

Nachts im Kaufhaus



Scanpanorama 1. OG im Kaufhaus.

3D-Laserscanning-Projekte werden oft unter schwierigsten Bedingungen durchgeführt. Die BKR GmbH schaffte es aber, in einem Kopenhagener Kaufhaus innerhalb eines knappen Zeitfensters 3.000 Scans mit einem Datenvolumen von 500 GByte zu erstellen – bei einer Genauigkeit von unter 5 Millimetern. Das Besondere: Es wurde ausschließlich nachts gearbeitet und jeder Mitarbeiter überwacht.

Die dänische Hauptstadt baut ihr seit 2002 betriebenes, modernes und fahrerloses U-Bahn-Netz aus. Zwei weitere Metro-Linien sollen 2018 beziehungsweise 2023 eröffnet werden. Dafür arbeiten nun vier Tunnelbohrmaschinen gleichzeitig. Alle 17 neuen Bahnhöfe sind unterirdisch situiert, da die Tunnel durch Kopenhagens Altstadt führen. Aus Platzmangel in den engen Straßen liegen einige der Rohre sogar übereinander.

Zu den historischen Gemäuern in Kopenhagens Altstadt gehört auch der weitläufige Komplex des Traditionskaufhauses Magasin du Nord, das im 19. Jahrhundert als eines der ersten Kaufhäuser Skandinaviens eröffnete. Die Überdeckung zwischen einem der beiden Tunnel darunter und dem Keller beträgt weniger als fünf Meter. Um über eine genaue Geometrie des Gebäudes verfügen zu können, entschied man sich für eine Bestandsaufnahme des gesamten Komplexes mittels 3D-Laserscanning. Eine große Aufgabe: Die Bruttoge-

schoßfläche des Gebäudes beträgt 47.154 Quadratmeter, bestehend aus einem Parkhaus, einem Bürogebäude mit McDonalds im Erdgeschoss und dem Kaufhaus selbst.

Ein Joint Venture aus der österreichischen GEODATA Ziviltechnikergesellschaft mbH und Angermeier Ingenieure GmbH wurde mit dem Monitoring des Gesamtprojekts beauftragt und gründete dafür die SMT Denmark ApS, zuständig für das geodätische und geotechnische Monitoring.



Aufzunehmende Gebäudeteile, schwarz umrandet.

Es erfolgen tägliche Präzisionsnivelements an Bahnhöfen, Schächten und entlang der aufgefahrenen Tunnelstrecken. SMT hat auch automatische 3D-Monitoringsysteme im Einsatz, die die Bauarbeiten kontinuierlich messtechnisch überwachen. Daneben wurden so genannte „Inplace“-Inklinometer, Dehnungsmessgeber, Extensometer und Schlauchwaagemess-Systeme eingesetzt.

In das Herzstück, die Projektdatenbank KRONOS, fließen am Ende alle Daten ein und stehen allen Beteiligten zur Verfügung. Neben den Monitoringergebnissen werden auch die Maschinendaten der vier TBM im 30-Sekunden-Takt aufgenommen.

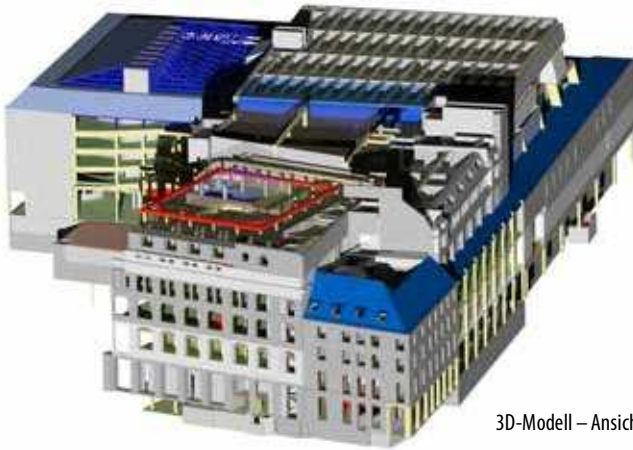
Genauere Projektplanung

Tunnelbohrarbeiten mit so geringer Überdeckung erfordern eine noch detailliertere Planung der Bauarbeiten, um eine mögliche Beeinträchtigung des Gebäudes abzuschätzen. Alte Bestandspläne waren aber entweder nicht vorhanden oder aufgrund zahlreicher Umbaumaßnahmen im Laufe der Jahrzehnte veraltet.

SMT Denmark entschied sich daher für eine Vermessung des Gebäudes mit 3D-Laserscanning. Der Auftrag für das komplizierte Projekt ging an eines der führenden deutschen Vermessungsbüros, die BKR Ingenieurbüro GmbH aus dem bayerischen Wackersdorf. BKR hat 12 Jahre Laserscanning-Erfahrung, nicht nur im Bereich Architektur, sondern auch bei Kraftwerken und in der Chemie-Industrie.

Wenig Zeit, erhebliche Einschränkungen

Obwohl es bei weitem nicht das erste große Laserscanning-Projekt der BKR war, stellte Magasin du Nord doch eine erhebliche Herausforderung dar. Das Tagesgeschäft des Kaufhauses durfte in keiner Weise beeinträchtigt werden und die Arbeiten mussten von den Kunden unbemerkt bleiben. Die Ingenieure durften ausschließlich zwischen 22.00 Uhr und 8.00 Uhr morgens arbeiten. Abgehängte Decken, verkleidete Wände und Stützen und jede Menge Dekoration machten die Aufgabe nicht leichter. Da nichts bewegt werden durfte, konnten viele Arbeitsschritte nicht in der gewohnten Reihenfolge ausgeführt werden. Doch die Zeit war knapp – acht Wochen für das Gesamtprojekt.



3D-Modell – Ansicht von Nordost.



3D-Modell – die einzelnen Etagen, farblich unterschieden.

Aufgrund all dieser Einschränkungen wählte man folgendes Vorgehen: Zuerst wurden alle sichtbaren Objekte aufgenommen und ein 3D-Modell erstellt. Auf dessen Grundlage, ergänzt durch alte Bestandspläne, konnten die Statiker bestimmte Stellen identifizieren, an denen später die Verkleidungen an Decken, Wänden und Stützen geöffnet werden mussten. Nach dieser Öffnung wurde das 3D-Modell mit den neuen Scan-Daten ergänzt.

Die zahlreichen parallelen Arbeitsschritte aller involvierten Mitarbeiter wurden genau organisiert. Es gab jeweils genaue Pläne pro Mitarbeiter, Nacht, Etage und auch für jeden Scanner. Anders war das umfangreiche Projekt in der kurzen Zeit nicht zu stemmen.

Zudem musste BKR genügend Vorlauf an Daten produzieren, sodass die CAD-Mitarbeiter im Backoffice fast gleichzeitig mit der Modellierung mit LaserControl- und plane2plane-Software beginnen konnten. Um Zeit zu sparen, wurden vier Scanner (Leica HDS6100 und Zoller+Fröhlich Imager5010) gleichzeitig eingesetzt.

Unsichtbare Arbeitsschritte

Für die Aufnahmen erhielt BKR hochgenaue Ausgangspunkte im ganzen Gebäudekomplex, um ein Festpunktfeld aufzubauen. Dies konnte jedoch nur zwischen 6.00 und 10.00 Uhr morgens passieren – vor den Ladenöff-

nungszeiten. Aufgrund der Fassadenstruktur gab es nur wenige Möglichkeiten, Punkte in das Kaufhaus zu legen: Entweder über die Eingangstüren im EG oder im 5. OG über geöffnete Fenster. Die Geschosse wurden untereinander über Polygonzüge verbunden und im 5. Stock über die Polarpunkte von außen kontrolliert. Die Abweichungen dabei betragen unter einen Zentimeter.

Die Vermarktung musste komplett unsichtbar sein, um den optischen Eindruck im Verkaufsbereich nicht zu stören. Vorgabe waren transparente Klebmarken mit einem Durchmesser von weniger als 20,25 Millimeter (wie eine dänische Krone). Die detaillierte Dokumentation der Anbringung war also essentiell, um die Marker wiederzufinden.

Rundum-Überwachung

Während der Nachtschicht von 22.00 bis 8.00 Uhr wurde jeder einzelne Mitarbeiter von je einem Wachmann begleitet. Daran muss man sich erst gewöhnen. Überraschungen gab es auch, sowohl für die Vermesser als auch für die „Aufpasser“: Man fand über Jahrzehnte vergessene Räume. Nach diversen Umbauten hatte man versäumt, sie in die neuen Pläne einzutragen.

Nur keine Zeit verlieren

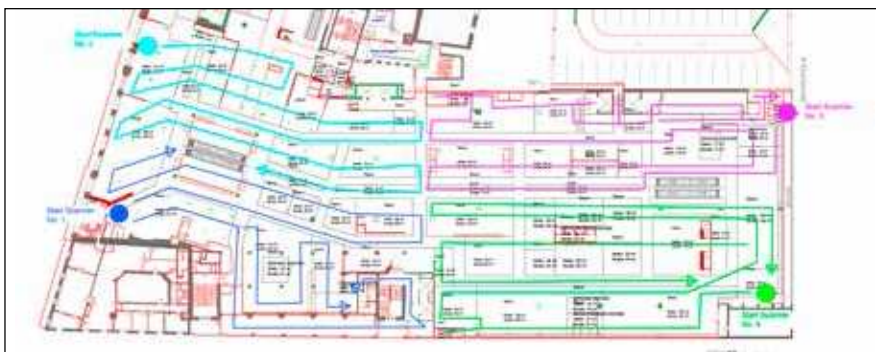
Der Ablauf jeder Nachtschicht wurde minutiös geplant, damit sich die Scanner nicht störten und eine ausreichende Abdeckung

gewährleistet wurde. Nach jeder Schicht übertrug man die Scans in eine Ordnerstruktur auf einer externen Festplatte und übergab sie an CMT. So erreichten das BKR-Büro in Weinheim pro Nacht rund 320 Scans mit 50 GByte, die dann am Morgen dort verarbeitet werden konnten.

Erstellung des 3D-Modells

Nach der Modellierung wurden die Punktwolken in einer Datenbank referenziert. Dann folgte die Konstruktion der einzelnen Geometrieobjekte wie Fußböden, Wände, Stützen und Wandöffnungen. Da auch eine vorübergehende Öffnung der Decken- oder Wandverkleidungen während des Scannens nicht erlaubt war, mussten sehr häufig abgehängte Decken aufgenommen werden. Deshalb wurde ein 3D-Modell der sichtbaren Bauteile erstellt. Im Ablaufplan wurde vorab festgelegt, wo später in einem separaten Arbeitsgang an ausgewählten Stellen eine Öffnung erfolgen sollte, um das 3D-Modell zu verfeinern.

Zur Abstimmung mit dem Statiker erstellte BKR ein Probemodell an fiktiven Daten. Das 3D-Modell aus den Scandaten wurde als Basis für die Weiterverarbeitung zum „Statikmodell“ definiert. Durch das Probemodell konnten Definitionen schon getroffen werden, bevor Daten aus der Aufnahme zur Verfügung standen. Dabei wurden die Layerstruktur, der Detaillierungsgrad, die Objekttypen, die Sonderfälle und die Darstellung festgelegt. In den Verkaufsräumen vom EG bis 7.Obergeschoss gab es fast ausschließlich abgehängte Decken. So konnte keine Geschossdecke als Objekt ermittelt werden und es wurde nur zwischen Fußboden und Decke unterschieden. Auch die Mehrzahl der Stützen war ummantelt, so wurden deren Ausmaße ebenfalls inklusive Verkleidung dargestellt. Im 3D-Modell wurden insgesamt 21 Etagen der einzelnen Gebäudekomplexe bearbeitet. Das Kaufhaus selbst nahm mit 8 Etagen und etwa 35.000 Quadratmeter Bruttogeschoßfläche den größten Raum ein. (anm) ■



Einsatzplan der Scanner im 1. OG.