

Auftraggeber

**Einwohnergemeinde Biglen**  
**Bauverwaltung**  
**Hohle 19**  
**3507 Biglen**

Auftragsbezeichnung

**Biglen, Sanierung Kunstbauten Rybiweg**

Berichtstitel

**Variantenstudium Kunstbauten Rybiweg**



Verfasser

**Yannick Schläppi**  
**Máté Kissevich-Horváth**  
**Roman Schweizer**

Gruner AG  
Industriestrasse 1  
CH-3052 Zollikofen  
T +41 31 544 24 24  
[www.gruner.ch](http://www.gruner.ch)

Auftragsnummer

E2302072.002

Datum

26.Juli 2024

## Änderungsgeschichte

Version	Änderung	Kürzel	Datum
0.1	Zwischenstand	YASC	03.06.24
1.0	Erstfassung	YASC	26.07.24

## Verteiler

Firma	Name	Anz. Expl.
Einwohnergemeinde Biglen		1

## Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1 Allgemeines</b>	<b>4</b>
1.1 Auftrag	4
1.2 Grundlagen	4
1.2.1 Normen und Richtlinien	4
1.2.2 Projektbezogene Grundlagen	4
1.3 Rahmenbedingungen	5
1.3.1 Gebäude Rybiweg 2	5
1.3.2 Feltschenweg	5
1.3.3 Biglenbach	5
1.3.4 Kantonsstrasse	5
1.3.5 Zustandsuntersuchungen	5
1.3.6 Baustoffuntersuchungen	8
1.3.7 Überbauung Parzelle Nr. 125	12
<b>2 Variantenstudium Vorplatz Privat</b>	<b>13</b>
2.1 Variante P1 "Offenlegung"	13
2.1.1 Beschrieb	13
2.1.2 Grobkostenschätzung $\pm 30\%$	14
2.2 Variante P2 "Ersatz in Ortbeton"	15
2.2.1 Beschrieb	15
2.2.2 Grobkostenschätzung	16
2.3 Variantenvergleich	17
2.4 Weitere Varianten	17
<b>3 Variantenstudium Brücke Gemeinde</b>	<b>20</b>
3.1 Variante G1 "Abdichtung"	20
3.1.1 Beschrieb	20
3.1.2 Grobkostenschätzung	21
3.2 Variante G2 "Abdichtung plus"	22
3.2.1 Beschrieb	22
3.2.2 Grobkostenschätzung	23
3.3 Variantenvergleich	24
3.4 Weitere Varianten	24
<b>4 Zusammenfassung</b>	<b>26</b>
4.1 Vorplatz Privat	26
4.2 Brücke Gemeinde	26

## 1 Allgemeines

### 1.1 Auftrag

Im Rahmen des Projekts zur Sanierung der Ortsdurchfahrt in Biglen wurden an den Kunstbauten der Gemeinde im Bereich Rybiweg 2 teils mangelhafte Zustände festgestellt. Aus diesem Grund wünscht die Gemeinde nun genauere Untersuchungen, die aufzeigen sollen, welche Mängel existieren und wie diese behoben werden können. Konkret sollen zu den beiden Kunstbauten "Vorplatz Privat" sowie "Brücke Gemeinde" jeweils zwei Sanierungsvarianten genauer untersucht und miteinander verglichen werden.

### 1.2 Grundlagen

#### 1.2.1 Normen und Richtlinien

- [1] SIA 260 (2013) Grundlagen der Projektierung von Tragwerken
- [2] SIA 261 (2020) Einwirkungen auf Tragwerke
- [3] SIA 261/1 (2020) Einwirkungen auf Tragwerke – Ergänzende Festlegungen
- [4] SIA 262 (2013) Betonbau
- [5] SIA 262/1 (2019) Betonbau – Ergänzende Festlegungen
- [6] SIA 267 (2013) Geotechnik
- [7] SIA 269 (2011) Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken
- [9] SIA 272 (2009) Abdichtungen und Entwässerungen von Bauten unter Terrain
- [10] VSS 40 568 (2024) Passive Sicherheit im Strassenraum - Geländer
- [11] Richtlinien Astra: Fachhandbuch Kunstbauten, 2024
- [12] Richtlinien Kanton Bern: Bautechnische Details Kantonsstrassen BTB, Kunstbauten, 2024
- [13] Wegleitung BUWAL: Gewässerschutz bei der Entwässerung von Verkehrswegen, Bern, 2002.

#### 1.2.2 Projektbezogene Grundlagen

- [14] Bericht Nr. 5 der Hauptinspektion, TBA Kanton Bern, 05.07.2022
- [15] Zustandserfassung Betonbau, Ortsdurchfahrt – Rohrstrasse Biglen, Lehenkonstruktion Biglenbach, BSL Baustofflabor AG, 17.05.2024
- [16] Zustandserfassung Strassenoberbau, Ortsdurchfahrt – Rohrstrasse Biglen, BSL Baustofflabor AG, 12.03.2024
- [17] Bestandespläne Objekt Nr. 1070, TBA Kanton Bern, unterschiedliche Daten
- [18] Bestandespläne Bachverbauung, TBS Kanton Bern, unterschiedliche Daten
- [19] Projektunterlagen, Zwischenstand Ausführungsprojekt, Sanierung Ortsdurchfahrt Biglen, Gruner AG, Juli 2024

## 1.3 Rahmenbedingungen

### 1.3.1 Gebäude Rybiweg 2

Das Gebäude am Rybiweg 2 liegt in unmittelbarer Nähe des Biglenbachs im Bereich des privaten Vorplatzes. Das Gebäude besitzt ein Untergeschoss mit einer Fundationskote knapp unterhalb der Bachsohle. Bei einigen Varianten würde der Vorplatz deutlich kleiner als bisher ausfallen. Inwiefern dies durch die Eigentümerschaft akzeptiert wird und ob diese sich allenfalls an einer Verbesserung dieser Situation beteiligen würde, ist in einer späteren Projektphase durch die Bauherrschaft abzuklären. Für die nachfolgenden Untersuchungen wird angenommen, dass ein minimaler Durchgang von 1m Breite rund um das Gebäude gewährleistet werden muss.

### 1.3.2 Feltschenweg

Der Feltschenweg dient als Erschliessungsstrasse für das angrenzende Quartier. Da dieses allerdings von der Rohrstrasse her auch via Hohle und Rybiweg erreicht werden kann, wird davon ausgegangen, dass für die geplanten Massnahmen die Brücke temporär gesperrt werden kann.

### 1.3.3 Biglenbach

Der Biglenbach verläuft parallel zum Gebäude am Rybiweg 2 auf die Kantonsstrasse hin, wo er dann abzweigt und unter dem privaten Vorplatz und der Brücke Feltschenweg durchfliesst. Nach Aussagen des Kantons besteht kein Hochwasserdefizit. Aus diesem Grund werden keine wasserbaulichen Massnahmen vorgesehen, wie beispielsweise eine Vergrösserung des Abflussquerschnittes.

### 1.3.4 Kantonsstrasse

Die direkt an den Biglenbach angrenzende Kantonsstrasse und das Lehnenviadukt werden im Rahmen des Projekts für die Sanierung der Ortsdurchfahrt ebenfalls instandgesetzt. Es kann davon ausgegangen werden, dass bei einer gleichzeitigen Ausführung Synergien genutzt werden können. Weiter wird angenommen, dass der Kanton mit sämtlichen Massnahmen der Gemeinde einverstanden ist, da sie keine Verschlechterung der bestehenden Situation verursachen.

### 1.3.5 Zustandsuntersuchungen

Im Rahmen einer Hauptinspektion durch das Tiefbauamt des Kantons Bern wurden die Kunstbauten im Bereich Rybiweg am 05.07.2022 untersucht und entsprechend dem Zustand eingeteilt. Dabei wurde eine visuelle Kontrolle ohne zusätzliche Überprüfungen oder Sonderinspektionen durchgeführt. Nachfolgend wird der Bericht auf die beiden Kunstbauten der Gemeinde Biglen bezogen zusammengefasst.

#### Widerlager Vorplatz Privat

Das Widerlager befindet sich gemäss Inspektionsbericht in der Zustandsklasse 2 "in annehmbarem Zustand". Auf der gesamten Fläche werden Kalkausscheidungen sowie Wassereintritte festgestellt. Die Mörtelfugen sind zum Teil lose und das Mauerwerk wird teilweise als schlecht bezeichnet. Es wird eine leichte Kolkbildung festgestellt. Es werden keine Instandsetzungsmassnahmen empfohlen.



Abbildung 1: Widerlager Vorplatz Privat (Quelle: Bericht Hauptinspektion)

### Brückenplatte Vorplatz Privat

Die Brückenplatte befindet sich gemäss Inspektionsbericht in der Zustandsklasse 4 "in schlechtem Zustand". Auf der gesamten Fläche werden am Beton Abplatzungen, Frostschäden und weitere Fehlstellen ausgewiesen. Alle Stahlträger sind angerostet. Zum Teil ist die Korrosion bereits weit fortgeschritten. Es wird ein Komplettersatz empfohlen.



Abbildung 2: Brückenplatte Vorplatz Privat (Quelle: Bericht Hauptinspektion)

### Widerlager Brücke Gemeinde

Das Widerlager befindet sich gemäss Inspektionsbericht in der Zustandsklasse 2 "in annehmbarem Zustand". Im Kopfbereich werden über die gesamte Länge des Widerlagers Wassereintritte festgestellt. Im Fussbereich sind einzelne Kiesnester vorhanden. Des Weiteren wurde festgestellt, dass die Widerlagermauer teilweise direkt auf das anstehende Mauerwerk betoniert wurde. Es wird empfohlen, die Fuge zum Brückenträger abzudichten.



Abbildung 3: Widerlager Brücke Gemeinde (Quelle: Bericht Hauptinspektion)

### Brückenplatte Brücke Gemeinde

Die Brückenplatte befindet sich gemäss Inspektionsbericht in der Zustandsklasse 1 "in gutem Zustand". Bis auf wenige Abplatzungen mit sichtbar korrodierter Bewehrung sind visuell keine weiteren Mängel erfasst worden. Es werden keine Instandsetzungsmassnahmen empfohlen.

Die Bordüre befindet sich gemäss Inspektionsbericht in der Zustandsklasse 2 "in annehmbarem Zustand". Am Bordürenende werden Frostabplatzungen sowie eine verwitterte Oberfläche ausgewiesen. Es werden keine Instandsetzungsmassnahmen empfohlen.



Abbildung 4: Brückenplatte und Bordüre Brücke Gemeinde (Quelle: Bericht Hauptinspektion)

Das unterwasserseitige Gelände befindet sich gemäss Inspektionsbericht in der Zustandsklasse 3 "in schadhaftem Zustand". Es werden Verformungen infolge Anpralls sowie Rostspuren festgestellt. Es wird eine Instandsetzung oder ein Ersatz empfohlen.

Der Belag befindet sich gemäss Inspektionsbericht in der Zustandsklasse 2 "in annehmbarem Zustand". Entlang dem Kantonsstrassenrand wurden Netzkrisse festgestellt. Die Belagsfugen zu den Bordüren fehlen komplett und sind zum Teil bewachsen. Als Massnahme wird das Vergiessen der Risse empfohlen.



Abbildung 5: Geländer und Belag Brücke Gemeinde (Quelle: Bericht Hauptinspektion)

### 1.3.6 Baustoffuntersuchungen

Da es sich bei der Hauptinspektion um eine ausschliesslich visuelle Zustandserfassung handelt, wurden durch das Tiefbauamt des Kantons Bern ergänzende Baustoffuntersuchungen angeordnet. Die Untersuchungsergebnisse wurden im Bericht "Zustandserfassung Betonbau" vom 17.05.24 [15] sowie im Bericht "Zustandserfassung Strassenoberbau" vom 12.03.24 [16] von der Firma BSL Baustofflabor AG festgehalten. Nachfolgend werden die Berichte auf die Brücke der Gemeinde bezogen zusammengefasst und mit einer Interpretation der erhaltenen Kennwerte ergänzt. Auf Untersuchungen am privaten Vorplatz wurde bewusst verzichtet, da diese aufgrund des schlechten Zustands keinen sinnvollen Erkenntnisgewinn gebracht hätten.

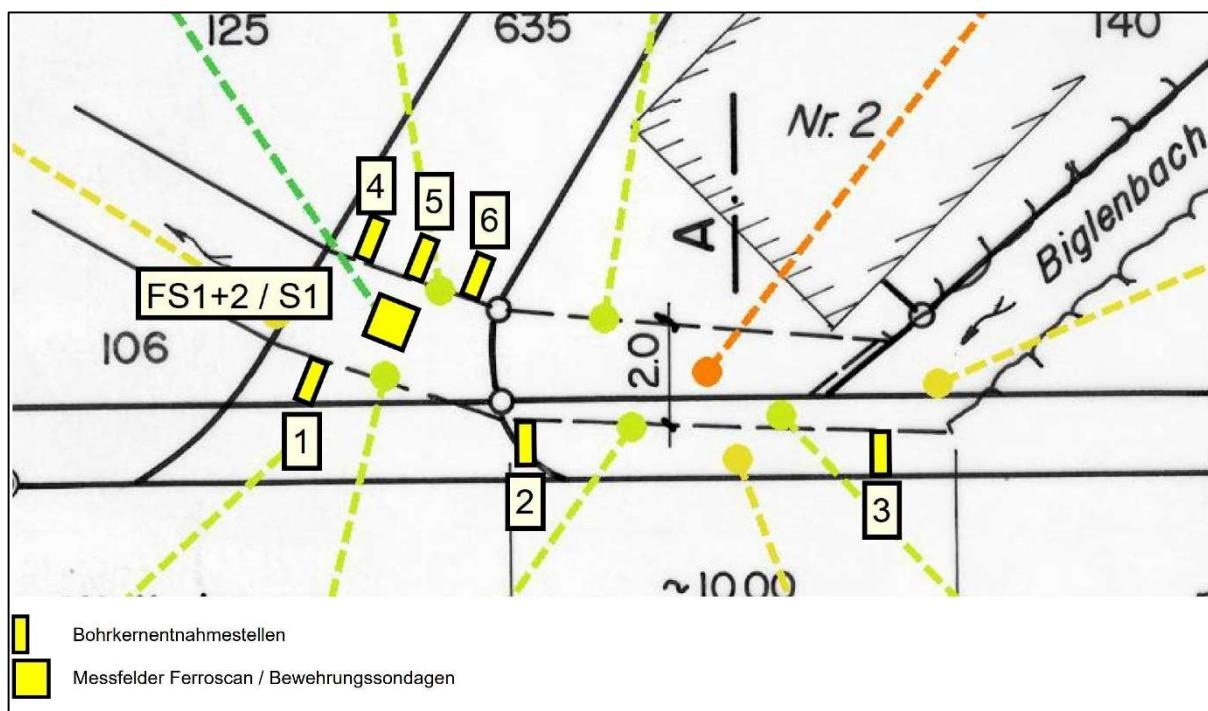


Abbildung 6: Planskizze mit Probeentnahmestellen (Quelle: Bericht "Zustandserfassung Betonbau")



### Widerlager Brücke Gemeinde

Am Widerlager wurden 3 Bohrkern (Nr. 4-6) mit einem Durchmesser von jeweils 75mm entnommen.

- > Die Betondruckfestigkeiten der Proben variieren zwischen 46.6 und 77.8 N/mm<sup>2</sup>
- > Die Elastizitätsmodule der Proben variieren zwischen 36'580 und 45'528 N/mm<sup>2</sup>
- > Die Karbonatisierungstiefe ab Oberfläche variiert zwischen 8 und 25mm
- > Auf die Messung des Chloridgehalts wurde verzichtet, da bei den Ferroskan-Aufnahmen zum Anzeichnen der Bohrstellen auf den ersten 70mm der Widerlager keine Bewehrung detektiert wurde.



Abbildung 7: Probenahmestellen Widerlager (Quelle: Bericht "Zustandserfassung Betonbau")

Aus den erhaltenen Kennwerten zur Betondruckfestigkeit und zum Elastizitätsmodul kann festgestellt werden, dass sich die statisch relevanten Eigenschaften des Betons in einem angemessenen und mit heutigem Beton vergleichbaren Zustand befinden. Die Karbonatisierungstiefe von maximal 25mm deutet auf ein mitteldichtes Betongefüge hin, in welchem der Schadstofftransport im üblichen Rahmen stattfindet. Aufgrund der fehlenden Detektion von Bewehrung bei den Ferroskan-Aufnahmen kann davon ausgegangen werden, dass die Betonwiderlager nur eine erdseitige Bewehrung besitzen. Ausführungsunterlagen zum Betongerinne an anderen Stellen im Biglenbach unterstützen diese Annahme.

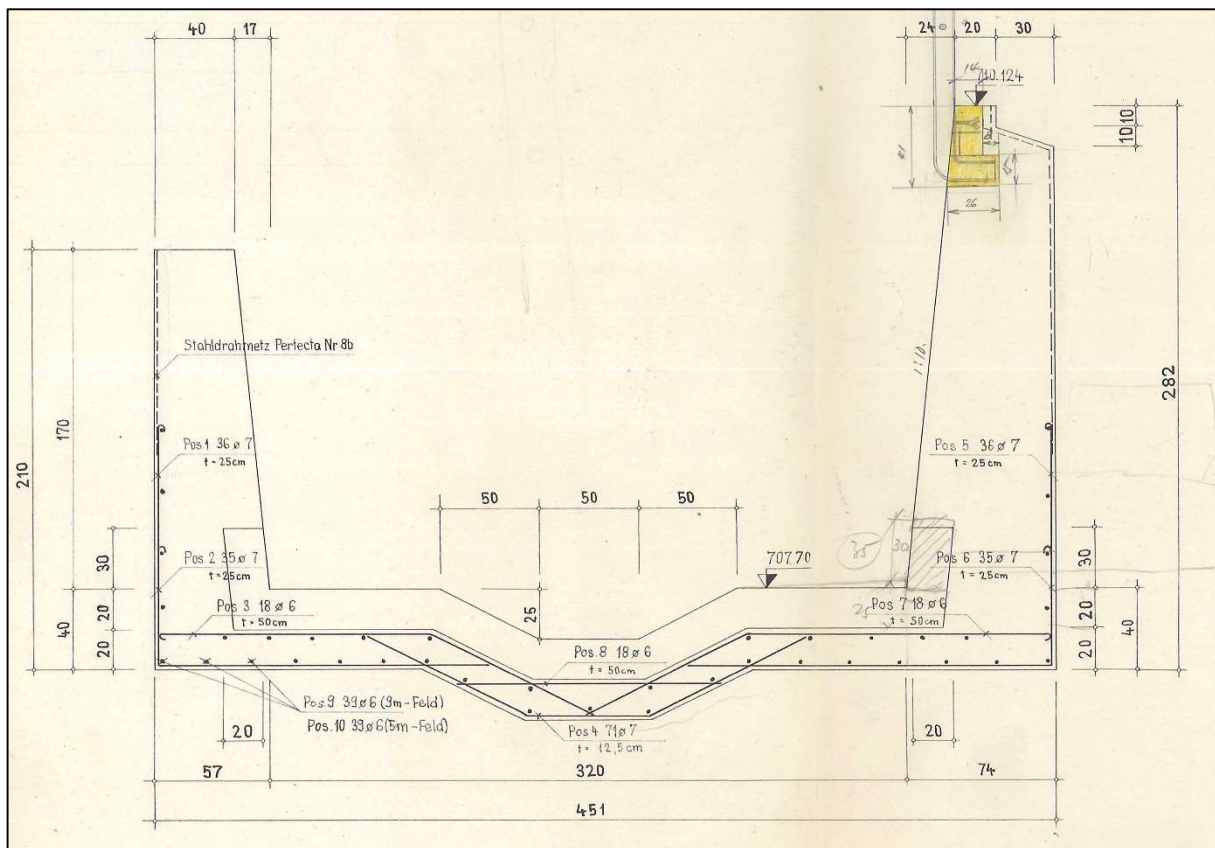


Abbildung 8: Normalquerschnitt Bachgerinne ca. 200m bachabwärts (Quelle: Archiv TBA Kanton Bern)

### Brückenplatte Brücke Gemeinde

An der Brückenplatte wurden eine Bewehrungsart mit Ferroscan, eine Spitzsondage sowie eine Messung der Karbonatisierungstiefe ausgeführt. Im Belag wurde ein Probekörper (Nr. L1) entnommen.

- > Die Feldbewehrung (1. Lage) beträgt ungefähr  $\varnothing 16\text{mm}$  ( $\pm 2\text{mm}$ ) mit Abstand von  $12.5\text{cm}$
- > Die Verteilbewehrung (2. Lage) beträgt ungefähr  $\varnothing 10\text{mm}$  ( $\pm 2\text{mm}$ ) mit Abstand von  $15\text{cm}$
- > Der Korrosionsgrad der Bewehrung beträgt maximal 1 (wenige oberflächliche Rostpunkte)
- > Die Bewehrungsüberdeckung der 1. Lage beträgt ca.  $20\text{mm}$ , jene der 2. Lage ca.  $36\text{mm}$
- > Die Karbonatisierungstiefe ab Oberfläche variiert zwischen  $5$  und  $25\text{mm}$
- > Der polyzyklische aromatische Kohlenwasserstoffe (PAK) Gehalt in der Trockensubstanz (TrS) der Belagsprobe beträgt  $219\text{ mg/kg}$
- > Die Schichtdicke und die Art der Abdichtung können der Abbildung 10 entnommen werden.

Die erhaltenen Angaben zur eingelegten Bewehrung decken sich grösstenteils mit der im Archiv des Tiefbauamtes des Kantons Bern vorhanden Ausführungsskizze zur Brückenplatte. Es kann deshalb von einer einachsigen gespannten Brückenplatte ohne Einspannung in die Widerlager ausgegangen werden. Die Bewehrungsüberdeckung von  $20\text{--}36\text{mm}$  entspricht nicht den heute gültigen Normbestimmungen. Die Karbonatisierungstiefe von maximal  $25\text{mm}$  deutet auf ein mitteldichtes Betongefüge hin, in welchem der Schadstofftransport im üblichen Rahmen stattfindet. Die 1. Bewehrungslage liegt teilweise im karbonatisierten Bereich und wird daher nicht mehr ausreichend vom alkalischen Milieu des Betons geschützt.

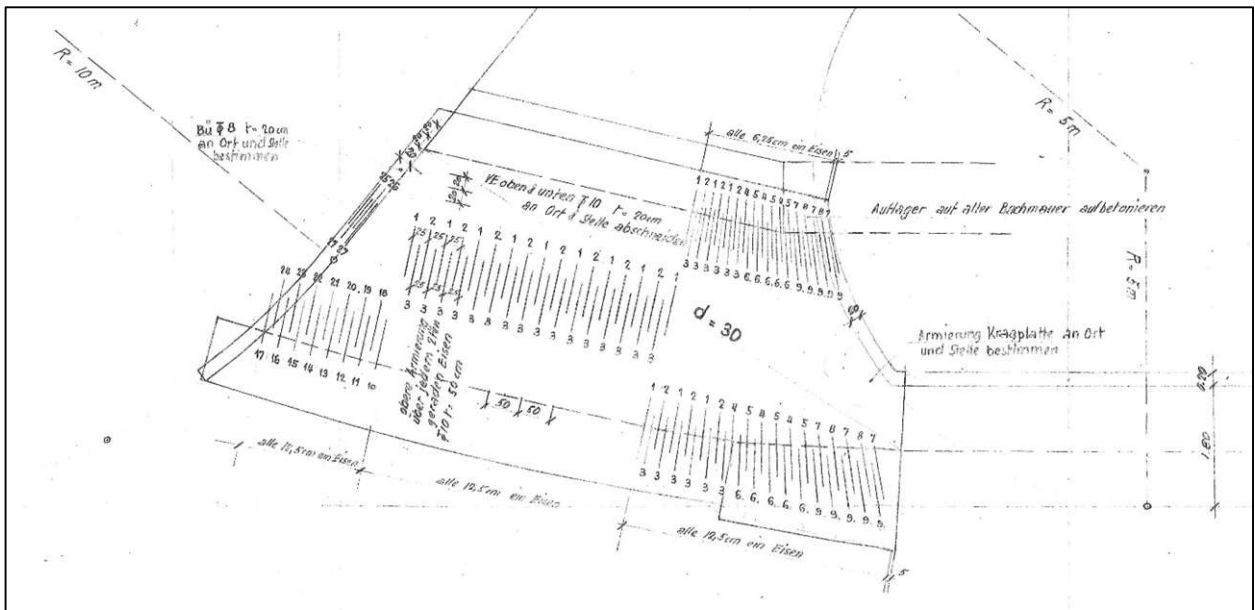


Abbildung 9: Bewehrungsskizze Brückenplatte (Quelle: Archiv TBA Kanton Bern)

Der in der Belagsprobe gemessene PAK-Gehalt von 219 mg/kg in der Trockensubstanz liegt unter dem Grenzwert von 250 mg/kg PAK in TrS und kann gemäss VVEA (Verordnung über die Vermeidung und Entsorgung von Abfällen) wiederverwertet oder auf einer Deponie Typ B abgelagert werden. Die Brücke besitzt keine Abdichtung und der Belag wurde direkt auf dem Beton mit einer 65mm starken Tragschicht sowie einer 15mm dicken Deckschicht ausgeführt. Durch die fehlende Abdichtung ist davon auszugehen, dass Schadstoffe wie Chloride (durch Tausalze) in den Beton eingedrungen sind und dort allenfalls zu Korrosionsschäden geführt haben.

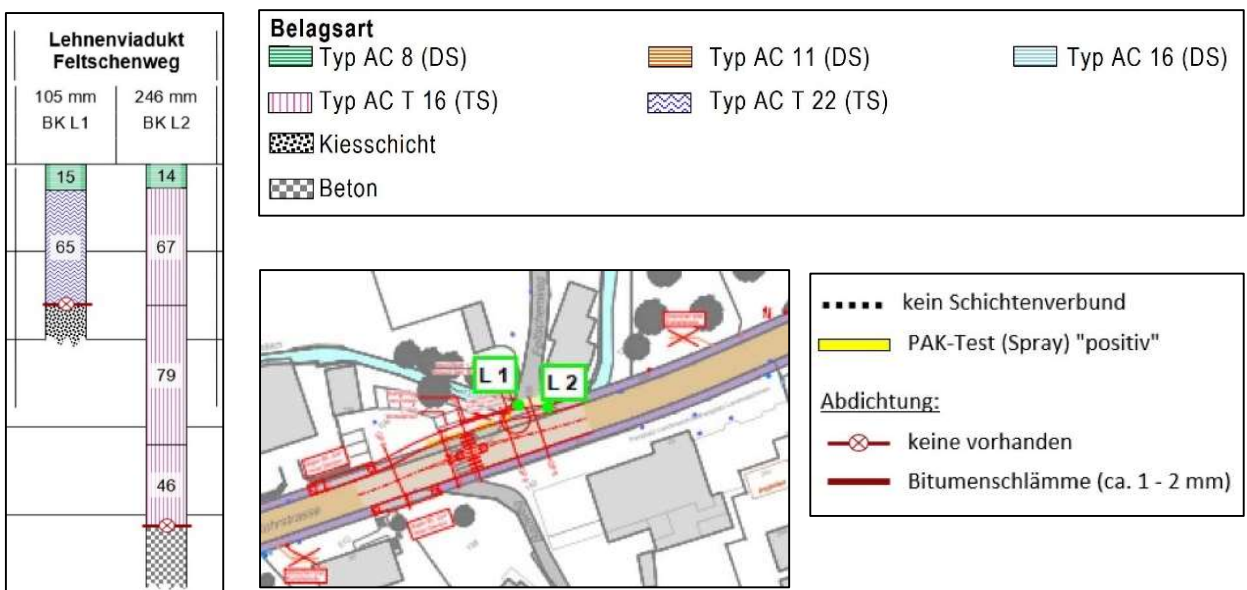


Abbildung 10: Resultate Belagsprobe (Quelle: Bericht "Zustandserfassung Strassenoberbau")

### 1.3.7 Überbauung Parzelle Nr. 125

Die Parzelle Nr. 125 wird über die Brücke Feltschenweg erschlossen. Auf ihr besteht ein Projekt für eine Überbauung. Die Gemeinde wünscht eine rudimentäre Untersuchung, welche die Auswirkungen einer allfälligen Mehrbelastung der Brücke durch die Überbauung aufzeigt. Nachfolgend werden die zum jetzigen Standpunkt möglichen Aussagen zu diesem Thema zusammengefasst.

- > Beim Tragsystem der Brücke handelt es sich um eine einachsige gespannte Platte mit einer Feldbewehrung von  $\varnothing 16\text{mm}$  im Abstand von 12.5cm. Dies ergibt einen Bewehrungsquerschnitt von  $A_s = 1610\text{ mm}^2/\text{m}$ . Dieser hohe Bewehrungsquerschnitt deutet darauf hin, dass die Brücke ursprünglich für grössere Lasten als die beschilderten 3.5to bemessen wurde.
- > Die Brücke wurde gemäss den Bestandesplänen ca. im Jahre 1962 gebaut. Der Zustand der 60-jährigen Brücke kann für das Alter als gut betitelt werden. Dies ist ein Indiz für eine qualitativ hochwertige Ausführung und einer damit einhergehenden langen Lebensdauer.
- > Gemäss SIA 261 [2] ist für die Ermüdung durch Verkehrslasten nur der Anteil an Fahrzeugen über 3.5to massgebend. Da die Brücke nicht mit schwereren Fahrzeugen befahren werden darf, kann davon ausgegangen werden, dass die Lastwechselzahl deutlich unter den 50'000 Lastwechseln liegt, bei denen gemäss SIA262 [4] ein Ermüdungsnachweis erforderlich wird.
- > Als Fazit kann gesagt werden, dass, sofern die Gewichtsbeschränkung nicht aufgehoben wird, aus der geplanten Überbauung keine oder nur geringe negative Auswirkungen auf die Tragsicherheit und die Restlebensdauer der Brücke zu erwarten sind.

## 2 Variantenstudium Vorplatz Privat

Nachfolgend werden verschiedene Varianten für die Instandsetzung des privaten Vorplatzes aufgeführt. Die einzelnen Bestandteile der Varianten können auch zu neuen Varianten kombiniert werden.

### 2.1 Variante P1 "Offenlegung"

#### 2.1.1 Beschreibung

Bei dieser Variante ist eine Offenlegung des Bachgerinne vorgesehen. Die bestehende Deckenkonstruktion wird inklusive Vorplatz komplett zurückgebaut. Die Natursteinmauer kann unter dem Vorbehalt, dass nach dem Entfernen der Deckenkonstruktion keine Anzeichen auf eine mangelnde Tragfähigkeit bestehen, erhalten werden. Die Mörtelfugen sowie der Kolkschutz vor der Natursteinmauer werden erneuert. Der Vorplatz wird anschliessend mit einer neuen Betonplatte wiederhergestellt. Damit ein minimaler Durchgang von 1m Breite rund um das Gebäude gewährleistet ist, wird die Betonplatte teilweise über die Natursteinmauer auskragend erstellt. Am Plattenrand ist eine neue Betonkrone mit einem Geländer als Absturzsicherung vorgesehen.

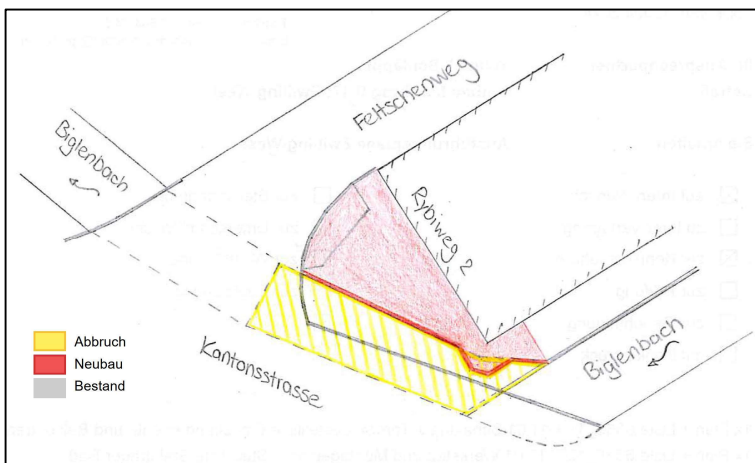


Abbildung 11: Grundriss Variante P1 "Offenlegung"

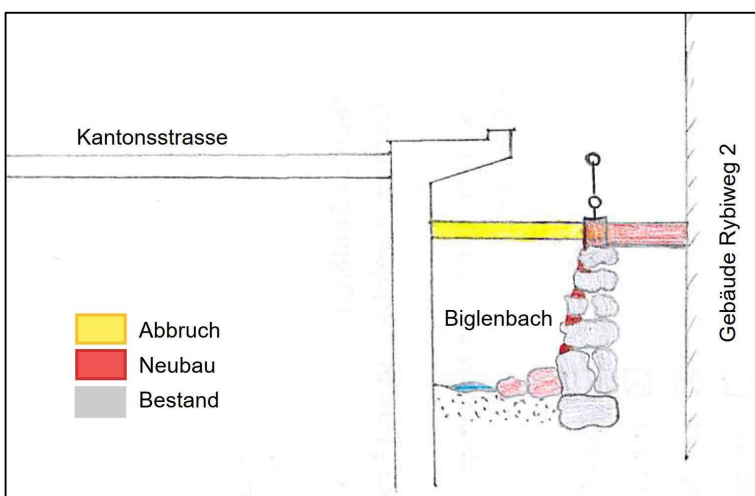


Abbildung 12: Schnitt Variante P1 "Offenlegung"

## 2.1.2 Grobkostenschätzung ±30%

Nachfolgend werden die Gesamtkosten für die Variante P1 "Offenlegung" grob geschätzt. Die Genauigkeit der Gesamtkosten beträgt ±30%. Für die einzelnen Unterkapitel wird keine Kostengenauigkeit angegeben.

NPK Kapitel	Arbeitsgattung		Kosten [CHF]
	Vorbereitung, Spezialtiefbau, Instandsetzung, Umgebung		63'000
111	Regiearbeiten	8'000	
112	Prüfungen	2'000	
113	Baustelleneinrichtung	15'000	
117	Abbrüche und Demontagen	10'000	
131	Instandsetzung und Schutz von Betonbauten	8'000	
132	Bohren und Trennen von Beton und Mauerwerk	5'000	
133	Instandsetzung und Schutz von Mauerwerk aus Natursteinen	10'000	
161	Wasserhaltung	5'000	
	Tiefbau- und Untertagebauarbeiten		40'000
211	Baugruben und Erdbau	5'000	
213	Wasserbau	10'000	
241	Ortbetonbau	25'000	
	Rohbauarbeiten		8'000
321	Montagebau in Stahl	8'000	
	Übrige Aufwendungen		28'000
	H Honorar Projekt und Bauleitung (pauschal 25%)	28'000	
	Zwischentotal 1		139'000
	Diverses und Unvorhergesehenes (pauschal 15%)	21'000	
	Zwischentotal 2		160'000
	MwSt. 8.1 %	12'960	
	Rundung	2'040	
	<b>Total Grobkostenschätzung inkl. MwSt.</b>		<b>175'000</b>

Tabelle 1: Grobkostenschätzung ±30%, Variante P1 "Offenlegung"

Gemäss Anfrage beim Tiefbauamt des Kantons Bern können rund 50% der Arbeiten an der Ufermauer als beitragsberechtigt abgerechnet werden. Je nach Verfahren werden dann ca. 60% der beitragsberechtigten Kosten durch den Kanton subventioniert. Der Rückbau und die Wiederherstellung der Terrasse/Brückenplatte sind durch den Eigentümer zu tragen.

Bei der vorliegenden Variante liegen die beitragsberechtigten Kosten ungefähr bei 30'000 CHF (NPK 133 und NPK 213 sowie Anteil an NPK 111, 113, 241 und Honorar) womit der durch den Kanton übernommene Anteil zwischen 6'000 und 12'000 CHF exkl. MwSt. liegen dürfte. Diese Angabe ist ohne Gewähr.

## 2.2 Variante P2 "Ersatz in Ortbeton"

### 2.2.1 Beschreibung

Bei dieser Variante ist ein Komplettersatz der bestehenden Konstruktion in Ortbeton geplant. Die neue Decke wird, sofern vom Kanton akzeptiert, wieder an der bestehenden Lehnkonstruktion befestigt und privatseitig auf einer neuen Schwergewichtsmauer abgestützt. Das Gebäude am Rybiweg 2 muss für die Erstellung der Winkelstützmauer voraussichtlich teilweise unterfangen werden.

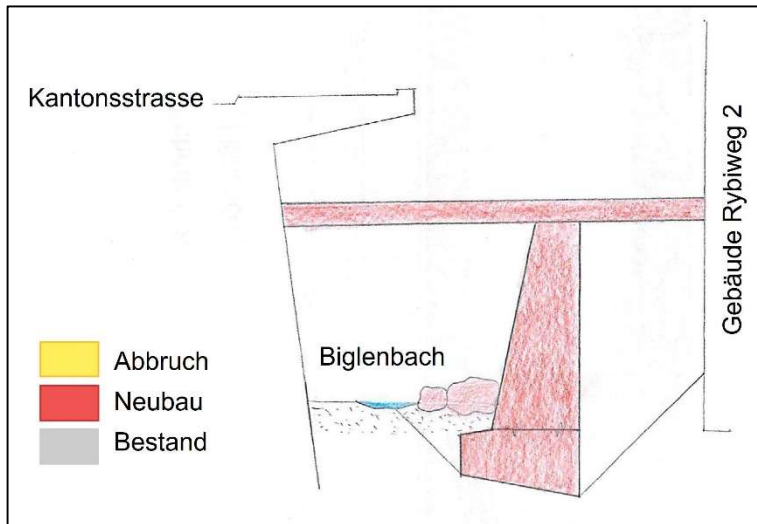


Abbildung 13: Variante P2 "Ersatz in Ortbeton"

## 2.2.2 Grobkostenschätzung

Nachfolgend werden die Gesamtkosten für die Variante P2 "Ersatz in Ortbeton" grob geschätzt. Die Genauigkeit der Gesamtkosten beträgt  $\pm 30\%$ . Für die einzelnen Unterkapitel wird keine Kostengenauigkeit angegeben.

NPK Kapitel	Arbeitsgattung	Kosten [CHF]
	Vorbereitung, Spezialtiefbau, Instandsetzung, Umgebung	94'000
111	Regiearbeiten	15'000
112	Prüfungen	5'000
113	Baustelleneinrichtung	25'000
117	Abbrüche und Demontagen	19'000
121	Sichern, unterfangen, verstärken und verschieben	5'000
131	Instandsetzung und Schutz von Betonbauten	10'000
132	Bohren und Trennen von Beton und Mauerwerk	5'000
161	Wasserhaltung	10'000
	Tiefbau- und Untertagebauarbeiten	85'000
211	Baugruben und Erdbau	15'000
213	Wasserbau	10'000
241	Ortbetonbau	60'000
	Rohbauarbeiten	5'000
321	Montagebau in Stahl	5'000
	Übrige Aufwendungen	46'000
H	Honorar Projekt und Bauleitung (pauschal 25%)	46'000
Zwischentotal 1		230'000
Diverses und Unvorhergesehenes (pauschal 15%)		35'000
Zwischentotal 2		265'000
MwSt. 8.1 %		21'465
Rundung		3'535
<b>Total Grobkostenschätzung inkl. MwSt.</b>		<b>290'000</b>

Tabelle 2: Grobkostenschätzung  $\pm 30\%$ , Variante P2 "Ersatz in Ortbeton"

Die Anfrage beim Tiefbauamt des Kantons Bern für Beiträge an die geplanten Arbeiten erfolgte mit der Variante P1 "Offenlegung". Es kann davon ausgegangen werden, dass mindestens die gleiche Summe wie bei der Variante P1 beitragsberechtigt abgerechnet werden kann. Der durch den Kanton übernommene Anteil dürfte deshalb zwischen 6'000 und 12'000 CHF exkl. MwSt. liegen. Ob sich der Kanton allenfalls zusätzlich beteiligen würde, weil man die Mauer bei der Variante P2 "Ersatz in Ortbeton" komplett neu erstellt, ist in Abklärung.



## 2.3 Variantenvergleich

Für den Vergleich der beiden Varianten wurden 5 Kriterien zusammengestellt. Dem Kriterium der Kosten wurde dabei doppelte Gewichtung geschenkt, weil dies für eine Gemeinde von grösster Relevanz ist.

Kriterium	Variante P1		Variante P2	
Kosten	++	ca. 175'000.-	--	ca. 290'000.-
Nutzen	-	Restnutzungsdauer ~ 20-40J	+	Nutzungsdauer Neubau ~ 80J, Restnutzungsdauer Stützmauer Kanton ~ 20-40J
Unterhalt	+	Unterhaltsarme Konstruktion	+	Unterhaltsarme Konstruktion
Wasserbau	+	Hochwassersituation wird leicht verbessert	±	Hochwassersituation bleibt gleich
Ökologie	+	Offenes Gerinne, Geringer Ma- terialverbrauch	-	Gedecktes Gerinne, Grosser Materialverbrauch
<b>Bilanz</b>	<b>+4</b>	<b>Empfehlung</b>	<b>-1</b>	<b>Alternative</b>

Tabelle 3: Variantenvergleich Vorplatz Privat

## 2.4 Weitere Varianten

Die nachfolgenden Varianten wurden ebenfalls bearbeitet allerdings aufgrund der Ähnlichkeit zu anderen Varianten oder durch fehlende Zweckmässigkeit in Absprache mit der Gemeinde nicht genauer untersucht.

### Variante "Offenlegung in Ortbeton"

Bei dieser Variante ist eine Offenlegung analog zur Variante P1 "Offenlegung" jedoch in Ortbeton vorgesehen. Die bestehende Konstruktion wird komplett zurückgebaut. An der Stelle der Natursteinmauer wird eine neue Schwergewichtsmauer mit einem Geländer als Absturzsicherung erstellt. Das Gebäude am Rybiweg 2 muss für die Erstellung der Stützmauer voraussichtlich teilweise unterfangen werden.

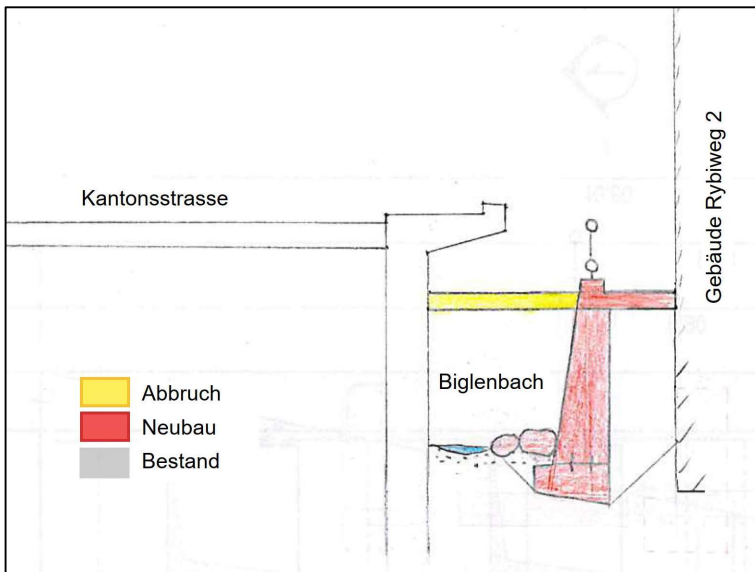


Abbildung 14: Variante "Offenlegung in Ortbeton"

Diese Variante wird nicht genauer untersucht, da sämtliche Arbeiten bereits in der Variante P2 "Ersatz in Ortbeton" enthalten sind. Falls diese Variante umgesetzt werden soll, können die Kosten der Variante 2 abzüglich der Brückenplatte zuzüglich der Kosten für ein Geländer dafür verwendet werden.

#### Variante "Offenlegung mit Auskragung"

Bei dieser Variante ist ein Komplettersatz analog zur Variante P2 "Ersatz in Ortbeton" geplant, jedoch wird statt einer Deckenplatte eine Auskragung erstellt. Die bestehende Konstruktion wird komplett zurückgebaut. An der Stelle der Natursteinmauer wird eine neue Winkelstützmauer mit einer Auskragung sowie einem Geländer als Absturzsicherung erstellt. Das Gebäude am Rybiweg 2 muss für die Erstellung der Winkelstützmauer voraussichtlich teilweise unterfangen werden.

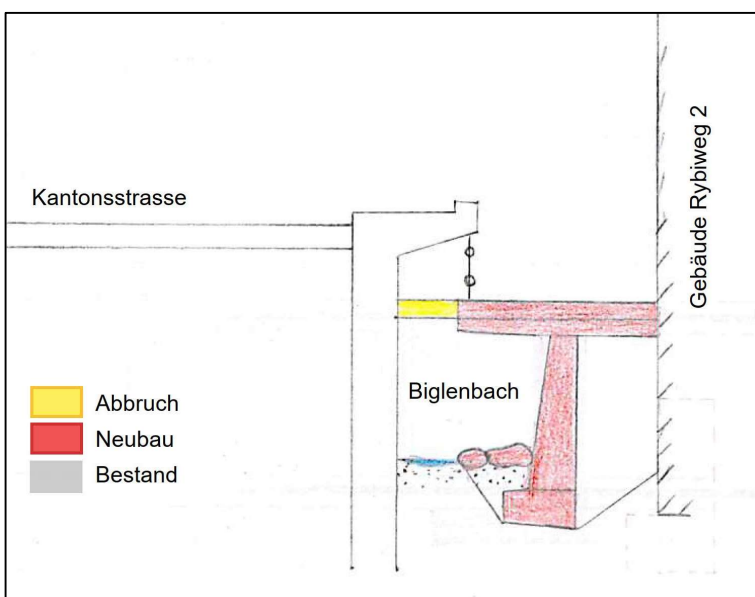


Abbildung 15: Variante "Offenlegung mit Auskragung"

Diese Variante wird nicht genauer untersucht, da sämtliche Arbeiten bereits in der Variante P2 "Ersatz in Ortbeton" enthalten sind. Falls diese Variante umgesetzt werden soll, können die Kosten der Variante 2 dafür verwendet werden. Die Mehrkosten für die Auskragung und das Geländer decken sich ungefähr mit den Minderkosten für die kleinere Deckenplatte.

### Variante "Ersatz mit Natursteinmauer"

Bei dieser Variante ist eine Instandsetzung der bestehenden Natursteinmauer sowie ein Ersatz der bestehenden Deckenkonstruktion mit einer Ortbetonplatte vorgesehen. Die neue Decke wird, sofern vom Kanton akzeptiert, wieder an der bestehenden Lehnkonstruktion befestigt und privatseitig auf der bestehenden Natursteinmauer abgestützt. An der Natursteinmauer müssen die Mörtelfugen sowie der Kolkenschutz vor der Mauer erneuert und ein Auflager für die neue Deckenplatte erstellt werden.

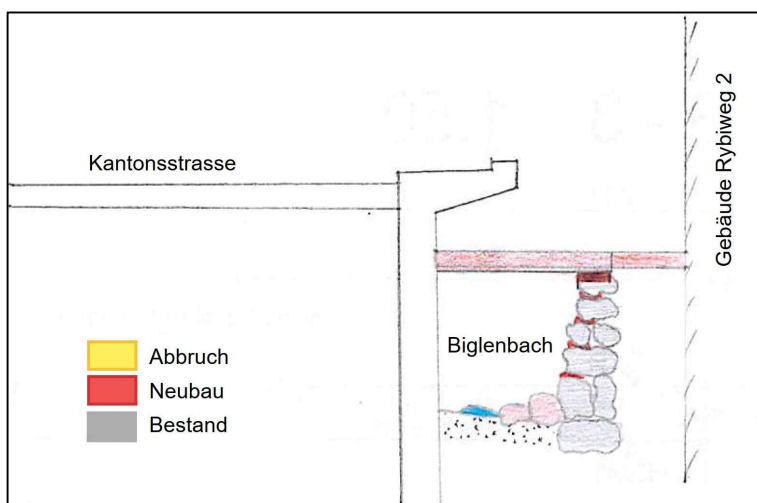


Abbildung 16: Variante "Ersatz mit Natursteinmauer"

Diese Variante wird nicht genauer untersucht, weil sie eine Kombination aus der Variante P1 "Offenlegung" sowie P2 "Ersatz in Ortbeton" ist und daher keine eigenständige Variante darstellt. Falls diese Variante umgesetzt werden soll, können die Kosten der Variante P1 sowie die Kosten für die Brückenplatte aus der Variante P2 verwendet werden.

### 3 Variantenstudium Brücke Gemeinde

Nachfolgend werden verschiedene Varianten für die Instandsetzung der Brücke der Gemeinde aufgeführt. Die einzelnen Bestandteile der Varianten können auch zu neuen Varianten kombiniert werden.

#### 3.1 Variante G1 "Abdichtung"

##### 3.1.1 Beschrieb

Bei dieser Variante wird der bestehende Oberbau entfernt sowie der Fahrbahnübergang an Brückenanfang und Brückende freigelegt. Für die neue Abdichtung ist das System "PBD 2" nach VSS 640 452 angedacht, welches im Aufbau dem kantonalen Standardaufbau für Brücken mit reduzierter Bauhöhe gemäss Referenz 6.22-01 entspricht. Das mehrschichtige System besteht aus einer Kunstharzversiegelung, Polymerbitumendichtungsbahnen sowie Gussasphalt. Nach Möglichkeit, um Blasenbildung zu verhindern, ist eine zweite Gussasphaltschicht anzustreben. Die Abdichtung soll dabei, wenn machbar, an den Brückenden nach unten gezogen werden, sodass auch die Bauteilfuge zwischen der Brückenplatte und den Widerlagern abgedichtet wird. Anschliessend kann ein neuer Deckbelag eingebaut werden. Die Belagsfugen zu den Bordüren werden nach heutigem Standard ausgeführt und das Geländer wird ersetzt sowie die Fehlstellen bei den Bordüren reprofiliert.

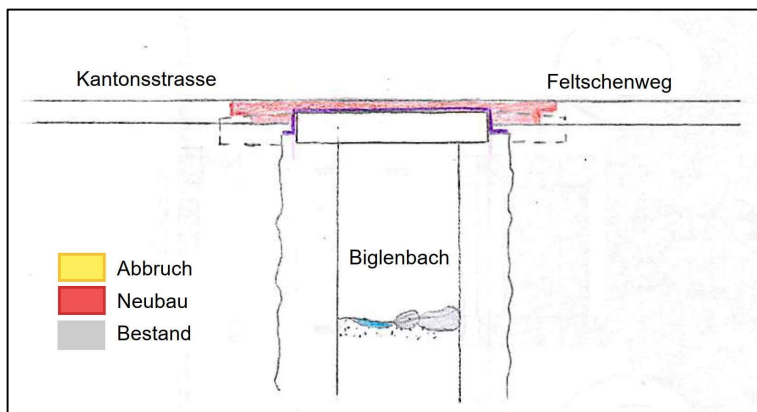


Abbildung 17: Variante G1 "Abdichtung"

### 3.1.2 Grobkostenschätzung

Nachfolgend werden die Gesamterstellungskosten für die Variante G1 "Abdichtung" grob geschätzt. Die Genauigkeit der Gesamtkosten beträgt  $\pm 30\%$ . Für die einzelnen Unterkapitel wird keine Kostengenauigkeit angegeben.

NPK Kapitel	Arbeitsgattung		Kosten [CHF]
	Vorbereitung, Spezialtiefbau, Instandsetzung, Umgebung		48'000
111	Regiearbeiten	5'000	
112	Prüfungen	5'000	
113	Baustelleneinrichtung	13'000	
117	Abbrüche und Demontagen	5'000	
131	Instandsetzung und Schutz von Betonbauten	3'000	
172	Abdichtungen für Bauwerke unter Terrain und für Brücken	17'000	
	Tiefbau- und Untertagebauarbeiten		30'000
211	Baugruben und Erdbau	3'000	
221	Foundationsschichten für Verkehrsanlagen	2'000	
222	Abschlüsse, Pflästerungen, Plattendecken und Treppen	2'000	
223	Belagsarbeiten	23'000	
	Rohbauarbeiten		5'000
321	Montagebau in Stahl	5'000	
	Übrige Aufwendungen		21'000
H	Honorar Projekt und Bauleitung (pauschal 25%)	21'000	
	Zwischentotal 1		104'000
	Diverses und Unvorhergesehenes (pauschal 15%)	16'000	
	Zwischentotal 2		120'000
	MwSt. 8.1 %	9'720	
	Rundung	280	
	<b>Total Grobkostenschätzung inkl. MwSt.</b>		<b>130'000</b>

Tabelle 4: Grobkostenschätzung  $\pm 30\%$ , Variante G1 "Abdichtung"

Die vorliegende Variante enthält voraussichtlich keine Arbeiten, die beitragsberechtigt abgerechnet werden können. Die Kosten müssten daher komplett von der Gemeinde Biglen übernommen werden.

## 3.2 Variante G2 "Abdichtung plus"

### 3.2.1 Beschrieb

Bei dieser Variante werden vorgängig weitere Baustoffuntersuchungen zum Zustand der Brückenplatte erstellt. Durch eine Potentialfeldmessung und einige Bohrmehlproben können ausgedehntere Aussagen über den Fortschritt der Korrosion und der Karbonatisierung der Brückenplatte getätigt werden. Je nach Resultat dieser Untersuchungen werden stark angegriffene Bereiche (z. Bsp. Orte mit hoher Bewehrungskorrosion) freigelegt, beschichtet und reprofiliert. Zudem kann durch den Auftrag einer Beschichtung der Eintrag von Schadstoffen eingedämmt werden. Die Abdichtung erfolgt analog, wie in der Variante G1 "Abdichtung" bereits beschrieben. Zusätzlich werden bestehende Fehlstellen in den Widerlagern reprofiliert sowie das Unterspülen der Widerlager mit Natursteinen verhindert. Das Geländer wird ersetzt.

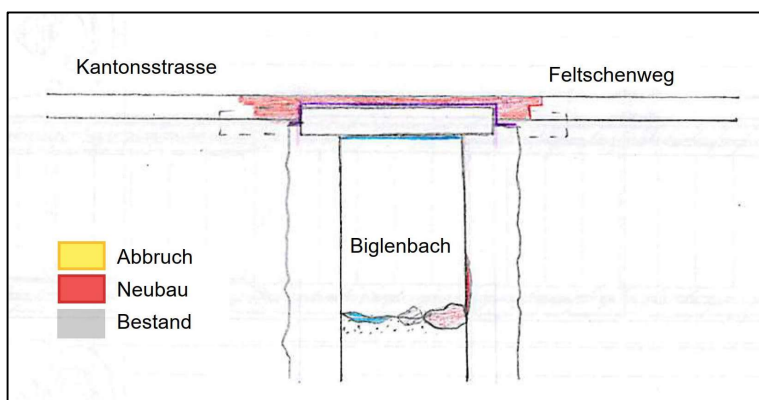


Abbildung 18: Variante G2 "Abdichtung plus"

### 3.2.2 Grobkostenschätzung

Nachfolgend werden die Gesamterstellungskosten für die Variante G2 "Abdichtung plus" grob geschätzt. Die Genauigkeit der Gesamtkosten beträgt  $\pm 30\%$ . Für die einzelnen Unterkapitel wird keine Kostengenauigkeit angegeben.

NPK Kapitel	Arbeitsgattung		Kosten [CHF]
	Vorbereitung, Spezialtiefbau, Instandsetzung, Umgebung		87'000
111	Regiearbeiten	7'500	
112	Prüfungen	10'000	
113	Baustelleneinrichtung	17'500	
117	Abbrüche und Demontagen	5'000	
131	Instandsetzung und Schutz von Betonbauten	30'000	
172	Abdichtungen für Bauwerke unter Terrain und für Brücken	17'000	
	Tiefbau- und Untertagebauarbeiten		33'000
211	Baugruben und Erdbau	3'000	
213	Wasserbau	4'000	
221	Foundationsschichten für Verkehrsanlagen	2'000	
222	Abschlüsse, Pflästerungen, Plattendecken und Treppen	2'000	
223	Belagsarbeiten	22'000	
	Rohbauarbeiten		5'000
321	Montagebau in Stahl	5'000	
	Übrige Aufwendungen		31'500
H	Honorar Projekt und Bauleitung (pauschal 25%)	31'500	
<b>Zwischentotal 1</b>			<b>156'500</b>
	Diverses und Unvorhergesehenes (pauschal 15%)	23'500	
<b>Zwischentotal 2</b>			<b>180'000</b>
	MwSt. 8.1 %	14'580	
	Rundung	420	
<b>Total Grobkostenschätzung inkl. MwSt.</b>			<b>195'000</b>
	Davon Fixkosten	145'000	
	Davon Eventualkosten (bei schlechtem Zustand)	50'000	

Tabelle 5: Grobkostenschätzung  $\pm 30\%$ , Variante G2 "Abdichtung plus"

Die vorliegende Variante enthält voraussichtlich keine Arbeiten, die beitragsberechtigt abgerechnet werden können. Die Kosten müssten daher komplett von der Gemeinde Biglen übernommen werden.

### 3.3 Variantenvergleich

Für den Vergleich der beiden Varianten wurden 5 Kriterien zusammengestellt. Dem Kriterium der Kosten wurde dabei doppelte Gewichtung geschenkt, weil dies für eine Gemeinde von grösster Relevanz ist.

Kriterium	Variante P1		Variante P2	
Kosten	++	ca. 130'000.-	+	ca. 145'000.- fix ca. 50'000.- eventuell
Nutzen	-	Restnutzungsdauer ~ 20J	+	Restnutzungsdauer ~ 20-40J, Evtl. Aufdecken verdeckter Mängel
Unterhalt	+	Unterhaltsarme Konstruktion	+	Unterhaltsarme Konstruktion
Wasserbau	+	Hochwassersituation bleibt gleich	+	Hochwassersituation bleibt gleich
Ökologie	+	Geringer Materialverbrauch	+	Geringer Materialverbrauch
<b>Bilanz</b>	<b>+4</b>	<b>Alternative</b>	<b>+5</b>	<b>Empfehlung</b>

Tabelle 6: Variantenvergleich Brücke Gemeinde

### 3.4 Weitere Varianten

Die nachfolgenden Varianten wurden ebenfalls bearbeitet allerdings aufgrund der Ähnlichkeit zu anderen Varianten oder durch fehlende Zweckmässigkeit in Absprache mit der Gemeinde nicht genauer untersucht.

#### Variante "Unterhalt"

Bei dieser Variante werden die Belagsrisse verfüllt sowie die Belagsfuge zu den Bordüren frisch geschnitten und neu erstellt. Die undichte Fuge zwischen Brückenplatte und Widerlager wird nicht abgedichtet. Das Geländer wird ersetzt.

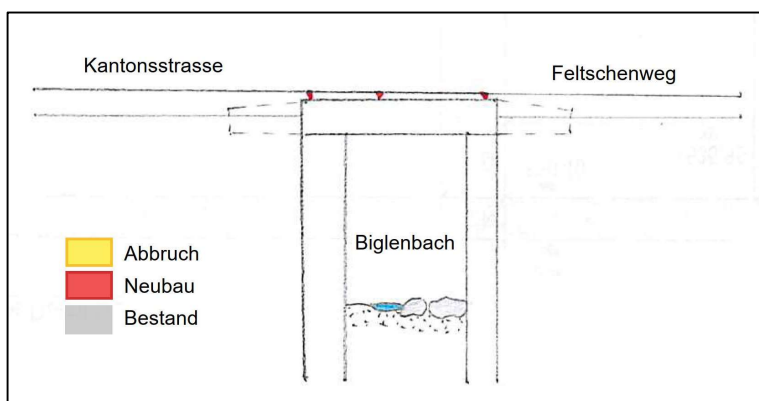


Abbildung 19: Variante "Unterhalt"



Diese Variante wird nicht untersucht, da es sich grösstenteils um "einfache" Arbeiten des baulichen Unterhalts handelt. Die Variante stellt eine Minimalvariante dar, behebt daher jedoch auch nur die schwerwiegendsten Mängel. Die Kosten für den Ersatz des Geländers können der Variante G1 "Abdichtung" entnommen werden.

### Variante "Ersatzneubau"

Bei dieser Variante wird die gesamte Brückenkonstruktion zurückgebaut und durch eine neue Stahlbetonbrücke ersetzt. Sämtliche bautechnischen Details wie die Abdichtung, Fahrbahnübergänge, Randabschlüsse, Bordüren, Geländer etc. werden nach den heute gültigen Normen eingeplant.

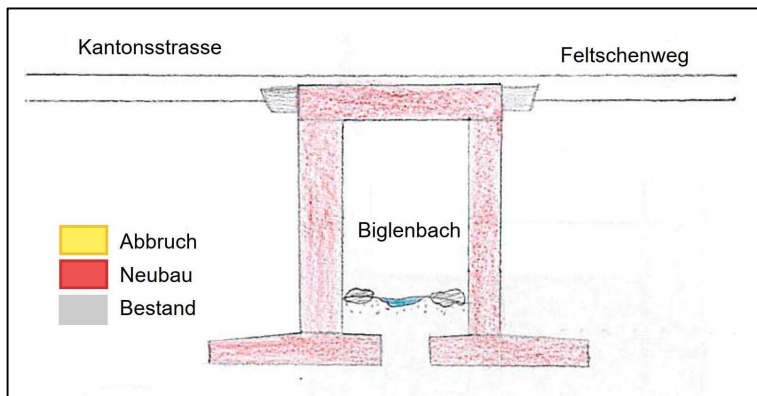


Abbildung 20: "Variante Ersatzneubau"

Aufgrund des sowohl in den Zustandsuntersuchungen als auch in den Baustoffuntersuchungen ausgewiesenen annehmbaren Zustands der bestehenden Brücke wird ein Komplettersatz als nicht zielführend und wirtschaftlich nicht tragbar angesehen.

## 4 Zusammenfassung

Im Rahmen des Projekts zur Sanierung der Ortsdurchfahrt in Biglen wurden an den Kunstbauten der Gemeinde im Bereich Rybiweg 2 teils mangelhafte Zustände festgestellt. Zu den beiden Kunstbauten "Vorplatz Privat" sowie "Brücke Gemeinde" sollten deshalb jeweils zwei Sanierungsvarianten genauer untersucht und miteinander verglichen werden.

### 4.1 Vorplatz Privat

Im Rahmen der Hauptinspektion durch das Tiefbauamt des Kantons Bern wurden für die einzelnen Bauteile des privaten Vorplatzes Zustände zwischen "annehmbar" und "schlecht" festgestellt. Als Hauptmängel werden die losen Mörtelfugen, schlechtes Mauerwerk, Korrosion der Stahlträger sowie Betonabplatzungen und Frostschäden am Brückenträger ausgewiesen.

Für die Sanierung wurden zwei Varianten genauer untersucht. Bei der Variante 1 wird der Vorplatz abgebrochen, das Mauerwerk saniert und eine neue, teils auskragende Betonplatte erstellt. Bei der Variante 2 wird die gesamte Konstruktion abgebrochen und ersetzt. Für die Ufermauer ist eine Schwergewichtsmauer aus Beton angedacht und für die Brückenplatte ein Ersatz in Stahlbeton.

Im Variantenstudium mit den Kriterien Kosten, Nutzen, Unterhalt, Wasserbau und Ökologie wird die erste Variante als sinnvoller erachtet. Hauptgrund dafür sind die geringeren Kosten sowie die Vorteile in den Punkten Wasserbau (Hochwassersituation wird leicht verbessert) und Ökologie (offenes Gerinne, geringer Materialverbrauch).

Der Bauherrschaft wird daher empfohlen, die Variante P1 "Offenlegung" weiterzuverfolgen.

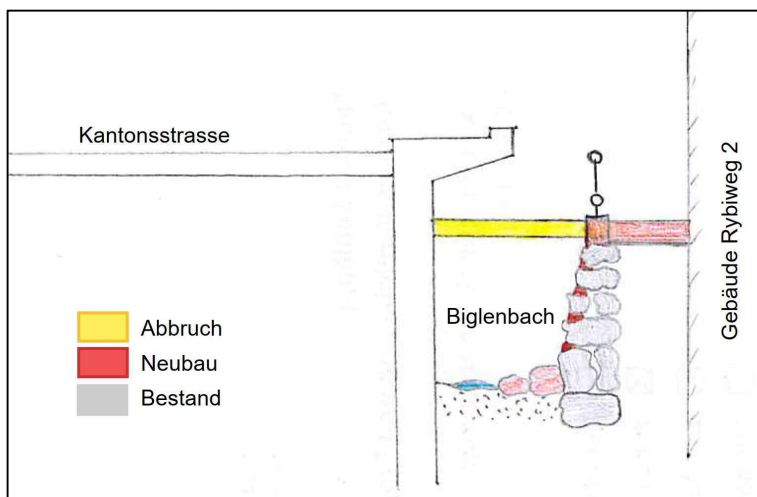


Abbildung 21: Empfehlung Vorplatz Privat: Variante P1 "Offenlegung"

### 4.2 Brücke Gemeinde

Im Rahmen der Hauptinspektion durch das Tiefbauamt des Kantons Bern wurden für die einzelnen Bauteile der Brücke Zustände zwischen "gut" und "schadhaft" festgestellt. Als Hauptmängel werden die undichte Fuge zwischen Widerlager und Brückenplatte, Fehlstellen an den Bordüren sowie Verformungen am Geländer ausgewiesen.

Die anschliessend ausgelösten Baustoffuntersuchungen haben ergeben, dass die Brückenwiderlager wahrscheinlich nur erdseitig bewehrt sind und sich der Beton in einem angemessenen Zustand befindet. Die Baustoffuntersuchungen an der Brückenplatte ergaben eine mangelhafte Betonüberdeckung sowie

eine fortgeschrittene Karbonatisierungstiefe. Allerdings wurden an der lokal freigelegten Feldbewehrung nur geringe Korrosionsschäden festgestellt. Der PAK in TrS Gehalt des Belags liegt unter dem zulässigen Grenzwert und er kann deshalb voraussichtlich weiterverwertet oder auf einer Deponie Typ B entsorgt werden. Die Brücke besitzt keine Abdichtung.

Für die Sanierung wurden zwei Varianten genauer untersucht. Bei der Variante 1 wird die Brückenplatte freigelegt und nach heute gültiger Norm abgedichtet. Die Bordüre wird reprofiliert und das Geländer ersetzt. Bei der Variante 2 wird eine zusätzliche Untersuchung der Bückenuntersicht mittels Bohrmehlproben und Potentialfeldmessungen angeordnet. Je nach Resultat dieser Untersuchungen wird zusätzlich zu den Massnahmen der Variante 1 der schadhafte Beton abgetragen und ein Korrosionsschutz auf die Bewehrung appliziert. Anschliessend werden die freigelegten Stellen und zusätzlich auch die Fehlstellen in den Widerlagern reprofiliert.

Im Variantenstudium mit den Kriterien Kosten, Nutzen, Unterhalt, Wasserbau und Ökologie wird die zweite Variante als sinnvoller erachtet. Hauptgrund dafür ist, dass durch die zusätzlichen Untersuchungen eine grössere Sicherheit gewonnen wird und daher das Bauwerk optimal instandgesetzt werden kann. Die Kosten der zusätzlichen Untersuchungen sind gering, während der Nutzen daraus substanziell sein könnte (Aufdecken verdeckter Mängel, 0-20J zusätzliche Nutzungsdauer).

Der Bauherrschaft wird daher empfohlen, die Variante G2 "Abdichtung plus" weiterzuverfolgen.

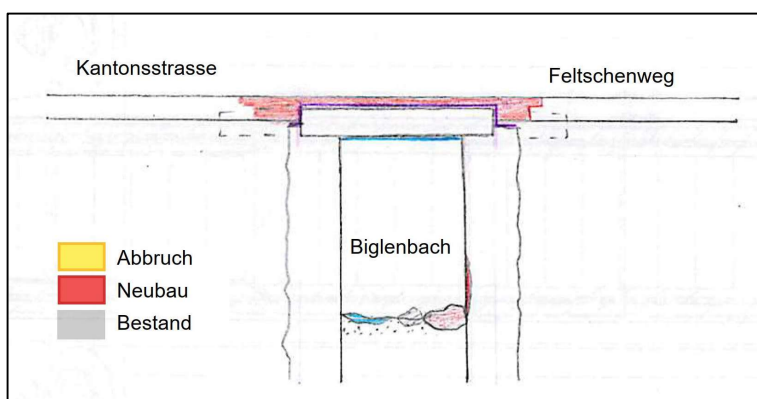


Abbildung 22: Empfehlung Brücke Gemeinde: Variante G2 "Abdichtung plus"

Gruner AG, 26.07.24

**Yannick Schläppi**

BSc BFH Bauingenieurwesen

Projektleiter

**Roman Schweizer**

BSc FHO Bauingenieurwesen

Projektbetreuer