

Perfekte Immobilie für hochwertige Automobile

Im April 2009 fiel innerhalb des Konzerns der Volkswagen AG die Entscheidung über eine Produktionserweiterung ihres Standortes in Bratislava in der Slowakei. Bereits in diesem Jahr sollen erste Fahrzeuge einer neuen Modellreihe das Fließband verlassen und in die ganze Welt geliefert werden. Zu der Erweiterung gehörte ein Anbau an die Produktionshalle 2A, in der die Lackierarbeiten erfolgen. Von der Ausschreibung über die Vergabe, die eigentliche Bauausführung bis hin zu der Bauabnahme verliefen alle Projektaufgaben zweisprachig, also auf slowakisch und deutsch. Die Ausschreibungsunterlagen und Projektdokumentation zur Baugenehmigung stellte der Slowakische Generalplaner Coproject a.s. auf. Dabei sind alle Leistungsverzeichnisse zweisprachig mit Unterstützung durch die Projekt- und Kostenmanagementsoftware von RIB erstellt worden. Die Produktionshalle 2A ist ein vierstöckiges Bauobjekt mit Hauptgrundrissabmessungen von 251,0 m x 60,0 m, quadratischem Stützweitenmodul 12,0 m x 12,0 m und einer Konstruktionshöhe von ca. 24,0 m bei einer Gründungstiefe von -2,2 m. Bild 1 zeigt eine räumliche Visualisierung der Halle.

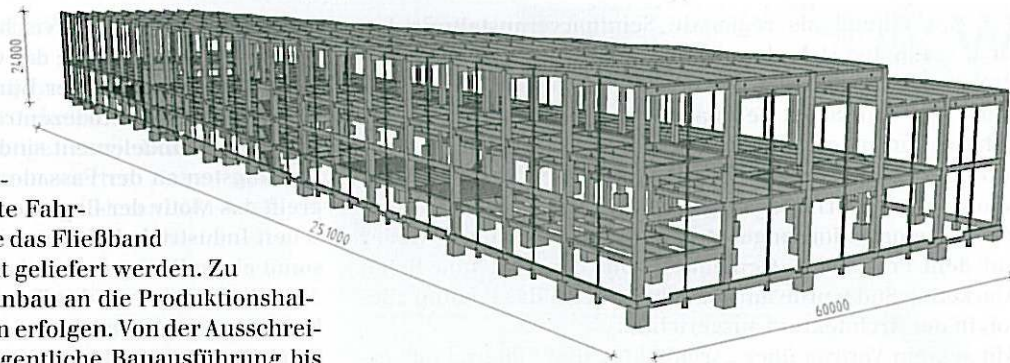


Bild 1. Räumliches Gesamtmodell der Halle 2A

ein komplettes Re-Engineering für die Umstellung der ursprünglich geplanten Skelettbauweise auf eine montierte Fertigteilbauweise vom Fertigteilhersteller im Rahmen seiner Gesamtleistungen als Regiearbeiten abgegolten werden musste. Bei der neuen Planungsvariante erfolgte der Transport der Fertigteile auf der Straße, und die Montage wurde vor Ort mittels schwerer Autokrane vorgenommen.

Skelettbau in Ortbeton in der ersten Planungsstufe

Das Tragwerk der Halle konzipierte das Ingenieurbüro BF-Partners s.r.o., Bratislava, Slowakei als Skelettbau in Ortbeton mit Fassadenblöcken im Raster von 6,0 m. Dadurch wurde zunächst eine einheitliche Vergabe der Bauleistungen über eine öffentliche und für die Allgemeinheit vollständig zugängliche Ausschreibung ermöglicht.

Das Deckentragwerk wurde aus an durchlaufenden Stützen gelenkig gelagerten Rippenträgern und Deckenplatten gebildet. Die tragende Dachkonstruktion wurde als Stahltragwerk aus Fachwerkbindern und Stahlpfetten entworfen, ergänzt durch Trapezbleche und weitere Elemente des klassischen Dachausbaus.

Sowohl aus brandschutztechnischen Gründen als auch zur Eingrenzung einer gegenseitigen Interaktion, zur Robustheitsabsicherung und aus Gründen des Bauablaufs wurde die Produktionshalle mit Stützenverdoppelung an den Übergangsachsen in drei unabhängige Bauabschnitte aufgeteilt. Als Gründung der Stützen sahen die Ingenieure Einzelfundamente, bedarfsweise mit einer lokalen Untergrundverbesserung bzw. einem Bodenaustausch an etwaigen Bodenbruchstellen und Verwerfungen, vor.

Rahmenbedingungen für die Bauausführung

Parallel zur eigentlichen Bauausführung waren die Ausführungsplanung inklusive der Ausfertigung der detaillierten Werkpläne und weitere umfassende Anforderungen des Bauherren an das Projekt zu erfüllen. Dazu gehörten vor allem ein störungsfreier Produktionsablauf im Betrieb unter der Einhaltung von entsprechend hohen Sicherheitsstandards.

Aus zeitlichen Gründen wurde das komplette Tragwerk zunächst vorgefertigt. Im Planungsablauf war es wichtig, dass

Tragwerksbelastungen

Neben den üblichen Einwirkungen (Eigengewicht, Ausbaulasten) und veränderlichen Lasten (Schnee, Wind, Erdbeben) wurden vom Bauherrn weitere technologische Nutzlasten vorgegeben, welche sich bei der Tragwerksplanung nach der STN EN als bemessungsrelevant erwiesen haben. Für die Ebenen 4,50 m / 5,40 m wurden charakteristische Deckennutzlasten von 7,5 kN/m², 20,0 kN/m² und bis zu 22,0 kN/m² vorgegeben. Für die restlichen Ebenen +9,00 m und +15,00 m / +14,00 m waren es 7,5 kN/m² und 10,0 kN/m². Die veränderlichen Dachlasten betragen 1,5 kN/m².

Die charakteristischen Einzellasten auf den Geschosdecken erreichten Werte bis zu 407,0 kN; im Durchschnitt lagen diese bei rund 100,0 kN bis hin zu 200,0 kN. Die Aufhängelasten an den 12 m langen Bindern lagen zwischen 76,0 kN und 87,0 kN. Für diese hohen Belastungen konnte für die 24 m langen vorgespannten Binder mit beschränkter Bauhöhe keine statisch tragfähige und gleichzeitig wirtschaftliche Lösung gefunden werden und deshalb waren weitere Projektänderungen zur Tragwerksoptimierung notwendig. Ein Problem stellte dabei die vorgegebene Temperaturdifferenz von innen nach außen um ±50,0 K dar. Die Umweltbedingungen der Expositionsklasse XC1 und XC2 sowie die Brandschutzanforderungen R60 hatten keinerlei Einfluss auf den statischen Entwurf des Tragwerkes.

Ausgeführtes Fertigteilbauwerk

Die Planungsarbeiten liefen parallel zur bereits begonnenen Bauausführung und erstreckten sich von Januar 2010 bis zur Abnahme im Juni 2010. Die Planer, die die ursprüngliche Skelettkonstruktion in Ortbeton entworfen hatten, wurden vom Bauherren mit der Prüfstatik beauftragt. Die Grundbauarbeiten sowie die Errichtung der Stützenfundamente auf Großpfählen und die Sohlplatte der Ebene ±0,00 m erfolgten durch einen Zulieferer des Generalunternehmers.

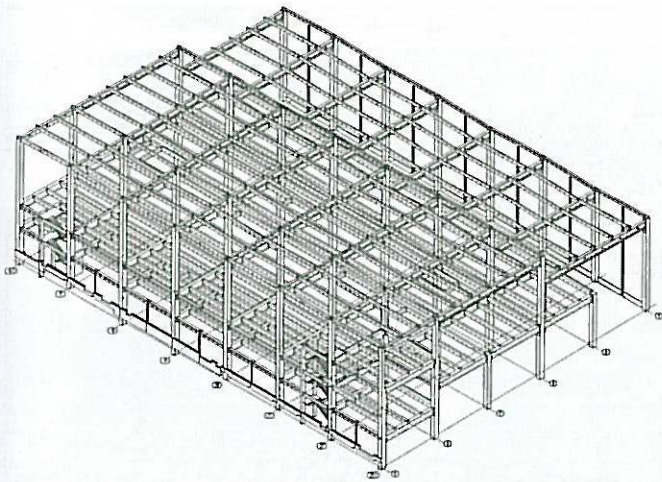


Bild 2. Räumliches Modell der Fertigteilkonstruktion im dritten Bauabschnitt



Bild 3. Fortgeschrittene Tragwerksmontage der Halle 2A

Die Grundabmessungen des Objektes und seine Aufteilung in drei Bauabschnitte wurden beibehalten. Das ursprünglich geplante Stahltragwerk für das Dach wurde in der überarbeiteten Planung durch Spannbeton- und Stahlbetonfertigteile ersetzt. Die Geschossdecken wurden als Verbund von Ortbeton und Filigranplatten, gelagert auf einem Rost aus Fertigteilbalken, ausgeführt. **Bild 2** stellt die Fertigteilkonstruktion im dritten Bauabschnitt räumlich dar, **Bild 5** veranschaulicht die reale Montage.

Vertikale Tragteile

Die vertikale Haupttragteile bilden Fertigteilstützen mit einer Gesamthöhe von 24,0 m und einem rechteckigen Querschnitt von 1000/800 mm bzw. 800/800 mm. Die Stützen sind in Ortbetonköcher eingespannt. Eine Ausnahme bildet die Anschlussachse zur bestehenden Halle 2. Hier werden die Stützen mittels eines Koppelankers vom Typ PFEIFER PSF 30 gelagert.

Die größte Herausforderung des Projektes stellte eine statische Berechnung und wirtschaftliche Bemessung der Stützen dar, denn der einzige vorhandene Aufzugsschacht (6 m x 4 m) eignet sich funktional nicht als aussteifender Kern. Die Stützen müssen auch eine horizontale Stabilität des Bauwerkes gewährleisten. So wird in jeder Deckenebene aus durchlaufenden Fertigteilbalken mit einem Rechteck- bzw. einem umgekehrten L-Querschnitt ein Umfangersverband ausgeführt. Die optimale statische Lösung wurde mit dem Programm BEST von RIB gefunden. Diese wurden mit Hilfe der Theorie II. Ordnung unter Ansatz der notwendigen Imperfektionen und über effektive Steifigkeiten eines veränderlich bewehrten Querschnittes mit möglicher Rissbildung auf der Zugseite ermittelt. Auf diese Weise erhielten sie eine wirtschaftliche Bemessung bei ausreichender Knicksicherheit aller Stützen.

Abstützungslasten aus dem Umfangersverband, aus Deckenbalken und Bindern wurden mit der Software RIB RTool an den Stützen nachgewiesen. Das Ergebnis waren kurze Konsolen mit Verwendung von Elastomerauflagern und hochfesten Ortbetonmörteln. Einen Bewehrungsplan einer typischen Stütze zeigt Bild 4.

Horizontale Tragteile

Das Tragwerk des Trapezblechdaches bildet ein System aus vorgespannten Fertigteilbindern mit einer Länge von 24,0 m und einer Höhe 1,4 m und 1,5 m, ergänzt durch Stahlbetonfertigteilebinder mit einer Länge von 12,0 m und einer Höhe 1,2 m und 1,05 m sowie 12,0 m langen Pfetten mit einem keilförmigen, 650 mm und 700 mm hohen Querschnitt. Die **Bilder 5** und **6** zeigen die Anordnung der entsprechenden Dachbauteile.

Die vorgespannten, 24,0 m langen Fertigteilbinder erwiesen sich bei der gegebenen Bauhöhenbeschränkung und den Brandschutzanforderungen als die wirtschaftlichste Lösung. Der komplexe statische Entwurf der vorgespannten Binder

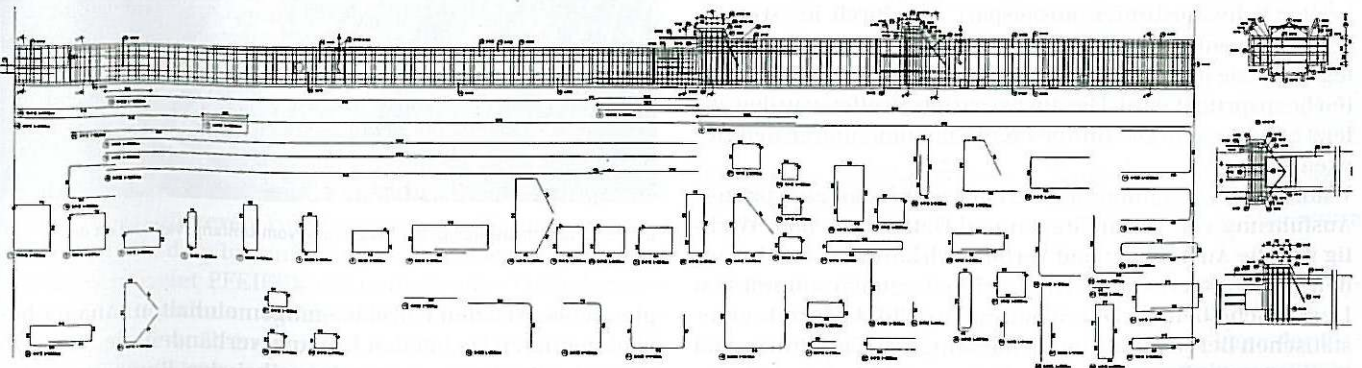


Bild 4. Ausschnitt aus einem Bewehrungsplan einer typischen Hallenstütze



Bild 5. Vorgespannte, 24,0 m lange Fertigteilbinder



Bild 7. Stahlbetonunterzug mit Rippenbalken



Bild 6. Stahlbeton-Fertigteilbinder und -Pfeifen



Bild 8. Verlegte Filigranplatten

inkl. Einflüssen, wie Transportsystem, technologische Ausparungen in Querrichtung und nichtlineare Kippsicherung, wurden mit der Software RTfermo durchgeführt.

Die Tragwerkskonstruktion der Geschossdecken im Technikbereich wird durch einen Trägerrost aus 1.500 mm hohen Hauptträgern (12,0 m x 12,0 m) und ausgeklinkten, 950 mm hohen Unterzügen und Rippenbalken von je 3 m gebildet. Die eigentliche Decke bildet ein Verbund aus 60 mm dicken Filigranplatten und 140 mm Ortbeton. Die Betonierung wurde in großen Abschnitten vorgenommen, wobei der größte Arbeitsgang 56,0 m x 56,0 m betrug. Entlang der Auflagerungen der Rippenbalken auf den Unterzügen wurde ein 1 m breiter Schwindstreifen ausgespart, wodurch je zwei Arbeitsfugen entstanden. Die obere Bewehrung wurde so verlegt, dass sie nicht gleichzeitig von beiden Schwindabschnitten beansprucht wird. Die ausgesparten Streifen wurden zuletzt geschlossen. Die Bilder 7 und 8 dokumentieren den Deckenaufbau.

Während des gesamten Bauverlaufs wurde auf eine präzise Ausführung von Verbindungen und Details geachtet. Wichtig war die Ausbildung und Verbundwirkung des aussteifenden Umfangsverbandes. Diese wirken gemeinsam mit den Deckenscheiben als Durchlaufräger (Bild 9). Mittels einer statischen Berechnung und Bemessung der Hauptträger und Unterzüge im Programm RTbalken von RIB konnten die Ingenieure für die Decken die von der installierten Technolo-



Bild 9. Ortbetonausbildung der Verbindung vom Umfangsverband an den Stützen

gie eng begrenzten Durchbiegungen einhalten. Analog berücksichtigten sie bei den Umfangsverbänden die dort auftretende Torsionsbeanspruchung bei der Bemessung des Systems.

Tab. 1. Gegenüberstellung der Plan- und Istmengen des Baustahls

Baustahlmengen	Bauwerk	Bauwerk	1.Bauabschnitt	2.Bauabschnitt	3.Bauabschnitt
	Plan	Ist	Ist	Ist	Ist
	B500 [kg]	B500 [kg]	B500 [kg]	B500 [kg]	B500 [kg]
Gesamt	1.920.091	1.570.503	471.817	544.049	554.638
Einsparung "Plan - Ist"	349.587 kg				

Tab. 2. Gegenüberstellung der Plan- und Istmengen des Betons Bilder /Tabellen: Ing. Büro DeBondt

Betonmengen	Bauwerk	Bauwerk	1.Bauabschnitt	2.Bauabschnitt	3.Bauabschnitt
	Plan	Ist	Ist	Ist	Ist
	Beton [m3]	Beton [m3]	Beton [m3]	Beton [m3]	Beton [m3]
Gesamt	6.619	6.598	2.082	2.219	2.297
Einsparung "Plan - Ist"	21 m³				

Verwendete Materialien

Beton

- Stützen C40/50, C50/60
- vorgespannte Binder C55/67
- Stahlbetonbinder C50/60
- Pfetten C50/60
- Umfangsverband C35/45
- Unterzüge und Rippen C50/60
- Hauptdeckenträger C30/37

Stähle

- Baustahl B500B (10505 R)
- Spannlitzen D15,5 MM, ST1660/1860

Ein mutiger Schritt der Ingenieure von DeBondt war es, dem Fertigteilerhersteller die Baustahl- und Betonmengen, die sie gemeinsam für die Angebotsabgabe ermittelt hatten, vertraglich zu garantieren. Wie sich den Tabellen 1 und 2 entnehmen lässt, haben sie durch fachliche Kompetenz und durch den Einsatz von RIB-Softwaresysteme ca. 350 t, also fast 20% des Baustahls gegenüber den veranschlagten Mengen der Vorplanung einsparen können.