

Yorckbrücken Berlin

Revitalisierung eines denkmalgeschützten Brückenensembles mit anprallgefährdeten Gussstützen

Nach Jahrzehnte langem Verfall ist für die Berliner Yorckbrücken, ein denkmalgeschütztes Ensemble von 26 zwischen 1875 und 1934 errichteten Bahnbrücken, ein konstruktiv und statisch unterlegtes Revitalisierungskonzept erarbeitet worden. Es sieht vor, einen Teil der Brücken neuen Nutzungen als Geh-, Radweg- oder Grünbrücken zuzuführen, andere werden weiterhin von der Bahn genutzt und ersetzt. Als besondere Herausforderung für die Entwicklung der zu erhaltenden Brücken erwiesen sich die gusseisernen Stützen. Unmittelbar neben einer stark befahrenen Straße angeordnet, sind sie für Anpralllasten nicht nachweisbar. Nach einer Einführung zu Geschichte und Bedeutung der Brücken und den denkmalpflegerischen Leitlinien diskutiert der Beitrag verschiedene Varianten zur Lösung der Gussstützenproblematik. Die Umsetzung der Vorzugsvariante wird am Beispiel der Brücke Nr. 5 vorgestellt, die heute die älteste noch erhaltene Stahlbrücke Berlins ist. Als erste der Yorckbrücken wurde sie 2011/2012 im Sinne eines Prototyps instand gesetzt.

Yorckbrücken Berlin – Revitalisation of a listed ensemble of railway bridges including cast iron columns at risk of vehicle impacts. *Berlin's Yorckbrücken are a listed ensemble of 26 railway bridges built between 1875 and 1934. After decades of neglect, a revitalisation concept has been developed, which takes into account their particular structural conditions. It proposes a new usage for several of the original bridges as pedestrian, bicycle or wildlife overpasses, while others that continue as railway bridges will be replaced. Existing cast iron columns, located closely besides a busy road, proved to be a serious challenge for the planned new uses, as they are not verifiable for impact loads. After an introduction into the history and significance of the bridges as well as the preservation guidelines, the article discusses alternative solutions for the problem of the cast iron columns. The implementation of the preferred alternative is presented through the example of bridge no. 5, which is the oldest surviving steel bridge in Berlin. It has been reconditioned in 2011/2012 to act as a sort of prototype for future works on other Yorckbrücken.*

1 Die Yorckbrücken

1.1 Geschichte und Bedeutung

Das Kürzel „Yorckbrücken“ steht in Berlin für ein Ensemble von (zur Zeit ihrer größten Dichte im Jahr 1939) 40 Bahnbrücken an der Grenze zwischen Schöneberg und Kreuzberg, die die hier in Ost-West-Richtung verlaufende Yorckstraße in nord-südlicher Richtung queren. Ihre Geschichte reicht bis in die Mitte des 19. Jahrhunderts zurück und ist durch jahrzehntelange Konflikte zwischen großzügigen stadträumlichen Entwicklungsplanungen auf der einen und den Interessen der noch privaten Eisenbahngesellschaften auf der anderen Seite be-

stimmt – stießen hier doch das *Lenné'sche* Projekt eines repräsentativen Boulevard-Straßenzuges, des späteren „Generalszuges“, und die Verkehrs- und Expansionsbedürfnisse der nach Süden laufenden Bahnlinien der Berlin-Potsdam-Magdeburger Eisenbahn-Gesellschaft und der Berlin-Anhaltischen Eisenbahn-Gesellschaft kontrovers aufeinander [1] (Bild 1). Gebaut wurden die Yorckbrücken schließlich – sukzessive und in unterschiedlichen Bauweisen – erst nach der Verstaatlichung der beiden Bahngesellschaften (1880/82) zwischen 1883 und 1934 (Bild 2).

Einige der Brücken allerdings entstanden bereits 1875 [2]. Sie gehör-

ten der erst 1872 gegründeten Dresdener Bahn, die sich bei ihrer Querung der (späteren) Yorckstraße – anders als die beiden größeren und älteren Nachbar-Bahngesellschaften – schon nicht mehr auf einen Bestandsschutz berufen konnte, sondern 1875 für den Streckenneubau bereits auf den Bau von Überführungen verpflichtet wurde [3, Teil 2, S. 51]. Diese ersten Yorckbrücken, von denen heute einzig die Brücke Nr. 5 noch erhalten ist, sind damit nicht nur älter als die für die Brückengeschichte Berlins so bedeutende Stadtbahn (1878 bis 1882) [4]. Angesichts des fast vollständigen Verlusts der historischen Berliner Bahnbrücken im Zuge des Aus- und Neubauprogramms der letzten zwei Jahrzehnte kommt der Brücke Nr. 5 herausragende bautechnikgeschichtliche Bedeutung zu: Sie ist heute die älteste noch erhaltene (puddel-) stählerne Brücke Berlins überhaupt.

Nach einer wechselvollen Geschichte von Bau, Nutzung und Verlusten wurde das verbliebene Ensemble 1992 in die Denkmalliste des Landes Berlin eingetragen. Der Denkmalwert manifestiert sich auf mehreren Ebenen – stadthistorisch als eines der bedeutendsten Zeugnisse der Eisenbahngeschichte und dadurch wesentlich geprägten Stadtentwicklung Berlins, architekturgeschichtlich durch die z. T. repräsentative Gestaltung, kunstgeschichtlich durch die verschiedenen künstlerischen Interpretationen und Bearbeitungen der Eisen- und Stahltragwerke. Hier sind insbesondere die Stützen zu nennen, deren Ausführungsvarianten von der frühen Ausformung der 1875er Gussstützen über so genannte *Hartwich'sche* und *Hartung'sche* Gussstützen (Bild 3) bis hin zur sachlichen Gestaltung von geniete-

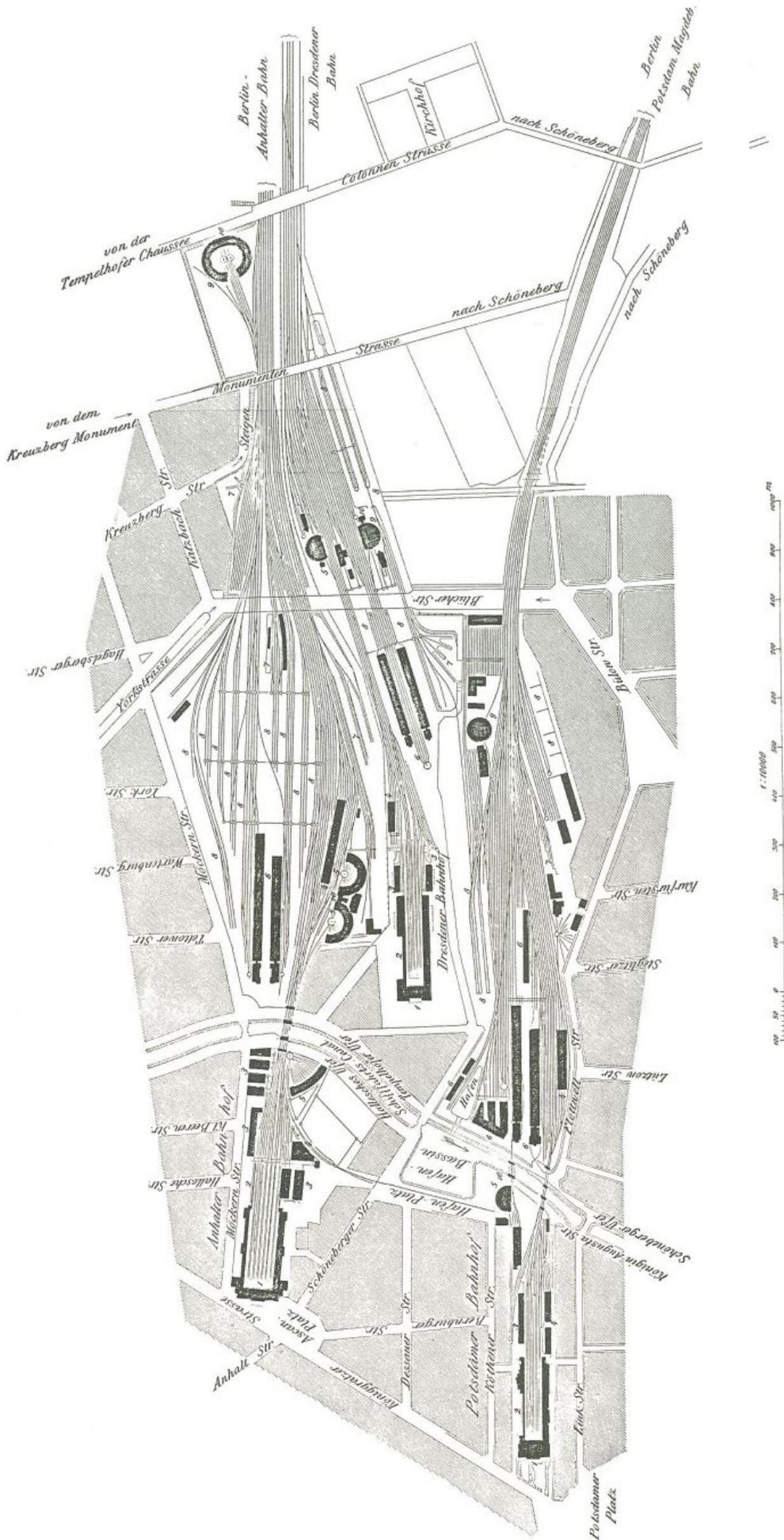


Bild 1. Gleisanlagen des Potsdamer, Anhalter und Dresdner Bahnhofs, rechts der Mitte die zu querende Blücherstraße, die heutige Yorckstraße, 1877 [3]
 Fig. 1. Railway tracks of the Potsdamer, Anhalter and Dresdner Bahnhof, right of the centre the crossings of the Blücherstraße, which is now Yorckstraße, 1877



Bild 2. Blick in die Yorckbrücken von West, 1963 [2]
Fig. 2. View into the Yorckbrücken from West, 1963

ten Stahlstützen aus den 1930er Jahren reichen. Den Bauingenieur aber interessiert vor allem die bautechnisch-geschichtliche Bedeutung: In ihrer Gesamtheit bilden die Yorckbrücken heute ein Ensemble, das in Überbauten wie Stützen anschaulich die Entwicklungsstufen der in Berlin zwischen 1875 und 1935 typischen Eisenbahn-Balkenbrücken kleinerer Spannweite abbildet. Bezieht man die seit den 1990er Jahren entstandenen Neubauten mit ein, stehen die 600 m Yorckbrücken letztlich für 125 Jahre Stahlbrückenbau in Berlin.

1.2 Der heutige Bestand

Von den bis zu 40 (1939) historischen Brücken des Ensembles sind heute noch 26 erhalten. Vier weitere in moderner Bauweise ohne Zwischenstützen kamen erst Mitte der 1990er Jahre im Zuge des Ausbaus der neuen Nord-Süd-Verbindung hinzu. Der historische Bestand lässt sich in fünf Tragwerks-Typen einteilen, die sich in Struktur, Konstruktion, Ausgestaltung und Material sowie in ihrer Erbauungsphasen deutlich voneinander unterscheiden [5] (Bild 4). So stehen Brücken in offener Bauweise solchen in Trogbauweise gegenüber, statt der zunächst üblichen Durchlaufträger kamen später gekoppelte Einfeldträger zur Anwendung, Puddelstahl wurde durch Flusstahl ersetzt, und auch die Stützen unterscheiden sich nicht nur in ihrer architektonischen Gestaltung wesentlich: Den verschiedenen gusseisernen Typen stehen spätere Ausführungen in Flusstahl und St 37 gegenüber, zudem sind zwar die meisten als Pendelstützen ausgeführt, ein Teil aber ist rahmenartig untereinander oder mit dem Überbau verbunden.

1.3 Herausforderung Stützenanprall

Die zentrale Herausforderung eines denkmalgerechten Entwurfs für Erhalt und Revitalisierung der Brücken ist das Problem der mangelnden Anprallsicherheit der historischen Gussstützen. Schon bei Errichtung der Brücken war man sich des Problems grundsätzlich bewusst: Beim ersten und gleich zahlreichen Einsatz Hartung'scher Säulen für den Bau der Berliner Stadtbahn (1878–1882) „(...) mußte nach den Vorschriften der Straßenbaupolizei zwischen Säule

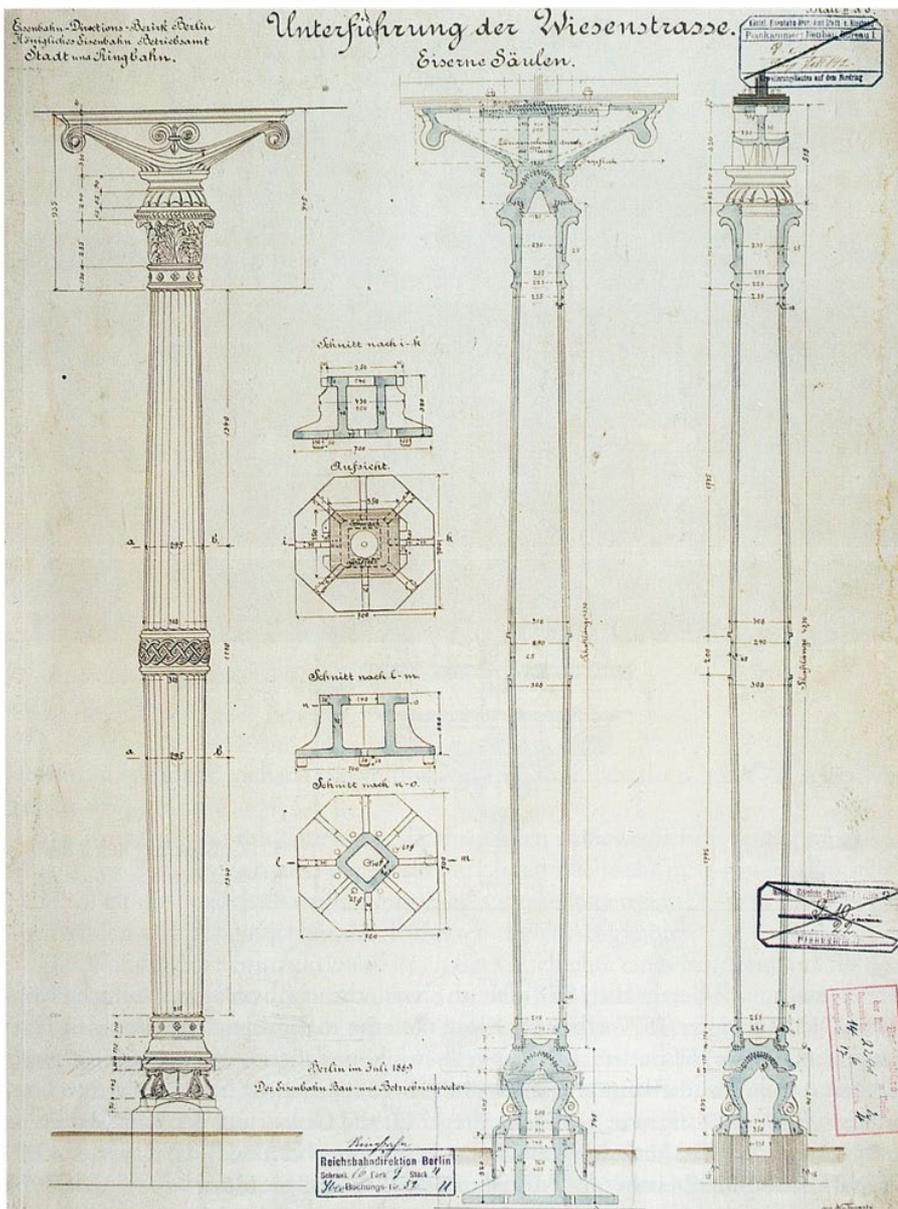


Bild 3. Hartung'sche Stütze, Details, hier im Zuge der Ringbahn [4]
Fig. 3. Hartung column, details, as built at the Berlin Ringbahn

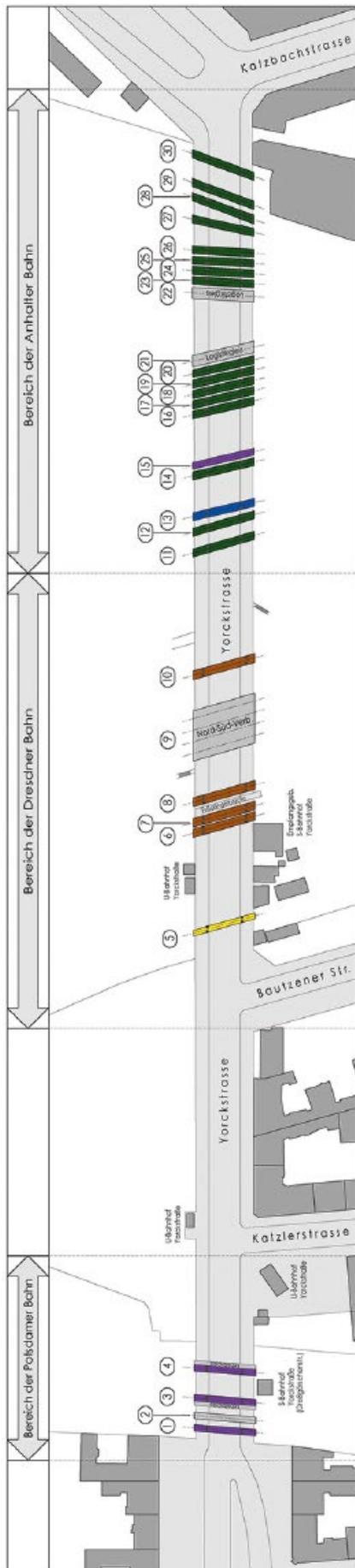


Bild 4. Yorckbrücken 2012, farbig markiert die historischen fünf Haupttypen
 Fig. 4. Yorckbrücken, inventory 2012, coloured the five main types

und Außenkante der Bordschwelle ein Zwischenraum von genau 0,80 m verbleiben.“ [6, Sp. 349].

Heute ist die Yorckstraße eine der wichtigen Ost-West-Achsen in der Berliner Innenstadt, die vierstreifige Fahrbahn lässt sich nicht weiter verengen, und selbst die baupolizeiliche Vorgabe aus den 1880er Jahren ist nicht mehr eingehalten: Längst ist der Bordstein weiter an die Gussstützen heran gerückt. Im gegenwärtigen Zustand ist weder ihre Anprallsicherheit nachweisbar noch lassen sich die Stützen aufgrund der beengten Verhältnisse durch Rückhaltesysteme ausreichend schützen.

Solange keine Nutzungs- oder baulichen Veränderungen vorgenommen wurden, wurde dieser Zustand bislang als Bestand toleriert. Zudem waren die meisten Gussstützen zwischenzeitlich durch einen massiven Betonsockel zumindest teilweise gegen leichteren Fahrzeuganprall geschützt, ungeachtet dessen, dass diese Sockel im 2. Weltkrieg mit ganz anderer Zielsetzung installiert wurden: Im Fall bombenbedingter Luftdruckwellen sollten sie ein Umkippen der Pendelstützen bei kurzzeitigem Abheben der Überbauten verhindern (Bild 5).

Nun aber müssen Lösungen entwickelt werden, die – bei bestmöglicher Wahrung des denkmalgeschützten Bestandes und sinnvoller Nutzung des heutigen technischen Regelwerks – für alle Tragwerksbereiche inkl. der Gussstützen ausreichende Tragfähigkeit, Verkehrs- und Betriebssicherheit gewährleisten können. Für die Stützen, deren Sockel im Rahmen der angestrebten Instandsetzung wieder entfernt werden, sind hinsichtlich der Anpralllasten DIN FB 101 (03.2009) und DIN 1055-9 (08.2003) zu beachten, zu möglichen Rückhaltesystemen DIN EN 1317-2 (08.2006) sowie die Richtlinien für passiven Schutz an Straßen durch Fahrzeug-Rückhaltesysteme – RPS 2009 (06.2009).

2 Entwicklungskonzept

2.1 Berlins neuer City-Park – eine Zukunft für die Yorckbrücken

Nicht nur den 2. Weltkrieg, auch die Speer'schen Planungen für eine gewaltige neue Nord-Süd-Achse, der sie zum Opfer gefallen wären, hatten die Yorckbrücken noch fast unbeschadet überstanden. Erst nach 1945 begann

der Niedergang. Westberlin war weitgehend vom Fernbahnnetz abgeschnitten, ein Großteil der Brücken verlor jede Funktion, ein gutes Dutzend wurde sukzessive demontiert. Jahrzehntlang war die Diskussion um die Yorckbrücken durch zunehmenden Verfall auf der einen und Ratlosigkeit auf der anderen Seite geprägt. Einem wachsenden Bewusstsein für den Wert dieser ungeliebten Denkmale standen die technischen Herausforderungen, vor allem aber das Fehlen einer schlüssigen Nutzungsperspektive gegenüber.

Dies änderte sich nach der Wiedervereinigung mit der Umwidmung großer Bereiche der brach gefallenen Bahnflächen nördlich und südlich der Brücken. 2006 wurde ein internationaler landschaftsplanerischer Wettbewerb für einen neuen Berliner Stadtpark auf dem ehemaligen Bahngelände ausgelobt; im Sommer 2013 konnte der nördliche Teil dieses „Parks am Gleisdreieck“ der Öffentlichkeit übergeben werden. Durch die Entwicklung des neuen Parkgeländes, das auch südlich der Yorckbrücken gelegene Bereiche mit einschließt und zudem über die Fernradweg-Verbindung Berlin–Leipzig in das überregionale Radwegesystem integriert wird, eröffnen sich für einen Teil der nicht mehr für Bahnzwecke genutzten Brücken neue Nutzungsperspektiven – nicht mehr als Bahn-, wohl aber als Geh- und Radwegbrücken oder Biotopverbindungen; alternativ kommt auch die Inszenierung einzelner saniertter Tragwerke als Park-Skulptur in Betracht. Als Voraussetzung dafür werden die nicht mehr für die Deutsche Bahn betriebsnotwendigen Brückenbauwerke in den Besitz des Landes Berlin überführt.

2.2 Der Denkmalpflegeplan

Ausgehend vom Leitbild der dauerhaften Sicherung des denkmalgeschützten Ensembles wurde vom Büro Lorenz & Co. Bauingenieure als Grundlage für die künftige Entwicklung ein Denkmalpflegeplan erarbeitet [7]. Er ist als Anlage zum Vertrag über die Übernahme der Brücken in das Eigentum des Landes Berlin konzipiert; für seine schrittweise Umsetzung sind langfristige Zeiträume vorgesehen. Eben deshalb hat der Plan vor allem die Aufgabe, einen auch



Bild 5. Brücke Nr. 26, Brückentyp 4, Gelenkträger in Trogbauweise mit Buckelblechen und Hartung'schen Stützen, 1905-1911, Betonsockel Anfang 1940er Jahre
 Fig. 5. Bridge no. 26, bridge type 4, articulated girder as trough bridge with buckled plates and Hartung columns, 1905-1911, concrete blocks from beginning 1940s

langfristig gültigen Planungskonsens zu formulieren – eine bestmöglich zwischen allen Beteiligten abgestimmte Leistungsbeschreibung für die nachhaltige Konservierung, Instandsetzung und Ertüchtigung von Überbauten, Stützen und Widerlagern des Baudenkmals Yorckbrücken. So beinhaltet er u. a.

- die Zustandserfassung sämtlicher Einzelbauwerke in einem Katalog
- die typologische, konstruktive und statische Analyse und Bewertung des Bestandes in seinem aktuellen Zustand
- die Formulierung und Untersuchung von Sanierungs- und Ertüchtigungskonzepten unter besonderer Berücksichtigung der Anprall-Problematik.

Für jeden einzelnen der fünf Haupt-Brückentypen bietet der Denkmalpflegeplan auf dieser Grundlage be-

lastbare Handlungsanweisungen. Mit den als notwendig ermittelten und beschriebenen Maßnahmen werden schließlich auf Grundlage einer Kostenschätzung – für jeweils zwei Entwicklungsszenarien – die zu erwartenden Kosten benannt.

Grundsätzlich war in diesem Zusammenhang auch die Frage zu klären, inwieweit ein Erhalt mit vertretbarem Aufwand überhaupt möglich sei. Die Bestandserfassung zeigte, dass der Zustand keinen Anlass gab, einen Abriss der denkmalgeschützten Brücken in Betracht zu ziehen. Der historische Bestand der Überbauten, Stützen und Widerlager weist aufgrund jahrzehntelanger Vernachlässigung zwar zahlreiche örtliche Schäden auf, die Grundsubstanz aber ist insgesamt in einem Zustand erhalten, der – in Hinblick auf die angestrebten neuen Nutzungen – örtliche Reparaturen möglich und sinnvoll erscheinen lässt.

2.3 Leitlinien und Grundfragen der Planung am Baudenkmal

Jede Planung für die Sanierung und Ertüchtigung eines Baudenkmals muss – unter angemessener Beachtung heutiger statischer und konstruktiver Anforderungen – auf die möglichst vollständige Erhaltung der Originalsubstanz als des primären Trägers der Denkmalbedeutung abzielen. Gleichwohl sind Abwägungen zwischen den verschiedenen Zielvorgaben unvermeidbar. Eben deshalb kommt der einvernehmlichen Benennung der denkmalpflegerischen Prioritäten – oder auch: der Denkmal konstituierenden Elemente – besondere Bedeutung zu (Bild 6). Im Fall der Yorckbrücken bedeutete dies z. B.

- keine Wiederherstellung des ursprünglichen Erscheinungsbildes von Brücken und Widerlagern – sowohl die Spuren des 2. Weltkriegs als auch nachträgliche Reparaturen sollten erhalten bleiben
- Freilegung und Reparatur der Gussstützen, exemplarische Ergänzung fehlender Kapitelle
- Erhaltung der jeweiligen Fahrbahnaufbauten (z. B. Buckelbleche)
- Korrosionsschutz nach heutigem Standard mit denkmalgerechter Farbfassung.

Ungeachtet dieser Leitlinien sind in der Sanierungsplanung für jedes einzelne Brückenbauwerk zahlreiche Detailfragen zu entscheiden, die sich üblicherweise im Umgang mit derartigen historischen Eisen- und Stahltragwerken auftun, und denen grundsätzlicher Charakter zukommt. Sollen z. B. statisch nicht relevante Mängel oder Schäden belassen und gezeigt – oder aber beseitigt werden? Sollen bauzeitliche konstruktive Unzulänglichkeiten der Brücken, die absehbar zu neuen Schäden führen werden (z. B. schlechter konstruktiver Korrosionsschutz, Gefahr von Spaltkorrosion), belassen – oder aber behoben werden? Sollen sich Reparaturen dem Erscheinungsbild unterordnen – oder sollen sie lesbar bleiben, und wie? Sollen schadhafte Niete wieder durch Niete – oder aber durch Schrauben ersetzt werden? Der Denkmalpflegeplan gibt hier keine generellen Antworten vor. Die planerische Beantwortung soll vielmehr in jedem einzelnen Fall in Abhängigkeit von den

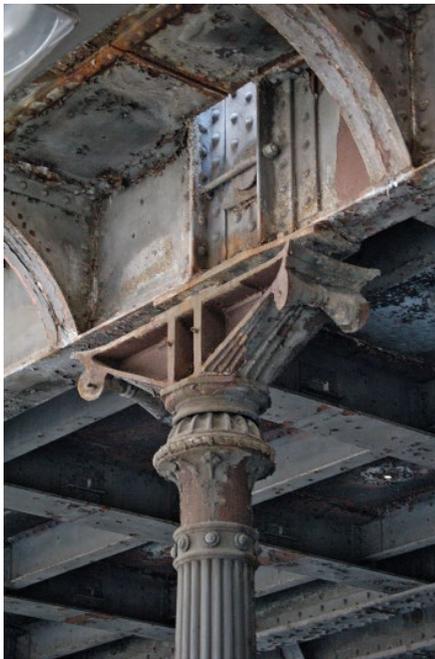


Bild 6. Brücke Nr. 23, Brückentyp 4, Kapitell- und Gelenkausbildung, Kapitell-Deckblech abgängig
Fig. 6. Bridge no. 23, bridge type 4, articulations, the covering of the capital is missing

konkreten Randbedingungen zwischen den verantwortlichen Beteiligten abgestimmt werden.

2.4 Strategien für die Gussstützen

Eine verlässliche Tragsicherheitsbewertung historischer Stützen aus Grauguss, die auch Stabilitätsfragen mit einbezieht, ist wegen der starken geometrischen und stofflichen Streuungen, des akzentuiert nichtlinearen Materialverhaltens sowie der Sprödigkeit schwierig. In jüngerer Zeit lieferten *Käpplein* [8] sowie *Heyde* und *Lindner* [9], jeweils gestützt auf Bauteilversuche, Bemessungsvorschläge. Gänzlich unklar jedoch bleibt das Verhalten unter stoßartiger Belastung. Für die Bemessung wäre selbst ein statischer Nachweis durch Übernahme der im Regelwerk vorgesehenen Ersatzlasten kaum überzeugend. Dies gilt auch für verschiedentlich diskutierte Ertüchtigungsvarianten wie z. B. die Verfüllung mit Selbstverdichtendem Beton.

Im Fall der Yorckbrücken konnten die Gussstützen, deren zukünftige Nutzung keinen Bahnbetriebszwecken mehr unterliegt, hinsichtlich der Vertikallasten durch Lastvergleich zwischen ursprünglichen und künfti-

gen Belastungen nachgewiesen werden; letztere liegen bei nur noch etwa einem Drittel der früheren Lasten. Hinsichtlich der Anprallproblematik ließe sich – auch mit Hinweis auf den hohen Denkmalwert – vielleicht geltend machen, dass das Lastniveau der künftigen Nutzungen damit deutlich unter dem des früheren Bahnbetriebs liege und von daher die bislang akzeptierte Bestands-Regelung ungeachtet der Nutzungsänderung fortgeführt werden könne. Dies kann nicht wirklich überzeugen, allein schon wegen der seit Erbauung der Brücken stark gestiegenen möglichen Stoßlasten. Die Lösungsfindung konzentrierte sich deshalb auf Ansätze, die grundsätzlich von einem Ausfall der Stützen unter Fahrzeuganprall ausgehen. Mehrere alternative Lösungsvorschläge wurden entwickelt und diskutiert:

1. Verbleib der Stützen unter Last, Anprallschutz durch minimiertes Rückhaltesystem (Aufhaltestufe H2, Wirkungsbereich W1) in Verbindung mit Einbau von Stoßdämpfern an Stützenkopf und -fuß zur Abfangung evtl. Rest-Stoßlasten
2. Tieferlegung der Straße in einen Stahlbeton-Trog, Ausführung gemäß den Anforderungen an ein Rückhaltesystem
3. Ausbau aller Stützen, Bemessung der Hauptträger als Einfeld-System zwischen den Widerlagern, Ertüchtigung durch Ergänzung von Lamellen und ggf. Schließung der Gelenke
4. Verbleib aller Stützen ohne Last, Stützen werden vom Überbau entkoppelt und baurechtlich Stadtmöbel, Bemessung und Ertüchtigung der Hauptträger analog Variante 3 (Annahme „Voller Stützensausfall“, der Vorschlag bereits in [10])
5. Verbleib eines Stützenpaares ohne und eines Paares unter Last, Bemessung der Hauptträger als Zweifeld-System mit einer Zwischenstütze, Ertüchtigung prinzipiell analog Variante 3, aber in geringerem Umfang (Annahme „Einseitiger Stützensausfall“).

Die genauere Variantenabwägung offenkundige Vor- und Nachteile für jeden Weg – für Variante 1 etwa verbleibende Unsicherheiten zum Sicherheitsniveau einer derart hybriden Lösung, für Variante 2 vor allem die mit

der notwendigen Leitungsverlegung verbundenen enormen Zusatzkosten, für Variante 3 der Verlust eines entscheidenden Denkmal konstituierenden Elements, der Gussstützen. Im Ergebnis wurden in den weiten Untersuchungen nur die Varianten 4 und 5 weiter verfolgt.

3 Brücke Nr. 5 – Erste Umsetzung des Konzepts

3.1 Tragwerk

In einer ersten Maßnahme wurde 2011, auch wegen ihrer besonderen Bedeutung, die Instandsetzung der Brücke Nr. 5 in Angriff genommen. 1875 im Zuge der Dresdner Bahn errichtet, war die heute eingleisige Brücke ursprünglich mit einer westlich angeschlossenen, zweiten Brücke gleicher Bauart verbunden (Bild 7). Um 1934 wurde letztere im Zuge eines Umbaus demontiert, die verbleibende heutige Brücke Nr. 5 erhielt einseitig ein neues Geländer. Zu diesem Zeitpunkt erfolgte auch die letzte grundlegende Erneuerung des Korrosionsschutzes.

Das Tragwerk unterscheidet sich wesentlich von denen aller späteren Yorckbrücken. Dies betrifft vor allem den Überbau mit der hier noch sehr einfachen offenen Bauweise (ohne Buckelbleche und Schotterbett) und oben liegender Fahrbahn (im Gegensatz zur später grundsätzlich angewandten Trogbauweise) ebenso wie die Ausführung der Gussstützen, die noch nicht den späteren Mustern der *Hartwich*'schen oder *Hartung*'schen Säulen entspricht (Bild 8). Die vollwandigen Hauptträger sind gelenklos als Durchlaufträger über drei Felder (6,30 m – 15,70 m – 7,10 m) konzipiert und bereichsweise durch Gurtaschen verstärkt. Wie auch die Querträger bestehen sie aus Stegblechen mit Doppel-Winkeln als Gurte. In der Untergurtebene liegt ein Windverband, der um vertikale Kreuzverbände und K-Verbände ergänzt wird (Bild 9). Die vier Gussstützen – zylindrische Hohlstützen mit Kanneluren – enden oben wie unten in Kalotten-Gelenken; der untere Bereich war noch durch einen Betonsockel geschützt. Auf den Widerlagern sind die Brücken-Enden zur Sicherung gegen abhebende Kräfte durch Rundstähle $\varnothing 32$ mm in der Schwergewichtswand verankert. Als Verbindungsmittel dienen Nieten und Schrauben.

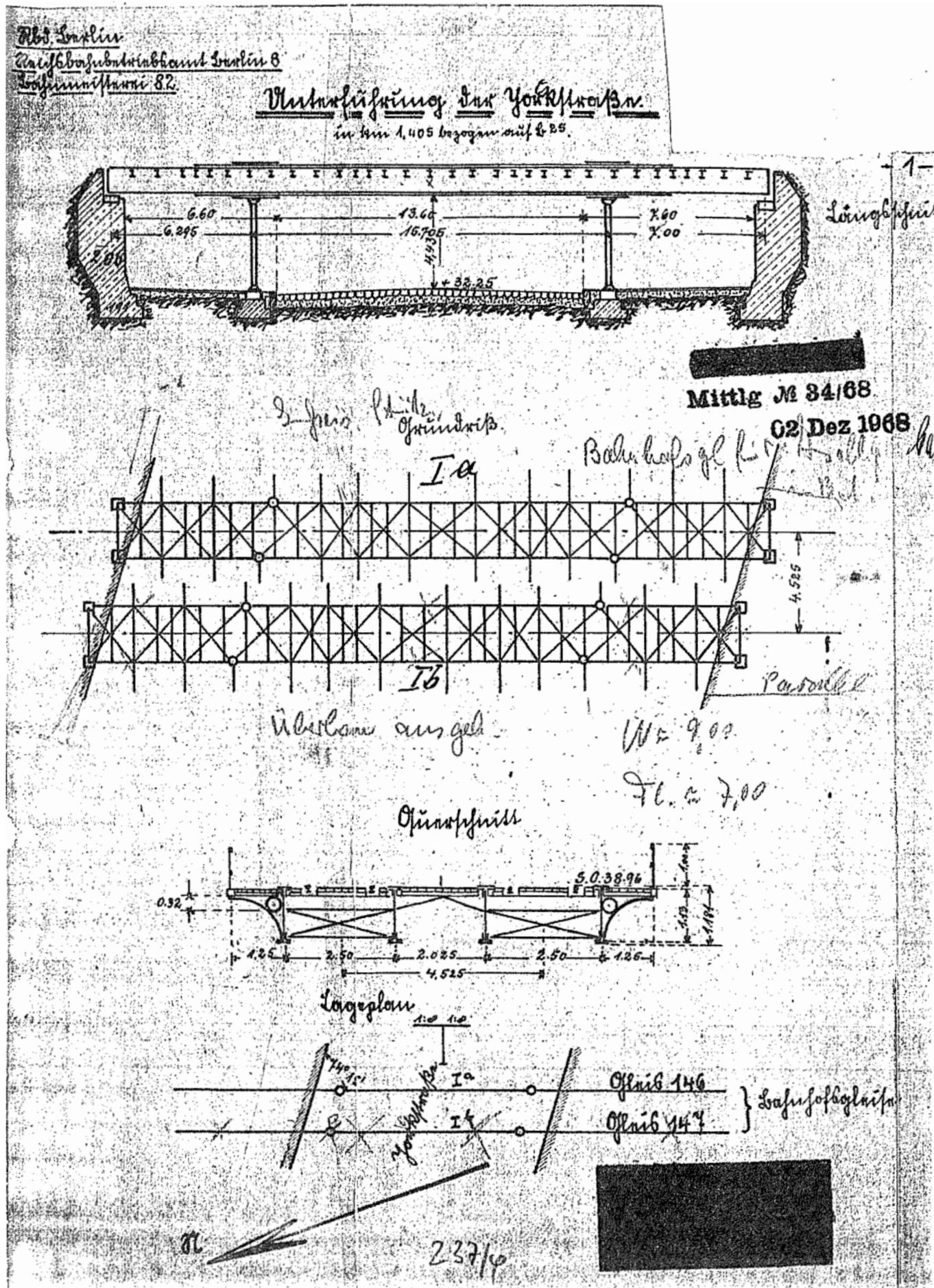


Bild 7. Brücke Nr. 5, ursprüngliche Anordnung als Doppelbrücke, Auszug Brückenbuch
 Fig. 7. Bridge no. 5, original arrangement as twin bridge



Bild 8. Brücke Nr. 5, Brückentyp 1, Durchlaufträger als Deckbrücke in offener Bauweise, 1875, Zustand 2011 (links das Originalgeländer)
Fig. 8. Bridge no. 5, bridge type 1, continuous beam as deck bridge in open construction, 1875, condition 2011 (on left hand the original railing)



Bild 9. Details am Stützenauflager, 2011
Fig. 9. Details, 2011

3.2 Schadensaufnahme

Ungeachtet des auf den ersten Blick desolaten Zustands der Brücke ergab die konstruktive Bestandsaufnahme keine grundlegenden Schädigungen des Bestands. Der Überbau zeigte örtliche Kriegsschäden in Form von Beulen und Fehlstellen (Bild 10), vereinzelt fehlten Schrauben oder Nieten. Die verbreitete Oberflächen-Korrosion hatte nicht zu signifikanten Querschnittsverlusten geführt, an einigen Stellen allerdings gab es Durchrostungen und starke Spaltkorrosion. Die Gussstützen zeigten Anrisse lediglich in den (angesetzten) Kapitellen. Die Widerlager, die als Schwerlastwände ohne zusätzliche Rückverankerungen wirken, sind in der Substanz ordentlich erhalten – ungeachtet diverser örtlicher und durch Frost sukzessive verstärkter Schädigungen wie Oberflächen-Verwitterungen, Bewuchs mit resultierenden Rissbildungen, Risse in den Lagerblöcken etc. Selbst von den Rückseiten ausgehende Durchfeuchtungen halten sich offenbar in Grenzen. Die Lagerplatten auf den Wänden jedoch waren gebrochen, und vor allem waren die bauzeitlichen Zuganker teilweise vom Überbau abgetrennt.

Gerade diese schwer zugänglichen Anker sind ein klassisches Beispiel dafür, dass eine schlechte konstruktive Lösung auch durch gut gemeinte Pflegehinweise nicht besser wird. Eigentlich sollte ihnen besondere Obhut zukommen, wie der Bericht 1884 erläuterte: „Bei allen An-



Bild 10. Kriegsschaden und Spaltkorrosion, 2011
Fig. 10. Damage caused by war and crevice corrosion, 2011

kern ist die Möglichkeit vorhanden, dieselben entweder mittelst Schraubenmuttern oder Keile von neuem anzuspannen. Auf eine leichte Zugänglichkeit dieser Muttern und Keile ist besondere Sorgfalt zu verwenden, da namentlich im Anfang ein häufigeres Nachziehen der Anker erforderlich wird.“ [6, Sp. 360]. Doch schon 1896 musste ein Bericht über die Durchlaufträger der Stadtbahn eingestehen: „Die Nothwendigkeit, die Enden der Träger zu verankern, ist die unangenehmste Eigenschaft dieser Bauart, denn eine fortgesetzte Beobachtung der Anker ist kaum möglich“ [11, S. 222] – eine „unangenehmste Eigenschaft“, die direkt zu den späteren Schäden führte. Gleichwohl konnte die Brücke im Ergebnis, auch unter Berücksichtigung des denkmalpflegerischen Werts, als mit vertretbarem Aufwand sanierbar bewertet werden.

3.3 Tragsicherheitsbewertung

Der Tragsicherheitsbewertung wurde die künftige Nutzung als Geh- und Radweg zugrunde gelegt (Bild 11). Die Ausbau-Lasten ergaben sich aus dem favorisierten Brückenaufbau mit einer Lauffbreite von 3 m; als Verkehrslast kamen 5 kN/m^2 mit stützweitenabhängiger Abminderung gemäß DIN FB 101 in Ansatz. Weitere Einwirkungen durch horizontale Lasten im Gehwegbereich, Wind und lineare Temperaturunterschiede wurden berücksichtigt. Materialeitig gab es aus einer vorhandenen statischen Berechnung der Brücke von 1924 die Vorgabe einer zulässigen Biegespannung von $\text{zul. } \sigma = 1400 \text{ kg/cm}^2$. Die jetzige Nachrechnung ging auf der sicheren Seite liegend von einem Wert 120 N/mm^2 aus. Die Berechnungen erfolgten am räumlich modellierten Stabwerk, die Nachweise wurden nach DIN 18800-1 (11.2008) elastisch-elastisch geführt.

Von besonderem Interesse ist die Berücksichtigung des Stützenanpralls. Vergleichsweise wurden beide in Abschnitt 2.4 ausgewählten Annahmen für den Stützensausfall auf ihre Auswirkungen hin untersucht – der „volle Stützensausfall“ und der „einseitige Stützensausfall“. Die Hauptträger tragen entsprechend zwischen den Widerlagern als Einfeldträger oder aber als Zweifeldträger mit ungleichen Feldlängen. Bei vollem Stützensausfall sind sie ohne Ertüchtigung nicht tragfähig. Für den nur einseitigen Stützensausfall sind sie jedoch nur zu etwa

Variante 3.3: Holzbohlenbelag, erhöht quer verlegt, keine Verstärkung Laufbreite $b = 3,00$ m

M 1 : 20, Blick nach Norden

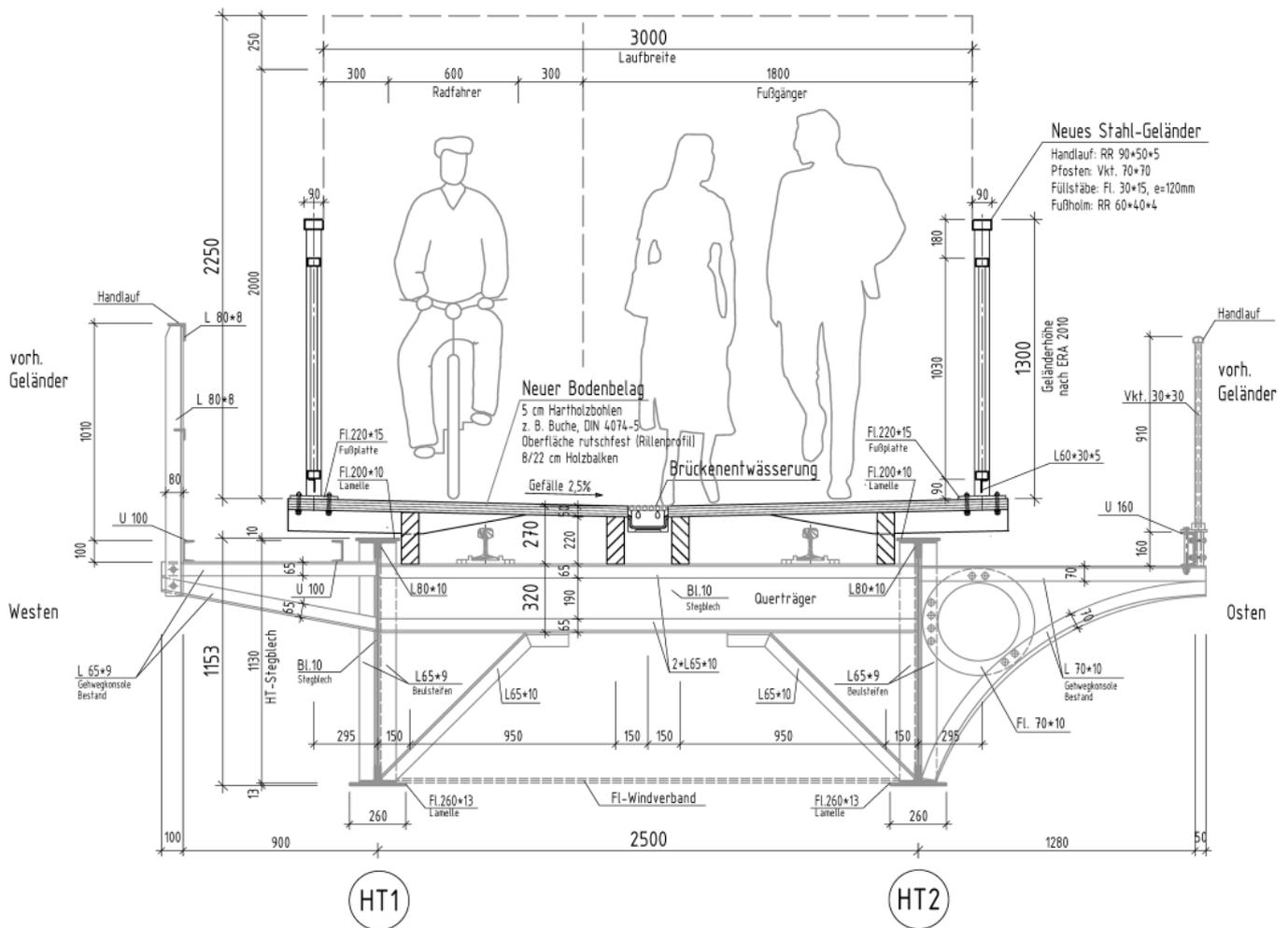


Bild 11. Geplanter Ausbau mit leichtem Geh- und Radweg
Fig. 11. Design for the future use as foot and bike overpath

75 % ausgelastet und bedürfen keiner Verstärkungen, um Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit für alle anzusetzenden Einwirkungen zu gewährleisten, und zudem bleiben sie für alle ständigen Lasten (ohne Verkehr) selbst bei „vollem Stützenausfall“ noch tragfähig und gebrauchstauglich. Grund dafür sind die im Vergleich zur ursprünglichen Nutzung deutlich niedrigeren künftigen Verkehrslasten.

Nach Abwägung aller relevanten Gesichtspunkte, insbesondere auch des Denkmalschutzes und der Kosten, wurde der Bemessung der Ausfall einer Stützenreihe zugrundegelegt und hierfür die volle Tragfähigkeit nachgewiesen (Der Ordnung halber sei darauf hingewiesen, dass die vorab publizierte Kurzdarstellung der bauausführenden Firma [12, S. A5] in dieser Hinsicht unrichtig ist; die Brücke wurde weder in

einen „Einfeldträger umgewandelt“ noch wurden die Stützen „wieder aufgestellt (...) ohne irgendwelche Lasten zu übertragen.“ Auch die dortigen Angaben zum Baujahr der Brücke 5 sind unzutreffend.). Darüber hinaus gewährleistet das differenzierte Stützenausfall-Konzept, dass die Brücke für ständige Lasten selbst dann weiterhin tragfähig bleibt, wenn tatsächlich durch einen zeitnah folgenden Anprall auch auf der anderen Straßenseite beide Stützen ausfallen sollten.

Da im Übrigen davon auszugehen ist, dass bei einem Anprall gleichwohl zunächst ein Anteil der Anpralllast in den Überbau eingeleitet wird, wurde zudem nachgewiesen, dass der Überbau eine nach DIN 1055-9 (8/2003) für innerstädtische Straßen im Hochbau anzusetzende Anpralllast von 250 kN aufnehmen könnte.

3.4 Instandsetzungskonzept

Die günstige Tragsicherheitsbewertung ermöglichte ein weitgehend denkmalverträgliches und zudem relativ kostengünstiges Instandsetzungskonzept. Für den Überbau bedeutet dies vornehmlich örtliche Stahlbaureparaturen (wie z. B. den Austausch deformierter oder defekter Gurtwinkel oder -laschen) und den Ersatz fehlender Verbindungsmittel (Bilder 12 und 13). Als Korrosionsschutz kommt nach Druckstrahlen und Handentrostung (Sa 2 1/2 bzw. PSt 3) eine dreilagige Beschichtung mit zusätzlichem Kantenschutz gemäß ZTV-ING zur Anwendung. Die Widerlager werden von Bewuchs befreit, Beton- und Mauerwerk instand gesetzt, Risse verpresst. Die (mit ungewisser Traglast) noch vorhandenen Zugverankerungen sind vom



Bild 12. Reparatur am Verbandsanschluss durch Nietung, 2012
 Fig. 12. Repair at the bracing joint by riveting, 2012



Bild 14. Freigelegter Stützenfuß nach Ausbau der Gussstütze, 2012
 Fig. 14. Column base after disassembly of the cast iron column, 2012



Bild 16. Überbau mit angeschlossenem Kapitell vor Aufsetzen auf die Stütze, Farbgebung nach historischem Befund
 Fig. 16. Bridge girder with connected capital before setting up onto the column, colour according to stratigraphical record



Bild 13. Neuer Niet am Verbandsanschluss
 Fig. 13. New rivet at the bracing joint

Überbau zu trennen und verbleiben funktionslos im Widerlager; konstruktiv ist hier eine Sicherung gegen Lateralverschiebung vorzusehen, die Nachrechnung der Überbauten geht nun von nicht-zugfesten Auflagern aus.

Von Interesse ist die Ertüchtigung der Gussstützen. Neben der üblichen Endrostung und Neubeschichtung werden in Hinblick auf einen möglichen Anprall zum einen Sollbruchstellen am Kopf- und Fußpunkt angeordnet. Zum anderen wird im Inneren jeder Stütze ein schlaffes Seil eingebracht und verankert, das erst im Anprallfall zur Sicherung der Stützteile aktiviert wird. Seil und Verankerungspunkte werden auf die angesetzte Anpralllast von 250 kN ausgelegt.

3.5 Realisierung

Die Bedeutung der Yorckstraße als wichtige innerstädtische Achse erlaubte nur kurzzeitige Sperrungen. Für die Instandsetzung wurde der Überbau deshalb im Februar 2012 ausgehoben und auf einem benachbar-

ten temporären Montageplatz bearbeitet. Nach der Einhausung konnten die Strahl-, Stahlbau- und Beschichtungsarbeiten wetterunabhängig durchgeführt werden. Als Problem erwies sich der Schallschutz: Auch wenn der Platz nicht unmittelbar in einem Wohngebiet lag, musste die Einhausung nach Anwohner-Interventionen schalltechnisch verstärkt werden. Vor Ort wurden die temporär gesicherten Gussstützen möglichst behutsam von den anbetonierten Sockeln befreit und zur weiteren Aufbereitung in die Firmenhalle gebracht; die Freilegung zeigte, dass der aus der Umkleidung resultierende Feuchtestau an den Stützenfüßen teilweise zu erheblicher Korrosion bis hin zum Bruch geführt hatten (Bild 14). Nach Instandsetzung der Widerlager, Auflagerbänke und Lager

konnten die Überbauten nach gut sechs Monaten wieder eingebaut werden. Wie schon beim Ausbau erwies sich das historische Tragwerk als ausgesprochen montagefreundlich; der nächtliche Wiedereinbau des fertigen Überbaus geriet zu einem spektakulären Event (Bild 15).

Über die endgültige Farbgebung wurde in enger Abstimmung mit der Denkmalpflege erst nach stratigraphischen Untersuchungen am eingehausten Überbau entschieden. Offenbar war die Brücke in ihrer Nutzungsgeschichte nie wieder bis auf den Stahl gestrahlt worden: Der vermutlich ursprüngliche Farbton, ein Beige-Grau, das möglicherweise zur Corporate Identity der Dresdener Bahn gehört hatte, ließ sich identifizieren und wurde der Deckbeschichtung zugrunde



Bild 15. Einschwenken des instandgesetzten Überbaus im August 2012
 Fig. 15. Setting up of the repaired deck, August 2012



Bild 17. Brücke Nr. 5 nach der Instandsetzung
Fig. 17. Bridge no. 5 after restoration



Bild 18. Umsetzung des Lichtkonzepts
Fig. 18. Implementation of the illumination concept

gelegt (Bild 16). Nicht nur denkmalpflegerischen Aspekten geschuldet war schließlich die Wahl der Verbindungsmittel für die Reparaturen. Für Reparaturen in geschlossenen Nietbildern kamen wieder Nieten zum Einsatz, neue Laschen etc. hingegen wurden mit Passschrauben angeschlossen.

Die Brücke ist für den Ausbau zum Geh- und Radweg bemessen und vorbereitet. Realisiert wurde zunächst nur die Instandsetzung des historischen Tragwerks als Skulptur (Bilder 17 und 18). Nach dem noch ausstehenden Ausbau und Anschluss der Geh- und Radwege kann der Ausbau aufgesetzt werden. Die Kosten der Baumaßnahme beliefen sich im Ergebnis – netto, ohne Planungs- und Genehmigungskosten – auf etwa 400000 €; enthalten sind nicht geplante Mehrkosten in Höhe von etwa 15000 € für die schalldichte Einhausung am Montageplatz.

4 Ausblick – Übertragbarkeit des Konzepts

Das am Prototypen der Brücke 5 umgesetzte Instandsetzungskonzept ist ungeachtet der Unterschiede im Überbau grundsätzlich auf alle anderen Gussstützen-Brücken des Ensembles, für die keine Bahnnutzung mehr vorgesehen ist, übertragbar. Ausgehend vom Leitbild einer nachhaltigen Grundinstandsetzung, die einen nicht nur kurzfristigen, sondern dauerhaften Bestand der Baudenkmale sichert, wurden im Denkmalpflegeplan für jede der Brücken die erforderlichen Maßnahmen nach Erfassung aller

tragfähigkeitsrelevanten Mängel und Schäden detailliert zusammen gestellt und kostenmäßig quantifiziert.

Hinsichtlich der reinen Instandsetzung sind die Notwendigkeiten mit Brücke 5 vergleichbar, der erforderliche Umfang freilich variiert. Für die Ertüchtigung in Hinblick auf den möglichen Stützensausfall werden jeweils beide diskutierten Varianten angeboten – die Ertüchtigung für „vollen Stützensausfall“ und die bei Annahme des „differenzierten Stützensausfallkonzepts“. Wesentliche Unterschiede zur Lösung an Brücke 5 ergeben sich bei den als Gelenkträger ausgebildeten Überbauten; hier sind für jeden Ansatz die Gelenke konstruktiv zu schließen (Bild 19). Gleichwohl ist der Umfang der notwendigen Ertüchtigungen für die beiden Ansätze unterschiedlich. Bei „vollem Stützensausfall“ erfordert die neue Spannweite der Einfeld-Träger für alle Brückentypen zusätzlich zur Gelenkschließung grundsätzlich die Ertüchtigung der Überbauten durch Querschnittsverstärkungen. Im „differenzierten Stützensausfallkonzept“ können die zusätzlich anzusetzenden Querschnittsverstärkungen jedoch wegen der deutlich geringeren Spannweiten sparsamer ausfallen, bei einem Teil der Durchlaufträgerbrücken sind gar keine zusätzlichen Ertüchtigungen erforderlich. Für die Schließung der Gelenke wurden im Übrigen drei Varianten entwickelt, die sich vornehmlich in der Anordnung der das Gelenk überbrückenden Laschen sowie in der Art der Montage (mit oder ohne Anhebung des Überbaus) unterscheiden.

Die zu erwartenden Kosten für Instandsetzung und Ertüchtigung sind vornehmlich vom Brückentyp abhängig. Bei Ansatz einseitigen Stützensausfalls reicht die Bandbreite von den bereits an Brücke 5 gesicherten ca. 400000 € (Typ 1) bis hin zu ca. 820000 € für den Brückentyp 2; benannt sind jeweils die Grundkosten der Instandsetzung und Ertüchtigung, noch ohne den spezifischen Ausbau, netto ohne Planungs- und Genehmigungskosten. Die erheblichen Differenzen resultieren aus den unterschiedlichen Konstruktionsweisen. So ist die Sanierung der offenen Bauweise (Typ 1) einfacher und damit preiswerter als die der geschlossenen Bauweise (Typ 2 bis 5) mit Buckelblechen. Bei letzterer schlagen die anfälligeren Entwässerung, vor allem aber stärkere Korrosionsschäden infolge ständiger Durchfeuchtung in schotterberührten Bereichen zu Buche. Zudem sind die zu behandelnden Stahlflächen größer, für das Ausheben sind schwerere Kräne erforderlich etc. Von Interesse sind noch die Mehrkosten, die sich bei Ansatz „vollen Stützensausfalls“ ergeben würden: Für Brückentyp 2 etwa belaufen sie sich auf ca. 96000 € netto.

5 Bedeutung

Die Frage der angemessenen Berücksichtigung des Anprallrisikos führte in Vorbereitung des Denkmalpflegeplans zu erbitterten Diskussionen bis hin zu einem Briefwechsel auf Staatssekretärebene. Die zuständige Abteilung Tiefbau der Berliner Senatsverwaltung

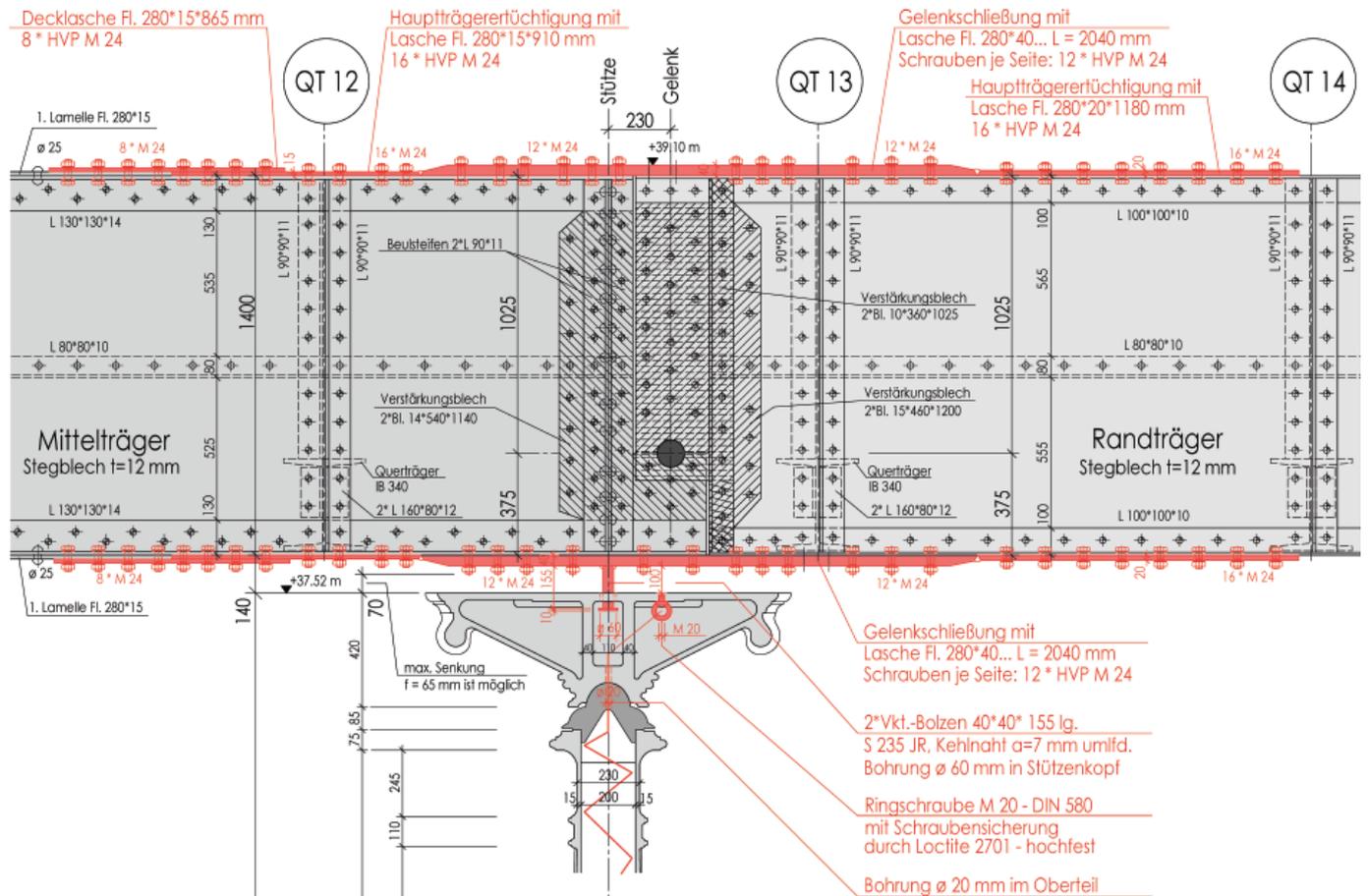


Bild 19. Brücke Nr. 27–30, Planung für Gelenkschließung und Ertüchtigung unter Annahme „vollen Stützenausfalls“
 Fig. 19. Bridge no. 27–30, design for closing the hinge and strengthening the bridge girder assuming complete loss of all columns

für Stadtentwicklung und Umwelt lehnt die an Brücke 5 in Abstimmung mit allen anderen Beteiligten realisierte Lösung nach „differenziertem Stützenausfallkonzept“ ab. Da die Brücken einer neuen Nutzung als Geh- und Radweg zugeführt werden, entfällt jeder Bestandsschutz, sie würden ohne Abstriche als Neubauten gelten und seien dementsprechend technisch durchzuarbeiten. Die gewählte Lösung sei nicht konform mit den eingeführten DIN-Normen, akzeptiert würde allenfalls eine Instandsetzung unter Annahme „vollen Stützenausfalls“, die dann funktionslosen Stützen seien baurechtlich als Stadtmöbel zu betrachten. Im Ergebnis der Auseinandersetzung wurde den weiteren Planungen (aktuell Brücken 27 bis 30) ausschließlich diese Variante zugrunde gelegt, und vor allem wurde der Denkmalpflegeplan in der vorgelegten Fassung nicht als Anlage zum zwischenzeitlich unterzeichneten Vertrag über die Übernahme der Brücken in das Eigentum des Landes Berlin akzeptiert.

Auch wenn im konkreten Fall die resultierenden Mehrkosten überschaubar und die Stützen zwar funktionslos, aber doch erhalten bleiben, wirft der Vorgang doch die Frage nach der unmittelbaren Übertragbarkeit von für den Neubau entwickelten Regelwerken auf die Bewertung und Weiterentwicklung des (hier zudem denkmalgeschützten) Bestands auf. Ist es zwingend, die den Neubau-Vorgaben inne wohnenden, mehr oder weniger klaren Versagenswahrscheinlichkeiten unverrückbar für die Bewertung des Bestandes zu übertragen, und ist dies z. B. denkmalpflegerisch und auch volkswirtschaftlich sinnvoll und zu verantworten? Schlägt das öffentliche Interesse an Sicherheit ohne Abstriche jedes andere rechtlich verankerte öffentliche Interesse wie z. B. den Denkmalschutz oder die ökonomische Verwendung öffentlicher Mittel? Selbst baurechtlich ist die Antwort nicht etwa eindeutig, wie eine in diesem Zusammenhang erarbeitete Expertise aufzeigte.

Ungeachtet der Auseinandersetzungen zeichnet sich mit der erfolgten Instandsetzung der ersten der Yorckbrücken nach langem Niedergang nun eine Zukunft für einen Teil des ungeliebten Baudenkmals ab. Hat sich die Mühe – jenseits aller formalen denkmalpflegerischen Begründungsmuster – gelohnt? Bereits 1988 hatte Manfred Hecker den Charakter der Yorckbrücken als „Stadtzeichen von hohem Identifikationswert“ hervorgehoben; sie seien „wichtiger Orientierungspunkt in der Stadt, der in besonderem Maße ein ‚Heimat‘-Gefühl vermittelt (...) – wenn ‚Heimat‘, nicht nur etwas Vertrautes, sondern auch etwas irgendwie Charakteristisches ist“ (...). [1, S. 91, zitierend [13]]. Für Schöneberg und Kreuzberg konstituieren die Yorckbrücken Heimat wie andernorts vielleicht eine Dorfkirche. Für diese Art Heimat bildender Konstrukte aber sind vor allem Bauingenieure verantwortlich – sei es im Neubau, sei es am technischen Denkmal. Die Rede von der Verantwortung des

Ingenieurs für seine Umwelt ist längst Topos. Die bereits gebaute Umwelt gehört dazu: Wer, wenn nicht die Bauingenieure, muss gerade für das Ingenieurerbe die Verantwortung übernehmen? Der angemessene Umgang mit ihnen erfordert ganzheitliche Aufmerksamkeit und eine – dem Bauingenieur historisch noch eher fremde – Philosophie der Akzeptanz.

Danksagung

Die Planer danken allen Beteiligten für die intensiven und konstruktiven Diskussionen um eine angemessene Lösungsfindung für die eher ungewöhnliche Aufgabe. Ein besonderer Dank gilt Herrn *Kroll* vom Bezirksamt Tempelhof-Schöneberg, Dr. *Dunger* vom LDA Berlin, Herrn *Eckertz* von der DB Netz AG und Prof. *Geißler* als Prüfenieur.

An Planung und Bau Beteiligte

Objekt- und Tragwerksplanung:
Prof. Dr. Lorenz & Co. Bauingenieure GmbH, Berlin (Projektleitung Brücke 5 und Brücke 27 bis 30 Dr.-Ing. *Michael Fischer*, Projektleitung Denkmalpflegeplan Prof. Dr.-Ing. *Werner Lorenz*)
Prüfenieur:
Prof. Dr.-Ing. *Karsten Geißler*, Berlin

Stahlbau:

RW Sollinger Hütte GmbH, Uslar
Projektleitung DB Netz AG, Berlin:
Dipl.-Ing. *Jürgen Eckertz*
Landesamt für Denkmalpflege Berlin:
Dr. *Matthias Dunger*
Bezirksamt Tempelhof-Schöneberg von Berlin, Stadtentwicklungsamt:
Dipl.-Ing. *Siegmond Kroll*

Literatur

- [1] *Hecker, M.*: Die Yorckbrücken – ein Symbol für die Entwicklung Berlins zur Metropole. In: *Huse, N.* (Hrsg.): verloren, gefährdet, geschützt. Baudenkmale in Berlin. Berlin: Argon 1988.
- [2] *Bauchwitz, P.*: ,4 aus (noch) 30' in der südlichen Berliner Eisenbahnlandschaft. LOK Report 41 (2012), H. 9, S. 4–9; H. 10, S. 4–11; ders.: Yorckbrücken: Zum Dritten. Ebd. H. 11, S. 4–9.
- [3] Berlin und seine Bauten. 2 Theile. Architektenverein zu Berlin (Hrsg.), 1. Aufl. Berlin: Ernst & Korn 1877.
- [4] *Sabotkka, L.*: Die eisernen Brücken der Berliner S-Bahn. Die Bauwerke und Kunstdenkmäler von Berlin, Beiheft 29. Berlin: Gebr. Mann 2003.
- [5] Die Yorckbrücken. Bezirksamt Tempelhof-Schöneberg von Berlin (Hrsg.), 1. Aufl. Berlin 2007.
- [6] Die Berliner Stadt-Eisenbahn. Teil 2. Zeitschrift für Bauwesen 34 (1884), Sp. 349ff.

- [7] Yorckbrücken Berlin–Schöneberg. Denkmalpflegeplan. Prof. Dr. Lorenz & Co. Bauingenieure GmbH, 25. 3. 2013 (unveröff.).
- [8] *Käpplein, R.*: Untersuchung und Beurteilung alter Gußkonstruktionen. Stahlbau 66 (1997), H. 6, S. 318–332.
- [9] *Heyde, S., Lindner, J.*: Historische Stützen aus Grauguss – Tragsicherheitsnachweise und Ertüchtigung. Stahlbau 78 (2009), H.11, S. 800–814.
- [10] Yorckbrücken Berlin, Statische Untersuchung. Prof. Dr.-Ing. Hilbers Ingenieurgesellschaft mbH, 10. 3. 2008 (unveröff.).
- [11] Berlin und seine Bauten. 2 Bd. 2. Aufl. Architektenverein zu Berlin (Hrsg.), Berlin: Ernst & Korn 1896, Bd.1, S. 221–225.
- [12] *Braun, J.*: RW Sollinger Hütte saniert denkmalgeschützte Rominter Brücke und Bauwerk 5 der Yorckbrücken in Berlin. Stahlbau 82 (2013), H. 12, S. A4–A5.
- [13] *Lynch, K.*: Image of the City. Cambridge: MIT Press 1960; deutsch: Das Bild der Stadt. Berlin/Frankfurt a. M., Wien: Ullstein 1965.

Autor dieses Beitrages:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Werner Lorenz,
Prof. Dr. Lorenz & Co. Bauingenieure GmbH,
Arndtstraße 34, 10965 Berlin-Kreuzberg,
werner.lorenz@lorenz-co.de