

Dipl.-Ing. J. Engler, Wasser- und Schifffahrtsamt Nürnberg  
**Neue Erfahrungen beim Untertorwechsel an MDK-Schleusen**

Dem Wasser- und Schifffahrtsamt (WSA) Nürnberg obliegt Unterhalt und Betrieb der Anlagen des Main-Donau-Kanals von Km 0 bis Km 171. Hierzu gehören die Hubtore der Sparschleusen Bamberg (BBG), Strullendorf (STRD), Hausen (HAU) und Nürnberg (NBG), die auf Grund der Fallhöhe baugleich sind und der s.g. Gruppe I zugeordnet werden. Zum Zeitpunkt der Berechnung und Konstruktion der Untertore in den 60er Jahren wurde der statische Nachweis nach der damals gültigen DIN 19704 erbracht. Zum damaligen Zeitpunkt waren keine Ermüdungsnachweise erforderlich. Daher wurde die DIN 19704 im Laufe der Jahre überarbeitet und an die Europäische Normung angepasst, die eine Verschärfung der Nachweise beinhaltet. Bei den durchgeführten Kontrollen und Prüfungen (Bauwerksinspektion) konnten Ermüdungsschäden in teilweise beträchtlichen Maß festgestellt werden.

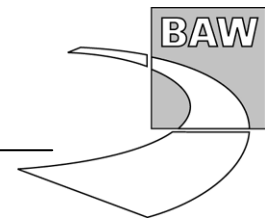


Bild 1: Altes Hubtor (Untertor) in Strullendorf

### **Ziele der Ersatzbeschaffung**

Durch die Ersatzbeschaffung sind folgende Ziele erreicht worden:

- (1) Fünf neue Hubtore der Gruppe I sind betriebsfest hergestellt und geliefert
- (2) Die Tore überschreiten nicht das vorgegebene Gewicht von 71,5 t
- (3) Drei Hubtore der Gruppe I [STRD, HAU, NBG] sind bis zum Ende der Schifffahrtssperre April 2008 in 16 Tage gegen neue Hubtore ausgetauscht worden
  - die bestehenden Hartauflagen der Tormasken wurden ertüchtigt
  - die Schienen (6 Stück/Unterhaupt), von Kammerboden ( $\pm 0$  m) bis 2,0 m über Stauziel (+ 6,0 m), wurden gegen neue Schienen ausgetauscht
  - der Korrosionsschutz in den vorgenannten Bereichen ist ausgebessert, wenn möglich erneuert (kein PAK- und Asbest) worden
  - am 27.04.08 / 06:00 Uhr sind die Schleusen nach der Schifffahrtssperre wieder betriebsbereit
- (4) Ein Hubtor ist als Reserve-Untertor (UT) der Gruppe I an der Schleuse Forchheim eingelagert



- (5) Ein altes Hubtor der Gruppe I ist ertüchtigt worden und an der Schleuse Nürnberg eingelagert

Ein Hubtor der Gruppe I (BBG) ist am Ende der Schifffahrtssperre April 2010 (16 Tage) noch gegen ein neues Hubtor auszutauschen.

### **Eckdaten zur Ersatzbeschaffung**

- Vorplanung durch WSA Nürnberg: von Oktober 2006 bis Januar 2007
  - Leistungsbeschreibung und Ausschreibung bis Ende Mai 2007
  - Startgespräch am 24.07.2007 (dann alle 2-4 Wochen)
  - Statische Berechnung und konstruktive Durchbildung in mehreren Durchläufen zur Optimierung der Tore
  - Materialbestellung ab Mitte November 2007 (ca. 400 t)
  - Fertigungsbeginn ab Mitte Dezember 2007 in zwei Fertigungsstätten  
Fertigungsüberwachung durch eine SLV
  - Anlieferung der Tore bis zum 28.03.2008 in NBG und HAU und zum 10.04.2008 in STRD
  - Drei zeitgleiche Torwechsel und Ertüchtigung der Tormasken in 16 Tagen im April 2008 mit neun externen Bauüberwachern im Drei-Schicht-Betrieb
  - Ein weiterer Torwechsel und Ertüchtigung der Tormaske erfolgt in 16 Tagen im April 2010
- ➔ Gesamtkosten für fünf Tore, 450 t Entsorgung und ein Tor ertüchtigen (NBG) ca. 6,5 Mio [brutto]

### **Besonderheiten an Hubtoren und Tormasken**

- Trägersystem mit drei Torsegmenten (geschraubt), kein Faltwerk
- Als Material ein S235J2+N vorgegeben, Teile in S355J2+M eingesetzt ("M" für thermomechanisch behandelt = Verbindung von Umformvorgängen mit Wärmebehandlung, um bestimmte Werkstoffeigenschaften zu erzielen, z.B. temperaturge-regelte Warmumformung, Warm-Kalt-Verfestigung, Austenitformhärten)
- Zweiseitige Lagerung, statt wie bisher Vierseitige
- Lagerung mittels Elastomerlager, statt umlaufende Hartanlage am Torkörper
- Horizontalträgerabstände  $\geq 1,80$  m (zwecks freier Durchgangshöhe)
- Segmentstöße senkrecht zur Stautafelebene/Lagerebene gefräst
- alle Entlastungsöffnungen mit demontierbaren Gitterrosten gesichert
- Eisschutz (konstruktiv und mittels Seile und Gummidichtung)
- Verkeilung gegen Unterwasser (zur Trockenlegung bis Kammerboden, ohne Revisi-onsverschluss)
- Korrosionsschutz nach System 3/4 der BAW-Liste als PUR-1k-Produkt an zwei Toren elektrostatisch appliziert
- Minimierung des Edelstahlensatzes gemäß BAW-Merkblatt, November 2005
- Ertüchtigung der bestehenden Hartauflager an der Tormaske mittels Hartauflager-Aufdupplung, vergossen mit Multimetall Stahl 1018

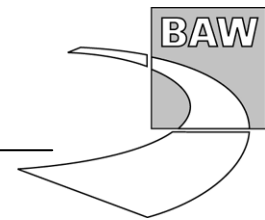


Bild 2: Neues Hubtor als Untertor an der Schleuse Hausen

### **Erfahrungen bis zum Torwechsel**

- Preise für Leistungen im Stahlwasserbau, Korrosionsschutz sowie Materialpreise sind sehr stark gestiegen (von 2000 –bis 2007) und stark schwankend
- Eine selbst erarbeitete Ausschreibung ermöglicht eine optimale Projektabwicklung und vermeidet zusätzliche Schnittstellen und somit Zusatzkosten
- Die Bündelung der technischen Planung, Herstellung und Montage bei einem Auftragnehmer (Eignung/Fachkompetenz im Stahlwasserbau, ohne Schnittstellen) ist sehr von Vorteil
- Ein Kickoff-Meeting mit allen Beteiligten ermöglicht eine klare Zielansprache und Zielverfolgung (Ziele verinnerlichen und Abläufe besprechen)
- Ein bis zwei Besprechungen im Monat sorgen für eine klare Projektsteuerung, mindern Missverständnisse und Abweichungen von den Zielen und erhöhen die Qualitätssicherung (QS)
- Eine externe Fertigungsüberwachung ist unverzichtbar hinsichtlich der Qualitäts- und Terminalsicherung (gute Erfahrung mit SLV, in anderen Projekten ISL und GL)
- Ein Fertigungskontroll- und Prüfplan dokumentiert die Abläufe und die QS
- Ein Haltepunkt "Vormontage vor den Korrosionsschutzarbeiten" ist erforderlich
- Die Applikation Steelpaint PU Combination 200 war unproblematisch
- Elektrostatische Applikation erhöht die Qualität allgemein, besonders im Kantenbereich
- Anzugsmomente bei Dichtungsleisten sollten bei M16 < 80 Nm sein und kontrolliert werden
- Der Dichtungshersteller aus Bochum stand nur noch für dieses Projekt zur Verfügung. Dichtungsbeschaffungen erweisen sich zur Zeit in Deutschland als problematisch

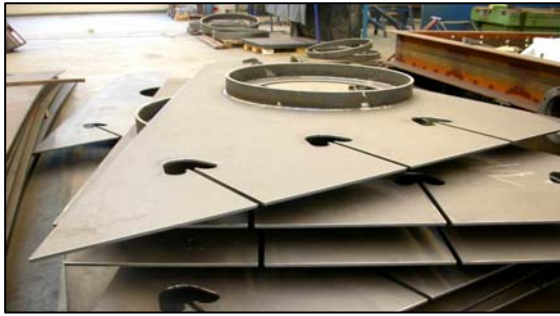


Bild 3: Zuschnitt beim Hersteller



Bild 4: Zusammenbau der mittleren Section

### **Erfahrungen bei den Torwechsel und Montageabläufe**

#### Baustelleneinrichtung

Beginn am 07.04.2008 bis 10.04.2008 mit allen drei Baustellen zeitgleich. Es lagen sehr beengte Verhältnisse für die Baustelleneinrichtung vor. Die Vorarbeiten der Außenbezirke und des Bauhofs zur Trockenlegung im Unterhauptbereich liefen reibungslos.

#### Demontage der alten Torteile (PAK- und Asbest)

Die Demontage musste mit Personal eines Spezialisten im Umgang mit kontaminiertem Material erfolgen. Es erwies sich als schwierig, genügend Personal zur Durchführung dieser Aufgaben für drei zeitgleiche Einsatzorte zu organisieren, die nachfolgende Bedingungen erfüllten:

- Stahlbau fachgerecht demontieren
- Fachkunde im Umgang mit kontaminierten Materialien (PAK/Asbest)
- erforderliche Untersuchungen und physische Eignung vorweisen

Die Folge daraus:

- zu Beginn der Arbeiten wird mehr Zeit beansprucht, als geplant
- ggf. steigen „die Spezialisten für Stahlbau“ dann doch in die Anzüge, um bei der Demontage von Achsen, Lager etc. einzugreifen

Schlussfolgerung:

Es wird zukünftig erforderlich sein, dass je Schicht zwei bis drei Stahlbauer auch für solche Aufgaben zur Verfügung stehen, einschließlich aller erforderlichen Untersuchungen, um im kritischen Fall (spezielle Stahlbauerfahrung) eingreifen und anpacken zu können



Bild 5: Demontage des Hubtorzwischenstücks



Bild 6: Einrüstung der Tormaske

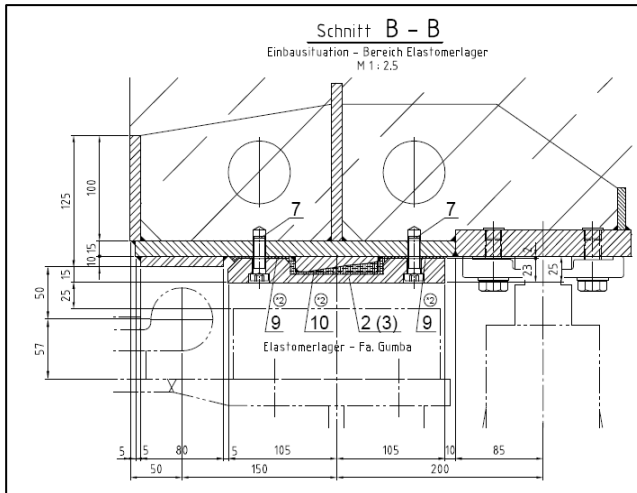


Bild 7: Elastomerlager als neue Auflage des Hubtores, Spalte mit Multimetall verpresst

### Montage der neuen Torteile

Die Montage war grundsätzlich gut vorbereitet und wurde ohne nennenswerte Probleme durch den Auftragnehmer beendet.

*Herausforderungen:*

- passgenaue Einbau in den Bestand
- mangelnde Zeit für den Korrosionsschutz, besonders im Bereich Montagetöße
- mangelnde Zeit für die Einstellungen und Korrekturen am Tor (Zusammenspiel von gefederten Laufrollen und Gegenführungsrollen, Dichtung)

*Schlussfolgerung:*

Es ist zukünftig erforderlich, dass je Schicht ein bis zwei Korrosionsschützer rund um die Uhr zur Verfügung stehen, um permanent den Korrosionsschutz überwachen und vervollständigen zu können.

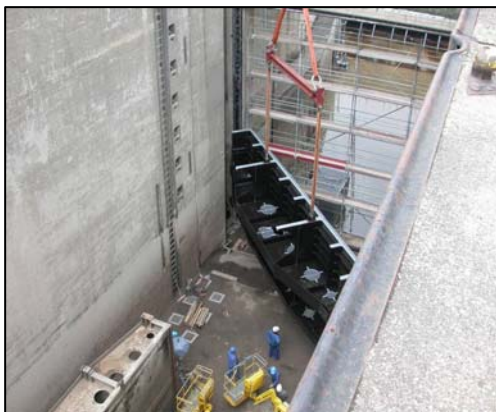


Bild 8: Unterstes Torsegment, Hausen

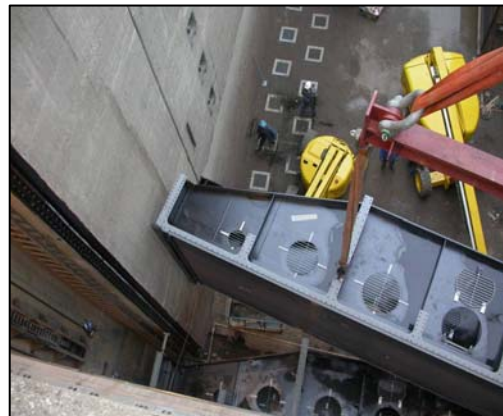


Bild 8: Mittleres Torsegment, Hausen

In einer 16-tägigen Schifffahrtssperre konnten drei Hubtore demontiert und wieder montiert und die Hartauflage ertüchtigt werden. Durch intensive Vorplanung, Vermeidung von unnötigen Schnittstellen und der Bauüberwachung durch Ingenieurbüros war diese Leistung möglich.

