

»AUS DER KONSTRUKTION SICH SINNVOLL ENTWICKELNDE ARCHITEKTUR« – DREI FALLBEISPIELE FÜR WEITGESPANNTE EISENBETON- KONSTRUKTIONEN AUS BADEN-WÜRTTEMBERG

Zusammenfassung

Im Jahr 1907 wurde mit dem Bau des Kollegiengebäudes für die Universität Freiburg im Breisgau begonnen. Für die Eingangshalle des Gebäudes entwarf die Firma Brenzinger & Cie. aus Freiburg eine für die damalige Zeit außergewöhnliche Eisenbetonkonstruktion. Die Ingenieure nutzten die Materialeigenschaften von Beton und Stahl im Verbund, um nach dem Prinzip des Kragträgers mit Gegengewicht eine besonders dünne Kassettendecke zu realisieren. Der Erfolg dieser Tragstruktur legte die Basis zu einer Auslegerkonstruktion für weit gespannte Balkenbrücken. Diese frühen Eisenbetonbalkenbrücken mit Kragarm nehmen in Deutschland einen besonderen Stellenwert ein, weil sie gleichzeitig zu den ältesten größeren Balkenbrücken aus Eisenbeton hierzulande zählen.

Abstract

In 1907, construction of the collegiate building for the University of Freiburg im Breisgau began. The company Brenzinger & Cie. from Freiburg designed a reinforced concrete structure for the entrance hall of the building, which was unusual for that time. The engineers used the material properties of concrete and steel in composite to realize a particularly thin coffered ceiling based on the principle of cantilever with counterweight. The success of this structure laid the foundation for a cantilever construction for long-span girder bridges. These early reinforced concrete girder bridges with cantilevers take a special place value in Germany because they are also among the oldest larger reinforced concrete girder bridges in this country.

Einleitung

Der Freiburger Bauunternehmer Heinrich Brenzinger (1879–1960) sah die Aufgabe des Ingenieurs seinerzeit »in der Förderung einer monumentalen, aus der Konstruktion sich sinnvoll entwickelnden Architektur«. ¹ Damit strebte er gewissermaßen Materialgerechtigkeit an. Unter der Annahme, dass er die Eigenschaften des von ihm favorisierten Baustoffs zeitgemäß durchdrungen hatte und den Eisenbeton seinen Leistungen entsprechend einzusetzen vermochte, können seine Konstruktionen als materialgerecht bewertet werden. Zusammen mit hervorragenden Ingenieuren in der technischen Leitung des Familienunternehmens entstanden in Baden-Württemberg weitgespannte Eisenbetonkonstruktionen. Drei Fallbeispiele veranschaulichen, wie die badischen Pioniere dem Verbundmaterial Eisenbeton neue Konstruktionsformen entlockten. Die Objekte wurden am Landesamt für Denkmalpflege Baden-Württemberg im Rahmen des Projektes »Geschichte des Betonbaus in Baden-Württemberg« hinsichtlich bautechnischer und baukonstruktiver Aspekte betrachtet. ²

Firma Brenzinger & Cie. aus Freiburg im Breisgau

Die 1872 von Julius Brenzinger (1843–1924) gegründete Firma hatte sich zuerst auf die Herstellung von Zementböden und -platten spezialisiert. Sie bezeichnete sich anfangs als Zementwarenfabrik mit Bauunternehmung. Mit dem Beginn der Kanalisation in Freiburg bekam die Firma bedeutende Aufträge zur Herstellung von Zementröhren. ³ Der gelernte Steinmetz und Bildhauer Julius Brenzinger begann auch Kunststeine als Imitat für Natursteine herzustellen. Sein Handwerksbetrieb wurde zu einem führenden Unternehmen der Kunst- bzw. Betonwerksteinherstellung im süddeutschen Raum. Mit einem imposanten Beitrag aus Kunststein für die Weltausstellung in Chicago im Jahr 1893 erlangte er mit seiner Kunststeinproduktion überregionale Aufmerksamkeit. Den Auftrag dafür bekam er damals von den Portland-Zementwerken Heidelberg-Mannheim.

Mit der Eisenbetonbauweise hatte das Bauunternehmen Anfang der 1890er-Jahre begonnen. Vergleichsweise früh wandte Brenzinger unterschiedliche Systeme an. Als erste herausragende Eisenbetonbauwerke seiner Firma sind die Malzfabrik in Dinglingen von 1895 nach dem »System Hennebique« und das Schwimmbassin des Marienbads in Freiburg von 1899 gemäß

¹ Geht aus Heinrich Brenzingers autobiografischen Notizen hervor: Liessem-Breinlinger, Renate: *Heinrich Brenzinger 1879–1860 – Ingenieur, Unternehmer, Historiker – Biographie eines Freiburgers*. In: Zeitschrift des Breisgau-Geschichtsvereins »Schau-ins-Land«, Jahreshft 109 (1990), S. 165–177.

² Buchenau, Geraldine: *Beton und seine wachsende Rolle in der Denkmalpflege*. In: Denkmalpflege in Baden-Württemberg 46 (2017), S. 29–35, S. 208–214, S. 306–311 sowie 47 (2018), S. 55–60.

³ Figiel, Joanna Flawia: *Beton, Kunststein, Stuck: Firma Brenzinger und ihre Konkurrenten*. In: Durian-Ress, Saskia (Hg.): *Jugendstil in Freiburg: Begleitbuch zur Ausstellung »Jugendstil in Freiburg«*, 2. März–13. Mai 2001 im Augustinermuseum Freiburg, Freiburg im Breisgau 2001, S. 103–112.

dem ›System Monier‹ zu nennen.⁴ Julius Brenzinger war 1898 Mitbegründer des Fachvereins für Beton, der später den Namen Deutscher Beton-Verein annahm. Er gehörte neben Eugen Dyckerhoff (1844–1924) und Matthias Koenen (1849–1924) dem Vorstand an. Als Vorsitzender des Vereins und mitwirkend in der Ausschussarbeit besuchte er regelmäßig dessen Versammlungen in Berlin.

Um die Jahrhundertwende hatte er seine Firma mit seinem Sohn Heinrich⁵ an der Seite im Eisenbetonbau etabliert und beschäftigte bereits 140 Mitarbeiter. Die langjährigen Erfahrungen, die Julius Brenzinger bei der Betonwerksteinherstellung gesammelt hatte, zusammen mit den wertvollen Kontakten, die er in der Blütezeit der Entwicklung der Eisenbetonbauweise durch seine Tätigkeit im Fachverein für Beton geknüpft hatte, spiegeln sich in der architektonischen und künstlerischen Qualität seiner Betonbauwerke wider. Heinrich Brenzinger war 1905 Teilhaber der väterlichen Firma geworden. Zu der Überzeugung, dass sich die Architektur aus der Konstruktion heraus sinnvoll entwickle, war er in seinen Ausbildungsjahren gekommen.⁶ Heinrich hatte 1901 sein Architekturstudium in Karlsruhe mit ›sehr gut‹ abgeschlossen und dann aber rasch umgesattelt. Zur Weiterbildung ging er durch Vermittlung seines Vaters nach Berlin zur Beton- und Monierbaugesellschaft, wo er unter Matthias Koenen von 1901 bis 1904 die Theorie und Praxis des Eisenbetonbaus erlernte. Die folgenden Jahre der Firma Brenzinger & Cie. waren geprägt von wirtschaftlichem Wachstum sowie technischen und künstlerischen Spitzenleistungen. Im Jahr 1912 hatte das Bauunternehmen knapp 400 Mitarbeiter an verschiedenen Standorten und war das größte Bauunternehmen in Freiburg.⁷

Die Technische Hochschule Karlsruhe verlieh Julius Brenzinger senior 1921 und 1926 dann auch Heinrich Brenzinger für ihre Leistungen die Ehrendoktorwürde. Der Deutsche Betonverein ernannte erst Julius Brenzinger und später auch Heinrich zu Ehrenmitgliedern. Zu den letzten bedeutenden Bauten der Firma zählen große Bauprojekte in der Zeit des Wiederaufbaus nach dem Zweiten Weltkrieg. Im Jahr 2008 wurde die Firma Brenzinger & Cie. in der vierten Generation in eine Immobiliengesellschaft überführt.

Kollegiengebäude der Universität Freiburg im Breisgau

Beim Kollegiengebäude der Universität Freiburg im Breisgau kamen in großem Umfang Eisenbetontragwerke zur Anwendung, die von der Firma Brenzinger & Cie. konstruiert und

⁴ Buchenau, Geraldine; Kuban, Sabine: *Time to Re-Evaluate? – New Findings on the Application of the Hennebique System in Germany*. In: Campbell, James W. P. (Hg.): *The History of Building Trades and Professionalism: the Proceedings of the Eighth Conference of the Construction History Society*; Queens' College, University of Cambridge, 27–28th August 2021. Cambridge 2021, S. 289–301.

⁵ Liessem-Breinlinger 1990 (Anm. 1); *Dr.-Ing. e. h. Heinrich Brenzinger 70 Jahre*. In: *Die Bautechnik* 26 (1949), H. 6, S. 186.

⁶ Hausmann, Andrea: *Heinrich Brenzinger (1879–1960)*. Privatdruck Freiburg 1996.

⁷ Kalchthaler, Peter; Preker, Walter: *Freiburger Biographien*. Freiburg 2002.

bemessen sowie ausgeführt wurden.⁸ Der Architektenwettbewerb für das Kollegiengebäude hatte bereits im Jahr 1902 der Karlsruher Architekt Friederich Ratzel (1869–1907) gewonnen. Er verstarb allerdings wenige Monate nach dem Beginn der Fundamentierungsarbeiten im Jahr 1907. Wenige Tage danach hatte der Architekturprofessor Hermann Billing (1867–1946) von der Technischen Hochschule Karlsruhe vom Ministerium die Aufgabe übertragen bekommen, das Projekt unter der Bedingung der Übernahme des Grundrisses und der Grunddisposition der äußeren Gestaltung Ratzels weiterzuführen.⁹ Dem widersetzte sich Billing nach und nach. So konnte das Kollegiengebäude zu einem seiner Jugendstilhauptwerke werden (Abb. 1).¹⁰ Bei der Eröffnungsfeier am 28. Oktober 1911 wurde die Kühnheit gewürdigt, »mit der sich der Architekt über die Regeln, [...] hinweggesetzt und neue Wege beschritten hat«.¹¹ Das Kollegiengebäude zählt neben dem Stadttheater zu den ersten Jugendstilbauten, die in ihrer Dimension alles vorher in Freiburg Erbaute überragen.



Abb. 1 Kollegiengebäude Universität Freiburg im Breisgau, 1930

⁸ Marcus, Hermann: *Eisenbetonkonstruktionen im Neubau des Kollegiengebäudes der Universität Freiburg i. B.* In: Mitteilungen über Zement, Beton und Eisenbeton 8 (1911), H. 1, S. 1–3 und H. 2, S. 13–15.

⁹ Kabierske, Gerhard: *Der Architekt Hermann Billing (1867–1946): Leben und Werk.* Dissertation, Institut für Baugeschichte der Universität Karlsruhe. Südwestdeutsches Archiv für Architektur und Ingenieurbau (Hg.). Karlsruhe 1996.

¹⁰ Figiel, Joanna Flawia: *Jugendstil in Freiburg.* Freiburg 1999.

¹¹ Eröffnungsfeier des neuen Kollegiengebäudes der Albert-Ludwig-Universität Freiburg i. Br. am 28. Oktober 1911. Freiburg i. B. 1912.

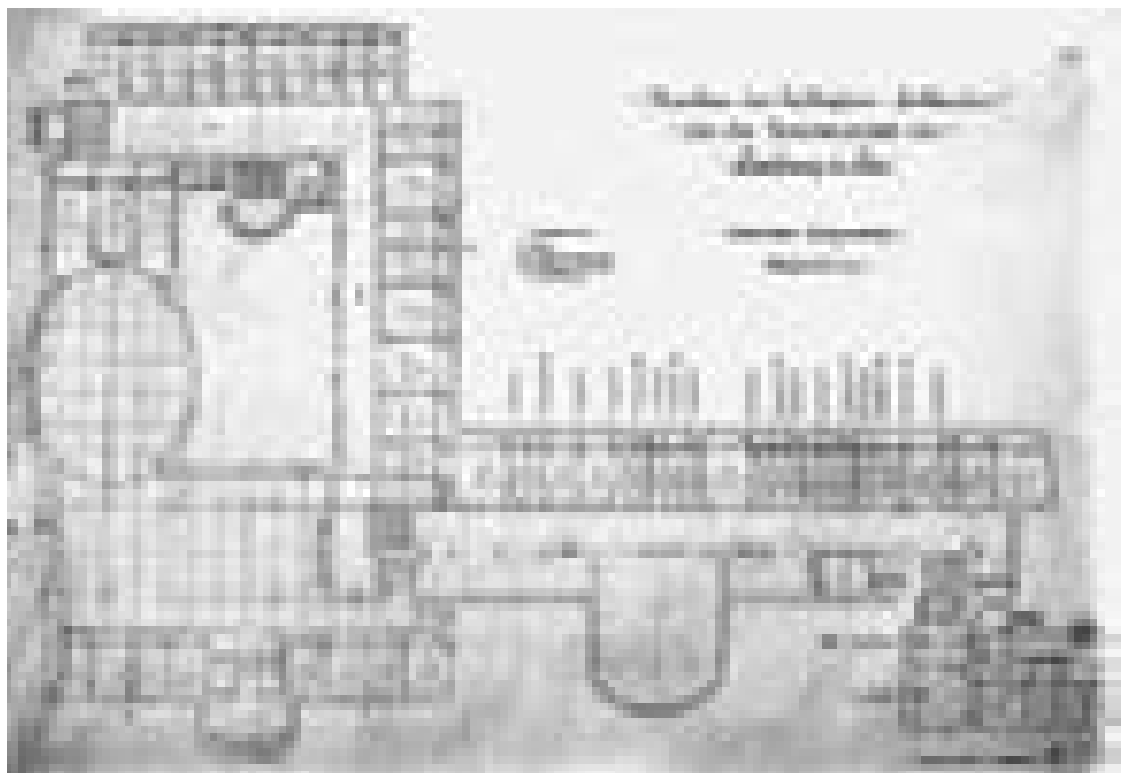


Abb. 2 Kollegiengebäude Universität Freiburg im Breisgau, Plan Decke über dem Erdgeschoss, 1908

Bei einem Großbrand des Kollegiengebäudes am 10. Juli 1934 wurden die gesamten Dachstühle zerstört und die Aulakuppel stürzte ein. Der Bombenangriff im November 1944 beschädigte das 1936 wieder aufgebaute Dach nochmals. Die unterschiedlichen Eisenbetonkonstruktionen haben den Krieg überstanden. Die Statik entstand 1908 unter der Leitung des damaligen Oberingenieurs Hermann Marcus (1877–?) von der Firma Brenzinger.

Sämtliche Decken über den Hörsälen und Gängen des Kollegiengebäudes sind mit bis zu 6,8 Meter weit spannenden Plandecken hergestellt worden (Abb. 2). Tonnen- und Kreuzgewölbe aus Eisenbeton überdecken die Gänge im repräsentativen Erdgeschoss. Bei der Deckenkonstruktion des ehemaligen Auditorium Maximums handelt es sich um eine der bis dahin größten freitragenden Eisenbetondecken in Deutschland.¹² Sie wurde als Kassettendecke aus sich kreuzenden Plattenbalken konzipiert, um den elliptischen Grundriss des Hörsaals ohne eine Zwischenstütze überspannen zu können. Im Folgenden wird Marcus' Konstruktion für

¹² *Handbuch für Eisenbetonbau*. Band 11: *Gebäude für besondere Zwecke I*. 2. Aufl., Fritz von Emperger (Hg.), Berlin 1915.

die betonsichtige Kassettendecke über der großen Eingangshalle des Kollegiengebäudes der Universität Freiburg i. B. näher beschrieben (Abb. 3).

Kassettendecke der Eingangshalle des Kollegiengebäudes

Der Entwurf des Architekten Billing sah für die große dreischiffige Eingangshalle des Kollegiengebäudes eine ebene Deckenunterseite mit Kassettenenteilung vor. Die Deckenunterseite sollte sichtbare Kassetten aus Kunststein mit steinmetzmäßiger Bearbeitung erhalten. Unter Ausnutzung der materialspezifischen Eigenschaften des Verbundbaustoffs Eisenbeton konstruierte Marcus eine massive Deckenkonstruktion – vor allem auch mit der Absicht, dem sichtbaren Material gerecht zu werden. Zur Verfügung stand ihm eine Konstruktionshöhe von 134 Zentimetern.

Das Deckentragwerk über der 40 Meter langen Halle mit einer lichten Weite von 16,4 Metern ist durch zwei Säulenreihen gestützt. Zwischen den Granitsäulen spannt das Tragwerk 10,2 Meter weit. Die Deckenplatte besteht aus einer infolge von Profilierung und Kassettenierung verschieden starken, relativ dünnen Eisenbetonplatte von 10 bis 15 Zentimetern Dicke, die zwischen die quer zur Halle verlaufenden Balken gespannt ist. Die Negativform der Kassetten und Profilierungen war *in situ* aus Holz und Gips erstellt worden (Abb. 4). Nachdem



Abb. 3 Kollegiengebäude Universität Freiburg im Breisgau, Eingangshalle mit betonsichtiger Kassettendecke, 2017

die Bewehrung montiert worden war, wurde die Form mit einem Vorsatzbeton ausgegossen, bevor der Konstruktionsbeton eingestampft wurde. Nach dem Ausschalen erfuhr die Deckenuntersicht eine steinmetzmäßige Überarbeitung.

Marcus hatte ein Tragwerk aus frei aufliegenden, sich kreuzenden Über- und Unterzügen entworfen. Die quer zur Hallenlängsrichtung verlaufenden Überzüge lagern abwechselnd auf den Säulen oder auf den über den Säulen der Hallenlänge nach durchlaufenden Unterzügen und kragen bis zum raumumschließenden Mauerwerk aus. Mit den beidseitig auskragenden Überzügen bezweckte Marcus eine Reduktion des Moments in Feldmitte. Zusätzlich wurde das auf den beweglichen Enden der Überzüge auflastende Mauerwerk zur Verminderung des Feldmoments herangezogen. Mit der Bewehrungsführung entlang der Zugtrajektorien steuerte er den Spannungsverlauf in den Überzügen. Dementsprechend sind die in Feldmitte unten liegenden Eisenstäbe zum Auflager hin nach oben gebogen worden, um in den Kragträgern im oberen Bereich die Zugkräfte aufnehmen zu können (Abb. 4).

Die Leistungsfähigkeit des Tragwerks hatte Marcus noch mit Schüttmaterialien unterschiedlicher Dichte gesteigert. Durch eine Verteilung von Kies im Bereich der Kragarme zwischen den Überzügen und Schlacke im Mittelfeld konnte das Feldmoment letztendlich auf ein Drittel des Moments eines frei aufliegenden Balkens derselben Spannweite reduziert werden.

Im Fallbeispiel der Decke der Eingangshalle des Kollegiengebäudes verlangte das architektonische Entwurfskonzept nach einer Konstruktionslösung. Die Ingenieure der Firma



Abb. 4 Kollegiengebäude Universität Freiburg im Breisgau, Schalung und Bewehrung der Decke über der Eingangshalle, 1908

Brenzinger, insbesondere Hermann Marcus, verfügten über Kenntnisse im Eisenbetonbau, um die Idee des Architekten sowohl sensualistisch materialgerecht als auch konstruktiv sinnvoll umzusetzen. Zudem besaß die Firma jahrzehntelange Erfahrungen in der Kunststeinherstellung. Für ein aus Ort beton hergestelltes Tragwerk war die dem Konstruktionsmaterial entsprechende Oberflächenausbildung neuartig. Die betonsichtige Deckenuntersicht der Eingangshalle des Kollegiengebäudes hat jedoch mehr dekorativen Charakter. Denn die Anordnung der Kassettenfelder resultiert nicht vollkommen aus der wirklichen Funktion der tragenden Deckenkonstruktion. Inwieweit es sich dabei um ›Gerechtigkeit‹ gegenüber dem Material handelt, kann man diskutieren.

Durch die Anpassung eines Tragwerks aus Eisenbeton war es Marcus gelungen, sich an die architektonischen Vorgaben zu halten. Mit der Konstruktion eines Kragträgers mit Gegengewicht ermöglichte er im Mittelfeld der Halle bei einer Bemessung für eine Flächenlast von 5 Kilonewton/Quadratmeter eine für damalige Verhältnisse sehr geringe Konstruktionshöhe von 55 Zentimetern. Der Erfolg dieses Eisenbetontragwerks machte das Konstruktionsprinzip zur Basis zweier Brücken mit Auslegerkonstruktion: die Bregbrücke in Wolterdingen sowie die Eschholzbrücke in Freiburg im Breisgau.

Prinzip des Kragträgers mit Gegengewicht übertragen auf Brücken

Ludwig Friedlaender (1883–1971) wurde 1911 Marcus' Nachfolger als technischer Leiter bei der Firma Brenzinger & Cie. Er übertrug die Idee der Kragträgerkonstruktion auf den Brückenbau. Nach dem Prinzip des Kragträgers mit Gegengewicht reduzierte er das Feldmoment der Brückenträger und realisierte damit in Freiburg im Breisgau die Eschholzbrücke mit einer Spannweite von 40 Metern über die Dreisam und ebenso in Wolterdingen eine Straßenbrücke mit 34,5 Metern über die Breg. Die Brücken sind 1912 zeitgleich erbaut worden. Früh hatte man ihren besonderen Stellenwert erkannt: Sie zählen mit einer Spannweite von über 30 Metern unter den größeren Balkenbrücken aus Eisenbeton zu den ältesten in Deutschland.¹³

Mit der Entwicklung der Eisenbetonbauweise und der Verbesserung der Materialeigenschaften wurden Balken-, Fachwerk- und Rahmenbrücken realisiert. Gegenüber den gewölbten Brücken haben sie den Vorteil einer geringen Bauhöhe, bessere Anpassungsmöglichkeiten an geforderte Lichtraumprofile und erfordern in der Regel einfachere und kostengünstigere Gründungen. Folglich sind zahlreiche Balkenbrücken aus Eisenbeton erbaut worden. Für größere Brückenbauten aus Beton mit Spannweiten von über 30 Metern bevorzugte man allerdings weiterhin Bogentragwerke, weil sie überwiegend durch achsiale Druckkräfte bean-

¹³ Spangenberg, Heinrich: *Größere Eisenbeton-Balkenbrücken in Deutschland*. In: International Association for Bridge and Structural Engineering (IABSE) Kongressbericht, Bd. 1, 1932, S. 385 ff.; Gehler, Willy: *Handbuch für Eisenbetonbau*. Band 6: *Balkenbrücken*. 3. Aufl., Fritz von Emperger (Hg.), Berlin 1931.

spricht sind, was dem Baustoff Beton am besten entspricht. Die wenigen großen Eisenbetonbalkenbrücken, deren Spannweite über 30 Meter beträgt, sind in Deutschland bis etwa 1930 allesamt Straßenbrücken. Denn für den Gleisbau waren Balkenbrücken aus Eisenbeton aufgrund der hohen Verkehrslast nur bis zu einer Spannweite von 12 Metern wirtschaftlich. Erst durch die im Jahr 1930 erschienenen *Berechnungsgrundlagen für massive Brücken* wurden für Eisenbetonbalkenbrücken größerer Spannweite brauchbare Grundlagen geschaffen.¹⁴ Charakteristisch für die Entwicklung in Deutschland ist zudem, dass größere Eisenbetonbalkenbrücken mit vollwandigen Trägern ausgeführt worden sind. In der Regel liegen die Träger größerer Brücken unter der Fahrbahn. Nur vereinzelt sind sogenannte Trogbrücken ausgeführt worden.

Das statische System und infolgedessen die konstruktive Durchbildung weitgespannter Eisenbetonbalkenbrücken sind so konzipiert, dass ihr Moment in der Brückenmitte kleiner wird als das eines frei aufliegenden Balkens. Mit unterschiedlichen statisch-konstruktiven Maßnahmen, wie einer Einspannung des Balkens, mit entlastenden Kragarmen oder durch die Form als Rahmen, kann auf das Feldmoment und damit auf die Schlankheit beziehungsweise auf die Spannweite der Brücke Einfluss genommen werden. Die Bregbrücke in Wolterdingen gehört ebenso wie die etwa zeitgleich erbaute Eschholzbrücke in Freiburg i. B. zu den ältesten Eisenbetonbalkenbrücken mit Kragarm.¹⁵ Beide Brücken sind mit auskragenden, entlastenden Gegengewichten betoniert worden.



Abb. 5 Bregbrücke, Wolterdingen, 1912

¹⁴ Spangenberg 1932 (Anm. 13); DIN 1075: Berechnungsgrundlagen für massive Brücken. Berlin 1930.

¹⁵ Gehler 1931 (Anm. 13).

Straßenbrücken in Wolterdingen über die Breg und ihren Flutkanal

Genau genommen gibt es zwei Brücken in Wolterdingen. Die Straßenbrücke musste sowohl die Breg als auch ihren Flutkanal überbrücken, wobei die dazwischenliegende Landzunge eine Zufahrt erhalten sollte (Abb. 5). Unter diesen Bedingungen war eine zweigeteilte Brücke entstanden. Die Firma Brenzinger & Cie. konstruierte und erbaute sie 1912 in Form von zwei einzelnen Eisenbetonbrücken mit jeweils einer Öffnung.¹⁶ Die Brücke über den Flutkanal hat eine Spannweite von 34,5 Metern, während die Brücke über die Breg 27,5 Meter überspannt (Abb. 6).

Beide Brücken wurden als Trogbrücken für eine Nutzlast von 4 Kilonewton/Quadratmeter und eine 16 Tonnen-Dampfwalze konzipiert. Außerdem wurde ein Zuschlag von 20 Prozent für Erschütterungen angesetzt. Die 5 Meter breite Fahrbahn liegt dabei versenkt zwischen

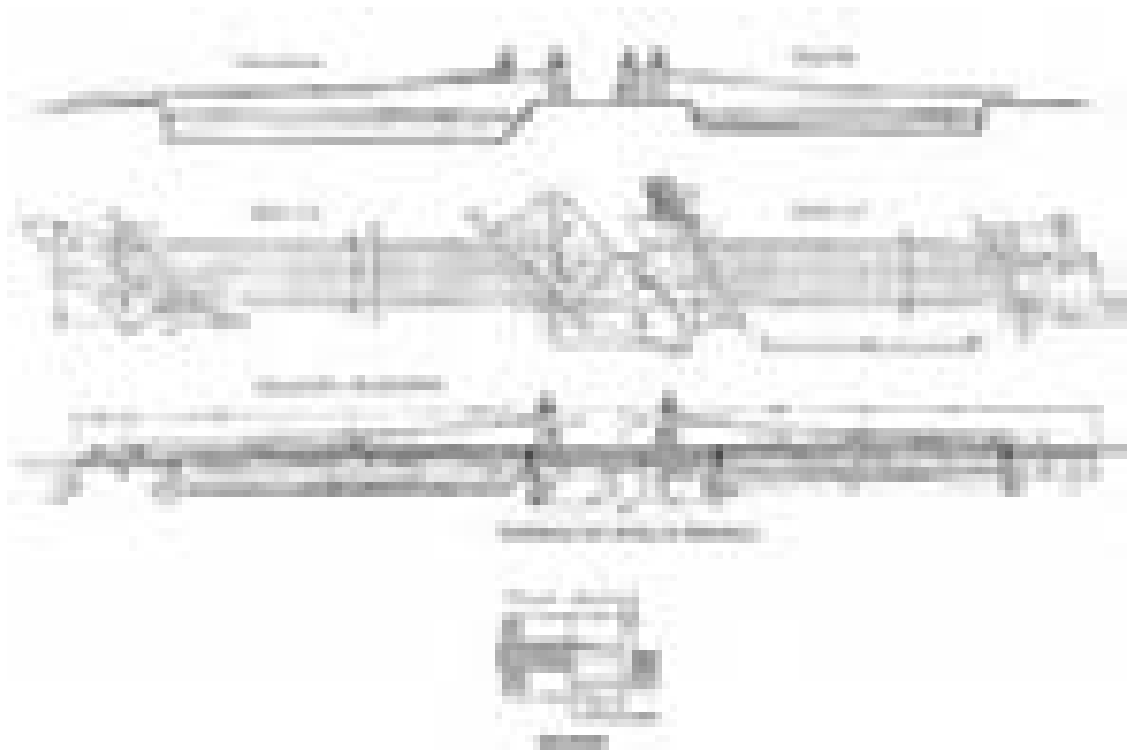


Abb. 6 Bregbrücke, Wolterdingen, Ansicht und Schmitte

¹⁶ Friedlaender, Ludwig: *Neuartige Brückenbauten in Eisenbeton*. In: Deutsche Bauzeitung 10 (1913), Nr. 19, S. 145–150 und Nr. 20, S. 153–157; Friedlaender, Ludwig: *Interessante, neuartige Brückenbauten unter besonderer Berücksichtigung von Auslegerträgern*. In: Tonindustrie-Zeitung 37 (1913), Nr. 27, S. 358–359.

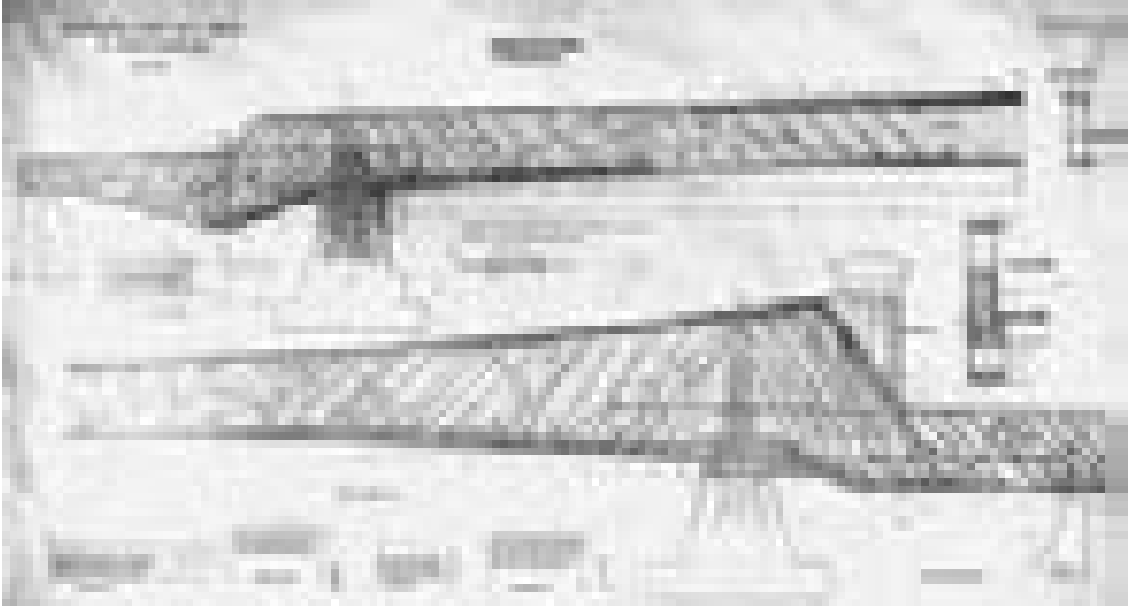


Abb. 7 Bregbrücke, Wolterdingen, Bewehrungsplan eines Hauptträgers, 1912



Abb. 8 Bregbrücke, Wolterdingen, Bewehrung, 1912

zwei vollwandigen Hauptträgern, die gleichzeitig die Brüstung bilden (Abb. 6). Sie ist mit Querrippen in Abständen von 1 Meter ausgesteift. Die Hauptträger haben eine Breite von 50 bis 75 Zentimetern und wurden aus statischen Gründen unter der Fahrbahn auf 1 Meter verbreitert. Die Unterkante der Träger liegt 1,1 Meter unter der Fahrbahn. Daraus ergeben sich Hauptträger mit einer Höhe von rund 2 Metern in Brückenmitte, die zur Landzunge hin auf die bis zu 4 Meter großen, kräftigen Pfeilerbauten ansteigen.

Ihre außergewöhnliche Form mit ausschweifenden, unsymmetrischen Hauptträgern erhielt die Brücke neben der Einbeziehung der Landzunge vor allem durch die Anpassung an die örtlichen Gegebenheiten der Straßenführung. Die Zufahrtsstraßen waren an beiden Brückenden in starken Krümmungen anzuschließen. Als spezielle Anforderung ergab sich daraus eine Brüstungshöhe für die Brückenden von nur 90 Zentimetern, um Langholzfuhrwerken den Transport über die Brücke zu gewährleisten.

Unter den geografischen Rahmenbedingungen gelang es dem Ingenieur Friedlaender, mit dem Konstruktionsprinzip des Kragträgers mit Gegengewichten zwei schlanke Balkenbrücken zu entwerfen. Die jeweils auf dem Festland und der Landzunge unter der Fahrbahn verborgenen Gegengewichtskörper aus Beton wurden auf Schraubspindeln hergestellt, sodass nach dem Ausschalen eine entlastende Wirkung eintreten konnte. Durch die bis zu 10 Meter auskragenden Gewichtsböcke ließ sich das Biegemoment in den Trägern der Brücke um rund 85 Prozent gegenüber einer einfachen Balkenbrücke reduzieren.¹⁷

Der Entwurf der vasenbekrönten Pfeiler hatte nicht nur einen architektonischen Abschluss der Brückenträger zum Zweck, sondern gleichzeitig statisch-konstruktive Gründe. Die mächtigen Gegengewichtsböcke ergaben über den Lagern auf der Landzunge sehr große negative Momente, weshalb in den Pfeilern Zugeinlagen untergebracht wurden (Abb. 7–8). Sämtliche Längseisen erhielten warmgebogene Rundhaken – sogenannte Considère-Haken, gemäß dem französischen Ingenieur Armand Gabriel Considère (1841–1914). Zusätzlich wurden die Träger durch Spiraleinlagen in Brückenmitte oben und über den Auflagern unten im Träger bewehrt, um die druckbelasteten Bereiche für höhere Beanspruchungen aufnahmefähig zu machen.

Die Inseelpfeiler bilden jeweils das Festlager der Brücken, während an den Brückenden bewegliche Lager angeordnet wurden, sodass das System statisch bestimmt ist. Demnach wirken auf die Auflager nur Vertikalkräfte. Die Firma Brenzinger hatte dafür spiralbewehrte Betongelenksteine entwickelt. Das hatte baupraktische und wirtschaftliche Gründe. Die Eisenbetongelenke konnten an Ort und Stelle betoniert werden, während der Aufwand von Kosten und Beschaffung bei Stahlgusslagern deutlich höher gewesen wäre.

Das Hauptproblem unbewehrter Betongelenke war und ist die Spaltzugspannung, wodurch ein geschwächtes Gelenk senkrecht zur Lagerfläche reißt. Bereits gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurde die Spiralbewehrung durch Considère als die effizienteste Querbewehrungs-

¹⁷ Gehler 1931 (Anm. 13).

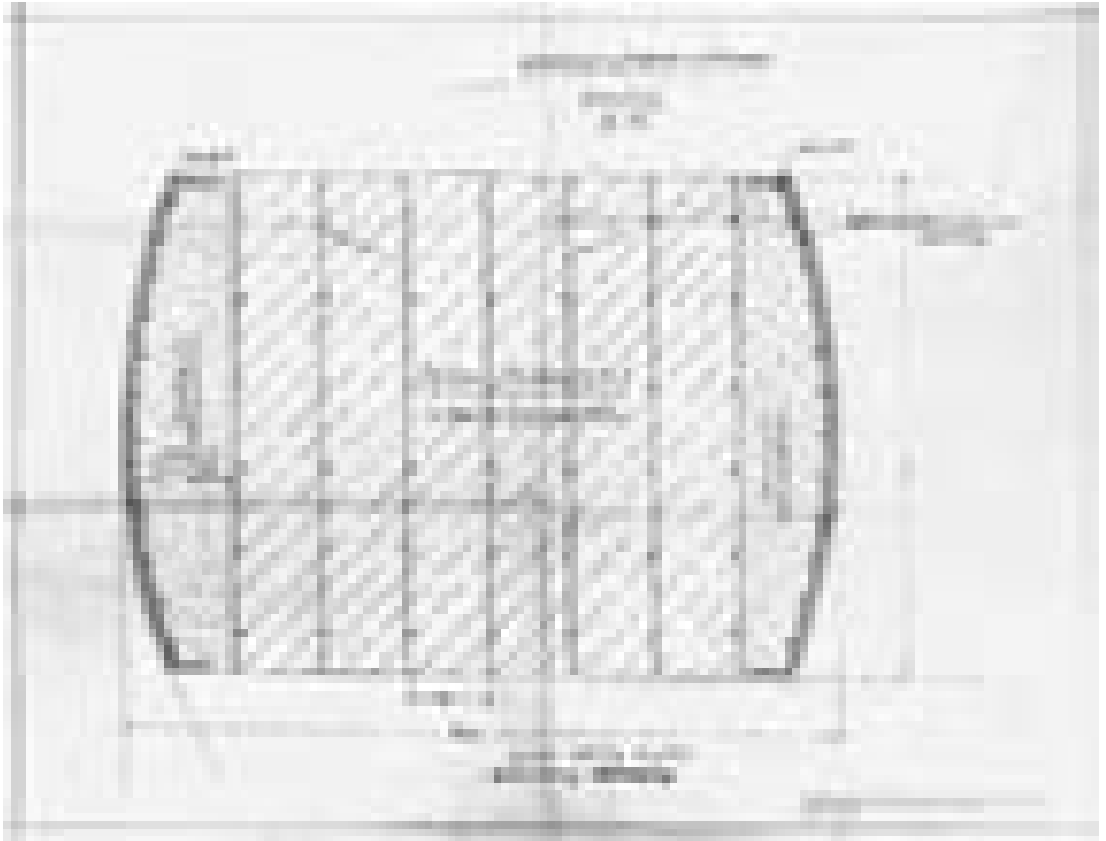


Abb. 9 Bregbrücke, Wolterdingen, Bewehrungsplan für Betongelenksteine, 1912

art für Druckglieder bezeichnet. Er erhielt 1902 in Paris ein Patent über ein Verfahren zur Herstellung von Betonkörpern, welche hohe axiale Druckfestigkeiten besitzen sollen und dadurch gekennzeichnet sind, dass um den Kern eine Metallspirale mit nahe aneinander liegenden Windungen eingelegt ist.¹⁸ Die Spiralbewehrung behindert Querdehnungen im Kernbeton.

Im Brückenbau wurden derartige Eisenbetongelenke durch die Firma Brenzinger & Cie. erstmals bei der Wolterdinger sowie bei der Freiburger Brücke angewandt.¹⁹ Aufgrund der großen Auflagerdrücke sind an den Kontaktflächen Bleiplatten für die Krafeinleitung angeordnet. Aus den Bewehrungsplänen der Bregbrücke geht hervor, dass die Gelenksteine in

¹⁸ Seelhofer-Schilling, Birgit: *Umschnürte Stahlbetonstützen: Geschichtliche Entwicklung*. Dissertation ETH Zürich, 2008.

¹⁹ Gehler 1931 (Anm. 13).

ihrer Betonrandzone mit Drahtstücken zusätzlich faserbewehrt worden sein müssen (siehe Abb. 9).²⁰

Für die architektonische Ausgestaltung des Brückenzuges war der Entwurf des damaligen Regierungsbaumeisters Rudolf Ammann aus Achern auserwählt worden. Die Sichtflächen der Brückenträger erhielten einen Putz. Sie wurden mit einem Sockel aus Kunststein gesäumt und mit Kunststeinplatten abgedeckt, während die Pfeiler betonsichtig sind. Die auf den Betonpfeilern dekorativ platzierten Kunststeinvasen betonen die Mitte des Brückenzugs zusätzlich. Sie wurden von den Freiburger Bildhauern Hans Weissburger (1876–1951) und Ludwig Kubanek (1877–1929) geschaffen.

Bevor die Brücke dem Verkehr übergeben wurde, führte man damals verschiedene Probelastungen mit bis zu 17 Tonnen schweren Kiesschüttungen durch.²¹ 1990 musste die Brücke an die heutigen Anforderungen angepasst und dafür ertüchtigt werden. Die ursprünglich gerippte Fahrbahnplatte wurde damals durch den Stuttgarter Ingenieur Wolfhard Andrä (1914–1996) ersetzt, um die historischen Brückenträger durch eine neue vorgespannte Stahlbetonplatte zu verstärken.²² Zu diesem Zeitpunkt stand sie noch nicht unter Schutz.

Straßenbrücke über die Dreisam in Freiburg im Breisgau

Beim Bau der Eschholzbrücke in Freiburg im Breisgau setzte die Firma Brenzinger aufgrund einer geringen zur Verfügung stehenden Konstruktionshöhe ebenfalls das Konstruktionsprinzip Kragarm mit Gegengewicht um.²³ Die damals 15,5 Meter breite Fahrbahn lag bei dieser Brücke auf einer Tragkonstruktion aus insgesamt elf Hauptträgern, die die Dreisam mit einer für die damalige Zeit beachtlichen Spannweite von 40 Metern überbrückte. Die Eschholzbrücke wurde zeitgleich zur Wolterdinger Brücke erbaut und gehört demzufolge ebenfalls zu den ältesten größeren Eisenbetonbalkenbrücken in Deutschland, bis sie mit dem Bau des Autobahnzubringers Anfang der 1970er-Jahre abgerissen und durch einen Neubau ersetzt wurde. Die Brenzinger'schen spiralbewehrten Betongelenke für das bewegliche Lager wurden jeweils unter den Hauptträgern angeordnet und auf Anregung des Stadtbaumeisters Max Buhle (1867–1935) in den Berührungsflächen mit gekrümmten Stahlplatten versehen.

Auf die äußere Erscheinung hatte der Architekt Carl Anton Meckel (1875–1938) Einfluss genommen. Die steinmetzmäßige Ausführung des Figurenzyklus in gelblichem Muschelkalk-Vorsatzbeton lag auch bei dieser Brücke in der Hand des Bildhauers Kubanek. Nur noch die vier Betonskulpturen erinnern an die 1912 entstandene Freiburger Eisenbetonbrücke. Der Ochse des Figurenzyklus ist heute weiter Pate und Namensgeber der Brücke.

²⁰ Bauakten der Firma Brenzinger (Wirtschaftsarchiv Baden-Württemberg, B189 Bü68).

²¹ Ebd.

²² Stiglat, Klaus: *Bauingenieure und ihr Werk*. Berlin 2004.

²³ Gehler 1931 (Anm. 13); Friedlaender 1913 (Anm. 16).

Zusammenfassung

Allen drei behandelten Fallbeispielen ist das Verbundmaterial Eisen- bzw. Stahlbeton gemeinsam. Die drei Bauwerke sind Anfang des 20. Jahrhunderts entstanden, noch bevor alle Gesetzmäßigkeiten vom Beton und dem Verbundmaterial bekannt waren. Berechenbar war das statisch bestimmte System. Die Tragwerksform der vorgestellten Beispiele ergab sich auf der Grundlage des auserwählten Systems eines Einfeldträgers mit Kragarmen. Eine geringe Konstruktionshöhe bei gleichzeitig großer Spannweite ließ sich durch die Anpassungsfähigkeit einer Eisenbetonkonstruktion erreichen. Die nahezu unbegrenzte Formbarkeit des monolithischen Baustoffs konnte allerdings noch nicht voll ausgeschöpft werden.

Julius und Heinrich Brenzinger erbauten »Brücken nicht nur als reine Nutzbauten, sondern in einer dem Zweck, dem Material und der Umgebung angepassten gefälligen Form.«²⁴ Unter dieser Prämisse entstanden vergleichsweise schlanke, weitgespannte Tragwerke in einer dem Material angepasst Form. Um mit den Worten von Ludwig Friedlaender zu sprechen: »Eine Absicht, die sich nur verwirklichen läßt, wenn Architekt und Ingenieur Hand in Hand arbeiten.«²⁵

²⁴ Friedlaender 1913 (Anm. 16).

²⁵ Ebd.