

3D-Laserscanning im Anlagen- und Rohrleitungsbau

3D laser scanning in plant and pipeline engineering

Von Tobias Weber

3D-Laserscanning (**Bild 1**) findet seit einigen Jahren in Bereichen der Vermessung, des Bauwesens und der Fabrikplanung Anwendung. Aber auch für den Anlagen- und Rohrleitungsplaner ist Laserscanning ein unterstützendes und hilfreiches Werkzeug. Die Vorteile der Technik kommen überall dort zum Tragen, wo bestehende Anlagen und Anlagenteile geometrisch erfasst werden müssen. Dies kann bei Umplanungen (Basic- und Detail-Engineering), Kollisionsprüfungen, Dokumentationen, Anlagenverlagerungen und Visualisierungsvorhaben der Fall sein.

3D laser scanning has been in use for a number of years now in the fields of surveying, building and factory planning. Laser scanning can, however, provide a highly supportive and helpful tool for the plant and piping designer, too. The benefits of this technology are relevant wherever the geometry of existing systems and subsystems needs to be registered and recorded. This may be the case in planning changes (Basic and Detail Engineering), collision checks, documentation, plant relocations and visual display projects.

625.000 Messungen pro Sekunde

Der Laserscanner (**Bild 1**) erfasst seine Umgebung dreidimensional. Alle vom Standpunkt des Scanners sichtbaren Objekte werden mit dem Laserstrahl flächendeckend abgetastet. Dabei werden bei einer maximalen Abtastrate bis zu 625.000 Punkte pro Sekunde erfasst. Durch die hohe Messrate lässt sich die Umgebung in kürzester Zeit flächendeckend dokumentieren. Das heißt, dass die Oberfläche der zu vermessenden Objekte vollständig dargestellt wird. Da der Laserstrahl neben der Geometrie auch die Farbe (in Graustufen) jedes Messpunktes erfasst, entsteht eine maßhaltige und bildliche Dokumentation.

Während der Messung dreht sich das Gerät um seine Stehachse sowie das Objektiv um seine Horizontalachse und bildet somit eine Kugelinnenfläche bis maximal 50 m Radius ab. Das Ergebnis daraus bezeichnet man als (Einzel-)Scan. Durch Sichtin-

dernisse und Ausdehnung der Anlage werden in der Regel mehrere Scans notwendig. Diese lassen sich mit Hilfe von Messmarken miteinander verknüpfen, so dass auch eine Dokumentation von komplexen und großen Anlagen in einem einheitlichen System möglich ist. Durch Laserscanning lassen sich zum Beispiel Rohrleitungen, die sich über mehrere Gebäude- oder Anlagenteile erstrecken, zusammenhängend darstellen.

Mit geringerem Aufwand lässt sich ein besseres Ergebnis erzielen als bei herkömmlichen Methoden

Gegenüber dem herkömmlichen Aufmaß zeichnet sich Laserscanning dadurch aus, dass die Messzeit vor Ort auf ein Minimum reduziert wird. Ein einzelner Scan dauert je nach Auflösung 1,5 bis 3 Minuten.



Bild 1: Laserscanner in einer Anlage
Fig. 1: Laser scanner in a plant

Die engen Wartungsfenster für Anlagen reichen oftmals nicht aus, um den Bestand mit normalen Messmethoden zu erfassen. Hier kommt der Einsatz eines Laserscanners, aufgrund seiner raschen Datenerfassung, voll zum Tragen. Da Aufmaßarbeiten in technischen Anlagen immer ein gewisses Sicherheitsrisiko darstellen und oft zusätzliches Sicherungspersonal benötigt wird, werden diese Umstände minimiert. Somit lassen sich also aufgrund einer Reduktion der Aufnahmezeiten in der Anlage die Bestandsaufnahmekosten deutlich senken.

Bild 2: Laserscanner mit einer maximalen Abtastrate von 625.000 Punkten pro Sekunde

Fig. 2: Laser scanner with a maximum scanning rate of 625,000 points per second



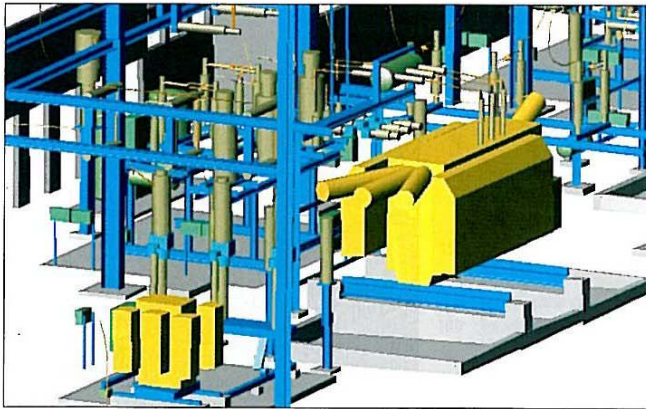


Bild 3: 3D-Bestandsmodell eines Umspannwerkes

Fig. 3: 3D "as is" model of a transformer installation

In nur 5 Stunden wurde mehr erreicht, was bislang auch in 4 bis 5 Tagen nicht möglich war

In einem Beispiel aus der Praxis zeigt sich der Einspareffekt, der durch Laserscanning erzielt werden kann. Ein über 20 Jahre altes Umspannwerk sollte grundlegend überholt und umgeplant werden. Für die Planung war ein Bestandsaufmaß erforderlich. Für die ca. 100 m x 50 m große Anlage wäre man mit herkömmlichen Messmethoden ungefähr 4 bis 5 Tage beschäftigt gewesen um alle, für die Planung notwendigen Maße, zu ermitteln. Ein zweiköpfiges Team hat die Anlage in nur fünf Stunden unter Einsatz eines 3D-Laserscanners komplett und detailliert erfasst (**Bild 3**).

Ein weiterer Vorteil der Messmethode zeigte sich beim Einsatz in dieser Umspannstation. Da der Laserstrahl seine Umgebung bis 50 m Entfernung abtastet, müssen die Objekte, die erfasst werden sollen, vom Messpersonal nicht berührt werden. Die Transformatoren, Leistungsschalter und Spulen wurden vermessen, indem der 3D-Laserscanner

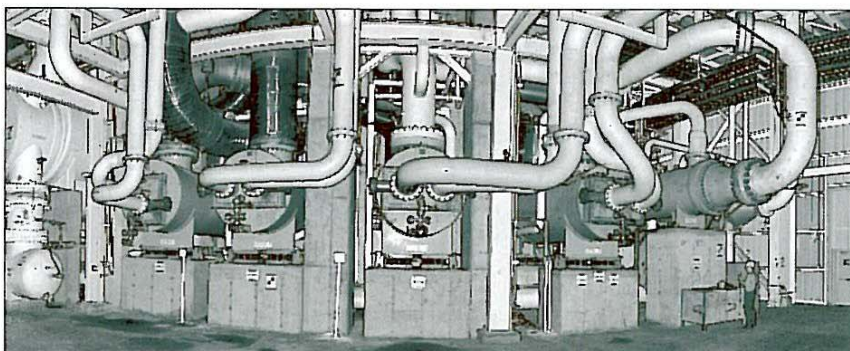
außerhalb des Gefahrenbereichs positioniert wurde. Somit wurde eine kosten- und verschleißintensive Abschaltung der Anlage vermieden. Der laufende Betrieb wird aufgrund der kurzen Messdauer und der berührungslosen Messtechnik also kaum beeinflusst. Dies erweist sich in der Praxis oft als entscheidender Vorteil.

Qualität erhöht die Planungssicherheit

Die Qualität des Laserscanaufmaßes übertrifft die der herkömmlichen Methoden bei weitem. Bei einer vernünftigen Scananordnung ist die Vollständigkeit des Aufmaßes gewährleistet. Es kann auf der Baustelle nichts vergessen werden, da mit der Technik ein flächendeckendes Ergebnis erzielt wird. Außerdem gewinnt man aufgrund der bildlichen Dokumentation automatisch einige Zusatzinformationen (**Bild 4**). So werden zum Beispiel Beschriftungen oder Nummerierungen auf Rohrleitungen oder am Stahlbau mit erfasst und können jederzeit herangezogen werden.

Bild 4: Scanaufnahme in einer Luftzerlegeranlage

Fig. 4: Scanned image in an air separation system



Auch hier kann man an einem Beispiel aus der Praxis den Vorteil der Scantechnik deutlich erkennen. Ein Dieselkraftwerk in einer Zementfabrik sollte um ein weiteres Dieselaggregat erweitert werden. Für die Aufnahmen des Stahl- und Massivbaus, der bestehenden Rohrleitungen und des Equipments im Kraftwerk war ein zweiköpfiges Team drei Tage mit einem 3D-Laserscanner beschäftigt. In der anschließenden Planungsphase stellte sich heraus, dass noch weitere Details (für andere Gewerke) erforderlich waren. Aus den flächendeckend durchgeführten Scans war es kein Problem, diese nachträglich auszuarbeiten. Den Mehraufwand, der ohne das flächendeckende Aufmaß angefallen wäre, kann man sich vorstellen. Gleiches gilt auch für Dinge, die beim Messen vor Ort vergessen oder übersehen werden. Dies geschieht bei objektbezogenen Bestandsdokumentationen (es werden nur die Objekte aufgemessen, die für einen bestimmten Zweck benötigt werden) immer wieder. Gerade bei Auslandsprojekten sind solche Makel unerwünscht.

Ein weiteres Plus in Sachen Qualität verzeichnet das Laserscanaufmaß in der Maßgenauigkeit. Innerhalb eines Scans werden Genauigkeiten von unter 1 cm und über das gesamte Aufnahmegebiet Genauigkeiten von 2 bis 3 cm ohne Probleme erreicht. Jeder, der schon einmal Anlagen oder Anlagenteile aufgemessen hat, weiß dass sich solche Ergebnisse sonst nur schwer erreichen lassen.

Punktwolken im vertrauten CAD-System

Nach Abschluss der Arbeiten vor Ort werden die Messergebnisse im Büro aufbereitet (**Bild 5**). Alle Scans und somit jeder einzeln gemessene Punkt, werden softwaregestützt zu einem Gesamtmodell verknüpft. Das Ergebnis daraus bezeichnet man als eine zusammenhängende „Punktwolke“, die je nach Projekt aus mehreren Milliarden Einzelpunkten bestehen kann. Diese Punktdatenbank lässt sich über Schnittstellen der Laserscannsoftware in alle großen CAD- und Planungstools (AutoCAD, Microstation, PDS, PDMS...) einbetten. Aufgrund der Datenmenge wäre dies ohne die speziellen Schnittstellen nicht möglich.

Mit der Punktwolke lassen sich bereits einige Planungsarbeiten durchführen. Da jeder Punkt übergeordnete dreidimensionale Koordinaten besitzt, können sich direkt Maße, Flächen und Massen ermitteln lassen. Auf eine einfache Art und Weise lassen sich mit der Punktwolke Kollisionsprüfungen durchführen. Man fügt den gescannten Ist-Bestand (Punktwolke) in die angedachte Planungsalternative (3D-CAD-Modell) ein

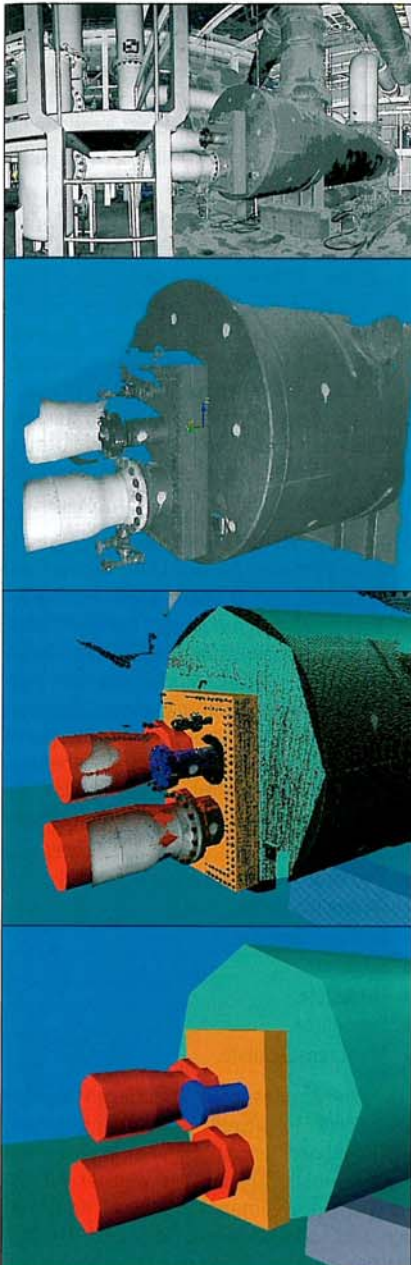


Bild 5: Vom Scan zum 3D-CAD-Modell: a) Scanaufnahme, b) Punktwolke, c) 3D-Modellierung, d) 3D-CAD-Modell

Fig. 5: From a scan to a 3D CAD model: a) Scanned image, b) Point cloud, c) 3D modeling, d) 3D CAD model

und erhält automatisch einen „Clashreport“ (Liste über die Kollisionen). Nun kann der Bearbeiter die ausgegebenen Kollisionen punktuell betrachten und entscheiden, ob diese entweder isoliert oder toleriert werden. Sind alle Positionen in der Liste abgearbeitet und die Planung entsprechend verändert, erfolgt eine weitere Prüfung. Bei einem positiven Ergebnis kann das Modell freigegeben werden.

Wird vom Planer ein CAD-Bestandsmodell benötigt, um es in die Planung mit einzubinden, wird ein solches aus den Scanergebnissen modelliert. Dabei werden katalogisierte Standardbauteile mit Hilfe der Punktwolke platziert. Somit kann mit den nötigen Sachdaten ein „intelligentes“ Planungsmodell erzeugt werden. Generiert man einfache CAD-Elemente (Rohrleitungen werden als Zylinder dargestellt, Mauern als Quader usw.), erhält man als Ergebnis ein reines Geometrie- oder Störkantenmodell. Die so generierten 3D-CAD-Modelle werden auch als „as-built-Modelle“ bezeichnet. Sie unterscheiden sich gegenüber Modellen, die aus Planungsunterlagen gefertigt und fortgeführt wurden in einem entscheidenden Punkt: Sie entsprechen dem tatsächlichen Bestand vor Ort und nicht einem Planungswunsch.

Die Zukunft: 3D-Laserscanning als Standardverfahren

Die hohen Anschaffungskosten für Laserscan-Hard- und Software setzen einen entsprechenden Bedarf an Projekten „im Bestand“ voraus. Die Erfahrung hat gezeigt, dass bei den Mess- und Modellierarbeiten vermessungstechnische Kenntnisse unverzichtbar sind.

Diese Fakten sprechen dafür, das 3D-Laserscanning von entsprechenden Dienstleistern durchführen zu lassen.

Das Büro scantec3D GmbH setzt 3D-Laserscanning in den verschiedensten Anwendungsgebieten ein. Das Büro kann dabei auf eine mittlerweile vierjährige Erfahrung und über 50 abgewickelte Projekte zurück-

greifen. Zu den Leistungen gehören die Bestandserfassung vor Ort, die Aufbereitung der Scans sowie die Erzeugung von 3D-CAD-Modellen und 2D-Bestandsplänen.

Bei den durchgeführten Projekten war das Laserscanaufmaß Grundlage für:

- das Engineering
- Kollisionsprüfungen
- Anlagen- und Rohrleitungsdokumentationen
- Anlagenverlagerungen
- Umbaumaßnahmen
- Erweiterungen
- 3D-Visualisierungen

Die kurzen Verweilzeiten in den Anlagen sowie der qualitative und quantitative Mehrwert eines 3D-Laserscannereinsatzes, bieten dem Anlagen- und Rohrleitungsplaner Effektivität und Planungssicherheit. Die Vorteile der Technik werden dafür sorgen, dass in Zukunft tage- und wochenlange Aufmaße der Vergangenheit angehören und hochwertige Bestandsdaten als Grundlage für die Planung zur Selbstverständlichkeit werden.

Autor:

Dipl. Ing. (FH) Tobias Weber



scantec 3D GmbH
Hintere Straße 18
d 70734 Fellbach
tel 0711 1359 32- 1
fax 0711 1359 32- 30
info@scantec3d.de
www.scantec3d.de



Redaktionsleitung: Dipl.-Ing. Nico Hülsdau, Tel. 0201/82002-33, n.huelsdau@vulkan-verlag.de
Redaktionsbüro: Barbara Pflamm, Tel. 0201/82002-28, b.pflamm@vulkan-verlag.de
Anzeigenverkauf: Helga Pelzer, Tel. 0201/82002-35, h.pelzer@vulkan-verlag.de
Leserservice: Monika Kull, Tel. 0201/82002-16, m.kull@vulkan-verlag.de