

Etzelwerk AG

Letzistrasse 27

Postfach 148

8852 Altendorf

Willerzellerviadukt Sihlsee

Instandsetzung Brückenuntersicht

Technischer Bericht Bauprojekt

25/11/2014

F:\1255 Willerzellerviadukt\2_berichte_termine\2_berichte_bpp\T_20150316_Bauprojekt Willerzellerviadukt 1255.doc

bpp Ingenieure AG

Beratende Ingenieure SIA / ETH / USIC

–

Hochbau – Tiefbau – Umwelt – GIS

Hauptsitz

Riedstrasse 7

6430 Schwyz

Fon 041 818 50 20

Filiale

Benzigerstrasse 19

8840 Einsiedeln

Fon 055 412 36 25

Filiale

Industriezone Schächenwald

6460 Altdorf

Fon 041 875 74 30

www.bpp-ing.ch

Einsiedeln, 16.3.2015

Bericht Nr. 1255-01

Version	Änderung	verfasst	kontrolliert	Datum	Bemerkungen
0	Erstfassung	BIR	fh	16.3.2015	

INHALT

1	Zusammenfassung	3
2	Auftrag	4
3	Organisation	4
4	Objektbeschreibung	5
4.1	Übersichtsplan	5
4.2	Baugeschichte	5
4.3	Bisher durchgeführte Sanierungsmassnahmen	6
5	Resultate Zustandsuntersuchung und Vorprojekt	7
5.1	Stahlkonstruktion Brückenträger	7
5.2	Pendeljoche, Standjoche	10
5.3	Materialtechnologische Zusammensetzung des bestehenden Korrosionsschutzes	11
5.4	Fahrbahnplattenuntersicht und Randborde Beton	12
5.5	Widerlager	14
5.6	Fahrbahnübergänge und Lager	15
5.7	Werkleitungen	17
6	PROJEKT Instandsetzung Brücke	18
6.1	Nutzung	18
6.2	Normalprofil bestehende Brücke	18
6.3	Instandsetzungsarbeiten	19
6.4	Arbeitsgerüste	22
6.5	Neubau Abwasser-Transportleitung	23
7	Umweltschutzmassnahmen	24
7.1	Abtrag Korrosionsschutz	24
7.2	Anforderung an die Einhausung	24
7.3	Überwachungskonzept, Kontrolle, Messungen	25
8	Verkehr in der Bauphase	25
9	Bauablauf und Bauzeit	26
9.1	Bauablauf	26
9.2	Bauzeit	26
9.3	Installationsplätze	26
10	Kostenvoranschlag	27
11	GRUNDLAGEN	28
12	Verzeichnis Anhänge	29

Pläne	Nr.	Datum
Installationsplan	1255-0100	16.03.2015
Situation, Ansicht	1255-0101	16.03.2015
Fahrbahnübergänge	1255-0102	16.03.2015

1 ZUSAMMENFASSUNG

Der Willerzeller-Viadukt verbindet Einsiedeln mit Willerzell und überquert den Sihlsee mit insgesamt 45 Brückenfeldern mit einer Gesamtlänge von 1'115 m. Er wurde vor dem Stau des Sihlsee in den Jahren 1935/36 erstellt. Der Viadukt hat eine Breite von 4.50 m und eine Lastbeschränkung von 16 to.

Im Jahre 2007 wurde der gesamte Fahrbahnoberbau mit Betonplatten-Oberseite, Abdichtung und Belag saniert.

Die darauffolgenden Untersuchungen der Brückenuntersicht zeigten vor allem Korrosionsschäden am Stahlbau, sowie diverse Schadstellen an der Betonplatte und den Randborden.



Bauliche Massnahmen

Der Korrosionsschutz am tragenden Stahlbau soll auf eine weitere Nutzungsdauer von > 40 Jahren ausgelegt werden.

Mit der geplanten Sanierung sollen in den Jahren 2015-17 folgende Arbeiten ausgeführt werden:

- vollflächiges Entfernen des PCB- und schwermetallhaltigen Korrosionsschutzes (innerhalb eingehaustem Hängegerüst).
- Aufbringen eines neuen 4-schichtigen Korrosionsschutzes (Korrosivitätskategorie C4)
- Ersatz der Dichtprofile bei den Fahrbahnübergängen (13 Stk.)
- Betoninstandsetzungen an der Brückenuntersicht, den Randborden und den Widerlagern.
- Verlängern der Entwässerungsrohre (Speier)
- Ersatz der bestehenden Abwasser-Druckleitung (Auftrag des Bezirks Einsiedeln)

Die Arbeiten zur Erneuerung des Korrosionsschutzes erfordern hohe Sicherheitsanforderungen und Überwachungen der Massnahmen.

Der Verkehr in der Bauphase.

Aufgrund der Baumassnahmen wird die Brücke nur einspurig befahrbar sein. Ob die Brücke im Einbahnregime (Ausnahme Postauto im Gegenverkehr, geregelt mittels LSA) oder im Gegenverkehr-Regime, mit LSA, befahren wird, ist zurzeit noch in Abklärung.

Bauzeit

Geplanter Baustart ist am 17. Aug. 2015. Die Arbeiten werden rund zwei Jahre dauern bis Ende August 2017. Je nach Länge der Unterbrücke in den Wintermonaten kann sich die Bauzeit noch verkürzen oder verlängern.

Baukosten

siehe Kostenvoranschlag in Anhang 4

2 AUFTRAG

Im November 2014 erteilte die Etzelwerk AG der bpp Ingenieure AG den Auftrag für die Projektierung (ab Phase 32 Bauprojekt) bis und mit Bauleitung (Phase 53) für die Instandsetzung der Brückenuntersicht des Willerzellerviadukts. Grundlage dazu bilden die Zustandsaufnahmen und das Vorprojekt der Flückiger + Bosshard AG, Zürich.

3 ORGANISATION

Bauherr / Eigentümer:

Etzelwerk AG,
Letzistrasse 27, Postfach 148
8852 Altendorf

Projektleitung: Marco Bezzola, Projektleiter SBB AG

Begleitung: Meinrad Fuchs, Stauwärter, Etzelwerk AG

Beauftragter:

bpp Ingenieure AG
Beratende Ingenieure ETH / SIA / USIC
Benzigerstrasse 19
8840 Einsiedeln

Projektleiter: Max Birchler, dipl. Bauing. ETH/SIA

Sachbearbeiter: Fredy Huser, dipl. Bauing FH

4 OBJEKTBSCHREIBUNG

4.1 Übersichtsplan



Strassenzug: Einsiedeln – Birchli-Stollern bis Willerzell - Sattelegg

Meereshöhe: ca. 890 m ü. M.

4.2 Baugeschichte

Aufgrund von Konzessionsbedingungen wurde das Willerzeller Viadukt anno 1935/36 von der Etzelwerk AG errichtet und dient der Verbindung zwischen Einsiedeln und Willerzell. Der Viadukt überquert den Sihlsee mit insgesamt 45 Feldern (Regelspannweite 25 m, Endfelder 20 m). Die Gesamtlänge beträgt 1'115 m. Der Überbau besteht aus zwei durchlaufenden Stahlträgern (Abstand 3.20 m), die mit der Betonfahrbahnplatte im Verbund wirken. Zwischen den Längsträgern sind in einem Abstand von 3.57 m Querträger angeordnet. Die Gesamtbreite des Überbaus beträgt 5.0 m (Fahrbahn 4.50 m und zwei seitliche Randborde je 0.25 m). Die Fahrbahnplattenstärke beträgt 17.5 cm in Fahrbahnmitte und 15cm am Fahrbahnrand (Dachgefälle). Zur Ermöglichung der Dilatationen in Längsrichtung sind in 7 Feldern Gerbergelenke resp. eingehängte Träger mit einer Länge von je 13.90 m angeordnet. Die Brücke lagert auf ausgefachten Stahljochen mit Längen zwischen 3.50 m und 16.0 m, welche auf Holzpählen fundiert sind.

Der Viadukt wurde ursprünglich für ein maximales Fahrzeuggewicht von 14 t dimensioniert. Zu einem späteren Zeitpunkt (ca. 1968) wurde das Bauwerk auf der Grundlage der SIA-Normengeneration von 1956 überprüft. Seitdem ist die Nutzung der zweispurigen Fahrbahn beschränkt auf Fahrzeuge mit einem zulässigen Gesamtgewicht bis 16 t. Im Rahmen der Bauwerksüberprüfung im Jahre 2005 konnte eine Nutzung des Bauwerks durch Strassenverkehr bis 18 t nachgewiesen werden. Durch die geringe Fahrbahnbreite ist das Kreuzen von Fahrzeugen auf der Brücke erschwert.

4.3 Bisher durchgeführte Sanierungsmassnahmen

1977

- Ersatz der Fahrbahnübergänge
- Einbau einer Derbigum-Folie als Abdichtung
- Ersatz des einschichtigen Gussasphaltbelags durch einen zweischichtigen Asphaltbelag
- Lokale Betoninstandsetzung der Fahrbahnplatte

1979

- Teilsanierung Korrosionsschutz Stahlbau Brückenuntersicht

1994

- Instandsetzung der Fahrbahnränder und der Randborde
- Erneuerung Korrosionsschutz der Geländer und Montage einer Leitplanke

bis 2006

- Lokale Betoninstandsetzungen der Randborde

2007

Im Jahre 2007 wurde die oberseitige Konstruktion (Brückenoberbau) für eine Nutzungsdauer von 15-20 Jahren instandgesetzt. Die Massnahmen umfassten die Betoninstandsetzung der Fahrbahnplattenoberseite und der Randborde sowie den Ersatz der Abdichtung und des Belags. Zudem wurden bei drei Fahrbahn-Übergängen (Nr. 1 einfach, Nr. 13 doppelt und 14 einfach) die Dichtprofile versuchsweise ersetzt.

- Vollflächige Betoninstandsetzung der Fahrbahnplattenoberseite
- Betoninstandsetzung der Randborde
- Erneuerung der Abdichtung mit PBD-Bahnen
- Ersatz des Fahrbahnbelags durch einen zweischichtigen Gussasphalt von total 7.5cm
- Verguss der Randfugen
- Sanierung von drei Fahrbahnübergängen

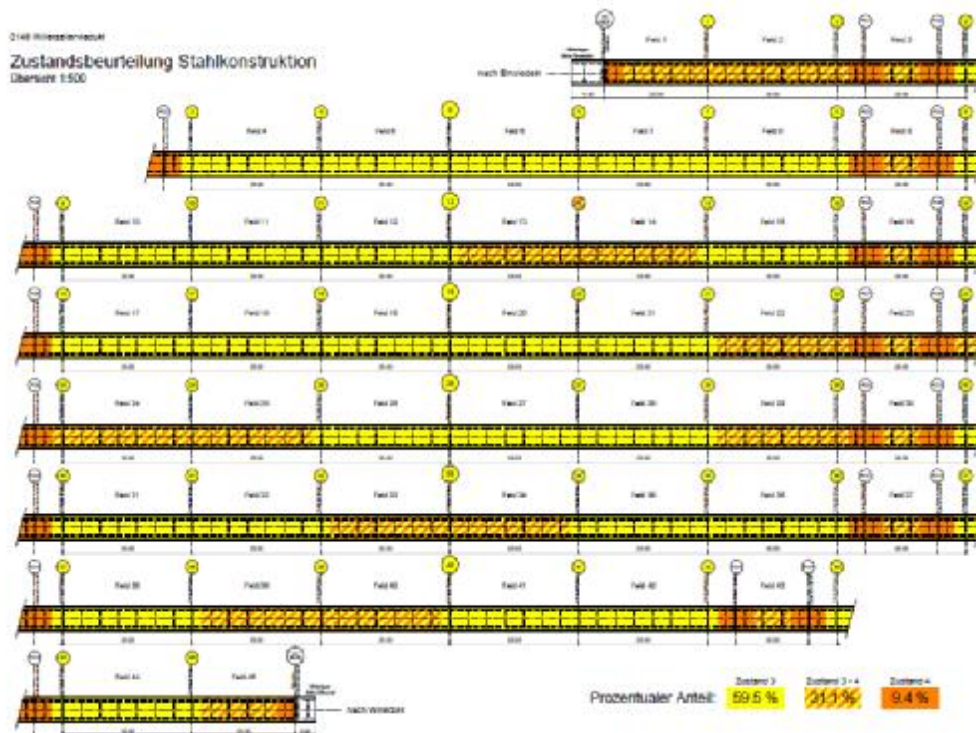
5 RESULTATE ZUSTANDSUNTERSUCHUNG UND VORPROJEKT

Im November 2011 wurde die Flückiger + Bosshard AG mit einer umfassenden Zustandsuntersuchung des Willerzellerviadukts und der Ausarbeitung eines Massnahmenkonzepts in Varianten als Entscheidungsgrundlage für die zweite Etappe der Instandsetzung (Brückenuntersicht) beauftragt.

5.1 Stahlkonstruktion Brückenträger

Zustand der Stahlkonstruktion Nov. 2011:

Zustand 3	Schadhafter Zustand (bedeutende Schäden)	60% der Konstruktion (gelb)
Zustand 3-4	Schadhafter bis schlechter Zustand	30% der Konstruktion (gelb/orange schraffiert)
Zustand 4	Schlechter Zustand (grosse Schäden)	10% der Konstruktion (orange)



Die Abschnitte in grossflächig schlechtem Zustand (Z4) befinden sich immer im Bereich unter den Fahrbahnübergängen. Die Längs- und Querträger sowie der Windverband sind in schadhaftem bis schlechtem Zustand. Die Hauptursache für den schlechten Zustand der Stahlkonstruktion im Bereich der Fahrbahnübergänge sind in erster Linie die undichten Dehnprofile und die ursprünglich schadhafte Belagsrandfugen, durch die während eines grossen Teils der bisherigen Nutzungsdauer teilweise chloridhaltiges Wasser von der Fahrbahn auf die darunter liegende Tragkonstruktion geflossen ist und dort gravierende Korrosionsschäden verursacht hat. Mit der Erneuerung der Abdichtung und des Belags im Jahr 2007 konnten die Undichtigkeiten als wesentliche Schadensursache beseitigt werden. Mit der bevorstehenden Sanierung müssen noch die Dichtprofile der Fahrbahnübergänge erneuert werden. Diese sind bereits geliefert und lagern bei der Staumauer, Etzelwerk AG.

Für die Verbindung der einzelnen Bauteile auf der Baustelle wurden vorwiegend Niete verwendet. Geschweisste Verbindungen kommen nur an werkseitig fabrizierten Bauteilen vor. Die sind vollzählig und weitgehend intakt.



Alle Stahlbauteile zw. Achse 13 und 14,
Zustand 3 bis 4, Rostaufreibungen



Längsträger zw. Achse 21 und 22, UWS,
Zustand 3 bis 4, Rostaufreibungen



Längsträger zw. Achse 22 und 23, OWS,
Zustand 3 bis 4, Rostaufreibungen



Längs- und Querträger zw. Achse 24 und 25,
Zustand 3 bis 4, Rostaufreibungen



Längsträger Feld 2, OWS, Zustand 3 bis 4,
Rostaufreibungen und Betonschäden



Feld 1, Zustand 3 bis 4, Rostaufreibungen und
Betonschäden



Alle Bauteile Feld 8, Zustand 3, oberflächliche, flächendeckende Korrosion



Alle Bauteile Feld 9, Zustand 3, oberflächliche, flächendeckende Korrosion



Alle Bauteile Feld 19, Zustand 3, oberflächliche, flächendeckende Korrosion



Längsträger Feld 20, Zustand 3, Detail flächendeckende Korrosion



Verbände Feld 28, Zustand 3, Detail flächendeckende Korrosion



Fahrbahnplatte zw. FÜ WLE und Achse 1
Betonschäden 2010



Konsole in Brückenmitte: Korrosions- und
Betonbeschäden 2011



Endauflager Seite Willerzell Korrosionsschäden
2010

5.2 Pendeljoche, Standjoche

Die Bereiche der über dem Wasserspiegel liegenden Jochkonstruktionen sind grösstenteils in einem schadhaften Zustand. Der Korrosionsschutz ist weitgehend verbraucht, so dass die rostbedeckte Stahloberfläche grossflächig freiliegt.

Der installierte kathodische Korrosionsschutz schützt die Stützenbereiche, welche sich unterhalb des Wasserspiegels befinden. Da der Wasserspiegel während des Jahres aber bis zu 8 m schwankt, ist auch die Schutzwirkung des kathodischen Korrosionsschutzes diesen Schwankungen unterworfen.



Standjoch
Aufnahme von Korrosionsbereichen 2014



Joch 13, Seite Einsiedeln
Aufnahme von Korrosionsbereichen 2010

5.3 Materialtechnologische Zusammensetzung des bestehenden Korrosionsschutzes

Der vorhandene Korrosionsschutz auf der unterseitigen Stahlkonstruktion enthält gemäss der durchgeführten chemischen Analyse gesundheitsgefährdende Stoffe wie Schwermetalle und PCB (Polychlorierte Biphenyle).

Für die Entsorgung des Korrosionsschutzes bestehen in der TVA (Technische Verordnung über Abfälle, Stand 1.1.2010) verbindliche Grenzwerte. Die Grenzwerte für PCB, Blei und Zink gemäss TVA sind deutlich überschritten.

	Vorhandene Konzentrationen am Willerzellerviadukt	Zulässige Grenzwerte gemäss TVA
Blei	55'000 mg/kg TS	500 mg/kg TS
Zink	19'000 mg/kg TS	1'000 mg/kg TS
PCB	3'900 mg/kg TS	1 mg/kg TS

TS = Trockensubstanz



Auftraggeber
Projekt
Auftrag Nr.
Datum Bericht

Flückiger + Bosshard AG
0148H Willerzeller Viadukt
A09-01357
01.09.2009

Probenbezeichnung		Korrosionsschutz				TVA Inertstoffe	Reaktorstoffe
Tiefe							
Datum Probenahme							
Interne Probenbezeichnung		M0908-06963					
Datum Probeneingang		24.08.2009					
Probenart		Feststoff					
Screening Elemente, ICP-OES							
Arsen	mg/kg TS	70					50
Barium	mg/kg TS	5'100					
Beryllium	mg/kg TS	<1					
Blei	mg/kg TS	55'000				500	2'000
Bor	mg/kg TS	75					
Cadmium	mg/kg TS	5.1				10	10
Chrom	mg/kg TS	650				500	1'000
Kobalt	mg/kg TS	26					
Kupfer	mg/kg TS	650				500	5'000
Molybdän	mg/kg TS	<5					
Nickel	mg/kg TS	74				500	1'000
Zink	mg/kg TS	19'000				1'000	5'000
Metalle / Elemente							
Quecksilber	mg/kg TS	<0.10					
PCB							
PCB gesamt (=4.3x6 Kongenere)	mg/kg TS	3'900				1.0	10
Kongener Nr. 28	mg/kg TS	<2.0					
Kongener Nr. 52	mg/kg TS	12					
Kongener Nr. 101	mg/kg TS	120					
Kongener Nr. 153	mg/kg TS	270					
Kongener Nr. 138	mg/kg TS	320					
Kongener Nr. 180	mg/kg TS	180					

Tabelle : Laborbericht BMG über die Belastung des vorhandenen Korrosionsschutzes.

5.4 Fahrbahnplattenuntersicht und Randborde Beton

Die Untersicht der Fahrbahnplatte aus Stahlbeton ist meist in einem annehmbaren, nur lokal in schadhaftem Zustand. In Kiesnestern und nicht sauber betonierten Stellen liegen einzelne Bewehrungen frei. Ausblühungen, Aussinterungen und einzelne Abplatzungen sind weitere Schadensbilder.

Die Unter- und Aussenseiten der Randborde sind überwiegend in annehmbarem, lokal schadhaftem Zustand. Von den Sanierungsarbeiten 2007 sind auf der Randbordaussenseite durchgehend Überzähne von Beton und Bojake vorhanden.



Schäden an Randbord und Brückenuntersicht
Aufnahme 2014



Schäden an Randbord und Brückenuntersicht
Aufnahme 2014



Randbord zw. Achse 1 und 2, UWS
Betonschäden 2009



Randbord zw. Achse 1 und 2, UWS
Freiliegende Bewehrung 2010

Die Brückenuntersichten sind vor allem in den Feldern mit undichten Fahrbahnübergängen mit höheren Chloridgehalten (> 0.4 Massen-%/Zementgehalt) geschädigt.

Abb.: Planausschnitt Potentialfeldmessungen Brückenuntersicht: Feld 5

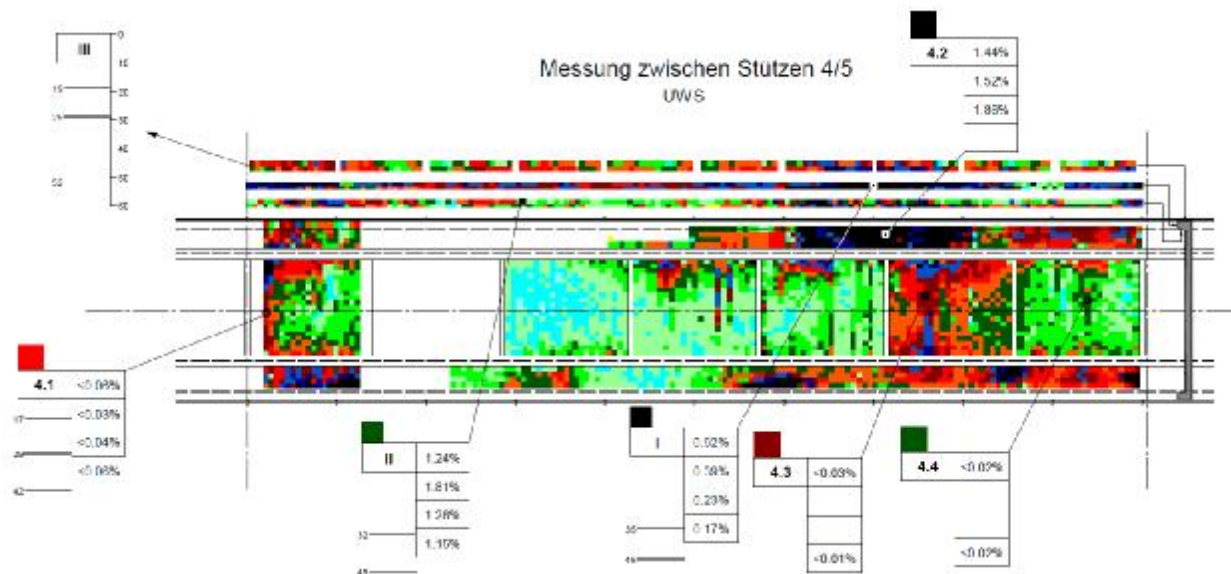
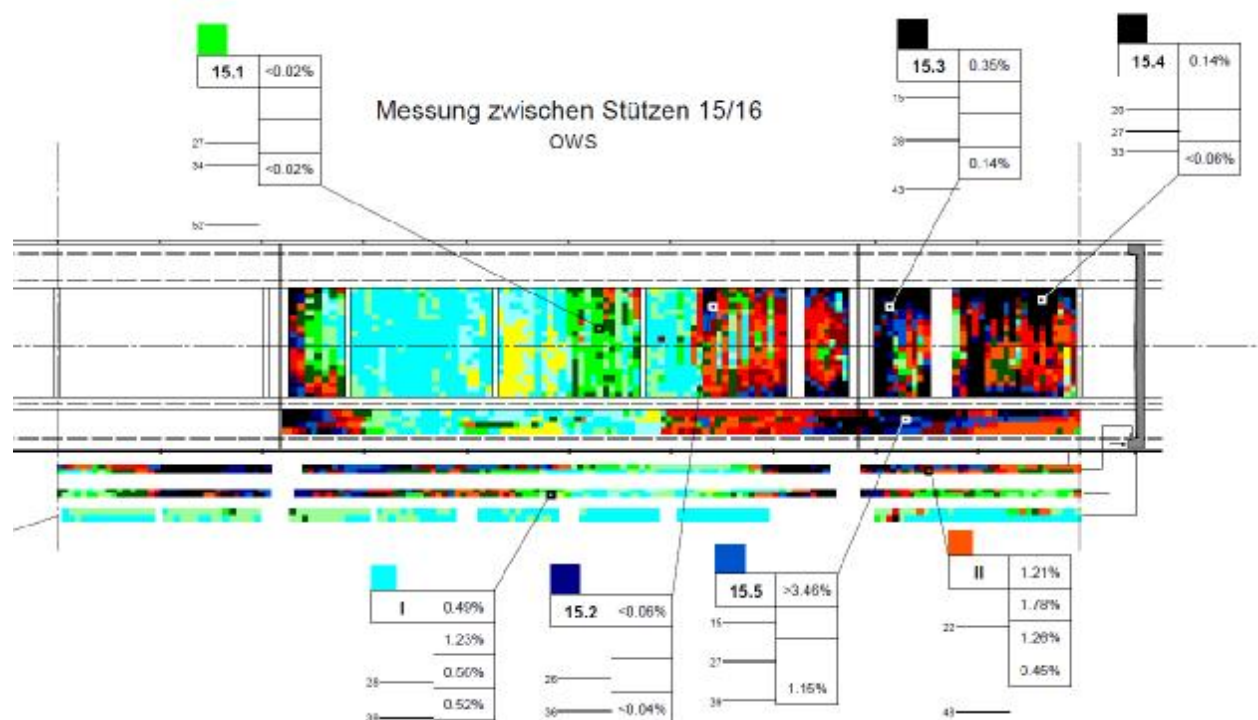


Abb: Planausschnitt Potentialfeldmessungen Brückenuntersicht: Feld 16



5.5 Widerlager

Die Betonoberflächen der Widerlagermauern sind in annehmbarem bis lokal schadhaftem Zustand. Die Betonoberflächen weisen einige Risse, lokale Korrosionen und kleine Abplatzungen auf. Die Betonoberflächen sind versprayed.



Widerlager Seite Willerzell
Aufnahme 2014



Widerlager Seite Willerzell
Aufnahme 2014



Widerlager Seite Einsiedeln
Aufnahme 2014



Widerlager Seite Einsiedeln
Aufnahme 2014

5.6 Fahrbahnübergänge und Lager

Bei der Mehrzahl der Fahrbahnübergänge erfüllen die Dichtprofile ihre Funktion nicht mehr und chloridhaltiges Wasser gelangt unter die Brücke. Die Stahlbauteile in diesen Bereichen sind deshalb stark korrodiert und weisen sogar Querschnittsverluste auf. Der Beton im Nachbarbereich ist meist auch von lokalen Ausbrüchen betroffen.

Die meisten Lager bei den Gerbergelenken der Längsträger weisen starke Korrosionsschäden auf und sind in einem schlechten Zustand. Die Lager bei den Widerlagern weisen Korrosionsschäden auf.

Die Stahlkonstruktionen der 9 einfachen und 7 doppelten Fahrbahnübergänge sind teilweise stark korrodiert und die Dichtprofile sind undicht. Mit der Sanierung 2007 wurde auf der zugänglichen Oberseite der Fahrbahnübergänge der Korrosionsschutz erneuert. Damals erfolgte ein Ersatz der Dichtprofile bei den Übergängen Nr. 1 (einfach), 13 (doppelt) und 14 (einfach). In der Einpressnut des Profils wurde ein Sanierungsanstrich appliziert. Da die Dichtprofile nicht mehr im Bauhandel erhältlich waren, wurden sie für alle Übergänge nachproduziert, aber nicht mehr eingebaut. Die Dichtprofile lagern seit 2008 im Werkhof der Etzelwerk AG in Egg.



Randbereich bei FÜ 2 (Einfachprofil), OWS
Korrosionsschäden 2010



Gerbergelenk bei FÜ 2 (fest)
Korrosionsschäden 2010



Detail doppelter Fahrbahnübergang
Aufnahme 2014



Detail Rand einfacher Fahrbahnübergang
Aufnahme 2014



Lager bei Widerlager Seite Willerzell
Aufnahme 2014



Lager bei Widerlager Seite Willerzell
Aufnahme 2014

5.7 Werkleitungen

Die Brücke ist Träger einer Abwasserleitung des Bezirks Einsiedeln. Sie führt das Abwasser von Egg und Willerzell zur ARA Einsiedeln und muss permanent in Betrieb sein. Es ist eine Pumpleitung $D=160$ mm, enthält eine Heizleitung, ist aussen isoliert und ummantelt mit einer Blech-Schutzhülle. Zur Beleuchtung und für den kathodischen Korrosionsschutz der Joche sind zudem unterwasserseitig entsprechende Stromkabel vorhanden.



Abwasserleitung Widerlager Seite Willerzell
Aufnahme 2014



Abwasserleitung Widerlager Seite Einsiedeln
Aufnahme 2014



Längenkompensator der Abwasserleitung



Detail Aufhängung Abwasserleitung,
Kabelführungen

6 PROJEKT INSTANDSETZUNG BRÜCKE

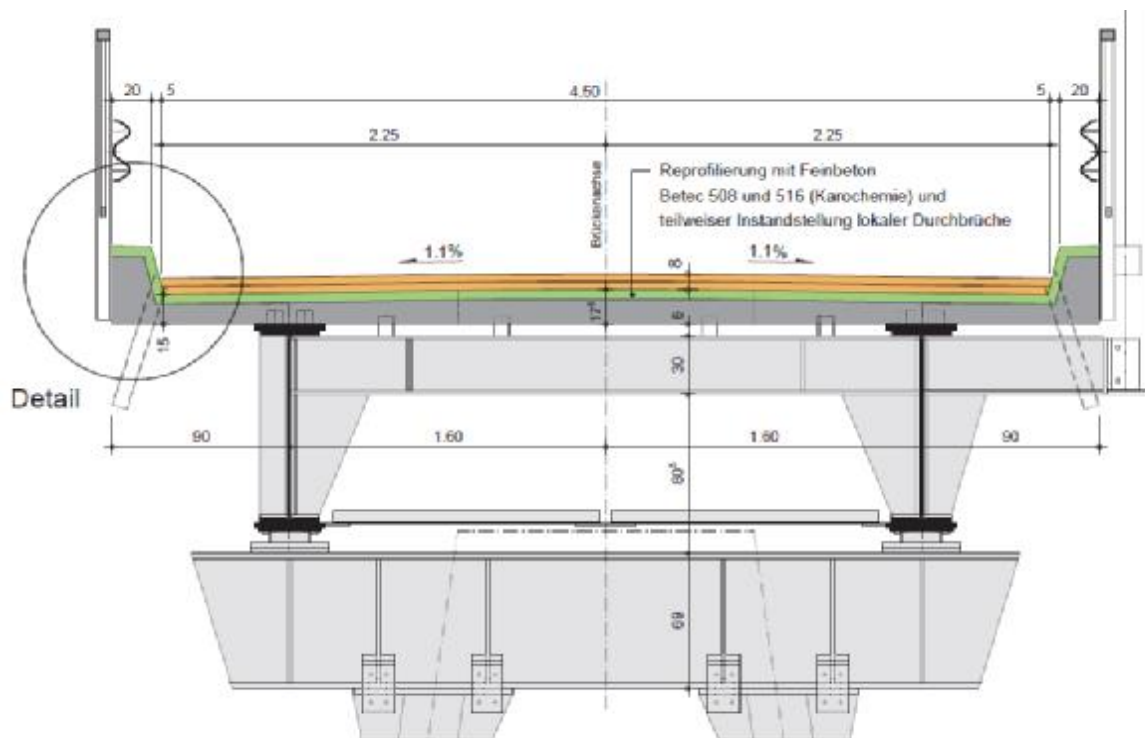
6.1 Nutzung

Die Brücke wird durch Strassenverkehr bis 16 to auf zwei Fahrspuren genutzt. Durch die geringe Fahrbahnbreite von 4.50 m ist das Kreuzen von Fahrzeugen auf der Brücke erschwert.

Eine erweiterte Nutzung durch 3-achsige Low-Entry-Busse KUB 2-2 mit einem Gesamtgewicht von 23.8 to ist möglich, wie eine Überprüfung im Jahr 2009 zeigt. Ein Kreuzen von zwei solchen Bussen auf der Brücke ist aufgrund der geometrischen Verhältnisse nicht möglich und aus statischen Gründen nicht zulässig.

Das Bauwerk liegt nicht auf einer Route für Ausnahmetransporte.

6.2 Normalprofil bestehende Brücke



Querschnitt nach Sanierung Brückenoberbau 2007

6.3 Instandsetzungsarbeiten

Die Tatsache, dass die Lebensdauer des bestehenden Korrosionsschutzes (Alter >>30 Jahre) weit überschritten ist, erfordert die vollständige Erneuerung des Korrosionsschutzes. Aufgrund der Empfehlung im Bericht Flückiger + Bosshard vom 5.4.2012 hat sich die Bauherrschaft entschieden, die Variante 4 auszuführen, d.h. die Brücke soll für 50 Jahre Restnutzungsdauer mit einem Korrosionsschutz Korrosivitätskategorie C4 instandgesetzt werden.

Bauliche Massnahmen: (siehe Plan 1255-0101)

a) Vollflächiges Entfernen des PCB- und schwermetallhaltigen Korrosionsschutzes an der unterseitigen Stahlkonstruktion (mit hohen Schutzanforderungen während der Ausführung, siehe Kap. 7). Das Entfernen der alten Beschichtung erfolgt im **Freihand-Druckluftstrahlverfahren** mit trockener und ölfreier Druckluft, unter Verwendung eines kantigen, gebrochenen mineralischen Strahlmittels. Aus Gründen der Strahlschuttverminderung ist ein Mehrwegstrahlmittel vorzusehen.

Der Reinheitsgrad aller fertig gestrahlten Stahlflächen muss mindestens **Sa 2 ½**, gemäss SN EN ISO 8501-1 betragen. Oberflächenvergrößerung im Durchschnitt min. 16 %, Rautiefe 50 – 100 µm.

Messen der Chloridbelastung. Wenn diese zu hoch ist, muss der Stahl gewaschen werden, bevor der Korrosionsschutz aufgetragen wird.

b) Aufbringen eines neuen Korrosionsschutzanstrichs über die ganzen Stahloberflächen

Der Korrosionsschutz wird nach den „Ausführungs- und Qualitätsvorschriften (AQV) für Korrosionsschutz von Stahlbrücken“, SBB, 1.4.2011 ausgeführt.

Korrosivitätskategorie C4
Schutzdauer >40 Jahre

Korrosionsschutzsystem:

	Beschichtungsmittel	Soll-Schichtdicke µm	Farbton	Applikation
Grundbeschichtung (GB)	Lösungsmittelarme Zinkphosphat-Grundbeschichtung (2-K-Epoxidharz-Zinkphosphatfarbe)	80	rotbraun	Streichen /Rollen
Zwischenbeschichtung (ZB)	Zwei lösemittelarme Zwischenbeschichtungen auf Basis mit 2-K-Epoxidharz-Eisenglimmer	80 80	DB 702, grau, DB 701, grau	Streichen /Rollen
Deckbeschichtung (DB)	Eine vollständige, lösemittelarme Deckbeschichtung auf Basis mit 2-K-Polyurethan-Eisenglimmer	80	DB 703	Streichen /Rollen
		Total 320		

c) Ersatz der Dichtprofile bei den Fahrbahnübergängen

Mit der Sanierung 2007 wurde auf der zugänglichen Oberseite der Fahrbahnübergänge der Korrosionsschutz erneuert. Damals erfolgte ein Ersatz der Dichtprofile bei den Übergängen Nr. 1 (einfach), 13 (doppelt) und 14 (einfach). Es müssen nun noch die Dichtprofile bei 7 einfachen Fahrbahnübergängen und 6 doppelten Fahrbahnübergängen ausgetauscht werden. (siehe Plan 1255-0102)

Arbeitsschritte Fahrbahnübergänge: (unter temporärer Sperrung des Verkehrs)

- Demontage der Abdeckbleche auf den Randborden bei den Fahrbahnübergängen
- Ausbau der Dichtprofile
- Reinigung der Fahrbahnübergänge mit HDW
- Einbau der neuen Dichtprofile (lagernd bei der Etzelwerk AG)
- Wiedermontage der Abdeckbleche auf den Randborden



Doppelter Fahrbahnübergang,
Zustand 2015



Einfacher Fahrbahnübergang,
Zustand 2015

d) Betoninstandsetzungen an der Fahrbahnplattenuntersicht, an der Aussenfläche der Randborde und an den Widerlagern.

Der Zustand der Betonqualität an der Brückenuntersicht konnte bisher erst an 4 Feldern mittels Potentialfeldmessungen erhoben werden. Die übrigen Felder werden erst im Rahmen der Sanierung, wenn die Brückenuntersicht eingerüstet ist, untersucht. Erst dann kann definitiv entschieden werden, welche Betoninstandsetzungsmassnahmen ausgeführt werden.

An den Randbord-Aussenflächen und der Fahrbahnplattenuntersicht müssen die Schadstellen mit Korrosionsrisiko wie folgt instandgesetzt werden:

- Beton mittels HDW bis auf die Bewehrung abtragen, bzw. wo nötig bis hinter die Bewehrung abtragen, d.h. Bewehrung freilegen ca. 20mm unter die Bewehrungsstäbe
- Abklopfen von Hand und entfernen der noch losen Teile
- Reinigung der Bewehrung durch Sandstrahlen oder Bürsten bis Reinheitsgrad Sa 2 ½,
- Evtl. Anstreichen der Bewehrung mit zementgebundenem Material, Bewehrungskorrosionsschutz
- Säubern der Betonoberfläche
- Vorwässern bis zur Kapillarsättigung
- Reprofilierung mehrschichtig mit Spritzmörtel, damit die Bewehrung mindestens eine Überdeckung von 30-40 mm aufweist (Materialqualität gemäss Angaben in Projektbasis)
- Abschleifen der Überzähne auf der Randbordaussenseite
- Oberflächenbeschichtung der gesamten Randbordaussenseite und Brückenuntersicht bis an Hauptträger mit Verfahren 1.3 (nach SIA 269/2)

Zur Sanierung der Randborde werden die Geländer/Leitplanken lokal entfernt werden müssen. Mobile Absturzsicherungen (z.B. New-Jersey-Elemente) müssen zur Sicherheit des rollenden Verkehrs erstellt werden.



Die Widerlager werden gereinigt, lokale Schadstellen geflickt und abschliessend wird eine Oberflächenbeschichtung der gesamten Widerlagerflächen mit Verfahren 1.3 (nach SIA 269/2) aufgetragen.

e) Lokale Verstärkungen am Stahlbau, wo Korrosion zu starken Stärkeverlusten geführt hat (Knotenbleche, Ersatz von Nieten etc.).**f) Verlängern der Entwässerungsröhre** (Speier) bis Unterkant Stahlhauptträger.

Die Abbildung zeigt eine bereits ausgeführte Speierverlängerung beim Widerlager Birchli.



6.4 Arbeitsgerüste

Siehe Plan 1255-101

Das Arbeitsgerüst und die Einhausung (siehe Kap 7.2) müssen so erstellt werden, dass die Brücke während der gesamten Sanierung, wenn auch mit gewissen Einschränkungen, befahrbar bleibt.

Der Gerüstboden muss so breit erstellt werden, dass beidseits nach dem Erstellen der Fassadengerüste ein freier Durchgang von 1.0 m Breite für die Montage der Einhausung aber auch für das Verlegen der notwendigen Installationen (Strom, Wasser, Luftzufuhr) vorhanden ist.

Das Arbeitsgerüst dient einerseits den Betoninstandsetzungsarbeiten an Brückenuntersicht und den Randborden, und andererseits den nachfolgenden Korrosionsschutzarbeiten. Die Brückenpfeiler (38 Pendeljoche und 6 Standjoche) sind bis hinab auf die Wasseroberfläche ebenfalls dicht einzuhausen. Die Einhausung der Pfeiler kann nur bis ca. 1.0m über dem jeweiligen Wasserspiegel erfolgen (Schwankungsreserven Seespiegel).

Die Brücke wird nicht über die gesamte Länge gleichzeitig eingerüstet sein. Der vom Unternehmer gewählte Arbeitsvorgang wird die nötige Gerüstlänge definieren. Dieses wird dann taktweise umgestellt.

Kennzahlen zu Gerüst:

Brückenlänge: 1'115 m
Brückenbreite: ca. 5.40 m
Gerüstbodenbreite: ca. 8.00 m
Gesamtfläche Gerüstboden: 8'920 m²
Kontrollgang: beidseitig

Pfeiler:

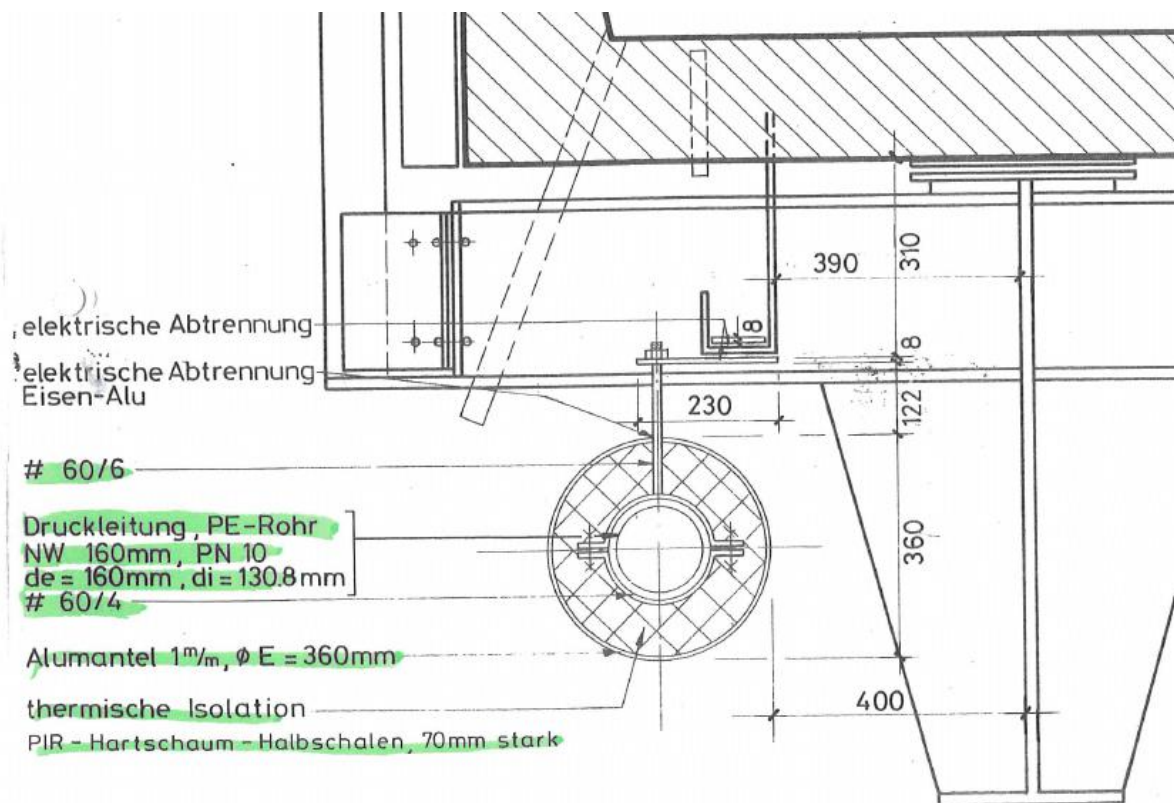
Standjoche 6 Stk.
Pendeljoche 38 Stk.

6.5 Neubau Abwasser-Transportleitung

Der Bezirk Einsiedeln als Eigentümer der Abwasser-Transportleitung wird diese Leitung im Zuge der Brückensanierung ebenfalls neu erstellen. Die neue Leitung soll analog der bestehenden Leitung ausgeführt werden.

Zur Ausführung der Instandsetzungsarbeiten an der Brückenunterseite muss die Abwasserleitung unter der Brücke ausser Betrieb genommen werden. Deshalb ist vorgängig der Bauarbeiten als erstes ein Provisorium der Abwasserleitung auf der Brücke entlang des Randbordes zu erstellen.

Im Zuge der Bauarbeiten wird dann im jeweils eingerüsteten Bereich die alte Abwasserleitung entsorgt und durch ein neues Leitungsstück ersetzt. Am Schluss kann die neue Leitung an der Brückenunterseite wieder in Betrieb genommen werden und das Provisorium wird zurückgebaut.



Planausschnitt der bestehenden Abwasser-Druckleitung

7 UMWELTSCHUTZMASSNAHMEN

7.1 Abtrag Korrosionsschutz

Für eine Instandsetzung des Korrosionsschutzes müssen bei einem PCB-Gehalt von mehr als 100 mg/kg (vorhanden sind 3'900 mg/kg) immer die technisch und betrieblich maximal möglichen Schutzmassnahmen zur Emissionsminderung durchgeführt werden. Dies bedeutet, dass unter den technisch möglichen Abtragsverfahren immer dasjenige mit dem geringsten Emissionspotenzial ausgewählt, und mit einer Einhausung der Klasse 1 kombiniert wird.

Für das vorliegende Bauvorhaben wird gewählt:

Freihand-Druckluftstrahlverfahren mit trockener und ölfreier Druckluft

7.2 Anforderung an die Einhausung

Beim vorhandenen PCB-Gehalt ist immer die Einhausungsklasse 1 gefordert. Die nachfolgende Tabelle zeigt die Anforderungen für diese Klasse 1 in der Übersicht. Die Details zu den Punkten A – J sind im Anhang beigelegt.

Tabelle 4 Anforderungskatalog für die Einhausungsklassen 1, 2 und 3

Verfahren mit Strahlmitteln (trocken und feucht)			
	Klasse 1	Klasse 2	Klasse 3
A Einhausungskonstrukt	A1/A2	A1/A2	A1/A2
B Einhausungsmaterial/Dichtigkeit	B1	B1	B2
C Tragkonstruktion	C1	C2	C3
D Nahtstellen	D1	D1	D2
E Zugänge	E1	E2	E3
F Konstruktion der Luftzufuhrstellen	F1	F1	F2
G Zuluftstrom	G1/G2	G1/G2	G2
H Unterdruckkontrolle	H1/H2	H2	H2
I Luftströmung Einhausung	I1	I2	I2
J Staubabscheidung	J1	J2	J2

7.3 Überwachungskonzept, Kontrolle, Messungen

Grundlage für die Überwachung und Kontrolle der Arbeiten bildet der Kontrollplan. Darin sind auch die Zuständigkeiten geregelt.

Die Immissionsüberwachung, d.h. die Überwachung der Gesamtstaub-, Blei- und PCB-Immission mittels Bergerhoff-Gefässe erfolgt im Auftrag der Etzelwerk AG durch eine externe Spezialfirma.

8 VERKEHR IN DER BAUPHASE

Aufgrund der zur Ausführung gelangenden Instandsetzungsarbeiten gemäss Kapitel 6 ergibt sich folgende notwendige Verkehrsführung während der Bauphase.

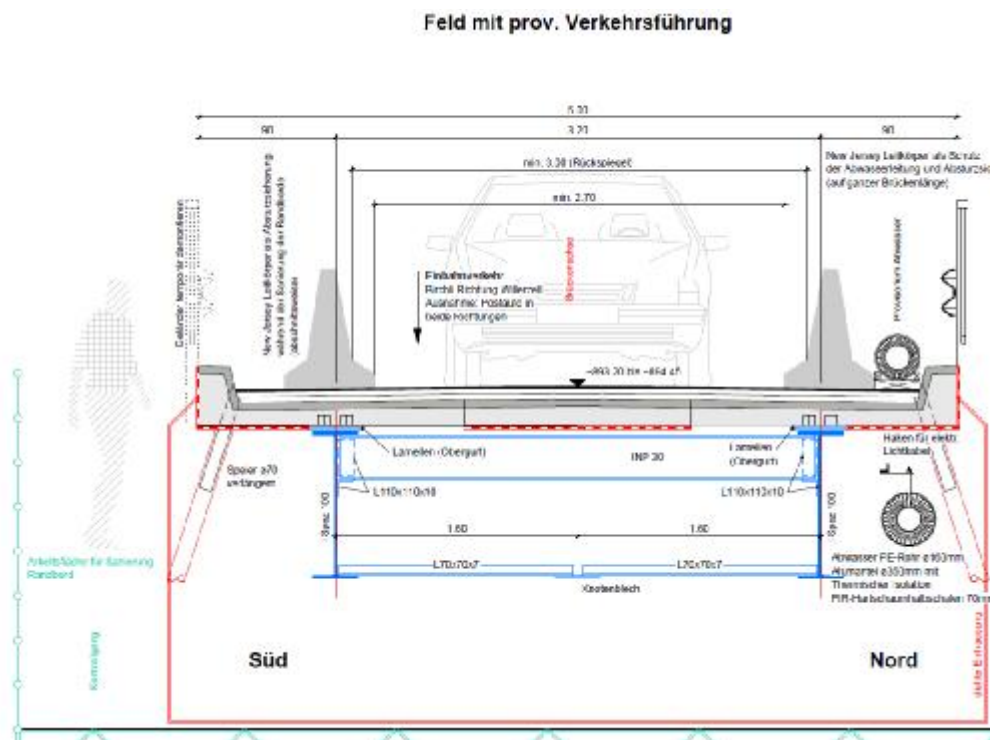
Der Verkehr auf der Brücke ist während der Bauzeit grundsätzlich immer aufrecht zu erhalten.

Postautokurse verkehren täglich zwischen Willerzell und Einsiedeln in beiden Richtungen und können nicht umgeleitet werden.

Die Mindestbreite, die einspurig offengehalten werden muss, beträgt **3.00 m** (Breite Postauto = 2.50 m, ohne Rückspiegel).

Aufgrund der Baumassnahmen wird die Brücke nur einspurig befahrbar sein. Ob die Brücke im Einbahnregime (Ausnahme Postauto im Gegenverkehr, geregelt mittels LSA) oder im Gegenverkehr-Regime, mit LSA, befahren wird, ist zurzeit noch in Abklärung.

Zeitlich begrenzte Teil- oder Vollsperrungen sind während der Sanierung der Fahrbahnübergänge sicher nötig und machbar. Totalsperren der Brücke nachts sind aufgrund der Postautokurse möglich im Zeitfenster von 22.00 Uhr – 05.30 Uhr.



9 BAUABLAUF UND BAUZEIT

9.1 Bauablauf

Die Instandsetzung der Brücke wird als Linienbaustelle von einer Seite zur andern vor sich gehen.

Der generelle Bauablauf wird wie folgt aussehen:

- Installationen
- Umlegung Abwasserleitung auf ganze Brückenlänge, Lage: am nördlichen Randbord auf Fahrbahn.
- Gerüstbau in Etappen (Etappenlänge nach Arbeitskonzept des Unternehmers)
- Instandsetzung Beton (Brückenuntersicht und Randborde), teilweise überschneidend mit Korrosionsschutzarbeiten an Kontaktstellen Beton-Stahl.
- nachlaufend: Instandsetzung Korrosionsschutz
- Parallel dazu werden im jeweils eingerüsteten Bereich die Fahrbahnübergänge saniert.
- Abschnittsweiser Neubau der Abwasserleitung an der Brückenuntersicht
- Taktweises Verschieben der Arbeitsgerüste mit dem Baufortschritt.
- Instandsetzung Beton der Widerlager (kann zeitlich unabhängig von den Brückenarbeiten erfolgen).
- Nach Abschluss aller Arbeiten an der Brückenuntersicht: Inbetriebnahme neue Abwasserleitung
- Rückbau Gerüste und abräumen der Installationen

9.2 Bauzeit

Im Anhang 3 ist ein mögliches Bauprogramm der Bauherrschaft dargestellt. Der Unternehmer wird mit dem Angebot ein Bauprogramm abgeben müssen, das auf seine Gerätschaften und Abläufe abgestimmt ist. Daraus wird sich auch die nötige Länge der Gerüstungen ergeben, damit ein möglichst speditiver Ablauf erreicht werden kann.

Meilensteine:

Baubeginn: 17. August 2015

Voraussichtliches Bauende: Ende August 2017

9.3 Installationsplätze

Siehe Plan 1255-0100

Ausserhalb der beiden Widerlager kann die Bauherrschaft der Unternehmung Installationsflächen zur Verfügung stellen, während der gesamten Bauzeit.

Seite Willerzell: ca. 500 m²

Seite Einsiedeln: ca. 100 m²

Benötigt der Unternehmer zusätzliche Installationsflächen, so muss er diese grundsätzlich selber beschaffen. Als Möglichkeiten kommen auch Plattformen an der Brücke oder schwimmende Flächen auf Pontons in Frage.

10 KOSTENVORANSCHLAG

Der Kostenvoranschlag beruht auf dem Wissensstand März 2015. Die Korrosionsschutzarbeiten konnten relativ genau abgeschätzt werden, da der Korrosionsschutz vollflächig erneuert wird. Hingegen sind bei den Betoninstandsetzungsarbeiten die genauen Ausmasse noch nicht bekannt, da der Zustand des bestehenden Betons nicht flächenhaft über die ganze Brückenuntersicht ermittelt werden konnte. Der genaue Umfang und die entsprechende Ausführungsart der Betonsanierungen werden erst während der Ausführung vorlaufend ermittelt und bestimmt werden können.

Für den Kostenvoranschlag wurde eine Betonsanierung grösseren Umfangs angenommen. Je nach Ergebnis der Messungen betreffend den Zustand des Betons können im NPK Kapitel 131 noch Einsparungen erwartet werden.

Kostenvoranschlag siehe Anhang 4.

11 GRUNDLAGEN

Planerische Grundlagen

1. BUWAL: Umweltschutz bei Korrosionsschutzarbeiten; Planungsgrundlagen, Bern 2004.
2. BUWAL: Praxishilfe PCB-Emissionen beim Korrosionsschutz, Bern 2000.
3. Technische Verordnung über Abfälle, Stand 1.1.2010
4. Ausführungs- und Qualitätsvorschriften (AQV) für Korrosionsschutz von Stahlbrücken, SBB, 1.4.2011
5. BAFU 2009: Luftreinhaltung auf Baustellen. Richtlinien über betriebliche und technische Massnahmen zur Begrenzung der Luftschadstoffemissionen von Baustellen (Baurichtlinie Luft).
6. BAFU 2006: Baulärmrichtlinie. Richtlinie über bauliche und betriebliche Massnahmen zur Begrenzung des Baulärms gemäss Artikel 6 der Lärmschutz-Verordnung vom 15. Dezember 1986.

Projektbezogene Grundlagen

7. Willerzellerviadukt: Ausführungsbericht Ausgeführtes Bauwerk Instandsetzung Fahrbahnplatte und Randbord; Flückiger + Bosshard AG, 26.09.2009
8. Willerzellerviadukt: Bericht „Zustandsuntersuchung und Massnahmenkonzept in Varianten“; Flückiger + Bosshard AG, 5.4.2012
9. Willerzellerviadukt: Bericht „Studie zum Abschluss des VP“ (Zusatzuntersuchung u.a. mit zusätzlichem Fussgängersteg); Flückiger + Bosshard AG, 20.3.2014

Normen

Normen des SIA

- | | |
|-------------------------|--|
| 10. Norm SIA 222 | Gerüste – Leistung und Lieferung |
| 11. Norm SIA 261 | Einwirkungen auf Tragwerke |
| 12. Norm SIA 263. 263/1 | Stahlbau, Stahlbau ergänzende Festlegungen |
| 13. Norm SIA 269/2 | Erhaltung von Tragwerken - Betonbau |
| 14. Norm SIA 430 | Entsorgung von Bauabfällen |
| 15. Norm SIA 431 | Entwässerung von Baustellen |
| 16. Merkblatt SIA 2022 | Oberflächenschutz von Stahlkonstruktionen |

übrige verbindliche Normen und sonstige technische Regelwerke

17. Ausführungs- und Qualitätsvorschriften (AQV) für Korrosionsschutz von Stahlbrücken; SBB, 1.4.2011
18. SN EN ISO 12944 Korrosionsschutz von Stahlbauten durch Beschichtungssysteme, Teile 1-8
19. SN EN ISO 8501-1 Vorbereitung von Stahloberflächen vor dem Auftragen von Beschichtungsstoffen
20. ZTV-KOR-Stahlbauten, zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für den Korrosionsschutz von Stahlbauten
21. TL/TP-KOR-Stahlbauten, Technische Lieferbedingungen und Technische Prüfvorschriften für Beschichtungsstoffe für den Korrosionsschutz von Stahlbauten.

12 VERZEICHNIS ANHÄNGE

- A1 Anforderungen an Einhausung
- A2 Daten Seespiegelschwankung Sihlsee
- A3 Bauprogramm Bauherrschaft
- A4 Kostenvoranschlag