

3

Beton- und Stahlbetonbau

103. Jahrgang
März 2008
Heft 3
ISSN 0005-9900

Sonderdruck

A 1740



Die neue Traunbrücke in Siegsdorf

Maximilian Fuchs
Thomas Dannhorn

Maximilian Fuchs
Thomas Dannhorn

Die neue Traunbrücke in Siegsdorf

Entwurf und Konstruktion einer vorgespannten integralen Zweifeldbrücke

Im Zuge der Neugestaltung des zentralen innerörtlichen Verkehrsknotens in Siegsdorf/Oberbayern wurde die alte Brücke über die Weiße Traun durch einen Neubau ersetzt. Aufgrund der komplexen Randbedingungen aus verkehrlichen und wasserwirtschaftlichen Vorgaben wurde ein innovatives Tragwerkskonzept für das Brückenbauwerk erforderlich. Nach einer umfangreichen Entwurfsphase mit Grenzfallbetrachtungen und einer Optimierung der Bauteilabmessungen kam eine vorgespannte integrale Zweifeldbrücke mit Plattenquerschnitt und starker einseitiger Aufweitung als technisch und wirtschaftlich sinnvolle sowie gestalterisch sehr ansprechende Lösung zur Ausführung.

1 Einführung

Der im Ortszentrum von Siegsdorf/Oberbayern gelegene Knotenpunkt mehrerer über- und innerörtlicher Straßen wird sowohl durch PKW-Verkehr als auch durch schweren Lieferverkehr zu den ortsansässigen Betrieben stark frequentiert. Darüber hinaus stellt die direkt daran anschließende Brücke aufgrund ihrer zentralen Lage eine wichtige Verbindung für die Fußgänger über die Weiße Traun dar. Bereits 1997 wurden seitens der Gemeinde Siegsdorf im Zuge der Dorfsanierung erste Überlegungen hinsichtlich der Schaffung einer Kreisverkehrsanlage zur Verbesserung der verkehrlichen Situation westlich der Traunbrücke angestellt. Die erhöhten Anforderungen an den Hochwasserschutz sowie die verminderte Tragfähigkeit und der kritische Zustand der bestehenden Brücke (Vierfeldbrücke mit Plattenbalkenquerschnitt, System „Walzträger in

Beton“, Baujahr 1957) gaben den Anstoß zum Beginn der konkreten Planungen für einen Ersatzneubau der Brücke im Jahr 2005. Neben den im Abschn. 2 dieses Beitrags erläuterten verkehrlichen und wasserwirtschaftlichen Randbedingungen führte die städtebauliche Situation – geprägt durch die zentrale Ortslage und die unmittelbare Nähe zum touristisch bedeutsamen Naturkunde- und Mammutmuseum – zu der Forderung einer gestalterisch ansprechenden Lösung für die Gesamtmaßnahme. Im vorliegenden Beitrag wird das neue Brückenbauwerk (Bild 1), das auf Grundlage der verschiedenartigen Randbedingungen entworfen und optimiert wurde, aus statisch-konstruktiver Sicht vorgestellt.

2 Verkehrliche und wasserwirtschaftliche Randbedingungen

2.1 Verkehrliche Situation

Der zentrale Verkehrsknotenpunkt in Siegsdorf war vor der Neugestaltung als vierarmige Kreuzung mit abknickender Vorfahrt ausgebildet. Durch die schlechte Einsicht von Westen kommend, den hohen Schwerverkehrsanteil zu den Lieferzeiten und viele ortsunkundige Touristen war der Kreuzungsbereich durch eine hohe Unfalldichte gekennzeichnet.

Die neue Kreisverkehrsanlage sollte diese Unfallträchtigkeit bei gleichzeitiger gestalterischer Aufwertung des zentralen Knotenpunkts beseitigen. Aufgrund der gegebenen Topographie und der beengten Platzverhältnisse wurde eine teilweise Anordnung des Kreisverkehrs auf der neuen Brücke erforderlich. Neben dieser verkehrlichen Bedingung auf der Westseite des Brückenbauwerks

bestand eine weitere Forderung in einer nur unwesentlichen Anhebung der Fahrbahnoberkante am östlichen Brückenwiderlager, da in diesem Bereich die Brücke direkt an das Museumsgebäude angrenzt. Gleichzeitig wurde aufgrund der innerörtlichen Lage der Brücke die Steigung entlang der Fahrbahnachse begrenzt und somit die maximale Oberkante für den Brückenüberbau festgelegt.

2.2 Wasserwirtschaftliche Forderungen

Das Hochwasser im Sommer 2002 führte im Landkreis Traunstein zu großen Schäden an Dämmen, Straßen, Gebäuden und Brücken. Beispielsweise zerstörte die über die Ufer getretene Weiße Traun die oberstrom von Siegsdorf gelegene Fußgängerbrücke in Eisenärzt. Aufgrund dessen wurden von Seiten der zuständigen Behörden die zu berücksichtigenden Abflussmengen um 15% erhöht und die Bemessungswasserstände für das HQ 100 angepasst (HQ 100 alt plus 30 cm). Die Forderung für die Freibordhöhen bezogen auf Unterkante Querschnitt liegt für Neubauten bei 100 cm über dem neuen HQ 100. Vorangegangene umfangreiche Strömungsberechnungen des Wasserwirtschaftsamt Traunstein zeigten zudem, dass sich der Hauptabfluss der Weißen Traun aufgrund der Flussbiegung im Bereich des östlichen Widerlagers konzentriert.

Weitere wasserwirtschaftliche Bedingungen bestanden in den Forderungen, dass kein Pfeiler im Hauptabflussbereich angeordnet werden durfte und die neue Brücke eine strömungsoptimierte, glatte Untersicht aufzuweisen hatte. Dies ist in der hohen Verklauungsgefahr begründet,



Bild 1. Neue Traunbrücke in Siegsdorf (Untersicht)



Bild 2. Neue Traunbrücke in Siegsdorf (Ansicht)

da die Weiße Traun als typischer Gebirgsfluss gerade in der Zeit der Schneeschmelze sehr viel Geschiebe und Fracht mit sich führen und im Hochwasserfall zudem sehr schnell ansteigen kann.

3 Konstruktiver Entwurf

3.1 Folgerungen aus den Randbedingungen

Die geforderte Pfeilerfreiheit im Hauptabflussbereich führte für das Tragwerk unter Beachtung der Topographie im Brückenlängsschnitt notwendigerweise zu einer Zweifeldlösung mit unterschiedlichen Feldlängen (ca. 18,80 m und 24,00 m). Da ein gerippter Querschnitt aufgrund der Forderung nach einer glatten Brückenuntersicht nicht möglich war, schieden sowohl Stahl- und Stahlverbundquerschnitte als auch ein Plattenbalkenquerschnitt in Massivbauweise als mögliche Querschnittsformen für den Brückenüberbau aus. Ein Plattenquerschnitt mit in Querrichtung strömungsoptimierter Geometrie war folglich die ideale Querschnittsform, zumal sich damit eine einseitige Aufweitung im Bereich des Kreisverkehrs am westlichen Widerlager am besten realisieren ließ.

Durch die genannten verkehrlichen Randbedingungen ergaben sich verbindliche Vorgaben für die Höhenkoten zur Anbindung des Brückenbauwerks an die ostseitig bestehende und an die auf der westlichen Seite neue geschaffene Infrastruktur. Dies zusammen mit den geforderten Freibordhöhen und der Begrenzung der Längsneigung stellte die Grenzbedingung für die Festlegung von Überbauhöhe und -verlauf dar. Bei den gegebenen Feldlängen und den

geringen möglichen Querschnittsbauhöhen war die Aufgabe nur durch eine Einspannung des Überbaus in die Widerlager und den Mittelpfeiler, d. h. mit Hilfe einer integralen Konstruktion, in Verbindung mit einer Vorspannung des Überbaus zu lösen. Die Besonderheiten der integralen Bauweise sowie die Komplexität der aufgeführten geometrischen Randbedingungen führten im Rahmen der Entwurfsplanung zu einem mehrstufigen Optimierungsprozess hinsichtlich der Bauwerksabmessungen und der Querschnittsgeometrie.

3.2 Integrales Tragwerkskonzept

Infolge der sich ergebenden Interaktionen zwischen dem Brückenüberbau, den Unterbauten und dem Baugrund sind beim Entwurf, der Berechnung und der Konstruktion integraler Bauwerke – d. h. Bauwerke ohne Lager und Fugen, deren Einzelbauteile monolithisch miteinander verbunden sind – eine Reihe von Randbedingungen zu beachten, die zwingend eine Betrachtung des Gesamtsystems erfordern, um eine technisch einwandfreie und wirtschaftlich nachhaltige Konstruktion zu erhalten. Bei integralen Bauwerken sollte die Gründung zum einen setzungsarm und damit möglichst steif ausgebildet sein, zum anderen aber zur Beherrschung der Zwangschnittgrößen eine ausreichende Nachgiebigkeit aufweisen. Insbesondere die Beschreibung der Baugrundsteifigkeiten ist zur wirklichkeitsnahen Erfassung des Bauwerks unter Zwangsbeanspruchung von entscheidender Bedeutung. Dies kann mit einer Grenzfallbetrachtung unter Zuhilfenahme oberer und unterer Grenzwerte des bei

einer Pfahlgründung entscheidenden horizontalen Bettungsmoduls gelöst werden [1]. Die Bestimmung des Bettungsmoduls sollte dabei nicht zwingend linear in Abhängigkeit vom Steifemodul E_S des anstehenden Bodens erfolgen, sondern auf Basis des durch Verdrehung und Verschiebung der Gründung tatsächlich aktivierten Erdwiderstands ermittelt werden. Dies kann beispielsweise nach Berger et al. [2] geschehen.

Aufgrund der statischen Unbestimmtheit integraler Bauwerke ergeben sich einerseits Umlagerungsmöglichkeiten für die Schnittgrößen im Tragwerk, die in Hinblick auf die Gestaltung und die Robustheit positiv zu bewerten sind. Andererseits führt die statische Unbestimmtheit auch zu Zwangsbeanspruchungen, die beim Entwurf und der Bemessung berücksichtigt werden müssen [3].

Ein wesentlicher Aspekt von integralen Brücken, der auch im vorliegenden Fall von maßgeblicher Bedeutung ist, ist eine mögliche geringe Bauhöhe in Feldmitte im Vergleich zu einem gelenkig gelagerten System. Häufig wird als statisches System ein Rahmen mit einer Einspannung des Überbaus in die Widerlagerwände und Pfeiler verwendet. Dabei gilt: je steifer die Rahmenstiele ausgebildet sind, desto kleiner wird das Riegelmoment im Feld. Soll der Überbau aufgrund der zu überspannenden Stützweite vorgespannt werden, so ist zu berücksichtigen, dass die Vorspannung im Überbau sehr stark von den Steifigkeitsverhältnissen im Bauwerk abhängig ist. Beim Vorspannen gegen (annähernd) starre Widerlager würden sich die Spannkkräfte nicht oder nur teilweise auf den vorzuspannenden Überbau auswirken. Sofern die

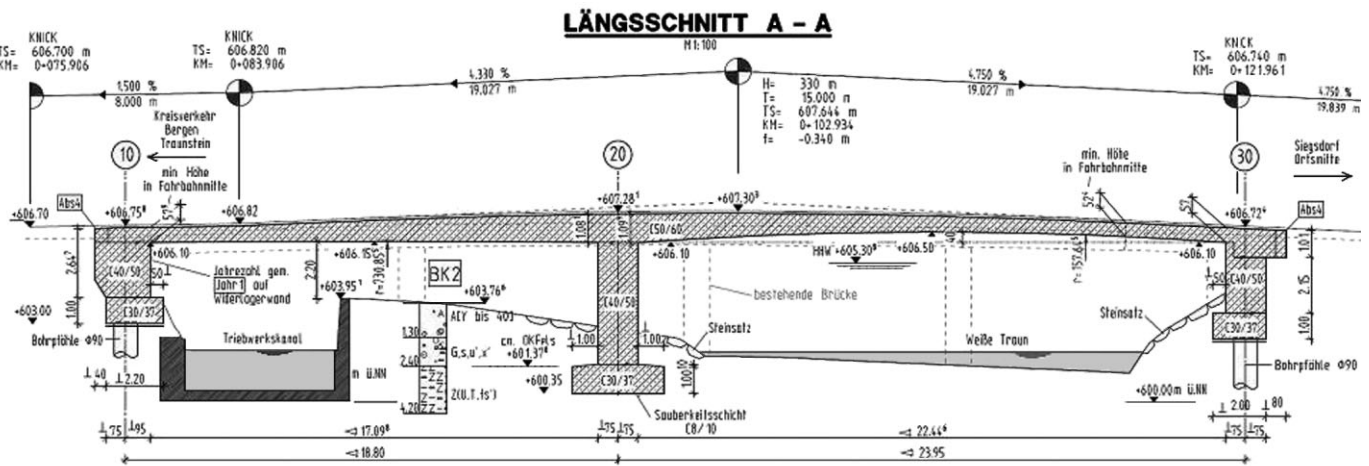


Bild 3. Längsschnitt der neuen Traunbrücke in Siegsdorf

Rahmenstiele nicht für die Aufnahme der Vorspannkkräfte ausgelegt sind, ist mit erheblicher Rissbildung zu rechnen. Darüber hinaus müssen bei der Berechnung der Rahmenstiele die Beanspruchungen aus den zeitabhängigen Verformungen durch Kriechen und Schwinden des Überbaus berücksichtigt werden [4].

Bei Entwurf und Konstruktion vorgespannter integraler Brücken ist daher auf die Steifigkeitsverhältnisse Rahmenriegel zu Rahmenstiel besonderes Augenmerk zu legen. Aufgrund der erforderlichen Berücksichtigung der Bauwerk-Baugrund-Interaktion betrifft dies insbesondere die Ausgestaltung der Gründungsbauteile. Eine entsprechende Optimierung des Tragwerks auf Grundlage der jeweiligen Randbedingungen und Erfordernisse ist folglich unerlässlich.

3.3 Optimierung des Tragwerks

Auf Basis der Erfahrungen des entwerfenden Ingenieurbüros aus vorangegangenen Projekten mit vorgespannten integralen Brücken [5] wurde das Tragwerk der neuen Traunbrücke hinsichtlich der Bauteilabmessungen optimiert. Dies betrifft zum einen die im Abschn. 3.2 erläuterte Grenzfallbetrachtung hinsichtlich der Steifigkeit und der Verformungsfähigkeit der Gründung. Im Rahmen der Entwurfsplanung wurde zur Beherrschung der Zwangsschnittgrößen eine in horizontaler Richtung vergleichsweise weiche Gründung gewählt. Dies wurde durch den Einsatz von Einzelpfählen (keine überschnittene Bohrpfahlwand) mit einem Durchmesser von 90 cm auf beiden Widerlagerseiten erreicht. Am Pfeiler

wurde eine Flachgründung geplant. Zum anderen wurden die Querschnittsabmessungen unter Beachtung aller Randbedingungen in Abhängigkeit vom Trag- und Verformungsverhalten des Gesamtsystems optimiert. Dies betrifft im Wesentlichen die Bauhöhen des Überbaus im Feldbereich sowie an den Anschnitten zu den Widerlagern und dem Mittelpfeiler. Die Haupteinspannwirkung des Rahmensystems und damit die größte Querschnittshöhe sollte zum Pfeiler hin wirken, um am östlichen Widerlager den Raum für den Hauptabfluss der Weißen Traun möglichst groß zu halten. Um in Hinblick auf die Erfüllung der Freibordforderungen diese integrale Lösung realisieren zu können, wurden vom Bauherrn im Einvernehmen mit dem Wasserwirtschaftsamt Traunstein die geforderten Freibordhöhen für die neue Traunbrücke im Vergleich zu den in Abschn. 2.2 genannten Werten folgendermaßen modifiziert:

- 80 cm an den Anschnitten von Pfeiler und Widerlager und
- 120 cm im Feld Ost (Hauptabfluss).

Als Ergebnis der Optimierungsaufgabe wurde ein strömungsgünstiger Querschnitt gefunden, der mit seiner minimalen Bauhöhe von 52 cm in Fahrbahnmitte eine sehr schlanke und gestalterisch ansprechende Ansicht in Längs- und Querrichtung ergibt. Die optische Schlankheit des Tragwerks, dessen Fahrbahnoberkante am höchsten Punkt lediglich 60 cm über der des alten vierfeldrigen Bauwerks liegt, trägt in Brückenlängsrichtung ca. 1/46 (Bilder 2 und 3).

Dieser Querschnitt, der in den Bildern 4 und 5 in zwei Schnitten dargestellt ist, ließ sich neben der Einspannung in Widerlager und Pfeiler nur durch die Verwendung von Beton hoher Festigkeit (Überbau C50/60) und den Einsatz großer Vorspannkkräfte verwirklichen.

4 Bemessung, Konstruktion und Detailausbildung

4.1 Umsetzung des Entwurfs

Die Bemessung und Konstruktion der neuen Traunbrücke in Siegsdorf erfolgte gemäß den Regelwerken DIN Fachbericht 101 [6] und 102 [7]. Im Rahmen der vom auftragnehmenden Bauunternehmen beauftragten Ausführungsplanung wurde der Entwurf dahingehend verändert, dass der Mittelpfeiler anstelle einer Flachgründung nun ebenfalls auf Großbohrpfählen tief gegründet wurde. Ursache hierfür ist die baubetriebliche Möglichkeit der Anfahrt eines Pfahlbohrgeräts im Bereich des Mittelpfeilers zwischen der Weißen Traun und dem Triebkanal. Auswirkungen auf das integrale Tragwerkskonzept hatte diese Modifikation nicht; die Verdrehungs- und Verformungsfähigkeit der Tiefgründung entspricht annähernd der im Rahmen der Entwurfsplanung vorgesehenen Flachgründung. Die Querschnittsabmessungen konnten somit entsprechend der Entwurfsplanung umgesetzt werden.

4.2 Tragverhalten und Vorspannkzept

Infolge der großen Aufweitung an der westlichen Widerlagerseite ergeben sich erhebliche geometrische Zwänge, die das Tragverhalten beeinflus-

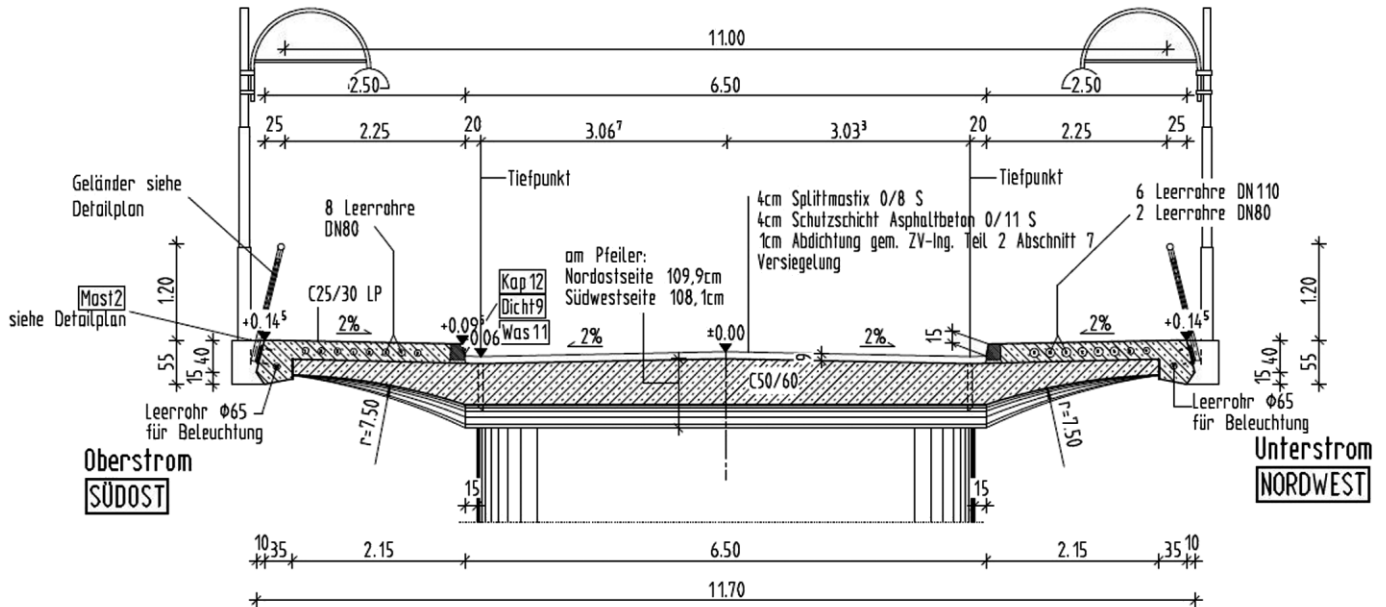


Bild 4. Optimierter Stützquerschnitt im Pfeilerbereich

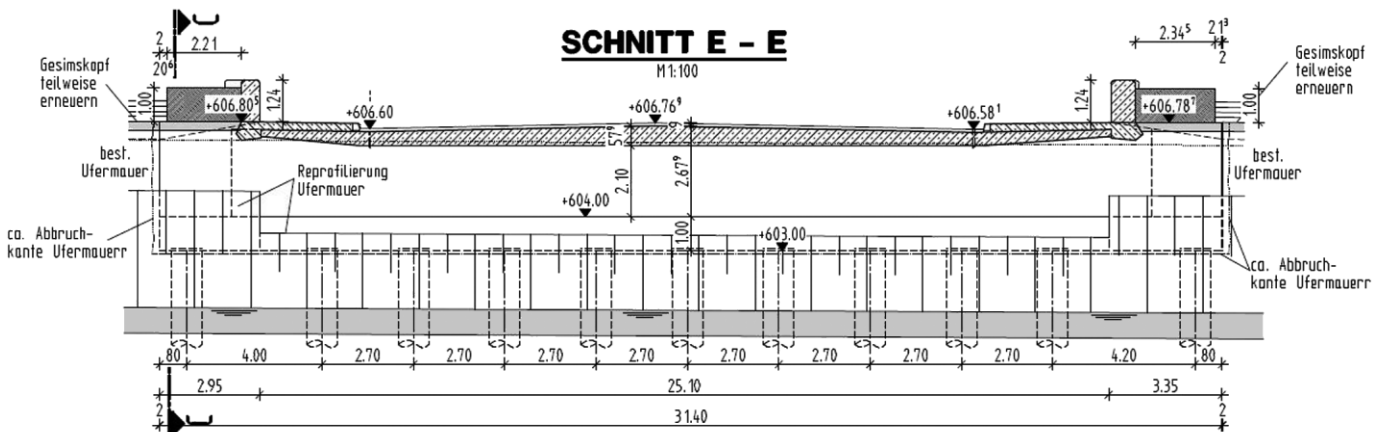


Bild 5. Optimierter Querschnitt im Bereich der Aufweitung am westlichen Widerlager

sen. Die Brücke weitet sich im Grundriss von ca. 11 m im östlichen Hauptfeld auf ca. 25 m an der Auflagerlinie um ca. 130% auf. Dies hat erheblichen Einfluss auf den Verlauf der Biegemomente in der Fahrbahnplatte, der mit Hilfe einer einfachen Handrechnung und Tabellenwerken nicht mehr wirklichkeitsnah erfasst werden kann. Aufgrund dessen kam zur Vergleichsberechnung im Rahmen der baustatischen Prüfung eine räumliche Betrachtung mithilfe der FE-Methode zum Einsatz (Bild 6). Insbesondere muss die geometrische Aufweitung bei der Bemessung und Konstruktion der Vorspannung Berücksichtigung finden. Als Vorspannart wurde Vorspannung mit nachträglichem Verbund gewählt. Aufgrund der im Grundriss gekrümmten Lage der Spannglieder, die in Bild 7

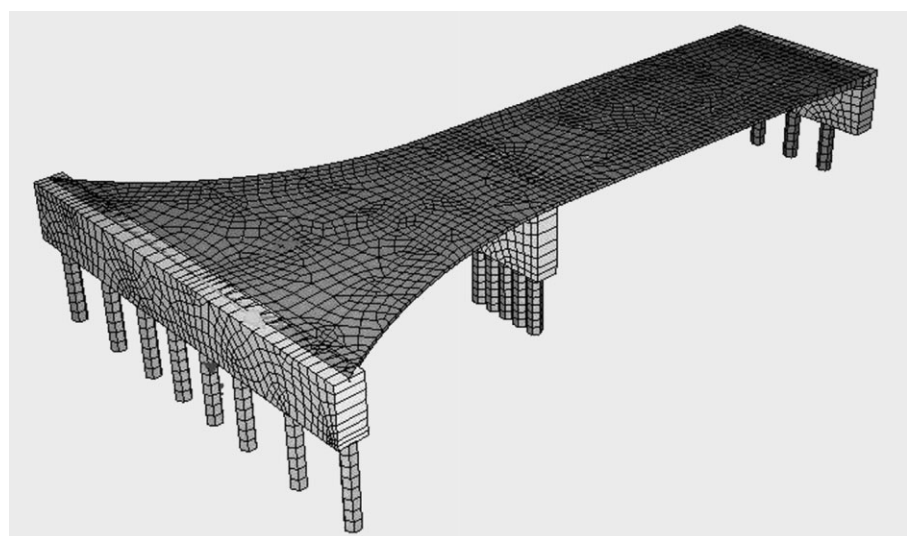


Bild 6. Finites-Element-Modell der Traunbrücke

zu erkennen ist, entstehen im Bereich der Krümmung große abtreibende Umlenkkkräfte in Querrichtung, die

durch schlaffe Bewehrung aufgenommen werden müssen (gewählt: $\varnothing 20/10$ oben und unten; Bild 8).



Bild 7. Bewehrungsarbeiten in der Draufsicht



Bild 8. Querbewehrung im Bereich der Aufweitung

Aufgrund der geringen Bauhöhe konnten durch einen im Aufriss parabelförmig geführten Spanngliedverlauf nur geringe Vorspannmomente $M_{p,dir}$ (statisch bestimmter Anteil) erzeugt werden. Um dennoch die günstige Wirkung der Vorspannung nutzen zu können, musste diese mit einem vergleichsweise großen zentrischen Anteil von $\sigma_{cp} = 9,1$ MPa (bezogen auf eine in Querrichtung gemittelte Querschnittshöhe von 50 cm im Feldbereich) ausgeführt werden. Durch die in horizontaler Brückenlängsrichtung weichen Widerlagergründungen kann diese Drucknormalkraft im Überbau auch wirksam werden, ohne dass aufgrund steifer Rahmenstiele ein zu großer Anteil der Vorspannkraft in den Baugrund abwandert (vgl. Abschn. 3.2). Im Rahmen der Ausführungsplanung wurden insgesamt 20 SUSPA 6–15 Litzenspannglieder mit jeweils $P_{m0} = 2869$ MPa gewählt, von denen 16 Stück über die gesamte Bauwerkslänge durchlaufen und an den Enden verankert werden. Vier Spannglieder verlaufen nur im westlichen, aufgeweiteten Feld und werden östlich vom Pfeiler verankert (Bild 7).

4.3 Spanngliederverankerung

Bedingt durch die großen Vorspannkraftkräfte musste eine Vielzahl von Spanngliedern auf relativ engem Raum im Bereich des östlichen Widerlagers verankert werden. Aufgrund der geringen Überbauhöhe in diesem Bereich von nur 57 cm wäre eine Verankerung übereinander nur

schwer möglich gewesen. Zudem musste die massive Schlaffstahlbewehrung aus der Widerlagerwand (Ø28/15 zweilagig) zur Aufnahme des Rahmeneckmoments mit ausreichender Übergreifungslänge in den Überbau geführt werden und kreuzt damit die Spannbewehrung. Daher wurde – wie unter anderem in [8] beschrieben – die Verankerung der Spannglieder aus dem Bereich der Rahmenecke herausgezogen. Somit konnte die schlaffe Stielbewehrung zwischen den Spanngliedern hindurchgefädelt werden und die Spannglieder in einem „Rucksack“ hinter der eigentlichen Rahmenecke verankert werden (Bilder 9 und 10). Die Dauerhaftigkeit der Spanngliederverankerungen (Ankerköpfe) wurde durch eine im Anschluss an das Aufbringen der Vorspannkraft und Verpressen der Hüllrohre betonierte Abschlusschürze sichergestellt.

5 Fazit

Die neue Brücke über die Weiße Traun in Siegsdorf wurde in nur zehnmonatiger Bauzeit realisiert. Um das Risiko eines Hochwassers während der Bauzeit zu minimieren, wurde die Brückenbaumaßnahme in die Wintermonate gelegt. Als Vorwegmaßnahme zum Brückenbau wurde im November 2006 eine Behelfsbrücke errichtet, die während der Bauzeit den Fußgänger- und Radverkehr sowie einen einspurigen Autoverkehr über die Weiße Traun aufrechterhielt. Im Zuge der Erneuerung der Traunbrücke erfolgte im direkten Nachlauf

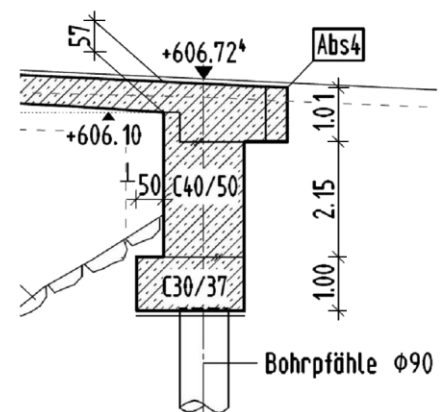


Bild 9. Rahmenecke mit „Rucksack“ zur Verankerung der Spannglieder

die Ausführung der neuen Kreisverkehrsanlage, so dass die gesamte Anlage im September 2007 dem Bauherrn und der Gemeinde Siegsdorf zur Nutzung übergeben werden konnte (Bild 11, Tabelle 1). Durch den Verzicht auf Lager und Übergangskonstruktionen infolge der monolithischen Verbindung der Brückenüber- und -unterbauten konnte neben der Erfüllung der komplexen Randbedingungen eine wartungs- und erhaltungsfreundliche Brückenkonstruktion erreicht werden. Im innerörtlichen Bereich bringt der Verzicht auf Übergangskonstruktionen aufgrund der wesentlich geringeren Schallemissionen bei der Überfahrt durch Kraftfahrzeuge zudem Vorteile für die Anwohner.

Bei geeigneten Randbedingungen insbesondere hinsichtlich der für die Boden-Bauwerk-Interaktion des

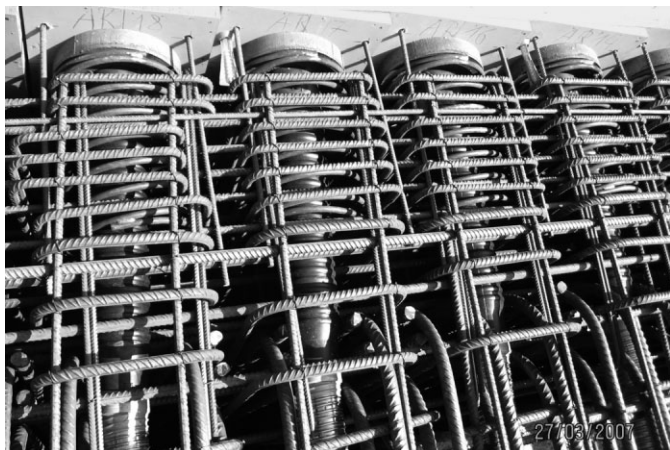


Bild 10. Verankerung der Spannglieder vor dem Betonieren



Bild 11. Kreisverkehrsanlage mit neuer Traunbrücke in Siegsdorf

Tabelle 1. Projektbeteiligte

Bauherr	Landkreis Traunstein in Verbindung mit der Gemeinde Siegsdorf
Entwurf & Bauleitung	Haumann & Fuchs Ingenieurgesellschaft, Traunstein
Ausführungsplanung	Diplomingenieur Höllige & Wind, Anger
Bauausführung	Max Aicher Bau GmbH & Co. KG, Freilassing
Baustatische Prüfung	Dr.-Ing. Walthari P. Fuchs, Traunstein



Bild 12. Fertiggestellte Brücke mit montiertem Geländer

Gesamtsystems entscheidenden Bau- und Gründungsverhältnisse bieten vorgespannte integrale Lösungen eine gute Alternative zu gelenkig gelagerten Brücken. Die neue Traunbrücke in Siegsdorf zeigt, dass sich durch das integrale Tragwerkskonzept eine gestalterisch anspruchsvol-

le, technisch sinnvolle und wirtschaftlich nachhaltige Konstruktion erzielen lässt.

Literatur

[1] Schiefer, S., Fuchs, M., Brandt, B., Maggauer, G. und Egerer, A.: Besonderheiten beim Entwurf semi-integraler Spannbetonbrücken. Beton- und Stahlbetonbau 101, Heft 10, S. 790–802, Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 2006.

[2] Berger, D., Graubner, C.-A., Pelke, E. und Zink, M.: Besonderheiten bei Entwurf und Bemessung integraler Betonbrücken. Beton- und Stahlbetonbau 99, Heft 4, Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 2004.

[3] Pötzl, M., Schlaich, J. und Schäfer, K.: Grundlagen für den Entwurf, die Berechnung und konstruktive Durchbildung lager- und fugenloser Brücken. Schriftenreihe Deutscher Ausschuss für Stahlbeton (DAfStb), Heft 461, Beuth Verlag, Berlin, 1996.

[4] Holst, K. H. und Holst, R.: Brücken aus Stahl- und Spannbeton – Entwurf, Konstruktion und Berechnung. 5. Auflage, Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 2004.

[5] Fuchs, W., Fuchs, M., Danzl, V. und Dannhorn, T.: Vorgespannte integrale

Brücken – Erfahrungen aus der Praxis. Tagungsband Münchner Massivbau Seminar 2007 und Vortrag im Rahmen des Münchner Massivbau Kolloquiums am 04. Juni 2007, TU München.

[6] DIN Fachbericht 101: Einwirkungen auf Brücken. DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, Berlin, 2003.

[7] DIN Fachbericht 102: Betonbrücken. DIN Deutsches Institut für Normung e.V., Beuth Verlag, Berlin, 2003.

[8] Bechert, H.: Massivbrücken. Betonkalender 1991, Teil II, S. 635–745, Verlag Ernst & Sohn, Berlin, 1991.



Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing. Maximilian Fuchs
mfuchs@haumann-fuchs.de



Dipl.-Ing. Thomas Dannhorn
dannhorn@haumann-fuchs.de

Haumann & Fuchs Ingenieurgesellschaft mbH
Sonntagshornstraße 4
83278 Traunstein