

Bern, 19. März 2015

**Stadt Bern, Präsidialdirektion, Hochbau Stadt Bern (HSB), Schwanengasse 10,
3011 Bern**

Freibad Marzili, Steganlage Bueberseeli

Zustandsuntersuchung und Instandsetzungsbedarf



Übersicht Steganlage

Impressum

Projektleiter: Daniel Fivian, 031 356 80 25, d.fivian@bs-ing.ch
Berichtsverfasser: Beat Dennler

Änderungsverzeichnis

VERSION	DATUM	VERFASSER	BEMERKUNGEN
1.0	19.03.15	B. Dennler	Zustandsuntersuchung / Instandsetzungsbedarf

Inhalt

0. Zusammenfassung	5
0.1. Zustandsbeurteilung Steganlage Bueberseeli	5
0.2. Erforderliche Massnahmen:	5
0.3. Weiteres Vorgehen:	5
1. Allgemeines	6
1.1. Ausgangslage und Auftrag	6
1.2. Grundlagen	6
1.3. Untersuchungskonzept	6
1.3.1. Durchgeführte Arbeiten	6
1.3.2. Definition der Zustandsklassen	7
1.3.3. Definition der Korrosionsgrade	7
2. Zustandsbeschreibung und -beurteilung	8
2.1. Allgemeiner Beschrieb	8
2.1.1. Fotos der Konstruktion	9
2.3. Stegkonstruktion	10
2.3.1. Betonbauteile Steg (Längs- und Querträger, Stützen, Betonplatte)	10
2.3.2. Holzkonstruktion (Gehwegbelag)	11
2.3.3. Geländer	11
2.3.4. Überdachung (Betonjoche, Abschlusswand)	12
2.4. Abschlusswand	13
2.4.1. Spundwand (Larssen-Profile)	13
2.4.2. Betonkonstruktion (Balken / einbetonierte Stahlpfähle)	13
2.5. Bogenbrücke	14
2.6. Stützmauer	15
2.7. Zustandsentwicklung 2009 - 2015	16
2.7.1. Beispiele für die Zunahme der Schadstellen	16
2.8. Schadensursache Beton	17
3. Instandsetzungsbedarf und Dringlichkeit	18
3.1. Stegkonstruktion / Abschlusswand	18
3.1.1. Betonbauteile (Längs- und Querträger, Stützen, Betonbalken Spundwand)	18
3.1.2. Spundwand	18
3.1.3. Holzkonstruktion und Geländer	18
3.1.4. Schlammablagerungen im Bueberseeli	19
3.2. Bogenbrücke	19

3.3. Stützmauer	19
3.4. Übersichtstabelle Instandsetzungsbedarf und Dringlichkeit	20
4. Notwendige Massnahmen	21
4.1. Sofortmassnahmen	21
4.1.1. Stegkonstruktion / Abschlusswand	21
4.1.2. Bueberseeli	21
4.2. Überbrückungsmassnahmen (nicht empfohlen)	22
4.2.1. Stegkonstruktion	22
4.2.2. Abschlusswand (Spundwand)	22
4.3. Grobkonzept der Gesamtinstandsetzung	23
4.3.1. Allgemein	23
4.3.2. Stegkonstruktion:	23
4.3.3. Abschlusswand (Spundwand)	23
4.3.4. Bogenbrücke	23
4.3.5. Stützmauer	24
5. Weitere mögliche Szenarien	24
6. Weiteres Vorgehen	25

Anhänge

- Anhang A: Fotodokumentation
Anhang B: Deformationsmessungen Bogenbrücke
Anhang C: Untersuchungskonzept

0. Zusammenfassung

0.1. Zustandsbeurteilung Steganlage Bueberseeli

Aufgrund der visuellen Zustandsuntersuchung und der Resultate der materialtechnischen Untersuchungen befindet sich die Stegkonstruktion insgesamt in einem schlechten Zustand (ZK 4). **Mehrere Bauteile (Holzbretter, Geländer und Betonkonstruktion) sind teilweise in einem alarmierend schlechten Zustand, Zustandsklasse 5.** Hier besteht eine grosse Gefahr, dass Passanten durch schadhafte Holzbretter oder die nachgebende Betonkonstruktion durchbrechen und abstürzen. Eine weitere Gefahr stellen die mächtigen Schlammablagerungen (> 80 cm) dar. Diese haben einen treibsandartigen Charakter und in Not geratene Personen können sich nicht selbst befreien. **Deshalb wurden als Sofortmassnahme die Steganlage sowie der Zugang zum Bueberseeli vorübergehend gesperrt.**

Vor einer Freigabe für den Publikumsverkehr müssen provisorische Überbrückungsmassnahmen umgesetzt oder die Konstruktion einer Gesamtinstandsetzung unterzogen werden

Die Zustandsuntersuchung zeigte dass die Tragkonstruktion grosse Schäden an den Holzbrettern (Gehwegbelag), der Betonkonstruktion und der Geländer aufweist. Bei ca. 40-50 % der Holzbretter ist eine starke Fäulnis mit Querschnittsverlust festzustellen. Die Geländer weisen teilweise eine starke Korrosion auf und sind an mehreren Stellen bereits durchgerostet. Die Betonkonstruktion weist viele, teilweise grossflächige Betonabplatzungen mit stark korrodierter Bewehrung (Korrosionsgrad 4 mit bis 30% Querschnittsverlust) infolge der ungenügenden Bewehrungsüberdeckungen und der weit fortgeschrittenen Karbonatisierungstiefen, auf. Dies bestätigen auch die Sondierungen auf die Bewehrung. Bei optischen intakten Oberflächen ist bereits eine starke Korrosion (Korrosionsgrad 4 mit ca. 10% Querschnittsverlust) festzustellen.

Die Spundwand zeigte, insbesondere im Bereich der Wasserwechselzone, eine starke Korrosion mit Materialabtrag bis 1.0 – 1.5 mm pro Seite auf.

Wenn die Korrosion ungehindert weitergeht, muss erfahrungsgemäss mit einer raschen (exponentiellen) Zunahme der Schadstellen in den nächsten Jahren gerechnet werden. Zudem ist bei einer weiteren Zunahme der Schadstellen die Tragsicherheit der gesamten Konstruktion gefährdet.

Zur Vermeidung einer raschen Zunahme der Schäden und der damit verbundenen Instandsetzungskosten sind **die Instandsetzungsmassnahmen kurzfristig** auszuführen.

0.2. Erforderliche Massnahmen:

Überbrückungsmassnahmen für die Sicherstellung des Betriebes bis Ende 2015 wären sehr kostenintensiv und zeitkritisch (nicht fertig vor Eröffnung Freibad am 1. Mai 2015) und sind daher nicht zu empfehlen d.h. durchführen einer Gesamtsanierung der Steganlage.

Im Vordergrund für eine umfassende Instandsetzung steht die Erhaltung der Tragkonstruktion. Hierbei sind umfangreiche, teils grossflächige Instandsetzungsmassnahmen, allenfalls Ersatz einzelner Längs- und Querträger, erforderlich. Zudem müssen die Betonoberflächen mit einer Oberflächenschutzbeschichtung als Karbonatisierungsbremse und Feuchtigkeitsschutz geschützt werden. Die Holzbretter und die Geländer müssen ersetzt werden. Die Spundwand muss mittels eines kathodischen Korrosionsschutzes vor einem weiteren Substanzverlustes geschützt werden.

Die Schlammablagerungen im Bueberseeli sind zu entfernen.

Zudem sollte der Betrieb des „Bueberseeli's“ auch auf die rechtlichen und normativen Grundlagen aus Sicht „Badewassertechnik“ (Hydraulik, Wasserqualität etc.) überprüft werden.

0.3. Weiteres Vorgehen:

In einem nächsten Schritt sollten die notwendigen Massnahmen in Bezug auf die „Badewassertechnik“ und die Bedürfnisse der Nutzer abgeklärt werden. Ausserdem sollte ein Variantenstudium mit Kostenschätzung durchgeführt werden. Aufgrund dieser Abklärungen kann die Stadt Bern anschliessend einen Grundsatzentscheid fällen, welche Strategie (Instandsetzung, Realersatz oder Rückbau) weiterverfolgt werden soll.

1. Allgemeines

1.1. Ausgangslage und Auftrag

„Hochbau Stadt Bern“ (HSB) beauftragte, im Rahmen der periodischen Überwachung der Steganlage Bueberseeli im Freibad Marzili, die B+S AG mit der periodischen Kontrolle (visuell) der Tragkonstruktion der Steganlage Bueberseeli.

An der Begehung vom 22.01.2015 durch die Herren M. Schulte und B. Dennler (B+S AG) konnten zahlreiche Schadstellen (Betonabplatzungen mit korrodierten Bewehrungen) an der Betonkonstruktion festgestellt werden. Zudem weist die Holzkonstruktion (Gehwegbelag) der Steganlage viele Schadstellen (wie gebrochene, morsche oder stark durchfeuchtete Bretter) auf. Ausserdem waren aufgrund des abgesenkten Wasserspiegels die mächtigen Schlammablagerungen zu erkennen.

Aufgrund des hohen Schadensausmasses wurde an der Begehung vom 26.01.2015 (HH. M. Ryter, HSB / B. Wüthrich, Sportamt / D. Fivian, M. Schulte und B. Dennler, B+S AG) beschlossen den Zugang der Steganlage und des Bueberseeli's für den Publikumsverkehr vorübergehend zu sperren (vgl. Schreiben der B+S AG vom 27. Januar 2015). Daraufhin beauftragte „Hochbau Stadt Bern“ (HSB) die B+S AG für die Steganlage Bueberseeli eine detaillierte Zustandsüberprüfung durchzuführen: Zielsetzung der detaillierten Überprüfung:

- Detaillierte Zustandserfassung mittels visueller Schadensaufnahme und materialtechnischen Untersuchungen zur Beurteilung der Tragsicherheit und der Bausubstanz.
- Aufzeigen des Instandsetzungsbedarfes und der Dringlichkeit d.h. in Bezug auf eine allfällige Freigabe der Steganlage.
- Aufzeigen von möglichen Szenarien (Instandsetzung, Ersatz, Empfehlung für das weitere Vorgehen etc.)

Eine Überprüfung des Betriebes des „Bueberseeli's“ auf die rechtlichen und normativen Grundlagen aus Sicht „Badewassertechnik“ (Hydraulik, Wasserqualität etc.) ist nicht Bestandteil dieser Zustandsuntersuchungen.

1.2. Grundlagen

Für die Bearbeitung standen uns die folgenden Grundlagen zur Verfügung:

- Prüfbericht Nr.6015025.6054 der Geotest AG, Zollikofen vom 13.03.2015 (beauftragt durch B+S)
- Deformationsmessungen Bogenbrücke der B+S AG vom Februar 2015.
- Stellungnahme „Ungenügende Tragsicherheit – Erforderliche Sofortmassnahmen“ der B+S AG, Bern vom 27. Januar 2015
- Inspektionsbericht Marzilbad der TAF Taucharbeiten AG, Lyss von 2014.
- Bericht Bauingenieur „Marzilbad, Zustandsanalyse und Gesamtkonzept“ der B+S AG, Bern von 2009.
- Technischer Bericht „Kontrolle der Larssenprofile“ der Ingenieurgemeinschaft Bächtold AG und H. Bänziger, Bern von 1998.

1.3. Untersuchungskonzept

Vgl. Untersuchungskonzept im Anhang C

1.3.1. Durchgeführte Arbeiten

Im Februar 2015 wurden folgende Arbeiten durchgeführt.

- Visuelle Zustandserfassung der Stegkonstruktion ab Boot am 24. Februar 2015
- 8 Bohrkernentnahmen und 4 Spitzsondagen an der Betonkonstruktion.
- Messen der Bewehrungsüberdeckungen und durchführen von Spitzsondagen auf die Bewehrung.

1.3.2. Definition der Zustandsklassen

Die einzelnen Bauwerksteile werden in folgende Zustandsklassen (ZK) eingeteilt.

Zustandsklasse	Bewertung des Zustandes	Beschrieb
ZK 1	In gutem Zustand	Keine oder geringfügige Schäden
ZK 2	In annehmbarem Zustand	Unbedeutende Schäden
ZK 3	In schadhaftem Zustand	Bedeutende Schäden
ZK 4	In schlechtem Zustand	Grosse Schäden
ZK 5	In alarmierendem Zustand	Sicherheit ist gefährdet, gegebenenfalls Einleitung von Sofortmassnahmen nötig.
ZK 9	Zustand nicht überprüfbar	Nicht einsehbare Bauwerksteile. Beurteilen ob Gefährdung wahrscheinlich oder unwahrscheinlich.

1.3.3. Definition der Korrosionsgrade

Korrosionsgrad	Zustand der Bewehrung
KG 0	Blank
KG 1	Wenige oberflächliche Rostpunkte und -flecken
KG 2	Rostflecken, lokal geringer Materialabtrag
KG 3	Vollständig rostig mit geringem Materialabtrag (max. Rippung abkorrodiert) oder beginnender Lochfrass (Querschnittverminderung $\leq 5\%$).
KG 4	Vollständig rostig mit deutlichen Mulden oder Lochfrass mit deutlichen Querschnittsverminderungen. - Angabe des Querschnittsverlustes in % des ursprünglichen Querschnittes.

2. Zustandsbeschreibung und -beurteilung

2.1. Allgemeiner Beschrieb

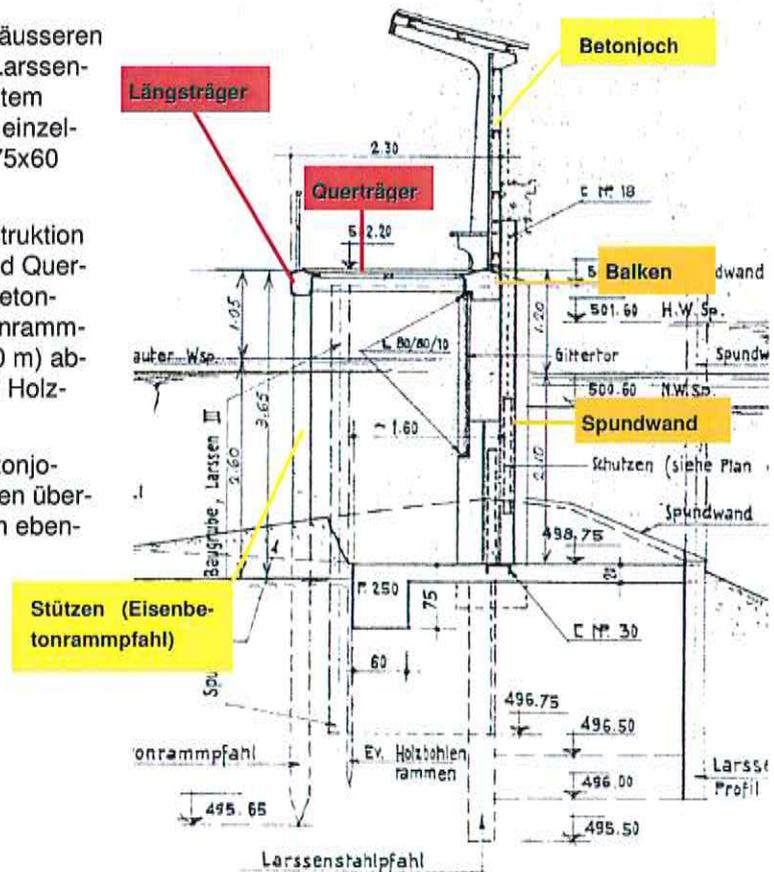
Die Steganlage Bueberseeli umschliesst den ehemaligen Auslauf der kleinen Aare nördlich des Freibades Marzili und wurde ca. 1950 erstellt d.h. die Konstruktion ist ca. 65-jährig. Die Gesamtlänge des Steges beträgt ca. 90 m. Am südlichen Ende wurde eine Rundbogenbrücke (Breite = 3.0 m, Spannweite ca. 17 m) aus Stahlbeton über den Bueber erstellt.

Konstruktion:

Die Steganlage besteht aus einer äusseren Abschlusswand (Spundwand mit Larssen-Profile, L ca. 5.25m) mit aufgesetztem Stahlbetonbalken (40x35 cm) und einzelnen einbetonierten Stahlpfählen (75x60 cm)

Die innenliegende Stahlbetonkonstruktion besteht aus Längs- (25x35 cm) und Querbalken (ca. 20x20 cm). Der Stahlbetonrahmen ist auf Stützen (Eisenbetonrammpfähle ca. 20x20 cm, Abstand 4.50 m) abgestützt. Als Gehwegbelag dienen Holzbretter.

Die Steganlage ist mittels Stahlbetonjochen, Stahlpfetten und Eternitplatten überdacht. Als seitlicher Schutz wurden ebenfalls Eternitplatten montiert.



2.1.1. Fotos der Konstruktion



Foto 402: **Steganlage**

Übersicht Steganlage von unten mit Abschlusswand links (Spundwand mit Betonbalken) und der Stegkonstruktion (Längs- und Querträger, Stützen und Holzbretterbelag).

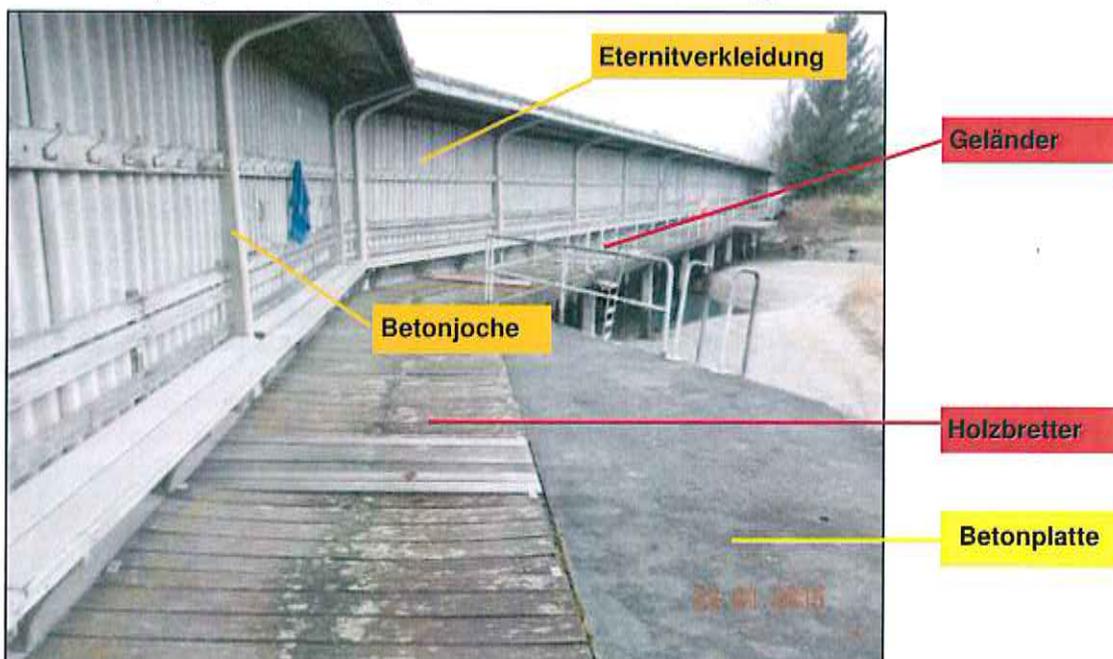


Foto 402: **Steganlage**

Übersicht Steganlage von oben mit Überdachung (Betonjoche, Verkleidung mit Eternit) und Stegkonstruktion (Holzbretterbelag, Geländer und Betonplatte).

2.3. Stegkonstruktion

2.3.1. Betonbauteile Steg (Längs- und Querträger, Stützen, Betonplatte)

Sichtbare Schäden/ Oberfläche:

Die Betonoberflächen sind schalungsglatt und nicht beschichtet.

Längs- und Querträger:

- Sehr viele (ca. 50 Stk) Abplatzungen mit sichtbar korrodierter Bewehrung (Korrosionsgrad 4, Querschnittsverlust teilweise bis 30 %).
- Mehrere Bereiche mit grossflächigen Abplatzungen mit sichtbar korrodierter Bewehrung (Korrosionsgrad 4, Querschnittsverlust bis 30 %). Gesamtlänge ca. 10-15 m.
- Ausbrüche und Abplatzungen im Bereich der Geländerpfosten.
- Oberfläche teilweise stark ausgewaschen, dauerfeucht und mit Algenbewuchs.

Stützen:

- Mehrere Abplatzungen (ca. 15 Stk) mit sichtbar korrodierter Bewehrung (Korrosionsgrad 4).
- Einzelne Kiesnester, insbesondere in der Wasserwechselzone, zu erkennen.

Platte:

- Mehrere Abplatzungen mit sichtbar korrodierter Bewehrung.
- Mehrere Rostflecken (korrodierende Bewehrungen) und Kiesnester an der Untersicht festzustellen.
- Ungenügende Bewehrungsüberdeckungen: Längsträger Stirnseite: $M_w = 11 \text{ mm}$ / Stützen: $M_w = 20 \text{ mm}$
- Die Druckfestigkeit (Mittel = 64.1 N/mm^2), die Rohdichte (Mittel = $2'415 \text{ kg/m}^3$) und die Haftzugfestigkeit (Mittel = 2.13 N/mm^2) sind als gut einzustufen.
- Beton mit Korngrösse 0 -20 mm, weist ein Gefüge mit zahlreichen Poren $d = 6 \text{ mm}$, Schlecht bis mittel verdichtet.
- Die Karbonatisierung (Mittel = 14 mm , max. = 22 mm) ist weit fortgeschritten und hat die Bewehrungsebene erreicht.
- Die Chloridgehalte ($\text{Cl} = 0.06 \text{ Masse-\%}$) bei der Betonplatte sind gering und haben die Bewehrungsebene nicht erreicht
- Sondierungen: Die Bewehrungen zeigen im Bereich von ungenügenden Bewehrungsüberdeckungen bereits starke Korrosionserscheinungen auf (KG 3-4 mit ca. 5 % Querschnittsverlust).

→ Aufgrund der hohen Karbonatisierungstiefe und der zahlreichen Schadstellen ist der Zustand der Betonkonstruktion als **schlecht Zustandsklasse 4** einzustufen.

Mehrere Längs- und Querträger sind in einem alarmierend schlechten Zustand, Zustandsklasse 5 und sind einsturzgefährdet.



Übersicht Tragkonstruktion Steganlage mit Längs- und Querträgern, Stützen und Betonplatte.



Längsträger mit grossflächigen Abplatzungen mit sichtbar korrodierter Bewehrung an der Untersicht.

Ergebnisse der Untersuchungen:

2.3.2. Holzkonstruktion (Gehwegbelag)

Sichtbare Schäden/ Oberfläche:

- Die Holzbretter weisen teilweise eine weit fortgeschrittene Fäulnis (morsch) auf. Zudem sind sie stark durchfeuchtet und teilweise mit Pilzbefall.
- Ca. 40-50% der Bretter weisen eine starke Fäulnis auf. Ca. 20-25 % der Bretter wurden in den letzten Jahren ersetzt.
- In einzelnen Bereichen wurden die Bretter mit Längshölzern zusätzlich verstärkt.
- Bei Nässe besteht eine hohe Rutschgefahr auf der glatten Oberfläche.

→ Aufgrund der vielen Schadstellen **ist der Zustand der Holzkonstruktion als alarmierend schlecht, Zustandsklasse 5** einzustufen.



Untersicht Holzkonstruktion mit starker Durchfeuchtung, morschen Bereichen und Pilzbefall



Bereich mit gebrochenen und morschen Brettern. Hier besteht Einsturzgefahr.

2.3.3. Geländer

Sichtbare Schäden/ Oberfläche:

Stahlrohrgeländer, grau gestrichen:

- Die Korrosionsschutzbeschichtung ist teilweise stark abgewittert. Die Stahlrohre weisen teilweise starke Korrosionserscheinungen auf.
- Mehrere Stellen weisen eine komplette Durchrostung auf (Pfosten und Holmen).
- Bei fast allen Pfosten ist eine starke Korrosion im Fussbereich festzustellen.
- Das Geländer entspricht nicht mehr den heutigen Normen (Höhe ca. 93 cm, Art).

→ Aufgrund der vielen Schadstellen **ist der Zustand des Geländers als alarmierend schlecht, Zustandsklasse 5** einzustufen.



Detailansicht Geländer mit starker Korrosion



Geländerpfosten komplett durchgerostet.

2.3.4. Überdachung (Betonjoche, Abschlusswand)

Sichtbare Schäden/ Oberfläche:

Betonjoche (Beton nicht beschichtet):

- Einzelne lokale Abplatzungen mit sichtbar korrodierter Bewehrung zu erkennen.
- Mehrere Stützen mit Abplatzungen mit sichtbar korrodierter Bewehrung im Fussbereich.
- Einzelne Bereiche mit Netzrissen und einzelne Risse zu erkennen.

Abschlusswand / Dach (Stahlpfetten verzinkt mit Abdeckung aus Eternit):

- Die Verzinkung der Stahlkonstruktion ist leicht abgewittert mit vereinzelten Korrosionserscheinungen.
- Die Eternitplatten sind wahrscheinlich asbesthaltig und weisen lokale Schad- und Flickstellen auf.
- Die Verbindungsschrauben weisen teilweise Korrosion auf.

Ergebnisse der Untersuchungen:

Betonjoch:

- Ungenügende Bewehrungsüberdeckungen $M_w = 15 \text{ mm}$.
- Die Druckfestigkeit (Mittel = 61.0 N/mm^2) und die Rohdichte (Mittel = $2'239 \text{ kg/m}^3$) sind als gut einzustufen.
- Beton mit Korngrösse 0-8 mm, Gefüge mit einigen Poren $d = 3 \text{ mm}$, mittel verdichtet.
- Die Karbonatisierung (Mittel = 13 mm , max. = 16 mm) ist fortgeschritten und hat die Bewehrungsebene teilweise erreicht.
- Sondierungen: Die Bewehrungen zeigen im Bereich von ungenügenden Bewehrungsüberdeckungen bereits starke Korrosionserscheinungen auf (KG 4 mit ca. 10 %-Querschnittsverlust)

→ Aufgrund des geringen Schadensausmasses ist der Zustand der Überdachung / Abschlusswand als annehmbar, Zustandsklasse 2 einzustufen. **Die Betonjoche sind aufgrund der hohen Karbonisierungstiefen als schadhaft, Zustandsklasse 3, lokal als schlecht, Zustandsklasse 4 zu bezeichnen.**



Übersichtsfoto Überdachung



Abplatzung mit sichtbar korrodierter Bewehrung im Stützenfussbereich Aussen

2.4. Abschlusswand

2.4.1. Spundwand (Larsen-Profile)

Sichtbare Schäden/ Oberfläche:

Stahlprofile: Typ Larsen III:

Seite Bueberseeli:

- Vollflächige starke Korrosion mit abgelösten Eisenoxidschichten von 2-4 mm Schichtstärke im Unterwasserbereich und in der Wasserwechselzone.
- Oberhalb der Wasserwechselzone sind vollflächige leichte Korrosionserscheinungen zu erkennen.

Seite Aare:

- Oberhalb der Wasserwechselzone sind vollflächige Korrosionserscheinungen zu erkennen.
- In der Wasserwechselzone starke Korrosion mit abgelösten Eisenoxidschichten von 3-4 mm Schichtstärke.
- Der Unterwasserbereich konnte nicht überprüft werden.

→ Aufgrund der fortgeschrittenen Korrosion (Wasserwechselzone) ist der **Zustand als schadhaft, Zustandsklasse 3** einzustufen.



Ansicht Seite Bueberseeli: Starke Korrosion mit abgelösten Eisenoxidschichten im Unterwasserbereich und der Wasserwechselzone



Ansicht Seite Aare: Starke Korrosion mit abgelösten Eisenoxidschichten in der Wasserwechselzone.

2.4.2. Betonkonstruktion (Balken / einbetonierte Stahlpfähle)

Sichtbare Schäden/ Oberfläche:

Die Betonoberflächen sind schalungsglatt und nicht beschichtet.

Stahlbetonbalken:

- Sehr viele (ca.70 Stk) Abplatzungen mit sichtbar korrodierter Bewehrung auf der Innen- und Aussenseite.
- Innenseite: Abplatzungen an der Unterkante infolge der korrodierten Längsbewehrung fast auf die ganze Länge.
- Aussenseite: Abplatzungen an der Unterkante infolge der korrodierten Längsbewehrung auf ca. 30 % der Länge.
- Grössere Abplatzungen mit sichtbar korrodierter Bewehrung an Untersicht im Bereich der Tore.
- Viele vertikale Risse auf die ganze Höhe und Risse an der Oberfläche

Einbetonierte Stahlpfähle:

- Einzelne Abplatzungen mit sichtbar korrodierter Bewehrung.

Ergebnisse der Untersuchungen:

- Ungenügende Bewehrungsüberdeckungen: Balken: $M_w = 17$ mm
- Die Druckfestigkeit (Mittel = 53.5 N/mm^2) und die Rohdichte (Mittel = $2'322 \text{ kg/m}^3$) sind als genügend bis gut einzustufen. Die Haftzugfestigkeit (Mittel = 3.0 N/mm^2) ist als sehr gut einzustufen.
- Beton mit Korngrösse 0-18 mm, Kompaktes Gefüge mit einigen Poren $d= 4$ mm, mittel bis gut verdichtet.

- Die Karbonatisierung (Mittel = 28 mm, max. = 34 mm) ist weit fortgeschritten und hat die Bewehrungsebene erreicht.
- Sondierungen: Die Bewehrungen weisen im Bereich von ungenügenden Bewehrungsüberdeckungen bereits starke Korrosionserscheinungen auf (KG 4 mit ca. 10 %-Querschnittsverlust)

→ Aufgrund der hohen Karbonatisierungstiefe und der zahlreichen Schadstellen **ist der Zustand der Betonkonstruktion als schlecht, Zustandsklasse 4** einzustufen.



Betonbalken mit Abplatzungen an der Unterkante infolge korrodierter Bewehrung fast auf die gesamte Länge.



Aussenseite: Grössere Abplatzung mit sichtbar korrodierter Bewehrung.

2.5. Bogenbrücke

Sichtbare Schäden/ Oberfläche:

Die Betonoberfläche ist roh und weist keine Abdichtung auf.

Bogen Oberfläche:

- Im Scheitel ist ein Längsriss (Länge ca. 3.0 m) zu erkennen.
- Lokale Ausbrüche im Bereich der einbetonierten Geländerpfosten.
- Oberfläche teilweise stark ausgewaschen.

Bogen Untersicht:

- Einzelne lokale Abplatzungen mit sichtbar korrodierter Bewehrung im Randbereich (Feuchtstellen infolge fehlender Abtropfkannte).
- Einzelner Riss mit Kalkaussinterungen bei WL Seite Aare.

Widerlager:

- WL Seite Stadt: Horizontaler Riss bzw. Hohlraum auf die gesamte Breite, Höhe bis 8 cm.
- WL Seite Stadt: Kiesnester und lokaler Hohlstelle im unteren Bereich.

Geländer:

- Die Korrosionsschutzbeschichtung ist teilweise stark abgewittert und die Stahlrohre weisen leichte Korrosionserscheinung auf (Handlauf).
- Das Geländer entspricht nicht mehr den heutigen Normen (Höhe ca. 98 cm, Art).

Deformationsmessungen

Die periodischen Deformationsmessungen (2009-2015) zeigen nur minimale horizontale Verschiebungen < 1.0 mm und liegen innerhalb der Messgenauigkeit.

Die vertikalen Bewegungen (Höhendifferenzen) bis 18.5 mm im Scheitelpunkt sind auf die Längenänderungen des Bogens infolge Temperatureinwirkung zurückzuführen.

Vgl. Tabelle Deformationsmessungen im Anhang.

Ergebnisse der Untersuchungen:

- Ungenügende Bewehrungsüberdeckungen: $M_w = 16$ mm (Oberfläche) und $M_u = 10$ mm (Untersicht).
- Die Druckfestigkeit (Mittel = 70.0 N/mm^2), die Rohdichte (Mittel = $2'411 \text{ kg/m}^3$) und Haftzugfestigkeit (Mittel 4.4 N/mm^2) sind als sehr gut einzustufen.

- Die Chloridgehalte (Cl = 0.19 Masse-%) auf der Oberfläche sind gering und haben die Bewehrungsebene nicht erreicht.
- Die Karbonatisierung (Mittel = 10 mm, max. = 13 mm) ist fortgeschritten und hat die Bewehrungsebene teilweise erreicht.

→ Aufgrund der fortgeschrittenen Karbonatisierung ist der Zustand als **schadhaft, Zustandsklasse 3** einzustufen.



Übersicht Bogenbrücke. Geländer mit leichten Korrosionserscheinungen.



WL Seite Stadt: Horizontaler Riss bzw. Hohlraum auf die Gesamte breite, Höhe bis 8 cm.

2.6. Stützmauer

Sichtbare Schäden/ Oberfläche:

Die bestehende Bruchsteinmauer wurde mittels Holzpfählen fundiert. Als oberer Abschluss wurde ein Betonriegel / -Platte erstellt. Die Stützmauer wurde 1995 saniert und mittels Betonriegel im Fussbereich verstärkt. Betonbauteile.

- Einzelne Abplatzungen mit sichtbar korrodierter Bewehrung.
- Mehrere Risse mit Kalkaussinterungen im Beton oben.
- Oberfläche teilweise stark ausgewaschen und mit Moosbewuchs

Bruchsteinmauer:

- Viele lokale Abplatzungen im Mörtelverputz / Fugenmörtel.
- Viele Ausbrüche und Frostschäden beim Bruchsteinmauerwerk.
- Hinter der Mauer sind teilweise grosse Setzungen festzustellen. Dies könnte auf eine Unterspülung der Foundation hindeuten.
- Im Bereich der Bogenbrücke sind grosse Setzungen zu erkennen (Vgl. Bogenbrücke WL Seite Stadt).

→ Aufgrund der zahlreichen Schadstellen ist der Zustand der Mauer als **schadhaft, Zustandsklasse 3** einzustufen.



Übersicht Stützmauer entlang Bueberseeli



Detail Ansicht: Mauerwerk mit lokalen Ausbrüchen.

2.7. Zustandsentwicklung 2009 - 2015

Seit der letzten Zustandsanalyse (Vgl. Bericht „Marzilibad, Zustandsanalyse und Gesamtkonzept“ der B+S AG vom 30. Januar 2009) ist, insbesondere bei den Holzbrettern, den Längs-, Querträger und Betonbalken Spundwand, eine massive Zunahme der Schadstellen zu erkennen. Dies zeigen auch die materialtechnischen Untersuchungen.

z.B. die Karbonatisierungstiefe bei Längsträger Steg:

2009: Mittel = 14 mm (max. 15 mm).

2015: Mittel = 18 mm (max. 22 mm).

Deutlich zu erkennen ist auch die exponentielle Zunahme der Schadensentwicklung.

2.7.1. Beispiele für die Zunahme der Schadstellen

Die Fotos zeigen die Schadensentwicklung an den gleichen Stellen. Da die Zustandsuntersuchung von 2009 nicht ab Boot gemacht wurde, stehen uns nur wenige Vergleichsfotos zur Verfügung.



Längsträger Steg 2009:



Längsträger Steg 2015:

Die massive Zunahme der Schadstellen und der Korrosion der Bewehrung ist deutlich zu erkennen.



Holzbretter 2009:

Auch 2009 wurden bereits Bretter ersetzt.



Holzbretter 2015:

Auch hier ist die Zunahme des Zerfalls deutlich zu erkennen. Mehrere Bretter mussten in der Zwischenzeit ersetzt werden.



Querträger Steg, Balken Spundwand 2009:



Querträger Steg, Balken Spundwand 2015:
Die massive Zunahme der Schadstellen und der Korrosion der Bewehrung ist deutlich zu erkennen.

2.8. Schadensursache Beton

An den Betonbauteilen bzw. an der Bewehrung im Beton sind vor allem Schäden infolge der Karbonatisierung des Betons festzustellen. Als Karbonatisierung wird eine chemische Reaktion bezeichnet, welche bei jedem Beton infolge von Kohlendioxid und Feuchtigkeit (Transport- und Reaktionsmittel) abläuft. Das alkalische Milieu des Betons (pH-Wert ca. 13) ist der natürliche Korrosionsschutz der Bewehrung. Durch die Karbonatisierung wird der pH-Wert gesenkt und das alkalische Milieu aufgehoben. Bewehrungsseisen können somit durch zusätzlichen Eintrag von Feuchtigkeit korrodieren.

Dies ist deutlich an den Sondierungen auf die Bewehrung zu erkennen. Die ungenügenden Bewehrungsüberdeckungen und die teilweise weit fortgeschrittenen Karbonatisierungstiefen führten bereits zu einer starken Korrosion der Bewehrung (Korrosionsgrad 4 bis 10% Querschnittsverlust) und zu zahlreichen Betonabplatzungen an der Oberfläche.

Als weiterer Schädigungsmechanismus, insbesondere bei den Längs- und Querträgern, ist hier auch die Betonkorrosion infolge der Gerbsäuren (Tannine) des Holzes (Bretterbelag) massgebend. Die organischen Säuren lösen die calciumhaltigen Bestandteile des Zementsteins auf (chemisch lösender Angriff). Der chemisch lösende Angriff erfolgt fortschreitend von der Betonoberfläche nach innen. Dabei werden die Bestandteile des Zementleims und ggf. der Gesteinskörnung durch die eindringenden Stoffe aufgelöst und anschliessend ausgelaugt. Organische Säuren sind zudem auch in Moorwässern (Schlammablagerungen etc.) zu finden.

3. Instandsetzungsbedarf und Dringlichkeit

3.1. Stegkonstruktion / Abschlusswand

3.1.1. Betonbauteile (Längs- und Querträger, Stützen, Betonbalken Spundwand)

Aufgrund der visuellen Zustandsuntersuchung und der materialtechnischen Untersuchungen kommen wir zum Schluss, **dass bei den Betonbauteilen ein dringender Handlungsbedarf für eine sofortige Instandsetzung besteht.**

Die ungenügenden Bewehrungsüberdeckungen und die weit fortgeschrittene Karbonatisierung führten bereits zu zahlreichen Schadstellen (Betonabplatzungen) und teilweise starker Korrosion an der Bewehrung (Korrosionsgrad 4, Querschnittsverlust bis 30 %). Dies zeigen auch die Sondierungen auf die Bewehrungsseisen. Bei optisch intakten Betonoberflächen und im Bereich von ungenügenden Bewehrungsüberdeckungen weisen diese eine starke Korrosion, Korrosionsgrad 4 bis 10 % Querschnittsverlust, auf.

Insgesamt ist der **Zustand der Betonbauteile als schlecht (Zustandsklasse 4)** einzustufen. **Mehrere Längs- und Querträger sind in einem alarmierend schlechten Zustand (Zustandsklasse 5) und sind einsturzgefährdet → Sofortmassnahmen**

Wenn die Korrosion ungehindert weitergeht, muss erfahrungsgemäss mit einer raschen (exponentiellen) Zunahme der Schadstellen in den nächsten Jahren gerechnet werden. Zudem ist bei einer weiteren Zunahme der Schadstellen die Tragsicherheit der gesamten Konstruktion gefährdet.

Zur Vermeidung einer raschen Zunahme der Schäden und der damit verbundenen Instandsetzungskosten sind **die Instandsetzungsmassnahmen kurzfristig** auszuführen. **Hierbei sind umfangreiche, teils grossflächige Betoninstandsetzungsmassnahmen notwendig. Allenfalls müssen einzelne Bauteile ersetzt werden.** Zudem müssen die Betonoberflächen mit einem Oberflächenschutzsystem als Karbonatisierungsbremse und Feuchtigkeitsschutz geschützt werden.

3.1.2. Spundwand

Bei der Spundwand konnten, insbesondere in der Wasserwechselzone und im Unterwasserbereich, starke Korrosionserscheinungen festgestellt werden. Aufgrund der vorgefundenen Schichtstärke der Rotkrusten (3-4 mm) wird der **oberflächige Stahlabtrag (pro Seite) in der Grössenordnung von 1.0 – 1.5 mm betragen d.h. ca. 20 – 30 % des Querschnittes ist nicht mehr vorhanden** (Abmessungen Larssen III: Wandstärken: Steg = 9.2 mm, Rücken = 14.2 mm).

Durch die teilweise weit fortgeschrittene Korrosion der Stahlprofile in der Wasserwechselzone **besteht daher ein dringender Handlungsbedarf für eine rasche Instandsetzung.** Bei einer weiteren Zunahme der Korrosion ist die Tragsicherheit der gesamten Konstruktion gefährdet.

Die Spundwände müssen vor einem weiteren Substanzverlust (Querschnittverminderung) mittels eines kathodischen Korrosionsschutzes (Unterwasserbereich) und einem Oberflächenschutzsystem (Wasserwechselzone) geschützt werden. Zusätzlich könnten lokale Verstärkungsmassnahmen notwendig werden.

3.1.3. Holzkonstruktion und Geländer

Bei ca. 40-50% der Holzbretter (Gehwegbelag) konnte eine starke Fäulnis (morsch) mit Querschnittsverlust festgestellt werden. Zudem sind sie stark durchfeuchtet und weisen Pilzbefall auf. Einzelne Bretter sind bereits gebrochen. Bei Nässe besteht ausserdem eine hohe Rutschgefahr auf der glatten Oberfläche.

Die Geländer weisen teilweise starke Korrosionserscheinungen und die Stahlrohre sind an mehreren Stellen bereist durchgerostet. Zudem entspricht das Geländer nicht mehr den heutigen Anforderungen.

Insgesamt ist der **Zustand der Holzbretter und des Geländers als alarmierend schlecht (Zustandsklasse 5)** zu bezeichnen. **Die Tragsicherheit der Holzbretter und des Geländers ist nicht mehr gewährleistet und es besteht eine hohe Einsturzgefahr und somit eine Gefahr für Leib und Leben → Sofortmassnahmen.**

→ **Die Holzbretter und das Geländer müssen umgehend (vor einer Freigabe für die Öffentlichkeit) ersetzt werden.** Bei den Holzbrettern muss zudem die Rutschgefahr beachtet werden (Beschichtung, Gitterroste?).

3.1.4. Schlammablagerungen im Bueberseeli

Die mächtigen Schlammablagerungen stellen eine grosse Personengefahr dar. Durch den treibsandartigen Charakter können sich in Not geratene Personen nicht selbst befreien.

3.2. Bogenbrücke

Aufgrund der visuellen Zustandsuntersuchung, der materialtechnischen Untersuchungen und des geringen Schadensausmasses kommen wir zum Schluss, **dass bei der Bogenbrücke, mit Ausnahme der Widerlager und Geländer, mittelfristig ein Handlungsbedarf für eine Instandsetzung besteht.** Die Geländer entsprechen nicht mehr den heutigen Anforderungen.

Grundsätzlich ist in allen Bereichen die Karbonatisierung bereits weit fortgeschritten und hat die Bewehrungsebene teilweise erreicht. Wenn die Korrosion der Bewehrung ungehindert weitergeht, muss erfahrungsgemäss mit einer Zunahme der Schadstellen gerechnet werden.

Zur Vermeidung einer Zunahme der Schäden und der damit verbundenen Instandsetzungskosten sollte **eine Instandsetzung mittelfristig durchgeführt werden.** Hierbei sollte die lokalen Schadstellen instandgesetzt und die Betonoberfläche mit einem Oberflächenschutzsystem als Karbonatisierungsbremse und Feuchtigkeitsschutz geschützt werden. **Kurzfristig muss das Geländer ersetzt und die lokalen Schadstellen instandgesetzt werden.**

3.3. Stützmauer

Bei der Stützmauer sind viele lokale Abplatzungen im Mörtelverputz / Fugenmörtel und Ausbrüche beim Natursteinmauerwerk zu erkennen. Zudem sind teilweise grosse Setzungen hinter der Stützmauer festzustellen. Dies könnte auf eine Unterspülung der Foundation hindeuten.

Die Stützmauer wurde 1995 saniert und die Foundation mittels zusätzlicher Betonverstrebung verstärkt. Aufgrund der Unterlagen ist unklar, inwieweit Massnahmen in Bezug auf die Setzungen ausgeführt wurden d.h. es ist nicht ersichtlich ob die Setzungen in der Zwischenzeit entstanden sind! Wir empfehlen Ihnen daher die Überwachung der Setzungen / Verschiebungen mittels Deformationsmessungen.

Insgesamt ist der **Zustand der Stützmauer als schadhaft, Zustandsklasse 3** zu bezeichnen. Zur Vermeidung einer Zunahme der Schäden und der damit verbundenen Instandsetzungskosten sollte **eine Instandsetzung mittelfristig durchgeführt werden.** Hierbei sollten die lokalen Ausbrüche und der Mörtelverputz / Lagermörtelfugen instandgesetzt werden.

3.4. Übersichtstabelle Instandsetzungsbedarf und Dringlichkeit

In der nachfolgenden Tabelle ist der erforderliche Instandsetzungsbedarf der einzelnen Bauteile, bezogen auf den spätesten Zeitpunkt der Ausführung, aufgeführt. Im Zuge einer Sanierung wäre es sinnvoll die mittelfristig notwendigen Massnahmen zusammen mit den kurzfristigen Massnahmen auszuführen.

Bauteil	Sofortmassnahmen Überbrückungsmassnahmen	Kurzfristige Massnahmen (innerhalb 1 Jahres)	Mittelfristige Massnahmen (innerhalb 5 - 10 Jahre)	
Stegkonstruktion	Betonbauteile	<ul style="list-style-type: none"> → Sperrung des Zugangs zum Steg. - Wiederherstellen der Tragsicherheit einzelner Längs- und Querträger. 	<ul style="list-style-type: none"> - Umfassende Betoninstandsetzung / Allenfalls Ersatz einzelner Längs- oder Querträger. - Applikation Oberflächenschutz als Karbonatisierungsbremse und Feuchtigkeitsschutz. 	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Massnahmen mehr notwendig
	Holzkonstruktion	<ul style="list-style-type: none"> → Sperrung des Zugangs zum Steg - Wiederherstellen der Tragsicherheit der Holzkonstruktion. 	<ul style="list-style-type: none"> - Ersatz der Holzkonstruktion mittels beschichteten Holzbrettern oder Gitterrosten 	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Massnahmen mehr notwendig
Geländer	Geländer	<ul style="list-style-type: none"> → Sperrung des Zugangs zum Steg - Wiederherstellen der Tragsicherheit / Gebrauchstauglichkeit des Geländers 	<ul style="list-style-type: none"> - Ersatz der Geländers 	
	Überdachung	<ul style="list-style-type: none"> - Instandsetzung Schadstellen im Fussbereich der Betonstützen 	<ul style="list-style-type: none"> - Betonbauteile: Instandsetzung der Schadstellen und Applikation einer Oberflächenschutzschichtung als Karbonatisierungsbremse und Feuchtigkeitsschutz. - Stahlbauteile: Applikation einer Korrosionsschutzbeschichtung - Eternitabdeckung: Ersatz der Abdeckungen (Altlastensanierung) bei Seitenwand und Vordach. 	
Abschlusswand	Spundwand	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Sofortmassnahmen notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> - Erstellen eines kathodischen Korrosionsschutzes im Unterwasserbereich. - Korrosionsschutzbeschichtung im Bereich über dem Wasserspiegel - Allenfalls lokale Verstärkungen 	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Massnahmen mehr notwendig
	Betonbauteile	<ul style="list-style-type: none"> - Schutz von stark korrodieren Bewehrungen vor weiterer Korrosion. 	<ul style="list-style-type: none"> - Umfangreiche Betoninstandsetzung. - Applikation Oberflächenschutz als Karbonatisierungsbremse und Feuchtigkeitsschutz. 	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Massnahmen mehr notwendig
Bogenbrücke	Betonbauteil	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Sofortmassnahmen notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> - Instandsetzung der lokalen Schadstellen. - Verfüllung Hohlraum bei WL Seite Stadt 	<ul style="list-style-type: none"> - Applikation Oberflächenschutz als Karbonatisierungsbremse und Feuchtigkeitsschutz.
	Geländer	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Sofortmassnahmen notwendig 		<ul style="list-style-type: none"> - Ersatz des Geländers
Stützmauer	Böden	<ul style="list-style-type: none"> - Keine Sofortmassnahmen notwendig 	<ul style="list-style-type: none"> - Überwachung der Setzung / Verschiebungen mittels Messpunkte 	<ul style="list-style-type: none"> - Instandsetzung lokaler Ausbrüche, Mörtelverputz / Fugenmörtel.

4. Notwendige Massnahmen

4.1. Sofortmassnahmen

4.1.1. Stegkonstruktion / Abschlusswand

Aufgrund des vorgefunden Schadensbildes und der Resultate der materialtechnischen Untersuchungen beurteilen wir die Tragsicherheit der Stegkonstruktion als ungenügend. Es besteht eine grosse Gefahr, dass Passanten durch schadhafte Holzbretter, dem schadhaften Geländer oder die nachgebenden Betonunterkonstruktion durchbrechen und abstürzen. **Deshalb muss der Zugang der Steganlage abgesperrt werden** (ausgeführt im Februar 2015).

→ Vor einer Freigabe für die Öffentlichkeit muss die Konstruktion einer Gesamtinstandsetzung unterzogen werden.

4.1.2. Bueberseeli

Eine weitere Gefahr stellen die mächtigen Schlammablagerungen (> 80 cm) dar. Diese haben einen treibsandartigen Charakter und in Not geratene Personen können sich nicht selbst befreien. Als weitere Verletzungsgefahr sehen wir die teilweise bedenklichen Zustände der Ausstiegsleitern. Deshalb muss auch der Zugang zum Bueberseeli abgesperrt werden (Ausgeführt Februar 2015).

→ Vor einer Inbetriebnahme muss der Schlamm entfernt und defekte Betriebseinrichtungen müssen ersetzt werden.

Zudem sollte der Betrieb des „Bueberseeli's“ auch auf die rechtlichen und normativen Grundlagen aus Sicht „Badewassertechnik“ (Hydraulik, Wasserqualität etc.) überprüft werden.



Grosse Schlammablagerungen im Bueberseeli



Ausstiegsleiter: Holz in marodem Zustand.

4.2. Überbrückungsmassnahmen (nicht empfohlen)

Aufgrund der zahlreichen, teils grossflächigen Schäden ist eine umfangreiche Instandsetzung der Stegkonstruktion Bueberseeli notwendig. Eine Umsetzung der Gesamtinstandsetzung ist im Hinblick auf die bevorstehende Badesaison 2015 nicht mehr realistisch. Eine Durchführung von sogenannten Überbrückungsmassnahmen für eine Sicherstellung des Betriebes bis Ende 2015 wäre sehr kostenintensiv und zeitkritisch. Eine Gesamtinstandsetzung der Stegkonstruktion innerhalb eines Jahres ist unumgänglich.

Bei allfälligen Überbrückungsmassnahmen sind nachfolgend aufgeführte Punkte zu berücksichtigen:

- Für die Umsetzung der Überbrückungsmassnahmen rechnen wir mit einer Bauzeit von ca. 2 Monaten d.h. diese wären auf die Eröffnung vom 1. Mai 2015 nicht abgeschlossen.
- Für die Überbrückungsmassnahmen ist mit hohen Kosten von 150'000 – 250'000 CHF (grob geschätzt) zu rechnen.
- Die Massnahmen sind grösstenteils provisorisch und nicht nachhaltig.
- Für einen Betrieb des Seeli's (Schwimmbetrieb) sind weitere umfangreiche Massnahmen in Bezug auf die „Badewassertechnik“ sowie der Schlammbehandlung notwendig. Diese Kosten sind in den obengenannten Kosten nicht enthalten.
 - Ohne eine Umsetzung dieser Massnahmen ist ein Schwimmbetrieb im Seeli verboten d.h. die Umsetzung dieses Verbotes muss mit zusätzlichen Abschränkungen sichergestellt werden.

→ Eine Umsetzung der Überbrückungsmassnahmen ist daher nicht zu empfehlen.

4.2.1. Stegkonstruktion

Betonbauteile:

- Wiederherstellen der Tragsicherheit mehrerer Längs- und Querträger (Ausführung ab Boot).
 - Umfangreiche Instandsetzungen bei den grössten Schadstellen oder
 - Erstellen einer provisorischen Abstützung mittels Stahlträgern.
- Instandsetzung der Schadstellen im Fussbereich der Stützen (Betonjoche)

Holzkonstruktion:

- Wiederherstellen der Tragsicherheit der Holzkonstruktion
 - z.B. Überbrücken der Holzbretter mittels aufgeschraubten Gerüstbrettern (Auflager auf Beton) mit rutschfester Beschichtung oder Ersatz.

Geländer:

- Wiederherstellen der Tragsicherheit / Gebrauchstauglichkeit des Geländers
 - Ersetzen von stark korrodierten und durchgerosteten Bereichen.
 - Wiederherstellen des Korrosionsschutzes in diesen Bereichen.
 - Provisorische Erhöhung des Geländers mittels aufsetzen eines Handlaufes
 - Montage eines Maschendrahtgitters auf der Aussenseite.

4.2.2. Abschlusswand (Spundwand)

Betonbauteile:

- Schutz von stark korrodierten Bewehrungen vor weiterer Korrosion (Ausführung ab Boot).
 - Umfangreiche Instandsetzung der grössten Schadstellen.

4.3. Grobkonzept der Gesamtinstandsetzung

Aufgrund der visuellen Zustandserfassung und der materialtechnischen Untersuchungen ist eine umfangreiche, teils grossflächige Gesamtinstandsetzung der Steganlage Bueberseeli erforderlich. Allenfalls müssen einzelne Bauteile ersetzt werden. Massnahmen in Bezug auf die „Badewassertechnik“ (Wasserqualität, gesetzliche Auflagen, betriebliche Sicherheit etc.) sind im vorliegenden Grobkonzept nicht enthalten.

Ziel der Instandsetzung ist eine interventionsfreie Nutzungsdauer von 15 – 20 Jahre.

4.3.1. Allgemein

- Erstellen der Installationsplätze und notwendige Zugänge.
- Erstellen eines Baugrubenabschlusses mittels Spundwänden Aare seitig und Trockenlegung des Bueberseeli's.
- Aufwendiges Entfernen der Schlammablagerungen im Seeli mittels ausbaggern oder absaugen:
 - Hierzu sind die entsprechenden Bewilligungen vom Amt für Wasser und Abfall (AWA) und Fischereiinspektorat einzuholen.
 - Erstellen der notwendigen Installationen / Zufahrtswege etc.
 - Umsetzen der Auflagen AWA / Fischereiinspektorat.
 - Abtransport und Aufbereitung des Schlammmaterials in einer entsprechend ausgerüsteten Inertstoffdeponie (ev. ARA)
- Montage der notwendigen Arbeitsgerüste.

4.3.2. Stegkonstruktion:

- Abbruch und Entsorgung der Holzbretter, Geländer und Eternitplatten.
- Umfangreiche Betoninstandsetzungsarbeiten / Allenfalls Ersatz einzelner Längs- oder Querträger.
- Applikation einer Oberflächenschutzbeschichtung als Feuchtigkeitsschutz und Karbonatisierungsbremse bei den Betonbauteilen.
- Montage eines neuen Geländer z.B. Staketengeländer mit aufgeschraubten Pfosten.
- Montage des neuen Gehwegbelages (beschichtete Holzbretter, Gitterroste oder GFK-Planken).
 - Bei der Materialwahl sind die Rutsicherheit, der Unterhalt etc. zu berücksichtigen
- Instandsetzung der Korrosionsschutzbeschichtung bei den Metallbauteilen.
- Montage einer neuen Verkleidung (Fasermasse / Holz) bei der Seitenwand / Vordach.

Als weitere sinnvolle Variante für die Instandsetzung der Betonbauteile wäre der Einsatz eines kathodischen Korrosionsschutzes mittels Stabanoden zu prüfen.

4.3.3. Abschlusswand (Spundwand)

Betonbauteile:

- Umfangreiche Betoninstandsetzungsarbeiten
- Applikation einer Oberflächenschutzbeschichtung als Feuchtigkeitsschutz und Karbonatisierungsbremse bei den Betonbauteilen.

Spundwand:

- Korrosionsschutz Spundwand.
 - Montage eines kathodischen Korrosionsschutzes im Unterwasserbereich
 - Applikation einer Korrosionsschutzbeschichtung im Bereich über dem Niederwasserspiegel.
- Falls notwendig: Erstellen eines Kolksschutzes im Fussbereich der Spundwand
- Ersatz der Gittertore inkl. der mechanischen Einrichtungen.

4.3.4. Bogenbrücke

- Abbruch und Entsorgung der Geländer.

- Lokale Betoninstandsetzung.
- Verfüllung Hohlraum bei Widerlager
- Oberfläche: Oberflächenschutzbeschichtung OS 11b
 - Vollflächige Untergrundvorbereitung zur Entfernung von Verschmutzungen mittels Kugelstrahlen
 - Applikation Oberflächenschutzbeschichtung OS 11b (Beschichtung mit erhöhter dynamischer Rissüberbrückung für begehbare und befahrbare Flächen).
- Untersicht: Applikation eines Oberflächenschutzsystems als Feuchtigkeitsschutz und Karbonatisierungsbremse bei den Betonbauteilen.
- Montage eines neuen Geländers z.B. Staketengeländer mit aufgeschraubten Pfosten.

4.3.5. Stützmauer

- Überwachung der Setzungen / Verschiebung mittels Messpunkten / Vermessungsaufnahmen.
- Instandsetzung lokaler Ausbrüche und des Mörtelverputzes / Fugenmörtel.

5. Weitere mögliche Szenarien

Im folgenden Kapitel werden weitere mögliche Szenarien kurz angedacht.

Variante Ersatzkonstruktion:

Geht man von einer gesamten Nutzungsdauer eines Bauwerkes von 80 – 100 Jahren aus, hat die Stegkonstruktion ca. 2/3 ihrer Nutzungsdauer bereits erreicht.

Aufgrund des sehr grossen Instandsetzungsbedarfes und der damit verbundenen Instandsetzungskosten für eine Restnutzungsdauer von ca. 30 – 40 Jahre ist ein Ersatz der Stegkonstruktion oder eine Umgestaltung der Bueberanlage zu prüfen.

Variante: Rückbau ohne Ersatz.

Zusätzlich zu den hohen Instandsetzungskosten bzw. Kosten für einen Ersatz müssen die Aufwendungen für den Betrieb des Bueberseeli's in Bezug auf die „Badewassertechnik“ (Hydraulik, Qualität, Schlammablagerungen etc.) berücksichtigt werden. Allenfalls wäre hier eine Schliessung des Buebers d.h. ein Rückbau ohne Ersatz sinnvoller.

Kosten- Nutzen-Analyse:

Damit Fehlinvestitionen vermieden werden können sollte bei allen Varianten eine Kosten-Nutzen-Analyse aufgrund des Betriebskonzeptes des Freibades Marzili und der Bedürfnisse der Nutzer erstellt werden.

Weitere zu berücksichtigende Punkte

- Fehlender Blitzschutz der Stegkonstruktion.
- Zustand der Warmwasseraufbereitung der Duschen (Rohre auf Dach Steganlage) abklären.
- Altlastensanierung: Die Eternitplatten weisen wahrscheinlich Asbest auf.
- Hochwasserschutz: Das Projekt Hochwasserschutz sieht eine neue Holzverkleidung der Spundwand vor. Die zusätzliche Belastung auf die Stegkonstruktion muss geprüft werden.

6. Weiteres Vorgehen

Vorstehende Ausführungen zeigen, insbesondere bei den Holzbrettern, der Betonkonstruktion Steganlage und der Geländer, den **sehr dringenden Instandsetzungsbedarf** und die daraus resultierenden möglichen Varianten auf. Als nächstes empfehlen wir folgendes Vorgehen.

- Falls die Steganlage trotz der oben aufgeführten Erläuterung eröffnet werden muss, sind umfangreiche Überbrückungsmassnahmen notwendig → Grundsatzentscheid der Stadt Bern: Kann der Anlageteil „Bueber“ bis zu einer Gesamtsanierung geschlossen bleiben?
- Beauftragung Spezialist Badewassertechnik für alle Belange der Technik und des Betriebes.
- Abklären der Bedürfnisse aufgrund des Betriebskonzeptes Freibad Marzili durch die Stadt Bern.
- Variantenstudium mit Kostenschätzung
- Grundsatzentscheid der Stadt Bern über Erhalt oder Rückbau aufgrund des Betriebskonzeptes und der Bedürfnisabklärungen → welche Strategie soll weiterverfolgt werden.

Anschliessend wird ein detailliertes Massnahmenprojekt inkl. Kostenvoranschlag, Bau- und Terminprogramm und Plänen erstellt, auf dessen Grundlage dann die erforderlichen Arbeiten ausgeschrieben werden.

Bern, 19.03.2015

B+S AG



D. Fivian
Abteilungsleiter Bauwerkserhaltung



B. Dennler
Projektleiter

Hochbau Stadt Bern, Freibad Marzili, Steganlage Bueberseeli

1/11

Anhang A: Fotodokumentation der Zustandserfassung

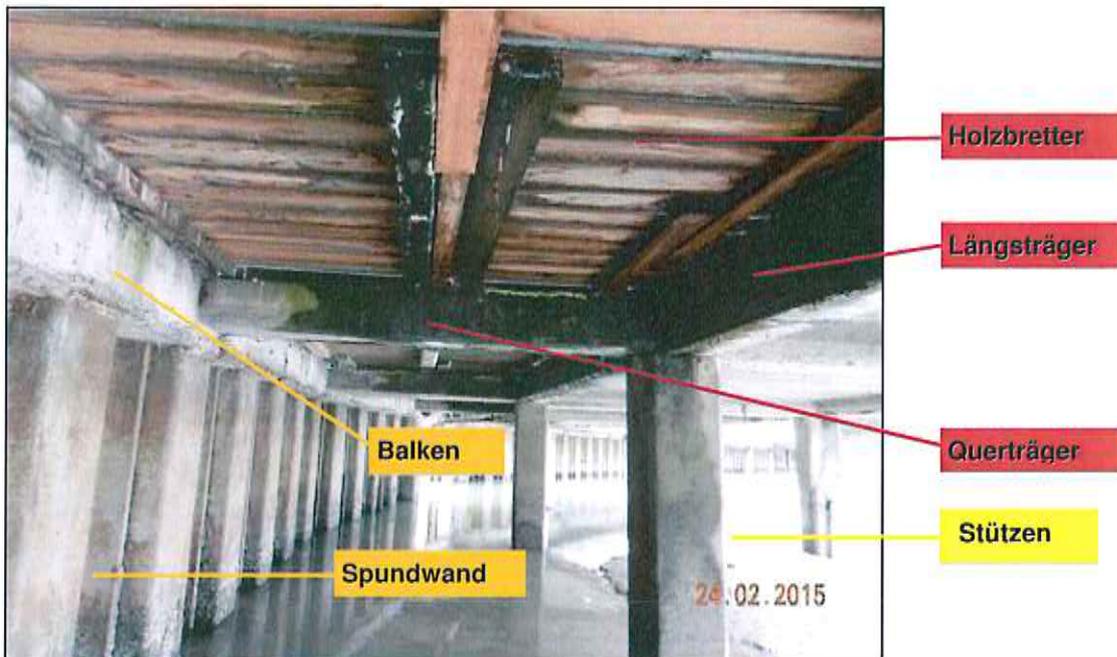


Foto 402: **Steganlage**

Übersicht Steganlage von unten mit Abschlusswand links (Spundwand mit Betonbalken) und der Stegkonstruktion (Längs- und Querträger, Stützen und Holzbretterbelag).

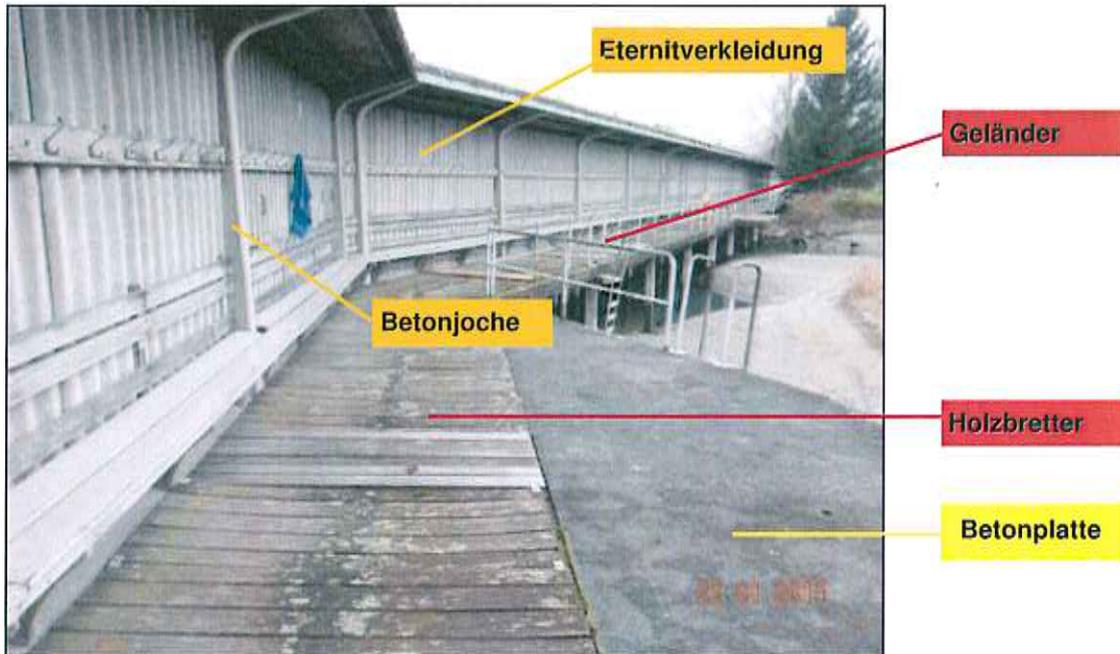


Foto 402: **Steganlage**

Übersicht Steganlage von oben mit Überdachung (Betonjoche, Verkleidung mit Eternit) und Stegkonstruktion (Holzbretterbelag, Geländer und Betonplatte).



Foto 423: **Stegkonstruktion, Betonbauteile**

Längsträger mit grossflächiger Abplatzung mit stark korrodierten Bewehrungen (Korrosionsgrad 4 bis 30 % Querschnittsverlusten).



Foto 441: **Stegkonstruktion, Betonbauteile**

Längsträger mit grossflächigen Abplatzungen mit stark korrodierten Bewehrungen (Korrosionsgrad 4 bis 30 % Querschnittsverlusten).

Hochbau Stadt Bern, Freibad Marzili, Steganlage Bueberseeli

3/11

Anhang A: Fotodokumentation der Zustandserfassung



Foto 436: Stegkonstruktion, Betonbauteile

Querträger mit grossflächiger Abplatzung mit stark korrodierten Bewehrungen (Korrosionsgrad 4 bis 30 % Querschnittsverlusten) und Hohlstelle.



Foto 405: Stegkonstruktion, Betonbauteile
Längsträger mit viele Abplatzungen



Foto 425: Stegkonstruktion, Betonbauteile
Längsträger mit vielen Abplatzungen.



Foto 437: Stegkonstruktion, Betonbauteile
Querträger mit Abplatzungen (Zwängungen?)



Foto 396: Stegkonstruktion, Betonbauteile
Abplatzung bei Stütze (Zwängungen?)



Foto 496: **Stegkonstruktion, Holzkonstruktion**

Holzbretter mit teilweise mit sehr starker Fäulnis (morsch). Ein Brett ist bereits eingebrochen.



Foto 426: **Stegkonstruktion, Holzkonstruktion**

Gleiche Stelle von unten. Auch hier starke Fäulnis (morsch). Die Konstruktion wurde mehrmals mit zusätzlichen Längshölzern verstärkt.

Hochbau Stadt Bern, Freibad Marzili, Steganlage Bueberseeli

5/11

Anhang A: Fotodokumentation der Zustandserfassung



Foto 394: **Stegkonstruktion, Holzkonstruktion**

Holzkonstruktion von unten. Starke Fäulnis und Pilzbefall. Deutlich sind die grossen Durchbiegungen infolge Festigkeits- und Querschnittsabnahme zu erkennen.



Foto 372: **Stegkonstruktion, Geländer**

Übersichtsfoto Geländer. Die Korrosionsschutzbeschichtung ist teilweise stark abgewittert und weist teilweise starke Korrosion auf. Mehrere Stellen sind bereits durchgerostet.

Hochbau Stadt Bern, Freibad Marzili, Steganlage Bueberseeli

6/11

Anhang A: Fotodokumentation der Zustandserfassung



Foto 376: **Stegkonstruktion, Geländer**
Geländerpfosten mit starker Korrosion und Lochfrass.



Foto 394: **Stegkonstruktion, Geländer**
Starke Korrosion mit Lochfrass bei Geländerpfosten. Die Ausstiegsleiter sind zusätzlich an den Pfosten verankert.

Hochbau Stadt Bern, Freibad Marzili, Steganlage Bueberseeli

7/11

Anhang A: Fotodokumentation der Zustandserfassung



Foto 356: **Stegkonstruktion, Überdachung**
Die Überdachung mit Eternitplatten weist nur vereinzelte Schadstellen auf.



Foto 363: **Stegkonstruktion, Überdachung**
Betonjoche mit Abplatzungen und sichtbar korrodierte Bewehrung.



Foto 613: **Stegkonstruktion, Überdachung**
Überdachung auf der Aussenseite. Die Verzinkung der Stahlprofile leicht abgewittert. Lokale Schadstellen bei Betonjochen.



Foto 625: **Stegkonstruktion, Überdachung**
Abplatzung mit sichtbar korrodierte Bewehrung im Fussbereich Betonjoch.



Foto 249: **Abschlusswand**
Übersichtsfoto Innen mit Spundwand und oberem Abschluss mit Betonbalken.



Foto 2810: **Abschlusswand**
Übersichtsfoto Aussen mit Spundwand, oberem Abschluss mit Betonbalken und Überdachung.



Foto 227: **Abschlusswand, Spundwand:**
Starke Korrosion mit Rostkrusten von 2-4 mm in der Wasserwechselzone und Unterwasser. Über dem Wasserspiegel vollflächige leichte Korrosionserscheinungen festzustellen.



Foto 648: **Abschlusswand, Spundwand:**
Starke Korrosion mit Rostkrusten von 3-4 mm in der Wasserwechselzone (hier auf der Aussenseite)



Foto 420: **Abschlusswand, Betonkonstruktion**
Sehr viele Abplatzungen mit sichtbar korrodierter Bewehrung und Hohlstellen beim Betonbalken Innenseite. Das untere Längsisen ist fast auf die gesamte Länge sichtbar



Foto 464: **Abschlusswand, Betonkonstruktion:**
Grosse Schadstelle mit sichtbar korrodierter Bewehrung an der Untersicht Betonbalken bei Tor.

Anhang A: Fotodokumentation der Zustandserfassung



Foto 640: **Abschlusswand, Betonkonstruktion:**
Grosse Schadstelle mit sichtbar korrodierter Bewehrung beim Betonbalken



Foto 647: **Abschlusswand, Betonkonstruktion:**
Grosse Schadstelle mit sichtbar korrodierter Bewehrung beim Betonbalken

Hochbau Stadt Bern, Freibad Marzili, Steganlage Bueberseeli

11/11

Anhang A: Fotodokumentation der Zustandserfassung



Foto 531: Bogenbrücke
Übersicht Bogenbrücke. Oberfläche teilweise stark ausgewaschen. Geländer mit leichten Korrosionserscheinungen.

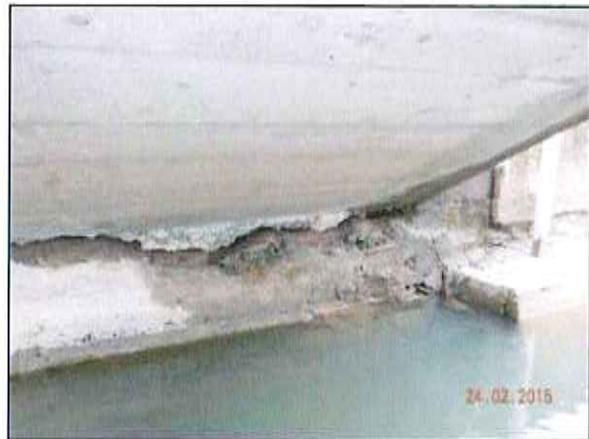


Foto 585: Bogenbrücke
WL Seite Stadt: Grosser Riss mit Hohlraum infolge Setzungen bei der Stützmauer.



Foto 586: Bogenbrücke
Abplatzung mit sichtbar korrodierter Bewehrung an der Untersicht infolge ungenügender Bewehrungsüberdeckung und fehlender Wassernasse..



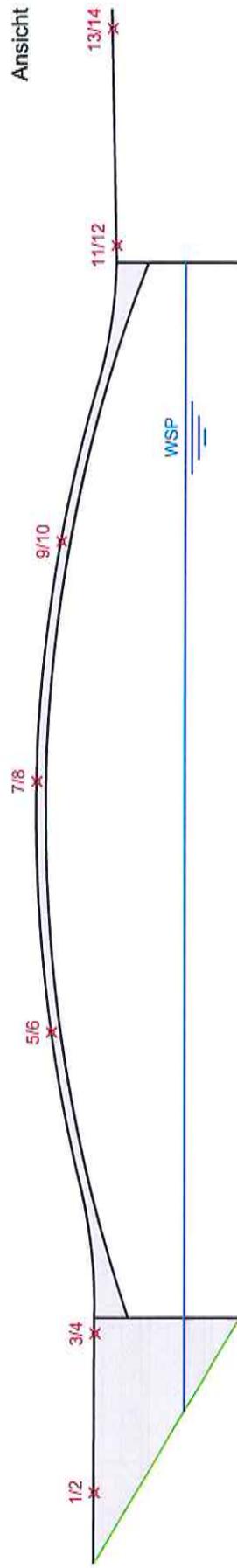
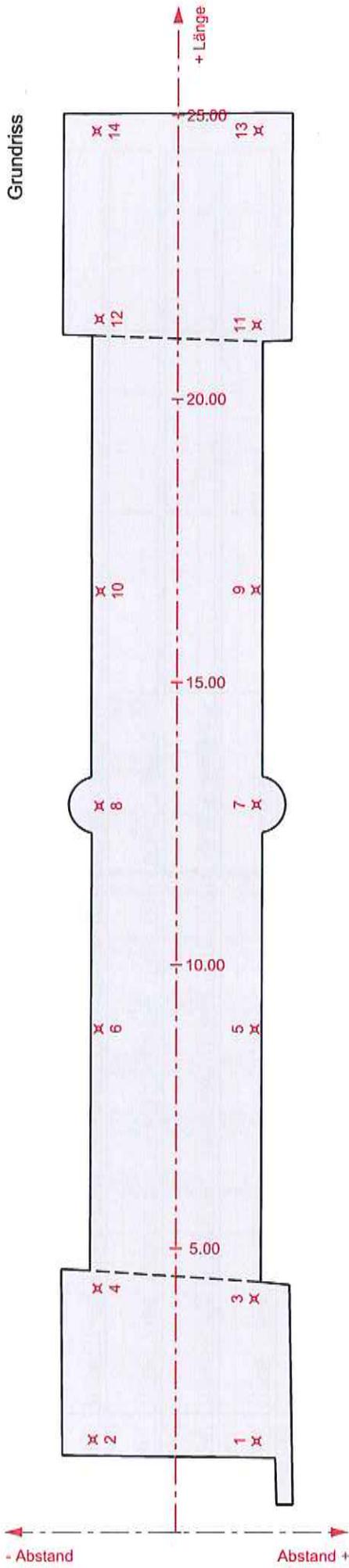
Foto 217: Stützmauer
Übersicht Stützmauer mit Betonverstrebung im Fussbereich und den maroden Ausstiegleitern.



Foto 531: Stützmauer
Viele lokale Ausbrüche beim Mauerwerk und Abplatzungen im Mörtelverputz / Fugenmörtel



Foto 585: Stützmauer
Setzungen hinter der Mauer (Unterspülung Fundament). Unklar wann diese entstanden sind.



CAD Name : C:\CAD\Verm\Ver\2003\ba2055\1\2\gim\Messpunktanordnung.dwg
 Plot Datum : 02.03.2015 14:22:55/leu

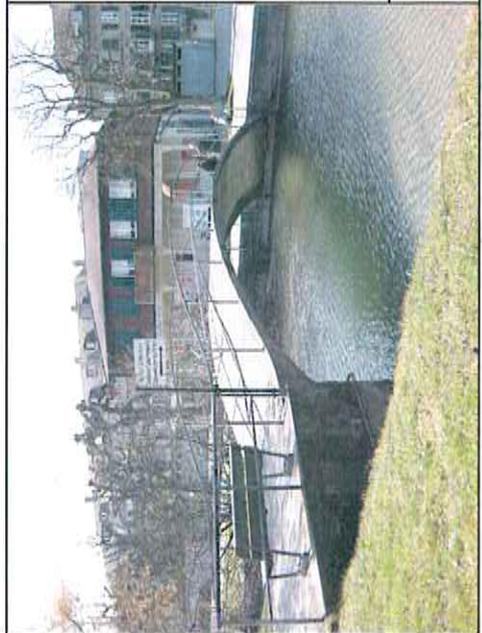
Stadtbauten Bern / Bau Projektmanagement

Bern, Freibad Marzili, Brücke Buebenseeli

Messpunktanordnung Deformationsmessungen

Bauwerksskizze 1:100 Auftragsnr. 52.0551.23 Erstellt 02.03.2015 / Leu

B+S AG | Wellpoststrasse 5 | Postfach 313 | CH-3000 Bern 15 | +41 31 356 80 80 | www.bs-ing.ch



Marzilibad, Brücke Buebenseeli
Deformationsmessungen

Messreihe	Nullmessung	1. Kontrollmessung	2. Kontrollmessung	3. Kontrollmessung	4. Kontrollmessung	5. Kontrollmessung	6. Kontrollmessung					
Datum	20.03.2009	07.08.2009	16.02.2010	26.02.2015								
Beobachter	Leu	Leu	Leu	Leu								
Temp. Luft / Beton	7° / 6-12° C.	28° / 28-34° C.	5° / 2-8° C.	9° / 7° C.								
Wasserstand	Kote +8.95	Kote +9.15	Kote +8.62	Kote +8.86								
Deformationen	Verschiebungen seit letzter Messung / Total seit 20.03.2009											
Beobachtungen	Länge	Abstand	Höhe	Länge	Abstand	Höhe	Länge	Abstand	Höhe	Länge	Abstand	Höhe
1	Messung [m]	1.6015	1.4110	10.3775	1.6015	1.4120	10.3780	1.6015	1.4110	10.3775		
	Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tot. Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Messung [m]	1.6265	-1.4535	10.3705	1.6265	-1.4525	10.3710	1.6265	-1.4535	10.3705		
	Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tot. Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Messung [m]	4.1100	1.3665	10.3650	4.1095	1.3665	10.3650	4.1105	1.3665	10.3655		
	Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tot. Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Messung [m]	4.2930	-1.3745	10.3605	4.2925	-1.3745	10.3610	4.2935	-1.3745	10.3615		
	Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tot. Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	Messung [m]	8.8660	1.3690	11.0520	8.8655	1.3690	11.0505	8.8670	1.3705	11.0535		
	Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tot. Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	Messung [m]	8.8725	-1.3630	11.0735	8.8725	-1.3625	11.0705	8.8730	-1.3625	11.0740		
	Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tot. Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	Messung [m]	12.8330	1.3945	11.2865	12.8340	1.3945	11.2815	12.8335	1.3945	11.2870		
	Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tot. Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Messung [m]	12.8080	-1.3605	11.2980	12.8085	-1.3600	11.2920	12.8085	-1.3605	11.2980		
	Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tot. Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	Messung [m]	16.6345	1.3770	10.9035	16.6345	1.3770	10.9015	16.6345	1.3785	10.9040		
	Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tot. Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	Messung [m]	16.6075	-1.3485	10.9250	16.6075	-1.3480	10.9225	16.6075	-1.3475	10.9255		
	Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tot. Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Messung [m]	21.3030	1.3810	10.0515	21.3035	1.3810	10.0515	Messpunkt unzugänglich				
	Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tot. Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
12	Messung [m]	21.4060	-1.3780	10.0705	21.4065	-1.3770	10.0710	Messpunkt unzugänglich				
	Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tot. Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	Messung [m]	24.7265	1.4040	10.1235	24.7275	1.4040	10.1240	24.7265	1.4040	10.1235		
	Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tot. Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	Messung [m]	24.7160	-1.4295	10.1180	24.7160	-1.4290	10.1180	24.7160	-1.4295	10.1180		
	Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	Tot. Dif. [mm]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Dazugehörige Dokumente: Bauwerkskizze 1:100 mit Messpunktanordnung

52.0551.23 Freibad Marzili, Buebeseeli, Zustandsuntersuchung Stegkonstruktion
ZUSTANDSUNTERSUCHUNG VOM 24. FEBRUAR 2015

1. Bohrkernentnahme und Materialtechnische Untersuchungen

Bauteil	Lage	Nr.	Gefüge	DF+RD	HZ	KT-BK	Chlorid ¹⁾	BD (Labor)	SS (Labor)	Bemerkungen
Riegel Vorne	Seitlich / Untersicht	BK 1	X	X	X	X	-	X	X	Ab Boot
Stütze Steg	Übergangsbereich	BK 2	X	X	-	X	-	X	X	Ab Boot
Riegel Spundwand	Seitlich	BK 3	X	X	X	X	-	X	X	Ab Boot
Stütze Spundwand*	Seitlich	BK 7	X	X	X	X	-	X	-	Ab Boot
Betonplatte	Boden	BK 4	X	X	X	X	X	X	-	Cl: Nur Tiefenstufe 0-10 / 10-20 mm
	Boden	BK 4a	-	-	X	-	-	-	-	Nur für Haftzug
Stütze oben	Seitlich	BK 5	X	X	-	X	-	X	X	
Bogenbrücke	Platte	BK 6	X	X	-	X	X	X	-	Bewehrungsüberdeckung inkl. Untersicht
TOTAL	INSGESAMT BK 7		7	7	5	7	2X2=4	-	4	

Legende:

BK = Bohrkern, Gefüge = Annahmeprotokoll mit Gefügebeschrieb und Foto des BK, BD = Messen der Bewehrungsüberdeckung, DF = Druckfestigkeit,
 RD = Rohdichte, KT = Karbonatisierungstiefe, Chlorid (cl) = Haftzugprüfung am BK, SS = Spitzsondage mit Dokumentation

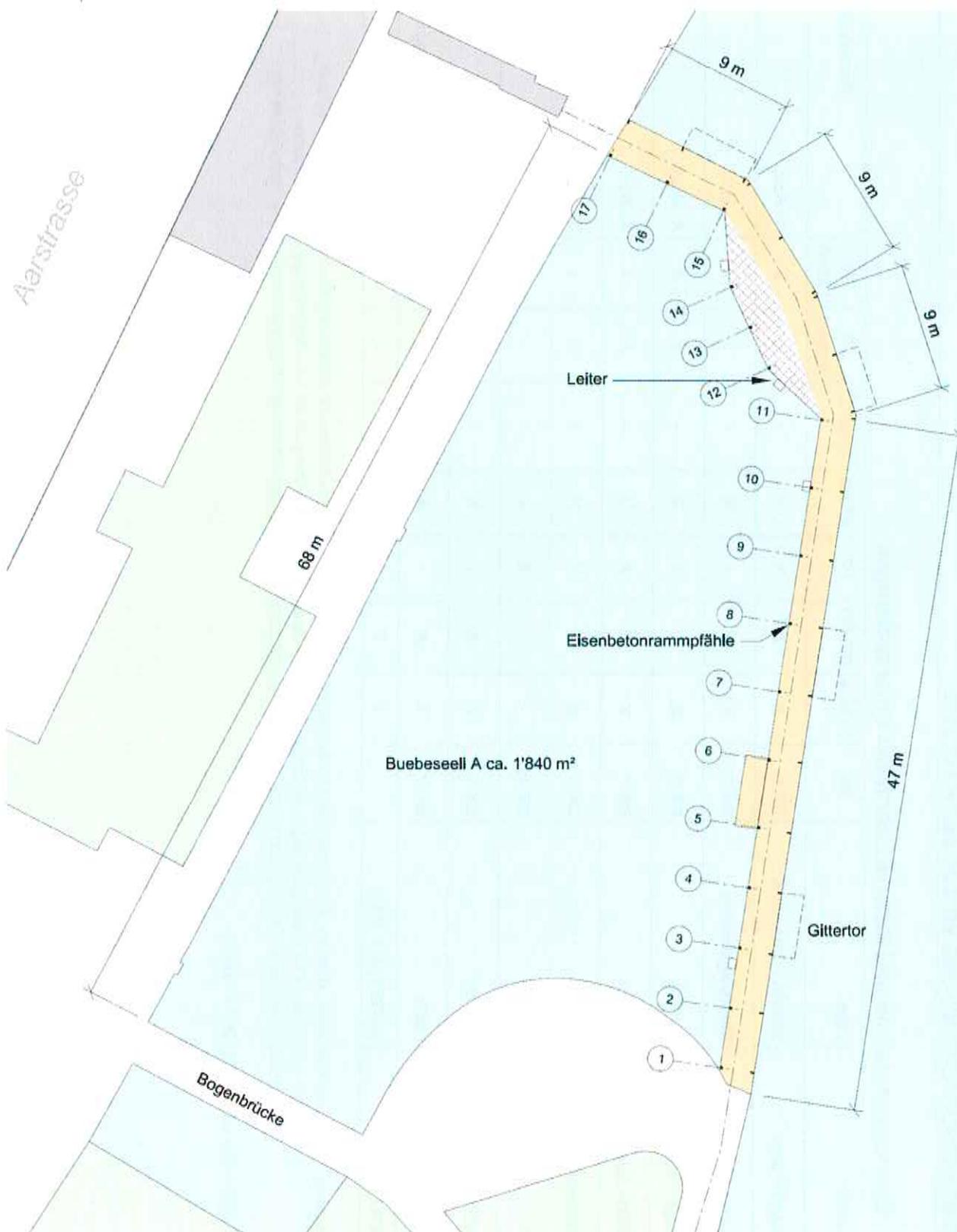
¹⁾ Chlorid in Tiefenstufen: 0-10 / 11-20 / 21-30* / 31-40* mm je nach Gehalt weitere Tiefenstufen (d.h. je 2 Prüfungen einrechnen, *= nach Angabe Ing.).

*Ergänzung vom 25.02.2014 / Den

52.0551.23 Freibad Marzili, Buebeseeli, Zustandsuntersuchung Stegkonstruktion
ZUSTANDSUNTERSUCHUNG VOM 24. FEBRUAR 2015

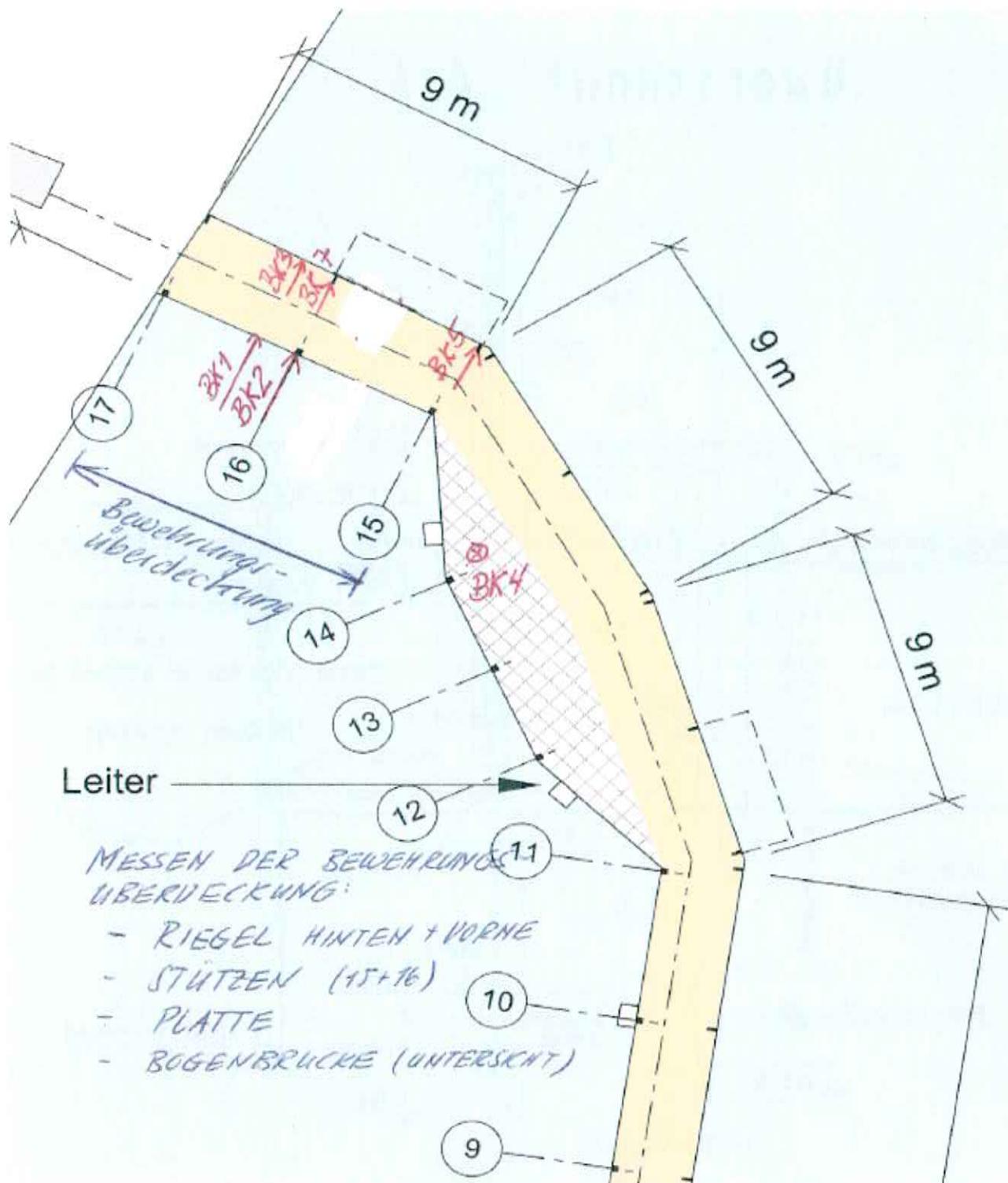
2. SKIZZEN

2.1. ÜBERSICHT



2.2. Ausschnitt

52.0551.23 FREIBAD MARZILI, BUEBESEELI

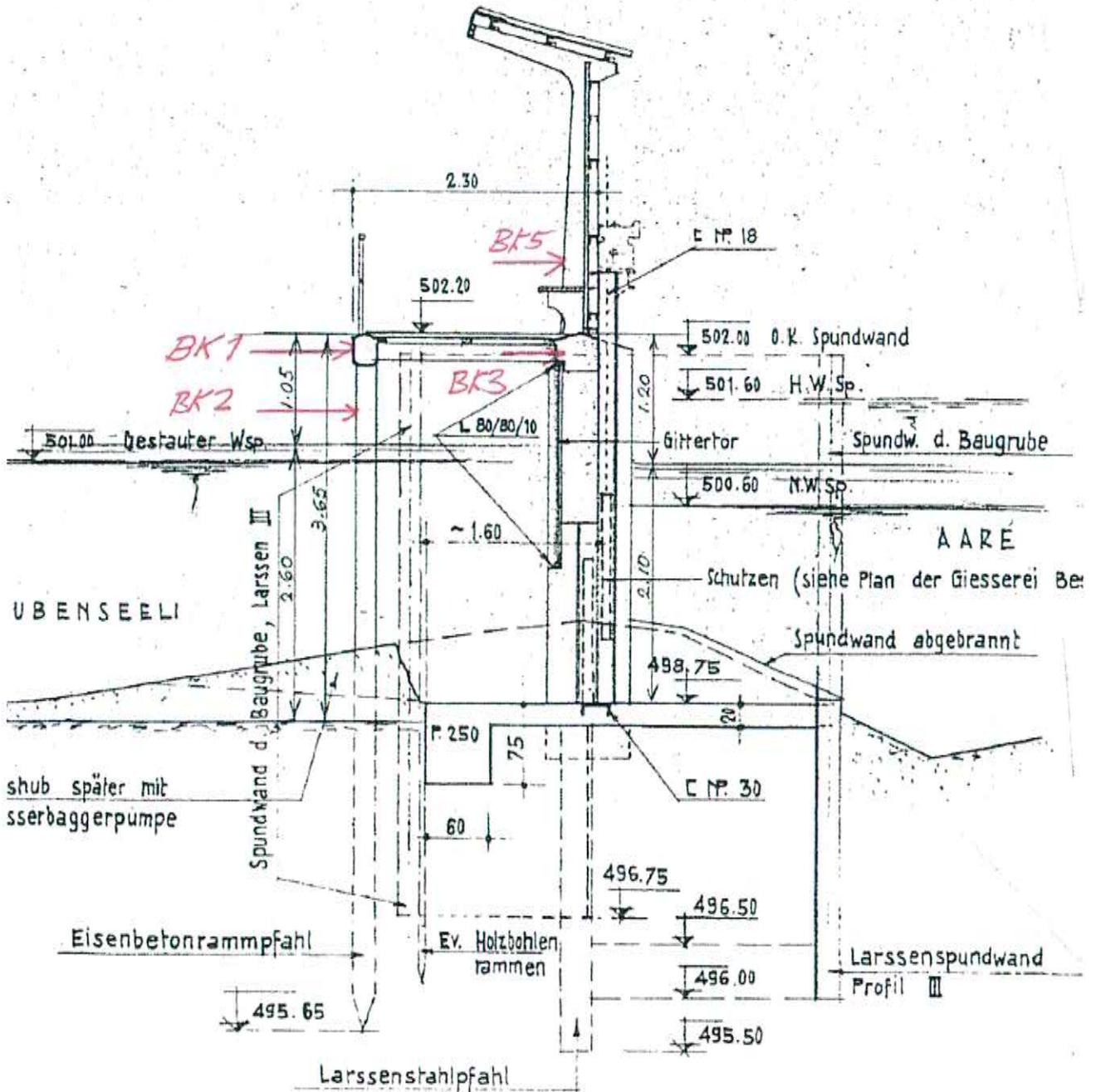


17.2.2015 / Dem
Koll. 25.2.2015 / Dem

2.3. Querschnitt

52.0551.23 FREIBAD MARZILI, BUEBESEELI

Querschnitt A÷A



2.4. Fotos



