



Luftaufnahme des Baufelds
© Jens Arbogast

BIM – gemeinsame Planung von Brücken und Gebäuden

Erfahrungen bei einem Werksausbau in Graben-Neudorf

Das Gesamtbauvorhaben

Die SEW-EURODRIVE GmbH & Co KG ist ein in den 1930er-Jahren gegründetes deutsches Unternehmen der Antriebstechnik, das innovative, modulare Komponenten wie Motoren, Getriebe, Steuerungen, Umrichter etc., aber auch Komplettssysteme entwickelt und herstellt. Die Zentrale des Familienunternehmens, das in 51 Ländern

Montagewerke und Servicepunkte unterhält, ist ebenso wie die wichtigsten Fertigungswerke im badischen Bruchsal angesiedelt.

Unter dem Namen «Lean Sm@rt Factory» treibt die SEW das Zukunftsprojekt Industrie 4.0 einer modularen Fabrik voran. Hierfür werden mobile Montageassistenten

produziert, die den Mitarbeiter mit Informationen versorgen und ihn ergonomisch entlasten. Autonome, intelligente und selbstorganisierende Logistikkassistenten übernehmen die Andienung von Material für die Arbeitsplätze just in time.



Dr. sc. tech. Hans Grassl
Geschäftsführender Gesellschafter
Ingenieurbüro Grassl GmbH



Jacqueline Donner M. Sc.
Projektleiterin Brückenbau
Ingenieurbüro Grassl GmbH



Bernhard Weischedel M. Sc.
Projektleiter Hochbau
Ingenieurbüro Grassl GmbH



Dipl.-Ing. (FH) Thilo Weischedel
Geschäftsführender Gesellschafter
Ingenieurbüro Grassl GmbH

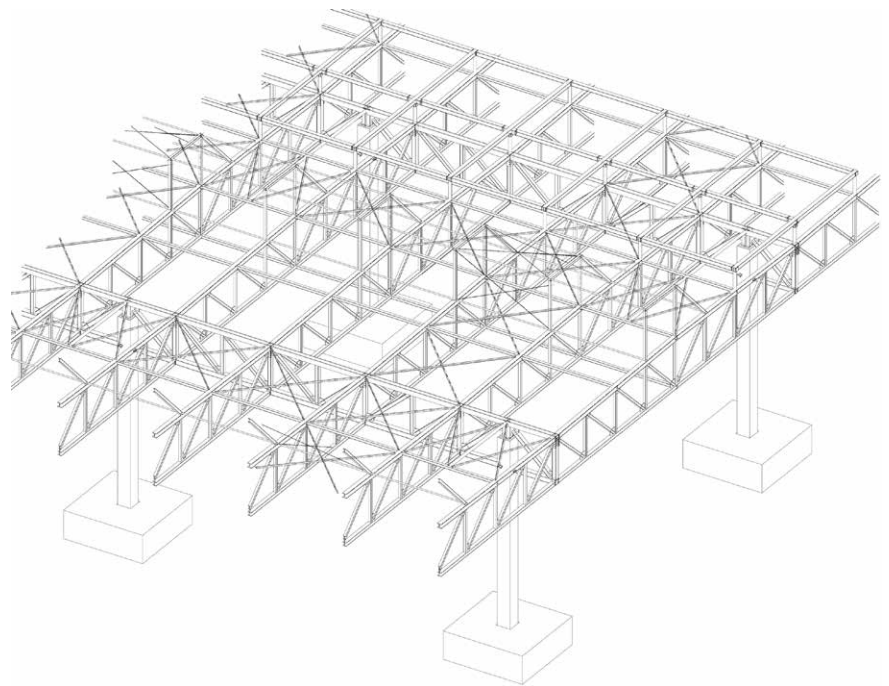
Diese intelligenten Logistikkassistenten sollen nicht nur an Kunden vertrieben werden, sondern auch die eigene Fertigung und Montage effektiver gestalten. Hierzu investiert die SEW unter anderem in die Erweiterung ihres Werks im ca. 10 km von Bruchsal entfernten Standort in Graben-Neudorf. Dessen Fläche von bislang 110.000 m² soll in den nächsten Jahren verdoppelt werden.

Das bestehende Werksgelände ist auf der Südseite durch die Bahnlinie und auf der Nordseite durch die Ernst-Blickle-Straße begrenzt. Um die nötigen Erweiterungsflächen zu schaffen, wurden in einer Vorabmaßnahme ein Mitarbeiterparkhaus errichtet und ein bestehendes Umspannwerk aus dem Baufeld verlegt. Die Bauten der Halle Süd mit einem Hochregallager, Bürogebäude und Technikgebäuden sowie der Energiezentrale sind abgeschlossen. Derzeit befinden sich die Halle Nord mit weiteren Fertigungs- und Montagehallen sowie Hochregallager und Sozialbauten in der Bauausführung. Eine zur werksinternen Anbindung vorgesehene Straßenbrücke für Lkw sowie eine eingehauste, parallel verlaufende kombinierte Fußgänger- und Medienbrücke über bereits vorhandene Straßenführungen wurden 2019 ebenfalls fertiggestellt. Somit können Fußgänger zukünftig witterungsgeschützt vom Parkhaus über die Halle Süd zur Halle Nord gelangen.

Gleichzeitig dient die Brücke der Überführung der Medien von der Energiezentrale zur Halle Süd und damit unter anderem der Versorgung der neuen Produktionsstätten mit Strom, Wärme, Dampf, Druckluft etc. Bei der Planung sämtlicher Objekte, sowohl der Verkehrsanlagen und Ingenieurbauwerke wie auch der Gebäude des Werksneubaus, kam und kommt BIM zum Einsatz.

Das Werksgebäude

Die Gebäudekonstruktionen wurden entsprechend den Anforderungen der Nutzung sowie den baurechtlichen und baubetrieblichen Vorgaben festgelegt. Dabei kamen Ortbeton-, Fertigteil- und Stahlbauweisen zum Einsatz. Während die Randbauten – Technikbauten und das Administrationsgebäude mit Büros und Sozialräumen – aufgrund der individuellen, gestalterisch vorgegebenen Geometrie überwiegend in Ortbeton errichtet wurden, konnten beim Hochregallager Stahlbauteile und Spannbetonfertigteile verwendet



Modulare Hallenkonstruktion
© Ingenieurbüro Grassl GmbH

werden. Dabei kamen Fertigteilstützen mit einer Länge von 30,00 m und einem Gewicht von bis zu 80 t sowie Spannbetonbinder mit 31,30 m Länge zum Einsatz. Die Stützen wurden über Köcheraussparungen in eine Ortbetonbodenplatte eingespannt, die aus Gründen der geforderten minimalen Verformungen aus dem Regalbetrieb mit einer Dicke von 1,20 m auf einem mittels Rütteldruckverdichtung vergüteten Baugrund errichtet worden ist. Bei der ca. 28.000 m² großen eingeschossigen Produktionshalle entschied man sich für eine modulare Tragstruktur, die hochflexibel auf die unterschiedlichen Anforderungen und den Bauablauf reagieren kann. Im Rahmen intensiver vergleichender Voruntersuchungen wurde ein Achsraster von 24 m × 24 m bei einer lichten Hallenhöhe von 9 m gewählt. Für die Dachkonstruktion wurden Stahlfachwerkträger als Haupt- und Nebenträger angeordnet. Die Hauptträger sind als parallelgurtige Träger im Abstand von 24 m, die Nebenträger mit veränderlicher Bauhöhe im Abstand von 6 m angeordnet. Die umfangreiche Technik- und Medienversorgung wird vollständig innerhalb der Fachwerkträger geführt. Die Aussteifung der Hallenkonstruktion erfolgt über die eingespannten Stahlbetonfertigteilstützen. Dadurch ist gewährleis-

tet, dass jedes Hallenfeld für sich selbst ausgesteift ist. Während der Bauphase mussten daher keine provisorischen Aussteifungsverbände eingebaut werden. Dies ermöglichte es, bei der Hallenmontage sehr flexibel auf Verzögerungen durch Witterung bzw. auf nachträgliche Prozessoptimierungen zu reagieren. Die gesamte Planung der Gebäude erfolgte mittels BIM. Sämtliche Bauteilinformationen wie beispielsweise Positionsbezeichnungen, Materialgüter, besondere Anforderungen, Betonstahlgehalt etc. wurden im Modell erfasst und zum Beispiel für die Ausschreibung und Massenkontrolle ausgewertet und überwacht. Mit den Planern der Technikgewerke erfolgte zur Kollisionskontrolle ein fortwährender Austausch der Modelle zwischen Konstruktion und Technik. Gleiches galt für die Verfasser der Werkstattplanung für den Stahlbau. Bei der Erstellung des Modells konnte weitgehend auf die Funktionalitäten der gängigen Softwarelösungen sowie auf bürointerne Standards zurückgegriffen werden. Somit war eine zügige und wirtschaftliche Erstellung des Modells möglich. Auf Änderungen konnte flexibel und schnell reagiert und die Qualität der Planung optimiert werden.

Fußgänger- und Medienbrücke

Die Medienbrücke wurde als wärmege-
dämmte Stahlfachwerkkonstruktion
mit einer Breite von 3,40 m und einer Höhe
von ca. 2,45 m ausgebildet. Die Stützwei-
ten betragen 9,30 m + 35,50 m + 9,40 m +
25,10 m + 26,90 m = 106,20 m. Beim An-
schluss an der Halle Süd weitet sich die
obere Ebene zu einem großen Vordach
von ca. 14,50 m × 22,50 m über der Waren-
anlieferung auf.

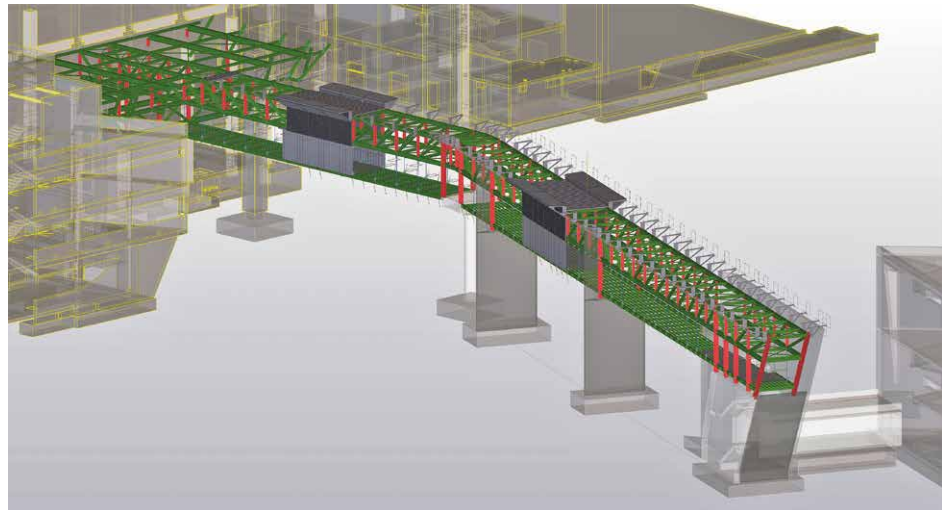
Die als Stahlkonstruktion ausgeführte Fuß-
gängerebene wurde über Zugstäbe von
der Tragkonstruktion der Medienbrücke
abgehängt. Aus gestalterischen Gründen
sowie als Witterungsschutz erhielt die Br-
ücke eine Blechverkleidung, die auf Ebene
der Fußgänger mit Lochblechkassetten
ausgeführt wurde.

Die Auflagerung erfolgte auf Stahlbeton-
stützen, die konstruktiv von der benach-
barten neuen Straßenbrücke komplett
getrennt sind. Zur Aufnahme der Horizon-
tallasten auf die Medienbrücke wurden
einzelne Pfeiler bis zur Brückenoberkante
geführt und die Fachwerkkonstruktion dort
in Querrichtung unverschieblich, in Längs-
richtung hingegen verschieblich gelagert.
Auf der Nordseite der Brücke wurde ein
kombiniertes Schacht- und Treppenbau-
werk ausgeführt. Der Stahlbetonschacht
bildet die Verbindung der Medien von der
Brücke zur Energiezentrale unter der Stra-
ßenbrücke hindurch. Gleichzeitig dient die
Stahlbetonkonstruktion auch zur Auflage-
rung der Medienbrücke sowie als Fest-
punkt zur Aufnahme der Horizontalkräfte.

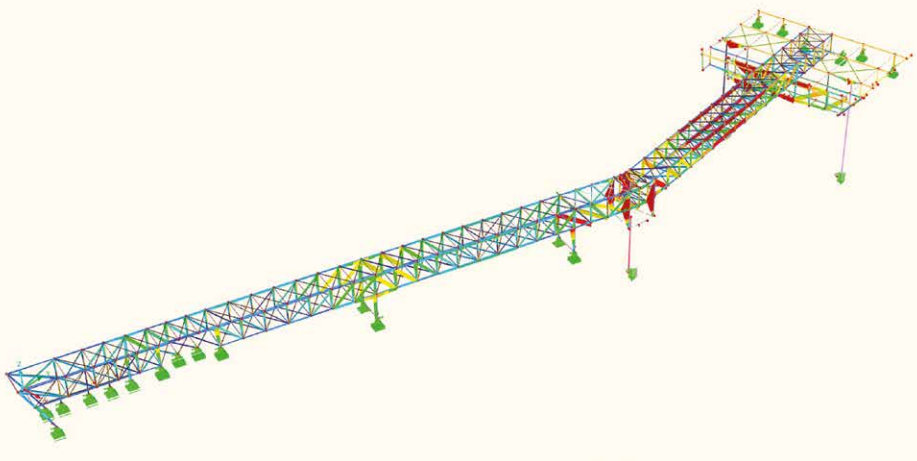
Eine mehrläufige Stahlbetontreppe im
Widerlager Nord stellt die Verbindung
zwischen der Lauffebene des Überbaus und
dem Werksgelände her. Die kombinierte
Fußgänger- und Medienbrücke ist bereits
sowohl für die Medien- als auch für die
Fußgängerverbindung auf eine künftige
Verlängerung zur Halle Nord hin ausgelegt.
Die Treppe fungiert dann weiterhin als An-
bindung des Technik- und Bürogebäudes
sowie als Fluchtweg.

Die Erstellung der Bauwerksmodelle er-
folgte nach der BIM-Methode in einer
hybriden Programmstruktur. Zur Steige-
rung der Effektivität und zur wirtschaftli-
chen Optimierung bei der Modellerstellung
wurden teilweise getrennte Modelle mit
für die jeweiligen Aufgaben optimalen Soft-

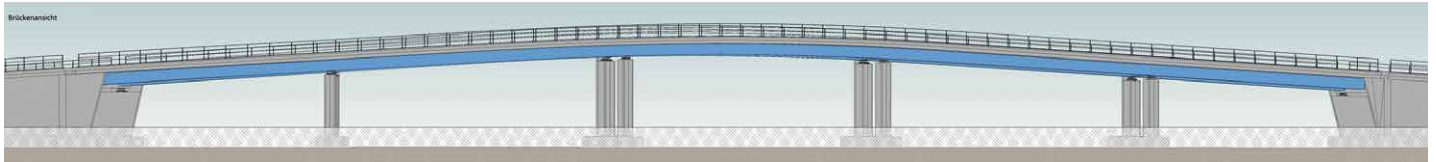
warelösungen erstellt. Die Tragkonstruk-
tion aus Stahl wurde dabei mit einer BIM-
fähigen Software entwickelt.
Maßgebliche Anschlüsse und Verbindun-
gen wurden exemplarisch modelliert. Die
vollständige Werkstattplanung erfolgte
anschließend durch die ausführende Stahl-
baufirma. In weiteren Modellen wurden
darüber hinaus Massivbauteile sowie
sämtliche Ausbauteile wie Wandver-
kleidungen, Dämmungen, Trapezbleche,
Geländer etc. erstellt. Auch bei diesem
Bauwerk erfolgte ein ständiger Austausch
mit den Planern der Technikgewerke zur
Koordination und zur Kollisionsprüfung
sowie mit dem für die Gestaltung verant-
wortlichen Architekten. Gleiches galt für
den Austausch anhand der Modelle mit
der ausführenden Stahlbaufirma.
Zur Erstellung der statischen Berechnung
der gesamten Brücke erfolgte die Über-
nahme des Konstruktionsmodells über
eine integrierte Schnittstelle als Stab-
werksmodell direkt in das Berechnungs-
programm. Mit geringfügigen geometri-
schen Anpassungen einzelner Knoten so-
wie Ergänzungen von weiteren Lastfällen
und der Lastfallkombinationen konnten die
erforderlichen Nachweise und Bemessun-
gen geführt werden. Anschließend wurden
die gewonnenen Ergebnisse wieder in das
Gesamt-BIM-Modell überführt.



Planungsmodell der kombinierten Fußgänger-/Medienbrücke
© Ingenieurbüro Grassl GmbH



Berechnungsmodell der kombinierten Fußgänger-/Medienbrücke
© Ingenieurbüro Grassl GmbH



Ansicht der Straßenbrücke über die Ernst-Blickle-Straße
© Ingenieurbüro Grassl GmbH

Die Unterbauten bestehen aus flach gegründeten Pfeilerscheiben und kastenförmigen Widerlagern, deren Vorderkanten aus gestalterischen Gründen schräg ausgebildet wurden. Die Pfeilerstellung ergibt sich aus der unter der Brücke liegenden Straße und dem Medientunnel. Die Anbindung der Straßenbrücke erfolgt über Rampen mit Stützbauwerken als flach gegründeter Stahlbetontrog. Das südliche Widerlager verfügt über einen Kammergang, um den Zugang der Fahrbahnübergangskonstruktion zu ermöglichen. Am nördlichen Widerlager liegt der Festpunkt, weshalb hier kein Kammergang vorgesehen werden musste.

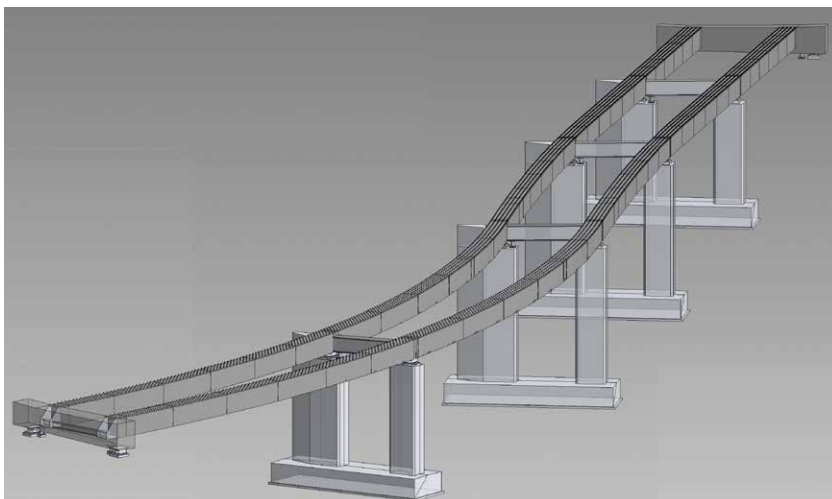
Das Planungsmodell wurde ebenfalls für die erforderlichen Kollisionsprüfungen mit den Sparten verwendet. Im südlichen Trogbereich sind drei Spartenkreuzungen notwendig. In diesem Bereich ist die Bodenplatte unterbrochen, und die Trogwände sind statisch entsprechend ausgelegt. Durch enge Abstimmungen mit den anderen Planern konnte auf weitere Kreuzungen verzichtet werden.

Die Erstellung des Planungsmodells für die Straßenbrücke erfolgte analog zu den übrigen Objekten nach der BIM-Methode in einer parametrisierten Bauteilstruktur.

Zur Steigerung der Flexibilität und Effizienz bei der Modellerstellung wurden standardisierte und projektspezifische Bauteile mit den für das jeweilige Bauteil optimalen Parametern angelegt. Der Überbau wurde als parametrisierter Querschnitt erstellt und entlang der Achse extrudiert. Die anderen Bauteile wie Querträger, Elastomerlager, Lagersockel, Pfeiler, Widerlager, Stützwände, Trogbauwerk, Geländer, Befestigungselemente, Entwässerungselemente etc. wurden auch mit den für das Projekt geeigneten Parametern erfasst und in der Bauteildokumentation beschrieben. Das Verkehrsanlagenmodell wurde zeichnerisch als DWG-Datei und parametrisch als standardisierte 040-Datei für die Achse und 021-Datei für die Gradiente übergeben und mittels einer hierfür programmierten Schnittstelle als Grundlage für das Planungsmodell verwendet. Somit sind alle Überbaubauteile in der Lage mit der Achse und in der Höhe mit der Gradiente verknüpft. Die Unterbauten haben ebenfalls Bezugspunkte in der Achse und der Gradiente und zudem eine Referenzierung zum modellierten Gelände. Hierdurch wurden Lage und Höhe der Unterbauten in Abhängigkeit der Trasse und des Geländes angepasst.

Das Arbeiten mit parametrisierten Bauteilen und die Verwendung gemeinsamer Parameter ermöglichten es, bei erforderlichen Änderungen Anpassungen parallel an alle Objekte des Planungsmodells zu übertragen, die Resultate auf Plausibilität zu prüfen sowie eventuell auftretende Konflikte rechtzeitig zu erkennen und zu lösen. Somit war es beispielsweise möglich, das Planungsmodell der Straßenbrücke und die zugehörige Planableitung durch das Einlesen einer parallel zur Planung der Ingenieurbauwerke angepassten Trassierung der überführten Straße automatisiert zu aktualisieren.

Bei der Erstellung der Bauteile wurden über die geometrischen Parameter hinaus Felder für die Hinterlegung von weiteren Informationen angelegt. Während der Planung konnten somit Bauteilinformationen wie Stoffe, Betongüte, Expositions-kategorie, Richtzeichnungstyp etc. hinterlegt werden. Im weiteren Verlauf der Planung und des Baus war es möglich, zusätzliche Informationen wie IFC-Klassen oder auch die für Erhaltung und Betrieb notwendigen Angaben wie Hersteller, Lieferant, Herstellungsdatum etc. zu ergänzen. Die Pläne wurden anschließend aus dem Modell heraus erstellt, so dass alle Änderungen auch in die Pläne übernommen wurden. Für die in Infrastrukturprojekten erforderlichen Längsabwicklungen entlang gekrümmter Linien – in diesem Fall zum Beispiel zur Ausgabe eines Längsschnittes entlang der Gradiente – wurde die Software Dynamo verwendet, in der diese Generierung programmiert werden konnte, und diese mit dem Planungsmodell verknüpft. Dadurch war es möglich, auch alle Schalpläne der gekrümmten Bauteile aus dem 3-D-Modell zu erzeugen und die Effizienz weiter zu steigern.

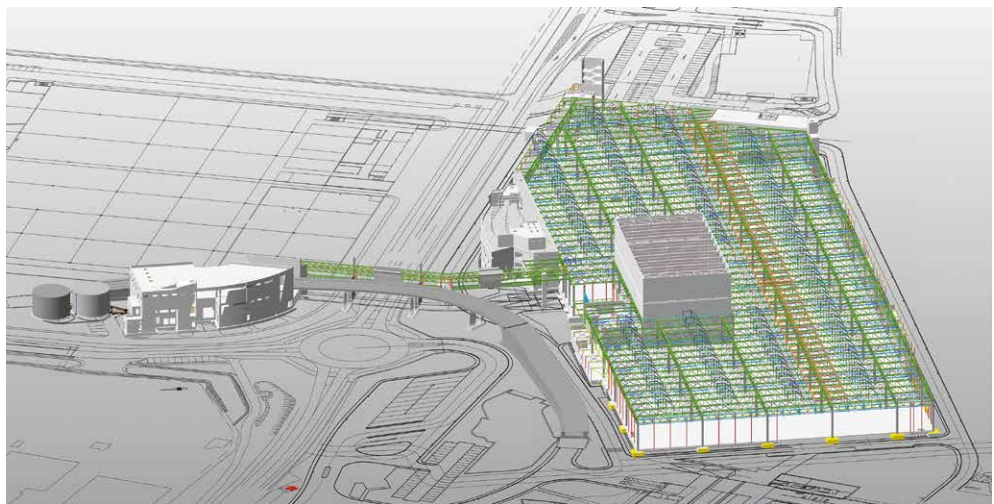


Planungsmodell Straßenbrücke über die Ernst-Blickle-Straße
© Ingenieurbüro Grassl GmbH

Fazit

Die Planung des Werkneubaus Graben-Neudorf konnte nicht nur für die Hochbauwerke, sondern auch für die Infrastrukturbauteile inklusive der Planableitung für Entwurf und Ausführung vollständig modellbasiert erfolgen. Damit steht auch ein Gesamtmodell aller Neubauobjekte für Bauausführung, Betrieb und Erhaltung zum ganzheitlichen Einsatz der BIM-Methode zur Verfügung.

Die BIM-Methode ermöglicht dem Planer ausführungs- und bauteilorientierter zu arbeiten. Qualität und Effizienz werden dadurch gesteigert, dass die Fülle der im Rahmen der Planung zu verarbeitenden Informationen zentral im Modell, d. h. nur an einer Stelle, verwaltet werden und in den jeweiligen Planungsphasen für unterschiedliche Zwecke, wie zum Beispiel Variantenauswahl, Entwurf, Genehmigung, Ausschreibung, Bauüberwachung, abgeleitet werden können.



Planungsmodell Gesamtmaßnahme Werksneubau
© Ingenieurbüro Grassl GmbH

Dem Bauherrn stand bereits in der Planungsphase ein Modell der Gesamtmaßnahme zur Verfügung. Das Modell diente dazu, den Verlauf der Maßnahme zu veranschaulichen sowie für die Öffentlichkeit oder für beteiligte Dritte verständliche Darstellungen in Form von Bildern, Filmen oder Echtzeitmodellen zu generieren. Darüber hinaus können die nach der BIM-Methode erstellten Modelle eingesetzt werden, um den Baulastträger nach Fertigstellung der Baumaßnahme bei seinen Aufgaben im Rahmen von Betrieb und Erhaltung zu unterstützen.

Dr. sc. tech. Hans Grassl
Jacqueline Donner M. Sc.
Bernhard Weischedel M. Sc.
Dipl.-Ing. (FH) Thilo Weischedel

Bauherr

SEW-EURODRIVE GmbH & Co. KG, Bruchsal

Entwurf

Studio Wolfhugel, Hoerd, Frankreich, mit
Dill + Hauf Architekten, Mühlacker

Objekt- und Tragwerksplanung

Ingenieurbüro Grassl GmbH, Stuttgart

Prüfingenieur

Dr.-Ing. Dietmar H. Maier, Karlsruhe



Straßenbrücke und Fußgänger-/Medienbrücke

© Jens Arbogast