

Strukturfindungsprozesse der Spätrenaissance – Planung und Bau der Fleischbrücke Nürnberg (1596–1598)

Die Ende des 16. Jahrhunderts errichtete Nürnberger Fleischbrücke gilt als die bedeutendste Brücke der Spätrenaissance in Deutschland. Nach der Zerstörung des zweibogigen Vorgängerbaus durch ein Hochwasser im Frühjahr 1595 sollte die neue Brücke ohne Mittelpfeiler errichtet werden; wegen der angrenzenden Bebauung durfte sie jedoch nur sehr flach gewölbt sein, zudem stand zur Aufnahme des Bogenschubs nur ein wenig verlässlicher Baugrund zur Verfügung. Als Antwort auf diese Herausforderungen entwickelten die Nürnberger Baumeister ein Ausnahme-Bauwerk, dessen äußerst flacher Bogen die Spannweiten und Pfeilverhältnisse sämtlicher vergleichbarer Bauten im deutschsprachigen Raum weit übertraf, und das sich zudem durch ungewöhnliche Lösungen für den Steinverband und die Pfahlgründung auszeichnete. Im Sommer 1598 konnte es in der Rekordzeit von nur neun Wochen errichtet werden. Entworfen im Zeichen einer noch „unwissenschaftlichen“ Bautechnik, hat sich die Fleischbrücke über die Jahrhunderte als Lehrstück robusten und nachhaltigen Konstruierens erwiesen.

Planung, konstruktive Durchbildung und Realisierung waren Ausdruck und Resultat einer hoch entwickelten reichsstädtischen Baukultur, Infrastruktur und Logistik. Ein Brückenwettbewerb wurde ausgelobt, in iterativer Optimierung allmählich die endgültige Lösung entwickelt. Ein umfangreicher Fundus bauezeitlicher Archivalien lässt die Strukturfindungsprozesse noch heute recht genau nachvollziehen. Entwurf und Konstruktion der Fleischbrücke gehören zu den bestdokumentierten Planungsprozessen eines Brückenbauwerks der frühen Neuzeit. Der Beitrag geht dem nach, was von den ersten Überlegungen bis zur Vollendung dieses Wahrzeichens der Ingenieurbaukunst gedacht, geplant, verworfen und letztlich realisiert wurde.

Keywords Bautechnikgeschichte; Strukturentwicklung; Bogenbrücke; Pfahlgründung; Denkmalpflege, bautechnische

1 Einführung

Kurz vor der Wende zum 17. Jahrhundert errichtet, gilt die Nürnberger Fleischbrücke (Bilder 1 und 2) heute in mehrfacher Hinsicht als eine der bedeutendsten Brücken der Renaissance überhaupt. Schon im Gefüge der alten Reichs- und Handelsstadt kam ihr eine herausragende

Structure-finding processes of the late Renaissance – Planning and construction of the Fleischbrücke in Nuremberg (1596–98).

The late 16th century *Fleischbrücke* (*Meat Bridge*) in Nuremberg is considered to be the most significant bridge of the late Renaissance in Germany. After floods had destroyed the double arched predecessor building in the spring of 1595, the new bridge was to be constructed without a central pillar. However, because of adjacent development, only a very flat arch was possible. Also, the ground was not solid enough to accommodate the thrust. In response to these challenges, the Nuremberg master builders developed an exceptional building with an extremely flat arch. The arch features a span and a span to rise ratio that is far superior to any other comparable building of the German-speaking world of the time and which is additionally also characterized by unusual solutions for stone dressing and pile foundation. In the summer of 1598 it was built in a record time of just nine weeks. Designed under the influence of a still „unscientific“ structural engineering technique, the *Fleischbrücke* has, over the centuries, nonetheless proven to be a lesson in robust and sustainable construction.

Planning, structural design and implementation were the expression and result of a highly developed urban building culture of a Reichsstadt's infrastructure and logistics. An architectural contest in bridge design was held and a solution gradually developed through a process of iterative optimization. A very extensive pool of archived documents enables us to trace back the process of structural design development with great precision. Design and construction of the *Fleischbrücke* are among the best documented planning processes of a bridge in early modern times. The article examines which of the considerations that were part of the construction process – from its initial planning to the final completion of this landmark of engineering feat – were followed up upon, discarded or ultimately implemented.

Keywords construction history; structure-finding; arch bridge; pile foundation; structural preservation

Stellung zu. Als älteste Flussquerung blieb sie über Jahrhunderte der wichtigste Pegnitzübergang; sieben europäische Fernhandelsstraßen liefen hier zusammen. Zudem bildete sie den – dann stets festlich geschmückten – Höhepunkt der *Via Triumphalis*, die die in die Reichsstadt einziehenden deutschen Kaiser nutzten, um vom Frauentor kommend zur Burg hinauf zu reiten.



Foto: Sigrid Hoff

Bild 1 Die Fleischbrücke, vom Oberstrom gesehen, 2011
The Fleischbrücke, seen downstream, 2011



Foto: Hochbauamt Nürnberg

Bild 2 Fleischbrücke, vom Oberstrom gesehen, 1938
The Fleischbrücke, seen downstream, 1938

Die zweite Bedeutungsebene liegt in der herausragenden bautechnischen Qualität dieses Ingenieurbauwerks; zumindest nördlich der Alpen war es in seiner Zeit einzigartig. Mit nur einem Bogen überspannte es die Pegnitz, seine lichte Weite von etwa 26 m übertraf die Spannweite aller anderen zwischen 1400 und 1700 in Deutschland gebauten Steinbrücken um fast die Hälfte. Mit einem Pfeilverhältnis von 1:6,4 gehört der Bogen zudem zu den flachsten seiner Zeit. Darüber hinaus entdeckt man im Brückenkörper ebenso wie in der Gründung technische Lösungen, für die es damals noch keine oder kaum Vorbilder gab. Das Ergebnis war ein solides, robustes Bauwerk, das seit mehr als vier Jahrhunderten selbst dramatischen Einwirkungen in erstaunlicher Gelassenheit widerstanden hat.

Drittens schließlich können Entwurf, Konstruktion und Bemessung als einer der bestdokumentierten Planungsprozesse eines Brückenbauwerks der frühen Neuzeit gelten. Ein kaum überschaubarer Fundus bauzeitlicher Zeichnungen, Skizzen, Beschreibungen, Gutachten, Vorschläge, Protokolle und Abrechnungen lässt erstaunlich genau nachvollziehen, was von den ersten Grundsatzentscheidungen bis zur Inbetriebnahme gedacht, geplant, verworfen und letztlich realisiert wurde. Besonders auffällig an den zahlreichen bildlichen Darstellungen ist die überragende Bedeutung, die dem Technischen in seiner ganzen Vielfalt eingeräumt wird. Selbst auf mehreren betont repräsentativ angelegten Ölgemälden, die kurz nach Fertigstellung der Brücke um und nach 1600 entstanden, stehen die technischen Eigenheiten des Bauwerks im Zentrum des Interesses – der flache Bogen, der außergewöhnliche Steinverband und schließlich auch die äußerst ungewöhnliche Pfahlgründung, die man doch eigentlich gar nicht sah und sieht (Bild 3). Offenkundig gaben nicht so sehr Gestalt und Schmuck Anlass für öffentlichen Stolz, sondern vielmehr die technische Leistung.

Im Rahmen einer Dissertation am Lehrstuhl Bautechnikgeschichte und Tragwerkserhaltung der Brandenburgi-



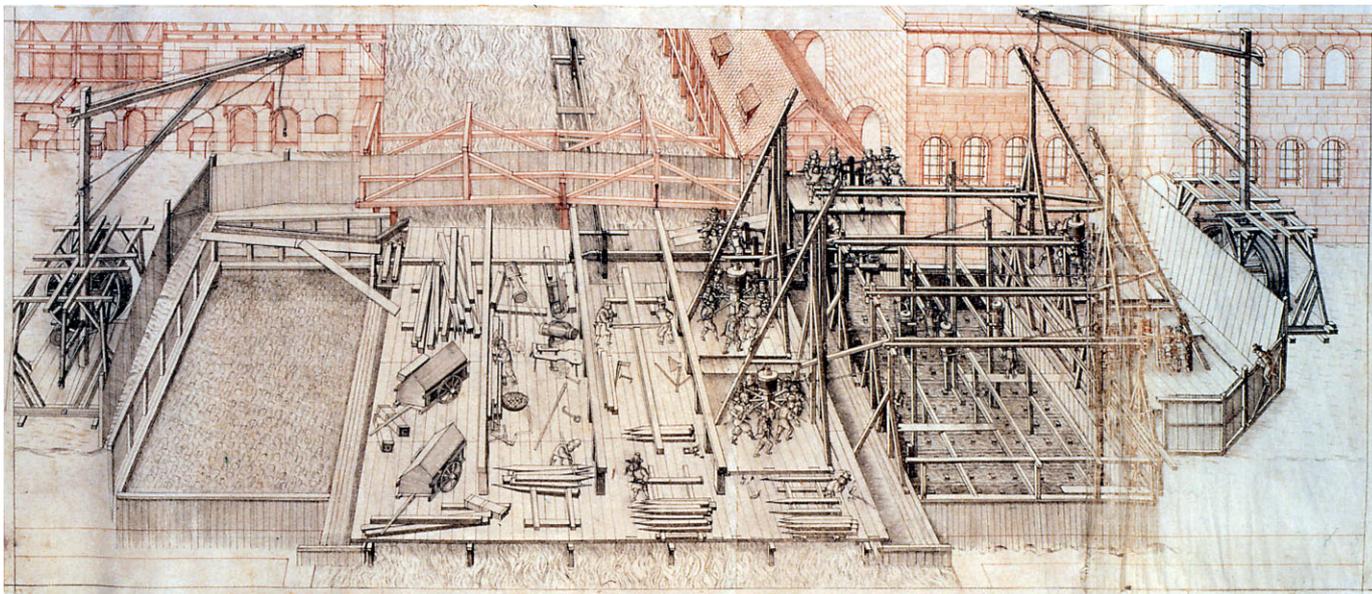
(Germanisches Nationalmuseum, Gm 1460, Leihgabe der Stadt Nürnberg Inv. Nr. St.N Gm 289)

Bild 3 Die Fleischbrücke, vom Oberstrom gesehen, um 1600. Ölgemälde, evtl. PAUL JUWENEL D.Ä.
The Fleischbrücke, seen downstream, around 1600. Oil painting, perhaps PAUL JUWENEL SEN.

schen Technischen Universität Cottbus wurden Bau und Geschichte der Fleischbrücke erstmals systematisch aus der Perspektive des Ingenieurs untersucht und bewertet [1]. Der folgende Beitrag gibt einen Einblick in die Entstehungsgeschichte des Bauwerks und ausgewählte Aspekte seiner Strukturfindung. Eine ausführlichere Darstellung erschien anlässlich der Ernennung zum „Historischen Wahrzeichen der Ingenieurbaukunst in Deutschland“ durch die Bundesingenieurkammer im Jahre 2011 [2].

2 Baugeschichte

1598 vollendet, fällt der Bau der Fleischbrücke in eine Epoche des Übergangs in Europa: Das Mittelalter geht zu Ende, die „Neuzeit“ zeichnet sich ab. Die deutschen Kaiser verlieren zusehends an Macht, die ihnen eigentlich unterstellten Reichsstände haben sich weitgehend selbstständig, die Reichsstädte sind zur bestimmenden



Staatsarchiv Nürnberg, Archiv-Stromer von Reichenbach, B 15 (BMB I), fol. 39)

Bild 4 Baustelle der Fleischbrücke mit umgebender Bebauung, unsigniert, wohl 1596
Construction site of the Fleischbrücke with surrounding properties, unsigned, probably 1596

Einflussgröße herangewachsen. Nürnberg, schon seit dem 13. Jahrhundert „freie Reichsstadt“ und zudem hervorgehoben als Bewahrer der kaiserlichen Reichskleinodien, steht in hoher wirtschaftlicher und kultureller Blüte.

Träger und Ausdruck dieses wesentlich durch den Handel begründeten Reichtums sind die zahlreichen Brücken der Stadt. Die erstmals 1335 urkundlich erwähnte *Fleischbrücken* oder *Fleischpruckhen* ist die prominenteste unter ihnen. Ihr Name leitet sich von dem im Nordwesten unmittelbar angrenzenden Schlachthof ab; schon seit dem Mittelalter befanden sich hier zahlreiche, zunächst wohl offene Fleischbänke; zu Beginn des 15. Jahrhunderts entstand als Überdachung das erste Fleischhaus.

Der unmittelbare Vorgänger der heutigen Brücke, bei dem ein Mittelpfeiler zwei kleinere Bögen abging, war 1487 errichtet worden. Mehr als ein Jahrhundert hatte er seinen Dienst getan, ehe ihm im Februar 1595 ein dramatisches Pegnitz-Hochwasser ein Ende setzte. Nahezu alle Brücken Nürnbergs wurden dabei beschädigt oder zerstört, auch die mittelalterliche Fleischbrücke konnte ihm nicht standhalten. Ihr Flusspfeiler wurde nahezu aufgelöst, die Grundpfähle weggeschwemmt, die Werkleute wunderten sich, wie die Brücke überhaupt noch stehen konnte.

Am 18. Juni 1595 fiel im Rat die Grundsatzentscheidung für den Wiederaufbau, am 31. Januar 1596 wurde entschieden, die neue Brücke mit nur einem einzigen Bogen auszuführen, am 7. April wurde schließlich auch sein gewagt geringer Stich festgelegt. Bereits mehr als einen Monat zuvor hat man nach Abbruch der alten Fleischbrücke mit dem Schlagen der ersten Pfähle begonnen. Es dürften die Pfähle für die Spundwände gewesen sein, die die beiden Baugruben umschlossen; nach Fertigstellung

der Brücke verblieben sie als Schutz gegen spätere Auskolkungen und Unterspülungen am Ort.

Die wesentlichen Etappen des Bauprozesses lassen sich aus den erhaltenen Archivalien gut nachvollziehen. So hält etwa eine beeindruckend genaue Federzeichnung einen frühen Zeitpunkt des Baugeschehens fest, vermutlich noch im ersten Baujahr 1596 (Bild 4). Der Blick ist stromabwärts gerichtet, rechter Hand liegt der Hauptmarkt. Die Spundwände und auch das Arbeitsgerüst sind bereits errichtet, letzteres getragen von sechs Reihen quer über den Fluss geschlagener Pfähle. Aktuell werden die Vertikalpfähle auf der Hauptmarktseite eingerammt. Zur Ausstattung der Baustelle zählen zwei Kräne mit Treträdern sowie vier Rammen für die zunächst nur lotrechten Pfähle. Auf der Plattform stehen Werkzeugkarren. Arbeiter bereiten durch Sägen und Spitzen die Pfähle vor, die meisten aber sind an den Winden der Rammen tätig. Ein Bauzaun sichert die Baustelle, ein Neugieriger ist hinaufgeklettert, um das Geschehen zu verfolgen.

In der Mitte der Federzeichnung ist eine „Stangenkunst“ als wesentliches Element der Wasserhaltung zu erkennen. Sie diente der Kraftübertragung von der stromab gelegenen Pfannenmühle zu den Pumpen, die die Baugruben unter den künftigen Widerlagern trocken halten sollten. Ergänzend musste man für die Pumpen jedoch auf menschliche Arbeitskraft zurückgreifen. Handlanger und Tagelöhner arbeiteten hier etwa zwei Jahre lang unter sehr harten Arbeitsbedingungen, im Wasser stehend, und dies – im Gegensatz zu den sonstigen Arbeitern – Tag und Nacht. Erst im Juni 1598 wurden die Pumpen verzichtbar. Die Zeichnung zeigt auch, dass für die Gründung nicht nur einfache Zugrammen genutzt wurden. Man bediente sich zudem mechanischer Hilfsgeräte wie Seilumlenkungen, Winden und Treträder, die den Einsatz schwe-

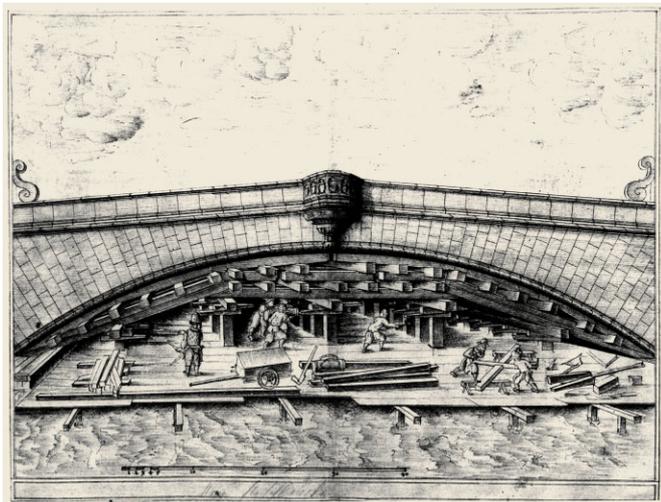


Bild 5 Die Fleischbrücke mit Lehrgerüst, unmittelbar vor dem Ausrüsten, unsigniert, vermutlich 1598 ff.
The Fleischbrücke with falsework, immediately before finishing, unsigned, presumably 1598 et. seq.

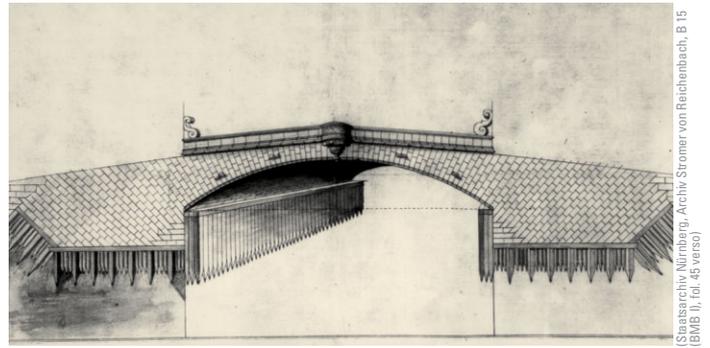


Bild 6 Darstellung der fast fertigen Fleischbrücke, etwa wie ausgeführt, unsigniert, o. D.
Illustration of the nearly completed Fleischbrücke, approximately as realized, unsigned, undated

erer Rammhären ermöglichten und so die Effizienz der Rammen erhöhten.

Mit mehr als 18 Monaten nahmen die Gründungsarbeiten – wie oft auch heute – den längsten Teil der Bauzeit ein. Erst im Herbst des folgenden Jahres konnten sie abgeschlossen werden. Am 14. November 1597 wurde dann auf der (nördlichen) Hauptmarktseite mit einem feierlichen Akt in Anwesenheit *der Herren Älteren des Rats* der Grundstein für den Bau des Widerlagers gelegt.

Eine zweite, ebenfalls schön detaillierte Zeichnung gibt genaueren Aufschluss über den Bau des Lehrgerüsts (Bild 5). Vermutlich auf einem Reißboden an der Bastei über dem Verstnertor vorgefertigt, wurde es erst nach einer Besichtigung durch die obersten Ratsherren im April 1598 vor Ort errichtet und dazu – unabhängig vom früher errichteten Arbeitsgerüst – durch fünf eigene Pfahlreihen gegründet. Die Zeichnung zeigt einen Bauzustand unmittelbar vor dem Ausrüsten im September 1598: Der bereits fertig gestellte Bogen ruht auf schweren Doppelkeilen, die Arbeiter sind bereits dabei, eben diese Keile zu lösen. Die Errichtung des Bogens hatte nur knapp neun Wochen in Anspruch genommen – eine logistische Meisterleistung, wurden doch für die gegebenen Abmessungen etwa 2400 t an behauenen Naturstein benötigt: Bei sechs Arbeitstagen pro Woche müssen damit pro Tag durchschnittlich rund 44 t verbaut worden sein!

Selbst über die Kosten des Bauwerks geben die Quellen genauen Aufschluss. Demnach waren die Personalkosten mit Abstand der größte Einzelposten. Aufgeteilt nach Meistern, Gesellen, Arbeitern, Handlangern und Männern an den Rammen, machten sie etwa 76 % der Gesamtkosten aus; die Bezahlung der leitenden, dem Bauamt zugehörigen Baumeister ist darin noch gar nicht enthalten. Weniger als ein Viertel der Gesamtsumme verblieb damit für die Material- und die sonstigen Kosten

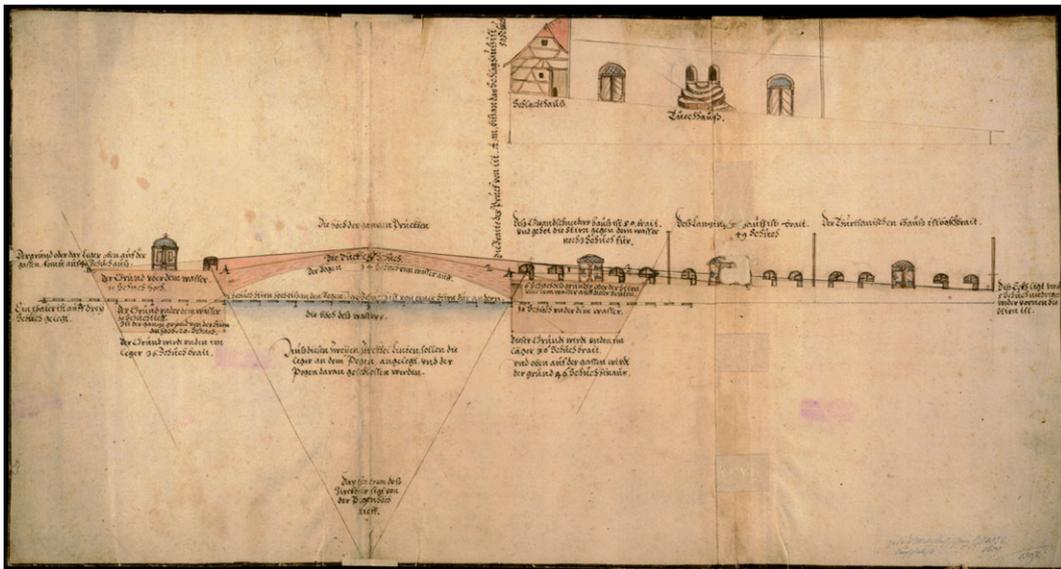
– für die Pfähle incl. der Eisenspitzen, die Steine samt Brecherlohn, Holz und Dielen für Arbeits- und Lehrgerüste, Eisen, Kalk und Sand ebenso wie für die Wasserhaltung, die Transporte oder die Arbeitsgeräte. Insgesamt wurden 14 628 Stück Steine verbaut, 2 123 Pfähle gesetzt und 125 Zentner Eisen eingebracht. „Summa summa“ beliefen sich die Gesamtkosten auf 82 172 Gulden. Die Fleischbrücke war damit richtig teuer geworden: Gemessen an den Haushalten der Jahre 1590, 1600 und 1610 entsprach diese Summe dem 4½-fachen eines durchschnittlichen Jahreshaushalts des reichsstädtischen Bauamts.

3 Das Bauwerk

Die nüchternen Kennziffern der Bauwerks sind in der Einleitung bereits benannt worden: Bei einer Breite von 15,30 m hat der Bogen eine lichte Weite von 27 m, seine Stärke vergrößert sich von 1,35 m im Scheitel auf knapp 4 m (schräg gemessen) an den Kämpfern, die Pfeilhöhe von 4,20 m führt auf ein Pfeilverhältnis 1:6,4. Als Erzeugende dürfte ein Kreissegment gedient haben.

Eine perspektivische Ansicht der fast fertigen Brücke, die dem 1598 vollendeten Zustand wohl recht nahe kommt, gibt einen konzisen Überblick über die konstruktiven Besonderheiten des Bauwerks (Bild 6). Demnach ist der Bogen konsequent radial durchgemauert; der radiale Verband setzt sich bis in die Widerlagerkörper fort. Einzig ein kleiner Zwickel hinter der flussseitigen Spundwand ist horizontal geschichtet. Die Widerlager selbst sind an den Seiten schräg unterschritten und geben ihre Last – auch in den Schrägen – über schwere Holzroste auf eine Pfahlgründung ab. Vertikal- wie Schrägpfähle sind sie in Trag- und Füllpfähle unterschieden. Die Tragpfähle sind etwa 3 m lang, die Füllpfähle kürzer, doch dicht an dicht geschlagen. Flussseitig erkennt man zudem die dreireihigen Spundwände; sie reichen in dieselbe Tiefe wie die Tragpfähle.

Wie weit das konstruktive Verständnis der Erbauer reichte und wie sorgfältig die dem flachen Bogen innewohnen-



(Museum der Stadt Nürnberg, Graphische Sammlung; Sammlung Hesp. 5880)

Bild 7 Untersuchung des Einflusses höherer Rampen auf die angrenzende Bebauung, unsigned, vermutlich 1595–96
Investigation of the influence of higher ramps on adjacent development, unsigned, presumably 1595–96

den Herausforderungen bis ins Detail durchdacht wurden, zeigt im Übrigen nicht zuletzt ihre Reaktion auf den gerade bei geringer Pfeilhöhe brisanten Querzug. Zur Sicherung des Tonnengewölbes bauten sie in das noch frische Mauerwerk in Querrichtung vier jeweils etwa 14 Zentner schwere, geschmiedete Anker ein, die den Steinverband über die volle Brückenbreite von gut 15 m durchziehen und auf den Schildwänden durch passgenaue Keile verspannt wurden. Dass diese kluge Sicherungsmaßnahme nicht nur effektiv, sondern auch dauerhaft war, unterstrich nachdrücklich die in den letzten Jahren durchgeführte Sanierung (vgl. [2]): Auch nach mehr als vier Jahrhunderten Nutzung zeigt der Bogen der Fleischbrücke keine nennenswerten, durch Querspannungen verursachten Risse. Selbst die Anker sind noch immer in gutem Zustand.

4 Strukturfindung

Doch nicht nur die technische Qualität des Produkts macht die Fleischbrücke zu einem Wahrzeichen der Ingenieurbaukunst – es ist auch die Intensität des technischen Planungsprozesses, oder anders: der Strukturentwicklung.

Nach der grundsätzlichen Entscheidung für den Wiederaufbau im Juni 1595 war man sich sehr wohl der äußerst schwierigen Randbedingungen bewusst, die einem Neubau an dieser Stelle entgegenstanden. Eindrucksvoll hatte das Hochwasser gerade vor Augen geführt, wie gefährdet jeder Flusspfeiler an dieser Engführung der Pegnitz war. Wollte man auf einen Mittelpfeiler jedoch verzichten, so wäre der resultierende einzige Bogen nach aller Tradition mit einer deutlichen Erhöhung der Brücke verbunden. Dieser aber standen gleich mehrere Hindernisse entgegen. Als Hauptverkehrsader im innerstädtischen wie im Fernhandels-Verkehr musste die Brücke selbst für schwer

beladene Fuhrwerke gut befahrbar bleiben; die Fahrbahn durfte deshalb zum Scheitel hin nur leicht ansteigen, eine Lösung mit Treppen wie beim kurz zuvor fertiggestellten Ponte di Rialto schied von vornherein aus. Andererseits verbot sich durch die dichte angrenzende Bebauung eine hohe und lange Rampe; sie hätte zahlreiche Hauseingänge und Fenster im Umfeld verbaut. Eine 1595 oder 1596 entstandene Federzeichnung dokumentiert penibel genau die zu erwartenden Beeinträchtigungen für den Altbestand (Bild 7).

Wollte man der absehbar wiederkehrenden Hochwassergefahr tatsächlich durch eine Brücke mit nur einem Bogen begegnen, dann musste dieser Bogen in Hinblick auf Funktion und Lage der Brücke so flach werden wie noch nie zuvor ernsthaft ins Auge gefasst. Je flacher aber der Bogen, desto größer der Schub an den Widerlagern – dies war den Baumeistern sehr wohl bewusst. Wie ihn aufnehmen „...in einem solchen wässrigem faulen grundt“, wie der später für die Gründung verantwortliche Zimmermeister PETER CARL in einem ihm zugeschriebenen Blatt 1596 die Bodenverhältnisse so treffend beschrieb?

Angesichts der scheinbar kaum lösbaren Aufgabe beschloss der Rat, von kompetenter Seite Lösungsvorschläge einzuholen. Aufgefordert dazu wurden zunächst nur die Nürnberger Werkleute, am Ende aber beteiligten sich mehr als 20 namentlich bekannte Baumeister auch aus Bamberg, Regensburg und Prag mit eigenen Vorschlägen daran. Das Planungsverfahren für den Neubau der Fleischbrücke geriet zu einem überregional beachteten Brückenbau-Wettbewerb der Spätrenaissance.

Dass wir die intensiven Diskussionen im Rahmen dieses Wettbewerbs sowie die weitere Detaillierung der Planung so gut nachvollziehen können, verdanken wir dem Umstand, dass viele der damals erstellten Zeichnungen,

Skizzen, Gutachten und Beschreibungen bis auf den heutigen Tag erhalten sind. Das Faszinierende an diesem Fundus ist, dass er bis ins Detail Einblick in das konstruktive Denken der damaligen Baumeister gewährt. Lässt man sich auf die historischen Materialien ein, erschließt sich ein breites Panorama des Planungsprozesses, das es erlaubt, die Entscheidungsfindung zu jedem einzelnen Entwurfparameter des Fleischbrücken-Neubaus nachzuvollziehen. Wir werden eines beeindruckenden technischen Diskurses gewahr, der vom Rat der Stadt und seinem Ratsbaumeister bewusst gefördert und mit tiefer Sorgfalt geführt wurde. Die Intensität dieses Diskurses sei im Folgenden nur exemplarisch an den Lösungsfindungen zu einigen wenigen Themen skizziert; eine ausführlichere und vor allem detaillierter bebilderte Darstellung bietet [2].

Welche Brisanz beispielsweise der *Entscheidung zwischen der ein- und der zweibogigen Variante* innewohnte, zeigen die gerade dazu zahlreich eingebrachten Stellungnahmen. Immer wieder thematisierten *Bedenken* namentlich genannter *Werkleut* diese Grundfrage und stellten die Alternativen auch vergleichend dar. Kennzeichnend für die verbreitete Skepsis ist etwa die Position des Steinmetzen WILHELM BEER, der sich einen einzigen Bogen dieser Weite schlicht nicht vorstellen konnte: „... so setz ich nach meinem Verstand, daß solche Brücken nicht wohl von einem Bogen kann gemacht werden (...).“ Deutlich wird auch, dass die bautechnische Entscheidung letztlich auf eine Abwägung zwischen öffentlichem und privatem Interesse hinauslief, und dass die beteiligten Planer diese nicht-fachspezifische Dimension ihres Handelns sehr wohl in ihre Überlegungen miteinbezogen.

Die Stellschraube, mit der sich die aus einem einzigen Bogen resultierenden Probleme zumindest teilweise entschärfen ließen, war die *Pfeilhöhe des Bogens*. Deren Festlegung geriet zu einer klassischen Optimierungsaufgabe zwischen zwei Zielvorgaben – auf der einen Seite der Minimierung in Hinblick auf die vorhandene Bebauung, auf der anderen die Wahrung eines durch Tradition und Erfahrung begründeten, ausreichend großen Bogenstichs. Ein zu geringes Pfeilverhältnis war dabei nicht nur wegen des zunehmenden Bogenschubs und des schlechten Baugrunds problematisch, sondern auch wegen der Empfindlichkeit eines flacheren Bogens gegen selbst kleine Imperfektionen der Ausführung. Die Entscheidung über die Bogenhöhe war zweifellos die inhaltlich schwierigste Frage der gesamten Diskussion – ging es doch letztlich darum, tradierte und empirisch begründete Grenzen überschreiten zu müssen, um die Brücke bei noch vertretbarem Aufwand überhaupt realisieren zu können. Wie schwer dies fiel, zeigt etwa jener Vorschlag, den im Januar 1596 JACOB WOLFF D. Ä. eingebracht hatte, eben jener Steinmetz, dem wenig später die Verantwortung für den Bau des Bogens übertragen werden sollte. WOLFFS Vorschlag, der bei 16 Schuh Höhe auf ein Pfeilverhältnis von fast 1:5,4 hinauslief, galt als äußerst gewagt – realisiert wurde später gar ein nur 14 Schuh hoher Bogen mit einem Pfeilverhältnis von 1:6,4!

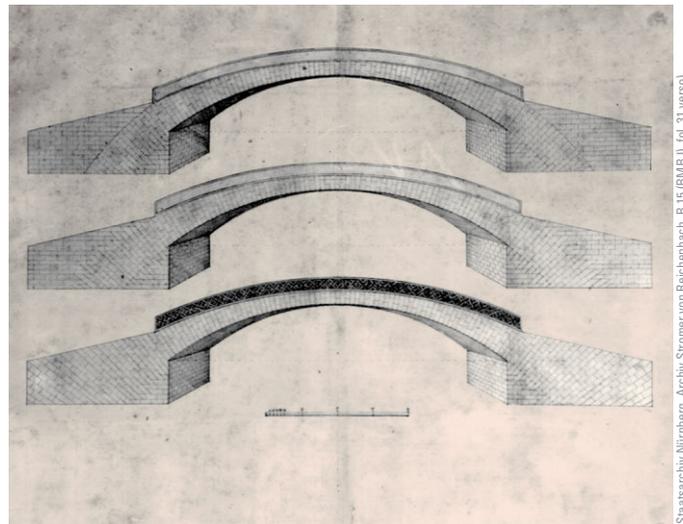
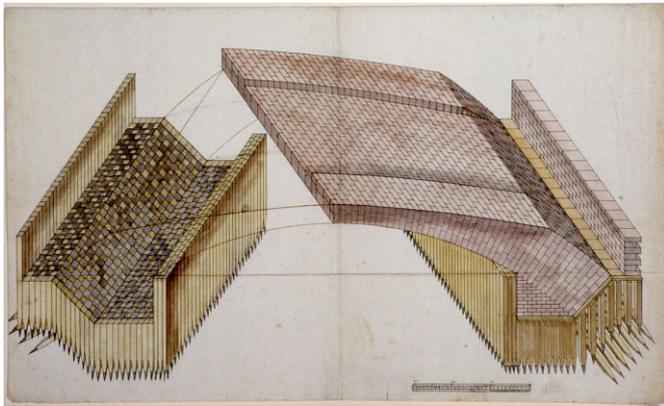


Bild 8 Drei Varianten der Einbindung von Bogen und Steinverband in die Widerlager, vermutlich JACOB WOLFF D.Ä., um 1596/97
Three variants of the incorporation of the arch and stone bond into the abutment, presumably JACOB WOLFF SEN., around 1596/97

Zu der kontroversen Diskussion sind zahllose Einreichungen und auch graphische Studien aktenkundig. Sie zeigen zum Beispiel Parameterstudien zur Höhenfestlegung, aber auch, wie sorgfältig man die Konsequenzen eines steileren oder flacheren Bogens bis auf den Mauerwerksverband im Anschluss an den Widerlagerkörper untersuchte. Zudem wurden diverse andere Brücken als Vergleichsstudien eingebracht. Die vom Ratsbaumeister veranlasste, mit italienischen und deutschen Erläuterungen versehene Dokumentationszeichnung der Scaliger Brücke in Verona zeigt dabei die „Liga“ auf, in der man die eigene Diskussion verortet sah: Mehr als zwei Jahrhunderte alt, gehörte die Scaliger Brücke mit der Weite des größten Bogens von 48,50 m zu den weitest gespannten und berühmtesten Brücken des Mittelalters überhaupt.

Unabhängig von der Frage der Pfeilhöhe waren zwei weitere wichtige Fragen zu klären – *die Art des Verbandes und der Anschluss des Bogens an die Widerlager*. Die letztlich realisierte Lösung, bei der ein radial gemauerter und sich aufweitender Bogen über die Kämpfer hinaus bis zur Widerlageresohle fortgeführt wird, konnte sich erst nach langer Diskussion durchsetzen. Die hartnäckige Intensität, mit der hier bis ins Detail des einzelnen Steines um die beste Lösung gerungen wurde, ist tief beeindruckend. Gleich drei Variationen der Einbindung eines flachen Bogens in die Widerlager etwa zeigt ein Blatt, das vermutlich von JACOB WOLFF D. Ä. selbst verfasst wurde (Bild 8). In der oberen Darstellung wird der Bogen vom Kämpfer an mit unveränderter Höhe durch den Widerlagerkörper hindurch bis auf die Fundamentsohle herunter geführt. In der mittleren greift er stärker in den Verband des Widerlagers ein, in der unteren Darstellung schließlich zerfließt die Grenze zwischen Bogen und Widerlager: Letzteres ist nun nahezu vollständig durch die Fortführung der radialen Mauerung des Bogens bestimmt. Zahl-



(Germanisches Nationalmuseum, Kupferstichkabinett: HB 1403)

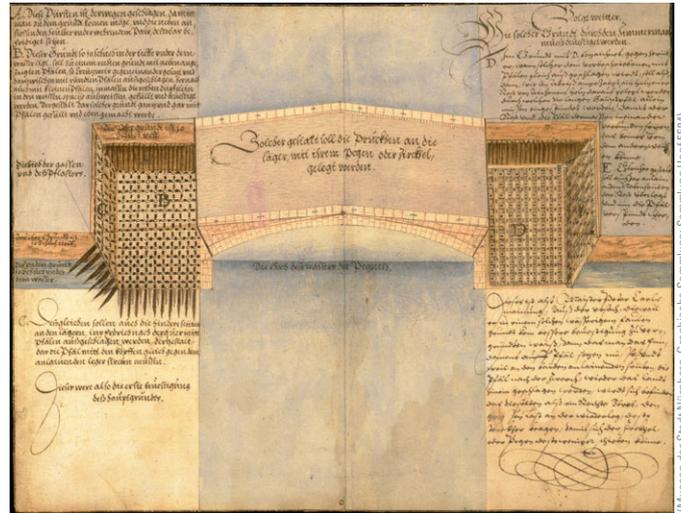
Bild 9 Gründung auf abgetrepten horizontalen und schrägen Sohlen mit Vertikal- und Schrägpfählen, unsigniert, o.D.
Foundation on stepped horizontal and sloped footings with vertical and sloped piles, unsigned, undated

reiche weitere Blätter widmen sich der Thematik mit sehr unterschiedlichen Vorschlägen.

Aufschlussreich ist in diesem Zusammenhang ein Vergleich mit der berühmten Musterbrücke, die ANDREA PALLADIO in seinen 1570 erschienenen „Vier Büchern zur Baukunst“ („I quattro libri dell' Architettura“) unter dem Titel „Di un altro ponte di mia invenzione“ anempfahl. PALLADIO'S Darstellung folgte einem ästhetischen Ideal, ohne auf statisch-konstruktive Fragen des Steinverbandes einzugehen. In Nürnberg hingegen stand genau diese Optimierung des Verbandes im Mittelpunkt. Die formale Gestaltung war nachrangig; sie erwuchs erst aus der Konstruktion.

So engagiert um den Steinverband als der ersten wichtigsten Eigenheit der Brücke gestritten wurde, so intensiv war auch die Diskussion um die *Gründung* als der zweiten. Ein Studium der in großer Vielfalt dazu eingebrachten Vorschläge gerät zu einer Lehrstunde konstruktiven Entwerfens: Im besten Sinne wurde hier in Alternativen gedacht, um dann vergleichend die optimale Lösung heraus zu filtern. Dass die Gründungsfrage offenbar als Königsfrage des gesamten Projekts galt, unterstreicht nicht zuletzt die faszinierende graphische Qualität vieler Blätter, die dazu eingereicht wurden.

Ein Teil der Vorschläge blieb eher traditionell. So empfahl man etwa, die Widerlager wie üblich mit einer horizontalen Sohle auf vertikalen Pfählen zu versehen, zur besseren Ableitung des Bogenschubs aber die landseitigen Spundwände durch eiserne Anker an die flussseitigen anzubinden. Eine andere Antwort auf den erwarteten großen Bogenschub wurde in der Abtreppung der (horizontalen) Sohle gesehen. Eine Variante dazu sah zwischen zwei horizontalen Stufen zudem einen schrägen Bereich vor, der in Fortsetzung des Bogens mit schrägen Pfählen unterfangen werden sollte; unklar blieb, wie die sich bei einer solchen Abtreppung kreuzenden schrägen und vertikalen Pfähle hätten gesetzt werden können (Bild 9). Verschiedene Vorschläge verzichteten ganz auf die Abtreppung und



(Museum der Stadt Nürnberg, Graphische Sammlung: Sammlung Hopt 5584)

Bild 10 Gründung mit Vertikal- und Schrägpfählen, etwa wie ausgeführt, im Text PETER CARL zugeschrieben, unsigniert, o.D.
Foundation with vertical and sloped piles, approximately as realised, in the text ascribed PETER CARL, unsigned, undated

setzten allein auf eine zusätzliche schräge Sohle incl. der zugehörigen Schrägpfähle. Fast alle dieser „reifen“, sehr detaillierten Blätter zu Gründungsvarianten zeigen bereits in etwa den zur Ausführung gewählten Steinverband. Offenkundig hatte man im Planungsprozess zunächst die Ausführung des Bogens bis ins Detail entwickelt, um dann für genau diesen Bogen die beste Gründung zu finden.

Das Blatt, das der später realisierten Gründung am nächsten kommt (Bild 10), wird in der Beschriftung dem Zimmermann und Stadtwerkmeister PETER CARL zugeschrieben; eben dieser sollte bald auch tatsächlich die Verantwortung für die Pfahlgründung und das Lehrgerüst übertragen bekommen. So wenig realistisch sein Bogen, so klug und detailgenau hingegen war seine Gründung. Unter dem schönen Titel „Solcher gestalt soll die prucken an die Lager, mit ihrem pogen oder zirckel, gelegt werden“ entfaltet sich auf diesem einen Blatt ein phantastisches Gründungs-panorama, in dem Ansicht, Schnitt, Draufsicht und Vogelperspektive in einer Art Militärprojektion zusammengefasst sind. Die Zeichnung gibt ein faszinierendes Beispiel für die zeitgenössische, höchst effektive Darstellungspraxis, die alle wesentlichen Informationen kunstvoll ineinander verschränkt auf einem Blatt zu vermitteln weiß. Die hohe zeichnerische wie inhaltliche Qualität unterstreicht zudem einmal mehr, wie berechtigt es ist, die Fleischbrücke als „Ingenieurbauwerk“ zu würdigen: Unzweifelhaft nämlich muss aus heutiger Sicht PETER CARL, der die Zeichnung veranlasst, autorisiert und verantwortet hat, „Ingenieur“ genannt werden – tut er doch auf hohem Niveau eben das, was Ingenieurarbeit im Kern kennzeichnet: technische Konstrukte zu entwickeln, in Zeichnung und Text zu beschreiben und mit den jeweils zeitgenössischen Methoden zu rechtfertigen.

Selbst dieser nur kurze Einblick in die Strukturentwicklung zeigt: Der bautechnische Diskurs über die „rechte“

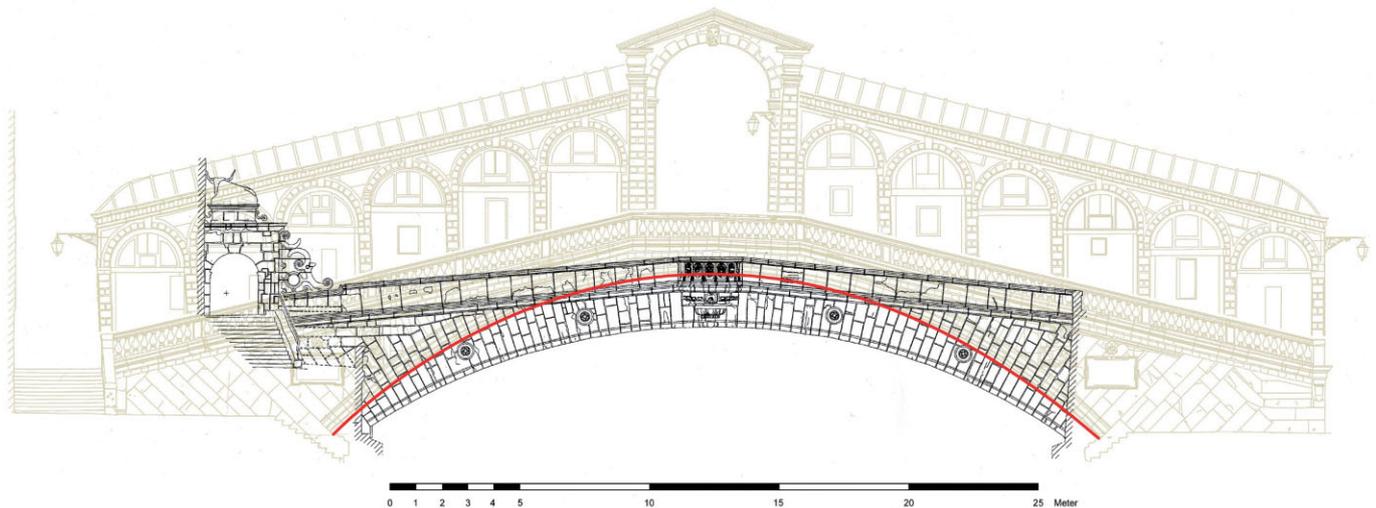


Bild 11 Fleischbrücke und Ponte di Rialto im Vergleich, intrados des Ponte di Rialto rot hervorgehoben, Montage CHRISTIANE KAISER
The Fleischbrücke in comparison to Ponte di Rialto, Intrados of the Ponte di Rialto highlighted in red, montage CHRISTIANE KAISER

Ausführung der neuen Fleischbrücke erweist sich als engagiertes Ringen um die bestmögliche Lösung, als sorgfältiges Abwägen verschiedener Entwurfsvarianten, als dichter Prozess vergleichender konstruktiver Optimierung, als ein Verfahren also, das heutigen Brückenplanungen nicht nur nicht nachsteht, sondern als Vorbild dienen kann. Auf den ersten Blick erscheint die gefundene Lösung, bei der ein schlichtes Kreissegment und nicht etwa eine Ellipse oder gar ein Korbboogen den Bogen bestimmt, als nicht sonderlich spektakulär. Doch nicht in der Form, sondern in den Eigenheiten der Struktur und ihrer konstruktiven Durchbildung liegt die ingenieure Qualität des Bauwerks – das im Übrigen bautechnisch den Ponte de Rialto zu Venedig (1588–1591, 28,8 m, 1:4,5) an Kühnheit deutlich übertraf (Bild 11).

5 Würdigung

Im Ergebnis haben die Erbauer der Fleischbrücke auf die zentralen Herausforderungen des Ortes, in sumpfigem Grund einen weit gespannten und flachen Brückenbogen zu errichten, eine überzeugende Antwort zu entwickeln vermocht. Kraftvoll unter Beweis gestellt hat die Brücke dies in ihrer zwischenzeitlich mehr als 400-jährigen Geschichte. In den ersten 150 Jahren scheint sie keinerlei Reparatur bedurft zu haben. Erst Mitte des 18. Jahrhunderts wurde eine Ausbesserung unausweichlich. 1750 erließ man zunächst Befahrverbote für schwere Fuhrwerke, 1766 erfolgte dann die Sanierung. Die Befahrverbote blieben, fanden jedoch offenbar kaum Beachtung. Die Fleischbrücke hielt diesen Herausforderungen ebenso stand wie den vielen schweren Hochwassern bis hin zum Jahrhunderthochwasser vom Februar 1909 (Bild 12). Fast alle Pegnitzbrücken nahmen dabei Schaden, nicht aber die Fleischbrücke.

Die größten Herausforderungen brachte dann der 2. Weltkrieg. 59 alliierte Luftangriffe legten die Stadt der



Bild 12 Die Fleischbrücke im Hochwasser am 5. Februar 1909, vom Oberstrom gesehen
The Fleischbrücke during the flood of February 5, 1909, seen downstream

Reichsparteitage in Schutt und Asche, die Altstadt wurde zu 95 % zerstört. Anfang März 1945 traf eine großkalibrige Bombe das südliche Widerlager; sie vernichtete die umliegenden Häuser, auch Brüstungen und östliche Kanzel der Fleischbrücke nahmen Schaden. Die Brücke selbst hielt stand. Inmitten eines Panoramas absoluter Zerstörung schwingt sich ihr Bogen nach Kriegsende schier unverwundlich über die Pegnitz (Bild 13). Wenn es noch eines Nachweises von Solidität bedurft hätte, dann ist es dieser: Die Fleischbrücke ist ein Meisterwerk auch und gerade des robusten Bauens.

Der russische Bauingenieur VLADIMIR GRIGORYEVICH SHUKHOV (1853–1939) hat seinen Berufskollegen ein bedenkenswertes Zitat hinterlassen: „Die Ingenieurkunst ist deshalb undankbar, weil man Wissen besitzen muss, um ihre Schönheit zu verstehen. Die Schönheit von Kunstwerken begreift man mit dem Gefühl.“ Eben dieses Wis-



Foto: Ray D'Audario, nach 1945 (D'Audario 1997), S. 78)

Bild 13 Die Fleischbrücke im Kontext der kriegszerstörten nördlichen Altstadt nach 1945; links erkennbar Ochsenportal und Ruine des Fleischhauses
The Fleischbrücke in the context of the war-damaged northern part of the historic center after 1945, recognizable (left side of figure) the Oxenportal and the ruins of the Fleischhaus

sen fordert die Fleischbrücke ein: eine graue Maus gemessen an spektakulären Inszenierungen wie dem Ponte de Rialto, unscheinbar für den, der es nicht besser weiß. Doch welche ruhige Schönheit für den, der sie als konstruktives Wagnis zu verstehen vermag!

Literatur

- [1] KAISER, C.: Die Fleischbrücke in Nürnberg. 1596–1598. 3 Bd. Dissertation BTU Cottbus 2005.
- [2] LORENZ, W., KAISER, C.: Die Fleischbrücke in Nürnberg. Historische Wahrzeichen der Ingenieurbaukunst in Deutschland, Bd. 9. Berlin: Bundesingenieurkammer 2011. (Alle weiteren Literaturangaben eben dort)

Was könnte diese Brücke heutige Ingenieure lehren? Sie könnte daran erinnern, welche Bedeutung einem aus Erfahrung begründeten Konstruktionswissen jenseits des wissenschaftlichen Ingenieurwissens zukommt, und dass konstruktive Kompetenz unverzichtbar bleibt auch im Zeichen ingenieurwissenschaftlich begründeter Konstruktions- und Bemessungspraktiken. Sie könnte Beispiel sein für eine hoch entwickelte Planungskultur bis in den Bereich der Ingenieurbauwerke, die durch den öffentlichen Auftraggeber engagiert gefordert und gefördert wird. Sie könnte lehren, dass Nachhaltigkeit auch aus solider, robuster und dauerhafter Konstruktion erwachsen kann. Längst hat das Bauwesen doch den Anspruch aufgegeben, für die Ewigkeit zu bauen; Life Cycle Engineering hat Ewigkeit abgelöst. Nachhaltigkeit wird nicht zuletzt daran gemessen, wie sich Gebautes möglichst verträglich wieder entsorgen lässt. Der Fleischbrücke liegt eine grundsätzlich andere Nachhaltigkeitsvorstellung zugrunde. Auch sie wurde nicht für die Ewigkeit, wohl aber für einen nicht absehbaren Nutzungshorizont gebaut. Das Ergebnis kann sich sehen lassen: Ihr Ressourcenverbrauch je Jahr der Nutzungsdauer dürfte mit Sicherheit einen konkurrenzlos günstigen ökologischen Fußabdruck liefern.

Schließlich könnte die Fleischbrücke gerade Bauingenieure auch lehren, sich mutig der Schönheit und Würde guter Konstruktion verpflichtet zu fühlen. Wer, wenn nicht sie, hat denn die Kompetenz und Verantwortung, der mentalen Verwahrlosung in dieser Hinsicht etwas entgegen zu setzen? Die außerordentliche Wertschätzung des Konstruktiven, die wir in der öffentlichen Wahrnehmung des Fleischbrückenbaus beobachten konnten, lehrt, dass Mut und Engagement gepaart mit Kompetenz und Sorgfalt hier Früchte tragen. Nicht zuletzt aber könnte diese alte Brücke heutige Baumeister schlicht auch Bescheidenheit lehren: Die Fleischbrücke zeigt, dass unsere Vorgänger nicht unbedingt schlechtere Baumeister waren als wir.

Autoren

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Werner Lorenz
werner.lorenz@tu-cottbus.de
Brandenburgische Technische Universität Cottbus
Lehrstuhl Bautechnikgeschichte und Tragwerkserhaltung
03013 Cottbus

Dr.-Ing. Christiane Kaiser
kaiser@fh-potsdam.de
Fachhochschule Potsdam, Fachgebiet Statik der Baukonstruktionen
14469 Potsdam