

# 3D-Laservermessung im Stahl- und Metallbau

Mit 3D-Laserscannern können komplette Gebäude in wenigen Stunden millimetergenau vermessen werden. Doch es gibt unterschiedliche Geräte für die verschiedensten Aufgaben. Welche Technik die besten Ergebnisse liefert, zeigt der Umbau des PKZWomen in Zürich. Für die Vermessung der Fassade und des Treppenturmes wählte man das 3D-Laserscanning, ein Messverfahren, das in Zukunft das Handaufmass ablösen soll. Autor: Andreas Habelt, dapgroup.ch

**Die Vermessung mit Hilfe von 3D-Laserscannern** wurde in den letzten Jahren immer wirtschaftlicher. In der Architektur schon länger im Einsatz drängt diese Technik nun auch in den Stahl- und Metallbau. Vor allem wenn die Massaufnahme der bestehenden Bausituation zu schwierig erscheint, ist der Einsatz von Laserscannern sinnvoll. Ein typisches Beispiel dafür waren die Planungsarbeiten für den Umbau und die Modernisierung des Modehauses PKZ-Women in Zürich, zuvor unter dem Namen «Feldpausch» bekannt. Eine neue, repräsentative Wendeltreppe im zentral gelegenen Glasturm stellte die Metallbauer vor eine interessante Aufgabe. Wie vermisst man einen 23 m hohen Glasturm mit 10 m Durchmesser, ohne den Verkaufsbetrieb zu stören? (Siehe Bild 1)

Die Firma Tschannen Metallbautechnik AG wurde beauftragt, diese heikle Aufgabe zu übernehmen und holte sich dazu die Vermessungstechniker der Firma dapgroup.ch in Lyss BE zu Hilfe. Die dapgroup setzt Laserscanner der neuesten Generation ein, wie den FARO Focus3D X330. Diese Geräte nehmen bis zu einer Million Messpunkte pro Sekunde auf

**Laserscanner arbeiten anders. Diese Geräte sind auf Stativen angebracht und vermessen bis zu 1 Million Punkte pro Sekunde. So kann in wenigen Minuten ein 360°-Panorama auf 2 bis 3 mm genau vermessen werden und das mit einer Reichweite bis zu 330 m.**

und arbeiten in einem Frequenzbereich, der augensichtlicher ist. Damit war es möglich, das gesamte Gebäude innen und aussen an einem Tag zu vermessen, ohne den Verkaufsbetrieb zu beeinträchtigen.

Eine Vermessung auf herkömmliche Art, also mit Massband und Wasserwaage resp. Distanz- und Niveaulaser, hätte den Einsatz eines Gerüsts erfordert, was eine tagelange Absperrung nötig gemacht hätte. Diese Vorzüge wurden schnell erkannt und waren ausschlaggebend für die Entscheidung, das Laserscanning einzusetzen.

**Worin liegt nun die eigentliche Innovation dieser Vermessungstechnik?**

Die herkömmliche Abstandsmessung mit Hand-Lasermessgeräten ist heute vielerorts Standard. Solche Geräte in der Grösse eines Mobiltelefons haben eine Genauigkeit von 1-2 mm und messen Distanzen bis zu 100 Metern. Zusätzlich werden Niveaulaser oder Kreuzlaser verwendet, die einen Meterriss resp. eine vertikale Lichtspur an Wände projizieren. Bei Einsatz solcher Messverfahren wird aber meist eine Handskizze gemacht, in der die gemessenen Längen eingetragen werden. Alle relevanten Abstände müssen dabei vor Ort erfasst werden. Nur ein einziges vergessenes Mass kann einen nochmaligen Besuch vor Ort bedeuten. Laserscanner arbeiten anders. Diese Geräte sind auf Stativen angebracht und vermessen bis zu 1 Million Punkte pro Sekunde. So kann in wenigen Minuten ein 360°-Panorama auf 2 bis 3 mm genau vermessen werden und das mit einer Reichweite bis zu 330 m. Zusätz- >

## Bautafel

|                    |                                                   |
|--------------------|---------------------------------------------------|
| Beteiligte Firmen: | dapgroup.ch                                       |
|                    | Tschannen Metallbautechnik AG, 3072 Ostermundigen |
|                    | Speiser Metallbauplanung GmbH, 3600 Thun          |
|                    | ISD Software und Systeme AG, 4500 Solothurn       |

## L'INFORMATIQUE DANS LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE (RELEVÉ DE MESURES)

# Mesurage au laser 3D dans la construction métallique

Les scanners laser 3D permettent de relever les mesures de bâtiments complets en quelques heures et au millimètre près. Néanmoins, il existe différents appareils pour différentes applications. La transformation du magasin PKZ Women à Zurich montre quelle technique donne les meilleurs résultats. Pour la façade et la tour d'escaliers, on a choisi le scanner laser 3D, un procédé qui devrait à l'avenir remplacer le mesurage manuel.

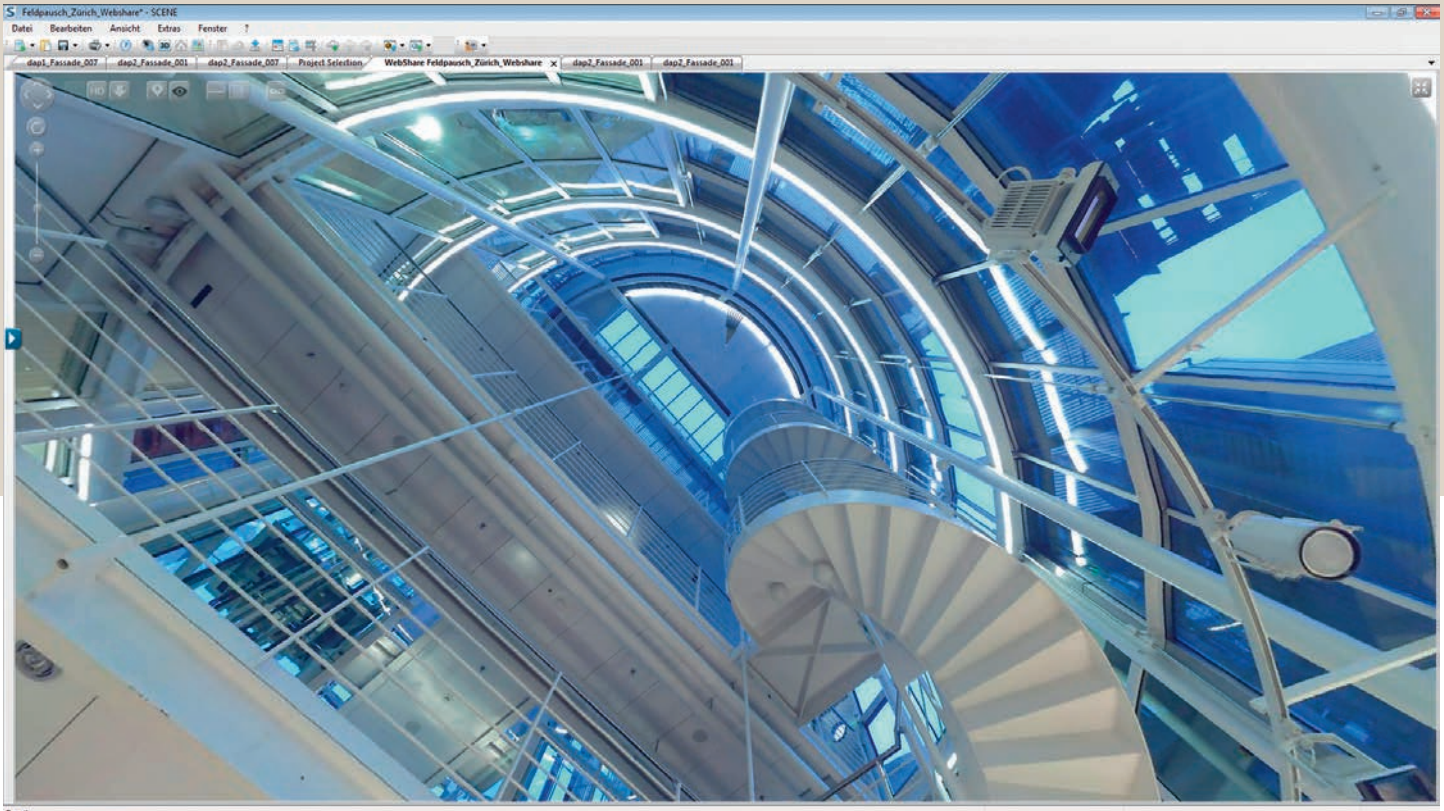


Bild 1: Ein beeindruckendes Bauwerk: der 23 m hohe Glasturm mit seinen 10 m Durchmesser.  
Photo 1 : Une réussite manifeste : la tour de verre de 23 m de haut et de 10 m de diamètre.

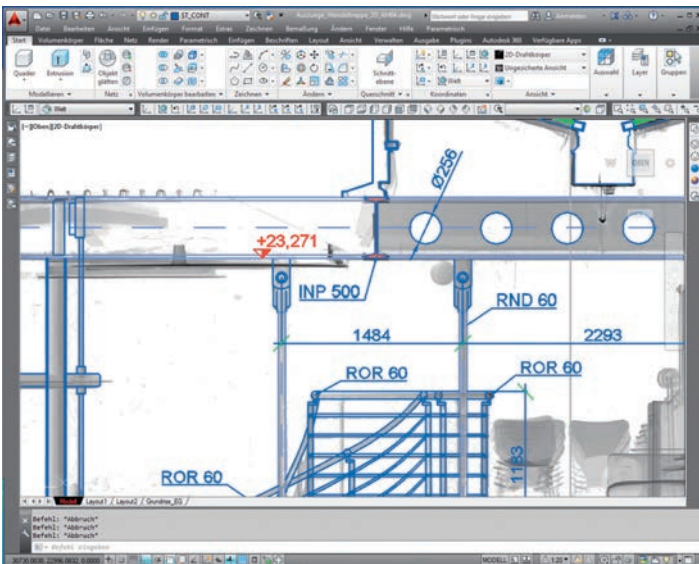


Bild 2: Die mit dem Programm SCENE erhobenen Daten können auf 2D- oder 3D-Basis weiter bearbeitet werden.

Photo 2 : Les données recueillies avec le programme SCENE peuvent être traitées en deux ou trois dimensions.

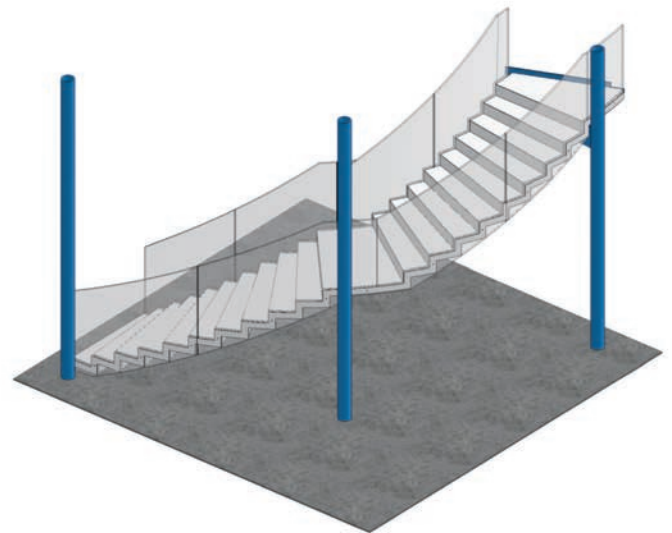


Bild 3: Die vom Scanner erhobenen, hoch aufgelösten Pixelbilder wurden massstabgetreu in HiCAD eingefügt.

Photo 3 : Les images matricielles haute résolution obtenues par scanner ont été importées à l'échelle dans HiCAD.

**Le mesurage à l'aide de scanners laser 3D** est devenu de plus en plus rentable au cours des dernières années. Utilisée depuis longtemps en architecture, cette technique fait désormais son entrée dans la construction métallique. L'utilisation de scanner laser est indiquée en par-

ticulier lorsque le mesurage semble trop complexe au vu de la situation du bâtiment. Exemple typique : les travaux de planification pour la transformation et la modernisation du magasin PKZ Women à Zurich, connu auparavant sous le nom de « Feldpausch ». Le nouvel escalier

en colimaçon remarquable dans la tour de verre centrale a mis les constructeurs métalliques devant un défi intéressant. Comment relever les mesures d'une tour de verre de 23 m de haut et 10 m de diamètre sans perturber l'activité commerciale ? (Voir photo 1)

La société Tschannen Metallbautechnik AG s'est vu confier cette tâche délicate. Elle a fait appel aux géomètres de l'entreprise daggroup.ch à Lyss (BE). daggroup utilise des scanners laser de toute dernière génération comme le FARO Focus3D X330. Ces appareils mesurent >

## EDV IM METALLBAU: MASSAUFNAHMEN

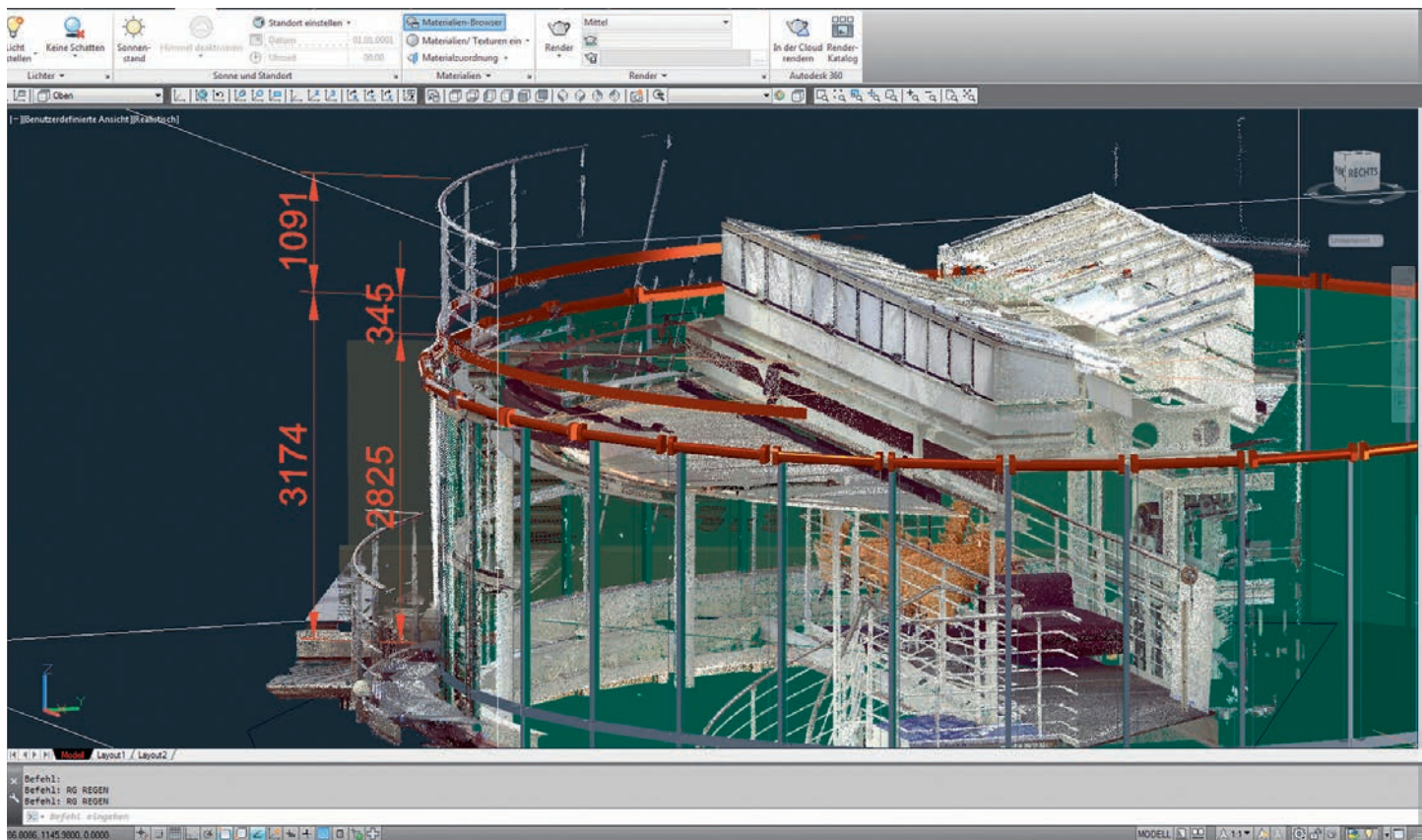


Bild 4: Schnitte aus den Punktwolken dürften der Schlüssel zum Erfolg sein.

Photo 4 : Les coupes de nuages de points devraient être la clé du succès.

> lich werden Panoramafotos gemacht, in denen später sogar Distanzen gemessen werden können. Sind mehrere Scanstandorte nötig, werden diese mit Hilfe von aufgestellten Kunststoffkugeln zueinander referenziert. Auf diese Weise wird nicht nur die gesamte Realität eingefangen (Reality Capture), sondern es kommen auch schnell Milliarden Messpunkte zustande, die in den Fachkreisen sehr treffend als «Punktwolke» bezeichnet werden. Man nimmt also die ganze

Punktwolke mit nach Hause und das eigentliche Abmessen von Distanzen erfolgt dann später im Konstruktionsbüro. Hat man das gesamte Gebäude gescannt, gibt es auch keine Masse, die vergessen wurden.

So einfach es zunächst ist, diese Scanner aufzustellen und zu starten, so komplex ist die nachfolgende Aufgabe, nämlich diesen Punktwolken und der damit verbundenen Flut an Daten Herr zu werden. So produzierte die

Vermessung der PKZ Women-Filiale in Zürich fast 20 GB Daten. Will man solche Punktwolken in CAD-Programme importieren, um sich darin zu bewegen, dann ist einzusehen, dass neueste PC-Technik erforderlich ist. Ohne schnellen SSD-Festplattenspeicher ist kein flüssiges Arbeiten möglich und der erforderliche Arbeitsspeicher von mindestens 32 GB schliesst 32-bit-Systeme, wie das alte Windows XP, von vornherein aus. Ebenso erfordert das Einlesen und Stationieren



**Bild 5: Drehrestaurants am Mittelallalin in Saas-Fee. Eine aus Punktwolken generierte Visualisierung.**

Photo 5 : Restaurant tournant du Mittelallalin à Saas-Fee. Visualisation générée à partir de nuages de points.

der Messdaten intensive Programmkenntnisse, und für das darauffolgende Importieren der Daten in die verschiedenen CAD-Systeme bedarf es nochmals einer genauen Recherche und eines umfangreichen Know-how von CAD-Spezialisten. Beispielsweise konnten die IT-Techniker der Firma dagroup Wege finden und aufzeigen, wie man in HiCAD Messdaten aus Laserscannern importieren und effizient verwerten kann. Gründe also, weshalb sich das 3D-Laserscanning

noch nicht überall durchgesetzt hat, abgesehen vom hohen Anschaffungspreis eines Scanners. Der rasch reagierende Dienstleistungsmarkt hat nun diese Entwicklung aufgenommen, und Vermessungsbüros, die auch 3D-Laserscanning anbieten, werden immer zahlreicher. Als Dienstleistung kostet das Laserscanning derzeit in etwa gleich viel wie ein Handaufmass, hat aber eine höhere Genauigkeit und bietet grössere Sicherheit. >

## L'INFORMATIQUE DANS LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE (RELEVÉ DE MESURES)

> jusqu'à un million de points à la seconde et fonctionnent sur une plage de fréquences sans danger pour les yeux. Il a donc été possible de mesurer tout le bâtiment à l'intérieur et à l'extérieur en une journée sans perturber l'activité.

Un mesurage traditionnel avec un mètre-ruban et un niveau à bulle ou un laser de distance et un laser de niveau aurait nécessité l'installation d'un échafaudage, ce qui aurait condamné l'édifice des jours durant. Les avantages du scanner laser ont été rapidement mis en évidence, ce qui a motivé le choix de ce procédé.

**En quoi cette technique est-elle réellement innovante ?**

Le mesurage de distances habituel avec des appareils laser manuels est aujourd'hui très répandu. De la taille d'un téléphone portable, ils offrent une précision de 1 à 2 mm et mesurent des distances jusqu'à 100 mètres. On utilise également des lasers de niveau ou croisés qui projettent sur les murs un trait de niveau ou une trace lumineuse verticale. Lorsque l'on utilise ces procédés de mesure, on dessine le plus souvent un croquis à la main où les mesures sont reportées. Toutes les distances nécessaires doivent être saisies

sur place. Une seule mesure oubliée et une nouvelle visite s'impose. Les scanners laser fonctionnent différemment : ces appareils sont installés sur des trépieds et mesurent jusqu'à 1 million de points à la seconde. Quelques minutes suffisent pour effectuer le relevé d'un panorama à 360° avec une précision de 2 à 3 mm et sur une distance de 330 m max. Des photos panoramiques sont ensuite réalisées et peuvent même servir plus tard à mesurer des distances.

Si plusieurs sites de prise de relevé sont nécessaires, ceux-ci sont référencés les uns par rapport aux autres >

>

### Die Weiterverarbeitung der Daten für das 2-dimensionale Konstruieren

Nach dem Zusammenfügen der Einzelscans, das mit dem FARO-eigenen Programm SCENE durchgeführt wird, gibt es zwei Wege, die Punktwolken weiter zu verwenden. Entweder man gewinnt hoch aufgelöste Pixelbilder daraus und arbeitet 2D weiter, oder man importiert die Wolke direkt in ein CAD-Programm, um in 3D zu konstruieren. Das Programm PointCab erzeugt aus solchen Punktwolken orthografische Schnitte und Grundrisse ganz nach Belieben und exportiert diese als Pixelbild (png-Format) oder gleich richtig skaliert und referenziert im AutoCAD-Format als dwg- oder dxf-Datei. Solche

Pixelbilder können dann sehr leicht überzeichnet werden. (Siehe Bild 2)

Dieser Vorgang erinnert an das frühere Überzeichnen von Plänen mit Transparentpapier. Konturen können dabei auf 2 bis 3 mm genau abgezeichnet werden. Benötigt man weitere Schnitte oder Grundrisse, dann kann man diese jederzeit aus dem PointCab entnehmen. Bei dieser Arbeitsweise werden keine aussergewöhnlichen Anforderungen an Computer und Konstrukteure gestellt. In der Architektur, und hier vor allem bei der Bestandsaufnahme von denkmalgeschützten Gebäuden, hat sich diese Technik bereits bewährt. Da im Metall- und Fassadenbau vorzugsweise in 2D gearbeitet wird, wurde diese Technik auch im vorliegenden

Fall verwendet. Peter Flühmann von der FFP-Image GmbH konstruierte so eine Treppe im Aussenbereich des Daches mit AutoCAD und dem Zusatzprogramm ANTLOG-MBA. Dieser Dachbereich wurde beim Scan-Vorgang zunächst gar nicht sonderlich beachtet. Trotzdem wurde er erfasst und konnte ohne nochmaligen Besuch der Baustelle aus den vorhandenen Daten rekonstruiert werden.

### Die Weiterverarbeitung der Daten für das 3-dimensionale Konstruieren

Will man die Punktwolke für das 3-dimensionale Konstruieren verwenden, bieten sich dafür AutoCAD oder Inventor an. Autodesk hat schon vor Jahren begonnen, Punktwolken zu unterstüt-

## L'INFORMATIQUE DANS LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE (RELEVÉ DE MESURES)

> à l'aide de boules en plastique installées. Ainsi, non seulement toute la réalité est capturée (reality capture), mais des milliards de points de mesure sont aussi relevés. Les spécialistes les appellent d'ailleurs très justement « nuages de points ». On emmène ensuite tout le nuage de points avec soi et le mesurage véritable des distances a lieu plus tard au bureau d'études. > Aucune mesure n'est oubliée si tout le bâtiment a été scanné. Autant il est facile d'installer ces scanners et de lancer le procédé, autant la tâche suivante est complexe, à savoir maîtriser ces nuages de points et la masse de données afférente. Ainsi, le mesurage du magasin PKZ Women à Zurich a généré près de 20 Go de données. La technologie informatique la plus récente est nécessaire pour importer ces nuages de points dans des logiciels de CAO et se déplacer dedans. Il faut un disque dur SSD pour permettre

un travail fluide et la mémoire vive nécessaire d'au moins 32 Go élimine d'office les systèmes 32 bits comme l'ancien Windows XP. De même, la lecture et l'organisation des données de mesure nécessitent des connaissances approfondies en programmation. Leur importation consécutive dans les différents systèmes de CAO requiert une recherche précise et un savoir-faire étendu des spécialistes en CAO. Par exemple, les informaticiens de dagroup ont trouvé et présenté des moyens d'importer et d'exploiter efficacement les données de mesures des scanners laser dans HiCAD.

Ce sont les raisons qui expliquent pourquoi le relevé par laser 3D ne s'est pas encore imposé partout, en dehors du prix d'acquisition élevé d'un scanner. Le très réactif marché des services suit désormais cette évolution et les cabinets de géomètres qui proposent aussi le relevé par laser 3D sont de plus en plus

nombreux. Le relevé laser est un service qui coûte environ autant que le relevé manuel, mais offre une précision et une sécurité plus élevées.

### Le traitement des données pour la construction bidimensionnelle

Après la fusion des relevés individuels effectuée avec SCENE, le propre logiciel de FARO, il existe deux manières d'exploiter les nuages de points. On peut en tirer des images matricielles à haute résolution et travailler en 2D ou bien importer le nuage directement dans un logiciel de CAO pour construire en 3D. Le programme PointCab génère à partir de ces nuages de points des coupes et plans orthographiques au choix et les exporte sous forme d'images matricielles (format png) ou bien directement à l'échelle et référencés au format AutoCAD en fichiers dwg ou dxf. Ces images

matricielles peuvent ensuite facilement être reproduites. (Voir photo 2)

Ce procédé rappelle la reproduction de plans en transparence réalisée à l'époque avec du papier calque. Les contours peuvent être reproduits avec une précision allant de 2 à 3 mm. Si d'autres coupes ou plans sont nécessaires, on peut les extraire de PointCab à tout moment. Cette méthode de travail n'impose aucune contrainte exceptionnelle aux ordinateurs et constructeurs. Cette technique a déjà fait ses preuves en architecture et notamment pour l'état des lieux de bâtiments classés monuments historiques. Comme la préférence va à la 2D dans la construction métallique et la construction de façades, c'est cette technique qui a été utilisée dans le cas présent. Peter Flühmann de la société FFP Image GmbH a ainsi conçu un escalier à l'extérieur du toit avec AutoCAD et

zen. Diese können aus dem SCENE kommend mit ReCap für die Autodesk-Welt aufbereitet werden. Bei diesem Vorgang kann die Punktwolke auch beliebig zugeschnitten werden, womit kleinere Datenmengen möglich sind und so die Arbeit flüssiger wird. Die repräsentative Wendeltreppe im Geschäftsbereich sowie die mehrgeschossige Aussentreppe wurden von der Firma Speiser Metallbauplanung GmbH in 3D mit dem Programm HiCAD konstruiert. Dazu wurden die Masse von ReCap in das HiCAD übertragen. Zusätzlich wurden die hoch aufgelösten Pixelbilder massstabgetreu in HiCAD eingefügt und konnten so für die Konstruktion der bestehenden Bausituation verwendet werden. (Siehe Bild 3)

Derzeit sind viele CAD-Programmersteller bemüht, den Import von Punktwolken zu unterstützen. Das Reduzieren der Daten auf wenige tausend Punkte oder auf Pixelbilder, also Schnitte aus den Punktwolken, dürfte der Schlüssel zum Erfolg sein. Manchmal kann es sinnvoll sein, die Punktwolke als Basis für 3D-Konstruktionen zu nutzen. In Bild 4 ist die Rekonstruktion des Dachbereiches am Treppenturm zu sehen. Nur in wenigen Fällen ist das Laden der riesigen Punktwolken unumgänglich. So zum Beispiel für Visualisierungen, die ebenfalls aus den Punktwolken gewonnen werden können. Ein schönes Beispiel zeigt die Firma dapgroup.ch mit einer Visualisierung des Drehrestaurants am Mittelallalin in Saas-Fee auf 3500 m Seehöhe. (Siehe Bild 5)

### Fazit

Die Vermessung mit 3D-Laserscannern ist sicherlich die Technik der Zukunft. So schnell, so aussergewöhnlich genau und so umfassend können Gebäude und Geländestrukturen mit keinem anderen System erfasst werden. Die Geräte dazu werden in den nächsten Jahren sicherlich günstiger werden. Die Verarbeitung wird aber weiterhin viele Programmkenntnisse benötigen. Doch wer heute schon auf diesen Zug aufspringt, wird in Zukunft die Vorzüge dieser Technik schneller und effizienter nutzen und auch heikle Aufträge übernehmen können. [www.dapgroup.ch](http://www.dapgroup.ch) ■

l'add-on ANTLOG-MBA. Cette partie du toit n'avait pas fait l'objet d'une attention particulière pendant le relevé. Elle a pourtant été enregistrée et a pu être reconstruite à l'aide des données existantes sans visite supplémentaire sur le site.

### Le traitement des données pour la construction tridimensionnelle

Les programmes AutoCAD ou Inventor sont indiqués si l'on souhaite utiliser le nuage de points pour la construction tridimensionnelle.

Autodesk a commencé il y a déjà plusieurs années à prendre en charge les nuages de points. Ces derniers issus de SCENE peuvent être préparés avec ReCap pour l'environnement Autodesk. Ce procédé permet de recouper le nuage de points à volonté, ce qui réduit le volume de données et fluidifie le travail. Le remarquable escalier en colimaçon dans la partie commerciale et l'escalier extérieur sur plusieurs étages ont été construits en 3D par la société Speiser Metallbauplanung GmbH

avec le logiciel HiCAD. Pour ce faire, les dimensions ont été transférées de ReCap à HiCAD. En outre, les images matricielles haute résolution ont été importées dans HiCAD à l'échelle et ont pu servir à modéliser le bâtiment existant. (Voir photo 3)

De nombreux éditeurs de logiciels de CAO s'efforcent actuellement d'offrir l'importation de nuages de points. La réduction des données à quelques milliers de points ou à des images matricielles, autrement dit des coupes de nuage, devrait être la clé du succès. Il peut parfois s'avérer judicieux d'utiliser le nuage de point comme base pour les constructions 3D. La photo 4 montre la reconstruction du toit de la tour d'escaliers.

Rares sont les cas où le chargement des immenses nuages de points est incontournable. Tel est le cas pour les visualisations qui peuvent aussi être générées à partir de nuages de points. La société dap-

group.ch en montre un bel exemple avec la visualisation du restaurant tournant du Mittelallalin à Saas-Fee à 3500 m d'altitude. (Voir photo 5)

### Conclusion :

Le mesurage avec des scanners laser 3D est certainement la technique du futur. Aucun autre système ne permet un relevé aussi rapide, incroyablement précis et complet des bâtiments et topographies. Le prix des appareils baissera sûrement dans les prochaines années, même si l'exploitation des données nécessitera toujours d'importantes connaissances en programmation. Cependant, prendre le train en marche aujourd'hui, c'est profiter demain plus rapidement et plus efficacement des avantages de cette technique et pouvoir prendre en charge des mandats complexes.

[www.dapgroup.ch](http://www.dapgroup.ch) ■

### Panneau de chantier

Entreprises participantes :  
[dapgroup.ch](http://dapgroup.ch)

Tschannen Metallbautechnik AG, 3072 Ostermundigen  
Speiser Metallbauplanung GmbH, 3600 Thoune  
ISD Software und Systeme AG, 4500 Soleure