

Wie Sie hochwertige 3D-Outputs erzeugen

Erkunden Sie die unendlichen Möglichkeiten Ihrer Punktwolkendaten

Dr. Alexander Christ, Oberursel

Im Zuge der Digitalen Transformation ermöglichen Technologien für 3D-Scans und Punktwolkenverarbeitung den Einsatz leistungsfähiger Lösungen im Ingenieurwesen. Sie sind der Schlüssel für die erfolgreiche Umsetzung von Initiativen wie Industrie 4.0 sowie die Digitalisierung existierender Fabriken, vor allem wenn keine 2D-Zeichnungen oder 3D-Modelle verfügbar sind. Benutzer können überall und zu jeder Zeit mit der digitalen Repräsentation an ihrem Computer arbeiten. Moderne Hardware und Software erlauben eine präzise und effiziente Verarbeitung von Punktwolkendaten. Die digitalen Zwillinge existierender Fabriken können für detaillierte 3D-Analysen, wie Kollisionserkennung für Einbau/Ausbau-Simulationen, eingesetzt werden. Fähigkeiten zur Validierung ermöglichen den Vergleich gescannter Anlagen (Ist) mit den originalen 3D-Modellen (Soll). Innovative Lösungen ermöglichen die effiziente Operationalisierung von Punktwolkendaten und die Erzeugung hochwertiger 3D-Outputs.

Punktwolkenverarbeitung als Wegbereiter der Digitalisierung

Punktwolken beschreiben eine diskrete Menge an dreidimensionalen Punkten eines Vektorraums [2]. Der Begriff Wolke referenziert die räumlich unorganisierte Struktur. Punktwolken werden heutzutage weitläufig im Ingenieurwesen eingesetzt, z.B. im Prototypenbau oder Reverse Engineering. Der initiale Schritt zur Erzeugung einer Punktwolke besteht in der Digitalisierung eines physischen Objekts in der realen Welt. Die Qualität der resultierenden Punktwolke hängt von dem eingesetzten Digitalisierungssystem sowie von der erreichbaren Genauigkeit und den Toleranzen ab [3]. Für die Digitalisierung von mittelgroßen bis großen Objekten, wie Gebäude, Anlagen, Produktionslinien etc., sind 3D-Laserscanner prävalent. Die aktuelle 3D-Scan-Technologie ermöglicht die schnelle Aufnahme physischer Objekte und die Erzeugung präziser, digitaler Repräsentationen.

Die Integration von Metadaten erlaubt die Spezifikation von Anlagenequipment, Rohren, Stahlträgern etc. und die Weiterverwendung in nachgelagerten Prozessen. Hochentwickelte Software-Werkzeuge ermöglichen die effiziente

Verarbeitung von Punktwolkendaten. 3D-Modelle können in Punktwolken importiert werden, um 3D-Simulationen oder eine Validierung durchzuführen, und aus Punktwolken heraus als hochwertige 3D-Outputs exportiert werden,

die in CAD oder BIM (Building Information Modeling) Prozessen eingesetzt werden. Für die Erstellung digitaler Zwillinge in hoher Qualität (siehe Bild 1) ist ein geeigneter Prozess zur Verarbeitung von Punktwolken erforderlich.

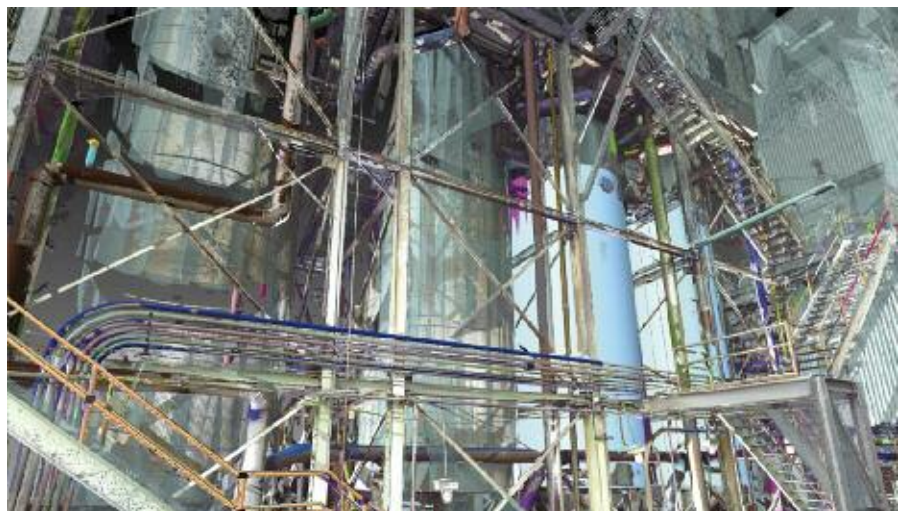


Bild 1: Digitaler Zwilling einer existierenden Anlage

Prozess zur Punktwolkenverarbeitung

Der Prozess zur Punktwolkenverarbeitung besteht aus fünf Schritten: Datenimport, Daten Pre-Processing, 3D-Analysen, 3D-Modellierung und Erstellung hochwertiger Outputs.

1. Datenimport

Der erste Schritt nach der Erfassung der realen, physischen Objekte mit 3D-Laserscannern ist der Import der Punktwolkendaten in das gewünschte Software-Werkzeug. In der Regel sind mehrere Scans für die Digitalisierung eines komplexen Objekts und die Erfassung einer vollständigen 360 Grad-Szenerie erforderlich. 3D-Scanner mit Stativ und mobile Handscanner oder eine Kombination aus beiden können für den Digitalisierungsprozess eingesetzt werden. Das Software-Werkzeug muss den Import multipler Scanformate, inklusive Scanner-Rohdaten, und die Anzeige großskalierter Punktwolken mit Milliarden von Punkten ermöglichen.

2. Daten Pre-Processing

Der zweite Schritt ist die Registrierung der Scans. Aktuelle Lösungen ermöglichen die markerlose, automatische Registrierung verschiedener Scans und eine automatische Rauschminderung. Dies erlaubt das Scannen im laufenden Betrieb. Kinetisches Rauschen von sich bewegenden Objekten, wie Transporteinheiten oder Personen auf Produktionsebene, wird automa-

tisch identifiziert und entfernt. Die Rauschminderung enthält zudem die Entfernung von Rauschen, das durch die Überlagerung der einzelnen Scans entsteht sowie von Reflexionen. Für eine bessere Performanz und Visualisierung können die Anzahl der Punkte und die Größe der Punktwolke reduziert werden.

3. 3D-Analysen

3D-Analysen beinhalten präzise digitale Messungen, die Validierung von CAD/BIM- mit Punktwolkendaten und die Kollisionserkennung in Echtzeit. Die Extrahierung von Ebenen und Zylindern ermöglicht exakte Messungen in einer digitalen Umgebung unter Verwendung von Rohrmittellinien und normalisierten Ebenen. Die Vermeidung von Messungen vor Ort spart Zeit und reduziert die Risiken von falschen/fehlenden Messungen sowie von Arbeiten in gefährlichen Umgebungen. Zur Validierung können CAD/BIM-Modelle mit Punktwolkendaten überlagert werden, um die Abweichung zu überprüfen. Für Einbau-/Ausbausimulationen werden Interferenzprüfungen in Echtzeit durchgeführt, indem 3D-CAD-Modelle von Maschinen, Anlagenequipment etc. entlang definierter Pfade durch die Punktwolke bewegt werden (siehe Bild 2).

4. 3D-Modellierung

Die wichtigsten Fähigkeiten für die Erstellung hochwertiger Outputs wer-

den durch die 3D-Modellierung bereitgestellt. Es ist der Hauptschritt für die Erzeugung präziser und zuverlässiger, digitaler Zwillinge, die in weiteren Industrie 4.0-Prozessen eingesetzt werden. Ähnlich zu CAD werden Layer zur Isolierung gescannter Objekte und zur Segmentierung von Punktwolken verwendet. Hochentwickelte Software-Lösungen erlauben die automatische Extrahierung von Ebenen und Zylindern für die 3D-Modellierung von Rohren, Schächten und Stahlträgern basierend auf Punktwolken. Die Integration von Normen für Rohre und Stahlträger erhöht die Benutzerfreundlichkeit.

5. Erstellung hochwertiger Outputs

Use Cases aus dem Ingenieurwesen fokussieren den Export von Polygonmodellen und präzisen 3D-Modellen als B-rep. Orthogonale Ansichten mit reduzierter Skalierung, aber hoher Genauigkeit werden als Referenz für die Erstellung von 2D-Zeichnungen eingesetzt. Stand-alone Visualisierungs-Dateien ermöglichen die Verteilung von Punktwolkendaten in alle Unternehmensbereiche ohne Lizenzen und aufwendige Installationen. Externe Links erlauben sogar Gelegenheitsnutzern das Hinzufügen von Anmerkungen, Kommentaren und Hyperlinks zu Punktwolkendaten, um Dokumente wie PDF, MS Office, XML etc. zu integrieren. Für Marketing- und Aftersales-Aktivitäten können Fly-through-Videos durch den digitalen Zwilling erstellt werden.

Herausforderungen in der Verarbeitung von Punktwolken

Herausforderungen für Unternehmen resultieren aus einer ineffizienten Operationalisierung ihrer Punktwolkendaten. Speziell im Bereich AEC (Architecture, Engineering and Construction) haben leistungsfähige Funktionalitäten aus CAD-Systemen noch keinen Einzug in die BIM-Welt gehalten. Der Wissenstransfer von 3D-CAD zu BIM ist essenziell zur Erfüllung zukünftiger technischer und betriebswirtschaftlicher Anforderungen an die digitale Transformation.

Typische Herausforderungen resultieren aus der Vielzahl an Applikationen in individuellen Workflows. Unternehmen nutzen oftmals unterschiedliche Workflows mit verschiedenen Applikationen zur Erzeugung ähnlicher Outputs. Der Einsatz mehrerer Software-Werkzeuge zur Verarbeitung von Punktwolkendaten



Bild 2: Kollisionserkennung zur Installationsplanung

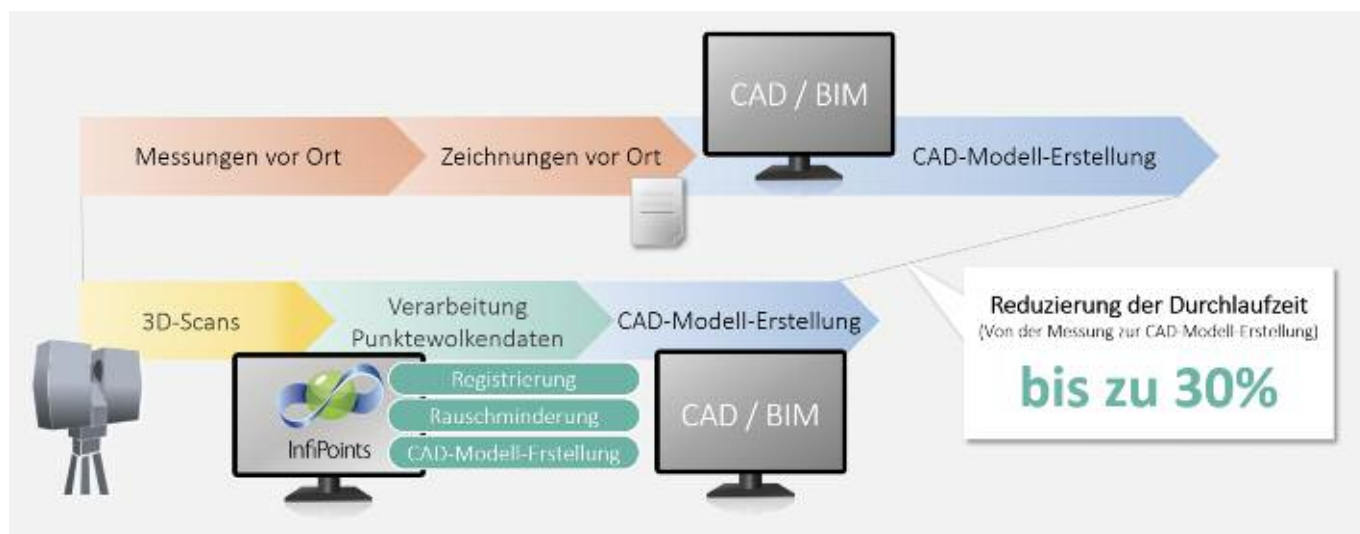


Bild 3: Reduzierung der Durchlaufzeit durch Digitalisierung

führt zu multiplen Importen und Exporten während des Workflows und einem hohen Risiko von Medienbrüchen. Workflows unterliegen einem hohen manuellen Aufwand zur Registrierung, Rauschminderung, Modellierung etc., was sehr zeitaufwendig ist sowie ein erhöhtes Fehlerrisiko und Qualitätsprobleme mit sich bringen kann. Da Punktwolken leicht GB von Daten erreichen können, muss die Performanz stets berücksichtigt werden. Selbst Basisfunktionen zur Visualisierung erfordern die entsprechende Hardware und Software. Fehlende Fähigkeiten für die Zusammenarbeit verhindern die Nutzung von Punktwolken durch Gelegenheitsnutzer.

Elysiums InfiPoints zur Punktwolkenverarbeitung

Elysiums InfiPoints Lösung deckt den gesamten Prozess zur Verarbeitung von Punktwolken ab. Sie unterstützt den Import und Export von allen gängigen Punktwolken- und CAD/BIM-Formaten. InfiPoints bietet Fähigkeiten zur automatischen Extrahierung von Ebenen und Zylindern aus Punktwolken zur 3D-Modellierung von Rohren, Schächten und Stahlträgern. Erzeugte CAD-Modelle können unter Einbindung parametrischer Informationen wie Länge oder Durchmesser für die Weiterverarbeitung in CAD/BIM-Applikationen exportiert wer-

den. Hochwertige 3D-Outputs werden aufgrund führender Technologien und eines tiefen mathematischen Verständnisses von realen Anforderungen des Ingenieurwesens erreicht.

Die performante Verarbeitung von GB von Daten, die nahtlose Handhabung von CAD-, BIM- und Punktwolkendaten in einer durchgängigen Lösung sowie Funktionalitäten zur Strukturierung und Klassifizierung von Punktwolken bilden die Basis für die Erstellung digitaler Zwillinge großskalierter Objekte wie Anlagen, Schiffe und Produktionsstätten. Die Komplettlösung InfiPoints optimiert den Prozess zur Punktwolkenverarbeitung. Wesentliche Vorteile sind die Reduzierung des manuellen Aufwands (siehe Bild 3) durch Digitalisierung und die Sicherstellung qualitativ hochwertiger Outputs.

Die 3D-Modellierung basierend auf Punktwolkendaten führt zu Zeiteinsparungen. Die meisten Unternehmen streben eine vollautomatisierte Lösung an, so dass eine neue Software eine signifikante Reduzierung des manuellen Aufwands leisten muss. Fähigkeiten zur Validierung der Registrierungs Genauigkeit sichern die Qualität der generierten digitalen Zwillinge ab, während Kollisionserkennung den Benutzern die Planung und Simulation von Einbau-/Ausbaurouten

ermöglicht. Mit dem Hinzufügen von externen Links zu digitalisierten Objekten werden Punktwolken zu Plattformen der Zusammenarbeit durch die Bereitstellung aller erforderlichen Informationen.

Zusammenarbeit im digitalen Zwilling

Für eine effiziente Zusammenarbeit zwischen Interessenvertretern im digitalen Zwilling wird die Virtual Reality (VR) Technologie eingesetzt [4]. Elysiums InfiPoints for Oculus Lösung ermöglicht den Einsatz des Head-Mounted Displays Oculus Rift [5] zur Erkundung digitaler Zwillinge. Mehrere Benutzer können von unterschiedlichen Standorten aus simultan die gleiche virtuelle Umgebung erkunden und ein virtuelles Meeting im digitalen Zwilling durchführen (siehe Bild 4). Die wichtigsten Use Cases sind Visualisierung, sowie virtuelle Inspektion und Wartung. Mit zusätzlichen Funktionalitäten wie digitale Laserpointer und Maßbänder sowie der virtuellen Applikation von Markierungen innerhalb des digitalen Zwillinges fühlen sich Benutzer wie „virtuell vor Ort.“

Im Gegensatz zur 2D-Visualisierung von 3D-Modellen an Computerbildschirmen führt der Einsatz von VR-Geräten zum Eintauchen der Benutzer in die Punktwolke. Punktwolken-VR baut eine Brücke zwischen numerischen Werten und der



Bild 4: Punktwolken-VR für die virtuelle Zusammenarbeit

physiologischen Wahrnehmung der Umgebung mit den Sinnesorganen des Menschen. Anstatt die Entfernung zweier Objekte zu messen, können Benutzer selbst erfahren, ob Sie einen definierten Bereich mit Ihren Werkzeugen erreichen können. Selbst mit der erfolgreichen Implementierung von Laserscannern und der Punktwolkenlösung InfiPoints waren Unternehmen teilweise nicht in der Lage die Nacharbeit zu reduzieren. Intuition und die Benutzerfreundlichkeit durch Punktwolken-VR waren die fehlenden Puzzleteile zur Erreichung des angestrebten Niveaus der Digitalisierung.

Fazit

Leistungsfähige Punktwolkenlösungen werden in vielen Bereichen eingesetzt, z.B. Anlagenbau, Produktion oder Schiffbau. Vorteile sind die signifikante Reduzierung von Durchlaufzeit und Kosten sowie ein geringeres Risiko für Doppelarbeit und eine Verbesserung der Sicherheit. Elysiums Komplettlösungen zur Punktwolkenverarbeitung InfiPoints stellt Fähigkeiten für Datenimport, Pre-Processing, 3D-Analysen, 3D-Modellierung und Erzeugung hochwertiger Outputs zur Verfügung. InfiPoints vermeidet Medienbrüche und optimiert den gesamten Prozess zur Verarbeitung von Punktwolken. Stand-alone Outputs wie Fly-through-Videos und Visualisierungs-

Dateien fördern den Einsatz von Punktwolken-VR über die Grenzen des Ingenieurwesens hinaus, ohne die Notwendigkeit von Lizenzen und Software-Installationen.

Zukünftige Lösungen werden sich der weiteren Operationalisierung von Punktwolken-VR widmen durch neue Fähigkeiten für eine vertiefte Zusammenarbeit im digitalen Zwilling. Sie kann durch einen Punktwolken-Server [6], für eine performante Visualisierung großer Punktwolken, verbessert werden. Punktwolken-VR werden serverseitig gespeichert, verarbeitet und gerendert, während mehrere Benutzer auf die Punktwolken als Clients über einen Webdienst zugreifen können. Die Integration von Sensor- (z.B. Thermografie) und Kommunikationsdaten in digitale Zwillinge unterstützen die Zusammenarbeit und das Teilen von Daten in Echtzeit. Eine intelligente, vernetzte Fabrik kann Probleme in der realen Welt ihrer digitalen Repräsentation mitteilen und automatisch eine Benachrichtigung an betroffene Personen versenden, um eine Untersuchung im digitalen Zwilling zu initiieren [1]. Präzise Punktwolken-VR könnten für 3D-Karten in Gebäuden genutzt werden, um exakte Positionsinformationen für mobile Sensoren zu liefern. Dies wäre ein wichtiger Beitrag zur Mobilität, eine weitere Triebfeder für die Digitalisierung. ■

Literatur:

- [1] Christ, A. (2017): Integration von Kommunikationsfähigkeiten in cyber-physische Systemkomponenten. Forschungsberichte aus dem Fachgebiet Datenverarbeitung in der Konstruktion, 59, Shaker, Aachen, Germany.
- [2] Grieb, P. (2010): Digital Prototyping. Virtuelle Produktentwicklung im Maschinenbau. Carl Hanser, München, Germany.
- [3] Hehenberger, P. (2011): Computergestützte Fertigung. Eine kompakte Einführung. Springer, Berlin Heidelberg, Germany.
- [4] Jung, T.; Dieck, M. (2018): Augmented Reality and Virtual Reality. Empowering Human, Place and Business. Springer, Cham, Switzerland.
- [5] Oculus VR, LLC. (2018): Oculus Rift. <https://www.oculus.com/rift/>, Online, March 14, 2018.
- [6] Watanabe, T. (2018): Advance Your Engineering Experience with Point Cloud Digital Twin. InfiPoints Workshop 2018, Bad Homburg, Germany.



Dr. Alexander Christ
Strategy & Business Development
Elysium Europe S.A.R.L.

E-Mail:
alexander.christ@elysiuminc.com

Kontakt