

# Künftiger (Hauptstadt-)Flughafen in Berlin

## Die Stahlkonstruktion des Terminalgebäudes



Visualisierung des Terminalgebäudes  
© gmp Architekten/JSK Architekten

### Masterplan

Der Flughafen Berlin-Brandenburg International (BBI) ist nach München die zweite komplette Neuerrichtung eines Airport-systems in Deutschland mit unabhängig voneinander zu betreibenden Start- und Landebahnen sowie einer in der Mitte angeordneten Passagierabfertigung. Diese Konzeption garantiert kürzeste Rollwege für die Flugzeuge, damit schnelle Umkehrzeiten und einen wirtschaftlichen Betrieb.

Im BBI werden die Verkehrsträger Bahn, Straße und Luftverkehr im Sinne des Passagiers in einem Punkt zusammengeführt, wobei durch den unterirdischen Flughafenbahnhof und die direkte Verknüpfung mit der Autobahn ein Höchstmaß an Vernetzung erreicht wird. Der Terminal besteht aus einer Haupthalle und vorgelagerten Piergebäuden. Seine klare räumliche Aufteilung bietet dem Reisenden die kürzestmöglichen Verbindungen und gewährleistet eine gute Orientierung. Anpassungsfähigkeit, Veränderbarkeit und Flexibilität waren für die bauliche Struktur des Terminals die wichtigsten Maximen.



**Ansicht von Dach, Fassade und Vorfahrt**  
© gmp Architekten/JSK Architekten

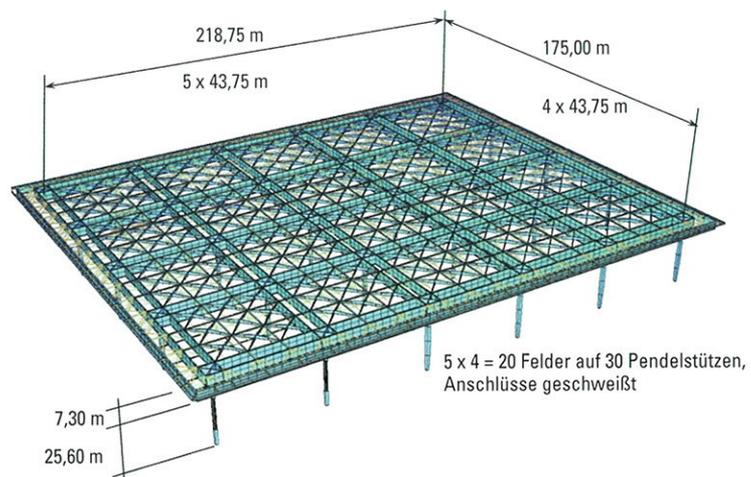
### Komponenten und Geometrie

Das Dachtragwerk des Fluggastterminals ist ein ebener Trägerrost mit einer Gesamtbauhöhe von ca. 4,20 m, der in einem Raster von 43,75 m durch 30 Pendelstützen getragen und an dem überbauten Stahlbetonbaukörper durch zwei Festpunkte horizontal ausgesteift wird. Er ruht auf

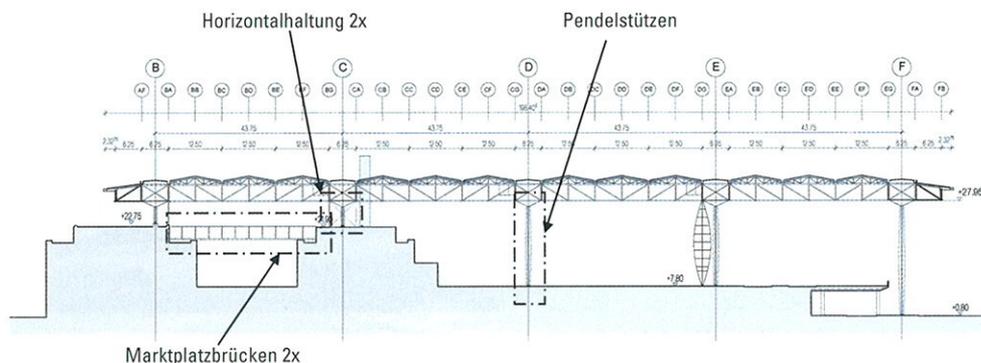
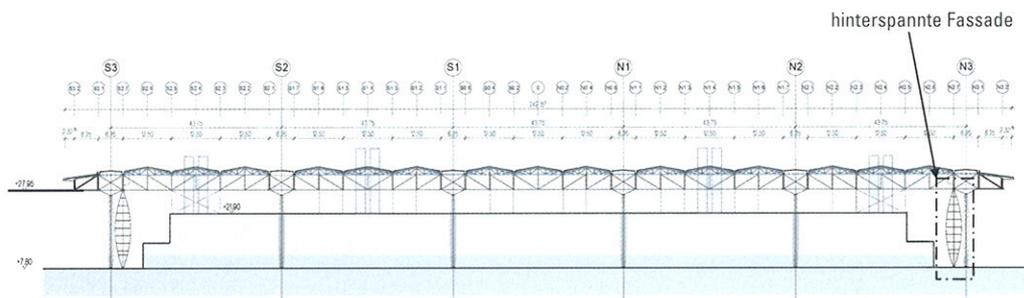
der angrenzenden Massivbaukonstruktion des eingestellten Stahlbetonbaukörpers, des Piergebäudes sowie der Untergeschosse.

### Zum Tragwerk

In einem Zeitungsbericht zur Gestaltung des Flughafens heißt es » (...) wenn Schinkel einen Flughafen gebaut hätte (...)« und weiter » (...) sparsam im Aufwand, nobel im Gesims, der Landschaft angepasst (...)«. Das funktionale und bauliche Konzept des Flughafens beruht auf einer in Ost-West-Richtung verlaufenden Hauptachse und orthogonalen anschließenden Nebenachsen. Sie bilden die Symmetrieachse des Fluggastterminals, wobei die Dachscheibe dieses Ordnungsprinzip fortsetzt – durch in Haupt- und Nebenachsrichtung angeordnete Oberlichter, die wiederum 20 opak eingepasste Kassetten gliedern. Das Dachtragwerk überspannt auch den Bereich der Vorfahrt, die Check-in-Areale sowie den zentralen Marktplatz bis zur Abflugzone im Piergebäude.



**System und Geometrie**  
© Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH



**Längs- und Querschnitt**  
© Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH

Es gliedert sich entsprechend den Tragfunktionen einzelner Bauteile in eine Primär-, eine Sekundär- und eine Tertiärstruktur. An das Dachtragwerk schließen die Außen- und Innenfassaden an, die als transparente, durch Seilbinder stabilisierte Glashüllen ausgebildet sind. Aufgrund des Designs dieser »Glashaut« war es notwendig, die Stahlkonstruktion in den Anschlussbereichen zur Fassade mit einer außergewöhnlichen Genauigkeit von +/- 5 mm herzustellen.

Neben den die Dachscheibe erzeugenden Bauteilen

- A: Primärtragwerk mit 4.532 t,
  - B: Sekundärtragwerk mit 2.265 t,
  - C: Tertiärtragwerk mit 1.415 t,
- waren auch die Elementgruppen
- D: Stützen mit 484 t,
  - E: Marktplatzbrücken mit 80 t,
  - F: Pierdächer mit 574 t
- und damit ein Gesamtgewicht von ca. 9.350 t Bestandteil der Stahlbauleistungen.

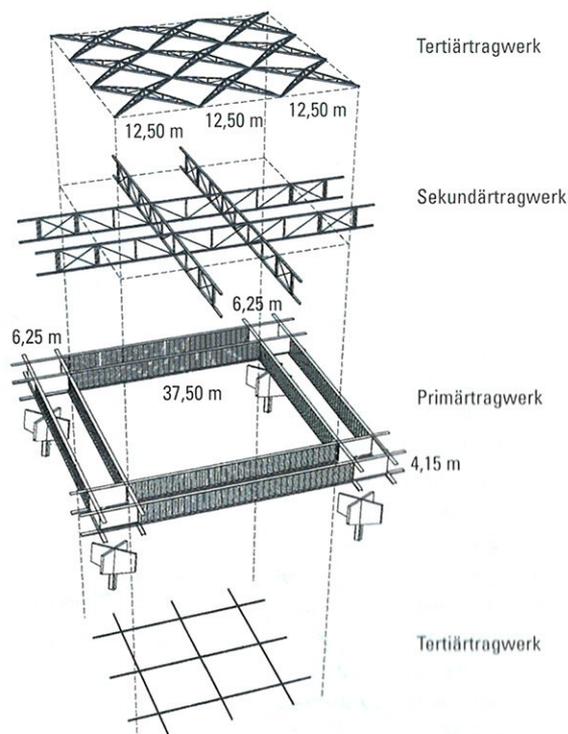
### Konstruktive Lösungen

Die vom Architektenteam vorgegebene Konstruktionsweise kombiniert verschiedene im modernen Stahlbau vorhandene Bauweisen. So wurden parallelgurtige Fachwerke (Sekundärtragwerk), dreieckige Fachwerkbinder (Tertiärtragwerk Obergeschoß) oder Vollwandbinder (Primärtragwerk) für den Entwurf der Dachscheibe verwendet – und unter anderem

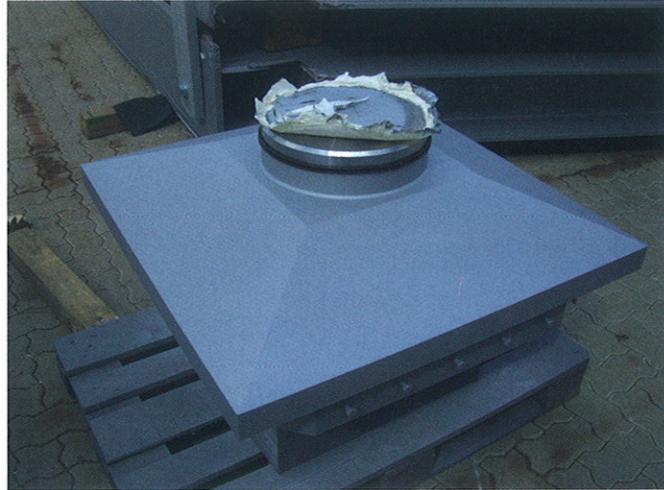
die Vollwandbinder des Haupttragwerks erstmalig als über 4 m hohe Träger mit Trapezsteg ausgebildet. Das heißt, es musste der bislang höchste Trapezsteg für eine Hochbaukonstruktion hergestellt werden. Die Fabrikation der Trapezstege war damit nicht allein eine Herausforderung für das Kanten der Stege, sondern

ebenso eine neue Aufgabe für das Fügen der Kantensektionen. Insgesamt wurden ca. 300 Trapezstege in einer Länge von 12,50 m und einer Höhe von 4,20 m gefertigt. Dies konnte mit automatisierter Technik auf einem Schweißroboter in der kurzen Zeit mit der verlangten Genauigkeit verwirklicht werden.

**Struktur**  
© Eiffel Deutschland  
Stahltechnologie GmbH



**Kalottenwälzlager aus Stahlguss**  
© Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH



Auch bei der Realisierung der Lager für die Pendelstützen der in 30 m Höhe schwebenden Dachscheibe wurde in Zusammenarbeit zwischen den Tragwerksplanern Schlaich Bergermann und Partner und Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH eine optimierte konstruktive Lösung gefunden: Die Gelenke der Stützen wurden als wartungsfreie Kalottenwälzlager ausgeführt, bei denen jegliches Gleiten und infolgedessen ein Verschleiß ausgeschlossen bleiben. Dies ließ sich wiederum, für den Betrachter von außen nicht erkennbar, ohne Einfluss auf den Architektentwurf technisch ändern und umsetzen.

### Werksfertigung

Die Werksfertigung erfolgte unter Einbeziehung von neun (Fertigungs-)Standorten. Nur so ließ sich das gesamte Tragwerk von ca. 9.350 t innerhalb von lediglich sieben Monaten montagefertig zur Baustelle nach Berlin liefern. Koordinierung und Überwachung der Fertigung und Schnittstellen oblagen dabei einem Team von Mitarbeitern, für das eine spezifische Projektstruktur in einem eigenen Großraumbüro geschaffen wurde.

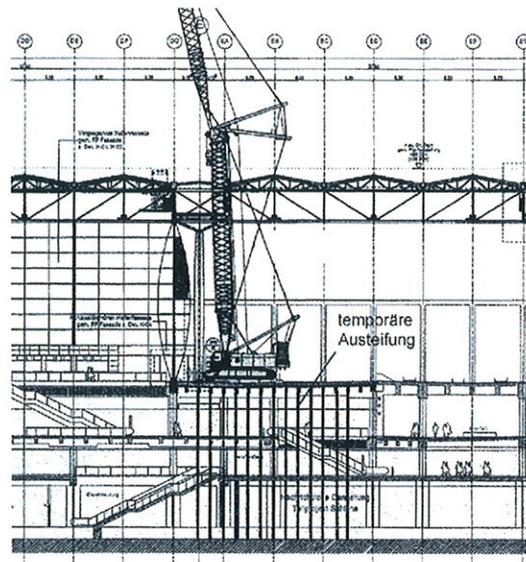
Schnittstelleninformationen waren somit »über den Tisch« verfügbar, so dass die räumliche Trennung der Fertigungsstellen keinen nachteiligen Einfluss auf den Ablauf hatte. Selbst die englische Schwester-gesellschaft des Generalunternehmers Stahlbau, die Eiffel Steelworks UK, konnte so an der Maßnahme »Flughafenterminal BBI« beteiligt werden, um die anspruchsvollen Lieferzeiten zu gewährleisten. Zur Überprüfung der hergestellten Komponenten diente das eingeführte Qualitätsmanagementsystem, das alle Abläufe regelte und durch mehrere Kontrollebenen überwacht wurde. So gab es die Eigenüberwachung von Eiffel Deutschland Stahltechnologie, die bei auswärtigen Fertigungsstellen durch die Ingenieur-gesellschaft BGS Grontmij ergänzt wurde, sowie die ingenieurtechnische Kontrolle der bauseitigen Planungsgesellschaft PGBBI, die das Qualitätsmanagement komplettierte. Derart war es machbar,



**Roboterportal zur Trapezstegfertigung**  
© Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH

Fertigungsstellen mit optimalen -möglichkeiten und maschineller Ausrüstung (Roboterschweißen, Kantbänke, spanende Bearbeitung) für die unterschiedlichen Bauweisen (Fachwerke, Kaltwerke, Vollwandträger, Stahlgussbauteile) auszuwählen – und im Ergebnis optimal aufeinander abgestimmte Bauteile zu fertigen und auszuliefern.

Die geometriebestimmende Baugruppe Kapitelle, welche direkt auf den Pendelstützen ruht, wurde im Werk der Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH hergestellt. Bei diesen Kapitellen handelt es sich um kreuzförmig angeordnete, dicht verschweißte und innen ausgesteifte Kastenwände, die 7,60 m breit und 5,20 m hoch sind und eine Bautiefe von nur 312 mm aufweisen. In ihrer Spitze wurden die Kalottenpfannen der Pendelstützen angeschweißt, die für Lagerlasten bis zu 15.700 kN ausgelegt sind.



**Ursprüngliches Montagekonzept**  
© Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH

Im Detail mussten komplizierte Strukturen realisiert werden, die im architektonischen Entwurf leicht, glatt und klar gegliedert wirken. Durch die Entfernung des Betrachters zum Tragwerk sind die oft aufwendig gefertigten Anschlüsse jedoch nicht sichtbar, was die Schwierigkeiten bei der Herstellung gar nicht aufzeigt.



**Knoten am Primärtragwerk**  
© Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH

### Montage und Vormontage

Der Gesamtprozess sah folgendermaßen aus:

- Auftragsvergabe:  
2. Januar 2009 (1. Monat)
- Werks- und Montageplanung:  
ab Februar 2009 (2. Monat)
- Materialbestellung, Walzung der Halbzeuge: ab März 2009 (3. Monat)
- Werkstattfertigung transportabler Baueinheiten: ab Mai 2009 (5. Monat)
- Vormontage der Bauteile zu Hubeinheiten im Baufeld: ab Juni 2009 (6. Monat)
- Endmontage der Hubeinheiten im Baufeld auf dem Massivrohbau:  
ab August 2009 (8. Monat)
- Einhub letztes Großbauteil:  
7. März 2010 (14. Monat)

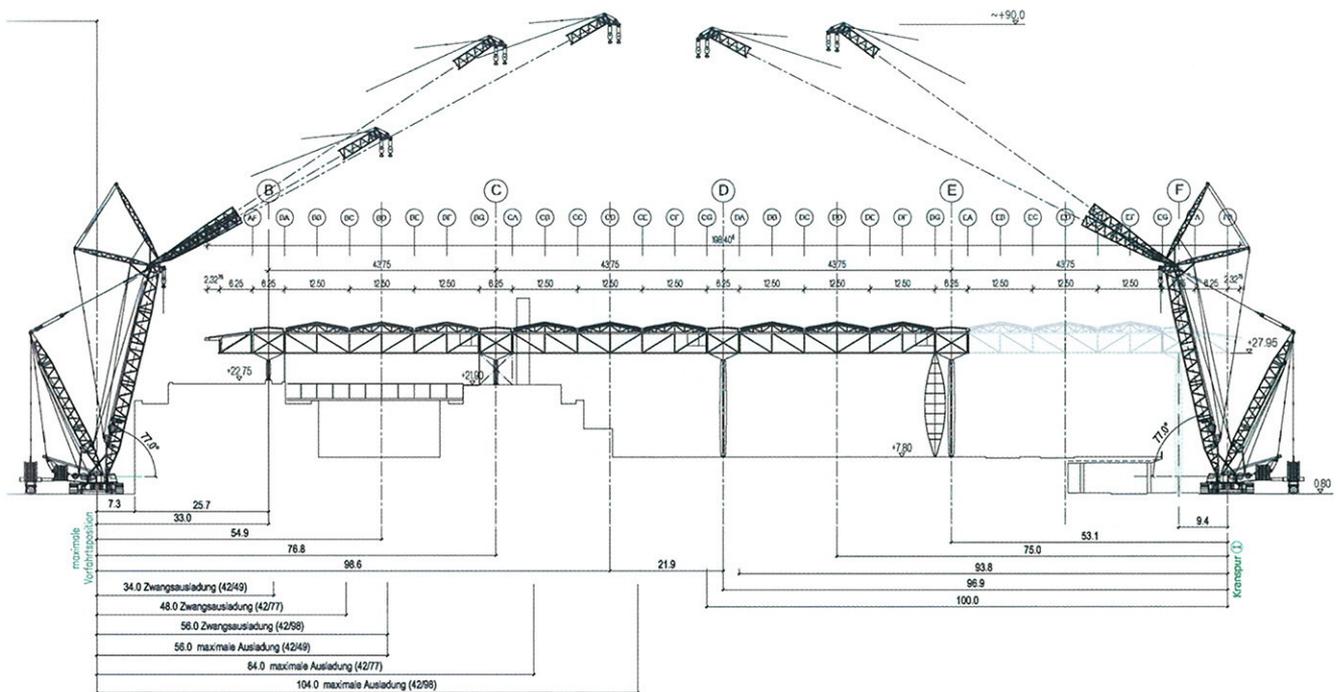
Für die Montage waren den am Bieterverfahren beteiligten Firmen Randbedingungen vorgeschrieben und eine Machbarkeitsstudie überreicht, aber die Ausführung an sich grundsätzlich freigestellt worden. Mit der Machbarkeitsstudie wurde gezeigt, dass ein auf dem obersten Geschöß des Terminals operierender Raupenkran in der Lage wäre, die notwendigen Baugruppen in die (Einbau-)Position zu verbringen. Basis dieses Vorschlages wäre jedoch eine Durchsteifung des Gesamtgebäudes bis auf die Gründung gewesen, die vor und während des Raupenkranesatzes zu montieren, vorzuhalten und zu warten gewesen wäre.



**Einhub eines 115-t-Elements**  
© Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH

Infolge des Baufortschritts von Vorgängergewerken und anderer Überlegungen konnte eine ausführbare Alternativlösung gezeigt werden, die

- Vorlaufgerwerken einen Zeitpuffer einräumte,
- keine Einbauten (Aussteifungen) in den Terminalrohbau erforderlich machte und
- die Anzahl der notwendigen Hubvorgänge erheblich reduzierte.



**Gewähltes Montageverfahren mit zwei Kranen**  
© Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH

Das gewählte Montageverfahren (Ein-  
hub großer Hubeinheiten mittels großer  
Raupenkrane) ermöglichte ein zeitliches  
und räumliches Entzerren der Arbeiten, da  
bereits große Anteile der Montage- und  
Schweißvorgänge im Vorfeld auf den Vor-  
montageplätzen durchgeführt werden  
konnten. Dadurch war es machbar, die  
Dachkonstruktion früher an die Nachfolge-  
gewerke zu übergeben.

Voraussetzung für die Realisierung der zur  
Anwendung gekommenen Alternative war  
jedoch das Zug-um-Zug-Bereitstellen,  
-Nutzen und -Räumen von Logistikflächen  
durch das Flächenmanagement sowie eine  
Arbeitsorganisation, welche in der Lage  
war, auf den diversen Vormontageflächen  
aus den antransportierten Bauteilen konti-  
nuierlich Hubeinheiten mit bis zu 123 t und  
51,50 m Länge zu erzeugen und diese mit-  
tels Schwerlasttransportfahrzeugen in die  
Schwenkbereiche der Raupenkrane zu  
verbringen.



**Vormontage 1: 60-t-Portalkran**  
© Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH



**Vormontage 2: 45.000 m<sup>2</sup> Zwischenlagerflächen**  
© Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH

### Zusammenfassung

Die Errichtung der Stahlkonstruktion des Terminalgebäudes des neuen Großflughafens Berlin-Brandenburg International (BBI) innerhalb von 14 Monaten zwischen Auftragserteilung bzw. Planungsbeginn und Fertigstellung der Montage erforderte eine hohe koordinative und technische Kompetenz sowie adaptive logistische Konzepte. Im klugen Zusammenwirken und Weiterentwickeln der vorliegenden Basisplanung wurden im Rahmen der Werk- und Montageplanung optimierte Lösungen zwischen Architekten und Ingenieuren, dem Auftraggeber und dem ausführenden Unternehmen Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH erarbeitet.

Dipl.-Ing. Uwe Heiland  
Dipl.-Ing. Thomas Stihl  
Dipl.-Ing. Peter Roßmeier  
Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH,  
Hannover

**Bauherr**

FBS Flughafen Berlin-Schönefeld GmbH

**Entwurf**

gmp Architekten  
von Gerkan, Marg und Partner,  
Berlin

JSK Dipl.-Ing. Architekten,  
Berlin

**Tragwerksplanung**

Schlaich Bergemann und Partner,  
Stuttgart, Berlin

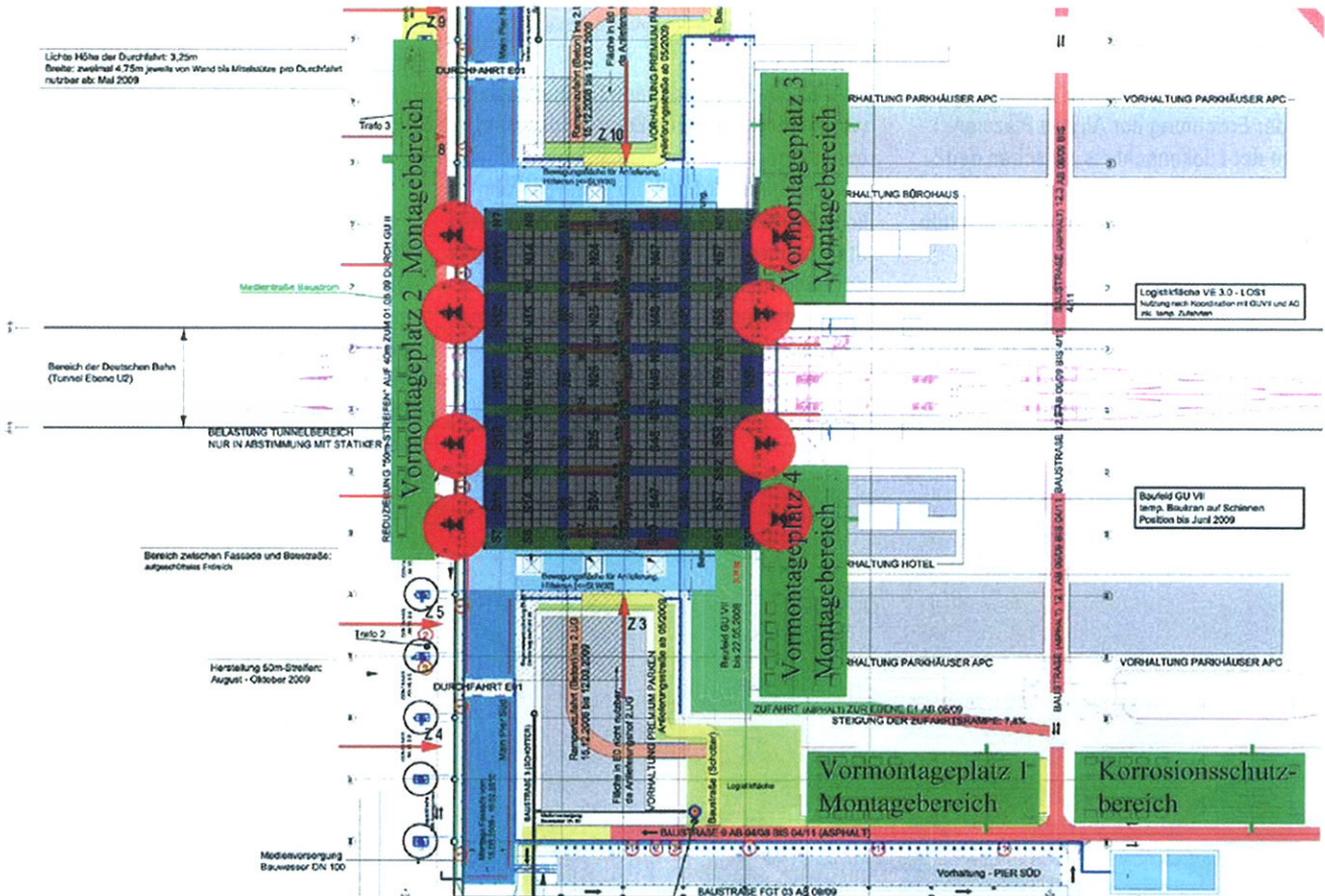
Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft mbH,  
Berlin

**Werkstatt- und Montageplanung**

Gregull & Spang Ingenieurgesellschaft  
für Stahlbau mbH,  
Berlin

**Ausführung**

Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH,  
Hannover



**Baustellenlayout: Vormontageflächen mit Zwischenlager (grün), Kranstandort (rot), Terminal (schwarz)**

© Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH