



# Infrastrukturprojekte 2016

## Bauen bei der Deutschen Bahn

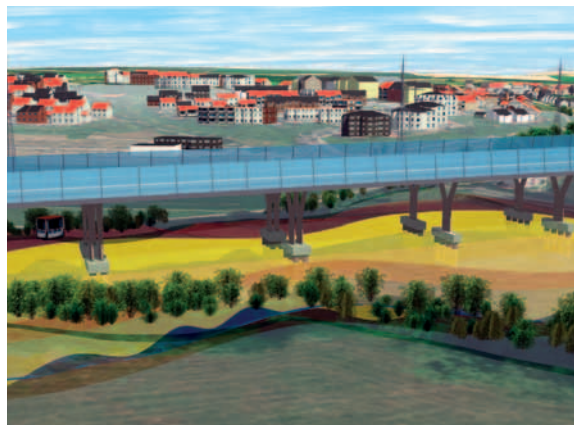
Herausgeber: DB Netz AG

# Infrastrukturprojekte 2016

Bauen bei der Deutschen Bahn

Herausgeber: DB Netz AG

# Inhalt



Frank Sennhenn Grusswort	7
-----------------------------	---

Sascha Björn Klar BIM: Erst digital, dann real bauen	8
---	---

Sascha Björn Klar / Thomas Grundhoff / Arnim Marx / Marc Thiel / Jörg Obergfell Pilotprojekt Tunnel Rastatt	10
---	----

Stefan Ventzke / Veit Appelt / Michael Teitzel / Klaus Tilger Emmerich–Oberhausen: Bauen und Fahren mit BIM	20
--	----

Matthias Hudaff / Stefanie Gerlach / Jan Lange / Armin Skierlo DB-Bürgerdialog: Direkt Betroffene werden aktiv Beteiligte	30
--	----

Thomas Heise / Axel Scherer / Ingo Wiermann Bauzeit sparen mit optimierter Fließbandtechnologie	36
---	----

Cornelius Toussaint Baulärm reduzieren mit mobilen Systemen	42
--	----

Oliver Niebling / Joachim Polloczek / Pablo Schielke Bodenverbesserung mit dem FMI-Verfahren	46
--	----

Dieter Hartleben Bewährte und innovative Schienenbearbeitung	54
--	----

Bernd Elsweiler / Volker Grassmann Höhere Qualität für Kunden durch Anlagen-Ferndiagnose	62
--	----

Dirk Peukert Neues Zugbeeinflussungs- system für die Berliner S-Bahn	66
--	----

Valeri Rups Geothermie heizt Weichen nachhaltig	78
--	----

Andreas Witzel / Stefan Sperling MegaHub Lehrte: Technik für innovativen Schnellumschlag	86
--	----

Martin Heinisch / Dan Miricescu Anti-Graffiti-Beschichtung mit Lotus-Effekt	92
---	----



Jörg Schlaich / Thomas Fackler / Fritz Tiarks  
Die Gänsebachtalbrücke in Thüringen 98

---

Michael Roempler / Martin Westphalen  
Eisenbahnbrücke über die Aller 104

---

Wolfgang Kriechbaum / Michael Katz  
Standardisierte Rahmen für  
Eisenbahnüberführungen 108

---

Thomas Ritlewski / Michael Schädel  
Schwingungen an Stahlbrücken reduzieren 112

---

Martin Schmock  
Lärmsanierung von Brücken  
mit elastischen Stützpunkten 116

---

Leonhard Asbeck / Günther Koller  
Querschnittsoptimierter  
Brückenbalken aus Kunstholz 122

---

Tristan Mölter  
Entwicklungen und  
Innovationen im Lärmschutz 126

---

Robert Reichartzeder  
Schallschutz mit hohem Anspruch  
an Funktionalität und Design 130

---

Bodo Beul  
Aktiv den Lärm reduzieren 136

---

Peter Kerschbäumer  
Rieder 360° – niedrige Lärmschutzwand  
für freie Sicht 140

---

Andreas Herder  
Schwellen und Lärmschutzwand:  
Zweites Leben für Altmaterial 144

---

**Quellen- und Bildnachweis 148**

---

**Partner der Bahn 149**

---



## Sehr geehrte Leserinnen und Leser,

Bauen bei der Deutschen Bahn – der Untertitel dieses Buches steht für das größte Infrastruktur-Modernisierungsprogramm ihrer Geschichte. Aber mit „Bauen bei der Deutschen Bahn“ verbindet sich weitaus mehr. Beispielsweise die Herausforderung, Fahren und Bauen gleichermaßen zuverlässig zu gestalten. Und ebenso die Erwartung der Nachbarn an unseren Strecken, dass dieses Bauen möglichst wenig Beeinträchtigen und am Ende mehr Lärmschutz am Gleis mit sich bringt.

Wenn wir über unsere Modernisierungsoffensive im Rahmen der Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung (LuFV II) reden, bzw. über die rund 35 Milliarden Euro, die zwischen 2015 und 2019 insgesamt in den Erhalt und Ausbau des Schienennetzes fließen, dann gerät mitunter aus dem Blickwinkel, dass die DB Netz AG kein Bauunternehmen ist, sondern ein Infrastrukturmanager, dessen Ziel es ist, möglichst viel Verkehr auf die Schiene zu holen.

Natürlich: Dafür sind die Investitionen mehr als notwendig. Um die Verfügbarkeit der Infrastruktur auch in Zukunft zu sichern, die Qualität zu verbessern, Kapazitätsengpässe aufzulösen. Zugleich müssen wir jedoch einen zuverlässigen Betrieb organisieren. Je mehr wir in die Infrastruk-

tur investieren, desto wichtiger wird es, an der Optimierung von Fahren und Bauen zu arbeiten. Im Rahmen des Projektes „Zukunft Bahn“, mit dem insgesamt die Eisenbahn in Deutschland attraktiver und damit wettbewerbsfähiger wird, haben wir uns in diesem Jahr intensiver mit den Prozessen rund um das Thema Fahren und Bauen auseinandergesetzt. Wir haben uns vor allem die Baustellen mit hoher Netzwirkung angesehen, um Optimierungsansätze zu finden. Wir wollen noch stärker Baustellen strategisch planen, zusammenfassen und kundenorientiert in den Fahrplan integrieren. Dabei setzen wir auch hier auf Digitalisierung, auf neue IT-Werkzeuge. Ein Beispiel ist unser Sperrzeitenfinder, der hilft, in bereits geplante Baumaßnahmen weitere zu integrieren.

Digitalisierung ist auch der Schlüssel, um Bauprojekte besser planen und umsetzen zu können. Unter dem Stichwort „Building Information Modeling (BIM)“ werden nicht nur die technischen Plattformen für Planen, Bauen und Projektmanagement verändert. Die Methode des digitalen Planens und Bauens baut auf Transparenz, Vertrauen, Offenheit und Kooperation aller Projektpartner in sämtlichen Phasen – von der Projektidee und der Bedarfsanalyse über die Planung, die



Genehmigungsverfahren, der Auftragsvergabe, der Ausführung bis zur Abrechnung und Inbetriebnahme. Auch der Betrieb sowie die Wartung, Instandhaltung und Erneuerung bzw. der Rückbau können besser organisiert werden. Das Beispiel des Projektes Emmerich-Oberhausen weist den Weg, mit BIM frühzeitig auch Konflikte zwischen Bauplanung und am Kunden orientiertem Fahrplan zu lösen.

Digitalisierung wird die Infrastruktur insgesamt intelligenter und damit zuverlässiger, leistungsfähiger und wirtschaftlicher machen. Nicht alles werden wir von heute auf morgen schaffen, doch wir haben uns entschlossen auf den Weg gemacht. Ein Beispiel ist die Diagnose- und Analyseplattform (DIANA), mit der bereits über 2.000 Weichen ausgerüstet sind. Ein Sensor ermittelt den Strombedarf des Stellmotors der Weiche, DIANA modelliert und visualisiert aus diesen Daten den Status und die Zustandsentwicklung der Weiche bis hin zur Störungsprognose.

Auch über die Digitalisierung hinaus brauchen wir Innovationen. Beispiele liefert dieses Buch – ob bei Eisenbahnbrücken, Bautechnologien oder

beim Lärmschutz. Die nachhaltige Verringerung des Lärms – sowohl in der Bauphase als auch im Betrieb ist unabdingbar für die Akzeptanz unserer Infrastrukturprojekte und des Ziels, mehr Verkehr auf die Schiene zu bringen. In diesem Buch wird deshalb technischen Lösungen zur Lärmreduktion breiten Raum eingeräumt.

Anfang August 2016 hat die Bundesregierung den Bundesverkehrswegeplan 2030 beschlossen, der einen Zuwachs an Investitionen in die Schiene vorsieht. 2017 wird das entscheidende Jahr für den Investitionshochlauf der Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung für das Bestandsnetz. Beides sind gute Gründe für uns, in Partnerschaft mit der Bauwirtschaft und Industrie, mit Ingenieurbüros und Wissenschaft weiter nach neuen Lösungen zu suchen, neue Wege bei der Umsetzung der Investitionen in die Zukunft der Eisenbahn in Deutschland zu beschreiten.

Ihr

Frank Sennhenn  
Vorstandsvorsitzender der DB Netz AG

# BIM: Erst digital, dann real bauen

**Building Information Modeling (BIM) wird mehr verändern als nur die technischen Plattformen für das Planen, das Bauen sowie das Projektmanagement**

Mit BIM wird durch die Verknüpfung der geometrischen 3D-Planung mit Terminplan- und Kostenwerten ein integrierter Datenpool geschaffen, auf den alle Projektbeteiligten Zugriff erhalten. BIM baut somit auf Transparenz, Vertrauen, Offenheit und Kooperation aller Projektpartner in sämtlichen Phasen – von der Projektidee über die Planung, die Genehmigungsphase, die Ausführung bis zur Inbetriebnahme und dem eigentlichen Betrieb der Anlage.

In der Planungsphase erhalten Beteiligte und Betroffene durch 3D-Visualisierungen frühzeitig ein realistisches Bild der Planungen. Digitale Werkzeuge unterstützen die Diskussion um Trassenvarianten oder die Gestaltung von Inge-

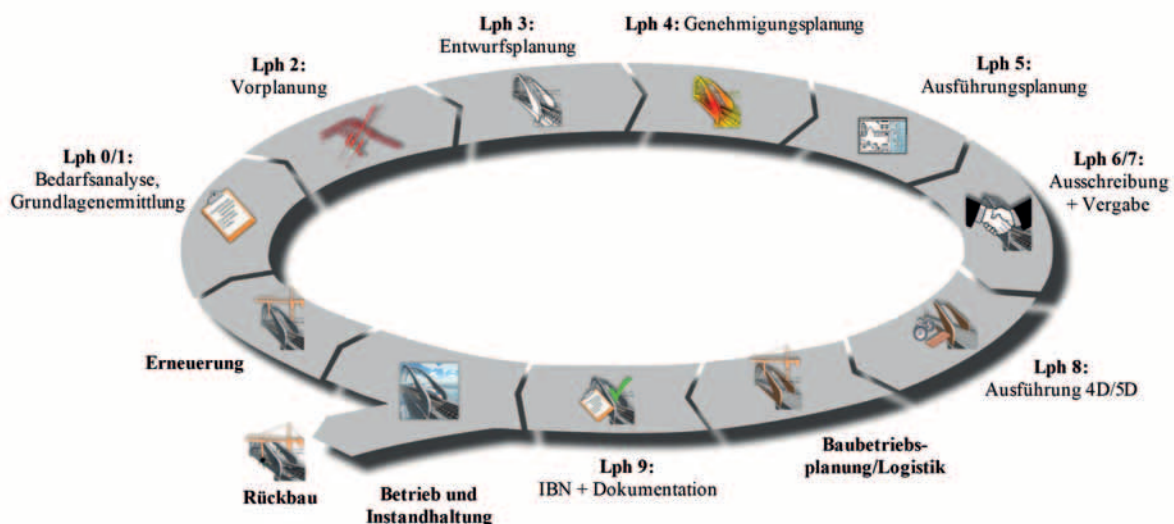
nieurbauwerken. Das erhöht die Akzeptanz und erleichtert die Genehmigungsverfahren. Da neben den geometrischen Informationen auch Termine und Kosten in das Modell einfließen, können in der Ausführungsphase Bau- und Kostenverläufe vorab simuliert und bei drohenden Mehrkosten frühzeitig gegengesteuert werden.

Während der Betriebsphase können Wartungs- und Instandhaltungsarbeiten mit BIM geplant und digital unterstützt werden. Aufgrund der genannten Verbesserungspotentiale entlang des kompletten Lebenszyklus einer Eisenbahninfrastruktur-anlage soll BIM zukünftig flächendeckend bei der DB Netz AG eingesetzt werden.

**Durch die Einführung von BIM entsteht ein Nutzen über alle Leistungsphasen (Lph) der Projektabwicklung**

**DB NETZE**

**Einsatz von BIM entlang des Lebenszyklus eines Projekts**



---

## Empfehlungen der „Reformkommission Bau von Großprojekten“

Vor allem im nationalen Raum ist in den letzten Jahren feststellbar, dass große Bauprojekte zum Teil erhebliche Abweichungen bei der Erreichung der Projektziele hinsichtlich Terminen, Kosten und Qualität aufweisen. Das damalige Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung hat dies im April 2013 zum Anlass genommen, die „Reformkommission Bau von Großprojekten“ zu gründen. Aufgabe der Reformkommission war es, konkrete Handlungsempfehlungen zu entwickeln, um Kostenwahrheit, Kostentransparenz, Effizienz und Termintreue bei Großprojekten zu verbessern und das Vertrauen der Bürgerinnen und Bürger in die öffentliche Hand als Bauherr zu stärken.

Am 29. Juni 2015 hat die Reformkommission ihren Abschlussbericht mit Handlungsempfehlungen vorgelegt. Auf Grundlage des Berichts hat das BMVI einen „Aktionsplan Großprojekte“ erarbeitet, der am 9. Dezember 2015 vom Bundeskabinett verabschiedet wurde. Der Aktionsplan empfiehlt unter anderem die vermehrte Nutzung digitaler Methoden bei der Realisierung von Großprojekten.

Dem Einsatz von BIM kommt hierbei eine Schlüsselrolle zu. Die BIM-Methodik beeinflusst die Zielerreichung von mehreren anderen Empfehlungen positiv. Durch den entstehenden Synergieeffekt erwartet die Reformkommission signifikante Verbesserungen der Projektmanagementprozesse und Projektergebnisse. Dies kann schon heute durch Erfahrungen im internationalen Raum belegt werden. Hier wird BIM bereits mit Erfolg zur verbesserten Erreichung einer integrierten und durchgängigen Wertschöpfungskette im Bauwesen eingesetzt.

Das BMVI hat am 13. Oktober 2014 vier Pilotprojekte für die Anwendung der Methode BIM benannt, darunter auch den Tunnel Rastatt. Die Pilotprojekte sollen hierbei konkret die Potenziale der digitalen Arbeitsweise testen. Eine vom BMVI eingesetzte wissenschaftliche Begleitung wertet die Erkenntnisse zentral aus und leitet Standards für den Einsatz von BIM bei großen Infrastrukturmaßnahmen in Deutschland ab.

Nach den ersten positiven Ergebnissen aus den Pilotprojekten hat das BMVI seine Forderung bekräftigt, das digitale Planen und Bauen zum Standard für Großprojekte in Deutschland zu machen. Am 15. Dezember 2015 wurde vom BMVI der „Stufenplan Digitales Planen und Bauen“ herausgegeben, der kontinuierlich steigende Leistungsniveaus für eine schrittweise Implementierung von BIM in der Fläche bis zum Jahr 2020 beschreibt.

---

## Einsatz von BIM bei der Deutschen Bahn

Die DB war von Beginn an mit Experten an der Ausarbeitung der Empfehlungen der „Reformkommission Bau von Großprojekten“ beteiligt. Die Initiative des BMVI zur Umstellung auf digitale Arbeitsmethoden wird voll unterstützt. Dies zeigt sich unter anderem in der Bereitschaft, mit dem Tunnel Rastatt und der Filstalbrücke zwei der aktuell vier BIM-Pilotprojekte des BMVI zu stellen.

Darüber hinaus hat die DB bereits früh die Potenziale von BIM für ihr Projektgeschäft erkannt. Die DB will die Veränderungen durch die BIM-Einführung in Deutschland aktiv mitgestalten und den Anschluss an eine international anerkannte Zukunftstechnologie sicherstellen. Mit Blick auf die Unternehmensstrategie DB2020 kann BIM einen positiven Beitrag in allen drei Stoßrichtungen (Ökonomie, Ökologie, Soziales) liefern. Aus ökonomischen Gesichtspunkten kann BIM zu einer Senkung der Kosten im kompletten Lebenszyklus von Eisenbahninfrastrukturanlagen beitragen (Bild 1, s. Seite 10). Durch die Möglichkeit, Projekte vorab zu simulieren, werden nachhaltige Projektentscheidungen getroffen und die Ökologie gefördert. Zudem ist BIM eine innovative Technik, die attraktive Arbeitsplätze schafft und so soziale Aspekte unterstützt.

Als größter Betreiber von Schieneninfrastruktur in Europa ist für die DB Netz AG neben den Aspekten des digitalen Planens und Bauens auch der Betrieb eine wichtige Komponente. Aufgrund des prognostizierten Nutzens von BIM für die Projektmanagementprozesse und Projektergebnisse hat sich die DB Netz AG entschlossen BIM in weiteren Großprojekten zu pilotieren. Das BMVI hat hierfür eine finanzielle Unterstützung in einem zweistelligen Millionenbetrag in Aussicht gestellt. Ziel ist es, anhand der gewonnen Erkenntnisse einen Standardprozess zu entwickeln. In fünf Jahren sollen dann alle neuen und komplexen Projekte mit BIM realisiert werden. Dies deckt sich zeitlich mit dem Zielrahmen aus dem Stufenplan des BMVI.

---

Sascha Björn Klar  
DB Netz AG  
sascha.klar@deutschebahn.com



# Pilotprojekt

# Tunnel Rastatt

Der derzeit auf der ABS/NBS Karlsruhe-Basel im Bau befindliche Tunnel Rastatt ist das größte von bundesweit vier Pilotprojekten, die das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) benannt hat, um das Potenzial neuer digitaler Arbeitsmethoden zu testen.

Parallel zur konventionellen Ausführungsplanung wird das Projekt Tunnel Rastatt digital mit Building Information Modeling (BIM) geplant. Bei der Abwicklung der Pilotprojekte setzt die DB Netz AG auf Partnerschaften mit Baufirmen, Ingenieurdienstleistern, Softwareherstellern und Hochschulen, um in Abwesenheit von lokalen Standards einen Stand der Technik für den Einsatz von BIM im Infrastrukturbereich in Deutschland zu erarbeiten. Die BIM-Dienstleistungen in der Planungsphase des Pilotprojekts Tunnel Rastatt erfolgten in enger Zusammenarbeit mit der ARGE Tunnel Rastatt. Die beiden ARGE-Partner Ed. Züblin AG und Hochtief AG verfügen in ihren Stammhäusern mit der BIM.5D-Planungsabteilung der Züblin Zentrale Technik und dem eigenständigen BIM-Beratungsunternehmen Hochtief ViCon GmbH über kompetente Ingenieurdienstleister mit langjähriger Erfahrung bei der BIM-basierten Projektbearbeitung. Zusätzlich wurde mit Arup, einem Unternehmen mit Erfahrung sowohl in der unternehmensweiten Implementierung der Methode BIM als auch in der Anwendung von BIM in internationalen

Projekten, ein Beratervertrag geschlossen, um die DB Netz AG bauherrenseitig mit Erfahrungswerten zu unterstützen. Aufgrund des Einsatzes von iTWO als Projektsteuerungssystem bei der DB Netz AG hat zudem die Firma RIB bei Fragen rund um ihr Softwareprodukt unterstützt. Abgerundet werden die Partnerschaften im BIM-Pilotprojekt Tunnel Rastatt durch eine Hochschulkoooperation mit der Ruhr-Universität-Bochum (RUB), die für die DB Netz AG ein Interaktionsmodell für den maschinellen Tunnelvortrieb entwickelt hat, mit dem Setzungsprognosen erstellt und die Vortriebssteuerung optimiert werden kann.

## Der Tunnel Rastatt als größtes der vier BIM-Pilotprojekte in Deutschland

## Umfang der Baumaßnahme Tunnel Rastatt

Der nördlichste Streckenabschnitt 1 (StA 1) der Ausbau- und Neubaustrecke (ABS/NBS) Karlsruhe–

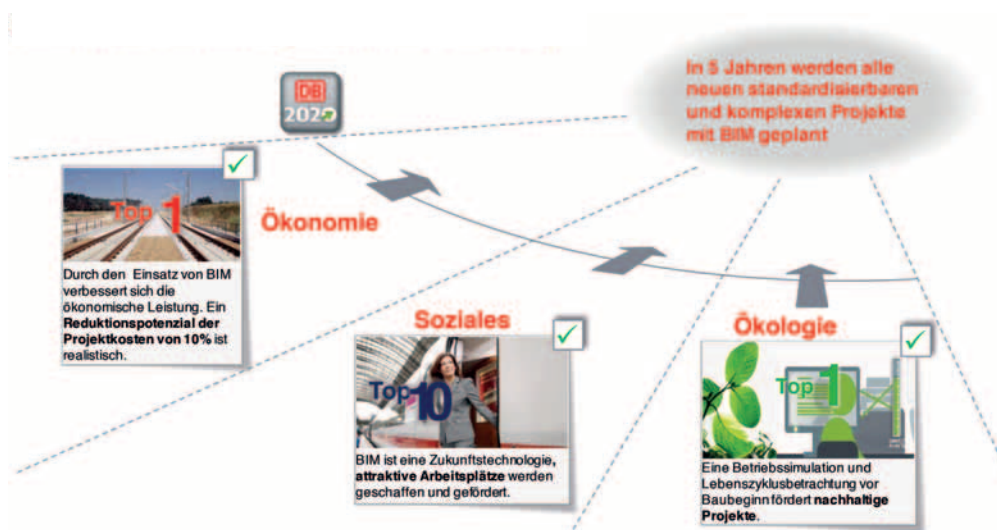


Bild 1:  
BIM im Einklang mit  
der Strategie DB2020

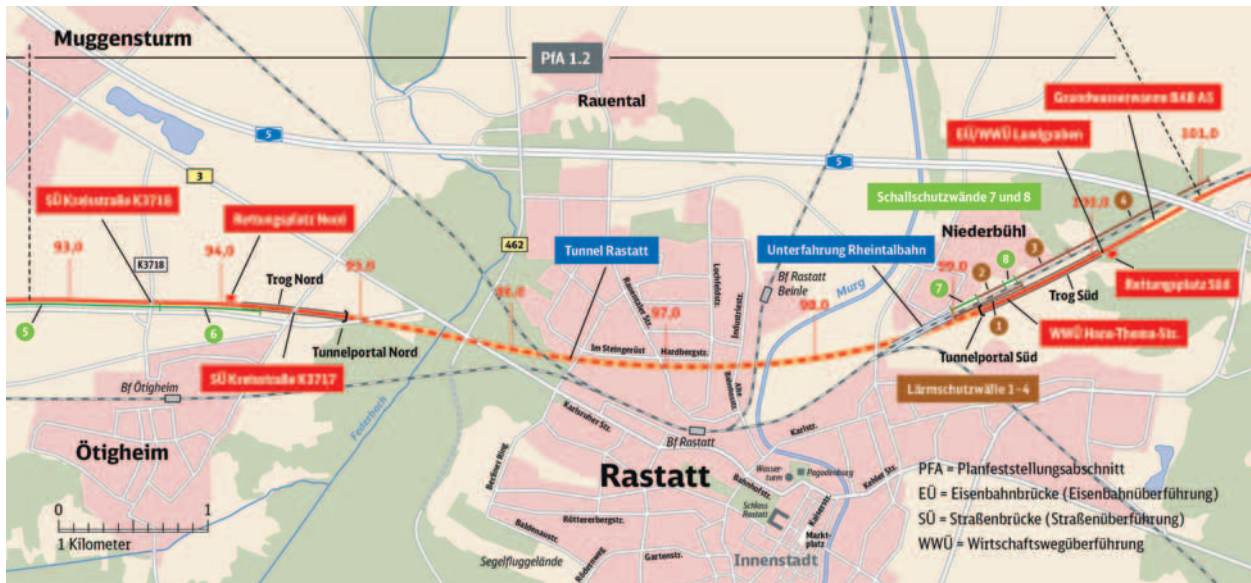


Bild 2: Übersicht PFA 1.2 mit Tunnel Rastatt

Basel ist insgesamt 16 Kilometer lang und führt von Karlsruhe bis nach Rastatt Süd. Neben dem regionalen Nutzen durch den Kapazitätszuwachs bildet der Ausbau des StA 1 einen wichtigen Baustein für den Vollausbau der 182 Kilometer langen Gesamtmaßnahme ABS/NBS Karlsruhe–Basel und somit auch für den Ausbau des Rhine-Alpine-Corridors von Rotterdam nach Genua.

Herausragendes und größtes Einzelbauwerk des StA 1 ist der Tunnel Rastatt (Bild 2) im Planfeststellungsabschnitt 1.2 (Pfa 1.2). Dieser ist als Zweiröhrentunnel entsprechend der aktuellen Anforderungen des Brand- und Katastrophenschutzes für den Bau und Betrieb von Eisenbahntunneln konzipiert. Das Bauwerk beginnt im Norden (Bild 3) mit dem 800 Meter langen Trog Nord südlich von Ötigheim. Der anschließende 4.270 Meter lange Tunnel unterquert das Stadtgebiet von Rastatt und endet im Süden (Bild 4) mit dem 895 Meter langen Trog Süd im Bereich Niederbühl. Die Streckengradienten werden zur Unterquerung des städtischen Bereichs am Beginn des nördlichen und südlichen Trogs abgesenkt. Das maximale Gefälle in diesem Bereich beträgt 12,3 Promille. Aufgrund der anstehenden Topographie haben die Tunnelröhren eine maximale Überdeckung von 20 Metern.

Mit den ersten vorlaufenden Baumaßnahmen wurde bereits im Sommer 2013 begonnen. Die Vergabe für das Hauptgewerk Tunnelrohnbau erfolgte im August 2014. Mit den Rohbauarbeiten wurde von der DB Netz AG die ARGE Tunnel Rastatt unter der technischen Leitung der Firma Ed. Züblin AG und der kaufmännischen Federführung der Firma

Hochtief AG beauftragt. Mit dem Tunnelvortrieb wurde im Mai 2016 begonnen, geplantes Ende der Rohbauarbeiten ist Mitte 2018.

Für den bergmännischen Vortriebsbereich des Tunnels kommt aufgrund der vorherrschenden geologischen und hydrogeologischen Verhältnisse nur eine geschlossene Bauweise mit Tunnelvortriebsmaschine infrage. Vom nördlichen Tunnelportal aus errichten zwei Tunnelvortriebsmaschinen mit Hydroschildvortrieb (d. h. mit Vollschnittabbau und flüssigkeitsgestützter Ortsbrust) die Röhren. Das Schneidrad einer Vortriebsmaschine hat 10,97 Meter Außendurchmesser. Lieferant für die beiden jeweils rund 90 Meter langen und 1.750 Tonnen schweren Maschinen ist die Firma Herrenknecht.

Bild 3: Portal Nord Blickrichtung Süden







Bild 4: Portal Süd Blickrichtung Norden

Die Herstellung der Tunnelschale mit einem Innendurchmesser von 9,6 Metern erfolgt direkt im Rahmen des Vortriebs durch den Einbau von sieben-teiligen Tübbingringen mit jeweils zwei Metern Breite. Die 50 Zentimeter starken Tübbinge wiegen pro Ring rund 80 Tonnen. Sie werden in einem Betonfertigteilwerk hergestellt und zur Baustelle geliefert. Während des Tunnelvortriebs fallen über 700.000 Kubikmeter Ausbruchsmasse an. Das Ausbruchmaterial wird über eine Förderleitung von den Maschinen zu einer Separieranlage im Bereich der Baustelleneinrichtungsfläche auf der Nordseite transportiert und dort für die Weiterverwendung bzw. Deponierung aufbereitet.

An einigen Stellen beträgt die Überdeckung des geplanten Tunnels weniger als vier Meter zu bestehenden Bauwerken, querenden Gewässern oder vorhandener Infrastruktur. An diesen Stellen ist geplant, das umliegende Erdreich mit Hilfe von Sole bis zur Vereisung abzukühlen. Der so aufbereitete und verfestigte Boden kann von den Tunnelvortriebsmaschinen durchfahren werden. Die Vereisung sichert ergänzend zum Schild der Maschine das umliegende Erdreich vor Einbrüchen und Setzungen bei der Durchfahrt der Maschinen und dem Verbau der Tübbinge. Setzungen bleiben durch langsamen Vereisungs- und Auftauvorgang kontrollierbar und überschaubar. Der Tunnelvor-

trieb im Bereich des FFH-Gebiets Federbachniederung kann zudem durch die Vereisungsmethode mit einem deutlich geringeren Oberflächeneingriff im Vergleich zu einer offenen Bauweise realisiert werden.

#### Umfang BIM-Pilotprojekt Tunnel Rastatt

Das Pilotprojekt umfasst in seiner derzeitigen Konfiguration die Umsetzung der Methode BIM für alle Leistungen der Vergabeeinheit Rohbauarbeiten Tunnel Rastatt. Die Vergabeeinheit inkludiert hierbei folgende Bauwerke:

- Zweiröhriges Tunnelbauwerk (4.270 m) in geschlossener Bauweise mit Tunnelvortriebsmaschinen und einschaligen Tübbingringen
- 2 Tunnelportale mit Mikrodruckwellenbauwerken gegen „Sonic-Boom-Effekt“
- 2 Trogbauwerke (800 m und 895 m) im Anschluss an die beiden Tunnelportale
- Rettungswege in Form von Querverbindungen zwischen den beiden Tunnelröhren alle 500 m, insgesamt 8 Stück
- 2 Rettungsplätze an beiden Tunnelenden mit einer Fläche von je 1.500 m<sup>2</sup>
- 1 Versorgungsschacht am tiefsten Punkt des Tunnels



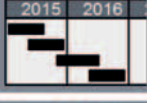


Verbesserung		Detaillierung
	Bessere Planungsqualität	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Kollisionsprüfung</b> und <b>Planungskoordination</b> durch <b>integrierte Gesamtplanung</b> aller Gewerke in einem 3D-Modell</li> <li>■ Verbesserte Zusammenarbeit zwischen den Fachplanern durch <b>früheres paralleles Planen</b></li> <li>■ <b>Umfängliche Variantenvergleiche</b> in frühen Phasen als Entscheidungsgrundlage</li> </ul>
	Akzeptanzsteigerung Infrastrukturprojekte	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>partnerschaftliche Projektabwicklung</b> und <b>verbesserte Kommunikation</b> durch <b>modellbasierte Zusammenarbeit</b> und <b>Vernetzung aller Projektbeteiligten</b></li> <li>■ <b>Visualisierungen</b> zum besseren <b>Projektverständnis in der Öffentlichkeit</b></li> <li>■ Transparenz von Entscheidungen aufgrund einer <b>einheitlicher Datenbasis</b></li> </ul>
	Höhere Termsicherheit/ Effizienzsteigerung	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Abgestimmte Bauablaufplanung</b> durch <b>integrierte Terminplanung</b> in einem 4D-Modell</li> <li>■ <b>Reduzierung von Änderungen</b> in der Ausführungsphase durch <b>Bauablaufsimulationen</b></li> <li>■ Steigerung der Effizienz durch <b>konsistente Datenhaltung</b> und <b>Erhöhung des Automatisierungsgrads</b></li> </ul>
	Höhere Kostensicherheit	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Reduzierung von Risiken und Nachträgen</b> durch <b>verbesserte Planungsqualität</b></li> <li>■ Vorausschauende Projektsteuerung durch <b>Earned-Value-Betrachtungen und Prognosen</b></li> <li>■ <b>Modellbasierte Rechnungsstellung</b> anhand von nachvollziehbaren Leistungsmeldungen</li> </ul>
	Bessere Lebenszyklusbetrachtungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ <b>Betriebssimulationen, Lebenszykluskosten-, Energie- und CO<sub>2</sub>-Bilanzanalysen</b> bereits während der Planungsphase</li> <li>■ <b>Optimierte Instandhaltungsplanung</b> durch <b>digitale Bauakte</b> und <b>belastbare Bestandsdaten</b></li> </ul>

Bild 5: Mehrwert im Projekt durch BIM

- 1 Straßenüberführung Hans-Thoma-Straße
- 1 kombinierte Eisenbahn-/Wirtschaftswegüberführung Ooser Landgraben

Aufgrund des Pilotcharakters werden die erforderlichen BIM-Dienstleistungen zusätzlich zu den konventionellen Prozessen in der Planungs- und Ausführungsphase erbracht.

### Zielsetzung der Pilotierung von BIM beim Tunnel Rastatt

Wie hoch die Erwartungen sind, die an die Einführung digitaler Planungsmethoden geknüpft sind, geht aus dem „Aktionsplan Großprojekte“ und dem „Stufenplan Digitales Planen und Bauen“ des BMVI vor. Auch bei der DB Netz AG wurden erste Prognosen erstellt, welcher Nutzen sich aus der Projektbearbeitung mit BIM ergeben kann. Übergeordnet lassen sich hier folgende Themenfelder nennen (Bild 5):

- bessere Planungsqualität
- Akzeptanzsteigerung
- höhere Termsicherheit/Effizienzsteigerung
- höhere Kostensicherheit
- bessere Lebenszyklusbetrachtung

Auf Projektebene sollten zu Beginn eines jeden Vorhabens spezifische BIM-Ziele festgelegt werden. Als übergeordnetes Ziel im BIM-Pilotprojekt wurde der Aufbau eines Projektsteuerungssystems durch die Verknüpfung von Planungs-, Zeit- und Kostendaten zu einem 5D-Modell gesetzt. Hiermit soll vor allem eine höhere Kosten- und Termintreue

in der Ausführungsphase erreicht werden. Aus dieser Prämisse wurden weitere Detailziele und Maßnahmen zur Zielerreichung abgeleitet, die im BIM-Projektabwicklungsplan (PAP) niedergeschrieben wurden und so die Grundlage für eine erfolgreiche Umsetzung des Vorhabens bilden.

### BIM-Anwendung in der Planungsphase des Pilotprojekts Tunnel Rastatt

Seit Februar 2016 ist die Planungsphase des BIM-Pilotprojekts Tunnel Rastatt abgeschlossen. Hauptbestandteil der Planungsphase war die 3D-, 4D- und 5D-Modellierung des Tunnelrohbaus auf Grundlage der bestehenden Ausführungsplanung. Die nachfolgenden näher beschriebenen BIM-Anwendungsfälle konnten in der Planungsphase erfolgreich getestet werden.

### Visualisierung

Direkt nach der Benennung zum BIM-Pilotprojekt im Oktober 2014 wurde für den Tunnel Rastatt auf der abgeschlossenen und bereits vorliegenden Entwurfsplanung ein Visualisierungsmodell erstellt. Das Visualisierungsmodell wurde von der DB Systel GmbH mit der DB-eigenen Software WorldInsight erstellt. Die Software basiert auf einer Engine für Computerspiele und ist in der Lage, große Projektbereiche performant in einer 3D-Umgebung darzustellen. Dies macht es möglich, in Echtzeit durch die Modelle zu navigieren und beliebige Blickwinkel auf den Projektbereich einzunehmen (Bild 6).



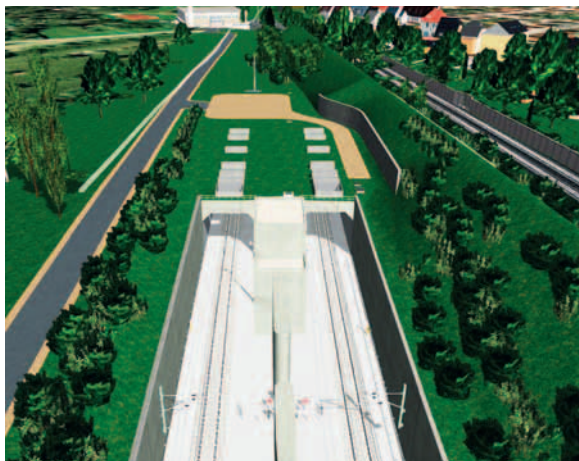


Bild 6: Visualisierung Portal Süd

Diese Art von Visualisierungsmodellen eignet sich daher besonders für jegliche Art der Kommunikation im Projekt und die Beteiligung von Stakeholdern. Beteiligte und Betroffene bekommen so ein realistisches Bild von der Planung, beispielsweise während der frühen Öffentlichkeitsbeteiligung. Besonders hervorzuheben ist außerdem, dass es möglich ist, Bestandsbebauung anhand von georeferenzierten Fotos teilautomatisiert in die Modelle zu übernehmen. Im Pilotprojekt Tunnel Rastatt war es so möglich, die Bestandsbebauung im Einflussbereich des Tunnels in wenigen Wochen aufzunehmen und zu modellieren.

### Erstellung eines BIM-Projektabwicklungsplans

Im März 2015 wurde ein Zusatzvertrag mit der ARGE Tunnel Rastatt über den Großteil der BIM-Dienstleistungen in der Planungsphase geschlossen. Aufgrund der Neuartigkeit von digitalen Arbeitsmethoden existieren noch keine einheitlichen Richtlinien oder Regelprozesse zur BIM-basierten Abwicklung eines Projekts. Deshalb war ein projektspezifisches Handbuch für die Anwendung von BIM zu erarbeiten. Dieser PAP wurde hierbei zu Beginn gemeinschaftlich durch Auftraggeber und Auftragnehmer erstellt und wird bei Bedarf im Projektverlauf fortgeschrieben. Der PAP beschreibt und regelt hierbei beispielsweise die folgenden Inhalte:

- BIM-Ziele
- BIM-Anwendungsfälle
- Lieferobjekte und Liefertermine
- Modellinhalte und Modellierungsrichtlinien
- Rollen und Verantwortlichkeiten
- Rechte
- Qualitätsstandards und -sicherung
- Hard- und Softwareeinsatz
- Datenformate, -austausch und -management

### Einheitliche Arbeits- und Informationsplattform

Ein Vorteil bei der Anwendung von BIM ist die verbesserte Kommunikation zwischen den Projektbeteiligten und der Zugriff auf den gleichen Informationsstand. Zu diesem Zweck ist zu Beginn eines BIM-Projekts eine gemeinsame Arbeits- und Informationsplattform einzurichten. Beim Pilotprojekt Tunnel Rastatt hat man sich für die Eingangsdaten zur Modellierung sowie die Ablage der Lieferobjekte für die Nutzung des bestehenden Planmanagementsystems der Ausführungsplanung FusionLive entschlossen. Hierbei handelt es sich vorerst nur um eine gemeinsame Informationsplattform für alle am Planungsprozess Beteiligten. Eine gemeinsame Arbeitsplattform konnte im Zuge der Pilotierung nur für die 5D-Modellierung, die mit der Software RIB iTWO 5D erfolgte, realisiert werden. Für die gemeinsame Projektbearbeitung wird die Software zentral und über das Internet zugänglich bereitgestellt. Die Daten liegen hierbei auf einer 3D-beschleunigten Terminalserverumgebung in einem Rechenzentrum. Im weiteren Verlauf des Projekts wird angestrebt, eine einheitliche, gemeinsame Datenumgebung zu implementieren, auf der alle BIM-Anwendungen dargestellt werden und die für alle Projektpartner mit verschiedenen Nutzerprofilen zugänglich ist. Die Konzeption und die Prinzipien sollen sich hierbei an dem international verwendeten Common Data Environment orientieren, welches mit der gerade in Erarbeitung befindlichen ISO 19650 Eingang in die Normung findet.

### 3D-Modellerstellung, geometrisches Modell

Basierend auf den oben beschriebenen Grundlagen wurde im Juni 2015 mit der Erstellung der ersten 3D-Teilmodelle (Bild 7) begonnen. Die detaillierte 3D-Modellierung stellt hierbei ein zentrales Element bei der BIM-basierten Projektabwicklung dar, da die Ergebnisse die Grundlage für alle weiteren BIM-Anwendungsfälle in der Planungs-, Ausführungs- und Betriebsphase bilden.

Die Modellierung der 3D-Teilmodelle erfolgte in Autodesk Revit (Bauwerksmodelle) und in Autodesk Civil 3D (Bodenmodelle). In Revit wurden bei der Modellierung unterschiedliche Ansätze verfolgt. Bei der Modellierung von Standardbauteilen kann beispielsweise auf reguläre Familien zurückgegriffen werden, die in Revit bereits vordefiniert sind, wie z. B. Wand, Geschossdecke, Fundament, etc. Bei komplexeren Bauteilen bietet Revit die Möglichkeit, eigene Projektfamilien zu definieren. Dies erfolgte im BIM-Pilotprojekt Tunnel Rastatt beispielsweise für die Flügelwän-



de der Überführungsbauwerke. Darüber hinaus wurde im Projekt auf den Bauteilkatalog Tiefbau der Firma Züblin zurückgegriffen. In diesem konzerneigenen Bauteilkatalog für Revit waren bereits vordefinierte Familien für Spundwände, Schlitzwände, Schlitzwandanker, Mikrobohrpfähle (GEWI®-Pfahl-System), Bohrpfähle und Bohrpfahlwände vorhanden. Neben den Modellierungsregeln umfasst der Bauteilkatalog auch bauteilspezifische Attribute. Diese sind zum Teil vorausgefüllt bzw. geometrieabhängige Attribute werden beim Modellieren automatisch gefüllt. Die Modellierung anhand von Familien stellt für künftige BIM-Projekte einen großen Optimierungshebel dar. Durch die Vorgabe von spezifischen Bauteilkatalogen kann ein gewisser Standardisierungsgrad erreicht werden, der mit einer Zeiteinsparung und mit der Reduzierung der Fehleranfälligkeit einhergeht. Die Erfahrungen aus dem BIM-Pilotprojekt Tunnel Rastatt werden daher genutzt, um mit der Erstellung eigener Bauteilkataloge für die DB Netz AG zu beginnen.

Alle 3D-Teilmodelle wurden nach Abschluss der Modellierung in einem konsolidierten 3D-Gesamtmodell für den Tunnelrohbau zusammengeführt. Bei der Zusammenführung der 3D-Teilmodelle wird eine Kollisionsprüfung mit anschließender Planungskoordination zur Beseitigung der festgestellten Konflikte durchgeführt. Diese Kollisionsprüfung führte im BIM-Pilotprojekt Tunnel Rastatt aufgrund der Tatsache, dass ausschließlich Rohbauobjekte modelliert wurden und dass die 3D-Modellierung auf Basis einer Ausführungsplanung nachgezogen wurde, zu einer überschaubaren Anzahl von Konflikten. Die wenigen Konflikte wurden zusammen mit den Ausführungsplanern besprochen und für eine Überarbeitung der konventionellen Planung berücksichtigt. Für zukünftige BIM-Projekte sieht die DB Netz AG in der Kollisionsprüfung zwischen den Teilmodellen der einzelnen Fachplaner und dem anschließenden Planungs Koordinationsprozess einen großen Optimierungshebel zur Erstellung eines weitestgehend konfliktfreien 3D-Gesamtmodells. Das Risiko von vergessenen Leistungen oder Planänderungen, die während der Bauphase zu Nachträgen führen, kann so bereits in der Planungsphase minimiert werden.

Abschließend zur 3D-Modellierung wird angeführt, dass in der Übergangszeit bis zu einer vollständigen Implementierung von BIM weiterhin die Notwendigkeit besteht, immer wieder auf 2D-Pläne zurückzugreifen. Durch die Verwendung parametrischer, objektorientierter Modellierungssoftware ist es möglich, aus den koordinierten 3D-Modellen bei Bedarf jederzeit 2D-Pläne zu extrahieren. Die 2D-Pläne können im Folgenden als Grundlage zur

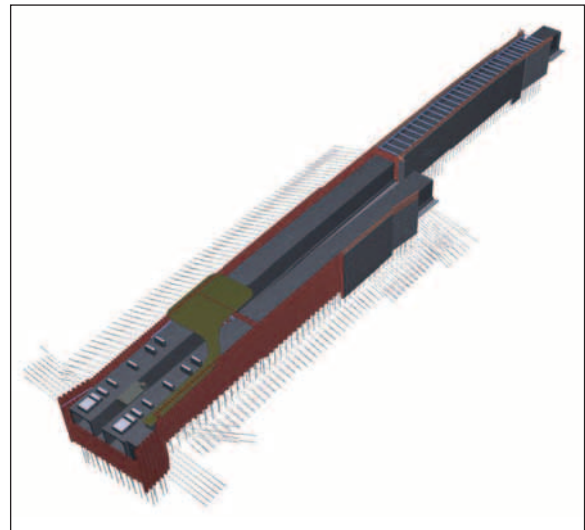


Bild 7: 3D-Ansicht Portal Süd

weiteren Planungs detaillierung bzw. zur Erstellung von visuell angereicherten Plänen herangezogen werden.

#### 4D-Modellerstellung, Darstellung des Bauablaufs

Basierend auf den 3D-Teilmodellen wurden im Pilotprojekt Tunnel Rastatt im nächsten Schritt 4D-Teilmodelle entwickelt, um einen visuellen Ablauf der geplanten Aktivitäten des Bauablaufplans darzustellen. Ziel ist es, anhand der 4D-Teilmodelle während der Ausführungsphase Soll/Ist-Vergleiche des aktuellen Baufortschritts durchzuführen. Um neben der 4D-Darstellung, die auch aus iTWO 5D hervorgeht und im nächsten Absatz ausführlich beschrieben wird, ein weiteres Softwareprodukt zu pilotieren, erfolgte die Erstellung der 4D-Teilmodelle zusätzlich mit Autodesk Navisworks (Bild 8). Die 3D-Teilmodelle wurden hierbei als natives Revit Format, der Bauablaufplan im Microsoft Project Format direkt in Navisworks importiert. Damit eine effektive 4D-Modellentwicklung möglich ist, muss gewährleistet sein, dass die 3D-Modellstruktur eine kompatible Granularität mit relevanten Vorgängen im Bauablaufplan aufweist. Dies ist bereits bei der Entwicklung der Modellstruktur im Vorfeld zu beachten und zusammen mit den Modellierungsrichtlinien im PAP festzuschreiben. Alle Verknüpfungen sind über eine eindeutige Zuordnung zwischen Objekt-ID (3D-Modell) und Vorgangs-ID (Bauablaufplan) zu dokumentieren. Um die geforderte Granularität zwischen 3D-Modellstruktur und 4D-Modell herzustellen, waren einige Vorgänge im Bauablaufplan weiter zu untergliedern, zusammenzufassen oder Vorgangsdauern linear auf 3D-Objekte zu verteilen.

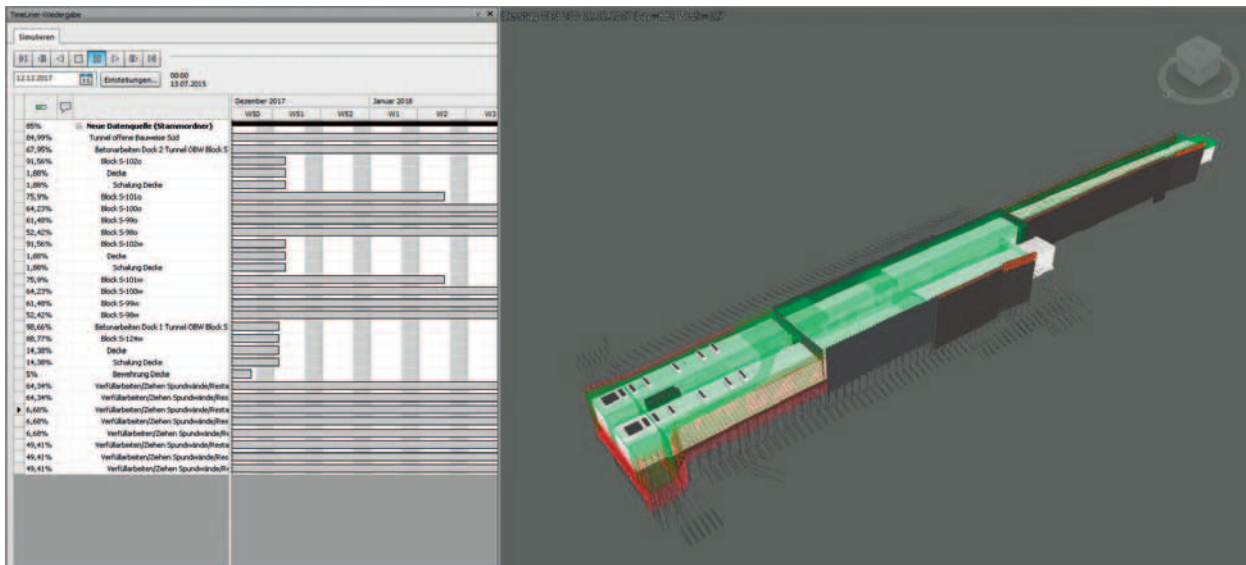


Bild 8: 4D-Ansicht Portal Süd

### 5D-Modellerstellung, Darstellung des Kostenverlaufs

Den letzten Schritt der Modellierung stellt die 5D-Modellerstellung dar. Die Entwicklung von digitalen 5D-Teilmodellen ist erforderlich, um einen visuellen Ablauf der Baumaßnahme inklusive der zugehörigen Kostenprognosen darzustellen (Bild 9). Während der Ausführungsphase sollen anhand der 5D-Teilmodelle Soll/Ist-Vergleiche des aktuellen Kostenverlaufs durchgeführt werden. Für die Erstellung der 5D-Teilmodelle in iTWO 5D werden die 3D-Teilmodelle über die sogenannte Ausstattung mit dem Leistungsverzeichnis verknüpft.

Im BIM-Pilotprojekt Tunnel Rastatt erfolgte dies über cpiFit-Matchkeys. Mittels der Matchkeys erfolgt eine objektorientierte Erstellung einer Teilmenge von Objekten, z. B. aller Stahlbetonwände in Ort betonbauweise. Auf eine mit einem Matchkey erzeugte Teilmenge werden dann die erforderlichen Mengenabfragen formuliert. In jeder Mengenabfrage muss die entsprechende Position aus dem Leistungsverzeichnis eingebracht werden, damit der Position nur die Objekte aus den richtigen Teilmodellen zugeordnet werden. Mit den unterschiedlichen Mengenabfragen können dann an einem Objekt verschiedene Mengen berechnet werden, wie z. B. in Bezug auf das oben genannte Beispiel der Stahlbetonwände die Betonmenge in Kubikmeter oder der Bewehrungsstahl in Tonnen. Die Mengen können in iTWO 5D direkt aus der Geometrie des Objekts abgeleitet werden (wie bei der Betonmenge, die sich direkt aus der Kubatur des Objekts ergibt) oder mit Werten aus den Attributen berechnet werden (wie beim Betonstahl, der nicht modelliert wurde, sondern pro Bauteil in

den Attributen eine Angabe zum Bewehrungsgrad enthält). Nach der Mengenberechnung folgt in iTWO 5D die Verknüpfung der Leistungspositionen mit den Vorgängen im Bauablaufplan über das sogenannte Vorgangsmodell. Die beschriebene Vorgehensweise zur 5D-Modellierung zeigt, dass auch hier einem so eindeutig wie möglichen Bezug zwischen den Objekten aus dem 3D-Modell und den relevanten Positionen aus dem Bauablaufplan sowie dem Leistungsverzeichnis eine hohe Bedeutung zukommt. Da im BIM-Pilotprojekt Tunnel Rastatt bereits ein bepreistes Leistungsverzeichnis vorlag, das auf die Modellobjekte umgelegt werden musste, waren einige Positionen im Leistungsverzeichnis weiter zu untergliedern, zusammenzufassen oder Pauschalpositionen linear auf 3D-Objekte zu verteilen. Für zukünftige BIM-Projekte strebt die DB Netz AG eine engere Orientierung der Leistungspositionen an der Modellstruktur an, um eine möglichst einfache Zuordnung vornehmen zu können. Die optimale Lösung aus Sicht der DB Netz AG wäre eine standardisierte Erstellung der Leistungsverzeichnisse direkt aus den Modellen, so dass der Bezug zwischen Modellobjekten und Leistungspositionen von vornherein eindeutig bestimmt ist. Denkt man diesen Schritt konsequent weiter, könnte zukünftig für BIM-Projekte, für die eine durchgängig modellbasierte Planung vorliegt, auch der komplette Ausschreibungs- und Vergabeprozess der Bauleistungen modellbasiert durchgeführt werden. Zur Ausschreibung würden dann mit einem Modell verknüpfte Leistungspositionen kommen, die vom Nachunternehmer während der Angebotsphase zu bepreisen sind. Die Auswertung der Angebote kann in einer modellorientierten AVA-Software, wie beispielsweise iTWO 5D, erfolgen. Nach Annahme des



Erneut liegt unter dem Titel „Infrastrukturprojekte“ eine Sammlung von Beiträgen zum Thema „Bauen bei der Deutschen Bahn“ vor. Dieses Mal, herausgegeben von der DB Netz AG, stehen nicht einzelne Projekte im Fokus, sondern Innovationen. Mit dem Building Information Modeling (BIM) werden Investitionen besser vorbereitet und umgesetzt. Erst digital, dann real bauen – das erleichtert auch den Dialog mit der Öffentlichkeit. Mit dem DB-Bürgerdialog hat die Bahn in den letzten Jahren Standards für die Beteiligung der Öffentlichkeit an der Planung von großen Projekten gesetzt. Mit Sensorik und Software analysiert die DB Netz AG den Zustand der Anlagen, um präventive Instandhaltung besser planen zu können. Damit steigen Qualität und Verfügbarkeit im Netz. Und weil Bauen kein Selbstzweck ist, sondern ein Mittel, um den Kunden eine leistungsfähige Infrastruktur anzubieten, werden vorhandene Technologien optimiert. Und es werden neue Lösungen gefunden, die Bauen und Fahren besser miteinander ermöglichen. Dazu gehören beispielsweise Standards für kleine Brücken. Zudem widmet sich das Buch Innovationen für den Lärmschutz. Auch das ein Weg, mehr Akzeptanz für den Schienenverkehr zu erreichen.

**Eurail**  
**press**



9 783871 545603