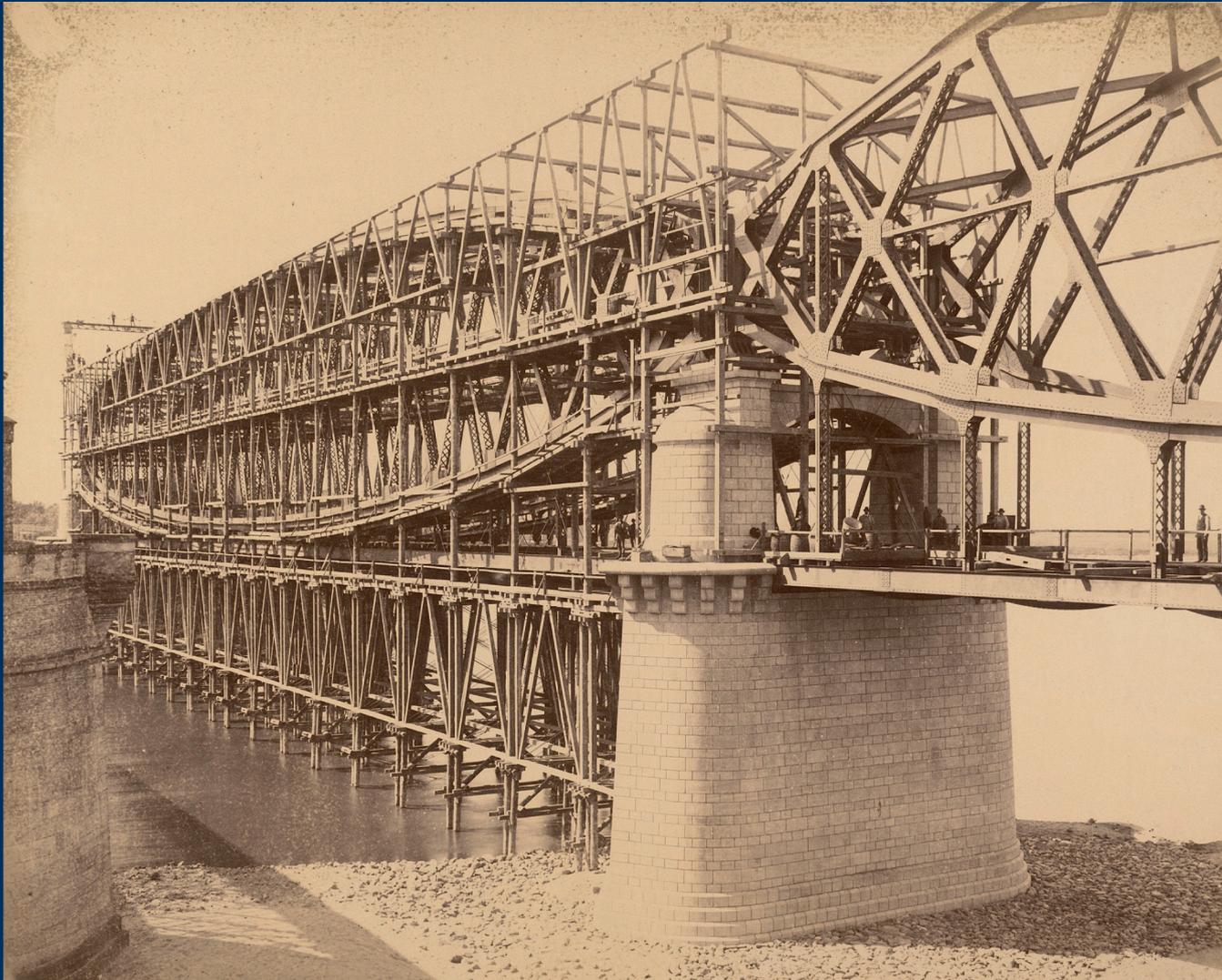




**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

FAKULTÄT BAUINGENIEURWESEN Institut für Massivbau www.dbbs.tu-dresden.de



27. DRESDNER BRÜCKENBAUSYMPOSIUM

**PLANUNG, BAUAUSFÜHRUNG, INSTANDSETZUNG
UND ERTÜCHTIGUNG VON BRÜCKEN**

13./14. MÄRZ 2017

© 2017 Technische Universität Dresden

Alle Rechte vorbehalten.

Nachdruck, auch auszugsweise, nur mit schriftlicher Genehmigung des Herausgebers.

Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen, Handelsnamen oder sonstigen Kennzeichnungen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass diese von jedermann frei benutzt werden dürfen.

Vielmehr kann es sich auch dann um eingetragene Warenzeichen oder sonstige gesetzlich geschützte Kennzeichen handeln, wenn sie als solche nicht eigens markiert sind.

Herausgeber: Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Manfred Curbach
Technische Universität Dresden
Institut für Massivbau
01062 Dresden

Redaktion: Silke Scheerer, Angela Heller

Layout: Ulrich van Stipriaan

Anzeigen: Harald Michler

Titelbild: Neue Weichselbrücke, Dirschau – Ansicht vor Fertigstellung 1891
Foto: Ferdinand Schwarz, Architekturmuseum der TU Berlin, Inv. Nr. BZ-F 14,025

Druck: addprint AG, Am Spitzberg 8a, 01728 Bannewitz / Possendorf

ISSN 1613-1169
ISBN 978-3-86780-510-0



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

Institut für Massivbau <http://massivbau.tu-dresden.de>

Tagungsband

27. Dresdner Brückenbausymposium

Institut für Massivbau
Freunde des Bauingenieurwesens e.V.
TUDIAS GmbH

13. und 14. März 2017

Inhalt

| | |
|---|------------|
| Herzlich willkommen zum 27. Dresdner Brückenbausymposium | 9 |
| <i>Prof. Dr.-Ing. habil. DEng/Auckland Hans Müller-Steinhagen</i> | |
| Verleihung der Wackerbarth-Medaille | 11 |
| <i>Prof. Dr.-Ing. Hubertus Milke</i> | |
| Laudatio | 12 |
| <i>Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Manfred Curbach</i> | |
| Zu aktuellen Entwicklungen im Stahl- und Stahlverbundbrückenbau | |
| – Fokus: Korrosionsschutz | 15 |
| <i>TRDir Dr.-Ing. Gero Marzahn</i> | |
| Brücken in Lateinamerika – Technik und Geschichte | 25 |
| <i>Dr. Dirk Bühler</i> | |
| Das alte und das neue Ottendorfer Viadukt | 43 |
| <i>Prof. Dr.-Ing. Thomas Bösche, Dipl.-Ing. Elke Hering, Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Jens Otto Dr.-Ing. Stephan Teich</i> | |
| Neubau einer „atmenden“ Stadtbahnbrücke in Düsseldorf | 57 |
| <i>Dipl.-Ing. Sonja Rode, Dipl.-Ing. Tobias Riebesehl, Dipl.-Ing. Thomas Neysters, Dipl.-Ing. Guido Herbrand</i> | |
| Sanierung der historischen Betonbogenbrücke in Naila | 71 |
| <i>Dipl.-Ing. Ammar Al-Jamous, Dipl.-Ing. Karsten Uhlig</i> | |
| Georg Christoph Mehrtens (1843–1917): Protagonist des Stahlbrückenbaus im wilhelminischen Deutschland | 81 |
| <i>Dr.-Ing. Karl-Eugen Kurrer</i> | |
| Lebenslanger Korrosionsschutz – Pilotprojekt Stahlverbundbrücke | 103 |
| <i>Dr.-Ing. Stefan Franz</i> | |
| Interaktion zwischen Praxis und Forschung | |
| – Systematische Nachrechnung des Brückenbestands in Mecklenburg-Vorpommern | 117 |
| <i>Dipl.-Ing. Oliver Steinbock, Hon.-Prof. Dr.-Ing. habil. Olaf Mertzsch, Dr.-Ing. Torsten Hampel Dipl.-Ing. Nico Schmidt, Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Manfred Curbach</i> | |
| Chemnitztalviadukt – Neubau versus Bestandserhaltung | 131 |
| <i>Univ.-Prof. Dr.-Ing. Richard Stroetmann, Dipl.-Ing. (FH) Lutz Buchmann, Dipl.-Ing. Toralf Zeißler Dipl.-Ing. Steffen Oertel</i> | |
| Verstärkung von Stahlbrücken in den Niederlanden | |
| – Einsatz von hochfestem Beton und zielgerichtete Tragwerksverstärkung | 151 |
| <i>M.Sc. Dimitri Tuinstra, Dr.-Ing. Markus Gabler</i> | |
| Neue Queensferry-Brücke in Schottland | |
| Herausforderungen bei der Planung und Montage | 161 |
| <i>Dipl.-Ing. Martin Romberg</i> | |
| Brückenbauexkursion 2016 – Hup Holland Hup | 177 |
| <i>Dipl.-Ing. Oliver Steinbock, Dipl.-Ing. Jakob Bochmann</i> | |
| Chronik des Brückenbaus | 187 |
| <i>Zusammengestellt von Dipl.-Ing. (FH) Sabine Wellner</i> | |
| Inserentenverzeichnis | 208 |

Das alte und das neue Ottendorfer Viadukt

Prof. Dr.-Ing. Thomas Bösche

Curbach Bösche Ingenieurpartner, Dresden

Dipl.-Ing. Elke Hering

DB Engineering & Consulting GmbH, Region Südost – Planung Konstruktiver Ingenieurbau, Zwickau

Dr.-Ing. Dipl.-Wirt.-Ing. Jens Otto

Ed. Züblin AG, Direktion Brückenbau, Dresden

Dr.-Ing. Stephan Teich

Dittmann+Ingenieure Bauplanung GmbH & Co. KG, Dresden

1 Geschichtliches

Im Mai 1845 begannen die Bauarbeiten für den ersten Streckenabschnitt der Eisenbahnstrecke von Riesa nach Chemnitz, [1]. Wegen der zunehmenden Industrialisierung der Chemnitzer Region wollte die eigens gegründete Chemnitz-Riesaer Eisenbahn-Gesellschaft eine Anbindung an die bereits seit dem 7. April 1839 mit Fertigstellung der Riesaer Elbebrücke durchgängig betriebene Leipzig-Dresdener-Eisenbahn und die Riesaer Hafenanlagen der Elbeschifffahrt herstellen. Der nördliche Abschnitt zwischen Riesa und dem am Rand des Zschopautals gelegenen Limmritz bei Döbeln wurde bis Ende 1847 fertiggestellt.

Der weitere Streckenverlauf über Steina und Waldheim, später über Mittweida nach Chemnitz, stellte den Ingenieuren dann jedoch besondere Aufgaben. Insbesondere die Überquerung der Zschopau bei Limmritz sowie die Überwindung ihrer Seitentäler in der Region erforderte die Planung einer Vielzahl von anspruchsvollen Ingenieurbauwerken. Alle Brücken wurden, wie damals üblich, vorwiegend aus in der unmittelbaren Nähe abgebauten Natursteinen als Gewölbeviadukte hergestellt und jeweils individuell der Talgeometrie und den Baugrundverhältnissen angepasst. Der Bau des Streckenabschnitts von Limmritz bis Waldheim erwies sich jedoch wegen den unerwartet hohen Baukosten für die Chemnitz-Riesaer Eisenbahn-Gesellschaft als unlösbares finanzielles Problem. Sie wurde schließlich 1850 von der Königlich Sächsischen Staatseisenbahn übernommen, welche dann bis 1852

den Bau der Eisenbahnstrecke bis nach Chemnitz vorantrieb, [1], [2]. Der schwierige Abschnitt zwischen Limmritz und Waldheim mit seinen vielen Stützmauern Viadukten und auch Tunneln, wird noch heute als „Bankrottmeile“ bezeichnet – die entstandenen Ingenieurbauwerke sind jedoch einzigartig (Tabelle 1)!

Im letzten Bauabschnitt quert die Bahnstrecke zwischen Mittweida und Chemnitz den Ort Ottendorf. Der Ort liegt entlang des kleinen Dorfbachs in einem langgestreckten Tal, zu dessen Querung auch hier ein Natursteinviadukt errichtet wurde. Als Baumaterial für die Pfeiler und

Tabelle 1 Eisenbahnviadukte auf der Strecke Riesa–Chemnitz

| km | Bauwerk | Länge (ca.) |
|--------|--------------------------------------|-------------|
| 00,000 | Riesa | |
| 15,567 | Viadukt Ostrau | 157 m |
| 24,773 | Brücke Freiburger Mulde | 97 m |
| 28,820 | Limmritz (Sachsen) | |
| 29,981 | Viadukt Limmritz (Bild 1) | 260 m |
| 31,459 | Viadukt Saalbach | 75 m |
| 31,811 | Viadukt Steina | 225 m |
| 32,362 | Viadukt Kummersmühle | 110 m |
| 34,271 | Viadukt Diedenmühle (Bild 2) | 170 m |
| 34,931 | Waldheim | |
| 36,055 | Viadukt Heiligenborn (Bild 3) | 173 m |
| 43,095 | Viadukt Crossen, 1991 verfüllt | 155 m |
| 50,330 | Viadukt Altmittweida, 1991 verfüllt | 90 m |
| 54,450 | Viadukt Ottendorf, Ersatzneubau 2015 | 84 m |
| 65,890 | Chemnitz | |



Bild 1 Viadukt Limmritz bei km 29,981

Foto: Thomas Bösche

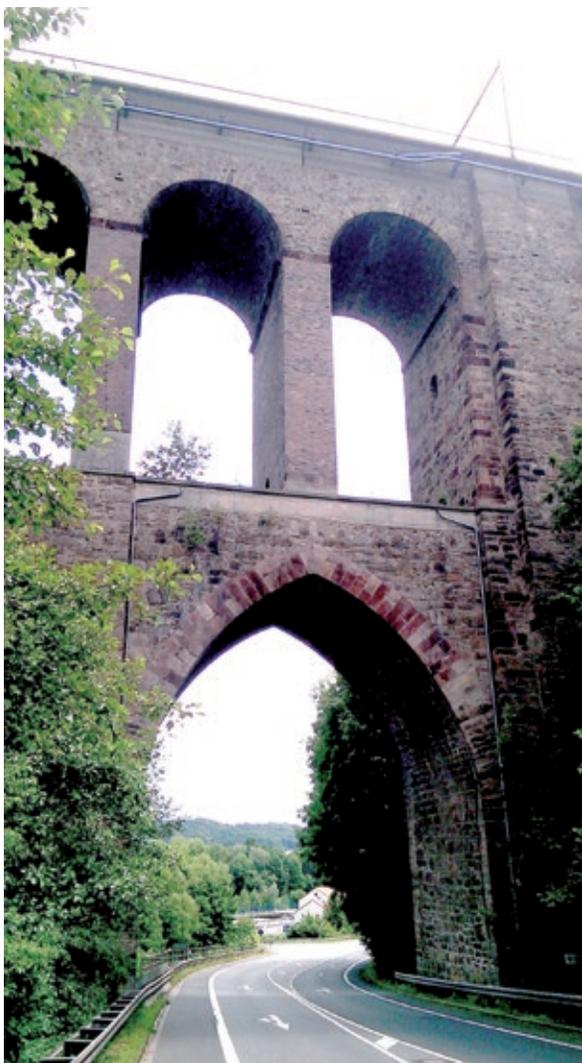


Bild 2 Viadukt Diedenmühle bei km 34,271

Foto: Thomas Bösche

Gewölbe kam vorwiegend ein in der Region gewonnener Melaphyrtuff zum Einsatz. Die Dämme wurden mit bis zu 17 m Höhe relativ weit in das Tal hineingeführt. Für das Viadukt ergab sich eine Gesamtlänge von etwa 85 m bei einer lichten Weite zwischen den Widerlagern von 76 m, welche mit insgesamt 6 Bögen überspannt wurde. Das Bauwerk überführt die von Beginn an zweigleisig angelegte Strecke in unmittelbarer Ortslage über die direkt am Widerlager Riesa verlaufende Dorfhauptstraße, über den Dorfbach und eine Anliegerstraße.

2 Bauwerkszustand 2010

Die Strecke 6255 Riesa–Chemnitz wurde mittlerweile elektrifiziert und ist wichtiger Bestandteil des Fern- und Ballungsnetzes der Deutschen Bahn. Viele der historischen Eisenbahnviadukte wurden in den vergangenen Jahren mehrfach umgebaut und saniert und verfügen meist über eine auch für die aktuellen Anforderungen des modernen Eisenbahnverkehrs völlig ausreichende Standsicherheit und Dauerhaftigkeit. Am Ottendorfer Viadukt erwies sich jedoch der Einsatz des äußerst feuchteempfindlichen Melaphyrtuffs für das Quadermauerwerk der Pfeiler und Gewölbe als Problem. Wahrscheinlich erfolgten auch aus diesem Grund bereits frühzeitig Instandsetzungsarbeiten an den Entwässerungseinrichtungen des Bauwerks (Bild 4). 1953 kam es zu einem Teileinsturz an den Parallelfügeln und an den Bauwerksoberflächen waren bereits erhebliche Schäden durch Wassereinwirkung zu verzeichnen. Als So-



Bild 3 Viadukt Heiligenborn bei km 36,055

Foto: Thomas Bösche

fortmaßnahme wurden die Flügelmauern provisorisch gesichert und zunächst ein eingleisiger Verkehr eingerichtet (Bild 5). Das verbleibende Gleis wurde dabei in die Mitte des Brückenquerschnitts gelegt. 1955 begann dann schließlich eine grundlegende Instandsetzung des Bauwerkes (Bild 6). Neben einer vollständigen Ummantelung der Oberflächen mit einer bewehrten Spritzbetonschicht erfolgten der Ersatz der baufälligen Parallelfügel durch gewaltige Schrägflügel aus Beton und der Einbau einer Fahrbahnwanne aus Stahlbeton zur Gewährleistung einer flächigen Abdichtung der Fahrbahn.

Nach fast 160 Jahren Betrieb erfolgte 2010 eine umfassende Untersuchung der Bauwerkssubstanz. Trotz Spritzbetonummantelung waren im Bauwerksinneren massive Schädigungen durch die Auflösung des Natursteins und des Mörtels zu verzeichnen. Der Bauwerkszustand ließ keine sinnvollen und angemessenen Sanierungslösungen zum weiteren Erhalt der Verfügbarkeit zu – Forderungen des Denkmalschutzes lagen wegen des bereits 1955 vollständig veränderten Erscheinungsbildes nicht vor (Bild 7). Unter Beachtung der gegebenen Umstände wurde daher 2011 die Entscheidung für den Abbruch des Viaduktes und die Planung sowie den Bau einer modernen Eisenbahnüberführung getroffen.

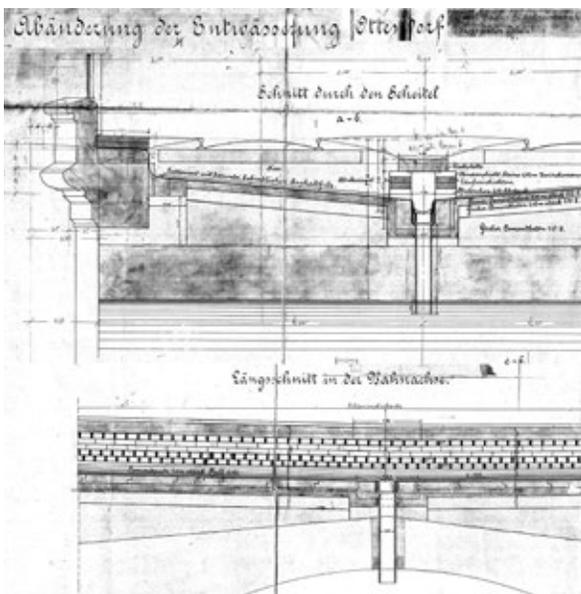


Bild 4 Instandsetzung der Abdichtung und Entwässerung Zeichnung: Archiv Deutsche Bahn

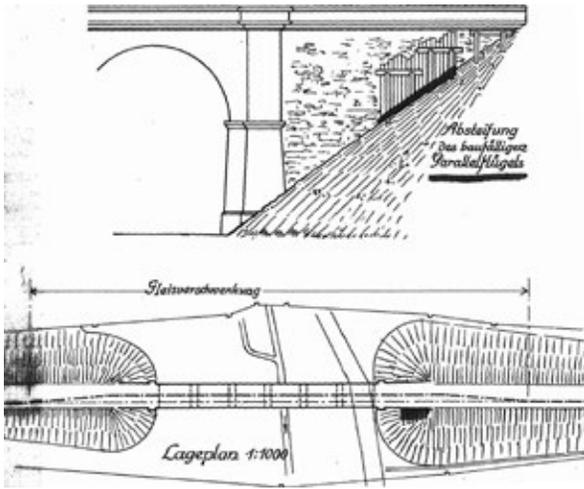
3 Randbedingungen für den Entwurf

Funktionale Anforderungen:

Entsprechend Lastenheft sollte das neue Bauwerk für eine Entwurfsgeschwindigkeit von 140 km/h ausgelegt werden und in der ursprünglichen Lage die Gleise der Strecke 6255 auch in Zukunft über die Dorfstraße und den Dorfbach überführen.

Bautechnologische Anforderungen:

Für den Abbruch und den Neubau konnte eine Vollsperrung der Strecke von maximal 4 Monaten zur Verfügung gestellt werden. Wegen der geringen zur Verfügung stehenden Umbauzeit wurde eine seitliche Vorfertigung des neuen Brückenüberbaus festgelegt. Innerhalb der Sperrpause



sollten dann der Abbruch des Bestandsbauwerks, die Herstellung der neuen Gründungen und Unterbauten und ein anschließender Querverschub erfolgen.

Gestalterische Aspekte:

Trotz der optisch etwas unvorteilhaften Spritzbetonverpackung liebten die Ottendorfer ihr altes Viadukt. Da ohne die Überzeugung der Bevölkerung von der angestrebten Neubaulösung die Durchführung der vorgesehenen Baumaßnahme mitten im Ort nicht vorstellbar gewesen wäre, sollte im Entwurf besonderes Augenmerk auf die Bauwerksgestaltung gelegt werden. Das neue Viadukt sollte außerdem mindestens die lichten Weiten der alten

Bild 5 (oben)
Übersicht über die Notinstandsetzung 1953
Zeichnung:
Archiv Deutsche Bahn

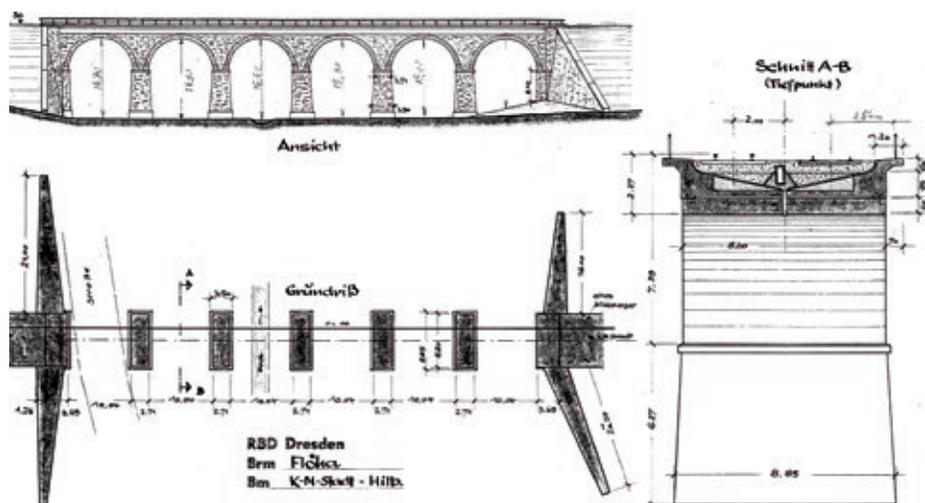


Bild 6 (rechts)
Übersicht über die Instandsetzungsarbeiten 1955
Zeichnung:
Archiv Deutsche Bahn



Bild 7 Bauwerkszustand 2010

Foto: Thomas Bösche



Bild 8 Das 1991 verfüllte Viadukt Crossen

Foto: Thomas Bösche

Brücke wieder aufgreifen, um den Charakter des Tales und die Blickbeziehungen im Dorf nicht zu beeinträchtigen. Lösungen wie die noch 1990 umgesetzte Verschüttung des Crossener Viaduktes (Bild 8) nur wenige Kilometer entfernt auf derselben Strecke, mit lediglich einem verbliebenen Mauseloch für die querende Straße, schieden also aus.

4 Entwurfslösung

Wegen des vorgesehenen Querverschubs schienen zunächst einteilige Überbauten mit großen Stützweiten wie zum Beispiel Fachwerkträger, Stabbogen- oder Netzwerkbogenlösungen vorteilhaft. Wegen der relativ großen Höhe über Talgrund erwiesen sich die Entwurfslösungen mit obenliegenden Tragwerken jedoch als gestalterisch unschön, außerdem stellte sich der Bau der hierfür erforderlichen bis zu 15 m hohen und massiven Widerlager in der vorgesehenen Sperrpause als nicht realisierbar heraus. Es musste also nach Lösungen mit ganz oder teilweise unter der Fahrbahn angeordneten Tragelementen und Möglichkeiten zur Reduzierung der Kubatur der neu herzustellenden Unterbauten gesucht werden.

Nach einem intensiven technischen und gestalterischen Abwägungsprozess wurden schließlich folgende Lösungskomponenten herausgearbeitet:

- ❑ traditionelle Stabbogenlösung im mittleren Bauwerksbereich,
- ❑ Fortsetzung des Bogens als Rahmenstiele unter die Versteifungsträgerebene,
- ❑ Lagerung der Stiele in den bisherigen Bauwerksendachsen und Öffnung des Talraumes im oberen Bereich zur Verlegung der Endauflager nach hinten,

- ❑ Nutzung der Substanz der bestehenden massiven Widerlager als Schwergewichtsgründung zur Reduzierung des Zeitaufwands und der Kosten für Abbruch und Neubau.

Auf der Basis dieser Randbedingungen entstand als Entwurfslösung ein interessantes und für den Eisenbahnbrückenbau bisher untypisches Bauwerk, welches sich mit seinen Proportionen unaufdringlich in die vorhandene Situation einfügt.

Entsprechend der gestalterischen und funktionalen Vorgaben wurde der Brückenüberbau als rahmenversteiftes Bogentragwerk konzipiert.

Den zentralen Bereich des Bauwerkes bilden zwei parallele Stahlbögen mit einer Länge von ca. 59 m und einem Bogenstich von 10 m. An den Bögen sind über 8 Flachstahlhänger je Seite die über die gesamte Bauwerkslänge von 90,95 m durchlaufenden Versteifungsträger befestigt. Die Bögen durchdringen die Versteifungsträger und bilden unterhalb der Fahrbahn ein zusätzlich tragendes Rahmensystem mit einer Stützweite von 74,94 m (Bild 9).

Der Achsabstand zwischen den beiden Bogenebenen beträgt zur Gewährleistung des Lichtraumprofils 9,90 m. Außerhalb beider Bögen sind Gehwegkonsolen zur Aufnahme der Dienstgehewege und Kabelkanäle angeordnet. Insgesamt ergibt sich somit eine Bauwerksbreite zwischen den Geländern von 12,35 m (Bild 10).

Die Lagerung des Überbaus erfolgte an insgesamt acht Punkten in vier Lagerachsen. Entsprechend der Tragwirkung wurde eine Lagerung der Bogenstiele auf vier allseits festen Kalottenlagern gewählt. In den Achsen der Endauflager wurden längsverschiebbliche Lager vorgesehen, wobei

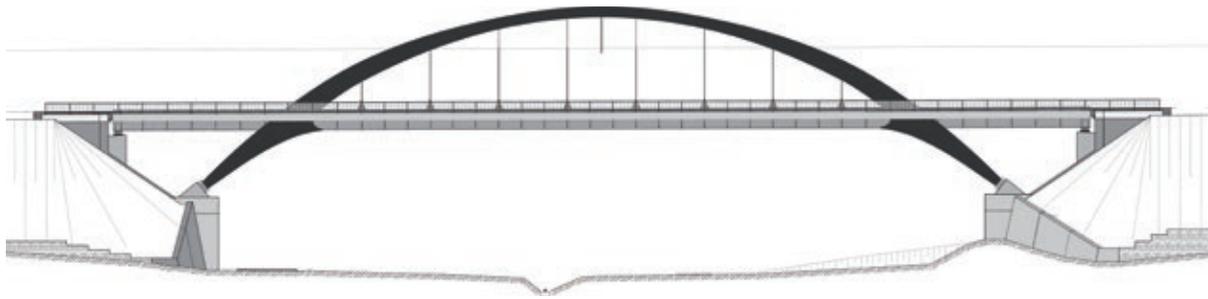


Bild 9 Entwurfslösung – Ansicht

Zeichnung: Thomas Bösche

eine Lagerreihe die notwendige Querfesthaltung erhält.

Die Gründung des Bauwerks erfolgte auf massiven Widerlagern, wobei Teile der vorhandenen Gründungen mit darin integriert wurden. Die bestehenden Widerlagerwände und Parallelfügel wurden von einer Vorsatzschale umschlossen und durch Bohrpfehlwände erdseitig eingefasst. Sie bilden gemeinsam mit einer Grundplatte und den aufgehenden Widerlagerelementen eine Schwergewichtsgründung für die Endauflager der Brücke und die Lager der Bogenstiele. Neben der Einsparung von Kosten und Bauzeit für Abruch und Entsorgung der kompletten Bestandswiderlager konnten so auch die Aufwendungen für die Neugründung reduziert werden.

5 Akzeptanz bei der Bevölkerung

Trotz des drohenden Verlustes der lieb gewonnenen Gewölbebrücke konnten sich viele der Ortsbewohner mit der großzügigen Öffnung des Talraumes und der schlanken Stahlkonstruktion unerwartet schnell anfreunden. In einer Bürgerveranstaltung wurde den Ottendorfern 2013 erstmals die Baumaßnahme erläutert und der Arbeitsstand des Bauwerksentwurfes präsentiert. Die zunächst gezeigte Farbgestaltung mit einem knallroten Bogen fand wahrscheinlich nur bei den Männern der freiwilligen Feuerwehr wirklich Zustimmung. Zur aktiven Einbeziehung der vom Baugeschehen betroffenen Bürger sollten die Ottendorfer schließlich selbst über die Farbgestaltung entscheiden – eine Maßnahme, die sicherlich zusätzlich zur Akzeptanz des Bauvorhabens beitrug.

Anfang 2014 wurden insgesamt vier Gestaltungskonzeptionen zu Wahl gestellt. Neben einer vollständig zurückhaltenden Gestaltungsvariante mit ausschließlich in hellen Grautönen gehaltenen Konstruktionselementen wurden 3 Lösungen mit einer bewussten farblichen Betonung der Haupttragwirkung in den Farbkombinationen rot-grau, blau-grau und grün-grau zur Diskussion gestellt (Bild 11).

Obwohl auf diesem Wege eine gewisse Begeisterung für das Baugeschehen und auch Neugier auf das neue Bauwerk entstanden, wurde die Geduld des ganzen Dorfes später während der Baumaßnahme auf das Äußerste beansprucht.

6 Genehmigung

Durch den offenen Umgang mit den Bürgern und den betroffenen Behörden konnte das Planfeststel-

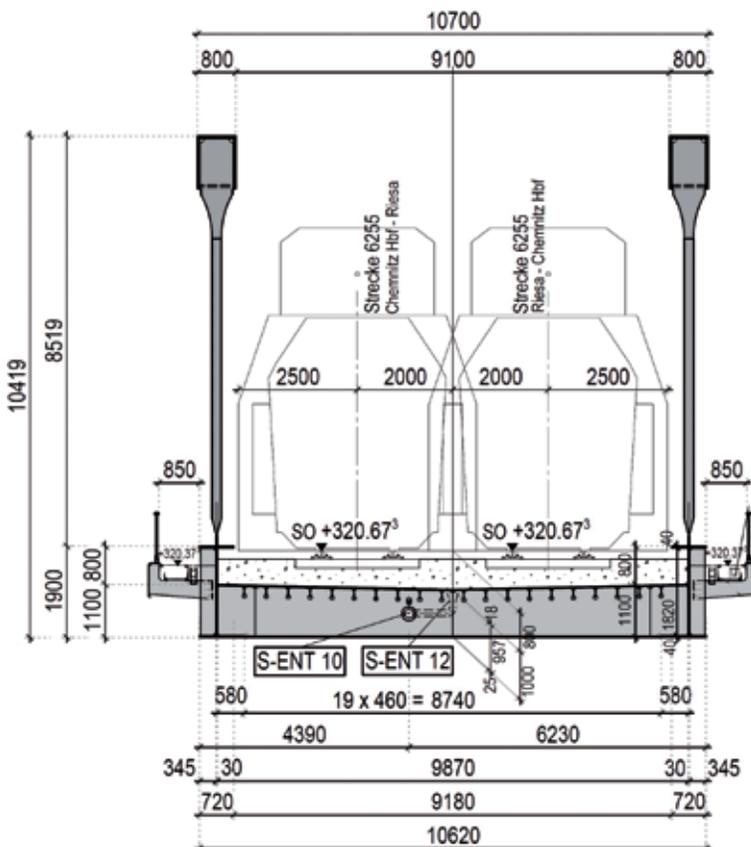


Bild 10 Entwurfslösung – Regelquerschnitt

Zeichnung: Thomas Bösche



Bild 11 Bekennen Sie Farbe für das Ottendorfer Viadukt – Gestaltungsvarianten zur Farbgebung

Foto: Thomas Bösche

lungsverfahren für das Bauvorhaben relativ unproblematisch abgewickelt werden.

Größerer Abstimmungsbedarf ergab sich aus den technischen Besonderheiten des entstandenen Bauwerksentwurfes. Obwohl alle gewählten Lösungen statisch und konstruktiv logisch und richtig erschienen, ergab sich das Problem, dass einige Elemente dieses etwas ungewöhnlichen Bauwerks durch das aktuelle Regelwerk der Deutschen Bahn nicht beschrieben – also nicht geregelt sind. Und was nicht geregelt ist – ist verboten?

Bei Planungen von Eisenbahnanlagen darf an dieser Stelle nicht sofort verzagt werden! Bei der offensichtlichen Notwendigkeit von Ergänzungen zum Regelwerk oder der Erlaubnis, in begründeten Fällen sogar vom Regelwerk abzuweichen zu dürfen, kann hier von der Möglichkeit einer Unternehmensinternen Genehmigung (UiG) Gebrauch gemacht werden. Die Beantragung einer UiG ist dabei keineswegs ein Indikator für einen unzulänglichen Entwurf, sondern eine von den Verfassern

des Regelwerks ausdrücklich empfohlene Verfahrensweise, um Innovationen und interessanten, außergewöhnlichen Lösungen eine Chance zu geben. Sie sollte nicht als Ausnahme- oder Notlösung verstanden werden – vielmehr als normales Instrument zur Nachregelung und Genehmigung von speziellen Detaillösungen in Zeiten, wo nun mal eben alles geregelt sein muss. Die UiG selbst ist übrigens auch in der Ril 804.0101A01 [3] geregelt – ein Glück!

Die Beantragung der Unternehmensinternen Genehmigung und der Prozess bis zur abschließenden Erteilung benötigen einige Zeit und nicht immer beschränken sich die enthaltenen Bestimmungen und Auflagen auf den beantragten Themenkreis. Wichtig ist es daher, diesen Schritt bereits im Zuge der Entwurfsplanung einzuleiten, um mögliche Auswirkungen auf das Baugeschehen in zeitlicher, vertraglicher und technischer Hinsicht ausschließen zu können. Für den hier behandelten Entwurf wurde daher bereits am 29.3.2013 die Erteilung einer UiG unter anderem zur individuellen Regelung folgender Punkte beantragt:

Ergänzende Regelungen für Berechnungsansätze:

Präzisierung der durch das Regelwerk für dieses spezielle Bauwerk nicht eindeutig festgelegten maßgebenden Längen für den Durchbiegungsnachweis (Reisendenkomfort) und die Festlegung des dynamischen Beiwerts.

Ergänzende Regelungen für konstruktive Lösungen:

Die Ril 804.5101 [3] regelt die Anordnung von Bauwerkslagern für übliche Brückenkonstruktionen mit der Platzierung der Lager in einer Ebene. Für die Anordnung von mehreren Festpunkten wird dabei grundsätzlich eine UiG vorgeschrieben. Für die Entwurfslösung des neuen Ottendorfer Viaduktes waren jedoch für die 4 Bogenfußpunkte jeweils allseits feste Lager vorgesehen. Technisch logisch – aber formell ohne gesonderte Regelung nicht zulässig.

Ausnahmen vom Regelwerk:

Die Ril 804.5101 [3] schreibt im Abschnitt 4.1 die Berücksichtigung eines Lagerwechsels ohne Beeinträchtigung des Eisenbahnbetriebs als vorübergehende Bemessungssituation vor. Die Umsetzung dieser Forderung wäre aber bei der bevorzugten Entwurfslösung mit erheblichen und unangemessenen Mehraufwendungen verbunden gewesen.

Nachdem mit den Verantwortlichen die betrieblichen Möglichkeiten für die unproblematische Einrichtung entsprechender Sperrpausen abgestimmt und dokumentiert wurde, konnte auch diese Ausnahme zusammen mit den beantragten Umständen durch die mit der Technischen Mitteilung 3-2014-10380 I.NVT 4 am 14.5.2014 erteilten UiG geregelt werden.

Neben den beantragten Regelungen enthielt die Technische Mitteilung noch zusätzliche Hinweise und Auflagen. Zum Beispiel konnte den vereinfachten Nachweisen zur Untersuchung von Resonanzgefahr und Einhaltung der Schienenspannungen mit Verweis auf die Besonderheiten des Bauwerks nicht zugestimmt werden. In der Folge wurden in der Entwurfs- und Ausführungsplanung konkrete dynamische Untersuchungen und Schienenspannungsberechnungen durchgeführt. Die dynamischen Berechnungen zur Resonanzgefahr bestätigten ein unkritisches Verhalten des Bauwerks. Bei den Schienenspannungsnachweisen waren durch die Besonderheiten des Bauwerks grenzwertige Ergebnisse zu verzeichnen – der Verzicht auf Schienenauszüge konnte am Ende aber durch den Ansatz der Mitwirkung der hier erforderlichen Führungsschienen trotzdem durchgesetzt werden.

7 Ausführungsplanung

Jede Idee ist nur so gut wie ihre spätere Umsetzung. Um wertvolle Zeit für den Bauprozess zu gewinnen und den Entwurfsgedanken ohne Umwege in die Realisierung zu überführen, wurde die Ausführungsplanung des Ingenieurbauwerks in wesentlichen Teilen im Vorfeld erstellt und der Bauausführung beigelegt. Wegen den teilweise anspruchsvollen statischen Verhältnissen wurden die notwendigen Abstimmungen mit den beteiligten Fachleuten und mit dem Prüfenieur vorab geführt und die Ergebnisse konnten vorwiegend in die Ausschreibungsunterlagen eingearbeitet werden.

Um die technologischen Gedanken des zu diesem Zeitpunkt noch nicht gebundenen Bauunternehmens berücksichtigen zu können, wurden die Schal- und Bewehrungspläne in weiten Teilen zunächst vorbereitet und vorgeprüft – eine Präzisierung zu Bauabschnitten und den daraus resultierenden Arbeitsfugen erfolgte dann später gemeinsam mit der Bauausführung.

Bei der Nachweisführung für den Überbau wurde wegen des speziellen Verformungsverhaltens des Tragwerks dem Schienenspannungsnachweis und den Verformungsbegrenzungen an den Überbauenden besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

Im Fall des Ottendorfer Viaduktes wird der größte Anteil der relevanten Beanspruchungen der Schienen durch die vertikalen Einwirkungen aus dem Zugverkehr hervorgerufen. Dies stellt im Gegensatz zu anderen Tragwerksformen eine Besonderheit dar. Durch die spezielle Tragwerksform entstehen bei asymmetrischen Laststellungen nicht nur Verdrehungen sondern auch größere Verschiebungen an den Bauwerksenden.

Auch im Hinblick auf die durchzuführende Berechnung zur Verformungsbegrenzung stellt das vorliegende Bauwerk damit einen Sonderfall dar. Im Regelfall sind die Bauwerkslängsverschiebungen infolge Überbauverdrehung aus Verkehrslasten nachzuweisen. Wegen der bei diesem Bogenbrückentyp vorhandenen Kombination der Verschiebungen des Überbaurandes aus Translation und Rotation ist dieser Nachweis hier nicht ausreichend und es wurde daher auf der Basis der Bedingungen für die kombinierten Verformungswege entsprechend Ril 804.3101 [3] gearbeitet.

Im Gegensatz zur klassischen Stabbogenbrücke in Form eines Langerschen Balkens stellt sich beim vorliegenden Bauwerk eine kombinierte Tragwirkung aus Bogen mit angehängter Fahrbahn, Stabbogen und Sprengwerkrahmen ein. Die Bogen-

schubkräfte werden dadurch am Durchstoßpunkt Bogen-Versteifungsträger zu einem Teil in die Fahrbahnkonstruktion und zum anderen Teil in die hier vorhandenen Bogenstiele eingeleitet. In der Fahrbahn treten dabei je nach Laststellung sowohl Zugkräfte (System Langerscher Balken) als auch Druckkräfte (System Sprengwerk) auf. Neben diesen Normalkraftbeanspruchungen entstehen in den Haupttragelementen zusätzliche Biegemomente. Diese sind in den Versteifungsträgern und in den Bögen und besonders stark bei asymmetrischen Laststellungen ausgeprägt. Die lokale Lastweiterleitung der einwirkenden Beanspruchungen aus dem Bahnverkehr zu den Haupttragelementen in den Bogenebenen erfolgt auch bei dieser Brücke über die klassische Wirkungsweise einer orthotropen Platte aus Fahrbahnblech, Längsrippen und Querträgern.

Weitere Details zur Ausführungsplanung sind in [4] dokumentiert.

8 Bauausführung

Die Gesamtbauzeit für das Projekt betrug etwa 14 Monate von Sommer 2014 bis Ende 2015 mit einer Kernbauzeit von Frühjahr bis Herbst 2015. In der Kernbauzeit lag die vorgegebene Sperrpause der beiden auf dem Bauwerk überführten Gleise von vier Monaten (Juni bis September 2015). Neben dieser sehr kurzen Bauzeit war auch die

unmittelbare Nähe zur angrenzenden Wohnbebauung eine besondere Herausforderung [5]. Zur unmittelbaren Information der Ottendorfer Bevölkerung über das Baugeschehen wurde die Baustelle am 16.10.2014 mit einer Bürgerinformationsveranstaltung offiziell eröffnet (Bild 12).

Von der bauausführenden Arbeitsgemeinschaft (Ed. Züblin AG, Stahlbau Dessau GmbH & Co. KG, Wilfried Kessler Erdbau- und Abbruch GmbH) wurde auf der Basis des erteilten Bauauftrags folgender prinzipieller Ablauf für dieses Zeitfenster vorgeschlagen:

- Baufeldfreimachung,
- Montagegerüst und Vormontage Stahlüberbau,
- Beginn Sperrpause, Rückbau Oberleitungs- und Gleisanlage,
- Freilegen des Bestandsbauwerkes,
- Rückbau des Bestandsbauwerkes,
- Herstellung der Tiefgründung und der Widerlager,
- Montage und Querverschub des Stahlüberbaus,
- Einlagerung des Stahlüberbaus,



Bild 12 Bürgerinformationsveranstaltung zum Baubeginn

Foto: Thomas Bösche



Bild 13 Baustellenimpression: Abbruch, Stahlbetonarbeiten und Stahlbauarbeiten am Überbau gleichzeitig
Foto: Thomas Bösche

- Hinterfüllung und Wiederherstellung der Bahndämme,
- Wiederaufbau der Gleis- und Oberleitungsanlage sowie
- Inbetriebnahme.

Die Bauablaufplanung wurde dabei von einigen maßgeblichen Kriterien beeinflusst. Neben der unbedingten Einhaltung der vorgesehenen Sperrpause war insbesondere die Beschränkung des Antransports von Großgeräten, Baustoffen und den vorgefertigten Stahlteilen in Dimensionierung und Gewicht bestimmend für den gewählten Bauablauf.

Unter Beachtung dieser Randbedingungen sah das Montagekonzept für den Überbau vor, den neuen Stahlüberbau seitlich neben dem noch in Betrieb befindlichen alten Viadukt bereits in einer Höhenlage von etwa 15 m herzustellen. Zwischen dem alten Bauwerk und dem neuen Überbau in Seitenlage verblieb lediglich ein Zwischenraum von 5 m.

Die orthotrope Fahrbahnplatte wurde aus insgesamt zehn vorgefertigten Segmenten hergestellt, für die Versteifungsträger wurden jeweils fünf Montage-segmente vorgesehen.

Die vier anspruchsvollen Durchdringungspunkte zwischen Bogen und Versteifungsträger wurden vollständig im Werk vorgefertigt und als separate Einheiten auf die Baustelle geliefert und dort montiert. Anschließend erfolgte die Montage der Bögen oberhalb der Fahrbahn aus jeweils drei Einzelsegmenten mit einer maximalen Länge von 25 m. Wegen geometrischen Überschneidungen des neuen Stahlüberbaus mit den Flügelwänden des alten Bauwerkes konnte die Komplettierung des Stahlüberbaus an den Brückenenden erst nach Abbruch der bestehenden Widerlager erfolgen.

Mit Beginn der Sperrpause erfolgte zunächst der Rückbau von Oberleitungen, Gleisen und Schotter auf dem alten Viadukt. Danach wurden die Baugruben mit einem Gesamtvolumen von 10.000 m³ hinter dem alten Bauwerk ausgehoben und die sechs Bögen des alten Viadukts in Rekordzeit abgebrochen. Sämtliches Abbruchgut wurde auf dem Gelände eines ehemaligen Steinbruchs am Widerlager Chemnitz zwischengelagert und mit mobilen Aufbereitungsanlagen für den späteren Wiedereinbau als Bauwerkshinterfüllung aufgearbeitet.

Während die Abbrucharbeiten an den mittleren Pfeilern des alten Viaduktes noch liefen, begann der Neubau der beiden Widerlager mit der Her-



Bild 14 Querverschub

Foto: Thomas Bösche

stellung der Bohrpfehlwände und Vorsatzschalen sowie den aufgehenden Bauwerksteilen (Bild 13).

Nach der teilweisen Fertigstellung der beiden Widerlager wurde das Traggerüst für die Überbaumontage erweitert und 4 Verschubbahnen, welche jeweils an den Endauflagern sowie mittig zwischen erstem Hänger und Durchdringungspunkt Bogen/Versteifungsträger angeordnet wurden, auf den bevorstehenden Querverschub vorbereitet.

Elf Wochen nach Beginn der Sperrpause war der Überbau dann soweit komplettiert, dass der Verschub mit zwei synchron arbeitenden Hydraulikpressen beginnen konnte. Die gesamte 920 t schwere Stahlkonstruktion wurde etwa 16 m horizontal in Endlage verschoben (Bild 14). Dabei mussten die Verschubarbeiten mit einer hohen Präzision erfolgen, da zwischen den vier Bogenfußplatten des Stahlüberbaus und den oberen Lagerplatten der in den geneigten Lagersockeln temporär befestigten Lager während des Verschubs planmäßig nur ein Abstand von wenigen Millimetern vorhanden war.

Nach der Endmontage der Kalottenlager an den Bogenstielen und der geometrischen Feinausrichtung des Überbaus erfolgte, um temperaturbedingte Zwängungen zu vermeiden, in der dar-

auffolgenden Nacht der Verguss der Lagersockel an den Kämpfern. An den Bauwerksenden wurde anschließend der Überbau kraftgesteuert eingelagert und die vier restlichen Kalottenlager vergossen.

Anschließend erfolgten die Hinterfüllung der Widerlager und der Aufbau des bis zu 12 m hohen Bahndammes mit dem recycelten Abbruchmaterial, der Einbau des Gleisschotters auf Unterschottermatten sowie die Wiederherstellung der Gleisanlage und der Oberleitung. Die Inbetriebnahme konnte schließlich pünktlich zum festgesetzten Termin am 4.10.2015 vorgenommen werden.

9 Fazit

Nach über einem Jahr intensivem Baugeschehen mitten im Ort war Ende 2015 das neue Viadukt bereits seit einigen Wochen wieder in Betrieb und das Gelände, die Kreisstraße und die Grundstücke unter dem Bauwerk wurden wieder hergerichtet. Wie von den Bürgern ausgewählt, zeigt sich der Bogen in einem eleganten Grünton, während die restlichen Bauwerksteile in einem zurückhaltenden Grau gehalten wurden (Bild 15). Im Gegensatz zu den massiven Pfeilern und Widerlagerbauwerken des alten Viaduktes sind die neuen Unterbauten mit möglichst wenig Betonsichtflächen in die

Dämme integriert und das über 160 Jahre durch die massive Gewölbebrücke zerschnittene Tal wird durch die neue Lösung wieder geöffnet. Die Ottendorfer müssen sich sicher erst noch an die wiedergewonnenen Sichtbeziehungen im Dorf gewöhnen, die Akzeptanz für das neu entstandene Bauwerk ist jedoch allgemein groß.

Die Baumaßnahme zeigt, dass es sich durchaus lohnt, zunächst ohne Rücksicht auf alle Regularien des mannigfaltigen Vorschriftenwerks einen angemessenen Bauwerksentwurf aufzustellen. Sicher kostet die Einwerbung der Erlaubnisse und Genehmigungen für die so entstehenden Regelungslücken anschließend etwas mehr Kraft als die Planung eines Standardbauwerks. Als Ausgleich dazu kann aber – so wie an diesem Beispiel – auch bei allen Beteiligten ein besonderes Engagement für das anspruchsvolle Projekt entstehen. Wenn es um den Projekterfolg ging, haben hier bei Planung und Bau des neuen Ottendorfer Viaduktes die bauausführenden Unternehmen, die Projektleitung sowie die Planer und Bauüberwacher wirklich gemeinsam an einem Strang gezo-

gen. Das findet man im heutigen Baugeschehen immer seltener – dafür vielen Dank!

Literatur

- [1] Ulbricht, L. F.: Geschichte der Königlich Sächsischen Staatseisenbahnen. Leipzig: Zentralantiquariat der DDR, 1989
- [2] Preuß, E.; Preuß, R.: Sächsische Staatseisenbahnen. 1. Aufl., Berlin: transpress Verlagsgesellschaft mbH, 1991
- [3] Richtlinie 804:01-2013: Eisenbahnbrücken (und sonstige Ingenieurbauwerke) planen, bauen und instand halten. Verschiedene Teile
- [4] Teich, S.; Otto, J.; Bösche, T.: Das Ottendorfer Viadukt – Entwurf und Ausführung einer außergewöhnlichen Stahlbogenbrücke. Stahlbau 85 (2016) 2, S. 112–125
- [5] Otto, J.; Bösche, T.; Teich, S.: Eisenbahnüberführung Ottendorfer Viadukt – Brückenneubau innerhalb einer Sperrpause von vier Monaten. Bauingenieur 91 (2016), S. 393–400

Projektbeteiligte

| | |
|---------------------------------|---|
| Bauherr: | DB Netz AG, Produktionsdurchführung Zwickau |
| Entwurf und Ausführungsplanung: | DB ProjektBau GmbH, Zwickau Curbach Bösche Ingenieurpartner, Dresden Dittmann+Ingenieure Bauplanung GmbH & Co. KG, Dresden |
| Prüfingenieur: | Prof. Dr.-Ing. Karsten Geißler |
| Bauausführung: | ARGE „Ottendorfer Viadukt“: Ed. Züblin AG, Dresden Stahlbau Dessau GmbH & Co. KG, Dessau-Roßlau Wilfried Keßler Erdbau- und Abbruch GmbH, Plauen-Oberlosa |



Bild 15 Die neue Eisenbahnbrücke nach Fertigstellung

Foto: aeroSACHS für Deutsche Bahn