



VSVI Hessen

Vortragsveranstaltung in Friedberg am 15.05.2019

Thema: Ingenieurbauwerke

Instandsetzung und Ertüchtigung von Stahlbrücken

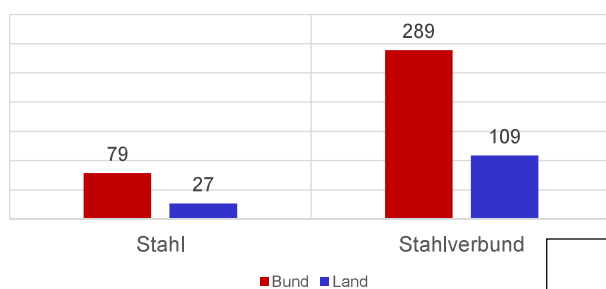
Dr.-Ing. Markus Hamme

Friedberg/Hessen: 15. Mai 2019

Straßenbrücken in Stahl- / Stahlverbundbauweise in NRW

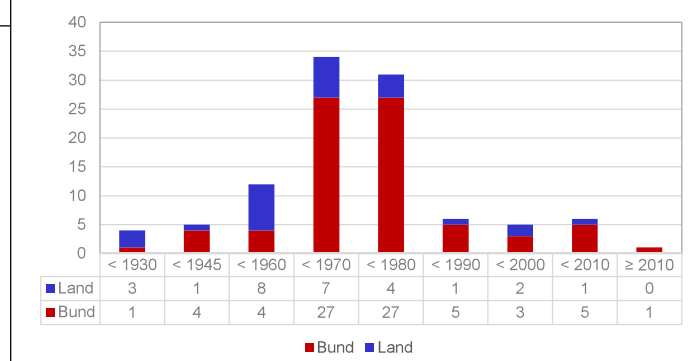
Stand 7/2017

Stahl- und Stahlverbundbrücken¹⁾
(Teilbauwerke)



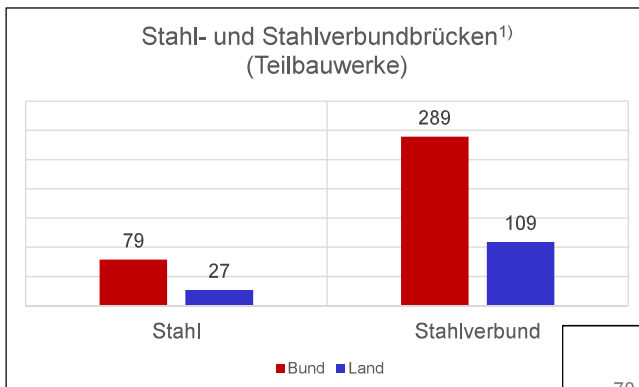
Insgesamt: 504 Teilbauwerke

Altersstruktur Stahlbrücken

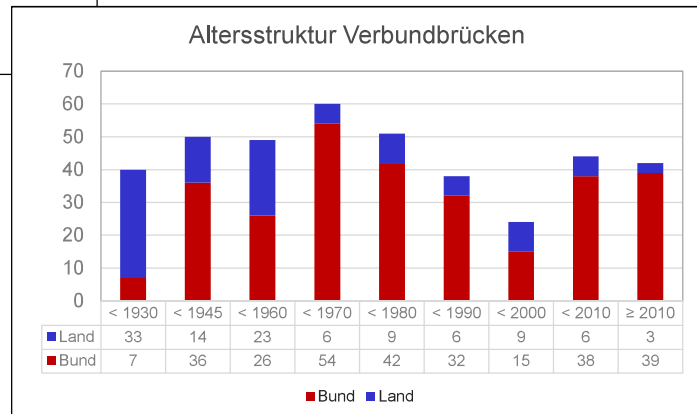


¹⁾ Ohne Geh- / Radwegbrücken und Wellstahlbauwerke

Stand 7/2017



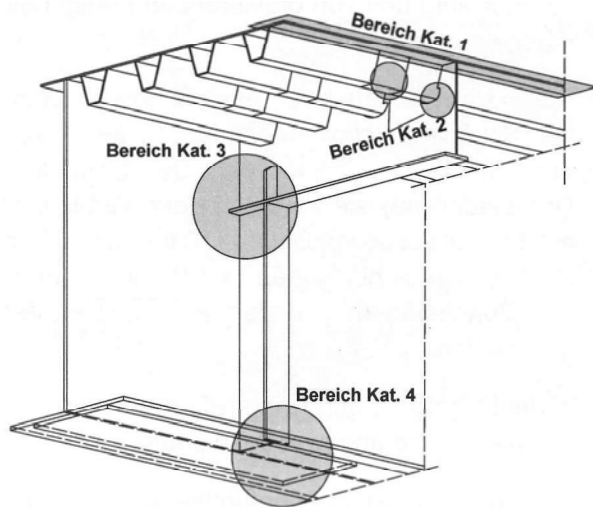
Insgesamt: 504 Teilbauwerke



¹⁾ Ohne Geh- / Radwegbrücken und Wellstahlbauwerke

Instandsetzung und Ertüchtigung von Stahlbrücken – Warum?

1. Schäden (Risse) an der Stahlkonstruktion
2. Verstärkung zur Beseitigung von statischen Defiziten
3. Verstärkung zur Erhöhung der zulässigen Verkehrsbelastung (Herstellen der Zukunftsfähigkeit)
4. „Normale Instandsetzungen“, z.B. Korrosionsschutz, Fahrbahnübergänge, Lager ... sind hier nicht Thema



Quelle: Instandsetzung und Verstärkung von Stahlbrücken unter Berücksichtigung des Belagssystems, Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen, Heft B 76

Kategorie 1

Anschlüsse ans Deckblech, Deckblech

Kategorie 2

Anschlüsse der Längsrippen an die Querträger, Längsrippenstöße

Kategorie 3

Anschlüsse im Quertragsystem

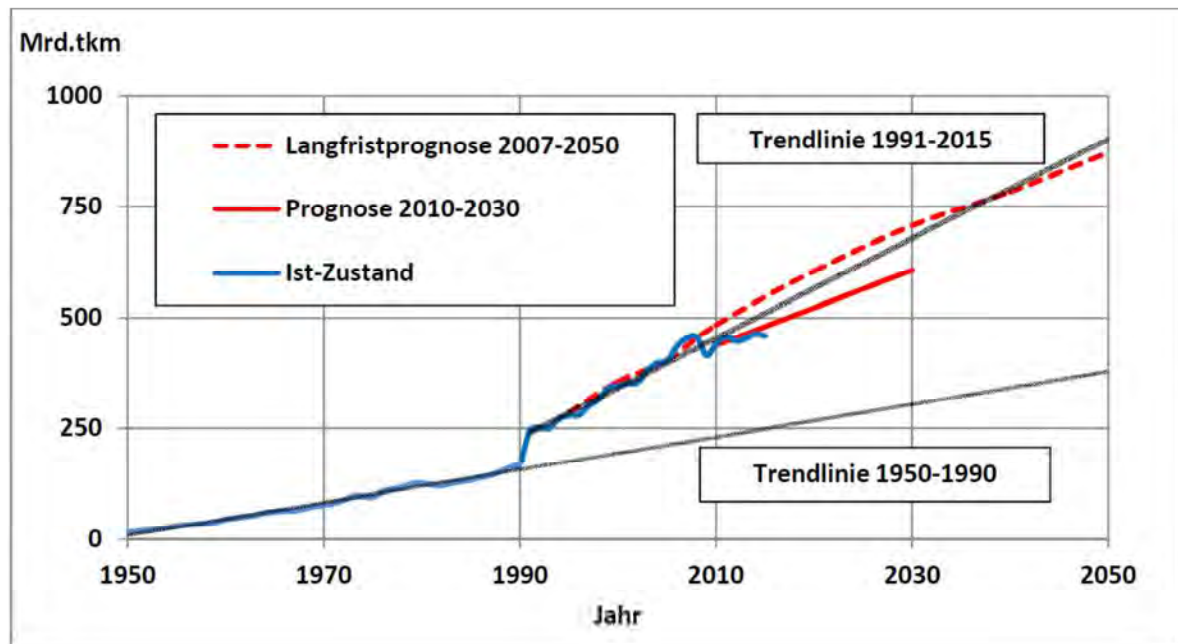
Kategorie 4

Anschlüsse im Haupttragsystem

Schadensursachen

1. Starke Zunahme des Verkehrs
2. Qualität des „Altstahls“
3. Statische Bemessung und konstruktive Ausbildung
 - Kein Nachweis der Ermüdungssicherheit
 - Massenminimierung anstelle von Robustheit
4. Ausführungsqualität

Entwicklung und Prognose des Straßengüterverkehrs in Deutschland



Quelle: Heinz Friedrich, Bert Quaas; Stahlbrücken: Bestandsanalyse Erhaltung und Erweiterung, Bundesanstalt für Straßenwesen, Bergisch Gladbach, September 2017

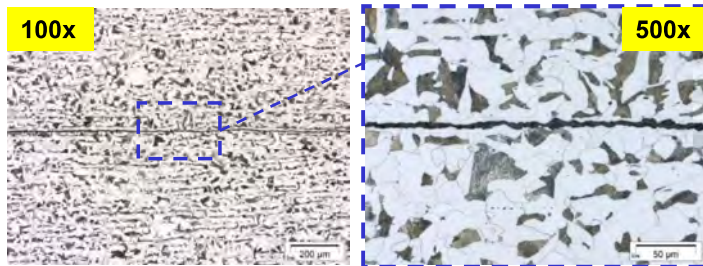
Qualität des „Altstahls“

Baustahl St 52 aus den 60er Jahren

- Der Baustahl St 52 hat (aus heutiger Sicht) einen **hohen Gehalt an Schwefel und Phosphor** und damit **eine Vielzahl von oxidischen und sulfidischen Verunreinigungen**, die bei Beanspruchungen in Dickenrichtung (Wärmespannungen beim Schweißen von T-Stößen als Vollanschluss oder als Kehlnaht) zu Terrassenbruch führen können. Aber auch bei Stumpfnähten können die Seigerungszone im Blechkern u.U. Rissprobleme verursachen.
- Insbesondere **bei dünnen Blechen finden sich ausgeprägte Verunreinigungen**, die über das normale Seigerungsverhalten alter Stähle hinausgehen und als oxidische Zeilen in Blechmitte verlaufen. Diese werden hier als **Metallurgisch bedingte Fehlstellen (MBF)** definiert.
- **Niedrige Kerbschlagzähigkeiten**, die teilweise nicht mehr die Anforderung an einen St52-3 (also 27J bei T = -20°C) erfüllen und damit die Spröbruchsicherheit in Frage stellen.

aus: Hamme, M. Langenberg, P., et al: Sicherung der Rheinbrücke Leverkusen; Präsentation zum 25. Dresdner Brückenbausymposium

Oxidische Zeile



aus: Hamme, M. Langenberg, P., et al: Sicherung der Rheinbrücke Leverkusen;
Präsentation zum 25. Dresdner Brückenbausymposium



- Vor schweißtechnischen Verstärkungen müssen die Materialeigenschaften genau untersucht werden.
- Die Schweißverfahren müssen an das vorhandene Material angepasst werden.

Statische Bemessung und konstruktive Ausbildung

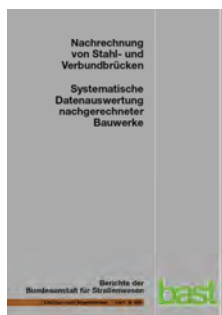
1. Nicht ausreichende Beulsicherheit

- keine Berücksichtigung des knickstabähnliches Verhalten (bis Anfang der 70 Jahre)
- teilweise sehr geringes Sicherheitsniveau in alten Vorschriften

2. Überschreitungen im Vergleichsspannungsnachweis

3. Ermüdungsnachweise sind nicht zu führen bzw. weit überschritten

4. Nicht ausreichende Tragfähigkeit der Verbindungsmittel (Niete, Schweißnähte)

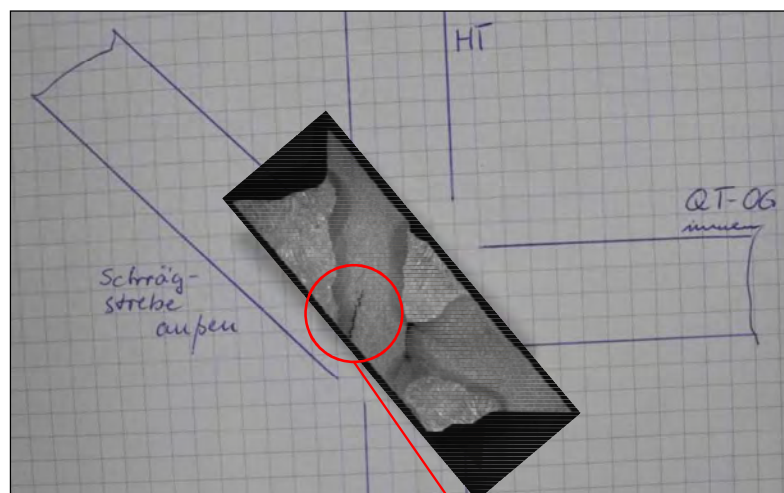
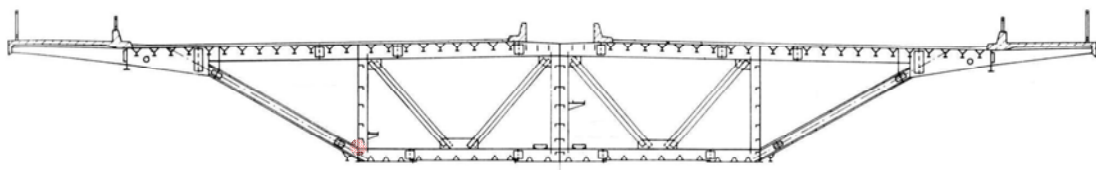
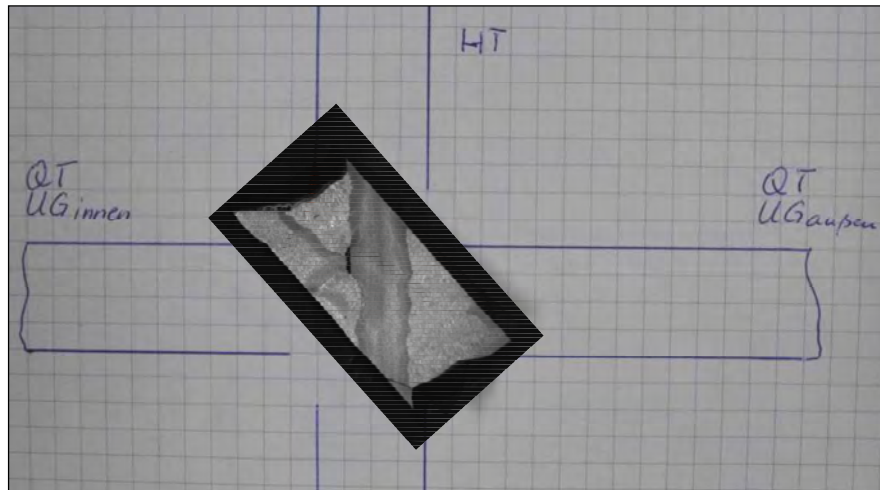
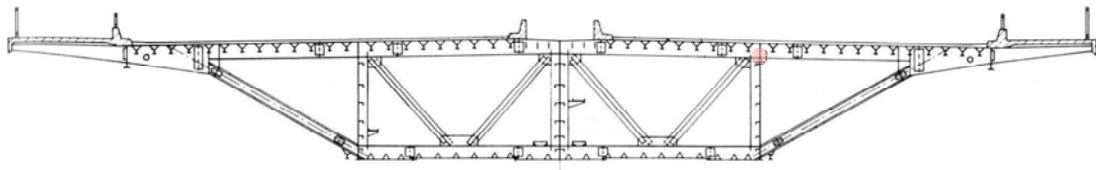


Berichte der Bundesanstalt für Straßenwesen
Brücken- und Ingenieurbau Heft B 144

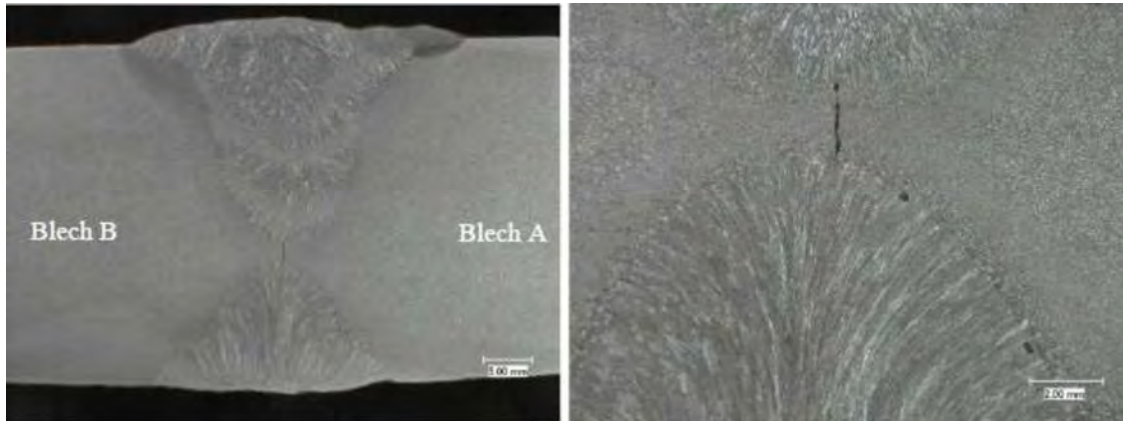
Nachrechnung von Stahl- und Verbundbrücken

Winfried Neumann, Armin Brauer
RUHRBERG Ingenieurgemeinschaft, Hagen

Kostenloser Download: www.bast.de



Terrassenbruch im Hauptträgersteg



Orthotrope Fahrbahnplatten älterer Bauweisen sind das schadenanfälligste Bauteil von Stahlbrücken

Beispiele für Schäden der Kategorie 1



Beispiele für Schäden der Kategorie 2



- Häufig ist bei Schäden der Kategorien 1 und 2 ein sehr schneller Schadenzuwachs bzgl. der Anzahl und Größe der Risse festzustellen
- In der Regel ist zunächst hauptsächlich die Schwerverkehrsspur betroffen
- Folgeschäden am Belag können die Verkehrssicherheit beeinträchtigen

Nicht ermüdungsgerechte Konstruktion

	Früher (vor ca. 1970) (keine expliziten Regelungen)	Heute (DIN EN 1993-2/NA, Anhang G)
Deckblechdicke	$t = 8 - 12 \text{ mm}$	$t \geq 14 \text{ mm}$
Längsrippenform	Sektkelchprofile, L- Profile, Wulstflachstähle	Trapezrippen
Mindeststeifigkeit der Längsrippen	Keine Anforderungen	Mindestwerte in Abhängigkeit vom Querträgerabstand
Anschluss: Längsrippen - Querträger	Längsrippen Stumpf gestoßen oder nur teilweise durchgeführt	Längsrippen durch Querträgerstege durchgeführt
Anschluss: Längsrippen - Deckblech	Kehlnähte mit $a \leq t_{\text{Längsrippe}}$	Stumpfnäht mit $a = t_{\text{Längsrippe}}$

Instandsetzung von Schäden der Kategorie 1 und 2:

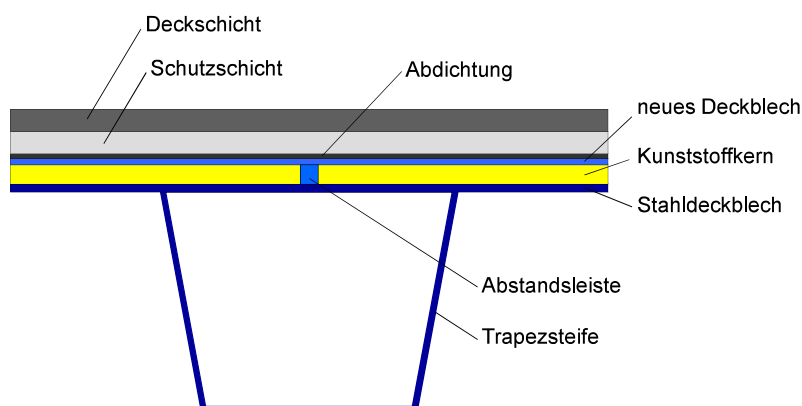
- Vorhandene Risse müssen / können schweißtechnisch instandgesetzt werden.
- Ggf. können Details wie z.B. der Anschluss Längsrippen – Querträger konstruktiv verbessert werden.
- Durch Verschwenken der Fahrspuren kann der Schadensfortschritt verlangsamt werden.
- Besondere Vorsicht ist bei der Erneuerung der Abdichtung auf der Brücke geboten. Die hohen Temperaturbeanspruchungen können Auslöser für neue Schäden sein oder den Schadensfortschritt beschleunigen.

Deckblechverstärkung mit hochfestem Beton



Quelle: M. Scherer: Pilotprojekt hochfester Beton Bahnbrücke Beimerstetten, Tagungsbeitrag zum Kolloquium Verstärkung von Stahlbrücken mit ultrahochfesten Beton, Bergisch Gladbach 5. September 2015

Deckblechverstärkung mit SPS-Overlay



Deckblechverstärkung mit SPS-Overlay



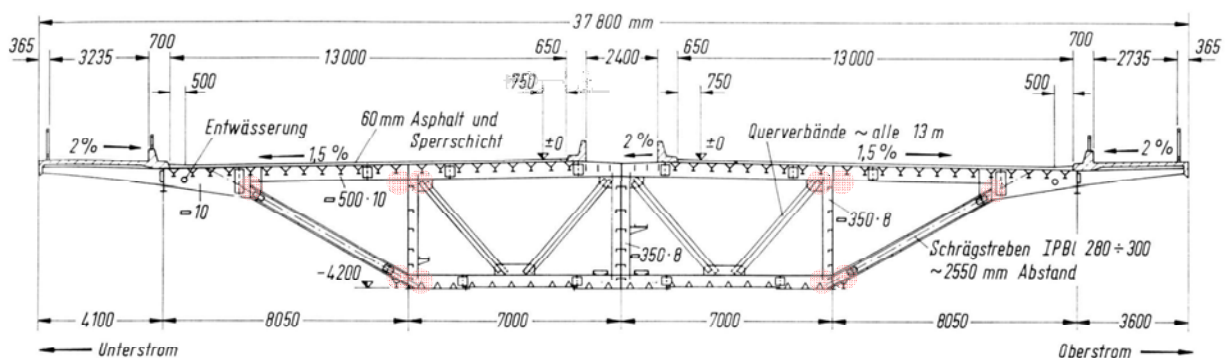
Schweißtechnische Instandsetzung und Verstärkung des Anschlusses der Längsrippen an die Querträger



Geschraubte/Genietete Instandsetzung des Anschlusses der Längsrippen an die Querträger (Pilotanwendung in NRW)



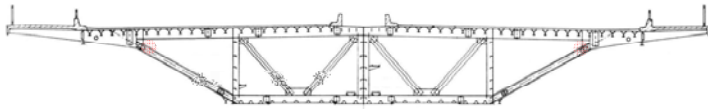
Schäden im Quertragsystem – Kategorie 3



Regelquerschnitt der Rheinbrücke Leverkusen

Bei den Rheinbrücken Leverkusen (A1) und Duisburg-Neuenkamp (A40) sind die gekennzeichneten Stellen besonders schadensaffällig

Riss im Obergurt der Schrägstreben am oberen Anschluss und Instandsetzung mittels Blechaustausch



Sicherung des unteren Anschlusses der Schrägstreben

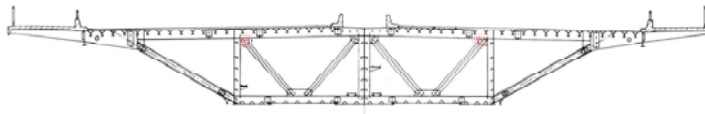


a) innen



b) außen

Risse in der oberen Rahmenecke (innen)

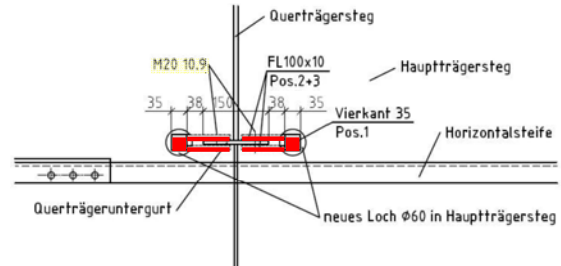
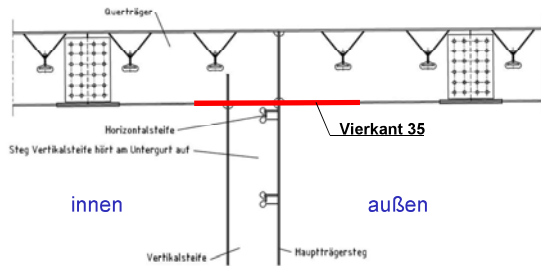


Instandsetzung der oberen Rahmenecke (innen)



Alle Schweißarbeiten müssen unter besonderer Berücksichtigung der Stahlgüte des vorhandenen „Altstahls“ erfolgen.

Verstärkung der oberen Rahmenecke



Instandsetzung und Ertüchtigung von Stahlbrücken



Friedberg/Hessen: 15. Mai 2019

Beulverstärkung einer Talbrücke

Einbau zusätzlicher Quersteifen zur Erhöhung der Beulsicherheit des Bodenblechs eines Hohlkastens (Ruhrtalbrücke Mintard, A52)



zusätzliche Quersteifen

Verstärkungs- und Instandsetzungsmaßnahme an einem Kreuzungsbauwerk



Instandsetzung und Ertüchtigung von Stahlbrücken

Friedberg/Hessen: 15. Mai 2019

Verstärkungs- und Instandsetzungsmaßnahme an einem Kreuzungsbauwerk



Halbseitige Sperrung der Autobahn



Querträgerverstärkung



Blechausschnitt zur Vermeidung von Risswachstum



Geschraubte Hauptträgerverstärkung

Instandsetzung und Ertüchtigung von Stahlbrücken

Friedberg/Hessen: 15. Mai 2019

Die Berechnung der Längsfachwerke erfolgte als ideales Fachwerk ohne Berücksichtigung der Einspannungen an den Knoten.

➡ **Ermüdungsrisse in den Diagonalen des Fachwerkverbandes**



Verstärken einer genieteten Verbindung

1. Abbrennen der Nietköpfe



2. Ausschlagen der Niete



3. Aufbohren der Löcher



4. Einbau von HV-Schrauben



Steglasche



Untergurtlasche



Zusammenfassung

- Ältere Stahl- und Stahlverbundbrücken können Schäden oder statische Defizite haben die eine Instandsetzung und/oder Verstärkung erfordern.
- Es gibt eine Reihe von Verfahren, die aber immer im Detail an das jeweilige Bauwerk angepasst werden müssen.
- Bei schweißtechnischen Maßnahmen ist immer auf die Materialgüte des „Altstahls“ zu achten.
- In vielen Fällen sind trotzdem kurz- oder mittelfristig Ersatzneubauten erforderlich.



Visualisierungen: Ingenieurbüro Grassl, firmhofer + günther architekten