

Kurzzusammenfassung des Planungskonzeptes für die dauerhafte Instandsetzung der Cäcilienbrücke

1. Beschreibung der Brückenkonstruktion

Bei der Cäcilienbrücke handelt es sich um eine denkmalgeschützte Straßen-Hubbrücke, die 1927 im Rahmen des Küstenkanalbaus errichtet wurde (Abbildung 1).



Abbildung 1: Cäcilienbrücke im gehobenen Zustand (Blickrichtung Schleuse Oldenburg)

Durch Kriegseinwirkungen wurden der Stahlüberbau, die stadtseitigen Brückentürme und die Maschinenteknik stark beschädigt bzw. zerstört. Nach Instandsetzung der zerstörten Bauteile wurde die Brücke im Jahr 1948 wieder für den Verkehr freigegeben.

Die Cäcilienbrücke besteht aus dem stählernen, größtenteils genieteten Brückenüberbau, der über die Endquerträger mit der Seilkonstruktion und der Gegengewichtskonstruktion in den vier Mauerwerkstürmen verbunden ist. Die Mauerwerkstürme bestehen aus Klinker-mauerwerk. In den Mauerwerkswänden eingebettet befinden sich Stahlgerüste, an deren Kopf die Rollenträger der Hubkonstruktion montiert sind. Die Hubbrücke wird elektro-mechanisch über vier Triebstöcke an allen vier Brückenecken gehoben und gesenkt.

2. Vorgeschichte und Anlass

Aufgrund des hohen Bauwerksalters der Brücke und zunehmender betrieblicher Probleme wurde im Jahr 2005 die Bundesanstalt für Wasserbau (BAW) beauftragt, ein Zustandgutachten zu erstellen. Das Ziel des Gutachtens war es, Aussagen zur Betriebssicherheit, zu erforderlichen Instandsetzungsmaßnahmen und zur Restnutzungsdauer des Bauwerks zu

erhalten. Das Zustandsgutachten aus dem Jahr 2006 empfiehlt u. a. aufgrund der umfangreichen Bauwerksschäden einen kompletten Neuaufbau der Türme in 10 bis 15 Jahren.

Da es sich bei der Cäcilienbrücke um eine Hubbrücke handelt, die neben dem bautechnischen Teil (hier: Mauerwerk und Gründung) auch aus einem maschinentechnischen Teil (hier: Antriebstechnik) besteht, wurde für eine Gesamtbeurteilung des Bauwerks der Fachstelle für Verkehrstechnik (FVT) ein Auftrag für ein Zustandsgutachten über die Antriebstechnik erteilt. Im Jahr 2008 wurde der bestehende Auftrag der FVT aufgrund weiterer betrieblicher Probleme erweitert. Über den Auftragsumfang hinaus sollten insbesondere die Einflüsse der Zwängungen und deren Auswirkungen auf die Antriebstechnik beurteilt werden, die durch die Abstandsverringerung der Mauerwerkstürme entstehen. Die FVT kam in ihrem Gutachten zu dem Ergebnis, dass die gesamte Antriebstechnik zu ersetzen ist. Aufgrund zunehmender Betriebsprobleme wurde die BAW um eine zusätzliche gutachterliche Stellungnahme hinsichtlich der Gründung gebeten.

Basierend auf diesen Gutachten wurde im Jahr 2011 die Ingenieurgemeinschaft Dr. Schippke + Partner, IMS Ingenieurgesellschaft mbH und die Ingenieurberatung Bröggelhoff beauftragt, ein Planungskonzept für die dauerhafte Instandsetzung der Cäcilienbrücke für eine weitere Nutzungszeit von 40 Jahren zu erstellen. Die Untersuchungen zur Instandsetzung umfassten hierbei die folgenden Bereiche der Brücke:

- Maschinen- und Antriebstechnik (Dr. Schippke + Partner)
- Gründung (IMS Ingenieurgesellschaft mbH)
- Mauerwerkstürme (Ingenieurberatung Bröggelhoff)

Das Planungskonzept wurde durch die Ingenieurgemeinschaft im Juli 2012 fertig gestellt.

3. Zusammenfassung des Planungskonzeptes für die dauerhafte Instandsetzung der Cäcilienbrücke

3.1 Maschinen- und Antriebstechnik

Viele der mechanischen Antriebe und der elektrischen Komponenten sind seit über 60 Jahren im Einsatz und haben damit die in der DIN 19704 zu berücksichtigende Lebensdauer von 30 bis 35 Jahre deutlich überschritten. Der Gutachter kommt zum Ergebnis, dass eine Instandsetzung der Antriebstechnik (Abbildung 2) nicht möglich ist, sondern die komplette technische Ausrüstung gemäß Maschinenrichtlinie (diese entspricht der europäischen Richtlinie 2006/42/EG, die ein einheitliches Schutzsystem zur Unfallverhütung für Maschinen beim Inverkehrbringen innerhalb des europäischen Wirtschaftsraums vorschreibt) erneuert werden muss.



Abbildung 2: Offene Zahnradstufen mit starken Verschleißerscheinungen

Die Erneuerung der technischen Ausrüstung kann erst vorgenommen werden, wenn horizontale Verschiebungen und Setzungen der Türme des Bauwerks verlässlich prognostiziert werden können. Dies ist bei der Cäcilienbrücke z. Zt. nicht der Fall. Eine Erneuerung ist daher nur dann vertretbar, wenn eine Instandsetzung der Türme einschließlich der Gründungen vorgenommen wird.

3.2 Gründung

In den vergangenen Jahren wurde eine kontinuierliche Abnahme des horizontalen Abstands zwischen den Widerlagern der Mauerwerkstürme auf dem Nord- und dem Südufer festgestellt (Abbildung 3). Als Folge der Abstandsverringerung mussten bereits häufigere Anpassungen am Überbau der Cäcilienbrücke vorgenommen werden, um die Funktionsfähigkeit der Hubbrücke insbesondere in den Sommermonaten sicherzustellen.



Abbildung 3: Cäcilienbrücke im abgesenkten Zustand (Blickrichtung "Am Stau")

Die Untersuchungen des Sachstands haben gezeigt, dass für die Horizontalverschiebungen der Brückentürme verschiedene Ursachen möglich sind. Die geotechnischen und statischen Betrachtungen zeigen Unsicherheiten bzgl. der Tragfähigkeit der Gründung aufgrund des unbekanntem Zustands der Fundamentbalken (Abbildung 4, Nr. 1) sowie der Pfahlköpfe (Abbildung 4, Nr. 3) auf. Weiterhin binden die Holzpfähle nicht ausreichend in den tragfähi-

gen Baugrund ein (Abbildung 4, Nr. 4). Der Abtrag der Lasten aus den Türmen in den Bodenkörper kann nicht mit ausreichender Sicherheit gewährleistet werden.

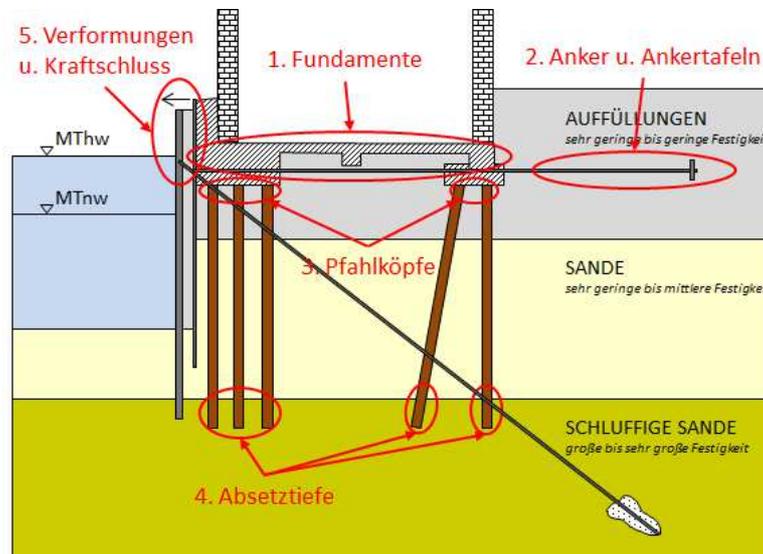


Abbildung 4: Unsicherheiten des bestehenden Gründungssystems

Zur Erlangung einer ausreichend sicheren Tragfähigkeit der Gründung ist eine Instandsetzung der Gründung durch Verbesserung der horizontalen und vertikalen Tragstruktur erforderlich. Dies ließe sich durch den Bau einer neuen Rückverankerung in Kombination mit einer von zwei Instandsetzungsvarianten zur Herstellung ausreichender vertikaler Tragfähigkeit erzielen (hier: Unterfangung mit Düsenstrahlkörpern oder Unterfangung mit einer Mikropfahlkonstruktion). Beide Instandsetzungsvarianten übersteigen die Kosten eines Ersatzneubaus um das 3- bis 4-fache. Wegen Ungewissheiten bzgl. des Bestandes beinhalten beide Instandsetzungsvarianten jedoch ein sehr hohes Ausführungsrisiko. Hierdurch kann bei beiden Instandsetzungsvarianten die Standsicherheit der Gründung nicht gewährleistet werden. In Verbindung mit der Instandsetzungsproblematik der Türme kommt daher nur ein Ersatz der vorhandenen Gründung in Betracht. Für den Ersatz der Gründung ist der Abtrag und Wiederaufbau der bestehenden Brückentürme die Voraussetzung. Durch einen Ersatzneubau der Gründung entsteht ein kalkulierbares, definiertes System bei dem die Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit der Gründung gegeben ist.

3.3 Mauerwerkstürme

Die Schäden an den Mauerwerkstürmen wurden über einen langen Zeitraum dokumentiert. Sie wurden und werden kontinuierlich beseitigt, soweit dies technisch möglich ist. Das Monitoring durch das WSA Bremen zeigt eine fortschreitende Rissbildung im Mauerwerk (Abbildung 5).

Die Rissbildung ist auf die Korrosion an den im Mauerwerk eingebetteten Stahlgerüsten zurückzuführen. Infolge der Sprengwirkung wölbt sich das Mauerwerk und beginnt zu reißen. Neben der Korrosion am Stahlgerüst entstehen die Risse auch durch horizontale Zwangskräfte, die beim Verklemmen bzw. Zwängen des Brückenüberbaus entstehen. Die Ursache für das Verklemmen bzw. Zwängen ist die gründungsbedingte Abstandverringerng zwischen den Mauerwerkstürmen, die in den heißen Sommermonaten durch die tem-

peraturbedingte Ausdehnung des stählernen Überbaus noch verstärkt wird (Abbildung 6). Dieser außerplanmäßige Betriebszustand der Hubbrücke erzeugt erhebliche zusätzliche horizontale Zwangskräfte in den Mauerwerkstürmen und führt dort zu einer Überbeanspruchung.



Abbildung 5: Riss im Mauerwerksturm

Die Risse an den Mauerwerkstürmen weisen auf eine deutlich gestörte Verbundwirkung zwischen dem Stahlgerüst und dem Mauerwerk hin. Infolge der Korrosion am Stahlgerüst und der Zwängungen des Brückenüberbaus hat die Verbundwirkung zwischen dem Stahlgerüst und dem Mauerwerk abgenommen. Für die Standsicherheit und Dauerhaftigkeit des Bauwerks ist diese Verbundwirkung jedoch unverzichtbar.



Abbildung 6: Mauerwerksturm mit gehobenem Brückenüberbau

Die Stabilität des Mauerwerks kann mit einer aussteifenden Stahlkonstruktion wiederhergestellt werden. Einerseits kann eine Stahlkonstruktion im Inneren der Mauerwerkstürme eingebaut werden, wodurch sich die Nutzfläche in den Mauerwerkstürmen deutlich reduziert.

Andererseits kann eine Stahlkonstruktion außen an den Mauerwerkstürmen angebracht werden. Dies hätte zur Folge, dass das Erscheinungsbild der Mauerwerkstürme stark beeinträchtigt wird. Eine dauerhafte Sanierung der Mauerwerkstürme wird jedoch mit beiden Instandsetzungsvarianten nicht erreicht, da die Ursachen für die Schäden (hier: die Korrosion an den Stahlgerüsten und die Zwangskräfte infolge des Verklemmens bzw. Zwängen des Überbaus) nicht beseitigt werden. Beide Instandsetzungsvarianten kommen daher nur als Sicherungsmaßnahmen bis zu einem Ersatz der Brücke in Betracht. Infolge dessen ist nur ein sorgsamer Abtrag der kompletten Mauerwerkstürme mit Herstellung einer neuen Tragstruktur und anschließendem Wiederherstellen des alten Mauerwerks als Verblendmauerwerk technisch möglich.

In Anbetracht der Kombination der Standsicherheitsproblematik der Mauerwerkstürme und deren Gründung ist ein kompletter, sorgsamer Abtrag der Türme mit anschließendem Ersatzneubau der Gründung und darauf neu zu erstellender Tragstruktur der Türme mit Verblendschale aus dem alten Mauerwerk die zu bevorzugende Lösung für eine dauerhafte Gewährleistung ausreichender Funktion und Standsicherheit der Cäcilienbrücke.

3.4 Fazit

Zusammenfassend kommt die Ingenieurgemeinschaft in ihrem Planungskonzept zu dem Ergebnis, dass infolge der gravierenden Bauwerksschäden sowie deren gegenseitige Beeinflussung eine Instandsetzung des gesamten Brückenbauwerks nicht mehr möglich ist. Infolge dessen kommt nur ein Ersatz der Brücke in Betracht.