TECHNISCHE UNIVERSITÄT DRESDEN

FAKULTÄT BAUINGENIEURWESEN

25

9./10. März 2015

DRESDNER BRÜCKENBAU SYMPOSIUM

© 2015 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:	Ammar Al-Jamous
Anzeigen:	Harald Michler
Titelgestaltung:	Ulrich van Stipriaan
Auflage:	1.500 Stück
Druck:	addprint AG, Am Spitzberg 8a, 01728 Bannewitz / Possendorf

ISSN 1613-1169
ISBN 978-3-86780-421-9

Tagungsband
25. Dresdner Brückenbausymposium

Institut für Massivbau
Freunde des Bauingenieurwesens e. V.

09. und 10. März 2015

Inhaltsverzeichnis

0 Herzlich Willkommen zum 25. Dresdner Brückenbausymposium
Magnifizenz Prof. Dr.-Ing. habil. DEng/Auckland Hans Müller-Steinhagen **11**

1 Überall Brücken – von der Vielgestaltigkeit eines Gedankens
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Manfred Curbach **15**

2 Brückenbau in Deutschland – eine Auswahl zukünftiger Schwerpunkte
Dr.-Ing. Gero Andreas Marzahn **33**

3 25 Jahre Dresdner Brückenbausymposium – eine deutsche Erfolgsgeschichte
Prof. Dr.-Ing. Jürgen Stritzke **37**

4 Bridge Architecture – from Structure to Elegance
Dr. Michel Virlogeux **63**

5 Fußgängerbrücken – Entwurf und Konstruktion
Dipl.-Ing. Andreas Keil **69**

6 Schlanke vorgespannte Fußgängerbrücke aus Textilbeton
Univ.-Prof. Dr.-Ing. Josef Hegger, Dipl.-Ing. Sergej Rempel, Dr.-Ing. Christian Kulas **83**

7 Pilotanwendungen von Textilbeton für Verstärkungen im Brückenbau
Prof. Dipl.-Ing. Dr. techn. Jürgen Feix, Dipl.-Ing. Dr. Mario Hansl **99**

8 Gustave Magnel – ein Wegbereiter der Spannbetonbauweise
Prof. dr. ir. Luc R. Taerwe **113**

9 Integrale Brücken im Wandel der Zeit
Prof. Dr.-Ing. Carl-Alexander Graubner, Jaroslav Kohoutek M.Sc. **131**

10 Dynamisch über das Saale-Elster-Tal – Bemessung und Konstruktion einer Stabbogenbrücke für den Eisenbahnhochgeschwindigkeitsverkehr
Dipl.-Ing. Rolf Jung, Dipl.-Ing. Tobias Mansperger **151**

11 Sicherung der Rheinbrücke Leverkusen – Von der Schadensaufnahme zum Instandsetzungsmanagement unter Berücksichtigung der Altstahlproblematik
Dr.-Ing. Gero Marzahn, Dr.-Ing. Markus Hamme, Dr.-Ing. Peter Langenberg, Prof. Dr.-Ing. Gerd Groten, Dipl.-Ing. Michael Paschen **163**

12 Friedrichsbrücke Berlin – Denkmalgerechte Erneuerung und Anpassung der Friedrichsbrücke über die Spree – die Verbindung von zwei verschiedenartigen Brückenkonstruktionen
Dipl.-Ing. Michael Hänig, Dipl.-Ing. (FH) Andreas Höregott, Dipl.-Ing. Andrea Thoms **181**

13 Egg-Graben-Brücke, Wildbrücke AM2, Lafnitzbrücke – Anwendung von neuen Bauverfahren für Brücken in Österreich
Prof. Dr.-Ing. Johann Kollegger, Dipl.-Ing. Sara Foremniak, Dipl.-Ing. Benjamin Kromoser **193**

14 Feuerverzinken im Brückenbau – Anwendung und aktuelle Forschungsergebnisse
Holger Glinde **217**

15 Das Schwergutgewerbe – Großraum- und Schwertransporte, Autokrane, Brückenbau
Dipl.-Ing. Wolfgang Draaf **229**

16 Massivbrücken unter extremen Wetterbedingungen
Dr.-Ing. Dirk Proske **239**

17 Brückenbauexkursion 2014 – Spurensuche in Deutschland
Dipl.-Ing. Robert Zobel, Dipl.-Ing. Sebastian Wilhelm **253**

18 Chronik des Brückenbaus
Prof. Dr.-Ing. Dr.-Ing. E.h. Manfred Curbach, Dipl.-Ing. (FH) Sabine Wellner **265**

19 Inserentenverzeichnis
Übersicht der Werbeanzeigen im Tagungsband **287**

5 Fußgängerbrücken – Entwurf und Konstruktion

Dipl.-Ing. Andreas Keil
schlaich bergermann und partner, Stuttgart

5.1 Einleitung

Der Entwurf von Brücken ist eine vielschichtige Aufgabe, die die Berücksichtigung funktionaler, statisch-konstruktiver, städtebaulicher und gestalterischer Ziele erfordert. Jeder Planer kennt die Schwierigkeit, diese Ziele im Sinne der besten Lösung für die jeweilige Aufgabe auszubalancieren. Dabei kann die Gewichtung der beschriebenen Ziele durchaus variieren, insbesondere wenn man Fußgänger-, Straßen- und Eisenbahnbrücken vergleicht. So sind die statisch-konstruktiven Anforderungen bei Fußgängerbrücken vergleichsweise geringer und weniger restriktiv, so dass die Planer dort mehr Spielraum im Entwurf haben. Allerdings birgt dies auch die Gefahr in sich, dass Funktion, Form und Tragkonstruktion keine schlüssige Einheit mehr bilden und Brücken entstehen, die vielleicht interessante neue Formen zeigen, aber gegen die Grundsätze eines effizienten und nachvollziehbaren Lastabtrags verstoßen.

Daran schließt sich die Frage an, ob es möglich ist, Attribute zu finden, die einen guten Entwurf charakterisieren und die einem helfen können, die eigene Entwurfsarbeit zu reflektieren und zu überprüfen.

Oft hilft ein Blick über den Tellerrand zu anderen Disziplinen und Bereichen, wo ebenfalls eine intensive Auseinandersetzung mit der Frage "Was ist gutes Design?" stattgefunden hat. So hat im Bereich des Produktdesigns Mitte der 1990er Jahre Dieter Rams mit den "10 Thesen für gutes Produktdesign" eine Attributisierung vorgenommen (z. B. [1]): **Brauchbar – Verständlich – Umweltfreundlich – Langlebig – Ehrlich – Innovativ – Ästhetisch – Unaufdringlich – Konsequent bis ins letzte Detail – So wenig Design wie möglich.** Interessanterweise können diese Attribute auch als Bewertungskriterien von Brückenentwürfen Anwendung finden und dies insbesondere bei Fußgängerbrücken. Auf Grundlage dieser Prinzipien soll anhand gebauter Beispiele erläutert und diskutiert werden, wie diese Attribute für Fußgängerbrücken interpretiert und umgesetzt werden können.

5.2 Ziele

5.2.1 Brauchbar

Fußgängerbrücken haben die primäre Funktion, Menschen die sichere Überquerung von Hindernissen zu ermöglichen. Daher ist es unerlässlich, dass die funktionellen Anforderungen einer Brücke genau analysiert und definiert werden.

Zuerst gilt es, die Breite, den Verlauf und die Steigungsverhältnisse zu definieren. Beides hängt von Art und Zahl der Besucher ab. So wird eine Brücke, die für Großveranstaltungen geplant wird (z. B. Bild 5.1), anders ausgelegt sein als eine in einem einsamen Tal, die nur gelegentlich von ein paar Wanderern genutzt wird (z. B. Bild 5.2). Insbesondere bei den stark frequentierten Brücken, muss eine ausreichende Breite vorhanden sein. Die Kapazität von Fußgängerbrücken kann mit Hilfe detaillierter Untersuchungen und Gutachten genau berechnet werden. Viele Brücken brauchen aber nur eine geringe Kapazität, die Breite muss in diesen Fällen so ausgelegt sein, dass Fußgänger und Radfahrer (wenn möglich) sich ohne Probleme auf der Brücke bewegen können, ohne sich gegenseitig zu behindern.

Eine gute Nutzbarkeit setzt fließende Übergänge zum bestehenden Wegenetz voraus, ohne gefährliche Knicke oder Wendungen (Bild 5.3), insbesondere dann, wenn Brücken auch von Radfahrern genutzt werden. Manchmal ist es besser, den Grundrissverlauf länger und dafür flüssiger zu wählen, als kürzer mit abrupten Richtungswechseln.

Die Nutzbarkeit muss auch für bewegungseingeschränkte Menschen gewährleistet sein, deshalb dürfen Steigungen von Rampen gewisse Werte nicht überschreiten. Wenn dies nicht eingehalten werden kann und gegebenenfalls nur Treppen angeordnet werden können, sind Aufzüge vorzusehen. Deren Betrieb wird allerdings aufgrund von Vandalismus und Schadensanfälligkeit oft sehr aufwändig.

Das Verformungsverhalten einer Fußgängerbrücke kann die Nutzbarkeit ebenfalls beeinflussen. Dies

Bild 5.1: Consol Energy Wingtip Bridge, West Virginia, USA (2013 BOY SCOUTS OF AMERICA)

Bild 5.2: Fußgängerbrücke in der Nähe von Bergen, Norwegen

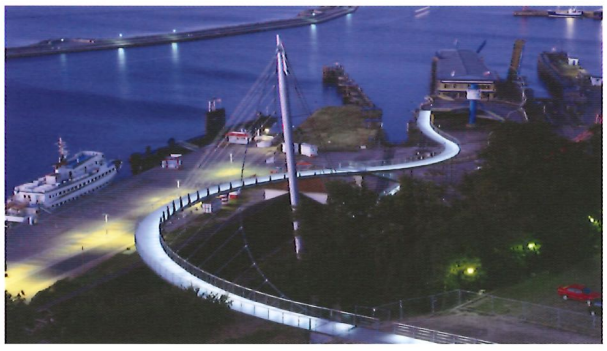

Bild 5.3: Fußgängerbrücke Sassnitz (Wilfried Dechau)

betrifft weniger das statische Verformungsverhalten als vielmehr das dynamische Verhalten. Der Entwurf sollte zum Ziel haben, die vertikalen und, noch wichtiger, die lateralen Beschleunigungen so gering wie möglich zu halten.

Trotz großer Bemühungen in der Forschung lässt sich das exakte dynamische Verhalten bei Anregung durch Fußgänger immer noch nicht exakt vorausberechnen, da Dämpfungen, Steifigkeiten und Anregungsmechanismen nicht exakt ermittelt werden können. Es empfiehlt sich daher eine Vorgehensweise, die es erlaubt, die gewonnenen Erkenntnisse aus der Berechnung am fertigen Bauwerk zu verifizieren und dann gegebenenfalls die vorgesehenen Maßnahmen zu adaptieren oder gänzlich auf sie zu verzichten. Es empfiehlt sich weiterhin, bei diesem Prozess von Anfang an alle Beteiligten zu involvieren, das heißt zuerst Bauherren und Planer, die die "Komfortkriterien" festlegen müssen, und bei der Ausführung die ausführende Firma, die anhand der Messungen am fertigen Bauwerk ein Fein-Tuning der Dämpfungsmaßnahmen durchführt.

Eine ausreichende Rutschfestigkeit des Gehbelags muss für eine störungsfreie Nutzbarkeit ebenso gewährleistet sein wie die sichere Ausbildung des Geländers, mit dem Überklettern durch Kinder verhindert wird. Ein Beispiel zeigt Bild 5.4. Bei nächtlicher Nutzung muss eine angemessene funktionale Beleuchtung vorgesehen werden, die durch verschiedene Beleuchtungsarten und Leuchttypen erreicht werden kann (z. B. Bild 5.5).

5.2.2 Verständlich

Menschen, die Fußgängerbrücken nutzen, haben einen wesentlich direkteren Bezug zum Bauwerk als bei Großbrücken. Daher sollte das statisch-konstruktive Konzept klar und verständlich sein.

Funktional verständlich bedeutet, dass die Wege gut an das bestehende Wegenetz angebunden werden. Wie schon erwähnt, sollte die Wegführung fließend und ohne abrupte Richtungswechsel sein. Auch wenn die direkte, gerade Verbindung statisch-konstruktiv oft die vermeintlich einfachste Lösung darstellt, kann es durchaus besser sein, davon abweichende Verläufe zu planen, weil dies entweder lange Rampen oder aufwändige Geländemodellierungen vermeiden könnte.

Viele Benutzer sind in der Lage, das Tragverhalten einer Konstruktion nachzuvollziehen. So versteht jeder, wie eine Hängebrücke (Wäscheleine)

Bild 5.4: Ausschnitt eines Geländers, Fußgängerbrücke Max-Eyth-See über den Neckar, Stuttgart (schlaich bergermann und partner)

Bild 5.5: Consol Energy Wingtip Bridge, West Virginia, USA (Martin Engineering)

oder eine Bogenbrücke (Steingewölbe) funktionieren, und jeder hat ein Gefühl für Steifigkeit und Verformung. Leichte Tragstrukturen werden anders wahrgenommen als massive Träger-, Bogen- oder Sprengwerk-Strukturen. Untersuchungen haben bestätigt, dass Benutzer sich bei gleichen Amplituden und Beschleunigungen bei schweren Strukturen weit mehr ängstigen als bei leichten Strukturen.

Die Tragkonstruktion sollte in ihrer Funktionsweise klar sein, muss aber auch den statisch-konstruktiven Regeln der technischen Mechanik folgen. Tragelemente sollten minimiert und differenziert werden und in Form und Größe ihre Beanspruchung widerspiegeln (Bild 5.6). Tragwerksysteme können auch miteinander kombiniert werden, allerdings sollten eine innere Logik und die Kontinuität des Systems erhalten bleiben. Ein kombiniertes System mit einem Schrägseilsystem und einem zentralen Bogen oder einem unterspannten Träger ist beides Mal statisch-konstruktiv richtig und logisch. Allerdings scheint ein System mit einer reinen Seilverspannung wegen der Kontinuität der "Zuglinie" harmonischer und konsequenter (Bild 5.7).

Bild 5.6: Fußgängerbrücken EXPO 2000, Hannover (Klaus Frahm, gmp Architekten)

5.2.3 Umweltfreundlich

Was macht eine Brücke umweltfreundlich? Zwei grundsätzliche Aspekte sollen hier beleuchtet werden: In welcher Beziehung steht die Brücke zur Umgebung, welche Randbedingungen hat sie zu respektieren und wie gelingt ein sorgsamer Umgang mit den Ressourcen Material und Energie?

Jede Brücke ist einzigartig und sollte als eine individuelle Lösung speziell für den einen speziellen Ort gesehen werden. Man muss sich bewusst sein, dass eine Brücke manchmal das Umfeld fundamental verändern kann. Insbesondere Stadtbrücken können Stadtteile aufwerten aber auch das Gegenteil bewirken, wenn sie mit ihrer Funktion und Gestaltung nicht integriert wurden und den Kontext unzureichend oder gar nicht respektieren.

Minimalisierung und Optimierung des Materialeinsatzes bedeutet, die Funktionsweise von Tragstrukturen zu hinterfragen, ihre Effizienz zu prüfen. So sind Fachwerke effizienter als Balken, weil sie wesentlich weniger Material benötigen. Diese Auseinandersetzung wird zwangsläufig zu den Prinzipien des Leichtbaus führen und das Mot-

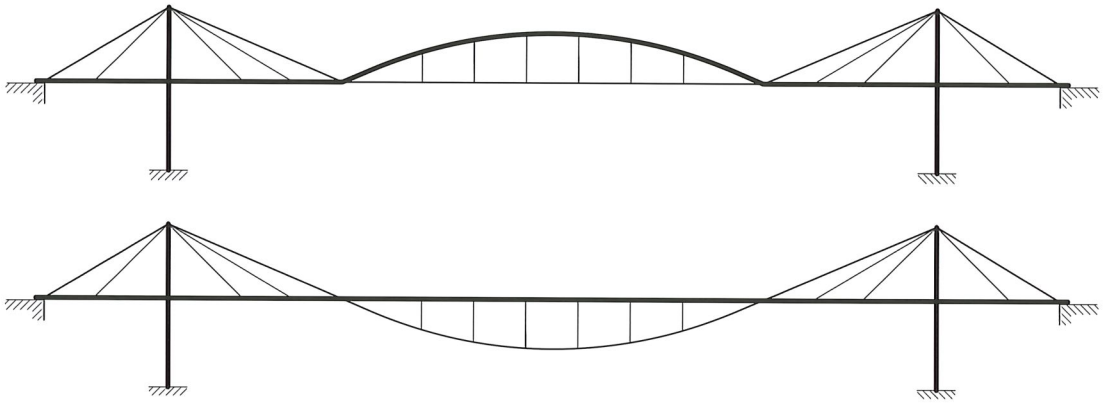

Bild 5.7: Kombinierte Systeme mit einem Schrägseil und einem Bogen bzw. mit einem Schrägseil und einem unterspannten Träger

Bild 5.8: Consol Energy Wingtip Bridge, West Virginia, USA (2013 BOY SCOUTS OF AMERICA)

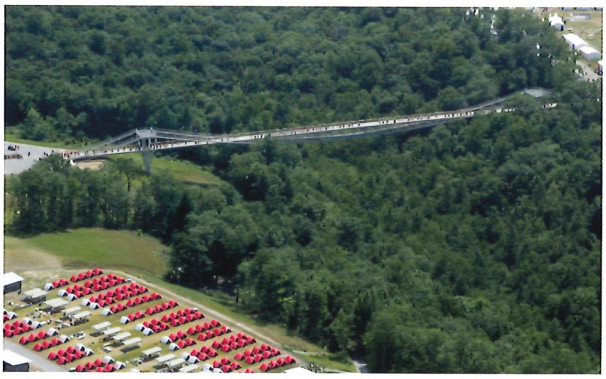

Bild 5.9: Consol Energy Wingtip Bridge, West Virginia, USA (2013 BOY SCOUTS OF AMERICA)

to der modernen Architektur "weniger ist mehr" bestärken.

5.2.4 Langlebig

Im vergangenen Jahrzehnt gewann die Frage nach den Lebenszykluskosten von Brücken immer mehr Bedeutung. Eine Betrachtung "von der Wiege bis zur Bahre" sollte alles beinhalten: Planung, Bau, Betrieb, Unterhalt und Rückbau nach einer bestimmten Zeitspanne, bei Brücken üblicherweise 100 Jahre. Es spielt dabei nicht nur eine Rolle, wie hoch die Kosten sind, sondern auch, wann sie anfallen. Eine frühe Investition muss mit Einbezug von Inflation und Zinsen kapitalisiert werden, damit man sie mit der späteren vergleichen kann. Kostentechnisch macht zum Beispiel der Einsatz von Edelstahl nur dann Sinn, wenn mit der frühen Investition spätere Kosten für den Unterhalt stark reduziert werden können.

Die Betriebs- und Unterhaltskosten während der gesamten Lebenszeit können mehr als 100 Prozent der Baukosten betragen. Folglich kann eine gut geplante langlebige und robuste Brücke höhere Baukosten durch die Reduktion der Lebenszykluskosten kompensieren. Die neuere Entwicklung von integralen Brücken spiegelt diese Gedanken und das Bewusstsein solcher Erkenntnisse wider, zumal diese Brücken nicht mehr kosten, als herkömmliche Brücken mit Lager. Eine so geplante und gebaute Brücke zeigt Bild 5.10.

5.2.5 Ehrlich

Was kann mit "Ehrlichkeit" gemeint sein, wenn man den Entwurf einer Fußgängerbrücke analysiert? Eine ehrliche Konstruktion muss klar und strukturiert sein, sie darf nichts vortäuschen oder

Bild 5.10: Fußgängerbrücke Cité Baden-Baden (schlaich bergermann und partner / Michael Zimmermann)

darf keine überflüssigen Elemente enthalten. Architekten und Ingenieure sollten sich darüber im Klaren sein, dass viele Menschen mit ihrer Intuition in der Lage sind, die Funktionsweise eines Tragwerkes zu erkennen, auch wenn sie sich sonst nicht mit Brückenkonstruktionen auseinandersetzen.

Für eine Aufgabe existieren immer verschiedene Lösungen und immer gibt es eine Bandbreite an guten, angemessenen und ehrlichen Lösungen. Der Vergleich einer Hängebrücke und einer Spannbandbrücke soll dies aufzeigen. Beide Systeme sind klar und ehrlich und gerechtfertigt, haben aber ein paar grundsätzliche strukturelle und funktionale Unterschiede:

Aus wirtschaftlichen Gründen empfiehlt sich für eine Hängebrücke ein Verhältnis von Spannweite zu Stich von 12 : 1. Bei einer Spannbandbrücke beträgt dieses Verhältnis mehr als 50 : 1, um keine zu große Steigungen (< 8 %) an den Enden zu erhalten. Dies bedeutet auch, dass die zu verankernden Horizontalkräfte bei einer Spannbandbrücke vier- bis fünfmal höher sind als bei der rückverankerten Hängebrücke, allerdings mit dem großen Vorteil, dass die Kosten für Hänger, Klemmen und Pylone eingespart werden können, weil Zugband und Lauffläche eins sind (Bilder 5.11 und 5.12).

Ingenieure werden oft von Architekten und Bauherren aufgefordert, nach neuen, einmaligen nie dagewesenen Formen zu suchen und sie zu entwickeln. Wären da nicht die Gesetze der Schwerkraft und das Gebot der Wirtschaftlichkeit, könnte man sich freier bewegen. Es ist beispielsweise bei der Planung von Bogenbrücken wichtig, dass die Geometrie des Bogens der Stützlinie folgt, um Biegung, die zu größeren und massiveren Querschnitten führen würde, zu vermeiden. Diese Formfindungsprozesse sind ein wesentlicher Bestandteil bei der Entwurfsarbeit, insbesondere bei räumlichen Strukturen (Bild 5.13).

Eine interdisziplinäre Zusammenarbeit zwischen Architekten und Ingenieuren ist unabdingbar, weil sich Form und Tragstruktur nicht trennen lassen. Die Baukunst ist unteilbar – es braucht diese gute Zusammenarbeit beider Disziplinen mit respektvollem Umgang, einer Kultur des Zuhörens und Verstehens, frei von Eitelkeit und immer auf das Ziel fokussiert, um einen guten Entwurf zu entwickeln.

5.2.6 Innovativ

Innovation ist selten ein Geistesblitz oder eine schnelle Idee, es ist vielmehr ein Prozess mit vielen kleinen Schritten. „Innovation ist die Weiterentwicklung von Dingen, die bereits bekannt sind", beschreibt gut diesen Arbeitsprozess und weist auch darauf hin, dass wir Brücken nicht neu erfinden oder fundamental verändern können. Anhand der Entwicklung von gekrümmten Fußgängerbrücken kann dieser 'Weg der kleinen Schritte' schön aufgezeigt werden.

Mit der Brücke in Kelheim (Bild 5.14) wurde zum ersten Mal eine einseitig aufgehängte, gekrümmte Hängebrücke nach dem Prinzip des Kreisringträgers umgesetzt. Mit den Brücken in München (Bild 5.15), Bochum (Bild 5.16), Greenville (Bild 5.17), Sassnitz (Bild 5.3) und Gelsenkirchen (Bild 5.19) wurde dieses Prinzip durch Auflösung, Kombination, Umkehrung und Ergänzung kontinuierlich weiterentwickelt. Dabei ist jede Brücke anders. Sie reagieren auf die topografischen und städtebaulichen Gegebenheiten und jede hat ein eigenes starkes Erscheinungsbild.

- Schritt 1: Gekrümmte Brücke, die das auftretende Krempelmoment über Biegung im Betonbalken aufnimmt
- Schritt 2: Auflösung in Druck- und Zugelemente
- Schritt 3: Kombination mit zwei gegensinnig gekrümmten Brücken
- Schritt 4: Umkehrung der Mastposition von innen nach außen und Nutzung der Gehplatte als Druckelement
- Schritt 5: Ergänzung des Querschnitts durch Halbrahmen zur Minimierung des Überbauquerschnitts

Bild 5.11: Fahrradbrücke in Minden (Glacisbrücke) (Weiss)

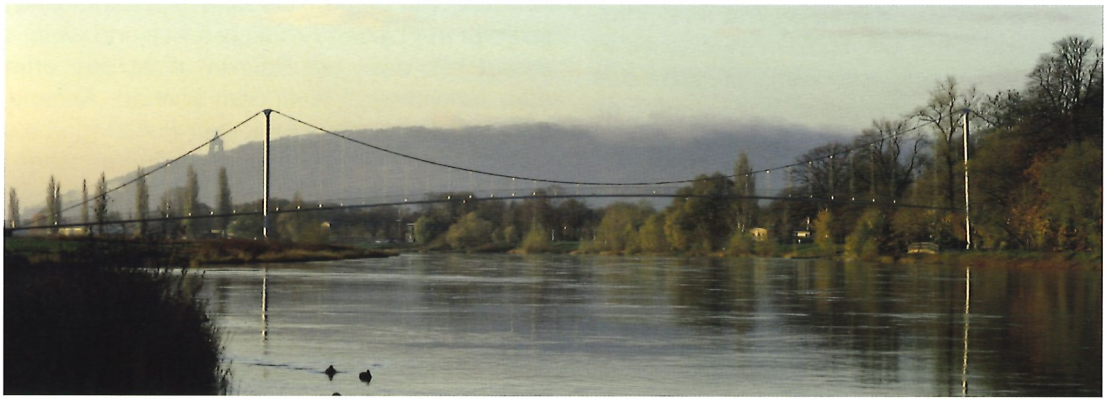

Bild 5.12: Brücke über die Enz, Pforzheim (schlaich bergermann und partner)

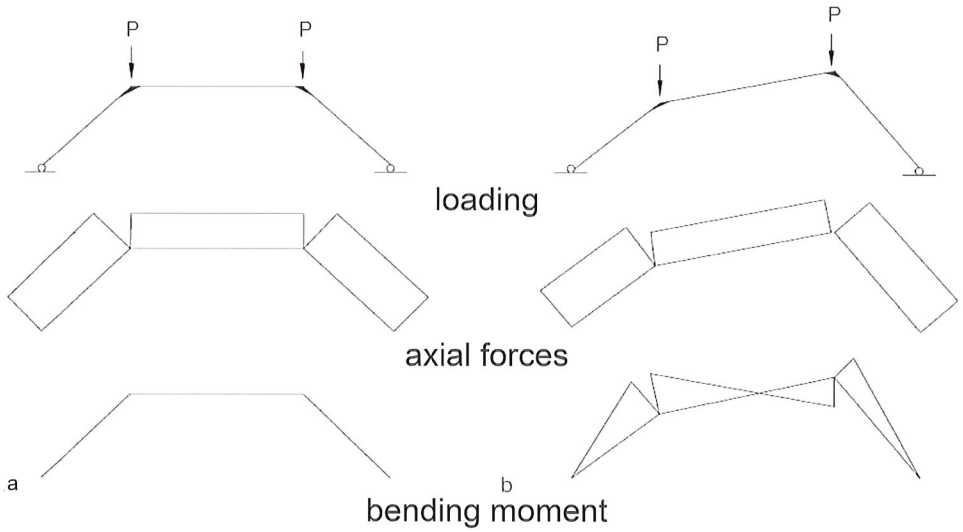

Bild 5.13: Die ideale (a) und die nicht ideale (b) Form einer Bogenbrücke (Keil, A.: Fußgängerbrücken (DETAIL 2012))

Bild 5.14: Fußgängerbrücke Kelheim, die erste einseitig aufgehängte, gekrümmte Hängebrücke (schlaich bergermann und partner)

Bild 5.15: Brücke im Deutschen Museum, München, mit Druck- und Zugelementen

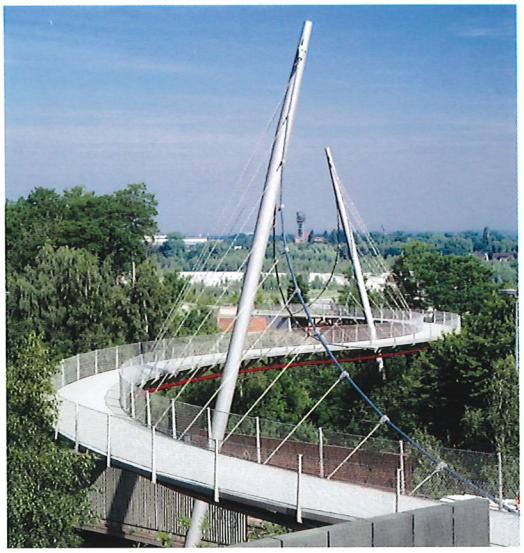

Bild 5.16: Kombination gegensinniger Krümmungen bei der Brücke über die Gahlensche Straße, Bochum (Tomas Riehle)

Bild 5.17: Umkehrung der Mastpositionen bei der Liberty Bridge, USA (Jürgen Schmidt, Köln)

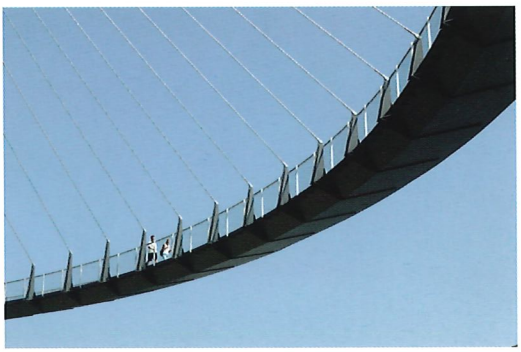

Bild 5.18: Brücke Sassnitz (Wilfried Dechau)

Bild 5.19: Stützenlose Kabelverankerungen bei der integralen Fußgängerbrücke am Hafen Grimberg in Gelsenkirchen (schlaich bergermann und partner / Michael Zimmermann)

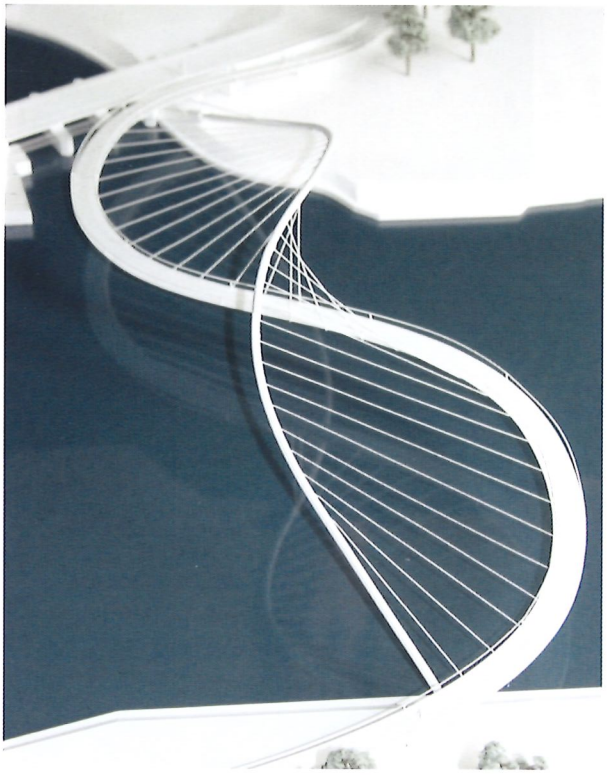

Bild 5.20: Formgefundene dreidimensionale Bogenbrücke (schlaich bergermann und partner)

Bild 5.21: Glasbrücke Lissabon, Portugal (Bellapart)

Bild 5.22: Fußgängerbrücke Odense (Rendering), Dänemark (Dissing + Weitling Architecture)

Bild 5.23: Margarete-Müller-Bull-Steg, Esslingen am Neckar (Foto: ©Ingolf Pompe)

- Schritt 6: Addition neuer Elemente wie stützenlose Kabelverankerungen oder integrale Ausbildung.

Neben dieser intensiven Auseinandersetzung mit neuen anderen Tragstrukturen findet Innovation auch oder insbesondere in anderen Bereichen statt. In der Forschung und Industrie werden ständig neue Materialien mit besseren Eigenschaften entwickelt, zum Beispiel Feinkornstahl oder äußerst leistungsstarker Beton. Zu den Forschungsaktivitäten gehören auch Verbundwerkstoffe, die so zusammengesetzt werden, dass jedes Material seinen Eigenschaften entsprechend optimal eingesetzt werden kann.

Neue Entwicklungen sind vor allem im Bereich kohlenstofffaserverstärkter Kunststoffe anzutreffen. Sie werden eine neue Ära von Möglichkeiten eröffnen, die noch mehr Leichtigkeit und Transparenz und noch größere Spannweiten erlauben werden. Die ersten Beispiele sind realisiert, aber es braucht weitere Anstrengungen in der Forschung, um sie neben den klassischen Werkstoffen Stahl und Beton zu etablieren. Ähnliches gilt für die Entwicklung von adaptiven, wandlungsfähigen Strukturen.

Das Entwerfen, das Detaillieren und das Realisieren moderner Brücken ist ohne Computer unvorstellbar. Die Software hat sich in den vergangenen zwei Jahrzehnten rasant entwickelt, vielleicht in einem stärkeren Maße, als die Planer in der Lage sind, diese umfänglich zu nutzen. Neben der großen Hilfestellung bei der täglichen Arbeit führen diese Weiterentwicklungen im digitalen Bereich zu interessanten und bemerkenswerten Fortschritten, so z. B. bei der Formfindung dreidimensionaler Strukturen (Bild 5.20) oder bei dynamischen Berechnungen.

5.2.7 Ästhetisch

Die Ästhetik ist ein Teilbereich der Philosophie, die sich mit Kunst, Schönheit und deren Wahrnehmung beschäftigt. Beim Entwurf könnte man sie als Synchronisation und Optimierung von Proportionen, Materialien, Oberflächen und Farben interpretieren, immer korrespondierend mit dem Ort und der Umgebung.

5.2.8 Unaufdringlich

Unaufdringlichkeit bedeutet nicht, eine zurückhaltende oder gar konservative Lösung zu wählen, sondern vielmehr eine passende und angemessene Antwort auf eine Fragestellung zu entwickeln. Brücken werden fast immer für Menschen gebaut, daher müssen die Menschen das Bauwerk akzeptieren, müssen es mögen.

Manchmal ist es gut, wenn Brücken einem Ort eine eigene Identität geben und als Wahrzeichen wirken, manchmal sollten sie sich aber auch zurücknehmen (Bild 5.23).

Es ist daher äußerst wichtig, die Topografie, die städtische Situation, die Lage und die Art der Nutzung zu studieren. Es macht einen großen Unterschied, ob die Menschen nur von A nach B möchten, um schnell eine unattraktive Autobahn oder Bahnstrecke zu überqueren, oder ob sie sich einen

Bild 5.24: Klenzesteg (Rendering) München (schlaich bergermann und partner)

Ort zum Treffen, Schauen, Verweilen und Genießen wünschen. Beide Aufgabenstellungen erfordern verschiedene Lösungen, auch wenn Lichtraumprofil, Spannweite und Breite ähnlich sind.

Der Wettbewerb zum Klenzesteg in München zeigt, wie die Reflektion der Lage und der Umgebung den Entwurf prägen kann. Zwölf international ausgewählte Teams waren aufgefordert, eine Fußgängerbrücke über die Isar zu entwerfen. Die Brückenlänge beträgt etwa 200 Meter, die Breite der Isar rund 100 Meter. Zuerst fühlten wir uns dazu herausgefordert, mit einer großartigen Seil- oder Bogenbrücke die Isar zu überqueren. Aber nach einem intensiven Besuch des Ortes und Gesprächen mit dort lebenden Bürgern bekamen wir einen Eindruck vom wertvollen Landschaftsraum und der Eigenständigkeit der umliegenden Gebäude. Daher entschieden wir uns, eine möglichst schlanke und transparente Brücke zu entwerfen, die das Landschaftsbild nicht beeinträchtigt (Bild 5.24). Um sehr schlanke Stützen zu ermöglichen, die die Hydraulik der Isar nur unwesentlich beeinflussen, wurde eine integrale Verbindung von Überbau und Stützen gewählt. Dies vermeidet bei Temperaturausdehnungen oder -verkürzungen eine erhöhte Biegebelastung, erhöht die Transparenz der Brücke und hat einen sehr geringen Versperrungsgrad der Isar.

Die Doppelstützen bewirken eine Einspannung des Überbaus und verringern dessen Verformungen und erlauben den extrem schlanken, klingenhaften Überbau. Mit dem Vorschlag, ganzheitlich Edelstahl einzusetzen, verfolgten wir mehrere Ziele. Einerseits wollten wir dem Steg eine eigene „edle" Erscheinung geben, insbesondere im Kontext mit der innerstädtischen Lage und der vorhandenen Bebauung, andererseits werden die Unterhaltungs- und Lebenszykluskosten erheblich reduziert und die Stützen brauchen keine zusätzliche Schutzschicht gegen Beschädigungen durch Treibgut.

Die Wettbewerbsjury zeichnete dieses zurückhaltende und respektvolle Konzept mit einem von zwei ersten Preisen aus.

5.2.9 Konsequent bis ins letzte Detail

Insbesondere Fußgängerbrücken müssen den menschlichen Maßstab respektieren und gut detailliert sein. Da sich die Menschen auf der Brücke langsam bewegen, können sie das Bauwerk besser wahrnehmen, können es berühren und versuchen, es zu verstehen. Das betrifft nicht nur die funktionalen Teile und Details wie Geländer (z. B. Bild 5.25) oder Beleuchtung, sondern auch konstruktive Elemente wie Seilverankerungen und -umlenkungen, oder Klemmen oder Knoten von Fachwerkträgern, z. B. Bilder 5.26 und 5.27. Leider gibt es einige Beispiele, bei denen interessante und gute Entwurfsideen zu durchschnittlichen Ergebnissen geführt haben, weil den Details nicht die nötige Beachtung geschenkt oder sie nicht konsequent aus einer Hand zu Ende geplant wurden. Details können entwurfsbestimmend werden, deshalb müssen die Planer von Anfang an auch die Details im Blick haben.

Bauherren sollten sich ebenfalls der wichtigen Rolle der Details bewusst sein und den Planern die Planungsaufgabe komplett übertragen und nicht Teile davon der ausführenden Firma, die oft rein wirtschaftliche Interessen verfolgt. Nur eine durchgängige und sorgfältige Planung von der Vorplanung bis zur Ausführungsplanung führt zu einem ansprechenden Bauwerk mit guten Details.

Bild 5.25: Detail Geländer Fußgängerbrücke Max-Eyth-See über den Neckar, Stuttgart (schlaich bergermann und partner)

Bild 5.26: Ringseile im Detail: Passerelle La Défense, Paris, Frankreich (schlaich bergermann und partner / Michael Zimmermann)

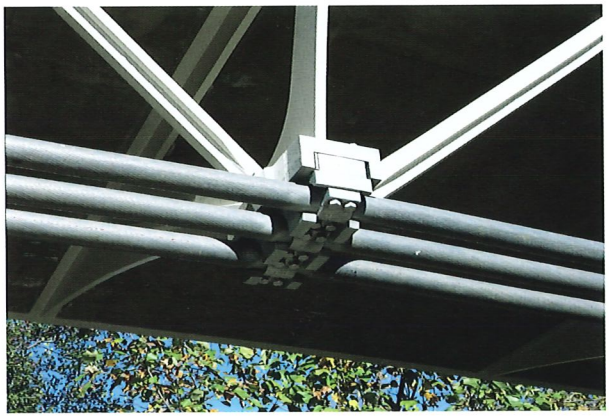

Bild 5.27: Ringseile im Detail: Liberty Bridge Greenville, USA (Jürgen Schmidt, Köln)

Bild 5.28: Fußgängersteg Bleichwiese Backnang (schlaich bergermann und partner / Michael Zimmermann)

Bild 5.29: Fußgängersteg Bleichwiese Backnang (schlaich bergermann und partner / Michael Zimmermann)

5.2.10 So wenig Design wie möglich

Der Satz "Gutes Design ist unsichtbar" betrifft auch Fußgängerbrücken. Eine Brücke mit einer größeren Spannweite wird hauptsächlich von ihrem Tragwerk dominiert; folglich wird der Entwurf, das Design, vom Tragwerk bestimmt. Schwieriger erscheint dies bei kleineren Brücken.

Der Bleichwiesensteg in Backnang zeigt eine sehr einfach gestaltete Balkenbrücke, die eine alte Holz-Fachwerkbrücke ersetzt (Bilder 5.28 und 5.29). Wegen der eingeschränkten Kapazität der vorhandenen Widerlager mussten wir eine leichte Lösung finden. Das Tragwerk musste aufgrund des einzuhaltenden Freibords für die Murr oben liegen. Zuerst dachten wir an einfache Stahlfachwerkträger, fanden aber, dass sie nicht gut zum Standort

Bild 5.30: Passerelle de la Paix, Lyon (schlaich bergermann und partner / Michael Zimmermann)

passen und willkürlich erschienen. Dann begannen wir, die Dreiecke zu schließen und kamen zu dem Schluss, dass dadurch die Brücke mehr Volumen bekommt und prägnanter wirkt. Zudem bekommt die Konstruktion eine eigene skulpturale Qualität und betont die Mitte, die zum Verweilen einlädt.

Es entstand ein Brückenträger, der sich aus über zwei dreieckig geformten, leicht zu transportierenden Hälften zusammensetzt. Verbunden werden diese mit einem (Zug-)Bolzen unten und einem gelenkig gelagerten Druckstab oben. Die Brücke wirkt sehr einfach und logisch, ist wenig expressiv geplant, hat aber einen eigenen individuellen Charakter und wurde trotzdem (oder deswegen) für den Brückenbaupreis 2014 nominiert.

5.3 Schluss

Von Architekten und Ingenieuren erwartet man oft, dass sie neue und besondere Brücken entwerfen, die möglichst spektakulär aussehen. Dies bedeutet Chance und Risiko zugleich. Eine Chance, weil diese offene Haltung den Ingenieuren und Architekten Spielraum bietet, neuartige Konstruktionen zu entwickeln und vorzuschlagen. Andererseits stellt es ein Risiko dar, weil man schnell Gefahr läuft, den "Entwurfskorridor" zu verlassen, in dem Angemessenheit, Innovation und wirtschaftliche Aspekte in einem ausgeglichenen Verhältnis zueinander stehen.

Um gute Entwürfe entstehen lassen zu können, brauchen wir neben allen wichtigen Disziplinen in den Planungsteams auch qualifizierte Jurys, die in der Lage sind, die beste Lösung herauszuarbeiten, ohne den Blick auf funktionale und statisch-konstruktive Belange zu verlieren.

Es ist deshalb wichtig, dass alle im Planungs- und Entscheidungsprozess Beteiligten ihre Entwürfe gründlich und sorgfältig reflektieren und hinterfragen, um für jede individuelle Aufgabe die wirklich beste Lösung zu finden. Vielleicht können die diskutierten Entwurfskriterien mit dazu beitragen, dass gute Brücken, die unsere Umwelt bereichern und unsere Lebensqualität erhöhen, entstehen können.

5.4 Literaturverzeichnis

[1] https://www.vitsoe.com/de/ueber-vitsoe/gutes-design (Abgerufen am 4.2.2015)

11 Herzlich Willkommen zum 25. Dresdner Brückenbausymposium

15 Überall Brücken – von der Vielgestaltigkeit eines Gedankens

33 Brückenbau in Deutschland – eine Auswahl zukünftiger Schwerpunkte

37 25 Jahre Dresdner Brückenbausymposium – eine deutsche Erfolgsgeschichte

63 Bridge Architecture – from Structure to Elegance

69 Fußgängerbrücken – Entwurf und Konstruktion

83 Schlanke vorgespannte Fußgängerbrücke aus Textilbeton

99 Pilotanwendungen von Textilbeton für Verstärkungen im Brückenbau

113 Gustave Magnel – ein Wegbereiter der Spannbetonbauweise

131 Integrale Brücken im Wandel der Zeit

151 Dynamisch über das Saale-Elster-Tal – Bemessung und Konstruktion einer Stabbogenbrücke für den Eisenbahnhochgeschwindigkeitsverkehr

163 Sicherung der Rheinbrücke Leverkusen – von der Schadensaufnahme zum Instandsetzungsmanagement unter Berücksichtigung der Altstahlproblematik

181 Friedrichsbrücke Berlin – Denkmalgerechte Erneuerung und Anpassung der Friedrichsbrücke über die Spree – die Verbindung von zwei verschiedenartigen Brückenkonstruktionen

193 Egg-Graben-Brücke, Wildbrücke AM2, Lafnitzbrücke – Anwendung von neuen Bauverfahren für Brücken in Österreich

217 Feuerverzinken im Brückenbau – Anwendung und aktuelle Forschungsergebnisse

229 Das Schwergutgewerbe – Großraum- und Schwertransporte, Autokrane, Brückenbau

239 Massivbrücken unter extremen Wetterbedingungen

253 Brückenbauexkursion 2014 – Spurensuche in Deutschland

265 Chronik des Brückenbaus

ISSN 1613-1169, ISBN 978-3-86780-421-9