



► Nr. VO/2015/03283
öffentlich

Lübeck, 15.12.2015

Bericht

Verantwortliche Bereiche:
5.660 - Stadtgrün und Verkehr

Bearbeitung: Dieter Schmedt (E-Mail: Telefon: 6635)

Objektbezogene Schadensanalyse an der Huxtortorbrücke (5.660)

Beratungsfolge:

Datum	Gremium	Status	Zuständigkeit
20.01.2016	Senat	Nichtöffentlich	zur Kenntnisnahme
01.02.2016	Bauausschuss	Öffentlich	zur Kenntnisnahme

Anlass:

Der Bereich Stadtgrün und Verkehr, Abteilung Brückenbau, hat in den Jahren 2014/15 an der Huxtortorbrücke eine Objektbezogene Schadensanalyse durchführen lassen. Das Ergebnis soll der Politik mitgeteilt werden.

Verfahren:

Beteiligte Bereiche/Projektgruppen: Keine
Ergebnis:

Beteiligung von Kindern und Jugendlichen
gem. § 47 f GO ist erfolgt:
Begründung:

- Ja
 Nein
Für Kinder und Jugendliche ist der derzeitige
Verfahrensstand nicht von Relevanz.

Die Maßnahme ist:

- neu
 freiwillig
 vorgeschrieben durch:

Finanzielle Auswirkungen:

- Nein
 Ja, wird im Zuge der Vorlage zur Freigabe
des Bauprojektes dargestellt.

Bericht:

Im Rahmen der im Jahr 2014 durchgeführten Bauwerksprüfung wurden diverse Schäden an der gesamten Überbaukonstruktion des Brückenbauwerks BW 007, Huxtortorbrücke, infolge von Korrosionserscheinungen festgestellt. Die Hansestadt Lübeck, Bereich 5.660, Stadtgrün und Verkehr, beauftragte das Ingenieurbüro Ingenieurteam Trebes GmbH & Co. KG, eine Objektbezogene Schadensanalyse (OSA) durchzuführen, um die Auswirkungen der

Schäden auf die Standsicherheit zu untersuchen, die Schäden zu bewerten,
Sanierungsvarianten auszuarbeiten und die zugehörigen Kosten abzuschätzen.

Anlagen :

Anlage 1 – Objektbezogene Schadensanalyse

Senator F. - P. Boden



Inhaltsverzeichnis

1	Veranlassung	2
2	Grundlagen	2
	2.1 Unterlagen	2
	2.2 Bauwerksbeschreibung	3
3	Ausgangssituation	6
	3.1 Vorgeschichte	6
	3.2 Schadensdaten	6
	3.2.1 Korrosionsschäden	6
	3.2.2 Verschiebung der Widerlager	8
4	Untersuchungen	9
	4.1 Asphalt und Beton der Fahrbahn	9
	4.1.1 Durchgeführte Untersuchungen	9
	4.1.2 Ergebnisse der Untersuchungen an Asphalt und Beton der Fahrbahn	9
	4.2 Korrosionsschutz	9
	4.2.1 Durchgeführte Untersuchungen	9
	4.2.2 Ergebnisse der Untersuchungen des Korrosionsschutzes	9
	4.3 Stahl	10
	4.3.1 Durchgeführte Untersuchungen	10
	4.3.2 Ergebnisse der Untersuchungen der Stahlproben	10
	4.4 Verschiebung der Widerlager	11
5	Bewertung	11
	5.1 Korrosion der Überbaukonstruktion	11
	5.1.1 Statische Betrachtung	12
	5.2 Widerlagerverschiebung	12
6	Maßnahmenvarianten und Kosten	13
	6.1 Erhalt des Brückenbauwerks	13
	6.1.1 Kostenschätzung Instandsetzung Überbau	14
	6.2 Neubau des Brückenbauwerks	14
	6.2.1 Kostenschätzung Neubau Überbau	14
7	Zusammenfassung	15



Abbildungsverzeichnis

Abb. 1	Südensicht des Bauwerks.....	3
Abb. 2	Lage des Bauwerks	3
Abb. 3	Draufsicht	4
Abb. 4	Längsansicht	5
Abb. 5	Querschnitt Überbau.....	5
Abb. 6	Exemplarischer Schnitt durch ein Widerlager.....	5
Abb. 7	Schäden an tragender Konstruktion infolge Korrosion	7
Abb. 8	Sprengwirkung durch Blattrostbildung.....	7
Abb. 9	Teilweise weggerostete Nietköpfe	8
Abb. 10	Lagerverschiebung am Widerlager West	8

1 Veranlassung

Im Rahmen der im Jahr 2014 durchgeführten Bauwerksprüfung wurden diverse Schäden an der gesamten Überbaukonstruktion des Brückenbauwerks BW 007, Huxtortorbrücke, infolge von Korrosionserscheinungen festgestellt. Die Hansestadt Lübeck, Bereich 5.660, Stadtgrün und Verkehr, beauftragte das Ingenieurbüro Ingenieurteam Trebes GmbH & Co. KG, eine Objektbezogene Schadensanalyse (OSA) durchzuführen, um die Auswirkungen der Schäden auf die Standsicherheit zu untersuchen, die Schäden zu bewerten, Sanierungsvarianten auszuarbeiten und die zugehörigen Kosten abzuschätzen.

Dieser Bericht entspricht weitgehend dem Originalgutachten der Ingenieurteam Trebes GmbH & Co. KG. Er wurde in einigen Teilen geringfügig um Details, Querverweise und Tabellen gekürzt, um ihn leichter lesbar zu gestalten.

2 Grundlagen

2.1 Unterlagen

Das Bauwerk wurde aufgrund der vorhandenen regelmäßig durchgeführten Bauwerksprüfungen, der Bestandszeichnungen und –statiken sowie durch örtliche Untersuchungen auf mögliche Schwachstellen und besonders gefährdete Bauteile untersucht.

2.2 Bauwerksbeschreibung



Abb. 1 Südansicht des Bauwerks

Die Hüxtertorbrücke liegt in der Hansestadt Lübeck und überführt die Straße „Hüxterdamm“ über die Kanal-Trave. Das Bauwerk weist eine von West nach Ost gerichtete Orientierung auf. Im Grundriss verläuft die Brücke in einer Geraden. Gegenwärtig existiert keine Lastbeschränkung für das Brückenbauwerk.

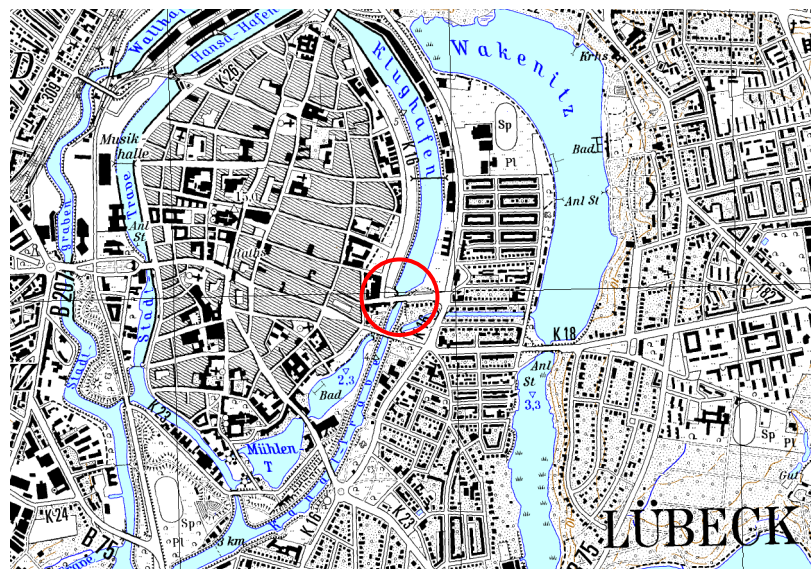


Abb. 2 Lage des Bauwerks

Die 1-feldrige, schiefwinklige Stahlbogenbrücke mit einer Gesamtlänge von 37,50 m und einer Gesamtbreite von 17,00 m wurde im Jahr 1899 errichtet.

Der Querschnitt des Überbaues besteht im Wesentlichen aus 2 Fachwerkbögen, die im Bereich des Untergurtes über Querträger miteinander verbunden sind. Desweiteren wurden in der Untergurtebene parallel zu den Fachwerkträgern insgesamt 8 Längsträger angeordnet.

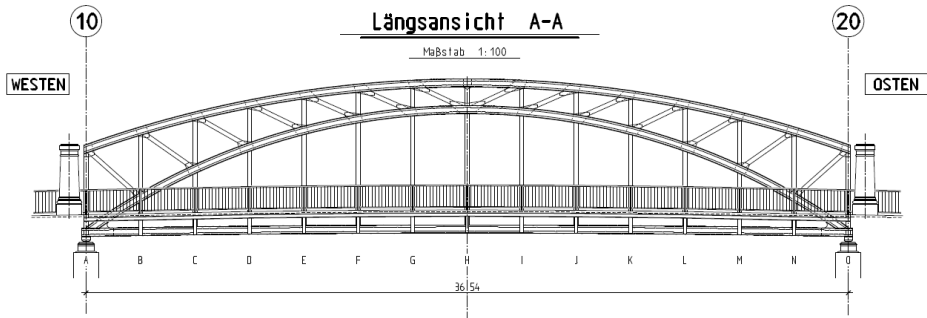


Abb. 4 Längsansicht

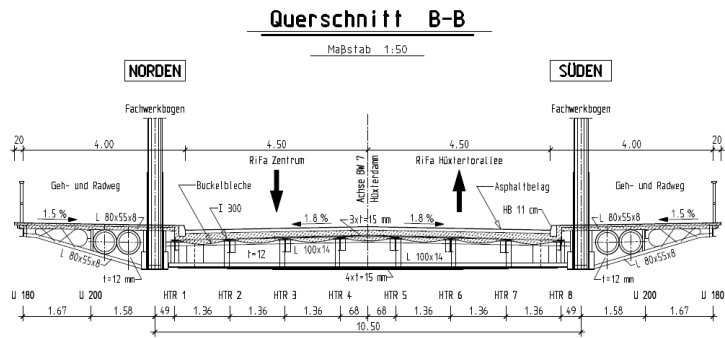


Abb. 5 Querschnitt Überbau

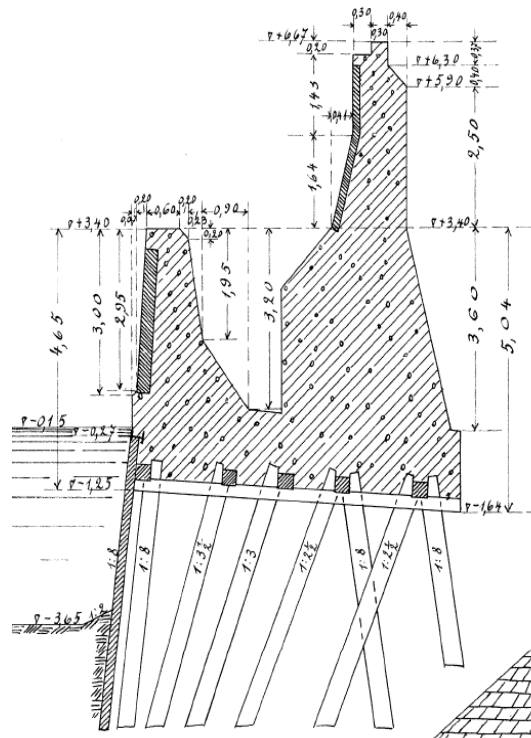


Abb. 6 Exemplarischer Schnitt durch ein Widerlager



3 Ausgangssituation

3.1 Vorgeschichte

Das Bauwerk wurde im Jahr 1899 errichtet.

Folgende Bau- und Erhaltungsmaßnahmen sind in der Bauwerksakte dokumentiert:

- 1987 Austausch der Diagonalen der Gurtunterseite der Fahrbahnlängsträger unterhalb der Brückenfahrbahn sowie Austausch der Diagonalen der Gurtunterseite der beiden Bogenträger oberhalb der Brückenfahrbahn jeweils einschließlich Teilerneuerung der Anstrichs.
- 1980 Sanierung der Fahrbahn. Der Ausgleichbeton sowie der Fahrbahnbelag wurden erneuert. An den Überbauenden wurden Abschlussprofile eingebaut. Der Ausgleichsbeton wurde mit Betonstahlmatten versehen.
- 1968 Ersatz der Zoreisen einschließlich Druckbeton und Belag durch Stahlbeton-Fertigteile im Bereich der Gehwege. Freilegung der tragenden Konstruktion. Anordnung eines Schrammbordes an den Fahrbahnrandern. Erneuerung des Anstrichs im Bereich der Fußwege.
- 1967 Verstärkung der kurzen Querträger.
- 1953 Einbau eines neuen Geländers
- 1952 Gesamtüberholungsanstrich

Der Prüfbericht der letzten Hauptprüfung aus dem Jahr 2014 weist diverse Schadensbilder im Bereich der Überbaukonstruktion und der Widerlager aus.

3.2 Schadensdaten

Die am Bauwerk vorgefundenen maßgeblichen Schäden lassen sich grob in zwei Klassen einteilen: Schäden durch Korrosion an der Überbaukonstruktion und Schäden durch eine Verschiebung der Widerlager. Aus dem vorliegenden Schadensbild ergibt sich die Zustandsnote des Brückenbauwerks derzeit mit 3,5. Die Schäden beeinflussen insbesondere die Standsicherheit (max S = 3) und die Dauerhaftigkeit (max D = 3). Die Verkehrssicherheit des Bauwerks ist mit max V = 2 bewertet.

Neben diesen Schäden zeigen sich weitere in Form von Rissbildungen, Steinverschiebungen und Fugenausbrüchen im Verblendmauerwerk der Widerlager sowie Auswaschungen am Beton in der Wasserwechselzone.

3.2.1 Korrosionsschäden

Die dokumentierten Korrosionsschäden betreffen im Wesentlichen alle Stahlbauteile. Grundsätzlich ist dabei festzustellen, dass die Bereiche des Bogens oberhalb der Fahrbahn

auch Korrosionserscheinungen aufweisen, diese sind in Art und Umfang nicht so ausgeprägt wie unterhalb der Fahrbahn. Insbesondere in den Knotenpunkten Mittelgurt / Untergurt und Endquerträger / Querträger sind deutliche Korrosionserscheinungen mit Querschnittschwächungen zu verzeichnen (Abb. 7). Die Kragarmträger und die Buckelbleche unterhalb der Fahrbahn sind teilweise stark korrodiert.



Abb. 7 Schäden an tragender Konstruktion infolge Korrosion



Abb. 8 Sprengwirkung durch Blattrostbildung



Abb. 9 Teilweise weggerostete Nietköpfe

3.2.2 Verschiebung der Widerlager

Wie sich in der Örtlichkeit zeigt, haben sich beide Widerlager verschoben bzw. weisen eine Schiefstellung auf. Zu erkennen ist dies an der deutlichen Lagerverschiebung im Bereich des Widerlagers West. Durch diese Verschiebung liegt der Überbau unmittelbar am Widerlager an, eine weitere Verschiebung ist somit nicht möglich, was zu Zwängungen führt. Diese Lagerverschiebung wird zum ersten Mal im Prüfbericht der HAMPF Consult GmbH & Co. KG aus dem Jahr 2013 dokumentiert.



Abb. 10 Lagerverschiebung am Widerlager West



4 Untersuchungen

4.1 Asphalt und Beton der Fahrbahn

4.1.1 Durchgeführte Untersuchungen

Im Zuge der OSA wurden am 04.11.2014 durch die Firma HNL aus Pinneberg an 5 Stellen Proben durch Bohrungen aus dem Straßenbelag entnommen. Die Proben dienten zum Einen dazu, den genauen Fahrbahnaufbau oberhalb der Buckelbelche zu ermitteln. Zum Anderen wurde an dem Asphalt eine PAK-Analyse nach EPA durchgeführt und der Phenolindex bestimmt. An dem unter dem Asphalt befindlichen Beton wurde eine Analyse nach LAGA TR Bauschutt durchgeführt und der Asbestgehalt des Betons bestimmt.

4.1.2 Ergebnisse der Untersuchungen an Asphalt und Beton der Fahrbahn

Der Asphalt ist gemäß RuVA-StB 01 der Verwertungsklasse A zuzuordnen. Für Straßenausbaustoffe der Verwertungsklasse A ist eine Verwertung im Heißmischverfahren vorzusehen. Der Beton kann nach der LAGA-Analyse der Zuordnungsklasse Z 1.2 (eingeschränkter offener Einbau) zugeordnet werden.

Eine Belastung durch Asbest ist nicht festzustellen.

4.2 Korrosionsschutz

4.2.1 Durchgeführte Untersuchungen

Die Stahlkonstruktion des Überbaus ist mit zwei unterschiedlichen Korrosionsschutzanstrichen versehen, erkennbar an den unterschiedlichen Farben. Von beiden wurde jeweils eine Probe durch die Firma UCL aus Kiel entnommen und auf ihre Inhaltsstoffe hin analysiert. Die Analyse-Proben wurden durch Abkratzen von den Stahlprobekörpern gewonnen, welche zum Zwecke weiterer Untersuchungen aus der Stahlkonstruktion erbohrt wurden, siehe Kapitel 4.3.

4.2.2 Ergebnisse der Untersuchungen des Korrosionsschutzes

Der grüne Korrosionsschutz, der im Bereich oberhalb der Fahrbahn verwendet wurde, ist stark mit den Schwermetallen Blei und Zink belastet. Der schwarze Korrosionsschutz, der unterhalb der Fahrbahn zum Einsatz kam, weist zusätzlich sehr hohe Werte an polyzyklischen aromatischen Kohlenwasserstoffen (PAK) und Polychlorierten Biphenylen (PCB) auf, die oberhalb der Grenzwerte von 100 mg/kg bzw. 50 mg/kg liegen.

Beim Arbeiten mit diesen Materialien ist auf einen vorschriftsmäßigen Arbeitsschutz zu achten. Anfallende Abfälle sind als stark belastet einzustufen. Auf die Einhaltung einer



fachgerechten Entsorgung ist daher besonders zu achten.

4.3 Stahl

4.3.1 Durchgeführte Untersuchungen

Insgesamt wurden aus der Stahlkonstruktion 18 Stahlproben aus den unterschiedlichen Konstruktionselementen (z.B. Vertikalstab, Untergurt, Obergurt usw.) entnommen. Die Probenentnahme erfolgte im Zeitraum vom 26.11.2014 bis zum 09.12.2014 durch die Firma Adolf Cornels GmbH aus Brunsbüttel. Die entnommenen Probekörper wurden mittels Kernbohrung aus dem Bauwerk über die gesamte Querschnittsdicke des jeweiligen Bauteils erbohrt. Der gewonnene Probedurchmesser beträgt etwa 70 mm. An jeder Probe wurde die Blechdicke einschließlich des Korrosionsschutzes bestimmt. Zur weiteren Analyse wurden die Proben an die Schweißtechnische Lehr- und Versuchsanstalt Nord gGmbH übergeben. Dort wurden zur metallurgischen und mechanischen Untersuchung an den einzelnen Probekörpern Zugversuche, Schwefelabdrücke nach Baumann und Spektralanalysen durchgeführt.

Neben den metallurgischen und mechanischen Analysen der SLV Nord erfolgte vor Ort durch die Ingenieurteam Trebes GmbH & Co. KG eine Bestimmung der Restquerschnittsdickenmessungen am Brückenbauwerk. Die durchgeführten Messungen erfolgten mit einem Ultraschall-Dickenmessgerät.

4.3.2 Ergebnisse der Untersuchungen der Stahlproben

Grundsätzlich ist festzustellen, dass auf Basis der durch die SLV Nord analysierten Proben eine Schweißbeignung des vorliegenden Stahls ausgeschlossen werden kann.

Die Untersuchungen der SLV Nord haben ergeben, dass keine der auf Schweißbeignung hin analysierten Proben schweißgeeignet ist. Soweit die gewonnenen Materialproben einem Schwefelabdruck nach Baumann unterworfen wurden, stellte sich mittig jeweils eine deutliche Seigerungsschicht dar, in einer Probe war zusätzlich eine Dopplung zu erkennen. Da zudem eine Probe bereits bei der Herstellung eines Probekörpers für die Zugversuche durch einen Sprödbruch versagte, besteht laut SLV Nord die Gefahr, dass der Stahl aufgrund von z.B. Einschlüssen bereichsweise keine Verformbarkeit aufweist und zum Sprödbruch neigt. Ansonsten haben die Zugversuche ergeben, dass der Stahl hinsichtlich seiner Festigkeit einem Baustahl S 235 gleichgesetzt werden kann. Diese Einstufung deckt sich auch mit den angesetzten Festigkeitswerten in der Bestandsstatik aus dem Jahr 1954 (St 37). Die im Rahmen der Zugversuche bestimmte Streubreite der Streckgrenze beträgt von 231 N/mm² bis 373 N/mm².

Zur Durchführung der Restquerschnittsdickenmessungen ist es erforderlich, dass der



Sondenkopf des Ultraschallmessgerätes nahezu plan und flächig auf der Bauteiloberfläche aufliegt. Die Stahloberfläche ist allerdings durch die Korrosion sehr uneben. Trotz Entfernung der losen Rostprodukte und anschließender mechanischer Bearbeitung der Oberfläche an zahlreichen Stellen mittels Schaber und Drahtbürste, war es nicht überall möglich, eine ausreichend ebene Oberfläche für den Messkopf zu schaffen. Dieses wäre letztlich nur durch umfängliches Beschleifen des Bauteils oder mittels Strahlung mit festen Strahlmitteln möglich. Durch eine derartige Bearbeitung der Oberfläche würde jedoch nicht nur der Rost abgetragen, es kommt auch zu einem Wanddickenverlust, der das Messergebnis verfälscht. Es wurden deshalb keine Messungen in zu stark korrodierten Bereichen vorgenommen.

Die von dem Ultraschall-Dickenmessgerät ausgesendete Schallwelle bewegt sich durch die Beschichtung deutlich langsamer als durch den anschließenden Stahlquerschnitt. Da aber vor Durchführung der Messungen dem Gerät der Wert der Schallgeschwindigkeit für das Medium Stahl mit ca. 5.900 m/s angegeben werden muss und hiermit während der Messungen die Materialdicke berechnet wird, wird eine 3 bis 4-fache Dicke der Beschichtung gegenüber der tatsächlichen Dicke ausgegeben. Ausgehend von etwa 0,5 mm Beschichtung bedeutet dies, dass die ausgegebenen Messwerte um 1,5 bis 2,0 mm reduziert werden müssen, um die tatsächlich vorhandene Stahldicke zu ermitteln.

An Stellen mit intakter Korrosionsschutzbeschichtung ist bisher kaum ein Materialverlust zu verzeichnen. In Bereichen mit fehlender Beschichtung gibt es augenscheinlich allerdings massive Querschnittseinbußen. Zum Teil ist Lochfraß zu erkennen, es fehlen ganze Bereiche der Stahlprofile (Abb. 7). Insbesondere an waagerechten Flächen, auf denen das anfallende Niederschlagswasser und tausalzbelastete Spritzwasser nicht abfließen kann, ist dies der Fall. Auch die Niete sind davon betroffen, teilweise sind Nietköpfe weggerostet (Abb. 9). Durch die Volumenvergrößerung während der Blattrostrbildung kommt es zu Sprengwirkung insbesondere an Verbindungspunkten zweier Querschnitte (Abb. 8).

4.4 Verschiebung der Widerlager

Im Zuge dieser OSA wurden keine Untersuchungen an der Gründung der Widerlager vorgenommen. Die Gründungspfähle sind planmäßig durch eine in der Flucht der Vorderkante der Widerlager verlaufenden lotrechten dichten Holzspundwand abgeschirmt. Eine Untersuchung ihres Zustandes ist nur unter erheblichem Aufwand möglich. Es ist also zum jetzigen Zeitpunkt nicht klar, welcher Mechanismus die aufgetretenen Verschiebungen hervorgerufen hat.

5 Bewertung

5.1 Korrosion der Überbaukonstruktion

Die Korrosion der gesamten Überbaukonstruktion bedingt sich durch die Konstruktion an



sich gepaart mit unauskömmlicher Unterhaltung des Bauwerks, vornehmlich des Korrosionsschutzes. Durch die Freilegung der tragenden Konstruktion im Jahr 1968 im Bereich der Bögen kann sich Niederschlagswasser und vor allem auch tausalzbelastetes Spritzwasser ungehindert auf die Stahlteile niederschlagen. Insbesondere auf horizontalen Flächen sammelt sich dieses Wasser. An Stellen mit beschädigtem Korrosionsschutz kommt es zu Korrosion, die sich von da aus nahezu ungehindert fortsetzen kann, bereichsweise tritt Lochfraß auf. Weiterhin kommt es zu Deformationen und Sprengwirkung im Bereich von Bauteilanschlüssen und flächigen Verbindungspunkten infolge der durch Korrosionsprodukte bedingten Volumenvergrößerung.

Aufgrund der Querschnittsschwächungen insbesondere in den Knotenpunkten Mittelgurt / Untergurt und Endquerträger / Querträger sowie an den Kragträgern und der erheblichen Verkehrslastzunahme gegenüber dem Jahr 1899 ist das Brückenbauwerk in seinem jetzigen Zustand in seiner Standsicherheit gefährdet und in seiner Dauerhaftigkeit beeinträchtigt. Abweichend von der statisch-konstruktiven Standsicherheit ist die Verkehrssicherheit nicht gefährdet. Insgesamt ergibt sich daraus folgende Schadensbewertung nach RI-EBW-PRÜF: $S / V / D = 3 / 0 / 3$.

Die Korrosionsschäden sind der Schadensklasse 4 bis 5 nach RI-ERH-KOR zuzuordnen.

Es ist eine kurzfristige Schadensbeseitigung in Form einer Vollerneuerung des Korrosionsschutzes und Ersatz der geschwächten Querschnitte erforderlich.

5.1.1 Statische Betrachtung

Gemäß der statischen Berechnung aus dem Jahr 1954 erfolgte die Einstufung des Brückenbauwerks in die Brückenklasse 60. Die Fahrbahnlängsträger weisen gemäß dieser Statik einen Ausnutzungsgrad 96 % auf, der Ausnutzungsgrad der Querträger liegt bei 88 %. Die Diagonalen sind bereichsweise zu 98 % ausgenutzt. Die übrigen nachgewiesenen Träger (Fahrbahnrandträger, kurzer Querträger nach Verstärkung, schiefer Endquerträger, Obergurt, Untergurt, restliche Diagonalen) weisen Ausnutzungsgrade von 30 % bis 80 % auf. In Anbetracht der Korrosionsschäden mit einhergehender Querschnittsschwächung unterhalb der Fahrbahn ist gerade für den Restquerschnitt der Fahrbahnlängsträger eine tatsächlich höhere Ausnutzung als die oben genannten 96 % anzunehmen. Dieser Aspekt ist unter statisch-konstruktiven Gesichtspunkten als kritisch zu betrachten.

Es wird deshalb bis zur Durchführung weiterer Maßnahmen eine Beschränkung der Verkehrslasten gemäß Brückenklasse 16/16 empfohlen. Eine zeitliche Intensivierung der Brückeninspektion ist angezeigt.

5.2 Widerlagerverschiebung

Wie schon unter Kapitel 4.4 beschrieben ist zum jetzigen Zeitpunkt der



Schadensmechanismus für die aufgetretenen Verschiebungen unklar.

Zum einen wäre es denkbar, dass die Pfähle aufgrund ihres Alters und fortschreitender Zersetzungsprozesse in ihrer Struktur geschädigt und somit in ihrer Tragfähigkeit eingeschränkt sind.

Eine zweite Möglichkeit wäre, dass durch die zunehmende Verkehrsbelastung (derzeit keine Verkehrslastbeschränkung) ein Versagen der Gründung hervorgerufen wird.

Auch ein zu großer Erddruck aus der Belastung im Hinterfüllbereich wäre möglich.

Durch die behinderte Längsausdehnung des Überbaus treten unplanmäßige Zwängungen auf, die zum Fortgang der Bauwerksschädigung beitragen. Die Verkehrssicherheit wird dadurch bisher nicht beeinflusst. Insgesamt ergibt sich daraus folgende Schadensbewertung nach RI-EBW-PRÜF: $S / V / D = 3 / 0 / 3$.

Der Schaden erfordert kurzfristige weitergehende Untersuchung zur Klärung der Ursache. Eine eingehendere statisch-konstruktive Betrachtung ist angezeigt.

6 Maßnahmenvarianten und Kosten

Wie bereits in Kapitel 5.1.1 erläutert wird bis zur Durchführung weiterer Maßnahmen eine Beschränkung der Verkehrsbelastung gemäß Brückenklasse 16/16 empfohlen. Zudem ist eine zeitliche Intensivierung der Brückeninspektionen ratsam.

6.1 Erhalt des Brückenbauwerks

Für den Erhalt des Brückenbauwerks ist es unabdingbar, den Überbau vollständig von Beschichtung und Rost zu befreien. Erst nach Abschluss dieser Arbeit ist eine umfassende Beurteilung des Schadensbildes möglich. Es ist davon auszugehen, dass bereichsweise geschädigte Nieten, Bleche und Winkel entfernt und durch neue Querschnitte ersetzt werden müssen. Durch einen neuen Korrosionsschutz wird ein Fortschreiten der Korrosion vermieden.

Aufgrund der hohen Belastung des jetzigen Korrosionsschutzanstriches durch Schwermetalle, PAK und PCB ist eine Einhausung mit Be- und Entlüftungsanlage einschließlich entsprechender Filter nötig. Zudem sind die Bereiche der Stahlkonstruktion direkt an den Widerlagern nur schwer von allen Seiten zugänglich, die Entfernung der Korrosion an diesen Stellen wird daher problematisch bis unmöglich. Des Weiteren müssen zur kompletten Sanierung die Betonfertigteile der Kragarme und der Fahrbahnaufbau entfernt werden. Deshalb ist ein Überführen des Verkehrs während der Instandsetzung nicht möglich. Bei Belassung des Überbaus auf den Widerlagern während der Instandsetzungsmaßnahme wird der Kanalquerschnitt durch Einhausung und Arbeitsgerüst über einen gewissen Zeitraum eingeschränkt.

Zur Vereinfachung der Arbeiten wird daher empfohlen, den Überbau auszuheben und



entweder auf einem Schwimmponton im Kanal liegend instand zu setzen oder ihn abzutransportieren und an anderer Stelle zu sanieren.

Dies bietet zudem die Möglichkeit, die Widerlager genauer zu begutachten und ihre ggf. eingeschränkte Tragfähigkeit wieder herzustellen. Zumindest eines der Widerlager muss dahingehen verändert / neu aufgebaut werden, dass der Überbau sich wieder frei ausdehnen kann und nicht wie bisher an der Widerlagerwand anliegt und somit Zwängungen ausgesetzt wird. Unter Umständen ist eine Rückverankerung erforderlich, um den Erddruck aus den Dämmen aufzunehmen und ein Verschieben in horizontaler Richtung dauerhaft zu unterbinden.

6.1.1 Kostenschätzung Instandsetzung Überbau

Die folgende Kostenermittlung für die Instandsetzung des Bauwerks beruht auf Schätzungen, da zum jetzigen Zeitpunkt das vollständige Schadensausmaß weder am Stahlüberbau noch an den Widerlagern hinlänglich bekannt ist. Es wird davon ausgegangen, dass die Instandsetzung der Widerlager möglich ist.

Instandsetzung Überbau	1.500.000,00
Instandsetzung Widerlager (Beton und Mauerwerk)	200.000,00
Ertüchtigung Widerlager (Rückverankerung)	500.000,00
Summe Baukosten	<u>2.200.000,00</u>
Ingenieurkosten (ca. 20 % der Baukosten)	440.000,00
Summe netto	<u>2.640.000,00</u>
19 % MwSt	501.600,00
Summe brutto	3.141.600,00
Summe brutto gerundet	<u>3.150.000,00</u>

6.2 Ersatzneubau des Brückenbauwerks

Als zweite Variante wäre ein Neubau des Überbaus in optisch ähnlicher Bauweise möglich. In diesem Fall werden die Widerlager ebenfalls neu gebaut. Für eine genauere Abschätzung der Gründungskosten müssten zunächst erst Bodenerkundungen durchgeführt werden. Die Erfahrung mit einem Ersatzneubau einer Brücke genau in der Achse der Alten zeigt, dass gerade im Baugrund viel Aufwand betrieben werden muss aufgrund der alten Bauwerkspfähle .

6.2.1 Kostenschätzung Neubau Überbau

Die folgende Kostenermittlung für den Ersatzneubau der Brücke beruht auf Schätzungen, da zum jetzigen Zeitpunkt kein konkreter Entwurf für die Konstruktion vorliegt. Die Gründungskosten gehen von einer Tiefgründung ohne besonderen Aufwand aus, wie oben



dargestellt, kann hier eine genauere Schätzung erst erfolgen, wenn entsprechende Bodenerkundungen durchgeführt wurden.

Ersatzneubau Überbau (als geschweißter Fachwerkbogen)	2.500.000,00
Ersatzneubau Widerlager	500.000,00
Tiefgründung (ohne besondere Aufwendungen)	700.000,00
Summe Baukosten	<u>3.700.000,00</u>
Ingenieurkosten (ca. 20 % der Baukosten)	740.000,00
Summe netto	<u>4.440.000,00</u>
19 % MwSt	843.600,00
Summe brutto	5.283.600,00
Summe brutto gerundet	<u>5.300.000,00</u>

7 Zusammenfassung

Im Rahmen der im Jahr 2014 durchgeführten Bauwerksprüfung wurden diverse Schäden an der gesamten Überbaukonstruktion des Brückenbauwerks BW 007, Hüntertorbrücke infolge von Korrosionserscheinungen festgestellt. Die Hansestadt Lübeck, Bereich 5.660: Stadtgrün und Verkehr, beauftragte die Ingenieurteam Trebes GmbH & Co. KG, eine Objektbezogene Schadensanalyse (OSA) durchzuführen, um die Auswirkungen der Schäden auf die Standsicherheit zu untersuchen, die Schäden zu bewerten, Sanierungsvarianten auszuarbeiten und die zugehörigen Kosten abzuschätzen.

Die am Bauwerk vorgefundenen maßgeblichen Schäden lassen sich grob in zwei Klassen einteilen: Schäden durch Korrosion an der Überbaukonstruktion und Schäden durch eine Verschiebung der Widerlager.

Diese Schäden wurden in mehreren Ortsterminen genauer untersucht und zudem wurden Proben des Korrosionsschutzes, des Fahrbahnaufbaus und des Stahls der Tragkonstruktion entnommen und analysiert.

Die Untersuchungen haben ergeben, dass der Korrosionsschutz stark mit Schwermetallen, PAK und PCB belastet ist. Der Stahl weist Einschlüsse auf und ist als nicht schweißbar einzustufen. Durch Korrosion ist es bereichsweise zu deutlichen Querschnittsschwächungen gekommen. Da bereits im ungeschädigten Zustand Querschnitte eine Ausnutzung von 96 % aufweisen, ist durch die Querschnittsschwächung von einer verminderten Tragfähigkeit auszugehen. Es sind Instandsetzungsmaßnahmen erforderlich, die entweder eine komplette Sanierung des Überbaus oder den Neubau eines optisch ähnlichen Überbaus umfassen.

Für die Widerlager ist eine eingehende statisch-konstruktive Betrachtung angezeigt.

Nach dem gegenwärtigen Stand der Begutachtung wird eine Beschränkung der Verkehrslasten gemäß Brückenklasse 16/16 und eine Verkürzung der Bauwerksprüfungsintervalle empfohlen.