



# Die Hammerkanalbrücke in Esslingen am Neckar

## Die erste Generation von Dreigelenkbogen aus Stampfbeton

*Mitten in Esslingen überspannt eine bisher wenig beachtete Brücke den Hammerkanal. Das 1896 erstellte Bauwerk weist einige für die Bauzeit äußerst fortschrittliche Merkmale auf: Die Zurschaustellung des Materials Beton sowie der Konstruktion war bei zeitgenössischen Brücken unüblich. Die Brücke ist als Dreigelenkbogen gebaut, Bleiplatteneinlagen ermöglichen die Rotation des Bogens. Im Vergleich mit der ein Jahr zuvor gebauten Schmiechbrücke in Ehingen, einem eher „klassischen“ Vertreter des Brückenbaus des ausgehenden 19. Jahrhunderts, werden die Besonderheiten der Stampfbetonbrücke über den Hammerkanal vorgestellt und erläutert.*

Karen Veihelmann

### Geschichte der Hammerkanalbrücke in Esslingen

Die ehemalige Reichsstadt Esslingen am Neckar erlebte im frühen 19. Jahrhundert als eine der ersten Städte in Württemberg, begünstigt durch die geografischen Bedingungen, einen bedeutenden wirtschaftlichen Aufschwung: Einerseits lag Esslingen an der Schnittstelle zweier Verkehrswege – der bereits in Römerzeiten angelegten späteren Reichsstraße von Speyer nach Ulm sowie der Nord-Süd-Straße, die die Filder mit dem Schurwald und dem Remstal verband –, andererseits bot die Lage am Neckar und seinen Kanälen ideale Vorausset-

1 Die Brücke über den Hammerkanal in Esslingen.



zungen für die industrielle Entwicklung. Der sehr frühe Anschluss an das Eisenbahnnetz im Jahre 1845 sowie zahlreiche Fabrikgründungen, darunter insbesondere die weit über die Grenzen Württembergs hinaus bekannte Maschinenfabrik Esslingen, prägten die Stadt in den Zeiten der Industrialisierung. Neue Flächen, sogar ganze Stadtteile mussten erschlossen werden, um Platz für die neuen Betriebe sowie Wohnraum für deren Arbeitskräfte zu schaffen.

Eine dieser Erweiterungen ist die Oststadt in Esslingen, deren Erschließung in den 1870er Jahren begann. Wenngleich sie auch Betriebe wie zum Beispiel die geplante staatliche Lokomotivwerkstätte beherbergen sollte, so ist sie doch im Wesentlichen durch Wohngebäude geprägt. Während die Bautätigkeit anfangs noch langsam verlief, erfolgte in den 1890er Jahren eine wahre Neubauwelle – die Oststadt wurde zum wichtigsten Neubaugebiet von Esslingen. Die logische Folge dieser rasanten Entwicklung war die Notwendigkeit einer guten Anbindung der neuen Stadtteile untereinander, insbesondere jedoch an den Bahnhof. Eine Brücke über den beide Gebiete trennenden Hammerkanal wurde erforderlich.

Zur Ausführung kamen mehrere Lösungen in Betracht. Überlegungen des Stadtbauamtes dazu sind im Stadtarchiv Esslingen erhalten. Die Konstruktionen in Eisen kamen nicht in Frage, da sie entweder zusätzliche Abstützungen im Kanalbett notwendig gemacht hätten oder durch die Breite der Brücke unnötig wuchtig und damit zu teuer geworden wären. Auch von einem Moniergewölbe, also Eisenbeton, wurde Abstand genommen,



2 Ansicht der Schmiechbrücke in Ehingen mit Quaderimitation sowie Verkleidung der Gewölbezwickel.

weil die Erfahrungen mit dieser Bauweise noch nicht ausreichend schienen. Die Wahl fiel schließlich auf eine Massivbrücke, wobei auf Naturstein verzichtet, dagegen einer Betonbrücke der Vorzug gegeben wurde. Neben den technischen Vorteilen sprachen erwartete Kostenersparnisse in der Ausführung, insbesondere aber im Unterhalt der Brücke für den Beton.

Die 1896 gebaute Brücke (Abb. 1) überquert den innerstädtischen Hammerkanal mit einer Spannweite von rund 19 m bei einer Breite von 14 m. Da die Oberkante des Straßenbelages wie auch das freizubleibende Profil für die Floßfahrt festgelegt waren, wurde die Pfeilhöhe auf 1,8 m bestimmt. Damit ist die Esslinger Brücke sehr flach gespannt. Aufgrund der örtlichen Gegebenheiten war es notwendig, die Brücke schief zu bauen, also in einem Winkel von  $58,3^\circ$  zwischen Brücken- und Kanalachse.

### Das Material Stampfbeton

Während man heute unter Betonbrücken Bauwerke mit Stahleinlagen beziehungsweise vorgespannte Tragwerke versteht, wurde die erste Betonbrückengeneration noch ohne eine solche Bewehrung ausgeführt. Der Baustoff Beton wurde dabei – wie auch heute noch – als fertig gemischtes Gemenge aus einem hydraulischen Bindemittel, Sand und Kies unter Zusatz einer gewissen Wassermenge in eine Schalung eingebracht. Wenn gleich durchaus Ähnlichkeiten zu dem lagenweise aus Mörtel und Bruchstein oder Kies hergestellten Römischen Beton oder dem im Mittelalter und der Frühen Neuzeit verbreiteten Gussmauerwerk als Füllung mehrschaliger Wandkonstruktionen bestehen, so beginnt die Verwendung von Beton im heutigen Sinne um 1800 zunächst im Wasserbau, erst ab Mitte des 19. Jahrhunderts dann auch im Brückenbau. Durch die Einführung von hochfes-

tem und schnell erhärtendem Portlandzement, in Deutschland ab etwa 1880, wurde der Beton zu einem ernstzunehmenden Konkurrenten des klassischen Bogenbrückenbaus mit Naturstein.

Wird der Beton gegenwärtig in zähflüssigem Zustand verwendet, so wurde beim Stampfbeton wesentlich weniger Wasser zugegeben. Der Beton hatte die ideale Konsistenz, wenn er frisch ausgegrabener Erde entsprach und man mit den Händen Klumpen formen konnte. Um eine gute Verdichtung zu gewährleisten, wurde mit Stampfern so lange auf die Betonoberfläche geschlagen, bis diese quasi keinen Abdruck mehr hinterließen. Dadurch wurden Luftblasen im Material entfernt und die Zuschläge dicht an dicht gepackt. Nur durch diesen Arbeitsvorgang erhielt der Beton die notwendige Festigkeit. Der Beton wurde in dünnen Schichten von 15 bis 25 cm eingebracht, um eine zufriedenstellende Verdichtung zu gewährleisten. Spuren dieser Herstellungsweise, so genannte Stampffugen, kann man an vielen Stampfbetonbrücken bis heute sehen – an den beiden hier vorgestellten Beispielen sind diese jedoch nur zu erahnen.

Ein „klassischer“ Vertreter des Stampfbetonbrückenbaus aus dieser Zeit ist die 1895 erbaute Brücke der Bahnhofstraße über die Schmiech in Ehingen an der Donau. Die Brücke verfügt über eine Stützweite von 18,4 m bei einer Pfeilhöhe von 5 m und wurde auf den Widerlagern der Vorgängerbrücke erbaut. Für diese Zeit sehr typisch ist die architektonische Ausbildung der Ansicht. Zum einen weist der Bogen eine aus Beton gefertigte Quaderimitation auf; diese wird sogar noch über die Laibung des Gewölbes fortgeführt. Zum anderen ahmt die Verkleidung der Zwickel unregelmäßiges Zyklopenmauerwerk nach (Abb. 2). Die ganze Architektur der Brücke zielt also darauf, dem Betrachter den Eindruck einer Natursteinbrücke zu vermitteln.



3 Bleiplattengelenk der Schmiechbrücke mit nachträglichem Verguss.

### Gefahr der Rissbildung

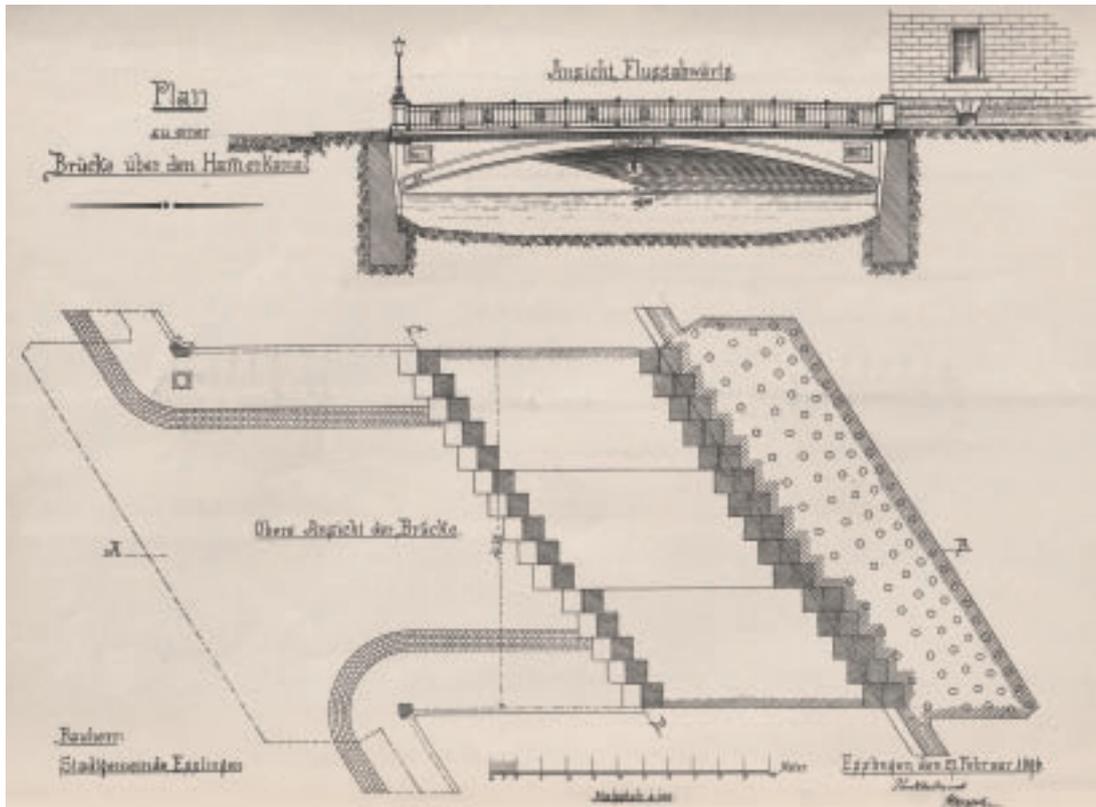
Das Hauptproblem bei Massivbrücken war die Gefahr der Rissbildung. Dabei bedeuten die Risse in den seltensten Fällen eine Gefahr für die Standicherheit. Unerwünscht waren sie dennoch, da sie einerseits den Zutritt des Regenwassers und damit Folgeschäden beispielsweise durch Frost ermöglichen, andererseits optisch störend wirkten. Risse konnten bereits während des Baus auftreten, insbesondere durch Verformungen des Lehrgerüsts sowie beim Ausrüsten: Beim Entfernen des Lehrgerüsts senkt sich der Bogen in seine endgültige Position und steht erstmals unter Druck. Des Weiteren können sich Risse aber auch direkt nach der Fertigstellung sowie während der Nutzungsdauer bilden. Hier sind insbesondere Fundamentsetzun-

4 Scheitelgelenk der Hammerkanalbrücke.

gen, dynamische Lasten und Temperaturveränderungen als Auslöser zu nennen. Gemeinsam haben diese Phänomene, dass sie allesamt den Brückenbogen in minimale Bewegung versetzen. Dabei entstehen Zugspannungen, die der Beton möglicherweise nicht aufnehmen kann. Das Material reagiert auf die Überbeanspruchung mit der Bildung eines Risses. Es war nicht möglich, diese minimalen Bewegungen zu unterdrücken, man konnte lediglich nach Möglichkeiten suchen, sie zu kontrollieren. Brücken wurden deshalb mit Gelenken versehen, das heißt mit definierten Drehpunkten in drei Fugen des Bogens. Dem Bogen wurden damit im Scheitel und in den Kämpfern festgelegte Bewegungsmöglichkeiten gegeben.

Erstmals wurden Gelenke 1880 von Claus Köpcke angewendet, allerdings wurden die ersten Gelenke allesamt nach dem Ausrüsten mit Mörtel ausgegossen. Sie waren also nur für die Bewegungen während des Baus der Brücke gedacht, mit dem Verguss sollten sie außer Kraft gesetzt werden. Der Endzustand sollte den altbewährten Zustand des gelenklosen Bogens aufweisen. Gelenke konnten sowohl aus Stahleinbauteilen wie auch aus Formsteinen bestehen. In der Frühzeit wurden jedoch hauptsächlich Bleiplatten eingesetzt. Ein klassisches und doch außergewöhnliches Beispiel stellt wiederum die Schmiechbrücke dar: Auch diese Brücke verfügt über Bleiplattengelenke (Abb. 3). Diese wurden nachträglich vergossen und so außer Kraft gesetzt. Hier bietet die genannte Brücke allerdings einen Sonderfall: Während nahezu alle temporären Gelenke direkt nach dem Ausrüsten vergossen wurden, wartete man bei der Schmiechbrücke wegen erwarteter Probleme mit Widerlagersetzungen fünf Jahre mit dem Verguss. Dennoch war im Endzustand ein gelenkloser Bogen erwünscht.





Nachdem 15 Jahre ausschließlich temporäre Gelenke eingebaut worden waren, wurden im Jahre 1895 bei der Donaubrücke in Inzigkofen (im Zweiten Weltkrieg zerstört) erstmals permanente Gelenke ohne nachträglichen Verguss geplant und eingebaut, die auch für die Bewegungen aus Temperatur, dynamischen Lasten und Widerlagerstellungen wirksam waren. Bei der genannten Brücke wurden eiserne Zapfgelenke als Rotationspunkte eingebaut.

### Die Gelenke der Hammerkanalbrücke

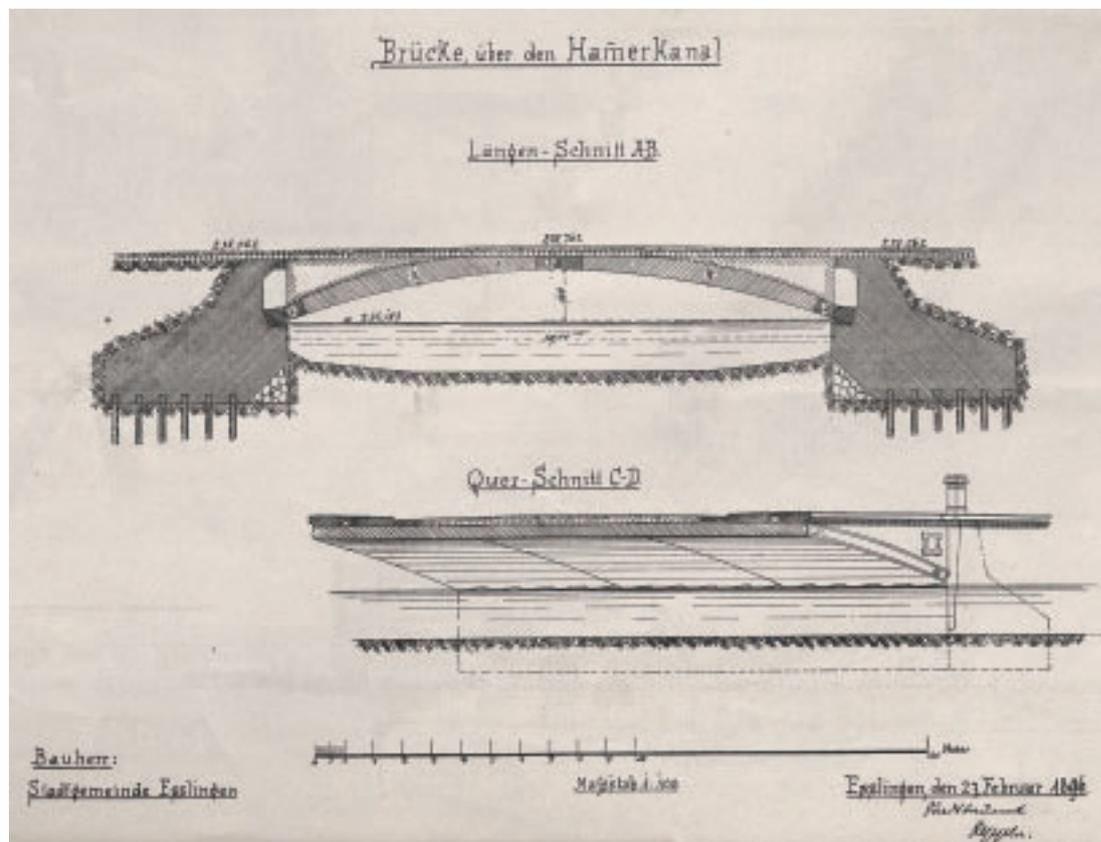
Ein weiteres sehr frühes Beispiel permanenter Gelenke stellt auch die Hammerkanalbrücke in Esslingen dar, in diesem Fall wurden Bleieinlagen verwendet (Abb. 4). Diese Bleiplatten füllen das innere Drittel der Fuge aus. Durch die Nachgiebigkeit des Materials passt sich die Einlage der Rotation des Bogens an.

Bereits im Planungsstatus der Esslinger Brücke ist zu lesen: „Die Anordnung der Gelenke hat den Zweck, die Wärmebewegungen der Brücke unschädlich zu machen.“ (Stadtarchiv Esslingen). Dies ist eine eindeutige Aussage zur Anwendung von permanenten Gelenken, was letztlich auch so ausgeführt wurde. Nach der Fertigstellung beschreibt der für den Entwurf und den Bau der Brücke verantwortliche Stadtbaumeister Keppler die Vorteile: „Die Anordnung der Gelenke ermöglicht die grösste Materialersparnis, da hierbei die Gewölbe rein statisch bestimmt sind und deshalb in den kleinsten Abmessungen hergestellt werden

können. Die gefährlichen Wirkungen der bei der Ausschaltung eintretenden Senkungen und die Einflüsse der wechselnden Belastungen und Temperaturen werden gleichzeitig vermieden.“ (Keppler, S. 448).

Der Einsatz der Gelenke wurde durch die Schiefeit der Brücke erschwert (Abb. 5). Zur Bauzeit der Hammerkanalbrücke lagen nur vereinzelt Erfahrungen zu Gelenken in schiefen Brücken vor. Dort wurden die Gelenke staffelförmig dem Verlauf der Kämpferlinie angepasst, weshalb diese Ausführungsart auch für die Hammerkanalbrücke gewählt wurde. Dadurch ergaben sich aber mehrere Drehachsen der Brücke und somit wiederum Nebenspannungen im Brückengewölbe. Dieses Problem war dem Stadtbaumeister Keppler bereits bewusst: „Infolge ungleich wirkender Hebelarme bei der staffelförmigen Anordnung werden allerdings auch innere Spannungen im Brückengewölbe auftreten, dieselben können aber bei den vorliegenden kleinen Abmessungen außer Acht gelassen werden.“ (Stadtarchiv Esslingen). Keppler stufte diese Nebenspannungen also als vernachlässigbar ein. Gründe dafür waren neben der mäßigen Spannweite der Brücke auch die Bauart der Gelenke, denn den Bleiplatten wurde eine höhere Anpassungsfähigkeit als anderen Gelenkart bescheinigt. Des Weiteren teilte Keppler die Brücke in Längsrichtung in vier isolierte Streifen auf (Abb. 6). Durch die nunmehr geringe Breite der einzelnen Streifen seien die Nebenspannungen somit auf ein Mindestmaß reduziert und durch die Bleiplatten völlig unschädlich gemacht.

6 Längs- und Querschnitt  
(im Querschnitt ist die  
Aufteilung in drei Streifen  
erkennbar, ausgeführt  
wurden vier Streifen).



### In der Konstruktion sichtbare Lastabtragung

Außergewöhnlich ist die Hammerkanalbrücke auch wegen der zu ihrer Zeit sehr fortschrittlichen architektonischen Ausbildung. Während viele Brücken Ende des 19. Jahrhunderts noch Ausführungen aus Naturstein imitierten (vgl. Beispiel Schmiechbrücke, Abb. 2), war es wiederum die Donaubrücke bei Inzigkofen, die 1895 erstmals bewusst die Konstruktion gezeigt hatte. Wurden bei anderen Brücken die Konstruktionsteile ausdrücklich verdeckt, so waren bei der Inzigkofener Brücke sowohl die Gelenke als auch die für Dreigelenkbogen typische Bogenform sichtbar. Die Bogenform einer klassischen Bogenbrücke ohne Gelenke nimmt an Dicke vom Scheitel gegen die Kämpfer fortlaufend zu. Diese Ansicht zeigt die Schmiechbrücke in Ehingen (Abb. 2): Sie verfügt über die typische Verbreiterung vom Scheitel in Richtung der Kämpfer von 50 auf 70 cm.

Beim Dreigelenkbogen hingegen weist der Bogen in den Schenkeln eine deutliche Verdickung auf, während die Stärke gegen Scheitel und Kämpfer abnimmt. Diese Bogenform war zur Bauzeit der Hammerkanalbrücke noch ungewohnt. Viele empfanden deshalb die Ansicht einer solchen Bogenform als optisch störend. Dennoch wählte Keppler für seine Brücke sowohl sichtbare Gelenke als auch die offensichtliche Bogenverdickung (s. Abb. 1; 4; 5): „Im Uebrigen war der Verfasser bestrebt, speziell Form und Aussehen der Betonbrücke mit

Gelenke möglichst zur Anschauung zu bringen, daher sowohl die Bleifugengelenke als auch die charakteristische Verdickung des Betongewölbes in der Bruchfuge an den Stirnen sichtbar gelassen wurde.“ (Keppler, S. 458). Auch auf die Quaderimitation, wie sie bei den meisten Brücken dieser Zeit üblich war, verzichtete Keppler. An den Stirnflächen wurde eine 5 bis 10 cm dicke Schicht besonders feinen Betons verwendet. Durch die wulstartige Profilierung des Bogens wurden die Konstruktion sowie das Baumaterial Beton sogar noch betont. Die ursprüngliche Farbgestaltung der Brücke ist heute nur noch ansatzweise zu erkennen: „Die Zwickel sind mit bläulicher und die Wulste mit gelblicher Amphibolin-Farbe bemalt, was im Verein mit dem feurigen Roth der Buntsandsteinquader, Gesimsplatten und Postamente und dem dunkeln und goldbronce Anstrich der schmiedeisernen Geländer eine gute Farbenwirkung erzielt.“ (Keppler, S. 458).

### Die Hammerkanalbrücke – ein herausragendes Denkmal des Ingenieurwesens

Sowohl in der Konstruktion als auch in der architektonischen Ausbildung war die Hammerkanalbrücke ihrer Zeit einen Schritt voraus. Im Vergleich zur Inzigkofener Brücke zeigt die Hammerkanalbrücke ebenso alle wesentlichen Innovationen: das Material Beton, die Gelenke und die für Dreigelenkbogen charakteristische Bogenverdickung. Wenn man allerdings zusätzlich die innerstädtische Lage

der Esslinger Brücke bedenkt – die Inzigkofener Brücke lag weit außerhalb der Stadt –, war Kepplers Bauwerk geradezu revolutionär. Zudem stellt es aufgrund der vielfältigen Verluste aus dem Zweiten Weltkrieg sowie der bis heute in Bezug auf diesen Brückentyp andauernden Abrisswelle das älteste noch erhaltene Beispiel dieser Entwicklung dar. Noch dazu befindet sich die Hammerkanalbrücke, im Gegensatz zu manch anderer erhaltenen Brücke, in einem weitgehend ursprünglichen Zustand.

Die Wichtigkeit der Hammerkanalbrücke schon zur Bauzeit kann man aus der Beschreibung der Brückeneinweihung ersehen: An den Feierlichkeiten nahmen zwei der wichtigsten deutschen Brückenbauer dieser Zeit teil, auch der Erbauer der mehrfach erwähnten Donaubrücke bei Inzigkofen, Landesbaurat Leibbrand aus Sigmaringen. Keppler sah dies als Bestätigung, dass die Brücke nicht nur für die bauliche Weiterentwicklung von Esslingen Bedeutung habe, sondern dass „auch die Brückenbaukonstruktion selbst wegen ihrer leichten, gefälligen Formen, die diese verdienstliche Neuerung aufweist, gebührende Anerkennung fand.“ (Keppler, S. 459). Im Rahmen der Forschungsarbeit der Verfasserin wurde der hohe historische Wert dieser Brücke herausgearbeitet und diese nun als technisches Kulturdenkmal in das Denkmalverzeichnis der Stadt Esslingen aufgenommen.

## Literatur

Andrea Steudle et al.: Stadt Esslingen am Neckar, Ostfildern 2009. (Denkmaltopographie Bundesrepublik

Deutschland; Kulturdenkmale in Baden-Württemberg; I. Regierungsbezirk Stuttgart. Bd. I.2.1).

Stadtarchiv Esslingen: Die Hammerkanalbrücke in Esslingen. Signatur Tiefbauamt 52.

Staatsarchiv Ludwigsburg: Bau einer Betonbrücke über den Hammerkanal (Neckarfloßstraße) in Esslingen im Zug der verlängerten Neckarstraße durch die Stadtgemeinde Esslingen. Signatur E 166 Bü 1612. (die Veröffentlichungs- und Vervielfältigungsrechte für die Abbildungen 5 und 6 verbleiben beim Staatsarchiv Ludwigsburg).

Keppler: Betonbrücke mit Bleigelenken über den Hammerkanal in Esslingen a.N., in: Süddeutsche Bauzeitung, Jg. 6 u. 7 (1896: Nr. 51, S. 447–451; Nr. 52, S. 456–459; 1897: Nr. 1, S. 7).

Staatsarchiv Ludwigsburg: Staatsbeitrag an die Stadtgemeinde Ehingen zum Umbau der Schmiechbrücke in der Bahnhofstraße zu Ehingen. Signatur E 166 Bü 4298. N. N.: Erinnerung an Ehingen a.d. Donau. Cementbrücken mit Bogengelenken in Württemberg und Hohenzollern. Stuttgart, Strecker & Moser 1899.

## Praktischer Hinweis

Die Brücke führt die Neckarstraße über den Hammerkanal und ist frei zugänglich.

*Dipl.-Ing. Karen Veihelmann M.A.  
Universität der Bundeswehr München  
Fakultät für Bauingenieurwesen und  
Umweltwissenschaften  
Werner-Heisenberg-Weg 39  
85577 Neubiberg*

*7 Probelastung  
der Brücke, 7. November  
1896.*

