

# Neubau Obere Limmatbrücke Wettingen der SBB

Autor(en): **Gut, Hans / Graf, Ernst**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizer Ingenieur und Architekt**

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

Heft 9

PDF erstellt am: **24.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-77060>

## **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.

# Neubau Obere Limmatbrücke Wettingen der SBB

**Während der vergangenen zwei Jahre ist auf der SBB-Strecke Zürich-Baden über die Limmat bei Wettingen eine neue Stahlverbundbrücke errichtet worden. Sie ersetzt zwei einspurige Fachwerkbrücken aus dem Jahre 1911 mit noch offener Fahrbahn. Pfeiler und Widerlager aus früherer Zeit konnten weitgehend übernommen werden.**

## Zur Vorgeschichte

Die Obere Limmatbrücke bei Wettingen wurde im Jahre 1875 von der ehemaligen Nordostbahn gebaut. Der

VON HANS GUT UND  
ERNST GRAF,  
ZÜRICH UND DÖTTINGEN

Überbau war als engmaschiger eiserner Gitterträger über zwei Zwischenpfeiler konstruiert. Bereits im Jahre 1911 ersetzte die frühere «Fabrik für Eisenkonstruktionen Zürich», Löhle & Kern, diesen Limmatübergang durch einen Neubau, wiederum eine Fachwerkbrücke, jedoch mit einfachem Strebenzug. Pfeiler und Widerlager blieben praktisch unverändert erhalten. Im Bereich des Fahrbahnrostes der

Längs- und Querträger zeigten sich infolge konstruktiver Mängel immer schwerwiegendere Schäden, so dass eine Sanierung unumgänglich wurde. Als Entscheidungsgrundlage wurden verschiedene Vorprojekte mit Kostenschätzungen erarbeitet. Mit der gewählten Neubaulösung ist damit auch das Lärmproblem der offenen Fahrbahn gelöst worden (Bild 1).

## Das Projekt

### Konzept

Wir haben uns bei der Projektierung zum Ziel gesetzt, gemäss Empfehlung im Stahlbauhandbuch 1 [1], eine einfache und konsequente Verbundkonstruktion zu realisieren und dies im Rahmen einer alles umfassenden sorg-

fältigen Qualitätssicherung. Dieses Konzept der Verbundkonstruktion führte zu folgenden Merkmalen:

□ Für den *Stahlbauteile* eine zweckmässige Fertigungsvorgabe für alle Arbeitsstufen. Als Stichworte: Einsatz des mechanisierten Schweissens, wenig Gurtabstufungen (bei den heutigen Materialpreisen wirtschaftlich), bearbeitungsfreundliche, d.h. keine minimalen Blechstärken im Steg, Minimierung des Schweissvolumens und bezüglich Zugänglichkeit gut schweisssbare Querschnitte, usw.

□ Wahl von *Ortsbeton* für den Fahrbahntrog mit konstruktiven Massnahmen zur Erleichterung der Schalarbeiten: z.B. konstante Gurtbreite, entsprechende Gestaltung der Verbände.

□ Gleichmässig verteilte *Bolzendübel* als Vollverdübelung mit plastischer Bemessung, Teilung und Bewehrungssystem aufeinander abgestimmt, keine Unregelmässigkeiten, Querschnittsänderungen beim Stahlträger versetzt.

□ *Vorspannung* mit der systemeigenen Möglichkeit, also druckvorspannen der Fahrbahnplatte durch Anheben der Widerlager.

### Qualitätssicherung

Das zweite angestrebte Ziel, die Qualitätssicherung, gehört in einem erweiter-

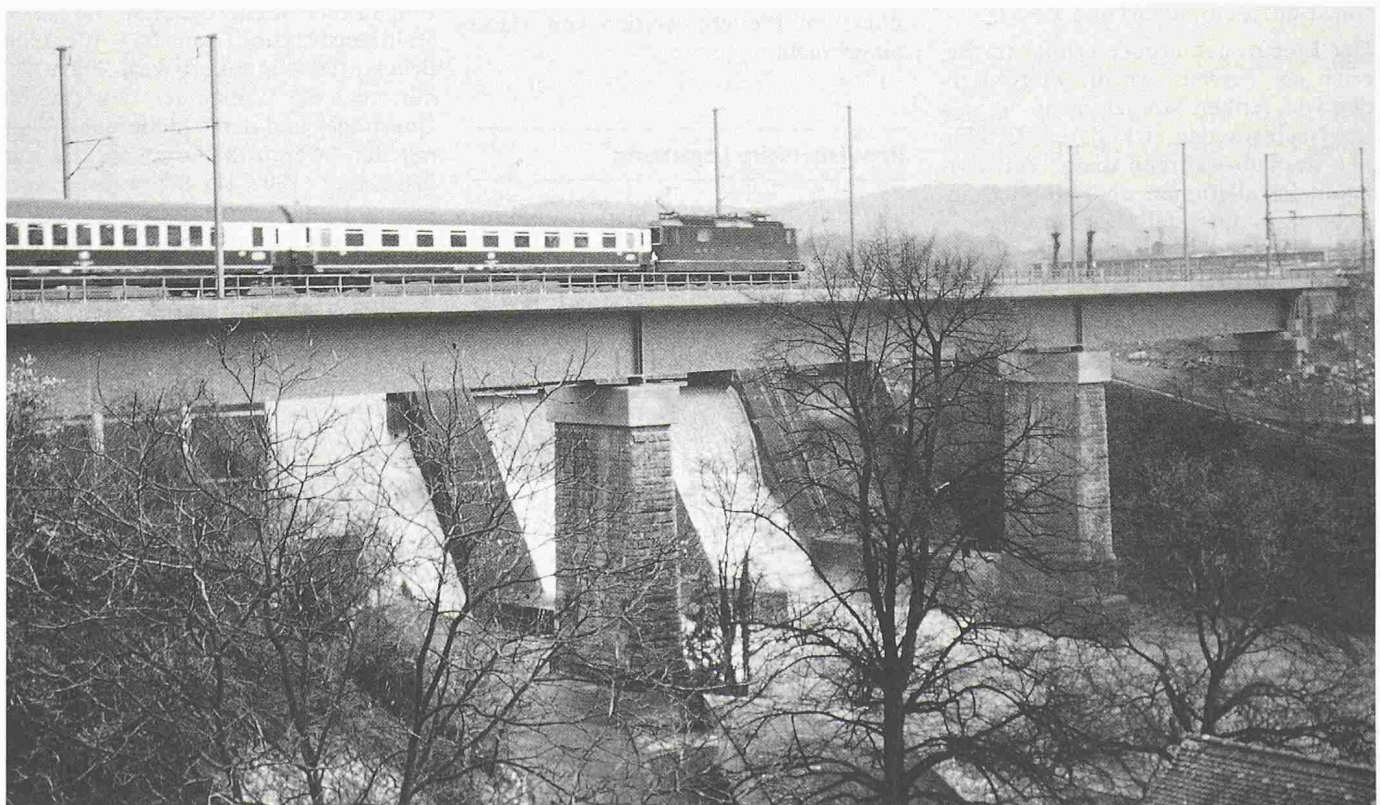


Bild 1. Die fertige Brücke kurz vor Wiederaufnahme des Doppelspurverkehrs im Dezember 1988



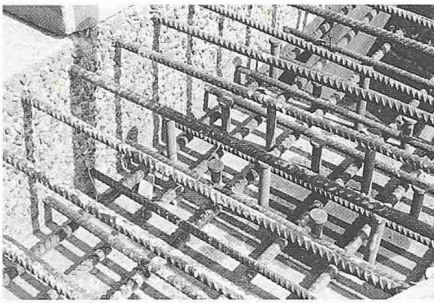


Bild 2. Bewehrungsdetail vom Fahrbahntrög neben einer Arbeitsfuge in Verbindung mit den Kopfbolzendübeln

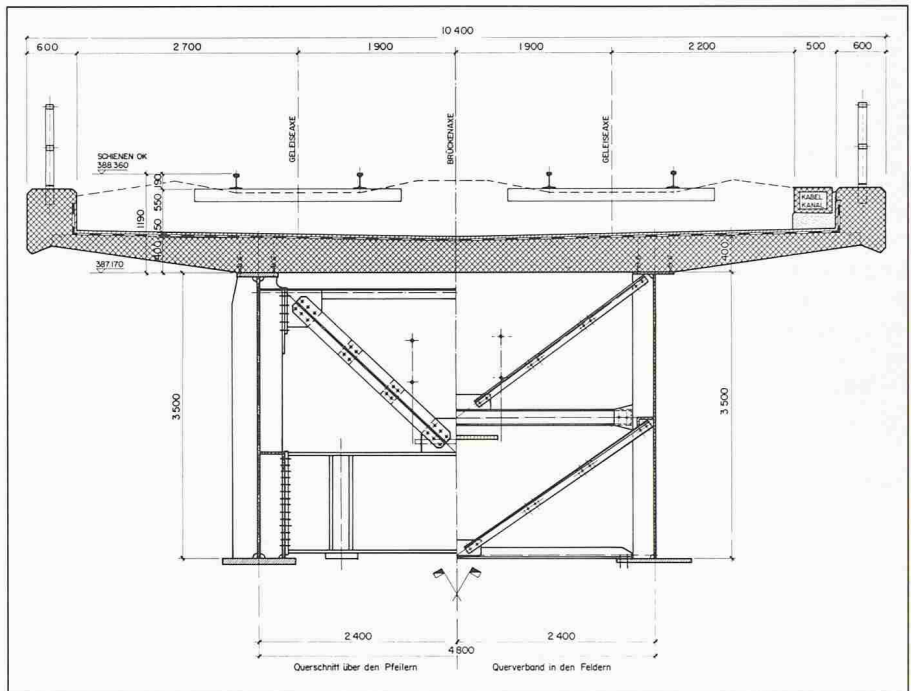


Bild 3. Die Zwischenpfeiler- und Feldquerschnitte

ten Sinne ebenfalls zu einem Projekt. Unter diesem Titel wurden auf der Basis bestehender Normen, Richtlinien und Empfehlungen den Unternehmungen präzise Anforderungen in Form von Spezifikationen, zusammengefasst nach Sachgebieten, vorgegeben:

- Grundwerkstoff - Gütevorschriften, Prüfungen, Abnahmen
- Fertigung, Schweißen, Qualitätskontrolle
- Geschraubte Verbindungen
- Oberflächenschutz
- Beton - Vorversuche, Prüfprogramm, Aufsicht und Abnahmen.

Beim Hersteller der Stahlkonstruktion bildeten diese Spezifikationen den Rahmen für die objektbezogene Tätigkeit der eigenen Qualitätssicherungsorganisation. In diesem Fall verfügte die federführende Hauptunternehmung über das SQS-Zertifikat Stufe A der Schweiz. Vereinigung für Qualitätssicherungszertifikate.

### Statik

Trotz der vorhandenen Möglichkeiten einer räumlichen Modellierung wurde die Konstruktion getrennt berechnet: Der eigentliche Hauptträger mit Stahlquerschnitt bzw. Verbundquerschnitt als Stabwerk und der Fahrbahntrög als Platte. Basis war in beiden Fällen das Programm Flash 3. Entsprechende Spannungsüberlagerungen ergaben die erforderlichen Nachweise. Dieses Vorgehen erscheint uns für einen Verbundträger einfacher, vor allem überblickbarer und für die Kontrollen besser geeignet. Die Schräge der Brücke, bedingt durch die vorhandene Widerlager- und Pfeilerstellung, von 18° blieb unberücksichtigt.

Für die Hauptträger ergab sich folgender Ablauf:

1. Ermittlung der Schnittkräfte aufgrund der Querschnittswerte des Bauprojektes für insgesamt 14 Schnitte ab Widerlager bis inklusive Mittelfeld mit grafischer Auswertung.
2. Feindimensionierung, Zwischenschalten weiterer Schnitte, Schnittkräfte dazu aus der vorhandenen Grafik.
3. Festlegung der konstruktiven Abgrenzungen, Versetzen der Querschnittssprünge von Gurtungen und Steg.

Eine Neuberechnung der Schnittkräfte anhand der Ausführungsquerschnitte erfolgte nicht mehr.

Die Grenzwerte für die Nachweise wurden tabellarisch von Hand durch Aufsummieren der einzelnen Einflüsse durchgeführt. Als Begründung dazu: Bessere Übersicht mit den einzelnen Sicherheitsfaktoren, n-Werten, belastende und entlastende Wirkungen und vor allem zuverlässigere Kontrollmöglichkeiten.

Der entsprechende Ablauf bei der Platte gliedert sich in:

1. Ermittlung der Schnittkräfte aus der Belastung auf die Platte mittels eines Plattenabschnittes im Ausmass von 30 m Länge und symmetrischer Maschenteilung und Belastungsanordnung bezüglich der Mittelachse. Die Auflage auf die Stahlträger ist durch steife Federn modelliert.
2. Überlagerung dieser Beanspruchungen mit den entsprechenden Spannungen aus der Verbundwirkung in Handarbeit.

3. Festlegen der Bewehrung und Nachweis der Gebrauchsfähigkeit mit Rissbreitenbeschränkung.

4. Torsionsberechnung bei eingleisiger Verkehrslast mittels der Veröffentlichung Resinger aus dem Stahlbau 1957 [2] ebenfalls als Handberechnung. Einbezug auch dieser Einflüsse in die Gesamtbetrachtung der Platte mit den entsprechenden Nachweisen.

Ein wichtiger Gebrauchsfähigkeitsnachweis betraf die Rissbreitenbeschränkung in der Fahrbahnplatte. Das Resultat ist eine engmaschige Bewehrung mit einer 12,5 cm Teilung in beiden Richtungen. (Bild 2) Die Nachweise wurden anhand der Veröffentlichung der Ruhruniversität Bochum [3] erarbeitet.

Neben der statischen Arbeit mit dem Neubau ergaben sich noch eine ganze Reihe Berechnungen im Zusammenhang mit dem Bauvorgang, den Hilfskonstruktionen und den Beanspruchungen der alten Brücke.

### Konstruktion:

Bild 3 zeigt die Querschnitte des ausgeführten Projektes. Die parallelgurtigen, vollständig geschweissten Hauptträger weisen Gurtungen von 840 bzw. 520 mm Breite auf, mit Stärken zwischen 20 und 67 mm; der Steg variiert zwischen 17 und 30 mm. Als Grundwerkstoff wurde Feinkornbaustahl StE 355 gemäss DIN 17 102 gewählt. Als SBB-Regelquerschnitt ausgeführt bildet die Fahrbahnplatte den Schottertrög für die Geleise; die Plattenstärke liegt zwischen 20 und 40 cm. Die Schlaffbewehrung



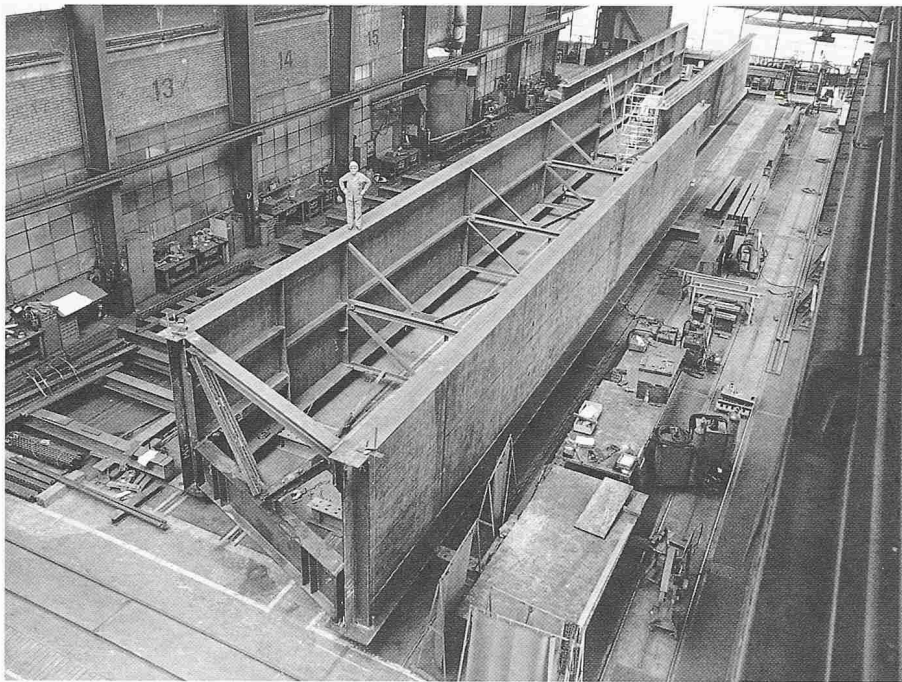


Bild 4. Vormontage im Werk

rung besteht aus normalem Stahl III, diese wird nur in den hochgezogenen Trogrändern durch eine lokale Vorspannung ergänzt, um in diesen exponierten Bereichen eine Rissebildung möglichst zu verhindern. Durch Anheben der Konstruktion bei den Widerlagern um 30 cm wird eine Drucklängsvorspannung der Platte erzeugt, die dann die anfängliche Vorspannung in den Trogrändern ausser Kraft setzt. Als Betongüte war ein PC 300 mit Mindestdruckfestigkeit  $42,5 \text{ N/mm}^2$  vorgeschrieben. Dazu kamen ein Hochleistungsverflüssiger mit 1% und  $20 \text{ kg/m}^3$  Filler, der WZ-Faktor betrug 0,46.

### Zur Ausführung

#### Vormontage im Werk

Um die Geometrie der Stahlkonstruktion der Spezifikation entsprechend einzuhalten, wurden die geschweissten Träger im Werk schussweise vollständig zusammengebaut und die Montagestösse mit HV-Pass-Schrauben versichert (Bild Nr. 4).

#### Transport

Je zwei Hauptträger wurden zwischen SBB-Rollschemel geschraubt und vom



Bild 5. Der Pfeiler auf Seite Wettingen mit fertig installierter Doppelverschubbahn. Abstützung auf Pfeiler und Gerüsturm

Werk Döttingen bis auf die alte Brücke gefahren. Das entsprechende Konzept sowie die Abmessungen und Gewichte der Träger sind aus Bild Nr. 7 ersichtlich.

#### Montage

Bereits in der Vorprojektphase wurde das Montagekonzept in Zusammenarbeit mit den Stahlbauunternehmungen erarbeitet. Durch das Einrichten einer eingleisigen Verkehrsführung konnte der gesamte Zugverkehr ab April 1987 über die unterwasserseitige Brücke geführt werden. Das oberwasserseitige Tragwerk wurde sodann auf Verschubbahnen flussaufwärts verschoben und das Geleise über die Hilfsbrücke mit dem SBB-Netz verbunden. Damit war die Zufahrt für Schienenkranne und Materialtransporte auf die verkehrsfreie, alte Brücke hergestellt. Diese diente in der Folge als Lehrgerüst für die neue Stahlkonstruktion.

Nachdem das neue Tragwerk fertiggestellt war, wurde es auf die insgesamt sechs Verschubbahnen abgestellt. Nun konnte die alte Brücke abgesenkt werden, so dass sie von der neuen Stahlkonstruktion getragen wurde.

Nach dem Abbruch der Fachwerkbrücke wurden ab Frühling 1988 die Betonplatte hergestellt, der Deckanstrich aufgebracht, das unterwasserseitige Geleise verlegt und die Fahrleitungsmaste montiert.

#### Das Einschieben

Es galt, alte und neue Brücke gemeinsam um rund 6 m flussabwärts zu verschieben.

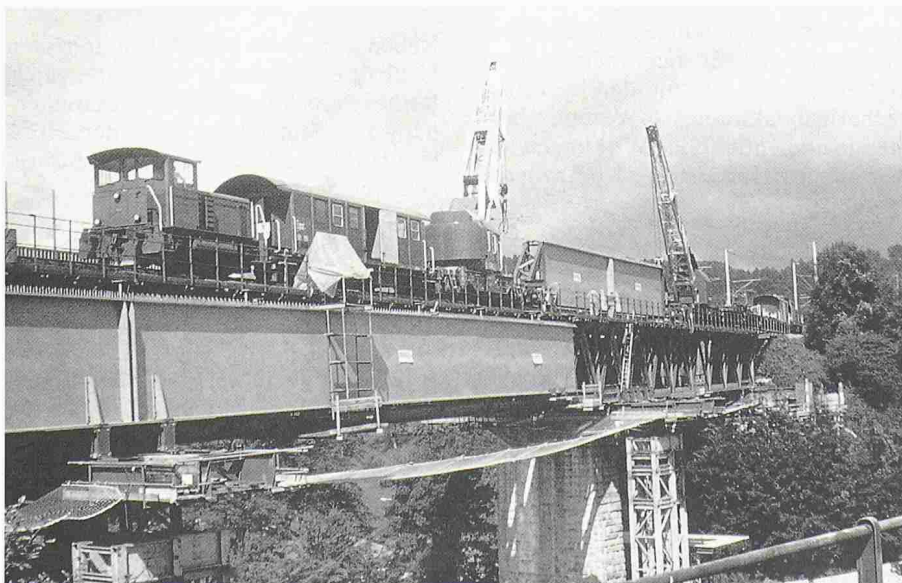


Bild 6. Montagephase der Stahlträger: Bereitgestelltes Trägerpaar, begleitet von zwei Bahnkrangruppen für den Ablad und das seitliche Versetzen neben die alte Brücke

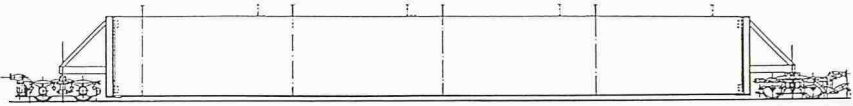


Aus Rücksicht auf die Pfeilerbeanspruchung in Brückenlängsrichtung wurden Inoxbleche und Teflon als Gleitpartner gewählt.

Die Verschubbahnen bei den Pfeilern waren nicht so ausgelegt, dass auf ihnen bis in die Endlage hätte geschoben werden können. Knapp 3 m vor dem Ziel wurde der unterwasserseitige Hauptträger auf je eine in der Pfeilerachse installierte Verschubbahn umgesetzt. Eigens für diesen Einsatz hergestellte, hydraulisch aufpressbare Topflager für 850 t Tragkraft vereinfachten diesen Vorgang auf wenige Handgriffe.

Die rund 4000 t schwere Masse wurde von sechs hydraulischen Stangenhebern bewegt. Der angenommene Gleitreibungswert von 5% wurde ziemlich genau eingehalten. Die initiale Haftreibung, nachdem die Gleitschuhe über ein Jahr unter Last standen, war beinahe doppelt so gross.

Um die Lager in der Nacht des Einschlebens möglichst reibungslos versetzen zu können, wurden vorgängig die unteren Ankerplatten genau eingemessen und untergossen.



|            | Achsstand<br>(Drehzapfen) | Länge<br>über Puffer | Gewicht der<br>Ladung | Achslast | Länge der<br>Ladung |
|------------|---------------------------|----------------------|-----------------------|----------|---------------------|
| Schuss I   | 32,84m                    | 37,59m               | 53,1 to               | 18,5 to  | 28,2 m              |
| Schuss II  | 30,84m                    | 35,59m               | 66,7 to               | 21,8 to  | 26,2 m              |
| Schuss III | 33,24 m                   | 37,99 m              | 62,9 to               | 20,8 to  | 28,6 m              |
| Schuss IV  | 30,84m                    | 35,59m               | 66,7 to               | 21,8 to  | 26,2 m              |
| Schuss V   | 32,84m                    | 37,59 m              | 53,1 to               | 18,5 to  | 28,2 m              |

Bild 7. Transportkonzept mit Abmessungen und Gewichten. Die Trägerunterkante befindet sich 17 cm über den Schienen

Auch die oberen Ankerplatten konnten vorgängig versetzt werden, wobei der Zwischenraum zum Unterflansch der Brücke mit einem Klebemörtel ausgefüllt wurde.

Dies erzeugt eine gleichmässige Übertragung der Auflagerkräfte in die Lager.

Das Umsetzen von den Verschubbahnen auf die Lager erfolgte auf einfache

Weise, weil zumindest bei den Pfeilern über den Gleitschuhen Pressen eingebaut waren, mit denen die Höhenlage der Brücke beliebig verändert werden konnte.

Die neuen Lager wurden mittels massiver Stahlkeile auf die definitive Höhe gebracht. Dieses Keilzwischenpaket diente in der Folge als alleinige Kraftübertragung für die Zeit bis zum Aus-

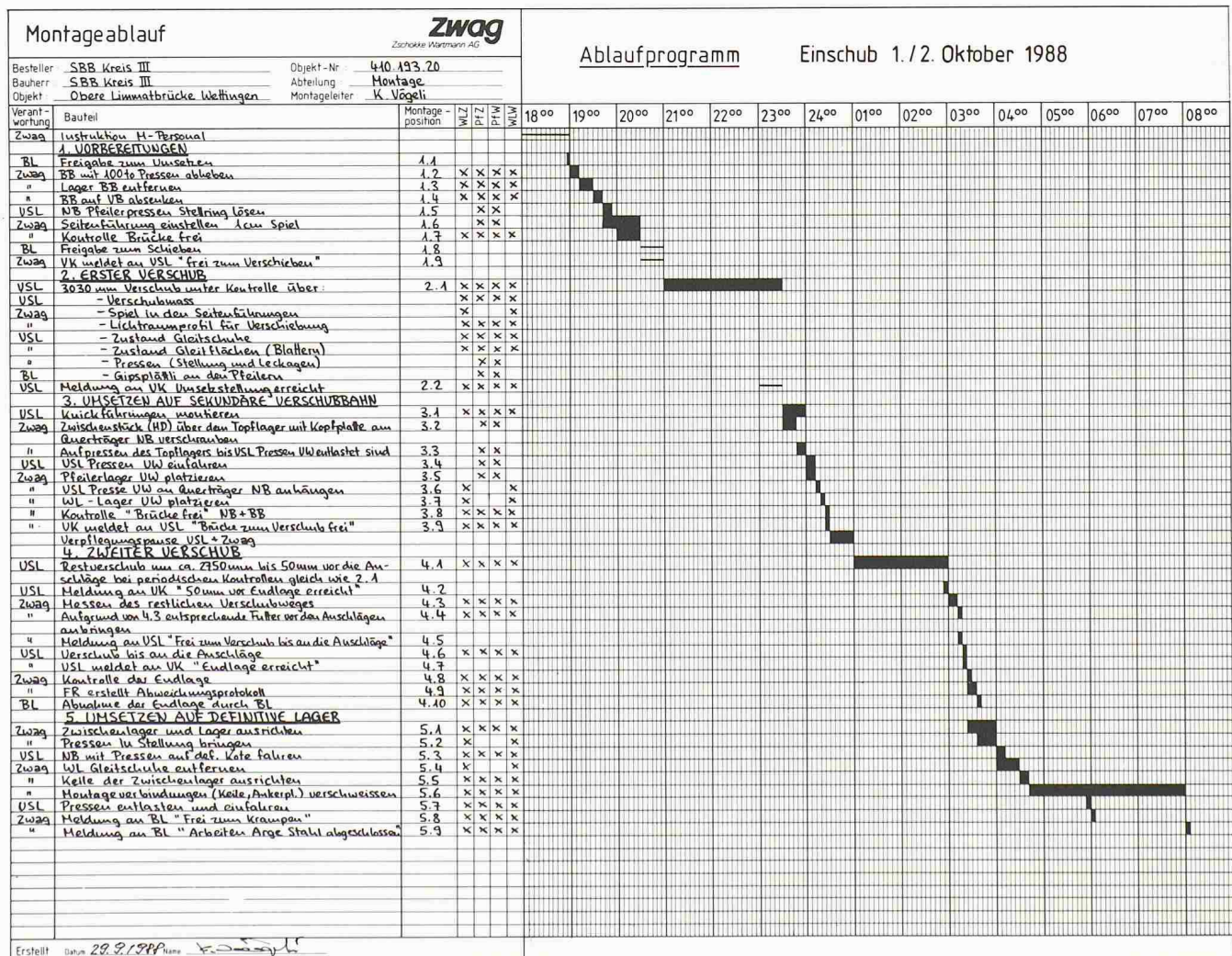


Bild 8. Das Drehbuch für die Nacht des Einschlebens



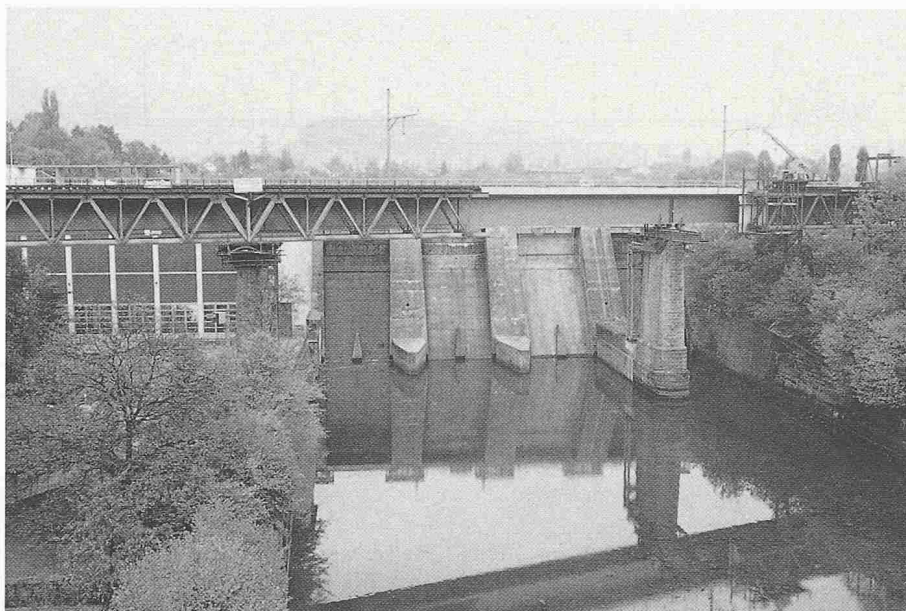


Bild 9. Abbruch der ausgeschobenen Brücke. Sobald der «Schienenkran» bis zum Widerlager abgebaut hat, wird er auf den Kragarm in Bildmitte gezügelt

härten des restlichen noch aufzubringenden Pfeilerkopfbetons.

Das Drehbuch für die Nacht des Einschiebens sah einen Verkehrsunterbruch von 16 Stunden vor. Dermassen lange Betriebsunterbrüche verlangen für den Verkehrsablauf umfangreiche Umdispositionen, die von den SBB von langer Hand in minutiöser Kleinarbeit vorgenommen wurden.

Bild Nr. 8 zeigt die Stahlbauaktivitäten während des Unterbruchs in Form

eines Balkendiagrammes. Dieses Führungsinstrument war für den gesamten Ablauf für alle Beteiligten massgebend.

Nach rund zwei Jahren Bauzeit fuhr am 2. Oktober 1988, um 11.46 Uhr der erste Zug über die neue Brücke.

### Der Abbruch

Die ausgeschobene Brücke und die Verschubbahnen mussten möglichst rasch

### Literatur

- [1] Roik, K.: Verbundkonstruktionen. Stahlbau Handbuch Band 1, S. 627 usw.: Stahlbau-Verlags-GmbH Köln, 1982
- [2] Resinger, F.: Ermittlung der Wölbspannungen an einfachsymmetrischen Profilen nach dem Drillträgerverfahren. Der Stahlbau (1957) H. 11, S. 321-326
- [3] Hanswille, G.: Zur Rissbreitenbeschränkung bei Verbundträgern. Mitteilung Nr. 86-1: Institut für konstruktiven Ingenieurbau Ruhruniversität Bochum, Technisch-wissenschaftliche Mitteilungen

abgebrochen werden, damit die anschliessenden Betonieretappen bei den Pfeilerköpfen und Widerlagern noch bei akzeptablen Temperaturen ausgeführt werden konnten.

Als erstes wurden die Fachwerkstäbe des Innenfeldes in der Mitte der Brückenöffnung mit Schweissbrennern durchgetrennt.

Somit entstand zu beiden Seiten je ein einfacher Balken mit einem einseitig auskragenden Teil von fast 30 m Länge.

Um beim Auftrennen der Brücke keine Schläge zu erzeugen, wurde eine Vorspanneinrichtung hergestellt.

Mit hydraulischen Pressen konnte der Systemwechsel vom Dreifeldträger zu zwei Kragträgern sanft vollzogen werden.

Ein Pneukran, der durch einen kleineren Umbau schienengängig gemacht wurde, entfernte darauf Stück um Stück der alten Brücke vom Kragarmende her bis zum Widerlager. Dazu mussten im Endfeld zum Teil provisorische Abstützungen erstellt und Gegengewichte plaziert werden.

Von der alten Brücke ist heute vor Ort nichts mehr zu sehen. Mehrere genietete Fachwerkknoten wurden jedoch zu Ausstellungszwecken aufbewahrt. Sie sollen an die Brückenbaukunst am Anfang unseres Jahrhunderts erinnern.

Adressen der Verfasser: H. Gut, dipl. Bauing. ETH/SIA, EWI Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Bellerivestrasse 36, Postfach, 8034 Zürich; E. Graf, dipl. Bauing. ETH, ZWAG Zschokke Wartmann AG, 5312 Döttingen.

### Am Bau Beteiligte:

|                         |                                                       |
|-------------------------|-------------------------------------------------------|
| Bauherr:                | Schweizerische Bundesbahnen Kreisdirektion III Zürich |
| Oberbauleitung:         | SBB Bauabteilung Kreis III Sektion Brückenbau         |
| Projekt und Bauleitung: | EWI                                                   |
| Prüfingenieur:          | Elektrowatt Ingenieurunternehmung AG, Zürich          |
|                         | H.R. Hohenweg, Dipl. Ing. ETH/SIA                     |
|                         | Russikon ZH                                           |
| Hauptunternehmer:       | Arbeitsgemeinschaft ZWAG Zschokke                     |
| Stahlbau:               | Wartmann AG, Döttingen                                |
|                         | Meto-Bau AG, Würenlingen                              |
| Tiefbau:                | Jäggi AG, Brugg                                       |
| Korrosionsschutz:       | Straal AG, Mellstorf AG                               |

### Neubau Obere Limmatbrücke in Zahlen

|                                                                  |                    |
|------------------------------------------------------------------|--------------------|
| Länge der Brücke 136,5 m                                         | 41,4-53,7-41,4 m   |
| Höhe der Hauptträger                                             | 3500 mm            |
| Bauhöhe bis OK-Gleis                                             | 4720 mm            |
| Gewicht alte Brücken                                             | 790 t              |
| Stahlgewicht neue Brücke                                         | 351 t              |
| Gewicht der Hilfskonstruktionen wie Verschubbahnen usw.          | 250 t              |
| Kubatur Betontrog                                                | 586 m <sup>3</sup> |
| Bewehrung Betontrog                                              | 135 t              |
| Bauzeit ab Beginn Installationen bis Aufnahme Doppel-spurbetrieb | 20 Monate          |
| Gesamtkosten inkl. bahnsseitiger Anteil                          | Fr. 9,3 Mio.       |
| Einstufung der Brücke gemäss SIA-Norm 161:                       |                    |
| Hauptlinien mit sehr grossem Verkehr.                            |                    |
| Streckenbelastung: 57 000 Bruttotonnen je Gleis und Tag          |                    |