



# **30. DRESDNER BRÜCKENBAUSYMPOSIUM**

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

**9./10. MÄRZ 2020**

© 2020 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: Fehmarnsundbrücke, Zeichnung von Gerd Lohmer  
Broschüre Rotary und die Kunst / Gerd Lohmer  
(aus dem Privatarchiv von Bettina Lohmer)

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

ISSN 1613-1169  
ISBN 978-3-86780-625-1



## **Tagungsband**

# **30. Dresdner Brückenbausymposium**

Institut für Massivbau

Freunde des Bauingenieurwesens e.V.

TUDIAS GmbH

9. und 10. März 2020

## Inhalt

<b>Grußwort des Rektors</b> .....	<b>9</b>
<i>Prof. Dr.-Ing. habil. DEng/Auckland Hans Müller-Steinhagen</i>	
<b>Entwicklung des Instituts für Massivbau – Lehre und Forschung im Brückenbau an der TU Dresden</b> .....	<b>13</b>
<i>Dipl.-Ing. Oliver Steinbock, Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Manfred Curbach</i>	
<b>Die neue Erhaltungsstrategie des Bundes – Planung und Bau von Brücken auf den Hauptverkehrsrouten</b> .....	<b>27</b>
<i>MR Prof. Dr.-Ing. Gero Marzahn</i>	
<b>Brücken aus bewehrtem UHPC (Stahl-UHFB)</b> .....	<b>33</b>
<i>Prof. Dr. Eugen Brühwiler, dipl. Ing. ETH/SIA, IABSE</i>	
<b>Nutzung von Ultra-Hochleistungs-Faserbeton (UHFB) im ASTRA – Rückblicke und Perspektiven</b> .....	<b>47</b>
<i>Stéphane Cuennet, Guido Biaggio</i>	
<b>Neufassung der Nachrechnungsrichtlinie für Massivbrücken</b> .....	<b>57</b>
<i>Univ.-Prof. Dr.-Ing. Josef Hegger, Viviane Adam M.Sc., Dr.-Ing. Frederik Teworte, Dr.-Ing. Naceur Kerkeni</i>	
<b>Historische Eisenbahnbrücken – Denkmale im Netz</b> .....	<b>71</b>
<i>Prof. Dr.-Ing. Steffen Marx, Dipl.-Ing. Markus Köppel, Dipl.-Ing. Jens Müller</i>	
<b>85 Jahre Autobahnbrückenbau – 30 Jahre Dresdner Brückenbausymposium</b> .....	<b>83</b>
<i>Dipl.-Ing. Werner Buhl</i>	
<b>Gerd Lohmer (1909–1981) Der Brückenarchitekt der Nachkriegszeit</b> .....	<b>101</b>
<i>Prof. Cengiz Dicleli</i>	
<b>Ersatzneubau der Rheinbrücke Leverkusen – Gesamtplanung des 8-streifigen Ausbaus der A1 zwischen Köln und Leverkusen</b> .....	<b>123</b>
<i>Dipl.-Ing. (FH) Nicole Ritterbusch, Dr. sc. techn. Hans Grassl, Dominic Reyer, M.Sc.</i>	
<b>Ein neuer Schritt im Großbrückenbau: Querverschub einer Verbundbrücke mit Pfeilern und Gründung bei der Talbrücke Rinsdorf im Zuge der A 45</b> .....	<b>139</b>
<i>Dipl.-Ing. Roger Istel, Dipl.-Ing. Ralf Schubart</i>	
<b>S-Bahn-Querung im neuen Stuttgarter Tiefbahnhof S21 – erstmaliger Einsatz von interner verbundloser Vorspannung bei der DB AG</b> .....	<b>149</b>
<i>Prof. Dr.-Ing. Manfred Keuser, Dipl.-Ing. Angelika Schmid, Prof. Dr.-Ing. Christian Sodeikat</i>	
<b>Reduzierte Bauzeit bei Ersatzneubauten von Straßenbrücken durch Carbonbeton</b> .....	<b>165</b>
<i>Dr.-Ing. Sergej Rempel, Dipl.-Ing. (FH) Eugen Kanschin</i>	
<b>Robust, wirtschaftlich und schön – der Entwurf von integralen Brücken</b> .....	<b>177</b>
<i>Dipl.-Ing. Andreas Keil</i>	
<b>Neubau der Busbrücke über den Bahnhof in Zwolle</b> .....	<b>191</b>
<i>Dr.-Ing. Gerhard Setzpfandt, Tristan Wolvekamp MSc, Dipl.-Des. Marion Kresken</i>	
<b>Katastrophen vermeiden: Brückenmonitoring mit einem Netzwerk leistungsstarker dreiachsiger MEMS-Beschleunigungssensoren</b> .....	<b>207</b>
<i>Dipl.-Ing. Ulrich Dähne</i>	
<b>Brückenvielfalt in Süddeutschland und den Alpen – Bericht zur Brückenexkursion 2019</b> .....	<b>213</b>
<i>Dipl.-Ing. Oliver Steinbock, Dipl.-Ing. Philipp Riegelmann</i>	
<b>Chronik des Brückenbaus</b> .....	<b>227</b>
<i>Zusammengestellt von Dipl.-Ing. (FH) Sabine Wellner</i>	

# Historische Eisenbahnbrücken – Denkmale im Netz

Prof. Dr.-Ing. Steffen Marx<sup>1</sup>, Dipl.-Ing. Markus Köppel<sup>2</sup>, Dipl.-Ing. Jens Müller<sup>3</sup>

## 1 Einführung

Eisenbahnbrücken sind als Elemente der Netzinfrastruktur unverzichtbar für die Mobilität auf der Schiene. Das Streckennetz und damit auch die Eisenbahnbrücken mit hoher Qualität verfügbar zu halten, ist eine enorme gesellschaftliche Aufgabe. Durch eine richtungweisende Entscheidung des Bundes sind in den kommenden zehn Jahren Investitionen von über 86 Milliarden Euro in die Sanierung und den Umbau des Schienennetzes geplant [1]. Die Bahn soll im nächsten Jahrzehnt durch die erhebliche Erweiterung des Zugverkehrs eine zentrale Rolle bei der Verkehrswende hin zu umweltverträglicher Mobilität einnehmen.

Eisenbahnbrücken sind extrem langlebige Wirtschaftsgüter. Die meisten Eisenbahnbrücken wurden im Zusammenhang mit dem rasanten Streckenausbau in den Jahren zwischen 1850 und 1920 erbaut [2]. Die ältesten noch in Betrieb befindlichen Brücken stammen aus dem Jahre 1837. Das Durchschnittsalter der 25.700 bestehenden Eisenbahnbrücken beträgt aktuell rd. 72 Jahre (Bild 1). Damit hat

ein Großteil dieser Bauwerke seine normative Nutzungsdauer deutlich überschritten. Entsprechend hoch ist der Anteil an Brücken, welche umfangreiche Schäden aufweisen (Zustandskategorie 3 nach [3]) oder deren wirtschaftliche Instandsetzung wegen des großen Schadensfortschritts gar nicht mehr möglich ist (Zustandskategorie 4) (Bild 2). Viele dieser Brücken müssen in den kommenden Jahren erneuert werden, um einen störungsfreien und sicheren Eisenbahnbetrieb zu garantieren.

Neben ihrer wichtigen Funktion in der Infrastruktur haben Eisenbahnbrücken jedoch auch eine sehr hohe städtebauliche und baukulturelle Bedeutung. Gerade die alten Brücken sind wichtige und identitätsprägende Zeugnisse der industriellen Revolution und des technischen Fortschritts in Deutschland. Viele Bauwerke stehen somit unter Denkmalschutz und sollen möglichst originalgetreu erhalten bleiben.

Der Konflikt aus diesen beiden gesellschaftlichen Forderungen ist vorprogrammiert. Während die DB AG für die wirtschaftliche und einschränkungsfreie Funktionsfähigkeit des Eisenbahn-

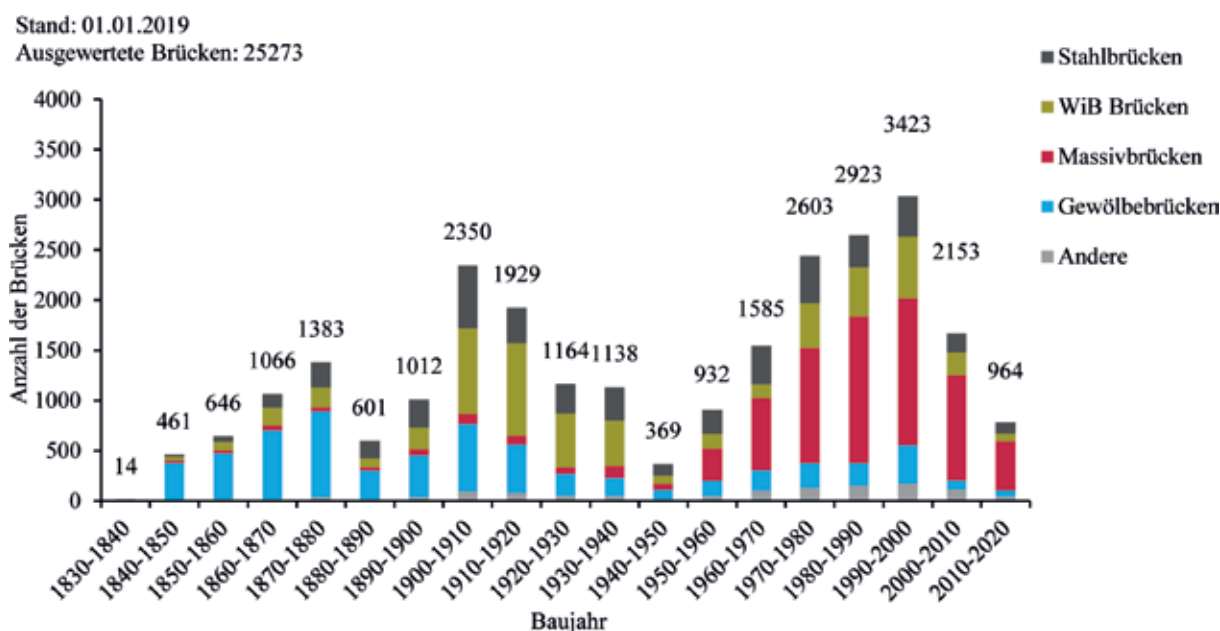


Bild 1 Bauarten und Altersstruktur der Eisenbahnbrücken

Grafik: aus [2]

<sup>1</sup> Institut für Massivbau, Technische Universität Dresden

<sup>2</sup> Eisenbahn-Bundesamt, Abteilung 2 (Infrastruktur), Bonn

<sup>3</sup> DB Netz AG, Technik- und Anlagenmanagement Brückenbau, Frankfurt am Main

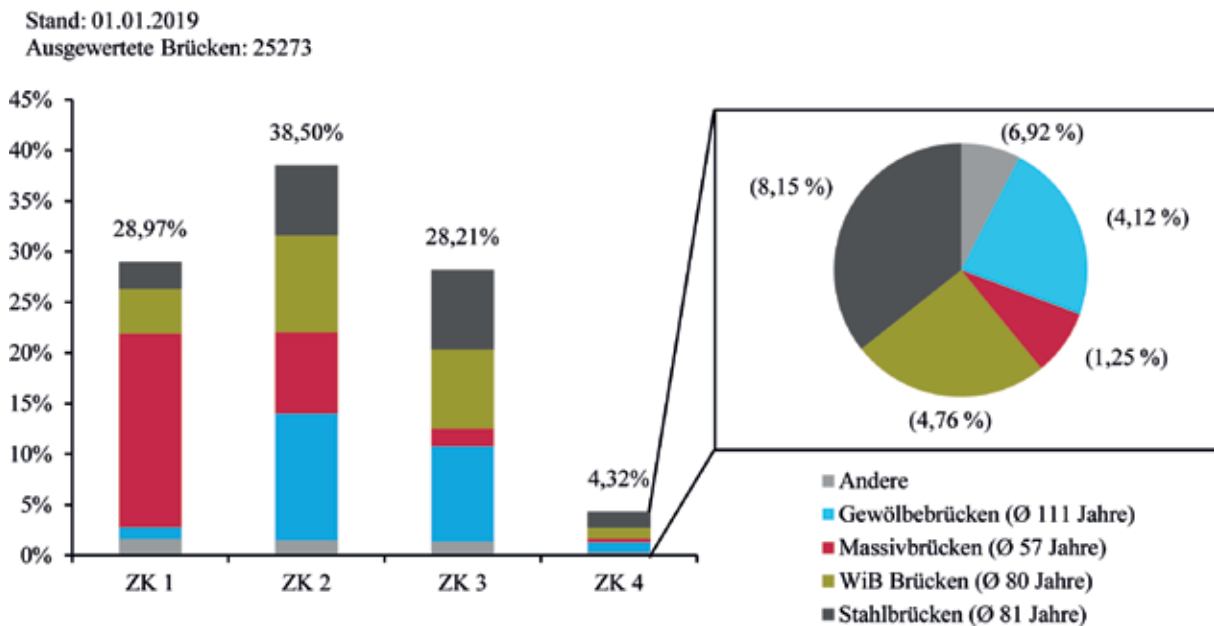


Bild 2 Zustand der Eisenbahnbrücken nach Bauwerksart im Jahr 2019

Grafik: aus [2]

netzes verantwortlich ist und somit möglichst ökonomisch alte Bauwerke durch Neubauten ersetzen will, kämpfen auf der anderen Seite die Vertreter aller Landesämter für Denkmalpflege um den Erhalt jedes einzelnen Objektes. Verschärft wurde die Auseinandersetzung früher dadurch, dass die Finanzierungsbedingungen der Bahn den Neubau gegenüber der Instandsetzung deutlich bevorzugten. Heute finanziert der Bund die Ersatzinvestitionen und die DB AG ist verpflichtet, die erforderlichen Mittel für ein Mindestmaß für die Instandhaltung selbst zur Verfügung zu stellen. Hinzu kommen oft unzureichende Kenntnisse beider Parteien über die Anforderungen und Zwangspunkte der jeweils anderen Seite und eine häufig unklare Einstufung der bestehenden Brücken hinsichtlich ihres Denkmalstatus. Für viele historische Bauwerke ist zu Beginn einer Maßnahme der Denkmalstatus ungeklärt, die Schutzwürdigkeit wird daher häufig erst mit dem Stellen des Abbruchartrags und damit im Projektverlauf viel zu spät festgestellt.

## 2 Denkmalrechtliche Bewertung und Finanzierung von Eisenbahnbrücken

Denkmalrecht ist Ländersache, weshalb es keine bundesweit einheitliche Vorgehensweise gibt. Auf der Grundlage der Denkmalschutzgesetze der Bundesländer haben die Denkmalbehörden die öffentliche Aufgabe, für den

Schutz, die Pflege und die wissenschaftliche Erforschung der Baudenkmale zu sorgen. Im Allgemeinen obliegt es der Denkmalfachbehörde, die Baudenkmale zu erfassen, die Denkmaleigenschaft festzustellen und im Ergebnis ein Denkmalverzeichnis aufzustellen und dieses fortzuschreiben. Dennoch ist es für den Denkmalstatus eines Bauwerks nicht Voraussetzung, dass das Bauwerk bereits in einem entsprechenden Denkmalschutzkataster geführt wird. Tatsächlich ist dies nur für einen geringen Teil der Eisenbahnbrücken der Fall, bei den meisten Brücken ist der Status zu Beginn einer Bauprojektplanung ungeklärt und muss auf Anfrage des Projektverantwortlichen durch die Denkmalfachbehörde erst festgelegt werden. Im entsprechenden Projekt sollte deshalb immer von einem sogenannten Denkmalverdacht zur weiteren Abstimmung ausgegangen werden. Da im Zuge der Baurechtserteilung die Denkmalfachbehörde im Falle einer Unterschutzstellung alle geplanten Baumaßnahmen genehmigen muss, ist die frühestmögliche Herstellung des notwendigen Einvernehmens für eine erfolgreiche Projektdurchführung unabdingbar. Ansonsten drohen verlorene Planungskosten und Verzögerungen.

Die Denkmaleigenschaft eines Objektes ergibt sich generell aus den zwei Faktoren Denkmalfähigkeit (Vorhandensein von mindestens einem Bedeutungskriterium/Schutzgrund) und Denkmalwürdigkeit (öffentliches Erhaltungsinteresse). Die Schutzgründe, aufgrund derer sich die Denkmaleigenschaft belegen lässt und

die sich teils inhaltlich überlagern, sind im Allgemeinen geschichtliche, künstlerische, wissenschaftliche und städtebauliche Bedeutungskriterien. So kann das Bauwerk zum Beispiel ein besonders wichtiges historisches Dokument für die Verkehrs- und Wirtschaftsgeschichte darstellen oder ein Zeugnis einer besonderen technischen Leistung sein. Auch eine geschichtliche Bedeutung als Werk eines lokalen bzw. überregional bekannten Ingenieurs oder Architekten oder eine nicht alltägliche künstlerische bzw. handwerkliche Gestaltung können ein Kriterium für die mögliche Unterschutzstellung sein. Eine spezielle Bauart, seltene Baustoffe oder besondere Konstruktionen können Aspekte für eine wissenschaftliche Bedeutung sein. Schließlich kann die Brücke eine besondere städtebauliche Bedeutung aufgrund ihres Einflusses auf das Straßen-, Orts- oder Landschaftsbild haben.

Über das Vorhandensein von einem oder mehreren Schutzgründen hinaus muss ein öffentliches Erhaltungsinteresse vorliegen, um die Denkmalwürdigkeit eines Objektes feststellen zu können. Die Beurteilung dieses Interesses dient dazu, unter den denkmalfähigen Objekten die zu Erhaltenden auszuwählen. Aspekte, die das öffentliche Erhaltungsinteresse einer Eisenbahnbrücke begründen, sind beispielsweise ihre Authentizität und Originalität als geschichtliches Zeugnis, ihre herausragende Bedeutung und Erstklassigkeit gegenüber anderen Objekten, ihr besonders hohes Baualter oder ihr erheblicher Erinnerungswert bzw. Identifikationswert für die Menschen in der Region. Denkmalwidrige Eingriffe in die bauzeitliche Substanz und somit in die Aussagekraft der Brücke können zum Verlust der Denkmalwürdigkeit führen.

Dennoch entziehen sich Eisenbahnbrücken teilweise den klassischen Bedeutungskriterien für die Beurteilung der Denkmalfähigkeit, da sie über die Rolle als Einzelobjekt hinausgehend auch als Elemente des gesamten Eisenbahnnetzes bewertet werden müssen. Hinzu kommt, dass die Eisenbahnbrücken seit ihrer erstmaligen Errichtung einem nahezu kontinuierlichen Veränderungsprozess unterliegen, um sie an die steigenden Anforderungen des Verkehrs anzupassen. Die kontinuierliche Veränderung der Konstruktion und der Austausch oder die Ertüchtigung einzelner Elemente sind offenbar immanenter Bestandteil von Eisenbahnbrücken. Die Weiterentwicklung der Denkmalkriterien für Ingenieurbauwerke hinsichtlich der genannten Aspekte ist Gegenstand aktueller Forschungen, zum Beispiel im

DFG-Schwerpunktprogramm „Kulturerbe Konstruktion“ [4].

Es sei noch erwähnt, dass gerade Unternehmen der öffentlichen Hand bei der Erhaltung von Denkmalen in einer besonderen Verantwortung stehen und von ihnen eine Vorbildwirkung ausgehen muss. Das häufig vorgetragene Argument der Unzumutbarkeit der diesbezüglichen Aufwendungen (Art. 14 GG) greift nach ständiger Rechtsprechung für juristische Personen, die sich mittelbar oder unmittelbar mehrheitlich im Staatsbesitz befinden, ausdrücklich nicht. Zu dieser Personengruppe zählen die DB AG und alle ihre Tochterunternehmen. Die Finanzierungsfähigkeit der Aufwendungen für Denkmalschutzbelange im Zusammenhang mit Investitionen in die Schienenwege der Eisenbahnen des Bundes ist darüber hinaus grundsätzlich gegeben, wenn die Eisenbahninfrastrukturunternehmen (EIU) diese im Rahmen von baurechtlichen Auflagen umsetzen müssen. Insbesondere die Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung (LuFV) zwischen Bund und DB AG regelt die Finanzierung des Ersatzes bestehender Bauwerke [5]. Soll nach einem sogenannten Vollverschleiß als wirtschaftlichste Variante eine Generalsanierung stattfinden, können alle damit im Zusammenhang stehenden Kosten voll finanzierungsfähig sein, da es sich hierbei im handelsrechtlichen Sinne um eine Zweitherstellung handelt. Auch wenn die betroffene Anlage z. B. wegen denkmalschutzrechtlicher Auflagen nicht ersetzt werden darf, kommt eine Finanzierung mit LuFV-Mitteln in Betracht.

Die Finanzierungsfähigkeit der Maßnahme mit Bundesmitteln anstatt aus den Eigenmitteln der DB AG für die Instandhaltung bedingt eine einzelfallbezogene Abstimmung zwischen der DB AG und dem Eisenbahn-Bundesamt auf Grundlage einer schriftlichen Anzeige vor Baubeginn. Im Rahmen dessen werden die Randbedingungen für die Feststellung des „Vollverschleißes“ (im handelsrechtlichen Sinne), des Mindestersatzes des Investitionsbeitrags (Zweitherstellung im handelsrechtlichen Sinne), der besonderen, z. B. denkmalschutzrechtlichen, Auflagen sowie bisherigen Instandhaltungsmaßnahmen zur Entscheidungsfindung im Einzelnen abgestimmt (siehe hierzu § 17 LuFV III) [5].

### 3 Wie weiter bauen?

Angesichts des hohen Alters und der baukulturellen Bedeutung einerseits und der verkehrli-





Bild 3 Belastungsversuch an der Allerbrücke Verden

© Marx Krontal Partner

chen und sicherheitstechnischen Anforderungen andererseits stellt sich die Frage nach dem richtigen Umgang mit dem Bestand an Eisenbahnbrücken. Wie können wir den Bestand in die Zukunft führen? Wie können im geschilderten Spannungsfeld Lösungen gefunden werden, die beiden Gesichtspunkten bestmöglich Rechnung tragen und die darüber hinaus auch noch nachhaltig und wirtschaftlich sind?

Diese Frage kann nicht für alle bestehenden Eisenbahnbrücken einheitlich beantwortet, sondern muss letztlich für jedes einzelne Objekt individuell beurteilt werden. Dennoch lassen sich einige generelle Feststellungen treffen. Einerseits spielt die Lage der Brücke im Netz eine große Rolle. Handelt es sich um ein systemrelevantes Objekt im Leistungsnetz, dessen Ausfall überregional verheerende Auswirkungen hätte? Ist es eine Brücke mit enormer Güterverkehrsbelastung und entsprechend hohen Lastwechselzahlen und Achslasten? Ist es eine Brücke im Regionalnetz bzw. mit geringer Belastung aus dem Eisenbahnverkehr? Besonders für ermüdungsgefährdete Stahlbrücken sind die tatsächlichen Verkehrsbelastungen von großer Bedeutung für deren langfristige Erhaltungsfähigkeit.

Neben der Streckenbelastung sind Bauart und Zustand der Brücke entscheidend. So können

viele bestehende Gewölbebrücken aus Naturstein oder Ziegelmauerwerk erhalten werden, selbst wenn sie sich bereits in einem relativ schlechten Zustand befinden. In den meisten Fällen ist die Tragfähigkeit von Gewölbebrücken kein reales Problem, sondern eher eines der richtigen Nachweisführung. Auf beeindruckende Weise konnte dies vor dem Rückbau der Allerbrücke Verden durch einen Belastungsversuch (Bild 3) gezeigt werden [6]. Hierbei konnte die 6-fache charakteristische Last in das bereits stark verwitterte Bauwerk eingeleitet werden, bevor sich erste Risse im Mauerwerk zeigten. Der schlechte Zustand von Gewölbebrücken resultiert in aller Regel aus defekten Abdichtungen und mangelhafter Entwässerung, was zu Durchfeuchtung und Verwitterung führt [7, 8]. Hinzu kommen in manchen Fällen Schäden aus konzentrierten Lasten mit entsprechenden Rissen und Abplatzungen. Eine hervorragende und langfristig wirksame Methode zur Beseitigung der Schadensursachen stellt der Einbau einer Fahrbahnwanne dar, welche gleichzeitig noch das Problem einer meist zu geringen Fahrbahnbreite löst (Bild 4). Die Dauerhaftigkeit eines Neubaus lässt sich freilich nur erreichen, wenn gleichzeitig alle vorhandenen Schäden beseitigt, Bewuchs entfernt und die Entwässerungsanlagen wiederhergestellt werden. Auch Steinersatz und Neuverfugung sind häufig zwingend erforderlich.





Bild 4 Sanierte Gewölbebrücke in Traunstein mit Fahrbahnwanne

© Marx Krontal Partner

Deutlich schwieriger stellt sich die Erhaltung historischer Stahlbrücken dar. In vielen Fällen ist die Beseitigung massiver Korrosionsschäden eine besondere und nur mit großem Aufwand zu bewältigende Aufgabe [9]. Selbst wenn der Korrosionsschutz erneuert wird und schadhafte Teile ausgetauscht werden, ist die verbleibende Lebensdauer wegen der Ermüdungsproblematik häufig begrenzt. Daher ist in der Regel nur bei einer geringen Streckenbelastung bzw. bei einer moderaten Ermüdungsbeanspruchung der Überbauten eine Sanierung auch langfristig sinnvoll [10]. In Zweifelsfällen kann eine messtechnische Überwachung historischer Stahlbrücken im Rahmen eines Bauwerksmonitorings sinnvoll sein, um die tatsächlich vorhandene Beanspruchung und die daraus im Tragwerk resultierenden Spannungen bzw. Spannungsamplituden und Lastwechselzahlen zu beurteilen und damit Grundlagen für eine verbesserte Lebensdauerermittlung zu gewinnen [11].

In stark belasteten Strecken muss jedoch auch bei denkmalgeschützten Stahlbrücken häufig der Überbau erneuert werden, wogegen die Unterbauten mit Maßnahmen zur Aufnahme der Bremskräfte erhalten werden können. Ein solcher Eingriff führt in vielen Fällen zum Verlust des Denkmalstatus. Im nachfolgend vorgestellten Beispiel gelang es

jedoch, gemeinsam mit der Denkmalbehörde ein „Konzept des Weiterbauens“ zu erarbeiten und dies ingenieurtechnisch und handwerklich gut umzusetzen. Der Denkmalstatus der EÜ Lange-Feld-Straße konnte dabei erhalten werden.

#### 4 Die Eisenbahnbrücke Lange-Feld-Straße – die wichtigsten 30 Meter Deutschlands

Die Eisenbahnbrücke Lange-Feld-Straße liegt auf der Güterumgehungsbahn in Hannover, einer der höchstbelasteten Güterverkehrsstrecken in Deutschland (unter dem Sub-Titel des Abschnitts wurde das Bauwerk in Zeit-Online beschrieben [12]). Sie zählt zu einem der zahlreichen Brückenbauwerke, die täglich tausende von Tonnen im Schienengüterverkehr – im wahrsten Sinne – ertragen. Errichtet wurde die Brücke 1906 als genietete dreifeldrige Stahlbrücke mit kurzen Randfeldern und großem Mittelfeld. Sie ist damit ein sehr typischer Vertreter der damaligen Bauweise. Diese Bauwerke sind vor allem in unseren Städten in ganz Deutschland zu finden. Die DB AG hat viele Hundert vergleichbare Bauwerke im Schienennetz unter Verkehr.



Bild 5 EÜ Lange-Feld-Straße, Zustand vor dem Umbau

© Marx Krontal Partner

Die Brücke liegt im Stadtgebiet von Hannover und überführt zwei Streckengleise der Strecke 1750 Wunstorf-Lehrte über die innerstädtische stark frequentierte Verbindungsstraße Lange-Feld-Straße. In direkter Nachbarschaft befinden sich Wohnsiedlungen und Kleingartenanlagen. Der Kreuzungswinkel zwischen Straße und Gleisachse beträgt ca. 45° und ist damit extrem schiefwinklig. Aufgrund der besonderen Gestaltung des Bauwerkes und des historischen Kontextes des Baus der Güterumgehungsbahn von 1906 ist die Brücke in der Niedersächsischen Denkmalliste als Einzeldenkmal aufgeführt. Wegen eines stark instandsetzungsbedürftigen Zustands sowie einer nicht mehr vorhandenen rechnerischen Restlebensdauer sollte die Brücke erneuert werden (Bild 5).

Aus dem stark verschlissenen Zustand, den sehr hohen verkehrlichen Anforderungen und dem Erhaltungsbedarf als Denkmal entstand nahezu zwangsläufig der typische Interessenkonflikt. Darüber hinaus konnte die Landeshauptstadt Hannover einer Absenkung der Straße nicht zustimmen, und eine Anhebung der Gleise sollte aus Sicht der DB AG unbedingt vermieden werden. Damit war die Brücke mit geringstmöglicher Fahrbahnhöhe zu planen. Wegen der großen Schiefe sind bei gelagerten Eisenbahnbrücken besondere Anforderun-

gen zu beachten. Der Fahrbahnabschluss soll rechtwinklig ausgebildet werden und abhebende Lagerkräfte an den spitzen Ecken sind zu vermeiden. Weiterhin sollte die Erneuerung mit möglichst wenigen Sperrpausen für die Güterverkehrsstrecke verbunden sein. Damit waren zahlreiche – auf den ersten Blick – nicht miteinander vereinbare Randbedingungen für die Planung der Erneuerung der EÜ Lange-Feld-Straße vorgegeben.

Im Zuge einer Variantenuntersuchung wurden zunächst verschiedene Regellösungen untersucht, die von den beiden Kreuzungspartnern jedoch nicht akzeptiert bzw. genehmigt wurden. Die Vorzugsvariante unter den Regellösungen war eine Fachwerkbrücke mit ca. 45 m Stützweite. Diese hätte nach Einschätzung der Beteiligten das Ortsbild negativ verändert und es wäre aufgrund der größeren Fahrbahnhöhe eine Absenkung der Straße von etwa 50 cm erforderlich gewesen. Die Untere Denkmalbehörde hat die Zustimmung für diese Lösung kategorisch verweigert. In enger Zusammenarbeit mit der DB AG und der Denkmalbehörde wurde nachfolgend eine besondere Bauwerkslösung erarbeitet, bei der ein in der Denkmalpflege völlig neuer Ansatz des „Weiterbauens“ verfolgt wurde. Dabei wurde die Anpassung des Bauwerks an die neuen Verkehrsanforderungen bei gleichzeitigem Erhalt des historischen



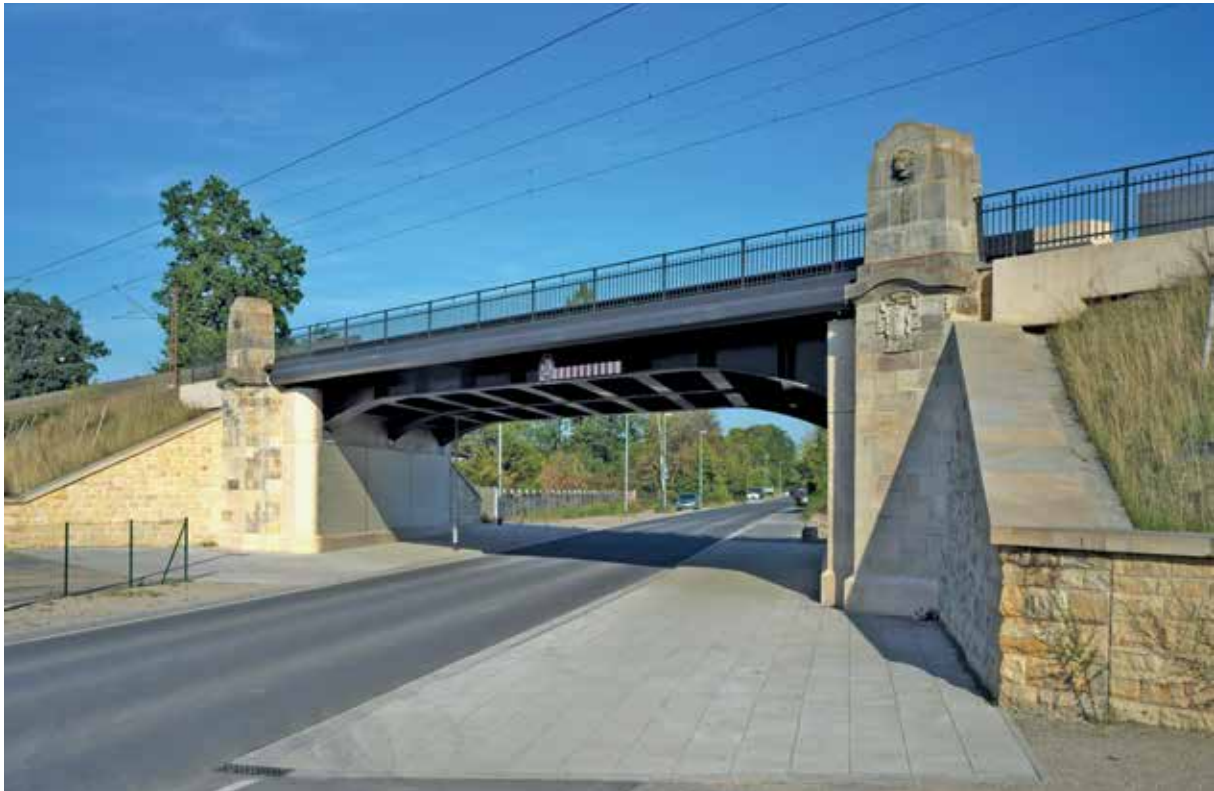


Bild 6 EÜ Lange-Feld-Straße, Neubau ohne Anprallgefährdung

© Marx Krontal Partner

Kontexts als neuer Ansatz für den Umgang mit historischen Brücken begriffen. Entstanden ist ein Bauwerk, das einen neuen innovativen Konstruktionsansatz mit erprobten Regeldetails der DB kombiniert.

Im Ergebnis einer intensiven Variantenuntersuchung wurde ein Stahltroggerahmen in den Bestandsabmessungen entworfen. Ziel war es, durch die Einbindung der drei stählernen Hauptträger in die massiven Widerlager ein Rahmentragwerk mit minimaler Fahrbahnhöhe und optimaler Hauptträgerhöhe zu entwickeln, bei dem gleichzeitig auf die stark anprallgefährdeten Stützen im Bereich der Fahrbahnbegrenzung verzichtet werden konnte (Bild 6). Die

drei Hauptträger bilden gemeinsam mit der Fahrbahn einen zweigleisigen Trogquerschnitt (Bild 7). Die orthotrope Fahrbahn entspricht mit 52 cm trotz erheblich größerer Stützweite nahezu der alten Bestandsfahrbahnhöhe. Damit mussten die bestehenden Straßen- und Gleishöhen nicht verändert werden. Die Bauhöhen der Hauptträger konnten durch die Aktivierung der Einspannwirkung in den Betonwiderlagern so optimiert werden, dass das Lichtraumprofil GC (nach [13]) unter Ausnutzung der zulässigen Einragungen der Hauptträger freigehalten wird (Bild 8). Der Brückenquerschnitt entspricht damit den allgemein gültigen DB-Regelungen ohne Einschränkungen. Um den städtebaulichen und geschichtlichen Kontext der Brücke



Bild 7 EÜ Lange-Feld-Straße, Blick auf die Hauptträger von oben © Marx Krontal Partner



Bild 8 EÜ Lange-Feld-Straße, Rahmenecke mit Zugband © Marx Krontal Partner



Bild 9 EÜ Lange-Feld-Straße, lesbare Brückengeschichte

© Marx Krontal Partner

zu wahren, wurden die historisch wertvollen Natursteinfassungen der Widerlager und Flügel durch eine Natursteinfachfirma geborgen, aufbereitet und nach dem originalen Vorbild in die neuen Unterbauten integriert. Die nicht zu haltenden keramischen Fliesen und die fehlenden Natursteine wurden durch sorgfältig bemasterte Materialien ersetzt.

Der neue konstruktive Lösungsansatz für die Einbindung der stählernen Überbauten in die massiven Widerlager wurde im Entwurf mit den genehmigenden Stellen der DB AG intensiv abgestimmt und diskutiert. Der Prüfenieur für den Stahlbau wurde frühzeitig eingebunden und hat die Lösung vom Entwurf bis zur Ausführung durchgängig begleitet und geprüft. Die unternehmensinternen Genehmigungen (UiG) wurden bereits vor der Ausschreibung eingeholt, womit die Ausführungsrisiken minimiert wurden.

Das realisierte Konzept versucht, den klassischen gesellschaftlichen Konflikt zwischen funktionierender Infrastruktur und Denkmalschutz mit einem innovativen Ansatz zu lösen, der die Bauwerkshistorie auch für den Laien lesbar und erlebbar macht (Bild 9). Der Denkmalstatus des Gesamtobjektes blieb erhalten. Gleichzeitig wurden die essentiellen Anforderungen der DB AG hinsichtlich minimaler Bau-

höhen, eines senkrechten Fahrbahnabschlusses, des Verzichts auf abhebesichere Lager, Vermeidung anprallgefährdeter Stützen und minimaler Sperrpausen umgesetzt. Die integrale Ausführung ist robust, ermüdungsarm und nahezu wartungsfrei. Die EÜ Lange-Feld-Straße in Hannover kann ein Vorbild für das schwierige, hochkomplexe Weiterbauen denkmalgeschützter stählerner Eisenbahnbrücken darstellen.

## 5 Die neue Arbeitshilfe zum Umgang mit historischen Eisenbahnbrücken

Beim Umgang mit historisch wertvollen, denkmalgeschützten Eisenbahnbrücken sind im Vergleich zu Neubauvorhaben viele zusätzliche Aspekte zu berücksichtigen und die zuständigen Denkmalbehörden müssen rechtzeitig an den Planungs- und an den Genehmigungsprozessen beteiligt werden. Die Methodik in der Herangehensweise an historische Eisenbahnbrücken und die Besonderheiten im Projektlauf sind bisher nur fragmentarisch dokumentiert bzw. geregelt.

Häufig kommt es wegen zu später Beteiligung der Denkmalbehörden oder wegen falscher

Vorgehensweisen und Abläufe in der Bestandsanalyse bzw. in der Planung von Maßnahmen an denkmalgeschützten Brücken zu erheblichen Störungen und zu Mehrkosten im Projektablauf.

In einem durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt geförderten Forschungsprojekt wurde vom Ingenieurbüro Marx Krontal Partner in Zusammenarbeit mit der Deutschen Bahn AG, dem Eisenbahn-Bundesamt und den Landesämtern für Denkmalpflege Niedersachsen und Sachsen eine „Arbeitshilfe zum Umgang mit historischen Eisenbahnbrücken“ entwickelt. Ziel dieser Arbeitshilfe ist es, eine praxistaugliche methodische Herangehensweise für die speziellen Aspekte der Planung und Ausführung von Baumaßnahmen an historisch wertvollen und denkmalgeschützten Eisenbahnbrücken zu beschreiben [14].

Die vorliegende Arbeitshilfe dokumentiert die Besonderheiten im Projektablauf bei historischen Bestandsbrücken im Eisenbahnnetz. Weiterhin werden zielführende Herangehensweisen zur Erfassung aller Potentiale der Bestandsbauwerke und der erforderliche Planungsablauf zur Beurteilung der Bauwerkszustände sowie das schrittweise Vorgehen in den Entscheidungs- und Planungsphasen beschrieben. Voraussetzung für die Planungs- und Genehmigungssicherheit beim Projektablauf im Umgang mit historischen Bestandsbrücken ist eine mit den Projektpartnern rechtzeitig und grundsätzlich abgestimmte vereinheitlichte Vorgehensweise.

Die Arbeitshilfe definiert die grundlegenden Begriffe der Denkmalfähigkeit und Denkmalswürdigkeit im besonderen Kontext von Eisenbahnbrücken. Sie gibt außerdem Hinweise zur Bestandserhaltung, denkmalgerechten Instandhaltung sowie zur Finanzierung von Bauprojekten im denkmalgeschützten Bestand. Darüber hinaus definiert sie den spezifischen Planungsablauf bei denkmalgeschützten Eisenbahnbrücken und gliedert diesen in die typischen Projektabläufe gemäß der Leistungsphasen der HOAI ein. Dadurch kann eine unmittelbare Verknüpfung mit den etablierten und bekannten Abläufen im Projektmanagement von Bahnbauprojekten erfolgen. Außerdem werden zu jeder Phase die beteiligten Partner benannt, so dass eine rechtzeitige Einbindung der Entscheider und Betroffenen gewährleistet wird. Zusätzlich werden für die Ausführungsphase die notwendigen Maßnahmen für die Qualitätssicherung denkmalgerechter Instandsetzungen beschrieben.

Die Arbeitshilfe richtet sich an Projektdurchführende der DB AG sowie an Mitarbeiter der Planungsbüros, der Denkmal- sowie der Genehmigungsbehörden gleichermaßen. Durch die Interdisziplinarität der Autorengruppe und durch den wissenschaftlichen Beirat des Projektes ist gewährleistet, dass die verschiedenen Partikularinteressen ausgewogen berücksichtigt wurden. Die Arbeitshilfe stellt damit ein wichtiges Hilfsmittel zur erfolgreichen Projektdurchführung im Kontext denkmalgeschützter Eisenbahnbrücken dar.

## 6 Was ist noch zu tun?

Eine wichtige Zukunftsaufgabe für die Denkmalbehörden ist die Klärung des Denkmalstatus möglichst aller bestehenden historischen Eisenbahnbrücken unabhängig von unmittelbar bevorstehenden Bauprojekten. Dies würde einerseits die Planungssicherheit von Bauprojekten erhöhen und andererseits könnte die Beurteilung der Denkmaleigenschaften losgelöst vom Handlungsdruck eines Abbruchantrags erfolgen.

Die Planungsabläufe für den Umbau und die Beurteilung bestehender Konstruktionen unterscheiden sich deutlich von denen im Neubau. Wegen der Heterogenität des Bestandes kann nicht jedes Detail in technischen Vorschriften geregelt werden. Dennoch sollten Musterlösungen für die Sanierung und Ertüchtigung häufig vorkommender Brückentypen wie Gewölbe, stählerne Vollwandträger und genietete Fachwerke sowie Walzträger in Beton entwickelt werden. Planungshilfen zur Bestandserfassung und zur Zustandsermittlung würden die Projektarbeit wesentlich verbessern. Auch die Weiterentwicklung der Richtlinie 805 zur Bewertung der Tragsicherheit bestehender Eisenbahnbrücken [15] ist von großer Bedeutung für die Erhaltung historisch wertvoller Brücken.

Leider wurden in der Vergangenheit viele Bestandsbrücken abgebrochen, weil der Neubau von Brücken finanzierungsseitig günstiger gestellt war als deren Sanierung. Im Rahmen der Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung (LuFV) muss die DB AG nun auch einen erheblichen Eigenanteil für Instandhaltungsleistungen erbringen und nachweisen, sodass sie in unternehmerischer Eigenverantwortung die Instandhaltung bzw. Instandsetzung von denkmalgeschützten Brücken durchführen oder hierfür in einzelfallbezogener Abstimmung auch Bundesmittel einsetzen kann. Damit

sind die Weichen dafür gestellt, dem richtigen Grundsatz „Sanierung vor Neubau“ zu folgen und in den Verfahren konsequent umzusetzen, denn nichts ist so CO<sub>2</sub>-vermeidend und ressourcenschonend wie die Weiternutzung des Bestandes!

## Literatur

- [1] <https://www.zeit.de/mobilitaet/2019-07/zugverkehr-deutsche-bahn-schienennetz-investitionen-bund>.
- [2] Naraniecki, H.; Marx, S.: Zustandsentwicklung und -prognose von Eisenbahnbrücken. In: Lohaus, L.; Haist, M.; Marx, S. (Hrsg.): Beiträge zur 7. DAfStb-Jahrestagung mit 60. Forschungskolloquium, 28.-29.10.2019 in Hannover, Hannover: Institutionelles Repositorium der Leibniz Universität Hannover, 2019, S. 103–118 – DOI: 10.15488/5532
- [3] DB AG (Hrsg.): Richtlinie 804: Eisenbahnbrücken (und sonstige Ingenieurbauwerke) planen, bauen und instand halten. Modul 804.800\*: Inspektion von Ingenieurbauwerken; 1.2.2008
- [4] <https://www.b-tu.de/fakultaet6/forschung/dfg-schwerpunktprogramm-2255>.
- [5] Vertragsentwurf der Leistungs- und Finanzierungsvereinbarung III (LuFV III) zwischen der Bundesrepublik Deutschland und den Eisenbahninfrastrukturunternehmen der Deutschen Bahn AG sowie der Deutschen Bahn AG vom 05.12.2019. online: [https://www.eba.bund.de/DE/Themen/Finanzierung/LuFV/lufv\\_node.html](https://www.eba.bund.de/DE/Themen/Finanzierung/LuFV/lufv_node.html)
- [6] Schacht, G.; Piehler, J.; Müller, J. Z. A.; Marx, S.: Belastungsversuche an der historischen Gewölbebrücke über die Aller bei Verden. Bautechnik 94 (2017) 2, S. 125–130
- [7] Schacht, G.; Schwinge, E.; Krontal, L.; Hahn, O.; Marx, S.: Belastungsversuche an einer Mauerwerksbrücke: Bauwerksgeschichte, Zustandsentwicklung und Monitoring. In: Jäger, W. (Hrsg.): Mauerwerkskalender 2018, Berlin: Ernst & Sohn, S. 75–90
- [8] Schacht, G.; Müller, L.; Meichsner, E.; Marx, S.: Belastungsversuche an einer Mauerwerksbrücke: Planung und Vorbereitung der experimentellen Untersuchungen In: Jäger, W. (Hrsg.): Mauerwerkskalender 2018, Berlin: Ernst & Sohn, S. 91–109
- [9] Pflugfelder, J.: Im Wandel: Korrosionsschutz für Eisenbahnbrücken aus Stahl. Stahlbau 88 (2019) 2, S. 128–135
- [10] Fischer, M.; Lorenz, W.: Stahlbau unter Denkmalschutz – Grundinstandsetzung

- von Viadukt und Bahnhöfen der Hochbahnlinie U2 in Berlin-Prenzlauer Berg. Stahlbau 80 (2011) 6, S. 419–427
  - [11] Steffens, N.; Geißler, K.; Stein, R.: Bewertung bestehender Brücken unter besonderer Berücksichtigung der Verkehrsbeanspruchung durch Bauwerksmonitoring. In: Curbach, M.; Opitz, H.; Scheerer, S.; Hampel, T. (Hrsg.): Tagungsband des 8. Symposiums Experimentelle Untersuchungen von Baukonstruktionen (SEUB), 24.8.2015 an der TU Dresden, erschienen in: Schriftenreihe Konstruktiver Ingenieurbau kid, Heft 40, 2015, S. 135–145 – <https://tu-dresden.de/bu/bauingenieurwesen/imb/das-institut/veranstaltungen/SEUB/6-10#section-3>
  - [12] <https://www.zeit.de/mobilitaet/2014-08/bahn-bruecken-sanierung-karte>
  - [13] DB AG: Ril 800.0130: Netzinfrastuktur Technik entwerfen. Modul 800.130: Streckenquerschnitte auf Erdkörpern. Anlage A01: Eckpunkte des Lichtraumprofils GC und der Grenzlinie. Februar 1997
  - [14] Arbeitshilfe zum Umgang mit historischen Eisenbahnbrücken. Marx Krontal Partner, 2020 – Download: <https://www.marxkrontal.com/de/veroeffentlichungen.html>
  - [15] DB AG (Hrsg.): Ril 805: Tragsicherheit bestehender Eisenbahnbrücken. 1.1.1997
- Anmerkung: Alle Internetquellen wurden am 2.1.2020 geprüft.



- 
- 9 Grußwort des Rektors
  - 13 Entwicklung des Instituts für Massivbau –  
Lehre und Forschung im Brückenbau an der TU Dresden
  - 27 Die neue Erhaltungsstrategie des Bundes –  
Planung und Bau von Brücken auf den Hauptverkehrsrouten
  - 33 Brücken aus bewehrtem UHPC (Stahl-UHFB)
  - 47 Nutzung von Ultra-Hochleistungs-Faserbeton (UHFB) im ASTRA –  
Rückblicke und Perspektiven
  - 57 Neufassung der Nachrechnungsrichtlinie für Massivbrücken
  - 71 Historische Eisenbahnbrücken – Denkmale im Netz
  - 83 85 Jahre Autobahnbrückenbau – 30 Jahre Dresdner Brückenbausymposium
  - 101 Gerd Lohmer (1909–1981) – Der Brückenarchitekt der Nachkriegszeit
  - 123 Ersatzneubau der Rheinbrücke Leverkusen – Gesamtplanung  
des 8-streifigen Ausbaus der A1 zwischen Köln und Leverkusen
  - 139 Ein neuer Schritt im Großbrückenbau: Querverschub einer Verbundbrücke mit Pfeilern  
und Gründung bei der Talbrücke Rinsdorf im Zuge der A 45
  - 149 S-Bahn-Querung im neuen Stuttgarter Tiefbahnhof S21 –  
erstmaliger Einsatz von interner verbundloser Vorspannung bei der DB AG
  - 165 Reduzierte Bauzeit bei Ersatzneubauten von Straßenbrücken durch Carbonbeton
  - 177 Robust, wirtschaftlich und schön – der Entwurf von integralen Brücken
  - 191 Neubau der Busbrücke über den Bahnhof in Zwolle
  - 207 Katastrophen vermeiden: Brückenmonitoring mit einem Netzwerk  
leistungsstarker dreiachsiger MEMS-Beschleunigungssensoren
  - 213 Brückenvielfalt in Süddeutschland und den Alpen – Bericht zur Brückenexkursion 2019
  - 227 Chronik des Brückenbaus