



ALLPLAN in der Praxis | Infrastrukturbau

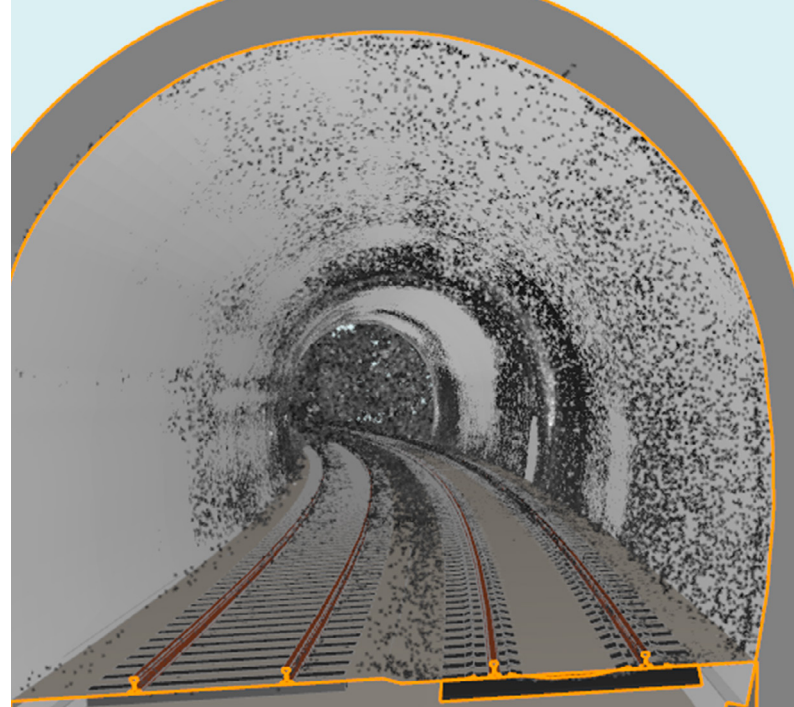
BESTANDSMODELLIERUNG IM TUNNELBAU: BESONDERE HERAUSFORDERUNGEN

Die Bestandsmodellierung ist eine von vielen planerischen Herausforderungen bei der Erneuerung des Schienennetzes. Zwei aktuelle Tunnelbauprojekte verdeutlichen einen typischen BIM-Anwendungsfall.

Die Bahn ist, abgesehen von muskelbetriebenen Fahrzeugen wie dem Fahrrad, eindeutig das nachhaltigste Verkehrsmittel, das wir haben. Ein grosser Teil der deutschen Schieneninfrastruktur ist weit über 100 Jahre alt. Selbst die letzten Instandsetzungen liegen teilweise viele Jahrzehnte zurück.

Vor diesem Hintergrund ist klar: Das über 30.000 km lange Netz bedarf an zahlreichen Abschnitten und Bauwerken einer Erneuerung. Das Bauen

im Bahnbestand ist jedoch regelmässig mit erheblichen planerischen Herausforderungen verbunden. Eine davon besteht in der Bestandsmodellierung von Tunnelbauwerken. Der luftseitig erfassbare Informationsgehalt weicht hier extrem von der bergseitig verfügbaren Datenlage ab. Zwei aktuelle Tunnelbauprojekte – die Erneuerung des Schellenstein-Tunnels bei Olsberg und des Gudenhagener Tunnels bei Brilon – verdeutlichen diese Problematik. In beiden Fällen

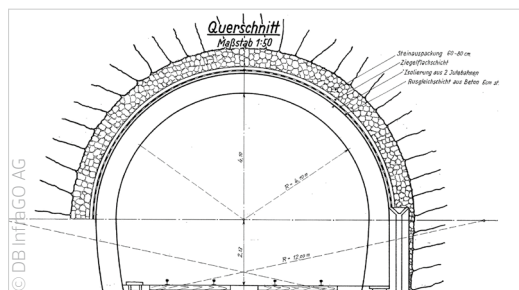


Die Innenseite der Tunnel lässt sich hochpräzise per Laserscan erfassen. Die dabei erzeugte Punktwolke umfasst rund 800 Millionen Punkte. Erdseitig stehen dem lediglich zwei Dutzend Erkundungsbohrungen gegenüber.

ist KREBS+KIEFER von der DB InfraGO AG als Generalplaner beauftragt sowie für die BIM-Gesamtkoordination verantwortlich.

Zwei typische Tunnel

Beide Bauwerke stehen exemplarisch für zahlreiche Kunstbauten des deutschen Schienennetzes.



Der in den Jahren 1870/71 erbaute Schellenstein Tunnel liegt auf der zweigleisigen Strecke 2550 zwischen Aachen Hauptbahnhof und Kassel Hauptbahnhof und unterquert die Anhöhe „Im Hagen“ (485,5 m NHN) auf einer Länge von 247 Metern. Eine Instandsetzung des Tunnels und seiner Portale erfolgte 1988/89. Der 280 Meter lange, eingleisige Gudenhagener Tunnel von 1901 ist wiederum Teil der Strecke 2961 – Paderborn Hauptbahnhof – Brilon Wald. Er unterquert den Ausläufer des „Hängeberges“ (547 m NHN).

Beide Tunnelbauwerke wurden in bergmännischer Bauweise hergestellt und weisen ein Hufeisenprofil auf. Der schlechte bauliche Zustand macht eine Erneuerung erforderlich. Projektstart für die Planungen war jeweils Dezember 2023.

PROJEKTINFORMATIONEN IM ÜBERBLICK

- > **Schwerpunkt:** Infrastrukturbau
- > **Eingesetzte Software:** ALLPLAN, Scalypso, CloudCompare

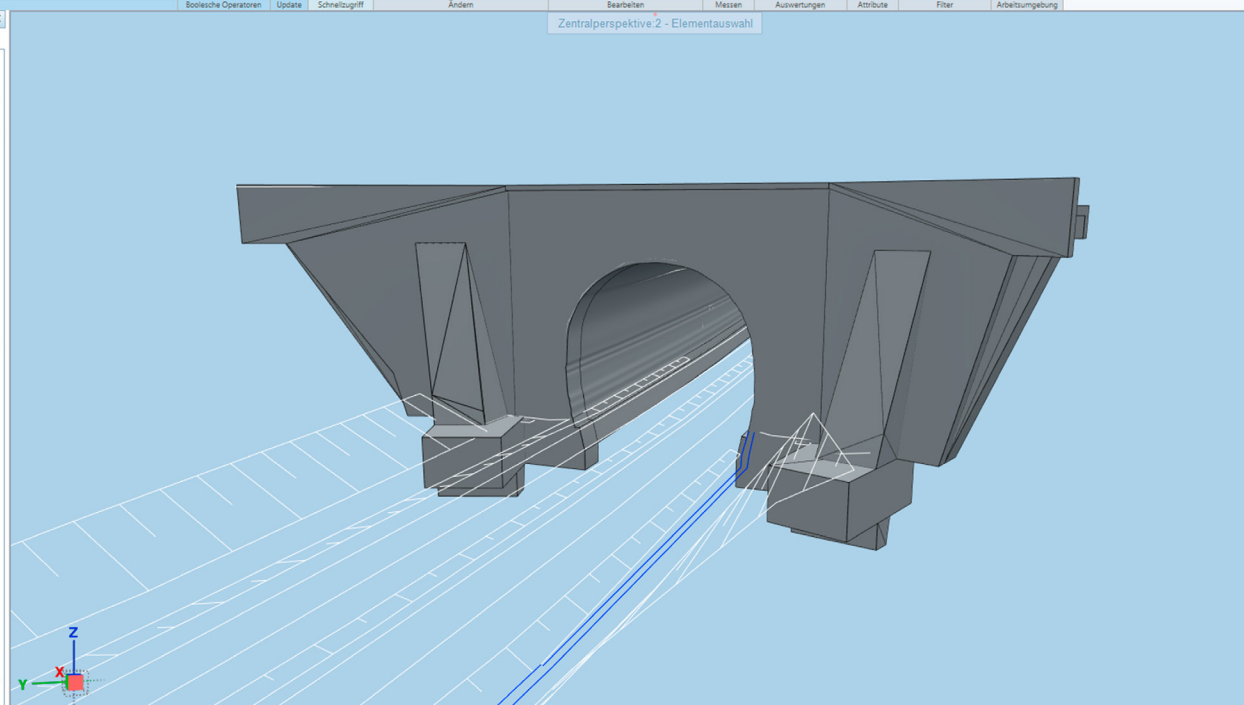
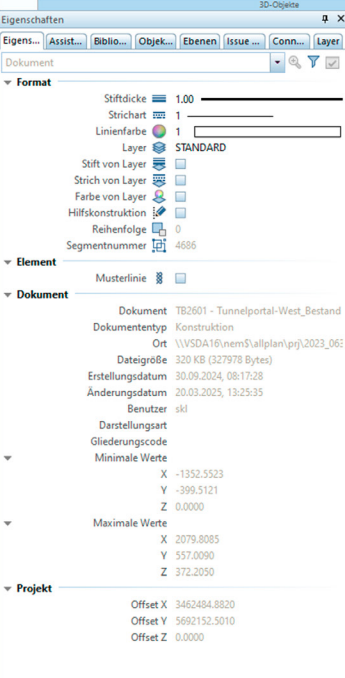
Projektdaten

- > **Auftraggeber:** DB InfraGO AG
- > **Generalplanung:** KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH
- > **Projektbeginn:** 12/2023

Bestandsmodellierung: 800 Millionen Punkte vs. 25 Bohrungen

Wie bei vielen öffentlichen Infrastrukturprojekten erfolgt auch bei der Erneuerung der beiden Tunnel die Planung mit BIM. Einen zentralen Anwendungsfall gleich zu Beginn des Projekts bildet die Bestandsmodellierung. Wie für derart alte Bauwerke charakteristisch, liegen nur eine Handvoll Unterlagen aus der Bauzeit oder von kleineren Instandsetzungsmaßnahmen vor. Dabei handelt es sich, dem Alter entsprechend, um händisch erstellte Zeichnungen, die inzwischen gescannt wurden. Das vorhandene Planmaterial gibt also nur wenig Aufschluss über die tatsächliche Beschaffenheit der Bauwerke. Im Zentrum der Bestandsmodellierung steht daher die Erfassung der beiden Tunnelbauwerke mittels 3D-Vermessung sowie zusätzlicher Erkundungsmaßnahmen.

Innen- bzw. luftseitig kommt hierbei ein 3D-Laserscanner zum Einsatz, der durch den jeweiligen



Bei der anwendungsorientierten Bestandsmodellierung werden die kombinierten Bohrungs- und Punktwolkenquerschnitte von Querschnitt zu Querschnitt extrudiert. Die Fundamente der Portalwand werden anhand von Zeichnungen aus dem Baujahr modelliert.

Tunnel gefahren wird. Die dabei erzeugte Punkt- wolke erfasst dementsprechend nur die sichtbare Innenseite des Bauwerks sowie die Tunnelportale und Einschnittsböschungen. Mit jeweils circa 800 Millionen Punkten und einer Datengrösse von 14 GB ist die Datenlage an dieser Stelle überaus exakt. Bergseitig steht dem hingegen eine Baugrund- erkundung mit 25 Bohrungen gegenüber, aus de- nen fünf Erkundungsquerschnitte der Tunnelwand à fünf Erkundungsbohrungen hervorgehen. – Ein enormes Missverhältnis, das für die anwendungs- fallorientierte Bestandsmodellierung eine grosse Rolle spielt.

Die Erstellung der Bestandsmodelle sollte immer dem Projektziel dienend erfolgen. Dementspre- chend ist es nicht zielführend, die vielen Millionen Punkte auf der Luftseite tatsächlich zu verarbeiten, während die Bergseite lediglich mit 25 Punkten abgebildet wird. Das hieraus resultierende Volumen- modell der bestehenden Tunnelinnenschale würde eine interpolierte Interpretation des bergseitigen Verlaufs der Innenschale erfordern. Der tatsäch- liche Verlauf der Hinterkante der Innenschale zwischen den Erkundungsquerschnitten ist hierbei jedoch unbekannt. Damit wäre in diesem Fall die augenscheinliche Genauigkeit auf der Bergseite der Innenschale lediglich vorgetäuscht.

Aus diesem Grund wählten KREBS+KIEFER für die Erstellung der Bestandsmodelle eine Verein- fachung. Dabei werden Schnitte im Bereich der

Erkundungsquerschnitte aus dem 3D-Laserscan extrahiert. Diese dienen über die fünf Bereiche jeweils hälftig bis zum nachfolgenden Erkun- dungsquerschnitt als Datengrundlage. Daraus resultiert zwar eine Abweichung vom tatsächlichen Laserscan über den gesamten Tunnelverlauf, doch spiegelt die Datendichte so auf der Innenseite einen vergleichbaren Informationsgehalt wie auf der Bergseite wider.

Modellierungsworkflow mit ALLPLAN und Scalypso

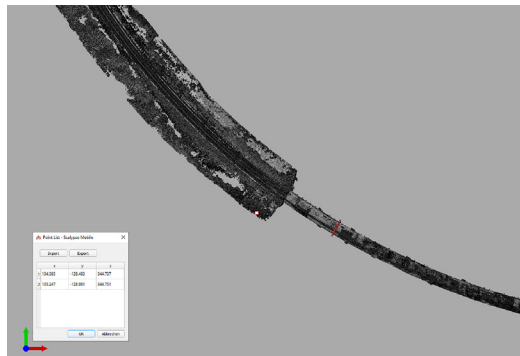
Um ein solches, dem Projektziel angemessenes Bestandsmodell zu erstellen, wurde im ersten Schritt die Position der Bohrungsquerschnitte ent- lang der Streckenachse ermittelt. An diesen Stellen übertrugen KREBS+KIEFER die entsprechenden Querschnitte aus der Punktwolke per Live-Über- tragung aus Scalypso mobile nach ALLPLAN.

Hierzu galt es im Vorfeld erst noch die enorme Grösse der Vermessungsdaten zu bewältigen, weshalb die Punktwolke in komprimierter Form in Scalypso geladen wurde, um dort die Übertra- gungsquerschnitte zu definieren. Diese konnten dann dank der direkten Schnittstelle zu ALLPLAN schnell und unkompliziert in die Modellierungs- software übertragen werden.

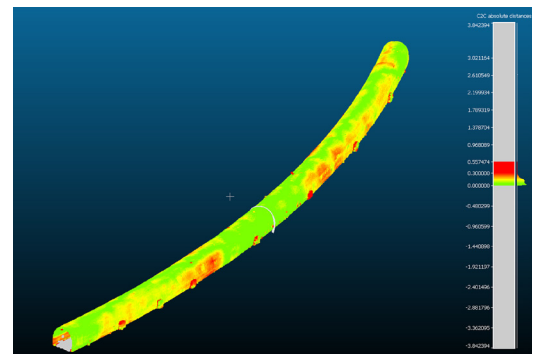


„Durch die direkte Scalypso-Schnittstelle verarbeitet ALLPLAN Punktwolken effizient und präzise und unterstützt so eine zuverlässige Bestandsmodellierung.“

Clemens Schöppner,
BIM-Experte Modellierung KREBS+KIEFER



Zur besseren Bearbeitung wurde die Arbeitsebene in ALLPLAN auf den jeweils zu bearbeitenden Querschnitt definiert (Lage parallel zur Lage der Querschnitte). Aus der Kombination von Bohrungsquerschnitt (Tunnelwanddicke) und Punktwolkenquerschnitt (Tunnelinnenseite) liess sich nun der eigentliche Tunnelquerschnitt erzeugen. Da die Fundamente der Tunnelinnenschale weder im Detail erkundet noch per Laserscan erfasst werden können, wurden sie mithilfe von Zeichnungen aus dem Baujahr modelliert. Um aus den erstellten 2D-Querschnitten ein 3D-Objekt zu generieren, wurden diese letztlich entlang der Tunnelachse von Erkundungsquerschnitt zu Erkundungsquerschnitt extrudiert, wobei sich immer zwei Querschnitte quasi „entgegenkommen“ und in der Mitte zwischen zwei Erkundungsquerschnitten treffen. Die Modellierung der Tunnelportale erfolgte auf Basis der Bestandspläne und der Vermessungsdaten. Zur Qualitätssicherung wurde das erstellte Bestandsmodell noch einmal via CloudCompare mit einem aus der Punktwolke erzeugten Oberflächenmodell abgeglichen. Eine Farbcodierung gibt dabei Aufschluss über eventuelle Abweichungen.



Weitere BIM-Anwendungsfälle mit ALLPLAN

KREBS+KIEFER setzt auch im weiteren Projektverlauf auf ALLPLAN. So kommt die Software unter anderem bei der Modellierung der Varianten für die Ersatzneubauten der Tunnel zum Einsatz. Beim Anwendungsfall „Visualisierung“ profitieren die Ingenieur:innen zudem von einer weiteren praktischen Schnittstelle in ALLPLAN: Durch den Twinmotion Direct Link lassen sich nicht nur die Modelle problemlos in die Visualisierungs-Software überführen – auch Änderungen in der Modellierung werden in Echtzeit in Twinmotion synchron visualisiert. Neben hochauflösenden Renderings ermöglicht das Programm ausserdem eine VR-Begehung der erstellten Modelle.

Das ALLPLAN-Team stand bei diesem Projekt beratend zur Seite und unterstützte mit seiner Expertise in der digitalen Bestandsmodellierung.



„Mit der Kombination von ALLPLAN und Scalypso ist eine Umsetzung des BIM-Anwendungsfalls 020 – Bestandsmodellierung – für komplexe Bauwerke wie Tunnel in einer wirtschaftlichen Bearbeitungsdauer sehr gut umsetzbar.“

Michael Sklorz,
Prokurist KREBS+KIEFER

Der Kunde

KREBS+KIEFER erbringt Ingenieurleistungen für anspruchsvollste Bauprojekte. Das Leistungsspektrum reicht dabei weit über die üblichen Ingenieurleistungen hinaus und begleitet den gesamten Lebenszyklus im Bauwesen – von der Idee über die Planung und Realisierung bis zum Erhalt. Mehr als 800 Mitarbeitende an 17

Standorten bringen auf kurzen Wegen und unter persönlicher Betreuung ihr fachspezifisches Expertenwissen ein, um beste Lösungen für Kunden und Partner zu erzielen. Gemäss dem Firmenleitbild „DER ZUKUNFT RAUM GEBEN“ setzt das 1950 gegründete Unternehmen auf Innovation, Vielfalt und Kompetenz als Qualifikation.

Über ALLPLAN

ALLPLAN ist ein Anbieter von AEC-Software mit Lösungen für Building Information Modeling (BIM), Tragwerksplanung, Ausführungsplanung und Vorfertigung. Getreu unserem Anspruch „Design to Build“ bieten wir Werkzeuge für frühzeitige, datenbasierte Entscheidungen inklusive digitaler Fertigung – und ermöglichen die Nutzung von Informationen bis zur Baustelle. Die integrierte Cloud-Technologie unterstützt die interdisziplinäre Zusammenarbeit bei Hochbau- und Infrastrukturprojekten. Innovative

Workflows ermöglichen es Architekten, Ingenieuren und Bauunternehmern, ihre Projekte produktiver, sicherer und umweltfreundlicher umzusetzen.

Über 700 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter weltweit schreiben mit Leidenschaft die Erfolgsgeschichte des Unternehmens fort. ALLPLAN mit Hauptsitz in München gehört zur Nemetschek Group, dem Vorreiter für die digitale Transformation in der Baubranche.

ALLPLAN Schweiz AG

Hertistrasse 2c
8304 Wallisellen
info.ch@allplan.com
allplan.com

ALLPLAN
A NEMETSCHKE COMPANY

