

Eisenbahnbrückenbau am Gotthard: einige Besonderheiten der Unteren Tessinbrücke bei Giornico

Autor(en): **Tschumi, Marcel**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **95 (1977)**

Heft 51/52

PDF erstellt am: **25.04.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-73504>

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.

Eisenbahnbrückenbau am Gotthard

Einige Besonderheiten der Unteren Tessinbrücke bei Giornico

Von Marcel Tschumi, Zollikofen

Die Untere Tessinbrücke bei Giornico ist auf der Gotthard-Südrampe das letzte grosse Brückenobjekt, das im Rahmen des im Jahre 1951 eingeleiteten Erneuerungsprogramms umgebaut worden ist. Auf der Gotthard-Nordrampe ist, nach 1980, noch der Ersatz der eisernen Rohrbachbrücke zwischen Wassen und Göschenen vorgesehen. Es werden dann auf der Bergstrecke zwischen Erstfeld und Biasca alle alten, eisernen Brücken umgebaut sein [1]. Betrachtet man auch die Zufahrten zur Bergstrecke, so müssen in den nächsten Jahren noch folgende eisernen Brücken den heutigen Anforderungen angepasst werden, wobei die zur Zeit im Umbau stehenden Objekte nicht aufgezählt werden:

Eisenbrücken der Gotthardstrecke, die noch den heutigen Anforderungen anzupassen sind

- km 2,940 *Rickenbachbrücke bei Immensee*, einfacher Balken, Fachwerk, 1 = 25 m (2 F)
- km 8,590 *Aabachbrücke bei Goldau*, einfacher Balken, Fachwerk, 1 = 20 m (S) 1 = 24 m (F)
- km 13,755 *Durchfahrt bei Steinen*, einfacher, vollwandiger Balken, 1 = 6,46 m (S) 1 = 11,40 m (F)
- km 18,818 *Muotabrücke zwischen Schwyz und Brunnen*, einfacher Balken, Fachwerk, 1 = 55,10 m (1 S, 1 F)
- km 36,624 *Schächenbachbrücke bei Altdorf*, einfacher Balken, Fachwerk, 1 = 25 m (2 F)
- km 66,904 *Rohrbachbrücke zwischen Wassen und Göschenen*, Stahlbogen, 1 = 60 m (S) 1 = 95,54 m (F)
- km 142,295 *Censo di Claro*, einfacher, vollwandiger Balken, 1 = 13,05 m (F), 1 = 13,31 m (F)
- km 147,934 *Moësabrücke bei Castione-Arbedo*, durchlaufender Fachwerkbalken, 1 = 28,4 m + 32,53 m + 28,4 m (1 F)
- km 154,650 *Morobbiabrücke bei Giubiasco*, einfacher Balken, Fachwerk, 1 = 30 m (2 S)
- km 181,200 *Tassinobrücke bei Lugano*, Stahlbogen, 1 = 40 m (2 S)
- km 191,901 *Sovagliabrücke bei Maroggia-Melano*, einfacher, vollwandiger Balken, 1 = 15,6 m (2 F)

S = einspurige Brücke in Schweisseisen, Verstärkungen in Flusseisen
F = einspurige Brücke in Flusseisen, Nieten in Schweisseisen

Die Untere Tessinbrücke wurde im Jahre 1882 als einspuriges Bauwerk erstellt und 1890 beim Doppelspurausbau durch eine zweite, einspurige Brücke ergänzt. Diese *Fachwerk-*

brücken wurden als *Parallelträger* ausgebildet und hatten Spannweiten von 15, 45, 45 und 15 m (Bild 1). Die kleinen Felder hatten eine Trägerhöhe von 2,6 m, die grossen eine solche von 4,0 m. Sie wurden damals für eine Nutzlast von 4,8 t/m beziehungsweise 5,8 t/m bemessen, während die heute vorkommenden Lasten bereits den Wert von 7,2 t/m erreichen, bei aussergewöhnlichen Transporten auch mehr [2]. Die erste Brücke wurde 1896 zum ersten Mal, im Jahre 1918 anlässlich der Elektrifikation zum zweiten Mal verstärkt. Die zweite Brücke erfuhr um 1919 eine umfangreiche Verstärkung. Die in den heute gültigen Normen (Norm SIA 160, Art. 3a) enthaltenen zwei 8 achsigen Fahrzeuge ergeben eine Nutzlast von 10,2 t/m. Zusätzlich muss berücksichtigt werden, dass der zur Zeit geltende Stossbeiwert in Funktion der Spannweite wesentlich grösser ist als jener, der z.B. in der Eidg. Brückenverordnung von 1892 festgehalten ist, dies als Folge der Zunahme der Verkehrsgeschwindigkeiten. Ferner ist zu erwähnen, dass die Zugdichte sowie die Auslastung der Züge im Verlauf der Zeit stark zugenommen hat, was am Beispiel der in den letzten Jahren transportierten Bruttotonnen (rollendes Zugsgewicht ohne Triebfahrzeuge) für die Gotthardbergstrecke kurz illustriert sei:

1950	12,3 Mio Bruttotonnen
1960	25,8 Mio Bruttotonnen
1970	37,3 Mio Bruttotonnen
1972	38,2 Mio Bruttotonnen (Max)

Es sei noch erwähnt, dass die Leistungskapazität der Bergstrecke etwa 40 bis 42 Mio Bruttotonnen beträgt.

Projektwahl

Für die Untere Tessinbrücke bei Giornico wurden in den Jahren 1972/73 durch die Sektion Brückenbau der Generaldirektion SBB verschiedene *Umbauvarianten* studiert. Anhand der Resultate wurden zwei Projekte, eines in *Spannbeton* und eines in *Verbundbauweise* bis zum Sommer 1974 submissionsreif ausgearbeitet und öffentlich ausgeschrieben. Dies geschah zu einer Zeit, da die Grundpreise für Stahl äusserst hoch waren, so dass das Ergebnis *zugunsten der Spannbetonvariante* ausfiel.



Bild 1. Die alte Fachwerkbrücke

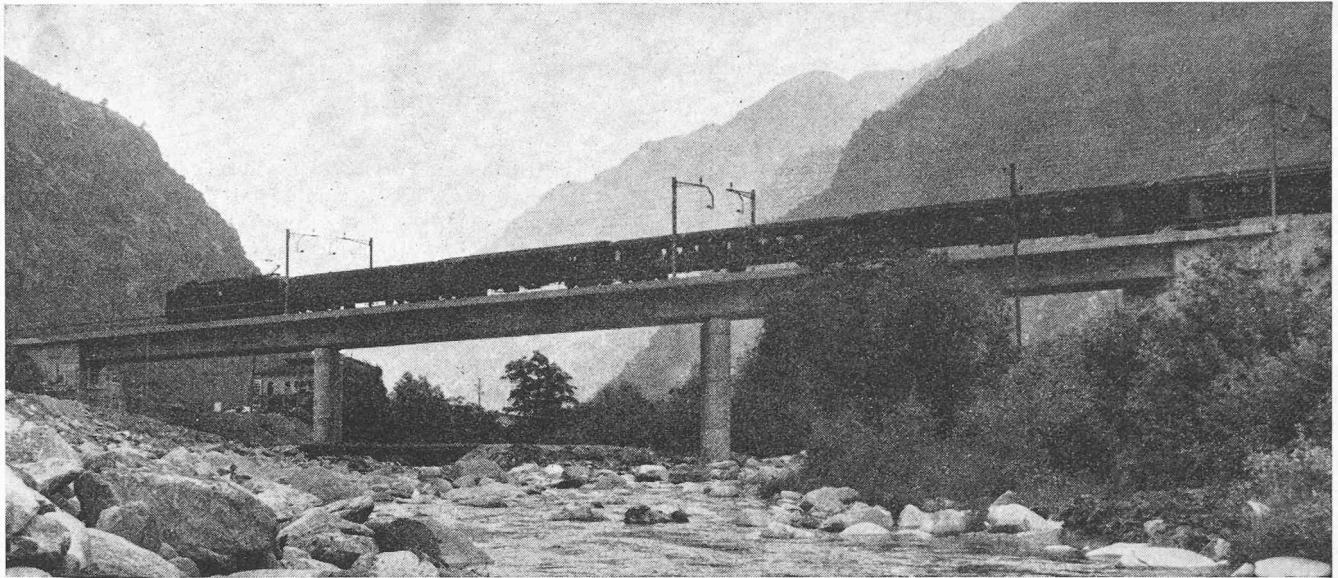


Bild 2. Ansicht der neuen Brücke in Spannbeton

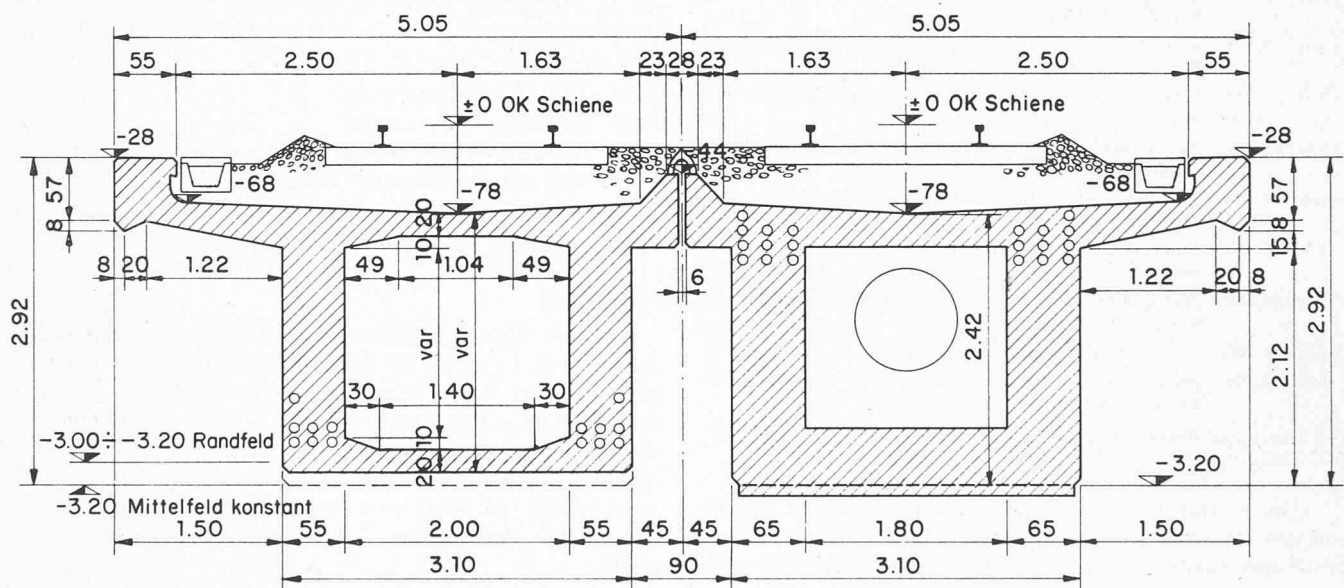


Bild 4. Querschnitt der neuen Brücke

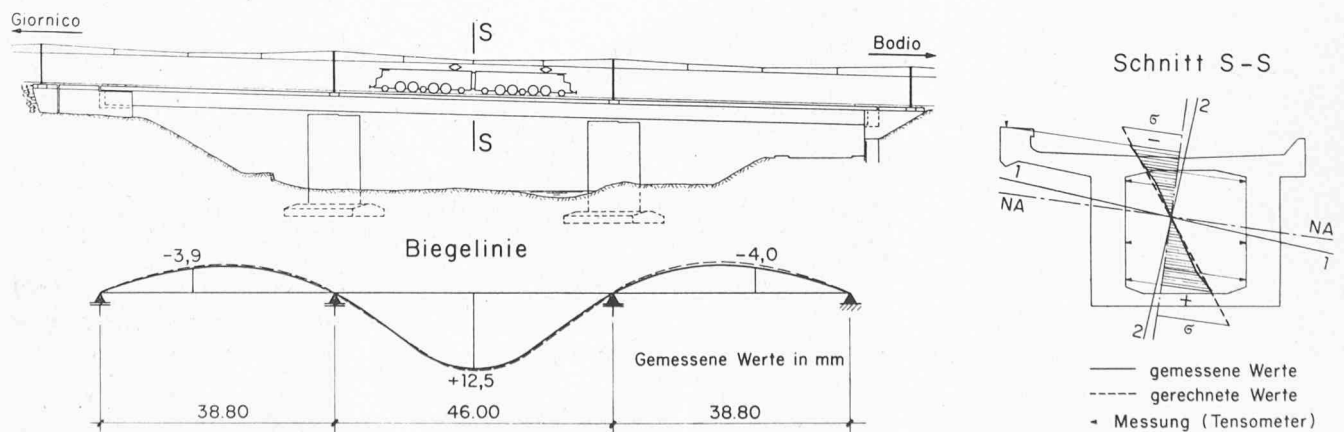


Bild 6. Belastungsprobe. Biegelinie und Spannungen in Systemmitte bei Belastung mit einer Lokomotive Ae 8/14 (246 t) in Mittelöffnung. $E_b = 420 \text{ t/cm}^2$

Das gewählte Projekt (Gesamtkosten rd. 5,75 Mio Fr.) umfasste den Ersatz der bestehenden Fachwerküberbauten durch zwei *einspurige Spannbetonbrücken* über drei Öffnungen von 38,8, 46,0, 38,8 m mittels *Einschiebverfahren*. Die Trägerhöhe ist nur im Mittelfeld konstant, in den Randfeldern nimmt sie gegen die Widerlager um 0,2 m leicht ab, was einer gewissen Angleichung der Form an den statischen Verlauf der Biegemomente entspricht und wohl deshalb eine ästhetisch sehr befriedigende Lösung ergibt (Bilder 2–4). Die Spannweiten wurden so gewählt, dass die Überbauten wirtschaftlich ausgeführt werden konnten.

Die drei bestehenden Pfeiler konnten nicht mehr verwendet werden, da anlässlich der Sondierungen im Jahre 1972 festgestellt wurde, dass die untersten Fundamentsohlen gemäss den seinerzeitigen Konstruktionsplänen praktisch fehlten und die Wiederverwendung dieser Bauteile ohne kostspielige Fundamentverbreiterungen und Injektion der Pfeilerschäfte nicht möglich gewesen wäre. Ferner hätten die alten Stützweiten mit den kurzen Endfeldern bei einem durchlaufenden Träger negative Auflagerreaktionen bei den Widerlagern zur Folge gehabt. Der Standort der zwei neuen Pfeiler in Stahlbeton mit einem abgerundeten Vollquerschnitt von 1,5 m Stärke und 12 m Länge ergab nach Abbruch der alten Pfeiler eine flussbauliche Verbesserung.

Der *Baugrund* ist, abgesehen von den Dammschüttungen, als gut zu bezeichnen. Beim Felsuntergrund, der in den rund 20 m tiefen Bohrungen nicht erreicht wurde, aber an den Talflanken der Leventina sichtbar ist, handelt es sich um Leventinagranitgneis der penninischen Decken. Der Talboden besteht aus Lockergestein, insbesondere Flussablagerungen des Tessins und Gehängeschutt. In den Bohrungen wurden vorwiegend Sand mit wechselndem Anteil an Kies und Steinen sowie relativ häufig Blöcke aus Granitgneis festgestellt.

Umbauverfahren

Bei Brückenumbauten auf betriebenen Strecken sind folgende *Bedingungen* einzuhalten:

1. Der *Schienenverkehr* muss während der ganzen Dauer der Arbeiten sicher *aufrechterhalten bleiben*. Streckensperrungen sind geplante Aktionen, die zeitlich stark beschränkt sind. So sind Doppelsperrungen am Gotthard z.B. nur in der Nacht vom Sonntag auf den Montag während weniger Stunden möglich.

2. Die *Bauzeit*, die den Betrieb beeinträchtigt und durch das Vorhandensein von Hilfsbrücken auch Langsamfahrstellen zur Folge hat, muss *möglichst klein* gehalten werden. Dadurch können Kosten für bahneigene Leistungen (Sicherheitswärter, Mieten für Zugmelde- und Warnanlagen, Hilfsbrücken und Langsamfahrtsignale) sowie für Langsamfahrtskosten (betriebliche Mehraufwendungen, Zugförderungskosten für das Abbremsen und Beschleunigen der Züge) gespart werden.

Für den Umbau der Unteren Tessinbrücke wären, unter Berücksichtigung des Geländes, grundsätzlich folgende *Verfahren* möglich gewesen:

- *Einspurbetrieb während der ganzen Bauzeit. Verwendung der nächstgelegenen, rund 5 km voneinander entfernten Spurwechsel.* Bei dieser Lösung könnte für jedes Gleis nacheinander die alte Stahlbrücke abgebrochen und die neue Spannbetonbrücke in definitiver Lage erstellt werden. Dieses Bauverfahren wurde aus betrieblichen Gründen abgelehnt.
- *Einspurbetrieb während der ganzen Bauzeit. Einbau eines kurzen Spurwechsels.* Das Projektieren, Liefern und Montieren einer entsprechenden Sicherungsanlage inkl. allen damit verbundenen Nebenarbeiten für Fahrleitungs- und Bahndienst erfordert neben einem erheblichen finanziellen

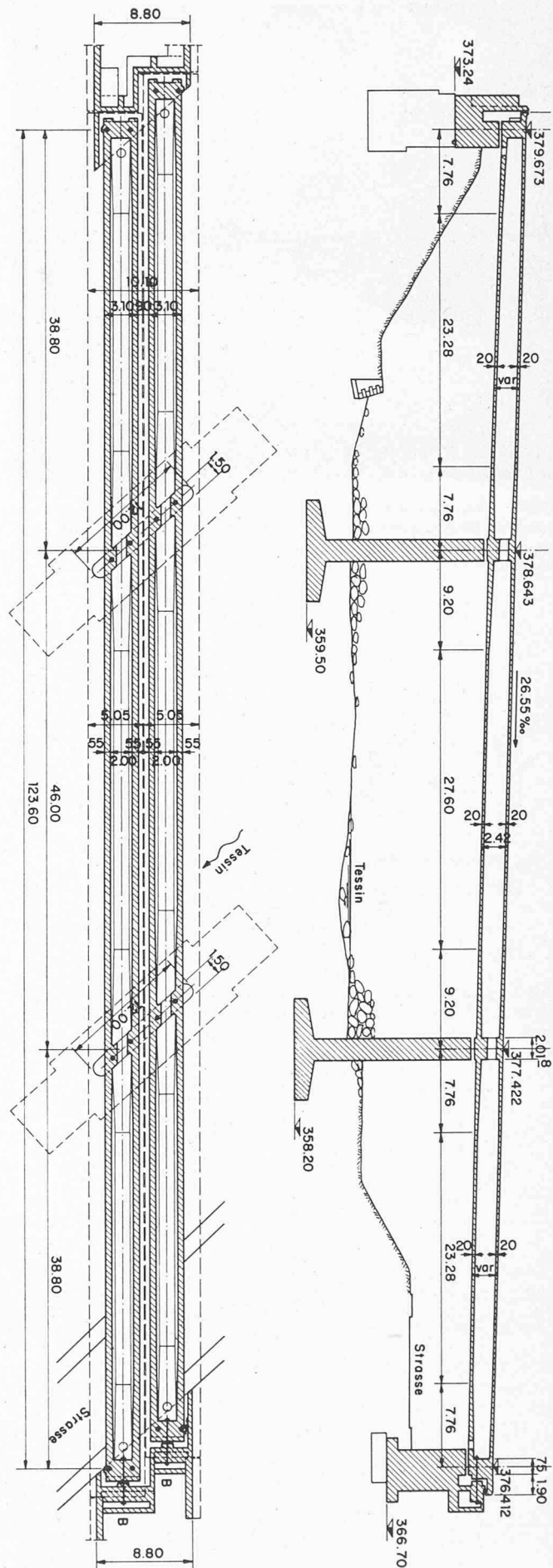


Bild 3. Längsschnitt und Grundriss der neuen Brücke

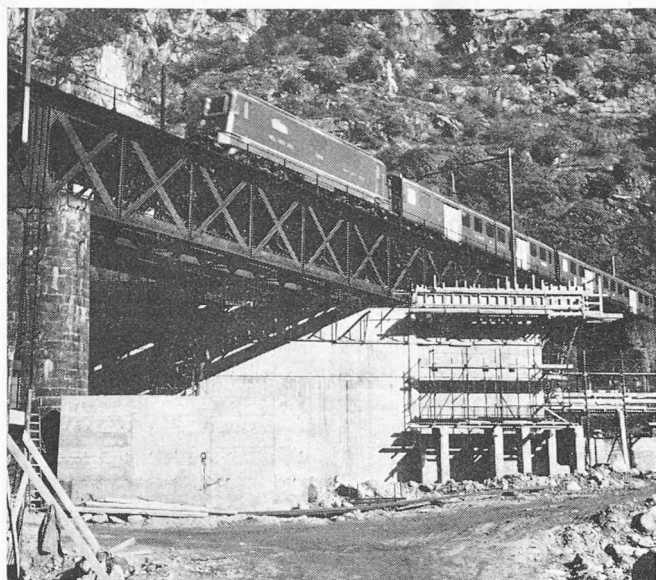


Bild 5. Der Bau eines neuen Pfeilers unter den alten Fachwerkbrücken. Rechts daneben eine Hilfskonstruktion in Beton. Sie dient im Bauzustand als Pfeiler und für das Einschieben zugleich als Tragkonstruktion für die Verschubbahn

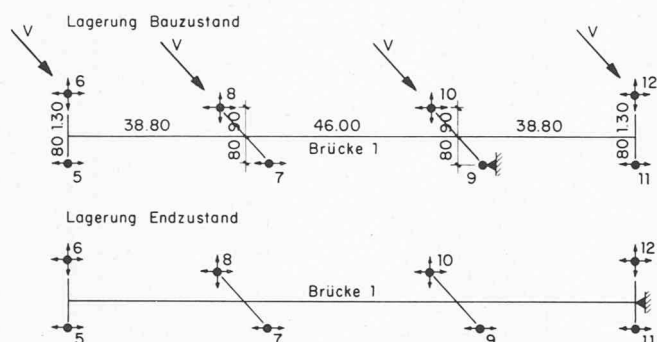


Bild 7. Lagerung einer Brücke vor und nach dem Einschieben. Die Pfeile geben die Bewegungsmöglichkeiten an, V die Verschieberichtung

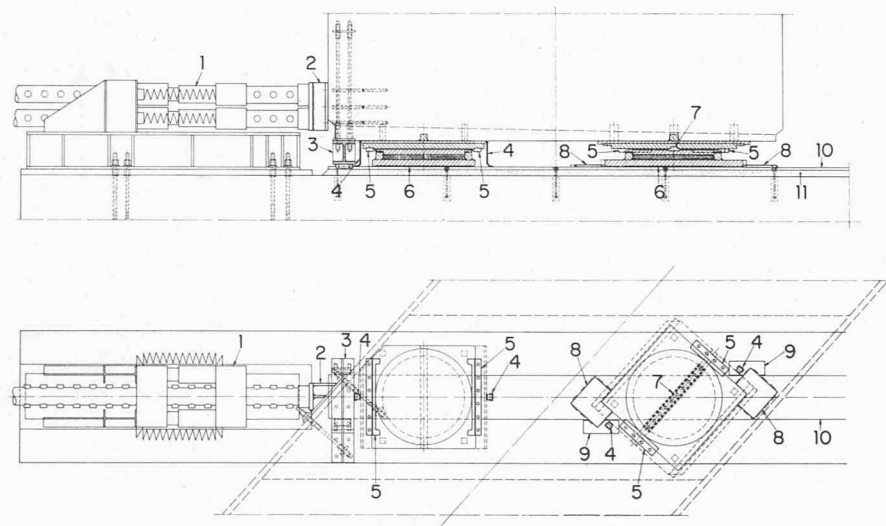


Bild 8. Verschubbahn Pfeiler Seite Bodio. Legende:

- 1: 2 VSL-Stangen-Schiebegeräte
- 2: Angriffskonstruktion (schiefer Winkel!)
- 3: Führungskonstruktion
- 4: Halterung des Lagers während des Betonierens der Brücke
- 5: Provisorische Halterungen verhindern die Verschiebbarkeit des Teflonlagerteiles während des Einschiebens
- 6: Bronzeplatte $\phi 880 \text{ mm}$, $t = 10 \text{ mm}$
- 7: Führungsleiste des geführten Lagers
- 8: Provisorische Halterung der Bodenplatte während des Bauzustandes bis unmittelbar vor dem Einschieben
- 9: örtliche Verbreiterung der Verschubbahn
- 10: Verschubbahnblech $400 \times 25 \text{ mm}$
- 11: Spezialmörtel

Aufwand für die Anlage auch viel Planungszeit und dürfte sich nur für Spezialfälle lohnen.

– *Umfahrungslinie.* Dieses Bauverfahren mit Aufrechterhaltung des Doppelspurbetriebes wäre an und für sich günstig. Die Umfahrungslinie kann mittels Einbau aneinanderge-reihter Hilfsbrücken oder durch Ausschleppen einer alten Brücke auf vorgängig erstellte Stützenkonstruktionen erhalten werden. Den betrieblichen Vorteilen stehen allerdings sehr hohe Kosten für Bauprovisorien gegenüber. Weiter von Nachteil ist auch der Bau der ersten, einspurigen, neuen Brücke zwischen zwei Betriebsgleisen (Inselbaustelle) mit den sich ergebenden Schwierigkeiten für das Beistellen von Baumaterialien sowie die allgemeine Unfallgefahr für Personen, die zwischen den Gleisen arbeiten müssen. Der Bau der zweiten Brücke ausserhalb der neu in Betrieb genommenen ersten Brücke und der Umfahrungslinie bietet in der zweiten Umbauphase weniger Schwierigkeiten. Diese Lösung wäre im vorliegenden Falle um etwa 1 Mio. Fr. teurer zu stehen gekommen als das nachstehend beschriebene und gewählte Bauverfahren mit Einschieben.

– *Einschieben.* Dieses schliesslich gewählte Bauverfahren wird im folgenden Kapitel anhand des Bauprogramms beschrieben.

Es ist noch zu bemerken, dass bei allen erwähnten Varianten der Einbau von *Hilfsbrücken* und damit von *Langsamfahrstellen* notwendig gewesen wäre.

Bauprogramm

1. Phase: Bauarbeiten ohne wesentliche Behinderung des Bahnverkehrs

Baubeginn (Installationen) am 1. April 1975.

Bau der neuen Pfeiler unter den in Betrieb stehenden alten Fachwerkbrücken. Erstellen der provisorischen Pfeiler (Verschiebebahnen in der Verlängerung der definitiven Pfeiler und Widerlager) sowie der zusätzlich erforderlichen Lehrgerüstfundamente beidseitig der bestehenden Doppelspur (Bild 5).

Lehrgerüstmontage für den ersten, einspurigen Brückenträger, 5,5 m neben dem in Betrieb stehenden, entsprechenden Gleis. Schalern, Armieren, Betonieren, Vorspannen und Ausschalen der ersten Brücke.

Erstellen von Hilfs Pfeilern unter den Randfeldern der bestehenden Fachwerkbrücken, auf denen in einer späteren Bauphase die dann verkürzten und entsprechend verstärkten, bestehenden Fachwerke sowie die Hilfs-

brücken abgestützt wurden, in deren Schutz die alten Widerlager abgebrochen und die neuen Widerlager aufgebaut werden konnten.

Abgesehen vom vorgängig auszuführenden Einbau eines Schutzgerüsts zwischen Betriebsgleis und Brückenbaustelle erfolgten alle oben erwähnten Arbeiten ohne wesentliche Behinderung des Zugverkehrs.

2. Phase: Bauarbeiten mit Langsamfahrstelle, Betrieb doppelspurig, mit Ausnahme von einigen zeitlich beschränkten Einspursperren

Beginn der Langsamfahrstelle am 3.4.1976, rund 1 Jahr nach Baubeginn.

Zuerst Einspurbetrieb an zwei Wochenenden für folgende Arbeiten:

- Lagerung der verstärkten Randfelder auf die provisorischen Hilfspfeiler (Untergiessen der an den Hauptträgern angeschraubten Lager).
- Abbruch der Fachwerkbrückenenden im Bereich der Widerlager.
- Überbrückung der alten Widerlager mittels Einbau von Hilfsbrücken, Geleisebauarbeiten.

Unter dem Schutz der Hilfsbrücken wurden die alten Widerlager abgebrochen und die neuen Widerlager in Eisenbeton für beide Geleise ausgeführt. Ausserhalb des Betriebes erfolgten die Demontage und Ummontage des Lehrgerüsts auf die andere Seite der Doppelspur für den Bau der zweiten Brücke.

Zusätzlich mussten die alten Fachwerkbrücken im Hinblick auf die Abbrucharbeiten während des Betriebes ein weiteres Mal verstärkt werden (Änderung des statischen Systems der Fachwerkträger während des Abbruchs, Aufnahme der Kranlasten).

3. Phase: Bauarbeiten mit starker Behinderung des Bahnverkehrs, Einspurbetrieb

Die Wahl dieses betrieblich ungünstigen Zustandes fiel geplant in die relativ ruhige Zeit nach dem Herbstfahrplanwechsel bis zum Einsetzen des starken Weihnachtsverkehrs.

Einspurbetrieb auf Gleis 2 vom 27.9.76 bis 29.10.76 (rund 1 Monat). Abbruch der alten Brücke 1 durch das Personal der Brückenrotte des SBB-Kreises II, mit Verwendung von zwei 25-t-Schienenkranen, von der abzubrechenden Brücke aus.

Ausbau der Hilfsbrücken an den Brückenenden. Betonieren der Pfeilerköpfe, da die alten Träger höher waren als die neuen und die Pfeilerköpfe erst nach Abbruch der Fachwerke betoniert werden konnten (Problem Betonfestigkeit).

Versetzen der Verschubbahnbleche, Untergiessen mit Spezialmörtel.

Einschieben der etwa 1700 t schweren neuen Brücke 1 um 7,4 m (schiefes Mass) am 19.10.76 innerhalb von rund 5 Stunden (Bild 9). Einbau von Hilfsbrücken auf die Trägerenden, Fertigstellungsarbeiten an den Widerlagern (Problem schiefer Winkel), Einbau des Bremslagers, Geleisebau, Fahrleitungsbau, Belastungsprobe und Inbetriebnahme der Brücke am 29.10.76.

Einspurbetrieb auf Gleis 1 (neue Brücke) vom 1.11.76 bis 4.12.76 (etwa 1 Monat).

Für das Einschieben der Brücke 2 wurde analog vorgegangen wie bei Brücke 1.

Die zweite Brücke wurde am 19.11.76 eingeschoben und am 4.12.76 in Betrieb genommen. Bis zur Fertigstellung der Widerlager bedurfte es noch einer doppelspurigen Langsamfahrstelle bis zum 10.2.77.

4. Phase: Bauarbeiten ohne jegliche Behinderung des Betriebes

Abbruch der alten Mauerwerkpfeiler, Arbeiten an den Böschungen und im Flussbett des Tessins.

Beton, Vorspannung

Die Brücken sind im Sinne der Norm SIA 162, Art 5.08, voll vorgespannt. Unter Berücksichtigung des asymmetrischen Querschnitts und der damit verbundenen geneigten Hauptachsen 1 und 2 (Bild 6), ferner unter Berücksichtigung eines differentiellen Schwindens zwischen den Stegen und der eine Woche später betonierten Brückenplatte, wurden in den Ecken Überschreitungen der Betonspannungen bis etwa 10 kg/cm² zugelassen. Die schiefe Biegung und die Neigung der Neutralachse wurden durch den Belastungsversuch bestätigt.

Für die Brückenüberbauten wurde ein *Spezialbeton BS 400* mit 325 kg Portlandzement je m³ vorgeschrieben, um die geforderte Bruchsicherheit zu erreichen. Mit dem glimmerhaltigen Kiesmaterial aus dem Tessin allein werden diese Werte nur schwer erreicht, weshalb *Zuschlagstoffe* nach Vorversuchen mit folgender Zusammenstellung verwendet wurden:

Ø 0– 4 mm 33 %	} Material aus der Gegend
Ø 4– 8 mm 15 %	
Ø 8–15 mm 18 %	} Material aus dem
Ø 15–30 mm 34 %	
	} Bleniotal

Alle Würfeldruckproben erreichten die geforderten Werte.

Lagerung der Brücke

Beide Brücken überqueren den Tessin und die Kantonsstrasse *gradlinig*, aber in einem *schiefen Winkel von 48°*. Statistisch gesehen handelt es sich um *durchlaufende, auf den Pfeilern schief gelagerte Überbauten in Spannbeton über drei Felder in Form von zwei einspurigen, torsionssteifen Kasten*. Damit die Gleise an den Brückenenden möglichst regelmässig liegen bleiben und keine Verwindungen entstehen, wurden der Brückenabschluss und die Lager bei den Widerlagern senkrecht zur Gleisachse angeordnet, obschon für diesen Fall eine schiefe Lagerung an den Brückenenden angebracht gewesen wäre. Damit wurden *konstruktive Schwierigkeiten* in Kauf genommen, indem gewisse Widerlagerteile, wie schon erwähnt, erst nach dem Einschieben der Brücken erstellt werden konnten.

An die Lager (Neotopf-Gleitlager) wurden einige konstruktive Anforderungen gestellt, wenn man beachtet, dass der feste Punkt während des Bauzustandes auf dem Pfeiler Seite Bodio angeordnet war, im Endzustand jedoch beim Widerlager Bodio liegt. Während des Bauzustandes war auf dem Pfeiler Seite Bodio ein Lager (Nr. 9 auf Bild 7) allseitig festgehalten. Auf dem andern Pfeiler sowie auf den beiden Widerlagern war je ein Lager seitlich gehalten, damit unter Windeinfluss und unter einseitiger Sonneneinstrahlung auf die Brücke bei den Stützstellen keine Verschiebungen auftraten. Weil das Einschieben der Brücken auf den definitiven Lagern erfolgte (Reibung Bronze auf Stahl), mussten alle Lager für diese Operation blockiert werden (Bild 8). Dies erfolgte zu einem Zeitpunkt, als die Schwind- und Kriechverformungen in den Brückentragwerken schon grösstenteils eingetreten waren. Deshalb mussten die Halterungen bei jedem Lager unmittelbar vor dem Einschieben eingepasst werden. Während des Einschiebens war beim Pfeiler Bodio noch eine von den Lagern unabhängige Führungskonstruktion wirksam. Mit der Brücke verbundene Nocken aus Stahl seitlich des Verschubbahnbleches verhinderten dabei eine Längsverschiebung der Brücke.

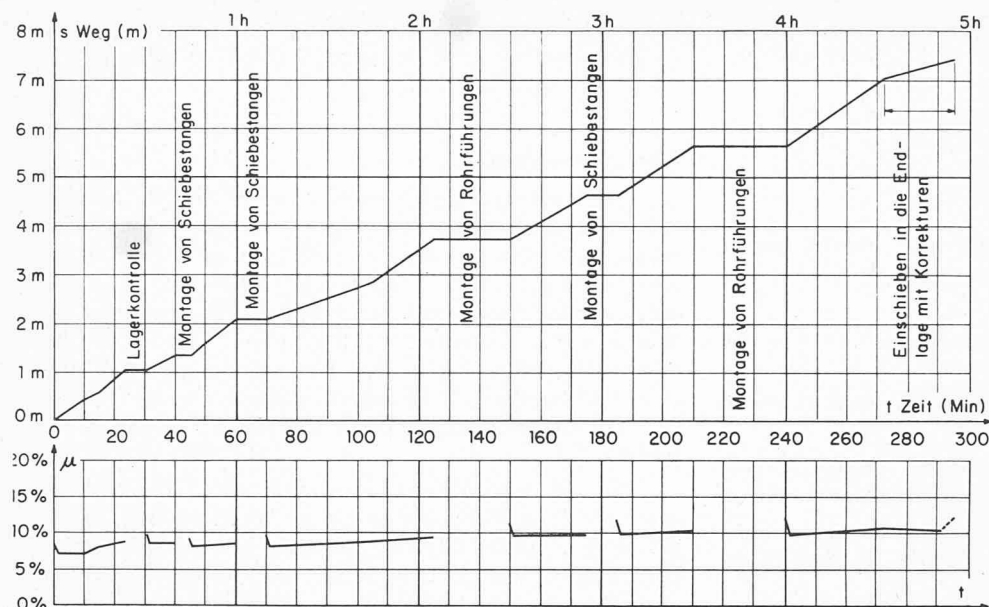


Bild 9. Zeit-Weg-Reibungsdiagramm nach Angaben der Firma Losinger. μ = Haft- und Gleitreibungskoeffizient (Mittel der auf den vier Verschubbahnen gemessenen Werte)

Damit im *Betriebszustand* der Brücke durch die *ungünstigsten Lastkombinationen* keine negativen, rechnerischen Auflagerreaktionen entstehen (nach Bild 7 die Lager Nr. 5, 7, 9 und 12), mussten die Lagerabstände senkrecht zur Trägerachse gemessen bei den Widerlagern grösser und exzentrischer als bei den Pfeilern angeordnet werden. Die dadurch bei den Widerlagern bedingte, durch die Flügelmauern aber weitgehend verdeckte Verbreiterung des Steges wurde zugleich als Angriffsfläche für die Pressen beim Einschieben der Brücke ausgebildet, da die Brücken nicht senkrecht sondern in einem schiefen Winkel zu ihrer Längsachse eingeschoben wurden.

Bei den Pfeilern wurde auf eine vertikale Versteifungsrippe in Beton aus ästhetischen Gründen verzichtet, nachdem dort keine Verbreiterung der Träger notwendig war. Die Angriffsflächen für die Pressen wurden in Stahl ausgebildet und nach dem Verschieben wieder entfernt.

Die *Brems- und Anfahrkräfte* von ± 153 t werden je Brücke durch ein zentrisch vorgespanntes Neotopflager (Zentrumsloch) übernommen, indem jede Brücke gegen das Widerlager gespannt wird. Die Spannköpfe des Kabels sind zugänglich. Für allfällige Reparaturarbeiten an den Lagern, die ein Anheben der Brücke erfordern, kann das Spannkabel vorübergehend entfernt werden. Zu erwähnen ist ferner auch, dass beim beweglichen Ende der Brücke (Seite Giornico) eine Schienendilatation eingebaut wurde und dass dort auch das Schotterbett zwischen Brücken und Widerlager getrennt wurde, eine weitere Massnahme, um eine möglichst ruhige Gleislage zu garantieren (keine Wannenbildung im Schotter).

Besonderheiten im Zusammenhang mit dem Einschieben der Brücken

Die Brücken wurden auf ihren blockierten Neotopflagern eingeschoben. Im Topfboden dieser Lager ist unten eine *Bronzeplatte* eingelassen, die beim Verschieben der Brücken auf den mit Molykote geschmierten, stählernen Verschubbahnen glitt. Betreffend verschiedene *Halterungen* sei nochmals auf Bild 8 und auf das oben erwähnte Kapitel betreffend Lager verwiesen. Während des Verschiebens der rund 1700 t schweren Brücken in einer Zeitspanne von etwa 5 Stunden tritt abwechselungsweise *Haft- und Gleitreibung* auf. Die effektiven Reibungskoeffizienten sind im Zeit-, Weg-Reibungsdiagramm (Bild 9) ersichtlich.

Die der Bemessung zugrundegelegten Gleit- und Haftreibungskoeffizienten waren zu 0,20 angenommen worden und lagen über den gemessenen Werten.

Der *Fahrweg* bei allen vier Verschubbahnen war auf einem Kommandopult, das sich auf der Brücke befand, direkt ablesbar. Die Messbänder wurden durch das Verschieben vorgezogen, die Meldung erfolgte elektrisch an das Kommandopult. Ferner erfolgte eine Justierung der vier Fahrwege alle 15 cm durch Bolzen in den Verschiebestangen. Die im Zeit-Weg-Diagramm angegebenen Pausen wurden benutzt, um die Schiebestangen in Funktion des Weges zu verlängern und um Rohrführungen zu montieren, die ein Knicken der immer länger werdenden und gedrückten Verschiebestangen verhinderten. Befanden sich die Brücken in ihrer Endlage, wurden die definitiven Halterungen auf die Lagergrundplatten, die in die Verschubbahnbleche integriert sind, angeschweisst, die Teflonhalterungen entfernt und schliesslich das Bremslager mit Spannkabel eingebaut.

Beteiligte Behörden und Unternehmungen

Bauherr:	SBB, Bauabteilung Kreis II, Luzern
Projekt:	SBB, Sektion Brückenbau der Generaldirektion Bern
Bauunternehmung:	Lavori Pubblici SA, Bellinzona
Vorspannung:	Stahlton SA, Lugano
Verschiebearbeiten:	Losinger AG, VSL-Hebetechnik, Bern
Lagerkonstruktionen:	Proceq SA, Zürich

Literaturverzeichnis

- [1] Etterlin A.: «Der Umbau der SBB-Gotthardbrücken». Schweizer Baublatt, Nr. 76, 1976.
- [2] Schneeberger B., Tschumi M.: «Elektronisches Rechenprogramm zur Untersuchung der massgebenden Laststellungen beweglicher Lasten auf ein- und mehrfeldrigen Balkenbrücken». Schweizerische Bauzeitung, Heft 25, 1973.

Adresse des Verfassers: M. Tschumi, dipl. Ing. ETH, Generaldirektion SBB, Sektion Brückenbau, Mittelstrasse 43, 3030 Bern.