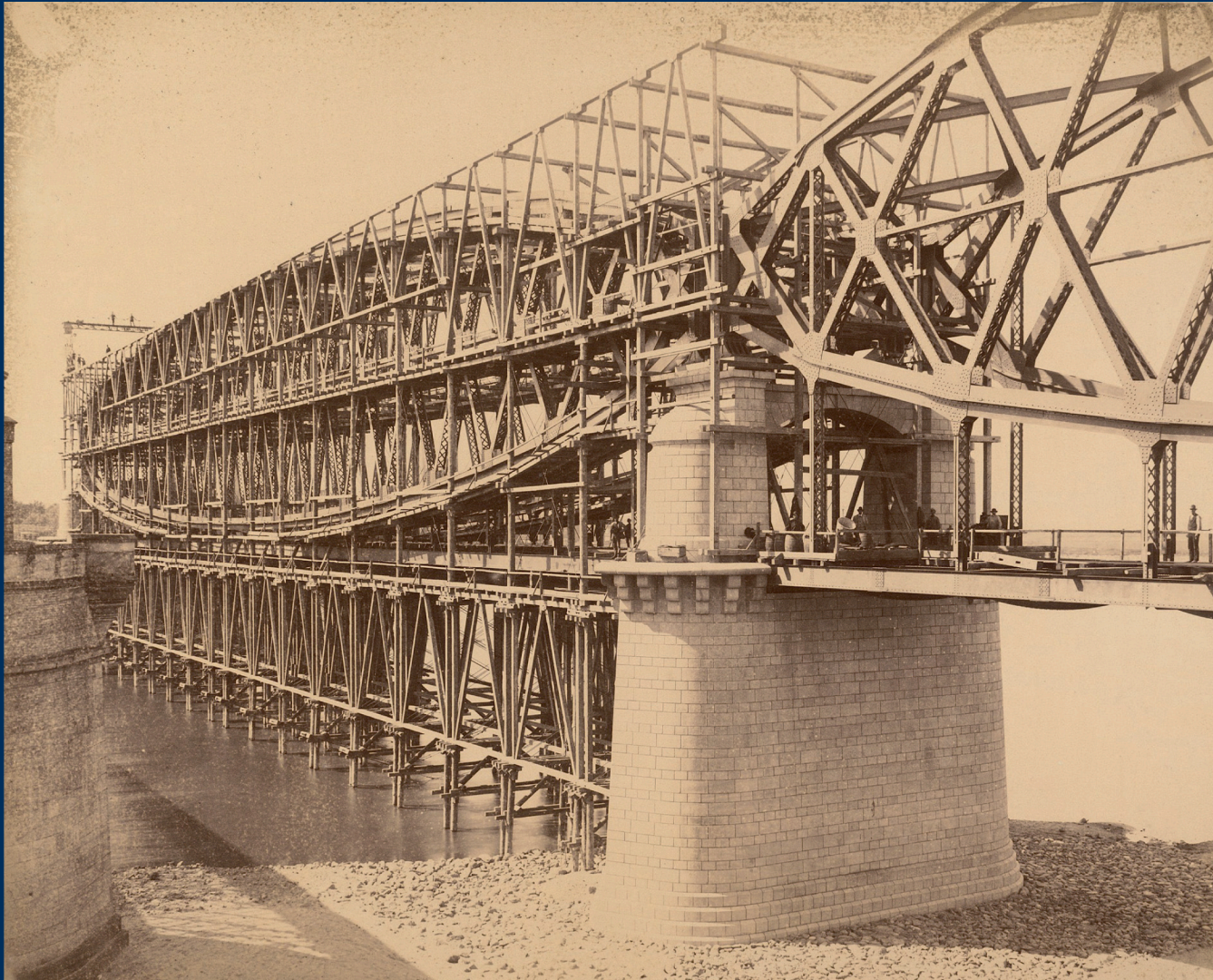




**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

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

Chemnitztalviadukt – Neubau versus Bestandserhaltung

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Richard Stroetmann

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH, Dresden

Dipl.-Ing. (FH) Lutz Buchmann

DB ProjektBau, Regionalbereich Südost, Dresden

Dipl.-Ing. Toralf Zeißler

ehemals KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH, Erfurt

Dipl.-Ing. Steffen Oertel

KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH, Dresden

1 Einführung

Mit dem ersten gesamtdeutschen Bundesverkehrswegeplan von 1992 ist auch die erste Ausbaustufe der Strecke Karlsruhe–Stuttgart–Nürnberg–Leipzig/Dresden beschlossen worden. Sie ist als Projekt L13 im Bundesverkehrswegeplan 2030 verankert. Im Jahr 1993 wurde das entsprechende Bundesschienenwegeausbaugesetz mit dem Ausbau der o. g. Strecke als vordringlicher Bedarf (Anlage 1, Zif. 13 zu §1 BSchwAG) verabschiedet. Damit lagen die Grundlagen für das Planungsrecht und die Finanzierung zur Projektrealisierung der Gesamtmaßnahme vor. Mit dem Streckenausbau werden die Voraussetzungen für ein durchgängiges bogenschnelles Fahren mit Neigetechnikzügen und die Streckenklasse D4 (Achslast 22,5 t) für den Güterschienenverkehr geschaffen. Von besonderer Bedeutung für die gesamtdeutsche Verkehrspolitik ist insbesondere die sog. *Sachsen-Franken-Magistrale* zwischen Hof und Dresden, die einer grundlegenden Erneuerung und Modernisierung bedurfte (Bild 1).

Die verkehrspolitischen Ziele für die Sachsen-Franken-Magistrale sind:

- ❑ die Erhöhung der Verfügbarkeit und die qualitative Verbesserung der Infrastruktur, um einen



Bild 1 Gesamtübersicht der Sachsen-Franken-Magistrale © DB Netz AG

dauerhaft sicheren und leistungsfähigen Bahnbetrieb zu ermöglichen,

- ❑ die Neugestaltung von 55 Verkehrsstationen unter Berücksichtigung der Barrierefreiheit,
- ❑ die Verbesserung der Schnittstellen zu anderen Verkehrsträgern, insbesondere dem Straßen- und dem Schienenpersonennahverkehr (SPNV),
- ❑ die Verringerung der bestehenden Lärmbelastungen an der Bahntrasse,
- ❑ die Verbesserung der städtebaulichen Situation in den betreffenden Städten und Gemeinden.

Um die genannten Ziele zu erreichen, sind die grundlegende Erneuerung der durchgehenden Hauptgleise mit Oberleitungsanlagen, die Modernisierung der Leit- und Sicherungstechnik sowie der Streckenausbau auf eine Geschwindigkeit von bis zu 160 km/h vorgesehen. Diese Maßnahmen konnten im Abschnitt der Sachsen-Franken-Magistrale zwischen Hof und Dresden/Leipzig in den vergangenen Jahren weitestgehend abgeschlossen werden. Allein die Modernisierung des rund 2,8 km langen Teilabschnittes der Sachsen-



Bild 2 Gesamtübersicht zum Chemnitzer Bahnbogen © DB Netz AG

Franken-Magistrale zwischen dem Chemnitzer Hauptbahnhof und Chemnitz-Kappel („Chemnitzer Bahnbogen“, Bild 2) steht noch aus.

Die Strecke des Chemnitzer Bahnbogens besteht aus zahlreichen Brücken und weiteren Kunstbauwerken, die einen erheblichen Sanierungsbedarf aufweisen. Im Rahmen der Modernisierung und Ertüchtigung dieser innerstädtischen Bahnstrecke sind Entwurfsgeschwindigkeiten von 160 km/h für Züge mit Neigetechnik und 120 km/h für konventionelle Züge vorgesehen. Für den Chemnitzer Bahnbogen sind ein Baubeginn im Jahr 2019 und eine Betriebsaufnahme im Jahr 2023 geplant. Die Bundesrepublik Deutschland und die Deutsche Bahn haben für die anstehenden Baumaßnahmen Kosten in Höhe von 120 Mio. Euro geplant.

2 Konstruktion und Zustand des Chemnitztalviaduktes

Das zwischen 1901 und 1909 errichtete Chemnitztalviadukt überspannt die Annaberger Straße, den Fluss Chemnitz und die Beckerstraße. Er ist Teil des Chemnitzer Bahnbogens. Mit 12 Öffnungen, bestehend aus 2 Bogen- und 10 Balkenfeldern, bildet er einen insgesamt rund 270 m langen Brückenzug (Bild 3). Auf den in Querrichtung vier Überbauten wurden vier Gleise überführt, von denen derzeit nur noch die beiden nördlichen befahren werden.

Die beiden südlichen Gleise wurden nach dem 2. Weltkrieg entfernt.

Das Viadukt wurde mit einer geschlossenen Fahrbahn und einem durchgehenden Schotterbett ausgeführt. Die Überbauten der Balkenfelder sind Ein-, Zwei- und Dreifeldsysteme aus genieteten Blechträgern mit annähernd konstanter Bauhöhe und Vouten über den Auflagern. Auf den Obergurten der Haupt- und Querträger wurden Buckelbleche mit 8 mm Dicke angeordnet, die die Lasten aus den Zügen, den Gleisen und dem Schotterbett aufnehmen und weiterleiten. Die Balkenbrücken sind auf Pendelstützen gelagert und über Federbleche an die Felder über den Fachwerkbögen angehängt. Die Enden des Brückenzuges werden über Rollen auf die Widerlager abgestützt. Jeweils zwei in einem Abstand von 1,60 m angeordnete Hauptträger stützen ein Gleis und werden durch Querträger und Vertikalverbände miteinander gekoppelt. In Verlängerung der Querträger sind beidseitig Kragarme zur Stützung der Buckelbleche unter dem Schotterbett angeordnet. Über das Fahrbahnblech besteht eine schwache vertikale Kopplung zwischen benachbarten Hauptträgerpaaren. In der Untergurtebene sind Verbände und Pfosten zur horizontalen Aussteifung ausgeführt. Die Stützenreihen unter den Balkenbrücken werden mit Kreuzverbänden ausgesteift.

Die Bogenfachwerkbrücken über den Öffnungen 2 und 7 haben jeweils eine Stützweite von rund

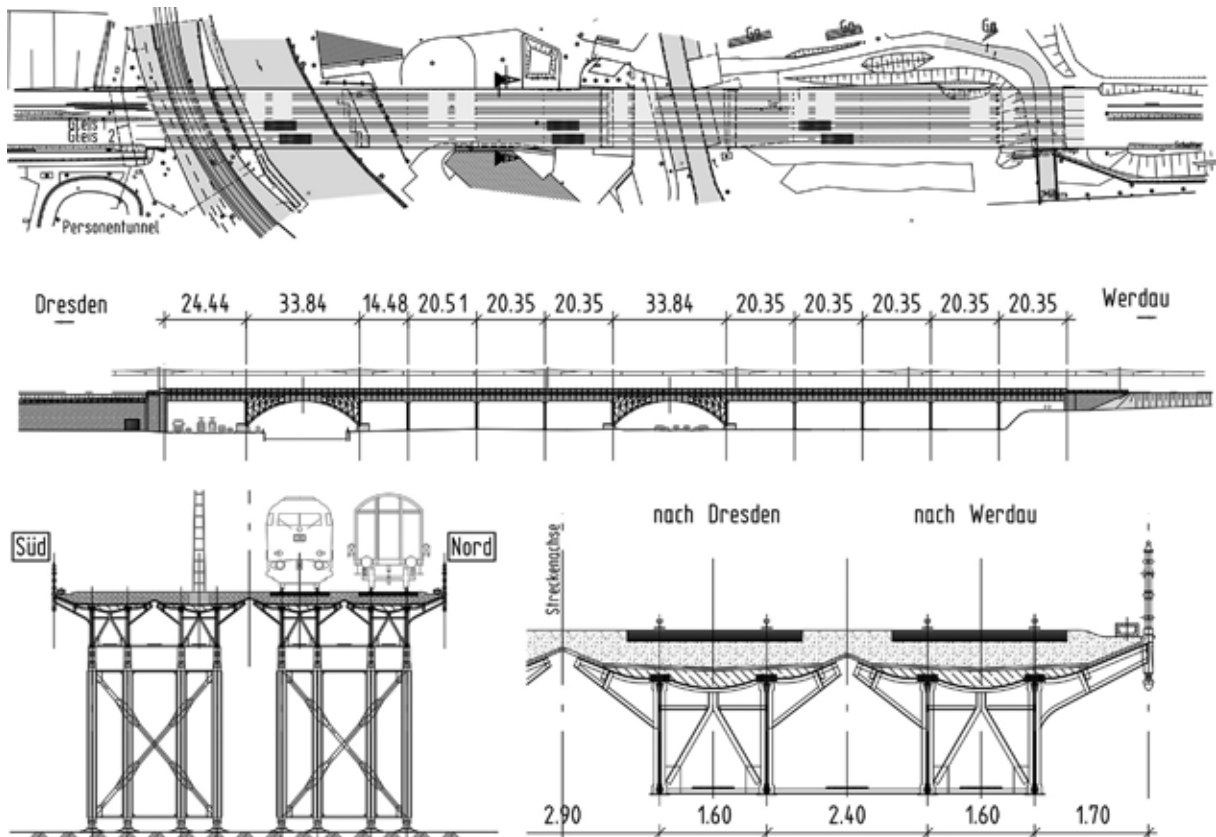


Bild 3 Ansicht, Grundriss und Querschnitte des Chemnitztalviaduktes

© KREBS+KIEFER

34 m. Entsprechend der Lage der Hauptträger der Balkenbrücken sind die vertikalen Fachwerkscheiden in einem Abstand von 1,60 m paarweise verbunden. Die Füllstäbe sind K-förmig angeordnet, die Untergurte eines Bogenpaars über Pfostenfachwerke verbunden. Das System der Querträger, Kragarme und Buckelbleche zur Unterstützung des Schotterbettes und der Gleise entspricht demjenigen im Bereich der Balkenbrücken.

Die normative Nutzungsdauer des 1909 mit allen vier Gleisen in Betrieb genommenen Chemnitztalviaduktes ist bereits deutlich überschritten. Auch fanden zu DDR-Zeiten und danach keine umfassenden Wartungs- und Instandsetzungsarbeiten statt. Unabhängig von den Ergebnissen der Nachrechnung des Brückenzuges wurde der Zustand des Chemnitztalviaduktes nach einer Brückeninspektion im Jahr 2010 im Durchschnitt in die Kategorie 3 – erhaltungsbedürftig – eingestuft. In die Schadensstufe 4 wurden u. a. die defekte Entwässerung und Abdichtung der Brücke, das Fahrbahnblech in den Bereichen der schadhafte Abdichtung, die Auflagerfugen der Schleppbleche auf den Kammermauern, die Brückengeländer, Gesimse und Zierbleche eingestuft. Kontaktfugen zwischen den Buckelblechen, den mehrteiligen Haupt- und Querträgern weisen insbesondere im Bereich der Undichtigkeiten der Abdichtung des Überbaus Treibrost auf. Die Widerlager und Fundamente sind sanierungsbedürftig, Bauteile müssen wegen starker Korrosion ausgetauscht werden. Neben der statischen Ertüchtigung des Bauwerks für die gegenüber der Auslegung des Viaduktes geänderten Nutz- und Ausbaulasten und der Beseitigung schadhafter Bauteile sind im Falle einer Ertüchtigung der Korrosionsschutz, die Brückenabdichtung und Entwässerung umfassend zu erneuern.

3 Nachrechnungen und Untersuchungen zur Restnutzungsdauer

Im Jahr 2000 wurde von der GMG Ingenieurgesellschaft eine statische Nachrechnung des Chemnitztalviaduktes nach der Bewertungsstufe 2 der DB-Richtlinie 805 [1] durchgeführt. Im Ergebnis dieser Nachrechnung konnte für die Fachwerkbögen eine bis auf geringe Überlastungen ausreichende Tragfähigkeit für die Lastmodelle UIC 71 und SSW nachgewiesen werden. Für die Balkenbrücken konnte dagegen keine ausreichende Tragfähigkeit und Restnutzungsdauer festgestellt werden.

Aufgrund der Notwendigkeit, das Chemnitztalviadukt für einen begrenzten Zeitraum weiter betrei-

ben zu können, wurden in den Jahren 2005 und 2006 Dehnungsmessungen an kritischen Bauwerksteilen durchgeführt um die tatsächlichen Querschnittsbeanspruchungen zu überprüfen (vgl. [2], [3]). Durch die GMG Ingenieurgesellschaft erfolgte eine Nachrechnung nach der Stufe 4 der DB-Richtlinie 805 [1]. Die Auswertung der Messungen lieferte u. a. Erkenntnisse zur Querverteilung der Lasten und zur Mitwirkung des Oberbaus beim Lastabtrag.

Die Nachweise der statischen Tragfähigkeit konnten für die Lastenzüge UIC 71 und SSW nach DS 804 [4] in vielen wesentlichen Bauwerksteilen nicht erbracht werden. Die Überschreitungen in den Spannungsnachweisen der Hauptträger liegen bei bis zu 30 % für das Lastmodell UIC 71 und bis zu 40 % für das Lastmodell SSW. Maßgebend sind jeweils die Spannungsnachweise der Hauptträger in Feldmitte bzw. an den Enden der Gurtlamellen. Der minimale Belastbarkeitswert für die Hauptträger beträgt $\beta_{UIC} = 0,82$ (Öffnung 3 und 4). Die Stützen wurden unter Ausschluss von Verkehrsanprall als ausreichend tragfähig bewertet.

Zum Nachweis der Restnutzungsdauer wurde für den Schienenverkehr die jährliche Bruttotonnage je Gleis auf 7,0 Millionen ab dem Jahr 2005 abgemindert. Aus den Bauwerksmessungen wurde eine um 10 % abgeminderte Spannung und der Faktor für die Mehrgleisigkeit auf $\rho_3 = 0,85$ abgeleitet. Unter diesen Randbedingungen, die abseits der Ausbauziele der DB für die Modernisierung der Strecke liegen (u. a. 15 Mio. Lasttonnen pro Jahr und Gleis), konnte die rechnerische Restnutzungsdauer mit 36 Jahren (Öffnung 12) nachgewiesen werden. Dieser Wert liegt oberhalb der gemäß Modul 805.0201 Abs. 3 (8) geforderten 15 Jahre. Die Berechnungsansätze und -ergebnisse wurden durch den damaligen Prüfenieur, Herrn Dr. Michael Mündecke, bestätigt. Vom Aufsteller der Nachrechnung wurde eine sorgfältige Kontrolle kritischer Konstruktionsdetails im Rahmen der Bauwerksinspektionen empfohlen und auf die dringende Erneuerungsbedürftigkeit des Korrosionsschutzes hingewiesen.

4 Wettbewerb zum Neubau

Aufgrund der Bedeutung des Chemnitztalviaduktes wurde im Jahr 2003 ein Realisierungswettbewerb von der DB Netz AG und der Stadt Chemnitz ausgeschrieben. Ziel dieses Wettbewerbes war es, eine dem vorhandenen Bauwerk qualitativ gleichwertige Lösung in moderner Formensprache zu finden und der besonderen städtebaulichen Bedeutung des Bauwerks (Tor zum Zentrum der Stadt) so-

wie der schrittweisen Entwicklung des Uferparks Rechnung zu tragen.

Die städtebauliche Entwicklung des Gebietes mit dem architektonisch bedeutsamen Gebäude der Deutschen Bank am Falkeplatz sollte im Entwurf berücksichtigt werden, sodass das vorhandene funktionale und gestalterische Potenzial, aufgewertet als moderner Stadteingang, erlebbar wird. Zudem bildet der Bereich das fehlende Verbindungsglied des Grünzuges Chemnitzfluss zwischen dem Stadtpark im Süden und dem Park am Falkeplatz nordwestlich. Daher war es neben der Herstellung einer Talquerung Teil der Aufgabenstellung, die Erlebbarkeit des Elementes Wasser zu ermöglichen sowie den Weg für eine geschlossene Entwicklung des Gesamtgrünzuges Stadtpark–Chemnitzfluss, unter der Einbeziehung der grünen Freiräume zwischen dem neuen Inneren Stadtring und dem stadtbildprägenden Eisenbahnviadukt als Verknüpfungspunkt zum gesamtstädtisch bedeutsamen Erholungsraum des Stadtparkes zu ebnen.

Die Brücke ist ein individuelles, auf die örtlichen Gegebenheiten, die technischen und gestalterischen Anforderungen anzupassendes Bauwerk, das keinem Leitbild für Eisenbahnbrücken unterworfen ist. Bei Einhaltung des Kostenrahmens hatten die Wettbewerbsteilnehmer die Freiheit der Wahl des Materials und der Materialkombinationen. Die technischen Planungsvorgaben und Forderungen aus dem Eisenbahnbetrieb beschränkten sich auf die Einhaltung der 16. Verordnung zur Durchführung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (16. BImSchV) mit Mitteln des passiven Schallschutzes (keine Lärmschutzwände) und der Forderung nach minimaler Beeinträchtigung des Eisenbahnverkehrs.

Zur Teilnahme an dem interdisziplinären Realisierungswettbewerb wurden sieben Ingenieurbüros ausgewählt (Tabelle 1).

Die Zusammenarbeit mit Architekten wurde vom Auslober gefordert. Die Teilnehmer erhielten umfangreiche Unterlagen zu Geometrie und Konstruktion der vorhandenen Brücke (Baubezeichnungen von 1901 und Revisionszeichnungen der Deutschen Reichsbahn von 1962), Bauwerks- und Baugrundgutachten aus dem Jahr 2000 und die aktuellen Rahmenbedingungen des Stadtentwicklungskonzeptes 2003. Fragen der Teilnehmer wurden in einem Rückfragekolloquium diskutiert sowie schriftlich beantwortet. Die Vorprüfung der Entwürfe erfolgte in zwei Stufen. In der ersten Stufe, der Prüfung von Formalien, wie z. B. die termingerechte und anonyme Abgabe, verblieben alle sieben Arbeiten im Wettbewerb. In der 2. Stu-

fe wurden die Arbeiten nach den in der Auslobung formulierten Beurteilungskriterien begutachtet. Diese waren:

- die ingenieurtechnische und konstruktive Qualität sowie technische Innovation,
- die städtebauliche Lösung und stadtgestalterische Aussage,
- die Umsetzung der funktionalen Anforderungen,
- gestaltungsbestimmende Teillösungen und Details,
- die Umweltverträglichkeit, der Schall- und Erschütterungsschutz,
- die Wirtschaftlichkeit, die Bauzeit und das Bauverfahren,
- Anforderungen an die Wartung und Instandhaltung,
- die Gesamtkosten über den Lebenszyklus einschließlich konkreter Aussagen zu den Kosten.

Die Wettbewerbsbeiträge waren zeichnerisch darzustellen und detailliert zu erläutern sowie im Bereich der Annaberger Straße und der Beckerstraße fotorealistisch zu visualisieren. Außerdem wurde eine statische Vorbemessung der wesentlichen Tragelemente gefordert. Zur umfassenden Beurteilung der Proportionen und der Gestaltung des Bauwerks aus allen Blickrichtungen war zusätzlich ein Modell des Viaduktes herzustellen.

Die Jury kürte in der Preisgerichtssitzung am 23.10.2003 den Entwurf des Darmstädter Ingenieurbüros Krebs und Kiefer (heute KREBS+KIEFER Ingenieure GmbH) für eine aufgeständerte Stahlverbundbrücke mit weitgespanntem Bogen über der Chemnitz und der Annaberger Straße zum Siegerentwurf und begründete die Entscheidung wie folgt:

„Die Torbogensituation öffnet sich als großzügige Geste zum Stadteingang. Durch das Hochziehen des Widerlagers und die gleichzeitige Abschrägung der Böschung wird diese Öffnung im städtebaulichen Raum dominant betont. In den anschließenden Seitenfeldern vermittelt das Bauwerk (die Brücke) trotz unterschiedlicher Tragelemente für die Stützung eine stadträumliche Offenheit zum Großgrün des Stadtparks, über den die Züge scheinbar schwerelos gleiten. Bei dem Tragsystem handelt es sich um eine klare und durchsich-

tige Konstruktion. Dies wird durch die Wahl der schlanken Stahlstützen erreicht.

eindeutig ablesbarem Lastabtrag bei gleichzeitig gegebener Wirtschaftlichkeit. Dies betrifft sowohl die Herstellungskosten als auch die Life-Cycle-Costs.“

Es handelt sich um ein effizientes Tragsystem mit

Tabelle 1: Am Realisierungswettbewerb Beteiligte

Bauherr:	DB Netz AG	
Auslober:	Stadt Chemnitz	
	DB Netz AG	
Koordinierung:	Stadt Chemnitz, Stadtentwicklungsamt	
Art des Wettbewerbes:	Interdisziplinärer Realisierungswettbewerb für 7 ausgewählte Ingenieurbüros (Die Zusammenarbeit mit Architekten wurde vom Auslober gefordert.)	
Fachpreisrichter:	Herr Muncke	Deutsche Bahn AG
	Frau Wesseler	Stadt Chemnitz
	Herr Prof. Dr. Sobek	Stuttgart (Vorsitzender Preisgericht)
	Herr Prof. Dr. Maurer	Leipzig
	Herr Dr. Benedix	Freiberg
	Herr Butenop	Chemnitz
Sachpreisrichter:	Herr Prof. Dr. Reinke	Frankfurt/Main
	Herr Schollmeier	Eisenbahn-Bundesamt
	Herr Noltze	RP Chemnitz
	Herr Dr. Hofmann	Stadtrat Chemnitz
	Herr Müller	Stadtrat Chemnitz
	Herr Feldwisch	DB Netz AG
	Herr Schinkitz	Stadtrat Chemnitz
Teilnehmer:	Leonhardt, André und Partner Beratende Ingenieure VBI GmbH NL Dresden	
	Schüßler-Plan Ingenieurgesellschaft für Bau- und Verkehrswegeplanung mbH Frankfurt/Main	
	Krebs und Kiefer Beratende Ingenieure für das Bauwesen GmbH, Darmstadt	
	Erfurth + Partner GmbH Beratende Ingenieure, Chemnitz	
	EIBS Entwurfs- und Ingenieurbüro Straßenwesen GmbH, Dresden	
	Ingenieurbüro Grassl GmbH, München	
	Schlaich Bergemann und Partner Beratende Ingenieure im Bauwesen, Stuttgart	
Vorprüfung:	Herr Kaiser	DB Projektbau GmbH
	Herr Schulze	DB Projektbau GmbH
	Herr Gregorzyk	Stadt Chemnitz
	Herr Pilz	Stadt Chemnitz
	Herr Braun	Stadt Chemnitz
	Herr Prof. Dr. Diederichs	Wuppertal
	Herr Dr. Hänel	Dresden
	Herr Dr. Gutsfeld	Leipzig

5 Ausarbeitung des Wettbewerbsentwurfes für den Ersatzneubau

5.1 Entwurf

Beim Siegerentwurf handelt es sich um eine Stahlverbundbrücke mit 298 m Länge, die auf schlanken Stahlunterbauten lagert (Bilder 4, 5 und 6). Die stützenfreie Querung der Annaberger Straße und der Chemnitz wird durch ein flaches Bogentragwerk mit 63 m Stützweite ermöglicht. Zur Reduzierung des Bogenschubs auf die Gründung sind zusätzlich ein Halbbogen neben der Chemnitz sowie ein Schrägstiel in der Böschung des östlichen Widerlagers vorgesehen. Im Bereich der Beckerstraße wird der Überbau durch markante V-Stützen getragen (Bild 6). Durch die Trennung des Überbaus in vier Teilbauwerke werden die Dehnlängen ausreichend begrenzt, sodass eine fugenlose Ausbildung der Fahrschienen ermöglicht wird. Für die beiden Hauptträger des Überbaus sind luftdicht verschweißte Stahlhohlkästen vorgesehen. Damit werden der Korrosionsschutz erheblich vereinfacht und die Instandhaltungskosten reduziert. Durch den hohen Vorfertigungsgrad der Stahlbauteile ist ein zügiger Baufortschritt möglich. Die Einschränkungen für den Zugbetrieb und der vom Viadukt überspannten innerstädtischen Verkehrswege werden während der Ausführung durch die Bauweise stark begrenzt.

Im Anschluss an den Realisierungswettbewerb wurde das Projekt zunächst aus verkehrspolitischen Gründen zurückgestellt. Erst im Jahr 2013 konnte die weiterführende Planung des Ersatz-

neubaus beginnen. Für die gestalterische Optimierung der Brückenbauwerke des Chemnitzer Bahnbogens wurde das Architekturbüro Jean-Jaques Zimmermann, das über umfangreiche Erfahrungen bei der Gestaltung von Ingenieurbauwerken verfügt (z. B. Ausbau der Göltzschtalbrücke [5]), beratend tätig. Im Zuge einer kritischen und konstruktiven Auseinandersetzung mit dem Wettbewerbsentwurf wurden vom Planungsteam (DB ProjektBau, KREBS+KIEFER, Jean-Jaques Zimmermann) folgende Entwurfsmodifikationen beschlossen:

- Minimierung der Lager- und Fugenzahl (Ausbildung als semi-integrales Bauwerk),
- optische Verschmelzung des Bogens und der V-Stützen mit dem Überbau,
- Vereinheitlichung der Stützengestaltung in allen Bauwerksachsen.

Im Rahmen der Entwurfsfortschreibung wurde die semi-integrale Bauweise auf acht Bauwerksachsen erweitert. Lediglich in den drei Trennfugenachsen ist aufgrund der statisch-konstruktiven und gestalterischen Randbedingungen die Anordnung von Lagern erforderlich. Eine Verschmelzung des Bogens und der V-Stützen mit dem Überbau war mit den ursprünglich geplanten Stahlrohren konstruktiv zu aufwendig. Für den Bogen und die Stützen sind deshalb Stahlhohlkästen geplant. Auch in den Trennfugenachsen sind Hohlkästen als Koppелеlemente zwischen schlanken Stahlbetonstützen vorgesehen. Dadurch wird eine

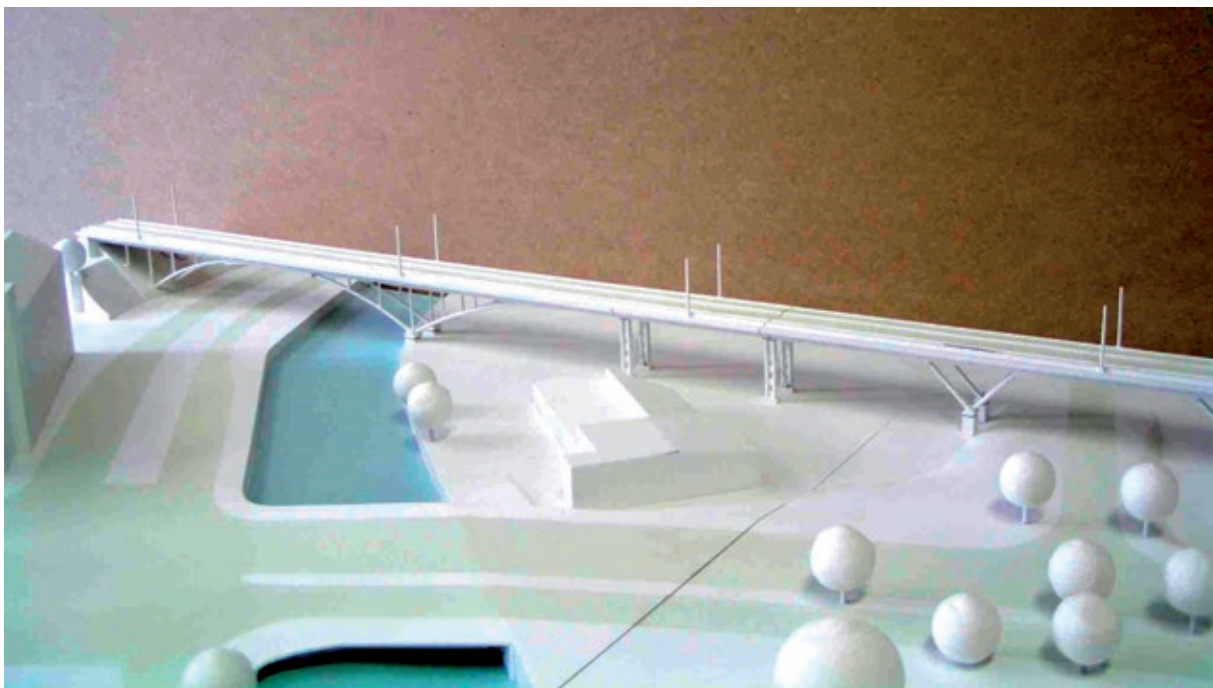


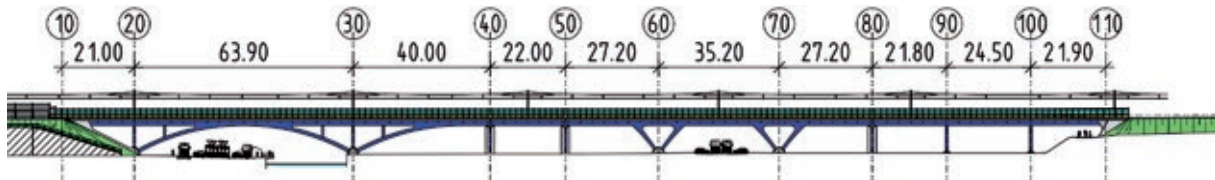
Bild 4 Entwurf Krebs+Kiefer mit Carlo Gross

1. Preis; Foto: DB Netz AG

Bild 5 (r.) Visualisierung des Siegerentwurfs im Bereich Annaberger Straße
© KREBS+KIEFER



Bild 6 Ansicht des weiterentwickelten Wettbewerbsentwurfes
© KREBS+KIEFER



einheitliche Gestaltung aller Bauwerksstützen erzielt. Gegenüber dem Wettbewerbsentwurf wurden auch die Einzelstützweiten optimiert, sodass sich nun eine Gesamtlänge von 304,7 m ergibt:

Teilbauwerk I (Achsen 10–40):

- $L = 21,0 + 63,9 + 40,0 = 124,9$ m
- Festpunkt annähernd in Bogenmitte

Teilbauwerk II (Achsen 40–50):

- $L = 22,0$ m
- Festpunkt am Trennpfeiler in Achse 40

Teilbauwerk III (Achsen 50–80):

- $L = 27,2 + 35,2 + 27,2 = 89,6$ m
- Festpunkt zwischen den V-Stützen

Teilbauwerk IV (Achsen 80–110):

- $L = 21,8 + 24,5 + 21,9 = 68,2$ m
- Festpunkt am Widerlager Achse 110

Die Verlängerung des Bauwerks um 6,70 m resultiert aus einer Verschiebung des hochgesetzten Widerlagers Achse 10 in Richtung des Dammbereiches (Bild 7). Dies ist notwendig, um im Gebrauchszustand eine Zugbeanspruchung der Großbohrpfähle des Widerlagers zu vermeiden. Die Dehnlängen der Teilbauwerke wurden so gewählt, dass die zulässigen Schienenspannungen ohne Schienenauszüge noch eingehalten sind.

5.2 Überbau

Der Überbau des Chemnitztalviaduktes ist als Stahlverbundkonstruktion mit zweistegigem Plattenbalkenquerschnitt konzipiert (Bild 8). Die beiden Längsträger sind als trapezförmige, luftdicht verschweißte Hohlkästen mit einem Achsabstand von 5,0 m und einer konstanten Bauhöhe von 1,30 m geplant. Sie werden mit einer Stahlbeton-

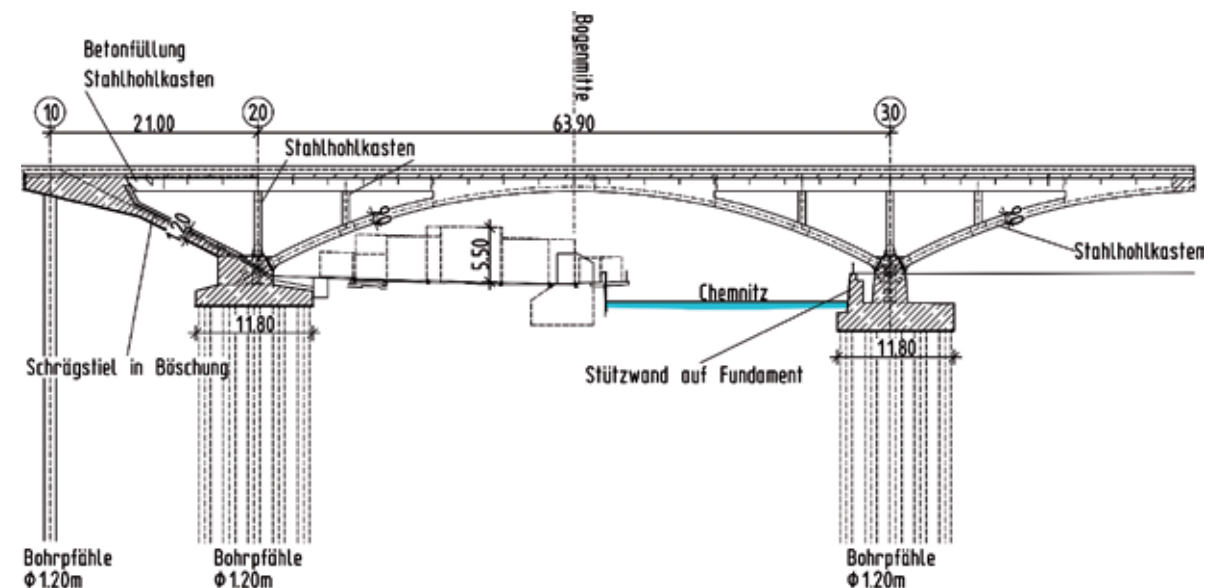


Bild 7 Längsschnitt Bogen

© Krebs und Kiefer

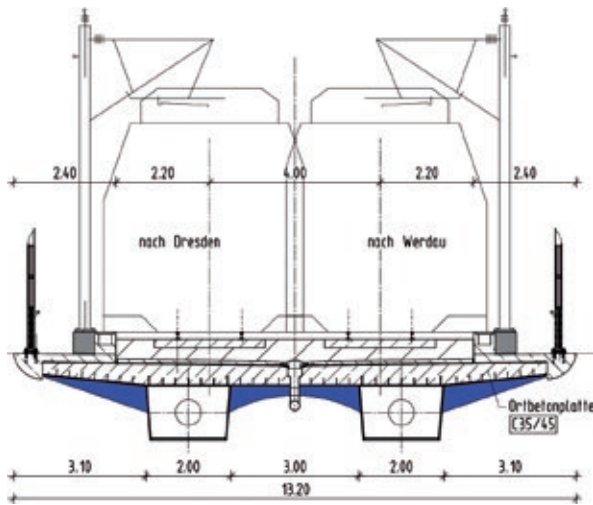


Bild 8 Regelquerschnitt des Überbaus
© KREBS+KIEFER

fahrbahnplatte aus C35/45 und Kopfbolzendübeln zur Schubübertragung zu einem Verbundquerschnitt ergänzt. Die Plattendicke beträgt in Überbaumitte 43 cm und vergrößert sich aufgrund der Querneigung über den Hohlkästen auf ca. 47 cm. Die äußeren Kragarme der Fahrbahnplatte verjüngen sich bis zum Gesims auf 28 cm Bauhöhe. Die mittlere Konstruktionshöhe des Stahlverbundüberbaus beträgt in Brückenlängsrichtung konstant 1,77 m. Damit ergibt sich eine maximale Schlankheit für das Innenfeld des Durchlaufträgers von $L/h = 24,5 / 1,77 \approx 14$.

Für die Kastenträger sind Bleche der Güten S355 J2(+N) und S355 NL/ML vorgesehen. Die Breite des Obergurtes beträgt konstant 2,00 m, für den Untergurt ist im Regelbereich eine Breite von 1,80 m vorgesehen. Die Aussteifung erfolgt durch Querschotte im Abstand von ca. 3,50 m. In der Ebene dieser Schotte sind außerdem neben den Kastenträgern T-förmige Konsolen und Querträger angeordnet, die zur Aussteifung und optischen Gliederung des Überbaus in Querrichtung dienen.

5.3 Unterbauten in den Achsen 20 bis 100

Für die Unterbauten sind in den Achsen 20, 30, 60, 70, 90 und 100 geschweißte Stahlhohlkästen aus S355 geplant. Bei den Bögen sind trapezförmige Kastenprofile mit 900 mm Höhe vorgesehen. Die mittlere Breite beträgt am Überbauanschluss 1620 mm und verjüngt sich auf ca. 720 mm an den Kämpfern. Die Ständer zwischen den Bögen zum Überbau sind als Stahlhohlkästen mit konstantem Rechteckquerschnitt von 700 x 1150 mm geplant. Für die V-Stützen in den Achsen 60 und 70 sind trapezförmige Kastenprofile mit variabler Höhe

(740...1400 mm) und Breite (770...1800 mm) vorgesehen (Bild 9).

Die Stützen in den Achsen 90 und 100 werden als rechteckige Hohlprofile mit einem Querschnitt von 700 x 1000 mm ausgebildet. Zur besseren Anpassung an den Kraftfluss ist im Kopf- und Fußbereich der Stützen eine Aufweitung der Gurtbleche in Querrichtung geplant. Der Anschluss der Stahlhohlkästen an die Bogenkämpfer bzw. Stützensockel erfolgt über Fußplatten mit Schubknaggen. Die Fußplatten werden über verbundlose Stabspannglieder zugfest mit den Fundamenten verbunden.

An den Trennfugen in den Achsen 40, 50 und 80 sind Stahlbetondoppelstützen aus C35/45 angeordnet, die über die dazwischenliegenden Stahlhohlkästen und Kopfbolzendübel in Brückenlängsrichtung schubfest miteinander gekoppelt sind. Die schlanken Betonstützen sind jeweils mit einem Rechteckquerschnitt 90 x 140 cm geplant. Im Kopfbereich weiten sich die Stützen etwas auf, um Platz für die Pressenstellflächen vorzuhalten. Die Stahlhohlkästen, die als Koppellemente für die Doppelstützen dienen, nehmen mit ihrem Rechteckquerschnitt 700 x 1000 mm die Ansicht der Stahlstützen in den Achsen 90 und 100 wieder auf und tragen zu einem einheitlichen Erscheinungsbild bei (Bild 10).

5.4 Widerlager und Gründung

Der Überbau ist in Achse 10 mit einer niedrigen Widerlagerwand und in Achse 110 mit einem kastenförmigen Stahlbetonwiderlager monolithisch verbunden. Die kraftschlüssige Verbind-

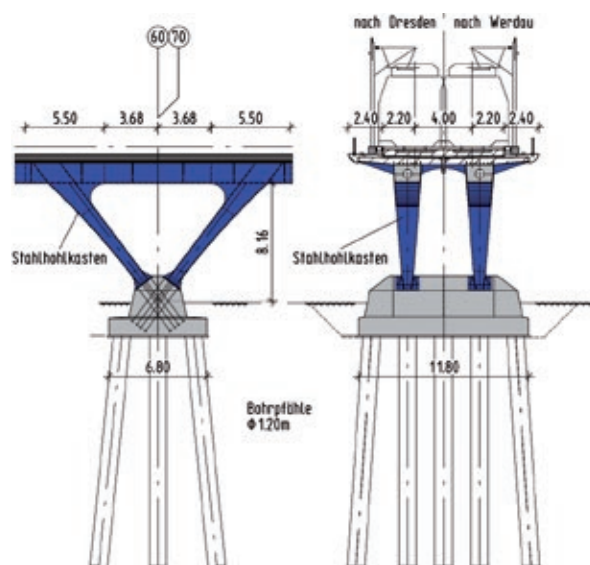


Bild 9 Ansicht und Querschnitt der V-Stützen
© KREBS+KIEFER

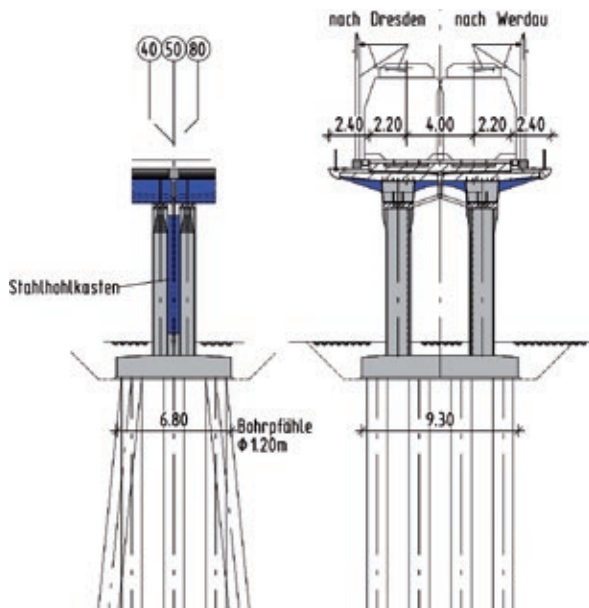


Bild 10 Gekoppelte Stahlbetonstützen an den Trennfugen
© KREBS+KIEFER

zung zwischen dem Stahlverbundüberbau und den Widerlagern erfolgt jeweils über Kopfbolzendübel und bereichsweises Ausbetonieren der Kastenträger.

In allen Achsen sind Tiefgründungen auf Großbohrpfählen vorgesehen. Die außermittige Lage der Pfahlkopfplatten unter den Bogenkämpfern in Achse 20 und 30 wurde dabei so gewählt, dass sich unter ständigen Lasten eine möglichst gleichmäßige Ausnutzung aller Pfähle ergibt.

Um eine möglichst zwängungsarme Ausdehnung und Verkürzung des semi-integralen Bauwerks zu ermöglichen, ist am Widerlager in Achse 10 eine einreihige Pfahlanordnung vorgesehen. In den restlichen Achsen sind aufgrund der jeweiligen Randbedingungen (schlanke Stahlstützen, geringer Abstand zum Festpunkt etc.) mehrreihige Pfahlanordnungen möglich.

6 Variantenstudien unter Berücksichtigung des teilweisen und des weitestgehenden Erhalts des Chemnitztalviaduktes

6.1 Allgemeines

Durch den Wettbewerb zum Neubau des Chemnitztalviaduktes war die Vorzugsvariante für die Entwurfsplanung durch die Öffentlichkeit und den Bauherren festgelegt. Daher wurde diese Variante weiter geplant und verfolgt. Während der Leistungsphase 3 wurden durch die DB Netz AG mehrere Informationsveranstaltungen zum Bauvorhaben in Chemnitz durchgeführt. Zur Erhaltung des bestehenden Chemnitztalviaduktes gründete sich mit Beginn der Entwurfsplanung im Jahr 2013 eine Bürgerinitiative. Diese fordert eine Sanierung des Bauwerks. Um die Forderung objektiv bewerten zu können, war die Erstellung einer detaillierten Variantenstudie notwendig. Neben den Varianten Instandsetzung und Neubau wurden noch drei Mischvarianten untersucht, bei denen das Bestandsbauwerk teilweise erhalten bleibt und mit dem Neubau kombiniert wird.

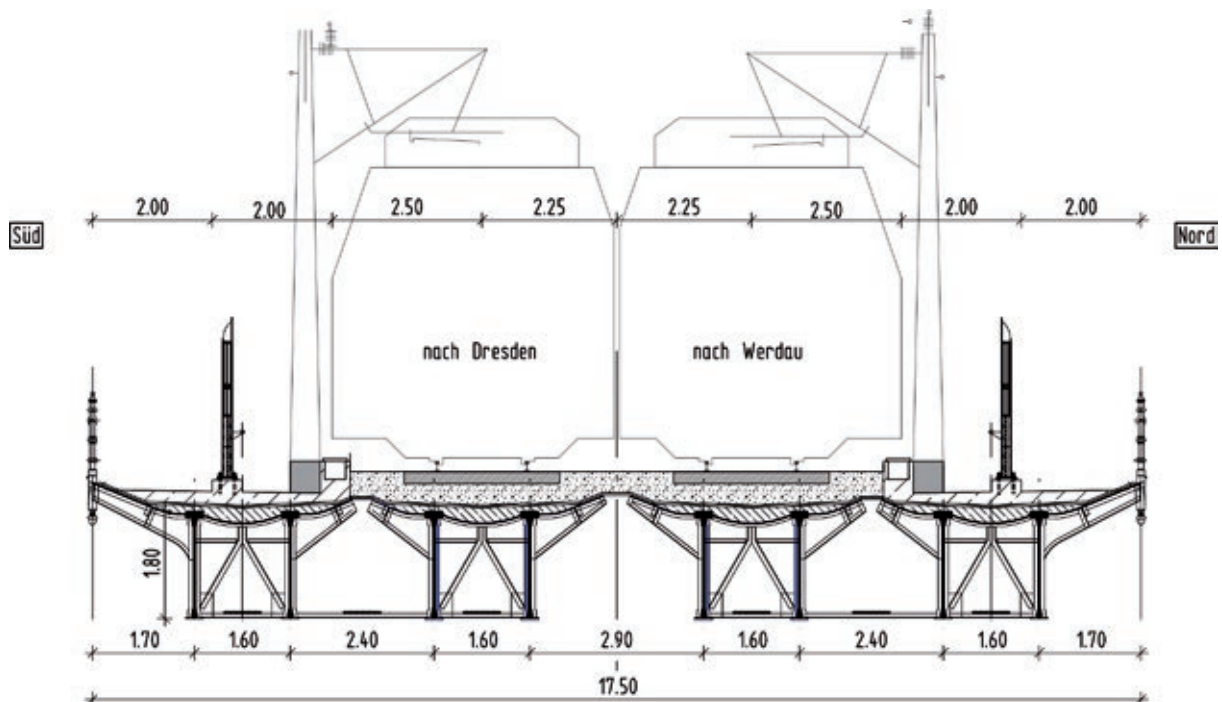


Bild 11 Regelquerschnitt der Instandsetzungsvariante

© KREBS+KIEFER

6.2 Variante Instandsetzung

Bei der Instandsetzungsvariante bleibt das bestehende Chemnitztalviadukt in der bisherigen Form weitestgehend erhalten. Der gesamte Oberbau sowie die Trassierung und Gleislage auf dem Viadukt müssen verändert werden. Die Gleise werden in Mittellage des Überbaus angeordnet, um beidseitig Platz für Randwege, Kabeltröge und Lärmschutzwände zu schaffen (Bild 11). Zur Sicherstellung einer ausreichenden Tragfähigkeit sind umfangreiche Verstärkungs- und Instandsetzungsmaßnahmen am Viadukt erforderlich (zusätzliche Gurtlamellen an den Hauptträgern, Austausch der Buckelbleche und Verschiedenes mehr). Die Eingriffe in den Bestand sind gemäß §1 Abs. 2 Nr. 2 der 16. Bundesimmissionsschutzverordnung (BImSchV) als erheblich einzustufen. Zur Einhaltung der zulässigen Lärmimmissionen ist die Anordnung von Lärmschutzwänden erforderlich.

Die Instandsetzungsvariante erfüllt die geforderten Ausbauziele der DB Netz AG. Nachteilig sind die langen Bau- und Sperrzeiten, die hohen Herstellungskosten sowie die erheblichen Instandhaltungskosten nach Inbetriebnahme. Ferner ist der Ausbau der Annaberger Straße mit zwei Fahrstreifen je Fahrtrichtung bei dieser Variante nicht umsetzbar. Ebenso birgt die Instandsetzung erhebliche Projektrisiken bei der Realisierung, u. a. in Bezug auf die Tragfähigkeit und Dauerhaftigkeit der Kämpfer- und Stützenfundamente.

6.3 Variante Neubau

Die Neubauvariante ist bereits im Kap. 5 ausführlich beschrieben. Große Vorteile dieser Variante sind die verbesserten verkehrlichen Möglichkeiten im Zuge der Kreuzungsanlagen für die Stadt

Chemnitz sowie die geringen Projektrisiken. Bezüglich der Herstellungs- und laufenden Instandhaltungskosten ist diese Varianten gegenüber den anderen am günstigsten.

6.4 Mischvarianten aus Instandsetzung und Neubau

Im Rahmen der Variantenstudie wurden auch drei Mischvarianten untersucht. Bei der Mischvariante A wird das bestehende Viadukt im Bereich Widerlager Ost, Annaberger Straße und dem Fluss Chemnitz über eine Länge von ca. 129 m rückgebaut und durch einen Neubau ersetzt, der demjenigen aus Abschnitt 5 entspricht (Bild 12, oben). Im übrigen Bereich bleibt das bestehende Chemnitztalviadukt auf einer Länge von ca. 176 m in der bisherigen Form weitestgehend erhalten. Nach den im Abschnitt 6.2 beschriebenen Ertüchtigungs-, Instandsetzungs- und Lärmschutzmaßnahmen kann dieser Abschnitt weiterhin für den Bahnbetrieb genutzt werden.

Die Mischvariante B entspricht im Wesentlichen der Neubauvariante. Allerdings bleibt hier ein Teil des Bestandsbauwerks auf der Nordseite als technisches Denkmal ohne Bahnnutzung erhalten (Bild 12, Mitte).

Bei der Mischvariante C bleiben die äußeren Träger des bestehenden Viaduktes erhalten und dienen zur Aufnahme der Kappen, Randwege und Lärmschutzwände. Die inneren Träger werden vollständig rückgebaut und durch einen Neubau ersetzt, auf dem das Schotterbett und die beiden Gleise angeordnet werden (Bild 13). Neubau und Bestand werden in Querrichtung durch eine neue Fahrbahnplatte verbunden, um auch eine ausreichende Querstabilität der äußeren Träger zu erreichen. Nach der denkmalgerechten Ertüchti-

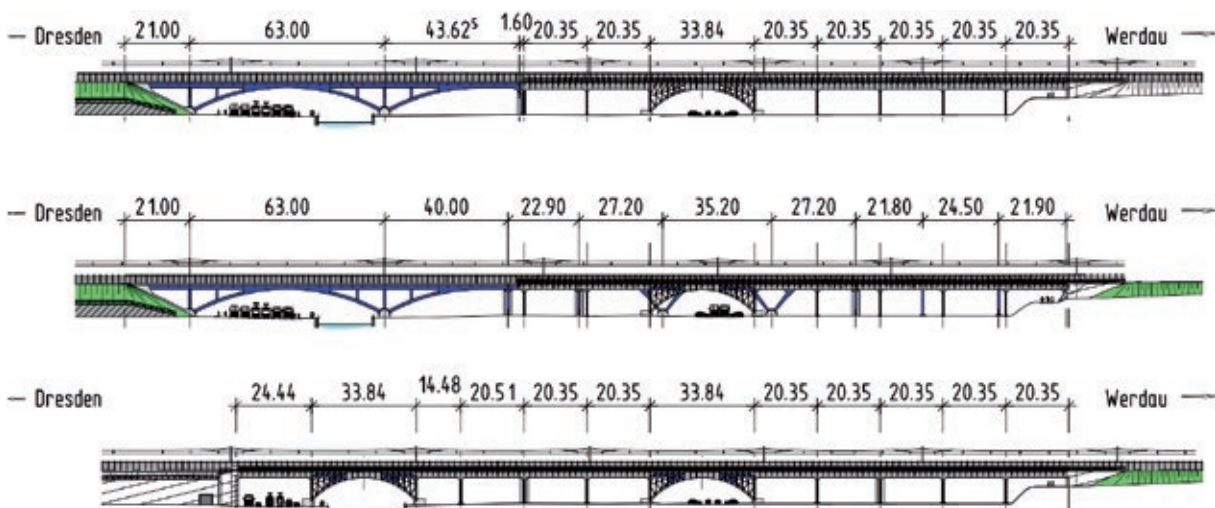


Bild 12 Ansicht der Mischvarianten A (oben) bis C (unten)

© KREBS+KIEFER

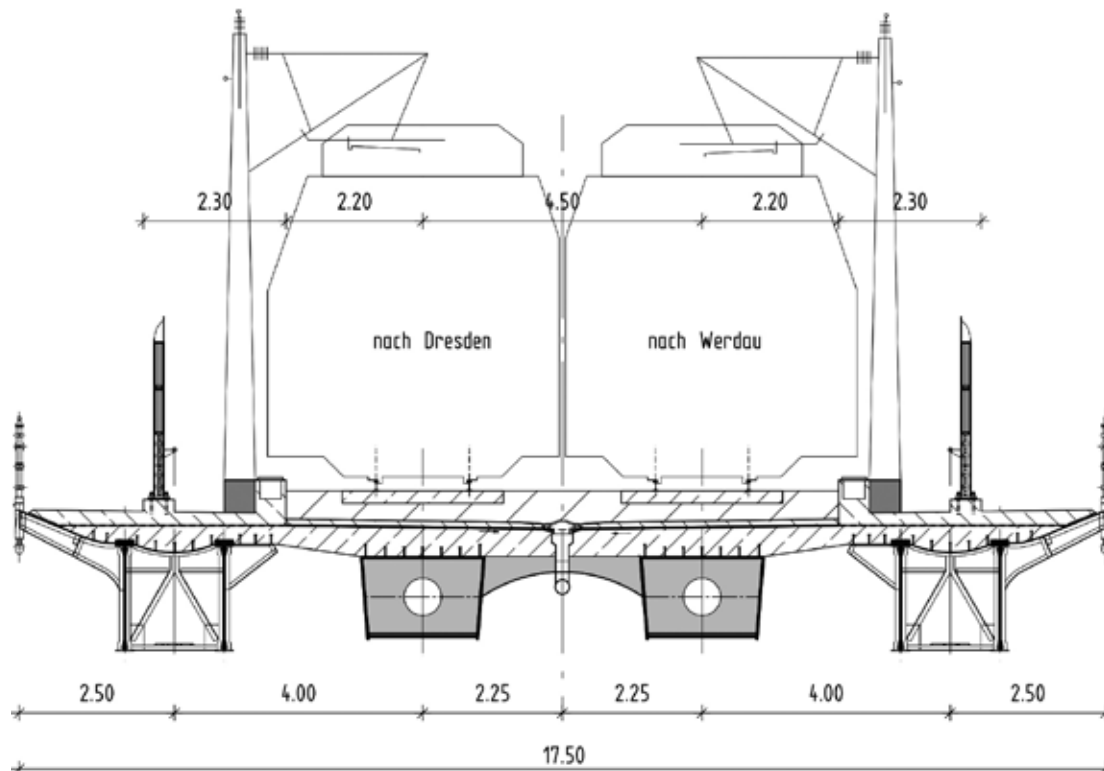


Bild 13 Regelquerschnitt Mischvariante C

© KREBS+KIEFER

gung des Bestandes wird die Platte über Kopfbolzendübel schubfest mit den erneuerten Tonnenblechen verbunden. Die Stützen für den Neubau werden in den Achsen des Bestandes angeordnet. Im Bereich der beiden Fachwerkbögen über der Annaberger Straße und der Beckerstraße wird der Neubau durch geneigte Streben unterstützt, die sich geometrisch an die Kontur der vorhandenen Bögen anlehnen (Bild 12, unten). Zur Herstellung des Neubaus in Mittellage ist eine feldweise Demontage des Bestandes erforderlich. Um Setzungsdifferenzen zu vermeiden, werden sowohl der Neubau als auch der Bestand auf Großbohrpfählen tief gegründet.

Alle drei Mischvarianten stellen Kompromisse dar und weisen im Vergleich zu der reinen Instandsetzungsvariante und dem Neubau mehr Nach- als Vorteile auf. Insbesondere bei der Mischvariante C ist mit sehr hohen Herstellungskosten und langen Bau- und Sperrzeiten zu rechnen, die aus der erforderlichen bauzeitlichen Demontage des Bestandsbauwerks resultieren.

6.5 Vertiefende Variantenstudie zum Erhalt des Chemnitztalviaduktes

6.5.1 Allgemeines

Aufbauend auf den zuvor erarbeiteten Ergebnissen erfolgte eine vertiefende Variantenstudie zum Erhalt

des Chemnitztalviaduktes, die von einer Expertenrunde in mehreren Treffen begleitet wurde. Zu dieser gehörten neben den Beteiligten der DB ProjektBau GmbH, der DB Netz AG, der planenden Ingenieurgesellschaft KREBS+KIEFER und weiterer Fachexperten auch Vertreter der Stadt Chemnitz und des Landesamtes für Denkmalpflege in Sachsen.

Ziel dieser Variantenstudie war es, unter Einbeziehung weiterer Fachexperten und der Interessenvertreter die bisherigen Untersuchungen zum denkmalgerechten Erhalt des Chemnitztalviaduktes zu vertiefen, weitere Möglichkeiten zu entwickeln und zu beurteilen. Nicht zuletzt sollte durch die Einbeziehung der Stadt Chemnitz und des Landesamtes für Denkmalpflege Transparenz in Bezug auf die technischen Rahmenbedingungen, die Lösungsmöglichkeiten, die zu erwartenden Kosten und Bauzeiten geschaffen werden. Von den zahlreichen Varianten wurden folgende detaillierter untersucht:

- Variante V1a: Denkmalnahe Ertüchtigung und Verstärkung mit Gleisen in Mittellage,
- Variante V1b: Nutzung der südlichen beiden Überbauten,
- Variante V1c: Ausbildung eines Verbundquerschnittes,
- Variante V1d: Ausbildung eines oberseitigen Quersystems zur Lastverteilung,

- Variante V1e: Anordnung von Quersystemen zur Kopplung der Längsträger.

Bei all diesen Varianten sind im Sinne des Lärmschutzes die Eingriffe in den Bestand als erheblich einzustufen und daher die 16. BImSchV anzuwenden. Zur Einhaltung der zulässigen Lärmimmissionen ist die Anordnung von Lärmschutzwänden erforderlich (vgl. Abschnitt 6.2).

6.5.2 Variante V1a: Denkmalnahe Ertüchtigung mit Gleisen in Mittellage

Diese Variante wurde bereits im Abschnitt 6.2 kurz beschrieben und ist im Bild 11 dargestellt. Durch die Verlegung der Gleise in die beiden mittleren Achsen können die Lärmschutzwände ca. 2 m hinter das historische Gesims zurückgesetzt werden. In der Brückenansicht sind sie weniger stark wahrnehmbar als bei den folgenden drei Varianten. Die Geländer und Gesimsbleche können nach der Instandsetzung in ihrer Position erhalten bleiben.

Aufgrund der Überlastung der Balkenbrücken sind umfangreiche Verstärkungsmaßnahmen an den Ober- und Untergurten der vier mittleren Brückenträger erforderlich. Im Sinne der denkmalnahen Ertüchtigung sind die überlasteten Bauteile soweit zu verstärken, dass ausreichende Tragfähigkeit und Ermüdungssicherheit gegeben sind. Durch zusätzliche Gurtlamellen an den Ober- und Untergurten sowie zusätzliche Beulsteifen an den Stegen lassen sich die Beanspruchungen auf das zulässige Maß reduzieren.

Die Buckelbleche sind mit 8 mm Stärke für die Achslasten der Züge unterdimensioniert. Zudem weisen sie insbesondere unterhalb der defekten Abdichtung starke Korrosionsschäden im Anschlussbereich (Treibrost) auf. Daher wurden der vollständige Austausch der Bleche im Bereich der späteren Gleisachsen sowie die Sanierung und der partielle Austausch (sofern zu stark geschädigt) in den äußeren Achsen des bestehenden Viaduktes eingeplant.

6.5.3 Variante V1b: Nutzung der südlichen beiden Überbauten

Die südlichen Überbauten wurden seit 1945 nicht mehr für den Zugbetrieb genutzt. Auf Anregung aus der 1. Expertenrunde wurde eine Ertüchtigungsvariante in Betracht gezogen, bei der eine Verlegung der Gleisachsen auf die südlichen Überbauten und der Rückbau der nördlichen Achsen vorgesehen waren. Durch die geringere Vorbelastung gegenüber den nördlichen Überbauten wurde von einer höheren Restnutzungsdauer ausgegangen. Es sollte im Unterschied zur Variante V1a

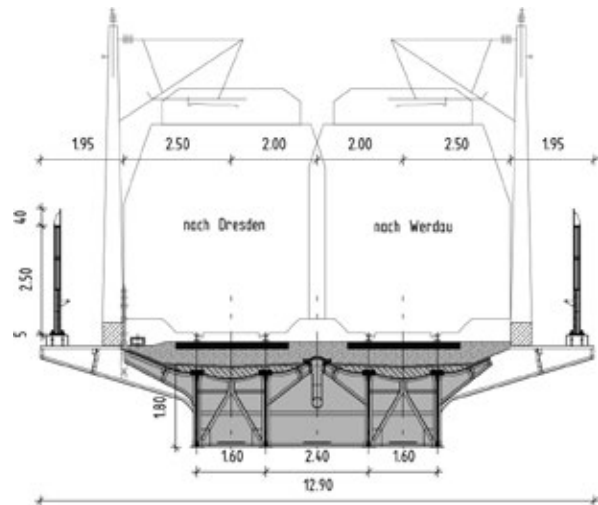


Bild 14 Querschnittsausführung mit Verbreiterung bei der Nutzung der südlichen Überbauten
© KREBS+KIEFER

nur noch die Hälfte des vorhandenen Chemnitztalviaduktes genutzt und ertüchtigt werden, um den Aufwand für die Ertüchtigung und Instandhaltung deutlich zu reduzieren.

Die Ausbildung des Lichtraumprofils, der Mastgassen, des Flucht- und Betriebsweges und die Anordnung der Lärmschutzwände erfordern eine erhebliche Verbreiterung der beiden Überbauten (Bild 14). Allein dies führt bereits zu umfangreichen Eingriffen in den Bestand. Die Konsolen müssten verlängert und verstärkt, die historischen Brückengeländer und Gesimsbleche versetzt werden. Die Brückenquerschnitte werden bei dieser Variante noch stärker beansprucht als beim Erhalt des gesamten Viaduktes. Zur Einhaltung der Standsicherheit und Ermüdungsfestigkeit sind umfangreiche Verstärkungen der Brückenhauptträger erforderlich.

Ungünstig für die Belange des Denkmalschutzes ist, dass die Lärmschutzwände unmittelbar hinter den historischen Brückengeländern positioniert werden und damit in höherem Maße die Brückenansicht prägen, als dies bei der Variante V1a der Fall ist. Durch die Verbreiterung der Konsolen ändert sich auch die Brückenuntersicht. Die Buckelbleche in diesem Bereich müssten auf die größere Auskragung abgestimmt oder zusätzliche Elemente ergänzt werden. Daher wurde diese Variante nicht weiter vertieft.

6.5.4 Variante V1c: Ausbildung eines Verbundquerschnittes

Bei dieser Variante wird mit einer tragenden Stahlbetonplatte die direkte Belastung der Buckelbleche im Bereich der Gleise vermieden. Durch die

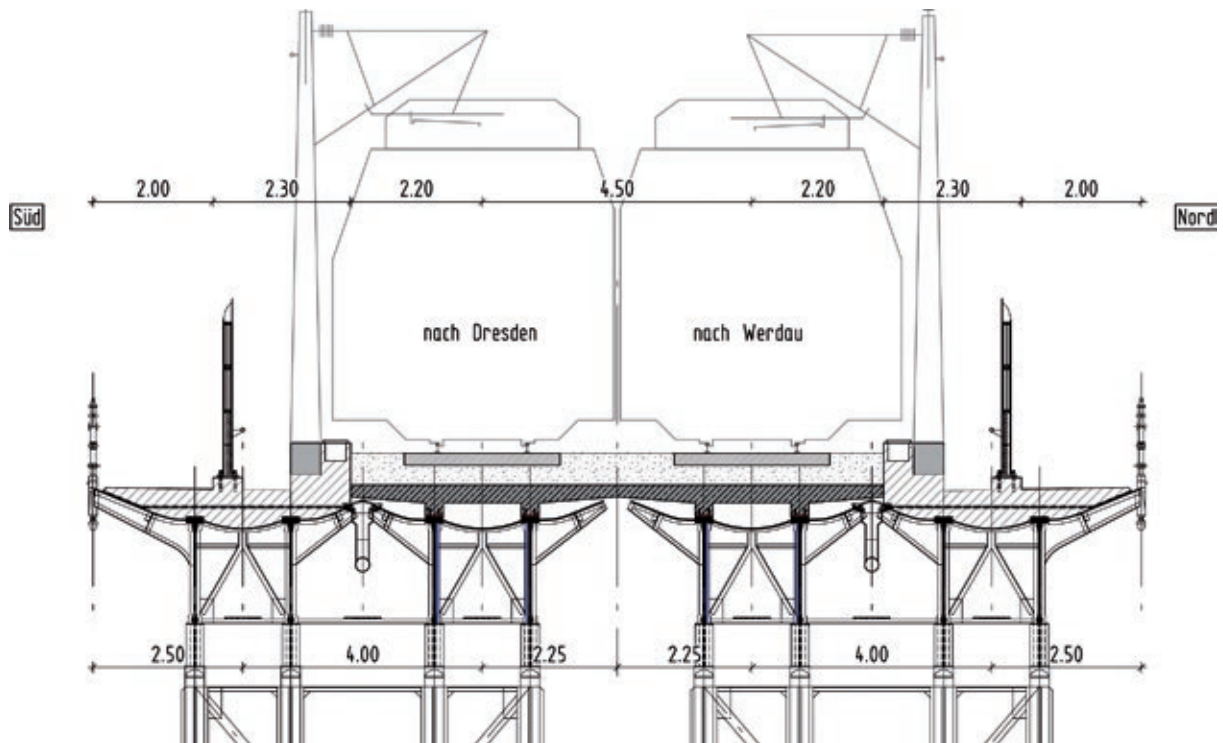


Bild 15 Querschnittsausführung mit Ergänzung einer Stahlbetonplatte zur Entlastung der Buckelbleche

© KREBS+KIEFER

Herstellung des Verbundes mit dem vorhandenen Stahltragwerk wird die Biegetragfähigkeit der Brückenträger erhöht. Da der Flussstahl der Trägerobergurte nicht für das Bolzenschweißen geeignet ist, wurden zusätzliche Gurtlamellen aus S355 für die Kopfbolzendübel vorgesehen.

Durch das Aufbringen der erforderlichen Schotterdeckschicht unter den Gleisen ergibt sich in Kombination mit der Betonplatte eine um ca. 40 cm höhere Gleislage (Bild 15). Die Höhe der Schallschutzwände ist entsprechend zu vergrößern. Durch die Ergänzung des Stahlbetons wird das Eigengewicht des Überbaus um ca. 40 % erhöht. Dies führt zu höheren Biege- und Querkraftbelastungen der Träger, höheren Normalkraftbelastungen der Unterbauten sowie einer höheren Beanspruchung der Gründungkörper.

6.5.5 Variante V1d: Ausbildung eines oberseitigen Quersystems zur Lastverteilung

Auf Vorschlag aus der Expertenrunde wurde eine weitere Variante mit einer Lastaufteilung der Gleisachsen auf jeweils zwei Überbauten untersucht (Bild 16). Hierzu sollte das System VFT-Rail® die Ausgangsbasis bilden. Die Gleisachsen werden bei dieser Variante jeweils in der Mitte von zwei Überbauten angeordnet. Über eine Ergänzung der VFT-Rail-Balken mit Quersystemen werden die Lasten in die Träger der Überbauten eingeleitet.

Die Anordnung von Quertraversen soll bei den Balkenbrücken in den Viertelpunkten der jeweiligen Felder erfolgen. Für die Fachwerkbögen war jeder dritte Systemknoten zur Lasteinleitung vorgesehen. Die Intention zu dieser Variante besteht darin, über eine gleichmäßigere Lastaufteilung auf die zur Verfügung stehenden Überbauten und die gezielte Lasteintragung in definierte Knoten den Verstärkungsaufwand und die Anzahl der Verbindungsstellen zu reduzieren und die Buckelbleche zu entlasten.

Bild 16 zeigt die Querschnittsausführung unter Berücksichtigung der Lichtraumprofile, Masten, Ret-

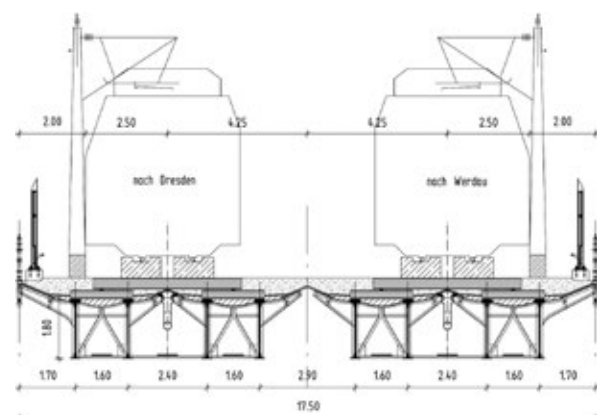


Bild 16 Querschnittsausführung bei Verwendung eines zusätzlichen Sekundärtragwerks

© KREBS+KIEFER

tungs- und Wartungswege. Mit der vorhandenen Brückenbreite ist es möglich, die vorgesehene Gleisanordnung umzusetzen. Aufgrund des Platzbedarfs für das Quersystem liegen die Schienenoberkanten ca. 50 cm höher als beim Bestand. Gegenüber der Variante V1a rücken die Gleisachsen jeweils 2 m weiter nach außen. Damit liegen auch die Lärmschutzwände weiter außen und werden in der Brückenansicht stärker wahrgenommen. Aufgrund der höheren Lage der Gleise und dem größeren Gleisabstand werden höhere Lärmschutzwände erforderlich.

6.5.6 Variante V1e: Anordnung von Quersystemen zur Kopplung der Längsträger

Aus der Überlegung heraus, die Gleise auf den mittleren Überbauten anzuordnen und die äußeren Brückenhauptträger dennoch an der Lastabtragung zu beteiligen, wurde die Variante der Kopplung durch Quersysteme entwickelt (Bild 17). Durch die Anordnung von Fachwerken jeweils im Bereich der maximalen Durchbiegung der Längsträger eines Feldes erfolgt eine Verteilung der Lasten durch den Schienenverkehr auch auf die äußeren Träger. Zudem sollte durch das Anheben der inneren Überbauten vor dem Anschluss der Quersysteme eine Lastumverteilung auf die äußeren Überbauten erfolgen, um eine weitere Entlastung der inneren Träger zu erreichen. Die Anordnung von Quersystemen in der Ebene der Brückenträger verändert zwar die Untersicht, wird aber in geringerem Maße wahrgenommen,

als z. B. nahe der Brückengeländer positionierte Lärmschutzwände. Die konstruktive Ausbildung ist in Form von Fachwerken möglich, deren Stäbe zwischen die Längsträger eingepasst werden. Nach genauem Aufmaß sind vorgefertigte Elemente mit Futterblechen und Passverbindungen einzubauen (Bild 17).

6.6 Auswertung der Variantenstudien

Die unterschiedlichen Varianten wurden verglichen und bewertet. Dies war nicht einfach, da aufgrund des laufenden Planungsprozesses für den Neubau des Chemnitztalviaduktes bereits der Entwurf in der Tiefe der Leistungsphase 3 vorlag, die Maßnahmen zur Erhaltung des bestehenden Bauwerks und der Mischvarianten jedoch zur Begrenzung von Zeit und Aufwand nur bis zur Leistungsphase 2 geplant werden konnten. Aus diesem Grund wurden für den Vergleich die reinen Baukosten aus der Kostenplanung (Entwurf) und der Kostenschätzung (Vorentwurf) ohne Baustelleneinrichtung und Verlegung von Leitungen Dritter herangezogen. Die Sanierung und Ertüchtigung des rund 115 Jahre alten Bauwerks birgt zudem größere Risiken gegenüber dem Neubau, da über verschiedene Maßnahmen zum Erhalt erst im Zuge umfangreicher Sondierungen und der Freilegung der Konstruktionen (Beseitigung von Schotterbett, Abdichtung, Korrosionsschutzbeschichtung) während der Bauausführung entschieden werden kann.

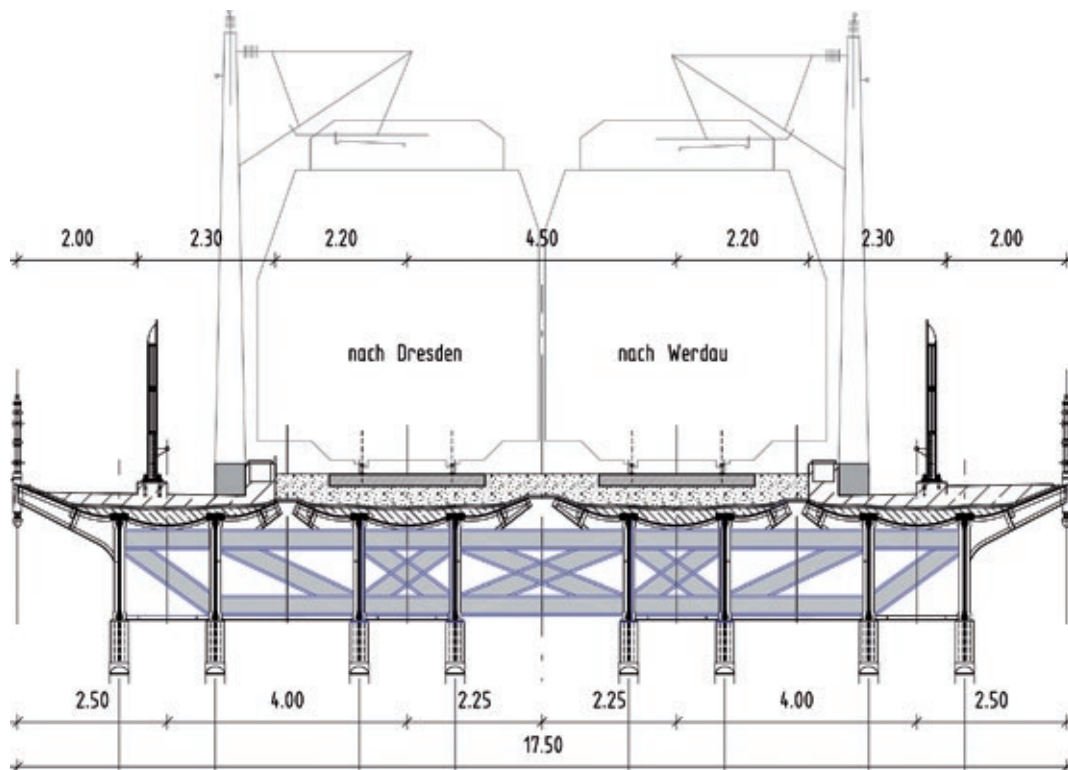


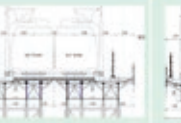
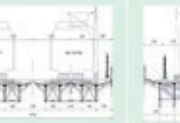



Bild 17 Brückenträger mit quer verlaufendem Fachwerkträger (Prinzipdarstellung)

© KREBS+KIEFER

Tabelle 2 Synoptischer Vergleich der Erhaltungsvarianten

Bewertungskriterien	Variante V1a (Verstärkung und Gleise in Mittellage)	Variante V1b (Nutzung südliche Überbauten)	Variante V1c (Verbund- querschnitt)	Variante V1d (oberseitiges Quer- system, VFT-Rail)	Variante V1e (unterseitige Querkopplung)
					
Ausführung	⊕	⊖⊖	⊖	⊕	⊕⊕
Aufwendungen Tragwerk	⊖	⊖⊖	⊖	⊖	⊖
Zulassungsverfahren	⊖	⊖	⊖	⊖⊖	⊖
Höhenlage der Gleise	⊕	⊕	⊖	⊖	⊕
Lage/Sichtbarkeit LSW	⊖	⊖	⊖	⊖	⊖
Lastniveau	⊖	⊖⊖	⊖⊖	⊕	⊖
Denkmalschutz	⊕	⊖⊖	⊕	⊖	⊖
Unterhaltskosten	⊖	⊕	⊖	⊖	⊖
Summe ohne Wichtung	2x ⊕	7x ⊖	4x ⊖	4x ⊖	2x ⊕

Zunächst wurde ein Vergleich der Varianten zum Neubau, zum Erhalt und zu den Mischvarianten durchgeführt, zu denen Ergebnisse in den Abschnitten 6.2 bis 6.4 aufgeführt sind. Nach der vertiefenden Variantenstudie zum Erhalt des Chemnitztalviaduktes (Abschn. 6.5) wurden die in diesem Zusammenhang untersuchten Varianten miteinander verglichen. Dabei wurden Kriterien zugrunde gelegt, in denen sich die Erhaltungsvarianten voneinander unterscheiden (Tabelle 2).

Die Variante V1b mit der Verlegung auf die südlichen Überbauten wurde aus den in Abschnitt 6.5.3 genannten Gründen nicht weiter verfolgt. Die erforderlichen Eingriffe beim Stahltragwerk sind zu umfangreich und die Lärmschutzwände haben durch die Anordnung unmittelbar hinter den Brückengeländern einen erheblichen Einfluss auf das Erscheinungsbild des Chemnitztalviaduktes.

Bei der Variante V1c wurde zur Entlastung der Buckelbleche und Erhöhung der Tragfähigkeit der Brückenhauptträger die Ausbildung von Stahlbetonplatten unter den Gleisen untersucht. Die Aktivierung des Verbundes mit dem Primärtragwerk erfordert schweißgeeignete Obergurte auf den Längsträgern zur Aufnahme der Verbundmittel und eine höhere Lage der Stahlbetonplatte, um die Biegetragfähigkeit ausreichend zu steigern. Aufgrund des deutlich höheren Eigengewichts werden zusätzliche Stegblechverstärkungen der Längsträger erforderlich. Die höheren Massen müssen über die Unterbauten und die Gründung abgetragen werden. Die Kombination mit einer festen Fahrbahn wurde aus Kostengründen, wegen der weiteren Erhöhung des Eigengewichtes, der geringen Einsparung an Konstruktionshöhe

und dem partiellen Systemwechsel (Schotterbett – feste Fahrbahn – Schotterbett) nicht weiter verfolgt.

Nach Abwägung der Vor- und Nachteile wurden die weitergehenden Untersuchungen und die anschließende Gegenüberstellung mit dem Neubau auf die Erhaltungsvarianten V1a, V1d und V1e beschränkt. Dem umfassenderen Vergleich wurden folgende Kriterien zugrunde gelegt (Tabelle 3):

- ❑ Erfüllung der Ausbauziele der DB Netz AG (Verlegung Haltepunkt Chemnitz-Mitte, lange Nutzungsdauer),
- ❑ Einhaltung aller Entwurfsparameter für den Zugbetrieb (Entwurfsgeschwindigkeit, Zuglasten, Gleisabstände etc.),
- ❑ Schallschutz,
- ❑ städtebauliche Aspekte (z. B. Ausbau der Anaberger Straße),
- ❑ Streckensicherheit (Rettungswege, Absturzsicherung etc.),
- ❑ Denkmalschutz,
- ❑ Sonstige Umweltbelange (Tiere, Pflanzen, Gewässer etc.),
- ❑ Projektrealisierung (Bauzeit, Sperrzeiten, Projektrisiken) und
- ❑ Kosten für die Herstellung und Instandhaltung.

Die Ertüchtigungsvarianten, die den denkmalgerechten Erhalt und die Instandsetzung des bestehenden Viaduktes vorsehen, wurden so geplant, dass sie die bahnbetrieblichen Ziele erfüllen. Schäden infolge Korrosion, Ermüdung und sonstigen Einflüssen sind zu beseitigen und der Korrosionsschutz vollständig zu erneuern. Unterschiede bestehen in der Lage der Gleise, der Position der Lärmschutzwände, dem Umfang der Verstärkungen der Längsträger sowie der Ergänzung um zusätzliche Tragelemente, die zu einer Lastquerverteilung auf die zur Verfügung stehenden Längsträger und ggf. zu einer Entlastung der Buckelbleche führen.

Bei der Variante V1a sind Sanierung und Verstärkung des Bestandstragwerks in der Weise vorgesehen, dass die lokale und globale Lastabtragung des Viaduktes nicht verändert wird. Wesentliche Eingriffe beim Überbau bestehen in dem Austausch der Tonnenbleche, der Verstärkung der Gurte der Vollwandträger durch zusätzliche Lamellen und der Trägerstege durch Beulsteifen. Diese Eingriffe haben nur einen geringfügigen Einfluss auf das Erscheinungsbild des Viaduktes. Durch die Verschiebung der Gleisachsen in die Mittellage ist eine gegenüber den Brückengeländern zurückgesetzte Anordnung der Lärmschutzwände möglich.

Bei der Variante V1d liegen die Gleise bedingt durch das zusätzliche Sekundärsystem zur Aufnahme der Zuglasten ca. 50 cm höher. Aufgrund der Gleislage müssen die Lärmschutzwände direkt hinter den Brückengeländern angeordnet und höher ausgebildet werden (s. Abschn. 6.5.5). Der Einsatz der VFT-Rail-Träger in der angepassten Form bedarf einer Zustimmung im Einzelfall (ZiE) und wegen der Sicherheitsrelevanz einer unternehmensinternen Genehmigung (UIG). Die Kosten des Sekundärsystems sind erheblich. Sie übersteigen die Einsparungen bei der Verstärkung des vorhandenen Stahltragwerks deutlich.

Bei der Variante V1e wird eine Entlastung der Brückenlängsträger unter den Gleisachsen durch Anordnung von Quertragsystemen in jedem Feld erzielt. Diese Systeme werden in der Ebene der Längsträger angeordnet und sind daher nur in der Untersicht wahrnehmbar. Durch die Lastumlagerung sind keine wesentlichen Verstärkungsmaßnahmen an den Untergurten der Bestandsträger erforderlich. Die Gleisachsen werden wie bei der Variante V1a in Brückenmittellage verlegt.

Die Varianten V1a und V1e weisen mit rund 20 Mio. EUR (ohne Berücksichtigung weiterer Aufwendungen für die Gründung) in etwa gleiche Herstellungskosten auf. Die Instandhaltungskosten

sind aufgrund der feingliedrigen Struktur bei allen Varianten ungefähr gleich. Die Variante V1a hat gegenüber der Variante V1e den Vorteil der kürzeren Bauzeit und der besseren Erfüllung des Denkmalschutzes. Sie ist daher von den drei Ertüchtigungsvarianten zu bevorzugen.

Der Erhalt des Bestandsbauwerks ist technisch möglich, birgt jedoch in Bezug auf die Kosten, den Ertüchtigungsaufwand und die Bauzeit hohe Risiken. Zu diesen gehören

- der Zustand des Tragwerkes und der Gründung:

Nach dem Freilegen und Strahlen der bestehenden Stahlkonstruktion ist erst eine genauere Feststellung des Sanierungsumfangs möglich. Der Zustand der Gründung unter den Pfeilern ist derzeit nicht bekannt. Zusätzlich zu ersetzende und zu ertüchtigende Bauteile und Gründungskörper führen zu zusätzlichen Kosten und einer Verlängerung der Bau- und Sperrzeiten.

- Maßnahmen zur Begrenzung des Baustellenlärms:

Das Strahlen der Stahlkonstruktion führt zu Lärmbelastungen bis 90 dB. Darüber hinaus ist das Ausbohren und Ersetzen von Nieten durch vorgespannte HVP-Schrauben (Einbau mit Drehimpulsverfahren) mit hohen Lärmbelastungen verbunden. Die Nähe zur Wohnbebauung und einer Tagesklinik kann zusätzliche Schallschutzmaßnahmen während der Baumaßnahme erforderlich machen (Einsatz schallabsorbierender Verblendungen der Einrüstung).

- Maßnahmen zum Arbeitsschutz und Umgang mit kontaminierten Beschichtungsstoffen:

Neben dem Gehörschutz sind Atemschutzmasken beim Abstrahlen der Altbeschichtung und Aufbringen der Neubeschichtung erforderlich. Untersuchungen an der Altbeschichtung zeigten erhöhte Belastungen durch Schwermetalle, die entsprechende Schutzmaßnahmen beim Abstrahlen und eine geeignete Deponierung erfordern.

- eine eingeschränkte Gewährleistung für die Dauerhaftigkeit des Korrosionsschutzes:

Die vergleichsweise feingliedrige Konstruktion des Chemnitztalviaduktes entspricht nicht den heutigen Anforderungen einer korrosionsschutzgerechten Gestaltung. Defizite liegen

Tabelle 3 Synoptischer Vergleich der verbleibenden Erhaltungsvarianten mit dem Neubau

	[V1a]	[V1d]	[V1e]	[V2] Neubau
Bahnbetriebliche Ziele				
Verlegung Haltepunkt Chemnitz-Mitte	+	+	+	+
Verfügbarkeit	+	+	+	+
Entwurfsparameter				
Entwurfsgeschwindigkeiten	+	+	+	+
Maximale Zuglasten/Tragfähigkeit	+	+	+	+
Gleisabstände	+	+	+	+
Fahrbahnhöhe/Schotterbettdicke	+	-	+	+
Schall	+	+	+	+
Kreuzungsanlagen und städtebauliche Aspekte	o	o	o	+
Streckensicherheit	+	+	+	+
Denkmalschutz				
Erhalt des Baudenkmals	+	+	+	-
Instandhaltung/Funktion	o	o	o	-
Sonstige Umweltbelange				
Flora und Fauna	+	+	+	o
Boden	o	o	o	+
Grundwasser	+	+	+	o
Oberflächenwasser	o	o	o	+
Klima und Luft	+	+	+	+
Landschaft	o	o	o	o
Projektrealisierung				
Bauzeiten / Sperrzeiten in Monaten	48–58	48–54	52–58	35
Baubetrieb Bahn	-	-	-	+
Projektrisiken, Zulassungsverfahren	-	-	-	+
Kosten				
Herstellungskosten in Mio. €	20,2	20,5	19,9	12,3
Instandhaltungskosten pro Jahr in T €	306	311	300	150

u. a. in der Zugänglichkeit und Erreichbarkeit der zu beschichtenden Oberflächen, dem häufigen Vorkommen von Spalten, Fugen und sich überlappenden Verbindungen, zu große Rand- und Lochabstände von Schrauben- und Nietverbindungen, exponierte Stellen für die Ansammlung von Schmutz und Feuchtigkeit sowie scharfe Bauteilkanten, die zu einer „Kantenflucht“ von Beschichtungsstoffen und damit zu verminderten Schichtdicken führen. Diese Defizite lassen sich im Zuge einer Sanierung nur teilweise beheben oder durch andere Maßnahmen ausgleichen. Mit Verweis auf den Stand der Technik schließen ausführende

Betriebe regelmäßig die Gewährleistung für einen vollständigen und fachgerechten Korrosionsschutz aus.

Die Neubauvariante V2 (Umsetzung des Wettbewerbsentwurfs) erfüllt die bahnbetrieblichen Ziele vollumfänglich. Zu den wesentlichen Stärken dieser Variante gehören die verbesserten verkehrlichen Möglichkeiten im Zuge der Kreuzungsanlagen für die Stadt Chemnitz und die geringen Projektrisiken. Zur Einhaltung der 16 BImSchV sind für diese Bauweise keine Lärmschutzwände erforderlich. Bezüglich der Herstellungs- und laufenden Instandhaltungskosten ist der Neubau

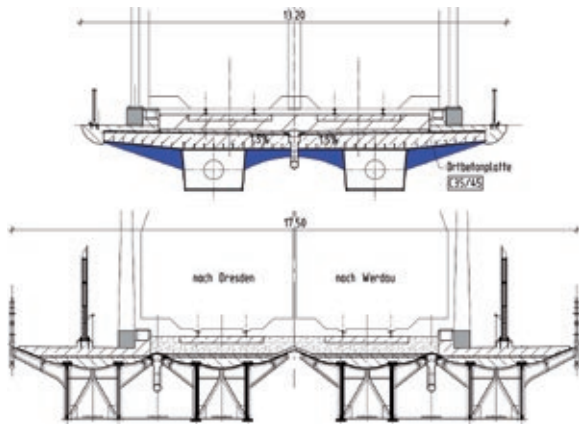


Bild 18 Dimensionsvergleich – Neubau und bestehendes Chemnitztalviadukt nach der Ertüchtigung
© KREBS+KIEFER

gegenüber allen Ertüchtigungsvarianten deutlich günstiger zu bewerten. Durch die schmalere Bauweise bewirkt die Neuanlage des Viaduktes eine Nettoentsiegelung der bebauten Flächen in der sensiblen Chemnitztaue (Bild 18). Bild 19 zeigt eine Gegenüberstellung von bestehendem Bauwerk und dem Neubau.

7 Zusammenfassung und Schlussbemerkungen

Die technischen Anforderungen an Ingenieurbauwerke im Zuge von Bahnstrecken haben sich gegenüber dem Errichtungszeitraum des Chemnitztalviaduktes (1901 bis 1909) erheblich verändert. Dies betrifft insbesondere die Verkehrslasten aus den Personen- und Güterzügen, die Dauerhaftigkeit in Bezug auf die Bauteilermüdung und Korrosion und die daraus resultierenden Notwendigkeiten für die Dimensionierung und konstruktive Gestaltung.

Nachrechnungen des Chemnitztalviaduktes nach der Stufe 2 der DB-Richtlinie 805 im Jahr 2000 führten zu einer unzureichenden Tragfähigkeit und Restnutzungsdauer. In den Jahren 2005 und 2006 wurden Dehnungsmessungen an kritischen Bauwerksteilen durchgeführt, um die tatsächlichen Querschnittsbeanspruchungen zu überprüfen. Es erfolgte eine Nachrechnung nach der Stufe 4 der DB-Richtlinie 805. Die Nachweise der statischen Tragfähigkeit konnten für den Lastenzug UIC 71 und SSW nach DS 804 in vielen wesentlichen Bauwerksteilen nicht erbracht werden. Mit einem abgeminderten Niveau der Bruttotonnage je Gleis konnte die erforderliche rechnerische Restnutzungsdauer nachgewiesen werden. Dieser Nachweis war erforderlich, um die Strecke bis zum vorgesehenen Ersatzneubau weiter nutzen zu können. Bei der zuletzt durchgeführten Brü-

ckeninspektion wurde der Zustand des Chemnitztalviaduktes im Durchschnitt in die Kategorie 3 (erhaltungsbedürftig) eingestuft.

Aufgrund der Bedeutung des Bauwerks wurde im Jahr 2003 ein Realisierungswettbewerb von der DB Netz AG und der Stadt Chemnitz ausgelobt. Ziele dieses Wettbewerbs waren u. a. eine dem vorhandenen Bauwerk qualitativ gleichwertige Lösung in moderner Formensprache zu finden und der besonderen städtebaulichen Bedeutung des Bauwerkes Rechnung zu tragen. Zur Teilnahme wurden sieben Ingenieurbüros ausgewählt, die in Zusammenarbeit mit Architekten ihre Entwürfe ausarbeiteten. In der Preisgerichtssitzung am 23.10.2003 wählte die Jury unter Vorsitz von Prof. Werner Sobek den Entwurf einer aufgeständerten Stahlverbundbrücke mit einem weitgespannten Bogen über der Chemnitz und der Annaberger Straße als Siegerentwurf für die weitere Planung aus.

Im Anschluss an den Realisierungswettbewerb wurde das Projekt zunächst aus verkehrspolitischen Gründen zurückgestellt. Erst im Jahr 2013 konnte die weiterführende Planung des Ersatzneubaus beginnen. Zur Erhaltung des bestehenden Chemnitztalviaduktes gründete sich eine Bürgerinitiative, die die Sanierung des Bauwerks fordert. Um diese Forderung objektiv bewerten zu können, wurden detaillierte Variantenstudien durchgeführt. Neben den Varianten *Instandsetzung* und *Neubau* wurden noch drei Mischvarianten untersucht, bei denen das Bestandsbauwerk teilweise erhalten bleibt und mit dem Neubau kombiniert wird. Zudem wurde eine vertiefende Variantenstudie zum Erhalt des Chemnitztalviaduktes durchgeführt, die von einer Expertenrunde begleitet wurde. Im Zuge dieser Studie hat sich die Variante V1a, die der Variante V1 der ersten Variantenstudie entspricht, als die beste Lösung für den Erhalt des Bauwerks ergeben. Nachteile gegenüber dem geplanten Ersatzneubau sind:

- die höheren Baukosten und Risiken bei der Modernisierung und Instandsetzung,
- die längere Bauzeit, höhere Lärmbelastigungen, umfangreichere Maßnahmen zum Gesundheitsschutz und zum Umgang mit kontaminierten Stoffen,
- höhere Unterhaltungsaufwendungen und Nutzungseinschränkungen durch den Unterhalt,
- die Notwendigkeit von Lärmschutzwänden, die das Erscheinungsbild beeinflussen,
- fehlende verkehrsplanerische Entwicklungsmöglichkeiten für die Stadt Chemnitz und



Bild 19 Gegenüberstellung – bestehendes Chemnitztalviadukt und Neubau im Bereich von Chemnitz und Annaberger Straße © KREBS+KIEFER

- ❑ ein höherer Flächenbedarf, sodass keine Nettoentsiegelung der überbauten Flussauen stattfindet.

Mit der Ertüchtigung des vorhandenen Viaduktes würde ein Denkmal der Ingenieurbaukunst erhalten bleiben, das eng mit der Geschichte über die industrielle Entwicklung der Stadt Chemnitz und der Königlich Sächsischen Staatseisenbahn verbunden ist. Die Entscheidung über den Neubau oder den Erhalt des Chemnitztalviaduktes wird nach Abwägung der Fakten und Argumente vom Eisenbahnbundesamt getroffen.

8 Literatur

- [1] DB Netz AG: Tragsicherheit bestehender Eisenbahnbrücken: Modulfamilie 805, Ausgabe 9/2002.
- [2] Marx, S.; Geißler, K.; Bolle, G.: Die Bestandsbrücken der Bahn – eine Jahrhundertaufgabe. In: Stritzke, J. (Hrsg.): Tagungsband zum 16. Dresdner Brückenbausymposium – Planung, Bauausführung, Instandsetzung und Ertüchtigung von Brücken, 13./14.3.2006 in Dresden, Dresden: Institut für Massivbau der TU Dresden, 2006, S. 111–124.
- [3] Marx, S.; Stein, R.; Bolle, G.: Monitoring-gestützte Bauzustandsbeurteilung am Beispiel historischer stählerner Eisenbahnbrücken. In: Graupner, C.-A. (Hrsg.): 33. Darmstädter Massivbauseminar – Zukunftsfähiges Planen und Bauen: Tragwerksplanung in der Denkmalpflege, 18.6.2009 in Darmstadt: Institut für Massivbau der TU Darmstadt, 2009.
- [4] Deutsche Bahn AG: DS 804 – Vorschrift für Eisenbahnbrücken und sonstige Ingenieurbauwerke, Ausgabe 9/2000.
- [5] Bösche, T.; Buchmann, L.; Sieber, M.; Döring, K.: Denkmal und moderne Brücke? Der Ausbau des Göltzschtalviaduktes für den elektrifizierten Eisenbahnverkehr. In: Curbach, M. (Hrsg.): Tagungsband zum 24. Dresdner Brückenbausymposium – Planung, Bauausführung, Instandsetzung und Ertüchtigung von Brücken, 10./11.3.2014 in Dresden, Dresden: Institut für Massivbau der TU Dresden, 2014, S. 175–184.