

# Das Heiligenborner Viadukt

## 170-jähriges Eisenbahnviadukt – fit gemacht für den nächsten Nutzungsabschnitt

Historische Eisenbahnviadukte sind stadt- bzw. landschaftsprägende Bauwerke. Aufgrund ihres Charakters als bedeutende Bestandteile der gebauten Umwelt, aber auch als wichtige wirtschaftliche Werte, ist der respektvolle Umgang bei Entscheidungen zur Instandsetzung und Weiternutzung dieser Zeugnisse zurückliegender Ingenieurbaukunst unabdingbar. Oft gehen derartige Umbaumaßnahmen mit einer umfassenden Erweiterung der Funktion des Bauwerks einher. Neben einer einfachen Verbreiterung des Fahrwegs können auch zusätzliche technische Einrichtungen, zum Beispiel Oberleitungsanlagen, zu erheblichen Eingriffen in das Erscheinungsbild des Bauwerks führen. Bauen im historischen Bestand stellt sowohl an die Planung als auch an die Bauausführung besondere Anforderungen.

**Stichworte** Heiligenborner Viadukt; Gewölbebrücke; Stahlbetonfahrbahn; Instandsetzung

### 1 Historie

Im Zuge der industriellen Revolution in der Mitte des 18. Jahrhunderts entwickelte sich Chemnitz zum Zentrum der sächsischen Industrialisierung und später zur zeitweise führenden Industriestadt Deutschlands. Dabei spielten insbesondere der Werkzeugmaschinenbau, der Textilmaschinenbau, die Textilindustrie und der Fahrzeugbau eine führende Rolle. Als stärkster Wachstumsmotor bei der Verteilung von Rohstoffen und Waren trat die Eisenbahn in den Vordergrund. Wegen der immer mehr 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. Bereits im Mai 1845 begannen die Bauarbeiten für den ersten Streckenabschnitt der Eisenbahnstrecke von Riesa nach Chemnitz. 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 die Ingenieure dann jedoch vor sehr komplizierte Aufgaben. Insbesondere die Überquerung der Zschopau bei Limmritz sowie die Überwindung der Täler ihrer Zuflüsse in der Region erforderten den Bau einer Vielzahl von anspruchsvollen Brückenbauwerken, Tab. 1. Alle wurden, wie damals üblich, vorwiegend aus in der unmittelbaren Nähe

### Heiligenborn viaduct

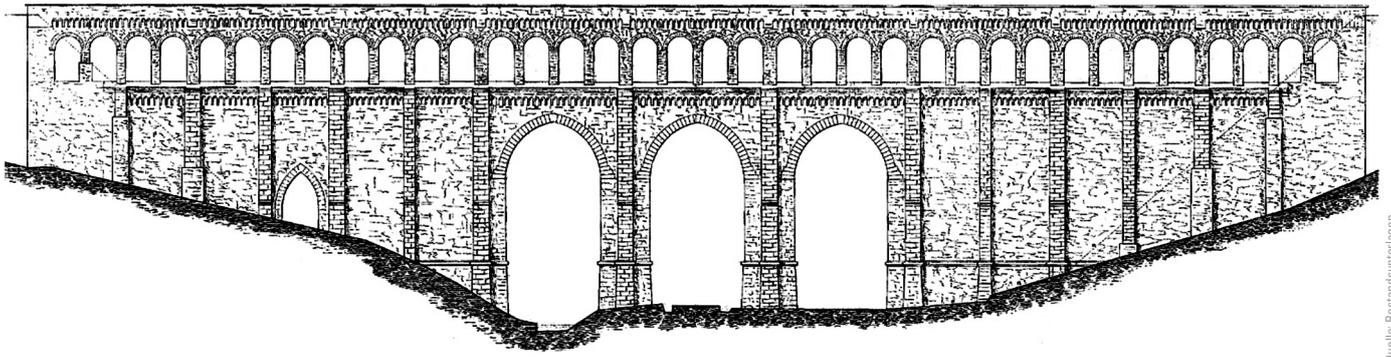
Historic railway viaducts define the cityscape or landscape. The fact that they actively shape and characterise the built environment and are considered important economic assets must, therefore, be taken into account for the restoration and further use of these testimonies of historic civil engineering. Such restoration measures are often accompanied by extensive enhancements of the structure's function. Apart from a simple widening of the track, additional technical installations such as overhead line equipment can have a significant impact on the viaduct's appearance. Thus, the restoration of heritage buildings and structures encompasses specific requirements for construction planning and construction work.

**Keywords** Heiligenborn viaduct; arch bridge; railway viaduct; reinforced concrete railway; restoration

abgebauten Natursteinen als Gewölbeviadukte hergestellt und jeweils individuell der Talgeometrie und den Gründungsverhältnissen angepasst. Der Bau des Streckenabschnitts von Limmritz bis Waldheim erwies sich jedoch wegen den unerwartet hohen Baukosten für die Chem-

**Tab. 1** Eisenbahnviadukte auf der Strecke Riesa–Chemnitz  
Historic Railway Viaducts on the railway line between Riesa and Chemnitz

| km            | Bauwerk                              | Länge (ca.) |
|---------------|--------------------------------------|-------------|
| <b>00,000</b> | <b>Riesa</b>                         |             |
| 15,567        | Viadukt Ostrau                       | 157 m       |
| 24,773        | Brücke Freiburger Mulde              | 97 m        |
| <b>28,820</b> | <b>Limmritz (Sachs)</b>              |             |
| 29,981        | Viadukt Limmritz                     | 260 m       |
| 31,459        | Viadukt Saalbach                     | 75 m        |
| 31,811        | Viadukt Steina                       | 225 m       |
| 32,362        | Viadukt Kummersmühle                 | 110 m       |
| 34,271        | Viadukt Diedenmühle                  | 170 m       |
| <b>34,931</b> | <b>Waldheim</b>                      |             |
| 36,055        | Viadukt Heiligenborn                 | 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        |
| <b>65,890</b> | <b>Chemnitz</b>                      |             |



Quelle: Bestandsunterlagen

**Bild 1** Längsansicht des Heiligenborner Viaduktes  
Longitudinal view of Heiligborn viaduct

nitz-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. 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 [1, 2]! Eines der interessantesten davon ist das Heiligenborner Viadukt.

## 2 Angaben zum Bauwerk

Das Heiligenborner Viadukt befindet sich in der Nähe von Waldheim am km 36,055 der Strecke 6255, welche die Städte Riesa und Chemnitz miteinander verbindet. Die Brücke überführt die zweigleisige Bahnstrecke über das Tal des Richzenhainer Bachs, einem Seitental der Zschopau.

Die Eisenbahnüberführung (EÜ) wurde im Jahre 1852 fertiggestellt und besitzt eine Brückenlänge von ca. 180 m. Die Brückenhöhe beträgt etwa 40 m. Die Tragstruktur des Gewölbeviaduktes ist in zwei Ebenen unterteilt. Im Bereich der oberen 1. Ebene werden die Eisenbahnverkehrslasten über insgesamt 36 gleistragende Hauptgewölbe mit lichten Weiten von 3,40 m abgetragen. Die Rundbögen und Stirnmauerungen wurden in der Ansicht aus Ziegelmauerwerk gefertigt und mit Bruchsteinmauerwerk hinterfüllt. Von den darunterliegenden Wandpfeilern mit Höhen von 5,50 m sind 25 Pfeiler aus Ziegelmauerwerk hergestellt, Bild 1. Zehn Pfeiler bestehen aus Granit-Bruchsteinmauerwerk, welche in den 1950er Jahren eine nachträgliche Schale aus Beton erhalten haben.

Die untere 2. Ebene besitzt drei gut sichtbare große Hauptöffnungen mit lichten Weiten von 12,40 m, welche durch Spitzbögen überspannt werden. Weiterhin befindet sich hier eine kleinere, ebenfalls von einem Spitzbogen überspannte Öffnung für einen Fußweg. Die großen Bögen wurden mit Dicken von 1,40 m aus Sandsteinquadernmauerwerk mit Granitbruchsteinübermauerung herge-

stellt. Die untere Ebene des Viaduktes lässt in der Ansicht außerhalb der Öffnungen die beidseitig vorhandenen Schildwände aus Natursteinmauerwerk erkennen. Die Brückenpfeiler im mittleren Bereich des Bauwerks sowie die hinter der Schildwand liegenden Brückenpfeiler und Gründungsbauteile wurden mit einer äußeren Schale aus rötlichem Porphyrtuff sowie einer Hintermauerung aus Granit-Bruchsteinmauerwerk hergestellt. Die Strecke 6255 ist der Streckenklasse D4 (DB) zugeordnet. Die örtlich zulässige Geschwindigkeit beträgt 140 km/h.

## 3 Veranlassung und Prämissen für die Generalinstandsetzung

Die Anforderungen an den Bahnverkehr hinsichtlich Schnelligkeit, Pünktlichkeit, Flexibilität, Wirtschaftlichkeit einschließlich einer effizienten Nutzung der vorhandenen Kapazitäten steigen. Der Gewährleistung eines dauerhaft leistungsfähigen und verfügbaren Schienennetzes sowie der Vermeidung von Streckenengpässen wird daher eine hohe Priorität beigemessen. Aufgrund des alterungs- und nutzungsbedingten Erhaltungszustands der EÜ Heiligenborner Viadukt war nach einer Nutzungszeit von fast 170 Jahren die Verkehrssicherheit sowie auf längere Sicht auch die Standsicherheit des Bauwerks gefährdet. So musste das Bauwerk gemäß den Ergebnissen der Brückeninspektion aus dem Jahre 2013 in die Zustandskategorie 3 eingeordnet werden. Es wurde eine baldige grundhafte Sanierung und Instandsetzung empfohlen.

Im Rahmen der Bauwerksuntersuchungen musste hierbei eine Vielzahl von Mängeln im Bereich der Bauwerksabdichtung sowie der insbesondere im Winter nicht funktionierenden Brückenentwässerung festgestellt werden. Die teilweise großflächig in das Mauerwerk eindringenden Wassermengen führten zu einer Durchfeuchtung mit einer fortschreitenden Schädigung der Bausubstanz. Entsprechende Mauerwerksdurchfeuchtungen sowie die hierdurch hervorgerufenen Hohlstellen- und Rissbildungen sind exemplarisch in den Bildern 2 und 3 gezeigt. Des Weiteren erfüllte das auf dem Bauwerk vorhandene, technisch und funktional verschlissene und substantiell stark



Quelle: MKP

**Bild 2** Rissbildung im Bereich der Pfeilerstirnseite eines Mauerwerks-pfeilers der oberen Brückenebene  
Cracking observed in front side of masonry pier of upper bridge level



Quelle: MKP

**Bild 3** Bogen in Ebene 1 – stark durchfeuchtet  
Arch in upper bridge level – heavily saturated with water

angegriffene Gleisstragwerk aus dem Jahre 1956 nicht mehr die Anforderungen des Regelwerks.

Aufgrund der vorhandenen Defizite und Mängel beabsichtigte die DB NETZ AG, Region Südost, Netz Zwickau, die vorhandene Gewölbebrücke zum Erhalt der Streckenverfügbarkeit im Zuge einer notwendigen Einzelmaßnahme grundhaft instand zu setzen. Ziel der Baumaßnahmen war es, die Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit des Bauwerks wiederherzustellen sowie unter Erhalt des Streckenstandards eine uneingeschränkte Verfügbarkeit der Strecke 6255 Riesa–Chemnitz Hbf zu gewährleisten. Im Zuge der Maßnahmen sollten neben der grundlegenden Instandsetzung des Bauwerks eine Erneuerung des Entwässerungssystems sowie die Her-

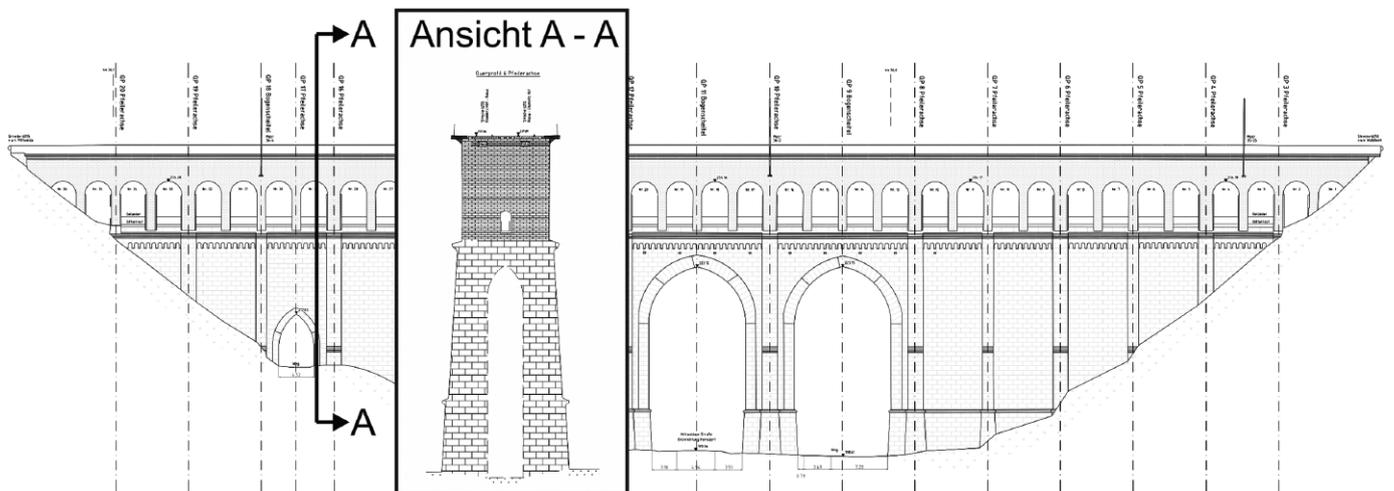
stellung eines den heutigen Anforderungen entsprechenden, zweigleisigen elektrifizierten Fahrwegs mit einem regelwerkskonformen auskragenden Gleisstragwerk erfolgen.

## 4 Bestandsbewertung

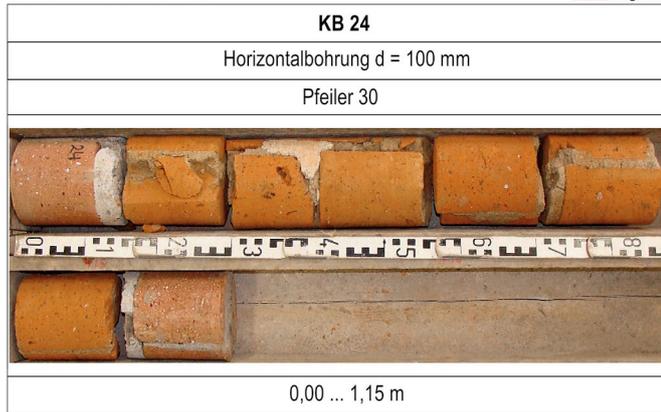
### 4.1 Stufenweise Untersuchungen

Im Anschluss an die Entscheidung für eine grundhafte Sanierung und Instandsetzung wurde in den Jahren 2016/2017 eine Reihe von vorbereitenden Untersuchungen durchgeführt. Diese berücksichtigten primär die im Hinblick auf die Bestandsbewertung durch den Tragwerksplaner erforderlichen und nachfolgend aufgeführten Punkte.

- Untersuchungen zur vollständigen Vermessung des Bauwerks
- Ermittlung der detaillierten Abmessungen des Bauwerks



**Bild 4** Querschnitt des Bauwerks im Bereich eines Querpfeilers  
Cross section of transverse pier



**Bild 5** Bohrkern des Ziegelmauerwerks im Bereich des Wandpfeilers 15 der oberen Bauwerksebene  
Masonry drill core, wall pier 15, upper bridge level

- Erfassung möglicher tragfähigkeitsbeeinflussender Schiefstellungen und Verformungen
- Untersuchungen zur Ermittlung der Materialeigenschaften und der Bauteilgeometrie
- Baugrunduntersuchungen

Bei der Erstellung der Planung waren zusätzlich Forderungen des Denkmal- sowie des Umwelt- und Naturschutzes zu berücksichtigen.

Als Ergebnis der Vermessungsuntersuchungen ist in Bild 4 ein Querschnitt des Bauwerks im Bereich eines Querpfeilers dargestellt. Es ist die komplexe Geometrie des Bauwerks mit Querbögen, auch in Pfeilerquerrichtung, erkennbar.

Die durch die DB Engineering & Consulting GmbH durchgeführten Untersuchungen zur Ermittlung der Materialeigenschaften erfolgten anhand von Kernbohrungen, die im Bereich der statisch am höchsten beanspruchten Punkte der Tragstruktur entnommen wurden. Exemplarisch ist in Bild 5 ein aus dem Bauwerk entnommener und dokumentierter Bohrkern des Ziegelmauerwerks im Bereich eines Wandpfeilers der oberen Bauwerksebene gezeigt.

Im Rahmen des Materialgutachtens wurden anschließend umfassende Laboruntersuchungen und Prüfungen zur Ermittlung der maßgebenden Festigkeitseigenschaften, der E-Moduln sowie der Wichten der Einzelkomponenten Stein und Mörtel sowie des Mauerwerks durchgeführt. Die abschließende Festlegung der Bemessungskennwerte der Bestandskonstruktion erfolgte unter Verwendung unterschiedlicher Bruchmodelle. Als zusammenfassendes Ergebnis der 2016/2017 durchgeführten Untersuchungen konnte unter Berücksichtigung der Instandsetzungsmaßnahmen ein erhaltenswerter Zustand der historischen Bausubstanz rechnerisch nachgewiesen werden. Es wurden wesentliche Grundlagen für die nachfolgende Modellierung und Nachrechnung des Bauwerks ermittelt.

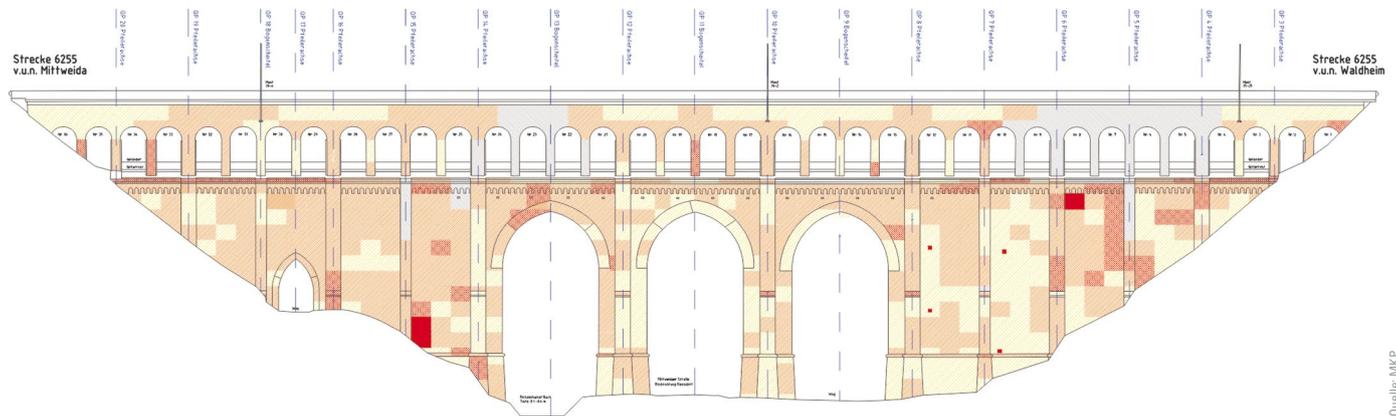


**Bild 6** Untersuchungen und Probeentnahme der 2. Untersuchungsstufe 01/2019  
Investigation and sampling, 2<sup>nd</sup> phase 01/2019

Ergänzend zur ersten Bauwerksuntersuchung und zu den Regelinispektionen erfolgten in den Jahren 2018 bzw. 2019 erweiterte Aufnahmen der Konstruktion sowie des Zustands der gesamten Außenhülle des Bauwerks. Die gewonnenen Ergebnisse bildeten die Grundlage für die in Abschn. 6 dargestellte Instandsetzungsplanung sowie die Festlegung der Eigenschaften geeigneter Instandsetzungsmaterialien. Die Untersuchungen zu Aufbau, Konstruktion und Zustand wurden im Rahmen des Instandsetzungskonzepts als Untersuchungsplanung zusammengestellt.

Mit der Regelinispektion und der Aufnahme von Konstruktion und Zustand im Rahmen von Ortsbegehungen lagen für die Planung schadensbezogener Instandsetzungsmaßnahmen qualitative Aussagen zum Instandsetzungsbedarf vor. Zur Klärung des Instandsetzungsumfangs als Grundlage für die Kostenberechnung in der Entwurfsplanung und für die Mengenermittlung der Ausschreibungsunterlage war zudem eine Quantifizierung der Schäden erforderlich. Diese erfolgte vor dem Beginn der Baumaßnahme durch eine von der Geländeoberkante mit Fernglas und vom Inspektionsgang der 1. Brückenebene durchgeführte Schadensgrobkartierung. Dazu wurde auf Grundlage der vorhandenen Vermessung die Bauwerksoberfläche in ein Raster von ca. 2 m × 2,5 m großen Feldern unterteilt. Jedem Feld dieses Rasters wurde in Abhängigkeit von den sichtbaren Schäden eine Zustandsklasse zugeordnet. Die fünf Zustandsklassen waren für die vorhandenen Materialoberflächen Natursteinmauerwerk, Ziegelmauerwerk und Stahlbeton mit jeweils unterschiedlichen Schadensarten und -umfängen definiert. Die Grobkartierung der Brückenansichten, Pfeileransichten und Gewölbeabwicklungen wurde durch eine Detailkartierung mit der detaillierten Aufnahme von Fugen- und Steinschäden sowie Rissen in zwei Bauwerksachsen untersetzt, Bild 7.

Durch Bauwerksinspektionen, Ortsbegehungen, Schadenskartierungen und die Voruntersuchungen in zwei



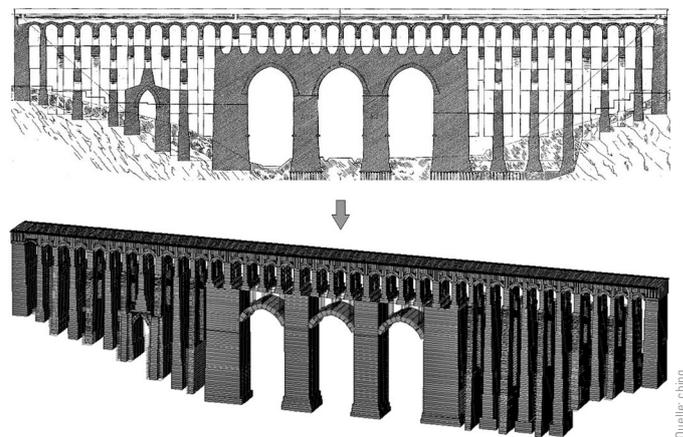
**Bild 7** Auszug aus der Schadensgrobkartierung, Ansicht bahnlinks  
Excerpt from approximate damage assessment

Stufen waren verschiedene Schadenstypen bekannt, denen entsprechend Instandsetzungskonzept geeignete Maßnahmen zur Sicherstellung von Dauerhaftigkeit, Standsicherheit und Verkehrssicherheit zugeordnet wurden. Zur Festlegung des Instandsetzungsbedarfs für von außen nicht erkennbare Schäden wurden ausführungsbegleitende Untersuchungen geplant. Beispielsweise erfolgten zur Erkundung von Hohlräumen und Abschalungen Sondierungsbohrungen und ein Abklopfen der Oberfläche. Die am Stahlbeton im Vorfeld punktuell durchgeführten Untersuchungen erfolgten im eingerüsteten Zustand im regelmäßigen Raster als Grundlage für die ausführungsbegleitende Planung zur Anpassung des Oberflächenschutzsystems. Die Bestätigung des Injektionserfolgs wurde an ausgewerteten Kernbohrungen dokumentiert.

Entsprechend dem Planungs- und Ausführungsfortschritt wurden Bauwerksuntersuchungen in mehreren Stufen durchgeführt. Die Aufgabenstellung der sich ergänzenden Untersuchungsstufen basierten auf den Erkenntnissen der vorangegangenen Untersuchungen sowie den Fragestellungen der aktuellen Planung und des Bauwerkszustands. Damit konnten für Berechnung, Entwurf, Ausschreibung und die Phasen der Ausführung die jeweils erforderlichen Bauwerksinformationen zur Verfügung gestellt werden.

#### 4.2 Nachrechnung des Bestandsbauwerks

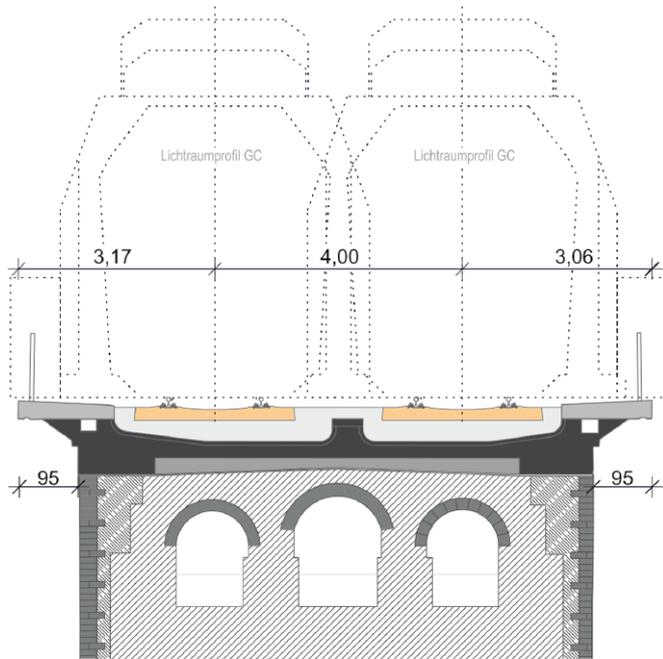
Nach dem Abschluss der in Abschn. 4.1 beschriebenen vorbereitenden Untersuchungen wurde durch das Büro Curbach Bösche Ingenieurpartner eine Nachrechnung des Bauwerks auf der Basis der Ril. 805 „Nachweise zur Tragfähigkeit bestehender Brückenbauwerke“ [11], durchgeführt. Das Modul Ril. 805.0203 12/2010 behandelt hierbei die Grundlagen der Bewertung von Gewölbebrücken, Unterbauten und Gründungen. Zusätzlich zu den Ergebnissen der vorbereitenden Untersuchungen erfolgten in Vorbereitung der Nachrechnung detaillierte Auswertungen der Bestandsunterlagen sowie eigene Sichtprüfungen am Bauwerk zur Feststellung von Geometrie



**Bild 8** 3D-FE-Modell des Bauwerks  
3D finite element model of the bridge

und Zustand. Dies ermöglichte die Erfassung der Details der Gesamtstruktur einschließlich zu beachtender Bauwerksbesonderheiten und Randbedingungen. Weiterhin konnten aus den Bestandsunterlagen Erkenntnisse zur Belastungshistorie sowie hinsichtlich durchgeführter Sanierungen des Bauwerks abgeleitet werden. Die Nachrechnung des Bauwerks erfolgte mithilfe eines wirklichkeitsnahen dreidimensionalen FE-Modells. Das verwendete Modell ist in Bild 8 (ohne Einblendung der beidseitig der drei Hauptöffnungen vorhandenen Schildwände) dargestellt. Die Tragbögen innerhalb des Modells wurden als Stabwerke mithilfe von acht nebeneinanderliegenden Einzelbögen modelliert. Die Abbildung der Brückenpfeiler und der Widerlagerwände erfolgte innerhalb des Berechnungsmodells mithilfe von FE-Schalenelementen.

Die Nachweise erfolgten unter Beachtung des globalen Sicherheitskonzepts sowie des Teilsicherheitskonzepts gemäß Ril. 805 [11]. Im Rahmen der statischen Berechnungen konnte damit die Tragsicherheit der Bestandskonstruktion der EÜ Heiligenborner Viadukt nachgewiesen werden.



**Bild 9** Ausgangssituation bestehendes Gleistragwerk aus dem Jahre 1956  
Condition of the existing track supporting structure built in 1956

## 5 Planung des neuen Fahrwegs

### 5.1 Entwurf des neuen Gleistragwerks

Wie bereits in den Abschn. 3 und 4 beschrieben, war die Planung und Entwicklung eines neuen regelwerkskonformen Gleistragwerks ein zentraler Punkt der Planungsaufgabe. In Bild 9 ist exemplarisch der Ausgangszustand unter Beachtung des 1956 hergestellten Gleistragwerks zzgl. des erforderlichen Regellichtraums dargestellt. Es ist deutlich erkennbar, dass die Geometrie des bestehenden

Gleistragwerks nicht den heutigen Anforderungen an Sicherheitsabstände, Rettungswege, Abstände der Kappen zur Gleisachse und Mindestbettungsstärke genügt. Unter Beachtung der aktuellen Regelwerksanforderungen wurde das in Bild 10 dargestellte neue Gleistragwerk mit einer Breite von 11,5 m entwickelt. Infolge der Vergrößerung der beidseitigen Kragarmbereiche des Gleistragwerks konnten unter Beachtung des Regellichtraums sowie der erforderlichen Gleisabstände die Forderungen an Ausbildung und Abmessungen der beidseitigen Rand- und Rettungswege und die geforderten Mast- und Geländerabstände von der Gleisachse eingehalten werden.

Die Planung des Gleistragwerks berücksichtigte zudem eine Vielzahl weiterer maßgebender Randbedingungen. Diese umfassen unter anderem

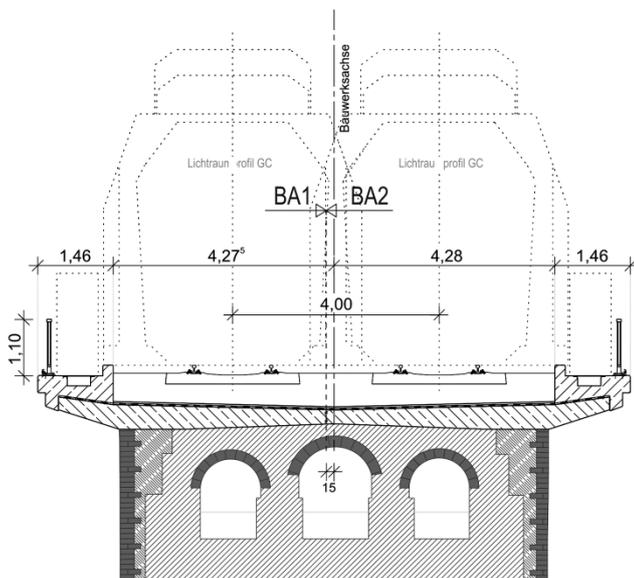
- die Bestandskonstruktion,
- die Entwässerung,
- die Trassierung,
- die Anforderungen an die Gesimsausbildung,
- die Querfugenanordnung sowie
- die Aspekte des Denkmalschutzes,
- des Umwelt- und Naturschutzes sowie
- bautechnologischer Anforderungen.

Durch die Verbreiterung des Querschnitts wurden im Anschlussbereich zum Streckenquerschnitt Widerlager als Übergangskonstruktionen zum Querschnitt der anschließenden Dammlagen erforderlich.

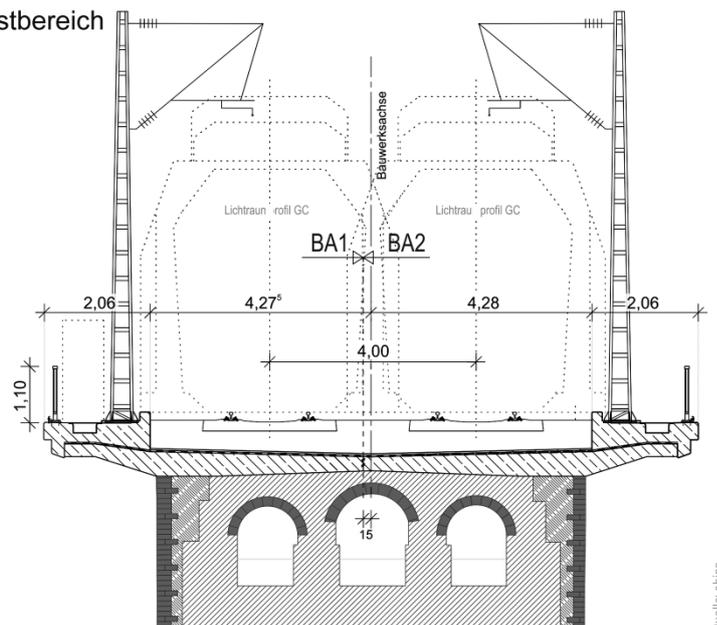
### 5.2 Modellierung des Bauwerks

Die Bemessung des Gleistragwerks erfolgt mithilfe von in horizontaler und vertikaler Richtung elastisch auf dem Bestand gebetteten FE-Schalenelementen. Die elastische

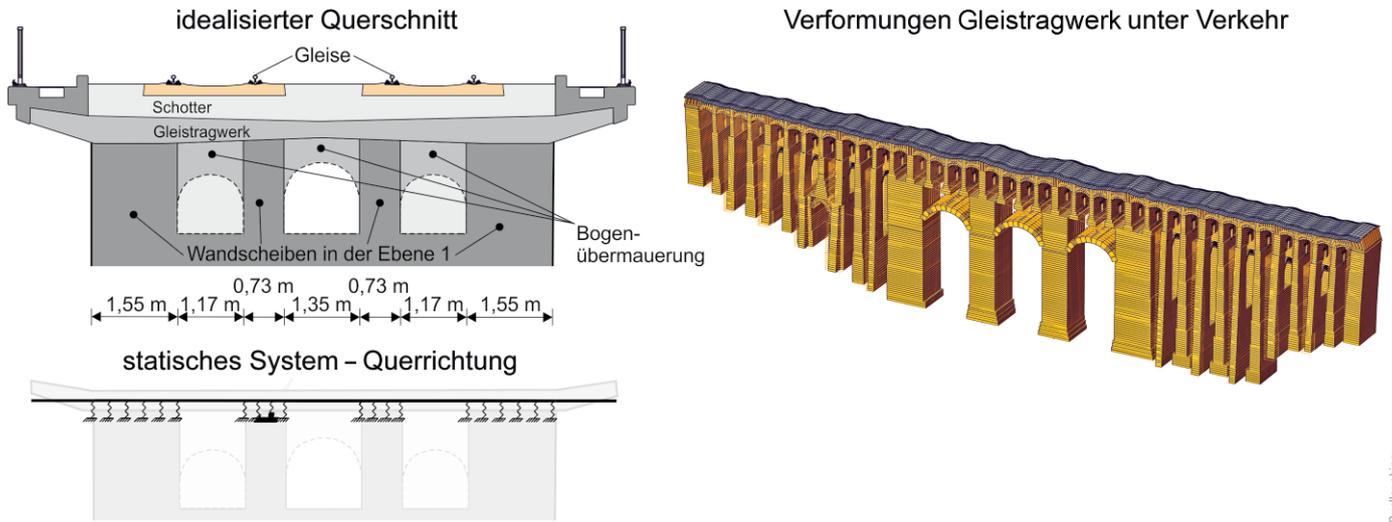
#### Regelbereich



#### Mastbereich



**Bild 10** Regelwerkskonformes neues Gleistragwerk  
New track supporting structure in line with code requirements



**Bild 11** Regelsystem neues Gleistragwerk  
Static system for new track supporting structure

Bettung berücksichtigt die hier rechts dargestellten unterschiedlichen Lagerungsbedingungen auf dem Bestands-tragwerk. Bild 11 zeigt einen Ausschnitt aus dem unter Beachtung der variierenden Plattendicken modellierten Regelsystem des Gleistragwerks. Infolge der abschnittsweisen halbseitigen Herstellung des neuen Gleistragwerks erfolgten im Rahmen der Planung gesonderte statische Untersuchungen zum Nachweis der Trag- und Lage-sicherheit in den Bauzuständen.

### 5.3 Ausstattung des neuen Gleistragwerks

Wie bereits im Rahmen der Bestandsbewertung darge-stellt, wurde während des Planungsprozesses der Wiederherstellung einer dauerhaft funktionsfähigen Abdichtung und Entwässerung des Viadukts und der dadurch möglichen Vermeidung von zukünftigen durchfeuchtungsbedingten Schädigungen der vorhandenen Bausubstanz eine hohe Priorität beigemessen. Neben der dauerhaften Neukonzeption der Bauwerksentwässerung sowie der regelwerkskonformen Ausbildung der Abdichtung lag hier bei ein großes Augenmerk auf der Ausbildung und An-

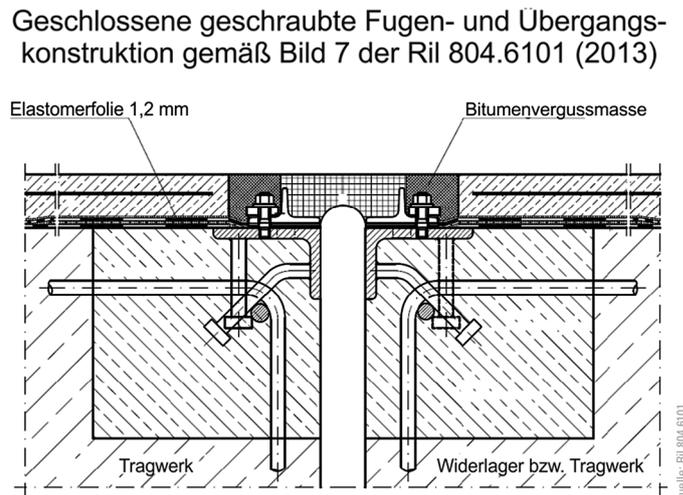
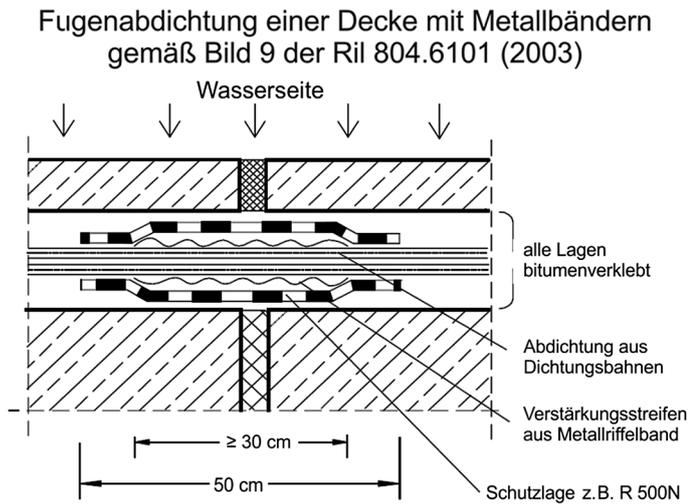
zahl der im Bereich des Gleistragwerks erforderlichen Querfugen. Insbesondere bei älteren Bestandsbauwerken stellen die Querfugen Schwachpunkte dar, Bild 12.

Welche Möglichkeiten werden im Regelwerk für die Aus-bildung der Querfugen genannt? Bei früheren Sanierun-gen wurde im Bereich der Querfugen die geklebte Bewe-gungsfuge Typ I analog zur AIB (Anweisung für Abdich-tung von Ingenieurbauwerken) [14] ausgeführt, Bild 13. Die entsprechende Fugenausbildung zur Abdichtung von Überbauten war bis 2013 im Bereich der DB Deutsche Bahn AG in der Richtlinie 804 – Eisenbahnbrücken, Modul 804.6101, geregelt und damit „erlaubt“. Aus dem aktuellem Regelwerk ist die geklebte Bewegungsfuge Typ I verschwunden und es ergibt sich die Notwendigkeit der Ausbildung der in Bild 13 dargestellten dauerhaften, aber deutlich kostenintensiveren geschlossenen und ge-schraubten Übergangskonstruktionen.

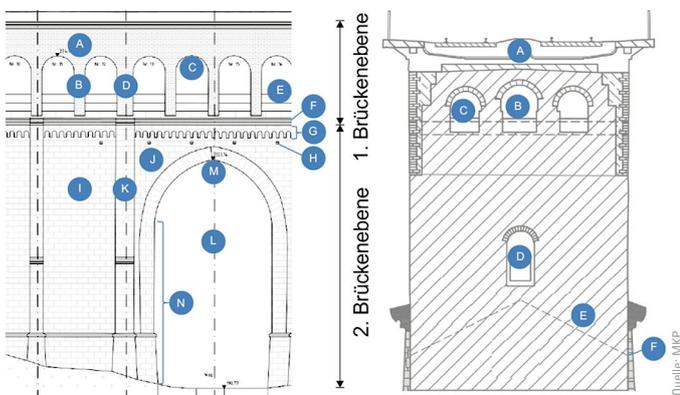
Betrachtet man die vorhandene Literatur, so lassen sich hinsichtlich einer Querfugenanordnung zwei unterschiedliche Herangehensweisen erkennen. Die alte Reichsbahn-richtlinie „Fahrbahnwannen auf Gewölbebrücken“ [13] verlangt Fugen in den Drittelpunkten der Gewölbe-öffnung und über den Pfeilern mit maximalen Abständen von 6 m, um eine Interaktion Gleistragwerk/Gewölbe-tragwerk bei der Tragwirkung in Brückenlängsrichtung auszuschließen. Aufgrund der kurzen Bogenspannweiten der 36 im Bereich der Ebene 1 vorhandenen Bögen wären somit bei einer Anordnung nach der Richtlinie 72 Querfugen notwendig gewesen. Die neue Herangehensweise bevorzugt „wenig Querfugen“, dafür ist aber in der Planung die Interaktion zwischen Gleistragwerk und Ge-wölbe-tragwerk in Brückenlängsrichtung genau zu unter-suchen. Für das vorliegende Bauwerk wurde zur Mini-mierung der Fugenanzahl eine ausführliche Untersu-chung zur Interaktion zwischen Gleistragwerk und Ge-wölbe-tragwerk durchgeführt. Die Anzahl der auf dem Bauwerk notwendigen Querfugen konnte dadurch auf nur fünf Querfugen verringert werden.



**Bild 12** Wasserdurchtritt im Fugenbereich des Bestandstragwerks  
Water penetration of joint area of the existing track supporting structure



**Bild 13** Fugenausbildung gemäß Ril 804.6101 (2003) und Ril 804.6101 (2013)  
Joint design in line with guideline 804.6101 (2003) and guideline 804.6101 (2013)



**Bild 14** Auszug Bauwerksansicht, Definition Bauteilbezeichnungen  
Partial building view, definition of component designations

## 6 Instandsetzungsplanung

### 6.1 Konstruktion, Zustand, Schäden

Wie bereits beschrieben, besteht das Heiligenborner Viadukt aus zwei Gewölbeebenen mit weiteren Bauteilen und Konstruktionen aus unterschiedlichen Materialien, vgl. Bild 1. Als Arbeitsgrundlage für die Planungsphasen und Instandsetzung wurde daher analog zu Bild 14 eine Bauwerksbeschreibung mit der Definition wesentlicher Bauteile erstellt. Nachfolgend werden ausgewählte typische, im Rahmen der Instandsetzungsplanung bearbeitete Schadensbilder der Konstruktion beschrieben.

So waren bei einem überwiegenden Teil der Pfeiler und Gewölbebögen der ersten, oberen Brückenebene im Bereich der Gewölbebögen und Pfeiler aus Ziegelmauerwerk die in Bild 15 gezeigten Abrisse und Stirnringrisse feststellbar. Etwa 40% der Gewölbeflächen und ca. 60% der Ansichtsflächen zeigten zudem Fugenschäden in Form von Fehlstellen, Hohllagen und Flankenabrissen. Vereinzelt waren Mauerziegel bis zu 3 cm Tiefe zurückgewittert. Die nachträglich mit etwa 15 cm starken Stahlbetonschalen verkleideten Natursteinpfeiler der oberen Brückenebene zeigten lokale Betonfehlstellen mit teilwei-



**Bild 15** Detail Gewölbebogen aus Ziegelmauerwerk, 1. Brückenebene, Abriss Mauerwerksschale  
Detailed view of brick masonry arch, upper bridge level

se freiliegender korrodierter Bewehrung. Vereinzelt waren Risse vorhanden, insbesondere im Scheitelbereich der Pfeilerdurchgänge des Inspektionsgangs.

Am rötlichem Mauerwerk aus Porphyrtuff der Stirnwände und Pfeiler war neben umfangreichen Fugenschäden vergleichsweise häufig der Naturstein in unterschiedlicher Ausprägung gerissen. In Teilbereichen war der Porphyrtuff bis zu 5 cm Tiefe verwittert. Am Quadermauerwerk der Gewölbebögen und Natursteinpfeiler aus Sandstein zeigten sich Fugenfehlstellen, Steinabwitterungen und Bewuchs. Am oberen Abschluss der 2. Brückenebene wurden im Bereich der drei Hauptbögen Entwässerungskehlen zur Ableitung von Schlagregen angeordnet. Aufgrund von Fugenschäden und Gefügestörungen im Schichtenmauerwerk dieser Kehlen konnte der anfallen-



**Bild 16** Ansicht Gruppenpfeiler aus Naturstein mit Stahlbetonschale, 1. Brückenebene  
View of group piers made of natural stone with reinforced concrete shell, upper bridge level



**Bild 17** Ansicht Entwässerungskehle mit Fugenfehlstellen, Gefügeschäden und Bewuchs  
View of drainage valley with joint defects, structural damage, and vegetation

de Niederschlag hier nicht mehr planmäßig abgeleitet werden und ist in die Konstruktion eingedrungen, Bild 17.

## 6.2 Instandsetzung

Als Hauptursache für die Schäden am Mauerwerk muss die langjährige, starke Wassereinwirkung infolge der fehlenden bzw. schadhaften Abdichtung und Entwässerung des Bauwerks angesehen werden. Die resultierenden Schadensbilder zeigten sich vorwiegend anhand von frostbedingten Gefügeschäden, Natursteinabplatzungen und Bindemittelausspülungen aus dem Mauermörtel sowie damit im Zusammenhang stehenden Bindemittelablagerungen und Schadsalzausblühungen an den Steinoberflächen.

Ziel der Instandsetzung war die Sicherstellung der Dauerhaftigkeit und Verkehrssicherheit sowie der Verbesserung der Tragfähigkeit im Bereich von Abrissen. Dabei

wurde keine vollständige Wiederherstellung der bauzeitlichen Oberflächen, Geometrien und Kanten verfolgt. Die Instandsetzung beinhaltete im Wesentlichen die nachfolgenden Schritte:

- Entgrünung
- Grundreinigung
- Flächige Untersuchung und Maßnahmenfestlegung vom Gerüst
- Musterflächen
- Fugeninstandsetzung
- Partieller Steinaustausch und Mauerwerksaustausch
- Rissinstandsetzung
- Instandsetzung der Abschalungen durch Vernadelungen und Verfüllungen
- Betoninstandsetzung durch Reprofilierung und Oberflächenschutzsystem
- Instandsetzung der Entwässerungskehlen
- Havarieentwässerung der Spandrillgänge

Die Ausarbeitung der zugehörigen Instandsetzungsplanung erfolgte entsprechend dem Erfordernis der Leistungsphase. Dabei wurden die vorhandenen Anlagen des Bestandsbauwerks und die Ausführung der Instandsetzung ausführlich beschrieben. Weiterhin wurden Mengen und Kosten ermittelt und der Leistungsablauf beschrieben.

Erst mit der Einrüstung des gesamten Bauwerks, der Durchführung weiterführender baubegleitend ermittelter Untersuchungen und den Erkenntnissen aus Öffnungen im Zuge der Instandsetzung erweiterte sich das Bild von Konstruktion und Zustand. Auch beim Heiligenborner Viadukt war daher zur Fortschreibung der Instandsetzungsplanung die baubegleitende Fachberatung erforderlich. Zur Unterstützung der örtlichen Bauüberwachung bei fachlichen Fragen zur Mauerwerksinstandsetzung wurde die Fachberatung im Rahmen entsprechender Baustellentermine für die Umsetzung und sofern erforderlich die Weiterführung der Planung einbezogen. Dabei wurden Musterflächen, Materialien, Arbeitsschritte und das Erscheinungsbild der Instandsetzung abgestimmt und dokumentiert.

## 6.3 Bewertung konstruktiver Schäden

Im Rahmen der Sanierungsplanung des Bauwerks wurden zusätzliche rechnerische Betrachtungen zur Bewertung konstruktiver Schäden sowie zum Nachweis der Standsicherheit der Bestandskonstruktion im Sanierungszustand durchgeführt. Weiterhin erfolgte die Bemessung der zur Herstellung eines tragfähigen Gesamtquerschnitts erforderlichen Vernadelung und Verfüllung der betroffenen Mauerwerksbereiche.

## 7 Bauausführung und Baustellenlogistik

Eine wichtige Planungsgrundlage bestand in der Forderung einer ständigen, mindestens eingleisigen Verfügbar-



**Bild 18** Heiligenborner Viadukt während der Bauarbeiten  
Heiligenborn viaduct restoration work

keit der Strecke für den Eisenbahnverkehr. Hierzu wurden die Arbeiten am Viadukt gleisweise in zwei Bauzuständen durchgeführt, in dem das jeweilige Richtungsgleis zwischen Waldheim und Mittweida gesperrt und zum Baugleis erklärt wurde. Im jeweiligen Nachbargleis wurde eingleisiger Betrieb vorgesehen, der in beide Richtungen signalisiert als Regelbetrieb erfolgte. Um während der gleisweisen Ertüchtigung des Bauwerks zwischen Mittweida und Waldheim weiterhin unter Signaldeckung fahren zu können, wurde zwischen den Betriebsstellen Waldheim und Mittweida im zeitlichen Vorlauf der Gesamtmaßnahme die Einrichtung eines Gleiswechselbetriebs erforderlich. Für die Andienung der Bauarbeiten am Brückenkopf wurden vorwiegend die im Bereich der rückgebauten Gleise angelegten Baustraßen genutzt. Dies bedingte eine detaillierte Abstimmung der Abbrucharbeiten auf die abschnittsweise Herstellung des neuen Gleistragwerks. Für die Sicherung des Betriebsgleises auf dem Bauwerk im ersten Bauabschnitt konnte eine im Bestand vorhandene Mittelwand genutzt werden, im zweiten Bauabschnitt erfolgte der Einsatz einer speziell entwickelten Schotterhalterung.

Ungeachtet des üblichen Ringens um Termine und Kosten waren Planung und Bauausführung durch ein gemeinsames, kollegiales und zielorientiertes Arbeiten geprägt, Tab. 2. So konnten, trotz der bei Instandsetzungsarbeiten nicht gänzlich auszuschließenden Überraschungen und der Coronapandemie, die geplanten Bautermine uneingeschränkt gehalten werden.

## 8 Zusammenfassung

Das Heiligenborner Viadukt wurde 1852 in der Nähe der sächsischen Stadt Waldheim bei km 36,055 der Strecke

**Tab. 2** Projektbeteiligte  
Project Team

|  |  |
|--|--|
| Bauherr                                      | DB Netz AG, Regionalbereich Südost   |
| Projektleitung                               | DB Netz AG, Regionales Projektmanagement   |
| Planung und Projektdurchführung              | DB Engineering und Consulting GmbH   |
| Tragwerksplanung                             | Cbing, Curbach Bösche Ingenieurpartner   |
| Planung Instandsetzung der Unterbauten       | MKP, Marx Krontal Partner GmbH   |
| Prüfingenieur                                | Prof. Dr.-Ing. Karten Geißler  |
| Materialuntersuchungen und Bestandserkundung | DB Engineering & Consulting GmbH   |
| Bauüberwachung                               | Bollert & Henschel Ingenieurgesellschaft   |
| Bauausführung                                | Arbeitsgemeinschaft EÜ Heiligenborner Viadukt<br>Ed. Züblin AG, Direktion Brückenbau<br>Lasch GmbH Zwickau Gleis-, Hoch- und Tiefbau<br>Wilfried Keßler Erdbau- und Abbruch GmbH |
| Instandsetzung Mauerwerk                     | DB Netz AG, Regionale Instandsetzung   |

6255 zwischen Riesa und Chemnitz erbaut. Die ca. 180 m lange und ca. 40 m hohe Gewölbebrücke überspannt mit ihren charakteristischen 36 Gewölbebögen als landschaftsprägendes technisches Denkmal ein Seitental der Zschopau.

Im Zuge der grundhaften Instandsetzung wurde das Bauwerk im Zeitraum von 2019 bis 2021 fit für den nächsten Nutzungsabschnitt gemacht. Die Baumaßnahme konnte im Jahre 2021 erfolgreich abgeschlossen werden. Da-

durch kann das historische Bauwerk rechtzeitig zu seinem 170. Geburtstag in alter Schönheit und neuem Glanz erstrahlen.

## Literatur

- [1] Ulbricht, L. F. (1989) *Geschichte der Königlich Sächsischen Staatseisenbahnen*. Leipzig: Zentralantiquariat der DDR.
- [2] Preuß, R.; Preuß, R. (1991) *Sächsische Staatseisenbahnen*. 1. Auflage, Berlin: transpress Verlagsgesellschaft mbH.
- [3] Teich, S. et al. (2016) *Das Ottendorfer Viadukt – Entwurf und Ausführung einer außergewöhnlichen Stahlbogenbrücke*. Stahlbau 85, H. 2, S. 112–125.
- [4] Otto, J. et al. (2016) *Eisenbahnüberführung Ottendorfer Viadukt – Brückenneubau innerhalb einer Sperrpause von vier Monaten*. Bauingenieur 91, H. 10, S. 393–400.
- [5] Hering, E.; Bösche, T.; Burkhardt, R. (2011) *Bahrmühlenviadukt – Erhaltung und Ertüchtigung der 15-Bogen-Natursteinbrücke an der Strecke Neukieritzsch-Chemnitz*. Bau-technik 88, H. 7, S. 459–465.
- [6] Kertscher, G. (2015) *150 Jahre Eisenbahn im Vogtland*. EI-Eisenbahningenieur 97, H. 2, S. 53–57.
- [7] Bayer, P.; Stritzke, J. (2009) *Die Göltzschtal-Brücke. Historische Wahrzeichen der Ingenieurbaukunst in Deutschland* Band 2. Bundesingenieurkammer (Hrsg.).
- [8] Bösche, T.; Buchmann, L.; Sieber, M.; Döring, K.-H. (2014) *Denkmal und moderne Brücke? Der Ausbau des Göltzschtalviaduktes für den elektrifizierten Eisenbahnverkehr Bahrmühlenviadukt*. Vortrag zum Dresdner Brückenbausymposium, Dresden.
- [9] Deutsche Bundesstiftung Umwelt (2020) *Arbeitshilfe zum Umgang mit historischen Eisenbahnbrücken*. Ausgabe Jan. 2020.
- [10] Meichsner, E. (2019) *Instandsetzung einer Eisenbahnbrücke aus Nagelfluh*. Tagungsband zur Fachtagung Historische Eisenbahnbrücken.
- [11] DB Netz AG Richtlinie (2010) *Ril 805: Tragsicherheit bestehender Eisenbahnbrücken*.
- [12] DV 835 *Anweisung für Abdichtung von Ingenieurbauwerken (AIB)*.
- [13] Deutsche Reichsbahn (1979): *Richtlinie für Fahrbahnwan-nen auf Gewölbebrücken*.
- [14] DB Netz AG Richtlinie Ril 804: *Eisenbahnbrücken (und sonstige Ingenieurbauwerke) planen, bauen und instand halten*.

## Autorin und Autoren



Dipl.-Ing. Elke Hering  
elke.k.hering@deutschebahn.com  
DB Engineering & Consulting GmbH  
Konstruktiver Ingenieurbau Leipzig/Dresden  
Am Bahnhof 2a  
08056 Zwickau



Dr.-Ing. Enrico Lorenz (Korrespondenzautor)  
el@cbing.de  
cbing – Curbach Bösche Ingenieurpartner  
Bergstraße 21a  
01069 Dresden



Dipl.-Ing.(FH) Erik Meichsner  
erik.meichsner@marxkrontal.com  
MARX KRON TAL PARTNER  
Zum Hospitalgraben 2  
99425 Weimar



Dipl.-Ing. Rainer Schwedes  
rsc@cbing.de  
cbing – Curbach Bösche Ingenieurpartner  
Bergstraße 21a  
01069 Dresden



Thomas Herrmann  
Bau- und Projektleitung Arbeitsvorbereitung  
thomas.herrmann@strabag.com  
STRABAG AG, Direktion Brückenbau,  
Bereich Brückenbau Süd-Ost  
Radeburger Straße 28  
01129 Dresden



Prof. Dr.-Ing. Thomas Bösche  
tb@cbing.de  
HTW Dresden/cbing  
Bergstraße 21a  
01069 Dresden

## Zitieren Sie diesen Beitrag

Hering, E.; Lorenz, E.; Meichsner, E.; Schwedes, R.; Herrmann, T.; Bösche, T. (2022) *Das Heiligenborner Viadukt – 170-jähriges Eisenbahnviadukt – fit gemacht für den nächsten Nutzungsabschnitt*. Beton- und Stahlbetonbau 117, H. 3, S. 206–216.  
<https://doi.org/10.1002/best.202200012>