

Vorteile und Amortisierung für Design, Bau und Betrieb von Industrieanlagen

Tom Greaves und Lieca N. Hohner,
SPAR POINT RESEARCH LLC,

ZUSAMMENFASSUNG

Dieses Whitepaper gibt einen Überblick über die wirtschaftlichen Vorteile der Anwendung der 3D-Laserscan-Technologien beim Design, Bau und Betrieb von Industrieanlagen. Wir untersuchen, die vier Hauptvorteile, die diese Technologien bieten: Risikominderung, Kostenreduzierung, Straffung der Zeitpläne und erhöhte Sicherheit bei Lieferung sowie Wartung und Betrieb von Großprojekten. Es wird dargestellt, wie diese Vorteile von den Besitzern/Betreibern der Anlagen, von Entwicklungs-/Baufirmen und den Anbietern von 3D-Laserscan-Services umgesetzt und genutzt werden können. Dieses Whitepaper entstand im Auftrag von FARO Technologies, Inc., einem führenden Anbieter von Lösungen im Bereich 3D-Laserscanning.

WICHTIGSTE ERGEBNISSE

RISIKOMINDERUNG: In allen Branchen gibt es problematische Projekte, bei denen Kosten, Zeitplan oder Sicherheit aus dem Ruder laufen, weil die Ausführungsdokumentation unvollständig oder unkorrekt ist oder weil die Verfahren zur Kontrolle von Abmessungen unzureichend sind. Laserscan-Workflows haben sich als vorteilhaft erwiesen, um das Projektrisiko bei Projekten im Zusammenhang mit bestehenden Anlagen zu reduzieren, besonders da, wo die Energiedichte hoch, der Zugang schwierig oder teuer ist, modulare Design- und Fertigungsmethoden zum Einsatz kommen und Projektterminpläne präzise eingehalten werden müssen.

KOSTENREDUZIERUNG UND STRAFFUNG VON ZEITPLÄNEN: Durch Laserscannen konnten die Gesamtinstallationskosten für Projekte bei bestehenden Anlagen um 5 % bis 7 % gesenkt werden. Außerdem sank der Ausschuss, der eine Überarbeitung erforderte, auf unter 2 %, verglichen mit herkömmlichen Inspektionsmethoden. Diese Ergebnisse sind nicht nur wegen ihrer Größenordnung bemerkenswert, sondern auch, weil sie konsistent über eine Vielzahl unterschiedlicher Projekte erzielt werden konnten. Das Erreichen dieser Kosteneinsparungen erfordert manchmal höhere Anfangsinvestitionen in 3D-Datenerfassungslösungen, als dies bei herkömmlichen Methoden (Totalstation, Klavierdraht, Wasserwaage, Senkblei oder Maßband) der Fall ist. Eine Straffung der Zeitpläne um bis zu 10 % konnte durch den Einsatz von 3D-Laserscan-Verfahren erreicht werden. Derartige Einsparungen lassen die Kosten für Datenerfassung und Modellierung bei Anwendungen wie etwa Atomkraftwerken verschwindend klein erscheinen. Denn dort kosten Ausfallzeiten 1 Million Dollar pro Tag, und Repa-

raturarbeiten an Offshore-Plattformen können mit einem Produktionsausfall von über \$ 500.000 pro Tag zu Buche schlagen.

SICHERHEIT UND EINHALTUNG GESETZLICHER VORSCHRIFTEN: Anlagenbetreiber unterliegen immer mehr gesetzlichen Auflagen und Vorschriften, die nicht nur verlangen, dass die Dokumentation des Ausführungszustands von Produktionsanlagen erstellt und aktualisiert wird, sondern auch die des Wartungszustands. Laserscannen wird zunehmend genutzt, um die Einhaltung von Vorschriften hinsichtlich Gesundheit, Sicherheit und Umweltschutz zu gewährleisten. Verglichen mit manuellen Datenerfassungsmethoden sind Laserscanmethoden häufig sicherer. Die Fähigkeit zu Fernmessungen heutiger Scansysteme sowie ihre schnelle Datenerfassung bedeuten, dass Mitarbeiter möglicherweise kürzer schädlichen Einflüssen ausgesetzt sind. Offsite-Fertigungsmethoden, können ohne zu zögern verwendet werden, wo Schweißerlaubnisse erforderlich sind, wenn entsprechende Abmessungenkontrollen sicherstellen, dass die fertigen Teile vor Ort ohne Schweißen installiert werden können.

VERBESSERTE QUALITÄT UND WEITERE VORTEILE: Eine vollständige und akkurate Abmessungsdokumentation, basierend auf Laserscans, bringt eine Vielzahl zusätzlicher Vorteile. Hierzu zählen die Fähigkeit, bessere Simulationen der Performance von Anlagengütern und Ausstattung für Schulungszwecke durchführen zu können, eine bessere Visualisierung zur Koordinierung mehrerer Ingenieursdisziplinen und Gewerke, eine bessere Visualisierung zur Sicherung der Projektfinanzierung, eine bessere Analyse und quantifizierbare Bauüberwachung sowie mehr Flexibilität, um Änderungen des Projektumfangs bewältigen zu können.

RISIKOMINDERUNG BEI DER AUSFÜHRUNG VON GROSS- PROJEKTEN

Die Minderung von Projektrisiken ist der Kern erfolgreichen Projektmanagements. Laserscannen ist ein bewährtes Werkzeug, um Risiken einzudämmen und zu reduzieren. Und das gilt nicht nur für Projekte im Zusammenhang mit bestehenden Anlagen oder bei Überholungen, sondern auch für Projekte, bei denen modulare Konstruktionsmethoden zum Einsatz kommen, sowie für Projekte, bei denen die Einhaltung von Zeitplänen von entscheidender Bedeutung ist. Sowohl das hohe Maß an Details als auch die Präzision, die 3D-Scanlösungen bieten, ermöglichen Projektteams:

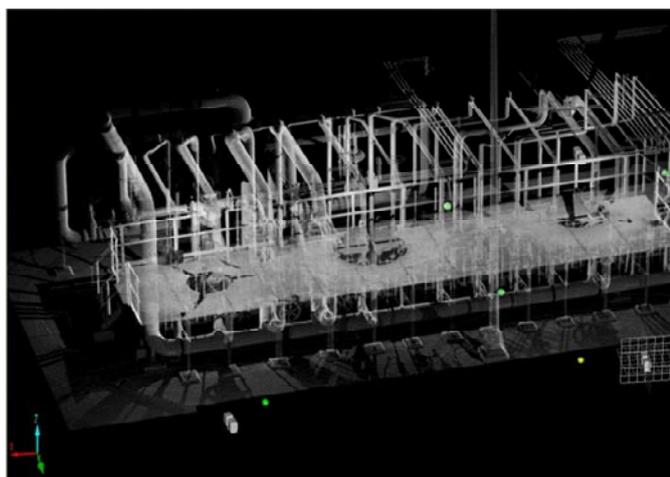
ZEITAUFWAND UND FEHLER REDUZIEREN DURCH:

- Reduzierung der Anzahl und Arten von Fehlern bei manu-

- ellen Messungen, Beschädigungen, Verletzungen und Ausfällen
- Reduzierung der Zeit, die vor Ort für Inspektionen zugebracht wird
- Bereitstellung fortschrittlicher Erkennung von Interferenzen und Kollisionen bei Neuinstallationen, ohne dafür noch einmal vor Ort sein zu müssen
- Ausführung von Bautätigkeiten mit weniger Versätzen und Designfehlern
- Koordination eines effizienten Gerüstbaus in komplexen Anlagenumgebungen während Abschaltungen
- flexiblere Reaktion auf Störungen des Zeitplans und veränderte Bedingungen vor Ort

PLANUNG UND DESIGN VERBESSERN DURCH:

- die Verbesserung sämtlicher Anlagenprozesse, indem Zeichnungen und Modelle erstellt werden, wo bislang keine vorhanden waren
- die Analyse von technischen Konstruktionsplänen, die Überprüfung auf Kollisionen zwischen vorhandenen Bedingungen und neuen Konstruktionselementen sowie die Evaluierung von Alternativen, ehe Projektkosten entstehen
- eine Konstruktion, die enger an akzeptablen Sicherheitsfaktoren ausgerichtet wird, und eine effiziente und präzise Kommunikation von Konstruktionsabsichten



Isometrisches Rohrleitungsmodell (mit freundlicher Genehmigung von Faro Technologies)

ARBEITSPROZESSE VERBESSERN DURCH:

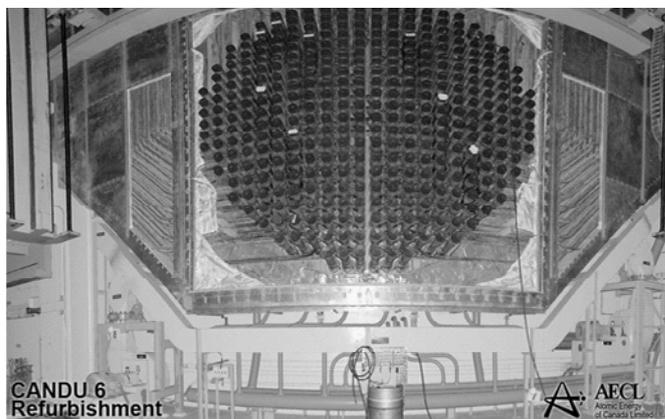
- die Bereitstellung konsistenter Ausführungsdokumentation von CAD-/ Designspezifikationen für den Anlagenplan
- die Aktualisierung der Dokumentation in Rohrleitungs- und Geräteausstattungsdiagrammen (P&IDs)
- die Evaluierung von Rohrleitungsverläufen zwecks Einhaltung unterschiedlicher gesetzlicher Vorschriften
- die Bereitstellung exakter Messungen für den Abriss und das Entsorgen von Anlagenkomponenten in vorhandenen Einrichtungen;
- die Vorfertigung von Komponenten mit wenig oder keinem überschüssigen Material oder unvollständigen Schweißnähten
- Visualisierung von Konstruktionsplänen vor der Ausführung
- die Visualisierung der aktuellen Bedingungen für Asset Management, Inspektion, Konstruierbarkeits- und Finanzierungs-bemühungen
- die Beschleunigung von Konstruktion, Außerbetriebnahme und Modifikationsprozessen
- eine intelligentere Berücksichtigung von Änderungen des Projektumfangs

- Attraktivität für neue, talentierte Designer und Konstrukteure, die in der Verwendung von 3D-Technologien geschult sind

Aaron Smith, Tracker Manager bei Variation Reduction Solutions, Inc. (VRSI) mit Sitz in Plymouth, Michigan (USA), benutzt einen FARO Laser Scanner für umfangreiche Scanaufgaben und weist darauf hin, dass das Erkennen von Kollisionen in Anlagen entscheidend für den Erfolg von Projekten ist. „Falls Sie Bruchstellen, die innerhalb eines Systems vorkommen können, [noch vor Projektbeginn] finden, kann das enorm Zeit und Geld sparen. Falls ein Team ankommt, um einen Kondensator einzubauen, und feststellt, dass zahlreiche Rohrleitungen im Weg sind, an die niemand gedacht hatte, dann kann es seine Arbeit nicht in der vorgesehenen Zeit erledigen, was einen enormen Zeit- und Geldverlust bedeutet. Viele petrochemische und Nuklearanlagen haben sehr enge Zeitpläne. Wenn sie nicht schnell wieder den Betrieb aufnehmen, verlieren sie Geld. Wenn Unternehmen anfangen zu vergleichen, wie viel Zeit sie vor Ort [mit Laserscans] verbringen, verglichen mit den zahlreichen wiederholten Besuchen vor Ort, die ohne Laserscannen notwendig waren, dann werden sie feststellen, dass die Kosteneinsparungen durch die Investitionen in Laserscantechnologie enorm sind. Scannen eliminiert [zahlreiche wiederholte Besuche vor Ort], weil man [die Daten] bereits in einem CAD-Modell zur Verfügung hat. Sie können einen oder zwei Leute mit der Vorplanung beauftragen, statt dass ein ganzes Team losfährt und stundenlang herumsitzt, was Hunderttausende Dollar kostet – ganz abgesehen von den hohen Mietkosten für die Ausrüstung.“

KOSTENEINSPARUNGEN UND DIE STRAFUNG VON ZEITPLÄNEN

Arbeitsabläufe, die auf 3D-Scanlösungen basieren, reduzieren die Kosten für Industrieanlagen auf dreierlei Weise: Zum einen profitieren Besitzer und Betreiber der Anlagen von geringeren Ausfallzeiten und kürzeren Zeitplänen für die Konstruktion bei Überarbeitungs-, Modifikations- und Aufrüstungsprojekten. Zweitens kann Laserscannen die Gesamtinstallationskosten für Projekte bei bestehenden Anlagen um 5 % bis 7 % senken. Außerdem sank der Ausschuss, der eine Überarbeitung erforderte, auf unter 2 %, verglichen mit herkömmlichen Inspektionsmethoden. Und schließlich ist in vielen Fällen das Erfassen von Daten vor Ort mit Hilfe von Laserscannern preiswerter als mit herkömmlichen Methoden, die auf manuellen Messungen mit Maßbändern, Senkbleis, Wasserwaagen und Klavierdraht basieren.



CANDU 6 Reactor in Point Lepreau Generating Station, gescannt mit einem FARO Laser-Scanner. Man beachte, dass jedes Pixel eine (x,y,z)-Koordinate hat. Bild mit freundlicher Genehmigung von Atomic Energy of Canada.

Das Begrenzen von Ausfallzeiten und die Verkürzung von Zeitplänen für den Bau sind die wichtigsten Prioritäten, wenn Produktionsausfälle teuer oder die Kapitalkosten hoch sind. Betreiber von Kernkraftwerken müssen womöglich Strom auf dem Spotmarkt kaufen, um Produktionsausfälle aufgrund unvorhergesehener oder sich verlängernder Ausfälle auszugleichen. Die Stromersetzungskosten können dabei in Größenordnungen von bis zu 1 Million Dollar pro Tag liegen. In solchen Fällen sind die möglichen Umsatzeinbußen aufgrund von Projektverzögerungen wesentlich höher als die Kosten für 3D-Datenerfassung und Verarbeitung.

Auf ähnliche Weise kann verlorene Produktionszeit bei Offshore-Konstruktionen, Raffinerien und petrochemischen Projekten, bei denen der Kubikmeterpreis sowie die Energiedichte hoch sind, Hunderttausende Dollar pro Tag kosten. Die Verbuchung von Produktionsverzögerungen variiert je nach Branche, aber nicht produziertes Öl bleibt als offene Rücklage in der Bilanz. Opportunitätskostenberechnungen sind in solchen Fällen schwierig und liegen außerhalb des Rahmens dieses Whitepapers. Aber Produktionsausfälle stellen immer Umsatzeinbußen dar. In solchen Fällen ist die Investition einiger Tausend Dollar pro Tag für das Scannen und Modellieren des Ist-Zustands einer Anlage, um akkurate 3D-Informationen zu erhalten, ein vernachlässigbarer Posten.

Mark Carney, technischer Leiter für Laserscannen bei Atomic Energy of Canada Limited (AECL), einem führenden Unternehmen für Nukleartechnologie und entsprechende Dienstleistungen, verwendet derzeit Laserscanlösungen von FARO für die Aufarbeitung und Neuverrohrung älterer Reaktoren. Seiner Meinung nach sind aktuelle Informationen über den Ausführungsstand für die Ingenieure enorm nützlich, um zu wissen, „welche Druckkessel überholt werden müssen, um deren exakte Position zu kennen und um eine Vorstellung davon zu bekommen, wovon diese umgeben sind (und welche Maße diese umgebenden Komponenten haben). Außerdem wissen sie so, welche Vorsichtsmaßnahmen notwendig und welche zusätzlichen Objekte (Halterungen) etc. evtl. für die Überholung oder den Austausch von Komponenten erforderlich sind. Dies ist für die zukünftige Konstruktionsplanung sehr hilfreich. Wenn man denkt, man hätte eine Öffnung, die laut Konstruktionsplan 152 cm breit ist, wenn die Scandaten aber zeigen, dass die tatsächliche Öffnung nur 147 cm breit ist, und man weiß, dass ein 4 Millionen Dollar teures Geräteteil genau in diese Öffnung passen muss ... dann sieht man, um welche Dimensionen es hierbei geht!“

Smith von VRSI: „Manchmal denken Mitarbeiter, sie müssten einen Teil der Rohrleitungen herausschneiden, nur um später festzustellen, dass dies überhaupt nicht nötig gewesen wäre. Stattdessen müssen sie dann an einer ganz anderen Stelle etwas herausschneiden. Dadurch verlieren sie nicht nur im Vorfeld Zeit, sondern auch während des Projekts, weil sie stoppen, alles in Sicherheit bringen und dann erneut mit dem Schneiden beginnen müssen.“ Er fügt hinzu, dass solche Rückschläge auch Auswirkungen auf die Betriebspläne sowie auf die vorgeschriebene Sauberkeit einer Anlage haben. Außerdem bringt dies zusätzliche Risiken durch Explosionsgefahr mit sich, etwa durch eine hohe Konzentration von Sauerstoff oder gestiegene Strahlungsdosen.

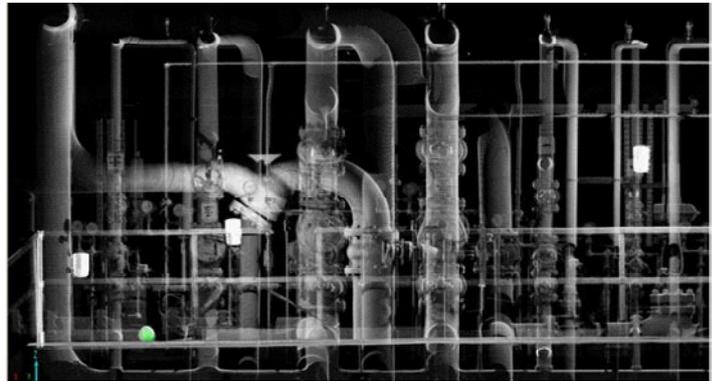
ÜBERARBEITUNGEN AUF UNTER 2 % SENKEN

Projektmanager aus unterschiedlichsten Branchen berichten, dass das Vorliegen kompletter und akkurater 3D-Ausführungsinformationen, basierend auf 3D-Scans, die Notwendigkeit von nachträglichen Überarbeitungen bei Projekten bei bestehenden Anlagen auf unter 2 % gesenkt hat, häufig sogar auf unter 1 % der Gesamtinstallationskosten.

Diese Einsparungen werden zum Teil durch die Reduzierung von Konstruktionsfehlern erreicht. Dank heutiger 3D-Scan- und Modellierungswerkzeuge sowie führender Lösungen für das Anlagendesign können Kollisionen zwischen dem Ist-Zustand der Anlage und dem

neuen Design aufgespürt und noch vor dem Bau gelöst werden. Normalerweise ist es wesentlich billiger, Rohre auf einem Computermonteur neu zu verlegen, als neue Schieber vor Ort zurechtzuschneiden und zu schweißen.

Mike Gunn, Geschäftsführer der 3Space, Inc. in Indialantic, Florida (USA), ist seit 1988 Dienstleister und seit 2000 Benutzer von Laserscannern. „Neue Methoden ermöglichen eine korrekte Zuführung. So bleiben die Komponenten nicht mitten im Gebäude stecken. Mögliche Engstellen können bereits vor der Abschaltung oder zu deren Beginn entdeckt und beseitigt werden, noch ehe die Komponenten tatsächlich montiert werden.“ Dies kann, so meint er, zu Einsparungen im Umfang einer halben Schicht führen. Und oftmals dauert das



Detailansicht eines Rohrleitungsabschnitts

Scannen der abgeschalteten Anlagen vier bis fünf Tage weniger als geplant, was ungefähr eine Million Dollar pro Tag spart.

Weitere Einsparungen sind das Ergebnis einer besseren Abfolge und Koordinierung der Bauarbeiten. Das Ausbauen von großen Behältern und schwerer Gerätschaften kann simuliert und dann optimiert werden; Aufgaben, die vollständige und akkurate 3D-Informationen erfordern, um zu verlässlichen Ergebnissen zu gelangen. Der Abriss von vorhandenen Rohrleitungen sowie von Stahl- und Betonstrukturen kann mit diesen Methoden eher chirurgisch vorgenommen werden. Wenn man mit akkuraten geometrischen Daten beginnt, können Zeichnungen, Designs, Rohrabmessungen, Code-Anforderungen und unterschiedliche Standards integriert werden, was für eine bessere Kommunikation zwischen Ingenieuren und anderen Disziplinen sorgt. Eine zuverlässige Dokumentation der Ausführungsdaten reduziert, beschleunigt oder eliminiert manchmal sogar die Anforderung von Schulungszertifizierungen, die für die Arbeit an der Anlage erforderlich sind.

Paul Ronaldson von James Fisher Inspection and Measurement Services (JFIM), einer Tochtergesellschaft von James Fisher and Sons, Deeside (Großbritannien), sagt, dass Einzelpunkt-Toleranzen von 2–3 Millimetern, wie sie 3D-Scansysteme von FARO bieten, für die meisten Außerbetriebnahmeprojekte mehr als ausreichend sind. „Die durch Laserscannen gewonnenen Daten sind wesentlich vollständiger und umfangreicher als diejenigen, die man bei Videoinspektionen erhält“, sagt er. „So können präzise mechanische Modelle konstruiert werden und die Daten können erneut inspiziert werden, um zusätzliche Informationen zu erhalten (die möglicherweise außerhalb des ursprünglichen Projektumfangs lagen), ohne sich dafür wieder der rauen Umgebung aussetzen zu müssen. So kann z.B. durch Importieren von CAD-Modellen in die Punktwolkendaten eine schlichte Laserinspektion später dafür verwendet werden, zu klären, ob zusätzliche Gerätschaften in den Bereich eingebaut werden können, ohne mit vorhandener Ausstattung zu kollidieren.“

OPTIMIERTE MODULARE KONSTRUKTION – ANWENDUNGEN BEI NEUANLAGEN

Der Nutzen von Arbeitsabläufen auf Basis von 3D-Laserscans ist nicht auf Projekte bei bestehenden Anlagen beschränkt. Kosteneinsparungen und Straffungen von Zeitplänen konnten auch bei Neuanlagen realisiert werden, die auf modularen Konstruktionsmethoden basieren. Modulare Konstruktionsmethoden, die Konstrukteure erlauben, Schieber, Gleitschienen und vormontierte Module extern zu fertigen, sind manchmal die einzige Möglichkeit, um Projekte in Umgebungen auszuführen, in denen die Bedingungen extrem rau oder die weit entfernt sind, wie etwa in der Arktis. Modulare Konstruktion kommt außerdem in engen Arbeitsmärkten zum Einsatz, so dass Arbeit in Märkte verlagert wird, wo die Fertigungskosten niedriger sind.

Eine erfolgreiche modulare Konstruktion verlangt eine Abmessungskontrolle, denn Komponenten, Ausstattung und Schieber müssen passen, wenn sie auf die Baustelle kommen. Das hört sich einfach an, ist es aber nicht. Die Abmessungen von gefertigten Elementen entsprechen nicht immer den Designspezifikationen. Menschliche Fehler, Missverständnisse, Ersatzausstattung und schlechte Kommunikation können dazu führen, dass auf der Baustelle noch Überarbeitungen erforderlich werden. Methoden, die vor Ort ergriffen werden, um Probleme zu lösen, sind nicht immer sonderlich sanft: Schneidbrenner, Schweißgeräte, Pressluftschlämmer, Hydraulikheber und Greifzüge können dabei zum Einsatz kommen. Wartungsexperten sind überzeugt, dass Komponenten, die während der Installation durch solche Methoden belastet werden, häufig schneller und unvorhersehbar verschleiben. Dies stellt eine Kostenlast dar, die ggf. die Anlagenbesitzer zu tragen haben.

Ohne entsprechendes Management können die Kosten und der Zeitaufwand für das Beseitigen von Montageproblemen vor Ort die Einsparungen durch die Aufteilung der Arbeit vollständig aufzehren. Laserscans dieser Komponenten und die Durchführung einer digitalen Montage, ehe sie auf die Baustelle geliefert werden, haben schon teure Änderungen vor Ort bei solchen Projekten vermieden.

AUSWIRKUNGEN AUF DEN AUSSCHREIBUNGSPROZESS

Die zunehmende Verfügbarkeit von akkuraten 3D-Geometriedaten der tatsächlichen Komponenten, basierend auf Laserscans, sorgt dafür, dass Besitzer weniger nach Schlupflöchern in den Vertragsdokumenten suchen oder Änderungsaufträge stellen, nachdem das Projekt bereits begonnen hat. Die Geschäftstaktik, einen Zuschlag zu erhalten, indem man ein preiswertes Angebot macht und dann erwartet, den Gewinn mit den Änderungsaufträgen zu machen, ist in einem Ausschreibungsumfeld weniger attraktiv, in dem die Ausführungsdokumentation gleichermaßen akkurat wie komplett ist. Ingenieurbüros und Baufirmen, die mit Arbeitsabläufen vertraut sind, welche auf 3D-Scans basieren, dürften einen signifikanten Wettbewerbsvorteil haben. Wenn jemand den Zuschlag erhält, aber nicht über rigorose Abmessungskontrollverfahren verfügt, muss er sich womöglich auf erhebliche Verluste gefasst machen. In der Tat berichten einige Ingenieurbüros und Konstruktionsfirmen, dass sie bei den meisten Überholungsprojekten 3D-Scans verwenden.

NIEDRIGERE KOSTEN FÜR DIE DATENERFASSUNG

Unsere Marktforschung liefert keine Hinweise darauf, dass 3D-Laserscans in jedem Fall weniger kosten als herkömmliche Methoden zur Datenerfassung/-erhebung. Es gibt allerdings zahlreiche Anwendungen für Industrieanlagen, bei denen Scannen einen Kostenvorteil gegenüber konventionellen Methoden bietet. Die Kosten für die Datenerfassung an entfernten oder schwer zu erreichenden Standorten müssen natürlich auch die Reisekosten beinhalten. Sowohl die Anzahl als auch die Dauer solcher Besuche vor Ort kann reduziert werden, weil die per 3D-Scannen ermittelten Daten bei einer Inspektion oder Verifizierung vor Ort vollständig und präzise sind. Noch mehr Vorteile

bietet Scannen bei Offshore-Plattformen, wo Reise- und Unterkunftskosten extrem hoch sind.

Industrieanlagen sind häufig komplexe und gefährliche Umgebun-

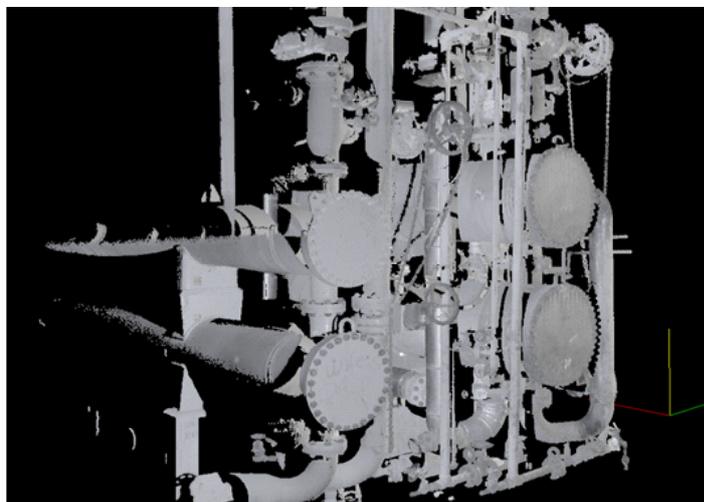
VORTEILE HINSICHTLICH DER SICHERHEIT UND DER EINHALTUNG GESETZLICHER VORSCHRIFTEN

gen. Die erste Sicherheitsregel lautet daher, die Zeit, die Menschen diesen Gefahren ausgesetzt sind, möglichst zu begrenzen. Die Geschwindigkeit heutiger 3D-Scangeräte kombiniert mit den inhärenten Funktionen zur Fernmessung bedeutet, dass die Datenerfassung mit Hilfe dieser Instrumente sicherer sein kann als herkömmliche Methoden zur industriellen Inspektion. Alternativen wie das Klettern über ein Rohrleitungsgestell mit einem Maßband, um ein Anschlussstück zu vermessen, oder das Aufstellen eines Gerüsts, um Zugang zu schwer erreichbaren Anlagebereichen zu haben, können entweder gefährlich, teuer oder zeitaufwendig sein – oder alles zusammen. Smith von VRSI meint: „Sicherheit bedeutet, rechtzeitig zu planen.“

Am 6. Juli 1988 explodierte die Ölförderplattform Piper Alpha in der Nordsee und 167 Mitarbeiter kamen dabei ums Leben. Infolge dieses schrecklichen Unfalls suchte die Öl- und Gasbranche nach neuen Möglichkeiten, die Notwendigkeit von Arbeiten vor Ort im laufenden Betrieb zu reduzieren. Die Abmessungskontrolle wurde als eine Möglichkeit betrachtet, die Notwendigkeit von gefährlichen Einsätzen vor Ort, etwa das Zuschneiden und Schweißen von Leitungsschiebern, zu reduzieren. Während ein Großteil der Abmessungskontrolle mit Hilfe von Totalstation-basierten Messungen erfolgt, werden zunehmend Laserscans verwendet, um Offshore-Plattformen für Überholungen zu inspizieren.

Laserscans konnten bereits effektiv zur Schadensfeststellung eingesetzt werden, wenn Offshore-Plattformen durch extreme Wetterbedingungen beschädigt wurden, etwa bei den Hurrikänen Ivan und Katrina im Golf von Mexiko. Nach dem Hurrikan Ivan im Jahre 2005 beauftragte die Chevron Corporation eine Laserscan-Inspektion der beschädigten Petronius-Plattform, wobei der Sicherheitsaspekt eines der Hauptmotive war. Laserscans sind ideal für die Beurteilung von Schadensbereichen, die wegen der dort gespeicherten mechanischen Energie gefährlich sein können. Laserscans ermöglichen eine Untersuchung solcher Bereiche ohne direkten physischen Zugang

Einer der weltweit am stärksten regulierten Märkte, der Kernkraftbereich, beginnt damit, umfassend 3D-Laserscans einzusetzen, um Gesundheits-, Sicherheits- und Umweltschutzaspekte zu berücksichtigen. Die Kernkraftbranche verfolgt das ALARA-Konzept (As-Low-As-Reasonably-Achievable, so niedrig wie irgend



Zwei registrierte Scans, zusammen angezeigt, von einem Satz Wärmetauscher samt den zugehörigen Rohrleitungen in einer Raffinerie. Bild mit freundlicher Genehmigung von Summit Engineering and Design.

möglich), eine wichtige Komponente einer Reihe weltweiter Programme zum Strahlenschutz. Es verfolgt das radiologische Ziel, alle Arbeiter vor hohen Strahlungsdosen zu schützen.

Ron Pride, Strahlenschutzexperte bei einem Unternehmensbereich der FirstEnergy Corporation, sagt, dass 3D-Laserscans mit Hilfe von Faro-Scannern Planungsgruppen für technische Entwicklung, Wartung sowie radiologische und operative Arbeiten unterstützen, indem Mitarbeiter Bereiche aus der Ferne in 3D anschauen und evaluieren können, in denen hohe Strahlung herrscht, was die Strahlenbelastung erheblich senkt. So können Mitarbeiter z.B. Ventilbeschriftungen exakt lokalisieren (offen oder geschlossen), ohne sich physisch vor Ort begeben zu müssen. Für Besitzer mehrerer Anlagen können die Einsparungen durch Laserscan-Implementierung exponentiell sein, wenn man die Verringerung von Arbeitsgenehmigungen mit der Anzahl der Anlagen sowie der Anzahl von Hunderten von Mitarbeitern multipliziert. Ronaldson von JFIM: „Durch kurze Inspektionszeiten und gute Inspektionsdaten für die Planung der nachfolgenden Operationen können wir die Strahlendosis reduzieren, da sich das technische und Bedienpersonal nicht so lange in Bereichen mit hoher Strahlenbelastung aufhalten muss.“ Mitarbeiter, die Bereiche mit Strahlung physisch betreten müssen, können mit Laserscannern die erforderlichen Daten sieben- bis zehnmal schneller erfassen als mit konventionellen Methoden. Pride von FirstEnergy nennt eine 20-prozentige Verringerung der Strahlenbelastung in Millirem pro Stunde bei 3D-Laserscans.

Mike Gunn, President von 3Space, Inc., berichtet, dass er darauf besteht, einen Basisscan durchzuführen, um die Art und den Grad der Strahlung zu bestimmen, die während eines bestimmten Scanjobs aufgenommen wird, um so die Mitarbeiter noch besser zu schützen und Zeit zu sparen.

Carney von AECL meint, dass der Sicherheitsvorteil von 3D-Laserscans unermesslich ist. Denn vier oder fünf Inspektoren können enorme Datenmengen in hochverstrahlten Bereichen erfassen und sie an einen kostenlosen, webbasierten Viewer schicken, der von 100 oder mehr Ingenieuren benutzt werden kann. Damit werden Sicherheitsschulungen für viele dieser Ingenieure überflüssig, eine Anforderung, die pro Ingenieur bis zu eine Woche in Anspruch nehmen kann. Weniger Schulungen bedeuten demnach eine beträchtlich verringerte Strahlenbelastung. Carney sagt, dass die im Reaktor zugebrachte Zeit normalerweise insgesamt weniger als 100 Stunden pro Inspektion beträgt.

Die Branche kann damit rechnen, dass die Überwachung zunehmen wird und dass auch Vorschriften in Bezug auf Gesundheit, Sicherheit und Umweltschutz eher verschärft werden. Notfallreaktionssysteme werden zunehmend akkurate 3D-Standortdaten erfordern, und zwar nicht nur für Planungszwecke, sondern auch, um ausführliche Situationsinformationen für Rettungsteams bereitzustellen. Die Einhaltung gesetzlicher Vorschriften wird eine bessere und vollständigere Dokumentation der physischen Anlagen erfordern. Laserscannen ist eine bewährte Technologie, um diese Informationen zu erfassen.

VERBESSERTE QUALITÄT UND WEITERE VORTEILE

EINE BESSERE AUSFÜHRUNGSDOKUMENTATION FÜHRT ZU BESSEREN DESIGNS

Die hohe Auflösung, Vollständigkeit und Präzision von 3D-Scandaten unterstützt Arbeitsabläufe, was herkömmliche Inspektionsmethoden nicht können. Herkömmliche Punkt-zu-Punkt-Inspektionen führen zu Unterschieden zwischen den tatsächlichen Daten und den Entwurfsdaten, wobei die Abweichungen nicht dokumentiert sind. Bei einer Dokumentation, die auf Scans basiert, werden diese Lücken mit präzisen, fotorealistischen Bildern

und mehrschichtigen Modellen aus intelligenten Messdaten von Rohrleitungskomponenten, HLK-Anlagen, Baustahl, elektrischen und anderen Bereichen gefüllt. So können Mitarbeiter automatisch Interferenzen und Kollisionen bei vorgeschlagenen Designs im Vergleich zu den tatsächlichen Bedingungen erkennen und wichtige Abmessungen und Spezifikationen von Motoren, Pumpen, Ausschaltern, Ventilen, Dichtungen etc. verifizieren.

3D-Datenerfassung verlagert die Verantwortung sowie die damit einhergehende Haftung wieder zurück zum Designer, so Daryl Johnson, Besitzer von Summit Engineering and Design im US-Bundesstaat Washington. Designer, die diese Technologie verwenden, können präzisere Designs in kürzerer Zeit erstellen. So verbessern oder umgehen sie Anpassungsarbeiten vor Ort, verringern die damit verbundene Verantwortung des Konstrukteurs und liefern ihren Kunden ein hochwertigeres Produkt.

VERBESSERTE ZUSAMMENARBEIT ALLER PROJEKTEILNEHMER

3D-Simulationen, -Animationen und Rundgänge helfen sowohl den technischen als auch den nicht technischen Mitarbeitern. Ingenieure profitieren von hochwertiger Kollisionserkennung. Hersteller sind mit Informationen ausgestattet, um nicht passende Komponenten zu vermeiden. Nichttechnische Mitarbeiter, wie etwa Mitarbeiter von Behörden, Honoratioren oder Investoren, werden in die Lage versetzt, den Wert und die Funktionen der Technologie zu verstehen, um Projekte, Projektphasen und potenzielle Projektstandorte überzeugter zu finanzieren. CAD-Modelle, die mit intelligenten 3D-Daten verknüpft werden, können Gesundheits- und Sicherheitspersonal dabei helfen, die Aufteilung einer Einrichtung genauer zu verstehen. Zudem können sie dazu beitragen, dass im Vorfeld eines Projekts weniger Besichtigungen vor Ort erforderlich sind und die Mitarbeiter bewußter ihre Umgebung wahrnehmen. Dies ist besonders wertvoll für Gesundheitspersonal in Nuklearanlagen, das Schulungen durchführen kann, ohne sich Strahlung aussetzen zu müssen. Grafische Berichte über den Projektstatus sind mit 3D-Daten präziser und zeitnäher als mit manuellen Methoden.

Intuitive digitale Infrastrukturen mit einer dreidimensionalen Schnittstelle werden zunehmend zu einem Bestandteil der Managementpraktiken von technischen Anlagen, meint David Reinhart, Vice President von INOVx. Das Verwaltungspersonal – selbst an externen Standorten – verwendet diese 3D-Datenwerkzeuge zur Verwaltung von Anlagen vom Schreibtisch aus. Die Mitarbeiter bearbeiten Inspektionsprobleme, können sich in Wartungs- und Schulungsprozesse einklinken und in Notfallsituationen entsprechende Maßnahmen planen. „Eine digitale Infrastruktur mit einer dreidimensionalen Schnittstelle zu haben ist einfach intuitiv und naheliegend“, meint Reinhart. „Stellen Sie sich vor, Sie haben eine virtuelle Welt, in der Sie sich bewegen und nicht nur sehen können, wo sich einzelne Gegenstände befinden, sondern in der sie mit einer einzigen Berührung auch alles über das jeweilige Objekt herausfinden können. Falls es ein Problem, einen Notfall oder eine Katastrophe gibt, können Sie unverzüglich sämtliche Informationen über das Objekt finden oder wiederherstellen, um das Problem so schnell wie möglich zu lösen. Und das funktioniert sogar über Ihr Netzwerk. Sie müssen nicht einmal direkt vor Ort sein. Sie können auch aus der Ferne von einem speziellen Zentrum aus arbeiten.“ Reinhart sagt, dass die Nachfrage nach extrem umfangreichen Projekten eine solche intelligente Netzwerkinfrastruktur vorantreibt. „Ursprünglich erstreckte sich die Datenerfassung vor allem auf Abmessungen“, sagt er. „Inzwischen kann man diese Daten auch zu mehr nutzen als nur zur Kontrolle von Abmessungen. Und wenn mehrere Disziplinen und Mitarbeiter im gesamten Unternehmen diese Daten sehen und damit arbeiten können und das System die Fähigkeit mitbringt, immer auf dem

aktuellen Stand zu sein, ist die Wahrscheinlichkeit groß, dass es auch benutzt wird – zu jedermanns Vorteil.“

3D verbessert die Zusammenarbeit über unterschiedliche Disziplinen hinweg: Projektmanager, Ingenieure und Chefdesigner, Fertigung, Konstruktion, Betrieb und Wartung, Installation und Gesundheitspersonal sowie Betroffene auf allen Ebenen verfügen über eine größere Transparenz bei einem Großprojekt und können Überlappungen oder nachgelagerte Effekte korrigieren, ehe sie Kosten verursachen. Ingenieure können bestimmte Daten von Scan-Technikern anfordern, ehe sie einen Standort besuchen. So erhalten sie vollständigere und präzisere Daten, mit denen funktionierende Designs und Inspektionen erstellt werden können. Hersteller sind während der Fertigung und nach der Lieferung von Teilen und Komponenten zuversichtlicher. Strahlengesundheitspersonal führt virtuelle Rundgänge durch Anlagen durch und kann aus 360°-Scans von hochgradig strahlenbelasteten Bereichen von Nuklearanlagen effiziente Schulungen erstellen und überwachen.

PROJEKTAUGLICHKEIT

Die Menge an Daten, die bei einem Projekt durch Laserscans gesammelt werden kann, sollte nicht unterschätzt werden. Die Archivierung der Millionen oder Milliarden von Datenpunkten, wie sie Laserscanner liefern, stellt sicher, dass diese in Zukunft ggf. unverzüglich zur Verfügung stehen. Eine solche Menge an Daten für künftige Projekte jederzeit zur Hand zu haben, verringert Änderungen vor Ort, Neuinspektionen und Überarbeitungen, was für eine höhere Produktivität sorgt.

BERÜCKSICHTIGUNG VON ÄNDERUNGEN DES PROJEKTUMFANGS

Änderungen des Projektumfangs dürften bei den meisten Großprojekten zu erwarten sein. Änderungen der Marktnachfrage und unvorhergesehene Bedingungen ergeben sich erst mitten in Projekten, neue Quellen für Ausgangsmaterial tauchen auf, alte werden weniger attraktiv oder Innovationen kommen zum ungünstigsten Zeitpunkt auf den Markt. Eine exzellente Verwaltung von Änderungen ist ein Markenzeichen leistungsfähiger Projektmanager. Akkurate, vollständige und verlässliche 3D-Daten bieten Projektmanagern mehr Flexibilität und mehr Optionen, um mit Änderungen des Projektumfangs umzugehen. Der Lösungsraum, die Was-wäre-wenn-Szenarien können schneller, gründlicher und zuversichtlicher untersucht werden, wenn bessere 3D-Informationen zur Hand sind.

WARUM MACHT DAS NOCH NICHT JEDER BEI JEDEM PROJEKT?

Wo ist der Haken dabei? Warum werden nicht alle Industrieanlagen-Projekte mit Hilfe von 3D-Scannen durchgeführt?

HIER EINIGE DER EINSCHRÄNKUNGEN:

- Fehlendes Bewusstsein. Die weltweite Zahl funktionierender 3D-Laserscanner liegt bei weniger als 5000 Geräten. Obwohl der Markt in den letzten fünf Jahren um 25 bis 30 % gewachsen ist und weiter wächst. Selbst in der jetzigen Rezession, befindet sich die Technologie noch am Anfang ihrer allgemeinen Verbreitung.
- Wahrgenommene Kosten. Für einige Projekte sind herkömmliche Methoden kostengünstiger. Die Herausforderung besteht darin, zu wissen, wann sich der große Schritt lohnt.
- Festhalten an herkömmlichen Verfahren. Die Änderung von Arbeitsabläufen ist häufig schmerzhaft. Um den vollen Nutzen aus Laserscans zu ziehen, müssen Unternehmen häufig ganz auf 3D umsteigen und sich von vertrauten 2D-Prozessen verabschieden.
- Integrationsherausforderungen. Während einige der heutigen

Lösungen für das Anlagendesign bereits eine Punktwolken-Integration bieten, allen voran Produkte von AVEVA, Bentley, COADE und Intergraph, ist dies bei vielen anderen noch nicht der Fall.

Keine dieser Herausforderungen ist unüberwindbar. Die verbesserte Produktivität, die schon für Tausende von Industrieanlagen im Rahmen von Großprojekten weltweit geliefert wird, ist der Beleg für das beeindruckende Wertversprechen, das Arbeitsabläufe bieten, die auf modernen 3D-Scans basieren.



3D-Laserscannen in einer Chemie-Anlage

METHODE

Dieses Whitepaper wurde von Lieca N. Hohner, Chefredakteurin, und Tom Greaves, CEO von Spar Point Research LLC in Danvers, Massachusetts (USA), verfasst und von FARO Technologies Inc. in Auftrag gegeben. Die in diesem Whitepaper dargelegten Ergebnisse basieren auf Telefonbefragungen, die Ende 2008 und Anfang 2009 mit Managern von Anlagenbetreibern, Ingenieurbüros, Baufirmen und den Anbietern von 3D-Laserscan-Services durchgeführt wurden, sowie auf Material aus den Marktforschungsarchiven von Spar Point und von Branchenkonferenzen.

ÜBER SPAR POINT RESEARCH LLC

Spar Point Research LLC wurde 2003 gegründet. Das Unternehmen untersucht und berichtet über 3D-Scannen, Bildverarbeitung und Positionsbestimmungstechnologien, die verwendet werden, um die Produktivität, Qualität, Sicherheit und das Risikoprofil von technischer Entwicklung, Fertigung, Konstruktion und Herstellungsprozessen zu verbessern. Das Unternehmen veröffentlicht SparView, einen E-Mail-Newsletter über Wirtschafts- und Technologietrends, der von einer wachsenden Zahl von Abonnenten gelesen wird, derzeit über 12.000 aus unterschiedlichsten Marktsegmenten. Die jährlichen SPAR-Konferenzen des Unternehmens in den USA und in Japan werden von Projektmanagern, leitenden Ingenieuren und Technikern, Industrievermessern und Inspektoren besucht. Auf diesen Veranstaltungen werden Technologien für 3D-Laserscans, dynamische Inspektion/LiDAR, neuartige Datenerfassungs- und -verarbeitungstechnologien präsentiert, die für 3D-Inspektionen und Abmessungskontrolle verwendet werden, für Arbeiten auf Offshore-Plattformen, bei Modifizierungen an Kernkraftwerken, bei Überholungen von Raffinerien, bei diskreter und prozessorientierter Fertigung, für den Transport, bei Projekten für Gebäude und zivile Infrastruktur, bei der Konservierung von Baudenkmalern sowie bei forensischen Untersuchungen und bei der Sicherheitsplanung.

ÜBER DIE AUTOREN

TOM GREAVES, CEO, SPAR POINT RESEARCH LLC

Greaves verfügt über mehr als 20 Jahre Erfahrung in den Bereichen

technische Entwicklung, Produktentwicklung, Marktforschung und -analyse. Er ist Autor von Berichten über Best Practices für den Einsatz von 3D-Laserscanning, die Vorteile und den finanziellen Nutzen von 3D-Anlagendesign, MCAD-Distributionsstrategien und weitere Themen. Außerdem war er als Berater für Entscheider von Unternehmen für technische Entwicklung, Beschaffung und Konstruktion sowie für Fertigungsunternehmen im Zusammenhang mit der Anwendung von Informationstechnologie zur Lösung von Geschäftsproblemen tätig. Greaves hat außerdem die führenden Software-Entwickler und Hardware-Anbieter der Welt in Bezug auf Marketing, Preisgestaltung, Partnerschaften, Promotionskampagnen und Distributionsstrategien in Nordamerika, Europa und Japan beraten.

Greaves war früher u.a. als Analyst und Marketing-Verantwortlicher für Daratech, Inc. in Cambridge, Massachusetts (USA), Produktmanager bei Wexar Packaging in Vancouver, Kanada, und als Ingenieur für Schlumberger Overseas S.A. in Abu Dhabi, Kuwait und Oman tätig. Greaves besitzt einen B.Sc. in Physik der Queen's University in Kingston, einen M.Sc. in Physik von der University of British Columbia sowie einen Master-Abschluss von der Sloan School of Management am Massachusetts Institute of Technology. Greaves ist Vorstandsmitglied des New England Suzuki Institute, Membership Secretary für das ASTM E57 Committee on 3D Imaging Systems und seit kurzem Assistant Treasurer für die International Association of Forensic and Security Metrology.

LIECA N. HOHNER, CHEFREDAKTEURIN

Hohner ist Redakteurin und Herausgeberin von SparView, dem zweiwöchentlichen elektronischen Newsletter von Spar Point für Interessenten aus den Bereichen technische Entwicklung, Konstruktion und Fertigung, der Informationen über wirtschaftliche und technische Aspekte der 3D-Bildverarbeitung liefert. Sie verfügt über mehr als zehn

Jahre Erfahrung als Redakteurin bei nationalen Handelspublikationen. Zuletzt war sie für das POB Magazine und dazugehörige Produkte tätig und hat beim Start einer Publikation zum Thema Standortvorbereitung mit einem Schwerpunkt auf neuen und neu entwickelten Technologien geholfen. Darüber hinaus verfügt Hohner über PR-Erfahrungen sowie über Erfahrungen in den Bereichen Special Events Marketing und Consulting. Sie hat einen Bachelor-Abschluss in Journalismus von der Wayne State University.

ÜBER FARO

FARO entwickelt und vertreibt weltweit computergestützte Koordinatenmess-Systeme und Mess-Software. Die portablen Messgeräte von FARO erlauben hochgenaue 3D-Messungen und 3D-Vergleiche von Teilen und kompletten Anlagen direkt in den Produktions- und Qualitätssicherungsprozessen. Sie kommen bei der Prüfung von Bauteilen und Baugruppen, der Fertigungsplanung und Bestandsdokumentation sowie bei der Untersuchung und Rekonstruktion von Unfallstellen und Tatorten ebenso zum Einsatz wie bei der digitalen Erfassung historischer Stätten.

Über 9 500 Kunden mit mehr als 20 000 Installationen vertrauen heute weltweit den Mess-Systemen des Unternehmens (NASDAQ: FARO). Der Sitz der europäischen Zentrale von FARO ist in Korntal-Münchingen bei Stuttgart. Weitere Geschäftsstellen unterhält FARO in Brasilien, China, Frankreich, Großbritannien, Indien, Italien, Japan, Kanada, Korea, den Niederlanden, Polen, in der Schweiz sowie in Spanien.

Weitere Informationen:

 WWW.FARO.COM



FARO Europe GmbH & CO. KG
Lingwiesenstrasse 11/2
70825 Korntal-Münchingen

 +49 (7150) 9797 0
 +49 (7150) 9797 44
info@faro-europe.com