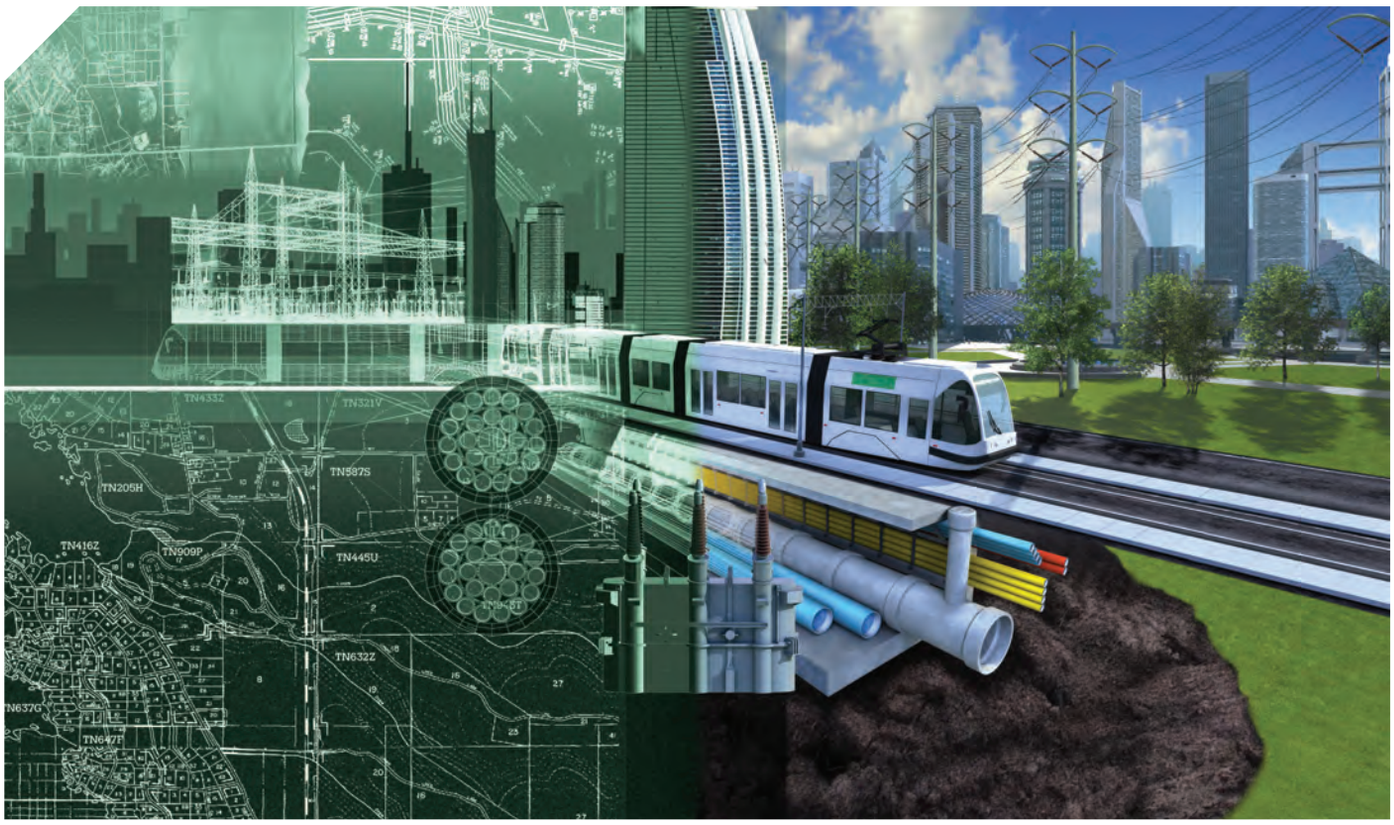


Quellen: Bentley Systems Germany

Laserscanning ist eine Datenerhebungsmethode, mit deren Ergebnissen die Infrastruktur einer Stadt in ein 3D-Stadtmodell gegossen wird.

MODERNE STADTPLANUNG DANK 3D-INTELLIGENZ

Der Aufbau von nachhaltigen und effizienten städtischen Infrastrukturen erfordert immer öfter den Einsatz von dreidimensionalen Daten. Eine recht junge Datenquelle ist 3D-Laserscanning.

Die Infrastruktur von Städten stellt für den Menschen aufgrund der aktuellen Bevölkerungsstruktur in Deutschland einen immer höheren Stellenwert dar. Die Ballungszentren in Deutschland sind in den letzten Jahrzehnten enorm gewachsen. So bildet die Stadt den entscheidenden Lebensraum für den Großteil der Bevölkerung und hat einen beträchtlichen Einfluss auf das Wohlbefinden der Bürger. Zudem spielt die Infrastruktur von Ballungszentren eine bedeutende Rolle in Bezug auf die Umwelt und den Klimawandel. Besondere Herausforderungen sind dabei beispielsweise die Prävention von Kohlendioxid-Ausstoß, die Vermeidung der katastrophalen Auswirkungen von Hochwassersituationen, der Abbau von Giftmüll und nicht erneuerbaren Ressourcen. Im Gegenzug dazu sollen alternative Energien wie Sonne und Wind aus vorhandenen und nutzbaren Infrastrukturen in den hoch entwickelten Industrieländern in Europa nutzbar werden.

In Anbetracht der Tatsache, dass die weltweite Urbanisierung zunimmt, haben vor allem Stadt- und Gemeinderäte mit der Einrichtung einer nachhaltigen und effizienten Infrastruktur zu kämpfen. Um dabei alle mit der städtischen Infrastruktur verknüpften, raumbezogene und nicht raumbezogene Daten zu nutzen, benötigen Städte intelligente Datenmodelle. Diese liegen idealerweise in einem dreidimensionalen Datenmanagementsystem vor, dem sogenannten 3D City GIS.

DATENERFASSUNG

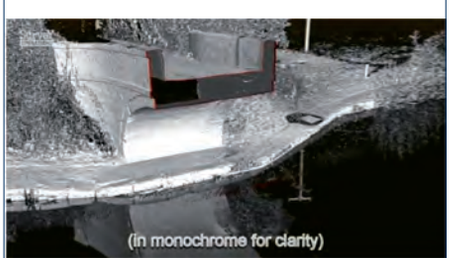
Aufgrund der genannten Herausforderungen ergibt sich die Notwendigkeit, dass heute verschiedene Datenerfassungsmöglichkeiten zum Einsatz kommen. Ja nach Anforderung in der Qualität der Genauigkeit und der Semantik sind hier verschiedene Verfahren möglich. Neben der klassischen Photogrammetrie, der terrestrischen Vermessung, spielen auch immer mehr die Methoden in der Erfassung und Modellierung via Laserscanning eine Rolle.

Kommunen und Länder stehen heute noch am Anfang, was die Suche nach der effizienten Methodik betrifft. Man sollte sich darüber bewusst sein, dass die Erfassung eines nachhaltigen 3D-Stadtmodells

vielfältige Techniken und Werkzeuge erfordert, sowie einen entsprechenden Arbeitsaufwand für die Speicherung und Bearbeitung der erfassten dreidimensionalen Daten bedingt.

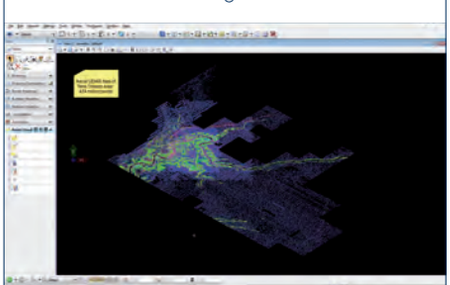
Je nach Stadtverwaltung und der Anforderung in der Qualität können unterschiedliche Laser-Techniken für die Datenerstellung zum Einsatz kommen:
Die sogenannte Laseraltimetrie ist eine Methode der Geodäsie, bei der Objekte mit Hilfe von punktweisen Entfernungsmessungen erfasst werden. Laserscanner sind optische Systeme zum Vermessen von Landschaftsoberflächen und Gebäuden. Grundsätzlich gibt es hier zwei Verfahren:

Terrestrisches Laserscanning:
Beim terrestrischen Laserscanning wird ein Messgerät etwa vor Gebäuden in einer Straße installiert. So kann beispielsweise ein gesamter Platz mit all seinem Mobiliar wie Bäume, Parkbänke, Brunnen, Straßenlaternen, neben den Gebäuden punktweise abgetastet werden.



Aufnahme einer alten Steinbrücke durch terrestrisches Laserscanning.

Airborne Laserscanning:
Beim luftgestützten Laserscanning sind die Aufnahmesensoren in einem Flugzeug oder Hubschrauber installiert. Ein Laser scannt beim Überfliegen das Terrain ab und registriert die Entfernung zum Boden durch Messen der Laufzeit des Signals. Dieses Verfahren dient neben der Abtastung von Gebäuden auch der Erfassung von Geländehöhen.



Laserscanning Befliegung. Darstellung der Ergebnisse in Bentley MicroStation V8i.

Bei den genannten Methoden können bei der Entfernungsermittlung zu Objekten unterschiedliche Messprinzipen zum Einsatz kommen. Mit der Messung unter Ausnutzung der Lichtlaufzeit werden einzelne, kurze Laserpulse ausgesandt und die vom Objekt reflektierte Strahlung mit einem Sensor registriert. Die Zeit, die zwischen ausgesandten und empfangenen Pulsen liegt, ist ein Maß für die Entfernung zwischen der Sende- und Empfangseinheit. Alternativ kann eine Pulsfolge mit fester Frequenz ausgesandt und ihre Reflexion am zu vermessenden Objekt detektiert werden. Die Phasendifferenz zwischen ausgesandter und empfangener Pulsfolge ist ebenfalls ein Maß für die Entfernung.

Es spielt keine Rolle, ob eine Stadtverwaltung die Erstellung von 3D-Modellen in Auftrag gibt oder diese selbst erstellt, in beiden Fällen kommt es auf eine gute Implementierung der Erfassungsverfahren an. Ist die Aufnahme zur richtigen Jahreszeit durchgeführt worden – bei einer detaillierten Gebäudeaufnahme sollte die Blüte von Bäumen und Sträuchern nicht so weit fortgeschritten sein – ist auch eine detailreiche Auswertung zu erwarten.

MODELLIERUNG

Sind die Aufnahmen gemacht, liegt der nächste Schnitt in der konstruktiven 3D-Modellierung, wo sich vor allem die Semantik und die Objektstrukturierung nach empfohlenen Standards richten sollen. Im August 2008 wurde der Datenstandard CityGML über das Open Geospatial Consortium (OGC) international verabschiedet.

Diese City Geography Markup Language (CityGML) ist als GML-Anwendungsschema entwickelt worden und dient der Speicherung und dem Austausch von virtuellen 3D-Stadtmodellen. Ergebnisse der Laserscanning-Erfassung sollen somit im nächsten Schritt der Modellierung von Stadt- und Landschaftsobjekten – insbesondere der Gelände-, Gebäude-, Wasser- und Verkehrsflächen, Vegetation, Stadtmöblierung und Landnutzungen – eingehen.

Dabei gibt CityGML vor, dass jedes erfasste Objekt in einem sogenannten „Level of Detail modelliert wird. Dabei werden neben der Geometrie und dem Aussehen insbesondere auch die Semantik (Bedeutung, Thematik) und die Topologie (Beziehungen, Nachbarschaften) der Objekte beschrieben.

Die Ausprägung der Semantik wurde bisher in den frühen Phasen des Laserscannings kaum berücksichtigt. Heute erlauben die Ergebnisse dieser Luftbildmessung, oder Luft-Lidar, sogenannte ETL-Prozesse (Extract, Transform und Load) aus vorhandenen 3D-Modellen. In der Kombination ist auch die klassische Landvermessung in den Erfassungsprozess einbindbar. Als Konsequenz und Voraussetzung ist aber eine intelligente Plattform zur Fortführung und Verwaltung dieser gewaltigen 3D-Daten erforderlich. Betrachtet man die Anforderungen an die Fortführungsqualität, ist die Rückverfolgbarkeit der Datenmodellierung ein wichtiger Aspekt in der Qualitätskontrolle.

HARD- UND SOFTWARE

Die Leistung der Hardware wurde allein in den vergangenen zwölf Monaten um den Faktor zehn erhöht, während die Software mit diesem Rhythmus nicht Schritt hält und bisher den potenziellen Mehrwert von Punktwolken nicht ausschöpfen konnte. Die mit einem 3D-Laserscanner erzielbare Messdatendarstellung im farbigen 3D-Modell ist oft in der erreichbaren Genauigkeit sehr beeindruckend. Üblicherweise steht dem aber in der Nachbearbeitung aufgrund der Punktdichte eine verhältnismäßig hohe Arbeitszeit von der Datenauswertung bis zum fertigen virtuellen Modell gegenüber. Modellierungen, wie beispielsweise Kanten- und Flächenbildungen erfordern hohe Performance bei Hard- und Software.

Eine ideale Lösung bildet die Verbindung eines leistungsstarken 3D-CAD-Werkzeugs mit einem 3D-Bearbeitungswerkzeug für Laserscanning-Daten. Mit der aktuellen Version Bentley MicroStation V8i wird eine Technologie für die Bearbeitung dieser gewaltigen Punktdatenmengen zur Verfügung gestellt. Der Vorteil liegt in der Vereinigung beider Datenmodelle: CAD-basierte Vektordaten und binäre, farbige 3D-Punktdaten.

So stehen Anwendern von Bentley MicroStation V8i jetzt Funktionen zur nahtlosen Referenzierung von Punktwolken und zur effizienten Bearbeitung und Fortführung der Inhalte und Quellen dieser Punktwolken zur Verfügung. Dies ist eine Innovation in allen Anwendungsbereichen eines digitalen 3D-Stadtmodells, um Punktwolkenmodelle zur Optimierung des gesamten Lebens- ▷

zyklus von Stadtinfrastrukturen nutzen zu können. Bentley widmet sich dabei der kontinuierlichen Weiterentwicklung und Integration von Hybrid-CAD und Laserscanning. Ziel ist es, alle gängigen auf dem Markt verfügbaren Punktwolkendaten-Formate in einer steigenden Qualität für die 3D-Modellierung und Fortführung zu integrieren.

AUSWERTUNGSMÖGLICHKEITEN

Entscheidungen und Planungen für eine wertvolle Stadtinfrastruktur können nur getroffen werden, wenn verständliche und aussagekräftige Informationen vorliegen. Die für die Auswertung relevanten Daten sollen möglichst in einer hohen Datenqualität vorliegen. Hier nimmt wiederum die Semantik und Topologie einen hohen Stellenwert ein.

Voraussetzung ist die Verfügbarkeit von Analyse- und Entwurfswerkzeugen, die auf die Datenstruktur des 3D-Stadtmodells zugreifen können. Anhand von 3D-Analysen können beispielsweise Laserscanning-Daten zur Visualisierung dreidimensionaler Schnitte im Raum dargestellt werden. Ein Beispiel zeigt die Profildarstellung der alten Steinbrücke in der Abbildung oben.

Ein weiterer Vorteil in der Kombination von CAD-Vektordaten und Laserscanning Punktwolken: Auch hier können Details durch räumliche Schnitte verständlicher betrachtet und ausgewertet werden. Die folgenden Abbildungen zeigen das ausgemessene Shakespear`s Globe Theatre in London mit entsprechenden Planungsdaten für eine Renovierung.

FORTFÜHRUNG

Bei der Erfassung dreidimensionaler Daten für ein objektorientiertes Stadtmodell wird man unabdingbar mit strukturierten und unstrukturierten Daten konfrontiert. Unstrukturierte Daten finden sich in informellen Datenmodellen, in denen die mit der Infrastruktur verknüpften Objekte erläutert werden. Dazu zählen Scandaten sowie deren Metadateninformationen. Ein typisches Beispiel für ein struk-turiertes Datenmodell ist die Organisation einer zentralen Datenbank.

Die Herausforderung liegt in der Organisation und Strukturierung dieser vielfältigen Datenquellen. Beispiele dafür sind die Integration von Alkis, von detaillierten Gebäudemodellen aus beliebigen CAD-Plattformen, die Einbindung von fotografierten Gebäudetexturen und natürlich die Integration binärer Laserscanning-Daten. Üblicherweise liegen all diese Quellen in unterschiedlichen Dateiformaten vor. Ziel ist nun die Organisation in einem einheitlichen Datensystem, dass alle relevanten Objekte in Ihren Eigenschaften sowie in Ihrer Beziehung zueinander beschreiben.

Heute bieten Hersteller wie Oracle Lösungen für die Verwaltung dieser gewaltigen, räumlichen Datenmengen, beispielsweise in Oracle Spatial 11g. Auch findet man in der Open-Source Community entsprechende geographische Datenbanksysteme wie PostGIS in Verbindung mit Spatial PostgreSQL.

FAZIT

Die Ansprüche im Zusammenhang mit der Erfassung einer nachhaltigen Stadtinfrastruktur sind enorm. Mit einem dreidimensionalen Citymanagement lassen sich jedoch viele dieser Herausforderungen bewältigen. Beispielsweise vom Übergang von traditionellen 2D-Infrastrukturdarstellungen zum intelligenten 3D-Objektmodell. Der Mehrwert von 3D-Darstellungen wird heute nicht mehr bezweifelt, sie steigern die Wertigkeit von Daten, verbessern die Möglichkeiten der Entscheidungsfindung und ermöglichen eine effektivere Kommunikation über komplexe Themen. Ein 3D-Citymanagement-System unterstützt Städte bei der Verwaltung der Energieversorgungsinfrastruktur sowie bei der Erstellung von Lärm- und Lichtstudien, bei Bau- und Flächennutzungsvereinbarungen sowie bei der Prävention von Hochwassersituationen und im Katastrophenmanagement. Unter Berücksichtigung des Analysepotenzials sollten Benutzer stets offenen und direkten Zugang zu allen zu einer Stadtinfrastruktur enthaltenen Informationen haben. ◄

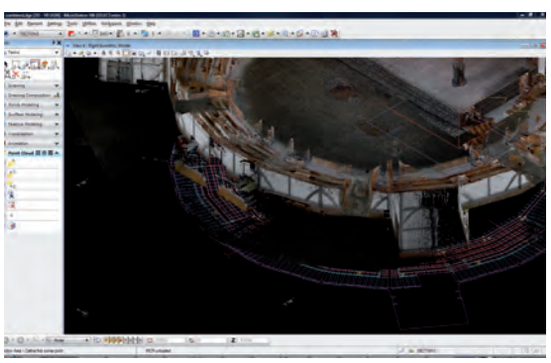


Abb.3: Dreidimensionaler Schnitt durch das Shakespear`s Globe Theatre in London.

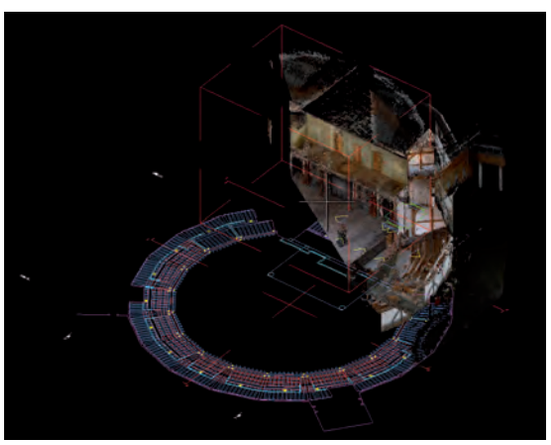


Abb.4: Kombinierte Betrachtung von Vektordaten und Dynamischen Schnitten einer Laserscanning-Messung innerhalb einer CAD-Umgebung (Bentley MicroStation V8i).

Bentley unterstützt heute zahlreiche Stadtverwaltungen bei der Implementierung eines 3D City GIS, darunter die Städte Toronto, Kopenhagen, Helsinki und Hamburg. Die Stadt Kopenhagen führt beispielsweise Solarstudien mithilfe des 3D City GIS durch, um verschiedene Straßenplanungs- und Neubauprojekte zu bewerten. Im Rahmen dieser Studien werden die eingereichten Projektentwürfe über digitale Medien in beliebigen räumlichen Perspektiven miteinander verglichen. Dadurch ergeben sich für alle Projektbeteiligten exzellente Möglichkeiten für die Evaluierung und letztendlich eine fundierte Entscheidungsgrundlage für die Ausführung.

AUTOR:

Michael Schönstein
Bentley Systems Germany GmbH

T: +49 8021 5048072
F: +49 08021 5048073
E: michael.schoenstein@bentley.com
I: www.bentley.de