

Brückenschlag zur Optimierung des Pkw-Handels mit Übersee

Neues Verbindungsbauwerk in Bremerhaven

von Jens Gunnar Jepsen



1 Lageplan
© Fritz-Dieter Tollé

Die BLG Automobile Logistics GmbH & Co. KG wickelt über den Standort Bremerhaven den Im- und Export in- und ausländischer Pkw-Produktionen ab. Importierte Fahrzeuge werden per Schiff nach Bremerhaven angeliefert, entladen und auf Parkflächen zwischengelagert. Zu abgestimmten Zeiten stellt die Railion AG im Bahnhof Kaiserhafen Güterzüge bereit, um die importierten Fahrzeuge aufzunehmen und abzutransportieren. Der Export verläuft ganz entsprechend in umgekehrter Reihenfolge. Die Parkflächen liegen größtenteils nicht direkt am Wasser, sondern landeinwärts. Um bei wachsendem Handelsvolumen weiterhin wirtschaftlich im Wettbewerb anbieten zu können, entschloss sich die BLG nach der Jahrtausendwende, eine Verbindungsbrücke von den Parkflächen an der Cherbourger Straße über den Bahnhof Kaiserhafen und die Straße Am Erzhafen hinweg zu dem verfüllten Osthafenkopf zu realisieren und damit die Schiffs Liegezeiten deutlich zu minimieren.

1 Planung

1.1 Vorgaben

Im November 2005 erhielt das Büro Fritz-Dieter Tollé den Auftrag, eine kostenoptimierte Brückenkonstruktion von den Parkflächen zu den verfüllten Flächen am Osthafen zu entwerfen, auszuschreiben und innerhalb von einem Jahr bis Ende 2006 zu realisieren.

Vorgaben für die im Freihafengebiet liegende und ausschließlich innerbetrieblich genutzte Brücke sind eine zweispurige Verkehrsfläche von 6,50 m Breite mit 50 km/h Entwurfsgeschwindigkeit, die Befahrbarkeit mit Fahrzeugen bis zu 30 t im Einspurverkehr und beidseitige Gehwege von je 0,50 m.

1.2 Randbedingungen

1.2.1 Topographie

Die Parkflächen Cherbourger Straße liegen östlich des Bahnhofs Kaiserhafen auf einem Niveau von ca. 4,20 m ü. NN. Nach Nordwesten wird das Gelände durch die neue viergleisige Pkw-Verladung und ein Parkhaus abgeschlossen. Südlich davon quert die ehemalige Erzbrücke, derzeit umgebaut zur einspurigen Pkw-Befahrung, die Gleise. Westlich der Parkflächen befinden sich der auf zurzeit 17 Gleise ausgebaute Hafenbahnhof Kaiserhafen, ein Privatgleisanschluss und die abknickende Gleisachse zum Bahnhof Nordhafen. Die zweispurige Straße Am Erzhafen mit Gehweg und Grünstreifen trennt die Gleise vom verfüllten Osthafen.

Dem Brückenprojekt voraus- und parallellaufend wird das Osthafenende auf eine Endhöhe von ca. 2,70 m ü. NN aufgespült. Die gewonnene Fläche dient als Puffer und Verkehrsführung zu den jeweiligen Schiffsanlegern.

1.2.2 Baugrund

Zur Erkundung des Baugrundes wurden Bohrungen und Drucksondierungen durchgeführt und die Ergebnisse durch das Grundbaubüro Jacobsen beurteilt. Die Bodenaufschlüsse zeigen unter den ehemaligen Aufspülungen mächtige, ca. 16 m tiefe Weichschichten. Darunter folgen mitteldicht bis dicht gelagerte Lauenburger Tonschichten, mit Sanden durchzogen. Der Gutachter schlug eine Ort betonrammpfahlgründung vor. Die Druckpfähle ($d = 56 \text{ cm}$) konnten bis zu einer Tragfähigkeit von ca. 1,80 MN ausgelastet werden, Zugpfähle bis zu einer Tragfähigkeit von ca. 0,50 MN. Zur Reduzierung von Mitnahmesetzungen (negative Mantelreibung auf die Pfähle) aus dem Fahrbahndamm wurden die Widerlager frühzeitig hinterfüllt. Für das Bauwerk schädliche unterschiedliche Setzungen wurden aufgrund der Tiefgründung nicht erwartet.



2 Gleisquerung im Bahnhofsbereich
© Fritz-Dieter Tollé

Infolge einer noch nicht abgeschlossenen Konsolidierung und fehlender Stand-sicherheit im verfüllten Osthafen konnte eine schwere Ramme nicht eingesetzt werden. Als Alternative wurden Stahlrohrpfähle mit $d = 41$ cm vorgeschlagen. Der noch deutlich erkennbare Setzungsvorgang war über eine negative Mantelreibung und einen horizontalen Fließdruck abzubilden.

1.2.3 Bahnbetrieb

Die zu querenden 23 Gleise ließen sich in die vier Gleise der Autoverladung, die dem Bauherrn unterstehen, einen wenig frequentierten privaten Gleisanschluss, das direkte Zugangsgleis 312 zum Bahnhof Nordhafen und die 17 Gleise der Hafentramm unterteilen.

Die sechs westlichen Gleise im Bahnhof und das Gleis 312 waren mit Oberleitungen elektrifiziert und hinsichtlich der Haltekonstruktionen besonders zu beachten. Für alle Gleise mussten für die Bauphasen und den Endzustand die jeweiligen Lichtraumprofile beachtet werden. Das gesamte Gleisfeld im Bahnhof Kaiserhafen war mit Mastleuchten für eine qualifizierte Arbeitsausleuchtung für den Rangierbetrieb ausgestattet.

Darüber hinaus musste in dem historischen Bahngelände außer mit bekannten auch mit unbekanntem Medientrassen gerechnet werden.

Sperrpausen, Gleisumlagerungen und jegliche Abstimmungen zu Arbeiten im Bahnbetrieb hatten über die DB Netz, bremenports und Railion zu erfolgen. Die genehmigende Behörde war das Eisenbahn-Bundesamt Hannover mit der Außenstelle in Bremen.

1.2.4 Straßenbetrieb

Ähnlich wie das Gleis 312 war auch die Straße Am Erzhafen die direkte Anbindung zum Nordhafen und von daher stark vom Pkw-, Lkw- und Slw-Verkehr beansprucht. Im Grünstreifen befanden sich Gas- und Mittelspannungsleitungen sowie Medientrassen, die der Versorgung der Infrastruktur am Nordhafen dienen. Die Abstimmungen der Baumaßnahmen und deren Genehmigung erfolgten über die Straßenbehörde des Hansestadt Bremischen Hafenamtes.

1.2.5 Verfüllung Osthafen

Im Jahre 2004 verlangte die Schaffung dreier neuer Anleger die Umgestaltung des Osthafens. Das nordöstliche Ende

des Hafenbeckens wurde durch eine mit Schrägpfehlen rückverankerte gemischte Spundwand abgeteilt. Wasserseitig der Spundwand erfolgten die Schlickausbaggerung und die Umlagerung auf den geplanten landseitigen Abschnitt im Kontraktorverfahren. Die Schlickoberkante wurde durch Geotextile abgedeckt und mit ca. 2 m Sand überschüttet.

Als setzungsbeschleunigende Maßnahmen wurden für die ca. 1,50 m prognostizierten Primärsetzungen Vertikaldräns eingesetzt. Die Langzeitsetzungen wurden mit etwa einem weiteren Meter abgeschätzt.

Zum Start des Brückenbauprojektes dauerten die Sandverfüllungen noch an. Die Abstimmung im Projekt der Verfüllung Osthafen erfolgte über die PHW (Planer für Hafenflächenrecycling und Wasserbau) aus Hamburg.



3 Einbringen der Ort betonrammpfähle
© Fritz-Dieter Tollé

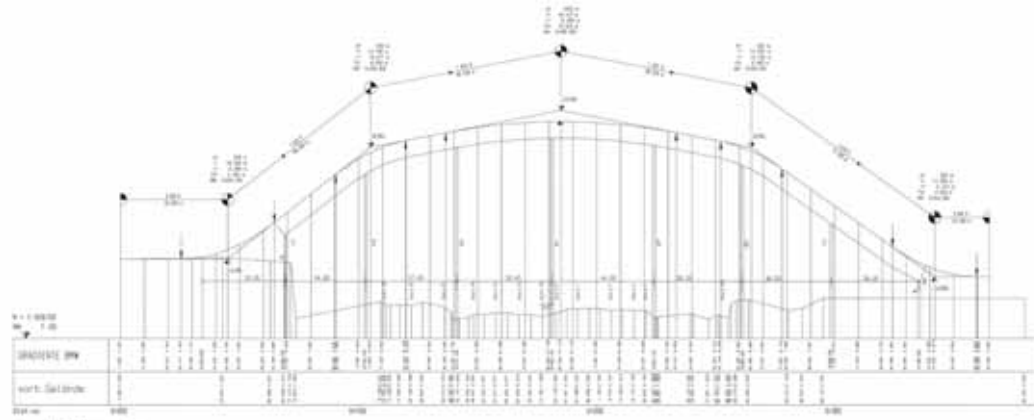


4 Verfüllung am Osthafen
© Fritz-Dieter Tollé

1.3 Entwurf

1.3.1 Überbau

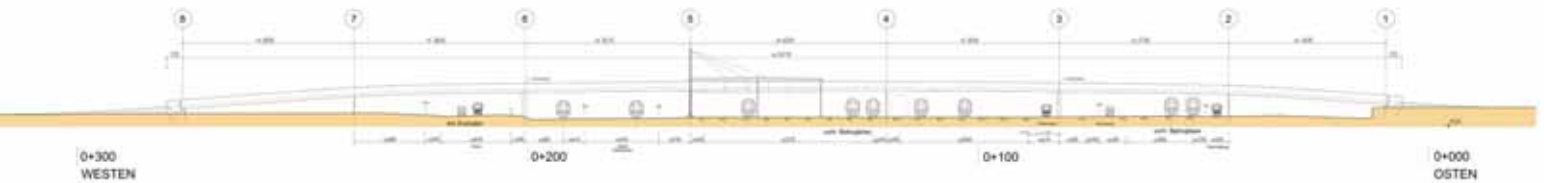
In Anbetracht der verschiedenen Randbedingungen und der besonderen Wirtschaftlichkeit wurde eine im Grundriss geradlinige Brücke mit nahezu rechtwinkliger Kreuzung der Bahnhofsgleise gewählt. Um auch eine möglichst geringe Höhenentwicklung zu verursachen, wurde dem Bauherrn eine Trogbrücke mit zwei 2,20 m hohen Längs- und 60 cm hohen Querträgern im Abstand von ca. 3,80 m sowie orthotroper Platte in den Stahlgüten S 235 und S 355 vorgeschlagen.



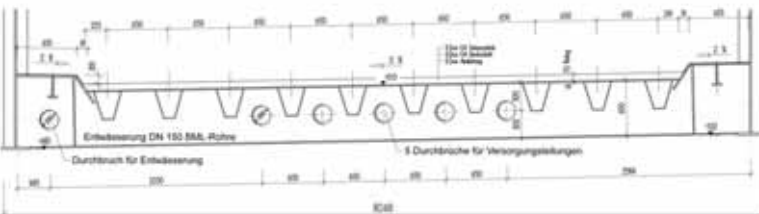
5 Höhenplan
© Fritz-Dieter Tollé

Ausgestattet wurde der Überbau mit einer Mastbeleuchtung für die Fahrbahn und unterseitig der Brücke mit einer Grundbeleuchtung für den Rangierbetrieb. Den Nachweis der Blendfreiheit für den Bahnhofsbetrieb führte der Beratende Ingenieur Brunken. Oberhalb der elektrifizierten Gleise 1–6 und 312 erhielt die Brücke einen Berührungsschutz. Der Überbau und sämtliche

Stützen im Gleisbereich sind an die Bahnerde angeschlossen worden. Für die betriebsinterne Kommunikation wurden sechs Leerrohre am Längsträger befestigt. Entsprechend der Firmenfarbe der BLG ist die Brücke gemäß ZTV-ING korrosionsschutz und abschließend in RAL 5002 (blau) gestrichen worden.



6 Brückenansicht
© Fritz-Dieter Tollé



7 Regelquerschnitt
© Fritz-Dieter Tollé

Aufgrund der Randbedingungen in den Verkehrsflächen unterhalb der Brücke ergab sich eine sinnvolle Unterstützung in acht Achsen mit Stützweiten zwischen ca. 35 m und 45 m. Die Gesamtlänge von ca. 267,10 m wurde durch Fugen in zwei Zweifeld- und ein Dreifeldsystem unterteilt. Die Aussteifungen in Längsrichtung bilden die Widerlager sowie der Stahlbetonrahmen in Achse 3. In Brückenquerrichtung ist jeweils das nördliche Lager fixiert. Die Verkehrsfläche wurde mit einem zweilagigen Gussasphalt und die Gehwege mit einer Epoxidharzbeschichtung versehen. Die Brückenentwässerung erfolgte über ein Quergefälle von 2 % und Längsgefälle entsprechend der Gradienten.

Bauart	Stahltrögbrücke mit orthotroper Platte
Brückenklasse	30/30 nach DIN 1072
Einzelstützweiten	ca. 34,90 m + 37,60 m + 38,40 m + 43,50 m + 36,70 m + 38,00 m + 38,00 m
Gesamtstützweiten	ca. 267,10 m
Lichte Weite zwischen Widerlagern	ca. 266,00 m
Kleinste lichte Höhe	6,00 m über SOK
Kreuzungswinkel	ca. 97 gon zu den Gleisachsen
Breite zwischen den Trogwänden	7,50 m
Fahrbahnbreite	6,50 m
Notgehwege beidseitig	0,50 m
Brückenfläche	ca. 2.000 m ²
Grundriss	R = ∞
Aufriss	Kuppe mit R = 500 m, 3.000 m, 500 m
Rampenanschlüsse	Wanne mit R = 500 m (West und Ost)

8 Hauptabmessungen und Trassierungselemente
© Fritz-Dieter Tollé



9 Pfahlloch und ...
© Fritz-Dieter Tollé



10 Herstellung der Pfahlkopfplatte
© Fritz-Dieter Tollé

1.3.3 Gründungen

Die Aufnahme der angreifenden Momente und Kräfte und ihre Ableitung in den Baugrund erfolgte über räumliche Pfahlböcke mit den Ortbeton- bzw. den Stahlrohrrammpfählen. Auf die Pfahlkopfplatten wurden die Widerlagerwände und Rahmenstützen sowie Podeste zur Absicherung eines Anpralls gegen die Stahlrahmen betoniert.

2 Ausführung

Im Frühjahr 2006 erfolgte die Projektrealisierung mit der Beauftragung an die Firma Krupp Stahlbau Hannover für den Überbau im April, für die Erd- und Stahlbetonarbeiten an die Firma August Reiners sowie für die Tiefgründung an die Firma Fredrich im Mai.

Als vorbereitende Maßnahmen wurden im Bahnhofsbereich die Oberleitungen der Gleise 1–6 abgesenkt und die Mastleuchten im direkten Umfeld der Brücke zurückgebaut. Im Osthafen dauerte die Verfüllung noch an und befand sich in der Phase des Sandeinbaues.

Die Herstellung der Tiefgründung erfolgte mit einer Hydraulikramme Junttan Typ 7 zuerst in den Achsen 1 und 2. Um an die Bauorte der Achsen 3 und 4 heranzukommen, wurde eine Baustraße quer zu den Gleisen verlegt. In Sperrpausen konnte die Pfahlramme in den Bahnhofsbereich eingebracht werden, um die Ortbetonrammpfähle herzustellen. Insgesamt wurden 39 Pfähle mit durchschnittlich 25 m Länge hergestellt. Im Schutze von Spundwandverbauten konnten unter örtlich sehr begrenzten Verhältnissen die Pfahlkopfbalken hergestellt werden. In den Achsen 3 und 6 folgte die aufgehende Herstellung der Stahlbetonrahmen und in Achse 1 des

1.3.2 Stützungen

An den Brückenden sind tiefgegründete Widerlager mit Flügel-, Kammerwänden und Sohlplatte in Ortbeton der Güte C 30/37 und C 35/45 (XC 3, XD 1 und XF 1) erstellt worden. Sie dienen der Längs- und Queraussteifung der jeweiligen Abschnitte und bilden den Übergang zu den Rampen.

In Achse 3 und 6 wurden Stahlbetonrahmen mit Quer- und in Achse 3 zusätzlich mit Längsbelastung vorgesehen. Auch hier erfolgte die Herstellung in Ortbeton der Güte C30/37 (XC3, XD 1 und XF 1). In den Achsen 2, 4, 5 und 7 wurden ausgekreuzte Stahlrahmen zum vertikalen und horizontalen Lastabtrag eingesetzt. Sie erhielten einen Endanstrich in RAL 1018 (gelb).



11 Stahlbetonrahmen in Achse 3
© Fritz-Dieter Tollé



12 Stahlrahmen in Achse 2
© Fritz-Dieter Tollé

Widerlagers. Parallel wurde die alternative Tiefgründung mit 21 Stahlrohrrammpfählen mit der Länge von ca. 20 m im verfüllten Osthafenbereich ausgeführt. Während in Hannover noch die Bleche für die einzelnen Brückensegmente geschnitten und zusammengesetzt wurden, konnten in den Achsen 2, 4, 5 und 7 vor Ort die ausgekreuzten Stahlrahmen montiert werden.



13 Werksfertigung der orthotropen Platte
© Fritz-Dieter Tollé



14 Montage mit Vorschubeinrichtung
© Fritz-Dieter Tollé



15 *Transport auf der Baustelle*
© Fritz-Dieter Tollé



16 *Einsetzen des Schlusstückes in Achse 6-7*
© Fritz-Dieter Tollé

Über die Straße wurden aus Hannover-Langenhagen die 22 vorgefertigten Brückenelemente nach Bremerhaven transportiert. Sie hatten eine Breite von ca. 4,10 m (Hälfte der Brückenbreite) und eine Länge von ca. 21,50 m–28,30 m mit einem Gesamtgewicht bis ca. 25 t. Auf der Baustelle wurden die Elemente zur kompletten Breite zusammengesetzt und über fahrbare Achsen zur Vorschubstelle verbracht.

Das Konzept der ausführenden Firma Krupp Stahlbau Hannover sah ein Takt-schieben von der Achse 2 bis über die Achse 6 vor. Separat eingehoben wurden die Elemente der Achse 1–2 und 7–8. In einer Nachtsperung der Straße wurde das Schlusstück Achse 6–7 eingesetzt und die Brücke komplett von der Vorschub- auf die Lagerebene abgelassen.

Nach dem Verschweißen der Stöße, Aufbringen des Korrosionsschutzes und Einbau der Fahrbahnübergänge konnte die Verkehrsfläche hergestellt werden. An den Brückenden wurden die Erdkörper für Rampen und die Fahrbahnbeläge hergestellt. Im verfüllten Osthafen wurden aufgrund der noch deutlichen Setzungsgeschwindigkeit zunächst nur eine geschotterte Fahrbahn und eine Schleppplatte, die mehrfach angehoben und unterfüttert werden musste, ausgeführt.

Am 10. November 2006 konnte die Befahrbarkeit der Brücke der BLG Automobile Logistics gemeldet werden.

Autor:
Dipl.-Ing. (TU) Jens Gunnar Jepsen
Fritz-Dieter Tollé Architekt BDB
Architekten Stadtplaner Ingenieure,
Verden

Bauherr
BLG Automobile Logistics GmbH & Co. KG, Bremerhaven

Objektplanung
Fritz-Dieter Tollé Architekt BDB
Architekten Stadtplaner Ingenieure, Verden

Tragwerksplanung
iCW Ingenieur Consult, Weimar
Fritz-Dieter Tollé Architekt BDB
Architekten Stadtplaner Ingenieure, Verden

Prüfingenieur
Dr.-Ing. Rainer Wegner, Bremen

Bodengutachten
Grundbaubüro Jacobsen, Bremerhaven

Vermessung
Vermessungs- und Ingenieurbüro Neumann & Gruber, Stade

Lichtplanung
Brunken Lichttechnik, Oststeinbek

Bauausführung
Krupp Stahlbau Hannover GmbH KSH, Duisburg
August Reiners Bauunternehmung GmbH, Bremen
Kurt Fredrich Spezialtiefbau GmbH, Bremerhaven
Geidel Baugesellschaft mbH Hoch- und Tiefbau, Langen
Matthäi Bauunternehmen, Bremerhaven
Balfour Beatty Rail GmbH Power Systems, Essen



17 *Realisiertes Verbindungsbauwerk*
© Fritz-Dieter Tollé



18 *Brückenansicht von Süden*
© Fritz-Dieter Tollé