

Stadt Fürth
Tiefbauamt / Straßen- und Brückenbau
Hirschenstraße 2
90762 Fürth

- Konstruktiver Ingenieurbau
- Bauwerkserhaltung • Gutachten

München, 23.11.2016 sc/ri

BW 042 – Forsthausbrücke Bericht zur Entwurfsplanung



IB 2438 / 16

Der Bericht besteht aus 12 Seiten

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1	Vorbemerkung 3
1.1	Auftraggeber 3
1.2	Inhalt des Auftrags 3
1.3	Unterlagen 3
1.4	Objektbeschreibung 4
1.5	Ortstermine 4
2	Feststellungen 4
2.1	Untersuchungsumfang 4
2.2	Optische Aufnahme 5
2.3	Messung der Betondeckung 7
2.4	Potentialfeldmessung 7
2.5	Ermittlung des Gesamtchloridgehaltes 8
2.6	Bestimmung der Karbonatisierungstiefe 8
2.7	Spannstahlnahme 9
3	Beurteilung der Ergebnisse 9
3.1	Fahrbahn 9
3.2	Kappen / Geländer 10
3.3	Übergangskonstruktion 11
3.4	Entwässerung / Tropftüllen 11
3.5	Lager 11
3.6	Betoninstandsetzung 12
3.7	Böschungstreppe 12
3.8	Beleuchtungseinrichtung 12
3.9	Vogeleinflugschutz 12

Anlagen:

- Anlage 1: Lage und Auswertung der Untersuchungen
Anlage 2: Prüfzeugnis Gesamtchloridgehalt

4 Pläne DIN A4
2 Seiten DIN A4

1 Vorbemerkung

1.1 Auftraggeber

Stadt Fürth
Tiefbauamt / Straßen- und Brückenbau
Hirschenstraße 2
90762 Fürth

1.2 Inhalt des Auftrags

Die m4 Ingenieure GmbH wurde von der Stadt Fürth beauftragt, gemäß dem Angebot vom 13.07.2016 Bestandsuntersuchungen durchzuführen und die Ergebnisse gutachterlich zu bewerten und eine Entwurfsplanung zur Instandsetzung zu erstellen.

1.3 Unterlagen

Zur Bearbeitung liegen mir folgende, vom Auftraggeber zur Verfügung gestellten, Unterlagen vor:

- [1] Prüfbericht 2015 H nach DIN 1076 vom 11.11.2015; Verfasser: Dr. Linse Ingenieure GmbH
- [2] Prüfbericht 2012 E nach DIN 1076 vom 12.12.2012; Verfasser: IG Setzpfandt GmbH & Co.KG
- [3] Bauwerksprüfung gemäß DIN 1076 Hauptprüfung nach Ziffer 5.2 vom 15.10.2009; Verfasser: SAFATEC GmbH Projektmanagement Bau
- [4] Prüfbericht 2003 H nach ,DIN 1076 vom 01.12.2004; Verfasser: Ingenieurbüro Schwarzmann
- [5] Bauwerksprüfung gem. DIN 1076 vom 21.12.2001; Verfasser: Ingenieurbüro Schwarzmann
- [6] Bauwerksbuch gem. DIN 1076 vom 01.10.1963
- [7] Diverse Konstruktionspläne des Bestandes

Des Weiteren wurden folgende Normen, Vorschriften etc. zur Ausarbeitung herangezogen:

- [8] DIN 1045:1978-12 „Tragwerke aus Beton und Stahlbeton“
- [9] DIN 1045-01:2008-08 Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton – Teil 1: Bemessung und Konstruktion
- [10] DIN 1045-02:2008-08: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton Teil 2: Beton, Festlegung, Eigenschaften, Herstellung und Konformität
- [11] DIN 1045-03:2012-03: Tragwerke aus Beton, Stahlbeton und Spannbeton Teil 3: Bauausführung
- [12] DAfStb Richtlinie für Schutz und Instandsetzung von Betonbauteilen (Ausgabe Oktober 2001)
- [13] DIN 1076:1999-11 „Ingenieurbauwerke im Zuge von Straßen und Wegen; Überwachung und Prüfung
- [14] Merkblatt B3- Elektrochemische Potentialmessungen zur Detektion von Bewehrungskorrosion vom 26.07.2010, Deutscher Ausschuss für die zerstörungsfreie Prüfung

1.4 Objektbeschreibung

Bei dem zu untersuchenden Objekt handelt es sich um die 1962 errichtete Forsthausbrücke (BW042). Die Spannbeton-Hohlkastenbrücke überbrückt den Main-Donau-Kanal und die Südwesttangente der Stadt Fürth.

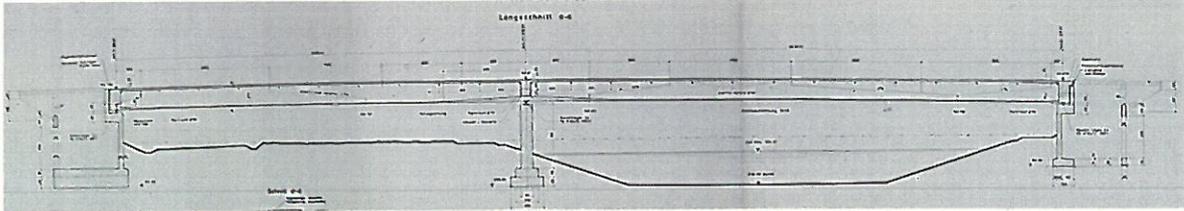


Abbildung 1: Längsschnitt der Brücke (Auszug aus [7])

1.5 Ortstermine

Am 12.09.2016 wurden die erweiterten Bestandsuntersuchungen im Inneren des Hohlkastens mit Herrn Dr. techn. _____, Herrn Dipl.-Ing. (FH) _____ und Frau _____ M.Eng. durchgeführt.

Am 20.09.2016 fand ein Ortstermin mit Herrn Dr. techn. _____ statt, wobei die Bauteilöffnungen für die Spannstahlentnahme festgelegt wurden.

Am 26.09.2016 fand ein erneuter Ortstermin mit Herrn Dr. techn. _____ und Frau _____ M.Eng. statt. Dabei wurden die erweiterten Bestandsuntersuchungen an der Brückenunterseite im Bereich der Südwesttangente durchgeführt sowie die Bauteilöffnungen und freigelegten Spannstähle begutachtet.

2 Feststellungen

2.1 Untersuchungsumfang

Es wurden folgende Untersuchungen durchgeführt:

- Kontrolle der vorliegenden optischen Aufnahme
- Flächige Messung der Betondeckung mit dem Gerät PS 200 – Ferroscan der Firma Hilti
- Potentialfeldmessung an auffälligen Stellen
- Entnahme von Bohrmehlproben zur Bestimmung des Chloridgehaltes im Beton
- Stichprobenartige Ermittlung der Karbonatisierungstiefe
- Spanngliedortung sowie Begutachtung der freiliegenden Spannstähle
- Begutachtung des freigelegten Konstruktionsbetons im Bereich der Fahrbahnöffnungen

2.2 Optische Aufnahme

Die festgestellten Schäden der Bauwerkshauptprüfung 2015 wurden im Zuge der erweiterten Untersuchungen stichprobenartig überprüft.

Ergebnisse:

Die Schäden am Brückenbauwerk sind im Folgendem kurz zusammengefasst.

Überbau

Der Überbau weist an der Unterseite zahlreiche Abplatzungen mit freiliegender Bewehrung, Kiesnester und Hohlstellen auf.



Abbildung 2: Abplatzung mit Bewehrung



Abbildung 3: Kiesnest

Im Inneren des Hohlkastens sind im Bereich der Endquerträger mehrfach Risse mit Rissbreiten bis zu 1,0 mm vorhanden. Außerdem sind vereinzelt Abplatzungen mit freiliegender Bewehrung vorhanden.

Unterbauten

Am Widerlager sind Risse mit Aussinterungen und vereinzelt mit Wasseraustritt vorhanden. Zudem sind die Widerlager als Folge der undichten ÜKO bereichsweise durchfeuchtet.

Lager

Die Linienkipplager an den Widerlagern sowie die Rollenlager an dem Pfeiler sind angerostet.

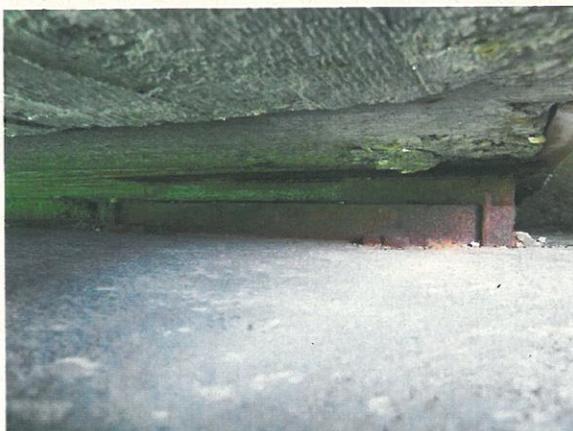


Abbildung 4: Linienkipplager Widerlager Zirndorf



Abbildung 5: Rollenlager Pfeiler

Fahrbahnübergang

Die Fahrbahnübergänge weisen undichte Stellen auf und sind punktuell verrostet.



Abbildung 6: Undichte Stelle ÜKO



Abbildung 7: ÜKO punktuell verrostet

Kappe

Sowohl auf der Oberseite als auch auf der Unterseite der Kappe sind Abplatzungen mit freiliegender Bewehrung vorhanden. Auf der Oberseite sind zudem Risse bis $< 0,2$ mm vorhanden.

Schutzeinrichtung

Die Pfostenfüße des Geländers sind vereinzelt gerissen. Die Schrammbordhöhe ist mit 14 cm zu gering und zusätzlich an zwei Stellen abgesackt. Außerdem ist die Fuge zwischen Kappe und Schrammbord größtenteils rissig.

Ausstattung

Die Entwässerungsleitungen sowie die Tropftüllen des Bauwerkes sind verrostet.



Abbildung 8: verrostete Längsleitung



Abbildung 9: verrostete Tropftülle

Die Verankerungen der Beleuchtungsmasten sind durchgehend verrostet. Die Böschungstreppen entsprechen nicht den gültigen Regelwerken bzw. fehlen an den Widerlagern.



Abbildung 10: Verankerung verrostet



Abbildung 11: Böschungstreppe fehlt WL Zirndorf

Fahrbahnbelag

Der Fahrbahnbelag weist vereinzelt Risse und Hohllagen auf.

2.3 Messung der Betondeckung

Die Messung der Betondeckung im Inneren des Hohlkastens und an der Brückenuntersicht im Bereich der Südwesttangente wurde mit dem Ferroskan PS 200 der Firma Hilti durchgeführt. Dieses Gerät nutzt das so genannte Wirbelstromverfahren mit Puls-Induktion zur zerstörungsfreien Ermittlung der Betondeckung. Das Gerät besitzt einen internen Speicher, in welchem bei sog. Linienscans die zur Fahrtrichtung (bis 30 m) normal liegenden Bewehrungseisen abgelegt werden.

Die Lage der aufgezeichneten Messlinien, sowie die Ergebnisse der Betondeckungsmessung sind in der Anlage 1 dargestellt.

Die ermittelte Betondeckung ist farbig abgestuft dargestellt. Der Auswertung wurde folgende Aufteilung der Ergebnisse zugrunde gelegt.

In Farbe Rot sind Werte der Betondeckungen mit < 20 mm, in Orange mit < 30 mm, in Gelb mit < 40 mm und in Grün mit ≥ 40 mm dargestellt.

Erkenntnisse:

An der Brückenuntersicht ist die erforderliche Mindestbetondeckung von 40 mm durchgehend unterschritten. Die Betondeckung ist zudem größtenteils geringer als 20 mm.

An der Hohlkasteninnenseite an der Wand sind die Betondeckungen größtenteils geringer 20 mm. An der Wand unten sogar größtenteils geringer als 10 mm und bereichsweise sogar geringer als 5 mm.

2.4 Potentialfeldmessung

Zur Lokalisierung möglicher aktiver Bewehrungskorrosion wurden Potentialfeldmessungen an auffälligen Stellen sowie an der Brückenuntersicht im Bereich über Südwesttangente mit einer Einradsonde der Firma Proceq durchgeführt.

Die Ergebnisse der Potentialfeldmessungen der untersuchten Bauteile sind in der Anlage 1 beigelegt.

In der grafischen Darstellung sind die Abschnitte in denen chloridinduzierte Korrosion der Bewehrung möglich ist gelb bis orange gefärbt. Bereichen in denen die Korrosionswahrscheinlichkeit sehr hoch ist sind rot hervorgehoben.

Erkenntnisse:

Die Auswertung der Potentialfeldmessungen weist auf keine chloridinduzierte Korrosion hin. Nur am Kragarm im Bereich der undichten Übergangskonstruktion ist die Korrosionswahrscheinlichkeit an einer Stelle sehr hoch.

2.5 Ermittlung des Gesamtchloridgehaltes

An 10 Stellen (Prüfstellen Cl 1 bis Cl Forsthausbrücke Öffnung Süd) wurden durch die Firma Laumann Betonbau und Sanierungs GmbH Bohrmehlproben in jeweils zwei bis vier Tiefenstufen (0 – 20 mm, 20 – 40 mm, 40 – 60 mm, 60 – 80 mm) entnommen. Die Entnahme der Proben erfolgte an der Brückenuntersicht in Bereichen mit festgestellten optischen Auffälligkeiten sowie im Bereich der Fahrbahnöffnungen.

Die Ergebnisse sind in der Anlage 2 dieses Gutachtens enthalten.

Erkenntnisse:

Die in den entnommenen Bohrmehlproben ermittelten Gesamtchloridgehalte sind unauffällig.

2.6 Bestimmung der Karbonatisierungstiefe

An einigen Stellen wurde die Eindringtiefe der Karbonatisierungsfrent in den Beton bestimmt. Die frischen Betonbruchstellen wurden hierzu mit einer Phenolphthaleinlösung besprüht welche bei einem pH-Wert von $> 9,0$ in den violetten Farbton umschlägt. Der Abstand des Farbumschlages zur Oberfläche des jeweiligen Bauteils wird als Karbonatisierungstiefe angegeben.

Die Lage der Untersuchungsstellen ist in der Anlage 1 eingetragen.



Abbildung 12: Karbonatisierungstiefe Steg links über der Südwesttangente

Erkenntnisse:

Die ermittelten Karbonatisierungstiefen liegen im Bereich zwischen 0 und 2 mm im Konstruktionsbeton und an einer Untersuchungsstelle im Reparaturmörtel bei 5 mm. In keinen der untersuchten Bereiche hat die ermittelte Karbonatisierungsfrent die Bewehrungslage erreicht. Mit Ausnahme im Bereich von Kiesnestern, dort ist aufgrund des undichten Betongefüges karbonatisierungsbedingte Korrosion der Bewehrung vorhanden.

2.7 Spannstahlentnahme

Die Untersuchung der entnommenen Spannstähle würde von der Materialprüfungsanstalt der Universität Stuttgart durchgeführt.

Die entnommenen Spannstahlproben sind unauffällig und entsprechen in den geprüften Eigenschaften den Vorgaben der seinerzeit gültigen Zulassungen.

3 Beurteilung der Ergebnisse

Im Zuge der Untersuchung der Karbonatisierungstiefe konnte bei dichtem Betongefüge die Gefahr einer karbonatisierungsbedingten Korrosion der Bewehrung ausgeschlossen werden.

Die Potentialfeldmessung und auch die Bestimmung des Gesamtchloridgehaltes an den untersuchten Bereichen deuten auf keine chloridinduzierte Korrosion hin.

Möglicherweise können Ausführungsmängel, wie beispielsweise Kiesnester, Hohlstellen oder sichtbar zu geringe Betondeckungen, Grund für die große Menge an Abplatzungen mit korrodierter Bewehrung sein.

Nach heutigen Regeln der Technik erfordern Stahlbetonbauteile, welche mit Tausalzen in Kontakt treten (Expositionsklasse XD), eine Mindestbetondeckung von 40 mm. Die ermittelten Betondeckungen sind meist zu gering.

Die durchgeführten Untersuchungen und die Ergebnisse der Bauwerkshauptprüfung 2015 zeigen die erforderlichen Instandsetzungsmaßnahmen auf.

Folgende Maßnahmen sind umzusetzen:

3.1 Fahrbahn

Der Fahrbahnbelag und die Abdichtung auf der Überbauplatte sind zu entfernen. Anschließend ist die Betonoberfläche mit Kugelstrahlen zu behandeln.

Nach dem Kugelstrahlen ist die Betonoberfläche optisch aufzunehmen, sowie eine Betondeckungs- und Potentialfeldmessung durchzuführen. Zum jetzigen Zeitpunkt gibt es keine Hinweise auf ggf. erforderliche Betoninstandsetzung der Überbauoberseite.

Vorhandener Aufbau Fahrbahnbelag und Abdichtung

k.A.	Grundierung und Kratzspachtelung ERGOFLEX DUR-500
3,5 cm	Schutzschicht aus Asphaltbeton Körnung 0/11
3,5 cm	Deckschicht aus Asphaltbeton Körnung 0/11

Vorgesehener Aufbau von Fahrbahnbelag und Abdichtung

	Einlage Bitumen-Schweißbahn
3,5 cm	Schutzschicht aus Gussasphalt MA 11 S (unter Verwendung eines 25/55-55A mit Bitumenadditiv für temperaturabgesenkten Asphalt)
4 cm	Deckschicht aus Splittmastixasphalt SMA 11 S (unter Verwendung eines 25/55-55A mit Bitumenadditiv für temperaturabgesenkten Asphalt)

Zudem ist zwischen Kappe und den Fahrbahnbelag eine Gussasphaltrinne gemäß RiZ-ING Dicht 3 zu erstellen.

3.2 Kappen / Geländer

Die beidseitig vorhandenen Aluminium-Füllstabgeländer mit Drahtseil und einer Höhe von 1,10 m sind abzurechnen. An beiden Seiten ist ein neues Füllstabgeländer gemäß RiZ-ING Gel 4 mit einer Höhe von 1,30 m anzubringen. Das neue Geländer muss ein Drahtseil gemäß den RiZ-ING Gel 10 und Gel 11 aufweisen. Die Befestigung erfolgt mit gemäß RiZ-ING Gel 14 mit einer Fußplatte. Die Geländerbeschichtung ist nach ZTV-ING Teil 4 Abs. 3 Anhang A auszuführen. Zusätzlich ist ein Schneeschutz aus Drahtgeflecht an den Geländern anzubringen.

Die vorhandenen Kappen sind vollständig vom Überbau zu entfernen.

Angaben zu den vorhandenen Kappen (je Seite)

Kappenbreite: 2,50 m
Schrammbordhöhe: 16 cm (teilweise abgesackt)
Kappenquergefälle: 2,0 %

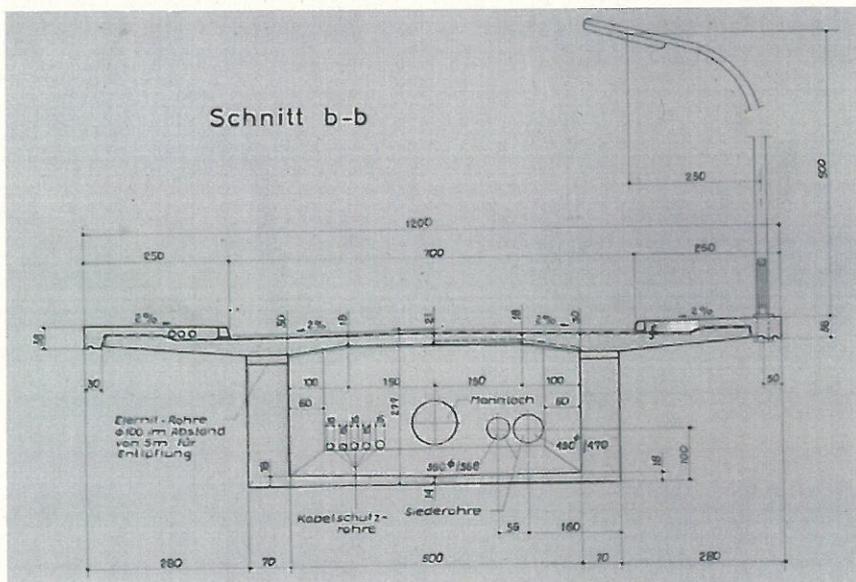


Abbildung 13: Querschnitt Bestand [7]

Angaben zu den neuen Kappen in Anlehnung an RiZ-ING Kap 7 (je Seite)

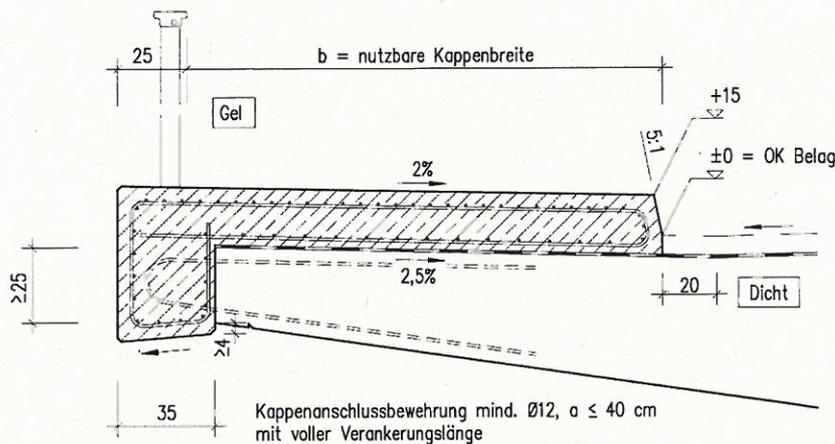


Abbildung 14: Außenkappe mit Schrammbord Kap 7 aus Richtzeichnungen für Ingenieurbauwerke, Stand Dez 2015

Die Oberseite und die Stirnfläche der Kappen werden hydrophobiert.

Unter der Kappe sind folgender Aufbau vorgesehen:

- Schutzlage aus Glasvlies-Bitumendachbahn V 13 gem. ZTV-ING Teil 7
- Verstärkung im Schrammbordbereich aus edelstahlkaschierter Bitumenbahn
- Einlagige Bitumen-Schweißbahn

3.3 Übergangskonstruktion

Die vorhandene Übergangskonstruktion am östlichen Bauwerksende soll ausgetauscht werden.

3.4 Entwässerung / Tropftüllen

Die vorhandenen Brückenabläufe sind zu erneuern.

Die bestehende Freifallentwässerung soll gefasst werden.

Die vorhandene Entwässerung ist zu entfernen und zu erneuern. Die Brückenabläufe sollen im Inneren des Hohlkastens zusammengeführt und an den Mittelpfeiler geleitet werden. Dort soll eine Entwässerungsleitung durch den Boden des Hohlkastens entlang des Mittelpfeilers in den Kanal führen. Am Auslauf der Entwässerung ist ein 90°-Krümmer anzubringen, um Spritzwasser an den Betonpfeiler zu verhindern.

Die bestehenden Tropftüllen befinden sich in einem sehr schlechten Zustand, deshalb sind die im Zuge der Instandsetzung zu erneuern. Die Tropftüllen sind aus nichtrostenden Stahl gemäß der RiZ-ING Was 11 einzubauen. Die Tropftüllen sollten gefasst werden und am Mittelpfeiler mit der Entwässerungsleitung zusammengeführt werden.

Die Entwässerungsleitungen sollten Revisions- bzw. Spülöffnungen aufweisen.

3.5 Lager

Die vorhandenen Lager sind zu entrostet und anschließend neu mit einem Korrosionsschutz nach ZTV-ING Teil 4 Abschnitt 3 zu beschichten.

3.6 Betoninstandsetzung

Am Überbau sind stellenweise Schadstellen wie beispielsweise korrodierte Bewehrung, Hohlstellen und Kiesnester am Konstruktionsbeton vorhanden.

Im Inneren des Hohlkastens ist eine Einzelstellensanierung an den sichtbaren Schadstellen durchzuführen. Weiter Schadstellen sind im Zuge der Bauwerksunterhaltung durchzuführen.

An der Außenseite des Hohlkastens sind vor allem über den Verkehrswegen die Hohlstellen, Kiesnester und freiliegenden Bewehrungen freizustemmen und mit Spritzbeton zu reprofilierten.

Zudem ist nach Einbau der neuen Übergangskonstruktion der Bereich davor und dahinter mit Beton zu reprofilierten.

3.7 Böschungstreppe

Im Zuge der Brückeninstandsetzung ist auf der südlichen Seite des westlichen Widerlagers eine Böschungstreppe neu zu errichten. Diese ist analog zu RiZ-ING Bösch 1 herzustellen.

Schnitt A-A

(Darstellung ohne Überbau)

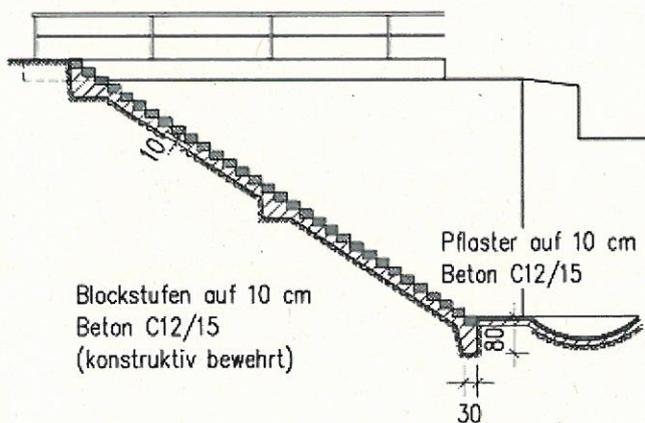


Abbildung 15: Böschungstreppe Bösch 1 aus Richtzeichnungen
für Ingenieurbauwerke, Stand Dez 2015

3.8 Beleuchtungseinrichtung

Die Beleuchtungseinrichtung ist rückzubauen und zu erneuern. Die neue Mastverankerung ist gemäß der RiZ-ING Mast 2 durchzuführen.

3.9 Vogeleinflugschutz

Zwischen den Unterbauten und dem Überbau ist ein Vogel-Einflugschutz gemäß RiZ-ING VES 1 als Stahlrahmen mit Drahtgitter anzubringen.