

BIM in der sechsten Dimension

6D-Planung der Unstrutbrücke mit Autodesk® Revit® und SOFiSTiK FEM

Zeit und Kosten haben die klassischen digitalen 3D-Modelle längst um eine vierte und fünfte Dimension erweitert. Die Ingenieure von Emch+Berger Weimar zeigen am Beispiel einer Eisenbahnbrücke (Stahlfachwerk), wie statische Berechnung und Bewehrungsplanung das digitale Modell erweitern. Autodesk® Revit® als Modellierungssoftware und die SOFiSTiK FEM Programme für Berechnung und Bemessung erweisen sich als perfekte Partner für intelligente und effiziente Ingenieursarbeit.

Die Deutsche Regional Bahn möchte die 2006 stillgelegte Strecke der „Kyffhäuser-Bahn“ in Thüringen wieder in Betrieb nehmen und hat Emch+Berger Weimar mit allen Leistungsphasen der Objekt- und Tragwerksplanung inklusive der Nachrechnung und Bauwerksprüfung für die Wiederinbetriebnahme beauftragt. Die Nachrechnung ergab, dass die Tragfähigkeit der derzeitigen Brücke

langfristig nicht gewährleistet werden kann. Als Vorzugsvariante wurde der Ersatzneubau der bestehenden dreifeldrigen Eisenbahnbrücke über der Unstrut durch ein einfeldriges Stahlfachwerk gemäß Ril 804.9010 vorgesehen. Ab 2023 sollen wieder Züge zwischen Betleben und Sondershausen fahren.

Für Emch+Berger selbstverständlich: BIM auch im Brückenbau

Obwohl die BIM-Methodik schon seit Jahren im Hochbau erfolgreich angewendet wird, ist sie im Brückenbau noch nicht richtig etabliert. Im Gegensatz zu Gebäuden, deren Bauteile i. d. R. auf Rastern und Ebenen liegen und einfache Querschnitte haben, weisen Brücken Längs- und Querneigungen, Überhöhungen, komplexe Randbedingungen und Bauzustände auf, die nicht einfach zu model-

lieren sind. Hinzu kommt die fehlende Erfahrung einiger Auftraggeber, Planer und Bauausführender mit dem Thema. Die BIM Skeptiker tendieren dazu, den Aufwand der Modellierung zu überschätzen und die Qualität der Ergebnisse zu unterschätzen. Der intensive Aufwand in den ersten Leistungsphasen wird jedoch im gesamten Planungsprozess ausgeglichen, da die unvermeidlichen Planänderungen viel effektiver im BIM-Modell umgesetzt werden können. Darüber hinaus wird eine höhere Qualität der Planung erzielt, u. a. durch:

- Erkennung von räumlichen Konflikten
- Genauere Mengenermittlung
- Darstellung von Bauphasen (4D)
- Verknüpfung zu Baukosten (5D)
- Berechnungsmodelle für die Tragwerksplanung (6D)

Aufgrund der geforderten Genauigkeit in der Planung und der Komplexität der vorliegenden Randbedingungen sowie der geplanten Bautechnologie entschied Emch+Berger die Unstrutbrücke als BIM-Projekt mit Autodesk® Revit® und den SOFiSTiK FEM Programmen umzusetzen.

Bestandserfassung

Die bestehende schotterlose Eisenbahnbrücke setzt sich aus drei gelenkigen Einfeldträgern (Trägerrost + Fachwerk + Trägerrost) zusammen. Die massiven Widerlager und Pfeiler sind auf 8 bewehrten Brunnen tiefgegründet. Die Grundlagen für die Modellierung des bestehenden Bauwerks waren die Bestandspläne und die Bestandsaufnahme vor Ort (Scannen). Der erzielte Detaillierungsgrad des Modells war erforderlich für die Nachrechnung, die Bautechnologie (Tonnage der Überbauten für die Demontage bzw. den Kraneinsatz) und die Planung der neuen Tiefgründung, da vier Bohrpfähle im Kern der bestehenden Brunnengründung hergestellt werden.

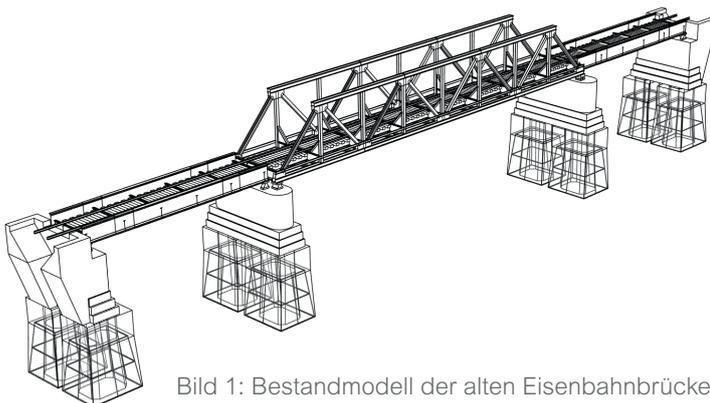


Bild 1: Bestandmodell der alten Eisenbahnbrücke

Parametrische Modellierung des Stahlfachwerks

Während Unterbauten, Tiefgründung und weitere Anlagen konventionell mit Revit konstruiert wurden, nutzten die Ingenieure von Emch+Berger für die Modellierung des Stahlfachwerks einen grafischen Programmierzusatz zu Revit®: Dynamo®.

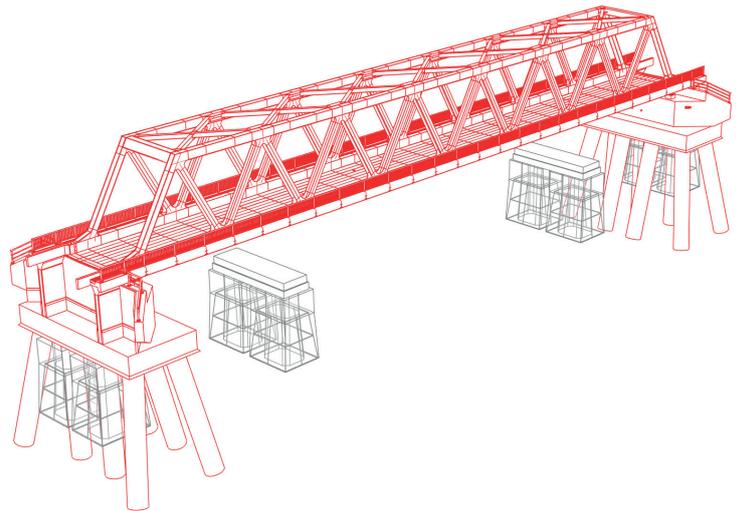


Bild 2: Revit® Modell der neuen Eisenbahnbrücke

Die Anwendung von Dynamo® bot mehrere Vorteile:

- Die parametrisierte Modellierung des Bauwerks anhand von Koordinaten
- Die schnelle Umsetzung von Änderungen in der Geometrie des Bauwerks in der Entwurfsphase
- Die zügige Anpassung des Modells bei Berücksichtigung der Längsneigung und Überhöhung

Als Ergänzung bzw. Alternative zu Dynamo ist bei Emch+Berger inzwischen auch der neue SOFiSTiK Bridge Modeler (SBM) für Revit im Einsatz: SBM unterstützt die parametrische Modellierung von Infrastrukturbauwerken und ermöglicht es nun jedem Revit® User parametrische Modelle in seiner gewohnten Revit Umgebung zu erzeugen.

Dimension vier: die Zeit

BIM ermöglicht die Simulation von Bauabläufen. Für die Brücke über die Unstrut modellierte man die Hauptbauphasen Bestand, Bau- und Endzustand in Revit®. Allein dadurch fiel es Auftragge-

bern, Projektbeteiligten und der interessierten Öffentlichkeit leichter, das Projekt und seinen Ablauf zu verstehen.

Viel wichtiger aber war die Möglichkeit, auf diese Weise die Bautechnologie exakt zu planen und zahlreiche Fragen zu beantworten, z. B.: Unter welchen Bedingungen wird das neue Stahlfachwerk auf die Unterbauten montiert? Welche Tonnagen sind für die Überbauten bei Demontage zu berücksichtigen? Welche Schutzmaßnahmen sind beim Kraneinsatz nötig? Welche Einschränkungen gelten für die bestehenden Anlagen während der Bauzeit?

Dimension fünf: die Kosten

Das digitale Revit® Modell enthält – je nach Bedarf – weitaus mehr Information als die bloße Geometrie. Informationen über Material, Qualität, Stärken, Gewicht, Preis usw. können erfasst und verwaltet werden; das Modell führt die aktuellen Zahlen bei jeder Änderung nach. Abhängig von der Vollständigkeit und Genauigkeit der eingegebenen Daten sind daher jederzeit zuverlässige Aussagen über zu erwartende Kosten möglich.

Das Tragwerksmodell als sechste Dimension

Damit die statische Berechnung tatsächlich die Rolle einer weiteren „Dimension“ in der Planung spielen kann, muss sie ebenso wie Zeitabläufe und Kosten mit dem Modell verbunden sein. Die Brücke über die Unstrut zeigt, wie das funktioniert. Bei Emch+Berger nutzt man für die Berechnungen die SOFiSTiK FEM Programme. Die Herausforderungen waren aufgrund der Komplexität des Stahlfachwerks hoch: Neben den Knoten mussten die Fahrbahn mit Längsrippen und Querträgern sowie kinematische Verbindungen und Bohrprofile berücksichtigt werden, dazu kamen die Anzahl der Lasteinwirkungen (LM71), und es galt, die lokalen Nachweise bei Ausführungsplanung (Beulen, Schweißen usw.) zu ermitteln. Beim Modellieren mit Autodesk® Revit® entsteht bereits das analytische Modell für die Berechnung, das über die SOFiSTiK – Revit Schnittstelle direkt in den SOFiSTiK Structural Desktop (SSD) eingelesen werden kann. Hier kann man nun brückenspezifische Informationen ergänzen; dann führt die Software die verschiedenen Berechnungen und Nachweise basierend auf durchgängigen und parametrischen SSD Tasks durch.

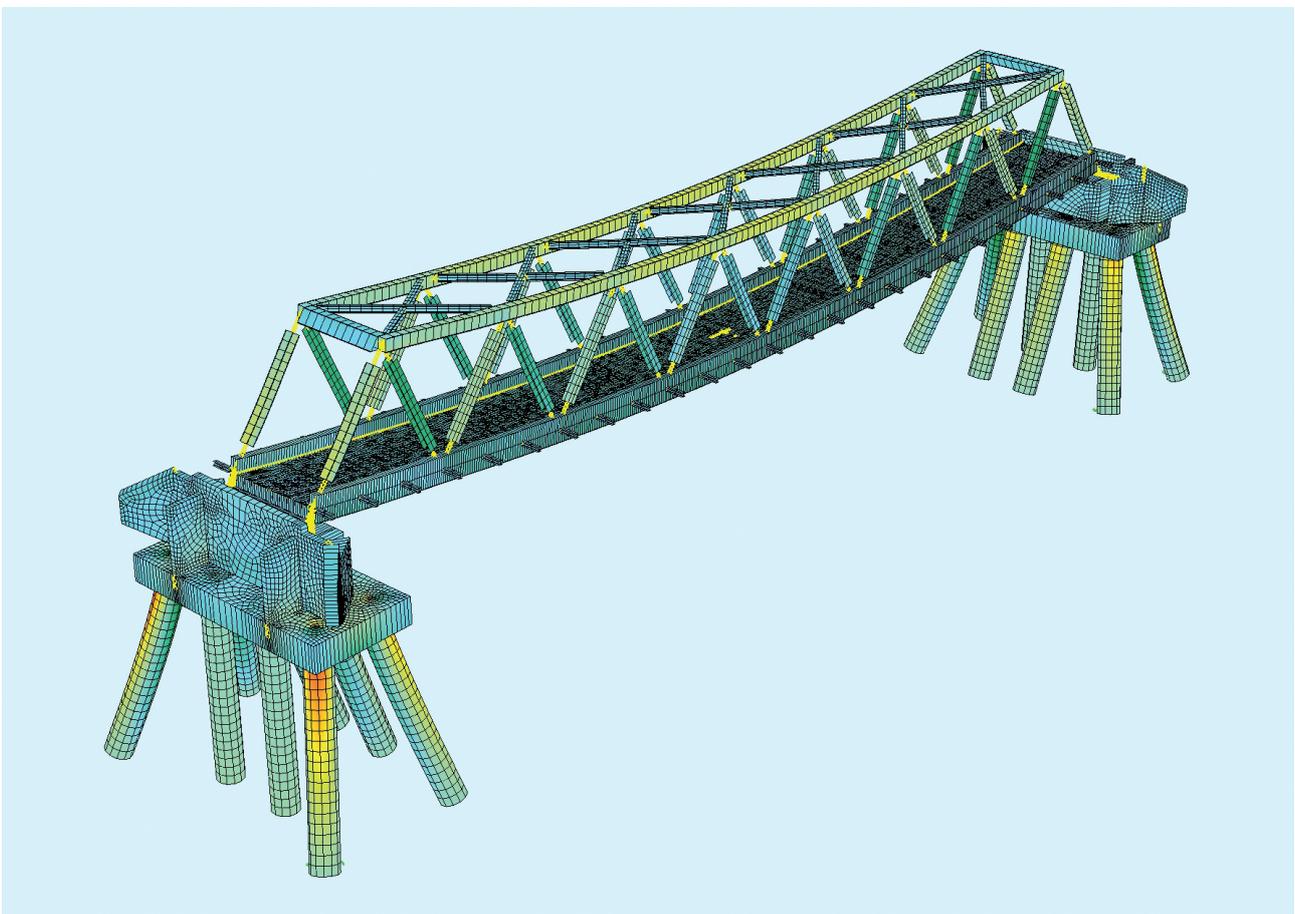


Bild 3: SOFiSTiK FE Modell aus Revit abgeleitet (Verformung überhöht)

Ab auf die Baustelle!

Ob 3D, 4D, 5D oder 6D – irgendwann müssen die Informationen, was wie gebaut werden soll, zur Baustelle. Dort sind nach wie vor Ausführungspläne gefragt. Auch diese lassen sich anhand der BIM-Modelle generieren, und SOFiSTiK erweitert die grundlegenden Möglichkeiten von Autodesk Revit bei der Bewehrungsplanung. Bei Emch+Berger nutzt man SOFiSTiK Reinforcement

Detailing, um die Bewehrungspläne für die massiven Unterbauten zu erstellen.

Für Gustavo Cosenza, Projektleiter konstruktiver Ingenieurbau, bei Emch+Berger, ist SOFiSTiK heute ein unentbehrlicher Partner und kann weit mehr als exzellente Software zu liefern. „BIM ist im Brückenbau noch nicht wirklich angekommen, obwohl die Methode in allen Belangen zu besserer Qualität führt“, findet er.

Emch+Berger ist eine mittelständische und mitarbeitergeführte Ingenieur-Gruppe mit ca. 280 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in Deutschland und Frankreich. Emch+Berger Ingenieure und Planer Weimar GmbH bietet seit 1990 Planungsleistungen und Bauüberwachung für konstruktiven Ingenieurbau, Verkehrsanlagen, Umwelt und Landschaft an.



Gustavo Cosenza, Projektleiter konstruktiver Ingenieurbau bei Emch+Berger Weimar GmbH:

„SOFiSTiK ist für uns vor allen Dingen ein zuverlässiger Partner bei der BIM-Implementierung.“



Mit Blick fürs Ganze
Emch+Berger Gruppe Deutschland
www.emchundberger.de



SOFiSTiK AG · Bruckmannring 38 · 85764 Oberschleißheim · Germany
info@sofistik.de · www.sofistik.de