



Stuttgart 21 ist eines der grössten Infrastrukturprojekte Europas.
© Aldinger+Wolf

Allplan in der Praxis

STUTTGART 21: DIGITALER WORKFLOW AN EINEM MEGAPROJEKT

Vorteile der BIM-Arbeitsweise werden bei der Durchführung voll ausgeschöpft.

Stuttgart 21 als Teil des Bahnprojekts Stuttgart–Ulm ist eines der grössten Infrastrukturprojekte Europas. Im Rahmen des gesamten Bahnprojekts entstehen fünf neue Bahnhöfe, 120 Kilometer neue Schienenwege und zwei neue Stadtquartiere. Doch ist es nicht die Grösse allein, mit der dieses Projekt beeindruckt. Hier wird derzeit Ingenieurbaugeschichte geschrieben, sowohl konstruktiv als auch technologisch. Besonderes Augenmerk liegt dabei auf der von ingenhoven architects entworfenen Bahnhofshalle des neuen unterirdischen Durchgangsbahnhofs in Stuttgart. Ein architektonisch höchst anspruchsvolles Schalen- und Dach, getragen von 28 geometrisch hochkomplexen Kelchstützen, qualifiziert dieses als ein

Meisterwerk moderner Baukunst, wie es die Welt bislang noch nicht gesehen hat. Ohne den Einsatz leistungsstarker Planungssoftware und eigens für das Projekt entwickelter Produktionsverfahren wäre die Umsetzung des Bauwerks schier ein Ding der Unmöglichkeit. Das Ingenieurbüro Werner Sobek AG, das für die Tragwerks-, Rohbau- und Bewehrungsplanung der Bahnhofshalle verantwortlich zeichnete, setzte daher bei der Planung grösstenteils auf 3D. Auf Grundlage dieser 3D-Planung schöpft nun die Firma Ed. Züblin AG dank Allplan Bimplus die Vorteile von BIM bei der Durchführung voll aus. Ein Musterbeispiel für einen digitalen Workflow am Bau.

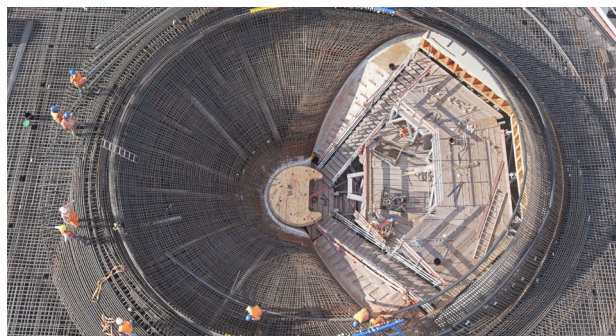
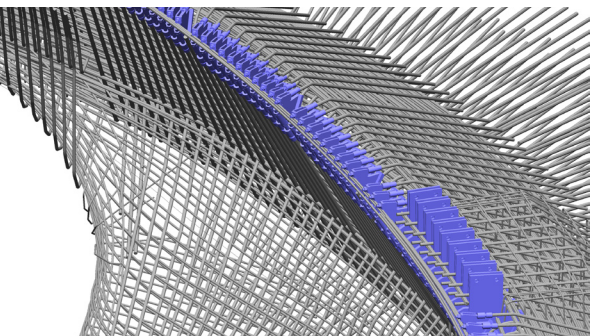
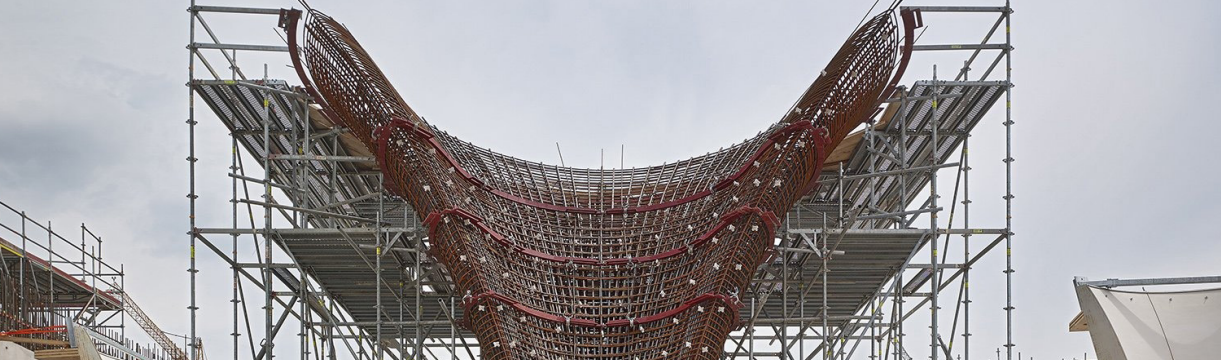


Bild oben: und rechts:
Bewehrung Kelchstütze
des neuen unterirdischen
Durchgangsbahnhofs.

© Ed. Züblin AG / Achim
Birnbaum

Bild links: Detailansicht
Bewehrung Kelchstütze im
3D-Bewehrungsmodell.

© Werner Sobek AG

FORDERNDE FORM

Etwa 420 Meter lang und 80 Meter breit soll die Bahnhofshalle für den neuen unterirdischen Durchgangsbahnhof in Stuttgart werden. Das dazugehörige Schalendach – ein hochkomplexes Gebilde aus antiklastisch gekrümmten Flächen – kann mathematisch als Freiform bezeichnet werden, da es keine mathematischen Regelmäßigkeiten gibt, die es beschreiben. Bei aller scheinbaren Freiheit ist diese Form jedoch keineswegs willkürlich, sondern folgt vielmehr auf hocheffiziente Weise dem Verlauf der Kräfte und setzt die Anforderungen an eine weitspannende und lichtdurchflutete Bahnhofshalle materialoptimiert um. Getragen wird sie von 28 Kelchstützen, die sich in 23 Regelstützen mit randverstärkendem Überzug (Hutze) an der Oberseite, vier Flachkelchen ohne Randverstärkung sowie einen grösseren Sonderkelch, der sich als Zugangsbereich zur Innenstadt hin öffnet, unterteilen lassen.

Aufgrund seiner enormen geometrischen Komplexität musste das Schalendach komplett in 3D geplant werden. Hierzu generierten ingenhoven architects in Zusammenarbeit mit der Werner Sobek AG ein 3D-Modell in Rhinoceros. Das Modell enthält neben der reinen Oberflächengeometrie auch weitergehende Informationen wie Schalhautfugen und Koordinaten von Einbauteilen. Es diente als Planungsgrundlage für die Objektplanung von ingenhoven architects, die Rohbau- und Bewehrungsplanung der Werner Sobek AG sowie für die Entwicklung einer Schalkonstruktion durch ZÜBLIN. Die Bewehrungsplanung erwies

sich aufgrund dreier Randbedingungen als sehr komplex: Erstens führte die Geometrie mit ständig variierenden Bauteildicken, synklastisch und antiklastisch gekrümmten Bereichen sowie einer Kombination aus kreisförmigen und orthogonalen Bewehrungssystemen zu komplexen Übergangs- und Übergreifungsbereichen mit mehrfachen Kröpfungen und Krümmungen. Zweitens erforderten hohe Anforderungen an die sichtbare Oberfläche geringe Abweichungen in der Betondeckung und äusserst präzise Biegeformen. Drittens war die Genauigkeit bei der Herstellung der komplexen Biegeformen der Bewehrungsseisen fertigungstechnisch begrenzt.

12.000 BEWEHRUNGSPLÄNE FÜR EIN DACH

Aufgrund dieser Randbedingungen erzeugten die Ingenieure von Werner Sobek für die Bewehrung der Freiformgeometrie anhand des 3D-Modells neben der Oberfläche sogenannte Spuren (Bewehrungsachsen) mit Rhinoceros in Kombination mit Grasshopper und C#. Da diese Spuren aus Splines bestanden und somit nicht wirtschaftlich herstellbar gewesen wären, musste die Geometrie in einem ersten Schritt vereinfacht werden. Dies liess sich mittels eigens entwickelter Skripte lösen, über die eine parametrisierte Vereinfachung und Gruppierung von Stabformen erfolgte. Auf diese Weise wurden mit der Ed. Züblin AG abgestimmte Biegeformen als Bogenzüge mit bis zu drei Bögen und Polygonen erreicht. Jene Eisen, die keine Freiformgeometrie besitzen, erzeugten die Ingenieure in Allplan Engineering. Die zuvor erwähnten finalen



Betonierte Kelchstütze für die Bahnsteighalle des neuen Stuttgarter Tiefbahnhofs.

© Ed. Züblin AG / Achim Birnbaum

Spuren wurden schliesslich ebenfalls nach Allplan überführt und mit der dort bereits generierten Bewehrung zu einem Gesamtbewehrungsmodell inklusive aller Stabeigenschaften, bewehrungsrelevanter Einlegeteile sowie Betonier- und Rüttelwendeln verarbeitet. Anhand dieses 3D-Bewehrungsmodells wurde erst eine Kollisionskontrolle durchgeführt und anschliessend die Bewehrungspläne erzeugt. Einige wenige Zahlen offenbaren die enorme Komplexität: 350 DIN-A0-Pläne umfasst die Bewehrungsplanung eines typischen Innenkelches mit einer Bewehrungsmasse von etwa 300 Tonnen. Dabei treten pro Kelch circa 1.500 verschiedene Positionen auf. Ein typischer Randkelch, mit rund 350 Tonnen Bewehrungsstahl, kommt auf 400 Pläne. Das Schalendach insgesamt wird auf 12.000 Bewehrungsplänen dargestellt.

OPTIMIERTE AUSFÜHRUNG DANK ALLPLAN BIMPLUS

Die Bewehrungseisen werden in einer eigens für das Projekt eingerichteten Biegerei überwiegend per Schnittstelle zwischen Biegemaschine und Bewehrungsmodell gebogen und durch massstäbliche Laserprojektion kontrolliert. 11.000 unterschiedliche, teils dreidimensional gekrümmte Stabformen, darunter viele Unikate, müssen auf der Baustelle pro Kelch gelegt werden. Um die exakte Positionierung zu gewährleisten, erhält jedes Bauteil des Schalendachs ergänzend zu den Bewehrungsplänen eine Koordinatenliste mit Gauss-Krüger-Koordinaten. Mithilfe eines Vermessers können die Leitstäbe exakt eingemessen und weitere Eisen dazwischen platziert werden.

PROJEKTINFORMATIONEN IM ÜBERBLICK

- > **Schwerpunkt:** Ingenieurbau
- > **Software Bewehrungsplanung:** Allplan Engineering, Allplan Bimplus
- > **Bauherr:** DB Projektbau GmbH, Stuttgart/ Deutschland
- > **Entwurf:** ingenhoven architects
- > **Tragwerks-, Rohbau- und Bewehrungsplanung; Fassadenplanung:** Werner Sobek AG
- > **Ausführung:** Ed. Züblin AG
- > **Planungszeitraum:** 2010 – 2020; Restarbeiten bis Frühling 2021
- > **Ausführungszeit:** 2011 – 2025

Für die korrekte Zuordnung der Stäbe sind in den Bewehrungsplänen Stabanfang und -ende definiert, die der Biegebetrieb wiederum mittels einer farblichen Markierung zusätzlich zur Positionsnummer am Stab übernimmt. Doch die 3D-Bewehrungsplanung verbessert die Ausführung noch durch eine weitere Hilfestellung: Mithilfe von Allplan Bimplus wird das 3D-Modell unmittelbar vor Ort unterstützend eingesetzt und der Einbau der Eisen koordiniert. ZÜBLIN verwendet dabei sowohl einen Grossbildschirm im Container als auch eine mobile Lösung für den direkten Zugriff an der Einbaustelle. Die hochanspruchsvolle Herstellung der Bewehrung wird somit weitaus übersichtlicher und ungemein erleichtert, was den enormen Nutzen eines digitalen Workflows in diesem Meisterwerk der Ingenieurbaukunst – von der Planung bis zur Ausführung – verdeutlicht.



„Allplan Bimplus ist ein elementarer Bestandteil der neu entwickelten digitalen Arbeitsprozesse, ohne die die Herstellung der architektonisch sehr anspruchsvollen Dachkonstruktion nicht möglich wäre.“

Bernd Mehlig, Gesamtprojektleiter
Ingenieurbau Stuttgart 21 bei der
Ed. Züblin AG

WERNER SOBEK AG

Der Architekt, beratende Ingenieur und Prüfingenieur für Baustatik aller Fachrichtungen Prof. Dr. Dr. E.h. D. h.c. gründet 1992 die Firmengruppe Werner Sobek. Diese steht weltweit für Engineering, Design und Nachhaltigkeit. Sie umfasst mehr als 350 Mitarbeiter und ist weltweit tätig. Werner Sobek bearbeitet alle Typen von Bauwerken und Materialien. Besondere Schwerpunkte liegen hierbei im Hochbau und in der Fassadenplanung. Die Arbeiten zeichnen sich durch hochklassige Gestaltung auf Basis von herausragendem Engineering und integralen Konzepten zur Minimierung von Energie- und Materialverbrauch aus.

ZÜBLIN AG

1898 vom Schweizer Ingenieur Eduard Züblin gegründet, überzeugt die Ed. Züblin AG heute als Nummer eins im deutschen Hoch- und Ingenieurbau durch ihre Innovationskraft, die sich in intelligenten Konstruktionen, neuen Baustoffen und fortschrittlichen Fertigungsmethoden niederschlägt. Nicht zuletzt verdankt das Mitglied der weltweit agierenden STRABAG SE seinen Erfolg dem Ideenreichtum und Engagement seiner 14.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter, die als ein grosses Team auch komplexe Bauvorhaben durch perfekte Abläufe termingerecht und zum besten Preis realisieren.

ÜBER DAS UNTERNEHMEN

ALLPLAN ist ein globaler Anbieter von Building Information Modeling (BIM) Lösungen für die AEC-Industrie. Seit mehr als 50 Jahren treibt ALLPLAN die Digitalisierung der Baubranche massgeblich voran. An den Anforderungen der Anwender orientiert, bieten wir innovative

Werkzeuge für das Planen und Bauen von Bauwerken und inspirieren unsere Kunden, ihre Visionen zu verwirklichen. ALLPLAN mit Hauptsitz in München ist Teil der Nemetschek Group. Über 400 Mitarbeiter weltweit schreiben die Erfolgsgeschichte des Unternehmens mit Leidenschaft fort.

ALLPLAN Schweiz AG
Hertistrasse 2c
8304 Wallisellen
info.ch@allplan.com
allplan.com