

Eisenbahnhochbrücke am Nord-Ostsee-Kanal: Die Erneuerung des Schwebeträgers der Eisenbahnhochbrücke Hochdonn

Im folgenden Beitrag werden die Untersuchungsergebnisse einer Analyse zur Weiterverwendung einer Eisenbahnfachwerkbrücke über den Nord-Ostsee-Kanal sowie die Ausführung des Ersatz-Neubaus dieser Eisenbahnfachwerkbrücke, des Schwebeträgers Hochdonn, dargestellt. Für die Planung, Konstruktion, Fertigung und Montage dieser 121m langen Fachwerkbrücke, die unter komplizierten Randbedingungen in ca. 40m über einer Wasserstraße aus- und einzubauen war, standen weniger als 11 Monate Ausführungszeit zur Verfügung. Die Aufgabe war bestimmt durch kurze Zeitfenster der Sperrungen des Nord-Ostsee-Kanals und der Eisenbahnstrecke Elmshorn-Westerland für die Demontage- und Montagevorgänge (vergl. [2]). Darüber hinaus wurde der planerische, logistische und sonstige Aufwand dadurch erhöht, dass die Demontage und Montage nicht wie geplant und beauftragt mittels Schwimmkran durchgeführt werden konnte. Der Vorgang ist eingebettet in eine Grundinstandsetzung des Brückenzuges der Rampen- und Kanalbrücke Hochdonn. Parallel zu dieser Maßnahme erfolgt die Grundinstandsetzung der Eisenbahnhochbrücke Rendsburg, deren losweise Abarbeitung seit mehreren Jahren in Gang ist.

1. Einleitung

Der Nord-Ostsee-Kanal

Vier Eisenbahnlinien und 8 Straßen überqueren den Nord-Ostsee-Kanal auf insgesamt 10 Brücken. Daneben existieren Fahrzeug- und Personenfähren sowie ein Personen- und ein Fahrzeugtunnel zur Querung des Kanals. Die meist befahrene künstliche Wasserstraße der Welt, mit einer Gesamtlänge von ca. 99 km, verbindet zwischen den Städten Kiel und Brunsbüttel die Ostsee mit der Nordsee. Die stählernen Eisenbahnüberführungen haben bisher eine Nutzungszeit von ca. 100 Jahren. Sie dokumentieren eine Entwicklungsstufe des Eisenbahn-Brückenbaus.



Bild 1 Nord-Ostsee-Kanal

Mit der Nutzung dieser Passage wird Schiffen der längere Weg über das Skagerrak, der darüber hinaus auch Witterungsrisiken birgt, erspart. Der Kanal wird jährlich von mehr als 40.000 Schiffen passiert, die Wasserspiegelbreite variiert von 162m auf 102,5m. Die nutzbare Durchfahrtshöhe beträgt 40m. Die Kanalbrücke Hochdonn, ein Bauwerk, das aus Bauwerken am Kanal und über dem Kanal besteht, wurde einer Analyse zur Weiterverwendung unterzogen [1]. Im Zuge dieser Untersuchungen wurden Sofort- und Folgemaßnahmen zum Umbau und zur Sicherung der Kanalbrücke festgelegt. Der insgesamt 2.218m lange Brückenzug ist in 2 Rampenbereiche (südlich und nördlich) und den eingeschlossenen Kanalbrückenbereich gegliedert (Siehe Bild 2). Der Kanalbrückenbereich besteht aus dem nördlichen und südlichen Auflagerahmen einem sogenannten „Eilersbock“ mit 74m Stützweite und einem Fachwerküberbau, dem sogenannten „Schwebeträger“ direkt über dem Kanal.

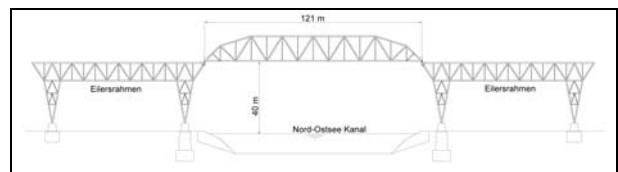


Bild 2 Kanalbrücken des Brückenzuges Hochdonn

Die Zustandsanalyse

Bei der Frage, ob alte stählerne Eisenbahnbrücken saniert und weiterbetrieben oder für einen Neubau abgerissen werden müssen, sind Sicherheits- und Restnutzungsdaueruntersuchungen zu führen, die u. a. von folgenden Gegebenheiten ausgehen:

A) Anfahrtschäden erzwingen eine Sicherheitsbewertung für außergewöhnliche Belastungssituationen.

B) Nachträglich erfolgte bauliche Veränderungen mit Rückwirkungen auf das Tragwerk.

C) Die Ausgangs-Bemessungs-Bremslasten entsprechen nicht mehr den modernen Verkehrsanforderungen.

Bei dem System der Kanalbrücke (Schwebeträger, Eilersrahmen) wurden die Untersuchungen unter folgenden Schwerpunkten geführt:

- Tragwerksverhalten, Kalibrierung, Mitwirkung der Fahrbahnelemente an der globalen Tragwirkung
- Materialeigenschaften des verwendeten ST 44
- Sprödbbruchverhalten der Profilstähle und Bleche
- Schadensanalyse der gerissenen Pendellager/Lagerschiebewege, Einflüsse der Havarieereignisse und deren Sanierungsmöglichkeiten

In umfangreichen Messungen am Schwebeträger wurde das Mitwirken von Einzelkomponenten des Tragwerks an der Gesamttragwirkung bestimmt, um mit den Ergebnissen das Berechnungsmodell zu kalibrieren, mit dem später die Überfahrtsimulation durchgeführt werden sollte. Die wesentlichen Ergebnisse der Grundlagenuntersuchungen waren:

- Eine sofortige Verkehrsbeschränkung für den Güterzugverkehr
- Sanierungsarbeiten an den Fest- und Pendellagern
- Festlegung eines engmaschigen Überwachungsprocedures zur Inspektion des IST-Lagerzustandes, der „radlastnahen“ Bauteile, Verbindungsmittel
- Festlegung der Komplettsanierung durch Austausch des Schwebeträgers in einem definierten Zeitraum mit der Vorabmaßnahme einer Pendel-Lager-Sanierung.

Mit der Komplettsanierung verbunden war die Demontage und Entsorgung des vorhandenen Schwebeträgers, die Konstruktion, Fertigung und Montage des neuen Schwebeträgers und Umbauarbeiten an den Eilersrahmen in Verbindung mit den geänderten Konstruktionsdetails am neuen Überbau.

2. Zur Konstruktion und Statik des Fachwerkträgers

Das Haupt-Tragwerk des neuen Schwebeträgers entspricht dem des früheren Bestandes (Ersatzneubau), so dass der Gesamteindruck der Brücke durch den Austausch nicht verändert wurde. Als

wesentliche Änderung gilt der Einsatz einer geschlossenen Stahlfahrbahn, die die offene Fahrbahn des gesamten Brückenzuges im Kanalbereich ablöst.

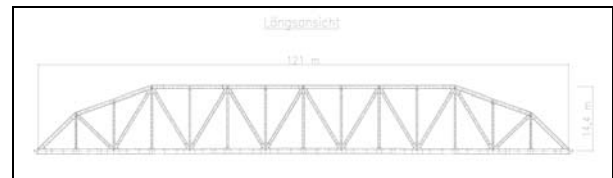


Bild 3 Ansicht Schwebeträger

Der neue Schwebeträger wurde nach dem aktuellen Stand der Konstruktionsprinzipien des Fachwerk-Stahlbrückenbaus entworfen und gebaut. Der neue Schwebeträger ist eine vollverschweißte Hohlkasten-Fachwerk-konstruktion mit geschlossener orthotroper Fahrbahn und direkter Schienenauflagerung.

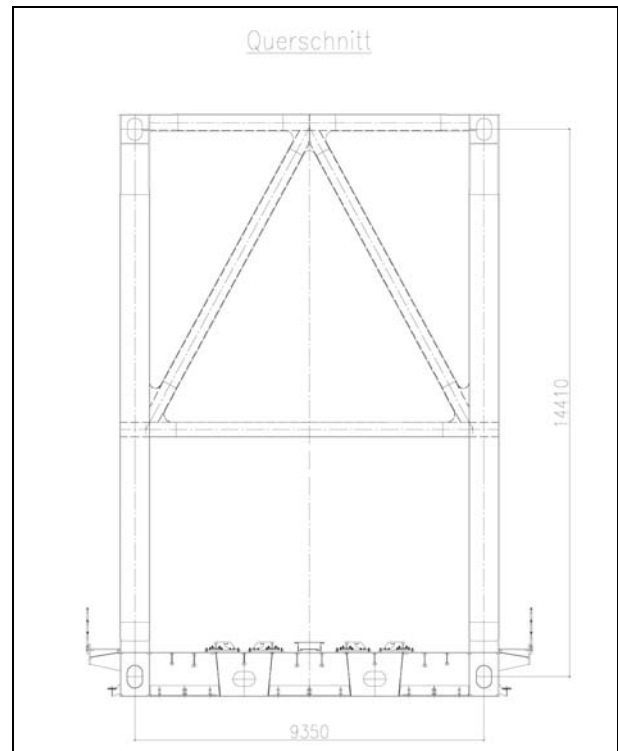


Bild 4 Querschnitt Schwebeträger

Gegenüber der Konstruktion des alten Schwebeträgers gab es unter anderem folgende Änderungen :

- Verbreiterung des Systemmaßes im Querschnitt von 9.000 mm auf 9.350 mm
- Sämtliche Fachwerkstäbe sind als verschweißte Hohlkästen ausgeführt
- Im Bereich der Schienenlager enden die Stege massiver sekundärer Längsträger, die als Kästen unterhalb der Fahrbahn angeordnet sind.

- Anordnung seitlicher Dienststege unter denen die Rinnen für die Entwässerung verlaufen
- Entwässerung des Brückendecks über Regenfallrohre an den Eilersrahmen
- Direkte Schienenauflagerung mit Einführung einer Koppelschicht, bestehend aus einer Polyurethan-Vergussmasse zwischen der Grundplatte des Schienenlagers und der Fahrbahn, zur Kraftübertragung.

Bei der Konstruktion des neuen Schwebeträgers wurden auch die Belange der Instandhaltung und Prüfung berücksichtigt. So wurden sämtliche Hohlkästen des neuen Schwebeträgers mit einem kompletten Innenkorrosionsschutz versehen und sind trotz ihres zum Teil kleinen Querschnittes (Obergurtkästen 800 x 800 mm) komplett begehbar. Dazu wurden an jedem Kasten Mannlöcher vorgesehen, welche durch Mannlochdeckel und Dichtung verschlossen werden. Die Obergurte sind durch Leitern und Laufstege leicht zu erreichen. Die Pfosten des Fachwerks erhielten sogenannte Gerüstanschlusspunkte, welche bereits in der Werkstatt aufgeschweißt und korrosionsgeschützt wurden. An diesen Gerüstanschlusspunkten können ohne Beschädigung des Korrosionsschutzes der Brücke die Gerüste für z.B. Sanierungsarbeiten am Korrosionsschutz mittels Schraubverbindungen befestigt werden. Bei der statischen Berechnung wurde die Restnutzungsdauer der Rampenbereiche der Eisenbahnhochbrücke berücksichtigt und eine Nutzungsdauer von 50 Jahren angesetzt. Der neue Schwebeträger wurde unter anderem unter Zugrundelegung des DIN Fachbericht 103 berechnet, wobei sich bei gewissen Konstruktionsdetails hinsichtlich der Einstufung in Kerbfallgruppen entscheidende Unterschiede zur Ril 804 zeigten. Nach strikter Auslegung wären allgemein übliche Kreuzstöße mit Kehlnähten (z.B. Querträgersteg an Hauptträgersteg, Kerbgruppe 36) im Eisenbahnbrückenbau aufgrund der Forderung der Tabelle II-L5 des DIN Fb 103 nicht mehr zu verwenden. Nach Diskussion mit der Deutschen Bahn AG und des beteiligten Prüferingenieurs konnten diese bewährten und unkritischen Konstruktionsdetails jedoch eingesetzt werden, wenn diese mit der entsprechenden Kerbgruppe nachgewiesen wurden.

3. Fertigung und Montage

Die Fertigung und der Werkskorrosionsschutz der Bauteile des neuen Schwebeträgers erfolgten im Fertigungsbetrieb der KSH Stahlbau Hannover GmbH in Hannover. Die Einteilung der Bauteile erfolgte dabei unter

Berücksichtigung von sinnvollen Transporteinheiten sowie der speziellen Anforderungen hinsichtlich der Toleranzen. Die maximalen Abmessungen der Bauteile betragen dabei 25 x 5,25 x 1,2 m (LxBxH) bei einem Maximalgewicht von 57 to. So wurde die Fahrbahn im Querschnitt in 3 Teile aufgeteilt, wobei das mittlere Bauteil mit den beiden Längsträgerkästen in einem Stück gefertigt wurde, um die besonderen Genauigkeitsanforderungen, bedingt durch die direkte Schienenauflagerung gewährleisten zu können. Die Bauteile wurden mittels LKW von Hannover zum Vormontageplatz transportiert. Die bereits angesprochenen terminlichen Randbedingungen schrieben fest:

- Für den Aushub des Schwebeträgers war eine Sperrpause des Nord-Ostsee-Kanals am 6.11.2006 von 7.00 – 19.00 Uhr und
- am 8.11.2006 war eine Sperrpause des Nord-Ostsee-Kanals von 7.00 – 19.00 Uhr für die Montage des neuen Schwebeträgers vorgegeben.

Außerdem wurde der Eisenbahnverkehr lediglich für insgesamt 12 Tage, vom 4. – 15.11.2006 für Vorbereitungsarbeiten an den Eilersrahmen und den Hilfskonstruktionen komplett gesperrt.

Die zu lösende Aufgabe wurde in 4 logistische Einheiten zerlegt:

- der Zusammenbau der Fachwerkkonstruktion auf einem Montageplatz mit Kanal-Zugang zum Abtransport der zusammengebauten Einheit per Schiff / Ponton
- die Umbau- und Verstärkungsmaßnahmen an den Eilersrahmen am Bauwerk in Hochdonn
- den Aushubvorgang des Bestands-Schwebeträgers und den Einhub des Schwebeträgers
- das Ausschwimmen und Zerlegen des Bestands-Schwebeträgers

Zusammenbau der Fachwerkkonstruktion - Vormontage in Kiel

Bei der Wahl des Vormontageplatzes (ein Zusammenbau in direkter Baustellennähe war nicht möglich) waren der Zugang zum Kanal, der Pontoneinsatz usw. zu berücksichtigen. Aufgrund der möglichen Witterungsbedingungen bei der Überfahrt im November wurde eine Seeüberfahrt (Nord- oder Ostsee) ausgeschlossen. Nach Begutachtung diverser möglicher Vormontageplätze an den Küsten der Nord- und Ostsee von Wilhelmshaven bis Lübeck sowie entlang der Elbe und des Nord-Ostsee-Kanals wurde eine Freifläche im Kieler Nordhafen, welche eine Pier direkt am Nord-Ostsee-Kanal besitzt, gewählt.

Der Zusammenbau der einzelnen Bauteile erfolgte mittels Portalkran. Nachdem die Bauteile der Fahrbahn komplett verschweißt und der endgültige Korrosionsschutz aufgebracht war, wurde mit dem Aufbau des Oberbaus begonnen. Nach Abschluss der Schweißarbeiten am Fachwerk wurde der neue Schwebeträger freigesetzt und entsprechend seinem endgültigen Lagerungssystem auf Hilfslagern abgesetzt. Anschließend erfolgte das Ausrichten der Schienen in Querrichtung und entsprechend der Soll-Gradienten. Dies war mit quasi Null-Toleranzen erforderlich, da nach dem Vergießen der Grundplatte (direktes Schienenslagerungssystem) nur noch geringe Einstellmöglichkeiten verblieben, die darüber hinaus für spätere Instandhaltungsmaßnahmen nutzbar bleiben sollten. Zur Sicherstellung einer exakten Gleislage wurden sowohl die Gleise auf den Eilersrahmen in Hochdonn als auch die neuen Gleise auf dem neuen Schwebeträger in Kiel in Bezug auf die sogenannten „Hanack-Punkte“ (eine Justierhilfe) ausgerichtet. Nach der Fertigstellung der Arbeiten am Vormontageplatz wurde der neue Schwebeträger mittels selbstfahrender Plattformwagen zur Pier am Nord-Ostsee-Kanal gefahren. Während des Auffahrens wurden laufend Krängung und Trimm des Pontons überwacht. Nach einem speziellen Programm wurde durch Fluten und Lenzen der Ballasttanks des Pontons der planmäßige Tiefgang, die Krängung und die Trimm eingestellt. Dabei mussten insgesamt 2000 m³ Ballastwasser gepumpt werden. Die Plattformwagen verblieben während des Transportes auf dem Ponton.



Bild 5 Brücke mit Plattformwagen auf Ponton

4. Der Aushubvorgang des Bestands-Schwebeträgers und der Einhub des Schwebeträgers

Konzepte

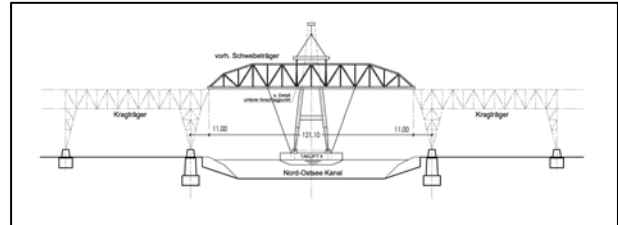


Bild 6 Geplante Montage mit 1 Schwimmkran

Eine Analyse der vorhandenen Montage- und Demontagesituation zeigt, dass der Einsatz eines (oder mehrerer) Krane für den Aushub und Einhub des Schwebeträgers die offensichtlich technisch sinnvollste Lösung darstellt. Das hat folgende Ursachen:

- I) Die notwendigen Vorgänge, wie Anschlagen, Ausheben, Ablegen usw., sind in außerordentlich kurzer Zeit zu bewältigen.
- II) Die zu schaffenden Voraussetzungen für einen Hub sind an den zu hebenden Überbauten mit sehr geringem Aufwand herstellbar.
- III) Die Geometrie, das heißt die Länge des Schwebeträgers und der Lichtraum zwischen den Eilersrahmen macht ein Ausheben, das heißt Anheben des Trägers und anschließendes Absenken außerhalb der Ausgangsgrundrißfläche erforderlich.

Nachdem der geplante und mit dem Bauvertrag beauftragte Schwimmkran zum Zeitpunkt der Demontage und Montage nicht zur Verfügung stand, wurde nach geeigneten Alternativen gesucht. Dabei zeigte sich, dass weder mit einer alternativen 1-Kranlösung noch mit einer alternativen 2-Kranlösung die Lasten von 1300-1400 to zu bewegen waren. Die Problematik bestand darin, dass Krane mit genügender Hubkraft nicht durch die Schleusen in den Nord-Ostsee-Kanal fahren können und die Krane, welche die Schleusen passieren können, nicht über die ausreichende Hubkraft verfügen. Die Möglichkeit, die Hubvorgänge mittels 3 Schwimmkrane durchzuführen, wurde aufgrund der Verfügbarkeitsproblematik und der Gefahrgesichtspunkte eines 3-Kran-Hebevorganges verworfen.

Ausgeführte Stahlbaulösung

Nachdem Montagelösungen verworfen werden mussten, die den Einsatz von Raupenkränen oder anderem schwimmenden Gerät vorsahen, wurden Planungen zu Varianten, die Hubvorgänge mittels Litzenheber ermöglichten, forciert. Dabei bestand eine Schwierigkeit darin, eine Hebevorrichtung zu konzipieren, die die beschränkten Fähigkeiten des Altbestandes zur Abtragung und Einleitung von zusätzlichen Lasten, die Aufrechterhaltung des Bahn- und Schiffsverkehrs und die zur Verfügung stehenden Sperrpausen berücksichtigt.

Aufgrund der geringen Zeitspanne zwischen dem Einbau und der Verkehrsfreigabe des neuen Schwebeträgers und der Forderung, den Oberbau wegen der Einrichtung der Gradienten durch den Verguss im endgültigen Lagerungssystem bereits auf dem Vormontageplatz herzustellen, war eine Montage des neuen Schwebeträgers in Teilen mit nachfolgendem Verschweißen im eingebauten Zustand nicht möglich. So war eine Lösung zu konzipieren, die es ermöglicht, die komplette Brücke anzuheben, eine gewisse Strecke über die Endquerriegel der Eilersrahmen zu schwenken und die Brücke mit einer Gesamtlänge von 122.264 mm (Spannweite 121028 mm + 2 x 618 mm Überstand Brücke) durch eine Öffnung mit einer lichten Weite von 119928 mm (Spannweite 121028 mm – 2 x 550 mm Überstand Eilersrahmen) zu fädeln. Das bedeutet, die Brücke ist 2.336 mm länger als die zur Verfügung stehende Öffnung durch die sie hindurch muss. Aufgrund dieser geometrischen Vorgaben wurde nun ein Konzept entwickelt, wie die Schwebeträger angehoben, verschwenkt und abgelassen werden müssen.

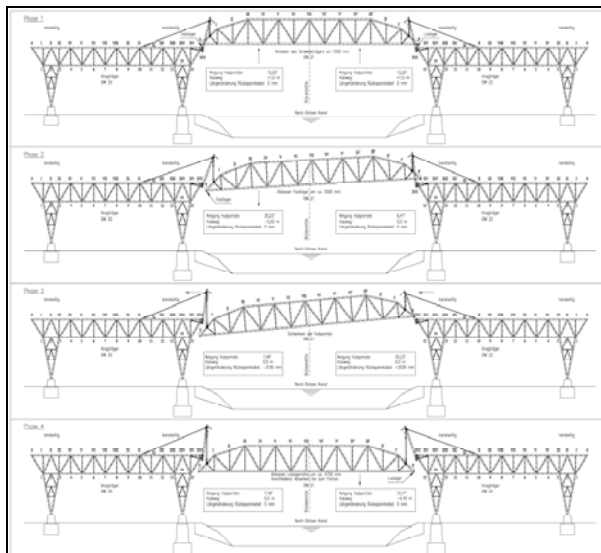


Bild 7 Kinematik Einfädeln der Brücke

Schwenkbare Hubportale

Um die spezielle Kinematik des Ein- und Ausfädelns durchführen zu können, wurde eine Hilfskonstruktion (Hubportal) entwickelt, mit der die Schwebeträger bis zu 1.500 mm über ihre Solllage angehoben und bis zu 2.000 mm horizontal in Längsrichtung geschwenkt werden konnten.

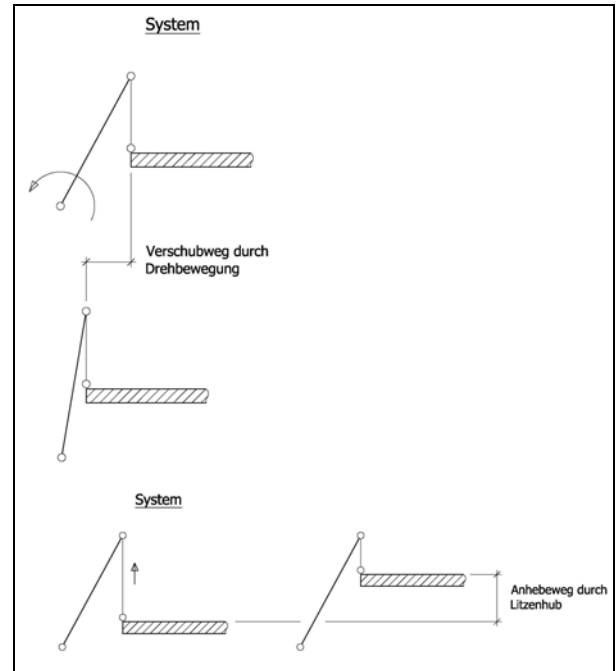


Bild 8 Prinzipdarstellung zur Funktion der Hubportale (Vertikalbewegung, Horizontalbewegung)

Die schwenkbaren Hubportale bestehen dabei aus dem sogenannten „Abfangeträger“, mit welchem über die „Hänger“ die vertikalen und über die „Schrägstrebe“ die horizontalen Lastanteile in den Eilersrahmen eingeleitet werden. An den äußeren Enden des „Abfangeträgers“ werden die Stiele des Hubportals gelenkig angeschlossen, um über diesen Freiheitsgrad die Längsverschiebung zu ermöglichen. Der „untere und obere Riegel“ befinden sich zwischen den beiden Stielen, wobei die Hebelitzen und die Litzen für Rückenabspannung am oberen Riegel in jeweils einer Bolzenverbindung angeschlossen werden.



Bild 9 Hubportal

Durch die gewählte Ausbildung dieses Detailpunktes entstehen keine Exzentrizitäten oder zusätzlichen Momente in den Hubportalen. Durch Änderung der Länge der Litzen der Abspannung kann die Neigung der Hubportale und damit die Lage der Hebelitzen in Längsrichtung verändert werden. Die Konstruktionsprinzipien für die zu planende Hilfskonstruktion waren geringer Materialeinsatz, einerseits aus wirtschaftlichen Gründen, andererseits weil alle Bauteile in Hubhöhen zwischen 40 und 60 m montiert werden mussten. (Die Ausnutzungsgrade lagen größtenteils über 90%)

- gute Montage- und Demontage-möglichkeit, die Bauteilgewichte lagen bei maximal 34 to
- stahlbaummäßig einfache Anschlusslösungen an die Bestandskonstruktion
- minimaler Eingriff in die Altkonstruktion
- Montage der Bauteile in natürlichen Zugpausen (nachts) unter Aufrechterhaltung des Eisenbahnverkehrs (Einhaltung des Lichtraumprofils)
- Durchführbarkeit der Demontage- und Montagevorgänge bis Windstärke 8 nach der Beaufort-Skala.

Der alte Schwebeträger erhielt Hilfsdiagonalen, an deren oberen Ende die Anschlagaugen für die Litzenheberseile angebracht waren. Zum Einbau mussten ebenfalls die Nieten, der aus mehreren Querschnittsteilen bestehenden Enddiagonalen des alten Schwebeträgers in diesen Bereichen gelöst werden. Dadurch wirkten die Winkel und Bleche der Enddiagonale nur als einzelne Bauteile, was die Tragfähigkeit so weit verminderte, dass eine Sperrung der Brücke für den Eisenbahnverkehr notwendig war. Diese Maßnahmen wurden jedoch in den natürlichen nächtlichen Zugpausen (Sperrpause ca. 4 – 5 h) durchgeführt, so dass es zu keiner Beeinträchtigung des Eisenbahnverkehrs kam. Der Einbau erfolgte nach folgendem Schema :

- Ausbauen der Nieten, soweit statisch möglich
- Aufreißern der Altkonstruktion
- Einbau der Neukonstruktion (ungebohrt), Durchbohren und gemeinsames Aufreißern der Alt- und Neukonstruktion
- Einbau von Passschrauben

Dieses Vorgehen ermöglicht es, die Einbauteile nach Abschluss der Maßnahme im Bauwerk zu belassen. Die Montage der Konstruktionsteile, die in die Altkonstruktion einzubinden waren, begann Ende August. Die Montage der Bauteile der Hubportale startete Mitte Oktober. Der Einbau der Bauteile erfolgte mittels Teleskopkränen zum größten Teil während der natürlichen nächtlichen Zugpausen, wobei gegen Ende jeder Sperrpause zur Freigabe der Eisenbahnstrecke ein verkehrssicherer Zustand hergestellt werden musste. Das führte zum Teil dazu, dass pro Nacht nur ein einziges Bauteil eingebaut werden konnte. Ende Oktober waren die Hubportale komplett fertig gestellt und der Eisenbahnverkehr lief unterhalb der Hubportale weiterhin ungestört.

Arbeiten während der Zug-Sperrung

Mit Beginn der Sperrpause am 4. November wurden auch die Litzenheber inkl. der Litzen und die Arbeitsbühnen, die zur Bedienung der Litzenheber erforderlich waren, eingebaut. Zu den Spitzenzeiten befanden sich bis zu 6 Teleskopkrane (Größen 80, 120 und 300 t) gleichzeitig auf der Baustelle. Aufgrund der hohen Ausnutzungsgrade der Bauteile des Hubportales als auch der Eilersrahmen war es notwendig, unsymmetrische Lastabtragung innerhalb eines Hubportales zu vermeiden. Dazu wurde einerseits eine hydraulische Drei-Punkt-Lagerung verwendet. Das bedeutet, dass die Litzenheber des einen Hubportals hydraulisch gekoppelt werden. Dadurch wird verhindert, dass unsymmetrische Kräfte in den Hebelitzen auftreten, welche durch eine eventuelle Verdrehung des Schwebeträgers

um die Längsachse auftreten können. Alle 4 Stiele der Hubportale sowie die Schwebeträger selbst waren mit elektronischen Neigungsmessern ausgestattet, um neben der Aufnahme der Kräfte in den Litzenhebern auch die Wege exakt kontrollieren zu können.

Absenken des alten Schwebeträgers

Nachdem die letzten Schiffe die Brücke passiert hatten, wurde pünktlich am 6. November gegen 7.30 Uhr der alte Schwebeträger angehoben, in Längsrichtung verschwenkt und abgesenkt. Nachdem der alte Schwebeträger circa 20 m abgesenkt wurde, wurde das Ponton zum Abtransport des alten Schwebeträgers unterhalb positioniert. Gegen 16.00 Uhr wurde mit dem Absetzen der Brücke auf das Ponton begonnen. Obwohl die alte Brücke unmittelbar der Verschrottung zugeführt wurde, musste beim Absetzen auf eine planmäßige Lasteinleitung des Gewichtes der Brücke in das Ponton gewährleistet werden, um eine partielle Überlastung und Beschädigung des Pontons zu vermeiden. Die Abfahrt des Pontons in Richtung Brunsbüttel geschah gegen 19.30 Uhr. Die Brücke wurde in den darauf folgenden Tagen im Elbehafen Brunsbüttel zerlegt und komplett entsorgt.



Bild 10 Absenken des alten Schwebeträgers

Transport und Einheben des neuen Schwebeträgers

Der Ponton mit dem neuen Schwebeträger setzte sich mit 2 Schleppern am Abend des 7. Novembers von Kiel aus in Bewegung und erreichte in der späten Nacht Hochdonn, wo er bis zur Kanalsperrung an der Pier festgemacht wurde. Am 8. November gegen kurz vor 8 Uhr bugsierten die Schlepper die neue Brücke zwischen die Eilersrahmen, damit die Hebelitzen angeschlagen werden konnten. Gegen 10 Uhr wurde die neue Brücke vom Transportponton abgehoben. Der Tiefgang verringerte sich dabei um ca. 1,0 m. Beim Hebevorgang der Brücke wurde eine maximale Geschwindigkeit von 10 m/s erreicht.



Bild 11 Neuer Schwebeträger mit Ponton

Am Abend wurde die neue Brücke mit der gleichen Kinematik durch die Eilersrahmen gefädelt und vorerst auf provisorische Lager abgesetzt, damit der Verkehr auf dem Nord-Ostsee-Kanal wieder freigegeben werden konnte. Nach dem Ausrichten des Überbaus erfolgten der Einbau der planmäßigen Lager und die Herstellung des Gleisanschlusses. Die Verkehrsfreigabe der Eisenbahnstrecke Elmshorn – Westerland erfolgte planmäßig, so dass der erste Zug pünktlich um 4.45 Uhr am 16. November die neue Brücke überfahren konnte.

5. Zusammenfassung

Der Ersatzneubau des Schwebeträgers der Eisenbahnbrücke Hochdonn wurde mit einem innovativen Verfahren, das der Komplexität der Randbedingungen entsprach, in außerordentlich kurzer Zeit durchgeführt. Dabei wurden Hubportale entwickelt und eingesetzt, die durch eine gelenkige Lagerung Schwenkbewegungen ausführten, mit deren Hilfe die Störkanten für das Ausbauen und Einbauen der Schwebeträger überwunden werden konnten.

[1] M. Feldmann, Christoph Heinemeyer, Hauke Hinrichs, Gerhard Sedlacek: Zur Weiterverwendung der Eisenbahnbrücke Hochdonn; Stahlbau 75; Heft 2

[2] P. Roßmeier, U. Heiland, M. Pfeiffer: Der Ersatzneubau des Schwebeträgers Hochdonn – Konzepte und Realisierung; Ernst & Sohn Verlag; Berlin; Stahlbau 76(2007), Heft 2

[3] H. Hinrichs, U. Heiland: Der Ersatzneubau des Schwebeträgers Hochdonn; Brückenbausymposium Leipzig; 02/2007; Tagungsband

Ausführung:

Eiffel Deutschland Stahltechnologie GmbH,
Hackethalstraße 4, 30179 Hannover

Beteiligte Planer:Prüfingenieur:

Prof. Sedlacek & Partner, Lagerhausstraße 27,
52064 Aachen

Statik Überbau:

Ing.Büro Prof. Weyer; Martin Schmeißer Weg
5; 44227 Dortmund

Konstruktion und Statik der Hubportale:

GMG Ingenieurgesellschaft; George-Bähr-
Straße 10; 01069 Dresden

Autoren dieses Beitrages:

Dipl. Ing. Peter Roßmeier,

Dipl. Ing. Uwe Heiland, Eiffel Deutschland
Stahltechnologie GmbH, Hackethalstraße 4,
30179 Hannover