

Richard J. Dietrich

FASZINATION BRÜCKEN

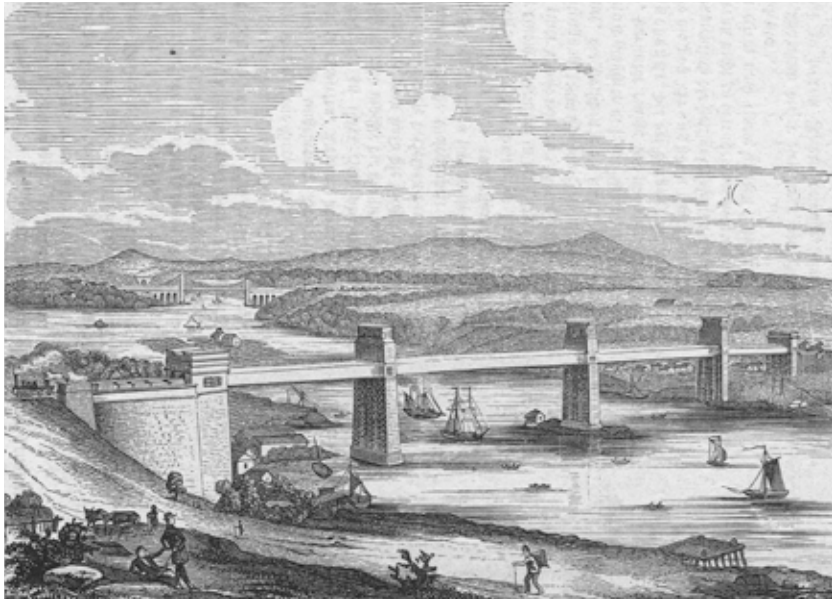
Baukunst Technik Geschichte

3. Auflage

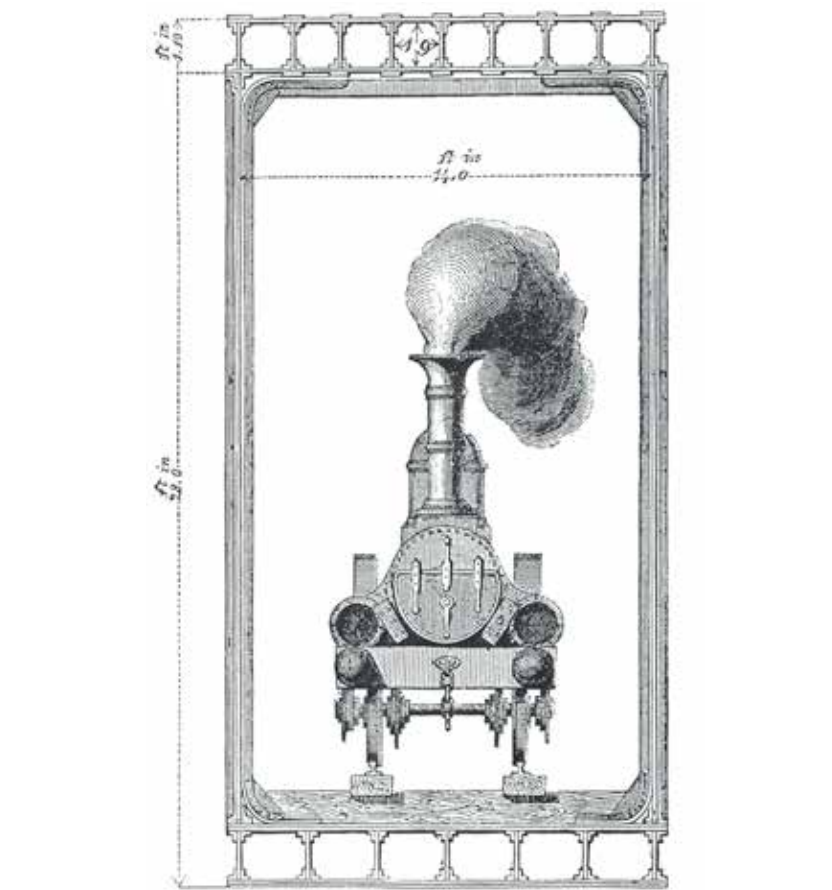
 Ernst & Sohn
A Wiley Brand

Robert Stephensons vielzitierte Britannia-brücke über die Menai-Straße. Zwei parallele aus Eisenblechen zusammen-genietete Rohre mit 9,1 m Höhe und 4,5 m Breite ziehen sich über drei Pfeiler auf eine Länge von 461 m.

Die Spannweiten liegen bei 70 und 140 m zwischen den massiven Türmen, die aus Vorsicht für die Aufhängung zusätzlicher Tragketten ausgebildet wurden. Ein höchst merkwürdiger Zwitter von Tunnel und Brücke, gleichwohl von den Ingenieuren als erster Hohlkastenträger vielbeachtet.



Ansicht mit Telforts Kettenbrücke im Hintergrund und Querschnitt durch eine der beiden Röhren.



Auslegerbrücken

Unter den Urbrücken fanden wir auch das Prinzip der Auslegerbrücke, das heißt, auskragende Widerlager und Pfeilerkonstruktionen tragen einen kurzen Mittelträger. Auch dieses System hat im 19. Jahrhundert viele Anhänger gefunden, weil es das Problem der Berechnung durchlaufender Träger vereinfachte bzw. deren Empfindlichkeit gegen Stützen oder Widerlager-senkungen entschärfte. Es war wieder Heinrich Gerber, der die Zweckmä-ßigkeit der Auslegerbrücke richtig erkannte und wissenschaftlich definierte. 1866 erhielt er ein Patent auf „Balkenträger mit freiliegenden Stützpunkten“, ein System, das als „Gerberträger“ in die Geschichte einging. 1867 hat Gerber mit seiner Straßenbrücke über den Main bei Haßfurt sein System in Reinform vorgeführt.

Die Gurte dieser über zwei Pfeiler fortlaufenden Fachwerk-Konstruktion sind genau dem Momentenverlauf angepasst, und zwischen den ins Mittel-feld auskragenden seitlichen Trägern hängt ein Linsenträger, der mit Gelen-ken angeschlossen ist.

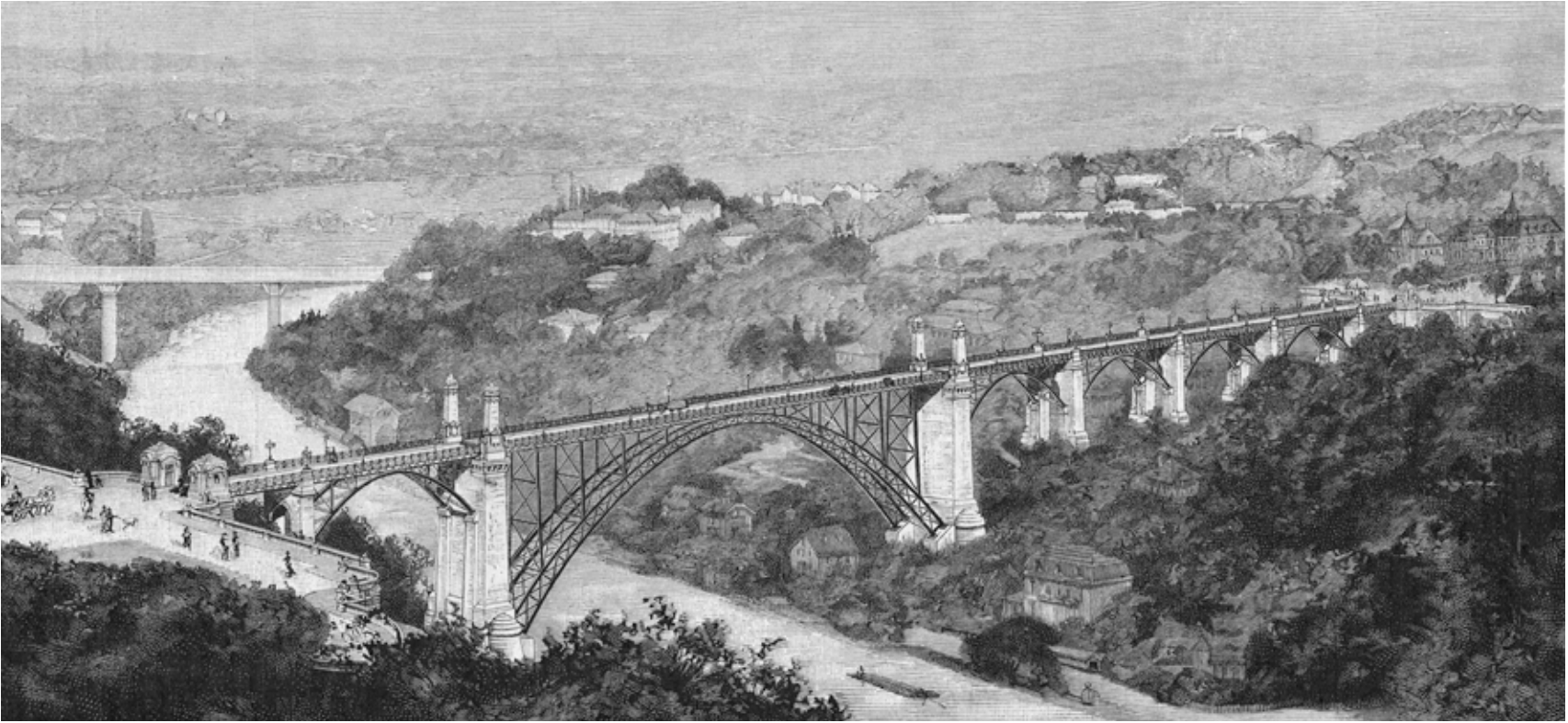
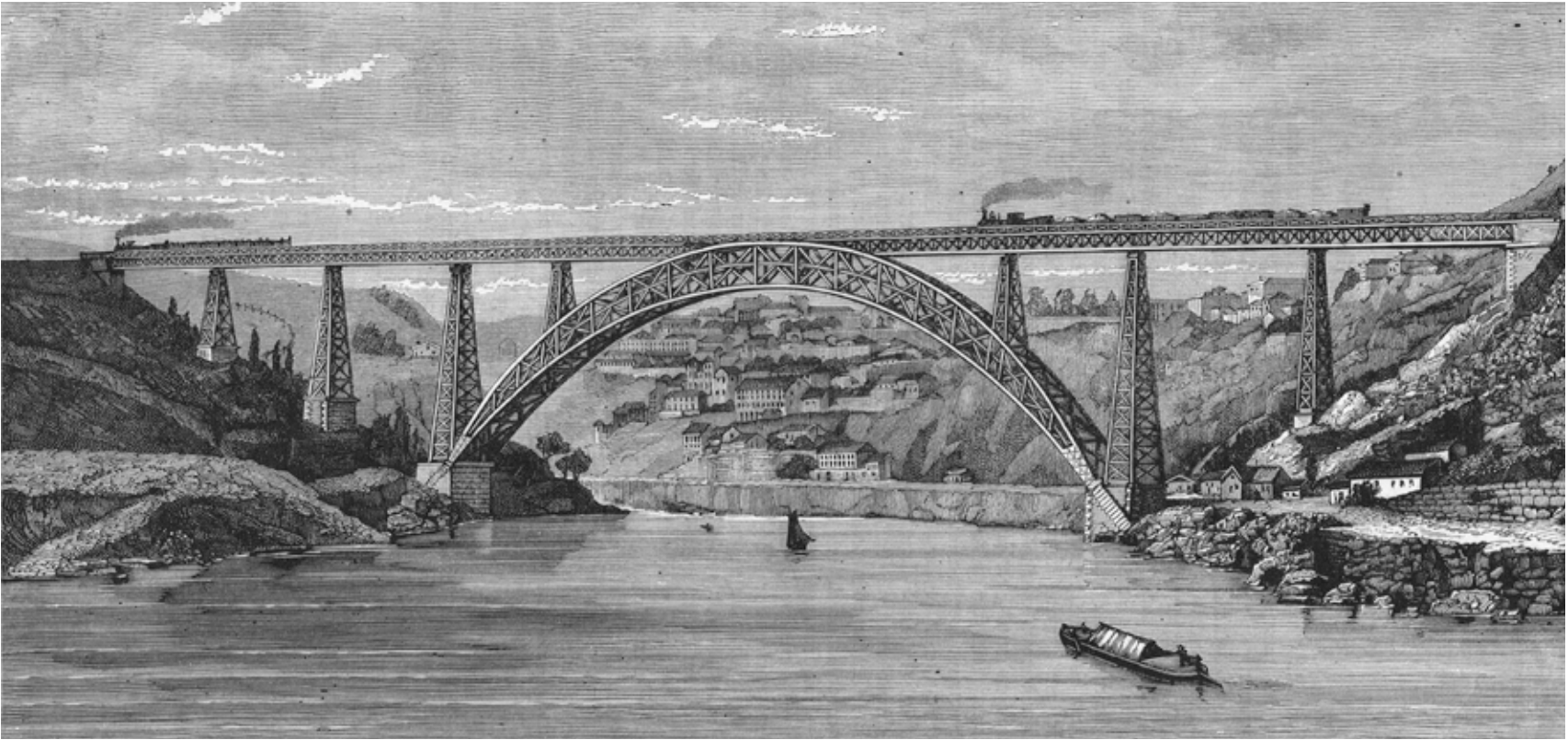
Das größte und bekannteste Beispiel einer Auslegerbrücke ist die gigan-tische Eisenbahnbrücke über den Firth of Forth in Schottland, die 1889 fer-tiggestellt wurde (s. S. 125). Diese Brücke ist nicht nur ein Monument der Ingenieurtechnik, sondern auch ein Meilenstein der architektonischen Re-volution der Moderne, die seit Joseph Paxtons Kristallpalast für die Londo-ner Weltausstellung 1851 mehr oder weniger unterschwellig im Gange war. Angesichts des durchaus monströsen Eisenkolosses der Forth-Brücke er-reichte die Diskussion um die baukünstlerischen Qualitäten der neuen von Eisen und Maschinen bestimmten Architektur einen Höhepunkt. So meinte der damals sehr angesehene schottische Architekt Rowand Anderson auf einem Architektenkongress in Edinburgh 1889, also in der Nähe und im Jahr der Fertigstellung der Forth-Brücke: „Die Entwicklung von Maschinen, sei es für friedliche oder kriegerische Zwecke, hat inzwischen einen derart hohen Grad an Perfektion auch in Form und Ausdruck erreicht, daß man mit Recht sagen kann, diese Objekte haben es verdient mit Kunstwerken aus der Malerei, Bildhauerei oder Architektur auf eine Stufe gestellt zu werden.“

Gleiches behauptete er auch von der Forth-Brücke und stand damit im krassen Widerspruch zu vielen seiner Kollegen, die gerade in diesem Un-getüm den schlagenden Beweis sahen, dass es keine neue Architektur des Eisens und der Maschinen geben könne.

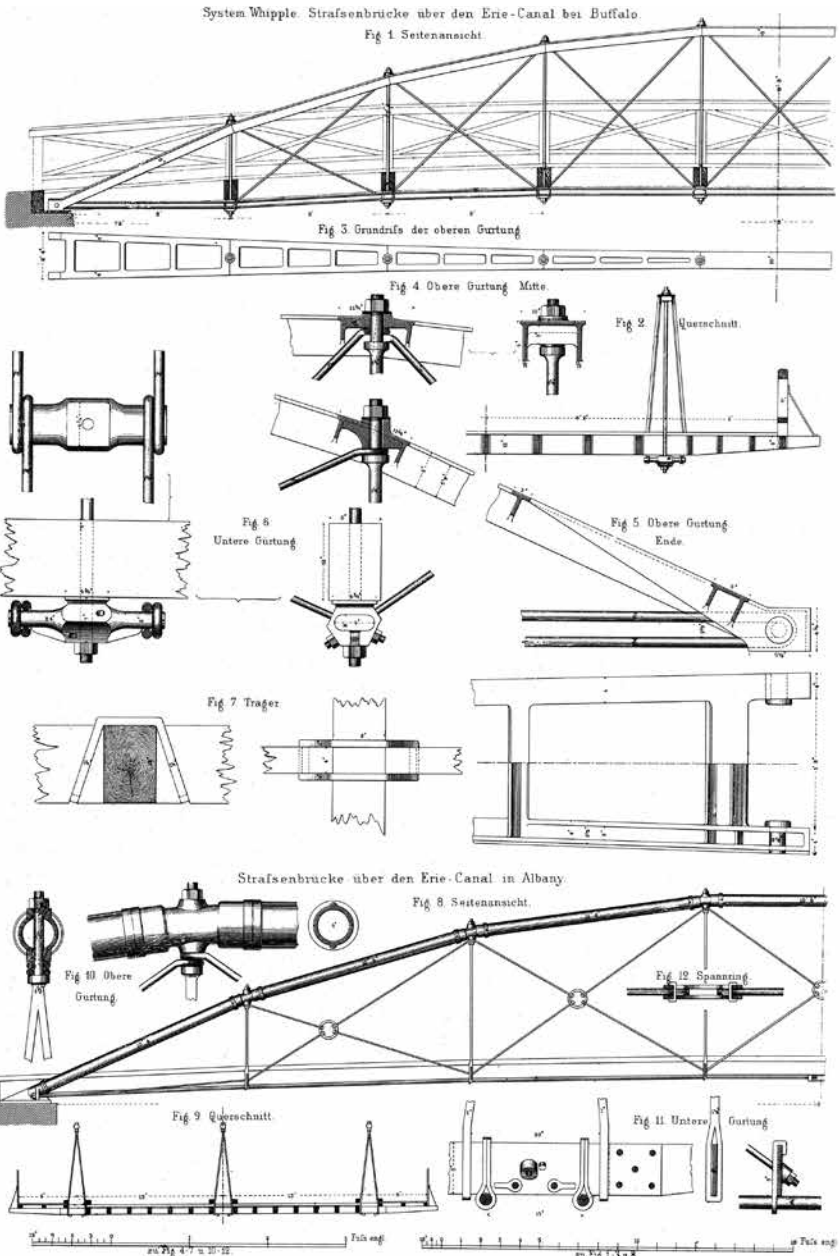
Um die Jahrhundertwende schien sich das Bild zu klären. 1907 formu-liert der führende Jugendstilarchitekt Henry van de Velde in seinem Buch „Vom neuen Stil“ vor allem zwei wichtige Gebote einer neuen Architektur: „Du sollst die Form und die Konstruktion aller Gegenstände nur im Sinne ihrer elementaren, strengsten Logik und Daseinsberechtigung erfassen. Du sollst diese Formen und Konstruktionen dem wesentlichen Gebrauch des Materials, das du anwendest, anpassen und unterordnen. Und wenn dich der Wunsch beseelt, diese Formen und Konstruktionen zu verschönern, so gib dich dem Verlangen nach Raffinement nur insoweit hin, als du das Recht und das wesentliche Aussehen dieser Formen und Konstruktionen achten und beibehalten kannst!“

Maria-Pia-Brücke über den Douro bei Porto, 1877 von Gustave Eiffel mit Théophile Seyrig. Der unten aufgespreizte Sichel-bogen ist über 160 m weit gespannt. Das ganze Arrangement ist von ingenieur-mäßigen Gesichtspunkten bestimmt und gestalterisch wenig überzeugend.

Kornhausbrücke über die Are in Bern, erbaut 1895-1898 von der Brückenbau-anstalt der „Gutehoffnungshütte“, Ober-hausen, Ingenieur G. v. Bohnstätten, Architekt R. v. Fischer, Hauptspannweite 114,9 m, Vorbrücken 34,4 m. Die Brücke ist insgesamt ungleich besser gestaltet als die Douro-Brücke Eiffels.



Elegante Details amerikanischer Eisenbrücken um die Mitte des vorigen Jahrhunderts. Sorgfältiger Umgang mit dem teuren Baustoff Eisen schafft äußerst effiziente Strukturen mit ausgezeichnetem Aufwand-Leistungs-Verhältnis.



Das war es, was die Architekten von den Ingenieuren des 19. Jahrhunderts lernen konnten, aber es genügte nicht, eine neue Architektur von Dauer zu schaffen, denn diese wird vor allem vom Geist der Zeit geprägt.

Mit dem Fin de siècle ging die abendländische Baukunst und damit auch die Brückenbaukunst mit einer hypertrophen Blüte in ein furioses Finale.

Zur Weltausstellung 1900 in Paris war der Pont Alexandre III eröffnet worden. Die größte und zugleich letzte gusseiserne Bogenbrücke der Welt ist 107,5 m weit gespannt, 40 m breit und prachtvoll dekoriert. Die 15 Dreigelenkbögen ihres Tragwerkes bestehen aus Stahlgusswerkstücken. Das Pfeilverhältnis ist mit 1:17,5 das flachste das jemals bei einer Bogenbrücke gewagt wurde. Der Pont Alexandre war also nicht nur ein architektonisches Prachtstück, sondern auch ein ingenieurtechnisches Meisterwerk. Gleichwohl wurde sie von den Ingenieuren selbst nie recht gewürdigt. Schon 1908 tat Mertens in seinem Standardwerk über die Eisenbrücken den Pont Alexandre als Sonderbauwerk mit einer etwas „sonderbaren Bauweise“ ab. Die Zeit der grandiosen Brücken war abgelaufen.

Im gleichen Jahr vollendete Bonin sein großartiges Eisenbahnviadukt über das einsame idyllische Tal der Viaur in Südfrankreich. Zwei bogenförmige Fachwerkausleger spannen sich über 220 m. Das ohne alle Schmuckformen auf das Wesentliche reduzierte technische Design dieser Brücke ist von hohem ästhetischem Rang. Sowohl die harmonisch proportionierte Großform als auch die filigranen Details, die aufgelösten Stäbe und das lebendige Muster der Nieten zeigen die neue Ästhetik der stählernen Konstruktionen in Vollendung (s. S. XXX).

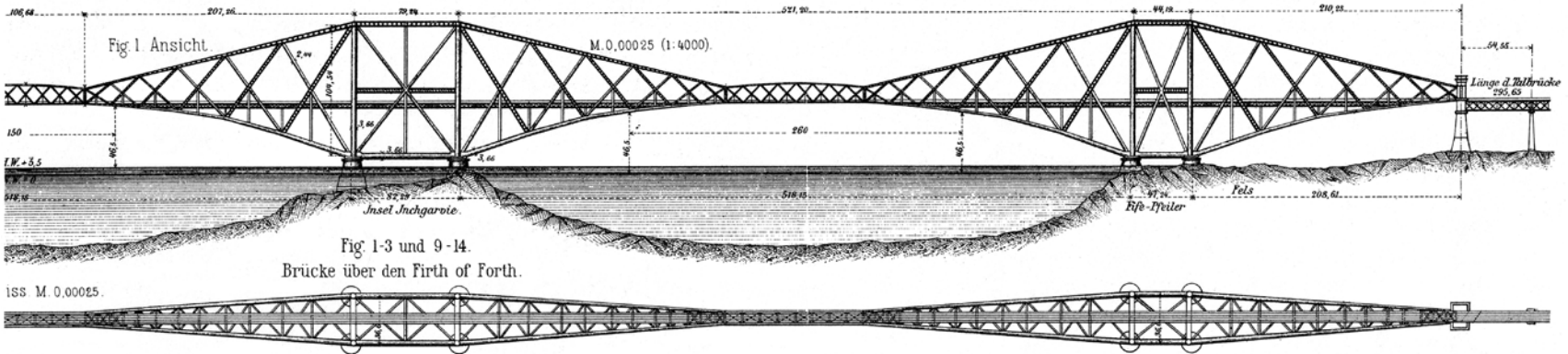
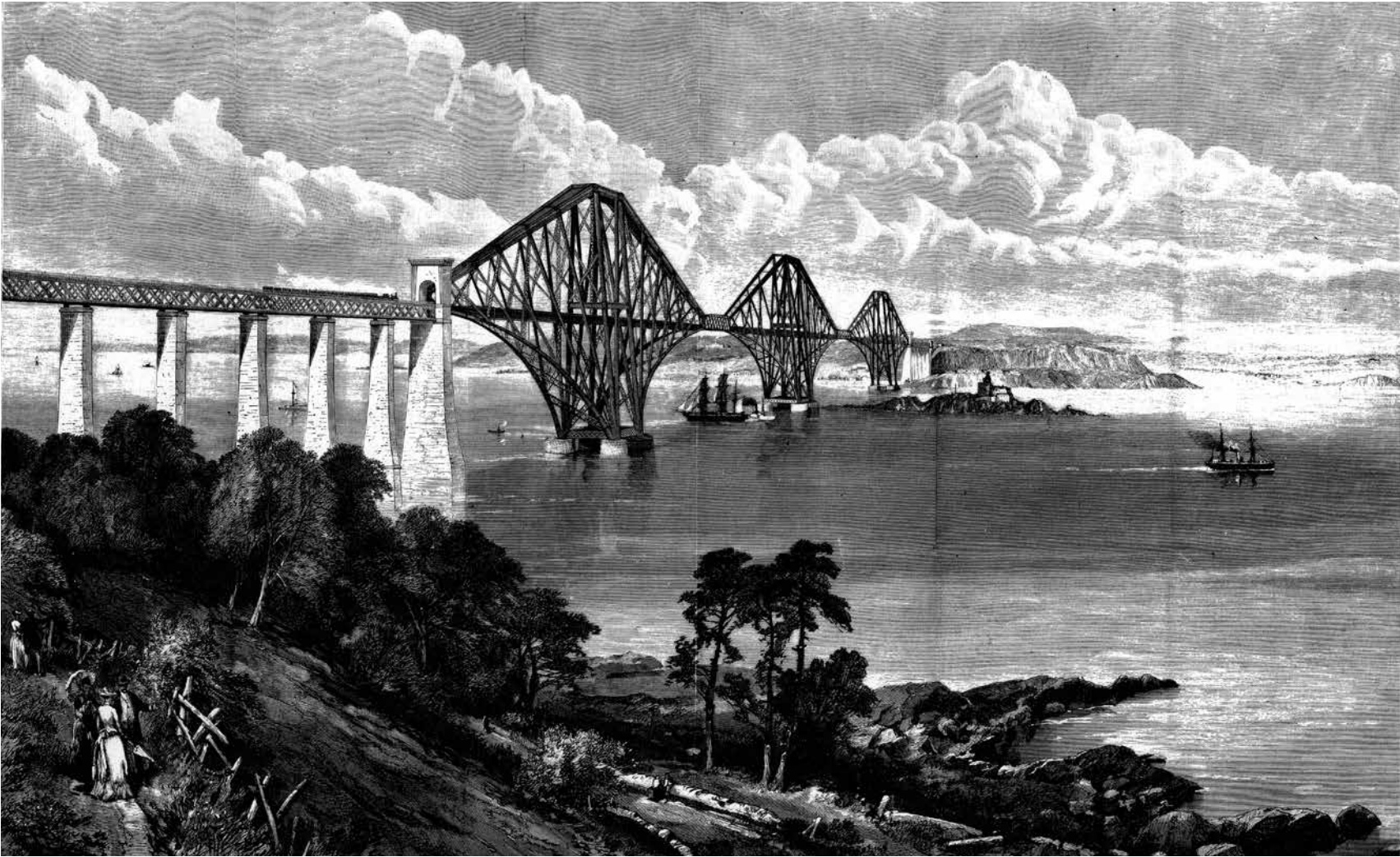
Zugleich wurde über das Syrtal im deutschen Plauen eine der letzten und mit einer Spannweite von 90 m die größte Steinbogenbrücke aller Zeiten errichtet (s. S. XXX).

Die hypertrophe Blüte kommt vor dem Verfall.

Ganz anders der Ansatz bei der gigantischen Firth-of-Forth-Brücke. Unter dem Eindruck der Tai-Brücken-Katastrophe scheinen die Ingenieure Fowler und Baker diese Brücke 1883-1890 doppelt stabil gebaut zu haben.

Das Tragwerk ist nach dem von Gerber perfektionierten Auslegersystem konzipiert und überspannt zweimal stolze 521 m.

unten: Ansicht und Draufsicht, Zeichnungen nach Th. Landsberg, „Handbuch der Ingenieurwissenschaften“, 2. Band.



Cessart und der Pont des Arts in Paris, 1802–1804



Bildnis des Ingenieur-Architekten Louis Alexandre de Cessart etwa zur Zeit, als er den Pont des Arts erbaute.

Der Pont des Arts war die erste eiserne Brücke, die in Frankreich errichtet wurde. In den Jahren 1802-1804 erbaut, hatte diese Brücke bis heute ein wechselvolles Schicksal. Sie galt von Anfang an als eine der schönsten Brücken von Paris und erfreute sich großer Beliebtheit bei der Bevölkerung. Sie ist Gegenstand vieler Gedichte, und immer wieder wählten sie Maler als Motiv. # Der Grad ihrer Beliebtheit zeigt sich auch darin, dass sie im Laufe ihrer bald 200jährigen Geschichte immer wieder vor dem Abbruch stand, aber stets aufgrund lautstarker Proteste ihrer Liebhaber gerettet wurde.

Der Entwurf stammt von Louis Alexandre de Cessart (1719–1806). Louis Cessart war in Paris geboren und schlug zunächst eine militärische Laufbahn ein, die er 1750 aus gesundheitlichen Gründen aufgeben musste. Als „Genieoffizier“ ausgebildet, wurde er 1751 zum leitenden Ingenieur der „Generalität“ von Tours ernannt. 1756 baute er die Brücke von Saumur, wo er als einer der ersten einen Druckluft-Caisson für den Bau der Pfeilerfundamente unter Wasser einsetzte. 1781 wurde er leitender Direktor beim Bau des Hafens von Cherbourg, wo er eine gigantische Reede für die Flotte Frankreichs anlegte. Die Krönung seiner Karriere aber war der Pont des Arts in Paris.

Seit dem 17. Jahrhundert hatte es immer wieder Pläne gegeben, hier vor dem Pont Neuf zum Louvre eine Brücke zu errichten. Diese Pläne waren aber immer wieder gescheitert, bis sie sich unter Napoleon konkretisierten. 1801 schlug Cessart jene filigrane, eiserne Fußgängerbrücke vor. Er hatte damit Erfolg und konnte sein Projekt in den Jahren 1802–1804 verwirklichen.

Cessarts Entwurf war eine überraschende Antwort auf die schwierige Aufgabe, direkt neben dem traditionsreichen und den Platz beherrschenden Pont Neuf eine neue Brücke zu bauen. Sein Entwurf steht sowohl im Kontrast als auch in Resonanz dazu. Den wuchtigen Massivbögen des Pont Neuf entsprechen die unglaublich filigranen Bögen des Pont des Arts,

Vogelschau von Paris mit der Ile de la Cité. Gut sichtbar im Vordergrund die große Achse durch den Hof des Louvre zum Forum des Palais de l’Institut, auf der der Pont des Arts liegt.



oben: Der Pont des Arts Mitte des 19. Jahrhunderts, vom Portal des Louvre-Hofes gegen das „Institut“ gesehen.

Mitte Ansicht des Pont des Arts im ursprünglichen Zustand mit Bäumen und Zierpflanzen, in der Mitte das Gewächshaus.

unten: Gesellschaftliches Leben auf dem ursprünglichen Pont des Arts, anonyme Karikatur: „Promenade du Pont Ponpon, dédié au beau sexe par un amateur.“

Quelle: Jocelyne van Deputte, Ponts de Paris



denn Strukturform und Rhythmus sind gleich, und der Kontrast der stoffgemäßen Detaillierungen verstärkt die Wirkung gegenseitig. Die beiden Brücken aus zwei weit auseinanderliegenden Epochen stehen sich gegenüber und sind dennoch in Korrespondenz. Es entsteht eine Einheit der Widersprüche.

Die durchaus originelle Manier, wie die Lasten in den filigranen Bogen-tragwerken verteilt werden und wie an der Stelle der üblichen Aufständerung kleine Zwischenbogen die Zwickel überspannen, bringt einen unvergleichlich graziösen Schwung in diese Struktur. Auch konstruktiv macht es Sinn, die Diskontinuität der Bogenfelder auf diese Weise aufzuheben. Auch nähert sich Cessart damit dem kontinuierlichen Erscheinungsbild der massiven Bogenstruktur des Pont Neuf.

Dazu kommt die einmalige Lage des Pont des Arts auf der Achse des Cour du Louvre zum Forum des Palais de l'Institut: Auf der Brücke bietet sich der Ausblick auf die grandiose Szenerie der Ile de la City mit dem Pont Neuf. Zu jener Zeit hieß der Louvre wegen der dort gesammelten Kunstwerke auch „Palais des Arts“, daher der Name der Brücke, der auch heute noch in vielerlei Hinsicht Sinn macht, ist doch die Brücke Weg zu einem der bedeutendsten Kunstmuseen der Welt, Motiv der Kunst und besonderer Ort in dieser Stadt der Lebenskunst.

Tatsächlich bildete der Pont des Arts zu Beginn auch einen Brennpunkt des „savoir-vivre“. Ursprünglich war die Gehbahn mit allerlei Pflanzen und Blumenarrangements, sogar mit einem Gewächshaus ausgestattet und wurde zu einem beliebten Treffpunkt der Pariser Gesellschaft. An einem der Zollhäuschen am Brückenaufgang musste man damals einen Sou für die Benutzung bezahlen. Es gab Tische und Bänke auf der Brücke, Limonadenverkäufer, Musikanten und Schausteller sorgten für Unterhaltung. Heute ist die Benutzung frei, aber die Ausstattung auch entsprechend dürrtiger. Dennoch hält man sich gerne auf der Brücke auf, trifft sich dort, genießt die Aussicht, spielt allerlei Spiele oder macht Musik. Über den ursprünglichen Zustand des Pont des Arts schreibt ein Zeitgenosse:

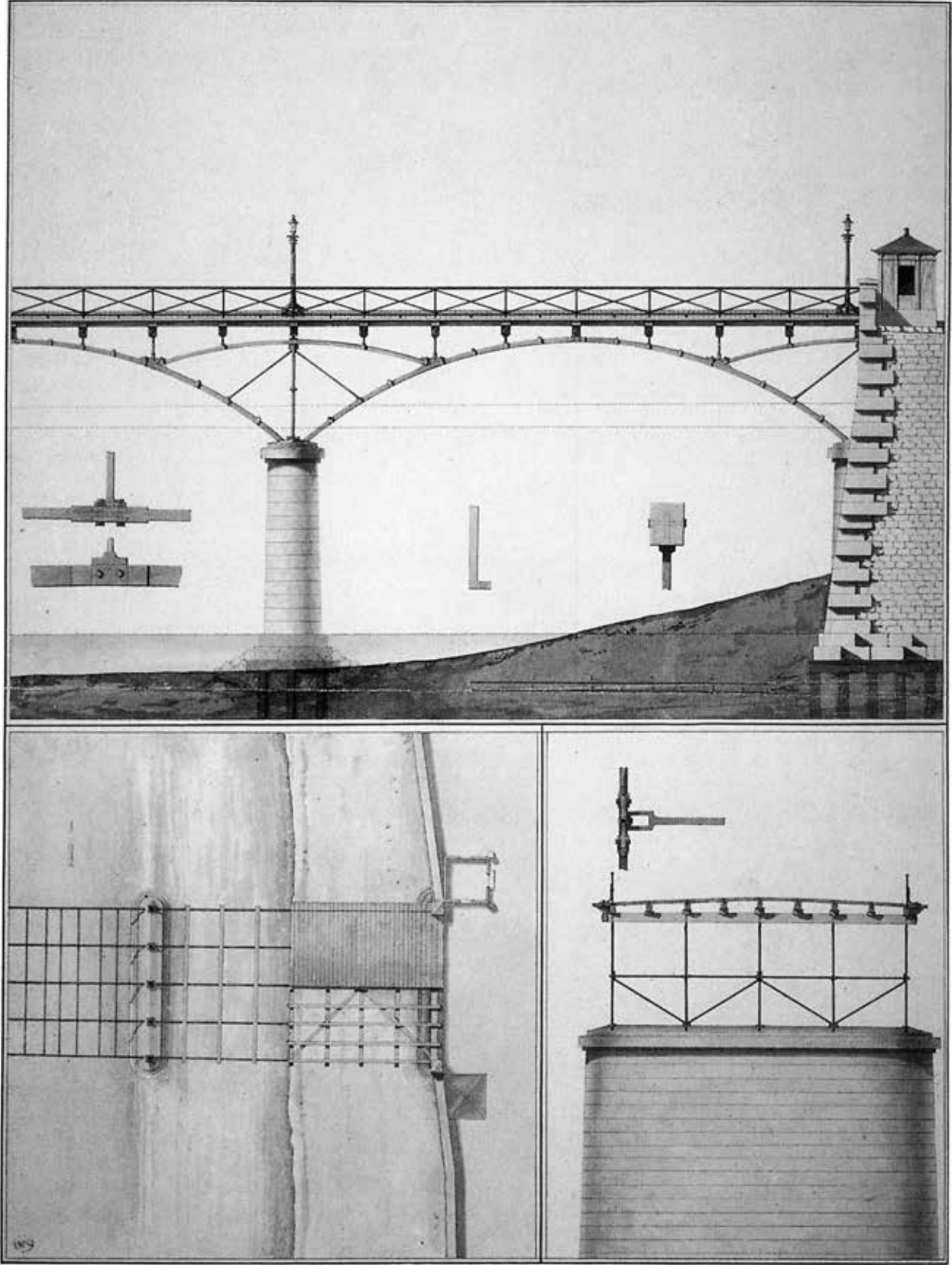
„Er ist ein Garten, aufgehängt über den Wassern, der alle Sinne auf einmal befriedigt. Der Blick schweift über die majestätischen Gebäude auf beiden Ufern und kehrt zurück, um sich lustvoll auf den Blumenarrangements aus aller Welt und allen Jahreszeiten auszuruhen. Die Luft ist erfrischt durch den Fluss und erfüllt vom Duft des Heliotrop, der Rosen, der Reseda, des Jasmin und der Orangenblüte. Ein Reigen charmanter Frauen verschönt diese wahrhaft pittoreske Passage, die im Ganzen an ein glückliches Leben erinnert. Sie ist nur zu kurz.“

Bis 1852 maß die Passerelle des Arts 166,5 m in der Länge und 9,8 m in der Breite. Ursprünglich hatte Cessart elf Joche mit je 15,23 m Spannweite vorgeschlagen. Zur Ausführung kamen jedoch neun Joche mit 17,34 m lichter Weite. Jedes Joch wies im Querschnitt fünf der zierlichen Bogentragwerke aus Gusseisen auf, die mit einem Abstand von 2,4 m parallel zueinander standen und durch einige wenige horizontale und diagonale Streben

1852 wurde der Qual Conti vor dem Institut verbreitert und die Brücke um ein Joch gekürzt. Sie maß nun nur noch 147 m. Außerdem wurden die Straßen beiderseits nivelliert und abgesenkt, sodass an den Brückenköpfen Stufen angelegt werden mussten.

Entwurfszeichnung für den Pont des Arts von Louis Alexandre de Cessart, 1801. Schon die Art der Zeichnung weist auf den unbedingten Willen zur vollkommenen Gestaltung hin.

Quelle: Jocelyne van Deputte, Ponts de Paris



Auf dem Pont des Arts heute.

Mitte: Blick zum Louvre.

unten: Seitenansicht der heutigen Brücke, nach dem Neubau durch den Architekten Louis Arretche, 1981-1983.



Gleichzeitig gab es den ersten Versuch, die Passerelle durch eine Straßenbrücke zu ersetzen. Die Distanz von 650 m zwischen Pont Neuf und Pont du Carrousel schien zu weit zu sein und eine Brücke dazwischen unbedingt erforderlich. Seither gab es bis 1921 mit schöner Regelmäßigkeit etwa alle zehn Jahre eine derartige Initiative, die aber jedes Mal von den Freunden der Brücke abgewehrt werden konnte. So haben 1914 über 15 Organisationen, von Denkmalschützern und historischen Vereinen gegen den Abbruch protestiert und die Erhaltung durchgesetzt. Damals sprach die Presse angesichts dieser Auseinandersetzungen vom „Pont de la Discorde“ in Anspielung auf den Pont de la Concorde (s. a. S. 72).

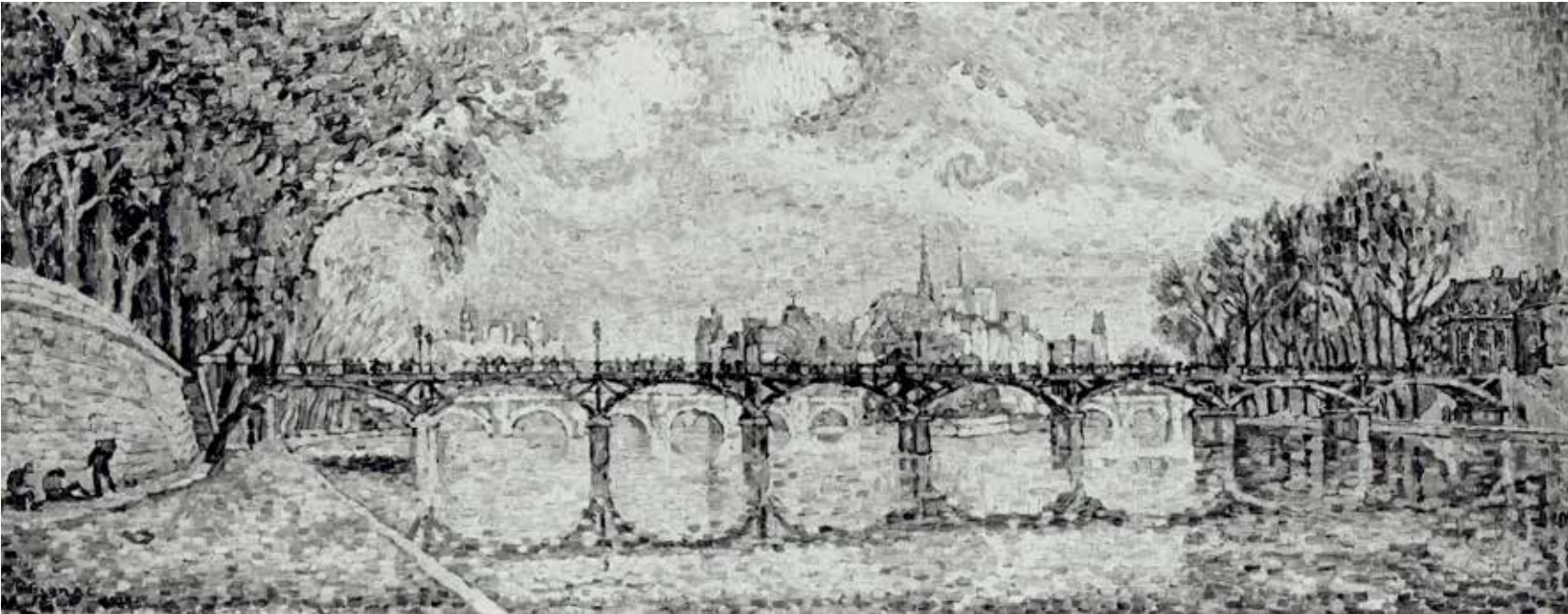
In neuerer Zeit gab es mit der Zunahme der Motorschiffahrt auf der Seine immer wieder starke Beschädigungen durch Schiffsanprall. So wurden 1961 fünf Joche und 1973 drei Joche beschädigt. Daraufhin trat der damalige Kulturminister André Malraux für die „intégrité du bassin“ ein, d. h. er wollte zum Schutz der Seinebrücken, wie dereinst Napoleon, die ganze Seine für den Schiffsverkehr sperren. Damit aber rief er entgegen seiner Absicht die Gegner des Pont des Arts wieder auf den Plan, die in dieser Brücke das größte Hindernis für den Schiffsverkehr sahen. Sein Plan hatte natürlich keine Chance verwirklicht zu werden, 1977 wurde die Brücke dann wegen Einsturzgefahr gesperrt. 1979 stürzte sie tatsächlich über 60 m Länge aufgrund eines weiteren Schiffsanpralls ein. Wieder gab es Projekte für eine neue Brücke, eines unerfreulicher als das andere.

Schließlich fand man einen Kompromiss. 1981 beschloss die Pariser Baukommission nach den Plänen des Architekten Louis Arretche vorzugehen, die eine strukturgleiche Replik der Brücke, aber mit größeren Öffnungen, vorsahen. Arretche, der u. a. schon mit dem Bau des Pont Charles de Gaulle hervorgetreten war, erweiterte die Joche von 17,43 m auf 22 m und ersetzte die zerbrechlichen Steinpfeiler durch stabilere Betonpfeiler. Das gusseiserne Haupttragwerk wurde durch ein gleiches, stählernes mit ähnlichen Details ersetzt. Die Sekundärkonstruktion mit der Gehbahn, die früher aus Holz war, wurde nun in Stahl ausgeführt. Der Belag besteht jedoch weiterhin aus Holz, aber nun anstatt aus Eiche aus Azobe.

Im Großen und Ganzen muss man sagen, dass diese Replik das Stadtbild von Paris vor größerem Schaden bewahrt hat. Wenn auch einige Details geändert wurden, so ist der Gesamteindruck nach wie vor faszinierend. Die leicht vergrößerten Spannweiten bringen sogar noch mehr Schwung in dieses Meisterwerk der Brückenbaukunst. Sicher hätte Cessart dem zugestimmt.

Künstlerische Interpretation des Pont des Arts in einem Gemälde von Paul Signac, 1928. Eine sommerliche Impression der Brücke im Spiel des Lichts, vor dem Hintergrund der Ile de la Cité und des Pont Neuf.

„Lichtbild“ des Fotografen Horst Schäfer, 1997



Spannbandbrücke über den Main-Donau-Kanal bei Essing, 1978–1986

Die landschaftliche Schönheit des Allmühltals erreicht bei Essing einen Höhepunkt. Hier wendet sich der Fluss vor einer schroffen, burggekrönten Felsbarriere. Am Fuß dieser Felsen, auf schmalen Ufersaum aufgereiht, liegt das alte Essing mit seinen malerischen Giebeln und Türmen und mit einer alten Holzbrücke vor dem Tor. In sanften Schwüngen staffeln sich die Linien der Tallandschaft in die Tiefe. Der Main-Donau-Kanal bildet hier – dank sorgsamer Landschaftsplanung – mit vielen Altwasserbuchten und -armen eine abwechslungsreiche, lebendige Flusslandschaft.

Die Aufgabe war es, in dieser schönen Landschaft eine neue Brücke zu bauen, die den Kanal mit seinen Betriebswegen sowie die neue Bundesstraße, also den ganzen Talraum, überspannen und mit Rücksicht auf den Kontext aus Holz konstruiert sein sollte.

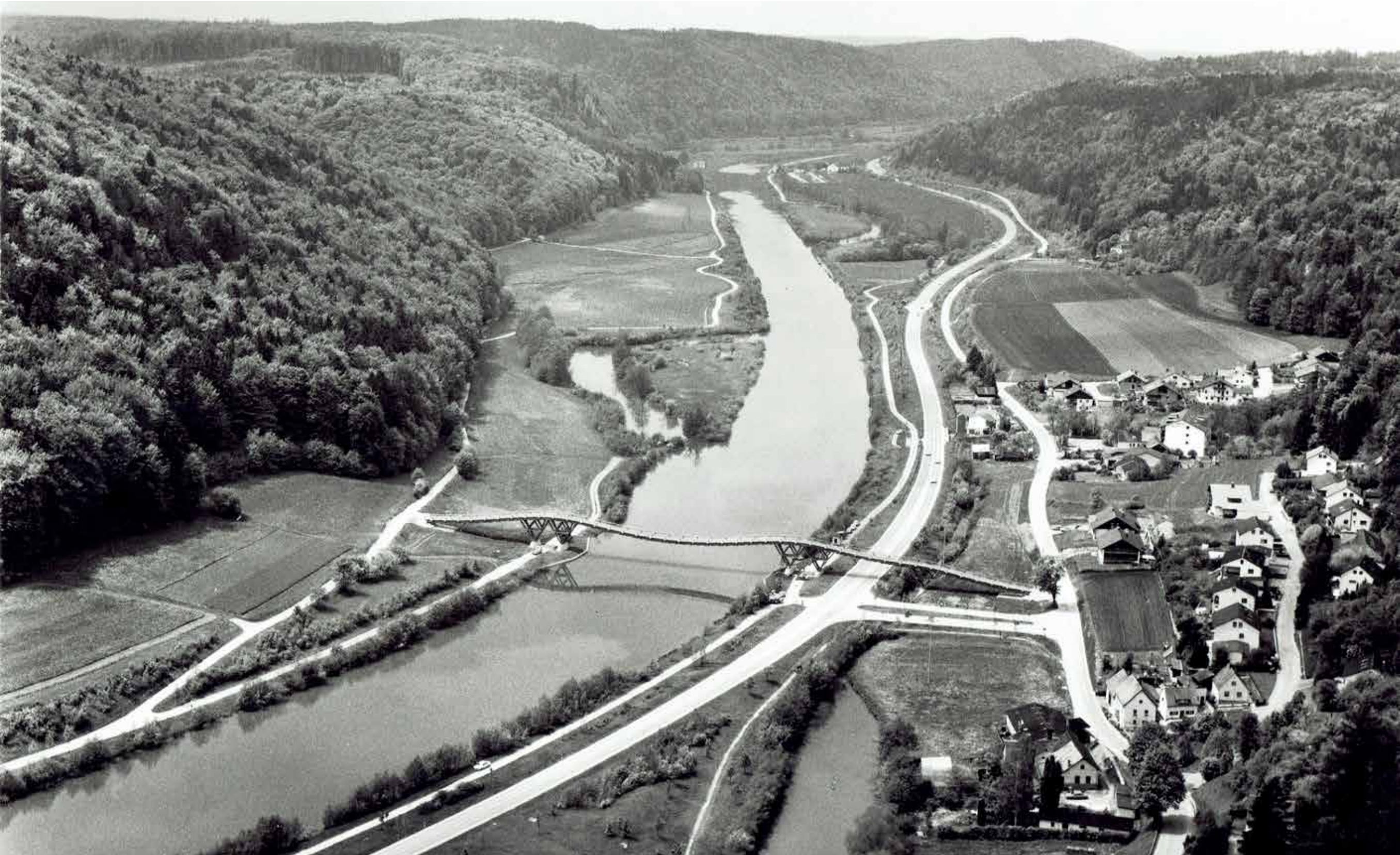
Als Ergebnis eines Entwurfsgutachtens mit mehreren Alternativen im Jahre 1978 entschied sich die Bauherrschaft, die Rhein-Main-Donau AG mit dem Vorstand Hans-Peter Seidel und dem Chefsingenieur Willi Feile, für meinen Entwurf einer Spannbandbrücke. Dieser überzeugte sie durch besondere Leichtigkeit, eine der Landschaft angepasste geschwungene Linieneinführung und als innovatives Konzept. Gleichzeitig war klar, dass eine derartige Konstruktion noch niemals vorher ausgeführt worden war, und tatsächlich konnte dieses ungewöhnliche Brückenbauwerk erst 1985 nach siebenjähriger Planungs- und Entwicklungsarbeit mit Hilfe von fortgeschrittener Ingenieurwissenschaft und Holzbautechnologie in Bau gehen.

Der Bauingenieur den ich zuerst hinzuzog, sah bald keine Möglichkeit mehr, dass meine Konstruktion ohne zusätzliche Versteifungen und Unterspannungen stabil sein könnte. Dann fand ich in Heinz Brüninghoff einen anderen Ingenieur, der aus der Praxis eines Holzbau-Unternehmens kam und sich zu helfen wusste. Er schaffte es, die Machbarkeit der Konstruktion in Reinform rechnerisch nachzuweisen. Es bedurfte aber noch der Hilfe verschiedener anderer Sonderfachleute bis alle Probleme geklärt waren. Entscheidend war, dass die Bauherrschaft die Entwicklung über all die Jahre geduldig, großzügig und fachlich kompetent unterstützte.

Abgeleitet vom uralten Prinzip der freihängenden Seilbrücke, sind neun brett-schichtverleimte Holzbalken (Querschnitt 22 x 65 cm) über drei Pfeilerböcke zu den massiven Brückenköpfen gezogen und zu einem Spannband verbunden. Über dieses in vier Feldern mit verschiedenen Pfeilhöhen einer Seilzuglinie folgende Spannband werden die Brückenlasten zu 90 Prozent in Form von Zugkräften abgetragen. Daraus resultiert der äußerst schlanke, nur 65 cm hohe Querschnitt des Brückenträgers. Ein entsprechender, aber biegebeanspruchter Träger über die gleiche Spannweite von rd. 75 m im Hauptfeld müsste mehr als sechsmal so hoch sein, also rd. 4 m.

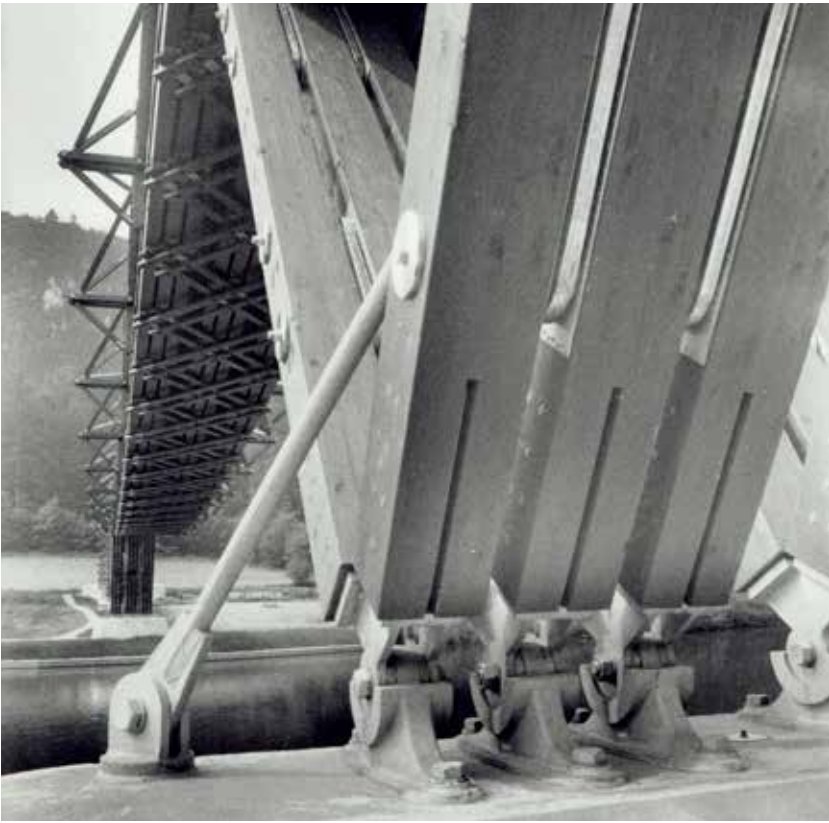
Die Gesamtlänge des hölzernen Brückenüberbaus zwischen den massiven Brückenköpfen beträgt rd. 195 m, die lichte Breite der Gehbahn 3,20 m. Die Konstruktion ist für eine Verkehrslast von 500 kg/m (rd. 5 kN) ausgelegt und damit auch für Fahrzeuge befahrbar (Notdienst und Landwirtschaft).

Die hölzerne Spannbandbrücke von Essing in ihrem Kontext mit dem neuen „Main-Donau-Kanal“ von der Burg Randeck aus gesehen. Das Gebiet auf der linken Seite des Kanals bleibt Naturschutzzone.



oben: die der Funktion gemäß gestaltete Verankerung am Widerlager, wo die hohen Zugkräfte des Spannbandes eingeleitet werden (urspr. Zustand).

unten: Detail am Fußpunkt der Pfeilerfachwerke: Gelenksockel und Anschluss der Windverbände auf dem Pfeilersockel.



Für diese Form einer zugbeanspruchten Konstruktion erwies sich Holz als sehr geeigneter Baustoff, vor allem hinsichtlich des Schwingungsverhaltens, da fußgängerangeregte oder auch windangeregte Schwingungen ohne weitere Stabilisierung im massiven Holzquerschnitt selbst gedämpft werden, der sich dadurch wesentlich von Stahlseilen oder -blechbändern in gleichartigen Konstruktionen unterscheidet.

Die fußgängerangeregten Schwingungen korrespondieren nicht mit der Eigenfrequenz des Tragwerks und liegen unter der Toleranzschwelle. Ein mutwilliges Aufschaukeln ist aufgrund der Massendämpfung praktisch nicht möglich. Andererseits bin ich der Meinung, dass ein leichtes Schwingen zum Erlebniswert einer solchen Brücke gehört.

Hinsichtlich windangeregter Schwingungen wurde die Konstruktion in Windkanalversuchen am Modell optimiert. Gegen ein Aufdrehen des schlanken Trägerbandes bei starkem seitlichen Wind ist die Trägerschar horizontal zu einem kastenförmigen Querschnitt verbunden und ausgesteift: auf der Oberseite durch eine doppelagige Diagonalverschalung, auf der Unterseite durch einen offenen Diagonalverband aus Kantholzstäben.

Die neun Trägerbalken laufen kontinuierlich von Widerlager zu Widerlager durch und sind durch baustellenverleimte Keilzinkenstöße aus einzelnen, gerade noch transportablen Teilstücken von rd. 40 m Länge in situ zusammengesetzt. Solche Keilzinkenstöße waren in dieser Größenordnung noch nirgends ausgeführt worden. Zerreißversuche im Maßstab 1:1 im Labor und Belastungstests im Einbauzustand waren nötig, um das Verfahren abzusichern. Nach dem Abbinden der Verleimung wurden die Keilzinkenstöße an der Baustelle über eine Traverse auf Biegezug getestet, und zum Schluss wurde die fertige Brücke einer Volllastprobe mittels wassergefüllter Container unterzogen (s. Abb. S. 214 unten).

Die drei hölzernen Pfeilerfachwerke unterstützen mit Gruppen von jeweils neun Stäben jeden Trägerbalken einzeln und stehen auf massiven Auflagerbänken. Für den Anschluss der Pfeiler-Fachwerkstäbe an die einzelnen Trägerbalken und an die Auflagerbänke habe ich spezielle Gelenkelemente aus Gussstahl entwickelt, welche die angreifenden Kräfte zwangungsfrei einleiten. Auch für den Anschluss des unteren Diagonalverbandes wurden spezielle Gussstahlknoten eingesetzt.

An den massiven Brückenköpfen werden die konstruktiv bestimmenden Zugkräfte in der Größenordnung von 400 t (rd. 4.000 kN) zurückgespannt. Diese Funktion prägt sich in der Detailausbildung des Anschlusspunktes deutlich aus. Durch eine entsprechend gestaltete Gelenklagerung werden alle Kräfte über einen gemeinsamen Drehpunkt ins Widerlager geleitet, um Zwängungen an den empfindlichen Spannköpfen zu vermeiden.

Die ganze Konstruktion besteht konsequent aus Holz, hier Fichtenleimholz, nur an den Brennpunkten der Kräfte in den Verbindungen werden Stahlelemente eingesetzt. Über Nagelbleche werden die Kräfte besonders effizient in den Holzquerschnitt eingeleitet. An diesen Nagelblechen greifen die Stahlverbindungselemente konzentriert mit Schraubbolzen an. Diese Verbindungstechnik hat sich auch im Hinblick auf einen hohen Vorfertigungsgrad und einen geringen Montageaufwand an der Baustelle bewährt, allerdings nur dort, wo weder Regen noch Sonne hinkommt und keine Staunässe unter den Blechen entsteht.

oben links: Teilansicht eines Pfeilerfachwerks mit Windverbänden. Das hölzerne Spannband ist über Sattelgelenke aus Stahlguss angeschlossen, die sich den verschiedenen Winkeln anpassen und Zwängungen vermeiden. (urspr. Zustand)

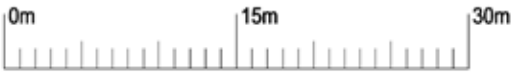
unten links: Detail des Geländers aus Lärchenvollholz. Alle Verbindungen luftig auf Abstand, Füllung Gitterrahmen aus NIRO-Stahl. Verankerung und Versteifung mittels bodengleichen Bohlen, ohne Durchdringung der Abdeckung.



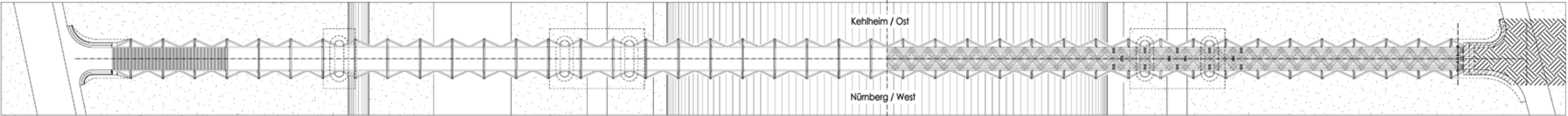
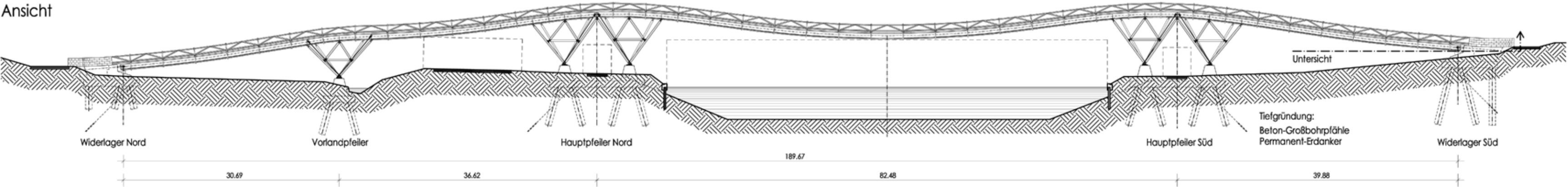
oben rechts: Untersicht mit Horizontalverband, der zusammen mit der Kreuzschalung oberseitig die einzelnen Träger des Spannbandes zu einem steifen kastenförmigen Querschnitt verbindet, Torsionssteifigkeit bei seitlichem Windangriff.

unten rechts: Auf der Brücke – das konstruktionsbedingte, wellenförmige „Auf und Ab“ der Brückenbahn macht den Übergang zu einem besonderen Erlebnis.

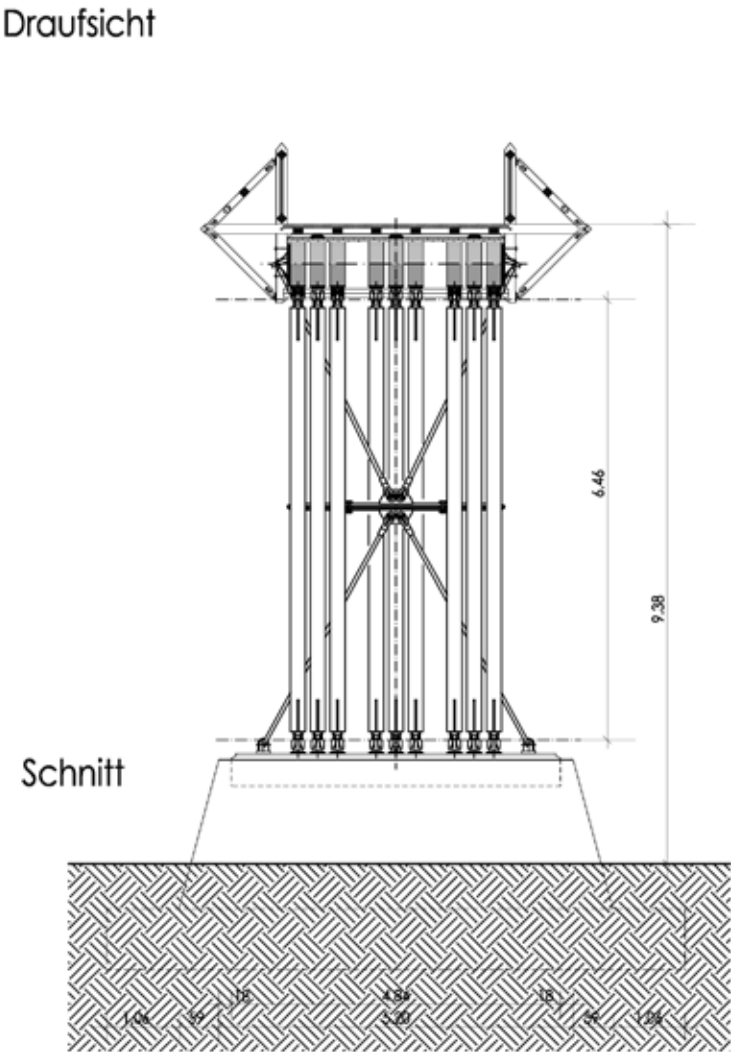




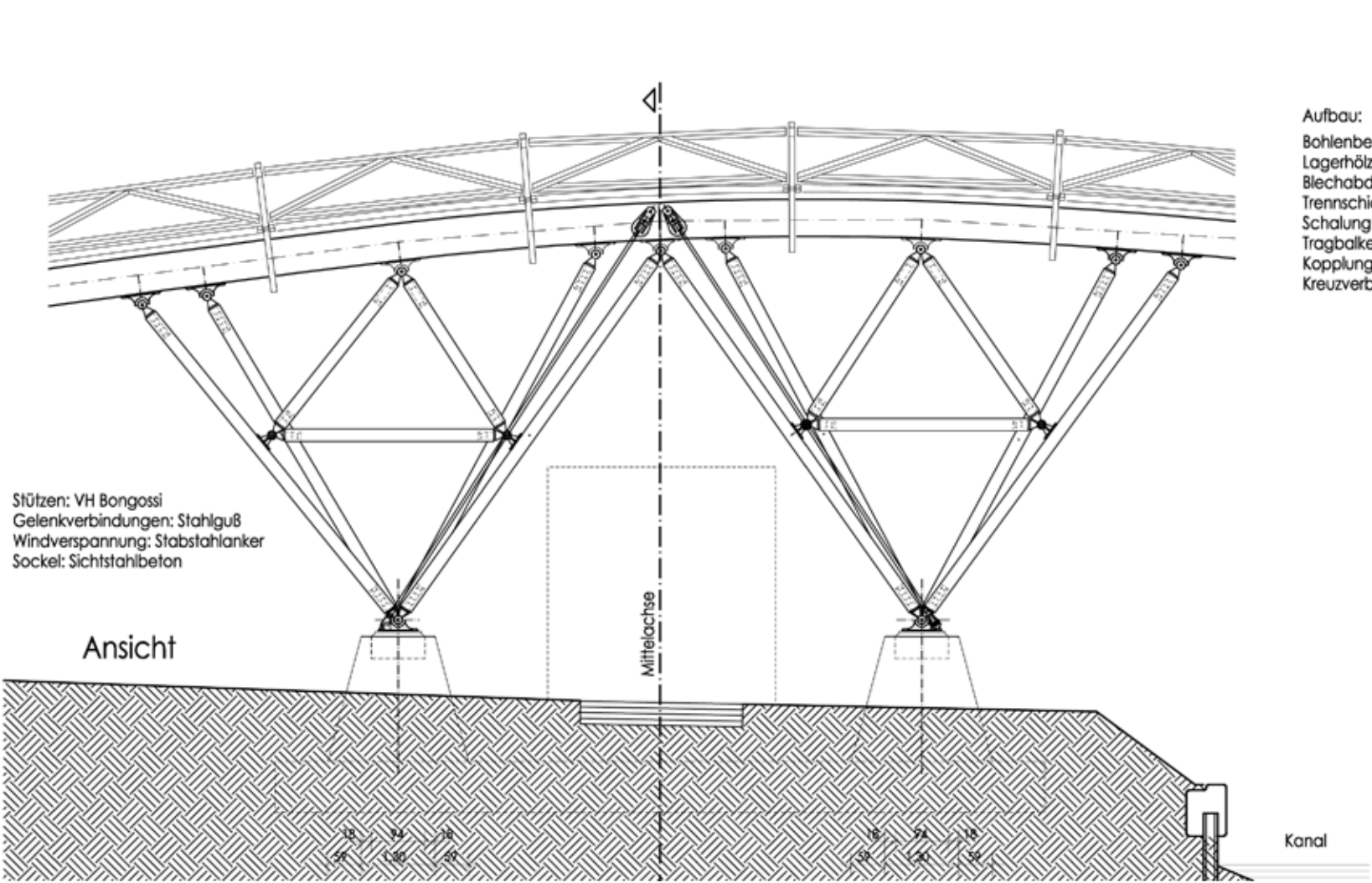
Ansicht



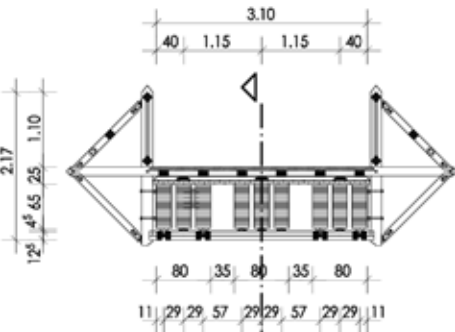
Draufsicht



Untersicht

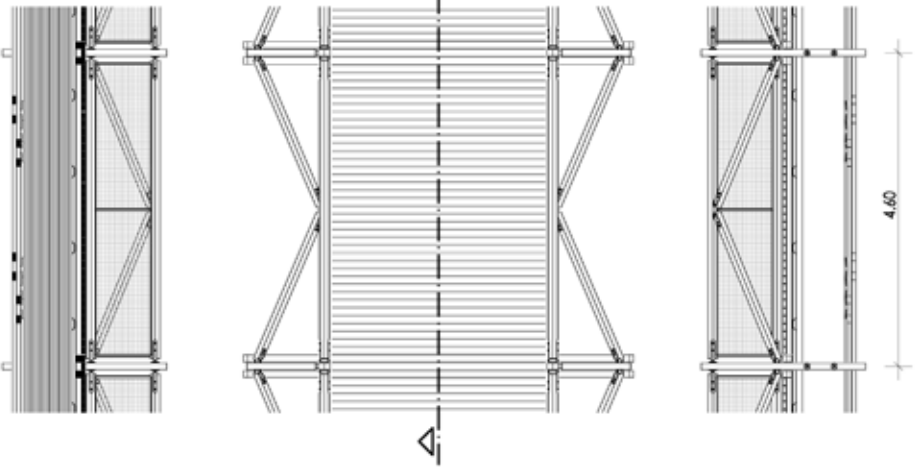


Aufbau:
Bohlenbelag: VH Bongossi
Lagerhölzer: VH Bongossi
Blechabdeckung: Titanzink
Trennschicht: Bitumenfolie
Schalung: kreuzweise Fichte
Tragbalken: LH Fichte
Kopplungselemente: Stahlguß
Kreuzverband: VH Lärche



Geländer:
Pfosten und Riegel VH Lärche
Füllung: QR-Rahmen mit Drahtgitter

Wetterschutzverkleidung Spannband:
Boots-Sperholz



Regeldetail: Querschnitt, Längsschnitt, Ansicht und Draufsicht

BESTELLSCHEIN

FAX: +49 (0)30 47031 240

E-Mail: marketing@ernst-und-sohn.de

Stück	Bestell-Nr.:	Titel	Preis* €
	978-3-433-03180-3	Faszination Brücken	49,00,-
	909538	Gesamtverzeichnis Ernst & Sohn 2016/2017	kostenlos
	bitte ankreuzen	Monatlicher E-Mail-Newsletter	kostenlos

Liefer- und Rechnungsanschrift: ☐ privat ☐ geschäftlich

Firma			
Ansprechpartner		Telefon	
UST-ID Nr. / VAT-ID No.		Fax	
Straße/Nr.		E-Mail	
Land	-	PLZ	Ort

Vertrauensgarantie: Dieser Auftrag kann innerhalb von zwei Wochen beim Verlag Ernst & Sohn, Wiley-VCH, Boschstr. 12, D-69469 Weinheim, schriftlich widerrufen werden.

Wilhelm Ernst & Sohn
 Verlag für Architektur und
 technische Wissenschaften
 GmbH & Co. KG
 Rotherstraße 21, 10245 Berlin
 Deutschland
 www.ernst-und-sohn.de



Datum / Unterschrift

*€-Preise gelten ausschließlich in Deutschland. Alle Preise enthalten die gesetzliche Mehrwertsteuer. Die Lieferung erfolgt zuzüglich Versandkosten. Es gelten die Lieferungs- und Zahlungsbedingungen des Verlages. Irrtum und Änderungen vorbehalten.
 Stand: Dez 2016 (homepage_Probekapitel)