

Infrastrukturerhalt bei den Wiener Linien

StahlbauDialog: Revitalisierung historischer Stahlbauten, 23.11.2015, WKO
Andreas Oberhauser, Leiter Technische Prüfstelle, Wiener Linien



Die Stadt gehört Dir.



WIENER LINIEN

Eine Vielzahl an „Infrastrukturen“...



...unterschiedlichen Alters



Impressionen der Stadtbahn aus verschiedenen Jahrzehnten

Jahrhundertwende



Inspektionen der Technische Prüfstelle Infrastrukturdaten

Konstruktionsart Brücke	Länge [m]	Anzahl [Stk]
Stahl genietet	2.463	86
Stahl geschweißt	581	6
Stahlbeton vorgespannt	4.241	54
Stahlbeton konventionell	16.523	287
Summe	23.781	433

Baujahr 1898!!
117 Jahre!!

Untersuchungen zur „Stadtbahnbrücke über die Teufelsinsel“

Errichtung: 1898
Abgerissen: 1987

Bauwerkssalter
somit **89 Jahre**

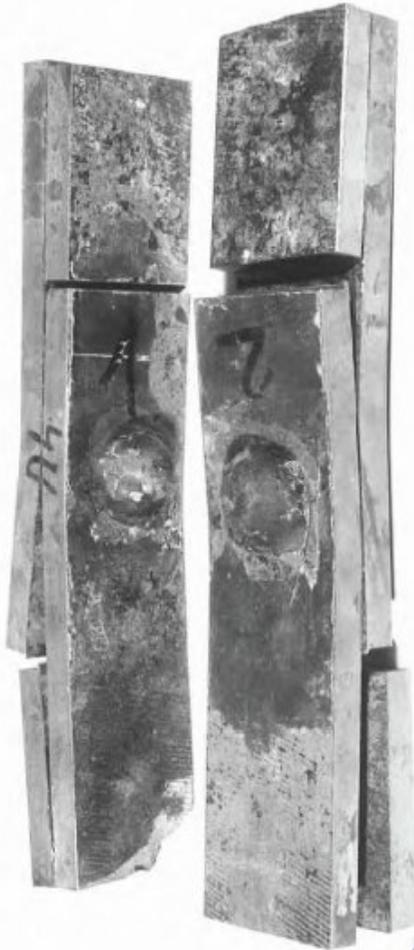


Abtrag der Tragwerke 1987 im Zuge
des U-Bahn Baus



WIENER LINIEN

Untersuchungen an Stahl und Nieten



Nietdurchmesser	mm	20
Probenanzahl		24
Mittelwert \bar{x}	N/mm ²	361
Streubereich $x_{min} < \bar{x} < x_{max}$	N/mm ²	337 < \bar{x} < 390
Standardab- weichung S	N/mm ²	15,6
Variations- koeffizient V	%	4,3
Vertrauensbereich für den Mittelwert $x_{min} < \bar{x} < x_{max}$	N/mm ²	355 < \bar{x} < 368
5 % Fraktile	N/mm ²	335

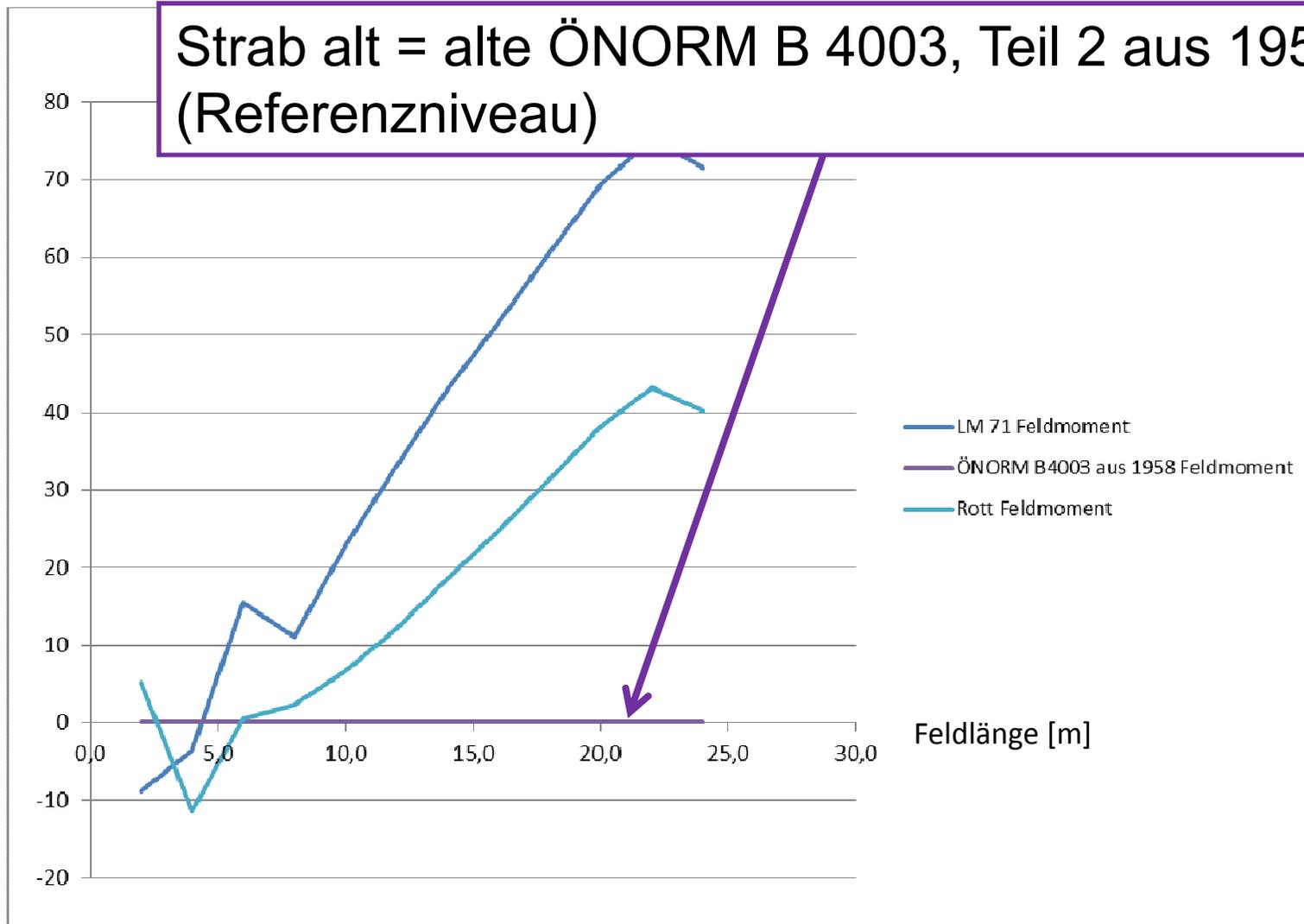


Scherfestigkeit einschnittiger Nietverbindungen nach erfolgtem Zugversuch aus der „Brücke über die Teufelsinsel“; TVFA Wien, 1987



Zweifeldsysteme - Feldmomentenvergleich

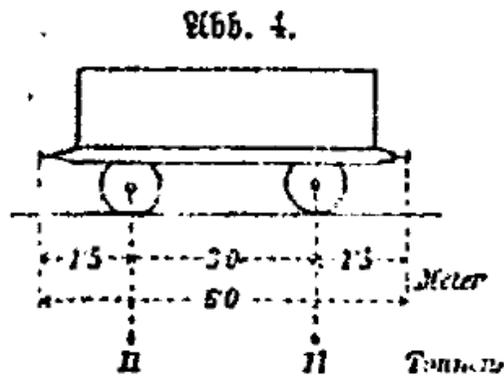
Strab alt = alte ÖNORM B 4003, Teil 2 aus 1958
(Referenzniveau)



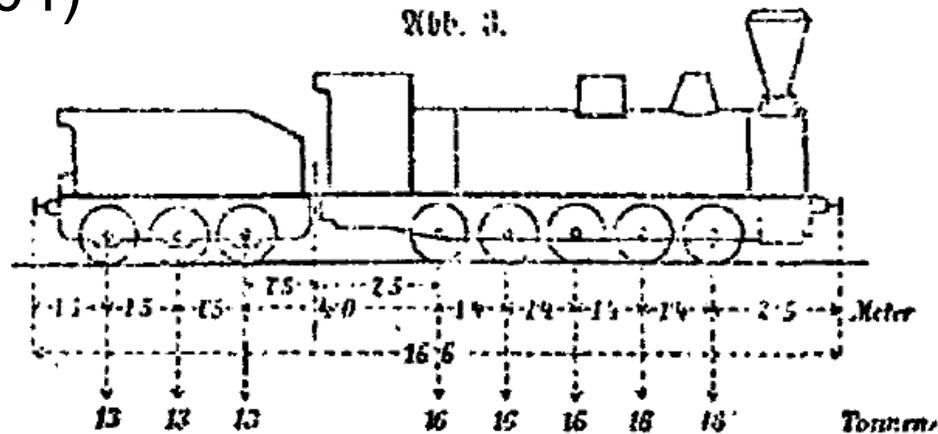
% der maximalen Feldmomente [%]

Untersuchungen zur „Stadtbahnbrücke über die Teufelsinsel“ - Bemessung

Nach Belastungsnorm I des Reichsgesetzblattes (1904)

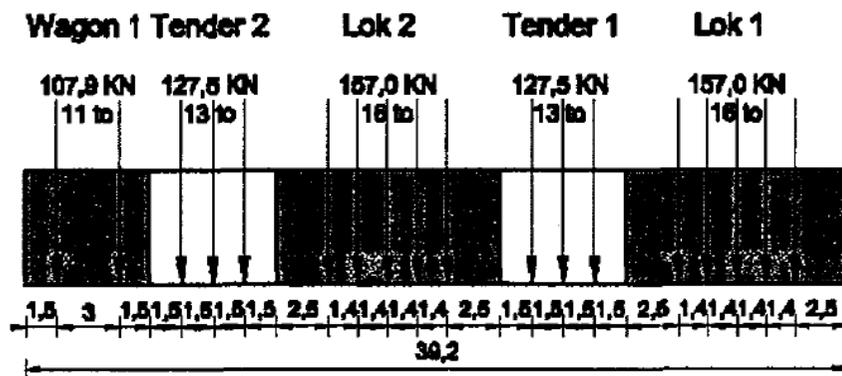


Waggon

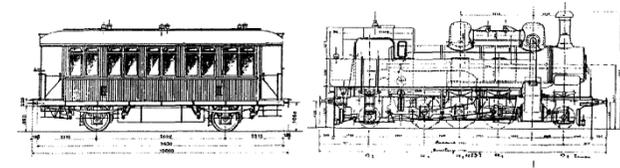
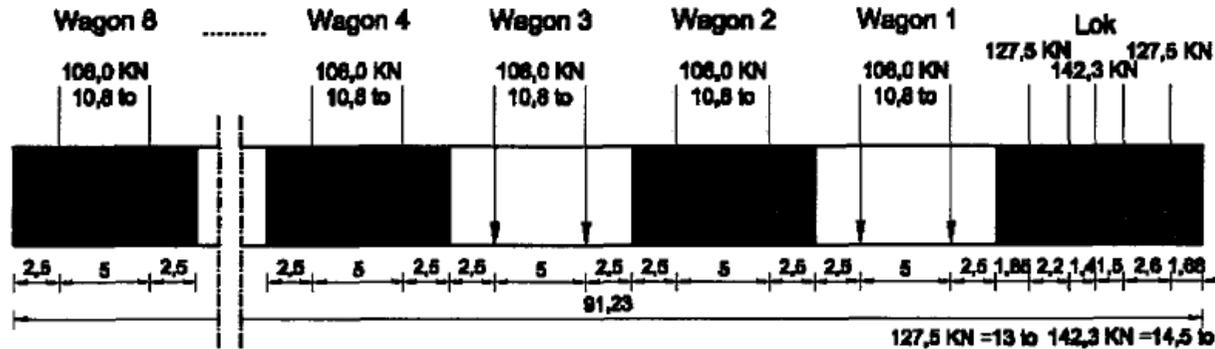


Gewicht d. Lokomotive +
Tender: 119t

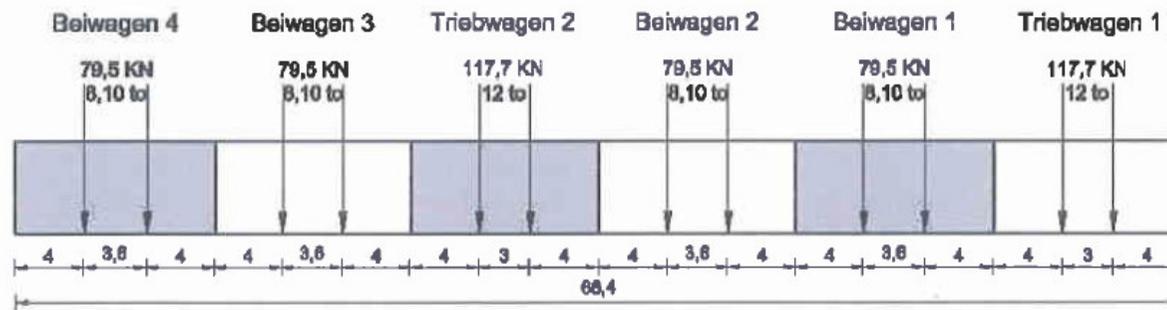
zugehöriges
Lastmodell



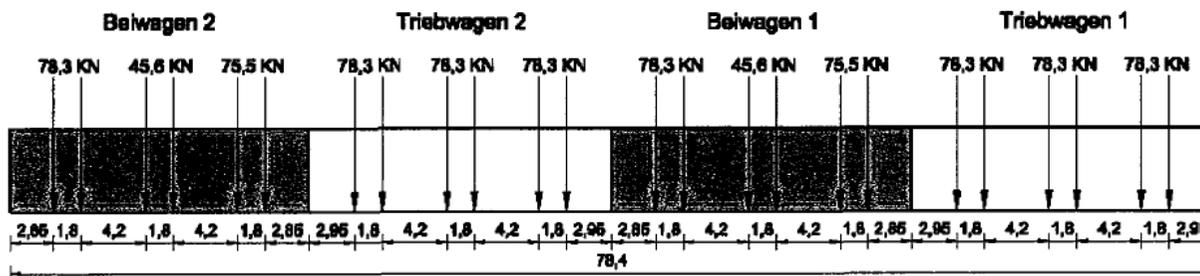
Belastungsgeschichte



1898 – 1925; Lok „30er“
~125 Züge/d und Richtung



1925 – 1980; Type N
~280 Züge/d und Richtung



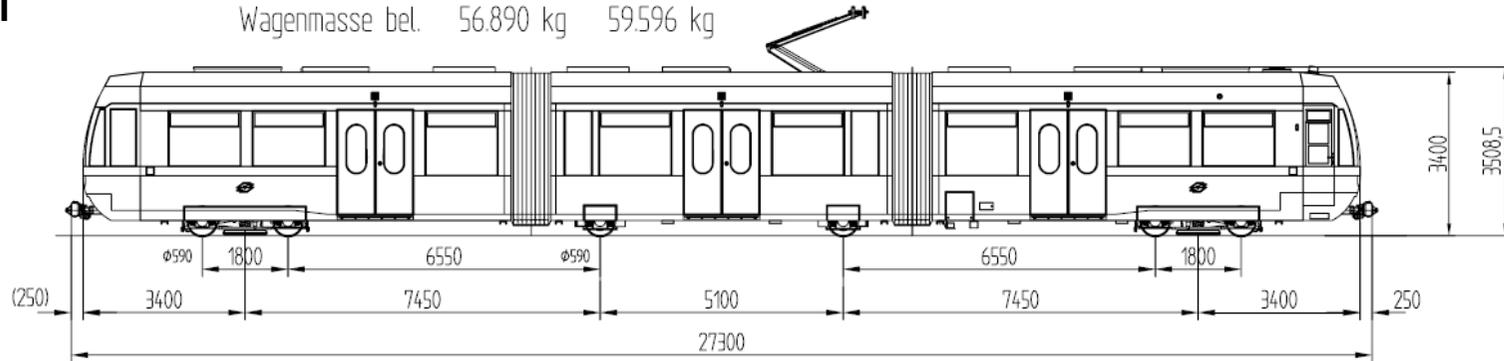
1980 – 2010; Type E6+c6
~300 Züge/d und Richtung

Quelle: Restlebensdauer – Untersuchungen der Brücke über das rechte Gleis der Wienthallinie im km 1,35 der Gürtellinie: Roller, Greiner, Taras (2006)

gegenwärtige Achslasten

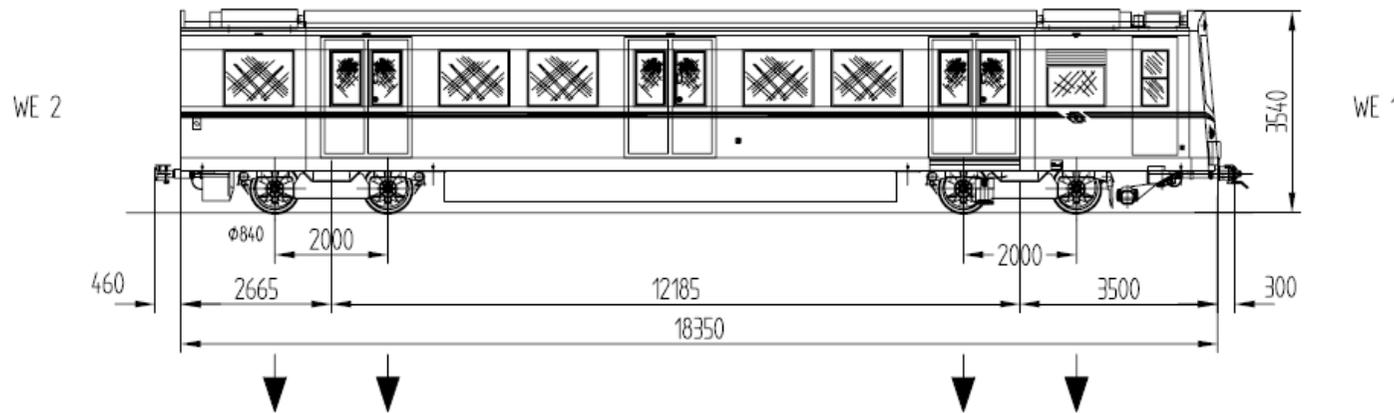
Type T/T1
Linie U6

Wagenmasse leer 36.000 kg 37.742 kg
Wagenmasse bel. 56.890 kg 59.596 kg



	T	T1	T	T1	T	T1	T1	T	T	T1	T1	T	T1
Achslast leer	5.800 kg	5.946 kg	5.800 kg	5.946 kg	6.200 kg	6.684 kg	6.310 kg	6.100 kg	6.050 kg	6.428 kg	6.050 kg	6.428 kg	
Achslast bel.	7.950 kg	8.449 kg	7.950 kg	8.449 kg	12.345 kg	12.836 kg	12.776 kg	12.245 kg	8.200 kg	8.543 kg	8.200 kg	8.543 kg	

Wagenmasse leer 25.420 kg
Wagenmasse bel. 41.382 kg

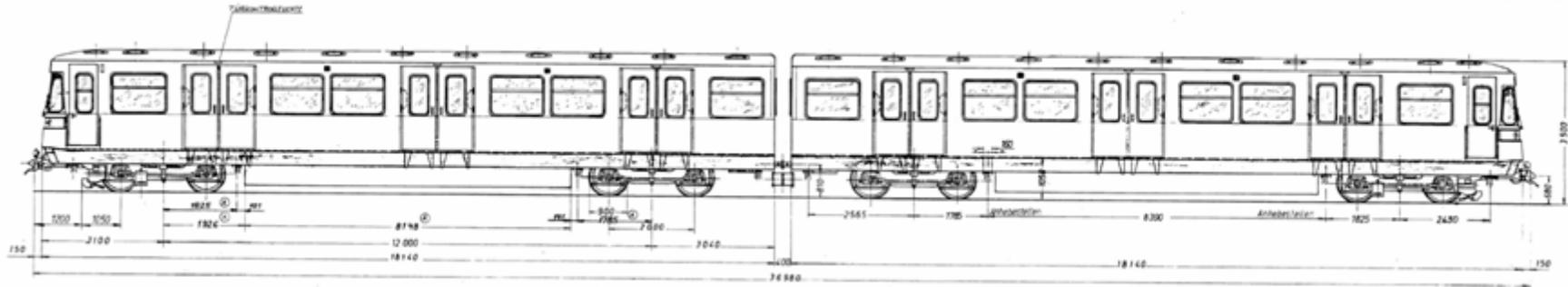


Achslast leer	6.020 kg	6.020 kg	6.690 kg	6.690 kg
Achslast bel.	10.346 kg	10.346 kg	10.345 kg	10.345 kg

Type V; U11
restliche U-
Bahn Linien

WIENER LINIEN

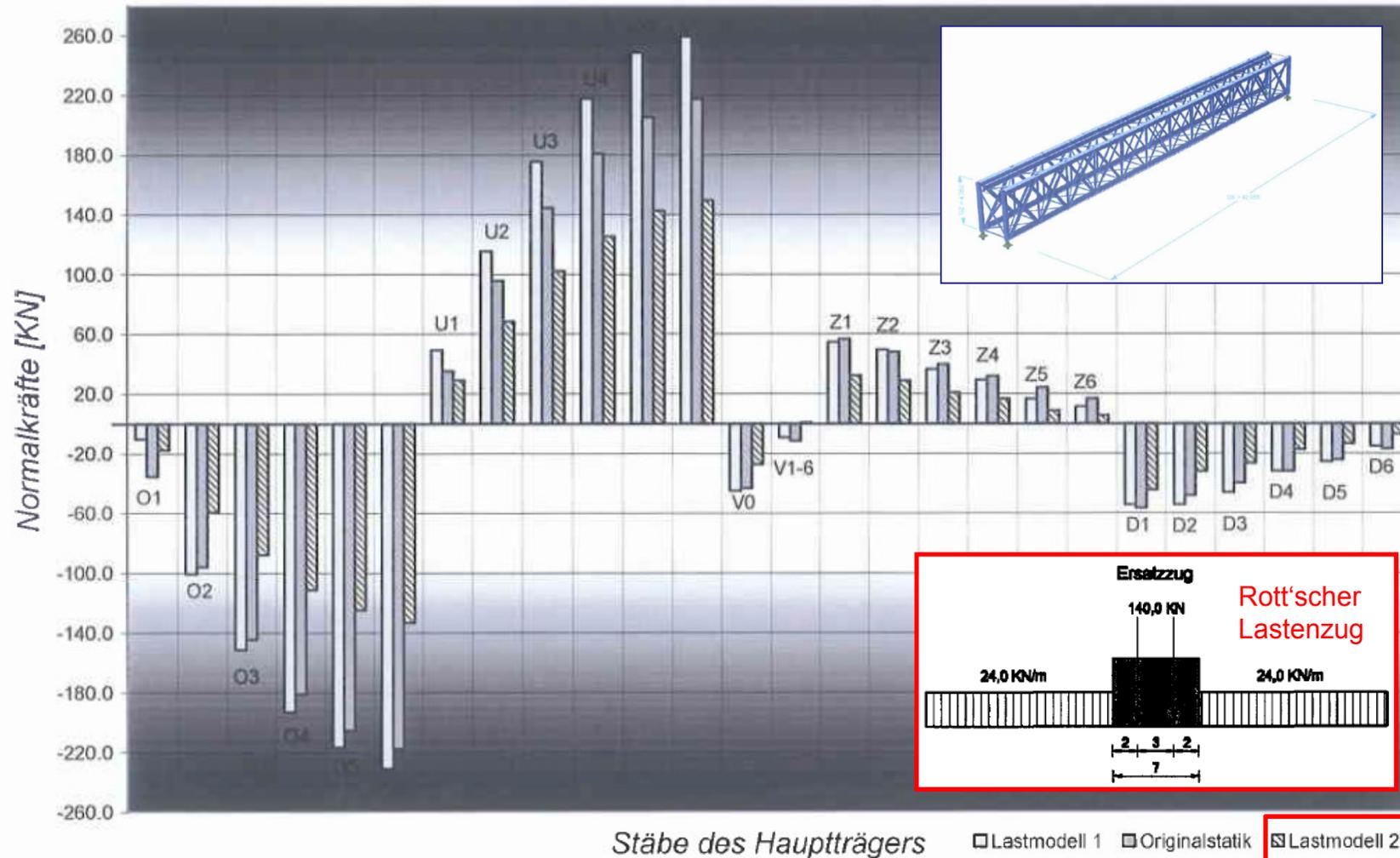
Zugsüberfahrten und Lastwechsel



1855 Fahrten pro Woche (Werte für z.B. Linie U3)

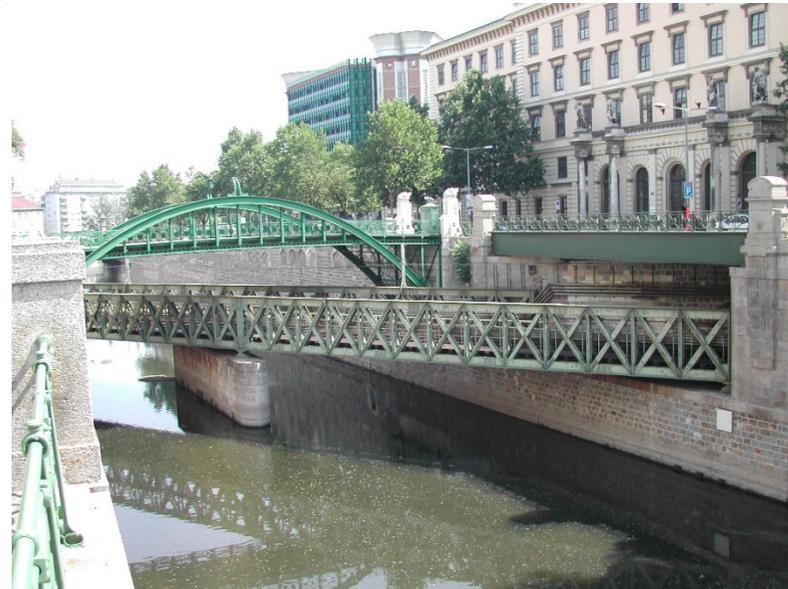
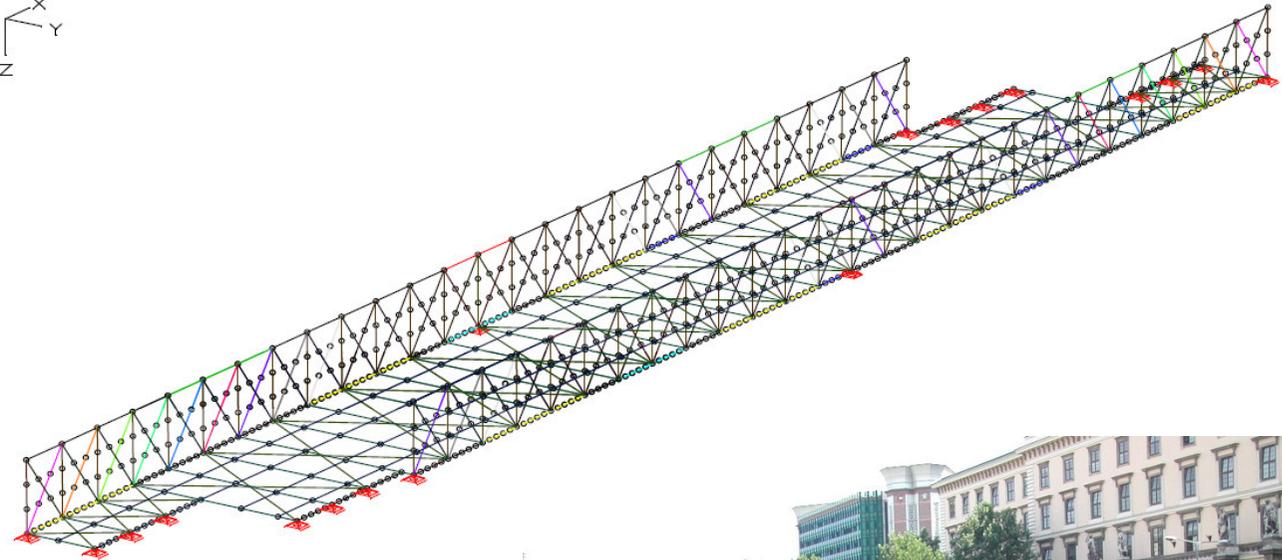
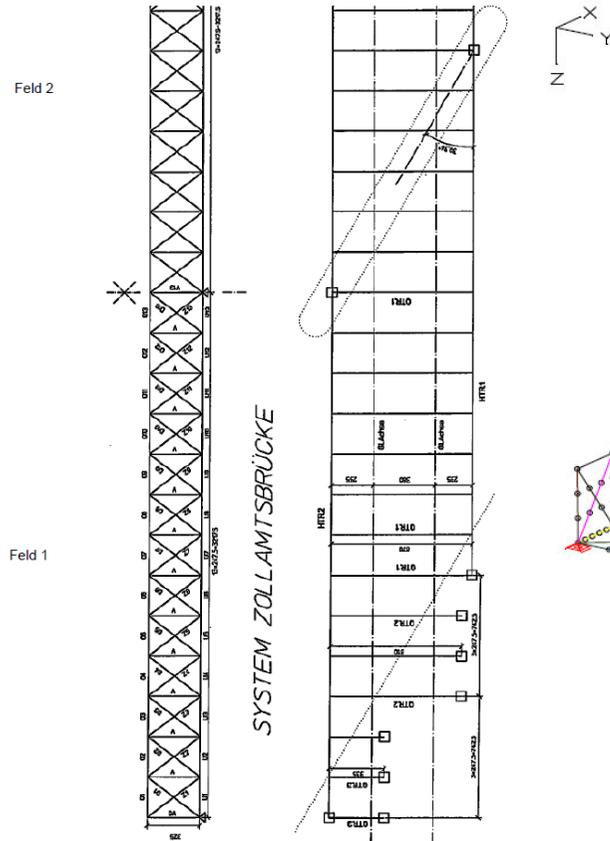
- 1855×52 (Wochen) = 96.460 jährliche Fahrten (Züge)
- 96.460×6 (Fahrzeuge) $\times 4$ (Achsen) = **2,315.040 Lastwechsel pro Jahr**
- $2,315.040 \times 9,00$ = **20,835.360 Tonnen pro Jahr und Gleis (mittel)**
- $22,855.372 \times 34$ = **~ 708,40 Mio. Tonnen seit 25.02.1978 (mittel)**
- 96.460×34 = **~ 3,28 Mio. Züge seit 25.02.1978**

Vergleichsrechnung mit Originalstatik



Quelle: Restlebensdauer – Untersuchungen der Brücke über das rechte Gleis der Wienthallinie im km 1,35 der Gürtellinie: Roller, Greiner, Taras (2006)

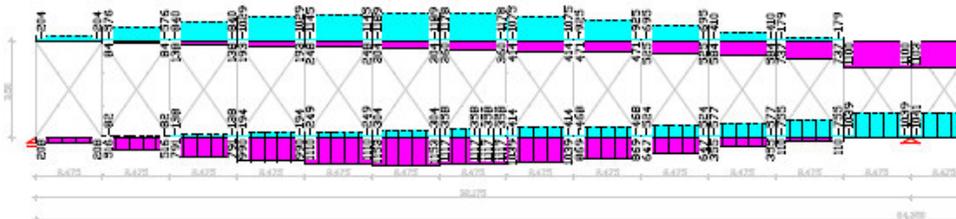
Detaillierte Nachrechnungen



Hauptträger HT:

FAT – SG (LK 11 Verkehrseinwirkung, inkl. Φ ohne λ)

LK 11 – FAT_LM71 Normalkräfte $N_{x,Ed}$ – Min, Max [kN]

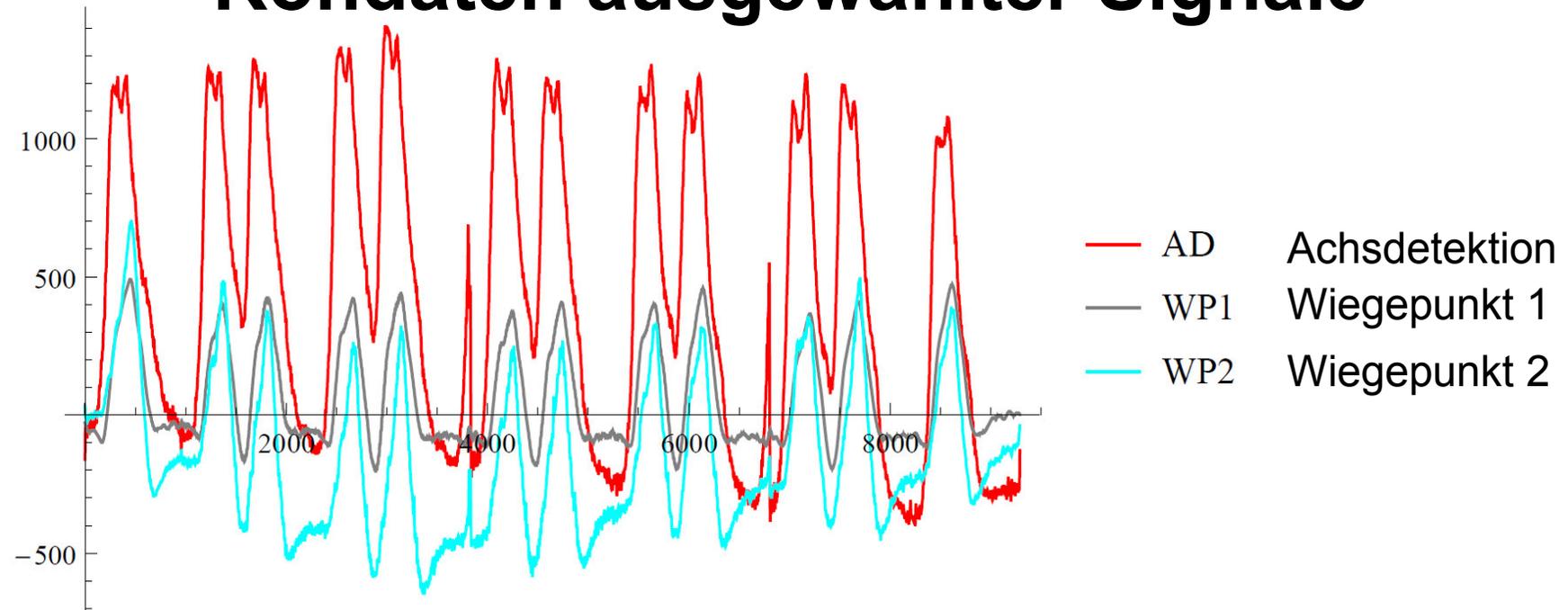


TECTON consult



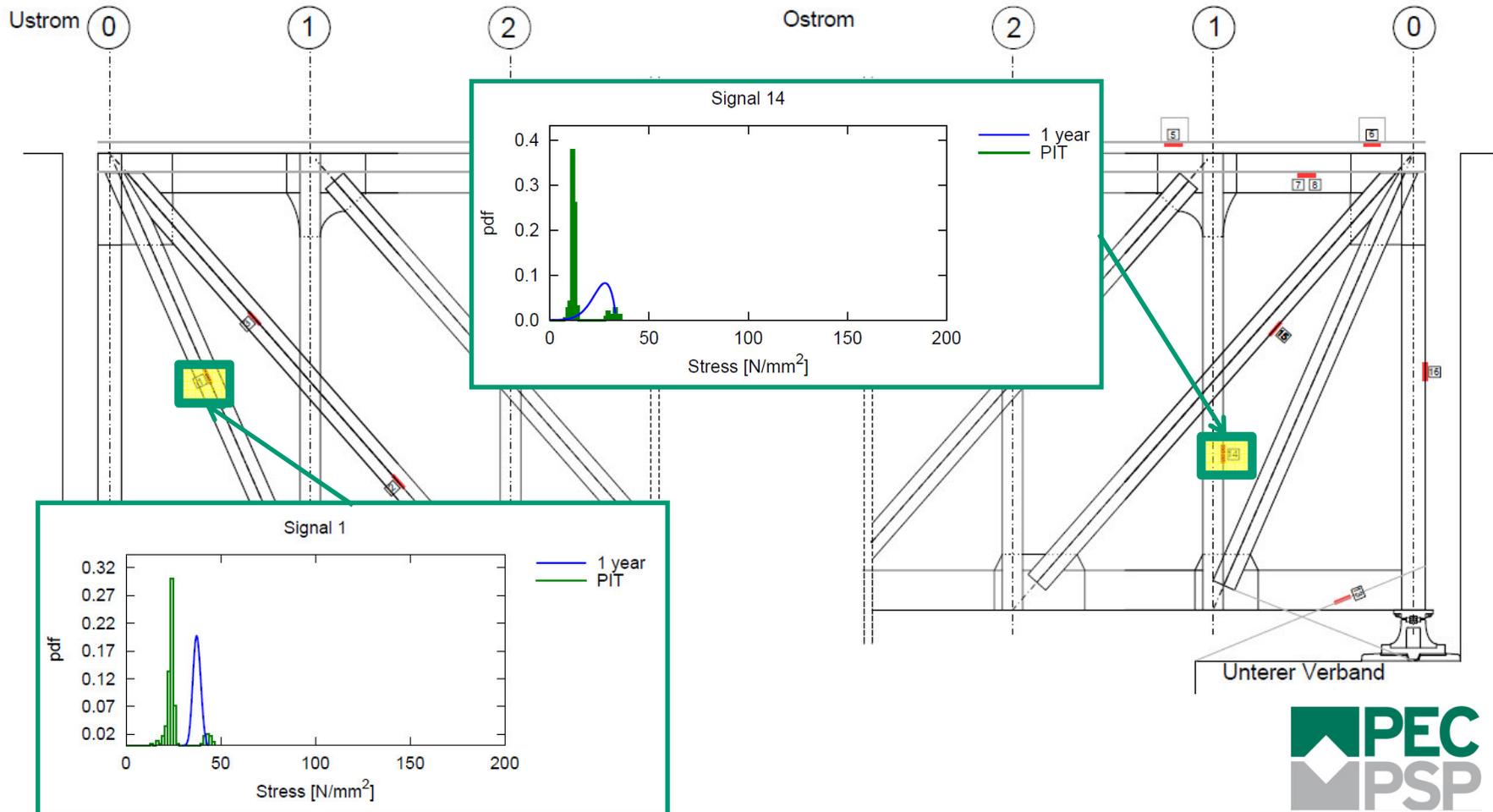
Brückenmonitoring Wienflussbrücke

Rohdaten ausgewählter Signale



Brückenmonitoring Fachwerkbrücke

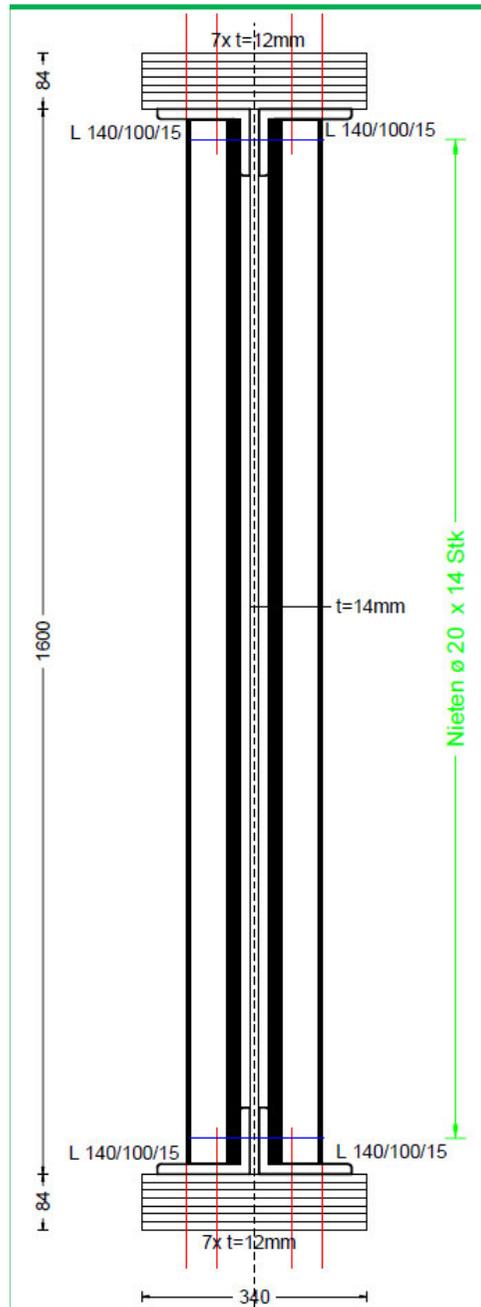
Auswahl div. Messpunkte



Quelle: Petschacher M.: Ermüdungsnachweis – Konzept U4 Wienflussbrücke Hütteldorf

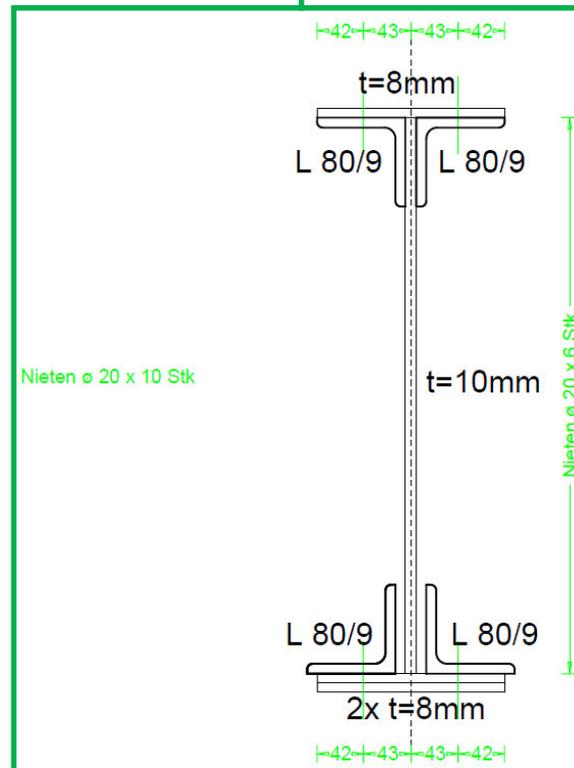
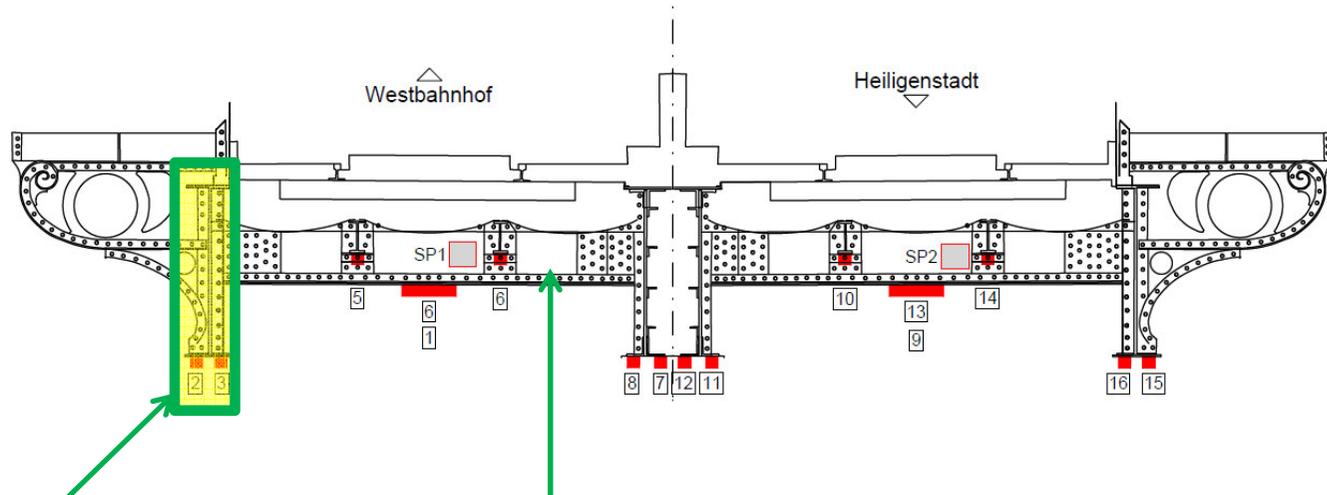


Brückenmonitoring Vollwandträgerbrücke



Nieten $\varnothing 20 \times 14$ Stk

Nieten d 24 x 8 Stk
 Nieten d 22 x 2 Stk
 Nieten d 20 x 14 Stk



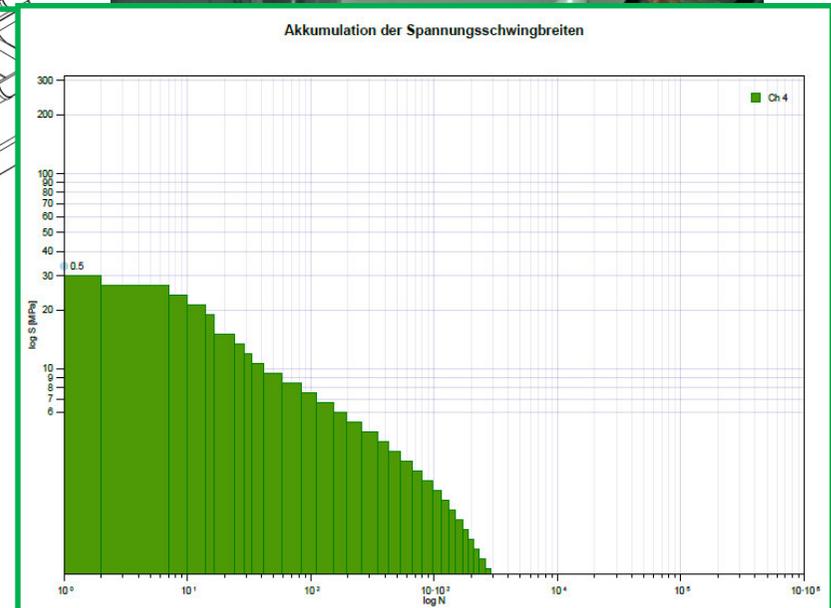
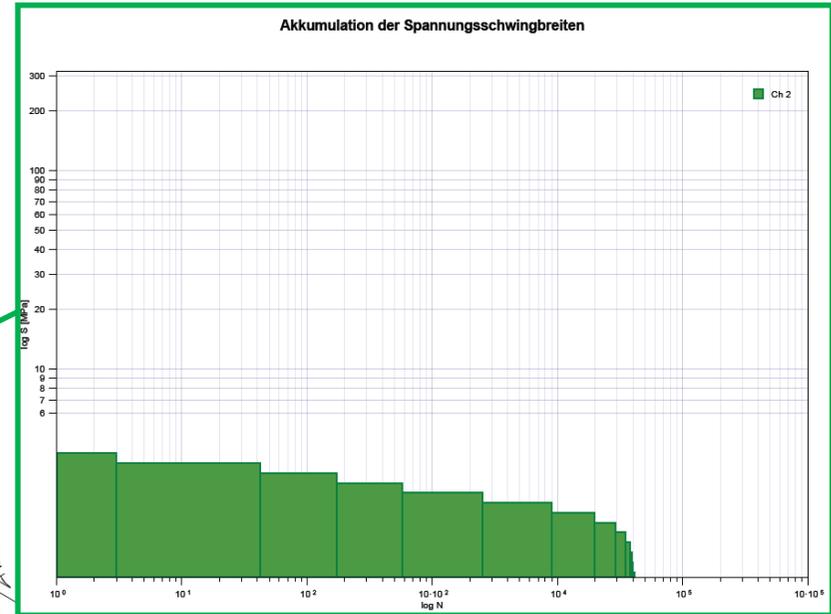
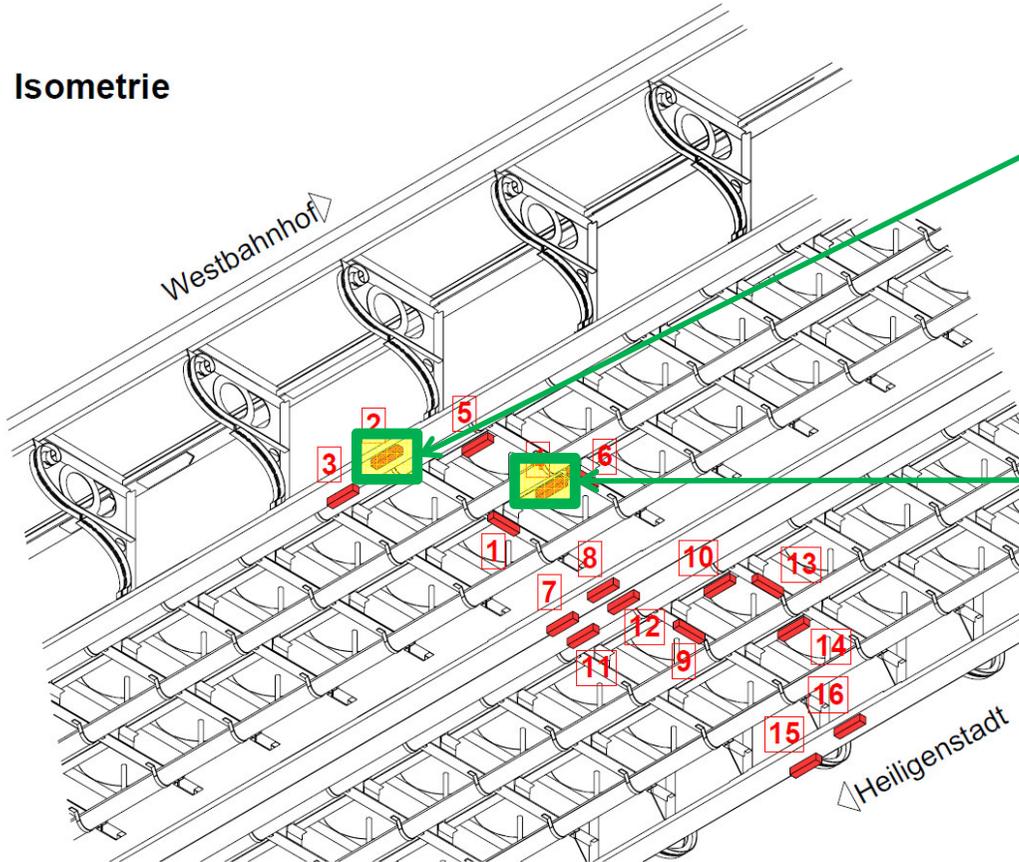
Nieten $\varnothing 20 \times 6$ Stk

Quelle: Petschacher M.:
 Fatigue monitoring of U6
 bridge Gumpendorfer Straße



Brückenmonitoring Vollwandträgerbrücke

Isometrie



Quelle: Petschacher M.: Ermüdungsnachweis U6
Brücke Gumpendorfer Straße

Ausschreibungen von Hauptinspektionen

LGPosNr /	HK	PVZZ	Positionsstichwort	Ber. Me...	LV-Menge	EH	L	R	W	ME
00.0101	Z		.							
00.02	Z		STÄNDIGE VORBEMERKUNGEN							
00.0201	Z		..							
01	Z		BAUSTELLENGEMEINKOSTEN							
01.01	Z		Baustelleneinrichtung							
01.0110	Z		Einrichten der Baustelle	0,000	1,00	PA				
01.02	Z		Baustellenräumung							
01.0210	Z		Räumen der Baustelle	0,000	1,00	PA				
01.03	Z		Zeitgebundene Kosten der Baustelle							
01.0310	Z		ZGKB Bauzeit	0,000	12,00	Wo				
01.06	Z		Stilliegezeiten							
01.0610	Z		Zeitgeb. Kosten Stilliegezeit Gesamtbaustelle	0,000	14,00	d				
01.07	Z		Sonderkosten der Baustelle							
01.0701A	Z		Baustellenkoordinator	0,000	12,00	Wo				
01.08	Z		Baubüro AG							
01.0810	Z		Einrichten Baubüro AG	0,000	1,00	PA				
01.0820	Z		Betreiben Baubüro AG	0,000	10,00	Wo				
01.0830	Z		Räumen Baubüro AG	0,000	1,00	PA				
01.20	Z		Leistungen z.Ermögl. der HI u. Zugänglichkeit d...							
01.2011	Z		Beistellen Brückengerüstung	0,000	1,00	PA				
01.2012	Z		Aufz. Erschwern. ü. Gewässern	0,000	1,00	PA				
02	Z		VORARBEITEN							
02.01	Z		Vorarbeiten, De- und Wiedermontagen, Reinigung							
02.0111	Z		Demontage, Rein., Wiedermont. Taubenschutz geniet. Stahlbr.	0,000	1,00	PA				
02.0112	Z		Aufz. Vorarbeiten über Gewässern	0,000	1,00	PA				
02.0120	Z		Reinigung Tragwerk	0,000	1,00	PA				
02.0121	Z		Aufz. Reinigung Tragwerk über Gewässern	0,000	1,00	PA				
02.0122	Z		Aufz. Bedielungen	0,000	1,00	PA				
10	Z		HAUPTINSPEKTIONSARBEITEN							
10.02	Z		Hauptinspektion Brücken							
10.0201	Z		Visuelle Brückenpr., Schichtdickenm.; Br. m. offener Fahrbahn	0,000	1,00	PA				
10.0202	Z		Nietprüfung	0,000	1,00	PA				
10.0212	Z		Vis. Prüf. Pfeiler, Widerl. u. Brüstungsmauerwerk, Schallsch	0,000	1,00	PA				
10.0214	Z		Brücke anheben und Rollenlager warten	0,000	4,00	Stk				
10.0215A	Z		Dokumentation sämtlicher Beschichtungsmängel	0,000	1,00	PA				
10.0215B	Z		Hauptinspektionsbericht	0,000	1,00	PA				
98	Z		REGIELEISTUNGEN							
98.01	Z		Regie für Personal							
98.0101A	Z		BGR II b	0,000	100,00	h				
98.0101B	Z		BGR IV	0,000	25,00	h				
98.0102A	Z		LG 2	0,000	50,00	h				
98.0102B	Z		LG 3	0,000	100,00	h				
98.0103A	Z		Beschäftigungsgruppe 5 - Projektleiter ZT	0,000	10,00	h				
98.0103B	Z		Beschäftigungsgruppe 4 - Dipl.-Ing. oder qualifizierter Ing.	0,000	20,00	h				
98.02	Z		Regie für Geräte							
98.0201A	Z		Klein LKW/Kleinbus	0,000	20,00	h				
98.0201B	Z		LKW-Kipper bis 25t	0,000	40,00	h				
98.0202A	Z		Gelenkteleskoparbeitsbühne	0,000	20,00	h				
98.03	Z		Regiemateriallieferung							
98.0301	Z		Regie für Material	0,000	2.000,00	VE	B			

Kernthemen:

- Verwaltungsaufwand vor Baubeginn
- Gerüstungen
- Umfang der Beschichtungsarbeiten
- Nietprüfungen
- Aufrechterhaltung des Zugbetriebes



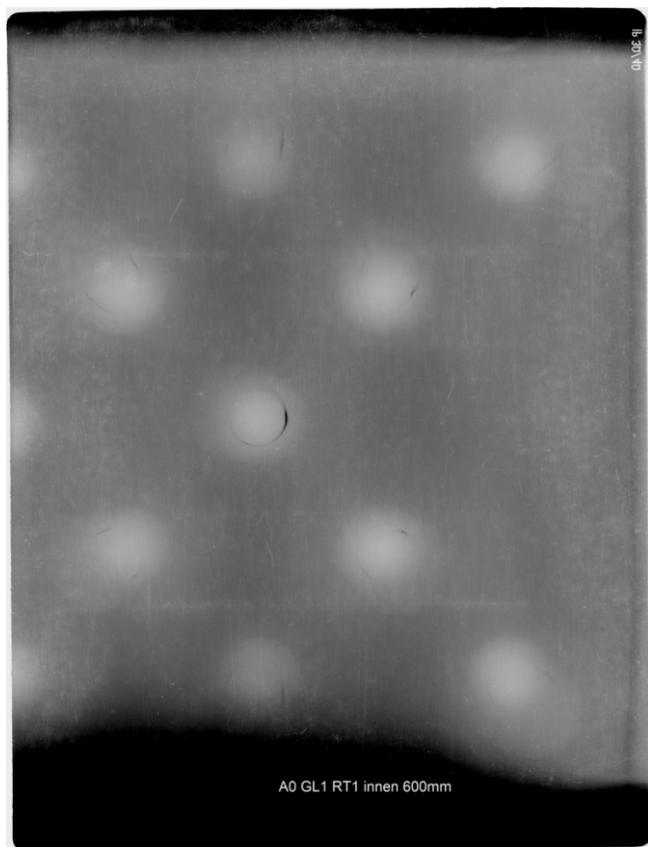
Mängellisten und Behebungs-Doku

Nr.	Bauteil	Mängelklassifizierung						Foto-Nr.	Mangel	Anmerkung/Beschreibung	Sofortmaßnahme			Mangelbehebung	
		S	D			E					Maßn.	durch	bis	durch	am
		5	4	3	2	1									
44	Obergurt					X		140016, 140017, 140019	Ablösung/Abplatzung/Abblättern	{Sammler}	F	WB	KW 40-43	WB	KW 40-43
45	Obergurt					X		140016, 140017, 140019	Korrosion	{Sammler}	F	WB	KW 40-43	WB	KW 40-43
46	Obergurt			X				210057, 210059, 210060, 210062	Ablösung/Abplatzung/Abblättern	{Ostrom, A18}	S	WB	KW 40-43	WB	KW 40-43
47	Obergurt			X				210057, 210059, 210060, 210062	Korrosion	{Ostrom, A18}	S	WB	KW 40-43	WB	KW 40-43
48	Obergurt					X		150062	Ablösung/Abplatzung/Abblättern	{Ustrom, A4}	P	WB	KW 40-43	WB	KW 40-43
49	Obergurt					X		150101	Korrosion	{Sa, Ostrom} Korrosion Flanch Außenbereich	P	WB	KW 40-43	WB	KW 40-43
50	Obergurt					X		150068	Ablösung/Abplatzung/Abblättern	{Ostrom, A6}	P	WB	KW 40-43	WB	KW 40-43
51	Obergurt					X		180023, 180024, 180025	Ablösung/Abplatzung/Abblättern	{Sa, Ustrom}	P	WB	KW 40-43	WB	KW 40-43
52	Obergurt					X		180017, 180020, 180021, 180022	Ablösung/Abplatzung/Abblättern	{Sa, Ostrom}	P	WB	KW 40-43	WB	KW 40-43
53	Obergurt					X		774, 775, 776	Lockere Verbindung	{A10-A15} gelb markierten Nieten dumpfer klang bei Kontrolle mit Hammer		WB	KW 40-43	WB	KW 40-43
54	Obergurt					X		150201	Ablösung/Abplatzung/Abblättern	{Ustrom, A20}	P	WB	KW 40-43	WB	KW 40-43
55	Untergurt					X		150194	Ablösung/Abplatzung/Abblättern	{Ostrom, A10}	P	WB	KW 40-43	WB	KW 40-43
56	Untergurt					X		150194	Korrosion	{Ostrom, A10}	P	WB	KW 40-43	WB	KW 40-43
57	Untergurt					X		150136	Ablösung/Abplatzung/Abblättern	{Ustrom, A10}	P	WB	KW 40-43	WB	KW 40-43
58	Untergurt					X		150136	Korrosion	{Ustrom, A10}	P	WB	KW 40-43	WB	KW 40-43
59	Untergurt					X		150190, 150192, 150194	Korrosion	{Sammler, Lamelle}	P	WB	KW 40-43	WB	KW 40-43

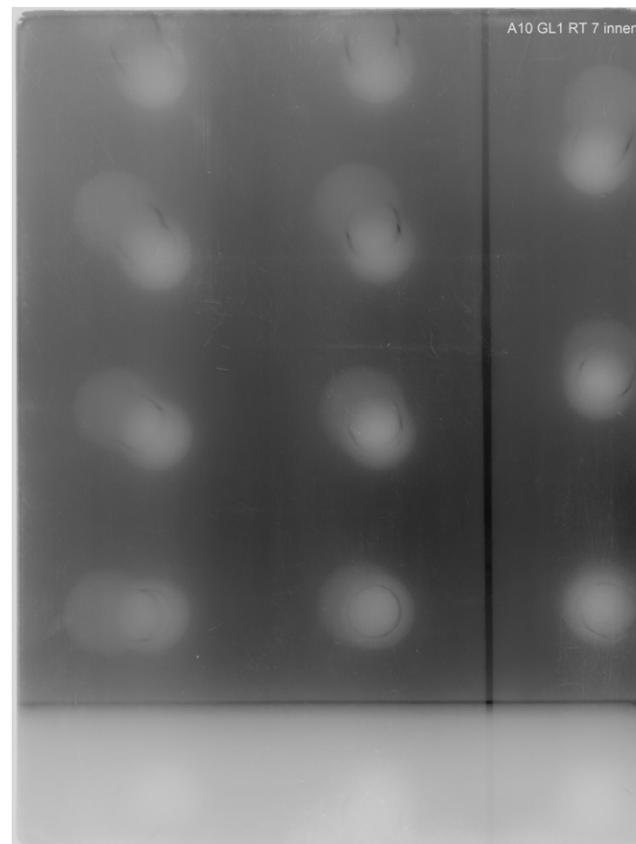
Eingerüstung von Stahlbrücken



Röntgenprüfung ausgewählter Fachwerksknoten nach EN 14784-2



Knoten



Stoß

→ Lediglich als Sonderprüfung



Wartung Rollenlager



Rollenlager U4 Wien



Bild 4. Walzenpaket eines 4-Rollen-Wälzlagers mit Käfig, links im ungereinigten Zustand, rechts im gereinigten Zustand
Fig. 4. Rollers cage with four rollers, left side as delivered, right side cleaned from rust

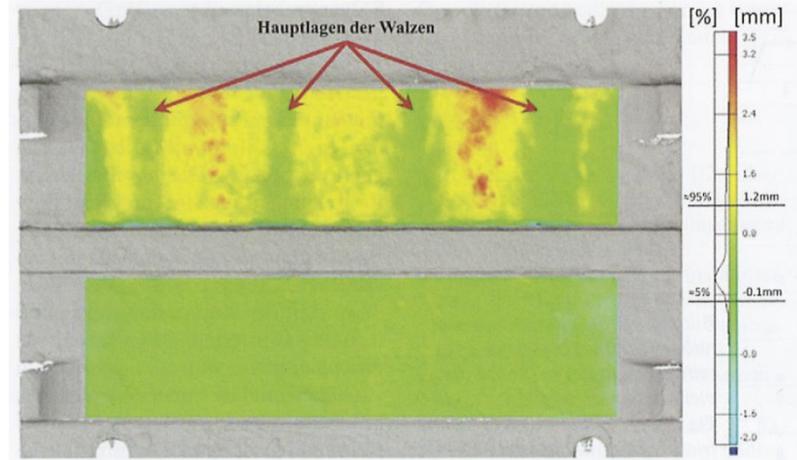


Bild 11. Oberflächentopographie der Wälzbahnen der unteren Lagerplatte eines 4-Rollen-Wälzlagers: Auf der oberen Wälzbahn sind zwischen den Hauptlagen der Walzen großflächige Abrostungen zu erkennen

Vergleichsuntersuchungen U2 Berlin

Eisenkolb, T.; Mehdiانpour, M.: Bewertung historischer Brückenlager - Experimentelle Untersuchungen zur Rollreibung; Stahlbau (82), Heft 12, 2013

Wartung Rollenlager Brücke Gürtelstraße (U6)



Schiefstellung Brückenlager



Umlagerung und
Schiefstellung der
Rollenbatterie
durch
asymmetrische
Belastung

Mängel bei Buckelblechen



Quelle: ISP ZT
GmbH



Aufnahme Beschichtungsmängel



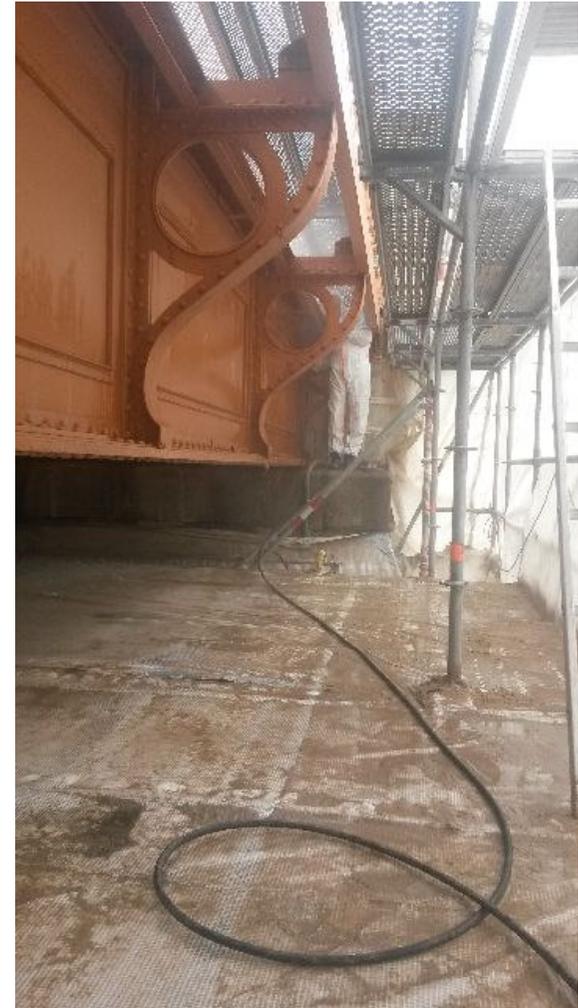
Quelle: pcd ZT GmbH,
HI U6 Brücke
Thelemangasse



Sanierung von Buckelblechen (Mooslackenbrücke)



Erneuerung Korrosionsschutz U6 Brücke





Danke für die Aufmerksamkeit

