis. So konnte während des gesamten Wettergeschehens der Krängungswinkel  $\alpha$  des Boots geschätzt werden.

„In Bezug auf die meteorologisch-ozeanografischen Bedingungen haben wir den Sturm auf der Grundlage der Winddaten, die uns praktisch in Echtzeit vom Boot übermittelt wurden, analysiert“, erklärt Professor De Girolamo.

Die Winddaten wurden mithilfe eines an der Mastspitze angebrachten Anemometers



gemessen. Der erste Abgleich erfolgte mit Daten des European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF), der zweite unter Verwendung der Prognosedaten des numerischen GFS-Modells (Global Forecast System).

In Verbindung mit den Ergebnissen der Krängungsanalyse zeigte dieser Abgleich, dass die Höhe, in der die Windmessung erfolgt, eine wichtige Rolle spielt. Die korrigierten Windmessungen sind mit den Ergebnissen der numerischen Modelle vergleichbar: eine gute Übereinstimmung zeigt sich innerhalb der ersten 60 Stunden. Nichtsdestotrotz lässt sich während der Sturmmitte eine merkliche Abweichung zwischen den gemessenen und den projizierten Winddaten feststellen.


Der Direktvergleich zwischen der Vorhersage und den gemessenen Windgeschwindigkeiten ergab hier deutliche Unterschiede. In diesem Fall setzte die Prognose die Windgeschwindigkeiten bei schwerem Sturm 50 Prozent zu niedrig an.

Die Forscher und Professoren veröffentlichten einen wissenschaftlichen Artikel zum Vergleich von gemessenen und geschätzten Winddaten.

„Trotz des abrupten Endes der Reise reichten die mit dem GNSS-Empfänger Leica GR25 und der Antenne Leica AS10 erfassten Daten aus, um ozeanografische Angaben zum besseren Verständnis unserer Meere zu sammeln und Technologien zum Nutzen der Menschheit weiterzuentwickeln“, so Frank Pache, Senior Product Manager für GNSS-Netzwerke und Basisstationen bei Leica Geosystems.

# DREI GROSSE „I“: INNOVATION IN INDIEN

Amit Kumar

 Case Study

## Vermessung einer Fernstraße mit einer mobilen Kartierungslösung in Indien

**Aufgrund der zunehmenden Nachfrage nach einfach verfügbaren, einheitlichen, genauen, vollständigen und aktuellen geografischen Informationen haben sich georäumliche Anwendungen zum Hilfsmittel Nummer eins entwickelt. Entscheidend ist dabei die Möglichkeit, Rohdaten in aussagekräftige, zuverlässige Informationen zu verwandeln. In immer mehr Branchen und Segmenten kommen solche Technologien zum Einsatz und ermöglichen uns einen genaueren Blick auf die Welt - auch in Indien.**

Straßen und Gebäude in vielen Teilen Indiens sind veraltet. So wurde die Fernhandelsstraße Grand Trunk Road 1857 erbaut, um Orte wie Harappa und Mohenjo-Daro miteinander zu verbinden. Heute ist die Infrastrukturbehörde des Bundesstaats Maharashtra für die Instandhaltung sowie den weiteren Ausbau dieser Straße verantwortlich. Die Behörde und ihre Berater haben Prashant Surveys, ein Vermessungs- und Kartierungsunternehmen aus der Stadt Pune, das mit mobilen 3D-LiDAR-Technologien arbeitet, mit der Durchführung der Vermessungstätigkeiten beauftragt.

### **MOBILISIERUNG DES VERMESSUNGSVORGANGS**

Bei der Vermessung handelt es sich um ein entscheidendes Element des Planungs- und Bauprozesses. Die topografische Aufnahme von 2.600 Straßenkilometern einschließlich der Erstellung

von Datenprodukten binnen ca. zwei Monaten ist ein anspruchsvolles Unterfangen. Prashant Surveys schloss die Vermessung unter Einsatz der mobilen Kartierungsplattform Leica Pegasus:Two binnen eines Monats ab und benötigte einen zweiten Monat zur Fertigstellung der geforderten Datenprodukte. Bei der Ausführung mit herkömmlichen Methoden hätte dasselbe Projekt mehr als ein Jahr gedauert.

Zur Nutzung der mobilen Kartierungsplattform Leica Pegasus:Two waren nur einige professionelle Einschulungen und etwas praktische Erfahrung erforderlich. Pegasus:Two und die zugehörigen Lösungen zur Erfassung der Realität stellten für Prashant Surveys eine erhebliche Investition dar. Das indische Unternehmen ist das erste im Land, das mit dieser modernen Technologie arbeitet. Die enorme Strecke konnte mit einer Scangeschwindigkeit von einer Million Punkten pro Sekunde bei einer Vermessungsgenauigkeit von weniger als zwei Zentimetern vermessen werden.

„Der Übergang von den klassischen Totalstationen zu den neuesten mobilen Kartierungssystemen ist ein technologischer Quantensprung“, schwärmt Prashant Alatgi, der bei Prashant Surveys für Technologie- und Geschäftsentwicklung verantwortlich ist. „Wir konnten ohne Probleme pro Tag etwa 100 Straßenkilometer georeferenzierte, hochdichte 3D-Punktwolkendaten samt hochwertigen Fotos erfassen.“



## NEUE MÖGLICHKEITEN

Ziel der Vermessung der Straße durch Prashant Surveys war die

- Unterstützung bei der Erstellung von Katasterplänen für alle Objekte und Bauten entlang der Straße,
- Verbreiterung bestehender Fernstraßen unter staatlicher Verwaltung;
- Vereinheitlichung und der Ausbau bestehender Fernstraßen und die
- Erstellung von Profilen bestehender Straßen sowie L-Profilen und Querprofilen von Straßenkorridoren.

Abgesehen von der Vereinfachung solcher regulärer Vermessungsaufgaben geht Prashant Surveys auch davon aus, dass sich das Unternehmen durch die mobile Kartierungstechnologie neue Märkte erschließen kann. Beispielsweise unterstützen die mobile Kartierung von einem Fahrzeug aus und die Möglichkeit der Erfassung der Realität über und unter der Erde Anwendungen im Städte- und Eisenbahnbau, bei der Deformationsüberwachung sowie Bestandsaufnahmen und mehr. Funktionen zur Zustandsüberwachung können bei der Durchführung ökologischer Forschungsprojekte helfen, während der tragbare Leica Pegasus:Backpack zur Gebäudedatenmodellierung (BIM) eingesetzt werden kann.

„Mit der mobilen Kartierungslösung Leica Pegasus:Two erzielen wir nicht nur substanzielle Einsparungen in Bezug auf Personal, Verwaltung und indirekte Kosten, sondern erhalten auch die Chance, völlig neue Leistungen zu erbringen“, ist Prashant Alatgi überzeugt. „Diese zusätzlichen Optionen der Technologie waren weitere Argumente für ihre Anschaffung, sorgen für eine raschere Amortisierung und bestätigen uns in unserer Entscheidung, auf mobile Kartierungslösungen zu setzen.“



# VERÄNDERTE ABLÄUFE AM BAU MIT HXGN SMART BUILD

Cathi Hayes

 Sonderbericht

## Nutzung einer bedienerfreundlichen, robusten Plattform zur Abwicklung von Bau- und Infrastrukturvorhaben

In der Baubranche lassen sich gegenwärtig drei generelle Trends feststellen, die den Sektor nachhaltig verändern werden:

1. **Gebäudedatenmodellierung (Building Information Modeling – BIM)**
2. **Cloudgestützte Digitalisierung**
3. **Arbeitserleichterungen durch Mobilgeräte**

Die Baubranche ist bereit für neue, verständliche Technologien mit einfachen, intuitiven Benutzeroberflächen bei hoher Leistungsfähigkeit. HxGN SMART Build ist eine Software-as-a-Service-Technologie zur Überwachung von Zeitplan und Kosten am Bau anhand eines 3D-Modells für das aussagekräftige 4D- und 5D-Tracking von Fortschritt und Aufwand. Diese Daten dienen als Grundlage für rasche, fundierte Entscheidungen, auf deren Basis Projekte innerhalb des zeitlichen und finanziellen Rahmens abgeschlossen werden können.

### INTELLIGENTERE DIGITALE ABSTECKUNG

Über das Modul zur digitalen Absteckung gewährleistet SMART Build durch den Abgleich von 3D-Modellen und Absteckungspunkten mit der Software von Robotic Totalstationen zudem die Produktivität und Genauigkeit am Bau. Das baut BIM-Hürden für die Teams im Feld ab. Es überbrückt durch den Einsatz leistungsfähiger und doch benutzerfreundlicher Lösungen die Kluft zwischen Büro und Feld.

SMART Build unterstützt die Anzeige intuitiver Modelle in einem vernetzten Cloudumfeld. Dadurch entfällt die Anschaffung und Schulung komplexer Modellierungssoftware für Desktopcomputer. Digitale Absteckungspunkte lassen sich direkt zu jedem Modellobjekt – wie beispielsweise einem Betonfundament, wo möglicherweise End-, Zwischen- oder Mittelpunkte ergänzt werden müssen –



hinzufügen. Ein besonderer Vorzug von SMART Build ist die Möglichkeit für die Absteckungspunkte, die Daten aus dem Modell zu übernehmen. Zusätzlich stehen Informationen aus dem Modell wie Art des Betons, Geschossebene, Armierungsstärke usw. zur Verfügung. Die Modellattribute können vom Benutzer individuell definiert werden.

Modelle und Absteckungspunkte werden exportiert oder zur schnellen, präzisen Absteckung mit der Feldsoftware der Robotic Totalstationen von Leica Geosystems oder wie den Leica Software-Lösungen iCON build oder Captivate abgeglichen. Mit Robotic Totalstationen durchgeführte Kontrollmessungen von Einzel- oder Bestandspunkten können zum visuellen Abgleich zurück in die gemeinsame Modellumgebung von SMART Build gespielt werden. Abweichungen zwischen Entwurfs- und Bestandsdaten lassen sich im Webclient von SMART Build oder über iOS- und

Android-Apps dokumentieren, damit Probleme gemeinsam rasch gelöst werden können.

### **EIN INTEGRIERTER ANSATZ**

Mit der Möglichkeit, die Planung und Ausführung von Bauvorhaben durch die Kombination von Modellen, Kosten und Zeitplänen in einer einzigen, integrierten Plattform abzuwickeln, geht diese Lösung weit über die reine digitale Absteckung hinaus. Benutzer können die tatsächlich benötigte Zeit im Feld und die Kosten in Echtzeit überwachen und laufend mit den Planungen aus dem Büro vergleichen.

Hexagon verändert die Abläufe am Bau mit HxGN SMART Build durch den Einsatz von zeitgemäßen Cloud- und Mobillösungen zur Deckung der steigenden Ansprüche der Bauwirtschaft.

Weitere Informationen: [hxgnsmartbuild.com](http://hxgnsmartbuild.com).

# AUS DEM HIMMEL AUF DEN BODEN – PRÄZISE STEUERUNG SCHWERER BAUMASCHINEN

Karina Lumholt

 Sonderbericht

## Exakte Positionierung für die Maschinensteuerung mit HxGN SmartNet in Dänemark

**Seit den späten 1990er-Jahren profitieren Nutzer schwerer Baumaschinen zunehmend von GPS-Technologie, wenn es um die Arbeit mit hochpräzisen Neigungsinformationen bei der Erdbewegung geht.**

Ohne die Korrektur der Satellitensignale durch die Daten einer Basisstation mit bekannter Position würde ein GPS-Maschinensteuerungssystem nur eine Genauigkeit von einigen Metern aufweisen – etwa vergleichbar mit dem Navigationssystem in einem Auto. Die Baubranche muss jedoch auf einige Zentimeter genau arbeiten.

Deshalb müssen Maschinensteuerungslösungen über ein als Echtzeit-Kinematik (Real Time Kinematics – RTK) bezeichnetes Verfahren mit Korrektursignalen versorgt werden. Solche Korrekturen stammen entweder von einer einzelnen RTK-Basisstation oder einem ganzen RTK-Netzwerk, in dem fixe GPS- bzw. GNSS-Empfänger zu einem Netz verbunden sind und deren kombinierte Daten zur Korrektur der Übertragungsfehler der Satelliten genutzt werden.

Bei HxGN SmartNet handelt es sich um einen weltweiten RTK-Netzwerkdienst, der auf die GNSS-Technologie von Leica Geosystems zurückgreift. Die Anwender genießen einfachen Zugang zu präzisen Korrekturdaten, maximale Verfügbarkeit, Zuverlässigkeit und Rückführbarkeit anhand international anerkannter Standards. Dabei profitieren sie von flexiblen, kostengünstigen Abo-

Optionen. Zahlreiche professionelle Anwender nutzen HxGN SmartNet zur effizienten Ausführung von Routinetätigkeiten in:

- Maschinensteuerung
- Vermessung
- Tiefbau
- Hochbau
- Landwirtschaft
- Erfassung von Versorgungsleitungen
- Archäologie
- Überwachung
- usw..

### SMARTNET IN DÄNEMARK

Mit insgesamt 57 Basisstationen, die von der dänischen Geodatenbehörde geprüft und abgenommen sind, verfügt HxGN SmartNet über das am besten ausgebaute RTK-Netzwerk und gewährleistet landesweit die höchste Abdeckung. Die 3D-Maschinensteuerungslösungen von Leica Geosystems erhalten einmal pro Sekunde ein Korrektursignal von einer Basisstation oder einem Basisstationsnetz.

Kunden mit einem HxGN-SmartNet-Abo rüsten den GNSS-Empfänger der Baumaschine mit einer SIM-Karte aus, die sich automatisch über das Mobiltelefonnetz mit den nächstgelegenen Basisstationen verbindet. So werden dem Maschinenführer zentimetergenaue Koordinaten





von den Satelliten direkt auf sein Display in der Fahrerkabine geliefert.

„Bei meiner täglichen Arbeit verlasse ich mich hundertprozentig auf SmartNet. Ich arbeite auf der Basis der Pläne und nutze den Rover CG60 von Leica Geosystems zur Absteckung von Straßen, Brunnen, Kabeltrassen usw. Wenn es ein Problem gibt – entweder mit der Satellitenabdeckung oder dem SmartNet-Signal – sehe ich das sofort“, sagt Jakob Lind, Vermessungsingenieur bei Søren Kristiansen A/S.

### EIN PRÄZISES, ZUVERLÄSSIGES POSITIONIERUNGSNETZ

Der in die Maschinensteuerungslösungen integrierte präzise, automatische Positionierungsdienst erfordert nur einen mobilen Datenzugang und eine Internetverbindung. Der rund um die Uhr verfügbare GNSS-Netzwerk-RTK- und Korrekturdienst wird von seinen Nutzern kaum wahrgenommen, während er laufend präzise Positionen liefert.

„Den Korrekturdienst bemerke ich meist gar nicht, weil er automatisch und problemlos arbeitet. Bei einem vorübergehenden Verlust der Internetverbindung wird auf meinem Display eine Warnmeldung angezeigt“, so Thomas Petersen von Fuglsanggård A/S.

Der Dienst zeichnet sich durch eine sehr hohe Verfügbarkeit aus. Tritt trotzdem einmal ein Fehler auf, werden die Benutzer über Probleme mit HxGN

SmartNet oder atmosphärische Fehler kostenlos per SMS in Kenntnis gesetzt. Durch Sonnenstürme gestörte Signale werden binnen Minuten wiederhergestellt.

„Satellitensignale können durch Bäume oder hohe Gebäude abgeschattet werden, und selbst die Tageszeit kann Einfluss auf die Satellitenabdeckung haben.“ Die 3D-Maschinensteuerungslösung warnt den Benutzer über das Display, wenn weniger als die erforderlichen vier Satelliten verfügbar oder die RTK-Signale zu langsam sind“, erklärt Christian Hansen, der Verantwortliche für HxGN SmartNet in Dänemark. „An Orten mit intensivem Datenverkehr, beispielsweise in der Umgebung großer Bildungseinrichtungen, können sich Korrektursignale verzögern. Übersteigt die durch verlangsamte Signale verursachte Ungenauigkeit fünf Zentimeter, schaltet sich das System automatisch ab.“

Rune Lodall, Verkaufsberater bei Leica Geosystems Dänemark mit jahrelanger Erfahrung als Maschinenführer, erinnert sich: „Vor zehn Jahren verwendeten die meisten Bauunternehmen Basisstationen auf ihren Baustellen. Heute hingegen bietet HxGN SmartNet so präzise Daten, dass diese Lösung für die meisten Bauvorhaben die erste Wahl ist – selbst für Planieraufgaben, die höchste Genauigkeit erfordern.“

# HINTER WÄNDE SEHEN SPART ZEIT UND GELD

Rosie Knox

 Case Study

## Visuelle Dokumentation von Bauvorhaben in den USA

**Gesundheitseinrichtungen erbringen wichtige Leistungen. Dabei erhöhen sie zum einen den ökonomischen Nutzen für die Gesellschaft und zum anderen die Lebensqualität der Bürger. Doch medizinische Einrichtungen stellen auch komplexe bauliche Anforderungen.**

Das Northeast Georgia Health System (NGHS), ein gemeinnütziges Gesundheitssystem für über eine Million Menschen in 18 Counties in der Region Northeast Georgia (USA), hat während des vergangenen Jahrzehnts ein beispielloses Wachstum erlebt. In nur einer einzigen NGHS-Einrichtung wurden 2015/16 über

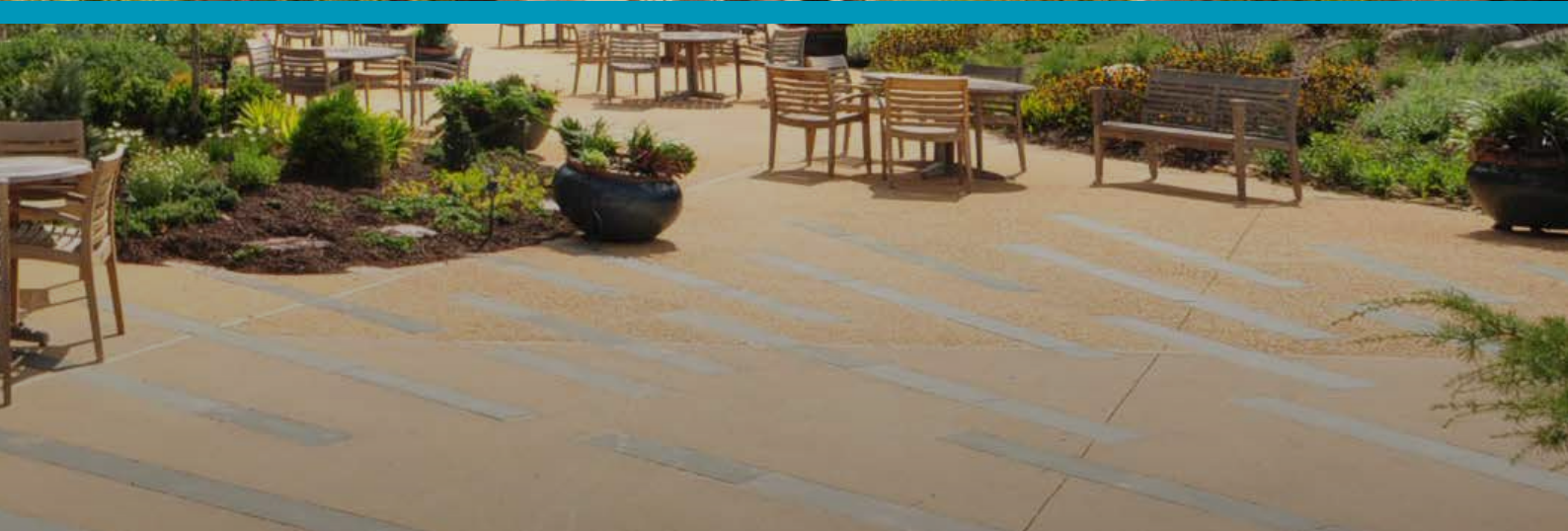
- 30.000 Patienten in der Notfallambulanz behandelt,
- 4.100 Patienten stationär aufgenommen und
- 3.200 Operationen durchgeführt.

- 1,5 Milliarden USD Einnahmen erwirtschaftet,
- 45 Millionen USD ehrenamtliche Leistungen erbracht und
- 12.000 Vollzeit-Arbeitsplätze in der gesamten Region und im Staat Georgia geschaffen.

Infolge dieses Wachstums musste das NGHS neue Gebäude errichten. Seit 2008 kamen die Lösungen von Multivista zur Baudokumentation bei fünf derartigen Bauvorhaben zum Einsatz.

### DAS UNSICHTBARE SICHTBAR MACHEN

Beim seinem jüngsten Projekt, dem 500.000 Quadratmeter großen Klinikareal Braselton, wurden folgende Leistungen von Multivista genutzt: Exact-Built® innen und außen, Exact-Built® der Gebäudetechnik und Fotodokumentation des Baufortschritts innen.



„Multivista hat uns kürzlich um die 100.000 USD gespart, weil uns die Daten ermöglicht haben, einige einbetonierte Leitungen zu orten“, erklärt Bill Clawson, der Gebäudeverantwortliche des NGHS. „Multivista hilft uns konsequent, zusätzliche Kosten bei Instandhaltungsarbeiten zu vermeiden.“ Bei jedem anstehenden Renovierungsvorhaben stelle ich deshalb sicher, dass die Leistungen von Multivista von Anfang an ins Budget aufgenommen werden.“

Bei einem anderen durchgeführten Renovierungsprojekt nutzten Clawson und sein Team die visuelle Exact-Built®-Dokumentation der Gebäudetechnik, um hinter die Wände der Krankenzimmer sehen zu können. Das Team installierte Patientenmonitore in 556 Zimmern.

„Durch die Daten von Multivista war gewährleistet, dass wir keine wichtigen Leitungen anbohrten und die Halterungen an den sichersten und kostengünstigsten Stellen montierten“, so


Clawson. Gesundheitsdienstleister zählen zu den wichtigsten Kunden von Multivista. In den 70 Ländern, in denen das Unternehmen tätig ist, hat es bereits über 550 Krankenhäuser und Kliniken ausführlich dokumentiert.





# DER SCHNEESCHMELZE AUF DER SPUR

Renata Barradas Gutiérrez

 Case Study

Hydrologische Forschung mit den GNSS-Lösungen von Leica Geosystems zur Messung der Auswirkungen des Klimawandels in der kanadischen Arktis

**Infolge der vom Menschen verursachten Treibhausgas-Emissionen zeigt sich in der kanadischen Arktis eine bisher noch nie dagewesene Erwärmung. Insbesondere in der Westarktis war in den vergangenen Dekaden eine erhebliche Zunahme der oberflächennahen Bodentemperatur zu verzeichnen, die beinahe dem Doppelten des durchschnittlichen globalen Temperaturanstiegs entspricht. Dieser Erwärmungstrend hat in den regionalen Ökosystemen und den physikalischen Prozessen, die darin ablaufen, zu wesentlichen Veränderungen geführt.**

Um besser zu verstehen, wie die arktische Tundra auf weitere Klimaveränderungen reagieren wird, sind Mitglieder der Forschungsgruppe Marsh Lab Trail Valley Creek (TVC) der Wilfrid Laurier University in Kanada unter der Leitung von Dr. Philip Marsh über 4.000 Kilometer gereist. Sie untersuchten die hydrologische Veränderung der kanadischen Westarktis mit GNSS-Systemen von Leica Geosystems. Dazu wurden Daten über alle Komponenten des Wasserkreislaufs gesammelt, um prognostizieren zu können, wie sich ein weiterer Temperaturanstieg auf die lokalen und regionalen Süßwassersysteme auswirkt. Die verwendeten Methoden waren:

- Ausführliche Feldbeobachtungen
- Fernerkundung
- GNSS-Positionierung und Modellierung.

## ZEIT ZUR VERMESSUNG

Die jährliche als Schnee gespeicherte Wassermenge ist der wichtigste Aspekt des Wasserkreislaufs und der größte Süßwasserlieferant für die Gewässersysteme der Arktis. Am Ende des Winters, von April bis Mitte Mai, messen die Forscher des Marsh Lab TVC die Schneehöhen und die gespeicherte Wassermenge. Die Forschergruppe erfasst den genauen jährlichen Schneefall in den Wintermonaten, um die Kapazität des Flüssigwasserspeichers zu bestimmen und die Wassermenge zu berechnen, die dem hydrologischen System bei der Schneeschmelze zur Verfügung steht.

Um ein besseres Verständnis von der heterogenen Schneedecke der Tundra zu erlangen, machen sich die Forscher von Marsh Lab TVC zahlreiche neue Technologien zunutze.

- Unbemannte Flugkörper (UAV)
- Aus der Luft erfasste Daten der Schneehöhe
- Automatische Sonden zur Erfassung der Schneehöhe



- Experimentelle Sonden für kosmische Neutronenstrahlung.

Das Forscherteam setzt derzeit zwei GNSS-Empfänger Leica GS10 und zwei Feld-Controller CS20 ein, um Punktdaten für verschiedenste Forschungsprojekte zu erfassen. Mit der Feldsoftware Leica Captivate sammelt und organisiert das Team die Daten, während die Vermessungssoftware Leica Infinity zur Projektion und Filterung der im Feld erfassten Punkte dient, damit die Daten im korrekten Koordinatensystem gespeichert werden. Auch Auswertungssoftware für mit UAV gesammelte Daten wird verwendet.

„Unsere Arbeit im Feld hängt in hohem Maße von der Erfassung hochgenauer räumlicher Datensätze ab“, erklärt Branden Walker, wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Wilfrid Laurier University. Das Forscherteam nutzte die GNSS-Empfänger Leica GS10 und Feld-Controller CS20 außerdem zur regulären Vermessung von Passpunkten sowie zur Messung topografischer Veränderungen für die Bodenvvalidierung und zur Erkennung von Unterschieden in den Permafrostigenschaften.

„Der Großteil unserer laufenden Forschungsprojekte konzentriert sich auf die Beschaffung hochpräziser und genauer GPS-Daten“, sagt Walker. „Im Vergleich



zu anderen Datensätzen haben sich die mit den GNSS-Systemen von Leica Geosystems erfassten Daten als besonders robust und zuverlässig erwiesen.“

#### **DATENSAMMLUNG VON OBEN UND UNTEN**

Zu den wichtigsten Methoden für großflächige Messungen der Schneedecke zählt der experimentelle Einsatz von UAV. Zur Validierung, Georeferenzierung und Korrektur der GNSS-Daten der UAV müssen die Forscher von Marsh Lab TVC die tatsächliche Höhe von Schneedecke und Boden messen. Dazu dient ein GNSS-System von Leica Geosystems zur Erfassung von Passpunkten und UAV-Kartierungspunkten mit hoher Genauigkeit. Diese hochpräzisen Passpunkte werden anschließend in der Vermessungssoftware Leica Infinity und in einer Fotogrammetriesoftware verarbeitet, um die Genauigkeit der UAV-Kartierungspunkte zu verbessern.

„Das verwendete GNSS-System von Leica Geosystems erlaubt uns die Erstellung von Passpunkten mit bekannter Position mit einer Genauigkeit von unter einem Zentimeter. Dies ist von größter Bedeutung für die Korrektur unserer mittels UAV erfassten Elevationsdaten, die von Flug zu Flug um nicht mehr als einige Zentimeter abweichen dürfen“, führt Walker aus. „Auf der Basis dieser Daten können wir Schneehöhe und gespeicherte Wassermenge mit einer bislang unerreicht hohen räumlichen und zeitlichen Auflösung quantifizieren. Die Daten unseres UAV werden anhand von Passpunkten, die mit unserem Leica RTK-System

erfasst wurden, ausgewertet und georeferenziert, um hochpräzise und genaue räumliche Datensätze zu erstellen.

Die Messgeräte von Leica Geosystems bilden das Rückgrat unseres Forschungsprogramms. Ihre Präzision und Genauigkeit sorgt für die räumlichen Daten, die zur Erfassung geringfügiger Abweichungen der Schneehöhe mit UAV erforderlich sind, und spart uns Zeit im Feld bei der Einrichtung und Sammlung von Datenpunkten.“

#### **UNTERSTÜTZUNG BEI DER KARTIERUNG DER WASSERVORRÄTE DER ERDE**

Die von den Forschern des Marsh Lab TVC mit den GNSS-Systemen von Leica Geosystems durchgeführten Tätigkeiten dienen auch der primären Bodenvalidierung für das Projekt AirSWOT (Air, Surface, Water & Ocean Topography) in Nordamerika, einem Element des Arctic Boreal Vulnerability Experiments (ABOVE), einer großangelegten Studie der NASA zur Erforschung der Anfälligkeit des arktischen Ökosystems gegenüber der laufenden Klimaerwärmung. Im Rahmen der AirSWOT-Validierungsmission wird während der UAV-Flüge die Höhe des Wasserspiegels so vieler Seen wie möglich gemessen. AirSWOT ist Teil des SWOT-Projekts zur Kartierung der Wasservorräte der Erde aus dem Weltall, um herauszufinden, über wie viel Süßwasser die Erde verfügt, sowie zur Berechnung der Durchflussmenge von Flüssen und Überwachung von küstennahen Meeresströmungen.

Das AirSWOT-Phenomenology-Radar der NASA überfliegt Nordkanada und Alaska zur Messung des



Wasserspiegels von Zehntausenden Gewässern mit einem Durchmesser von über 250 Metern. Für die AirSWOT-Mission steht dem Team nur ein kurzes Zeitfenster zur Erfassung der benötigten Messungen zur Verfügung. Deshalb sind schnelle, zuverlässige GNSS-Instrumente, die auch in größerer Entfernung von der Basis funktionieren, unerlässlich.

„Aufgrund der Zuverlässigkeit bei der raschen Erfassung genauer Messungen mehrere Kilometer von der Basis entfernt bin ich zuversichtlich, dass wir zur erfolgreichen Validierung der AirSWOT-Daten der NASA in der Lage sein werden“, zeigt sich Evan Wilcox, Geografie-Student an der Wilfrid Laurier University, optimistisch.

#### **AUSBILDUNG VON FELDFORSCHERN**

Marsh Lab TVC nimmt Gruppen von Wissenschaftlern aus Nordamerika und Europa auf, die sich mit den arktischen Regionen Kanadas beschäftigen. Forscher der Wilfrid Laurier University helfen regelmäßig bei der Schulung des Nachwuchses im Umgang mit den Instrumenten von Leica Geosystems.

„Da wir Teil einer universitären Forschungsgruppe sind, gehen bei uns viele Studierende ein und aus. Das einfache, intuitive Bedienkonzept der Geräte von Leica Geosystems macht es uns leicht, regelmäßig neue Bediener einzuschulen, was uns langfristig wiederum Zeit und Geld spart“, ergänzt Walker.

Die rauen klimatischen Bedingungen in der Arktis bringen viele Messsysteme an ihre Grenzen. Doch die GNSS-Empfänger und Feld-Controller von

Leica Geosystems wurden eigens für den Einsatz in extremen Umgebungen konzipiert.

„Die Art unserer Tätigkeit verlangt unseren Geräten alles ab und fordert sie bis aufs Letzte“, gibt Walker zu. „Unsere Leica GNSS-Systeme haben hier schon fast alles mitgemacht, was die Arktis an schwierigen Wetterbedingungen zu bieten hat, darunter auch Temperaturen von  $-20^{\circ}$  Celsius.“


#### **GLAUBWÜRDIGE DATEN ÜBER DEN KLIMAWANDEL**

Unterstützt durch die Genauigkeit und Präzision der Systeme von Leica Geosystems macht sich die Forschergruppe ein besseres Bild von den Veränderungen der Ökosysteme der arktischen Tundra infolge der durch den Klimawandel erhöhten Lufttemperaturen. Genaue, zuverlässige Daten sind erforderlich, um die komplexen Beziehungen zwischen Schneehöhe, Niederschlag, Wasserspiegel, Vegetation, Permafrost und Durchflussmengen zu verstehen und den physikalischen Prozessen auf die Spur zu kommen, die uns helfen können, künftige Veränderungen anhand mathematischer Modelle vorherzusagen.

Die generierten Forschungsdaten werden bereits von Wissenschaftlern und Studierenden unterschiedlicher Disziplinen genutzt, die an der Prüfung und Validierung neuer Verfahren zur Datenerfassung arbeiten. Die gesammelten Informationen bilden außerdem einen Beitrag zu einem langfristig angelegten Forschungsprojekt, in dessen Rahmen ein historischer Datensatz der arktischen Tundra angelegt wird.

# DIGITALE ÜBERWACHUNG INNERSTÄDTISCHER GROSSBAUSTELLEN

Benjamin Federmann

 Case Study

Überwachung von Tunnelbauvorhaben aus der Luft in  
Deutschland



## Die Stadt Karlsruhe spielt in der südwestdeutschen Verkehrsplanung eine entscheidende Rolle, sind dort doch über

- **300.000 Einwohner,**
- **160.000 Fahrzeuge in der Innenstadt und**
- **190 Millionen Stadtbahnpassagiere pro Jahr unterwegs.**

Dabei wirkt sich nicht nur die Autobahn A5, sondern auch die Nutzung der Bundesstraße B10 für den Stadtverkehr auf die Planungsszenarien im Großraum Karlsruhe aus. Bei der B10 handelt es sich um die wichtigste innerstädtische Ost-West-Verbindung in der Umgebung. Die Stadt Karlsruhe und das Bundesland Baden-Württemberg reagieren mit der sogenannten Kombilösung auf die Verkehrsentwicklung in der Region. Dabei handelt es sich um den Bau zweier Tunnelröhren zur Entlastung der Innenstadt.

Einem solchen Großprojekt schlägt Gegenwind aus der Bevölkerung entgegen. Baulärm, Straßen- und Streckensperren, Kosten, Umweltverschmutzung und ökologische Vorgaben sind nur einige der Aspekte, die bei der Arbeit an derartig komplexen innerstädtischen Bauvorhaben berücksichtigt werden müssen.

Die Stadtregierung und die Karlsruher Schieneninfrastruktur-Gesellschaft (KASIG) haben daher bereits früh eine langfristig angelegte Informationskampagne gestartet. Dazu wurden eine eigene Website und ein Informationszentrum eingerichtet, und auch öffentliche Veranstaltungen werden abgehalten. Außerdem war es den Bauherren sowie den beteiligten Bauunternehmen und Konsortien wichtig, digitale Technologien zur optimalen Dokumentation des Baufortschritts zu nutzen. Die von der Karlsruher IngenieurTeam GEO GmbH eingesetzten Vermessungslösungen von Leica Geosystems spielen dabei eine entscheidende Rolle.

### HOHE GENAUIGKEIT VOM ERSTEN TAG AN

Die Baufirmen Ed. Züblin und Schleith sind verantwortlich für den Bau des Kriegsstraßentunnels im Stadtzentrum von Karlsruhe am Ettlinger Tor. Dieser Tunnel, zusammen mit einem zweiten in der Kaiserstraße,

wird als Kombilösung für Karlsruhe bezeichnet und ab 2020 bzw. 2021 eine erhebliche Verkehrsentslastung für die Innenstadt bringen.

In der Kriegsstraße wird der Kfz-Verkehr unter die Erdoberfläche verlagert, während Stadtbahn, Fußgänger und Fahrräder oberirdisch unterwegs sind. Auf einer Strecke von 1.600 Metern verändert der Straßentunnel das Stadtbild nachhaltig. Deshalb kommt der Planung und Bauaufsicht ein besonders hoher Stellenwert zu.

Ziele der Bauüberwachung, welche die Firmen DB Engineering & Consulting, Emch+Berger und BUNG gemeinsam übernommen haben, sind

- höchste Vermessungsgenauigkeit,
- Dokumentation und
- Überwachung.

Vor dem Beginn der Bauarbeiten mussten zuerst die Baustelle sowie ein Bereich von 50 Metern in allen Seitenstraßen vermessen werden. Dabei betrug die angepeilte Genauigkeit zwei Zentimeter. Diese Aufgabe übernahm IngenieurTeam GEO unter Verwendung des unbemannten Flugkörpers (UAV) Aibot X6. Ausgestattet mit einem RTK- und GNSS-Modul, erlaubt diese Technologie die Datenerfassung aus der Luft, während auf der Baustelle gearbeitet wird. Die Kombination aus Aibot HP GNSS 2 und Sony Alpha 6000 mit 20-Millimeter-Linse liefert hochgenaue Daten.

### BESONDERE HERAUSFORDERUNGEN BEI FLÜGEN IM STADTZENTRUM

Wie bei jedem Tunnelbauvorhaben muss sichergestellt werden, dass sich die Bautätigkeiten nicht nachteilig auf die Umgebung auswirken. Kritische Gebäude in Baustellennähe sind der Bundesgerichtshof und das Badische Staatstheater Karlsruhe. Etwaige Setzungen oder Volumenänderungen müssen verhindert und die Ergebnisse dieser Bemühungen dokumentiert und überwacht werden. Aus Sicherheits- und Zeitgründen können herkömmliche Methoden dazu parallel zu den Baumaßnahmen nur begrenzt angewendet werden.

Im Sinne einer effizienzorientierten Vorgehensweise erwies sich daher der Einsatz eines UAV für die



Datenerfassung als optimale Lösung. Die Vorteile von 3D-Messungen und Luftüberwachung liegen im Vergleich zur rein punktbasierten Datenerfassung mit terrestrischen Methoden insbesondere in der vielseitigen Anwendbarkeit der generierten Daten. Die erfassten Daten bieten nicht nur Antworten auf vermessungstechnische Fragen, sondern können auch als Planungsgrundlage für die Verkehrsführung während der Bauarbeiten genutzt werden. Darüber hinaus können sie für die pro- und retrospektive Planung der Bautätigkeiten sowie zur Volumenberechnung – mehr oder weniger in Echtzeit – herangezogen werden.

Flüge mitten im Stadtzentrum sind jedoch mit einigen Schwierigkeiten verbunden. So müssen die beengten Platzverhältnisse in der Innenstadt bereits bei der Flugplanung berücksichtigt werden. Der Wahl der Flugroute und -höhe kommt unter diesen Umständen ganz besondere Bedeutung zu. Auch potenzielle Hindernisse wie Kräne, Pflanzenbewuchs und mögliche Magnetfeldstörungen infolge bestehender Infrastruktur oder laufender Arbeiten dürfen nicht außer Acht gelassen werden.

Benjamin Busse, ein erfahrener UAV-Vermessungsfachmann bei IngenieurTeam GEO, war es daher ein wichtiges Anliegen, während der Planungsphase alle Akteure mit ins Boot zu holen.

„Die neue Drohnen-Verordnung in Deutschland verbietet Flüge über Bundesstraßen“, erklärt Busse. „Dank der Pflege guter Beziehungen zu allen Akteuren haben wir trotzdem die Genehmigung für

Flüge über der B10 samt Verkehr, Fußgängern und Stadtbahn erhalten.“

### **DIGITALE ERGEBNISSE UND WIRTSCHAFTLICHE VORTEILE**

Zu den erstellten Datenprodukten zählen:

- Klassische Orthofotos
- Hochaufgelöste Einzelbilder zu Dokumentationszwecken
- Digitale Höhenmodelle
- Punktwolken

Gleichzeitig musste die geplante Verkehrsführung überprüft werden. Dabei wurde auf bestehende Pläne zurückgegriffen, die mit den Informationen der Orthofotos verknüpft wurden. Aufgrund der wertvollen Daten mit hoher Informationsqualität wurde beschlossen, vierteljährliche Überwachungsflüge und Berechnungen kritischer Volumen durchzuführen und das Bautagebuch um vom UAV erfasste Videos und Fotos aus der Vogelperspektive zu ergänzen.

Beim Einsatz herkömmlicher Mess- und Vermessungsmethoden wären zum einen wesentlich weniger Daten gesammelt worden, zum anderen hätte ein fünfköpfiges Team sechs Wochen gebraucht, um die gewünschten Ergebnisse zu liefern. Das zwei Mann starke UAV-Team hingegen benötigte nur sieben Tage für seine Arbeit.

Das UAV-Team setzte einen Aibot X6 Version 2, eine Sony ILCE-6000-Kamera, ein Aibot HP GNSS 2 sowie eine GNSS-Smartantenne Leica Viva



GS15 zur Messung der Passpunkte ein. Bei konventionellem Vorgehen wären die Kosten für den Kunden 180 Prozent höher gewesen. Aus Sicht des UAV-Betreibers fällt die Bilanz sogar noch günstiger aus: Die Kosten für IngenieurTeam GEO betragen nur ein Fünftel der Kosten, die für die Messung mit herkömmlichen Methoden angefallen wären.

„Wir sehen die UAV-Technologie als ein wichtiges Element unserer technischen Ausstattung“, sagt Martin Schwall, Mitgründer und Geschäftsführer von IngenieurTeam GEO. „Für unsere Kunden liefern UAV schnelle digitale Ergebnisse mit vielen wertvollen Zusatzinformationen.“

### **DIGITALE WORKFLOWS BIETEN VIELE VORTEILE**

Mit dem Einsatz der UAV-Lösung von Leica Geosystems ist eine ganze Reihe von Vorteilen verbunden. Die Digitalisierung der Prozesse im Zusammenhang mit Bauvorhaben erfordert eine hohe Datenqualität und -dichte. Beispielsweise dienen die bei UAV-Flügen gesammelten Daten nicht nur zur Planung und Überwachung, sondern auch zur Maschinensteuerung und zu Kommunikationszwecken. In einem nächsten Schritt sollen die UAV-Daten zudem nahtlos in die Softwarelösungen von Leica Geosystems integriert werden.

So können nicht nur schnellere Ergebnisse erzielt werden, die Daten können auch mit geringem Aufwand an individuelle Anforderungen angepasst werden. Herkömmliche Vermessungsverfahren

generieren selektive Daten, aber keine Bilddaten. Dementsprechend ist auch keine digitale Visualisierung möglich. Der Einsatz einer digitalen, UAV-basierten End-to-End-Lösung, der entsprechenden Sensortechnologie (in diesem Fall eine hochauflösende RGB-Kamera) sowie geeigneter Software für Post-Processing und Datenverarbeitung bietet greifbare Vorteile, darunter:

- 3D-Messdaten
- Möglichkeit der parallelen Inspektion basierend auf Bilddaten
- Datenerfassung ohne Unterbrechung des Tagesgeschäfts
- Sicherheitsgewinn für Vermessungsingenieure und UAV-Piloten vor Ort

Die erfassten Daten helfen bei der Beantwortung aktueller und künftiger Fragen und dienen der Dokumentation der gesamten Bautätigkeit vom ersten Tag an.

„Wir planen die vollständige Integration der UAV-Lösungen in unsere Softwareprodukte für Bau, Überwachung und Vermessung“, verrät Valentin Fuchs, Produktmanager UAV bei der Geospatial Solutions Division von Leica Geosystems.

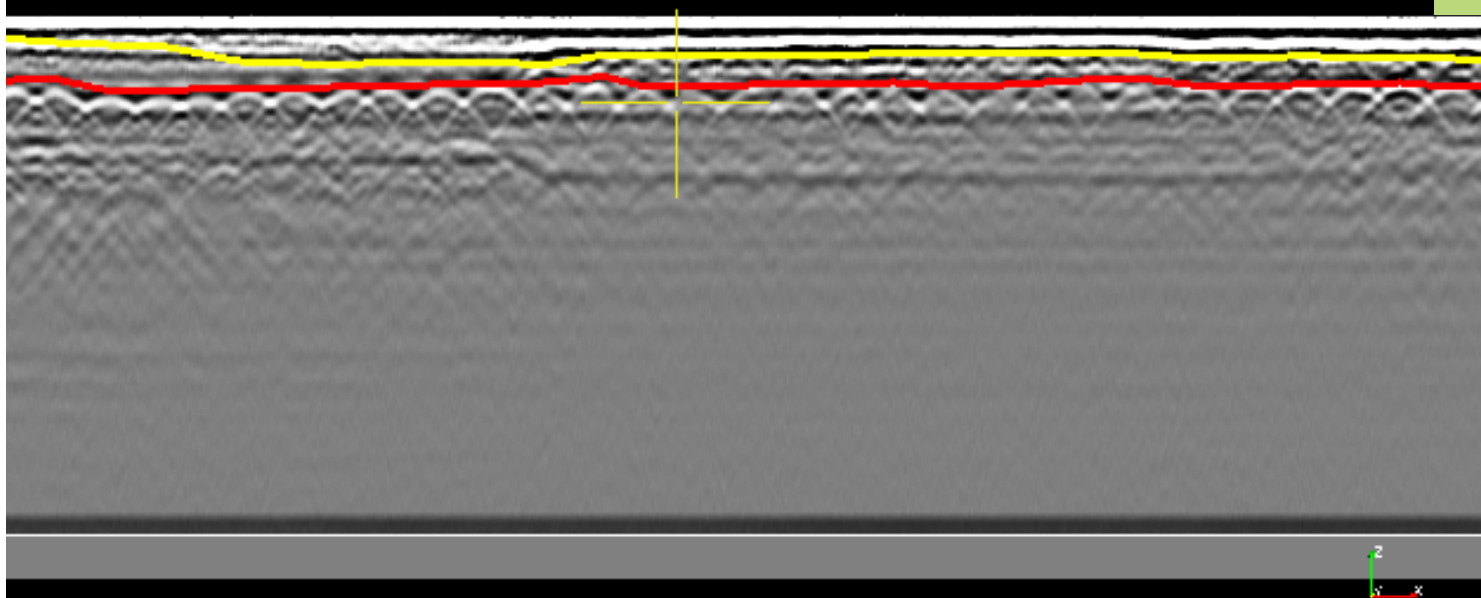
„Die Unterstützung unserer Kunden bei der Visualisierung von Informationen und der Nutzung der erfassten UAV-Daten zur Automatisierung und Beschleunigung von Prozessen ist ein wichtiger Baustein für die Weiterentwicklung unseres künftigen Produktangebots.“

# GEWÄHRLEISTUNG EINER INTAKTEN INFRASTRUKTUR

Stefano Oppioni

 Case Study

Prüfung einer Brückenfahrbahn in Italien mit einem Mehrkanal-Bodenradar



Radargramm und Schichtdickenmessung eines Brückenabschnitts. Die gelbe Linie zeigt die Asphaltstärke, die rote die Position der Bewehrungsstäbe.

**Das italienische Unternehmen Sineco S.p.A. führte eine zerstörungsfreie Prüfung der Fahrbahn der Rio-Vizzana-Brücke auf der Cisa-Autobahn durch, um den Zustand der Straße zu ermitteln und Schäden frühzeitig zu erkennen. Mithilfe der speziellen Bodenradarlösung von IDS GeoRadar für Betonbrücken, RIS hi-BrigHT, konnten der Zustand der Brücke geprüft und die Kosten für die Brückeninstandhaltung erheblich reduziert werden.**

Sineco S.p.A. ist ein Tiefbauunternehmen, das besonders auf die Überwachung und Planung von Instandhaltungsarbeiten an großen Objekten der Verkehrsinfrastruktur spezialisiert ist. Das Unternehmen wurde 1987 von der Società Iniziative Nazionali Autostradali (SINA) und anderen wichtigen Straßenerhaltern gegründet. Sineco S.p.A. ist außerdem Teil des Konzerns Autostrada Torino Milano (ASTM), des führenden Verkehrsinfrastrukturanbieters mit einem landesweiten Netz von über 1.200 Autobahnkilometern.

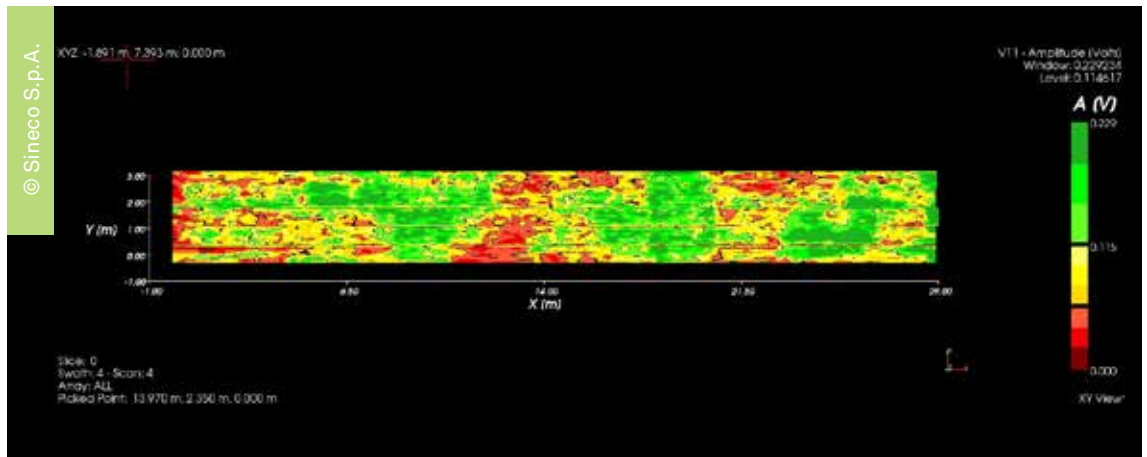
### FRÜHERKENNUNG VON FAHRBAHNSCHÄDEN

Zur umfassenden Prüfung der Korrosion, Delamination und Infiltration der Fahrbahn der Rio-Vizzana-Brücke wurden Bodenradarmessungen mit dem RIS Hi-BrigHT durchgeführt. Diese Bodenradarlösung erlaubt die einfache Interpretation der Messdaten mit speziell für die Untersuchung von Brücken konzipierter Software.

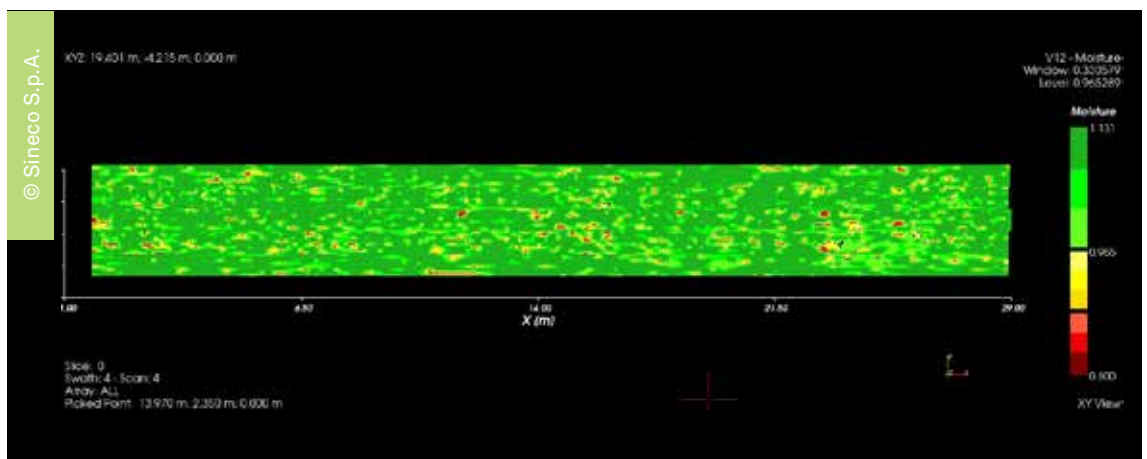
Durch die Verarbeitung des kompletten Messdatensatzes mit automatisierten Berechnungsalgorithmen konnte der Zustand der Brückenfahrbahn durch die Inbezugsetzung aller erfassten Informationen bewertet werden, darunter:

- Dicke der Bewehrungsschicht
- Dicke der Betonplatte
- Von der Bewehrung reflektierte Energie
- Schätzung der vorhandenen Feuchtigkeit auf der Basis der Ermittlung der Fortpflanzungsgeschwindigkeit des Signals.

Im Anschluss an die Ermittlung des Verschleißzustands von Beton und Bewehrung



**Korrosionsdiagramm**



**Feuchtigkeitsdiagramm**

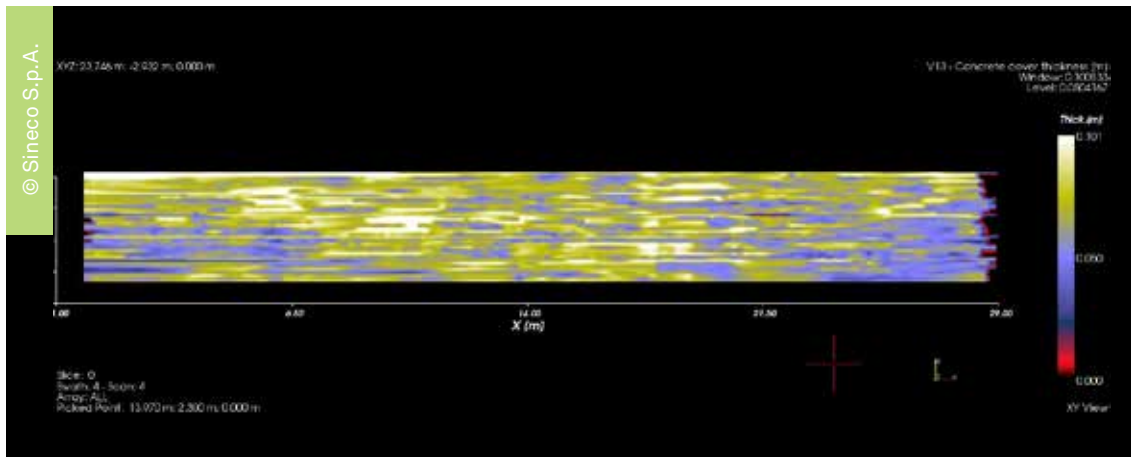
wurde die Brückenfahrbahn vollkommen abgetragen, und die mit dem RIS-Hi-BrigHT-System erfassten Daten wurden mit dem tatsächlichen Zustand der Fahrbahn verglichen.

Das Radarsystem besteht aus einem massiven Antennenarray mit 16 Kanälen à zwei Gigahertz in einem Abstand von zehn Zentimetern, angebracht auf einem leichten, gut lenkbaren Wagen. Die Stromversorgung erfolgt über einen großzügig bemessenen Akku mit 24 Amperestunden und zwölf Volt. Das RIS Hi-BrigHT weist eine Breite von einem Meter auf. So sind zur Erfassung einer Brücke nur Fahrten in eine Richtung erforderlich. Die hohe Leistungsfähigkeit des Bodenradars von IDS Georadar verkürzt die Brückensperrung für die Erfassung von 210 Quadratmetern auf ca. 25 Minuten.

„Dank der Doppelpolarisation der RIS-Hi-BrigHT-Antennen kann eine vollständige, detaillierte Erfassung entlang jeder Scanlinie auf der Brückenfahrbahn erfolgen. Dadurch sparen wir uns die Zeit für den Aufbau eines rechtwinkligen Rasters von Scanlinien“, erklärt Marco Umberto Conti, Geophysiker bei Sineco S.p.A. „Bei der Durchführung der Messungen auf der Brücke konnten wir zeigen, wie einfach und schnell Daten mit RIS Hi-BrigHT erfasst werden können, wovon Bediener und Kunde gleichermaßen profitieren.“

#### **AUSWERTUNG UND INTERPRETATION VON DATEN**

Die gesamte Auswertung erfolgte unter Verwendung der Software GRED HD Bridge von IDS GeoRadar.



## Asphaltstärkendiagramm

Neben dem Vorteil der nur sehr kurzzeitigen Unterbrechung des Verkehrs während der Erfassung boten die höher aufgelösten Messungen mit dem RIS-Hi-BrigHT-System auch wesentlich präziseren Aufschluss über den Zustand der Brückenfahrbahn, eine genauere Prognose über den weiteren Verlauf des Verfalls und eine bessere Abschätzung des Instandhaltungsaufwands. Derartig umfassende und genaue Zustandsprüfungen können auch die Häufigkeit ausführlicher Folgeinspektionen reduzieren. Darüber hinaus können die bei zerstörungsfreien Prüfungen von Brückenfahrbahnen gesammelten Daten ergänzende Informationen bieten, die helfen, ein besseres Verständnis für Lebenszykluskosten, Verschleiß und die Effektivität von Instandhaltungsmaßnahmen in unterschiedlichen Phasen des Alterungsprozesses zu entwickeln.

„Der Vorteil für den Kunden liegt auf der Hand: kürzere Verkehrsunterbrechungen, geringere Wartezeiten auf die Mess-Ergebnisse und komplette Datensätze für die Planung von Unterhaltsmaßnahmen“, fasst Conti zusammen. „Wir haben außerdem durch die direkte Verifizierung und das Anritzen der Betonplatten der Brücke gesehen, dass die mit GRED HD

Bridge exportierte Power Map ein sehr effektives Hilfsmittel zur Erkennung von potenziell schadhaften Bereichen der Bewehrung ist.“





# DER NÄCHSTE SCHRITT IN DER LIDAR-(R)EVOLUTION

Ron Roth & Marcos Sirota

 Sonderbericht

Hintergründe zur Entwicklung der Einzelphotonen-LiDAR-Technologie



**Moderne luftgestützte lineare LiDAR-Systeme wie die ALS-Produktreihe von Leica Geosystems erfassen eine Million Punkte pro Sekunde. Eine Erhöhung der Impulsfolgefrequenz ist die beste Möglichkeit zur Erzielung dichter Punktwolken bei geringen Kosten, da dies eine höhere Fluggeschwindigkeit erlaubt. Allerdings wird die Impulsfolgefrequenz durch Parameter wie Energieverbrauch und Augensicherheit begrenzt. Die Einzelphotonen-LiDAR-Technologie (Single Photon LiDAR – SPL) erlaubt die Erzielung einer deutlich höheren Impulsfolgefrequenz, da pro Impuls wesentlich weniger Energie benötigt wird.**

LiDAR-Systeme bestehen in der Regel aus mehreren Elementen:

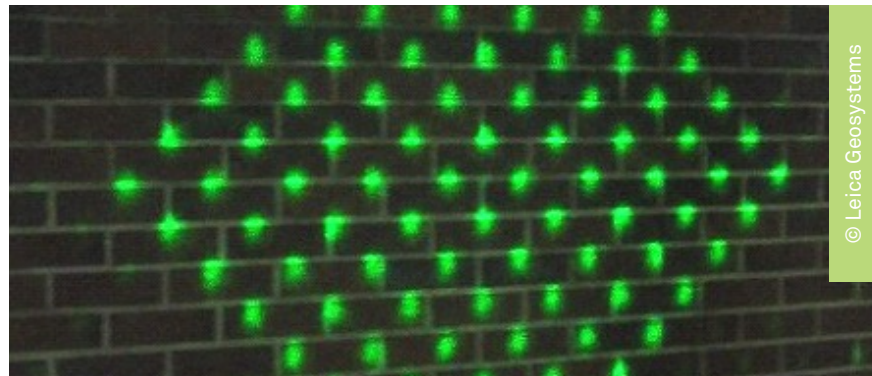
- Distanzmesssystem
- Scanningoptik zur Lenkung der Laserimpulse
- Positionierungs- und Orientierungssystem zur Aufzeichnung des Ausgangspunkts des Laserimpulses

Diese Systeme nutzen für jeden abgestrahlten Laserimpuls eine relativ hohe Energiemenge. Jeder Impuls wird vom Flugzeug auf den Erdboden gesendet, von wo aus er zum Scanner zurückreflektiert wird.

Durch die Verwendung von mehr Energie pro Impuls lässt sich eine stärkere Reflexion erfassen, weil das Gelände unterhalb des Flugzeugs mehr Photonen reflektiert. Die mit linearen LiDAR-Systemen erzielten Ergebnisse sind eindrucksvoll, und die gesammelten Daten zeichnen sich durch hohe räumliche und radiometrische Präzision aus. Die Technologie unterliegt jedoch einigen Beschränkungen hinsichtlich der maximal erzielbaren effektiven Impulsfolgefrequenzen.

### HÖHERE IMPULSFOLGEFREQUENZEN

Die Impulsfolgefrequenz ist ein entscheidender Parameter zur Festlegung der zulässigen Flughöhe und Fluggeschwindigkeit während der Datenerfassung. Eine schnellere Impulsfolgefrequenz erlaubt eine höhere Fluggeschwindigkeit bei gleichbleibender Punktdichte. Mit einer Steigerung der Impulsfolgefrequenz linearer LiDAR-Systeme geht eine Erhöhung des Energieverbrauchs einher. Darüber hinaus strahlen die verwendeten Laser mehr Wärme ab. Die Fähigkeit, eine immer höhere optische Ausgangsleistung zu erzielen, wie sie für ständig steigende Impulsfolgefrequenzen erforderlich ist, stellt eine technologische Herausforderung dar. Neben Genauigkeit und Impulsfolgefrequenz müssen bei der Sensorentwicklung nicht nur



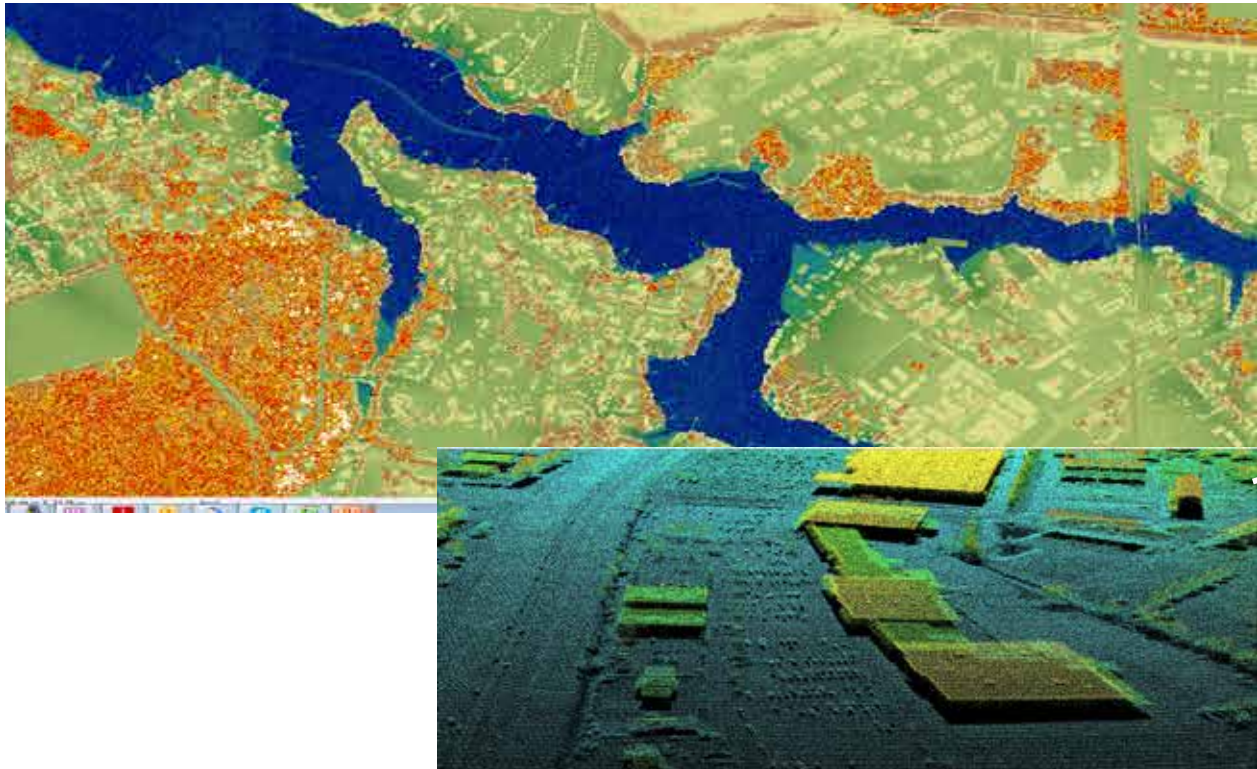
Energieverbrauch und Kühlung, sondern auch noch Größe, Gewicht und Augensicherheit beachtet werden.

Für den nächsten Schritt bei der Weiterentwicklung luftgestützter LiDAR-Systeme muss die pro Impuls benötigte Energie reduziert werden. Eine Möglichkeit dazu sind grundlegende Änderungen bei der Distanzmessung. LiDAR-Technologien der nächsten Generation, darunter SPL-Systeme, nutzen neue Distanzmessverfahren, um einen geringeren Energieverbrauch und höhere Impulsfolgefrequenzen zu realisieren.

### AUS DEM WELTALL AUF DIE ERDE

Die SPL-Technologie wurde eigentlich für die Distanzmessung durch Erdsatelliten entwickelt. Dabei hat sie bereits unter Beweis gestellt, dass sie zur exakten Entfernungsmessung bei minimalem Laserenergiebedarf pro Impuls in der Lage ist. Anders als die gegenwärtig erhältlichen linearen LiDAR-Systeme enthalten SPL-Systeme einen Strahlteiler, der jeden Laserimpuls in ein Raster von 10 x 10 Teilstrahlen, sogenannte Beamlets, aufsplittet. Für jeden dieser 100 Teilstrahlen wird die Laufzeit der Photonen zum Erdboden und zurück einzeln gemessen. Die Erweiterung des SPL-Systems um hochempfindliche Photonendetektoren ermöglicht die Erfassung eines einzelnen reflektierten Photons mit wesentlich weniger Energieaufwand.

Das SPL-System kann 60.000 Impulse pro Sekunde generieren. Da jeder Impuls in 100 Teilstrahlen aufgesplittet wird, ergibt sich eine effektive Impulsfolgefrequenz von 6,0 MHz – ein Wert, der wesentlich höher liegt als jeder, der mit einem linearen LiDAR-System erzielt werden kann.



### MEHRERE ECHOS MIT EINZELNEN PUNKTEN

Lineare LiDAR-Systeme erlauben die Aufzeichnung der Spitzen verschiedener Zielreflexionen innerhalb der kompletten reflektierten Wellenform, die nachbearbeitet werden kann, um mehrere Echos zu erhalten. Da SPL-Systeme keine kontinuierliche Welle erfassen, sondern die einzelnen Photonen zählen, ist keine vollständige Wellenform verfügbar. Trotzdem können dank der sehr kurzen Kanalrückgewinnungszeit von 1,6 Nanosekunden mehrere Echos abgerufen werden.

Das bedeutet, der Photonenzähler wird alle 1,6 Nanosekunden zurückgesetzt, um neue reflektierte Photonen des Teilstrahls zu erfassen. Diese werden dann als neues Echo betrachtet. Das Ergebnis ist ein LiDAR-System mit echtem Mehrfachecho, das kurze Unterbrechungen von 24 Zentimetern zwischen den Echos aufweist. Entsprechend können SPL-Systeme hochdichte Punktwolken mit 12 bis 30 Punkten pro Quadratmeter und zahlreichen Echos unterhalb der Vegetation erfassen.

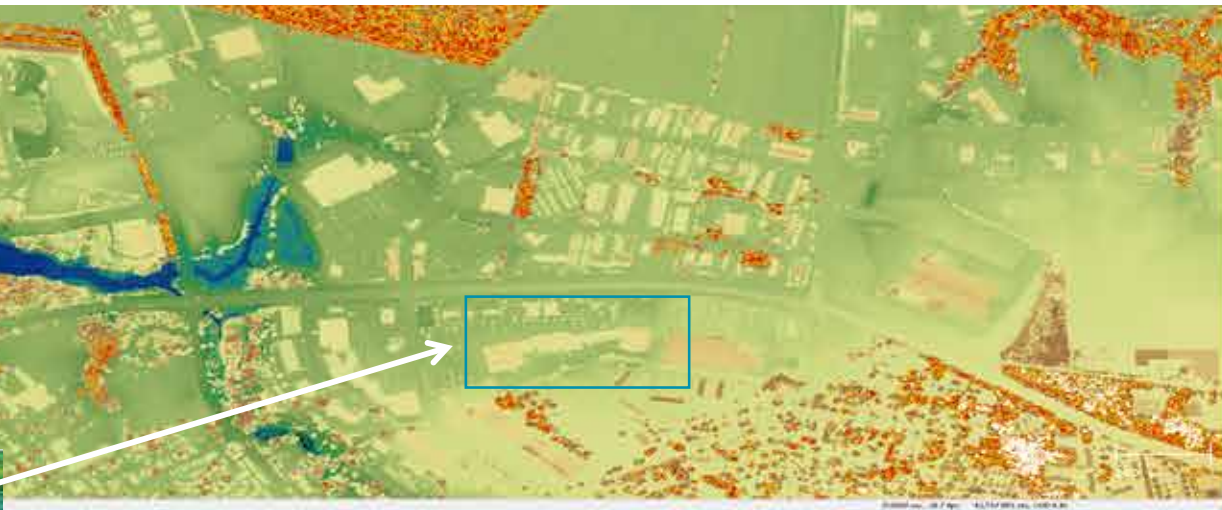
Die Punktdichte ist daher umgekehrt proportional zur Flughöhe: Bei einer Verdoppelung der Flughöhe verdoppelt sich die abgedeckte Schwadbreite,

während sich die Punktdichte halbiert. Ein SPL-Sensor liefert bei 200 Knoten in einer Höhe von 4.000 Metern über Grund eine Punktdichte von ca. 20 Punkten pro Quadratmeter.

### DER NEUE LEICA SPL100

Bei der Kartierung aus der Luft bilden lineare LiDAR-Sensoren nach wie vor den Branchenstandard, doch für große Projekte setzt sich die SPL-Technologie langsam durch. Beispielsweise hat sich der U.S. Geological Service (USGS) mit Blick auf sein 3D Elevation Program (3DEP) bereits mit der SPL-Technologie beschäftigt. Ziel des 3DEP-Programms ist die systematische Erfassung ausführlicher Höhendaten durch hochwertige LiDAR-Messungen. Das System hat die Genauigkeitsvorgaben des USGS für QL1-Daten erfüllt. Bei Gegenden ohne Bewuchs entspricht das einer Präzision von besser als zehn Zentimetern in der Höhe.

Vor diesem Hintergrund hat Leica Geosystems dieses Jahr mit dem Leica SPL100 das erste kommerzielle luftgestützte SPL-System präsentiert. Dieser jüngste Luftbildsensor von Leica Geosystems ist auch der erste, der seit der Übernahme von Sigma Space durch Hexagon 2016 auf den Markt gebracht wurde und auf Technologien dieses Unternehmens zurückgreift.



**Single Pass**  
**12 500 ft**  
**180 Knoten**  
**2 km swath**

Der neue SPL100 bildet außerdem die eine Hälfte der neuen Lösung zur Erfassung der Realität, RealTerrain. Die andere Hälfte ist HxMap, eine skalierbare Software für den Post-Processing-Workflow. Die neue Komplettlösung erlaubt die effiziente Erfassung und Auswertung von LiDAR-Datensätzen großer Flächen. Der durch den Einsatz von SPL100 und HxMap erzielte Effizienzgewinn ermöglicht die Nutzung der LiDAR-Technologie für häufigere und größere Projekte, beispielsweise für die Kartierung von dichtem Bewuchs und die Erkennung von Veränderungen.

„Mit der SPL-Technologie ermöglichen wir unseren Flugpartnern und Kunden eine bis zu zehnmal höhere Effizienz. Wir erzielen nun auf großen Flächen eine extrem hohe Punktdichte und bei der Digitalisierung einen Detailreichtum, der bislang ausgeschlossen war“, erklärt John Welter, President Content and Engineering Services and Geospatial Solutions Division bei Leica Geosystems. „Leica RealTerrain ist der logische nächste Schritt bei der Bereitstellung hochwertiger Luftbilddaten. Die neue Komplettlösung von Leica Geosystems bringt zum einen die Branche voran und erlaubt zum anderen einen Ausblick auf die Zukunft der Arbeit mit digitalen Realitäten.“

#### **DIE ZUKUNFT DER LIDAR-TECHNOLOGIE**

Die SPL-Technologie wird sich im Laufe der Zeit in puncto Genauigkeit und radiometrische Fähigkeiten weiterentwickeln. In der Folge wird es zu einer Erweiterung ihres Anwendungsbereichs kommen.

Außerdem ist davon auszugehen, dass sich die effektive Impulsfolgefrequenz von SPL-Systemen weiter verbessert, genau wie dies bei der effektiven Impulsfolgefrequenz linearer Systeme in den vergangenen zwei Jahrzehnten der Fall war. Ausgehend von der derzeitigen Leistung von 6 Millionen Punkten pro Sekunde besteht potenziell die Möglichkeit, dass SPL-Systeme in weniger als zehn Jahren bereits eine Milliarde Punkte pro Sekunde erfassen.

Die Reduktion der Kosten pro Punkt durch höhere effektive Impulsfolgefrequenzen wird in Zukunft die beste Möglichkeit sein, Projekte zu realisieren, welche hochdichte Messdaten großer Flächen erfordern. Mit zunehmendem Einsatz der SPL-Technologie für immer mehr Anwendungen werden sich positive Veränderungen in unterschiedlichen Branchen zeigen – beispielsweise höhere Effizienz in der Ressourcenverwaltung, effektivere Infrastrukturplanung oder bessere Vorbereitung auf Naturkatastrophen.

**GIM**  
 INTERNATIONAL  
 gim-international.com

Dieser Artikel ist in einer unterschiedlichen Fassung bereits im Fachmagazin GIM International erschienen.

# INTEGRATION ALS SCHLÜSSEL ZUM ERFOLG IM BERGBAU

Ernesto Vivas & Jose Portugal

 Case Study

Bergbauplanung mit 3D-Visualisierung in Mexiko



MINE

PELLETIERANLAGE

**Als Kunde von Hexagon Mining zählt Peña Colorada zu den größten Abbauunternehmen von Eisenerz in Mexiko. Peña Colorada verfügt über zwei Standorte im mexikanischen Bundesstaat Colima: einen Tagebau in Minatitlán und eine Pelletieranlage für Eisenerz in der Hafenstadt Manzanillo.**

Peña Colorada steht eine Produktionskapazität von 4,1 Millionen Tonnen Konzentrat pro Jahr zur Verfügung. Beim abnehmenden Eisengehalt des abgebauten Erzes musste das Unternehmen den Abbau intensivieren. Die damit verbundenen Herausforderungen wurden durch den Einsatz neuer Technologien für Geomodellierung, Abbauplanung und Minenbetrieb bewältigt.

Die Inbetriebnahme verlief erfolgreich, und die Kosten haben sich bereits mehrfach amortisiert. Sowohl in Bezug auf die abgebauten Volumina als auch die Effizienz ließen sich wesentliche Verbesserungen erzielen, während die Betriebskosten sowie Abweichungen zwischen Planung und Ausführung reduziert werden konnten.

### **SOLIDE INFORMATIONEN LIEFERN SOLIDEN ERTRAG**

In einem ersten Schritt sollte die Zuverlässigkeit und Genauigkeit des Ressourcenmodells erhöht werden. Die Erzlagerstätte von Peña Colorada setzt sich aus drei geologischen Hauptstrukturen in einem moderaten Faltensystem zusammen. Die Geologie dieser drei Strukturen bestimmt die Eigenschaften des Abbaumaterials.

Die Ressourcenmodellierung der Bodenschätze erfolgte in zwei Phasen:

1. Erstellung des geologischen Modells.
2. Numerische Modellierung der Attribute.

Die Erstellung des geologischen Modells erforderte die Durchführung einer Bohrkampagne unter Berücksichtigung eines Mindestmaßes an geologischer Interpretation und des Aufbaus der umliegenden Festkörper.

Die Bohrkampagne wurde über MineSight, die Planungssoftware von Hexagon Mining, abgewickelt. Zur Anwendung kamen speziell die Bohrlochverwaltung MineSight Torque und das 3D-Visualisierungstool MineSight 3D.

Die geologischen Strukturen wurden mit MineSight Implicit Modeler (MSIM) als geometrische Festkörper zur genauen Charakterisierung der geologischen Kontaktstellen aufgebaut. Mittlerweile wurde MSIM durch Geologic ersetzt, das die Vorteile der impliziten Modellierung durch die Sequenzierung von Flächen und Festkörpern zur Erstellung eines zuverlässigen geologischen Modells voll ausspielt. Die numerische Modellierung der Attribute umfasst auch die Schätzung des Erzgehalts durch lokalisiertes reguläres Kriging.

Nach der Fertigstellung des Blockmodells wurden neue Optimierungsstudien mit MineSight Economic Planner (MSEP) evaluiert und neue Zeitpläne mit MineSight Schedule Optimizer (MSSO) erstellt, wodurch viele Parameter der Planung verbessert



werden konnten. Beispielsweise diente MSSO zur Bewertung und Optimierung des Zeitplans für die Räumung der Abraumhalde.

### VOM PLAN IN DIE REALITÄT

Das Ergebnis der Optimierung war ein Zeitplan, der in den frühen Phasen weniger Abraumbeseitigung erforderte, und eine Kombination aus kurzfristigen und langfristigen Deponien vorsah, was eine gleichmäßige Auslastung der Kipper und damit eine Reduktion der Anzahl der benötigten Fahrzeuge ermöglichte. Die durch diese Optimierungsstudie erwirtschafteten Erträge werden auf ca. 35 Millionen USD geschätzt.

Zudem wurde MSSO zur Evaluierung des Erweiterungsvorhabens und Anschaffung leistungsfähigerer Bagger (P&H 4100 XPC) und Muldenkipper (CAT 789C & 793F) verwendet.

„Erweiterungsprojekte im Bergbau können Millionen oder sogar Milliarden Dollar kosten“, sagt Jose Villa, der Leiter der Abbauplanung bei Peña

Colorada. „Die Anschaffung von MSSO war leicht zu argumentieren, da uns die Software die Datenbasis für wichtige Investitionsentscheidungen liefert – und dabei weniger kostet als die Neubereifung eines Muldenkipper!“

Darüber hinaus wurden neue geotechnische Studien erstellt, die als Leitlinie für die Formgebung der Grube dienen. Bewegungen des Untergrunds und die Stabilität der Böschung werden mithilfe neuer Technologien überwacht.

Peña Colorada verwendet das Flottenmanagementsystem von Hexagon Mining zur Überwachung des Betriebs und zur Gewährleistung der Umsetzung und Einhaltung der Planung. So konnte das Unternehmen die in der Abbauplanung vorgesehenen Effizienzgewinne tatsächlich realisieren.

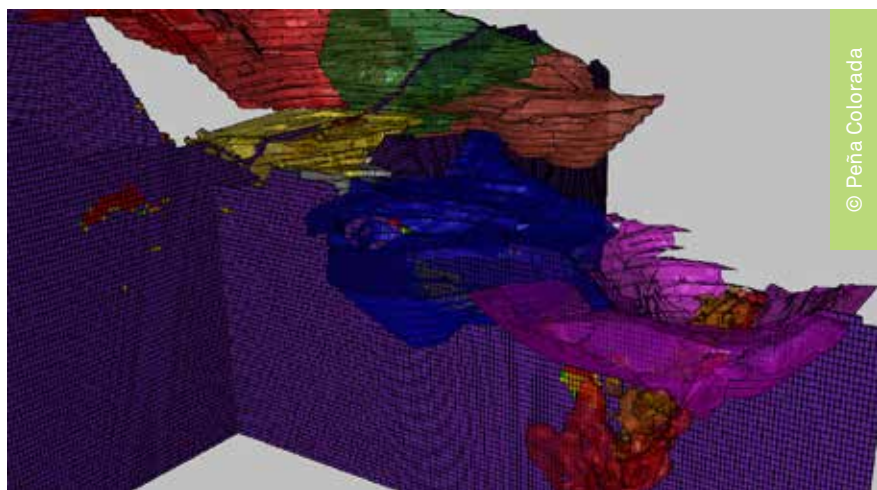
„Natürlich gibt es immer Abweichungen zwischen Planung und Realität“, räumt Villa ein. „Aber seitdem wir die Bergbau-Planungssoftware und



das dazugehörige Flottenmanagementsystem verwenden, sind diese Abweichungen deutlich zurückgegangen.“

Vor der Einführung mussten die geplanten Mündungen für die Bohrung der Sprenglöcher von Vermessungstechnikern abgesteckt werden. Wurde dieser Vorgang in der Regenzeit durch schlechtes Wetter behindert, wirkte sich das negativ auf die Produktivität aus. Heute werden die geplanten Sprenglöcher digital an den Bohrer übermittelt, der mit einem hochgenauen Positionierungssystem ausgerüstet ist, sodass die Absteckung der Mündungen entfällt. Das verhindert Verzögerungen und die Abbaumege bleibt im Plan.

„Durch den Einsatz dieser Lösungen konnten wir unsere Gewinnspanne wesentlich erhöhen“, so Villa zufrieden.



# WENN GESCHWINDIGKEIT GEFRAGT IST

Monica Miller Rodgers

 Experten befragt

Bernhard Richter, Business Director GNSS bei Leica Geosystems, stellt eine neue Technologie vor





Bernhard Richter  
Business Director GNSS  
bei Leica Geosystems

**Leica Geosystems arbeitet an der Entwicklung selbstlernender Instrumente. Daher ist der neue GNSS-RTK-Rover (real-time kinematic = Echtzeit-Kinematik) Leica GS18 T der nächste Evolutionsschritt im Leica Captivate-Lösungsportfolio.**

In der Rubrik *Experten befragt* steht uns in dieser Ausgabe des *Reporter* Bernhard Richter, Business Director GNSS bei Leica Geosystems, Rede und Antwort. Dabei geht es um die Technologie hinter der ersten kalibrierungsfreien Neigungskompensationslösung der Branche, die unempfindlich gegenüber magnetischen Störeinflüssen ist.

• **Worum handelt es sich beim GNSS-RTK-Rover Leica GS18 T?**

Der Leica GS18 T ist der schnellste und bedienerfreundlichste GNSS-RTK-Rover, weil es bei seiner Verwendung erstmals nicht mehr nötig ist, dass der Benutzer den Lotstock senkrecht

hält. Ermöglicht wird dies durch die erste völlig kalibrierungsfreie Neigungskompensationslösung. Statistische Untersuchungen haben gezeigt, dass durchschnittliche Anwender beim Einsatz des GS18 T im Vergleich zu herkömmlichen Vermessungspraktiken bis zu 20 Prozent Zeit sparen können.

• **Was bietet diese neue Technologie in puncto Nutzererlebnis?**

Bevor wir uns mit den technischen Details beschäftigen, muss erst einmal klargestellt werden, welche enorme Erleichterung die neue Technologie bietet: Das Aufrechterhalten des Lotstocks ist zeitaufwändig. An jedem Messpunkt muss mehrere Sekunden auf die senkrechte Positionierung des Lotstocks und die Zentrierung der Dosenlibelle geachtet werden. Manche Punkte – zum Beispiel Ecken – sind mit GNSS noch nicht einmal zugänglich, weil der Lotstock dort nicht senkrecht gehalten werden kann. Außerdem erfordert das Aufrechterhalten einen hohen Grad an Konzentration und lenkt den Anwender von sicherheitsrelevanten Vorgängen (wie z. B. vorbeifahrenden LKW) ab. Diese typischen Anwenderprobleme sind in die Konzeption des GS18 T eingeflossen.

• **Wie funktioniert der Leica GS18 T?**

Die Antenne ermittelt eine neigungskompensierte Position der Lotstockspitze durch die Zusammenführung der GNSS-Koordinaten



mit Höhenangaben, die von einem integrierten Inertialmesssystem (IMU) erfasst werden. Die Technologie ist mit ähnlichen Lösungen in der Luftfahrt vergleichbar, wo Gier-, Nick- und Rollwinkel entscheidende Parameter sind. Sind diese Winkel sowie Azimut des geneigten Lotstocks bekannt, kann die Position der Lotstockspitze relativ zur GNSS-Antenne berechnet werden.

Es ist uns gelungen, ein bezahlbares und trotzdem präzises IMU mit automatischer Kalibrierung zu entwickeln. Uns war es wichtig, dass das Gerät beim Einschalten sofort messbereit ist.

Der GS18 T ist optimiert für die typischen kinematischen RTK-Anwendungen eines GNSS-Rovers, bei denen Geschwindigkeit und Benutzerfreundlichkeit bei der Messung und Absteckung von Punkten an erster Stelle stehen.

• **Für welche Anwendungen bietet sich die neue Technologie an?**

Dieser GNSS-RTK-Rover ist für jede Anwendung geeignet. In der Konzeptions- und Entwicklungsphase haben wir uns jedoch auf die Branchen Hoch-,

Tief- und Ingenieurbau, Versorgungssysteme und Vermessung konzentriert. Besonders bei Bauvorhaben und bei der Instandhaltung bestehender Infrastrukturen hilft es, dass der GS18 T aufgrund seiner Unempfindlichkeit gegenüber magnetischen Störeinflüssen überall eingesetzt werden kann. Dies gilt ebenso für die Arbeit im Umfeld von Strom-, Gas- und Wasserleitungen sowie Telekommunikationskabeln. Die Beschäftigten in diesen Branchen müssen keine Vermessungsprofis zu sein, um rasch und einfach die Messungen durchzuführen, die sie für ihre Arbeit benötigen. Fachleute aus Vermessung und Bau hingegen können sich darauf verlassen, dass sie die genauesten Ergebnisse in der schnellstmöglichen Zeit erhalten.

• **Profitieren Anwender auch dann, wenn Vorschriften vorsehen, dass der Lotstock vor jeder Messung aufrecht gehalten werden muss?**

Da sich die Neigungswerte des Lotstocks mit jeder Messung speichern lassen, kann ein Messprotokoll ausgegeben werden, das nachweist, dass der Lotstock innerhalb der geforderten Toleranzen nivelliert war.



- **Warum sollten Anwender in den GNSS-RTK-Rover Leica GS18 T investieren?**

Durch das entfallende Aufrechthalten des Lotstocks erreicht der Anwender einen Zeitgewinn von 20 Prozent und mehr. Auch Stellen, die früher mit GNSS nicht zugänglich waren, wie Hausecken oder teilweise von abgestellten Autos verdeckte Punkte, können nun direkt gemessen werden.

- **Welche GNSS-Innovationen plant Leica Geosystems für die Zukunft?**

Innovationen spielen bei Leica Geosystems eine wichtige Rolle, und mit dem RTK-Rover GS18 T sind wir im GNSS-Bereich klarer Innovationsführer. Obwohl wir davon ausgehen, dass sich unsere selbstlernenden GNSS-Instrumente auch künftig flexibel an die steigenden Anforderungen der Satellitenkonstellationen anpassen werden, sind wir auch weiterhin auf der Suche nach Möglichkeiten, unseren Kunden den entscheidenden Mehrwert zu verschaffen.



# PERCEPTALITY

*PER CEPT · AL · I · TY*

rē' alədē/

noun

The fusion of perception and reality



## PERCEPTALITY: WAHRNEHMUNG TRIFFT REALITÄT

Monica Miller Rodgers

📍 Veranstaltungen

Jürgen Dold, President von Hexagon Geosystems, präsentierte sein Perceptality-Konzept auf der HxGN LIVE in Las Vegas (USA)



**Jürgen Dold, President von Hexagon Geosystems, stellte sein Perceptality-Konzept auf der HxGN LIVE vor, der jährlichen internationalen Hexagon-Konferenz, am 14. Juni im Venetian Ballroom in Las Vegas (US-Bundesstaat Nevada).**

In seiner Keynote konzentrierte sich Jürgen Dold auf digitale Realitäten und ging der Frage nach, wo die Reise hingeht. Dazu wurden Projekte aus der ganzen Welt vorgestellt, welche die von Leica Geosystems entwickelten Technologien zur Erfassung der Realität innovativ nutzen und so die Grenzen des technisch Machbaren immer weiter verschieben. Wenn Hexagon-Kunden selbst die Initiative ergreifen, wird durch Inspiration und das Bedürfnis, die Grenzen des Möglichen zu erkunden, das nächste Level der Digitalisierung der Realität erreicht.

#### **PERCEPTION (WAHRNEHMUNG) + REALITY = PERCEPTALITY**

Zu Beginn seiner Keynote führte er aus, warum Wahrnehmung und Realität gleichermaßen wichtig und mächtig sind.

Unsere Wahrnehmung – Englisch: „perception“ – ist unser Fenster zur Welt und die Grundvoraussetzung für kreative Problemlösungsprozesse. Allerdings ist jede Art von Wahrnehmung subjektiv, wodurch ihr praktischer Nutzen stark eingeschränkt ist. Die Realität hingegen ist objektiv, faktenbasiert und messbar.

„Wahrnehmung und Realität sollten nicht getrennt voneinander existieren“, brachte es Dold auf den Punkt. „Wir müssen Wahrnehmung und Realität verschmelzen.“

Daraus ergibt sich Perceptality. Hexagon Geosystems hat es sich zur Aufgabe gemacht, unsere Wahrnehmung mit digitalen Daten anzureichern, um

uns fundiertere Entscheidungen zu ermöglichen. Dies ist die Prämisse der Realisierung der digitalen Welt und der Schaffung einer digitalen Realität, in der die Anwender „ihre brillanten, visionären Projekte mit höherer Qualität und Effizienz umsetzen können“.

#### **PERCEPTALITY-POTENZIAL IN UNTERSCHIEDLICHEN BRANCHEN**

In seiner Keynote beschäftigte sich Jürgen Dold auch mit dem schier unbegrenzten Potenzial von Perceptality in unterschiedlichen Branchen, beispielsweise bei der Verwaltung von Infrastruktursystemen, Städten und Betrieben, bei forensischen Ermittlungen oder in der Architektur und dem Hoch-, Tief- und Ingenieurbau.

Energieversorgern bietet Perceptality Aufschluss darüber, ob ihre Stromnetze sicher sind: Damit bei Tausenden von Kunden, die auf ihre Stromversorgung angewiesen sind, verlässlich das Licht brennt, müssen die Fernleitungen laufend überwacht und gewartet werden. Digitale Darstellungen der Vegetation in der Nähe dieser Fernleitungen erlauben fundierte Entscheidungen über die beste Vorgehensweise zur Sicherung der Stromversorgung.

Mit dem erst kürzlich präsentierten Luftbildsensor Leica SPL100, der auf Einzelphotonen-LiDAR-Technologie (SPL) basiert, können Versorgungsleitungen mit einer Effizienz erfasst und verwaltet werden, die um ein Vielfaches höher ist als alles, was bislang möglich war. So wurden z. B. mit dem SPL100 Fernleitungen aus 2,5 Kilometer Höhe bei einer Geschwindigkeit von 300 Stundenkilometern und einer Auflösung von 80 Punkten pro Quadratmeter erfasst. Mit herkömmlichem LiDAR konnten bis dato unter denselben Voraussetzungen nur drei Punkte pro Quadratmeter erfasst werden. Alle Details in den SPL-Daten waren mühelos zu erkennen.



Stadtplanern bietet sich die Möglichkeit, bei der Konzeption intelligenter Städte ihre Wahrnehmung durch die Realität zu erweitern, um klügere Entscheidungen zu treffen. Bei der Erstellung präziser 3D-Modelle wachsender Städte gilt: Je genauer die Daten, desto besser das Verständnis.

Der Luftbild-Hybridsensor Leica CityMapper kombiniert schiefachsige Bildgebung und LiDAR-Daten zur effizienteren Erfassung detaillierter Stadtmodelle mit höherer Qualität. Insbesondere die neue integrierte LiDAR-Technologie versetzt Anwender in die Lage, nicht nur die 3D-Modellierungsgeschwindigkeit von Städten zu erhöhen, sondern auch enge Häuserschluchten zu erfassen, in denen mit herkömmlichen bildbasierten Sensortechnologien nicht gearbeitet werden konnte.

Bei der Verwaltung von Anlagen erhöht Perceptality die Sicherheit und verringert gleichzeitig die Kosten. Der finanzielle Aufwand für die Überwachung komplexer Industrieanlagen geht in die Milliarden. Selbst der kleinste Fehler in einem frühen Stadium kann ganze Projekte komplett aus der Bahn werfen und enorme Verzögerungen und ausufernde Kosten verursachen.

Mit der neuen Software Leica Cyclone REGISTER 360 können Anlagenverantwortliche nun mit weniger Aufwand und in wesentlich kürzerer Zeit digitale Darstellungen ihrer komplexen Einrichtungen generieren. Dold demonstrierte die Vorteile der neuen Software am Beispiel von

CEPSA, einem spanischen Energieversorger, der sein Betriebsgelände mit der Leica ScanStation P40 erfasst hat. Durch die Kombination der Pläne mit den hochgradig detaillierten Punktwolken konnte CEPSA Abweichungen zwischen Plan und Realität vom Schreibtisch aus erkennen. Durchschnittlich lassen sich durch den Einsatz solcher Technologien Kosteneinsparungen von ein bis zwei Prozent realisieren, was bei solchen Bauvorhaben rasch mehrere Millionen Euro ausmacht.

„Die Konstruktionszeichnungen zeigen nur, was geplant war, und nicht, was später hinzugefügt wurde“, erläutert Dold das Problem. „Die Erweiterung unserer Wahrnehmung erfordert eine Verschmelzung der makellosen Planung mit dem Detailreichtum der Realität. Um Perceptality zu erreichen, müssen die Daten zusammengeführt werden.“

In der Verbrechensbekämpfung stellt Perceptality sicher, dass die Wahrheit ans Licht kommt. Bei forensischen Ermittlungen muss ein Tatort erfasst werden, bevor Spuren zerstört werden oder sich die Lage ändert. Wichtige Beweismittel müssen zur Vorlage bei Gericht gesichert werden. Durch Laserscanning kann jeder Tatort erfasst und langfristig im Originalzustand erhalten werden.

Mit der Leica Geosystems Incident Mapping Suite (IMS) bleiben Tatorte unberührt, während Beweismittel in vor Gericht zulässigen Unterlagen dokumentiert

# ER DIGITAL REALITY LOWER COST ED BY LEICA SINGLE PHOTON LIDAR

werden. Als Beispiel führte Dold den realen Fall einer Schießerei an, in dem mittels Laserscanning genau geklärt werden konnte, wie und von wo die Schüsse abgegeben wurden. Die erfassten Punktwolken erlaubten Fachleuten und dem Gericht die digitale Erkundung des Tatorts und die Analyse der Flugbahn der Geschosse, um Unstimmigkeiten in den Aussagen von Beamten und Zeugen auf den Grund zu gehen.

Für Arbeiten im Hoch-, Tief- und Ingenieurbau erlaubt Perceptality höhere Effizienz. Falsch geplante Sanierungstätigkeiten können Reparaturkosten in die Höhe treiben und den Wert von Immobilien verringern. Die Unterstützung solcher Aufgaben durch digitale Realitäten führt zu erheblichen Kosten- und Zeiteinsparungen.

Durch die Entwicklung des neuen Laserscanners Leica BLK360 wurde eine Technologie für den Bausektor erschlossen, die dieser Branche vorher nicht zugänglich war. Dold erzählte, dass es bei der Konzeption des BLK360 um die Demokratisierung von Laserscanning durch den Bau eines einfachen, dynamischen, vernetzten und mobilen Geräts ging, das auf Knopfdruck funktioniert.

„Wir treiben die Technologie voran, um unsere Wahrnehmung durch die Realität zu ergänzen“, brachte Dold die Unternehmensphilosophie auf den Punkt. „Wir wollen das Korsett unserer typischen Branchen hinter

uns lassen und Perceptality für jeden ermöglichen, der auf einen Knopf drücken kann.“

## AUF DER BRÜCKE ZWISCHEN WAHRNEHMUNG UND REALITÄT

Zum Abschluss seiner Keynote ging Dold noch auf die Grenzen der Technologie ein. Hexagon Geosystems überwindet Grenzen und hat den Mut, neue Ideen neu zu denken. Eingeschränkt werden wir dabei zum einen von noch nicht erzielten technischen Durchbrüchen und zum anderen von unseren eigenen gedanklichen Barrieren. Schließlich ermutigte Dold das Publikum, sich auf die Brücke zwischen Wahrnehmung und Realität zu wagen und vor dem Hintergrund der Realität visionäre Ideen zu entwickeln.

„Bei Hexagon Geosystems bauen wir mit unseren einzigartigen Lösungen zur Erfassung der Realität Brücken, um die reale in die digitale Welt zu holen. Durch cloudbasierte Verfahren bieten wir die notwendige Interoperabilität, um Perceptality in praktisch jeder Branche zu ermöglichen“, verspricht Dold. „Wir sind ständig auf der Suche nach besseren Versionen – unserer Technologien, unserer Unternehmen und uns selbst. Bei Hexagon Geosystems arbeiten wir intensiv an diesen besseren Versionen, und wir laden Sie ein, diesen Weg mit uns zu gehen!“



## Großflächige Kartierung mit LiDAR. Machen sie den nächsten Schritt!

Erfahren Sie mehr unter [leica-geosystems.com/spl100](http://leica-geosystems.com/spl100)  
und reservieren Sie einen Demo-Termin.

# Leica RealTerrain Lösungen zur Luftbilderfassung

Effiziente Erfassung und Visualisierung der größten Punktwolken zu den niedrigsten Kosten pro Punkt: Kombinieren Sie den Einzelphotonen-LiDAR-Luftbildsensor Leica SPL100 mit HxMap, dem schnellsten und intuitivsten Post-Processing-Workflow für Luftbilddaten.

### NEU - Leica SPL100

**Erreichen** Sie die 10-fache Effizienz bei der Erfassung hochdichter Geländedaten: Mit dem Einzelphotonen-LiDAR-Luftbildsensor Leica SPL100 erfassen Sie 6 Mio. Punkte pro Sekunde mit 100 Ausgangsstrahlen.

### HxMap

**Beschleunigen** Sie die Verarbeitung Ihrer Luftbilddaten: Der leistungsstarke Multisensor-Workflow HxMap liefert den schnellsten Datendurchsatz in einer einfachen, intuitiven Benutzeroberfläche.

**Leica Geosystems AG**  
[leica-geosystems.com](http://leica-geosystems.com)



- when it has to be **right**

**Leica**  
Geosystems

©2017 Hexagon AB und/oder seine Tochterunternehmen und angeschlossenen Unternehmen. Leica Geosystems ist Teil von Hexagon. Alle Rechte vorbehalten.





# LASERSCANNINGSOFTWARE LEICA CYCLONE REGISTER 360

## O-TÖNE



Leica Cyclone gilt als zuverlässigste Plattform zur Punktwolkenregistrierung der Branche. Intelligenter Funktionen zur Registrierung, Zusammenarbeit und Visualisierung haben bei der Produktvorstellung von Cyclone REGISTER 360 und Cyclone Cloud auf der HxGN LIVE 2017 großes Interesse beim Publikum geweckt.

Die Neuzugänge der Cyclone-Produktfamilie wurden bewusst mit Blick auf eine Verbesserung des Nutzererlebnisses konzipiert und erleichtern die nahtlose Verarbeitung von Punktwolken. Die Funktionserweiterungen von Cyclone bieten Lösungen für die Segmente, in denen unsere Kunden tätig sind, beschleunigen derzeit verwendete Workflows und automatisieren Prozesse, um die Datenverarbeitung und nachgelagerte Lieferung so einfach wie möglich zu gestalten.

Die führende 3D-Punktwolkensoftware hat auch in den sozialen Medien weltweit Aufsehen erregt. So fielen bei der Beschreibung der neuesten Leica Cyclone-Produkte Begriffe wie „ultraschnell“, „einfacher“, „simpler“, „intelligent“ oder „keine Angst mehr“.



### Jürgen Dold

Übersichtliches Design, intelligente, automatisierte Verarbeitung  
[@HexagonAB](#) [@LeicaGeosystems](#)



### SPAR 3D Editor

Leica Cyclone REGISTER 360:  
Ultraschnelle Registrierung als Ergänzung zum BLK360



### Mark King

Die neue [@LeicaGeosystems](#) [#laserscanning](#) Software: Cyclone REGISTER 360 revolutioniert die Arbeit mit Punktwolken



### micrus

[@LeicaGeoUS](#) Cyclone Cloud! Neues Cloudsystem auf der Basis von [#docker](#) Containern – angekündigt auf der [#hxgnlive](#) [#truvie](#)



### Gary Kelly

Für alle, die die Registrierung von Punktwolken fürchten: Habt keine Angst! Leica Cyclone REGISTER 360 – mit der Kraft eines Zyklons



### Bucky Lawley

Endlich da: Leica Cyclone REGISTER 360 – eine neue, einfachere Möglichkeit zur Registrierung Ihrer Punktwolken

# HEXAGON GEOSYSTEMS STELLT SEINE KUNDEN INS RAMPENLICHT

## AUF DER GANZEN WELT. JEDEN TAG. BEI ALLEN ANWENDUNGEN.

Ob beim Bau des größten Straßentunnels Polens oder bei der Arbeit an einem Bewässerungsprojekt in Mosambik – unsere Kunden arbeiten hart, um ihre jeweiligen Branchen und mit ihnen die ganze Welt voranzubringen.

Bei Hexagon Geosystems sind wir stolz darauf, unsere Kunden mit präzisen Instrumenten, moderner Software und bewährtem Service zu unterstützen. Wir schaffen unseren Kunden täglich Mehrwert beim Gestalten der Zukunft unserer Welt. Die wertvolle Arbeit, die sie tagtäglich unermüdet für uns leisten, wissen wir zu schätzen. Deshalb holen wir an dieser Stelle einige unserer Kunden vor den Vorhang, während sie bei ihrer Arbeit tun, was sie am besten können: intelligente Veränderungen für eine bessere Welt gestalten.

Zeigen Sie uns, wie Sie die komplexen Herausforderungen Ihres Alltags mithilfe der Lösungen von Hexagon Geosystems bewältigen. Senden Sie uns Ihre Fotos an die E-Mail-Adresse [reporter@leica-geosystems.com](mailto:reporter@leica-geosystems.com), wenn Sie sich in der nächsten Ausgabe des *Reporter* wiederfinden möchten.



**Bauvorhaben, Kuwait**

Bauvorhaben in Kuwait mit Leica TPS 1200. Foto: Jitesh Menon



**Bewässerungsprojekt, Mosambik**

Bewässerungsprojekt in Mosambik mit Smartantenne Leica Viva GS14. Foto: Danniely Zacarias Massingue



## Straßenbauvorhaben, Irak

Straßenbauvorhaben im Irak mit Leica FlexLine.  
Foto: Haval M. Mustafa



## Tunnelbauvorhaben, Saudi-Arabien

Tunnelbauvorhaben der Saudi Railway Organisation (SRO) in Jeddah, Saudi-Arabien, mit Leica TCR 1203.  
Foto: Rizwan Aziz Qureshi



## Bau des größten Straßentunnels, Polen

Bau des größten Straßentunnels in Polen mit der Totalstation Leica FlexLine TS09. Foto: Piotr Stanicki



## Archäologische Ausgrabung Kho-raït, Ägypten

Erfassung der archäologischen Ausgrabungsstätte Kho-raït in Ägypten mit der Totalstation Leica FlexLine TS02. Foto: Abdel Halim Zakaria und Abdo Zakarya

## GNSS Lösungen

Erfahren Sie mehr unter [leica-geosystems.com/gnss](http://leica-geosystems.com/gnss)  
und reservieren Sie einen Demo-Termin.

# Leica GS18 T Schnellster GNSS- RTK-Rover der Welt

Der Leica GS18-T ist der schnellste und benutzerfreundlichste GNSS-RTK-Rover der Welt. Sämtliche Punkte können jetzt schneller und einfacher gemessen werden, da der Lotstock nicht mehr senkrecht gehalten werden muss. Für diese Innovation werden GNSS und Inertialeinheit (IMU) miteinander zur ersten Lösung mit echter Neigungskompensation verbunden, die kalibrierungsfrei und immun gegenüber magnetischen Störeinflüssen ist. Sie sparen sich bis zu 20-% Zeit gegenüber herkömmlichen Vermessungspraktiken. Messen, wo andere Instrumente keine präzisen Ergebnisse liefern. Messen, schneller als je zuvor.



**Leica Geosystems AG**

[leica-geosystems.com](http://leica-geosystems.com)



- when it has to be **right**

**Leica**  
Geosystems

©2017 Hexagon AB und/oder seine Tochterunternehmen und angeschlossenen Unternehmen. Leica Geosystems ist Teil von Hexagon. Alle Rechte vorbehalten.



© Leica Geosystems



## Leica Geosystems steigert Produktivität mit intelligenten Sensoren der MSS400-Serie

Die neuen Sensoren der MSS400-Serie erhöhen Geschwindigkeit, Leistungsfähigkeit, Präzision und Produktivität. Die Baggersteuerung funktioniert selbst bei höheren Geschwindigkeiten ohne Genauigkeitsverluste. Möglich macht das die neue SP-Technologie, wobei SP für Speed, Performance, Precision und Productivity steht. In die Sensoren integrierte Inertialmesstechnologie ergibt in Kombination mit Gyroskopen und Beschleunigungsmessern die reaktionsschnellste Sensortechnologie am Markt, sodass Genauigkeit beim Aushub und Fertigstellungsgeschwindigkeit insgesamt merklich steigen.

© Leica Geosystems



## GNSS-Netzwerke von Leica Geosystems unterstützen nun Galileo und QZSS

Spider 7.0 unterstützt ab sofort alle bekannten GNSS-Formate: GPS, GLONASS, BeiDou, Galileo und QZSS. Die Komplettlösung bietet professionellen Anwendern aus unterschiedlichen Branchen – sei es Vermessung, Kartierung, Landwirtschaft oder GIS – erhöhte Positioniergenauigkeit und einen verbesserten Korrekturdienst. Aufgrund der durch mehrere GNSS-Konstellationen höheren Anzahl verfügbarer Satelliten steigt die Produktivität bei der Arbeit in Umgebungen mit schlechtem Empfang oder hohen Breitengraden.

© Leica Geosystems



## Neue Smartantenne Leica Zeno GG04 verbessert GIS-Zugang und Tracking-Leistung

Die neue Smartantenne Leica Zeno GG04 versteht sich als flexible Lösung zur Erhöhung der GNSS-Genauigkeit mobiler Geräte mit Echtzeit-Kinematik (RTK) und Precise Point Positioning (PPP). In Verbindung mit der Smartantenne Zeno GG04 können nun mit einem bestehenden Zeno-Handheld oder jedem anderen Mobilgerät mit Android- oder Windows-Betriebssystem hochpräzise Positionsdaten mit der GNSS-Technologie und dem branchenführenden 555-Kanal-Tracking von Leica Geosystems erfasst werden. PPP ermöglicht die Datensammlung sogar in Bereichen ohne Mobilfunknetz. Die Möglichkeit der Nutzung eigener Geräte erlaubt die Erfassung zentimetergenauer Daten mit vorhandenen Tablets und Smartphones.

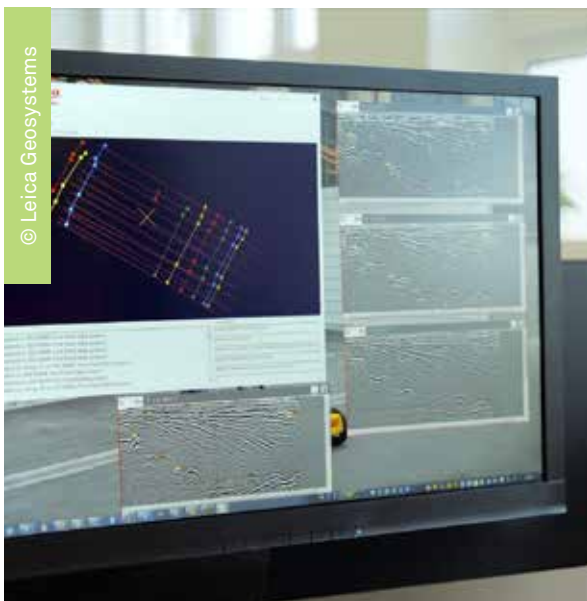
© Leica Geosystems



## Leica Geosystems nutzt bildgebende Verfahren und Video-Livestreams für Überwachungsanwendungen

Mit GeoMoS Imaging, einer bildbasierten Erweiterung der bekannten Überwachungslösung GeoMoS, sind Anwender immer bestens über relevante Vorkommnisse informiert und können rasch und einfach fundierte Entscheidungen treffen. Die Fernüberwachung einer Anlage wird vereinfacht. Über die Liveansicht können Bereiche in Echtzeit beobachtet und Aufzeichnungen erstellt werden. Die Joystickfunktion bietet direkten Zugang zur Totalstation und erlaubt ihre bequeme Bedienung vom Schreibtisch aus. Dadurch können professionelle Anwender ihre Produktivität erhöhen und die im Feld verbrachte Zeit reduzieren.

© Leica Geosystems



## Neue Post-Processing-Software für Versorgungsleitungen liefert professionelle CAD-Zeichnungen in kürzester Zeit

Die neue Software DX Office Vision für die Nachbearbeitung von mittels Bodenradar erfassten Daten erlaubt die Erstellung professioneller CAD-Zeichnungen der Leitungsverläufe mit minimaler Benutzerschulung. DX Office Vision ermöglicht selbst unerfahrenen Anwendern die einfache Visualisierung unterirdischer Versorgungsleitungen in Form von professionellen 3D-CAD-Ansichten. Über die intuitive Benutzeroberfläche können die erfassten Leitungen gefiltert, ausgewählt, benannt und kommentiert werden. Die Nachbearbeitung der Bodenradardaten mit DX Office Vision erfordert keine Add-ons oder Partnersoftware.



**Joost Assendelft** ist Innovationsleiter bei Advin mit Sitz in den Niederlanden.

[www.advin.nl](http://www.advin.nl)



**Renata Barradas Gutiérrez** ist bei Hexagon Geosystems in der Schweiz in der Kommunikation tätig.

[renata.barradas-gutierrez@hexagon.com](mailto:renata.barradas-gutierrez@hexagon.com)



**Penny Boviatsou** ist bei Hexagon Geosystems in der Schweiz in der Kommunikation tätig.

[penny.boviatsou@hexagon.com](mailto:penny.boviatsou@hexagon.com)



**Benjamin Federmann** ist bei Aibotix in Kassel (Deutschland) für Marketing und Kommunikation zuständig.

[benjamin.federmann@aibotix.com](mailto:benjamin.federmann@aibotix.com)



**Cathi Hayes** ist Global Director of HxGN SMART Build Business Development bei Hexagon PPM im US-Bundesstaat Georgia.

[cathi.hayes@hexagon.com](mailto:cathi.hayes@hexagon.com)



**Arno Kijzerwaard** ist der Marketingverantwortliche für die Benelux-Länder bei Leica Geosystems in den Niederlanden.

[arno.kijzerwaard@leica-geosystems.com](mailto:arno.kijzerwaard@leica-geosystems.com)



**Rosie Knox** ist Vice-President Marketing bei Multivista im US-Bundesstaat Arizona.

[r.knox@multivista.com](mailto:r.knox@multivista.com)



**Amit Kumar** ist Marketing- und Kommunikationsleiter bei Leica Geosystems in Indien.

[amit.kumar@hexagon.com](mailto:amit.kumar@hexagon.com)



**Karina Lumholt** ist als Content Marketing Manager im Geschäftsbereich Maschinensteuerung von Leica Geosystems in Odense (Dänemark) tätig.

[karina.lumholt@leica-geosystems.com](mailto:karina.lumholt@leica-geosystems.com)



**Monica Miller Rodgers, APR**, leitet den Bereich Kommunikation bei Hexagon Geosystems in der Schweiz.

[monica.miller-rodgers@hexagon.com](mailto:monica.miller-rodgers@hexagon.com)



**Stefano Oppioni** ist Geophysiker und Leiter des Strukturlabors bei Sineco S.p.A. in Italien.

[www.sinecospa.com](http://www.sinecospa.com)



**José Portugal** ist Ingenieurgeologe bei Peña Colorada in Mexiko.

[www.pcolorada.com](http://www.pcolorada.com)



**Ron Roth** ist Produktmanager für topografische LiDAR-Luftbildsensoren bei Leica Geosystems im US-Bundesstaat Maryland.

[ron.roth@leica-geosystems.com](mailto:ron.roth@leica-geosystems.com)



**Marcos Sirota** ist der CEO von Sigma Space im US-Bundesstaat Maryland.

[marcos.sirota@sigmaspace.com](mailto:marcos.sirota@sigmaspace.com)



**Ernesto Vivas** ist Senior MineSight Specialist bei Hexagon Mining im US-Bundesstaat Arizona.

[ernesto.vivas@hexagonmining.com](mailto:ernesto.vivas@hexagonmining.com)

## 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 3131, [reporter@leica-geosystems.com](mailto:reporter@leica-geosystems.com)

**Für den Inhalt verantwortlich:** Monica Miller Rodgers, APR, Communications Director **Redaktion:** Monica Miller Rodgers, Renata Barradas Gutiérrez

**Design:** Stephanie Chau, Marino Plecas

Nachdrucke sowie Übersetzungen, auch auszugsweise, sind nur mit ausdrücklicher Genehmigung des Herausgebers erlaubt. © 2017 Hexagon AB und/oder seine Tochterunternehmen und angeschlossenen Unternehmen. Leica Geosystems ist Teil von Hexagon. Alle Rechte vorbehalten.

# Leica Cyclone

Eine intelligentere Art,  
die Welt zu betrachten.

**SMARTER**  
MODELLING FLEXIBILITY  
EFFICIENCY ANALYSIS  
SHARING PRODUCTIVITY

## Wollen Sie die Welt aus einer anderen Perspektive betrachten?

Leica Geosystems 3D-Laserscanner kombiniert mit Leica Cyclone für eine neue Dimension der Vermessung. Die Verschmelzung von realer und digitaler Welt durch eine intelligentere Registrierung, Visualisierung und Zusammenarbeit führt zur Steigerung von Effektivität und Produktivität.

Erfahren Sie mehr: [cyclone.leica-geosystems.com](http://cyclone.leica-geosystems.com)

## Leica Cyclone

Smarter Registration, Visualisation, Collaboration

Leica Geosystems AG

[leica-geosystems.com](http://leica-geosystems.com)



©2017 Hexagon AB und/oder seine Tochterunternehmen und angeschlossenen Unternehmen. Leica Geosystems ist Teil von Hexagon. Alle Rechte vorbehalten.



**Leica**  
Geosystems