Spannglieduntersuchungen an Brücken

Dipl.-Ing. M. Bruns

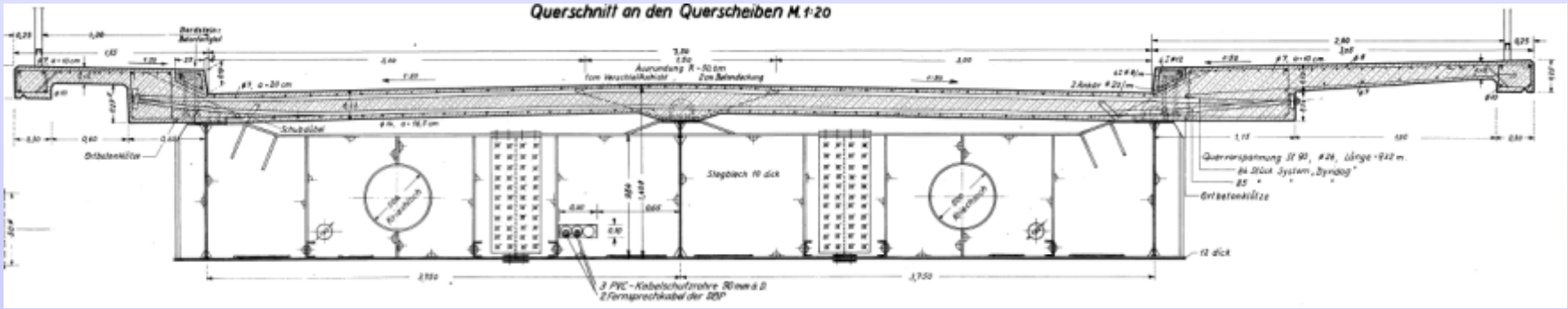
© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Typische Veranlassungen

- Korrosion (chlorid- oder karbonatisierungsinduziert)
- Erkundung des Spanngliedtyps
- Verpresszustand (oft im Zuge der Rückbauplanung)
- Spannungsrisskorrosionsgefährdete Spannstähle

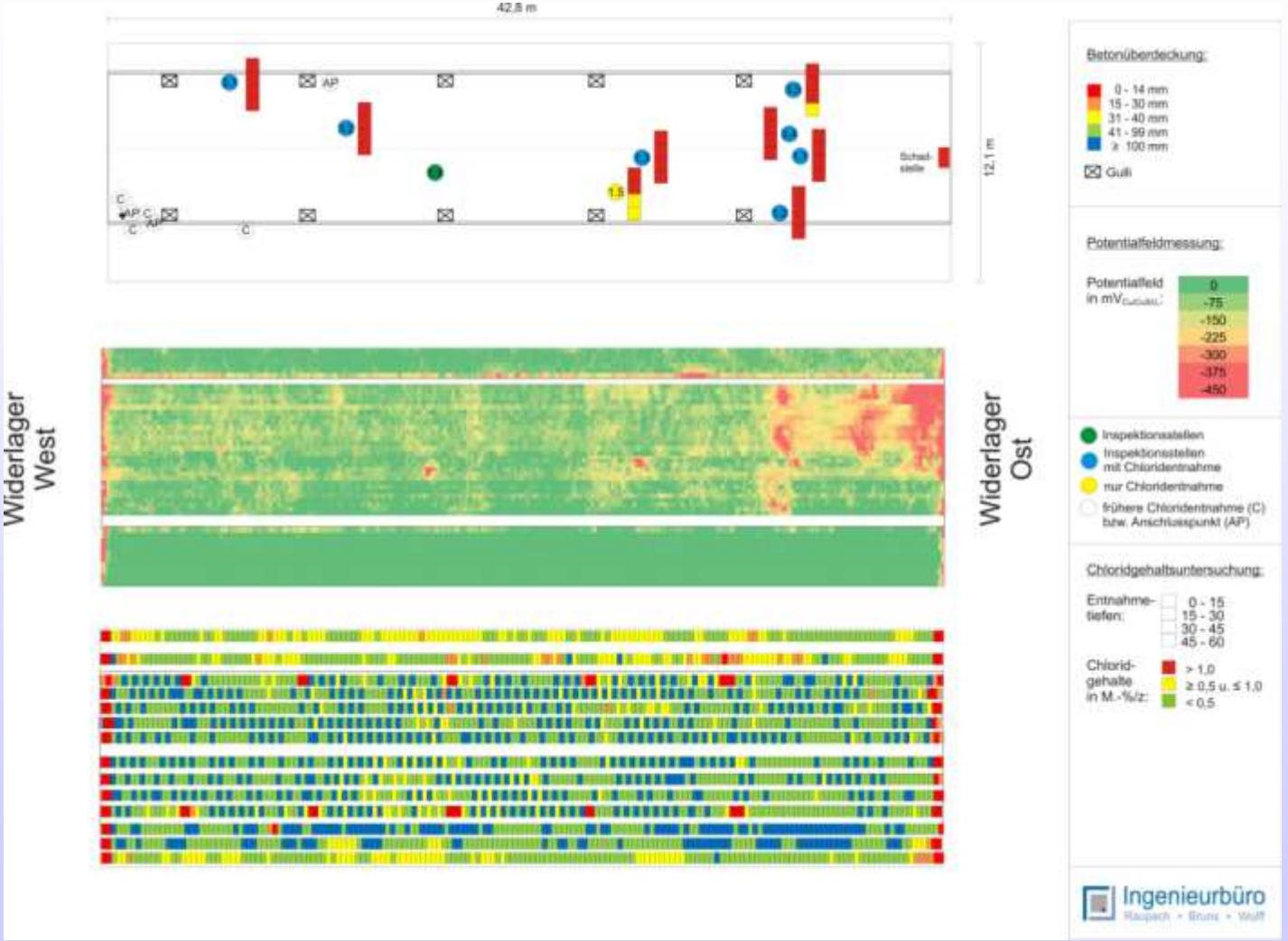
© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel chloridinduzierte Korrosion Quervorspannung einer Fahrbahntafel



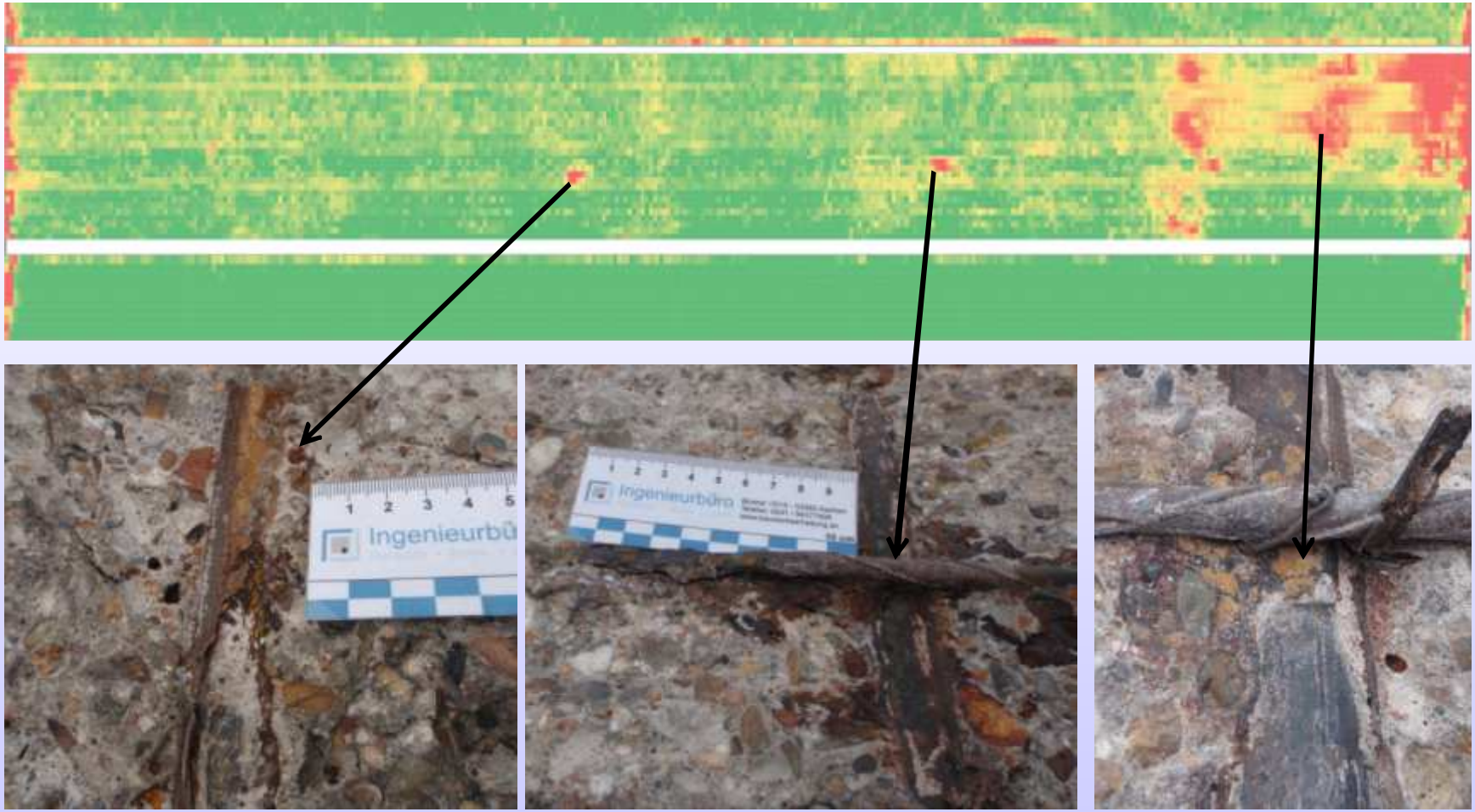
© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel chloridinduzierte Korrosion Quervorspannung einer Fahrbahntafel



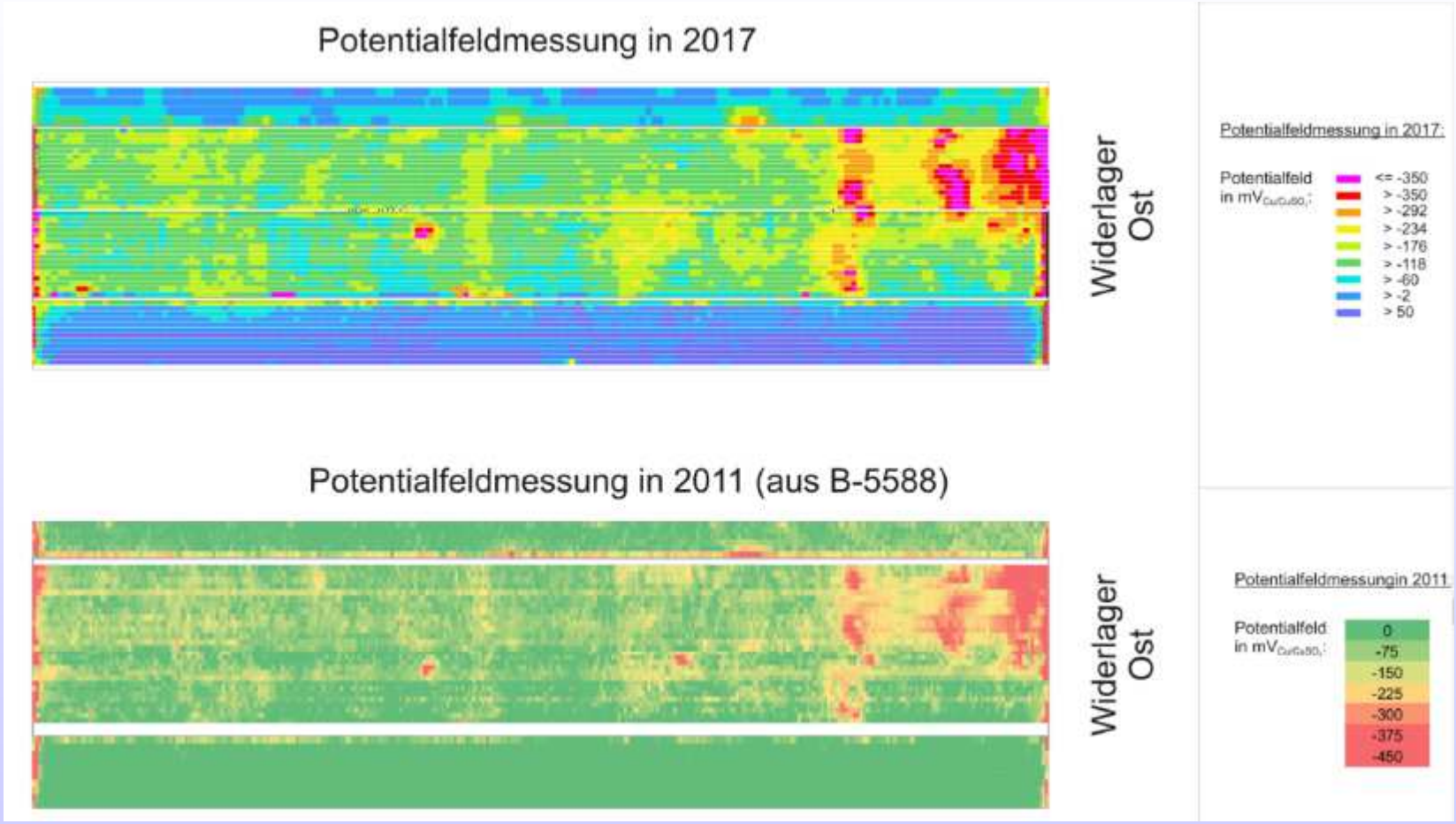
© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel chloridinduzierte Korrosion Quervorspannung einer Fahrbahntafel



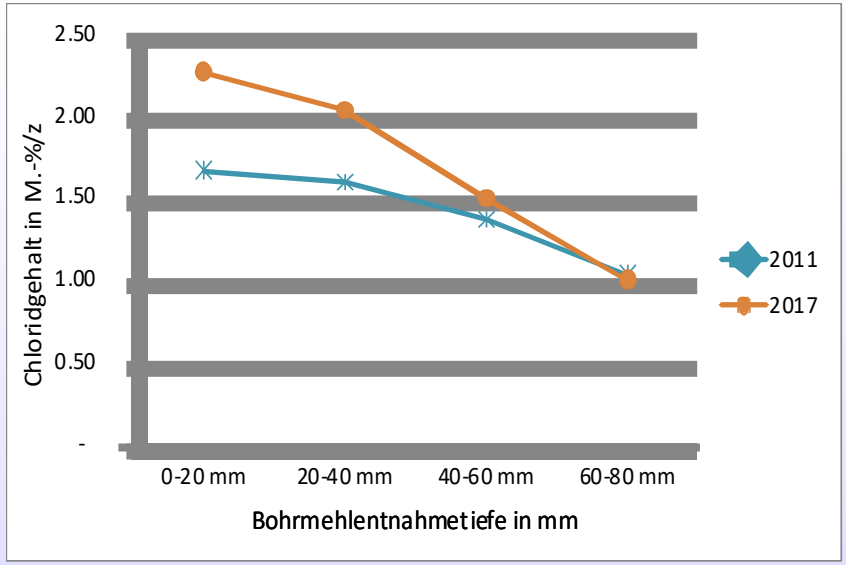
© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel chloridinduzierte Korrosion Quervorspannung einer Fahrbahntafel



© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel chloridinduzierte Korrosion Quervorspannung einer Fahrbahntafel



Ergebnisse 2017:

- **Chloridgehalte haben sich tendenziell weiter erhöht**
- **Korrosionszustand Spannglieder ähnlich 2011**
- **Korrosion teilweise ausgehend vom Hüllrohrinneren**

→ Ersatzneubau wurde kürzlich vergeben!

© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Feststellung Spanngliedtyp

- **Aufgabenstellung:** Brücke, Baujahr 1970. Keine Angaben zu den verwendeten Spanngliedern (längs und quer) vorhanden. Spannungsrisskorrosionsgefährdeter Spannstahl verbaut?

Üblicherweise als spannunsrisskorrosionsgefährdet geltende Spannstähle:

stark gefährdet:

- vergüteter Spanstahl St 145/160, Neptun, rund oder oval Produktionszeitraum 1959 bis 1964
- vergüteter Spanstahl St 145/160, Sigma, rund oder oval Produktionszeitraum bis 1965
- vergüteter Spannstahl St 140/160 in der damaligen DDR, Stahlwerke Hennigsdorf, Produktionszeitraum bis 1993

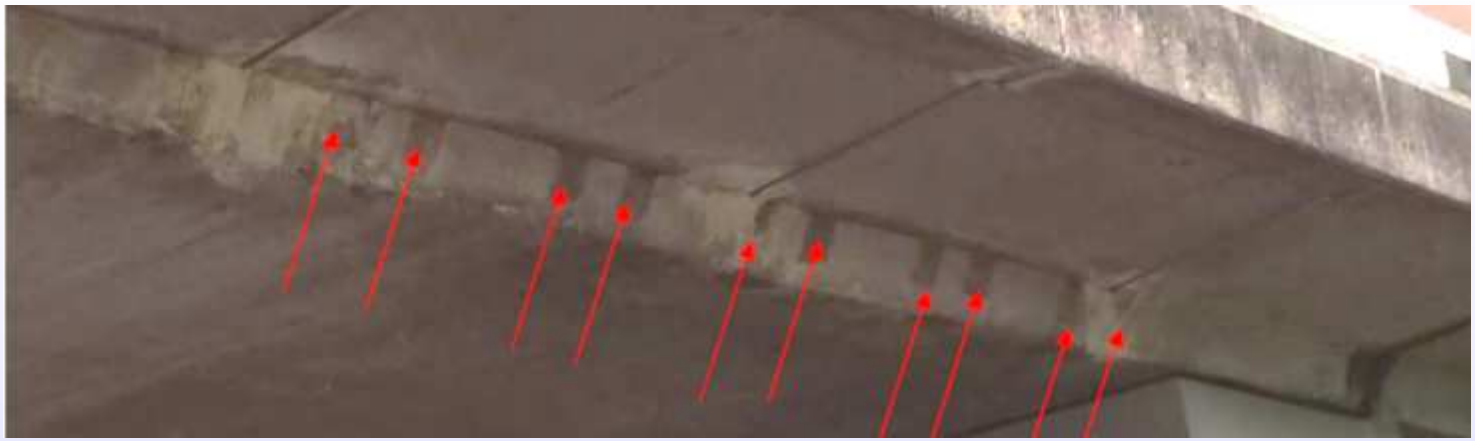
gefährdet:

- vergüteter Spanstahl St 145/160, Sigma, oval, Produktionszeitraum 1965 bis 1978

© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Feststellung Spanngliedtyp

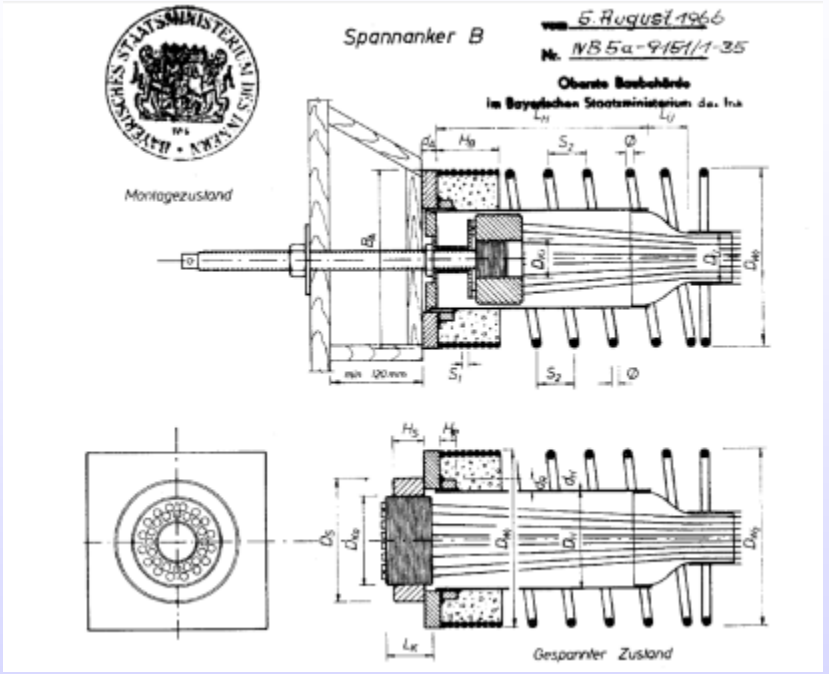
Quervorspannung



© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Feststellung Spanngliedtyp

Quervorspannung



Spanndrähte rund Ø 6 mm
Spannverfahren vermutlich „BBRV 31,7 Mp“
Drähte gem. Zulassung: St 150/170 kaltgezogen, Ø 6 mm

→ Derzeit nicht als Spannungsrisskorrosionsgefährdet eingestuft

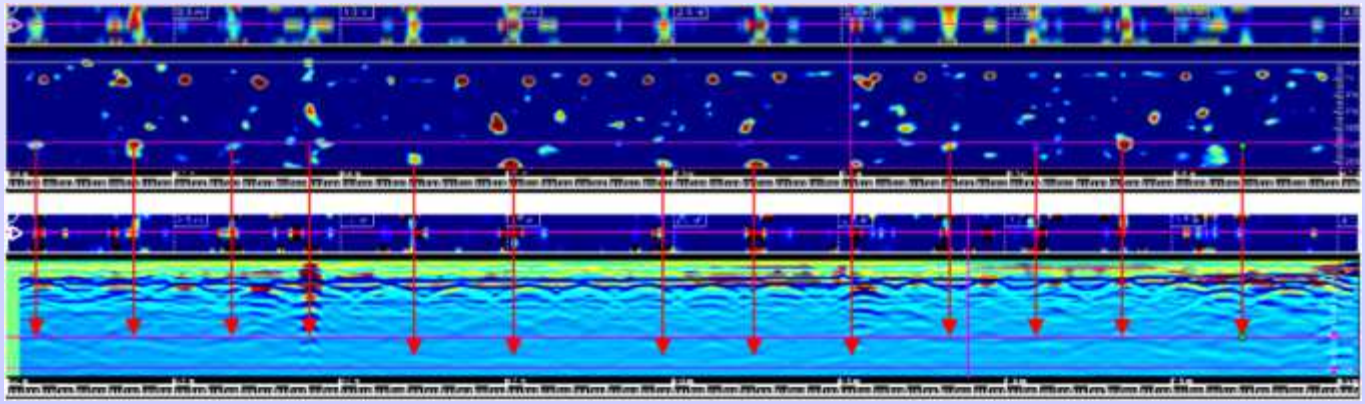
© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Feststellung Spanngliedtyp

Längsvorspannung

Ortung der Längsspannglieder mittels Radar:

- **Betondeckung der Längs-spannglieder an der Untersicht in Stützennähe erwartungsgemäß > 20 cm**



© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Feststellung Spanngliedtyp

Längsvorspannung

© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Feststellung Spanngliedtyp

Längsvorspannung

Lichter Hüllrohrdurchmesser rd. 60 mm. Spanndrähte rund, Ø 12 mm. Diverse Spannverfahren möglich.

→ **Für derartige Spanndrähte der Herstellzeit um 1970 aber keine erhöhte Spannungsrisskorrosionsempfindlichkeit bekannt !**

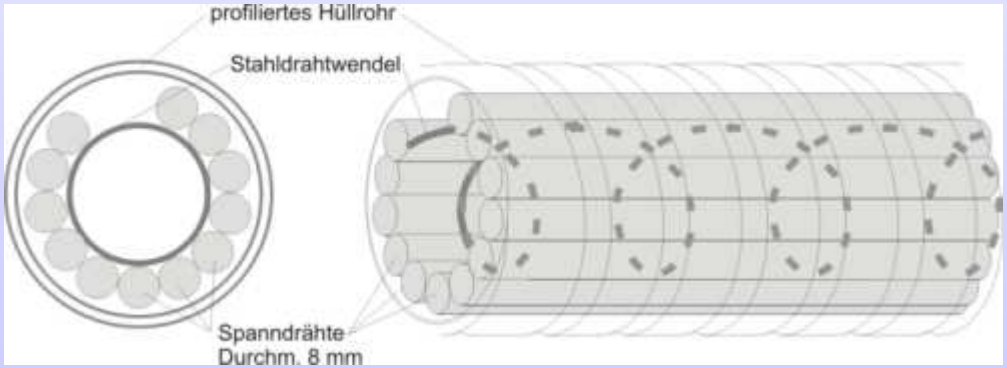
© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Verpresszustand

- **Aufgabenstellung:** Autobahnbrücke (Baujahr 1960), Rückbau mittels Sägen und herausheben vorgesehen. Für Nachweis der Rückverankerung der Spannglieder über Verbund angabegemäß vollständige Verpressung der Hüllrohre erforderlich.

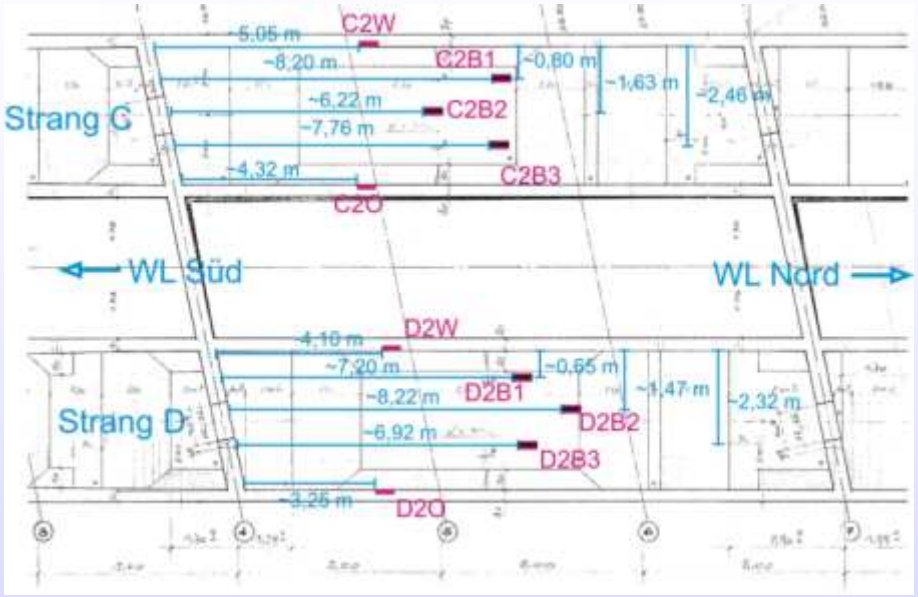
  Vorgehen: Stichpunktartige Öffnung von Spanngliedern an insgesamt 38 Stellen (20 Stellen an Hohlkastenstegen und 18 Stellen am Hohlkastenboden).

Sigma-Spannstahl, rund, Ø 8 mm,
12 Drähte je Spannglied, St 135/150

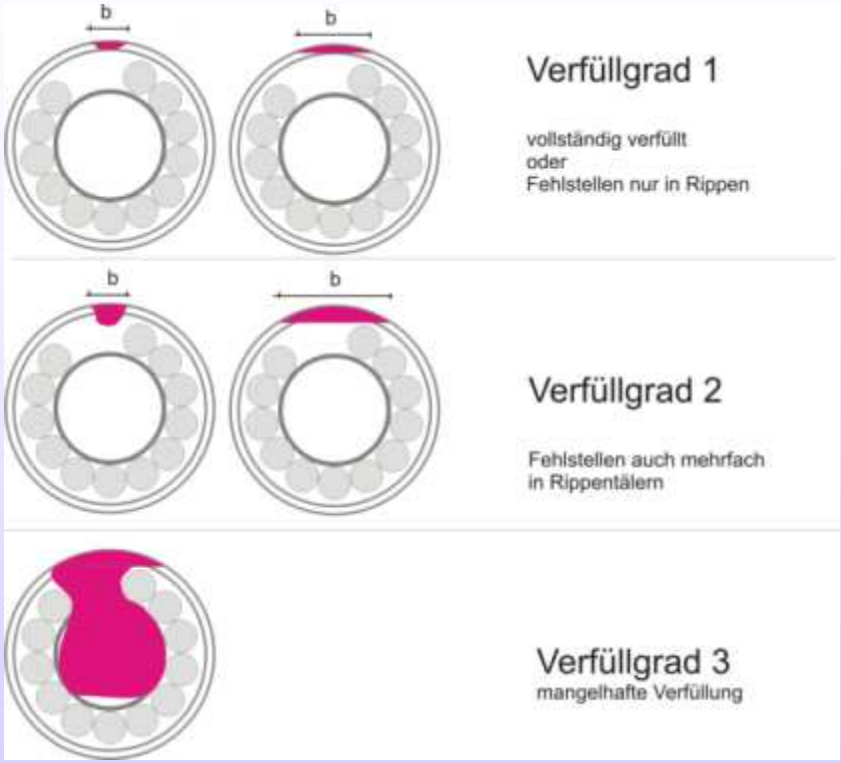


© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Verpresszustand



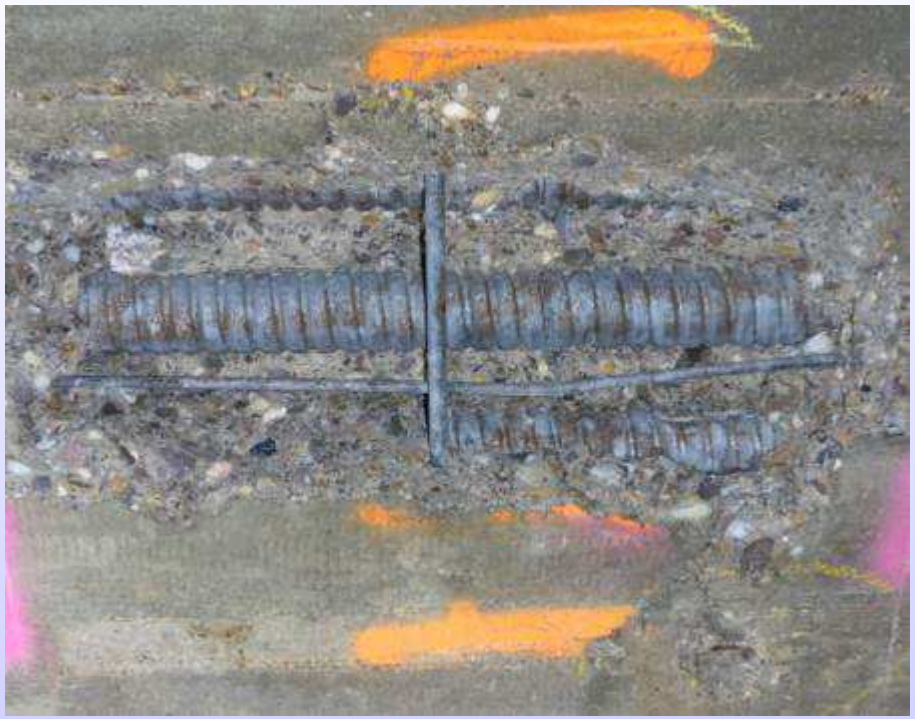
Beispielhaft: Anordnung von Untersuchungsstellen

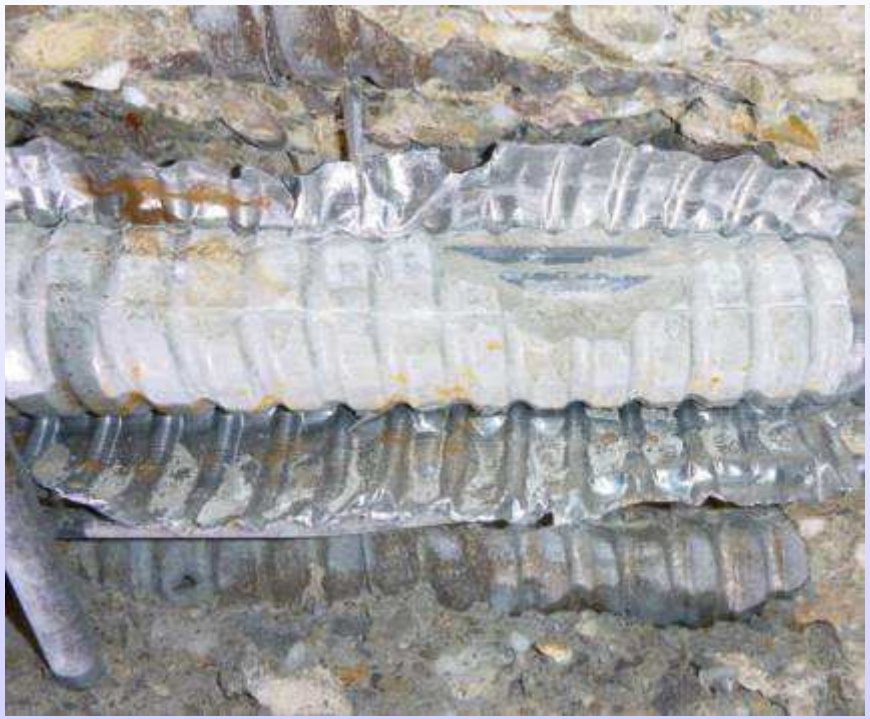


Klassifizierung der vorgefundenen Verpresszustände

© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Verpresszustand
Verfüllgrad 1





© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Verpresszustand
Verfüllgrad 2

© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Verpresszustand
Verfüllgrad 3

© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Verpresszustand

Fazit der Untersuchungen

- An 3 der 20 Hüllrohröffnungen in den Stegen wurde der Verfüllgrad 3 (im inneren bereichsweise unverpresst) festgestellt.
- An 6 weiteren Stellen wurde der Verfüllgrad 2 festgestellt.
- Wären die Hüllrohre lediglich seitlich und nicht an der Oberseite geöffnet worden, wären die Verpressfehler vermutlich nicht entdeckt worden.

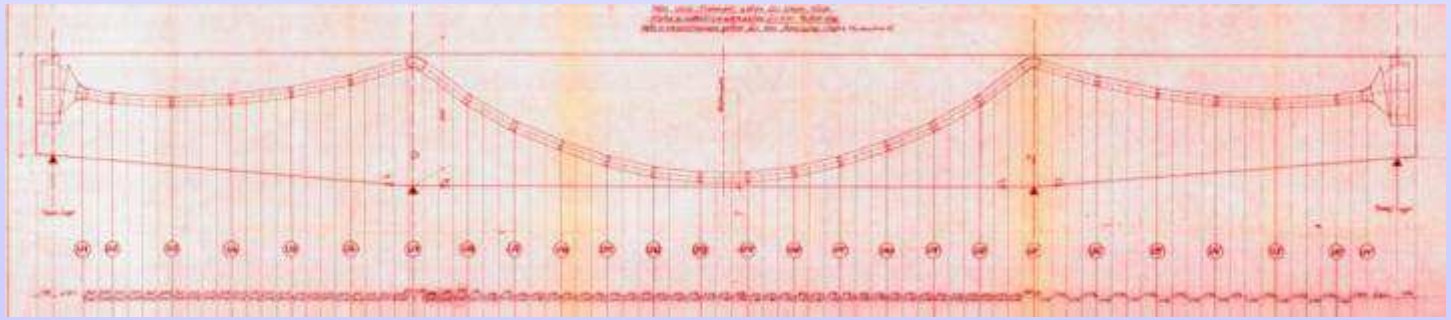
Anhand der exemplarischen Hüllrohröffnungen zeigte sich dass die Spannglieder nicht als vollständig verpresst angenommen werden können.

Das Rückbauverfahren musste entsprechend angepasst werden.

© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Spannungsrisskorrosionsgefährdung

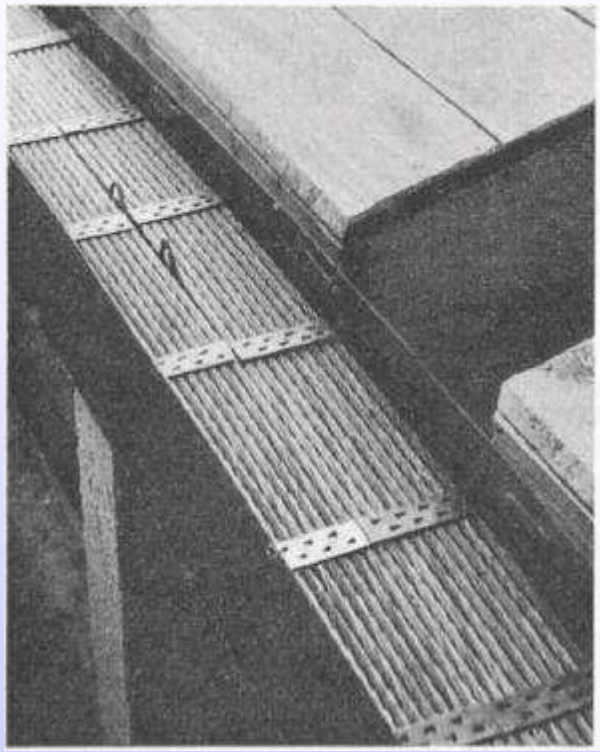
- **Besonderer Fall: Baur-Leonhard Verfahren mit konzentrierten Spanngliedern**

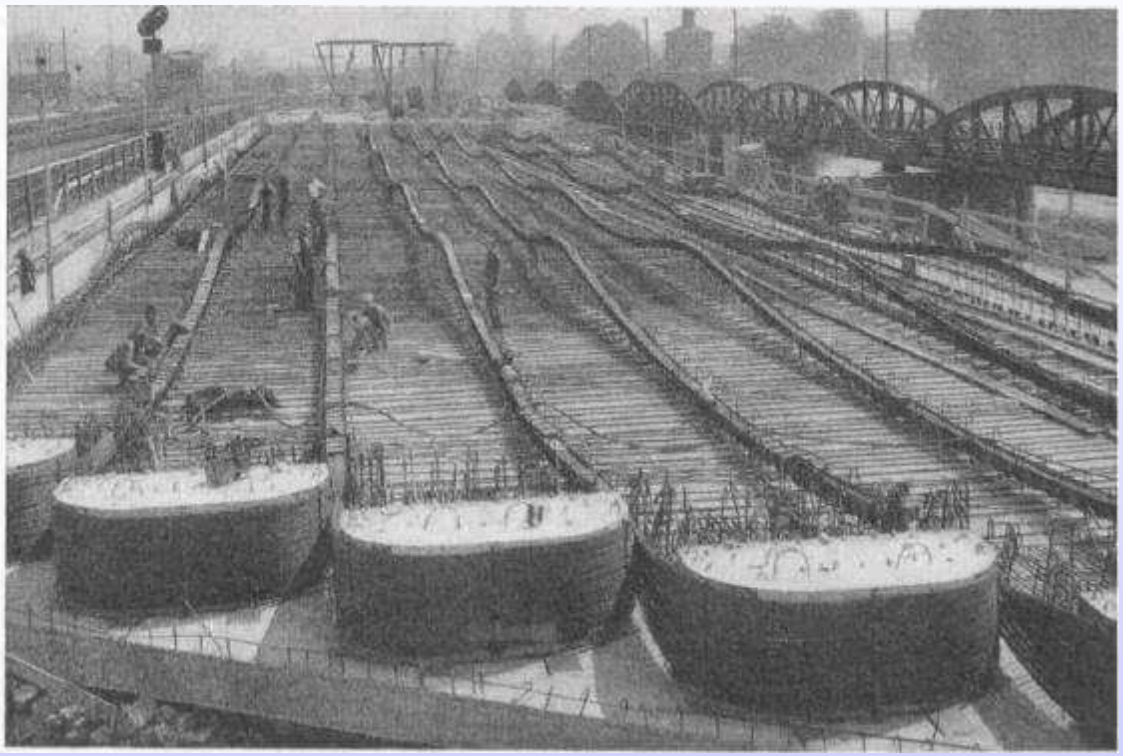


© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Spannungsrisskorrosionsgefährdung

- Baur-Leonhard Verfahren mit konzentrierten Spanngliedern





Quelle: G. Steinmann: Das Verfahren Baur-Leonhard und die Ausführung von Brücken in vorgespanntem Beton, Schweizerische Bauzeitung, Band 72, Heft 44, 1954

© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Spannungsrisskorrosionsgefährdung

☐ Veranlassung der Untersuchungen

Feststellungen an der Brücke Altstädter Bahnhof in Brandenburg bei der ein ähnliches Spannverfahren der damaligen DDR eingesetzt wurde, jedoch mit Hennigsdorfer Spannstahl

Abbildung 4.4i: *Spanndrahtpaket im Auflager- bzw. Umlenkbereich mit Abstandshaltern horizontal und vertikal (Abstand nach TGL nicht geregelt)*

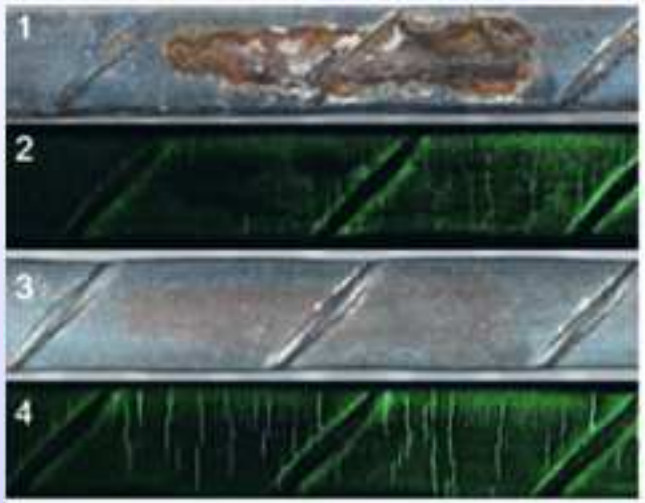


Abbildung 4.4j: *1: Kontaktstelle ungereinigt mit Korrosionserscheinungen, 2: Magnetpulverprüfung mit Rissanzeige, 3 und 4 wie 1 und 2 nur an der gereinigten Oberfläche*

Quelle: **B1-Brücke Altstädter Bahnhof in Brandenburg an der Havel – Bauwerksuntersuchungen vor dem Rückbau. Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg, Oktober 2021.**

© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Spannungsrisskorrosionsgefährdung

☐ Veranlassung der Untersuchungen

Unterschiedliche Vorankündigung bei kleinformatigen und großformatigen Spanngliedern: Bei großformatigen Spanngliedern Längsrisse entlang des Spanngliedverlaufes.

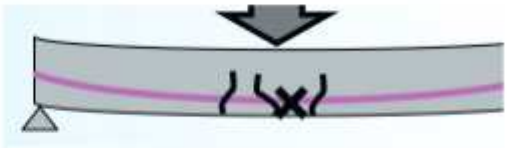
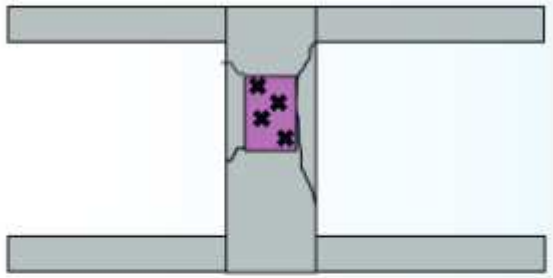
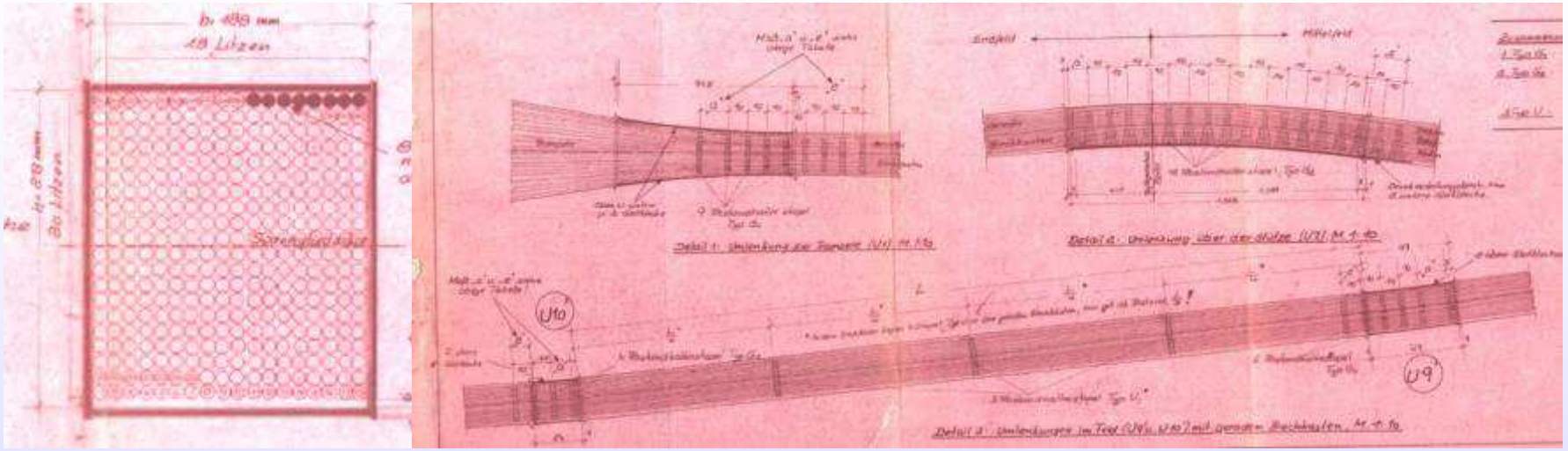
	Kleinformatige Spannglieder	Großformatige Spannglieder
Rissbild bzw. Hohlstellen-bereiche	Biegerisse an gezogener Querschnittsfaser 	Spaltrisse bei hohem lokalem Schädigungsgrad 
Einwirkung	Rissbildung infolge veränderlicher Einwirkungen unter Gebrauchslastniveau	Rissbildung bereits unter Eigenlasten

Abbildung 3.1a: *Kleinformatige und großformatige Spannglieder*

Quelle: **B1-Brücke Altstädter Bahnhof in Brandenburg an der Havel – Bauwerksuntersuchungen vor dem Rückbau. Landesbetrieb Straßenwesen Brandenburg, Oktober 2021.**

© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Spannungsrisskorrosionsgefährdung



Verwendeter Spannstahl:

Kaltgezogene Litzen St 160/180 bestehend aus
6 Drähten Ø 3,06 mm und 1 Draht Ø 3,15 mm

Nicht als besonders spannungsrisskorrosionsempfindlich bekannt

© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Spannungsrisskorrosionsgefährdung

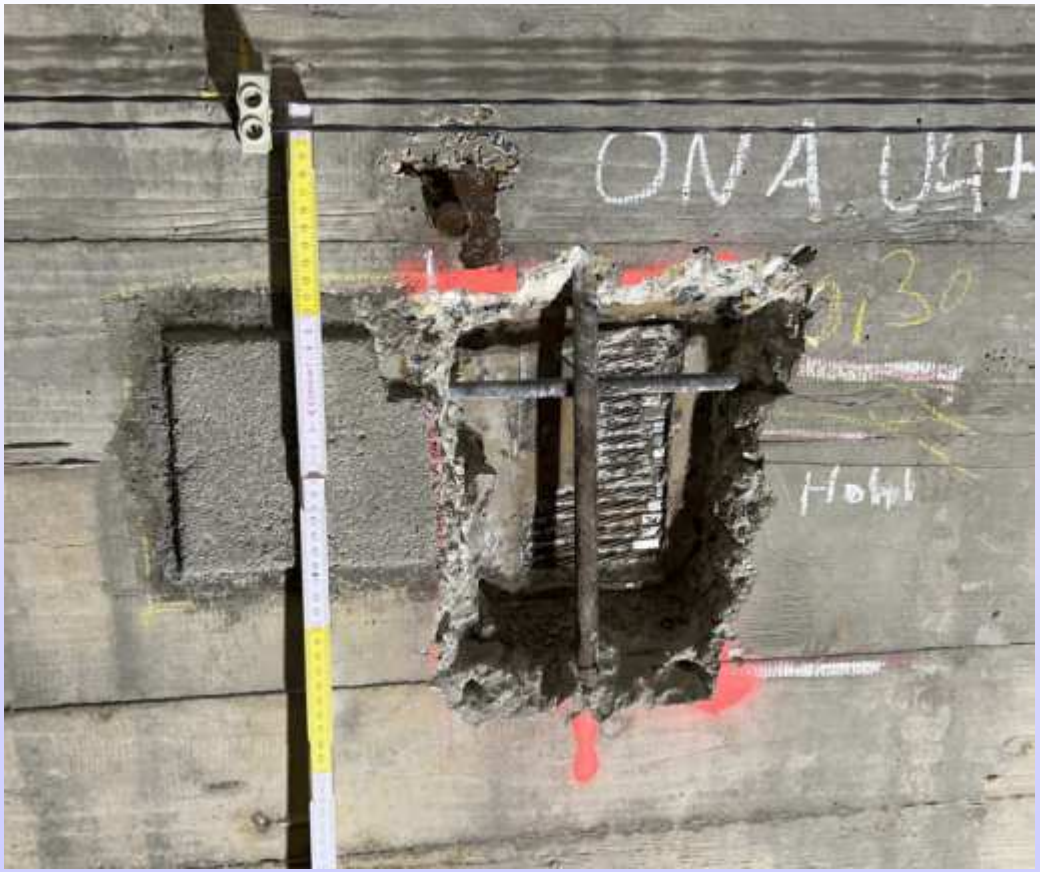
- **Vorgehen bei den Untersuchungen**

1. Unterlagensichtung, Abstimmungen mit TWP und Bauherrn
2. Einmessen von insgesamt 29 „kleinen“ Inspektionsöffnungen
3. Freilegen der Spannkästen
4. Öffnen und beurteilen der 29 Inspektionsöffnungen
5. Erweiterung von 6 Inspektionsöffnungen zur Spannstahlentnahme
6. Spannstahlentnahme mit Rückdehnungsdehnungsmessung und Probemessungen zur akustischen Spannstahlbruchortung.
7. Laboruntersuchungen an den entnommenen Litzen (Korrosionszustand, Anrissprüfung (MT), Funkenspektralanalyse, Schliffe, Zugversuche, Chloridgehalte Einpressmörtel)

© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Spannungsrisskorrosionsgefährdung

- **Beispiel kleine Inspektionsöffnungen**



© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

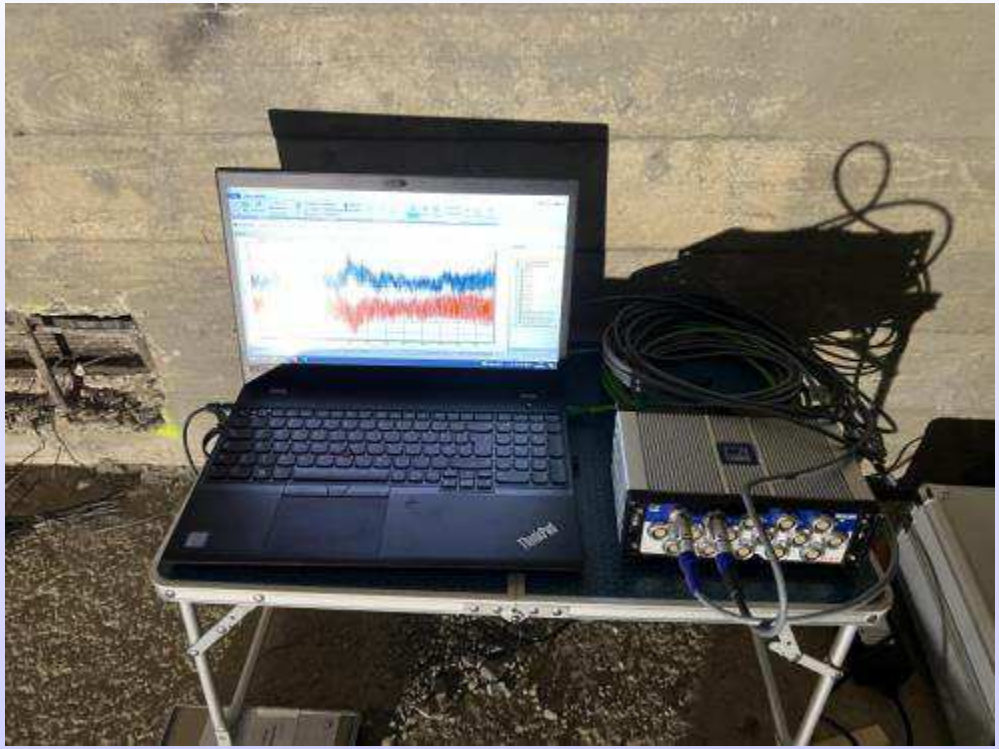
Beispiel Spannungsrisskorrosionsgefährdung

- Beispiel einer Inspektionsöffnung für Spannstahlentnahme

© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Spannungsrisskorrosionsgefährdung

- Rückdehnungsmessung bei der Spannstahlentnahme mit DMS



© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Spannungsrisskorrosionsgefährdung

- **Schallemissionsmessung bei der Spannstahlentnahme**

© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

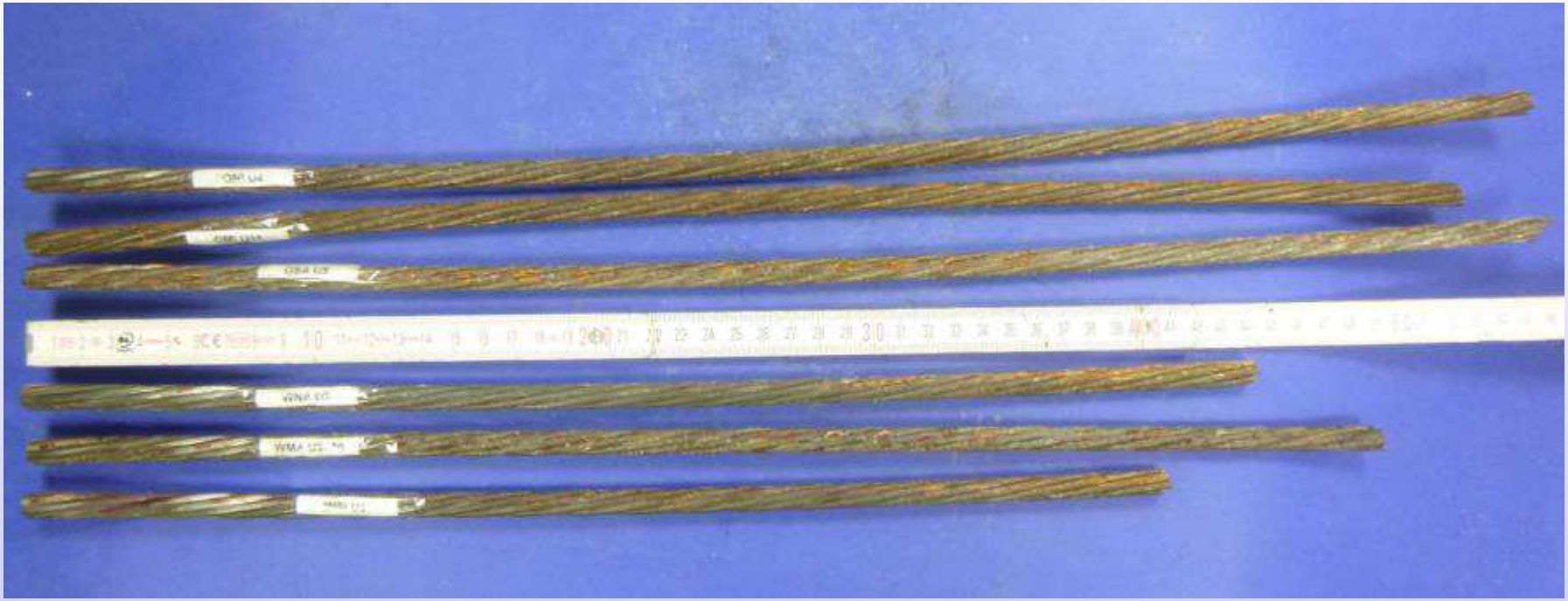
Beispiel Spannungsrisskorrosionsgefährdung

Spannstahlentnahme

© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Spannungsrisskorrosionsgefährdung

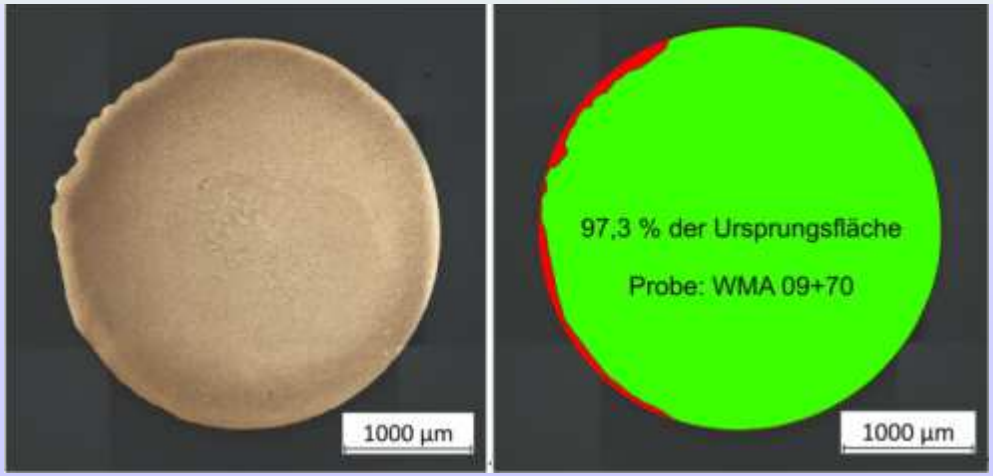
- **Spannstahlentnahme – entnommen Proben**



© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Spannungsrisskorrosionsgefährdung

Laboruntersuchungen - Korrosionszustand

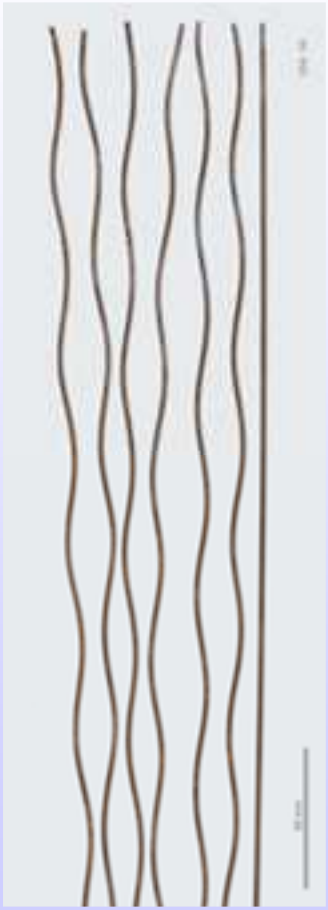


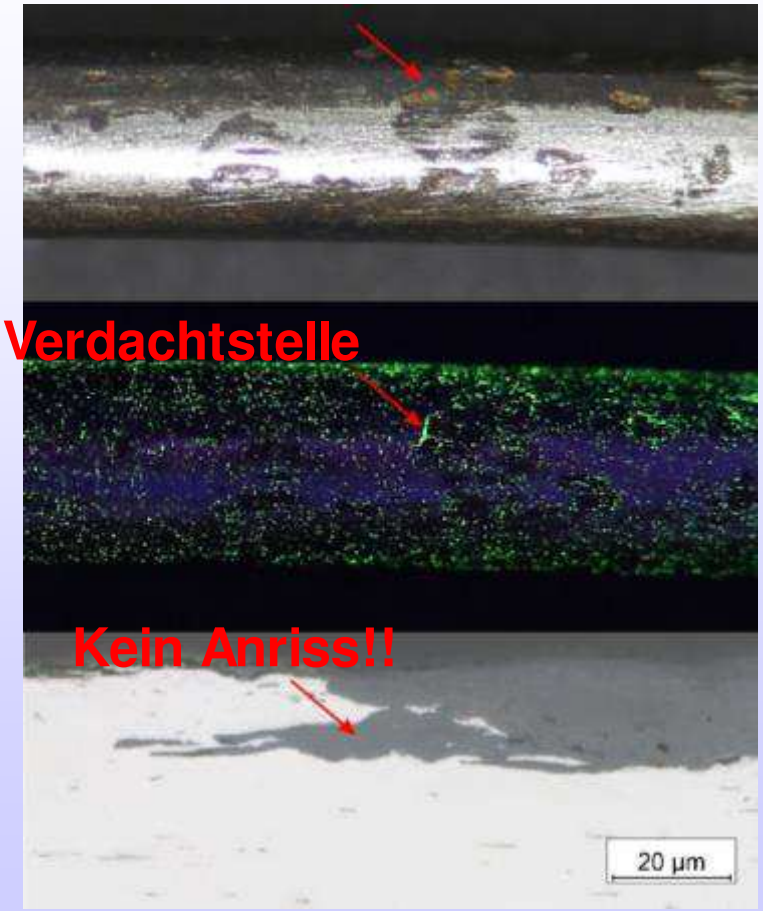
Quelle: Materialprüfbericht der BAM - Berlin

© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Spannungsrisskorrosionsgefährdung

- Laboruntersuchungen – Magnetpulverprüfungen (MT)





Keine Anrisse festgestellt!

Quelle: Materialprüfbericht der BAM - Berlin

© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Beispiel Spannungsrisskorrosionsgefährdung

- **Laboruntersuchungen – Zugversuche**

Die Festigkeiten der geprüften Kerndrähte lagen ehr in der Größenordnung St 180/200 → ungünstig bezüglich Spannungsrisskorrosion

Alle geprüften Drähte brachen aber ausgeprägt duktil !

→ Keine Versprödung erkennbar.

© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

© Ingenieurbüro Raupach Bruns Wolff – Alle Rechte vorbehalten