



**Ingenieurteam
Trebes GmbH & Co. KG**

Unternehmensgruppe
Kiel · Rendsburg · Flensburg

Wir rechnen
mit allem.

Sanierungskonzept

für die Straßenbrücke
Sauernbeeksweg über den Graben 2.5
in der Gemeinde Hetlingen

Projektnummer 1109/1

Datum: 22.01.2018



Inhaltverzeichnis

1	Veranlassung	3
2	Ausgangssituation	3
3	Bewertung des Bestandsbauwerkes.....	5
3.1	Brücke	5
3.2	Stützwand.....	6
3.3	Nebenflächen	6
4	Sanierung des Bestandsbauwerkes.....	7
5	Ersatzneubau	8
5.1	Variante 1 : Wellstahlrohr.....	8
5.2	Variante 2 : Stahlbetonbauwerk.....	9
6	Kostenschätzung.....	9



1 Veranlassung

Im März/April 2001 wurde vom der Ingenieurgemeinschaft Klütz und Kollegen GmbH, Bokel, am Brückenbauwerk **Sauernbeeksweg über den Graben 2.5** (Bauwerksbezeichnung im Prüfbericht „Idenburger Damm über den Nebenlauf der Haseldorfer Binnenelbe“) eine Hauptuntersuchung nach DIN 1076 durchgeführt. Dabei wurde festgestellt, dass die untere Bewehrung der Überbauplatte teilweise freiliegt und korrodiert ist.

Im April 2001 wurde daraufhin eine ergänzende Begutachtung durch das Ingenieurbüro Kai Trebes, Kiel, vorgenommen. Eine im Rahmen dieser Begutachtung durchgeführte Nachrechnung ergab, dass das Bauwerk maximal in die Brückenklasse 9 (zulässige Achlast 9 t) eingestuft werden kann.

Wegen immer umfangreicher werdender Böschungsabbrüche im Bereich der Übergänge Bauwerk/ Straßendamm wurde die zulässige Achslast der Brücke zwischenzeitlich auf 6 t beschränkt. Desweiteren wurde die nutzbare Fahrbahnbreite von 4,50 m auf ca. 3,50 m reduziert.

Da die Nutzung des Bauwerkes aufgrund der zuvor beschriebenen Umstände immer weiter eingeschränkt wurde, wurde die Ingenieurteam Trebes GmbH von der Gemeinde Hetlingen beauftragt ein Sanierungskonzept für das Bauwerk auszuarbeiten.

2 Ausgangssituation

Zu dem Bauwerk liegen keinerlei Bestandsunterlagen vor. Daher wurden die nachfolgenden Eckdaten im Rahmen einer Bauwerksbesichtigung festgestellt.

Bauwerk :	Bauwerkstyp	: Straßenbrücke mit Achlastbeschränkung auf 6 t
	Bauart	: Spundwandbrücke
	Baujahr	: vor 1975
	Stützweite	: 2,07 m
	Lichte Weite	: 1,94 m
	Lichte Höhe	: 1,64 m
	Überbaudicke	: 0,22 m
	Überbaulänge	: 2,90 m

Fahrbahnbreite	: 4,50 m
Breite zw. Geländern	: 5,00 m
Gesamtbreite	: 5,50 m
Bauwerkswinkel	: 100 ^{gon}
Überbaubeton	: C 35/45 (abgeleitet aus dem Prüfzeugnis der MPA Eckernförde vom 02.04.2001)

Zur Bestimmung der Spundwandprofile wurden die Bohlen vor Ort aufgemessen. Die Materialstärken wurden mit Hilfe eines Ultraschall-Dickenmessgerätes ermittelt.

a) Spundwand (Brücke)

Messwerte : Typ	: U-Profil
Bohlenbreite	: 600 mm
Profilhöhe	: 120 mm
Materialstärken	: 6,4 ... 7,0 mm (Berg/Tal und Steg)

Anhand des Aufmaßes und des vermuteten Baujahres wurde abgeleitet, dass es sich bei den Spundbohlen um das Profil **Hoesch HL 2** handelt. Die nachfolgend aufgeführten Nennwerte des Profiles wurden dem Betonkalender 1970 entnommen.

Profil	Bauart, Firma				Gewicht		Für 1 m Wandbreite		
	Abmessungen (mm)				<i>g</i> Bohle kg/m	<i>G</i> Wand kg/m ²	<i>W_x</i> cm ³	<i>F</i> Stahl cm ²	<i>U</i> Um- fang cm
	<i>b</i>	<i>h</i>	<i>t</i>	<i>s</i>					
Hoesch Leichtprofile HL 1, HL 2									
Hoesch A.-G., Hüttenwerke, Dortmund									
HL 1	450	80	4,5	4,5	20,2	45	140	57,3	260
HL 2	600	130	6	6	37,8	63	338	80,3	246

b) Kanaldielen (Stützwand)

Messwerte : Typ	: Kanaldielen
Bohlenbreite	: 400 mm
Profilhöhe	: 43 mm
Materialstärken	: 6 mm

Anhand des Aufmaßes und des vermuteten Baujahres wurde abgeleitet, dass es sich bei den Kanaldielen um das Profil **Hoesch HKD 400 oder HKD 400 S** handelt. Die nachfolgend aufgeführten Nennwerte des Profiles wurden dem Betonkalender 1970 entnommen.

Profil	Bauart, Firma				Gewicht		Für 1 m Wandbreite		
	Abmessungen (mm)				g	G	W_x	F	U
	b	h	t	s	Bohle kg/m	Wand kg/m ²			
Flachprofile Hoesch A.-G. Hüttenwerke, Dortmund									
HKD 220	220	31	5,5	5,5	11,4	51,8	32	66	220
HKD 400	400	50	5	5	18,4	46	85	58,6	240
HKD 400 S	400	50	5,5	5,5	20	50	95	63,7	240

3 Bewertung des Bestandsbauwerkes

3.1 Brücke

Im Rahmen der im Jahr 2001 durchgeführten Nachrechnung wurde das Bauwerk in die Brückenklasse 9 (zulässige Achslast 9 t) eingestuft. Somit kann die Brücke im Falle einer Sanierung lediglich wieder für eine zulässige Achslast von 9 t freigegeben werden.

Sofern vorgesehen ist das Bauwerk mit Fahrzeugen höherer Achslasten zu nutzen ist demnach eine Erneuerung des Überbaues unabdingbar.

An der Spundwand wurden im Rahmen der durchgeführten Dickenmessungen nur sehr geringe Abrostungsgrade (< 1 mm) festgestellt. Somit ist die Standsicherheit der Spundwand für die im Rahmen der Nachrechnung angesetzten Lasten der Brückenklasse 9 durchaus gegeben.

Sofern jedoch für das Bauwerk höhere Nutzlasten vorgesehen sind, ist, da über die seinerzeit angesetzten Vertikallastabtragungen in der Baugrund keinerlei Unterlagen vorliegen, für den neuen Überbau (bei höheren Nutzlasten zwingend erforderlich) auch eine neue Tiefgründung vorzusehen.



Im Falle einer Überbauerneuerung ist auch aus Sicht der zu erwartenden Nutzungsdauer eine Erneuerung der Gründung durchaus sinnvoll. Gemäß der Verordnung zur Berechnung von Ablösungsbeträgen nach dem Eisenbahnkreuzungsgesetz, dem Bundesfernstraßengesetz und dem Bundeswasserstraßengesetz (Ablösungsbeträge Berechnungsverordnung - ABBV, Ausfertigungsdatum ,1.07.2010) beträgt die zu erwartende Lebensdauer eines Brückenüberbaues aus Stahlbeton ca. 70 Jahre. Dem stünde im Falle einer Weiternutzung der bestehenden Spundwand eine deutlich geringere Restlebensdauer der Gründung gegenüber.

Weiterhin entspricht das vorhandene Spundwandprofil nicht dem Entwurfsvermerk E1 „Stahlspundwände als Dauerlösung bei Brücken und Stützwänden“ des LBV-SH vom 11.07.2013. Demnach sind Spundwandprofile mit Blechstärken unter 8 mm (im Lieferzustand) auszuschließen. Darüber hinaus sind die vorhandenen Spundwandprofile unter Berücksichtigung der im Entwurfsvermerk angegebenen Korrosionszuschläge (umlaufend 1 mm) nicht mehr nachweisbar.

Somit sollte im Fall einer Überbauerneuerung generell auch eine neue Gründung vorgesehen werden. Als Kolkschutz bzw. auch als Flügelwand kann die vorhandene Spundwand jedoch durchaus weiter genutzt werden.

3.2 Stützwand

Die Stützwand auf der Südwestseite des Brückenbauwerkes besteht aus Kanaldielen, die über eine Höhe von ca. 1,65 m frei auskragen. Eine Rückverankerung war nicht erkennbar.

Die Standsicherheit der Stützwand ist somit rechnerisch nicht nachweisbar.

Alternativ zu einem kostenintensiven Neubau wird daher vorgeschlagen den bereits stark verschlickten Bereich vor der Wand zu verfüllen. Die Stützwand wäre in diesem Fall entbehrlich. Die vorhandene Betonrohrleitung müsste lediglich bis zum Graben 2.5 verlängert werden.

3.3 Nebenflächen

Generell wurden die Böschungen an den Flügelenden ungünstig angelegt. Sofern hier keine Anpassung erfolgt, wird es in diesen Bereichen immer wieder zu Böschungsabbrüchen kommen.



Um die Flügelwände nicht aufwändig verlängern zu müssen, wird daher vorgeschlagen die Böschungen entsprechend der Darstellung auf der Vorentwurfszeichnung anzupassen. Um ein Mindestmaß an Flügelwandinbindung einzuhalten müssen die Böschungen im unmittelbaren Bauwerksbereich mit einer Neigung von 1:1 angelegt werden. Zur Gewährleistung der Standsicherheit sind diese Böschungen generell zu befestigen. Im weiteren Verlauf können die Böschungen dann auf die vorhandenen Böschungsneigungen verzogen werden.

Um die Anpassung des Böschungsverlaufes an der nordwestlichen Flügelwand zu ermöglichen, ist es erforderlich den Entwässerungsgraben im Bauwerksbereich nach Westen zu verlegen.

Da die Böschungen im Bauwerksbereich auch unter einer Neigung von 1:1 nicht ausreichend lang sind um die gesamte Höhendifferenz auszugleichen, ist am Böschungsfuß eine Fußsicherung aus Palisaden vorzusehen.

4 Sanierung des Bestandsbauwerkes

Im Rahmen der Bauwerkssanierung sind folgende im wesentlichen Maßnahmen durchzuführen :

- Behandeln der freiliegenden Bewehrung und aufbringen einer Spritzbetonschicht mit Kunststoffzusatz (SPCC) auf der Überbau-Unterseite
- Beseitigen der Hohlstellen im Bereich der Widerlagerhinterfüllung
- Anpassen der Schrammbordhöhe auf 0,20 m
- Einbau eines Holmgeländers mit Seil
- Verfüllung im Bereich der Flügelwand Südwest
- Verlängerung der Betonrohrleitung
- Anpassung der Böschungsverläufe
- Einbau einer Böschungs-Fußsicherung



5 Ersatzneubau

In Anbetracht der örtlichen Gegebenheiten und der wirtschaftlichen Aspekte kommen für den Ersatzneubau lediglich 2 Bauwerkstypen in Frage :

- Wellstahlrohr
- Stahlbetonbauwerk

Die Varianten mit einem Stahl- oder Aluminiumüberbau wurden nicht weiter betrachtet, da hierbei die lichte Höhe des Bauwerkes wegen der größeren Konstruktionshöhe zu stark eingeschränkt wird.

5.1 Variante 1 : Wellstahlrohr

Unter Berücksichtigung der erforderlichen Abflussquerschnitte wurde die Querschnittsform **LB 14** als günstigste Form ermittelt.

Spannweite : 3,02 m
Profilhöhe : 1,67 m
Mindestüberdeckung : 0,66 m

Unter Einhaltung der Mindestüberdeckung von 0,66 m ergeben sich für das Profil LB 14 folgende Abflussquerschnitte :

Wasserstand 0,40 m über Sohle : $AQ = 1,18 \text{ m}^2 > 0,40 \times 1,94 = 0,78 \text{ m}^2$

Wasserstand 1,10 m über Sohle : $AQ = 2,70 \text{ m}^2 > 1,10 \times 1,94 = 2,13 \text{ m}^2$

Wasserstand 1,20 m über Sohle : $AQ = 2,77 \text{ m}^2 > 1,20 \times 1,94 = 2,33 \text{ m}^2$ (max. h_{LB14})

Für den von einem Mitarbeiter des Verbandes Wedeler Außendeich angegebenen Maximalwasserstand von 1,10 m über Sohle sind bei der gewählten Querschnittsform noch ausreichend Reserven vorhanden.



5.2 Variante 2 : Stahlbetonbauwerk

Aufgrund der kurzen Stützweite bot sich als wirtschaftlichste Lösung ausnahmslos eine Überbaukonstruktion aus Halbfertigteilen mit Ortbetonergänzung an. Als Fahrbahnbelag wurde wegen der höheren Beständigkeit im Vergleich zu einem reaktionsharzgebundenen Dünnbelag bzw. einem Beschichtungssystem ein konventioneller Asphaltbelag gewählt. Die Gründung der Widerlagerholme erfolgt tief auf jeweils 2 Stahlrohr-Rammpfählen.

Stützweite : 2,85 m
Konstruktionshöhe : 0,30 m

6 Kostenschätzung

In den Kostenschätzungen wurde davon ausgegangen, dass die Zuwegungen ausreichend tragfähig sind und sie die Belastungen aus Baustellenverkehr (Kran- bzw. Fahrzeuglasten) ohne weiteres aufnehmen können.

Bei den nachfolgend angegebenen Beträgen handelt es sich um die geschätzten Gesamtkosten einschließlich Baunebenkosten.

Maßnahme	geschätzte Gesamtkosten
Bauwerkssanierung	83.000 € (brutto)
Ersatzneubau Wellstahlrohr	157.000 € (brutto)
Ersatzneubau Stahlbetonbauwerk	144.000 € (brutto)

Abschließend wird hier noch einmal explizit darauf hingewiesen, dass das Bauwerk im Falle einer Sanierung lediglich wieder in die Brückenklasse 9 (zulässige Achslast 9 t) eingestuft werden kann.



Erläuterung zur Kostenschätzung Stahlbetonbauwerk

Insgesamt liegen die geschätzten Gesamtkosten für das Stahlbetonbauwerk ca. 50.000 € über dem Angebotspreis der Fa. Peters Bau.

Dies ist im wesentlichen auf folgende Punkte zurückzuführen :

- Die Baunebenkosten wurden in der Kostenschätzung deutlich höher angesetzt als im Angebot der Fa. Peters Bau. Während im Angebot der Fa. Petersbau lediglich die Kosten zum Erstellen der Ausführungsunterlagen und zum Durchführen einer Spitzendrucksondierung berücksichtigt wurden, sind in die Kostenschätzung sämtliche Planungs- und Nebenleistungen wie z.B. Aufstellen eines Sanierungskonzeptes, Erstellen eines Bodengutachtens, Durchführung von Vermessungsarbeiten, Erstellen der Ausführungs- und Bestandsunterlagen, Prüfung der Ausführungsunterlagen bis hin zu den Kosten für die Bauüberwachung eingeflossen.
- In der Kostenschätzung wurden zusätzliche Leistungen berücksichtigt, die zur Gewährleistung der Standsicherheit zwingend erforderlich sind (Verfüllung des „Beckens“ vor der Stützwand Südwest, Stabilisierung der Uferböschungen, Anpassung der Dammböschungen).
- Im Gegensatz zum Angebot der Fa. Petersbau, in deren Entwurf ein direkt befahrener Stahlbetonüberbau vorgesehen ist, wurde in der Kostenschätzung ein konventioneller Fahrbahnbelag aus Asphalt gewählt. Der wesentliche Vorteil des in der Herstellung teureren Asphaltbelages liegt darin, dass der Konstruktionsbeton des Überbaues besser vor äußeren Einflüssen geschützt wird und sich die Dauerhaftigkeit des Bauwerkes somit deutlich erhöht.