



Schadensanalyse und Sanierungskonzept BW 7a Fußgängersteg Fort ob. Kuhberg Anprallschaden

BW 6652150

Ergebnisbericht

26.05.2018





Inhalt

1.	Beschreibung des Bauwerks	3
1.1	Allgemeines	3
1.2	Bewertungsgrundlagen.....	5
2.	Brückenbesichtigung.....	5
3.	Beschreibung des Schadens	5
4.	Schadensanalyse.....	8
4.1	Überbau	8
4.2	Lager.....	8
4.3	Pfeiler.....	8
4.4	Fundamente.....	9
5.	Sanierungskonzept	10
5.1	Technisches Konzept Überbau	10
5.2	Technisches Konzept Pfeiler	10
5.2.1	Allgemeines	10
5.2.2	Entlastung der Unterbauten.....	10
5.2.3	Entfernen des geschädigten Bereichs.....	17
5.2.4	Austausch der Lager.....	17
5.2.5	Widerherstellen des Pfeilers.....	17
5.3	Bauablauf und Zeitbedarf	18
5.4	Kosten.....	19
6.	Zusammenfassung	20

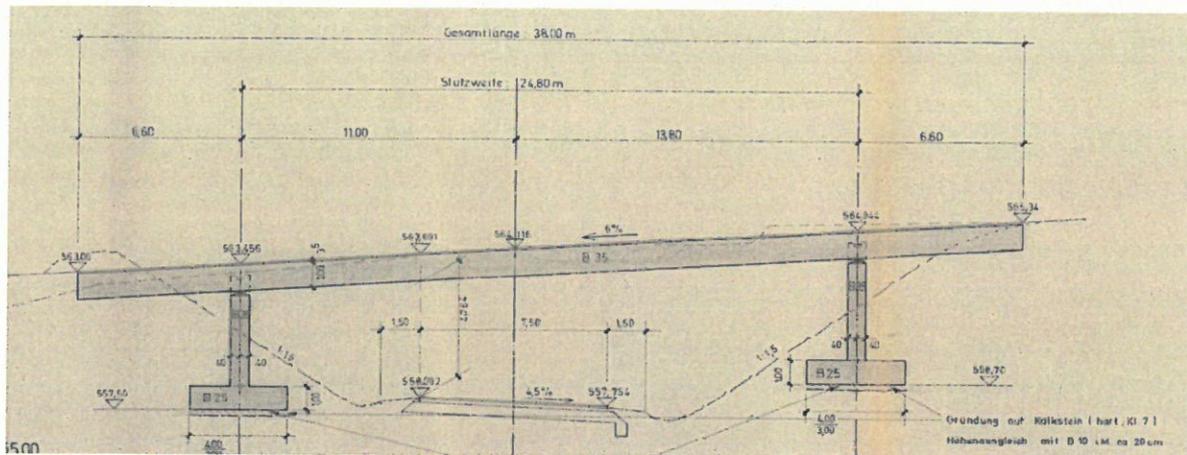


Abbildung 3: Längsschnitt Bauwerk

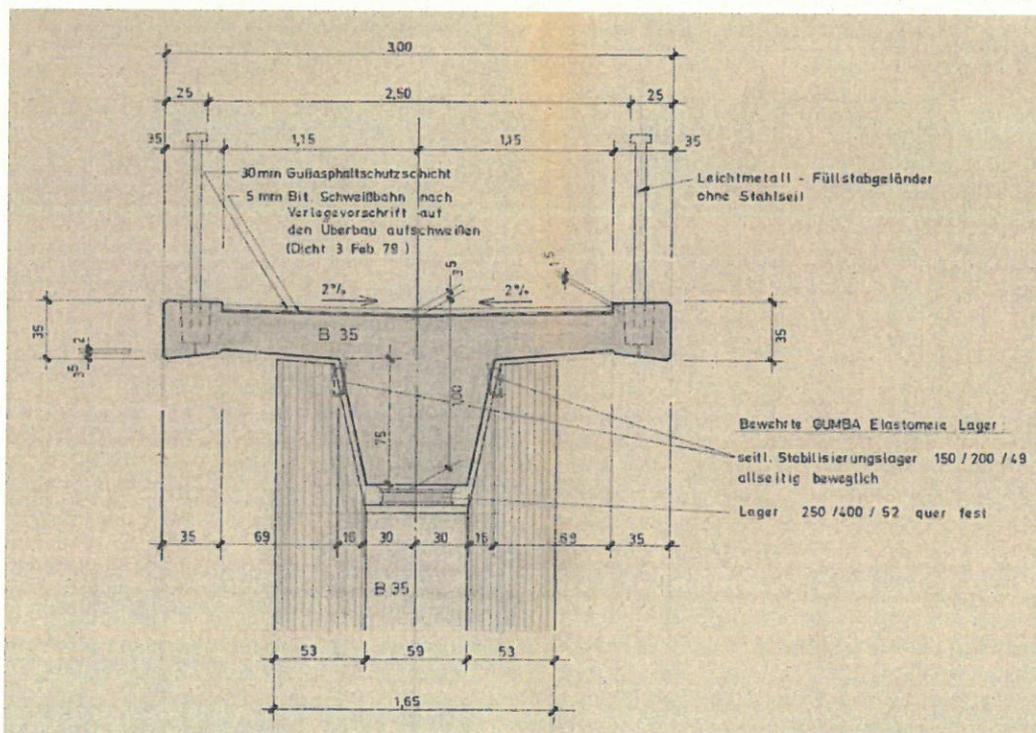


Abbildung 4: Querschnitt Bauwerk

Das Bauwerk besitzt eine Längsneigung von 6%, eine Querneigung ist nicht ausgebildet. Die Brücke hat ein Rinnenprofil von 2%.

Die Lagerung des Bauwerks ist je Pfeiler auf einem Elastomerlager mit Querfesthaltekonstruktion ausgebildet. In Längsrichtung ist die Brücke schwimmend gelagert. Damit der Überbau in Querrichtung nicht kippt, wurde für den Überbau an den Pfeilern eine Gabellagerung mittels Elastomerlagern an den Oberseiten vorgesehen

Das Bauwerk besitzt keine Widerlager und somit auch keine Übergangskonstruktionen. Der Überbauabschluss wurde durch einen Stahlwinkel ausgebildet.



1.2 Bewertungsgrundlagen

Folgende Unterlagen wurden zur Erstellung dieses Dokumentes verwendet:

- [1] Bestandsübersichtsplan BW7a, Richard Vogel Bauunternehmen, 11.11.1983
- [2] Geprüfte Ausführungspläne BW7a, Richard Vogel Bauunternehmen, 1982, geprüft durch das Prüfamt für Baustatik der Stadt Ulm
- [3] Geprüfte Statische Berechnung; Richard Vogel Bauunternehmen, 1982, geprüft durch das Prüfamt für Baustatik der Stadt Ulm
- [4] Zustandsbericht des BW7a vor dem Anprallschaden ausgedruckt am 02.01.2018
- [5] Prüfbericht des BW7a vor dem Anprallschaden; IB Schlecker 26.03.2014
- [6] Prüfbericht des BW7a nach dem Anprallschaden; IB Schlecker 20.04.2018

2. Brückenbesichtigung

Am 07.05.2018 wurde der Anprallschaden an der Brücke Vorort durch folgende Personen besichtigt:

- Herr Roth Stadt Ulm Tiefbauamt
- Herr Dr. Finckh Konstruktionsgruppe Bauen AG Kempen

3. Beschreibung des Schadens

In der Nacht vom 24.03.2018 auf den 25.03.2018 gab es während des Asphalteinbaus auf der Kreisstraße K9915 ein Anprallereignis eines LKWs am Überbau.

Es wird vermutet, dass der LKW mit hochgefahrener Kippbrücke gegen die Brücke gefahren ist. Hierbei gab er mit dem Hydraulikstempel dem Brückenüberbau einen Impuls von Norden her. Der Großteil der Aufprallenergie wurde über die Gabellagerungen abgebaut, welche hierdurch deutliche Schäden erfahren hat.

Durch den Anprall des LKWs am Überbau traten folgende Schäden am Bauwerk auf:

- Betonabplatzungen von mehrere Zentimetern am Überbau im Bereich der „Brückenkappen“
- Der südliche Teil der Gabellagerung an beiden Pfeilern wurde erheblich geschädigt. Hier sind große Schrägrisse im Bereich von 1 bis 30 mm und Betonabplatzungen vorhanden.
- Durch das Rückfedern des Überbaus nach dem Anprall sind Risse von 0,2-0,3mm in den nördlichen Teilen der Gabellagerung vorhanden



Abbildung 5: Schaden an der Gabellagerung östlicher Pfeiler



Abbildung 6: Schaden an der Gabellagerung westlicher Pfeiler



Abbildung 7: Risse durch das Rückfedern des Überbaus an der nordwestlichen Gabellagerung



4. Schadensanalyse

4.1 Überbau

Augenscheinlich hat der Überbau neben der Abplatzung im Bereich der „Kappe“ keine weiteren Schäden erlitten. Die Abplatzungen im Bereich der „Kappe“ sind aus Gründen der Standsicherheit unbedenklich. Die Betondeckung sowie die ursprüngliche Oberfläche sind nicht mehr vorhanden. Um Folgeschäden aus Bewehrungskorrosion oder Frostabplatzungen zu vermeiden muss die Stelle saniert werden.

4.2 Lager

Durch den Anprall des LKW's wurden die Anpralllasten sowohl über die Gabellagerung wie auch über die stählerne Querfesthaltung der Lager in den Pfeiler eingetragen. Da die Querfesthaltung lediglich auf die Windlasten (gemäß Statischer Berechnung Bestand: $H_q=40,7$ kN) des Überbaus ausgelegt ist, die Anpralllast (gemäß DIN EN 1991-1-7 $H_q=375$ kN) diese jedoch deutlich überschritten hat, ist die Querfesthaltung überbeansprucht worden.

4.3 Pfeiler

An beiden Pfeilern haben die Betongabellagerungen einen deutlichen Schaden erhalten. Die Risse in den südlichen Gabeln sind bis zu 3cm aufgegangen. In diesem Bereich hat die Betonstahlbewehrung Ihre Fließgrenze überschritten und es ist somit zu einer irreversiblen plastischen Verformung der Bewehrung gekommen.

Ebenfalls sind in den südlichen Gabeln große bis zur Betonstahlbewehrung reichende Betonabplatzungen aufgrund der Überschreitung der Druck- und Querkzugfestigkeiten aufgetreten.

Durch die großen Risse und die Betonabplatzungen sind die planmäßigen Lastabtragemechanismen des Stahlbetonbaus im Bereich der südlichen Gabeln nicht mehr sichergestellt. Die südlichen Gabeln können ohne Hilfsmaßnahmen nicht mehr für die Lagerung der Brücke angesetzt werden. Ohne eine intakte Gabellagerung der Brücke würde der Überbau der Brücke seitlich wegkippen. Die Standsicherheit der Brücke ist somit ohne Hilfsmaßnahmen derzeit nicht gegeben. Um ein akutes Kippen des Überbaus zu verhindern wurden von der Stadt Ulm externe temporäre Rückspannungen an der Gabellagerung angebracht.

Aufgrund der erheblichen irreversiblen Schäden der südlichen Gabeln an der Bewehrung sowie am Beton ist eine Sanierung nur über einen Teilrückbau und eines Wiederaufbaus der Pfeiler möglich.

Im Bereich der nördlichen Gabeln kam es aufgrund des Rückfederns des Überbaus zu kleinen Rissen von 0,2 bis 0,3 mm. Diese haben keinen Einfluss auf die Standsicherheit. Um Folgeschäden aus Bewehrungskorrosion und Frostabplatzungen zu verhindern müssen diese saniert werden.



5. Sanierungskonzept

5.1 Technisches Konzept Überbau

Die Schadstelle im Bereich der Kappe des Überbaus, welche sich in Längsrichtung etwa in Brückenmitte befindet ist mit Instandsetzungsmörtel zu reprofiliere. Damit dieser dauerhaft hält, muss die Betonoberfläche entsprechend vorbehandelt werden. Noch nicht abgefallene, abgelöste oder geschädigte Betonteile sind zu entfernen. Nach dem Aufbringen einer Haftbrücke ist der Bereich mit Instandsetzungsmörtel zu reprofiliere. Die Regelungen der Instandsetzungsrichtlinie sind hierbei zu beachten.

Die Arbeiten werden mit einer Dauer von etwa 1 Tag angesetzt und können mit einem Hubsteiger von unten durchgeführt werden. Hierzu muss die Kreisstraße komplett gesperrt werden. Ein Arbeiten von oben ist nur schwer möglich, da hier unter sehr großem Aufwand ein Gerüst befestigt werden muss. Für die Herstellung wurden keine Kappengrüste verwendet und somit sind keine Befestigungsmöglichkeiten im Überbau vorhanden.

5.2 Technisches Konzept Pfeiler

5.2.1 Allgemeines

Um die Pfeiler zu sanieren müssen diese zunächst entlastet werden. Hierzu muss an jedem Pfeiler ein Traggerüstjoch aufgestellt werden, welches die Überbaulast am Pfeiler aufnehmen kann. Alternativ kann auch der Überbau ausgehoben werden.

5.2.2 Entlastung der Unterbauten

5.2.2.1 Variante 1: Unterstützung und Hochstapeln des Überbaus

Der Überbau muss an jedem Pfeiler unterstützt werden damit die Pfeiler entlastet werden. Dies kann über zwei Traggerüstjoche je Pfeiler erfolgen, welche sowohl die vertikalen wie auch die horizontalen Lasten aus dem Überbau aufnehmen müssen. Die Joche müssen entsprechend steif, z.B. über das Bestandsfundament, gegründet sein. Um eine Lastexzentrizität auf die Pfeilerfundamente, für welche diese nicht bemessen sind, zu vermeiden, müssen je zwei Joche je Pfeiler angeordnet werden. Die Fundamente sind derzeit 1 bis 4m überschüttet. Diese Überschüttung muss zum Stellen der Joche abgetragen werden. Somit ist ein Aushub je Pfeiler von circa 250m³ erforderlich. In diesem Bereich müssen die vorhandenen Bäume (Stammdurchmesser bis 30cm) gefällt werden.

Die Joche müssen über eine Kipphalterung für den Überbau analog zur Gabellagerung der Pfeiler verfügen, da die Gabellagerung aus den Pfeilern zurückgebaut werden muss.

Zur Entlastung der Lager und der Pfeiler muss der Überbau auf den Jochen entsprechend hochgedrückt werden. Um ein Arbeiten an den Pfeilern unterhalb des Überbaus zu ermöglichen, muss der Überbau circa 1m hochgehoben und aufgestapelt werden.

Das Traggerüst ist in den nachfolgenden Skizzen dargestellt.

Aufgrund der beengten Verhältnisse zwischen den Jochen und unterhalb des Überbaus ist das Arbeiten am Pfeiler erhebliche erschwert. Eine Andienung des Materials zum Pfeiler muss im Wesentlichen manuell ohne technisches Hebegerät erfolgen.

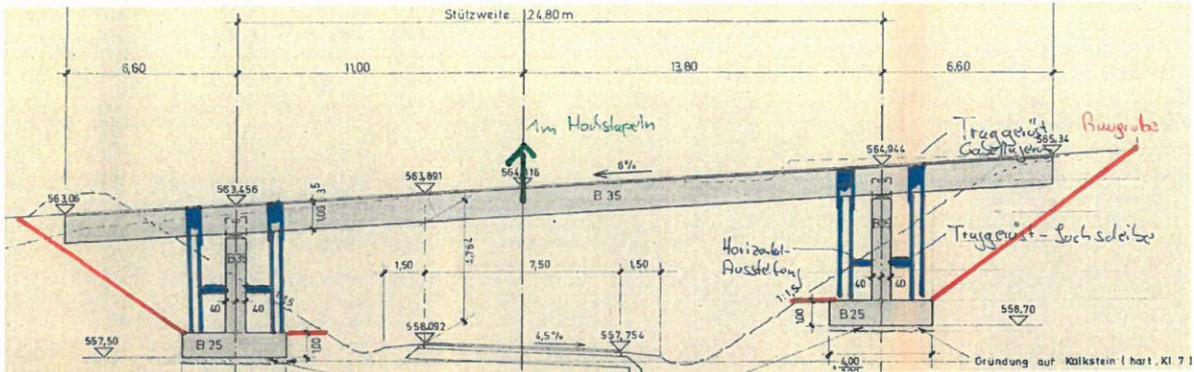


Abbildung 9: Traggerüst Längsschnitt

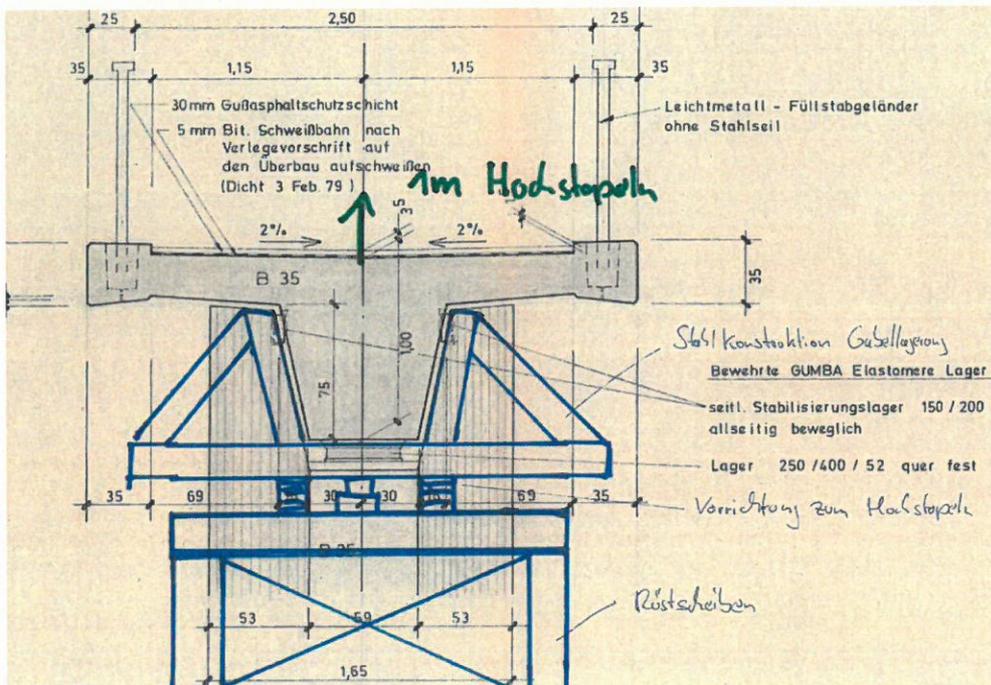


Abbildung 10: Traggerüst Gabellagerung

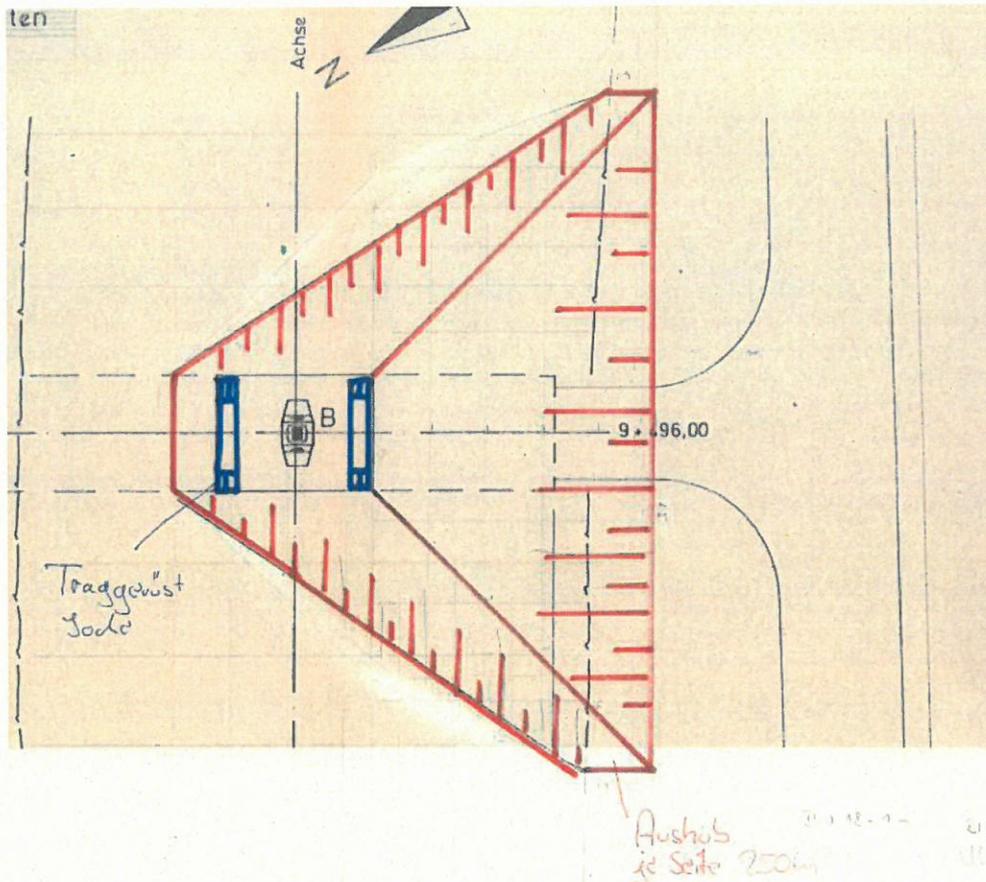


Abbildung 11: Traggerüst Draufsicht mit Baugrube (einseitig)

5.2.2.2 Variante 2: Ausheben und seitlich lagern des Überbaus

Alternativ zum Unterstützen und Hochstapeln des Überbaus kann dieser auch komplett ausgehoben und seitlich gelagert werden.

Der Überbau wiegt circa 150to. Dieser kann im Tandemhub mit zwei 500to Kränen ausgehoben werden und seitlich gelagert werden. Zum Heben des Überbaus sind Kernbohrungen im Überbau nötig. Ansonsten würden die seitlichen Kragarme stark belastet werden, was zu Schäden an den Kragarmen führt.

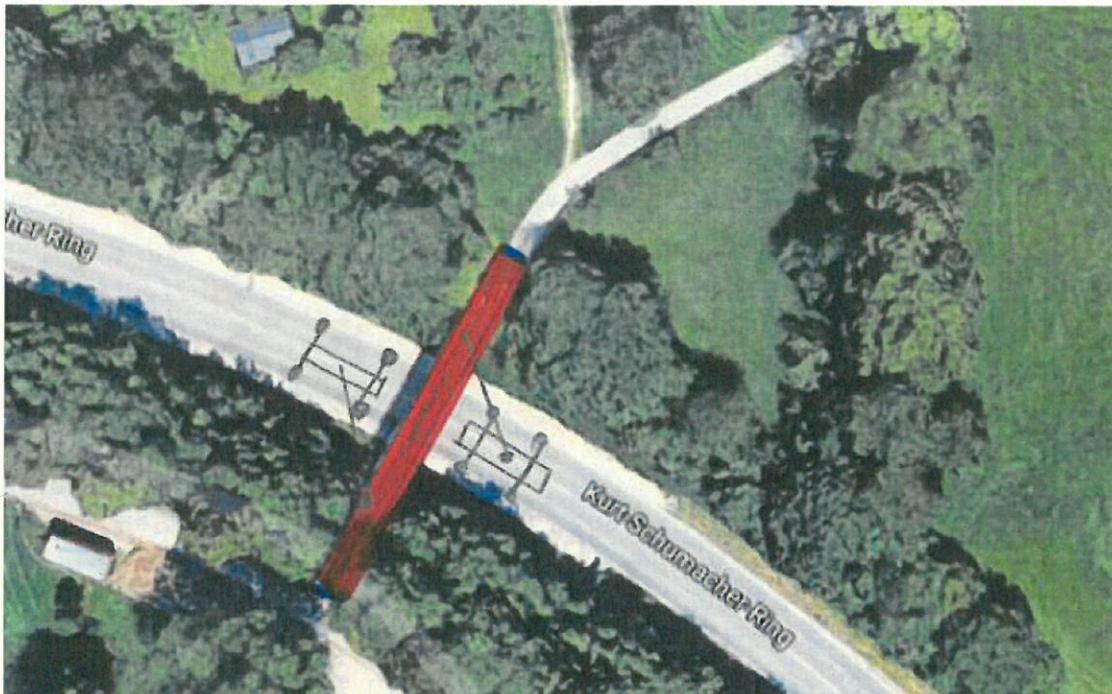


Abbildung 14: Tandemhub mit zwei 500to Kranen

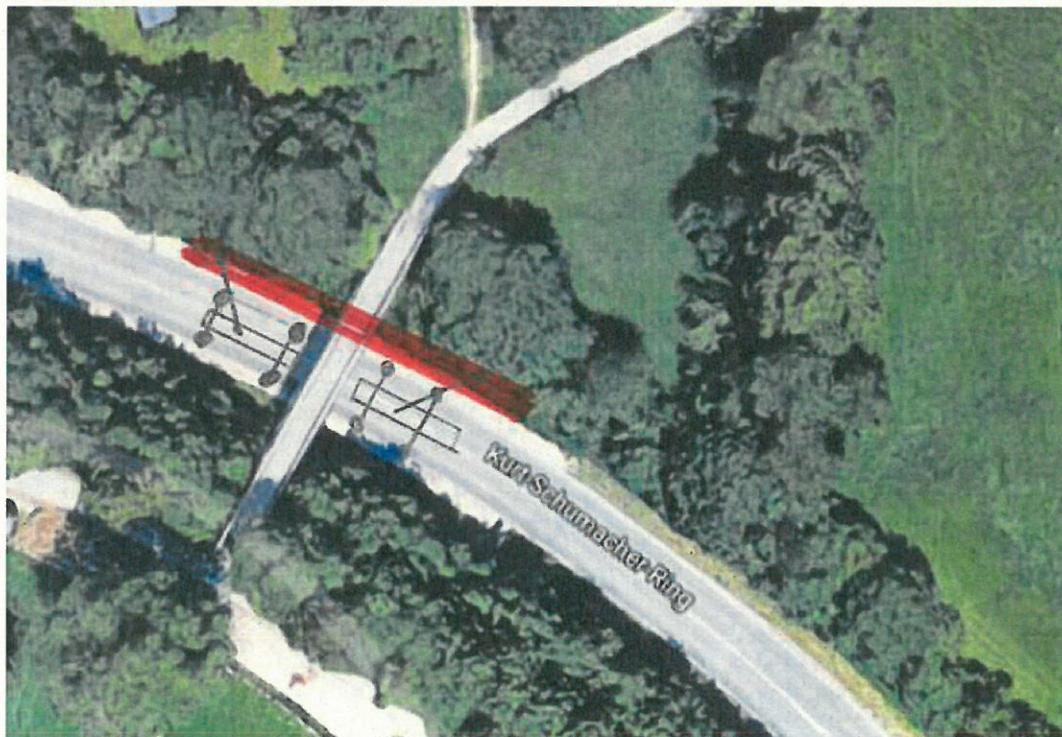


Abbildung 15: Ablegen des Überbaus



5.2.2.3 Vor- und Nachteile der beiden Möglichkeiten

Nachfolgend sind die Vor- und Nachteile der beiden Varianten aufgelistet, sowie die Kosten für diese Maßnahmen abgeschätzt. Die Kosten der eigentlichen Sanierungsarbeiten werden hier nicht berücksichtigt.

Variante 1: Unterstützung und Hochstapeln des Überbaus

Vorteile:

- Nur Halbseitige Sperrungen zum Aufbau nötig.
- Keine Beeinträchtigung des Überbaus

Nachteile:

- Arbeiten unter beengten Verhältnissen, Aufwändige Schalung
- Deutlich längere Bauzeit
- Gute Qualität unter den beengten Verhältnissen insbesondere im Bereich der Lager und der Gabellagerung wahrscheinlich schwer zu erreichen
- Großer Eingriff in die Böschung
- Überbauschadstellen müssen mit Hubsteiger saniert werden.
- Einen Auftragnehmer hierfür zu finden wird aufgrund des Qualitätsrisikos schwierig.
- Es müssen Bäume gefällt werden.

Kosten:

- Joche aufstellen mit Miete für 3 Monate 20T€
- Gabellagerung aus Stahl 4*2500€ = 10T€
- Hochstapeln 5T€
- Abstapeln 5T€
- Aushub (500m³) mit Lagerung und Baumfällarbeiten 20T€
- Wiederverfüllen und Renaturierung 20T€
- Mehraufwand Bauen unter beengten Platzverhältnissen 10T€

Summe ca. 90T€

Variante 2: Ausheben und seitlich lagern des Überbaus

Vorteile:

- Freies Arbeiten möglich
- Geht deutlich schneller
- Aufgrund des freien Arbeiten höhere Qualität
- Kein Eingriff in die Böschung
- Keine Baumfällarbeiten
- Sanierung der Überbauschadstellen am Boden.

Nachteile:

- 2x2Tage Vollsperrung
- Durch die Bohrungen im Überbau muss bereichsweise die Abdichtung und der Belag wieder hergestellt werden.

Kostenschätzung:

- Aushub 2*15T€ = 30 T€

- Einhub 2*15T€ = 30 T€
 - Anschlagmittel und Lagerung 10T€
- Summe ca. 80 T€

Aufgrund der geringeren Kosten und der besseren Arbeitsbedingungen bei der Sanierung der Pfeiler wird die Variante 2 für die Ausführung empfohlen.

5.2.3 Entfernen des geschädigten Bereichs

Da sich der geschädigte Bereich bis unter die Lager fortsetzt, muss der Beton großflächig entfernt werden. Aufgrund der durchgehenden geschädigten Bügelbewehrung ist nur ein horizontaler Schnitt sinnvoll. Um eine Übergreifung der vertikalen Bewehrung zu erreichen muss der untere geschädigte Bereich durch Hochdruckwasserstrahlen entfernt werden da hierdurch sichergestellt ist, dass die vertikale Bewehrung erhalten bleibt.

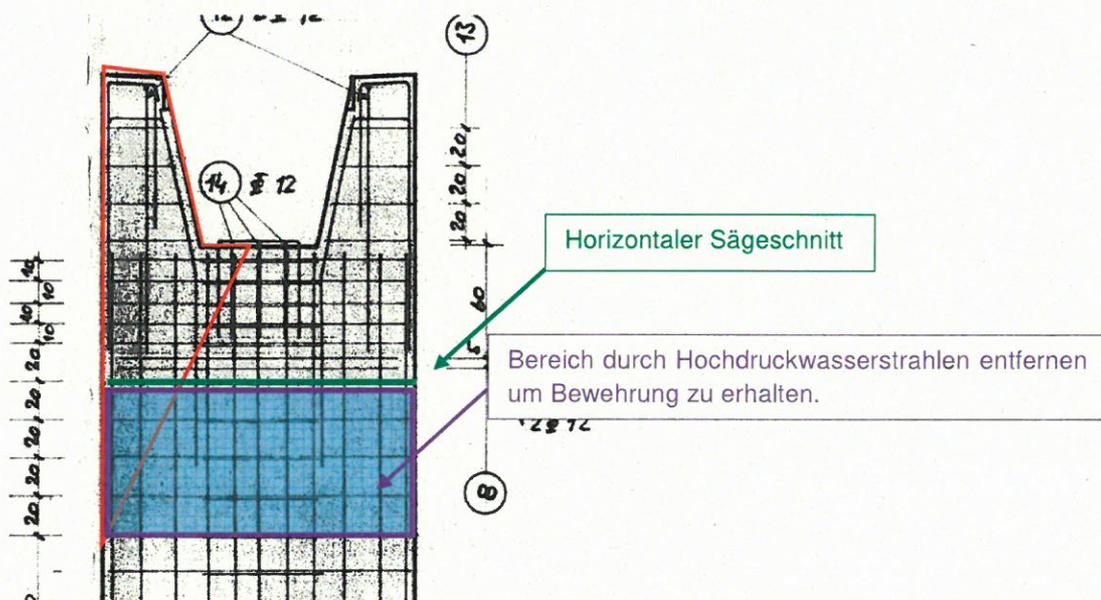


Abbildung 17: Schema Widerherstellen Pfeiler

5.2.4 Austausch der Lager

Die unteren Lagerplatten werden aufgrund des Rückbaus der Pfeiler nicht mehr zu verwenden sein. Außerdem sind die Querfesthaltungen der Lagerplatten beansprucht worden. Aus diesem Grund müssen die Lager ausgetauscht werden. Eine passende untere Platte für das 35 Jahre alte Elastomerkissen zu fertigen ist im Vergleich zur Neuanfertigung der Lager teurerer. Es wird eine Neuanfertigung beider Lager empfohlen.

5.2.5 Widerherstellen des Pfeilers

Durch die Horizontale Anordnung des Sägeschnittes muss lediglich die vertikale Bewehrung gestoßen werden. Die vertikale Bewehrung besteht aus Betonstahl 420 mit dem Durchmesser 22mm. Der Durchmesser 22mm sowie der Betonstahl 420 werden seit circa 15 Jahren nicht mehr produziert bzw. gehandelt. Derzeit sind in diesem Bereich lediglich Durchmesser 20mm oder Durchmesser 25mm als



Betonstahl 500 verfügbar. Aufgrund des unterschiedlichen Durchmessers ist ein Zusammenfügen der neuen und der alten Bewehrung über Schraubmuffen unzulässig. Ein Schweißen der alten und der neuen Betonstahlbewehrung ist aufgrund der unterschiedlichen Stahlgüten ebenfalls nicht zulässig. Die Bewehrung kann somit nur über einen konventionellen Übergreifungsstoss ergänzt werden. Dazu muss die vertikale Bewehrung auf eine Länge von 100 cm erhalten bleiben. Dies führt zu der Notwendigkeit, den geschädigten unteren Bereich mittels Hochdruckwasserstrahlen abzutragen.

5.3 Bauablauf und Zeitbedarf

Hier wird lediglich die Variante 2 (Aushub Überbau) weiter verfolgt. Es ergibt sich folgender Ablauf

Vorgang	Dauer
1 Erstellung der Planung für Aushub, Pfeilererneuerung; Lager; Ausschreibung; Vergabe	3 Monate
2 Vorlauf Disposition Materialien und Krane	2 Monate
3 Vorbereitende Arbeiten Aushub (Kernbohrung; Schaffung Lagerplatz Überbau)	1 Woche
4 Aushub Überbau	2 Tage
5 Abschneiden Pfeiler	1 Tage je Pfeiler
6 HDW Strahlen Pfeiler	4 Tage je Pfeiler
7 Stellen Schalung	3 Tage je Pfeiler
8 Bewehren Pfeilerkopf	2 Tage je Pfeiler
9 Betonage	1 Tag
10 Aushärten Beton	7 Tage
11 Einhub Überbau mit Lagerverguss	2 Tage
12 Schließen Löcher Überbau; Restarbeiten	5 Tage.
Gesamtzeit	6-7 Monate



5.4 Kosten

Durch die Maßnahme entstehen circa folgende Kosten:

Vorgang	Dauer
1 Planung und Ausschreibung	15T€
2 Aushub Überbau + Lagerung	40T€
3 Abschneiden Pfeiler und Entsorgung	3T€
4 HDW Strahlen	10T€
5 Schalen Bewehren und Betonieren	25T€
6 Einhub Überbau	30T€
7 Sonstige Arbeiten	10T€
Summe	133 T€



6. Zusammenfassung

In dem vorliegenden Bericht wurde der Schaden eines Anprallereignisses am BW7a vom 24.03.2018 beurteilt. Der Schaden an den Pfeilern ist erheblich. Der Überbau weist nur geringe Schäden auf. Für eine Sanierung, bei welcher die Gebrauchstauglichkeit, Dauerhaftigkeit und Tragfähigkeit wieder hergestellt wird, müssen die Pfeiler bereichsweise neu aufgebaut werden. Da auf den Pfeilern noch der Überbau lagert müssen die Pfeiler zunächst entlastet werden. Es wird vorgeschlagen, den Überbau auszuheben und seitlich zu lagern. Auch ein Hochstapeln des Überbaus auf ein Traggerüst wurde untersucht, was sich jedoch als unwirtschaftlicher herausgestellt hat.

Durch die Sanierung werden Kosten im Bereich von 130-150 T€ entstehen.

Die Bauzeit wurde mit ca. 6 bis 7 Monaten (einschließlich Planung) abgeschätzt.

.....
Dr.-Ing. Wolfgang Finckh

.....
Dipl.-Ing. Uwe Lange