

Bauingenieur

Die richtungweisende Zeitschrift im Bauingenieurwesen

Sonderdruck:

Besonderheiten des Entwurfs und der Ausführung der Luitpoldbrücke in Bamberg

*O. Strauß
B. Brandt
D. Oehmke*

Überreicht durch:

RIEGER+BRANDT

Planungsgesellschaft im Bauwesen mbH
Neutorgraben 15, 90419 Nürnberg
Tel. (0911) 3 93 08-0 Fax (0911) 3 93 08-60
Email: info@rieger-brandt.de Internet: www.rieger-brandt.de

 Springer
VDI Verlag

Besonderheiten des Entwurfs und der Ausführung der Luitpoldbrücke in Bamberg

O. Strauß, B. Brandt, D. Oehmke

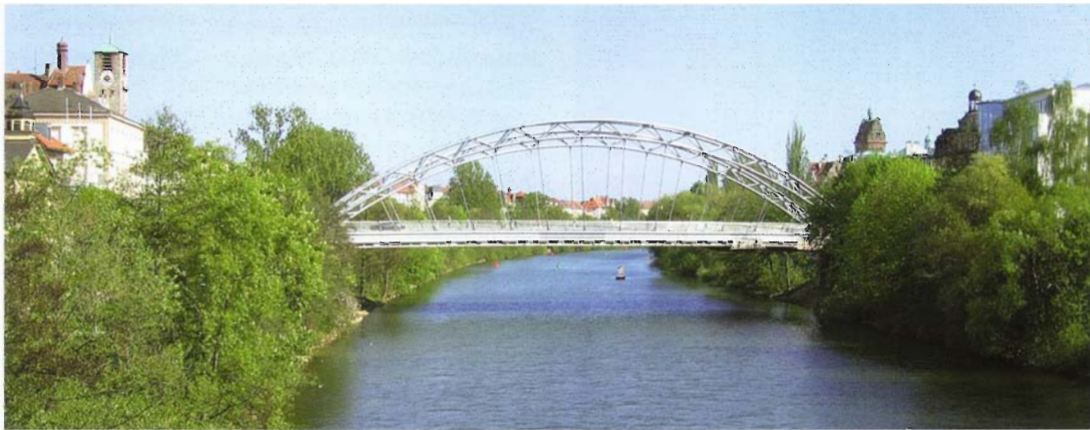


Bild 1. Luitpoldbrücke über den Main-Donau-Kanal
Fig. 1. Luitpoldbrücke over the Main-Donau-Canal

Zusammenfassung Der Neubau der Luitpoldbrücke besteht aus einem leichten, transparenten, bis ins Detail durchkonstruierten Tragwerk, das für den Betrachter nachvollziehbar und erlebbar wird. Zwei weitgespannte Bögen, bestehend aus jeweils drei Rohren in Fachwerkkonstruktion, verbinden die beiden Flussufer. Diese Rohre münden zusammen mit den beiden Rohren des Zuggurtes und dem Endquerträger in speziell angefertigte Gussknoten. Die Gestaltung dieser Elemente in Form von drei parallelen Ringen folgt konsequent ihrer Funktion als Haupttragelement. Die Gussknoten wirken gleichzeitig als Auflager auf den Pfeilerscheiben der massiven, bogenförmig gevouteten Vorlandbrücken. Der schiefwinkliger Überbau der Brücke wird als Stahlverbundkonstruktion ausgebildet.

Unusual features of the outline and the execution of the Luitpoldbrücke in Bamberg

Abstract The new construction of the Luitpoldbrücke consists of a wing assembly which is light and transparent, by designed in every detail and gets comprehensible and experienceable for the observer. Two, far tense bends connect the two riverbanks, consisting of three pipes each in half-timbering construction. These pipes lead into cast knots made especially together with the two pipes of the tie rod and the final crossbeam. The design of these elements in the form of three parallel rings follows consistently its function as a load bearing element. The cast knots work as on-bearings the solid, arched pre-land bridges on the pillar disks at the same time. The oblique-angled superstructure of the bridge is trained as a steel composite construction.

1 Entwurf

1.1 Gestalterische Grundlagen

Die Brücken der Stadt Bamberg über den rechten Regnitzarm hatten bis in die Mitte des 20. Jahrhunderts obenliegende Tragwerke. Sie waren mit einem hohen Gestaltungsanspruch, aber auch mit technischer Innovation errichtet worden.

Diese technischen Stahlbogenbrücken forderten bereits während ihrer Lebensdauer Kritik heraus. Zur Markusbrücke, einer Stabbogenbrücke, steht im Bamberger Jahrbuch von 1937 [1]: „Schließlich gehen unsere Blicke noch weiter in fernere Zukunft. Es muss einfach möglich werden, besonders störende Eingriffe des 19. Jahrhunderts in dem Charakter der Altstadt durch Besseres zu ersetzen, gewisse Protzbauten zu beseitigen, unverputzte Backsteinbauten zu beseitigen, schlechte Ladenein- und Dachaufbauten zu entfernen, selbst dem genius loci so widersprechende Bauten, wie die Kettenbrücke, die Geyerswörth- und Markusbrücke, durch beschwingtere Lösungen wieder gut zu machen.“

Dipl.-Ing. Ottmar Strauß

Baureferent
Stadt Bamberg
Untere Sandstraße 34 – 40
96049 Bamberg
ostrauss@stadt.bamberg.de

Dr.-Ing. Bernd Brandt

Dipl.-Ing. Dietrich Oehmke

Geschäftsführende Gesellschafter
Rieger + Brandt Planungsgesellschaft
im Bauwesen mbH
Neutorgaben 15
90419 Nürnberg
info@rieger-brandt.de



Bild 2. Nördlicher Stabbogen
Fig. 2. Northern arch

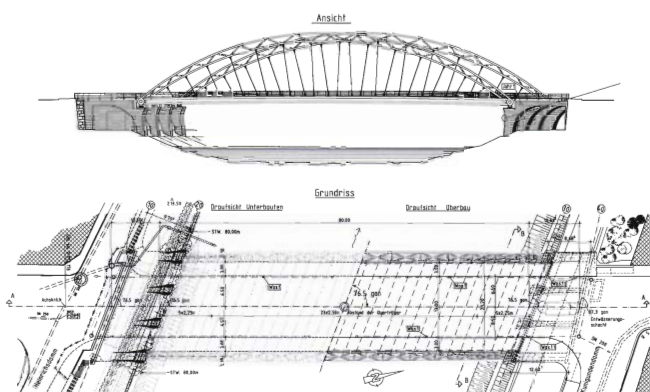


Bild 3. Ansicht und Grundriss der Luitpoldbrücke
Fig. 3. View and ground plan of the Luitpoldbrücke



Bild 4. Östliche Vorlandbrücke
Fig. 4. Eastern pre-land bridge

Innerhalb eines Jahrzehnts wurde dieser Wunsch durch den Krieg und die Zerstörung der Brücken verpflichtende Wirklichkeit. Im Zuge des Wiederaufbaus wurden möglichst schlanke Konstruktionen errichtet, kein technisch sichtbares Tragsystem sollte die Stadtgestalt stören. Wegen des sehr schlechten Erhaltungszustandes dieser 3-Feld-Stahlbetonbrücke mit Gerbergelenken war das Bauwerk dringend zu erneuern. Der notwendige Neubau hat er-

neut eine Diskussion zur stadträumlichen Gestaltung der Brücken bei Stadtrat und Bürgern ausgelöst. Die neuen Brücken sollen sich selbstbewusst im Stadtbild darstellen und eine verbindende Wirkung über den Fluss definieren. Ein Tragwerk, das räumliche Auswirkungen auf die umgebende Stadt hat, war gefordert, ohne jedoch die bestehende Stadt zu überragen. Die stadträumlichen Qualitäten der Brücken des 19. Jahrhunderts sollten wieder geschaffen werden. Bei der Entscheidung zur Gestaltung der Luitpoldbrücke wurden auch die anderen, in den Folgejahren zur Erneuerung anstehenden Brücken berücksichtigt. Es wird eine „Brückenfamilie“ verwirklicht, die gemeinsam neue Akzente in der Stadt- und Flusslandschaft setzen wird.

1.2 Entwurfsparameter

Die Kostenträger der Baumaßnahme stellten grundlegende, bei der Entwurfsbearbeitung zu beachtende Forderungen. Die Stadt Bamberg verlangte einerseits eine Verbesserung der Verkehrsverhältnisse und eine Erhöhung der Tragfähigkeit und andererseits aus städtebaulichen und historischen Bezügen eine Brücke mit hohem gestalterischen Anspruch. Das Wasserstraßen-Neubauamt Aschaffenburg legte Wert auf eine Vergrößerung des bestehenden Lichtraumprofils sowie die Vermeidung von Radar-Reflexionen für die Schifffahrt und stellte Anforderungen an die Bereiche der Uferwege.

Varianten

Im Rahmen einer umfangreichen Variantenuntersuchung wurden oben- und untenliegende Tragwerke mit unterschiedlichen Konstruktionsarten und Materialien untersucht:

- obenliegende Tragwerke:
 - Hängebrücke, Schrägseilbrücke, Stabbogenbrücke,
 - Fachwerkträgerbrücke
- untenliegende Tragwerke:
 - Stahlverbundbrücke, Spannbetonbrücke

Der Standort wird bestimmt durch die auf die Brücke zulaufenden breiten Straßenräume mit ihrer massiven Randbebauung aus dem 19. Jahrhundert. Diese Straßen setzen sich im weiteren Verlauf der Stadtstruktur fort, so dass schon von Weitem eine Hinführung auf die Brücke erfolgt.

Nach eingehender Prüfung und Diskussion aller Varianten im Hinblick auf die verschiedenen Beurteilungskriterien wie der städtebaulichen Integration, der Gestaltung, der Konstruktion, des Bauablaufes und der Wirtschaftlichkeit entschied sich der Stadtrat der Stadt Bamberg unter Bürgerbeteiligung für die Stabbogenbrücke (**Bild 2**). Ein obenliegendes Tragwerk mit außenliegenden Bögen verbindet die Straßenräume über den Einschnitt des Kanals hinweg gestalterisch besser als ein untenliegendes Tragwerk.

2 Beschreibung des Bauwerks

Das Bauwerk kreuzt den Main-Donau-Kanal und die seitlichen Uferwege mit einem Winkel von 76,5 gon. Die Gesamtstützweite von 101,4 m setzt sich zusammen aus den Einzelstützweiten von 10,5 m und 10,9 m für die Vorlandbrücken und 80,0 m für die Stabbogenbrücke. Der Stahlbogen hat eine Scheitelhöhe von etwa 14 m. Die Breite zwischen den Geländern beträgt mit Bereich der Bogenbrücke 19,00 m und weitet sich im Bereich der Vorlandbrücken auf 23,54 m auf (**Bild 5**).

Vorlandbrücken

Beide Vorlandbrücken sind als massive Zweigelenrahmen aus Stahlbeton hergestellt, deren Pfeilerscheiben von der Kanalseite bogenförmig angevoutet zur Widerlagerwand hin verlaufen (Bild 4). Dort binden sie biegesteif in die Widerlagerwand ein. Der Überbau ist als mehrstegiger Plattenbalken mit einer variablen Dicke von 45 cm bis 60 cm und einem Dachprofil ausgebildet. Auf der dem Kanal zugewandten Seite dient eine Ausnehmung am Pfeiler als Auflagerbank für die Bogenbrücke.

Die Gründung des Bauwerkes erfolgt für die Widerlager und die Pfeilerscheiben über Großbohrpfähle mit einem Durchmesser von 1,20 m und Längen von 8,45 m bis 18,45 m.

Als zusätzliches gestalterisches Element wird in die Betonoberfläche der Pfeiler und der Widerlager durch in die Schalung eingelegte Trapezleisten horizontal profiliert.

Bogenbrücke

Eine Stabbogenbrücke bildet den Mittelteil des Bauwerkes. Die Bögen bestehen aus 5-gurtigen geschweißten Rohren, die in Form eines auf der Spitze stehenden gleichseitigen Dreiecks angeordnet sind. Die Basislinie dieses Dreiecks weitet sich vom Kämpfer zum Bogenscheitel von etwa 1,0 m auf 2,0 m auf. Die drei Gurte sind in vertikaler Richtung als Fachwerkträger und in horizontaler Richtung als Vierendeelträger ausgebildet (Bild 5). Das Zugband zwischen den Auflagern setzt sich aus zwei übereinander angeordneten Rohren, die über ein Stegblech miteinander verbunden sind, zusammen. Die Hänger aus Rundstäben ($d = 100 \text{ mm}$) sind radial zur Bogenachse angeordnet (Bild 6).

Geneigte und/oder runde Oberflächen erfüllen die Konstruktionsanforderungen hinsichtlich der Radar-Reflexion aus dem Schiffsverkehr auf dem Main-Donau-Kanal, da sie für eine ausreichende Streuung der Radarimpulse sorgen.

Die Fahrbahnplatte der Brücke aus Stahlbetonfertigteilen mit einer Ortbetonerfüllung lagert auf einem Trägerrost auf. Dieser Trägerrost besteht aus fischbauchförmigen, geschweißten Querträgern, die biegesteif an das auch als Versteifungsträger dienende Zugband angeschlossen sind. Sämtliche Querträger weisen – bedingt durch die Schiefwinkligkeit des Überbaus und den nicht gleichförmigen Verlauf der Gradienten – eine unterschiedliche Geometrie auf. Ein Verbund zwischen der Betonfahrbahnplatte und den Querträgern erhöht über aufgeschweißte Kopfbolzendübel die Querschnittstragfähigkeit (Bild 7).

Für die Bleche gelangt Baustahl S355J2G3 zur Ausführung. Die Rohrkonstruktion besteht aus warm gewalzten kreisförmigen Hohlprofilen in S355J2H.

Gussknoten

Die sechs Rohre des Bogens, des Zugbandes und des Endquerträgers werden an den Auflagern in jeweils einem Gussknoten zusammengeführt.

Die Form des Gussknotens folgt seiner Funktion als verbindendes Element der anzuschließenden Rohre. Die Rohre des Bogens finden ihre Fortsetzung in drei parallelen Ringen. Die Rohre des Zuggurtes schließen an den mittleren Ring an, wobei sich das obere Rohr des Zuggurtes und das untere Rohr des Bogens schiefwinklig kreuzen. Fertigungstechnisch wird diese Problematik dadurch gelöst, dass ein Knotenblech die anschließenden Rohre vollständig durchdringt und das Rohr des Bogens in Form von Halbschalen aufgeschweißt wird (Bild 8).

Aus gestalterischen Gründen weisen die Rohre des Bogens und des Zugbandes denselben Durchmesser auf. Senkrecht



Bild 5. Draufsicht Bogen
Fig. 5. Top view of the arch

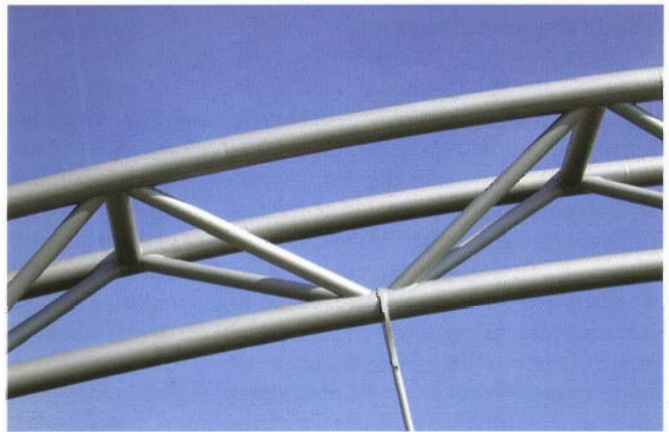


Bild 6. Detail Stabbogen mit Hänger
Fig. 6. Detail arch with hanger

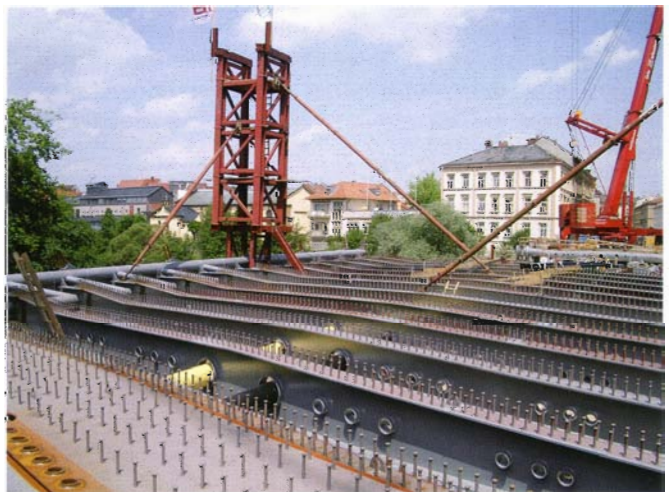


Bild 7. Trägerrost und Montageturme
Fig. 7. Girder grid and assembly towers

zu diesen in einer vertikalen Ebene befindlichen Rohre schließt der Endquerträger an, der vom Kreisquerschnitt am Anschluss in einen aufgehöhten Querschnitt in Feldmitte übergeht, damit Versorgungsleitungen ihn durchdringen können.

Der Gussknoten erhält Aussparungen im Bereich des Anschlusses der unteren Lagerplatte und des Endquerträgers. Trotzdem beträgt sein Gewicht ca. 16 t (Bild 9).



Bild 8. Gussknoten mit Endquerträger
Fig. 8. Cast knot with final crossbeam

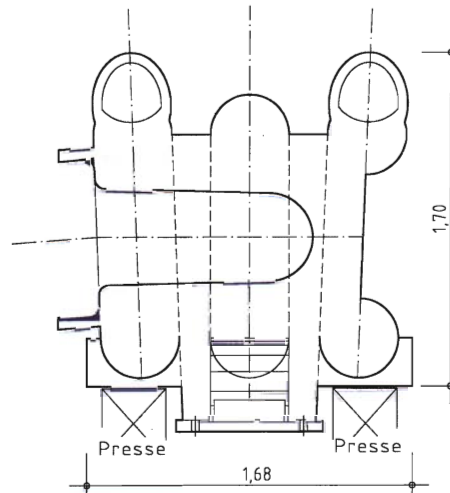


Bild 9. Schnitt durch den Gussknoten
Fig. 9. Section through the cast knot

3 Statische Berechnung

3.1 Allgemeines

Grundlage für die statische Berechnung und die Ausbildung der Konstruktion bilden die einschlägigen Normen des DIN, die DIN-Fachberichte 100 bis 104, die ZTV-ING und die Richtzeichnungen des BMVBS.

Für besondere Nachweisführungen im Bereich des Stahlbaus, wie z. B. die ermüdungsgerechte Berechnung und Bemessung von Verbindungen aus Rundhohlprofilen, die Bemessung der Hängeranschlüsse sowie die Nachweise zu wirbelerregten Querschwingungen werden die betreffenden Eurocodes und [2 bis 5] herangezogen.

3.2 Vorlandbrücken

Die Stahlbeton-Rahmen werden einschließlich ihrer Gründung mit Schalen- und Stabelementen räumlich abgebildet und als elastisch gebettetes Gesamtsystem berechnet.

Auf diese Weise kann die Interaktion zwischen Bauwerk und Baugrund bei dem im Grundriss schiefwinkligen Tragwerk mit nicht parallelen Auflagerlinien wirtschaftlich erfasst werden.

3.3 Stabbogenbrücke

Bogen

Der Stabbogen besteht aus geschweißten Dreigurt-Fachwerkbindern mit folgenden Einzelquerschnitten:

- Untergurtrohr: 406,4 mm * 50 mm
- Obergurtrohre 406,4 mm * 50 mm im Scheitelbereich
406,4 mm * 40 mm im Auflagerbereich
- Querstäbe-Obergurt: 525,9 mm * 20 mm
- Diagonalen: 19,1 mm * 16 mm

Die Obergurtrohre sind untereinander über Querstäbe und mit dem Untergurtrohr über Diagonalen verbunden.

Die Gestaltung und Bemessung der Schweißanschlüsse der Kreishohlprofile erfolgt nach [2]. Geschweißte Rohrfachwerkstrukturen stellen hinsichtlich ihrer Schweißbarkeit besonders hohe Anforderungen sowohl an die Planung – z. B. durch eine Optimierung der spitzen Winkel der anzuschließenden Rohre mit $> 50^\circ$ – als auch an die Ausführung – z. B. wegen der aufwändigen Nahtvorbereitung der Anschlüsse.

Die anteilige Einleitung des Bogenschubs in die Fahrbahnplatte erfolgt über parallel zum Zugband verlaufende Rohrprofil-Längsträger, die im Auflagerbereich auf einer Länge von ca. 16 m über diagonale Schrägstreben an die Ober- und Untergurte des Zugbandes angeschlossen werden. Eine horizontale Scheibe aus Stahlblech mit $t = 20$ mm und aufgeschweißten Kopfbolzendübeln – das sog. „Nagelbrett“ – sorgt zwischen Endquerträger und erstem Querträger für die Einleitung der Zugkräfte in die Fahrbahnplatte.

Die biegesteife Einspannung der frei tragenden Stabbögen am Kämpfer in den Endquerträger und den Trägerrost stellt die horizontale Stabilität sicher. Die Stabilitätsnachweise für den Bogen werden nach Theorie II. Ordnung geführt. Die Vorkrümmung wird über eine Ersatzhorizontallast in das System eingetragen. Die kritische Knickeigenform und der Lastfaktor γ_{crit} für die kritische elastische Knicklast werden nach DIN-Fachbericht 105 bestimmt.

Für den Betriebsfestigkeitsnachweis des Bogens wie der gesamten Stahlkonstruktion wird das Ermüdungslastmodell 3 gemäß DIN-Fachbericht 101 angesetzt. Die Bemessung der Konstruktion erfolgt unter Berücksichtigung der Kerbfaltabellen gemäß dem Leitfaden zum DIN-Fachbericht 105. Dabei wird auf eine ermüdungssichere Ausbildung der Anschlüsse geachtet. Die Kerbklasse 71 ($\Delta\sigma_c = 71$ N/mm²) wird als Mindestanforderung bei entsprechender Belastung definiert.

Hänger

Hänger und deren Anschlüsse werden aus Verkehr dynamisch beansprucht und unter Berücksichtigung von wirbelerregten, Regen-Wind-induzierten Querschwingungen und Ansatz von sekundären Momenten aus der Verformung des Bogens nach Theorie II. Ordnung untersucht. Die geometrische Ausbildung der Hängeranschlüsse erfolgt nach den Empfehlungen des DIN-Fachberichtes mit einer Formoptimierung in Anlehnung an [5]. Die Eigenfrequenzen der Hänger werden als aus dem Gesamtsystem herausgelöste Teilsysteme nachgewiesen. Bei Eigenfrequenzen < 7 Hz sind die Auswirkungen von wirbelerregten Querschwingungen und Regen-Wind-induzierten Schwingungen zu untersuchen, dazu werden [4 und 5] herangezogen.

Rein konstruktiv wirkt sich bereits die um 90° verdrehte Anordnung der Anschlussbleche – oben quer zur Brückenlängsachse und unten in Brückenlängsachse – positiv auf das



Bild 10. Hängeranschluss
Fig. 10. Connecting point hanger



Bild 11. Montage des Zugbandes
Fig. 11. Assembly of the tie rod

Schwingungsverhalten der Abhängungen und auf Zwängungen aus Bogenverformungen aus.

Die Ausnehmungen der Anschlussbleche an den Rundstabenden und die weichen, im Radius geführten Übergänge der Schweißnähte von den Stäben zu den Anschlussblechen hin sorgen für eine möglichst kerbfreie Gestaltung der Hängeranschlüsse (Bild 10).

Zugband

Das Zugband besteht aus Ober- und Untergurtrohren mit einem Querschnitt von 406,4 mm * 50 mm, die in einem Achsabstand von 1,04 m über ein Stegblech mit $t = 50$ mm miteinander verbunden sind (Bild 11).

Der Stahlverbundüberbau ist gemäß DIN 1055-9 mit einer ungünstigst anzusetzenden horizontalen Einzellast von

1,0 MN für den Lastfall Schiffsanprall zu bemessen. Quersfesthaltungen in den Auflagerachsen leiten die Auflagerlasten dieses Lastfalls ab. Da ein möglicher Schiffsanprall nur gegen das außenliegende Zugband als zugleich unterster Teil des Überbaus auftreten kann, wird in Abstimmung mit dem Wasserstraßen-Neubauamt der Nachweis der örtlichen Lasteinleitung für den vollständigen Ausfall des Untergurtes des Zugbandes geführt. Die systembedingten Möglichkeiten der Schnittkraftumlagerungen gewährleisten die Standsicherheit der Konstruktion für diesen Lastfall.

Gussknoten

Die statische Berechnung erfolgt in Form von Spannungsnachweisen an einem Finite-Elemente-System, wobei die Geometrie des Gussknotens mit Volumenelementen und des anschließenden Knotenblechs mit Schalenelementen modelliert wird (Bild 12). Der Gussknoten wird aus GS-8 MnMo 7 4 nach DIN 17182, Ausgabe Mai 1992, mit folgenden mechanischen Eigenschaften gefertigt:

| | |
|--------------------|---|
| Streckgrenze: | $R_{eh} = 350 \text{ N/mm}^2$ |
| Zugfestigkeit: | $R_m = 500 \text{ N/mm}^2 - 650 \text{ N/mm}^2$ |
| Elastizitätsmodul: | $E = 210\,000 \text{ N/mm}^2$ |

Eine gleichmäßige Einleitung von Einzellasten und -momenten erfolgt an den Übergabepunkten zum Gesamtsystem über biegesteife Stabroste. Aus wirtschaftlichen Gründen dürfen nicht die maximalen und minimalen Auflager-schnittgrößen aus der Berechnung des Gesamtsystems der Bemessung des Gussknotens zugrunde gelegt werden, vielmehr sind Extremschnittgrößen für jeden einzelnen anschließenden Stab als Leitschnittgrößen mit den jeweils zugehörigen Schnittgrößen der anderen Rohre zu verwenden.

Zur Beurteilung der auftretenden Beanspruchungen werden die Hauptspannungen in den Elementschwerpunkten ermittelt und in mehreren Schnitten durch den Gussknoten grafisch dargestellt (Bild 13).

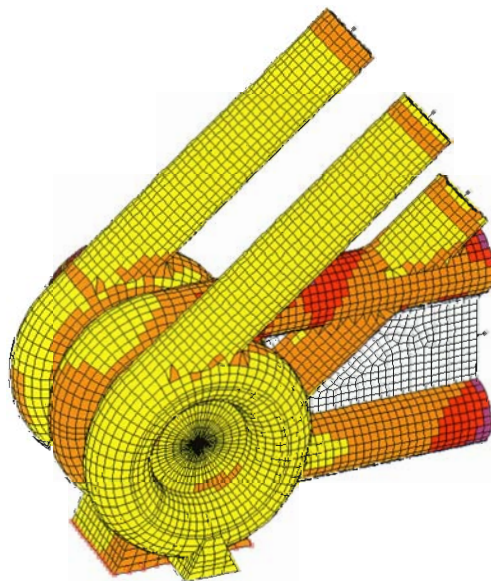


Bild 12. Hauptspannungen s_1 für den Lastfall $\max M_y$ im Zuggurt (isometrische Darstellung des Gussknotens)
Fig. 12. Principal stress s_1 in loading condition $\max M_y$ in the tie rod (isometric view of the cast knot)

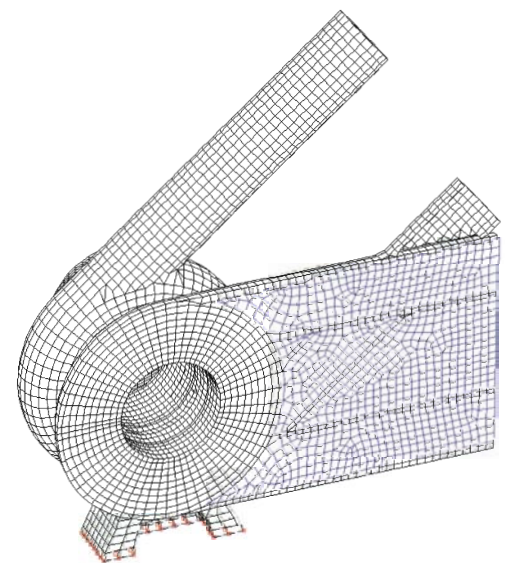


Bild 13. Schnitt in der Ebene des Knotenblechs
Fig. 13. Section in the level of the connection plate



Bild 14. Absenken des Überbaus mit Litzenhebern
Fig. 14. Move down the superstructure



Bild 16. Gussknoten nach der Fertigung mit Anguss
Fig. 16. Cast knot after the production

Eine den zulässigen Spannungen angepasste Farbwahl der grafischen Darstellung lässt eine optische Beurteilung von Überschreitungen zu. Die Wanddicken der Gussteile und der anschließenden Rohre werden iterativ optimiert.

4 Bauausführung

Der Rückbau der bestehenden Brücke beginnt im Frühjahr 2005 mit dem Abbruch des Überbaus über dem schiffbaren Bereich während einer 14-tägigen Schifffahrtssperre auf dem Main-Donau-Kanal (Bild 14). Die bestehenden Pfeiler werden als Montageauflager für die neue Stabbogenbrücke zunächst belassen.

4.1 Vorlandbrücken

Der Neubau des Bauwerkes beginnt im Juli 2005 mit den Vorlandbrücken. Dabei sind besonders im Gründungsbereich zahlreiche Randbedingungen im Bestand zu beachten, wie:

- Einbeziehen der bestehenden Uferwände im Widerlagerbereich der Vorlandbrücken.
- Anordnen der Pfahlkopfbalken für die Pfeilergründung der Vorlandbrücken im Bereich einer Dichtwand entlang



Bild 15. Strebepfeiler der Vorlandbrücke in der Schalung
Fig. 15. Buttress of the pre-land bridge in casing

des Main-Donau-Kanals mit der Erfordernis einer Umspundung mit anschließender Abdichtung durch Hochdruckinjektionen.

- Berücksichtigen von bestehenden Kanälen und Leitungen der Gas-, Wasser- und Stromversorgung sowie verschiedener Kommunikationsunternehmen.

Zusätzliche Erschwernisse für die Baudurchführung sind durch die Notwendigkeit der Aufrechterhaltung der Uferwege entlang des Main-Donau-Kanals und des Schifffahrtsverkehrs während der gesamten Bauzeit gegeben. Die beengten Verhältnisse für die Baustelleneinrichtung und die Einschränkungen für den Baustofftransport durch die innerstädtische Verkehrssituation stellen höchste Herausforderungen für die bauausführende Firma dar.

Die Vorlandbrücken werden konventionell in Ortbeton errichtet. Die komplizierte Geometrie der Betonkonstruktionen, bedingt durch die Schiefwinkligkeit der Brücke in Verbindung mit den geschwungenen Pfeilern mit parallelogrammförmigem Querschnitt und dem im Grundriss aufgeweiteten Überbau mit nicht parallelen Auflagerachsen, stellen hohe Anforderungen an den Schalungs- und Traggerüstbau (Bild 15).

4.2 Gussknoten

Die ca. 16 t schweren Bauwerksteile stellen die schwersten bisher in Deutschland im Ingenieurbau eingebauten Gusselemente dar (Bild 16).

Die besonders hohen Anforderungen an die Fertigungsqualität schlugen sich aus folgenden Gründen in den Prüfvorschriften nieder:

- Für den bauaufsichtlich nicht geregelten Werkstoff ist eine Zustimmung im Einzelfall erforderlich.
- Wegen der hohen Beanspruchung der Gussknoten ist eine einwandfreie Materialbeschaffenheit unumgänglich erforderlich.
- Aus gestalterischen Gründen ist eine hochwertige Oberflächenbeschaffenheit gefordert.

Die Gussknoten werden im Fertigungswerk der ausführenden Firma mit den Endquerträgern verschweißt. In dieser Form auf die Baustelle geliefert, erfolgt die Abschweißung mit den anschließenden Bauteilen des Bogens und des Zugbandes vor Ort.



Bild 17. Aufbau des Trägerrostes im Werk
Fig. 17. Construction of the girder grid in the factory



Bild 18. Ansicht Gussknoten
Fig. 18. View of the cast knot



Bild 19. Einrichten des nördlichen Zugbandes am Gussknoten
Fig. 19. Setting up the northern tie rod at the cast knot



Bild 20. Montage des Stahlüberbaus
Fig. 20. Assembly of the steel superstructure

4.3 Überbau

Parallel zu den Betonarbeiten zur Errichtung der Vorlandbrücken vor Ort wird im Werk der bauausführenden Firma mit der Fertigung der Stahlkonstruktion des Überbaus der Brücke begonnen (Bild 17). Die Hohlprofile für die Stabbogen werden in gebogenem Zustand angeliefert. Im Rahmen der schweißtechnischen Überwachung werden sämtliche zu verarbeitenden Bleche und Hohlprofil hinsichtlich der geforderten Abnahmezeugnisse 3.2 gemäß DIN EN 10204, Ausgabe Januar 2005, zur Rückverfolgung bis in das jeweilige Herstellerwerk chargenbezogen zur eindeutigen Zuordnung von Erzeugnis und Bescheinigung überprüft. Es kommen die Schweißverfahren Metall-Aktivgasschweißen, Unterpulverschweißen und Lichtbogenhandschweißen zur Anwendung.

Mit den Montagearbeiten des Stahlbaus wird im Mai 2006 begonnen (Bilder 18 und 19).

Der Montageablauf erfolgt mit 3 Bogenabschnitten im Freivorbau. Es werden Montageturme als Stahl-Fachwerkkonstruktion auf den bestehenden Brückenpfeilern erforderlich, auf die die äußeren Bogensegmente abgelegt werden können (Bild 20).

An den Zugbändern werden Laufbahnen für zwei Montagewagen angehängt, um die Herstellung und Zugänglichkeit des Trägerrostes vollflächig gewährleisten zu können. Die Zugbänder, die ebenfalls in 3 Abschnitten montiert werden, sind bereits werkseitig mit den parallel verlaufenden Rohrfachwerken zur Einleitung des Bogenschubs in die Fahrbahnplatte und mit den Anschlüssen der Querträger ausgebildet (Bild 19). Dadurch wird die Montage der Querträger auf der Baustelle – insbesondere durch die Reduzierung der erforderlichen Baustellennähte auf den Trägerstoß – wesentlich vereinfacht. Bis zum Abschluss der Korrosionsschutzarbeiten bleiben die Laufbahnen am Überbau montiert.

Der Bogenschluss erfolgt mit der Montage des mittleren Bogenabschnittes im August 2006 (Bild 21). Nach dem Abschweißen der letzten Stöße und dem Einbauen und Verschweißen der Hänger ist der Stahlbau im September 2006 fertig gestellt.

Mit dem Auflegen der Stahlbeton-Fertigteileplatten auf die Querträger und dem Betonieren der Ortbetonergänzung wird die Verbundplatte im Oktober 2006 fertig gestellt, anschließend erfolgt der Einbau der Abdichtung, der Kappen, des Belages und der besonders gestalteten Geländer.

4.4 Fertigstellung

Die Bauzeit wird trotz der enorm vielen Erschwernisse durch die enge und positive Zusammenarbeit des Entsorgungs- und Baubetriebes der Stadt Bamberg, des Ingenieurbüros Rieger + Brandt Planungsgesellschaft im Bauwesen mbH und der bauausführenden Firma Max Bögl GmbH & Co. KG eingehalten. Die feierliche Verkehrsfreigabe erfolgte am 1.12.2006.

5 Ausblick

Die neue Luitpoldbrücke über den Main-Donau-Kanal zeigt ein Bauwerk, das in den nächsten Jahrzehnten das Stadtbild Bambergs mit prägen wird. Es beweist, dass sich ein hoher Gestaltungsanspruch mit einem für das Bauwerk angemessenen finanziellen Aufwand verwirklichen lässt. Zwingend notwendig dafür ist, dass die maßgebenden Planungsleistungen einem Planer übertragen werden, der als alleiniger Ansprechpartner den Bauherrn umfassend beraten kann und sämtliche Beteiligten ständig informiert. Verantwortlichkeiten und Zuständigkeiten sind klar geregelt, Reibungsverluste werden bei Abstimmungsfragen auch unter Zeitdruck vermieden. Voraussetzung für diese empfehlenswerte Vorgehensweise ist auch ein gutes Vertrauensverhältnis zwischen Bauherrn und Planer.

Für die konstruktive und in Bezug auf die kurze Bauzeit sehr engagierte Zusammenarbeit möchten wir uns bei allen Beteiligten herzlich bedanken.

Technische Daten

| | | |
|--|---|-----------------|
| Gesamtlänge: | 10,50 m + 80,00 m + 10,90 m = 101,40 m | |
| Bauart: | Kanalbrücke: | Stabbogenbrücke |
| | Vorlandbrücken: | 2-Gelenkrahmen |
| Breite zwischen den Geländern: | 19,00 m (Kanalbrücke) 23,34 m (Vorlandbrücken) | |
| Brückenfläche: | 2.020 m ² | |
| Kreuzungswinkel: | 76,5 gon | |
| Bogenhöhe: | ca. 14 m | |
| Lichte Höhe über dem Main-Donau-Kanal: | > 6,40 m | |
| Gründung: | Großbohrpfähle DN 120 | |
| Beton: | 3.000 m ³ | |
| Betonstahl: | 355 t | |
| Baustahl: | 850 t | |
| Gussknoten: | je 16 t | |
| Kosten (brutto): | | |
| Kostenberechnung: | ca. 6.130.000,00 € | |
| Submissionsergebnis: | ca. 6.123.000,00 € | |
| Kostenfeststellung: | Das Submissionsergebnis wird eingehalten. | |
| flächenbezogene Kosten: | ca. 3.000 €/m ² Brückenfläche | |



Bild 21. Bogenschluss

Fig. 21. Assembly of the last arch part

Projektbeteiligte

| | |
|----------------------|--|
| Bauherr: | Stadt Bamberg, Entsorgungs- und Baubetrieb |
| Kostenträger: | Stadt Bamberg Wasserstraßen-Neubauamt Aschaffenburg |
| Entwurfsbearbeitung: | Rieger + Brandt Planungsgesellschaft im Bauwesen mbH, Nürnberg |
| Mitwirkung: | Architekt Dipl.-Ing. R. J. Dietrich, Bergwiesen |

Ausschreibung, technische Bearbeitung,
Bauüberwachung,
Schweißtechnische Überwachung

Koordination n. Baustellv.: Rieger + Brandt Planungsgesellschaft
im Bauwesen mbH, Nürnberg

Bauausführung: Max Bögl GmbH & Co. KG, Neumarkt
Gießerei: Stahlguss Gröditz GmbH, Gröditz
Prüfingenieur: Dr.-Ing. H. Schroeter, Weiden

Literatur

- [1] Zitat aus : Sandkirchweih-Heft 1994 von J. Mertl.
- [2] Comité International pour le Développement et l'Etude de la Construction Tubulaire (CIDECT), Handbücher 1 bis 8 der Reihe: Konstruieren mit Stahlhohlprofilen. Verlag TÜV Rheinland, Köln 1991–2002.
- [3] Teich, S., Graße, W.: Beitrag zur Optimierung von Hängeranschlüssen stählerner Stabbogenbrücken. Stahlbau, 73 (12), 1021 – 1030, 2004.
- [4] Günther, G. H., Hortmanns, M., Schwarzkopf, D., Sedlacek, G., Bohmann, D.: Dauerhafte Ausführung von Hängeranschlüssen an stählernen Bogenbrücken. Stahlbau, 69 (11), 894 – 908, 2000.
- [5] Schütz, K. G.: Wirbelerregte Querschwingungen bei Brücken. Bauingenieur, 67, 137 – 146, 1992.