

Hauptinspektion 2018 Kornhausbrücke

**Ermittlung des Bauwerkszustands
(Bestandsaufnahme)**

Inspektionsbericht

Genehmigt durch die Geschäftsleitung des Tiefbauamts der Stadt Bern.

Impressum

Erstelldatum	September 2018
Änderungsdatum	26. April 2019
Autor/in	Egidio Gambardella, ingenta ag
Auftragsnummer	213002
Seitenanzahl	23 inkl. Deckblatt
Verteiler	Tiefbauamt Stadt Bern Bundesgasse 38 Postfach 3001 Bern

© Tiefbauamt der Stadt Bern

Inhaltsverzeichnis

1	Kurzfassung	4
2	Zustandsaufnahme	7
2.1	Struktur	7
2.2	Visuelle Inspektion.....	8
2.3	Zustand Stahlkonstruktion und Lager	8
2.4	Zustand Korrosionsschutz	9
2.5	Zustand der Fahrbahnplatte und Entwässerung	10
2.6	Zustand Belag.....	11
2.7	Fahrbahnübergänge und Fugenverguss	11
2.8	Zustand Natursteinmauerwerk und Pfeiler	11
2.9	Sonstige Ausrüstungen (inkl. Sicherungsnetze).....	12
3	Unterhalt und Überwachung	14
3.1	Massnahmenempfehlung	14
4	Verfasser und Unterschriften	17
5	Beilagen und Anhang.....	18
5.1	Beilagen	18
5.2	Anhang A	18
5.3	Anhang B	22

1 Kurzfassung

Auftrag

Ca. alle fünf Jahre ist eine Hauptinspektion für das ganze Bauwerk der 1898 erbauten Brücke durch Fachleute durchzuführen. Bei der Hauptinspektion ist mit einfachen visuellen Untersuchungen und Kontrollen (Checklisten) der Zustand aufzunehmen und zu bewerten. Zusätzlich zu den Kontrollpunkten der Hauptinspektion ist der Zustand des Korrosionsschutzes zu beurteilen.

Im Zusammenhang mit der Übergabe des Mandates des Brückeningenieurs an die ingenta ag wurde mit dem Vertrag vom 22.08.2018 (Vertrag-Nr. 17132) der Auftrag erteilt, die Brücke auf deren Zustand zu erfassen.

Abgrenzung

Die Ermittlung des Bauwerkszustandes hat zum Ziel allfällige Schäden der Stahlkonstruktion, Lager, Korrosionsschutz, Fahrbahnplatte, Entwässerung, Belag, Fugen, Natursteinmauer inkl. Betonpfeiler sowie sonstige Ausrüstung (inkl. Sicherheitsnetze) aufzudecken und notwendige Sanierungsmassnahmen vorzuschlagen respektive einzuleiten.

Die Ergebnisse der letzten Zustandsaufnahme dienen als Basis für die nächste Hauptinspektion, damit der Verlauf des Zustandes (z.B. Verschlechterung) festgestellt werden kann. Die Ergebnisse der Hauptinspektion 2018 sind in diesem Bericht festgehalten.

Folgende Bauteile wurden nicht inspiziert:

- Werkleitungen
- Kandelaber der Brückenbeleuchtung
- Fahrleitungen
- Fahrleitungsmasten
- Schienen

Vorgehen

Im August 2011 erfolgte die letzte Hauptinspektion der Kornhausbrücke durch das Ingenieurbüro AZP Adamina Zeerleder Partner AG in Bern. Die festgestellten Mängel sind durch das Tiefbauamt der Stadt Bern nachzubessern. Die Nachkontrolle durch die AZP Adamina Zeerleder Partner AG war nicht Bestandteil des damaligen Auftrages.

Die aktuelle Hauptinspektion vom 27. bis 31. August 2018 ist laut Überwachungsplan vom 31.12.1999 um zwei Jahre - anstelle von 2016 - verschoben angesetzt worden. Die Verschiebung des Zeitintervalls ist damit zu begründen, dass von Januar bis September 2015 die Ausführungsarbeiten der Brückensicherung (Einbau von neuen - unter der Brücke angebrachte - horizontal Netze) stattgefunden haben. Dies ermöglichte - im gleichen Zeitfenster - dem Tiefbauamt der Stadt Bern die restlichen erforderlichen Instandsetzungsarbeiten durchzuführen.

Die Durchführung der Hauptinspektion kann folgendermassen beschrieben werden. In einer ersten Etappe der Hauptinspektion hat die ingenta ag den Zustand der Tragkonstruktion, der Bögen und der Widerlager inkl. des Korrosionsschutzes an der Stahlkonstruktion mittels Schichtdickenmessungen aufzunehmen. In einer zweiten Etappe untersucht die Firma SCE GmbH, Hombrechtikon, durch die Herren Lothar Stölzle und Torsten Wulff, im Beisein von der ingenta ag den Zustand des Korrosionsschutzes sowie den Korrosionsfortschritt an Extremstellen. In einer dritten Etappe beurteilt die Firma Materialtechnik am Bau AG, Schinznach Dorf, durch Herrn Dr. Fabio Donadini, im Beisein von der ingenta ag den Zustand der Pfeiler. In der vierten und letzten Etappe untersucht die ingenta ag unter anderem die Fahrbahn (Belag und Übergang), Brückengeländer und Leitschranken.

Die Witterung kann für die Inspektionswoche als überwiegende und wetterberuhigte Sonnenscheinperiode beschrieben werden. An zwei Tagen (30. und 31. August) wurde dieses Sommerwetter durch zwischenzeitliche Durchzüge von leichten Niederschlägen unterbrochen.

Überwachungsplan / Zeitpunkt, Intervalle

Die Hauptinspektion sollte immer in der gleichen Jahreszeit durchgeführt werden.

Hauptinspektion alle 5 Jahre gemäss Überwachungsplan.

Nächster Zeitpunkt: August 2023

Inspektion Korrosionsschutz gemäss Bericht SCE GmbH, Hombrechtikon

Nächster Zeitpunkt: August 2023

Natursteinmauerwerk gemäss Materialtechnik am Bau AG, Schinznach Dorf

Nächster Zeitpunkt: August 2023

Kosten

Der Auftrag umfasst die Vorbereitung und die Ausarbeitung des Brückeninspektionskonzeptes, die Einholung und Auswertung von Spezialisten-Unternehmerofferten sowie die Durchführung der Brückeninspektion inklusive der Erstellung eines schriftlichen und/oder fotografischen Prüfberichtes. Der Prüfbericht soll bedeutende Veränderungen oder Schäden dokumentieren. Ein Kostenvoranschlag der allenfalls erforderlichen Massnahmen ist nicht Bestandteil des Prüfberichtes.

Brückendaten beim Bau der Brücke

Bauzeit:	August 1895 bis Juni 1898
Abmessungen:	Länge 355 m, Breite 12.6 m Die Fahrbahn liegt 48 m über der Aare Grosser Bogen mit einer Öffnung von 115 m Böschungshöhen: Stadtseite 43 m / Kursaal 63 m
Nutzlasten:	Fuhrwerke 20 Tonnen oder Menschengedränge: 450 kg/m ²
Stahltragkonstruktion:	Total 1'814 Tonnen (Thomas-Flussstahl)
Pfeiler:	Beton unarmiert Mit Jurakalksteinen verkleidet
Fundation:	Flachfoundationen Grosser Pfeiler rechtsufrig: 432 Holzpfähle, Durchmesser 30 cm, Länge 12 m
Belag:	Buckelbleche, Holzplästerung

Vorgeschichte, chronologische Zusammenfassung

1895 – 98	Bau der Brücke
1907	Gesamtkontrolle und Anstrich, 3400 Nieten ersetzt
1901 – 10	Einführung der Strassenbahn SVB
1915	Worblentalbahn
1922	Projekt für Brückenverbreiterung um 2,6 m, wird nicht ausgeführt. Ebenso der Vorschlag, die Brücke mit Beton zu umhüllen.
1924	Gesamtkontrolle: 4100 Nieten ersetzt
1928	Neuanstrich
1931	Unarmierte Betonplatte anstelle der Holzplästerung
1948 – 49	Teilrevision inkl. Anstrich (ohne Bogen)
1951	Neuanstrich der Bogen
1953	Ersatz der Geländer und Kandelaber

1970 – 71	Armierter Betonplatte, Fahrbahnverbreiterung, neue Leitplanken, Verlegung der Tramschienen gegen die Mitte Neuanstrich der Fahrbahnträger
1982 - 84	Renovation (ohne Fahrbahn), Betongehwege Vollständiger Neuanstrich
1987	Überbrückungsmassnahmen Belag und Abdichtung Neuer Dienststeg, neue Brückenlager
1993	Studien Gesamterneuerung
1995	Bauprojekt Gesamterneuerung
Juni 1996	Volksabstimmung: Annahme der Vorlage mit 85 % der Stimmen
1997 – 98	Ausführung Gesamterneuerung
2003	Hauptinspektion – Ermittlung des Bauwerkszustandes
2009	Der Stadtrat erklärt mit 61 Ja zu 4 Nein (bei 5 Enthaltungen) Stimmen die Dringlichkeit der Installation von Brückennetzen gegen Suizide in der Stadt Bern
2010	Tragwerksanalyse und Einführung neue Tramtypen
2011	Hauptinspektion – Ermittlung des Bauwerkszustandes
2016	Ausführung horizontale Sicherheitsnetze
2018	Hauptinspektion – Ermittlung des Bauwerkszustandes

Grundlagen

Projektbezogene Grundlagen

- [G1] AZP Adamina Zeerleder Partner AG, Kornhausbrücke, Bestandespläne, Bern, 1997
- [G2] Hager + Bettschen AG, Kornhausbrücke, Überwachungsplan, Bern, Dezember 2008
- [G3] Hager + Bettschen AG, Kornhausbrücke, Nutzungsvereinbarung (nachgeführt), Bern, Dezember 2008
- [G4] Hager + Bettschen AG, Kornhausbrücke, Projektbasis, Bern, Dezember 2008
- [G5] Hager + Bettschen AG, Kornhausbrücke, Tragwerksanalyse, Bern, Dezember 2008
- [G6] AZP Adamina Zeerleder Partner AG, Technischer Bericht Hauptinspektion August 2011, 30.04.2012

Normen, Richtlinien

- [N1] SIA 260:2013, Grundlagen der Projektierung von Tragwerken
- [N2] SIA 261:2014, Einwirkungen auf Tragwerke
- [N3] SIA 261/1:2013, Einwirkungen auf Tragwerke - Ergänzende Festlegungen
- [N4] SIA 262:2013, Betonbau
- [N5] SIA 263:2013, Stahlbau
- [N6] SIA 269:2011, Grundlagen der Erhaltung von Tragwerken
- [N7] SIA 269/1:2011, Erhaltung von Tragwerken – Einwirkungen
- [N8] SIA 269/2:2011, Erhaltung von Tragwerken – Betonbau
- [N9] SIA 269/3:2011, Erhaltung von Tragwerken – Stahlbau
- [N10] SIA 469:1997, Erhaltung von Bauwerken
- [N11] ASTRA Richtlinie: Überwachung und Unterhalt der Kunstbauten der Nationalstrassen, 2005

2 Zustandsaufnahme

Zielsetzung

Das Ziel dieser Zustandsaufnahme ist die Beurteilung und Dokumentation der Tragkonstruktion und des Korrosionsschutzes des gesamten Bauwerkes. Zu diesem Zweck werden unter anderem visuelle Prüfungen und Schichtdickenmessungen der zugänglichen Struktur durchgeführt. Die Zielsetzung wird entsprechend der unten aufgeführten Punkte formuliert:

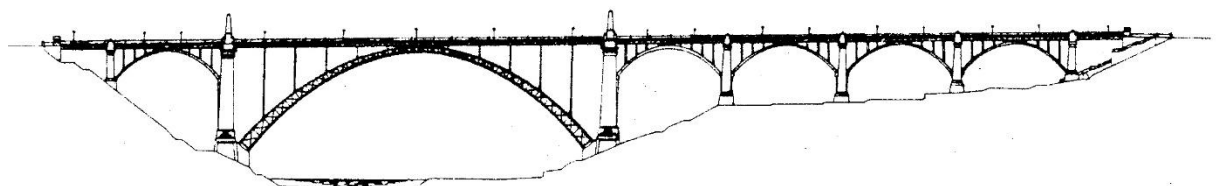
- Erkennen der entstandenen Schäden und möglicher Schadensursachen
- Dokumentation des Zustandes mit Angabe der wesentlichen Schäden
- Bemerkungen zum festgestellten Schadensprozess und seiner Entwicklung
- Zustandsbewertung des Bauwerks und der Bauwerksteile
- Allfällig angeordnete Sofortmassnahmen oder zusätzliche Sicherheitsmassnahmen
- Empfehlungen für das weitere Vorgehen (Überprüfung, nächster Inspektionstermin, konstruktive Eingriffe)
- Notwendige Anpassungen des Überwachungsplans

2.1 Struktur

Beschrieb Gesamttragwerk

Die 1898 erbaute Kornhausbrücke besteht aus den acht unabhängigen Teiltragwerken:

- Grosser Bogen mit aufgesetztem Überbau.
- Fünf kleine Bogen mit aufgesetztem Überbau
- Südliches Endfeld Seite Kornhausplatz und nördliches Endfeld Seite Kursaal.



I II Pfeiler-Nr. III IV V VI VII

Dazwischen befinden sich die massiven Pfeiler I bis VII, welche aus Granit und Kalkstein gemauert und innen mit Beton ausgefüllt sind. Über diesen Pfeilern sowie auch bei den Widerlagern sind Dilatationsfugen angeordnet.

Die vorhandenen fünf Tragstrukturen der kleinen Bogen mit Überbau sind identisch, ebenso die beiden Endfelder.

Die ganze Konstruktion besteht aus einfachen und zusammengesetzten Stahlprofilen (Flussstahl), im Allgemeinen voll vernietet. Ausnahmen bilden geschraubten Verstärkungs- und Ersatzprofile aus modernem Stahl. Die Betonfahrbahnplatte wirkt voll im Verbund mit den Obergurten der Träger Hauptlängsträger (HLT), Hauptquerträger (HQT) und Zwischenlängsträger (ZLT). Die Verbindung der Fahrbahnplatte zur darunterliegenden Stahlkonstruktion ist mittels aufgeschweissten Kopfbolzendübel (nicht sichtbar) gewährleistet.

In den Jahren 1997/1998 wurde eine Gesamtinstandsetzung der Kornhausbrücke durchgeführt. Dabei wurden unter anderem Arbeiten an der Fahrbahnplatte (Stahl-Beton-Verbund), dem Oberbau und der Stahlkonstruktion (Verstärkungen inkl. Korrosionsschutzarbeiten) erbracht.

2.2 Visuelle Inspektion

Zustandsklassen und Massnahmen

Das Vorgehen betreffend der Hauptinspektion ist in der Beilage 1 „Vorgehensweise bei der Brückeninspektion“ beschrieben.

Die qualitative Zustandsbeurteilung wird durch eine quantitative Zustandsbewertung ergänzt. Die Zustandsbewertung erfolgt nach dem System gemäss nachfolgendem Schema in der Tabelle 1 der ASTRA Richtlinie „Überwachung und Unterhalt der Kunstbauten der Nationalstrassen“ [N11]:

Klasse	Zustand	Schäden
1	Gut	Keine / geringfügige Schäden
2	Annehmbar	Unbedeutende Schäden
3	Schadhaft	Bedeutende Schäden
4	Schlecht	Grosse Schäden
5	Alarmierend	Sicherheit gefährdet, dringliche Massnahmen erforderlich
6	Nicht inspizierbar	Zustand ist nicht inspizierbar

Tabelle 1: Zustandsbewertung anhand Zustandsklassen 1 bis 6 (Nicht inspizierbar);

Im Vergleich der Hauptinspektion 2011 zur Hauptinspektion 2018 wurde zwischenzeitlich die Empfehlung SIA 162/5 durch die Normenreihen SIA 269/1-8 ersetzt. Dadurch deckt sich die Tabelle 1¹ aus dem Hauptinspektionsbericht 2011 nur teilweise mit der aktuellen Tabelle 1. Im vorliegenden Bericht werden im Rahmen der Untersuchungsergebnisse alle Bauteile global nach dem obigen System klassifiziert. Die Zusammenfassung der Zustandsbewertung ist als Anhang A dem Inspektionsbericht beigelegt.

2.3 Zustand Stahlkonstruktion und Lager

Grosser Bogen (GRB)

Die visuelle Inspektion hat ergeben, dass an der Stahlkonstruktion des Grossen Bogens keine ungewöhnliche Veränderung zum Vorschein gekommen ist. Im Allgemeinen ist die Stahlkonstruktion in einem guten Zustand. Während der Untersuchung konnten wir bei den Nieten und Schraubenverbindungen der Anschlussknoten an Ober- und Untergurt-Stegbleche keine Schädigungen wie beispielsweise Risse oder Verformungen feststellen. Mit der Kontrolle sind ausserdem keine losen und fehlenden Nieten festgestellt worden. Durch die Beihilfe des Kletterteams des Liegenschaftsunterhaltes/FISTA konnten die massgebenden Stahlkonstruktionsbauteile - hauptsächlich Diagonalprofile - bezüglich Ermüdung mit der Sichtprüfung untersucht und fotografisch aufgenommen werden. Die Zusammenfassung der fotografischen Aufnahmen ist in der Beilage Nr. 2 dem Inspektionsbericht beigelegt.

Die Brückenlagerungen werden mittels der Sichtprüfung als ungefährdet eingestuft, die Funktionsfähigkeit ist weiter intakt. Bei mehreren Brückenlagerungen konnte sich als Folge korrodier-

¹ Zustandsbewertung anhand Zustandsklassen 1 bis 5 alarmierend; {aus: Marti, P. (1997). Zustandsbeurteilung und Massnahmenempfehlung, in *Erhaltung von Betonbauwerken, Einführung in die Empfehlung SIA 162/5, SIA-Dokumentation 0 0144*}

renden Unterlagscheiben und Muttern die Verbindungen lösen. Der Vergleich mit der Hauptinspektion 2011 als Basis- und Referenzwert zeigt ausserdem keine weiteren Veränderungen, sofortige erforderliche Massnahmen sind nicht zu ergreifen.

Kleiner Bogen (KB) 1- 5

Der Zustand der Stahlkonstruktion und Brückenlager der kleinen Bögen entspricht weitestgehend dem des Grossen Bogens.

Endfelder (EF)

Der Zustand der Stahlkonstruktion der Endfelder entspricht weitestgehend dem des Grossen Bogens.

2.4 Zustand Korrosionsschutz

Visuelle Zustandsaufnahme und Schichtdickenmessung

Im Grossen und Ganzen scheint die korrosionsbeständige Schutzschicht in gutem Zustand zu sein, wobei die Wetterseite (Westseite oder unterwasserseitig) leicht tiefere Werte aufweist (360 µm zu 383 µm). Dies stimmt mit den Erwartungen überein.

Generell haben wir an den exponierten Stellen (Bogenoberseite, Pfostenaussenseite, etc.) höhere Werte aufgenommen. Oft sind Messwerte von > 600 µm gemessen worden, wobei mehrere Anstriche klar erkennbar sind. Bei den weniger exponierten Stellen sind die Werte um einiges tiefer und bewegen sich um die 250 µm.

Bei den Lagern sind die Unterschiede in den Messdicken teilweise sehr stark und eventuell durch die Zugänglichkeit der Elemente bedingt (Unterseite der Elemente teilweise < 100 µm, die restlichen derselben Elemente jedoch wieder > 200 µm).

Die geforderten Toleranzen «Kategorie C3 aussen, Zeile 13 und 14, Grenzwert > 200 µm» und Mindestschichtstärken (Mindestschichtdicke = 0,8 x Sollschichtdicke) gemäss Empfehlung im Merkblatt SIA 2022 „Oberflächenschutz von Stahlkonstruktionen“ sind mehrheitlich eingehalten. Einen Auszug aus dem Merkblatt SIA 2022 ist im Anhang B dem Inspektionsbericht beigelegt.

Teilweise sind während früheren Instandstellungsarbeiten punktuelle Korrosionsschäden saniert worden. Einige dieser Stellen „spalten mit der Zeit unter der intakten Schutzschicht auf - Spaltkorrosion“ beziehungsweise entsteht die sogenannte Auftreibungen. An mehreren Stellen ist die Korrosion ausserdem in die Zwischenräume zwischen zwei genieteten Blechen vorgedrungen, was wiederum zeitlich zum „spalten“ führen wird.

Die Durchbrüche der Entwässerung in der Betonfahrbahnplatte scheint im Bezug des Korrosionsschutzes eine wesentliche Gefährdung zu sein. Während die Durchbrüche beziehungsweise die Entwässerungsanschlüsse im Bereich des Strassenprofils inkl. Gleisentwässerung mehrheitlich unproblematisch sind, sind jene im Bereich des Gehweges direkt oberhalb der Bögen problematisch. Diese Durchbrüche / Entwässerungsanschlüsse sind teilweise undicht, das Wasser kann hier direkt auf die darunterliegenden Stahlbauteile tropfen. Dies stellt ein zusätzliches Risiko von einer verstärkten Schadensbildung dar. Die zwischenzeitlichen Durchzüge von leichten Niederschlägen am 30. und 31. August haben nicht gereicht um Nassstellen feststellen zu können.



Im Übergangsbereich der Stützen- und Bogenbauteileverbindungen sind in den Stützenprofilen Öffnungen mit abgedeckten und perforierten Blechen ersichtlich. Sie sorgen dafür, dass angestautes Wasser abfließen kann. Diese Öffnungen scheinen einen Rückstau nicht gesamtheitlich zu verhindern und werden dazu führen, dass angestautes Wasser den Korrosionsschutz dieser Verbindungsbereiche mit der Zeit negativ beeinflusst.



Zusammenfassung SCE GmbH

Die Überprüfung des Korrosionsschutzes durch die SCE GmbH ist in einem separaten Bericht festgehalten. Dieser Bericht ist Bestandteil der Beilage Nr. 4, folglich wird nachstehend nur die Zusammenfassung der SCE GmbH zitiert:

„Die Kornhausbrücke mit ihren fünf Bogenbrücken und zwei Leiterbrücken an den jeweiligen Enden der fünf aneinandergereihten Brücken, besitzt im Korrosionsverhalten sogenannte «Extremstellen» und «gutmütige Stellen». Die extremen Bereiche der Korrosion sind hauptsächlich nur in den Übergangsbereichen von Stütze in den Bogen anzutreffen. Dies erklärt sich zum einen durch die Anhäufung der Spalte und zum anderen durch die Staunässe bei gehindert abfließendem Wasser vom Bogenoberflansch.

Die Korrosion im Spalt führt zu Rost, wobei das Volumen der Korrosionsprodukte ein Mehrfaches des abgetragenen Materials einnimmt. Deshalb entstehen die sogenannten Auftreibungen. Auftreibungen haben die Eigenschaft, die Korrosionsstimulatoren zu binden, die Staupflache zu vergrössern, Spannungen auf die Verbindung zu vergrössern, sowie auch das Material abzutragen.

Im Hinblick auf die Auswirkungen bei den «Extremstellen» ist es ratsam, diese Stellen im Fünfjahresturnus zu kontrollieren, um bei entsprechender Abweichung die zielführenden Massnahmen zu ergreifen.

Zielführend ist eine Neubeurteilung der Schadstellen in fünf wie auch in zehn Jahren.

Durch den widerkehrenden Inspektionsablauf können schnell und zielgerichtet Massnahmen ergriffen werden, die den wirtschaftlichen wie auch technischen Beweggründen Rechnung tragen. Somit wird die Nullvariante mit fünfjährigem Inspektionsintervall und Vollsanierung bei Bedarf als gangbarer Weg erachtet.

2.5 Zustand der Fahrbahnplatte und Entwässerung

Die Untersicht der Betonplatte der Fahrbahn weist im Allgemeinen ein einheitliches gesundes Bild betreffend Struktur und Farbe auf. In regelmässigen Abständen sind feine Schwindrisse ersichtlich. Aufgrund der kleinen Rissgrössen ($< 0.25 \text{ mm}$) kann der Zustand des Betons als einwandfrei eingestuft werden.

Auf folgende Überprüfungen wurde aufgrund des relativ geringen Alters des Betons verzichtet:

- Überprüfung hinsichtlich Hohlstellen
- Überprüfung der Betonüberdeckung
- Überprüfung der Karbonatisierungstiefe

Der Zustand der Entwässerung ist im Bereich des Strassenprofils inkl. Gleisentwässerung genügend bis zufriedenstellend und im Bereich des Gehweges schadhaft, siehe zudem Abschnitt 2.4.

Das Entwässerungssystem ist in den letzten Jahren lokal instandgesetzt und ergänzt worden. Es wird vermutet, dass im Bereich des Gehweges nach wie vor kleinere Undichtigkeiten des

Entwässerungssysteme vorhanden sind. Aufgrund der geringen Niederschlagsmenge während der Inspektion konnte kein Wasser bei den undichten Stellen festgestellt werden.

Die Gitterroste der Entwässerungsrinnen an der Fahrbahndecke sind teilweise nicht korrekt befestigt resp. die Sicherungsschrauben gelöst. Die Rinnenelemente weisen an einzelnen Stellen Risse und Abplatzungen auf. Im Bereich der Pfeiler sind die Abbrüche an den Rinnen durch "Aufstossen" infolge Zwängungen aus Temperaturdehnungen entstanden.

2.6 Zustand Belag

Der Belag im Fahrbahn- und Gehwegbereich ist insgesamt schadhaft. Die durchgeführte visuelle Untersuchung zeigt verschiedene Schäden auf: Abplatzungen oder lose Stellen, starke Risse über 0.3 mm bei Querfugen und schadhafte beziehungsweise undichte Schachtdeckel. Aus früheren Untersuchungen ist bekannt, dass der Verbund zwischen Deck- und Tragschicht teilweise mangelhaft ist (siehe auch Untersuchungsbericht der IMP Bauteil vom 19.02.2003). Im Allgemeinen treten die Querrisse (über die gesamte Fahrbahnbreite führend), in den Bereichen der Brückendilatationsfugen auf, während kürzere Risse vereinzelt und unregelmässig verteilt auf die gesamte Fahrbahnoberfläche sowie bei den Schienenbefestigungen anzutreffen sind.

An den Brückenenden sind Verformungen des Oberbaus entlang der Fahrbahnübergänge sowie Belagsrisse vorhanden. Diese Stellen sind gefährdet und führen in Zukunft zu unkontrollierbaren Ausbrüchen.

Die Brückenabdichtung konnte nicht überprüft werden. Aufgrund der einwandfreien Untersicht der Betonplatte im Fahrbahnbereich - keine Nassstellen und Tropfspuren sichtbar - ist anzunehmen, dass die Abdichtung keine Schäden aufweist. Dennoch vermuten wir, dass die Übergangsdetails der Abdichtung zu den Entwässerungsrohren im Gehwegbereich teilweise undicht sind, was am Unterbau zu sichtbaren Tropfstellen führt (siehe auch Abschnitt 2.4).

2.7 Fahrbahnübergänge und Fugenverguss

Nebst den Rissen in der Belagsschicht fällt insbesondere die gestörte Oberflächenstruktur bei den Fahrbahnübergängen und Fugenvergüssen auf. Bei den Querfugen reiss das Fugenmaterial an einigen Stellen von der Belagsschicht ab.

Bei den Längsfugen entlang der Tramschienen sind Blasenbildungen zu beobachten, somit ist die Fuge schadhaft und erfüllt die vorgesehene Funktion nicht mehr. Die Blasen sind nicht gleichmässig verteilt, es hat einige längere Bereiche ohne Blasenbildungen.

Entlang der Entwässerungsrinnen ist vermehrt organischer Bewuchs feststellbar. Dieser Schaden und die Ursache lässt sich durch die abgelöste Fugenflanke von der Entwässerungsrinne zum Belag beschreiben.

Zuständigkeitsbereich der Fugen auf der Brücke:

- | | |
|---------------------------------------|-----------------------|
| - Längsfugen entlang der Tramschienen | Bernmobil |
| - Querfugen bei Fahrbahnübergängen | Tiefbauamt Stadt Bern |

2.8 Zustand Natursteinmauerwerk und Pfeiler

Visuelle Zustandsaufnahme

Gesamthaft betrachtet befindet sich das Natursteinmauerwerk in einem guten Zustand. Diese Einstufung basiert auf den Beurteilungen, die in der ganzen Woche mit den visuellen Untersuchungen der Bauteile und des gesamthaften Bauwerkes getätigt wurden.

Es sind lediglich vereinzelte Massnahmen zur Optimierung vorhandener Schwachstellen gemäss dem Bericht von Materialtechnik am Bau AG durchzuführen.

Zusammenfassung Materialtechnik am Bau AG

Die Überprüfung des Natursteinmauerwerkes durch die Materialtechnik am Bau AG ist in einem separaten Bericht festgehalten. Dieser Bericht ist Bestandteil der Beilage Nr. 5, folglich wird nachstehend nur die Zusammenfassung der Materialtechnik am Bau AG zitiert:

„Der Zustand 7 Jahre nach der früheren Aufnahme ist immer noch gut. Die im Jahr 2011 festgestellten Schäden wurden im Allgemeinen nicht instandgesetzt, sind auf jeden Fall auch nicht grösser bzw. auffallender geworden. Aus diesen Gründen kann die detaillierte materialtechnische Untersuchung auf die Gesamtinstandsetzung der Brücke (geplant im Jahr 2022-2023) aufgeschoben werden.

Die festgestellten Risse an den Quadern von Pfeiler 2 und 3 sollten innerhalb des nächsten Jahres instandgesetzt werden. Die Gefahr, dass sich grosse Bruchstücke ablösen können ist reell (vgl. Pfeiler 1) und könnte oberhalb des Fussgängerwegs dramatische Folgen haben. Die Simssteine der Pfeiler 2, 3 und 6 müssen ebenfalls innerhalb von einem Jahr an losen Bruchstücken kontrolliert werden. Die losen Bruchstücke, welche eine Gefahr für die unterliegende Strasse bzw. den unterliegenden Parkplatz darstellen, müssen dann entfernt werden.

Beim Pfeiler 1 würde es sich lohnen den abgebrochenen Simsstein zu reprofilieren und das Postament West neu zu richten bzw. zu sichern.

Des Weiteren würde es sich auch lohnen, die im Jahr 2011 vorgeschlagenen Instandsetzungsarbeiten auszuführen, welche bis jetzt noch nicht erledigt wurden (Belüftung der Fundamente der Pfeiler 2 und 3 und Einbau der Sickerleitung im Fundament von Pfeiler 3; Erneuerung des Korrosionsschutzes der Lagerverschraubung; Fugenreparaturen an der Sichtfläche der Pfeiler und der Widerlager).

Das Leck im Pfeiler 2 sollte ebenfalls geortet und fachgerecht repariert werden. “

2.9 Sonstige Ausrüstungen (inkl. Sicherungsnetze)

Leitschranken

Bei der Hauptinspektion 2011 wurden Mängel wie z.B. diverse gelösten oder fehlenden Schrauben festgestellt. Die aktuelle Hauptinspektion hat keine solchen Schäden und bedeutende Veränderungen feststellen können. Der Unterhalt der Leitschranken ist entsprechend weiterhin umzusetzen.

Die Zugstangen- und Pfostenverankerungen sind in ordnungsgemässen Zustand.

Geländer

Die Geländer sind generell in einem schadenfreien Zustand. Es sind einzelne Korrosionsstellen ersichtlich, ansonsten sind keinerlei Schäden an der Oberfläche sowie Absturzsicherung erkennbar.

Werkleitungen, Beleuchtung, Fahrleitung und Schienen

Die Werkleitungen, Kandelaber der Brückenbeleuchtung, die Fahrleitungen, Fahrleitungsmasten sowie die Schienen werden systematisch durch die Bewirtschafter (EWB, Bernmobil, Stadt Bern usw.) oder durch spezialisierte Firmen durchgeführt und sind im Rahmen der Hauptinspektion 2018 nicht kontrolliert worden.

Kontrollsteg

Der Kontrollsteg sowie die Einstiegsleitern sind grundsätzlich in einem guten Zustand. Bei der Hauptinspektion 2011 wurden Mängel wie z.B. diverse oberflächliche Korrosionsspuren oder fehlenden Schrauben festgestellt. Die aktuelle Hauptinspektion hat keine zusätzlichen Schäden

und bedeutende Veränderungen feststellen können. Partielle Massnahmen zur Optimierung der vorhandenen Schwachstellen sind bei einer nächsten Instandstellung auszuführen.

Sicherungsnetze

Die 2016 eingebauten Sicherungsnetze inkl. der Verankerungen sind generell in einem einwandfreien Zustand. Es sind lediglich einzelne Korrosionsstellen beziehungsweise Verunreinigungen der Verankerungen bei den Pfeiler Nr. II und III erkennbar. Die vorhandene Schwachstelle wird auf den undichten Schachtdeckel im Bereich des Gehweges zurückgeführt. Die erforderlichen Massnahmen sind mit der Belagsuntersuchung und -beurteilung zu koordinieren.

3 Unterhalt und Überwachung

3.1 Massnahmenempfehlung

Mit dem Bericht zur Hauptinspektion 2018 wird eine Massnahmenempfehlung abgegeben. Die grafische Gliederung wird unter Kapitel 2.2 Visuelle Inspektion und im Anhang mit der Tabelle 2: „Zustandsbewertung anhand Zustandsklassen 1 bis 6 nicht inspizierbar“ beschrieben und dargestellt.

Stahlkonstruktion

Aufgrund der aktuellen Überprüfung und des angetroffenen Zustandes sind keine Sofortmassnahmen einzuleiten. Die kritischen Bauteile betreffend Ermüdungsfestigkeit und die allgemeinen Bauteile sind vergleichbar zu denjenigen der Inspektion vom 2011. Gesamt betrachtet befindet sich die Stahlkonstruktion der Kornhausbrücke in einem guten Zustand. Einzelne Brückenlagerbefestigungen infolge korrodierender Unterlagscheiben und Muttern sind instand zustellen.

Die Inspektionen sind gemäss Überwachungsplan weiter zu führen.

Die Inspektionsintervalle sind bei der Einführung der neuen Tramtypen allenfalls auf 2 Überprüfungen pro Jahr zu verkürzen (siehe Bericht "Neue Tramlasten Kornhausbrücke" vom 19.04.2010).

Korrosionsschutz

Damit eine Verringerung der Tragfähigkeit und der Ermüdungsfestigkeit infolge Materialverlust durch korrodieren ausgeschlossen werden kann, ist eine laufende Instandsetzung des Korrosionsschutzes von grosser Wichtigkeit. Die Beurteilung des Korrosionsschutzes stützt sich auf die Expertise von SCE GmbH vom 30. und 31. August. Die erfolgte Expertise und die daraus detaillierten Instandsetzungsmassnahmen sind im Bericht Beilage Nr. 4 schriftlich und fotografisch dokumentiert. Mit der durchgeführten Schichtdickenmessung der ingenta ag (siehe Beilage Nr. 3) wird ein zusätzliches Feedback des Korrosionsschutzsystems, durch Interpretation der Ergebnisse, wiedergegeben.

Die Schutzbeschichtung als Ganzes ist für eine weitere Nutzung in gutem Zustand. Die teilweisen Braunverfärbungen stellen keine Beeinträchtigung der Brückentragssicherheit dar. Da die Farbbeschichtung, im Gegensatz zur Feuerverzinkung, unterwandert werden kann, bringen alle Beschädigungen und Verfärbungen eine gewisse Gefahr von Abplatzungen mit sich.

Deshalb bedarf es sicherlich vor Ort für die massgebenden Stellen eine Nachverbesserung.

In der Expertise von SCE GmbH wird anhand einer Grafik - siehe Seite 7 – das Abbauverhalten von Beschichtungen in einen prozessartigen Zusammenhang mit den jeweiligen Massnahmen dargestellt. Das zeitliche Langzeit-Korrosionsverhalten von Baustahl der Brückenkonstruktion ist nur schwierig darzustellen. Unsicherheiten in Bezug auf die Abschätzung des Materialabtrages bilden die Extremstellen, die bereits heute Korrosion und vor allem Auftreibungen aufweisen. Bei ihnen muss als vorsichtige Schätzung davon ausgegangen werden, dass ein kritischer Materialverlust von 1 mm (1'000 µm) bereits in ca. 7 bis 15 Jahre vorhanden sein könnte. Jedoch zeigen die Schichtdickenmessungen auch, dass die Abtragungsraten nicht wie erwartet fortschreiten und die hohe Abtragungsraten eher unwahrscheinlich sind.

Die Einflüsse von markanten Korrosionsstellen auf die Korrosionsschutzarbeiten werden in der Expertise in drei Varianten, Vorgehen und deren Fazit beschrieben:

- **Nullvariante, Inspektion der Extremstellen in max. 5 Jahren**
Vorgehen: An den Brücken werden vorerst keine Massnahmen umgesetzt. In max. 5 Jahren sind die Extremstellen (vor allem die Lagerbereiche und Auftreibungen) erneut zu inspizieren und mit dem heutigen Zustand zu vergleichen.
Fazit: Die Nullvariante ist im Hinblick auf den Korrosionsschutz der Brücken technisch gerade noch vertretbar, unter der Voraussetzung, dass in max. 5 Jahren die Extremstellen nochmals inspiziert werden.
- **Reparaturen bei Extremstellen als Langfristlösung**
Vorgehen: Dabei werden Extremstellen (stark korrodierte Teilbereiche, Auftreibungen etc.) durch lokale Reparaturen bestmöglich ausgebessert. Diese finden im Rahmen von Kletterarbeiten statt.
Fazit: Lokales Ausbessern kann eine Totalsanierung nicht ersetzen, höchstens um einige Jahre hinauszögern.
- **Totalsanierung Korrosionsschutz**
Vorgehen: Die bestehende Beschichtung wird durch Druckluftstrahlen komplett entfernt. Es erfolgt ein komplett neuer Korrosionsschutzaufbau nach aktuellem Stand der Technik.
Fazit: Eine Totalsanierung drängt sich aktuell noch nicht auf. Eine Neubeurteilung soll im Rahmen der nächsten Inspektion in max. 5 Jahren erfolgen.

Aufgrund der Expertise, der Schichtdickenmessung und im Hinblick auf das nächste Inspektionsintervall 2023 ist ersichtlich, dass die Korrosionsstellen und die Abwitterung des Anstriches nicht gleichmässig erfolgt.

Es ist ratsam, stark belasteten Bereiche, welche bereits grossflächige Korrosion aufweisen, innerhalb der nächsten 12 bis 24 Monate wieder instand zu setzen.

Für die übrigen Bereiche mit noch intaktem Anstrich empfiehlt es sich, die Erneuerung vor Auftreten grösserer Korrosion vorzunehmen. In diesem Falle sind die übrigen Flächen innerhalb der nächsten 48 Monate zu erneuern.

Durch eine Inspektions- und Instandsetzungsstrategie mit kürzeren Intervallen kann zudem über einen längeren Zeitraum auf kostenintensive Gerüste und Einhausungen verzichtet werden.

Fahrbahnplatte

Es sind keinerlei Massnahmen notwendig.

Fahrbahn (Belag, Fahrbahnübergänge, Entwässerung und Fugen)

Der Zustand der Fahrbahn erfordert lokale bis grossflächige Instandsetzungsarbeiten. Es ist ratsam die Durchführung der Instandsetzung möglichst zeitnah durchzuführen. Eine längere Verschiebung der notwendigen Instandsetzungsarbeiten hätte einen nichtlinearen Anstieg des Investitionsbedarfs zur Folge.

Bei einer Vernachlässigung der notwendigen Instandsetzungsmassnahmen besteht die Gefahr, dass auch intakte Bauteile geschädigt werden.

Entlang der Entwässerungsrinne ist der organische Bewuchs zu entfernen.

Natursteinmauerwerk und Pfeiler

Es sind lediglich vereinzelte Massnahmen wie Natursteinkosmetik und Sicherung von allenfalls herunterfallenden Bauteile in den nächsten 12 Monaten notwendig. Die erfolgte Untersuchung durch Materialtechnik am Bau AG und die daraus detaillierten Instandsetzungsmassnahmen sind im Bericht Beilage Nr. 5 schriftlich und fotografisch dokumentiert.

Sonstige Ausrüstungen (inkl. Sicherungsnetze)

Die sonstige Ausrüstung ist weiterhin gemäss Unterhaltsplan instand zu halten. Die festgestellten einzelnen Schäden des Kontrollstegs sind mit entsprechenden Massnahmen bei einer nächsten Instandstellung auszuführen. Die Sicherungsnetze benötigen ebenfalls keine Massnahmen, da keine Korrosionsspuren und schadhaften Bauteile sichtbar sind. Nach Instandstellung des Schachtdeckels im Gehwegbereich sind die Verunreinigungen der Sicherungsnetzverankerungen innerhalb der Pfeiler II und III zu reinigen.

Überwachungsplan

Wir empfehlen, den Unterhalt der Kornhausbrücke im bisherigen Rahmen gemäss dem Überwachungsplan (Stand: Dezember 2008) weiterzuführen. Die ergänzenden Überwachungen gemäss Tabelle 2 sind zwingend durch das Tiefbauamt Bern sicherzustellen.

Zusätzlich zu diesen Punkten sind folgende Überwachungsarbeiten notwendig und im Überwachungsplan (Stand Dezember 2008) zu ergänzen:

- Periodische, visuelle Begutachtung der Sicherungsnetze inkl. der Verankerungen (siehe Kapitel 2.8), um allfällige Veränderungen rechtzeitig festzustellen.

Als Zeitintervall werden die gleichen Jahre wie bei der Hauptinspektion - alle 5 Jahre - vorgeschlagen. Die Kontrollen können mit der Beihilfe des Kletterteams des Liegenschaftsunterhalts/FISTA vorgenommen werden.

4 Verfasser und Unterschriften

Bern, den 26. April 2019

ingenta ag ingenieure + planer



Reto Adamina



Egidio Gambardella

5 Beilagen und Anhang

5.1 Beilagen

Beilage Nr. 1: Vorgehensweise bei der Brückeninspektion

Beilage Nr. 2: Fotodokumentation

Beilage Nr. 3: Zusammenstellung der Schichtdicken-Messwerte und Auswertung

Beilage Nr. 4: Bericht der Begutachtung der SCE GmbH (Nr.: 1334)

Beilage Nr. 5: Bericht der Begutachtung der Materialtechnik am Bau AG (Nr.: 18114)

5.2 Anhang A

Tabelle mit Zustandsbewertung

Nr.	Bauteil	Schadensbild 2018	Foto Nr. oder ab Seite	Bewertung 2018 (Zustandsklasse)	Empfohlener betrieblicher Unterhalt und bauliche Massnahmen
1	Stahlkonstruktion und Lager				
1.1	Endfeld Seite Kornhausplatz	Keine Schäden	S.167	1 (gut)	Lagerbefestigung instand stellen
1.2	Grosser Bogen	Keine Schäden	S.170	1 (gut)	dito 1.1
1.3	Kleiner Bogen 1	Keine Schäden	S.168	1 (gut)	dito 1.1
1.4	Kleiner Bogen 2	Keine Schäden	S.174	1 (gut)	dito 1.1
1.5	Kleiner Bogen 3	Keine Schäden	S.177	1 (gut)	dito 1.1
1.6	Kleiner Bogen 4	Keine Schäden	S.179	1 (gut)	dito 1.1
1.7	Kleiner Bogen 5	Keine Schäden	S.182	1 (gut)	dito 1.1
1.8	Endfeld Seite Kursaal	Keine Schäden	S.184	1 (gut)	dito 1.1
2	Korrosionsschutz				
2.1	Unterkonstruktion	Punktförmige bis grossflächige Korrosionsschäden	S.167 und Bericht SCE GmbH	3 (schadhaft)	Undichte Fahrbahnübergänge und Schienenentwässerungen reparieren und Erneuerung des Korrosionsschutzes
2.2	Stützen	Vereinzelt Korrosionsschäden im Bereich der Knoten	dito 2.1	3 (schadhaft)	Erneuerung des Korrosionsschutzes

2.3	Bogen	Vereinzelt kleinere Stellen mit beginnender Korrosion	dito 2.1	3 (schadhaft)	Undichte Entwässerungsleitungsanschlüsse des Überbaus und Erneuerung des Korrosionsschutzes
2.4	Lager	Punktförmige Korrosionsschäden, Korrosionsbildung an den Lagerverschraubungen	dito 2.1	3 (schadhaft)	Undichte Fahrbahnübergänge und Schienenentwässerungen reparieren und Erneuerung des Korrosionsschutzes
3	Fahrbahnplatte				
3.1	Allgemein für alle acht Teiltragwerken			1 (gut)	
4	Entwässerung im Bereich des Strassenprofils inkl. Gleisentwässerung				
4.1	Endfeld Seite Kornhausplatz	Diverse Undichtigkeiten des Entwässerungssystems. Gitterroste der Entwässerungsrinnen, teilweise nicht befestigt	S.186	2 (annehmbar)	Entsprechende Instandsetzungsarbeiten
4.2	Grosser Bogen	dito 4.1	S.187	2 (annehmbar)	dito 4.1
4.3	Kleiner Bogen 1	dito 4.1	S.186	2 (annehmbar)	dito 4.1
4.4	Kleiner Bogen 2	dito 4.1	S.190	2 (annehmbar)	dito 4.1
4.5	Kleiner Bogen 3	dito 4.1	S.191	2 (annehmbar)	dito 4.1
4.6	Kleiner Bogen 4	dito 4.1	S.192	2 (annehmbar)	dito 4.1
4.7	Kleiner Bogen 5	dito 4.1	S.193	2 (annehmbar)	dito 4.1
4.8	Endfeld Seite Kursaal	dito 4.1	S.195	2 (annehmbar)	dito 4.1
5	Entwässerung im Bereich des Gehweges				
5.1	Endfeld Seite Kornhausplatz	Diverse Undichtigkeiten des Entwässerungssystems. Gitterroste der Entwässerungsrinnen, teilweise nicht befestigt	S.186	3 (schadhaft)	Entsprechende Instandsetzungsarbeiten der Entwässerungsanschlüsse
5.2	Grosser Bogen	dito 5.1	S.187	3 (schadhaft)	dito 5.1
5.3	Kleiner Bogen 1	dito 5.1	S.186	3 (schadhaft)	dito 5.1
5.4	Kleiner Bogen 2	dito 5.1	S.190	3 (schadhaft)	dito 5.1
5.5	Kleiner Bogen 3	dito 5.1	S.191	3 (schadhaft)	dito 5.1

5.6	Kleiner Bogen 4	dito 5.1	S.192	3 (schadhaft)	dito 5.1
5.7	Kleiner Bogen 5	dito 5.1	S.193	3 (schadhaft)	dito 5.1
5.8	Endfeld Seite Kursaal	dito 5.1	S.195	3 (schadhaft)	dito 5.1
6	Belag				
6.1	Endfeld Seite Kornhausplatz	Risse, Verformungen und Abplatzungen (Schalenförmige Ausbrüche, teilweise bis auf die Tragschicht reichend)	S.201	3 (schadhaft)	Entsprechende und rasche Instandsetzungsarbeiten
6.2	Grosser Bogen	dito 6.1	S.201	3 (schadhaft)	dito 6.1
6.3	Kleiner Bogen 1 bis 5	dito 6.1	S.201	3 (schadhaft)	dito 6.1
6.4	Endfeld Seite Kursaal	dito 6.1	S.201	3 (schadhaft)	dito 6.1
7	Fahrbahnübergänge und Fugenverguss				
7.1	Endfeld Seite Kornhausplatz	Grosse Risse, Verformungen und Materialausbrüche	S.201	4 (schlecht)	Entsprechende und rasche Instandsetzungsarbeiten
7.2	Grosser Bogen	dito 7.1	S.201	4 (schlecht)	dito 7.1
7.3	Kleiner Bogen 1	dito 7.1	S.201	4 (schlecht)	dito 7.1
7.4	Kleiner Bogen 2	dito 7.1	S.201	4 (schlecht)	dito 7.1
7.5	Kleiner Bogen 3	dito 7.1	S.201	4 (schlecht)	dito 7.1
7.6	Kleiner Bogen 4	dito 7.1	S.201	4 (schlecht)	dito 7.1
7.7	Kleiner Bogen 5	dito 7.1	S.201	4 (schlecht)	dito 7.1
7.8	Endfeld Seite Kursaal	dito 7.1	S.201	4 (schlecht)	dito 7.1
8	Natursteinmauerwerk				
8.1	Widerlager Süd (Seite Kornhausplatz)	Lokale Abwitterungerscheinungen, Risse oder schadhafte Bauteile	Bericht Materialtechnik am Bau AG	4 (schlecht)	Lokale Fugenreparaturen, Optimierung der Wasserführung, Sicherung von Bauteilen
8.2	Pfeiler 1 bis 7	dito 8.1	dito 8.1	4 (schlecht)	dito 8.1
8.3	Widerlager Nord (WL Seite Kursaal)	dito 8.1	dito 8.1	4 (schlecht)	dito 8.1
9	Übrige Ausrüstung				
9.1	Leitschranken	Keine Schäden	-	1 (gut)	-
9.2	Geländer	Keine Schäden	-	1 (gut)	-
9.3	Beleuchtung	Nicht überprüft	-	-	-

9.4	Kontrollsteg	Schrauben mit Korrosionsspuren	-	3 (schadhaft)	Örtliche Instandsetzung des Korrosionsschutzes
9.5	Sicherungsnetze	Keine Schäden	-	1 (gut)	-

9. Gesamtbewertung und Empfehlung für weiteres Vorgehen					
Schadstufen für Gesamtbewertung: gut, annehmbar, schadhaft, schlecht, alarmierend.					
Bei Beurteilungsstufen, welche jeweils nicht genau zugeordnet werden können, wird der Zustand jeweils in die nächstschlechtere Kategorie eingeordnet.					
Gesamtbeurteilung: 3 (schadhaft)					

Tabelle 2: Zustandsbewertung anhand Zustandsklassen 1 bis 6 (Nicht inspizierbar);

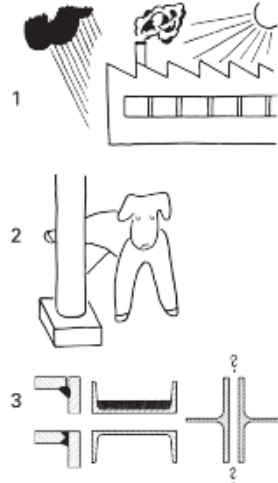
5.3 Anhang B

1 Einleitung

Das vorliegende Merkblatt SIA 2022 soll Architekten, Ingenieuren, Unternehmern sowie Bauverantwortlichen als einfache Arbeitshilfe für die häufigsten Korrosionsschutzfälle dienen. Es enthält Entscheidungshilfen, Anwendungsbeispiele und Ausschreibungstexte bis zur Korrosivitätskategorie C3 nach der Norm SN EN ISO 12944. Für höhere Korrosionsbelastungen ist eine Fachperson beizuziehen.

Um einen wirksamen Korrosionsschutz zu erreichen, ist es wichtig, dass eine geeignete Spezifikation für das Projekt erarbeitet wird. Als Grundlage dienen dafür folgende drei wichtigsten Punkte:

1. Die Korrosivitätskategorie der Umgebung des Bauwerks (Makroklima) ermitteln oder abschätzen.
2. Sonderbelastungen und besondere Situationen (Mikroklima) ermitteln, die die Wahl der zu verwendenden Beschichtungssysteme beeinflussen könnten (z.B. Bauzustände, Kondenswasser, Tausalz, Chemie, höhere Temperatur).
3. Die Gestaltung der Konstruktion prüfen und dafür sorgen, dass Stellen für bevorzugten Korrosionsangriff vermieden werden. Ausserdem prüfen, ob ausreichende Zugänglichkeit und Erreichbarkeit für Korrosionsschutzarbeiten und Unterhalt gegeben sind.



2 Korrosivitätskategorien

Einteilung der Umgebungsbedingungen nach SN EN ISO 12944

Korrosivitäts-kategorie	Beispiele typischer Umgebungen	
	Aussen	Innen
C1 unbedeutend		Geheizte Gebäude mit neutraler Atmosphäre (trocken) – Fabrikationshallen – Lagerhallen geheizt – Büros, Schulen, Läden – Ausstellungen, Hotels
C2 gering	Atmosphären mit geringer Verunreinigung (ländliche Gebiete) – Vordächer, offene Hallen	Ungeheizte Gebäude, wo Kondensation auftreten kann – Lagerhallen – Sporthallen
C3 mässig (im Zweifelsfall Beratung durch Fachperson)	Atmosphären mit mässiger Verunreinigung (städtische Gebiete) – Industrie – Brücken	Produktionsräume mit hoher Feuchte und kleiner Luftverunreinigung – Lebensmittelherstellung – Molkereien, Brauereien – Wäschereien – Eisstadion
C4 stark (Beratung durch Fachperson)	Atmosphären mit starker Verunreinigung – tausalzbelastete Brücken – Brücken über Flüsse – Kläranlagen – hinterlüftete Fassaden an Hauptstrassen – Küstengebiete	Gebäude oder Bereiche mit hoher Feuchte und/oder hoher Luftverunreinigung – Chemieanlagen – Hallenbäder – Käsereien – Kehrlichtverbrennungsanlagen
C5-I (Industrie) sehr stark (Beratung durch Fachperson)	Industrielle Bereiche mit hoher Feuchte und aggressiver Atmosphäre	Gebäude oder Bereiche mit nahezu ständiger Kondensation und mit starker Verunreinigung – Galvanikbetriebe, Beizereien

Für Korrosivitätskategorien am Meer, im Wasser und im Erdbereich gemäss SN EN ISO 12944 ist ebenfalls eine Fachperson beizuziehen.

3 Beschichtungssysteme

Beispiele und Preisvergleiche ⁽¹⁾

Die nachstehenden Beschichtungssysteme sind für die Korrosivitätskategorien C1–C3 und für Werksbeschichtungen formuliert. Sie sind für eine Schutzdauer von über 15 Jahren empfohlen.

Die aufgeführten Schichtdicken sind **Sollschichtdicken** nach SN EN ISO 12944 (Teil 5); Werte unter $0,8 \times$ Sollschichtdicke sind nicht erlaubt und müssen nachgebessert werden. Es gilt: **Mindestschichtdicke** = $0,8 \times$ **Sollschichtdicke**.

Zweikomponentige (2K) Aufbauten sind qualitativ höherwertig (längere zulässige Bewitterungsdauer bei der Montage, geringere Transport- und Montageschäden) als einkomponentige (1K) Aufbauten.

Auf der Baustelle ausgebesserte Transport- und Montageschäden weisen Struktur- und optische Farbdifferenzen auf; bei erhöhten ästhetischen Anforderungen wird empfohlen, den letzten Anstrich auf der Baustelle auszuführen.

C1	unbedeutend	(Sollschichtdicken in μm)	Preisvergleich
1	Strahlen Sa 2 $\frac{1}{2}$	+ 1K-Grundbeschichtung 40 μm	100%
2	Strahlen Sa 2 $\frac{1}{2}$	+ 2K-Grundbeschichtung 40 μm	105%
3	Strahlen Sa 2 $\frac{1}{2}$	+ 1K-Grundbeschichtung in Farbton 60 μm	130%
4	Strahlen Sa 2 $\frac{1}{2}$	+ 2K-Grundbeschichtung in Farbton 60 μm	135%
C2 gering, innen			
5	Strahlen Sa 2 $\frac{1}{2}$	+ 1K-Grundbeschichtung 80 μm	110%
6	Strahlen Sa 2 $\frac{1}{2}$	+ 2K-Grundbeschichtung 80 μm	115%
7	Strahlen Sa 2 $\frac{1}{2}$	+ 1K-Grundbeschichtung in Farbton 80 μm	135%
8	Strahlen Sa 2 $\frac{1}{2}$	+ 2K-Grundbeschichtung in Farbton 80 μm	140%
C2 gering, aussen (nicht direkt bewittert)			
9	Strahlen Sa 2 $\frac{1}{2}$	+ 1K-Grundbeschichtung 60 μm + 1K-Deckbeschichtung in Farbton 60 μm ⁽²⁾	175%
10	Strahlen Sa 2 $\frac{1}{2}$	+ 2K-Grundbeschichtung 60 μm + 2K-Deckbeschichtung in Farbton 60 μm ⁽²⁾	185%
C3 mässig, innen			
11	Strahlen Sa 2 $\frac{1}{2}$	+ 2K-Grundbeschichtung 60 μm + 2K-Zwischenbeschichtung 80 μm + 2K-Deckbeschichtung in Farbton 60 μm	250%
12	Strahlen Sa 2 $\frac{1}{2}$	+ 2K-Grundbeschichtung 100 μm + 2K-Deckbeschichtung in Farbton 100 μm	230%
C3 mässig, aussen			
13	Strahlen Sa 2 $\frac{1}{2}$	+ 2K-Grundbeschichtung 60 μm + 2K-Zwischenbeschichtung 80 μm + 2K-Deckbeschichtung UV-beständig in Farbton 60 μm	260%
14	Strahlen Sa 2 $\frac{1}{2}$	+ 2K-Grundbeschichtung 100 μm + 2K-Deckbeschichtung UV-beständig in Farbton 100 μm	240%
15	Feuerverzinkung (gemäss EN ISO 1461) ⁽³⁾		⁽⁴⁾
16	Duplex-System ⁽⁵⁾ Feuerverzinkung + Feinstrahlen (Sweepen) + 2K-Zwischenbeschichtung 60 μm + 2K-Deckbeschichtung UV-beständig in Farbton 60 μm		⁽⁴⁾

(1) Die Beispiele sind konform mit SN EN ISO 12944 formuliert, d.h. für Baustahldicken ≥ 3 mm und ohne Pulver- und Einbrennbeschichtungen. Die Preisvergleiche beziehen sich auf das Flächenmass und sind Richtwerte für schweizerische Verhältnisse.

(2) Gesamtschichtdicke 160 μm bei direkter Bewitterung.

(3) Die Feuerverzinkung (System Zeile 15) ist für die Korrosivitätskategorien C1 bis C3 geeignet.

(4) Die Kosten der Feuerverzinkung sind form- und profildickenabhängig und werden pro Tonne Stahl berechnet. Deshalb ist der Preisvergleich fallweise abzuklären.

(5) Duplex-Systeme = Feuerverzinkung (oder andere metallische Überzüge) + organische Beschichtung. Mit geringeren Beschichtungsdicken auch für die Korrosivitätskategorien C1 und C2.