

Instandsetzung der Torschienen der Großen Schleusen Brunsbüttel

Dipl.-Ing. Jürgen Schneider (WSA Brunsbüttel)

Reparatur der Großen Schleusen Brunsbüttel 2012 bis 2015

Der Nord Ostsee Kanal und seine Bedeutung

Der NOK ist ein wesentlicher Bestandteil der maritimen Wirtschaft Europas und Deutschlands. Er spart der Schifffahrt 460 km Umweg über Skagen und stellt für Hamburg, als den größten deutschen Hafen, einen bedeutenden Standortvorteil dar. Er verschafft Hamburg quasi einen direkten Ostseeeingang.

In Spitzenzeiten wurden an den Schleusen in Brunsbüttel 100.000.000 Tonnen Güter im Jahr bewegt. Die Schleusenanlage ist gleichzeitig auch der Eingang zum Binnenhafen Brunsbüttel, dem größten Industriehafen Schleswig-Holsteins.

Zur Infrastruktur des NOK gehören 2 Schleusengruppen mit 8 Kammern, 12 Weichen, 12 Autofähren, 4 Hochbrücken und 2 Tunnel. Die mit Abstand wichtigsten Teile der NOK Infrastruktur sind die beiden Kammern der Großen Schleuse (GS) in Brunsbüttel. Die Nord- und Südkammer der Großen Schleuse haben je 310 Metern Nutzlänge, 42 Metern Breite und eine Drempeltiefe von 14 Metern.

Das Schleusen dauert hier entsprechend dem Tidehub von ca. 3 Metern und unter dem Einfluss der Nordsee mit durchschnittlich 45 Minuten deutlich länger, als am Ostausgang des NOK in Kiel-Holtenau. Somit führt ein Schleusenausfall an den Kammern der GS in Brunsbüttel schnell zu einem Stau auf der Elbe oder der Kieler Förde.

Bauliche Mängel und Schadensereignisse

Ab dem Juni 2011, in einer Phase als die Schifffahrt immer stärker den NOK nutzte, kam es an den Kammern der GS immer wieder zu Störungen und Sperrungen. Die Taucher des WSA stellten einen erheblich verstärkten Verschleiß an den Schienen und Rädern der Torunterwagen (TuW) der Schiebetore fest. Die Betriebssituation verschlechterte sich weiter und auch an den Antrieben der Schleusentore traten wiederholt Störungen auf.

Ein typisches Schadensbild waren entgleiste und beschädigte Torunterwagen (Bild 1). Hier zeigte sich, dass die Schienen der TuW die Lasten aus den Toren nicht mehr sauber in den Unterbau abtragen konnten. Das jahrelang praktizierte „Nachverdübeln“ der Schienen im Untergrund ließ sich nicht mehr überall wiederholen, da der Betonuntergrund großflächig geschädigt (umgangssprachlich „mürbe“) war.

Einen weiteren Schadensschwerpunkt bildeten die Toroberwagen (ToW) und die dazugehörige Mechanik. Auch hier zeigte sich ein über die Jahre größer gewordener Verschleiß an den Laufrädern und der Kettenführungsbahn. Man konnte augenscheinlich erkennen, dass z.B. die Schienen für den ToW während der Torfahrt „nachgaben“ oder die Kette an der Aufhängung schleifte.

Diese ungewollten Bewegungen und der damit verbundenen immer größer werdende Kraftaufwand zum Öffnen und Schließen der Tore führte nun zum dritten Schadensbild. Die Torantriebe und hier das Getriebe und die Elektromotoren arbeiteten in Überlast und versagten.



Bild 1: Torunterwagen mit Achsbruch (WSA Brunsbüttel, 2011)

Mit Notmaßnahmen, wie dem Tauschen von defekten TuW, dem Setzen von neuen Schienenschrauben und letztlich dem Kufenbetrieb der Tore (Bild 2) wurde im WSA Zeit gewonnen, bis ab dem Herbst 2012 ein Reparaturkonzept umgesetzt werden konnte. Dabei war für alle Beteiligte klar, dass der Erfolg der Gesamtmaßnahme von der erfolgreichen Reparatur der Schienen für die TuW in 14 Meter Wassertiefe, bei 0 Zentimeter Sicht unter den rauen Bedingungen der Elbmündung abhing.

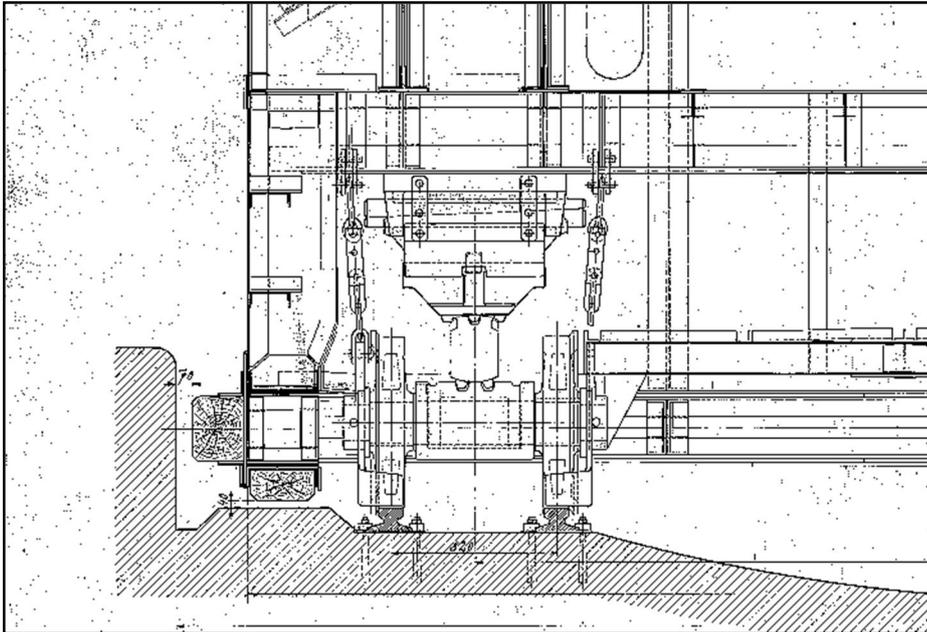


Bild 2: Torunterwagen mit altem Schienensystem sowie Kufenhölzern und Granitgleitbahn

Instandsetzungsvarianten

Bis zum Beginn der Reparaturarbeiten musste nun innerhalb weniger Monate ein Reparaturkonzept entwickelt und bewertet werden. Dieses Konzept wurde dann mittels Vergabe und unter Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse im Baufeld in eine funktionierende Baustelle überführt. Mit WSA-internem Sach- und Fachverstand wurden Reparaturideen diskutiert und weiterentwickelt sodann auf Grundlage der Kriterien: Betriebssicherheit, Ausführungssicherheit, Rückfallebene und unter Betrachtung der Sperrzeit der Anlage abgewogen. In die nähere Betrachtung kamen 4 Reparaturvarianten. Die letztendlich verworfenen Varianten waren:

- ein erneutes großflächiges „Nachverdübeln“ der Schienen mit rund 720 Dübeln;
- der Einbau von Gleitbahnen und parallel das Umrüsten der Schiebetore auf Dauerkufenbetrieb;
- der Einsatz einer neuen Art von Torunterwagen für einen Gleitbetrieb der Tore.

System Schienenplatte

Im Herbst 2011 fiel nach Beratung mit der BAW und der WSV schließlich die Entscheidung, in einer großen Kampagne an drei Bereichen gleichzeitig zu arbeiten. Die komplexeste Aufgabe dabei war, für die Schienen der TuW eine neue Verankerung mittels Schienenplatten in den Schleusen-kammern einzubauen.

Die Arbeiten auf der Schleuse begannen dann im Herbst 2012 und verteilten sich auf die drei Bereiche:

- Torantrieb und Getriebe,
- Toroberwagen inklusive neues Schienensystem und Kettenführungsbahn,
- und Schienenbahn für die Torunterwagen.

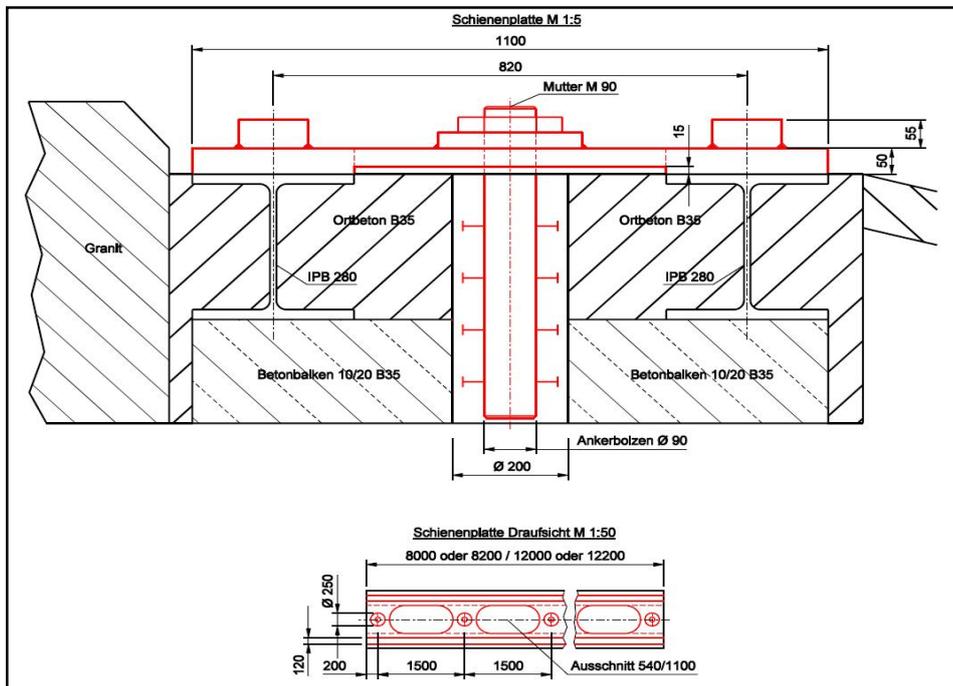


Bild 3: Prinzip Skizze Schienenplatte

Für die beiden ersten Bereiche mussten im Wesentlichen, die Torantriebe zerlegt, repariert und wieder zusammengebaut werden. Die Schienen für die Toroerwagen (ToW) mussten abgebrochen und mit einer neuen massiven Unterkonstruktion inklusive neuer Kettenführungsbahn versehen werden.

Die größte Herausforderung stellte jedoch die Reparatur der Schienen für die TuW dar. Hier galt es in einem verschlissenen Baugrund in 14 Metern Wassertiefe, ohne Sicht und bei extremen Umweltbedingungen sowie ständigem Schlickanfall eine robuste und zuverlässige Konstruktion zu schaffen.

Technisch stellte dabei das passgenaue Einbringen und Verpressen von Felsankern mit einem Hochleistungsbeton in 14 Metern Wassertiefe die größten Anforderungen. Handwerklich kam es vor allem auf die Genauigkeit und Sicherheit der Freitaucher im Baufeld an. Betrieblich bestand die Herausforderung darin, die Baustelle schlickarm zu halten und vor allem die vielen kleinen und großen Stolpersteine, von deformierten Einbauhilfen über die Baustellenlogistik bis hin zum Sturm-tief Xaver zu meistern.

Der Ablauf der Arbeiten unter Wasser war an allen vier Schleusenhäuptern gleich und lässt sich folgendermaßen beschreiben:

- Abbruch der alten Schienenkonstruktion und Herstellen sowie Einmessen der neuen Montageebene,
- Einbau von Montagehilfen und Verlegen von Bohrschablonen (Bild 4),
- Bohren von 72 Ankerlöchern im Schleusenhaupt,

- Aufräumen der Bohrlochwände,
- Verlegen und Einmessen der 8 Schienenplatten mit je 9 Felsankern (Bild 4),
- Einbau des Kontraktorbetons,
- Ankerprüfung und Endmontage.



Bild 4: WSA Brunsbüttel (2013), Einbau Bohrschablone und Schienenplatten mit Ankern

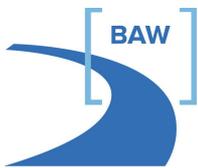
Störungen im Bauablauf

Die Arbeiten begannen im September 2012 am Binnenhaupt der Südkammer der GS und wurden sogleich wieder durch eine Störung an der Nordkammer verzögert. Aus der Vorgabe heraus, ständig eine Kammer der GS für die Schifffahrt sicher nutzbar zu halten, erwachsen der Baustelle erhebliche Beeinträchtigungen. Die Arbeiten an allen vier Häuptionen mussten in der Folge immer wieder verschoben oder unterbrochen werden. Zudem kam es zu einem Wettlauf gegen die Wassertemperaturen, da der Kontraktorbeton bei einer Temperatur unter 5 °C nicht die geforderten Anforderungen erfüllen konnte.

Das an der Baumaßnahme eingesetzte Personal stand in den drei Jahren der Bauausführungen unter einem enormen Druck. Neben dem Baugeschehen an sich, sorgten auch überlastete Torantriebe, abgenutzte Torkufen oder der „Parkversuch“ der „Red Alliance“ im Schiebeter III beständig für Lageänderungen (Havarie zwischen Schiebeter und Containerschiff). Und trotzdem wurden auch diese Herausforderungen angegangen und sogar kreativ gemeistert. Als zum Beispiel die Torkufen an einem Tor abgefahren waren und auch kein Reservetor verfügbar war, entwickelten unsere Mitarbeiter aus den Reservetorunterwagen einen Rollschuh für das Schiebeter. Nach Demontage der alten Schienen rollte dann ein Außentor der GS mehrere Monate auf diesen Rollschuhen über den geglätteten Untergrund.

Ergebnis

Die Arbeiten an der GS konnten im Herbst 2015 abgeschlossen werden. Mittlerweile haben wir alle Torantriebe, Schienenbahnen, Felsanker und ToW ausführlich beobachtet und mehrfach kontrolliert. Der Verschleiß an den Bauteilen ist äußerst gering. Die benötigte Antriebsleistung der Motoren liegt im niedrigen „Normalbereich“. Die reparierten Bauteile der GS funktionieren wie geplant



und endlich, nach vielen Jahren, kann der Regie- und Unterhaltungsbetrieb an den Schleusen wieder vorausschauend und planmäßig arbeiten.

Maßgebend für diesen Erfolg sind die Mitarbeiter des WSA Brunsbüttel und der beteiligten Firmen, vom Taucher, Schlosser bis zum Ingenieur. Ihnen allen gilt auch noch einmal an dieser Stelle mein herzlicher Dank.

Quellenverzeichnis

- Bild 1 WSA Brunsbüttel (2012) beschädigter Torunterwagen
- Bild 2 WSA Brunsbüttel (2011) Voruntersuchung, „Prinzip Skizze Schienenplatte“
- Bild 3 WSA Brunsbüttel (2011) Voruntersuchung, „Einbaulage Torunterwagen“
- Bild 4 WSA Brunsbüttel (2013) Bilder Bauaufsicht „Einbau Schienenplatten“