

KKS an Brückengelenken

Mit Strom gegen Korrosion

erstellt für:

34. Informations-Seminar der LGGHuT

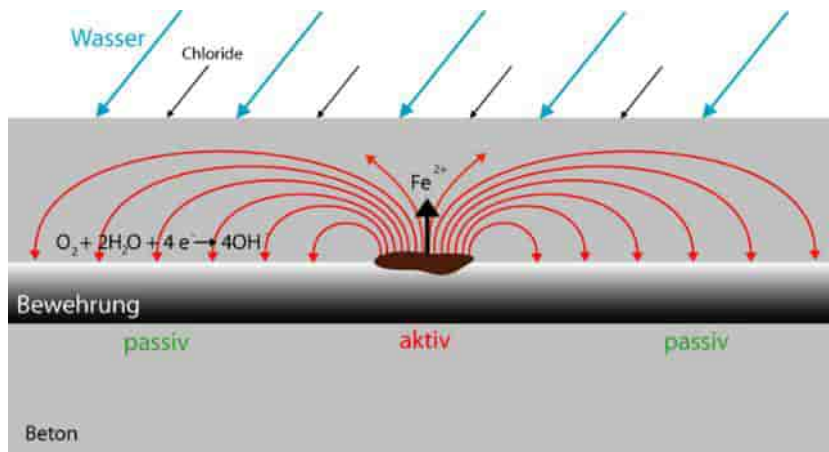
22. BETON-INSTA der BGIB

6. November 2024; Bad Nauheim

Inhalt

- Der kathodische Korrosionsschutz KKS
- KKS an vorgespannten Strukturen
- Achereggbrücke bei Stansstad
- Querträger bei Megastützen K20
- Fazit / Fragen

KKS im Überblick



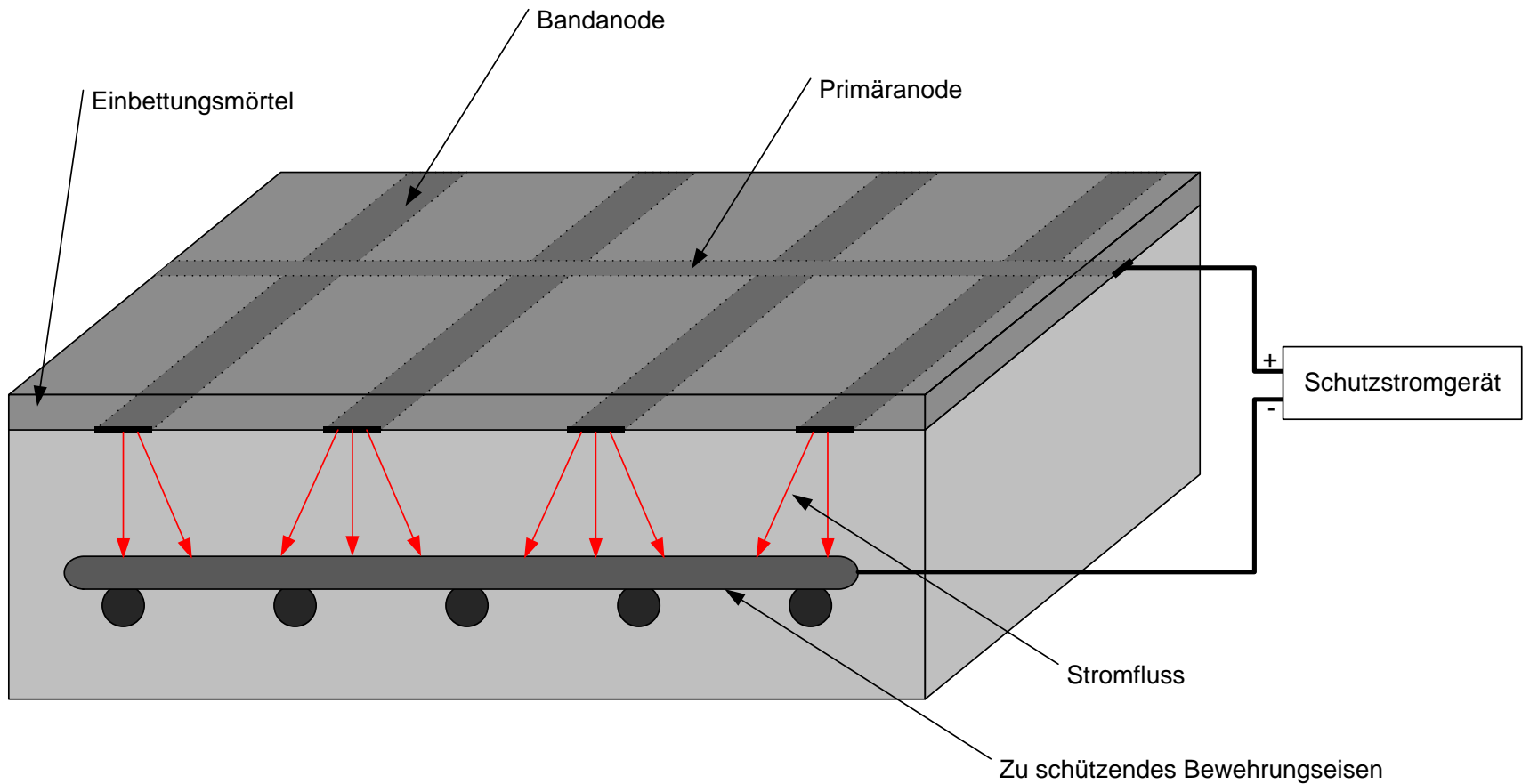
Schadensmechanismus von Stahlbeton

Quelle: SGK, Zürich

Unter Einfluss äusserer Einwirkungen wie Chloride (Tausalz) und CO_2 kann der Stahl im Beton korrodieren.

KKS im Überblick

Die Instandsetzung mit KKS



KKS im Überblick

Funktionsprinzip



pH-Entwicklung



KKS im Überblick

Überprüfung der Schutzwirkung

- Gemäss Norm ISO 12696 :
 - Negativeres Ausschaltpotential als -720 mV (Ag/AgCl) -> -950 mV (Mn/MnO)
 - Depolarisation (Potentialabfall) innerhalb von 24h von min. 100 mV (des Ausschaltpotentials)
 - Depolarisation (Potentialabfall) bei mehr als 24h von min. 150 mV (des Ausschaltpotentials)

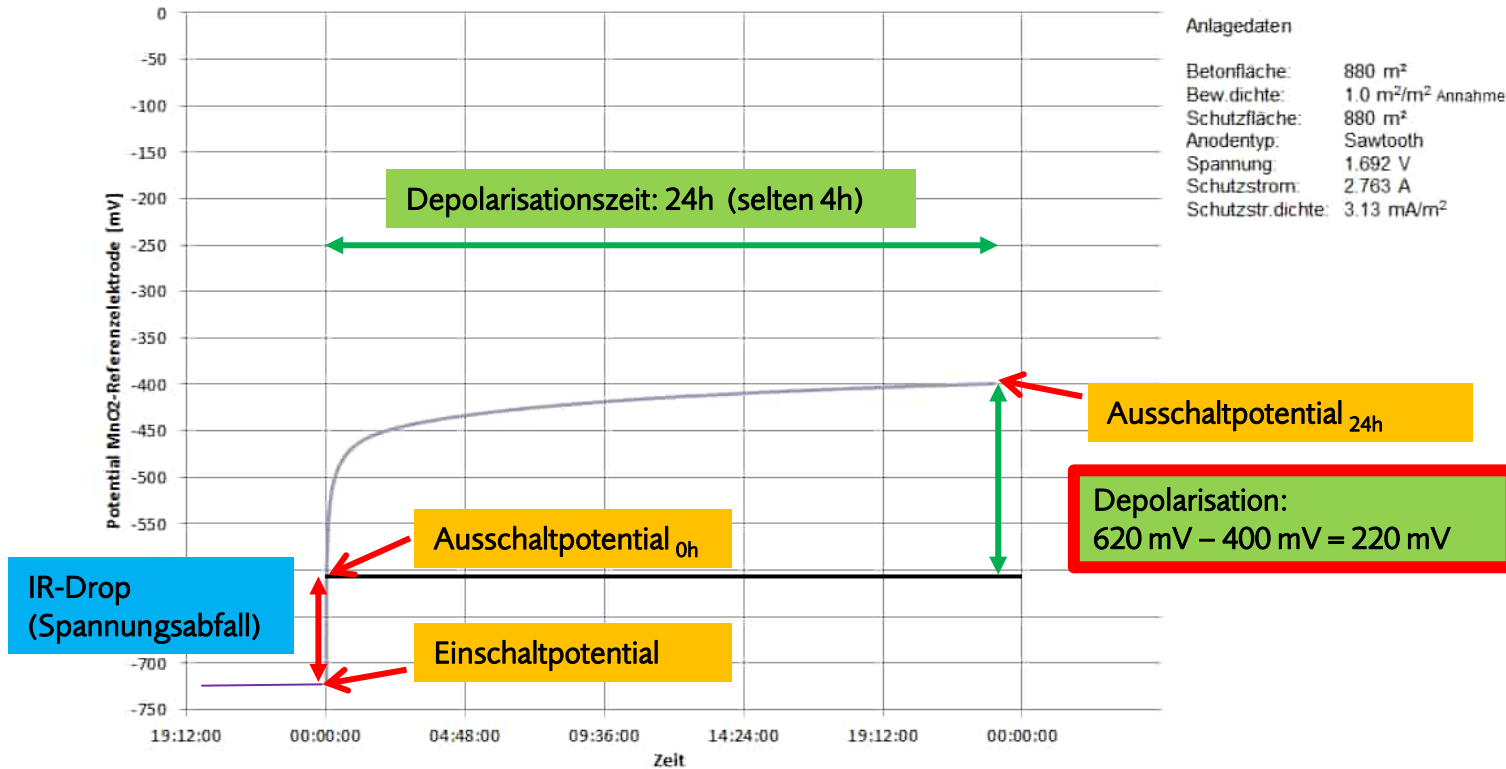
KKS im Überblick

Überprüfung der Schutzwirkung

Depolarisation Parkhaus GUVV München
Zone 1 (1. Dezember 2011)

Anlagedaten

Betonfläche: 880 m²
Bew.dichte: 1.0 m²/m² Annahme
Schutzfläche: 880 m²
Anodentyp: Sawtooth
Spannung: 1.692 V
Schutzstrom: 2.763 A
Schutzstr.dichte: 3.13 mA/m²



KKS im Überblick

Die verschiedenen Anodensysteme

Mit Fremdstrom



galvanisch



KKS im Überblick

Rahmenbedingungen

- Verbleibende Bewehrung statisch ausreichend -> KKS konserviert
- Bewehrung ist gut vermascht
- Keine Kurzschlüsse zwischen Anode / Kathode
- Möglichst geringer Kunststoffanteil im Bestandsbeton bzw. im Einbettmörtel

Wiederkehrende Kosten / Leistungen

- Strombedarf für Schutzwirkung: ca. 20-30 Watt für 1000 m² Stahloberfläche
- Jährliche Funktionskontrolle

Relevante Normen

- DIN ISO 12696 kathodischer Korrosionsschutz von Stahl im Beton
- DIN ISO 15257 Qualifikationsgrade für KKS-Fachpersonen

Inhalt

- Der kathodische Korrosionsschutz KKS
- KKS an vorgespannten Strukturen
- Achereggbrücke bei Stansstad
- Querträger bei Megastützen K20
- Fazit / Fragen

KKS an vorgespannten Strukturen

Zu überprüfende Punkte bei KKS und Vorspannung

- Verwendete Stahlsorte (Wasserstoffversprödungsgefahr)
- Vorspannart
- Typ des Hüllrohres (Kunststoff, Metall)
- Typ der Endverankerung
- Art der Lagefixierung

KKS an vorgespannten Strukturen

Norm DIN EN 12696 (verbindlicher Teil)

- Abschnitt 4.3 Konstruktion

..... Der Entwurf der Konstruktion muss mindestens Folgendes beinhalten:

e) Strukturen, die Vorspannungen enthalten, müssen auf ihre Anfälligkeit auf Wasserstoffversprödung und das Risiko von Streuströmen untersucht werden.

KKS an vorgespannten Strukturen

Norm DIN EN 12696 (verbindlicher Teil)

8.6 Schutzkriterien: Auswertung der Daten der Leistungsbeurteilung

Die nach 8.5 erfassten Daten müssen in Übereinstimmung mit den Anforderungen von 8.6 von Personen durchgesehen und ausgewertet werden, die über die für den kathodischen Korrosionsschutz erforderliche Fachkompetenz, wie in 4.2 festgelegt, verfügen. Falls für den Nachweis der Kompetenz dieser Personen ISO 15257 angewendet wird, müssen sie für den Bereich „Stahl in Beton“ dem Qualifikationsgrad 3 oder höher entsprechend zertifiziert sein, wie in jenem Dokument für die Beurteilung in Übereinstimmung mit den Anforderungen von 8.6 in Bezug auf den negativen Grenzwert und die Kriterien von 8.6, a), b) oder c)

Kein Ausschalt-Stahl/Beton-Potential bezüglich Ag/AgCl/0,5 mol/l KCl darf bei glattem Bewehrungsstahl weniger als $-1\ 100$ mV haben.

ANMERKUNG 1 Spannstahl kann empfindlich gegen Wasserstoffversprödung sein, selbst bei Potentialen von weniger als -900 mV, und aufgrund der hohen Zugbeanspruchung kann ein Versagen katastrophale Folgen haben. Es ist unerlässlich, bei allen kathodischen Korrosionsschutzsystemen an Spannstahlelementen Vorsicht walten zu lassen.

Im Falle von hochfestem Stahl (> 550 N/mm²) oder Spannstahl muss die sichere Potentialgrenze im Rahmen der Bemessung bestimmt und dokumentiert worden sein.

KKS an vorgespannten Strukturen

Norm DIN EN 12696 (informativer Anhang)

- A.5 Spannstahl und das Risiko der Wasserstoffversprödung
 - Bei Fremdstromanden: Massnahmen zur Verhinderung einer übermässigen Polarisation
 - Bei galvanischen System: normalerweise aufgrund der eingesetzten Materialien kein Problem
 - Potentialgrenze bei vorkorrodierten Spannstahlelementen kann weniger negativ als -900 mV sein
 - Die sichere Potentialgrenze sollte durch Laborprüfungen oder auf andere Weise bestimmt werden

Inhalt

- Der kathodische Korrosionsschutz KKS
- KKS an vorgespannten Strukturen
- Achereggbrücke bei Stansstad
- Querträger bei Megastützen K20
- Fazit / Fragen

Achereggbrücke bei Stansstad

Objektansicht

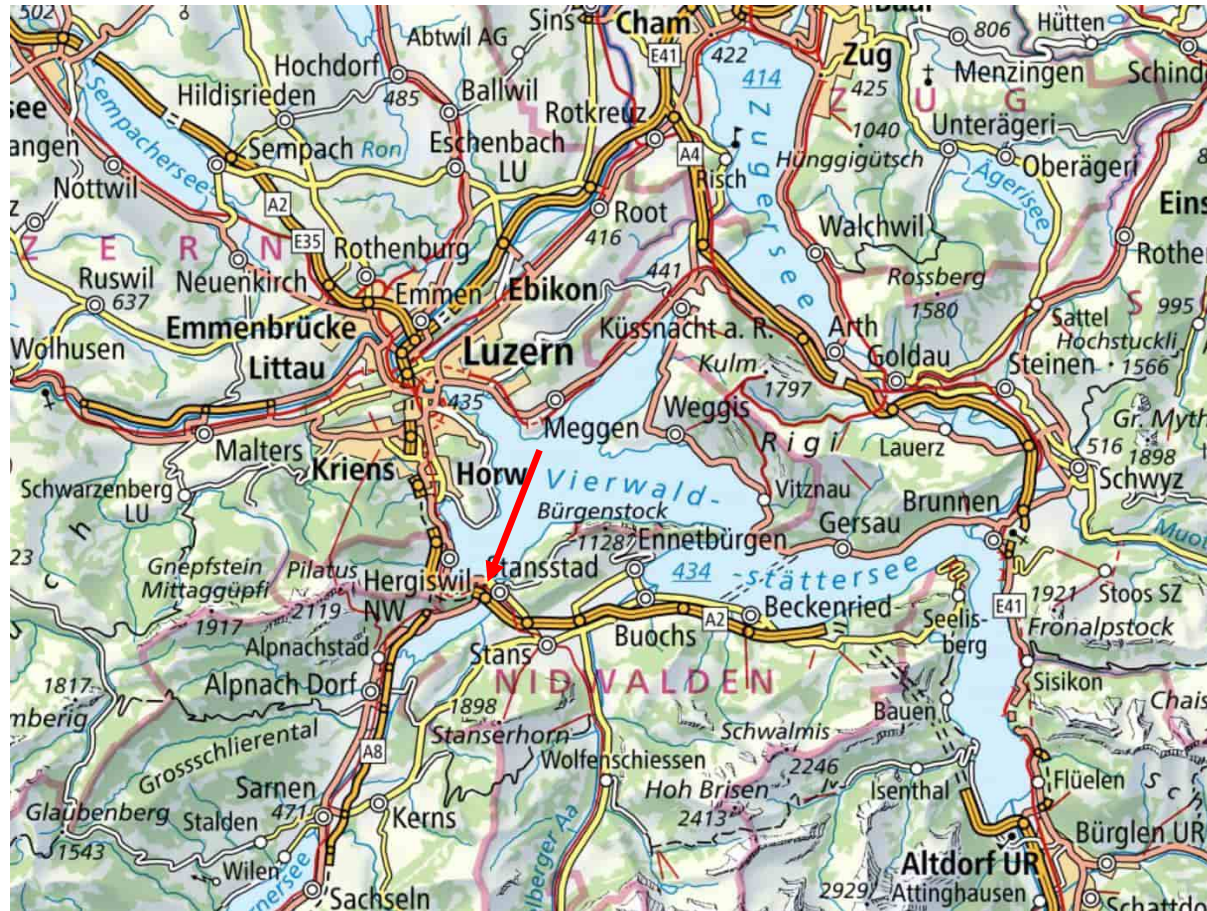


Bauwerk - Eckdaten

- 1961-1964 erstellt
- 16m breit
- 200m lange Hohlkastenbrücke
- Geh und Radweg 1980 ergänzt
- Längsvorgespannt

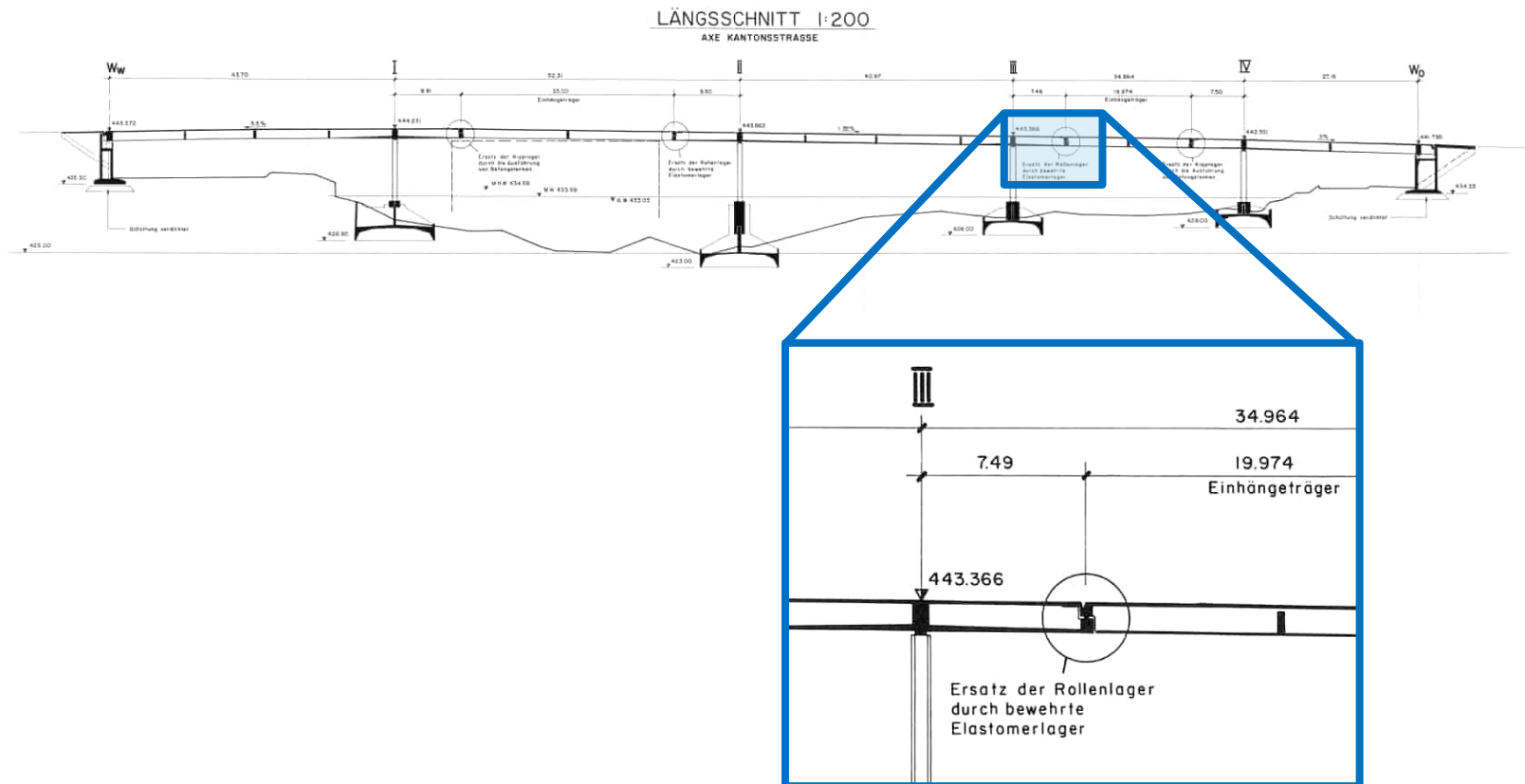
Achereggbrücke bei Stansstad

Geografische Lage



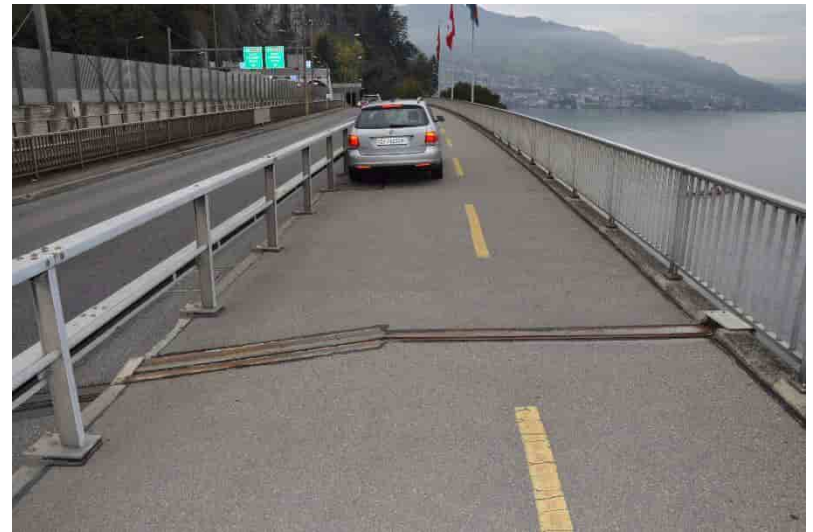
Achereggbrücke bei Stansstad

Konstruktionspläne



Achereggbrücke bei Stansstad

Ausgangslage - Begehung Oktober 2014



Achereggbrücke bei Stansstad

Ausgangslage - Begehung Oktober 2014



Achereggbrücke bei Stansstad

Instandsetzungskonzept

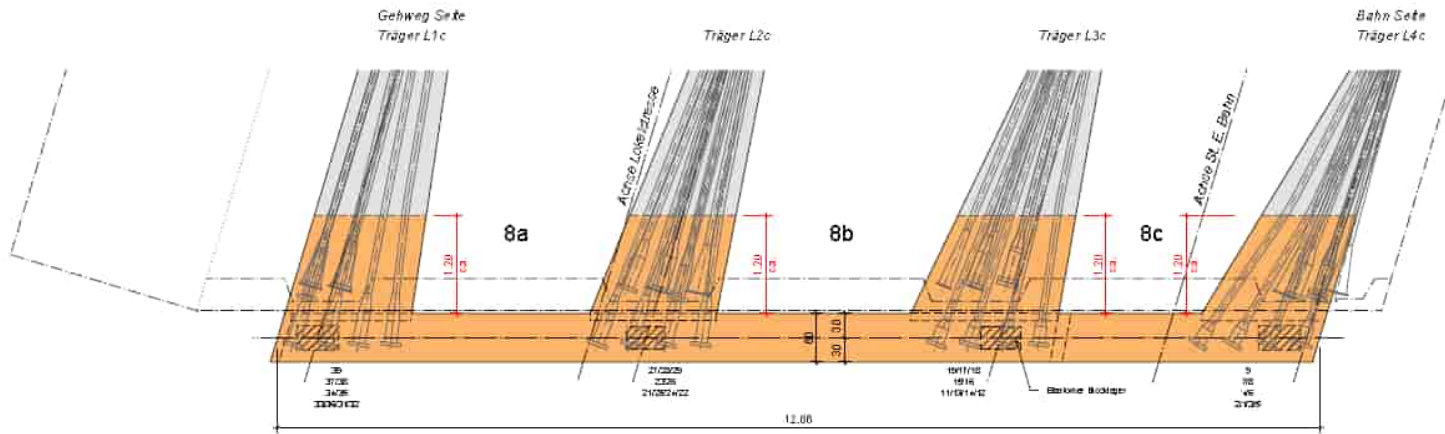
Beteiligte

Bauherr:	Tiefbauamt des Kt. Nidwalden
Bauherrenberater:	Dr. Fritz Hunkeler (TFB)
Planer:	IG AS (ACS-Partner AG / Andreas Steiger & Partner AG)
KKS-Planung:	IGF GmbH / CORR-LESS GmbH

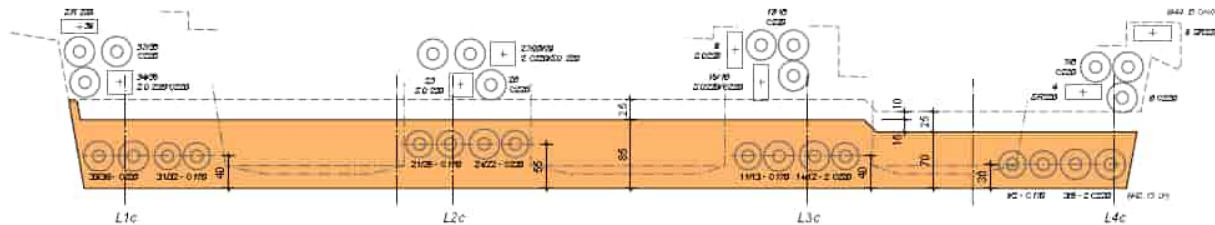
Achereggbrücke bei Stansstad

Installationsphase 2015/2016

Kragarm (links Pfeiler II) - Grundriss, 1 :50
Abschnitt C

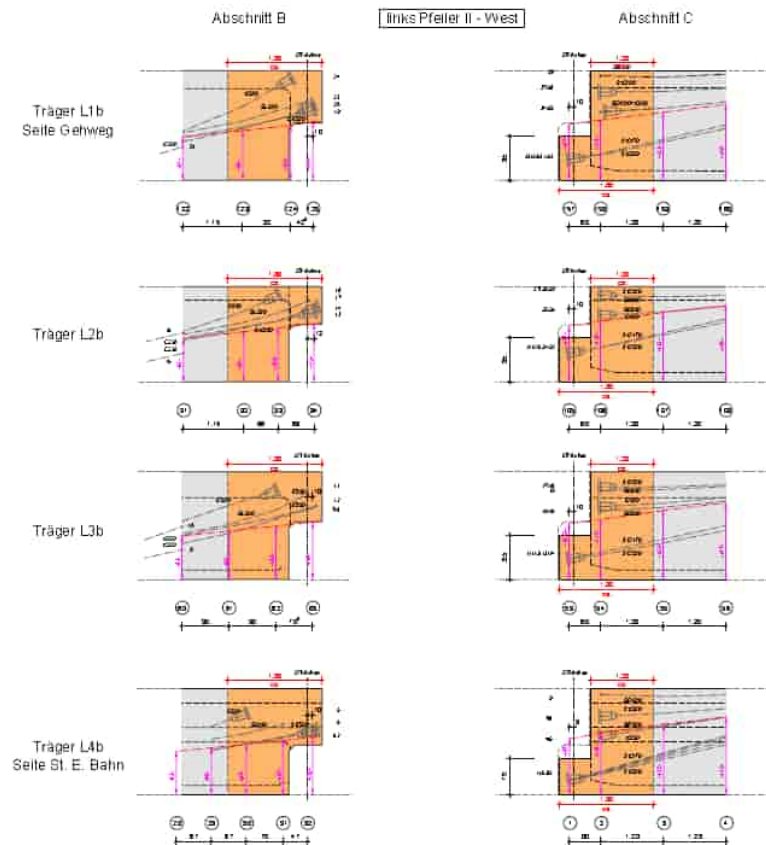


Kragarm (links Pfeiler II) - Ansicht, 1 :50
Abschnitt C



Achereggbrücke bei Stansstad

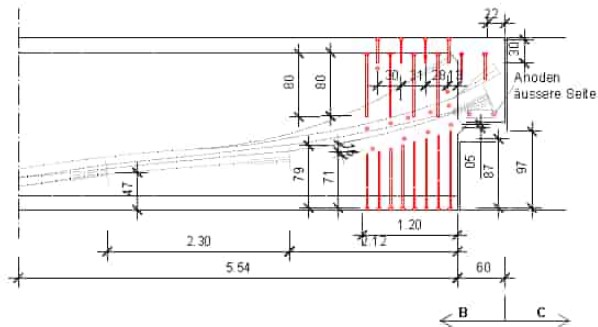
Installationsphase 2015/2016



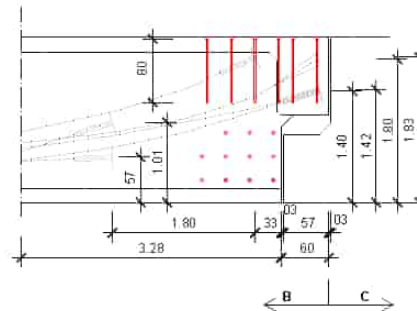
Achereggbrücke bei Stansstad

Installationsphase 2015/2016

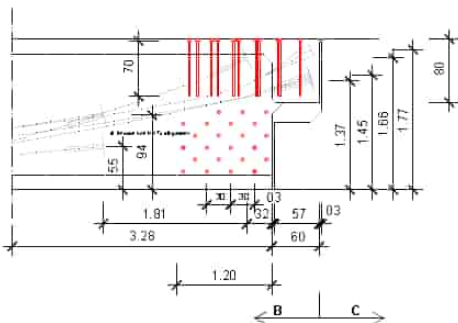
Ansicht Träger L1 B/C



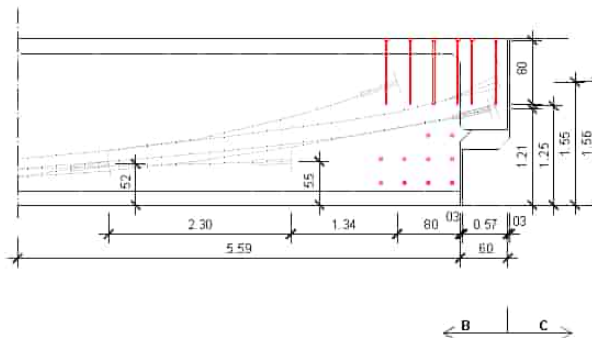
Ansicht Träger L3 B/C



Ansicht Träger L2 B/C

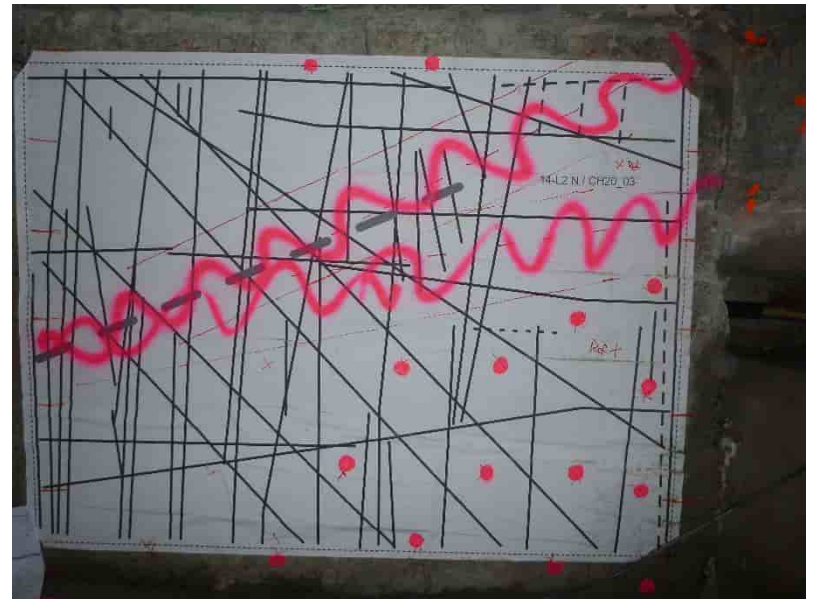


Ansicht Träger L4 B/C



Achereggbrücke bei Stansstad

Installationsphase 2015/2016



Achereggbrücke bei Stansstad

Installationsphase 2015/2016



Achereggbrücke bei Stansstad

Installationsphase 2015/2016

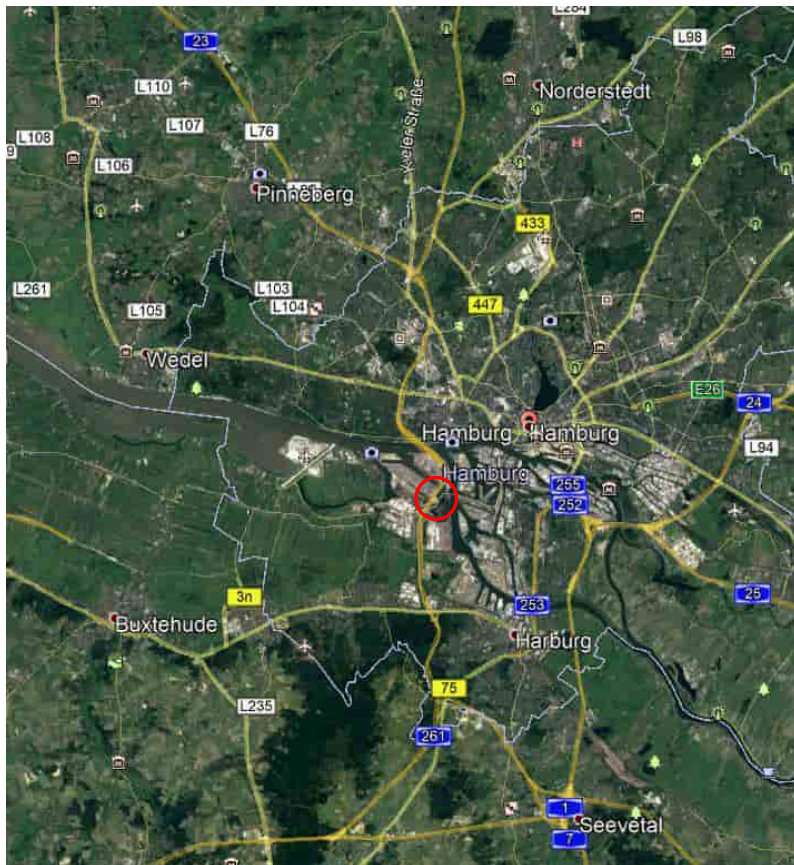


Inhalt

- Der kathodische Korrosionsschutz KKS
- KKS an vorgespannten Strukturen
- Achereggbrücke bei Stansstad
- Querträger bei Megastützen K20
- Fazit / Fragen

Querträger bei Megastützen K20

Querträger einer Autobahnbrücke in Hamburg



Projektbearbeitung Frühjahr bis Sommer 2018

Querträger bei Megastützen K20

Hochstrasse Elbmarsch

Brücke



Die Hochstraße Elbmarsch ist mit 4258 m die längste Straßenbrücke Deutschlands. Bis zum Bau der Saale-Elster-Talbrücke war sie die längste Brücke Deutschlands. [Wikipedia](#)

Längste Spannweite: 35 m

Gesamtlänge: 4258 m

Eröffnet: 1974

Wasserfläche: [Elbmarschen](#)

Querträger bei Megastützen K20

Megastütze



Querträger bei Megastützen K20

Querträger über Megastütze



Querträger bei Megastützen K20

Grössenvergleich



Wasserlauf



Querträger bei Megastützen K20

Schäden am Querträger



Querträger bei Megastützen K20

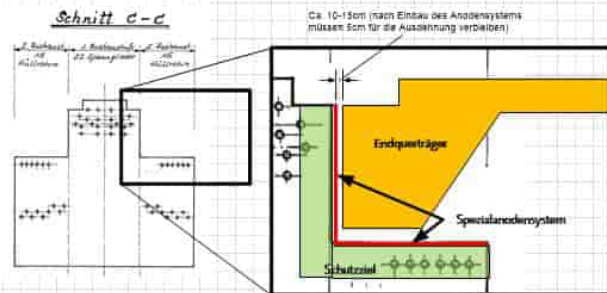
Übersicht der Musterfläche - Konzeptskizze



Bauseitige Leistungen:

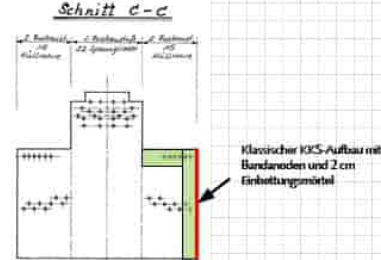
- Gerüstungen
- Untergundvorbereitung der 2. Teilfläche
- Stromversorgung für die Installationsarbeiten (400V 16A)
- Stromversorgung für den Betrieb der KKS-Anlage (230V 10 A)
- Vgl. Angebot der suicorr GmbH

Teilfläche 1: Zwischenraum



Ziel:
-tech. Realisierbarkeit überprüfen

Teilfläche 2: Trägervertikalfäche



Ziel:
- Ausdehnung der Schutzwirkung überprüfen (sep. Einspeisung)

Querträger bei Megastützen K20

KKS-geschützte Teilflächen



Querträger bei Megastützen K20

Projektablauf:

- Machbarkeitsstudie durch KKS-Fachexperte CORR-LESS
- Installation der KKS-Musterfläche
- mehrwöchiger Betrieb
- Schlussbericht

Querträger bei Megastützen K20

Musterfläche an Teilfläche 2



Querträger bei Megastützen K20

Musterfläche an Teilfläche 3



Querträger bei Megastützen K20

Aufgebrachter Anodeneinbettmörtel



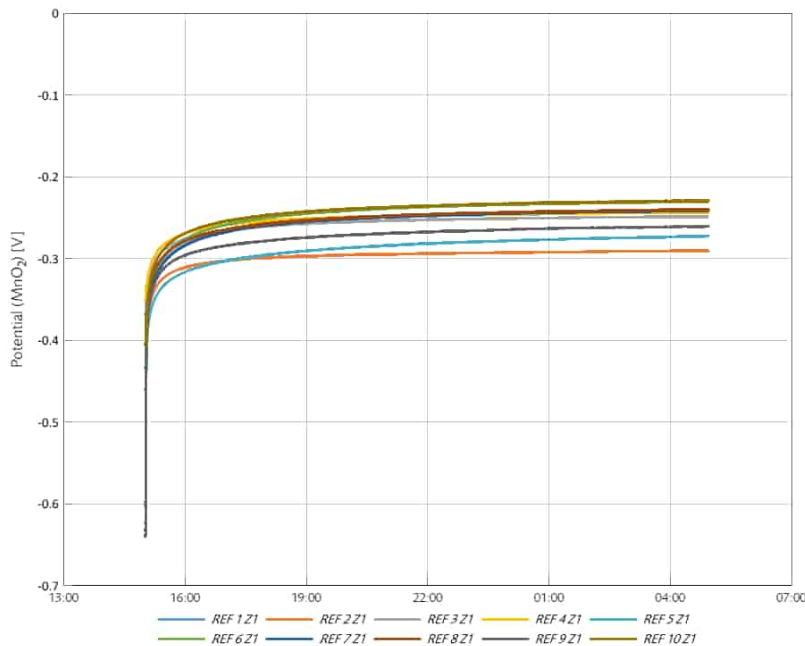
Querträger bei Megastützen K20

Auswertung der Depolarisation

Hamburg; K20 Elbhochstrasse

kathodischer Korrosionsschutz

Zone 1: Depolarisation vom 05.08.2018 (Betrieb aller Anodenteilflächen)



Anlagedaten

Speisespannung	1.00 V
Schutzstrom	0.04 A
Anodentyp	Titannetz CNT 15 (zweilagig)
Anodenmenge	12 m ²
Stromabgabe	3.35 mA/m ²
max Stromabgabe	20 mA/m ²
Schutzstrom der MP 1	2.21 µA
Schutzstrom der MP 2	16.68 µA
Betonwiderstand 2	1.69 kΩ
Betonwiderstand 3	9.48 kΩ

Bezugselektrode	Ausschaltpotential	Ausschaltpot. (nach 24 h)	AU (innert 24 h)
REF 1 Z1	-431.2 mV	-243.2 mV	188.0 mV
REF 2 Z1	-442.8 mV	-290.8 mV	152.0 mV
REF 3 Z1	-366.5 mV	-249.0 mV	117.5 mV
REF 4 Z1	-348.5 mV	-243.8 mV	104.7 mV
REF 5 Z1	-446.8 mV	-260.6 mV	186.2 mV
REF 6 Z1	-428.5 mV	-230.4 mV	198.1 mV
REF 7 Z1	-445.3 mV	-241.4 mV	203.9 mV
REF 8 Z1	-423.0 mV	-240.2 mV	182.8 mV
REF 9 Z1	-463.0 mV	-272.8 mV	190.1 mV
REF 10 Z1	-398.3 mV	-229.2 mV	169.1 mV

Inhalt

- Der kathodische Korrosionsschutz KKS
- KKS an vorgespannten Strukturen
- Achereggbrücke bei Stansstad
- Querträger bei Megastützen K20
- Fazit / Fragen

Fazit

Technik

- Korrosionsschutz lässt sich auch an vorgespannten Strukturen mittels KKS realisieren

Objekte

- für komplexe Projekte geeignet

Zusammenarbeit

- Erhöhte Anforderungen an einen Bauunternehmer - Schulung / Einbezug des Bauunternehmers zwingend erforderlich

Herzlichen Dank für Ihre Aufmerksamkeit



suicorr Deutschland GmbH
Daniel Oberhänsli
Josef-Schüttler-Straße 51
DE-78224 Singen
+49 7731 96 91 28 0
daniel.oberhaensli@suicorr.com