Verbundbrücke Vorderrhein bei Sedrun

Autor(en): **Stampf, Walter / Gemperle, Christof**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

Band (Jahr): **107 (1989)**

Heft 9

PDF erstellt am: **28.03.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-77061

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Verbundbrücke Vorderrhein bei Sedrun

Bei Sedrun wurde eine neue, 121 m lange Strassenbrücke über den Vorderrhein erstellt. Anstelle eines Sprengwerkes wurde aus Kostengründen eine Stahlverbundbrücke mit drei Feldern ins Auge gefasst. Die Geländetopographie im Baustellenbereich erforderte das Einschieben der Stahlkonstruktion als Montagevorgang, was in fünf Wochen durchgezogen wurde. Um die grossen Deformationen beim Einschiebevorgang zu korrigieren, wurden unkonventionelle Einschiebegerüstungen eingesetzt.

Projektierung

Der Vorderrhein bildet im Querschnitt der neuen Verbindungsstrasse Sedrun–Cavorgia einen rund 50 m tiefen, V-förmigen Einschnitt, den eine Brücke von 121 m Länge überspannt. Die Idee eines Sprengwerks als neues Brückentragwerk erschien aufgrund günstiger Spannweiten sowie seiner ästhetischen Wirkung nicht unbegründet. Allerdings wurde das Tragwerk in vorgespanntem Beton vorgesehen, wobei erhebliche Leergerüstkosten voraussehbar waren. Dass letztere gemäss Offerten der Unternehmer jedoch gleich hoch wären wie die Kosten für die gesamte Brücke, wurde nicht vermutet. Da die Leergerüstkosten so ins Gewicht fielen, wurden wir gezwungen, innert kürzester Frist ein neues Brückenprojekt zur Ausschreibung vorzulegen, in diesem Fall in konsequenter Weise ohne Leergerüst.

VON WALTER STAMPF, CHUR, UND CHRISTOPH GEMPERLE, WINTERTHUR

Das ausgeführte Projekt bildet heute eine durchlaufende Stahlverbundbrükke mit drei Feldern von 40, 50 und 31 m Spannweite. Im Querschnitt besteht die Brücke aus zwei Blechträgern von je 2 m Konstruktionshöhe in Stahl Fe 510, ausgesteift mit fachwerkartigen Querscheiben im Abstand von rund 7 m. Die alles überdeckende Stahlbetonplatte von 6 m Breite und 20 cm Konstruktionshöhe besteht aus frostsicherem Beton BH PC 350 und wirkt durch Stahldübel in vollem Verbund mit den Stahlträgern.

Das Eigengewicht der gesamten Konstruktion abzüglich Belag, Randträger und Trottoir wird einzig durch die Stahlträger übernommen.

Der Oberbau ist an den beiden sehr schlanken, hohen und weichen Zwischenpfeilern aus Stahlbeton gelenkig angeschlossen. Die ganze Brücke wird beim Widerlager Seite Cavorgia durch feste Lager in Längsrichtung gehalten.



Bild 1. Ansicht der Baustelle

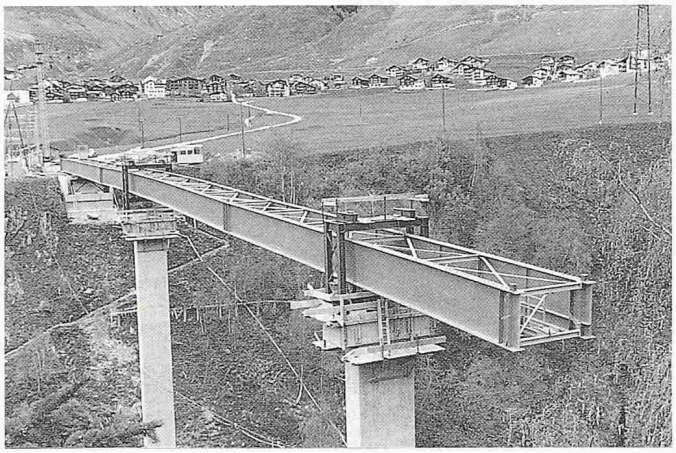


Bild 2. Blick gegen den Vormontageplatz Seite Sedrun

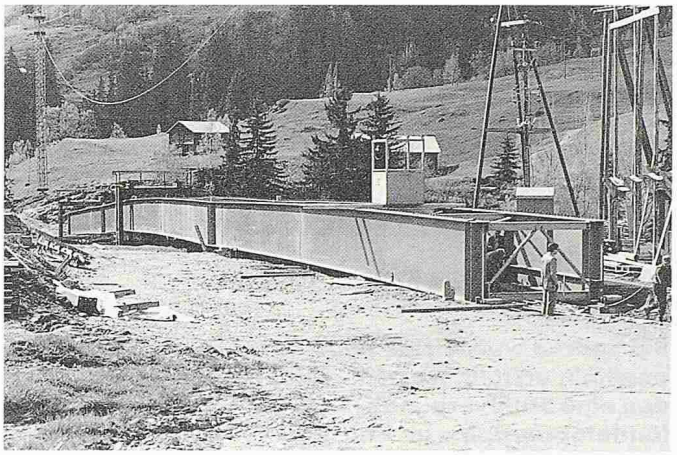


Bild 4. Klar erkennbar: Überhöhungen und Durchbiegungen

Die beiden Pfeiler wurden mit einer Kletterschalung ausgeführt und sind 45 bzw. 35 m hoch, mit einem Querschnitt von 3×1,50 m. Wegen Steinschlaggefahr wurde ab Fundament bis rund 8 m Höhe je ein verbreiterter Pfeilerschaft hochgezogen. Für die Abmessungen und den Armierungsgrad der Pfeiler waren verschiedene Belastungen des Montagezustandes massgebend. Es ist ein typischer Fall von Biegung 2. Ordnung.

Wie bei durchlaufenden Verbundträgern üblich, sind den Zugspannungen in der Betonplatte über den beiden Mittelstützen sowie dem zwangsweise verhinderten Schwinden der kontinuierlichen Betonplatte besondere Beachtung zu schenken. Um Querrisse in der Betonplatte in den Stützenbereichen möglichst klein, d.h. unter 0,4 mm, zu halten, wurden im Gebrauchszustand die Zugspannungen in der Längsarmierung eingeschränkt. Bezogen auf den gerissenen Totalquerschnitt erreichten diese Spannungen aus Verbundwirkung und Schwinden max. σ_a = 15 kN/cm². Im weiteren wurde der Abstand und der Durchmesser der Längsarmierung genügend klein gehalten. In der Ausführung wurde die Betonüberdeckung immer wieder genau kontrolliert.

Zur Abdichtung wurde über der ganzen Betonplatte eine qualitativ hochstehende, vollverklebte, kunststoffmodifizierte Bitumenbahn aufgebracht.

Stahlkonstruktion

Das Haupttragelement, die geschweissten Blechträger von 2 m Höhe, weisen die im Verbundbau übliche asymmetrische Materialverteilung auf. Der Untergurt hat eine maximale Abmessung von 650×30 mm, der Obergurt eine solche von 400×20 mm. Das Stegblech ist entsprechend der Querkraft abgestuft und variiert zwischen 12 bis 16 mm.

Die Träger wurden in der Werkstatt mit leistungsfähigen Schweissautomaten zu 21 m langen Transportstücken zusammengeschweisst und montagegerecht ausgearbeitet. Die Querscheiben, als Fachwerke so ausgebildet, dass ein Dienststeg durchgeführt werden konnte, wurden ebenfalls zu einer Transport- und Montageeinheit in der Werkstatt zusammengeschweisst und für die Verschraubung mit den Hauptträgern vorbereitet.

Zur Sicherstellung einer hohen Qualität wurden verschiedene ausgiebige Kontrollen durchgeführt. Vom Stahlhersteller wurden Werkzeugnisse für die Materiallieferungen verlangt. Die Schweissnähte wurden nach einem exakten Prüfplan eingehend mit Ultraschall- und Röntgenaufnahmen geprüft. Die aufgeschweissten Kopfbolzen wurden mittels Hammerschlag und Rückbiegeversuch kontrolliert. Sämtliche Resultate wurden schriftlich protokolliert und der Bauherrschaft zur Verfügung gestellt.

Um ein unerwünschtes Anrosten der Stahlkonstruktion während dem Transport und der Montage zu verhindern, wurde in der Werkstatt ein Grundanstrich aufgebracht. Die Abmessungen der Querscheiben erlaubten es, diese feuerverzinkt auszuführen. Da der Anstrich einen wesentlichen Beitrag zur Qualitätssicherung und damit zur Lebensdauer der Stahlkonstruktion beiträgt, wurden auch in diesem Bereich ausführliche Kontrollen bezüglich Reinigungsgrad, Haftung und Schichtstärken durchgeführt.

Der Transport der Hauptträger erfolgte mit der Bahn, mit Umlad in Landquart von SBB auf RhB. Allein der Transport vom Bahnhof Sedrun zur Baustelle zeigte, welche Probleme beim Strassentransport durch die engen Dörfer und Kurven im Vorderrheintal beim damaligen Strassenausbau zu erwarten gewesen wären.

Montage

Die Topographie des Geländes im unmittelbaren Bereich der Baustelle drängte das Einschieben als Montagevorgang für die Stahlkonstruktion auf. Einerseits konnten in der tiefen Schlucht keine Hebemittel sinnvoll eingesetzt werden, anderseits bot sich das Gelände auf der Seite Sedrun geradezu als Vormontageplatz an.

Beim Einschiebeverfahren werden die spezifischen Eigenschaften des Stahls optimal genutzt. Einerseits weist die Konstruktion ein geringes Eigengewicht auf, anderseits zeigt sie zu jeder Zeit die erforderliche hohe Festigkeit. Zudem erlaubt die hohe Flexibilität beim Zusammenbau ein kurzfristiges Anpassen an die örtlichen Gegebenheiten. So mussten beispielsweise die Hauptträgerteile beidseitig eines Kabelkranmastes zusammengestellt werden. Der Einbau der Querscheiben konnte somit erst nach einer gewissen Schiebephase erfolgen.

Da es der Vormontageplatz nicht erlaubte, die ganze Brücke zusammenzustellen, musste phasenweise vorgegangen werden. In einer ersten Phase wurden drei Transportlängen zu 21 m zusammengesetzt und anschliessend vorgeschoben, bis die freie Kraglänge 25 m betrug. In einer zweiten Phase wurden weitere 21 m angesetzt und anschliessend die erste Spannweite von 40 m fertig eingeschoben. Danach wurden wieder 21 m eingesetzt und soweit vorgeschoben, dass auch die letzten Trägerteile montiert werden konnten. Zuletzt wurde die ganze Konstruktion vorgeschoben, bis das Widerlager Cavorgia erreicht war.

Wie bereits in der Werkstatt wurden auch während der Montage eingehende Kontrollen zur Sicherung der Qualitätsanforderungen durchgeführt. Obwohl grösstenteils bei Regen und



Bild 3. Betonpfeiler mit aufgebauten Hilfskonstruktionen

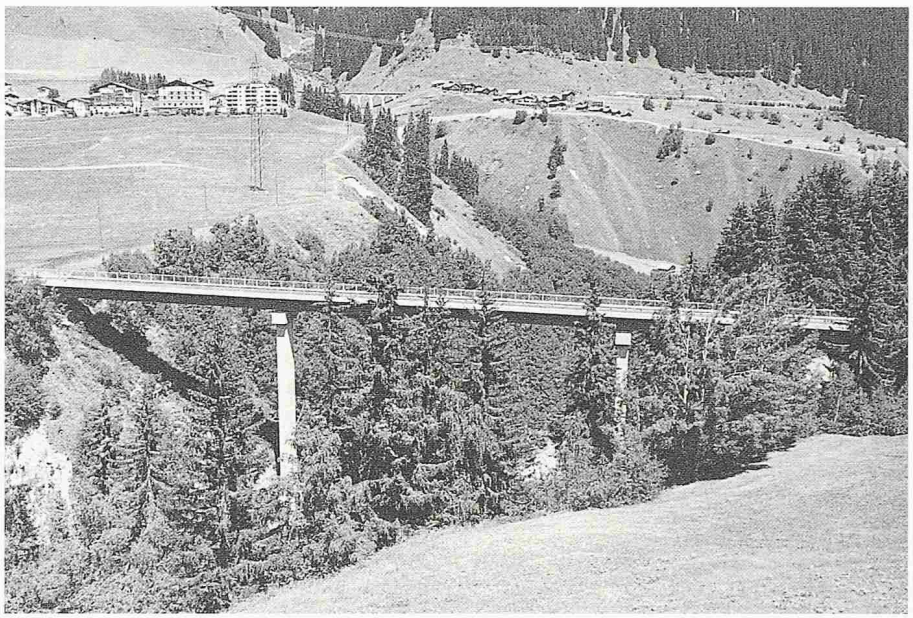


Bild 5. Ansicht der fertiggestellten Brücke

Schneefall geschweisst werden musste, waren sämtliche Schweissnahtkontrollen gut.

Beim Einschiebevorgang stellt sich sowohl ein Festigkeitsproblem, das für die Dimensionierung der Stahlträger massgebend werden kann, als auch ein Deformationsproblem. Die Festigkeit konnte mit geringfügigen Änderungen gegenüber dem Projekt nachgewiesen werden, die Deformationen erforderten spezielle Einschiebegerüstungen. Bei der freien Auskragung der mittleren Spannweite von 50 m wies der Stahlträger eine Durchbiegung von rund 1,15 m auf. Diese Durchbiegungen mussten über jedem Pfeiler korrigiert werden, um einerseits die Einschiebeneigung dem endgültigen Längsgefälle anzupassen und um anderseits die Schiebekraft in Längsrichtung zu beschränken. Die dazu notwendigen Auflagerkonstruktionen für die Einschieberollen wurden so konzipiert, dass während des Einschiebevorganges die Höhe der Rollen verändert werden konnte. Gleichzeitig erlaubten diese aber auch, nach Abschluss des Einschiebens die gesamte Brücke aufzuhängen. Dies hatte den Vorteil, dass nun von der Brückenunterseite sämtliche Arbeiten für die definitive Lagerung ausgeführt werden konnten. Insbesondere mussten am Trägerunterflansch die Lagerkränze für die Neopren-Topflager angeschweisst werden. Nach Abschluss dieser Vorbereitungsarbeiten konnte die gesamte Brücke mittels Hängestangen auf die endgültige Lage abgesenkt werden.

Materialaufwand

Beton:	210 m³
Schalung:	1000 m²
Armierung:	40 t
Konstruktionsstahl:	125 t

Das geringe Konstruktionsgewicht und die Wahl des Einschiebegefälles erlaubten es, mit einer einfachen Zug- und Bremskonstruktion die Brücke manuell einzuschieben. Nach kurzem Zugmanöver zur Überwindung des Anfahrwiderstandes beschränkten sich die Einschiebearbeiten auf ein Lösen der Bremsvorrichtung, da die Konstruktion durch die Gravitation ihre eigene Schiebekraft entwickelte.

Die gesamte Montagedauer betrug 5 Wochen, wovon 1 Woche auf die Vorbereitungsarbeiten entfiel. Das Einschieben der letzten 60 m dauerte 4½ Stunden.

Da beim Zusammenbau der Haupt- und Querträger auf der Seite Sedrun gleichzeitig auch der Laufsteg eingebaut wurde, konnte dieser nach Beendigung des Einschiebevorganges für weitere Arbeiten benutzt werden.

Nach Abschluss der Stahlbaumontage stand ein leistungsfähiges Traggerüst für alle folgenden Arbeiten zur Verfügung. Das Erstellen der Fahrbahnplatte wäre unter dieser Voraussetzung auf verschiedene Arten möglich gewesen. Die Stahlträger wären ebenso in der Lage gewesen, einen Schalungswagen zu tragen wie auch die Lasten aus dem Vorkopfeinbau von Fertigelementen.

Bei dieser Brückenlänge schied ein Schalwagen aus wirtschaftlichen Überlegungen aus, und dem Einbau mit Fertigelementen wurde aus qualitativen Gründen das komplette Einschalen vorgezogen. Aber auch bei diesem Verfahren diente die Stahlkonstruktion als Leergerüst für die Schalung, mit dem Vorteil, dass das Leergerüst nicht abgebaut werden musste, sondern zugleich Bestandteil der Haupttragkonstruktion blieb. Diese Konstruktionsweise erlaubt es auch, wenn die bekannten Tausalz-Probleme an Fahrbahnplatten auftreten, eine Sanierung respektive den vollständigen Ersatz derselben ohne zusätzliche Abstützungen und Verstärkungen durchzuführen.

Da beim Einschiebevorgang, beim Schalen, Betonieren und Ausschalen der Grundanstrich örtlich mechanisch verletzt wurde, mussten diese Stellen ausgebessert werden. Zur Erhöhung der Schutzfunktion und zur harmonischen Anpassung des Objektes an die Umgebung wurde ein weiterer Anstrich mit entsprechender Farbwahl aufgebracht. Der Inspektionssteg erlaubt es, jederzeit den Zustand des Oberflächenschutzes an der Innenseite der Stahlträger zu kontrollieren und allenfalls auszubessern.

Dieses Objekt überzeugt durch seine Einfachheit und die Art, wie die Vorteile der Verbundbauweise genutzt wurden. Es erlaubt eine ständige Kontrolle der Haupttragelemente und bietet die Möglichkeit, allfällige Alterungserscheinungen problemlos auszubessern.

Adressen der Verfasser: *W. Stampf*, dipl. Bauing. ETH, Alt-Brückeningenieur des Kt. Graubünden, Belmontstrasse 9, 7000 Chur, und *Ch. Gemperle*, dipl. Bauing. ETH, Geilinger AG, Winterthur, Scheideggstrasse 30, 8401 Winterthur.