



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

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



31. DRESDNER BRÜCKENBAUSYMPOSIUM

PLANUNG, BAUAUSFÜHRUNG, INSTANDSETZUNG
UND ERTÜCHTIGUNG VON BRÜCKEN

07. UND 08. JUNI 2022

© 2022 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
Prof. Dr.-Ing. Steffen Marx
Technische Universität Dresden
Institut für Massivbau
01062 Dresden

Redaktion: Silke Scheerer
Layout: Ulrich van Stipriaan
Anzeigen: Harald Michler

Titelbild: Drackensteiner Hang (1936) – Foto: Martin Hahn, LAD

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

ISSN 1613-1169
ISBN 978-3-86780-709-8



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN**

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

Tagungsband

31. Dresdner Brückenbausymposium

Institut für Massivbau
Freunde des Bauingenieurwesens der TU Dresden e.V.
TUDIAS GmbH

07. und 08. Juni 2022

Inhalt

Herzlich willkommen zum 31. Dresdner Brückenbausymposium 2022!	7
Grußwort des Sächsischen Staatsministers für Regionalentwicklung	11
Brücken auf geokunststoffbewehrten Widerlagern – schnell, umweltgerecht und kostengünstig	13
<i>Gero Marzahn, Jörg Kranz, Dietmar Placzek, Thomas Oehler</i>	
Brücken mit Verbunddübelleisten – Entwurf, Bemessung und Ausführungsbeispiele	27
<i>Günter Seidl, Victor Schmitt, Wojciech Lorenc</i>	
Die Filstalbrücken im Zuge der NBS Wendlingen–Ulm – Integrale Bauwerke mit besonderen statisch-konstruktiven Herausforderungen	43
<i>Anton Braun</i>	
Zugglieder aus Faserverbundwerkstoff im Brückenbau – Besonderheiten beim Einsatz von Netzwerkhängern aus Carbon	57
<i>Lorenz Haspel</i>	
Verstärken von Bestandsstrukturen mittels Verbundankerschrauben	75
<i>Jürgen Feix, Johannes Lechner</i>	
Verstärkung von Stahl- und Spannbetonbrücken mit Carbonbeton – Aktuelles aus Praxis und Forschung	89
<i>Oliver Steinbock, Thomas Bösche</i>	
Integration of FEM Analysis and Construction Geometry Management on the Example of the Thu Thiem 2 Cable Stayed Bridge	107
<i>Antti Karjalainen</i>	
Brückendenkmalpflege – Erfahrungen aus Baden-Württemberg	121
<i>Michael Hascher, Sabine Kuban</i>	
smartBRIDGE Hamburg – die Brückeninstandhaltung der Zukunft	139
<i>Marc Wenner, Steffen Marx, Markus Meyer-Westphal, Martin Herbrand, Christof Ullerich</i>	
Risikobasiertes Anlagemanagement der Brücken der SBB – Methode und erste Anwendungserfahrungen	151
<i>Dirk Proske, Herbert Friedl, Jean-Baptiste Payeur, Blaise Girardin</i>	
Die Schorgasttalbrücke – Herzstück der Ortsumgehung Untersteinach	163
<i>Bernhard Schäpertöns, Daniel Schäfer, Werner Kuhnlein, Christoph Schultheiß</i>	
Nachhaltige Brücken aus vorgespanntem Carbonbeton	175
<i>Andreas Apitz, Frank Jesse, Mike Schlaich</i>	
Fertigung und Montage der Chenab Railway Bridge in Indien – Ein Erfahrungsbericht ...	191
<i>Frank Bauchspiess</i>	
Chronik des Brückenbaus	207
<i>Zusammengestellt von Sabine Wellner</i>	

Brückendenkmalpflege – Erfahrungen aus Baden-Württemberg

Dr. Michael Hascher, Dr.-Ing. Sabine Kuban

*Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart,
Referat 83.3 Spezialgebiete – Tragwerksplanung –*

1 Einleitung

Brücken sind vielfältige und vielschichtige Infrastrukturbauwerke. Das gilt weniger für ihre Nutzung als für ihre Wahrnehmung, denn Brücken sind im öffentlichen Raum weit stärker sichtbar als andere Infrastrukturen. Wenn wir beim diesjährigen 31. Dresdner Brückensymposium über die Erfahrungen mit der Erhaltung und Pflege denkmalgeschützter Brücken berichten, ist uns bewusst, dass der Denkmalwert einer von mehreren Werten ist, die ein solches Bauwerk kennzeichnen.

Der technische Gebrauchswert einer Brücke ist Ihnen allen bekannt. Auch die Erweiterung der Betrachtung von einer eher betriebswirtschaftlich-ökonomischen Sichtweise auf Bauwerke hin zu einer gesamtwirtschaftlichen oder gesellschaftlichen Einordnung, die ökologische Aspekte, Nachhaltigkeit oder „graue Energie“ mit berücksichtigt, ist in aller Munde und Ihnen allen geläufig. Neben diesen Wertzuschreibungen spielen für viele, nicht nur denkmalgeschützte Brücken weitere Werte wie Ästhetik, Prägung der Stadt- oder Kulturlandschaft, heimatgeschichtlicher oder industriekultureller Erinnerungswert und ähnliches eine Rolle.

Für die Eigenschaft als Denkmal im Sinne der Denkmalschutzgesetze ist entscheidend, ob ein Bauwerk noch einen genügend hohen Beleg- bzw. Quellenwert als bauliches Dokument aufweist, um ein öffentliches Erhaltungsinteresse und damit eine Einschränkung der Verfügungsgewalt des Eigentümers begründen zu können. Dabei ist der Denkmalwert ein kultureller Wert und das einzelne Denkmal ist natürlich ein Erinnerungsmonument der allgemeinen Öffentlichkeit. Noch mehr aber, das wollen wir an dieser Stelle betonen, ist eine denkmalgeschützte Brücke als bauliches Dokument und exemplarisches Beispiel für die Wissenschaft und hier besonders für Ihre Disziplin Bauingenieurwesen beziehungsweise das Fachgebiet Brückenbau relevant. Es geht unter anderem auch um den didaktischen Wert, den diese Beispiele als gebaute Lösung für bestimmte

Baufaufgaben haben. Dass dies der Disziplin wichtig ist, zeigen zahlreiche Publikationen zu historischen Brücken und die Institutionalisierung der Bautechnikgeschichte, beispielsweise durch die Gründung einer Fachgesellschaft, in den letzten Jahren.

Bezogen auf diese wissenschaftliche Disziplin ist zu bemerken, dass wir unseren Beitrag nicht in der bautechnikhistorischen Forschung verorten, sondern eher als Erfahrungsbericht aus der staatlichen Denkmalpflege. Selbstverständlich geht es auch hier darum, Antworten auf Fragen zu finden, doch dies ist oft stark von Pragmatismus geprägt und ähnelt kaum wissenschaftlicher Forschung.

Wir wollen den Beitrag mit Bemerkungen zum Brückenbestand insgesamt einleiten (2), danach etwas genauer auf den Denkmalwert eingehen (3) und dann hauptsächlich von Erfahrungen im Umgang mit denkmalgeschützten Brücken berichten (4). Dieser Bericht stützt sich einerseits auf eigene Erfahrungen der Jahre 2009 bis 2021, andererseits auf Auswertungen der Akten zu vergangenen Projekten [1], [2]. Dies ist insbesondere deshalb wichtig zu erwähnen, weil Maßnahmen an denkmalgeschützten Brücken meist Langfristprojekte sind und wir kaum Beispiele haben, die unter unserer Betreuung in den vergangenen Jahren vollständig abgeschlossen wurden. Ausgangspunkt ist der Denkmalbestand des Landes Baden-Württemberg, der Kontext des Handelns der anderen Landesdenkmalämter ist uns in Grundzügen bewusst.

2 Zum Brückenbestand in Baden-Württemberg

Der Brückenbau ist eine sehr alte Technologie, die bis in die Vorgeschichte zurückreicht. Als archäologische Denkmale sind beispielsweise Brückenreste an der Heuneburg (bei Riedlingen an der Donau, Anfang 6. Jahrhundert v. Chr.) oder Fragmente eines um 100 n. Chr. gebauten römischen Aquäduktes bei Rotten-



Bild 1 Pliensaubrücke (1286; historisch 8 × 13 m Spannweite)

Foto: Martin Hahn, LAD

burg am Neckar erhalten [3]–[5]. In größerem Umfang baulich überliefert sind Brücken erst ab dem späten Mittelalter (Ende 13. Jahrhundert). Dabei sind zwei Merkmale festzustellen:

Einerseits waren sowohl die Errichtung von Natursteingewölben als auch die von Holzbrücken etablierte Handwerkstechniken. Vor allem in den Städten, die von vielen Gewässern oder Gewerbekanal durchzogen waren, viele Brücken mit kleineren Spannweiten errichtet. Andererseits waren Brücken mit großen Spannweiten oder gar längere Wasserleitungen, die mehrere, vermessungstechnisch genau eingepasste Brücken (Aquädukte) verlangten, aufwändige und teure Investitionen, die sich nur sehr wenige Städte leisten konnten. Otto Borst hat 1971 die Bedeutung einer solchen Investition am Beispiel der Esslinger Pliensaubrücke, Bild 1, gezeigt und damit einen wichtigen Impuls für die Erforschung historischer Brücken gegeben [6], [7].

Der hohe Aufwand erklärt auch, dass es jenseits der Ortslagen kaum Brücken gab. Zu den Ausnahmen gehören die sog. Teufelsbrücke bei Nürtingen und eine Brücke bei Zimmern ob Rottweil [8], [9].

Ab dem 18. Jahrhundert beginnen, wohl unter dem Einfluss des Merkantilismus, einige der Territorien – die auf dem Gebiet des heutigen Baden-Württembergs relativ klein waren – verstärkt mit dem Ausbau der Infrastruktur auch in der Fläche, insbesondere der Chausseen

[10], [11]. So entstehen auch in kleineren Orten Straßenbrücken mit relativ großen Spannweiten. Wichtig ist dabei aber mehr die Vermehrung der Zahl solcher Brücken als ihre Spannweiten, die zwar oft zwischen zehn und etwas über 20 m liegt, aber kaum die Maße älterer Brücken überschreitet (Übersicht bei [12]). Hintergrund ist, dass beim Chausseebau mehr oder weniger dasselbe gilt wie zuvor beim Bau von Wasserleitungen: Die an einheitlichen Kriterien orientierte Trassierung macht eine große Zahl von Kunstbauten notwendig, unter anderem eben Brücken.

Die Neuordnung der Territorien nach der napoleonischen Ära (1803 bis 1815) verstärkt diesen Trend: Die neuen Länder (jetzt nur noch Baden, Württemberg und Hohenzollern) sind größer und versuchen mit Infrastrukturinvestitionen zur Integration ihrer Territorien beizutragen. Dazu kommt als neue Bauaufgabe der Streckenausbau für die Eisenbahn, wodurch sich der Brückengesamtbestand vervielfacht, beispielhaft Bild 2.

Durch den Einsatz des neuen Werkstoffes Eisen, zunächst als Gusseisen, später in der Regel als Stahl, vergrößert sich zudem die Vielfalt der Konstruktionsformen [13]. Mit Stahlkonstruktionen vereinfachte sich die Trassierung, da bald die Überbrückung deutlich größerer Spannweiten von über 50 m möglich war. Tiefe Täler und große Flüsse wie der Rhein konnten nun ohne größeren Aufwand überquert werden. Aber auch für zahlreiche kleinere Brücken



Bild 2 Enztalviadukt der Eisenbahn bei Bietigheim (1853, Spannweite $21 \times 11,20$ m)

Foto: Markus Numberger, LAD

waren stählerne Überbauten eine Alternative zur massiven Gewölbebrücke, siehe Bild 3.

Ein weiterer neuer Werkstoff, Beton, wurde ab den 1840er Jahren relevant im Brückenbau: Bei Straßenbrücken kam er zunächst als Füllbeton zum Einsatz, deren Gewölbebögen aber weiterhin aus Natursteinen bestanden. Vollständig oder hauptsächlich aus Beton hergestellte Brücken kamen zunächst in Form unbewehrter Stampfbetonbrücken, dann als Eisen- bzw. Stahlbetonbrücken auf [14]–[16]. Hiermit waren auch Änderungen in der Konstruktionsweise im

Massivbau verbunden, insbesondere die Ausbildung von Zwei- und Dreigelenkbögen [17].

Bei der Eisenbahn kam Beton ab den späten 1880er Jahren in großem Maß in der für kleine Stützweiten (unter 10 m) immer öfter gewählten Bauform „Walzträger im Beton“ zum Einsatz. Diese Bauform macht heute wie die Gewölbebrücken etwa ein Viertel des Brückenbestandes der Deutschen Bahn aus [18]. Zudem wurden Betonbrücken an Nebenstrecken und bei größeren Umbauten auch im Hauptnetz gebaut. Beim Umbau des Bahnknotens



Bild 3 Kübelbachviadukt der Eisenbahn bei Dornstetten (1879, Spannweite u. a. 3×60 m)

Foto: Rainer Kaelcke



Bild 4 Drackensteiner Hang (1936)

Foto: Martin Hahn, LAD

Hauptbahnhof Stuttgart ab 1914 kamen hauptsächlich Bogenbrücken zur Ausführung, doch für die Überwerfungsbauwerke im Vorfeld des neuen Kopfbahnhofs wurden als neue Bauform Stockwerkrahmen-Brücken entwickelt, mit denen auf drei Ebenen Kreuzungen ermöglicht werden konnten [19].

Der Straßenbau richtete sich an manchen Stellen schon vor dem Ersten Weltkrieg auf den wachsenden Verkehr mit Autos, Fahrrädern und Motorrädern ein. In Baden-Württemberg entstanden erst mit dem Autobahnbau in den 1930er Jahren in größerem Ausmaß neue Straßenbrücken. Hier ist der Alaufstieg am Drackensteiner Hang einer der deutlichsten Belege dafür, wie die Autobahntrassierung und der zugehörige Brückenbau dieser Zeit aussah, Bild 4, [20].

Im Unterschied zu den auf das „Autowandern“ ausgerichteten Reichsautobahnen war der Autobahnbau der Nachkriegszeit stärker auf den Lkw-Verkehr konzipiert und die Trassierungsparameter erlaubten nur noch geringe Längsneigungen und höhere Kurvenhalbmesser. Erleichtert wurde die Umsetzung dieser Vorgaben auch durch neue Entwicklungen im Brückenbau, insbesondere den Spannbeton als neuen Werkstoff und die Rationalisierung im Baubetrieb durch Freivorbau, Kletterschalung und Taktschiebeverfahren. Spektakuläre Zeugnisse dieser Entwicklungen sind beispielsweise die Herdbrücke in Ulm als eine der ersten Spannbetonbrücken [21], [22] oder aber auch die Kochertalbrücke der A6 bei Braunsbach-

Geislingen, Bild 5, [23]. Rückblickend scheint seit dieser Zeit der Brückenneubau seine Hauptaufgabe im Straßenbrückenbau zu finden.

Der Bau von Eisenbahnbrücken beschränkte sich nach der Beseitigung der Kriegsschäden lange Zeit auf wenige Ersatzneubauten. Mit dem Bau der Neubaustrecken für den ICE in den 1980er Jahren änderte sich das. Noch stärker als die Autobahntrassen war die 1991 eröffnete Schnellfahrstrecke 4080 Mannheim-Stuttgart durch eine Vielzahl von Ingenieurbauwerken geprägt, oft Brücken aus Spannbeton. Die Gestaltung dieser Brücken war einigen der zeitgenössischen Bauingenieure zu schlicht, weshalb heute die DB AG an manchen Stellen mehr auf eine baukulturell ansprechendere Konzeption ihrer Brücken achtet [24].

3 Über den Denkmalwert von Brückenbauwerken

In Baden-Württemberg wie auch in anderen Bundesländern steht nur ein kleiner Teil des Brückenbestandes tatsächlich unter Schutz. Denkmalschutz ist Ländersache, sodass für die hier vorgestellten, denkmalgeschützten Brücken immer das Denkmalschutzgesetz Baden-Württemberg gilt [25]. Dieses kennt drei Gründe, weshalb ein Bauwerk denkmalfähig sein kann: wissenschaftliche, künstlerische und heimatgeschichtliche. Für die Feststellung des öffentlichen Erhaltungsinteresses, der sog.



Bild 5 Kochertalbrücke (1979, längste Spannweite 138 m)

Foto: Karl Fisch, LAD

Denkmalwürdigkeit, muss dazu eine bestimmte Überlieferungsqualität kommen, die mit Charakteristika wie Belegwert, dokumentarischer Wert, Alters-, Seltenheitswert oder ähnlichem umschrieben wird [26].

Zu Beginn aber erst noch ein Hinweis auf einen Aspekt des Denkmalschutzgesetzes Baden-Württemberg: Dieses definiert in §2(1) auch „Sachgesamtheiten“ als Gegenstand des Denkmalschutzes. Angewandt auf Brücken kann dies bedeuten, dass nicht unbedingt die einzelne Brücke denkmalwertig sein muss. Vielmehr kann der Denkmalwert im Sinne des vorher dargestellten auch in der Trassierung einer Strecke oder eines Streckenabschnittes wie etwa des Albaufstieges der Eisenbahn an der Geislinger Steige oder der Autobahn am Drackensteiner Hang liegen. Manche der dort liegenden Einzelbauwerke stützen den Denkmalwert der Sachgesamtheit nur wenig, tragen aber eben jene Trassierung mit, die durchaus eine hohe historische Bedeutung hat. Im Umgang mit Brücken in Sachgesamtheiten bestehen dann für die Denkmalpflege größere Handlungsspielräume (siehe unten).

3.1 Heimatgeschichtliche und künstlerische Werte von Brücken

Brücken sind Teil unserer Baukultur, manchmal wird ihnen, wie der *Stari Most* (Alte Brücke) über die *Neretva* in Mostar (Bosnien und Herzegowina), eine prominente Symbolkraft

(UNESCO Welterbestatus seit 2005) zugeschrieben [27], mitunter ist aber auch ihr Status als Wahrzeichen im Bewusstsein aller verankert, wie beispielsweise bei der *Steinernen Brücke* in Regensburg oder auch dem *Blauen Wunder* in Dresden [12], [28]. Die gesamtgesellschaftliche Relevanz von Brücken ist nicht zuletzt in den Darstellungen auf unseren Euro-Geldscheinen dokumentiert. Und auch wenn hier verschiedene Brückencharakteristika zu einer jeweils idealisierten Darstellung verändert wurden [29], so lassen sich allein schon daran grundlegende künstlerische und heimatgeschichtliche Werte festmachen, die auch Nichtdenkmalpflegern verständlich sind.

Unabhängig von der gewählten Konstruktion sind Brücken notwendige bauliche Anlagen der Verkehrsinfrastruktur. Über Jahrhunderte hinweg prägen sie unsere Kulturlandschaft und sind mitunter Ursprung und Manifestation von bedeutenden Siedlungen an Gewässer- und Straßenkreuzungen. Sie bezeugen anschaulich die menschliche Kreativität bei der Überwindung von Hindernissen. Baden-Württembergische Städte wie Esslingen, Heidelberg, Bad Säckingen oder auch Lauffen sind ohne ihre Brücken nicht denkbar. Und auch moderne Brückenkonstruktionen wie die von Jörg Schlaich bzw. seinem Büro verantworteten mehr als zehn Brückenprojekte in und um Stuttgart sind mittlerweile prägender Bestandteil der Metropolregion. Zwar stehen sie aktuell nicht unter Denkmalschutz, sind aber durchaus als künftige Denkmale vorstellbar.

Der Brückenbau gilt als Königsdisziplin im konstruktiven Ingenieurbau und konzentriert sich dabei nicht nur auf eine effiziente theoretische Bemessung, sondern auch auf eine elegante Konstruktion und die gelungene praktische Ausführung. Den Wert der gestalterischen Qualität von Brückenbauwerken thematisierte 2008 die Deutsche Bahn. Im erwähnten Leitfaden zum Gestalten von Eisenbahnbrücken gab sie „Anregungen für eine sinnvolle und angemessene technische und gestalterische Weiterentwicklung“ von Eisenbahnbrücken und dies auch explizit für das Bauen im Bestand [24]. Die Verleihung des Deutschen Brückenbaupreises 2016 für die Sanierung der Kochertalbrücke zeigt, dass dieser Anspruch auch für Straßenbrücken gilt [23].

Grundsätzlich ergeben die Wahl der Konstruktion, die Proportionierung, die Gestaltung der Flächen, besonders auch an den Widerlagern, und die Einbindung von Brückenfiguren, Bildreliefs oder Inschriften den künstlerischen Wert einer Brücke. Mitunter wurden Brücken von den ausführenden Architekten und Ingenieuren wie beispielsweise Schickhardt, Bonatz, Leonhardt und Schlaich geradezu inszeniert und erhielten Vorzeigecharakter. Heinrich Schickhardt (1558–1635) war ein bekannter, württembergischer Hofbaumeister während der Hochrenaissance [30]. Paul Bonatz (1877–1956) war Architekt und Gestalter von Ingenieurbauten und gilt als einer der Hauptvertreter der Stuttgarter Schule [31]. Fritz Leonhardt (1909–1999) gilt als einer der einflussreichsten Bauingenieure des 20. Jahrhunderts und arbeitete bei vielen Projekten mit Paul Bonatz zusammen [32]. Jörg Schlaich (1934–2021) war ein Schüler und Mitarbeiter Leonhardts, der ihn maßgeblich beeinflusste [33].

Wir sollten aber nicht vergessen, dass Gestaltung auch etwas Modisches anhaftet, das heute mitunter anders gelesen und verstanden wird als noch in früheren Zeiten. Beispielsweise schreiben Bonatz und Leonhardt, beide wohl eher dem Massivbau zugewandt, 1956 über die damals etwa 100 Jahre alten eisernen Fachwerkbrücken, diese seien „*sparsam, standfest, aber oft genug unschön, im Industrierwerk vielleicht erträglich, in der Landschaft meist störend, ja häßlich [sic]. Ungestaltete Technik. Der rechnende Ingenieur als Spezialist hat vor Freude an seinen Erkenntnissen und technischen Erfolgen das Gefühl und das Verantwortungsbewußtsein [sic] dem Schönen gegenüber verloren.*“ In ihren Augen sollte für Brücken „*die klassische einfache Form ohne Zutaten [...] erstrebt*“ werden, die

durch unterschiedliche Materialien und örtliche Bedingungen noch genügend Vielfalt erhält [34]. Diese mögliche Vielfalt ist rund 50 Jahre später offenbar keine Option mehr. Durch ein immer „*strafferes Normenwerk oder den fehlenden Mut für neue Lösungen [sei] die gestalterische Kreativität der Ingenieure und Bauherren in den Hintergrund getreten*“, so dass „*neue Eisenbahnbrücken [...] aus gestalterischer Sicht unbefriedigend*“ beurteilt werden [24, S. 9].

Interessanterweise ähnelt der sich daraus ergebende aktuelle Appell an die Gestaltung von Brücken: „*Bei einer guten Brücke kann man nichts weglassen und muss nichts hinzufügen; sie wehrt sich gegen jede applizierte Dekoration und wir Ingenieure müssen diese Art von ‚Gestaltung‘ grundsätzlich ablehnen*“ [24, S. 15]. Genau solche applizierte Dekoration aber war für die Bau- und Kunstdenkmalpflege in der Vergangenheit durchaus einer der denkmalkonstituierenden, künstlerischen Werte von Brücken, die bis ins 19. Jahrhundert gebaut wurden [35].

In der denkmalpflegerischen Arbeit liegt daher zumeist ein Schwerpunkt auf der Vermittlung denkmalkonstituierender Charakteristika, also dem Bürger und den Projektbeteiligten verständlich zu machen, was genau schützenswert ist. Dies ist gerade in der Industriedenkmalpflege mitunter ziemlich herausfordernd und vielleicht auch ein Auftrag an Sie, Herangehensweisen und Entwicklungen im Brückenbau noch stärker der Allgemeinheit zu vermitteln.

3.2 Wissenschaftliche Werte von Brücken

Bei der Prüfung des Denkmalwerts von Brücken als Einzelbauwerk (der durchaus auch in Sachgesamtheiten bestehen kann) steht das Tragwerk im Mittelpunkt, in der Terminologie der Bahn „*die Bauart des Gesamtbauwerks und die Bauart des Überbaus*“. Hier gibt es mehrere Gattungen und Untergattungen, für die in Anlehnung an die von Axel Föhl (1992 bis 2009 Sprecher der Arbeitsgruppe Industriedenkmalpflege der Vereinigung der Landesdenkmalpfleger) bereits 1994 etablierten Kriterien zunächst gefragt wird, ob es sich um „*historisch typische*“ Bauwerke handelt [36]. Dieser Aspekt ist insofern wichtig, als mancherorts noch das Missverständnis besteht, dass es der Denkmalpflege ausschließlich um die Seltenheit gehe. Gewiss können (auch nach Föhl) „*einzigartige*



Bild 6 EÜ bei Süßen als Radwegbrücke (1901, Spannweite 21,6 m)

Foto: Michael Hascher, LAD

Objekte“ Denkmalwert haben, aber sie müssen es nicht und die Denkmallisten sollten auch keine Kuriositätensammlungen sein. Vielmehr ist es aus fachlicher Sicht wichtig, der Nachwelt über bauliche Dokumente einen einigermaßen realistischen Eindruck des Brückenbaus einer bestimmten Epoche zu vermitteln.

Das bedeutet, dass man die oben angesprochenen Brückengattungen und -untergattungen überliefern will, aber keineswegs, dass jede Brücke ein Denkmal ist. Vielmehr stellen sich innerhalb der Untergattungen oder Typen, beispielsweise der Naturstein-Gewölbebrücken der Bahn, weitere Fragen, insbesondere ob es sich um Anfangs-, End- oder Höhepunkte der jeweiligen technischen Entwicklung handelt [34]. Das schließt einen Großteil des Bestandes aus, bedeutet allerdings nicht, dass nur „die erste“ oder „die letzte“ Brücke einer bestimmten Art Denkmal sein kann.

Am Beispiel der Spannbetonbrücken lässt sich das gut veranschaulichen. Selbstverständlich ist für die wissenschaftliche Auseinandersetzung mit historischen Konstruktionen nicht so entscheidend, ob eine Brücke ein paar Jahre früher oder später fertig wurde. Vielmehr ist es beispielsweise wichtiger, dass etwa die Herdrücke in Ulm eine bestimmte Bauweise (*System Freyssinet*) belegt und die Nibelungenbrücke in Worms eine andere (*System Finsterwalder*) [22]. Endpunkte einer Entwicklung sind dann interessant, wenn die Anfangs- oder Hö-

hepunkte nicht mehr greifbar sind, wie etwa bei den Sprengwerkbrücken aus Holz. Die noch verbliebenen, authentisch überlieferten Exemplare in Baden-Württemberg sind aus diesem Grund geschützte Kulturdenkmale.

Damit ist ein weiterer Punkt angesprochen, die Überlieferung: Hierzu hat Hans Peter Münzenmayer, 1989 bis 2008 Referent für technische Kulturdenkmale am Landesdenkmalamt Baden-Württemberg, die Begriffe der operationalen, funktionalen oder formalen Überlieferung etabliert [37], [38]. Brücken sind in der Regel operational überliefert. Sie dienen täglich der Funktion, für die sie gebaut worden sind. Beispiele für den funktionalen Erhalt sind etwa auch Mühlen, die noch vollständig sind und funktionieren, aber nur noch am Mühlentag und ähnlichen Gelegenheiten vorgeführt werden. Fehlt die Funktion wie etwa bei Fabrikhallen ohne maschinelle Ausstattung spricht man vom formalen Erhalt. Die Denkmaleigenschaft hängt jedoch nicht davon ab, in welcher dieser Stufen ein Bauwerk überliefert ist. Dennoch ist es für den Unterhalt sinnvoll, wenn ein operationaler Erhalt besteht oder wiederhergestellt werden kann. Damit steigen Motivation und Möglichkeiten, Maßnahmen der Instandhaltung zu finanzieren und anzugehen. Denkbar sind hier auch Zwischenformen von Überlieferungszuständen, wie etwa die Umwandlung von Bahn- in Straßen- oder Fußgänger- bzw. Radwegbrücken, Bild 6. Auch in dieser Form vorgefundene Brücken können Denkmal werden.

4 Der Umgang mit dem Denkmal

Steht die Denkmaleigenschaft einer Brücke fest, ist es Aufgabe der staatlichen Denkmalpflege, in Genehmigungsprozessen den öffentlichen Belang des Denkmalschutzes einzubringen und auf den Erhalt der Denkmale, zu dem die Eigentümer nach Denkmalschutzgesetz (DSchG) verpflichtet sind, beziehungsweise auf den Erhalt des Denkmalwertes bei dessen Sanierung oder Umbau hinzuwirken [25]. Dazu gibt es vielfältige Erfahrungen. Manche Strategie hat sich als probat erwiesen, manche nicht, anderes ist im Fluss.

Für alle Seiten bewährt hat sich sicherlich die Strategie, frühzeitig ins Gespräch zu kommen. Wenn die Vorhabenträger, seien es DB AG, Landesstraßenbauverwaltung, Kommunen oder andere, bereits vor der eigentlichen Einleitung eines Verfahrens zur Planfeststellung, Plangenehmigung oder baurechtlichen Genehmigung mit der Denkmalpflege in Kontakt treten, wird im Verfahren vieles einfacher. Insbesondere zwischen den regionalen Netzen der DB AG und dem Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart (LAD) wurden hier in den vergangenen Jahren gute Erfahrungen gemacht. Ähnlich wie bei den Belangen des Naturschutzes können, wenn der Kontakt frühzeitig besteht, bereits im Vorfeld kritische Punkte identifiziert und notwendige Voruntersuchungen teilweise abgearbeitet werden und behindern dann später nicht den Fortgang eines Verfahrens oder gar des Baufortschritts. Das System der frühzeitigen Anfrage bei Verdachtsfällen hat seitens der Denkmalpflege auch den Vorteil, dass zu Bauwerken, die aus unterschiedlichen Gründen noch nicht auf ihre Denkmaleigenschaft geprüft wurden, eine Aussage getroffen werden kann. Beim Vorhabenträger schafft dies Planungssicherheit. Die



Bild 7 Kübelbachviadukt, Detail Natursteinpfeiler mit Betonergänzungen

Foto: Michael Hascher, LAD

meisten solcher Anfragen der vergangenen Jahre endeten übrigens mit der Feststellung, dass es sich beim angefragten Bauwerk nicht um ein Kulturdenkmal handelt.

In den anderen Fällen ist es für den Vorhabenträger wichtig, frühzeitig zu wissen, worauf er bei der Sanierung besonders achten muss, um beispielsweise Auftragnehmer mit besonderen Qualifikationen (Bauforschung, Materialforschung, Restaurierung u. ä.) einzubinden.

4.1 Instandhaltung

Handelt es sich bei einer Brücke um ein Denkmal, sind der Denkmalpflege in der Regel folgende Faktoren besonders wichtig. Zunächst kommt, wie angedeutet, dem Fortbestehen der Funktion, also dem operationalen Erhalt, eine hohe Bedeutung zu. Sofern eine Brücke überhaupt saniert werden muss, ergeben sich im Detail gewisse Handlungsspielräume. In vielen Fällen ist der Zeitpunkt einer Sanierung durch die regelmäßige Pflege, Wartung und Instandhaltung der Brücken hinauszuschieben, da die Wahrscheinlichkeit oder Ausbreitung von Schäden deutlich verringern. Gerade hier gehen die empirischen Befunde, die wir in den vergangenen Jahren machen konnten, weit auseinander. Es gibt Brücken, die gut gewartet und entwässert und trotz hohen Alters in einem hervorragenden Zustand sind. Bei anderen, selbst jüngeren Bauwerken, wurde die Pflege, insbesondere der Entwässerung und des Korrosionsschutzes, so lange vernachlässigt, dass sie nur schwer oder gar nicht mehr zu erhalten sind. Dies ist weder im Sinne des Denkmalschutzes noch der öffentlichen Hand als Eigentümerin, noch unter den heutigen gesamtgesellschaftlichen Nachhaltigkeitsbestrebungen vertretbar.

Umso begrüßenswerter ist es, dass wir hier auch zwei Beispiele vorstellen können, bei denen an Brückendenkmälern größere Instandhaltungsmaßnahmen erfolgreich umgesetzt werden konnten und deren Erhaltungsbedingungen sich dadurch wesentlich verbessert haben:

Beim 1879 in Betrieb genommenen Kübelbachviadukt der Eisenbahnlinie (Stuttgart–Eutingen–Freudenstadt) wurden 2017 bis 2020 die Pfeiler saniert. Die Sanierung betraf teilweise den Beton der Lagerbänke, aber auch die Natursteinpfeiler selbst. Im Ergebnis ist die Substanz der Brücke weitgehend materialgerecht erhalten (zum Teil wurden mit speziellen Zu-

schlagstoffen eingefärbte Betonplomben gesetzt, siehe Bild 7) und das Erscheinungsbild gut bewahrt.

Die Instandhaltung der Straßenbrücke über die Jagst beim Kloster Schöntal (Hohenlohekreis, im Nordosten Baden-Württembergs), einer Natursteinbogenbrücke [12], umfasste neben der Wiederherstellung der Entwässerung und der Überarbeitung der Fahrbahndecke, auch die

Sanierung der Fugen des Natursteinmauerwerkes sowie die Restaurierung der Brückenfigur. Das in der heutigen Form 1609 vom Steinmetz Michael Kern (d. Ä., 1555 bis 1634) errichtete Bauwerk steht somit wieder dem Auto- und Fahrradverkehr zur Verfügung, Bild 8. Heute zeigt sich das Erscheinungsbild der Brücke leider etwas verändert, da die Absturzsicherung mittels eines Geländers verbessert werden musste, Bild 9 [39].



Bild 8 Jagstbrücke noch ohne Geländer (1609, größte Spannweite heute etwa 25 m)

Foto: Michael Hascher, LAD



Bild 9 Jagstbrücke mit Geländer

Foto: Michael Hascher, LAD



Bild 10 Holzbrücke Beuron (1801, Spannweite etwa 70 m)

Foto: Laurenz Murken, LAD

4.2 Sanierung

Trotz aller Instandhaltungsbemühungen sind Brücken manchmal den an sie gerichteten Anforderungen nicht mehr gewachsen. Dann stellt sich aus denkmalpflegerischer Perspektive zunächst die Frage, ob diese Anforderungen wirklich vom Bestandsbauwerk erfüllt werden müssen. Alternativ gilt es zu klären, ob es nicht auch möglich ist, die Verkehrsströme über ein anderes, neues Bauwerk umzuleiten oder durch ein solches die denkmalgeschützte Brücke zu entlasten. Einige denkmalgeschützte Brücken sind bis heute nur deshalb vorhanden, weil für den Autoverkehr eine andere Brücke gebaut und das Bestandsbauwerk als Fußgänger- und Radwegbrücke erhalten blieb.

Ein prominentes Beispiel hierfür ist die gedeckte Holzbrücke in Beuron im Donautal. Die aus dem Jahr 1801 stammende Donaubrücke wurde 1953 erweitert und trug noch mehr als 20 Jahre den Autoverkehr, Bild 10. 1975 bekam der Autoverkehr etwas donauabwärts eine neue Brücke und die Holzbrücke, mit der sich zahlreiche Architekten und Ingenieure wie zum Beispiel Carl Matschoß, Paul Bonatz und Fritz Leonhardt befasst hatten, wurde erhalten und restauriert. Die staatliche Denkmalpflege hat sich dabei nach Aktenlage nur um die richtige Restaurierung der Holzsschindeln und des Daches gekümmert, doch das und viele ähnliche Beispiele zeigen ja letztlich nur, dass Denkmalpflege ein gesellschaftliches Anliegen ist [39].

Im Folgenden wollen wir uns aber auf die Herausforderungen von Sanierungsmaßnahmen an denkmalgeschützten Brücken konzentrieren. Soll eine Brücke saniert oder umgebaut werden, betreffen die Erhaltungsmaßnahmen der Denkmalpflege vornehmlich die Konstruktion: Ziel ist es, das vorhandene statische System zu erhalten und wenn möglich auch die historische Funktion der Brücke zu bewahren. Lasterhöhungen stellen ein gewisses Problem dar, das aber nicht unlösbar ist. Weiterhin sind der Erhalt der Proportionen respektive des allgemeinen Erscheinungsbildes denkmalpflegerische Ziele. Dies führt unweigerlich dann zu Konflikten, wenn beispielsweise die Fahrbahn verbreitert werden soll. Doch auch hier sind durchaus Lösungen denkbar. Schließlich gibt es noch Aspekte wie die Materialgerechtigkeit bei Sanierungen oder der Erhalt von Fertigungs- und Nutzungsspuren (Betonieren, Taktschiebeverfahren usw.) zu beachten. Diese haben unstrittig eine gewisse Bedeutung, doch gilt gerade auch für Brücken der Grundsatz, dass ein Denkmal mehr ist als die Summe seiner Oberflächen.

4.2.1 Recherche und Bauaufnahme

Gemeinsam ist allen bisher begleiteten Fällen die Erfahrung, dass eine sorgfältige Vorbereitung ausschlaggebend für eine gelungene Maßnahme ist. Dazu gehört zu allererst das Bewusstsein, dass es für denkmalgeschützte Brücken vielleicht gewisse Leitlinien, sicher aber keine „Lösungen von der Stange“ gibt. Grundlage muss eine Bauaufnahme sein, die für die

Bauteile Überbau, Widerlager, Pfeiler und Belagsaufbau deren Geometrie, Material, Alter, Verformungen und Schäden erfasst. Ebenso ist eine Auseinandersetzung mit der Bestandsstatik und dem ursprünglichen Entwässerungskonzept unerlässlich. Strittig ist, wie genau die Nutzungsgeschichte zu ermitteln ist. Zwar ist Konsens, dass die üblicherweise aus den Bauwerksbüchern herauslesbaren Daten zu kleineren Umbauten sowie grobe Daten zu Zeiträumen der Streusalznutzung usw. wichtig sind, doch bei der Belastungsgeschichte scheiden sich die Geister. Während die eine Seite dafür plädiert, viel Arbeit in die Ermittlung der Lastwechsel zu stecken, meinen andere, dass dadurch eine Präzision suggeriert werde, die letztlich gar nicht gegeben sei. Unbenommen davon ist festzuhalten, dass auf diesem Level der Diskussion akzeptiert ist, dass die Lebensdauer einer Brücke nicht allein von ihrem Alter, sondern vielmehr von Lastwechseln, Pflege, Witterungseinflüssen usw. beeinflusst wird [40].

4.2.2 Veränderte Lastniveaus

Die Belastungen, die heute bei der Planung von Verkehrswegen im Allgemeinen und bei Brücken im Speziellen angesetzt werden, sind meist höher, als es in der Bauzeit der Fall war. Daher wurden in der Vergangenheit vielerorts technische Hilfsmittel wie Lastverteilungsplatten, zusätzliche Spannglieder oder Balken herangezogen, um das historische Tragwerk zu ertüchtigen und zumindest teilweise zu erhalten. Auch heute werden an den Hochschulen im Kontext der Nachhaltigkeitsdiskussion und knapper Kassen – also durchaus nicht nur mit dem Blick auf die Anforderungen der Denkmalpflege – neue Methoden zum Bestandserhalt entwickelt. Mittlerweile gibt es zahlreiche Beispiele, anhand derer kritische Fragen diskutiert werden können: Welche neuen Methoden sind tatsächlich denkmalgerecht und sollten weiter untersucht werden? Wie weit dürfen Verstärkungsmaßnahmen gehen, um nicht den Denkmalwert zu zerstören?

Unsere Erfahrungen zu lastniveaubedingten Brückensanierungen wollen wir an drei Beispielen, zwei Straßen- und einer Eisenbahnbrücke, erläutern.

Die 1754 errichtete Straßenbrücke über die Jagst in Mulfingen-Heimhausen (Hohenlohekreis) war nach teilweiser Kriegszerstörung 1956 wiederaufgebaut worden und hatte dabei eine Fahrbahnplatte aus Beton erhalten. Inzwischen ist sie sanierungsbedürftig, die Planungen dazu sind seit einiger Zeit im Gang. Zu

Beginn der Sanierungsplanungen wurden die Tragfähigkeit des Bogens sowie verschiedene Berechnungsansätze und Sanierungsmethoden diskutiert [41], [42]. Der Bogen fand dann bei der Bemessung der neuen Fahrbahnplatte Berücksichtigung. Die neue Betonplatte wird zudem in die Brüstungsmauer hineingebaut, sodass zugleich eine sichere Entwässerung gewährleistet ist. Ein Schrammbord schließt an die seitlichen Mauern an. An einer Stelle befindet sich an der Brüstungsmauer innenliegend ein vom Steinmetz erstelltes Fratzensgesicht. Dieses wird bei der Neugestaltung von Innenmauer und Schrammbord erhalten. Schließlich entspricht durch den erhöhten Fahrbahnaufbau die Brüstungshöhe nicht mehr den Anforderungen einer Absturzsicherung nach ZTV-ING [43]. Daher wird auch hier ein Geländer angebracht. Dieses wird zur geringeren Beeinträchtigung des Erscheinungsbildes in Schmiedeeisen ausgeführt und zur Schonung der Natursteine in traditioneller Weise durch Verbleiung in der Brüstungsmauer befestigt.

Die 1889 eröffnete stählerne Balkenbrücke über die Steinach in Nürtingen (Landkreis Esslingen) ist ein Produkt der Cannstatter Firma Leins&Cie. Die Hauptträger sind als genietete Hohlprofile ausgelegt, die Gehwege ruhen auf am Hohlprofil befestigten Kragarmen. Obwohl die Brücke seit Jahren hauptsächlich nur noch als Geh- und Radwegbrücke in Verwendung war, stand die Tragfähigkeit, vor allem im Kapfenbereich, in Frage. Das Brüstungsgeländer, eine schöne Schmiedearbeit, entsprach auch nicht der ZTV-ING [43]. Eine genaue Untersuchung zeigte, dass sich die Tragfähigkeit der Brücke unter Ansatz geringer Austauschmaßnahmen vor allem an den Kragarmen und bei einer Beschränkung der Kfz-Belastungen (nur im Ausnahmefall von jährlichen Festumzügen, Krankenwagenüberfahrt u. ä.) nachweisen ließ. Dazu trug auch der Ersatz der nicht mehr bauzeitlichen Fahrbahnplatte durch eine leichtere Platte aus Beton und Gussasphalt bei. An



Bild 11 Steinachbrücke nach der Sanierung (1889, Spannweite etwa 16 m)

Foto: Michael Hascher, LAD



Bild 12 Eisenbahnbrücke Laufenmühle-Viadukt (1909, max. Spannweite 28 m)

Foto: Michael Hascher, LAD

dieser konnte das Bestandsgeländer zudem so befestigt werden, dass es nun eine größere Höhe erreicht (die alten Winkel waren durch Korrosion ohnehin abgängig). Der Fahrradweg wurde durch Markierung in die Mitte der Brücke gelegt, sodass das Absturzrisiko in die Steinach weiter gemindert werden konnte und eine Brüstungshöhe von 110 cm ausreichte.

Nicht zuletzt betraf die Erhöhung des Lastniveaus auch das Laufenmühle-Viadukt, Teil der historischen Bahnstrecke der Schwäbischen Waldbahn, die noch heute zwischen Schorndorf (bei Stuttgart) und Welzheim verkehrt. Das Viadukt besteht aus acht Bögen, die 1909 aus bewehrtem Stampfbeton erbaut wurden, Bild 12. Nach gut 100 Jahren Nutzung zeigten sich am Bauwerk zahlreiche Abplatzungen, freiliegende korrodierte Bewehrung und Risse. Es galt, ein Sanierungskonzept für das Tragwerk inklusive einer funktionierenden Abdichtung zu erarbeiten, bei dem die denkmalrelevanten Spuren der Stampfbetonverarbeitung erhalten bleiben sollten. Gerade letzteres war schwierig umzusetzen und führte zu einem Kompromiss in der Durchführung [44]. An den bewehrten Bögen wurde nach Sanierung der Bewehrung die Überdeckungsstärke durch

eine zusätzliche Spritzbetonschicht erhöht. An den unbewehrten Seitenflächen kam nur ein dünnes, transparentes Oberflächenschutzsystem zum Einsatz, das zumindest ansatzweise weiterhin die Spuren erkennen lässt.

Bei den vergleichsweise seltenen, gedeckten Holzbrücken steht die Forderung nach einer Lasterhöhung meist im Zusammenhang mit einem Wandel in der Waldwirtschaft. Offenbar besteht heute häufiger der Wunsch, mit dem 16-Tonnen-Holztransporter das geschlagene Holz direkt im Wald abzuholen, statt es erst bis zu einer geeigneten Straße vorzurücken. Wird dieser Nutzungswunsch als berechtigt anerkannt, so ist diese erhebliche Steigerung der Nutzungsanforderung bei historischen Holzbrücken in der Regel kaum ohne zusätzliche Stahlkonstruktion lösbar. Zudem kommen dann oft noch Probleme mit der Durchfahrts Höhe (Anfahrtsschäden) hinzu. Im jüngsten Beispiel einer solchen Holzbrücke (Sulzbach-Laufen) wies die Brücke durchaus eine Tragfähigkeit bis 9 t auf und hätte sich dafür auch ohne Probleme sanieren lassen. Für die 28 unter Schutz stehenden Holzbrücken in Baden-Württemberg liegen gute Erfahrungen mit der Sanierung in Zimmermannstechnik vor. Zuletzt

wurden im Landkreis Ravensburg zwei Brücken auf diese Weise saniert. Bei einem künftigen Lastniveau von 16 t jedoch blieb in Sulzbach-Laufen nur der Weg des Einbaus von Stahlträgern, wie bereits in den 1980er Jahren in Fällen in Eriskirch oder Rottweil praktiziert [39].

4.2.3 Veränderte Anforderungen für Breite oder Lichtraumprofil

Neben der Problematik einer Lasterhöhung war und ist die Verbreiterung von Brücken ein häufiger Grund für Denkmalverluste. Zur Problematik gehören hier nicht nur die klassische Verbreiterung der Fahrbahn, sondern auch die Anhebung der lichten Höhe (beispielsweise bei Elektrifizierung). Dies kann Brücken in zweierlei Weise treffen. Bei der Eisenbahnbrücke über die Argen bei Langenargen gab es Schwierigkeiten zwischen der geplanten Oberleitung der Südbahn Ulm–Lindau und dem Kasten des Fachwerkträgers einer Eisenbahnbrücke, die mit zum Abbruch dieser Brücke beitrugen [45]. Daneben fielen der Elektrifizierung einige querende Straßenbrücken oder Fußgängerstege zum Opfer. Der Magdalenensteg in Biberach konnte allerdings durch Anhebung erhalten werden, Bild 13.

Erfolgreich umgesetzt werden konnte auch die Erweiterung von zwei auf drei Fahrstreifen (je Fahrtrichtung) bei der Kochertalbrücke der A 6. Hier waren Verstärkungsmaßnahmen ausreichend [23].

In einem anderen, noch nicht abgeschlossenen Fall wird derzeit quasi der umgekehrte Weg

gegangen. Während viele der historischen Brücken durch Zurückstufung auf den Fußgänger- und Radverkehr überlebt haben, sind es heute vor allem die Forderungen nach Radwegen, die zu Anforderungen an Fahrbahnbreiten führen – sich aber auch durch separate Bauwerke erfüllen lassen. Das Beispiel in Neudenu-Herbolzheim zeigt, dass auf diese Weise den Erwartungen des Radverkehrs schneller entgegengekommen werden kann, während die Sanierung der Straßenbrücke (aus dem Jahr 1852, Wiederaufbau 1946) ohnehin ein längerfristiges Vorhaben ist.

4.3 Besondere Fragestellungen

4.3.1 Fragmentarischer Erhalt

Von manchen historischen Brücken sind heute nur noch Fragmente erhalten (meistens Steinbögen), während das restliche Bauwerk beispielsweise in eine Betonbalkenbrücke umgebaut wurde. Hier stellt sich die Frage, welchen Denkmalwert man den Fragmenten heute noch zumessen will beziehungsweise ab wann diese Form des Erhalts nicht mehr denkmalverträglich ist.

Ein bekanntes Beispiel dafür ist die ab 1286 errichtete Pliensaubrücke in Esslingen. Von der ursprünglich über 200 m langen, zwölfeldrigen Steinbogenbrücke über den Neckar sind heute nur noch fünf Brückenjoche im Bereich der Querung der Bundesstraße B 10 überliefert. Das Bauwerk wurde schon im 19. Jahrhundert durch den Eisenbahnbau von der Stadt abge-



Bild 13 Magdalenensteg (1908, höchste Spannweite 29,8 m)

Foto: Michael Hascher, LAD

trennt und die Brücke im frühen 20. Jahrhundert umfangreich verändert, um Straßenbahn, Auto- und Fußgängerverkehr aufzunehmen. Infolge des Baus des Neckarkanals sowie des Ausbaus der Bundesstraße B 10 erfolgte 1962 bis 1964 ein weiterer Teilabbruch und massiver Umbau. Der Neckar wird seither mit einer Balkenbrücke aus Stahl gequert. Die beiden spätmittelalterlichen Brücken in Esslingen, die Innere Brücke und die Pliensaubrücke (früher innere und äußere Pliensaubrücke) wurden häufig in der Literatur behandelt [6], [12]. Angesichts des hohen Alters und der Seltenheit der Überlieferung ist in Esslingen auch noch das Fragment der Pliensaubrücke von hohem denkmalpflegerischen Wert.

4.3.2 Versetzung an einen anderen Ort

Wenn in denkmalrelevanten Verfahren, beispielsweise Planfeststellungsverfahren, die Abwägung gegen den Erhalt des Kulturdenkmals an seinem Ort ausfällt, steht oft die Möglichkeit im Raum, es zu versetzen (translozieren). Die Frage ist dann: Ist das vertretbar oder besteht die Denkmaleigenschaft nur „in situ“?

Unproblematisch erscheint der Fall bei Brücken, die vor längerer Zeit umgenutzt und erst am neuen Standort als Denkmal erkannt wurden. Ein Beispiel hierfür ist die Neumagenbrücke in Staufen im Breisgau, ursprünglich 1845 als Bahnbrücke gebaut, 1870 als Straßenbrücke nach Staufen transloziert und 2002 als eine der ältesten erhaltenen Bahnbrücken überhaupt unter Denkmalschutz gestellt [46].

Ähnlich gelagert ist der Fall eines der ältesten erhaltenen Vollwandträger (ursprünglich als Bahnbrücke 1847 gebaut, 1880 als Straßenbrücke umgenutzt und seit 2006 unter Schutz gestellt), der momentan noch neben der B 30 nördlich von Ravensburg (bei Enzisreute) liegt [47]. Hier wurde einem Vorhaben, den nun unter Denkmalschutz stehenden Träger für eine Geh- und Radwegbrücke zu verwenden, also einer erneuten Translozierung, zugestimmt. Auf diese Weise wird die Funktion des Trägers wieder nachvollziehbar und die Pflege und Wartung künftig sichergestellt.

Im Ergebnis ist die Beantwortung der Eingangsfrage nicht einfach. Eine Translozierung ist keine Standardlösung, sondern nur in besonderen Fällen mach- und durchführbar. Sofern ein Denkmal transloziert wird, geht dies nicht zwangsläufig mit einem Denkmalverlust einher. Der Vollwandträger in Ravensburg ist ein solches Beispiel, da der Denkmalwert hier wirklich im Überbau liegt. Ein weiteres Beispiel

eines translozierten, nur als Denkmal erhaltenen Überbaus gibt es in Baden-Württemberg nicht, allerdings in NRW [48, S. 32 f.]. In der Regel ist der Denkmalwert jedoch stark mit dem konkreten Ort verbunden, insbesondere bei heimatgeschichtlich begründeten Denkmalen. Zudem spielen die Widerlager für den Denkmalwert meist auch eine Rolle. In diesen Fällen oder wenn der Überbau eher Massenware ist, würde eine Translozierung in der Tat zum Denkmalverlust führen.

5 Fazit

Der heutige Brückenbestand ist über Jahrtausende gewachsen, wobei der Großteil der heutigen Brücken aus dem 19. und 20. Jahrhundert stammt. Sein weiterer Erhalt ist schon aus Gründen der Finanzierbarkeit und Nachhaltigkeit notwendig. Für relativ wenige Brücken kommt zu diesen Gründen der Denkmalschutz, also das öffentliche Interesse am Erhalt, das den Eigentümer verpflichtet, Alternativen zum Ersatzneubau zu suchen. Manchmal ist es die einzelne Brücke, die unter Schutz steht, manchmal die ganze Trasse einer Bahn oder Straße.

Denkmalgeschützte Brücken sind wichtige bauliche Dokumente. Die Berücksichtigung denkmalpflegerischer Aspekte beim Umgang mit Bestandsbrücken ist daher für den Brückenbau als wissenschaftliche Disziplin deutlich mehr als die Erfüllung fachfremder Auflagen. Vielmehr geht es darum, materielle Quellen zu erhalten, mithilfe derer kommenden Generationen von Ingenieur:innen veranschaulicht werden kann, wie historische Brücken konzipiert waren, welche Fertigungs- und Fügungstechniken genutzt wurden, um ein Tragwerk zu konstruieren, oder auch welche ingenieurtechnischen Lösungsansätze sich auch im Sinn einer Reparaturgeschichte bewährt haben und welche vielleicht nicht. Diese Art von Wissen wird gerade beim Bauen im Bestand immer wichtiger werden.

Die hier referierten Erhaltungsstrategien lassen sich auf die drei Begriffe Pflegen, Reden und Eingriffsreduzierung zuspitzen. Bei gleichbleibenden Anforderungen, das zeigt die Erfahrung deutlich, ist es das Wichtigste, die Brücke regelmäßig instand zu halten, also zu pflegen, um Schadensentwicklungen zu minimieren.

Haben sich die Anforderungen verändert oder sind doch größere Schäden entstanden, besteht also Handlungsdruck, steht die Kommu-

nikation im Mittelpunkt. Dann geht es darum, mit der DB AG oder der Straßenbauverwaltung frühzeitig ins Gespräch zu kommen. Dazu gehört insbesondere der Ansatz, eine Überlastung des historischen Bauwerks zu vermeiden. Beispielsweise sind manche Leistungsanforderungen, insbesondere zusätzliche Fahrbahnschienen für Fahrräder oder den Straßenverkehr oder aber erhebliche Steigerungen der Nutzlasten, mit einem neuen Bauwerk besser zu realisieren als allein mit dem Bestand. Diese Abwägungen sollten ganz zu Beginn eines Planungsprozesses gemeinsam diskutiert werden.

Bei einem historischen, denkmalgeschützten Bestandsbauwerk geht es – unabhängig davon, ob die Vermeidungsstrategie erfolgreich war oder nicht – darum, die Eingriffe und damit mögliche Verluste weitestgehend zu minimieren. Das betrifft sowohl Veränderungen an der historischen Konstruktion und Bausubstanz als auch Beeinträchtigungen des Erscheinungsbildes. Bei Lastvergrößerungen ebenso wie bei baulichen Verbreiterungen oder auch Verbesserungen von Absturzsicherungen sind Eingriffe gleichfalls kritisch zu hinterfragen.

Im Einzelfall kann es aber durchaus angemessen sein, Veränderungen zugunsten des Erhalts des Gesamtbauwerks zu akzeptieren. Wie das jeweils gelingt, ist in gewissem Sinne auch eine Kunst, die im Projektverlauf individuell zwischen Eigentümer, staatlicher Denkmalpflege und den beteiligten Fachplanern entsteht.

Literatur

- [1] Hascher, M.: Eisenbahnbrücken in der Denkmalpflege. Grundthesen, Einführung in das Thema. In: Erhalten historischer Bauwerke e. V. (Hrsg.): Historische Eisenbahnbrücken – Band zur Tagung am 08.02.2019 in Neuhausen a.d.F., Stuttgart: Fraunhofer IRB Verlag, 2019, S. 25–39
- [2] Hascher, M.; Kraft, C.: Erhaltungsstrategien für denkmalgeschützte Brücken. Ein Zwischenbericht zu den Brückenprojekten des LAD, unveröffentlichtes Manuskript, Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg, 2014
- [3] Hansen, L.; Tarpini, R.; Ebinger, N.; Krause, D.: Herausragende Entdeckungen der Hallstattzeit aus 70 Jahren intensiver Heuneburg-Forschungen. In: Koch, Michael (Hrsg.): Archäologie in der Großregion: Beiträge des internationalen Symposiums zur Archäologie in der Großregion in der Europäischen Akademie Otzenhausen vom 12.–15.04.2018, Heidelberg: Propyläeum, 2021, S. 59–82, hier S. 61 f.
- [4] Planck, D.: Die Wasserversorgung und Entsorgung im römischen Sumelocenna (Rotenburg am Neckar). Wasserwirtschaft 84 (1994), S. 374–377
- [5] Grewe, K.: Aquädukte: Wasser für Roms Städte. 3. Aufl., Rheinbach: Regionalia Verlag, 2019
- [6] Borst, O.: Die Esslinger Pliensaubrücke – kommunale Verkehrs- und Wirtschaftspolitik vom frühen Mittelalter bis zur Gegenwart. Esslingen a.N.: Stadtarchiv, 1971
- [7] Heinrich, B.: Brücken: vom Balken zum Bogen. Reinbek: Rowohlt, 1983
- [8] Ansel, H.: Die Teufelsbrücke zwischen Hardt und Oberensingen: Kulturgeschichte und Sanierung. Schwäbische Heimat 64 (2013) 1, S. 5–13
- [9] Hecht, W.: Von der Teufenbachbrücke bei Stetten o. R. Rottweiler. Heimatblätter 68 (2007) 2, S. 2/3
- [10] Kirchbach, K. v.; Ressel, W.: Zur Entwicklung der Straßen in Württemberg zwischen 1700 und 1918. Stuttgart: Institut für Straßen- und Verkehrswesen, 2000
- [11] Wunder, B.: Die Anfänge des Chausseebaus in Österreich und im Schwäbischen Kreis (1717–1764). In: Andermann, K.; Gallion, N. (Hrsg.): Weg und Steg: Aspekte des Verkehrswesens von der Spätantike bis zum Ende des Alten Reiches. Bd. 11 Kraichtaler Kolloquien (2018), S. 231–244
- [12] Bundesminister für Verkehr (Hrsg.): Steinbrücken in Deutschland. Düsseldorf: Beton-Verlag, 1988
- [13] Boeyng, U.: Eiserne Eisenbahnbrücken in Baden-Württemberg: Erfassung des historischen Bestandes bis 1920 und Beitrag zur Beurteilung der technikgeschichtlichen Bedeutung. Stuttgart: Theiss, 1995
- [14] Boeyng, U.: Weitgespannte Brückengewölbe im ehemaligen Königreich Württemberg. Die Bautechnik 83 (2006) 7, S. 511–514
- [15] Veihelmann, K.; Holzer, S. M.: Deutschlands älteste Betonbrücken. Bautechnik 90 (2013) 6, S. 376–379
- [16] Veihelmann, K.: Gewölbte Brücken des 19. Jahrhunderts; Vom Mauerwerk zum Stampfbeton. Diss., Universität der Bundeswehr München, 2016
- [17] Veihelmann, K.; Holzer, S. M.: Die Verwendung von Gelenken im Massivbrückenbau; zur Geschichte des Dreigelenkbogens. Beton- und Stahlbetonbau 111 (2016) 2, S. 99–112
- [18] Müller, J.: Erneuerung stählerner Eisenbahnbrücken – „Spannungsfeld“ zwischen

- Innovation und Denkmalschutz. Online-Vortrag am 08.02.2022 in der Reihe Future Engineering Talks, TU Darmstadt, Institut für Statik und Konstruktion
- [19] Klegraf, J. (Hrsg.): Der Stuttgarter Gleisbogen: urbane Landschaft und Kulturdenkmale im Vorfeld des Hauptbahnhofs. Geschichte und Ausblick. Stuttgart, Zürich: Krämer, 2014
- [20] Hahn, M.: „Deutschlands schönste Autobahnstrecke“: der Autobahn-Albaufstieg und -abstieg am Drackensteiner Hang. Denkmalpflege in Baden-Württemberg 42 (2013) 1, S. 41–43, Ders.: Von der Eisenbahn zur Autobahn. Industriekultur (2014) 2, S. 8/9
- [21] Kaiser, A.; König, H.: Die Herdbrücke in Ulm und die Inselbrücke in Neu-Ulm. Bauingenieur 25 (1950), S. 153–159, 379–384
- [22] Dicleli, C.: Die Nibelungenbrücke Worms. In: Bundesingenieurkammer (Hrsg.): Historische Wahrzeichen der Ingenieurbaukunst in Deutschland, Band 27, Berlin, 2020
- [23] Württembergischer Ingenieurverein (Hrsg.): Die Kochertalbrücke. Deutschlands höchste Brücke, ein Kulturdenkmal für Europa Schwäbisch Hall: Molino Verlag, 2019
- [24] Schlaich, J.; Fackler, T.; Weißbach, M.; Schmitt, V.; Ommert, C.; Marx, S.; Krontal, L.: Leitfaden Gestalten von Eisenbahnbrücken. Im Auftrag des Brückenbeirats der DB AG. Peine: Fischer Druck GmbH, 2008
- [25] Gesetz zum Schutz der Kulturdenkmale (Denkmalschutzgesetz – DSchG) in der Fassung vom 06.12.1983, zuletzt geändert §3 zum 07.01.2022, siehe Gesetzblatt für Baden-Württemberg Nr. 1 (2022) S. 4
- [26] Strobl, H.; Kemper, T.; Rothmund, P.; Sieche, H.: Denkmalschutzgesetz für Baden-Württemberg. Kommentar und Vorschriftenammlung. 4., überarb. Aufl., Stuttgart: Kohlhammer, 2018
- [27] Unesco „Old Bridge Area of the Old City of Mostar“: whc.unesco.org/en/list/946/documents/ (Stand März 2022)
- [28] Helas, V.: Das Blaue Wunder. Die Geschichte der Elbbrücke zwischen Loschwitz und Blasewitz in Dresden. Halle: Fliegenkopf-Verlag, 1995
- [29] Curbach, M.: Brücken für Europa – Die Brücken auf den Euro-Scheinen und ihre möglichen Vorbilder. Dresden: Institut für Massivbau der TU Dresden, 2015, S. 44 ff.
- [30] Kretzschmar, R. (Hrsg.): Leonardo da Vinci und Heinrich Schickhardt: zum Transfer technischen Wissens im vormodernen Europa. Stuttgart: Kohlhammer, 2010
- [31] Voigt, W.; May, R. (Hrsg.): Paul Bonatz 1877–1956. 2. Aufl., Tübingen, Berlin: Wasmuth, 2011
- [32] Kleinmanns, J. (Hrsg.): Fritz Leonhardt 1909–1999: die Kunst des Konstruierens. Stuttgart [u.a.]: Ed. Axel Menges, 2009
- [33] Barkhofen, E.-M.; Bögle, A. (Hrsg.): High energy : Ingenieur Bau Kultur – structural art, Jörg Schlaich – Rudolf Bergermann. Berlin: Akademie der Künste, 2010
- [34] Bonatz, P.; Leonhardt, F.: Brücken. In: Die blauen Bücher. Königstein im Taunus: Langewiesche, 1956
- [35] o. A.: Brücken in Bayern: Geschichte, Technik, Denkmalpflege (Denkmalpflege-Themen; 2). München: Bayerisches Landesamt für Denkmalpflege, 2011, S. 20–35
- [36] Föhl, A.: Denkmäler der Technikgeschichte. In: Martin, D.J.; Krautzberger, M. (Hrsg.): Handbuch Denkmalschutz und Denkmalpflege, 3. Aufl., München, 2010, S. 212–216; 372–375; zuerst ders.: Bauten der Industrie und Technik (Schriften des Deutschen Nationalkomitees für Denkmalschutz 47). Bonn, 1994
- [37] Münzenmayer, H. P.: Erfassung und Bewertung von Objekten der Technikgeschichte – Wege zu einer technikhistorischen Quellenkunde. Denkmalpflege in Baden-Württemberg 19 (1990), 4, S. 156–161
- [38] Hascher, M.: Denkmalpflege und Technikgeschichte: 15 Thesen und Aspekte. In: Bofinger, J.; Gassmann, G.; Haasis-Berner, A.; Hascher, M.; Reinhardt-Fehrenbach, G.; Scheschkewitz, J.; Schönwetter, T.; Schubart, U.; Strotz, M. (Hrsg.): Erhaltung von Kulturdenkmalen der Industrie und Technik in Baden-Württemberg, Darmstadt, 2015, S. 10–25
- [39] Ortsakten im Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg im RP Stuttgart.
- [40] Egermann, R.: Museumsstück oder Verkehrsbauwerk? Aspekte zur Instandsetzung der Steinernen Brücke in Regensburg. In: Grassegger, G.; Patitz, G.; Wölbart, O. (Hrsg.): Tagungsband der 20. Fachtagung Natursteinsanierung Stuttgart 2014 – Neue Natursteinsanierungsergebnisse und messtechnische Erfassungen sowie Sanierungsbeispiele, 07.03.2014 in Stuttgart, 2014, S. 57–73
- [41] Erhalten historischer Bauwerke e. V., Karlsruhe (Hrsg.): Ingenieurbauwerke aus Natursteinmauerwerk – Tagungsband zum Kongress Ingenieurbautage, 25./26.10.2012 in Freiburg, Stuttgart: Fraunhofer IRB-Verl., 2012
- [42] Bewer, A.; Patitz, G.; Schuster, R.; Wendler, E.; Stürmer, S.: Interdisziplinäre Be-

- standserfassung und Bewertung einer denkmalgeschützten Bogenbrücke aus Natursteinen mit Instandsetzungs- und Ertüchtigungskonzept. In: Grassegger, G.; Patitz, G.; Wölbert, O. (Hrsg.): Tagungsband der 20. Fachtagung Natursteinsanierung Stuttgart 2014 – Neue Natursteinsanierungsergebnisse und messtechnische Erfassungen sowie Sanierungsbeispiele, 07.03.2014 in Stuttgart, Stuttgart: Fraunhofer IRB Verl., 2014, S. 35–56
- [43] Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (Hrsg.): Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Ingenieurbauten ZTV-ING; Stand Oktober 2021; hier im Besonderen Teil 8 Bauwerksausstattung – Abschnitt 4 Absturzsicherung.
- [44] Divers.: Betoninstandsetzung. Instandsetzung des Laufenmühle-Viadukts. Bausubstanz Sonderheft 1, Fraunhofer IRB-Verlag, 2017
- [45] Kuisle, A.: Transsib am Bodensee. Eisenbahnbrücke Langenargen 1899–2019. Stahlbau 90 (2021) 1, S. 57–61
- [46] Schwartz, G.: Die Gusseisenbrücke über den Neumagen. Staufen: Stadt Staufen, 2014
- [47] Blumer, R.-D.; Numberger, M.: Von der Nutzungsgeschichte der Schussenbrücke bei Ravensburg-Oberzell. Zweimal umgesetzt und „doch“ Denkmal? Denkmalpflege in Baden-Württemberg 37 (2008) S. 199–203
- [48] Diceli, C.: „Denkmalschutz ist vom Tisch!“ – Denkmalpflege und Denkmalschutz im Ingenieurbau. In: Curbach, M. (Hrsg.): Tagungsband zum 30. Dresdner Brückenbausymposium – Ergänzungsband 2021, 08./09.03.2021 (virtuell nachgeholte Tagung von 2020), TU Dresden, Institut für Massivbau, 2021, S. 19–34

- 7 Herzlich willkommen zum 31. Dresdner Brückenbausymposium 2022
- 11 Grußwort des Sächsischen Staatsministers für Regionalentwicklung
- 13 Brücken auf geokunststoffbewehrten Widerlagern – schnell, umweltgerecht und kostengünstig
- 27 Brücken mit Verbunddübelleisten – Entwurf, Bemessung und Ausführungsbeispiele
- 43 Die Filstalbrücken im Zuge der NBS Wendlingen–Ulm – Integrale Bauwerke mit besonderen statisch-konstruktiven Herausforderungen
- 57 Zugglieder aus Faserverbundwerkstoff im Brückenbau – Besonderheiten beim Einsatz von Netzhängern aus Carbon
- 75 Verstärken von Bestandsstrukturen mittels Verbundankerschrauben
- 89 Verstärkung von Stahl- und Spannbetonbrücken mit Carbonbeton – Aktuelles aus Praxis und Forschung
- 107 Integration of FEM Analysis and Construction Geometry Management on the Example of the Thu Thiem 2 Cable Stayed Bridge
- 121 Brückendenkmalpflege – Erfahrungen aus Baden-Württemberg
- 139 smartBRIDGE Hamburg – die Brückeninstandhaltung der Zukunft
- 151 Risikobasiertes Anlagemanagement der Brücken der SBB – Methode und erste Anwendungserfahrungen
- 163 Die Schorgasttalbrücke – Herzstück der Ortsumgehung Untersteinach
- 175 Nachhaltige Brücken aus vorgespanntem Carbonbeton
- 191 Fertigung und Montage der Chenab Railway Bridge in Indien – Ein Erfahrungsbericht
- 207 Chronik des Brückenbaus