Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 96 (1978)
Heft: 14

Artikel: Bemerkenswerte Spannbetonbrücken
Autor: Walther, René
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-73658

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Bemerkenswerte Spannbetonbrücken

Von **René Walther**, Basel/Lausanne

Im Zuge des Ausbaus unseres *Nationalstrassennetzes* wurden in den vergangenen zwei Jahren wiederum eine grosse Zahl von Brückenbauten in Angriff genommen oder fertiggestellt, wobei der *Spannbeton* wie andernorts eine *dominierende Stellung* einnimmt.

Dabei kommen häufig konzentrierte Gross-Spannglieder mit zulässigen Spannkräften von 250 t bis 450 t, in Extremfällen sogar bis zu 750 t zur Anwendung. In der Schweiz hat man schon *sehr früh Spannsysteme mit grösseren Kapazitäten entwickelt* als dies im Ausland meist der Fall war. Obwohl das Heil der Vorspanntechnik sicher nicht nur in immer grösseren Kabeleinheiten gesucht werden darf, kann doch festgestellt werden, dass diese schweizerische Entwicklung vor allem für den Grossbrückenbau richtungsweisend war und auch im Ausland weite Verbreitung gefunden hat (dies übrigens auch beim *Reaktorbau*, wo noch grössere Spannglieder erforderlich sind).

Da der Transport und das Verlegen derart grosser Kabel wegen ihres grossen Gewichtes oft etwas schwierig ist, hat man die *Technik des nachträglichen Einziehens oder Einstossens* von Spanngliedern oder einzelnen Drähten bzw. Litzen weit vorangetrieben. Diese Technik wurde bei den meisten im Freivorbau erstellten Brücken mit Erfolg angewandt.

Teilweise Vorspannung

Als *schweizerische Besonderheit* sei aber vor allem auch auf die *teilweise Vorspannung* hingewiesen, die bereits im Jahre 1968 in der *Norm SIA 162* eingeführt worden und deren Anwendung mit der *Richtlinie 34* zu dieser Norm noch freizügiger gestaltet worden ist, worauf im folgenden kurz eingegangen werden soll. *Die Schweiz dürfte wohl das einzige Land sein, in dem zumindest grundsätzlich jeder Vorspanngrad vom reinen Stahlbeton bis zur vollen Vorspannung zugelassen ist.*

Für die *Haupttragrichtung von weit gespannten Brücken* bringt die teilweise Vorspannung *praktisch keine Vorteile*. Die Kriterien der Konzentration und Kontinuität der Zugkräfte, sowie die erforderliche Beschränkung der Verformungen, zwingen in diesen Fällen dazu, einen hohen Vorspanngrad zu wählen.

Anders steht es jedoch mit der *Beanspruchung in Querrichtung*. Da eine starke Vorspannung hier oft unwirtschaftlich und auch konstruktiv unerwünscht ist, hat man vielerorts auf jegliche, an sich erwünschte Quervorspannung verzichtet. Die teilweise Vorspannung gestattet es hingegen, Querschnitte mit weit ausladenden seitlichen Konsolen zu wählen, was sowohl konstruktive, ästhetische wie auch wirtschaftliche Vorteile bringen kann. Aus diesem Grunde wurden in der Schweiz wiederholt selbst *sehr breite Brücken mit einzelligen Hohlkasten* ausgeführt, wofür einige Beispiele in Bild 1 gezeigt werden.

Der *Vorteil* dieser Querschnittswahl liegt darin, dass zunächst nur der Hohlkasten selbst, oder sogar nur dessen Trog gebaut wird, was die vom Lehrgerüst oder vom Vorbauwagen aufzunehmenden Montagelasten entscheidend vermindert. Das nachträgliche Betonieren der seitlichen Konsolen ist mit verhältnismässig leichten Nachlaufwagen ohne grossen Aufwand möglich.

Bei *Platten- oder Rahmenbrücken*, wie sie bei *Unter- und Überführungen* häufig vorkommen, erscheint die teilweise Vorspannung meist als die zweckmässigste und wirtschaftlichste Lösung, wobei hier verhältnismässig geringe Vorspanngrade gewählt werden können.

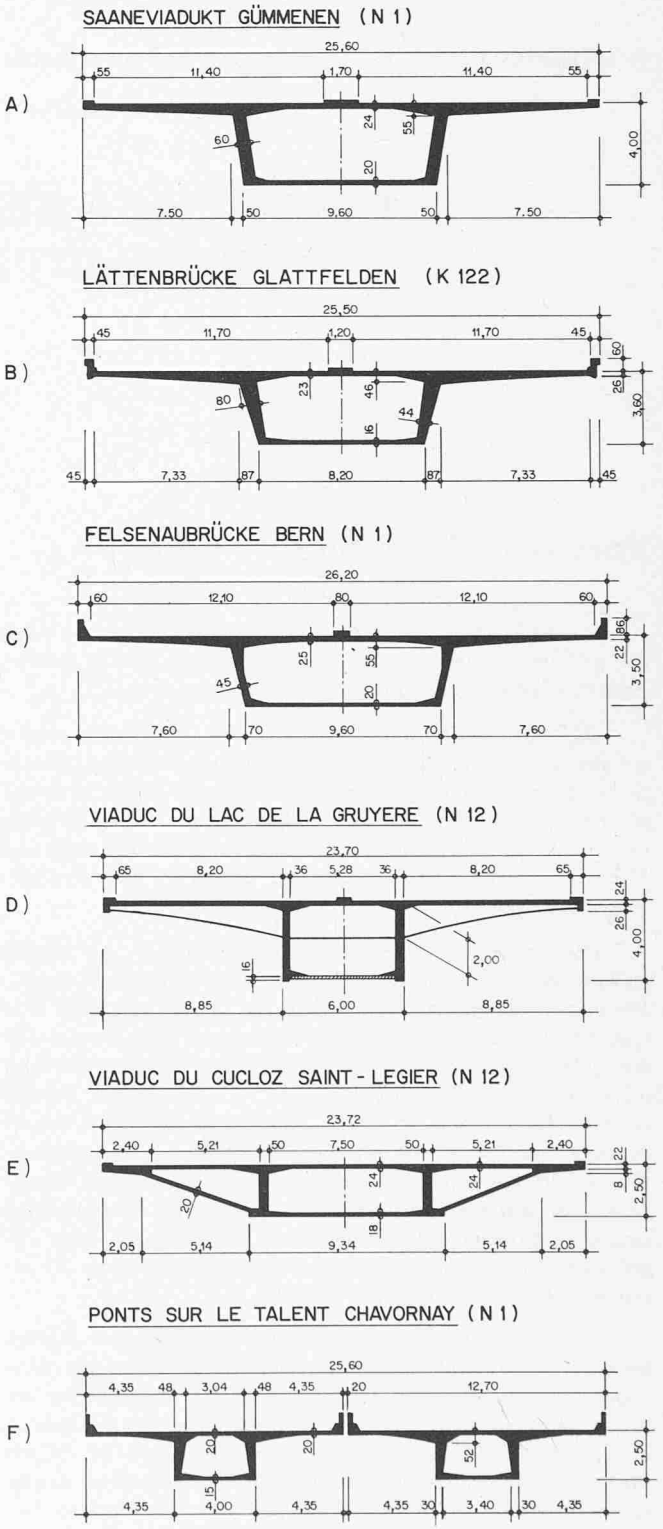
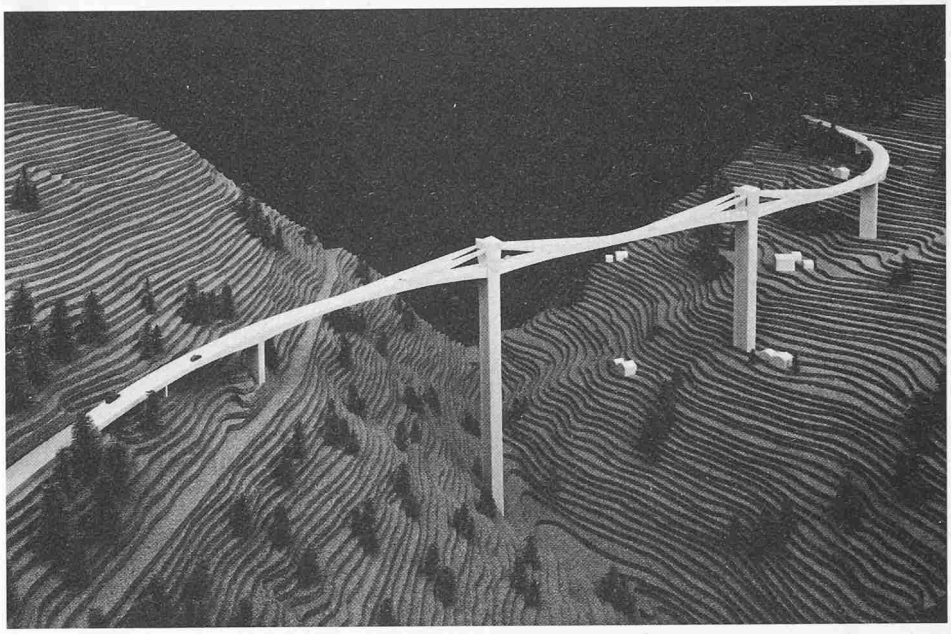


Bild 1. Querschnitte von verschiedenen, kürzlich in der Schweiz erstellten Brücken
Cross-section of various bridges recently built in Switzerland

Bild 2. Ganterbrücke



Nach diesen allgemeinen Bemerkungen seien einige bemerkenswerte Spannbetonbrücken der jüngeren Zeit vorgestellt:

Ganterbrücke

(Nationalstrasse N9, Simplon)

Ingenieure: Prof. Dr. Chr. Menn, Zürich
Schneller, Schmidhalter & Ritz, Brig
Blötzer+Pfamatter, Brig
H. Rigendinger, Chur

Hauptspannweiten: 127 m, 174 m, 127 m
Totale Länge: 678 m

Im tief eingeschnittenen Gantertal, oberhalb Brig, wird zur Zeit im Zuge der Simplon-Nationalstrasse N9 die mit einer Mittelspannweite von 174 m *am weitest gespannte Spannbetonbrücke* der Schweiz erstellt. Die Projektverfasser haben dazu eine neuartige, eigenwillige Konstruktion (Bild 2) gewählt, die aus einer *Kombination von konventionellem Freivorbau und Schrägseilabspannung* besteht, wobei die schrägen Abspannkabel jedoch nicht frei bleiben, sondern in nachträglich betonierte, dünnwandige Scheiben eingebettet werden.

Da die Brücke mit einer Fahrbahnbreite von 9,6 m verhältnismässig schmal ist, konnte ein einzelliger Hohlkasten ohne seitliche Konsolen gewählt werden, was die Anordnung und Verankerung der Schrägabspannung erleichtert (Bild 3).

Da sich die linksufrigen Pfeiler in einem *langsam gleitenden Rutschhang* befinden (Bild 4), mussten sie auf *Schächten* derart fundiert werden, dass sich die auftretenden Kriechbewegungen des Hanges durch ein nachträgliches Verschieben der Stützenfüsse ausgleichen lassen. Aus diesem Grunde werden diese Stützen am Fusse auf grossen Neotopf-Lagern gelenkig gelagert; für den Freivorbau ist es jedoch erforderlich, die Stützen mit kurzen, am Fusse angeordneten Spanngliedern und Betonblöcken fest einzuspannen. Gemäss Bauprogramm soll dieses interessante und kühne Bauwerk bis 1980 fertiggestellt sein.

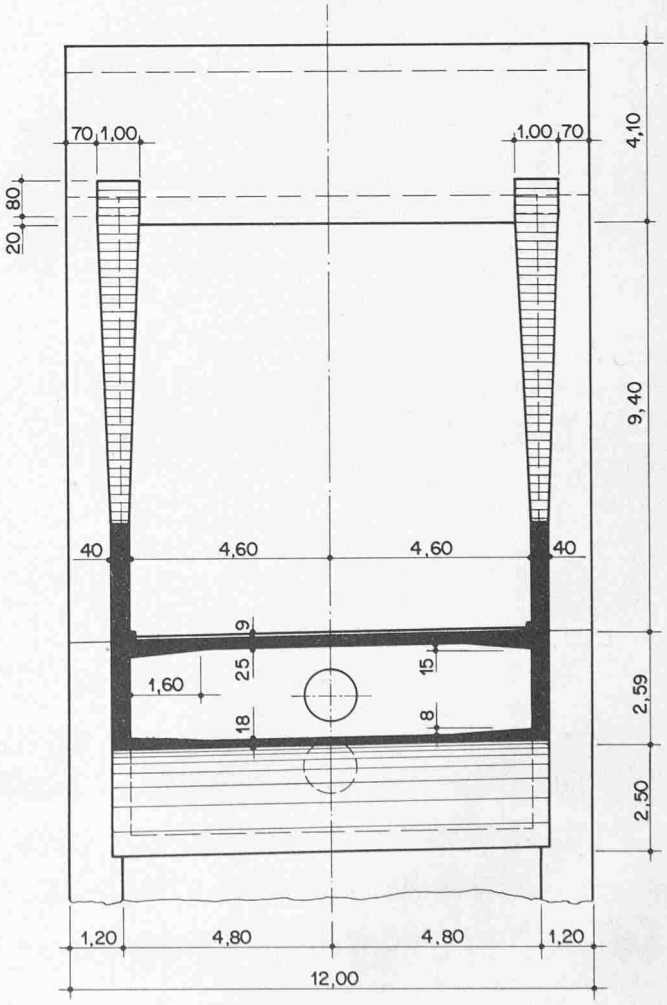


Bild 3. Ganterbrücke. Feldquerschnitt mit Blick auf den Stützenbereich
Ganterbrücke. Cross-section at mid-span with a view of the guy tower

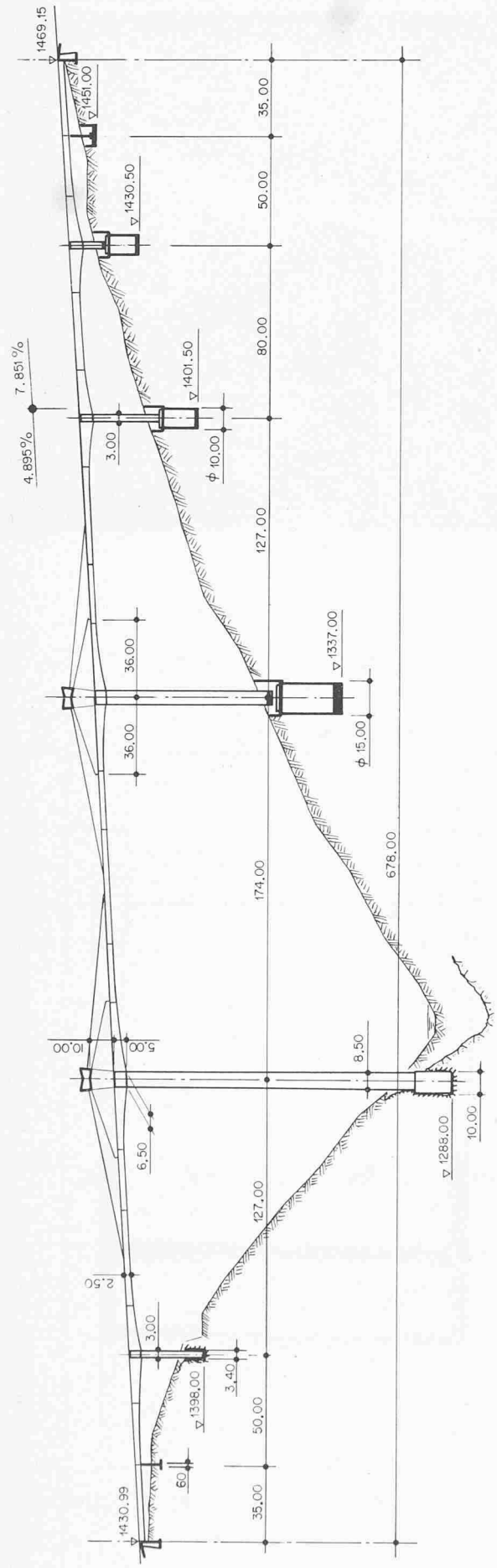


Bild 4. Ganterbrücke. Längsschnitt in Brückenachse
Longitudinal section of Ganterbrücke

Lehnenviadukt Beckenried

(Nationalstrasse N 2, Höfe–Seelisbergtunnel)

Projektverfasser: D. J. Bänziger, Zürich.
K. Aeberli, Buochs
Werffeli und Winkler, Effretikon.

Total Länge: 3150 m
55 Felder zu 55 m plus 2 Randfelder.

Auch bei diesem, mit einer Gesamtlänge von L = 3150 m derzeit *grössten Brückenbauwerk* der Schweiz waren *schwierige geotechnische Probleme* zu lösen, da der Lehnenviadukt über weite Strecken in einem *Rutschhang* liegt, der – wie Messungen gezeigt haben – jährlich um einige cm kriecht. Erschwerend

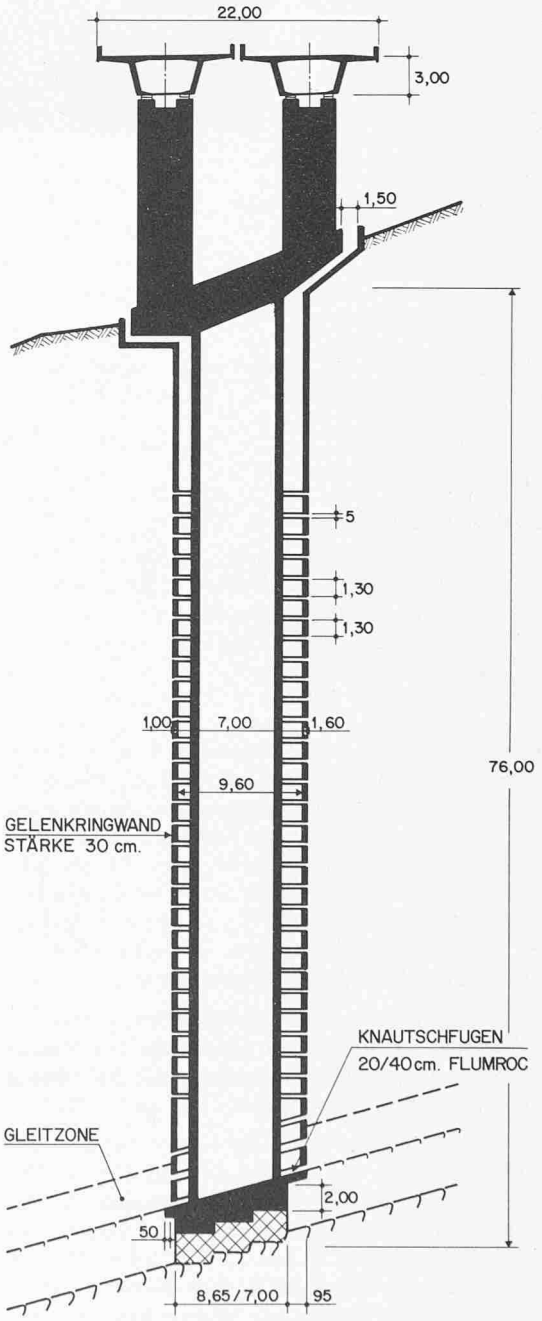
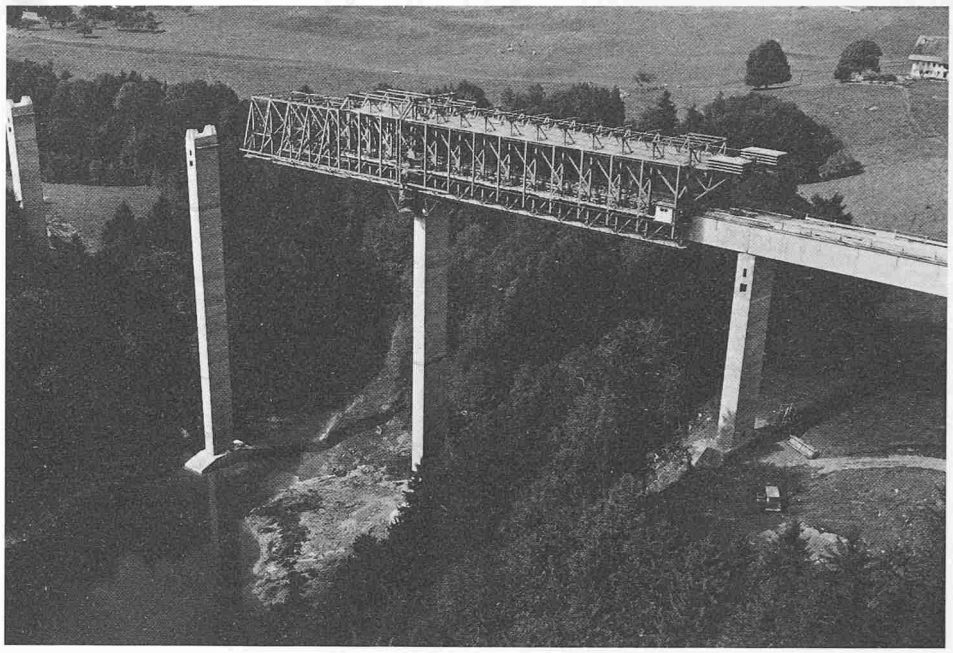


Bild 5. Lehnenviadukt Beckenried. Schnitt durch Brücke, Pfeiler und Fundationsschächte
Lehnenviadukt Beckenried. Section across the bridge, the pier and the foundation well

Bild 6. Viaduc du lac de la Gruyère. Vorschubgerüst
Viaduct of Gruyère. Launching beam



kam hier dazu, dass die Gleitschichten stellenweise eine sehr grosse Mächtigkeit aufweisen, so dass die auf Fels gegründeten Flachfundationen in *flexiblen Schächten von bis zu 76 m Tiefe* angeordnet werden müssen.

Diese Gegebenheiten scheinen eigentlich für eine Zentralstützenlösung zu sprechen, da Doppelschächte bei jeder Zwischenstütze zweifellos zu aufwendig gewesen wären. Der in einem Submissionswettbewerb preisgekrönte, ungewöhnliche Entwurf sieht aber trotzdem zwei getrennte Hohlkastenbrücken vor, wobei jedoch die beiden Stützen auf Terrainhöhe durch einen Querriegel zusammengefasst und in einem gemeinsamen Schacht zentral fundiert werden (Bild 5). Schacht und Zentralstütze sind hangseitig mit einem Zwischenraum von ca. 1,5 m voneinander getrennt, um für die Kriechbewegungen genügend Spiel zu lassen, bis letztere durch die vorgenommene, *umfassende Hangdrainage* zum Abklingen gebracht worden sind.

Viaduc du la de Lac Gruyère

(Nationalstrasse N 12, Vevey–Berne)

Projektverfasser: E. & A. Schmidt, Basel.
B. Bernardi, Zürich.
I.C.A. SA, Fribourg.

Totale Länge: 2043,75 m.
32 Felder zu 60,5 m plus 2 Randfelder.

Die über 2 km lange, sowohl ästhetisch wie auch konstruktiv bemerkenswerte Brücke, die zwei tiefe Einschnitte des Lac de la Gruyère überquert, weist ausser den Randfeldern konstante Spannweiten von 60,48 m auf.

Als Querschnitt wurde ein verhältnismässig schmaler Hohlkasten von 6 m Breite gewählt, an den nachträglich mit einem Nachlaufwagen 8,85 m weit auskragende Rippenkonsolen angeschlossen werden (Bild 10), was der Tragkonstruktion eine grosse Eleganz vermittelt und dank der teilweisen Vorspannung auch wirtschaftlich ist. Bemerkenswert erscheint vor allem auch der *feldweise Bauvorgang*, wozu von den Projektverfassern ein *eigener, hochmechanisierter Vorbauwagen* mit einem Gesamtgewicht von 666 t entwickelt wurde (Bild 6).

Der Entwurf eines derartigen, höchsten Ansprüchen genügenden Vorbauwagens stellt zweifellos ein beträchtliches, Wagnis dar und erfordert ein grosses ingenieurmässiges Können. Es wurden hier zum Teil neue Wege mit Erfolg beschritten. So hat man z. B. das immer schwierige Problem, wie man mit der *Schalung der untern Platte* beim Vorfahren des Gerüstes an den Pfeilern vorbeikommt elegant dadurch umgangen, dass man diese Platte aus *Fertigelementen* zusammensetzt und somit dafür keine Schalung erforderlich ist, die man sonst entweder herunterklappen oder provisorisch demontieren müsste.

Die Pfeiler mussten zum Teil mit Pfählen bis zu 20 m unter dem Wasserspiegel fundiert werden, was erhebliche Schwierigkeiten bereitete.

Saaneviadukt Gümmenen

(Nationalstrasse N 1, Bern–Lausanne)

Projektverfasser: Ingenieurgemeinschaft Walder AG, Bern.
Prof. Dr. H. von Gunten, Zürich

Totale Länge: 849 m.
11 Felder zu 60 m Spannweite plus
4 Randfelder

Auch für diese Brücke wurde ein *einzelliger Hohlkasten mit weit ausladenden Konsolen* jedoch *ohne Querrippen* (siehe Bild 1 A) gewählt. Da man dazu ein bereits früher verwendetes Vorbaugerüst einsetzen wollte, das jedoch ursprünglich nicht für derart grosse Spannweiten und Querschnitte ausgelegt war, hat man die Brücke etappenweise wie folgt erstellt: Zunächst wurde nur der Trog des betreffenden Feldes betoniert und soweit gespannt, dass das Gewicht der nachträglich aufgebrachten oberen Hohlkastenplatte das Gerüst nicht zusätzlich belastet hat. Die seitlichen Konsolen wurden anschliessend mit einem verhältnismässig leichten Nachlaufwagen (Bild 7) anbetoniert, wobei in Querrichtung die für solche Zwecke günstige und wirtschaftliche teilweise Vorspannung zur Anwendung kam.

Wie dieses Beispiel zeigt, wirken Brücken mit einzelligen Hohlkasten dank der ausgeprägten Licht-Schattenwirkung und den verhältnismässig schmalen Pfeilern sehr ruhig und elegant und passen sich harmonisch in die Landschaft ein. Sie haben sich auch als wirtschaftlich konkurrenzfähig erwiesen.

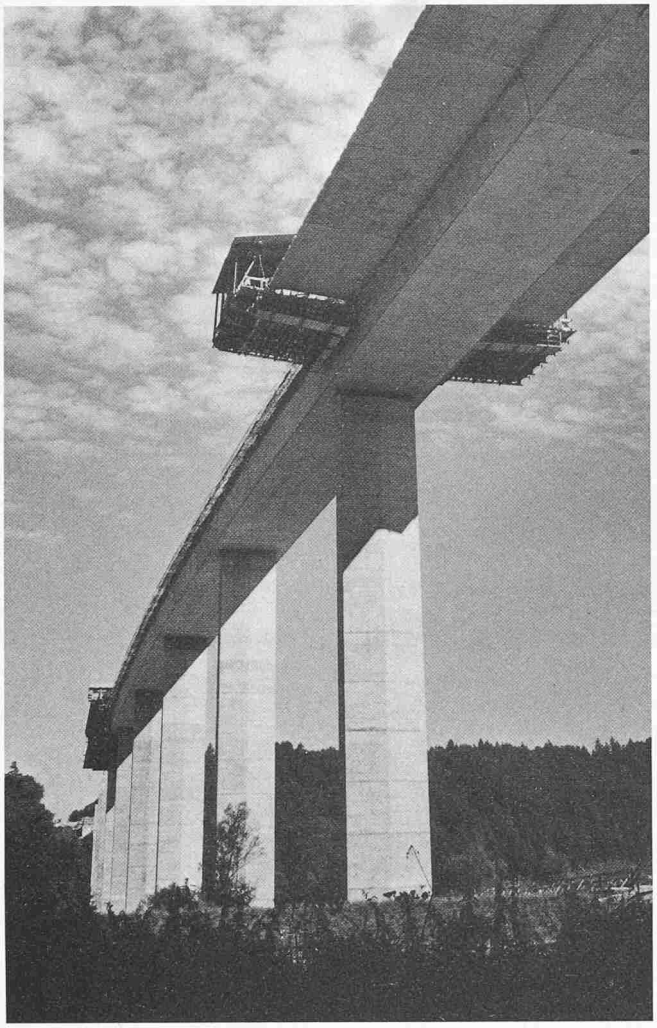
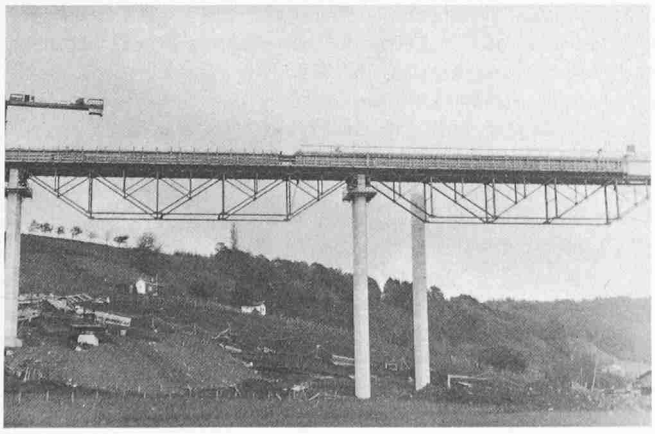


Bild 7. Saaneviadukt Gümmenen. Betonieren der weit auskragenden Fahrbahnplatte mit Hilfe eines Schalungswagens
Saaneviadukt Gümmenen. Concreting of large lateral overhangs with the help of a moving cart

Bild 8. Pont sur le Talent. Herstellung der Hauptträger (schmaler Kastenquerschnitt) mit Hilfe eines sehr leichten Fachwerks von 49,3 m Spannweite
Pont sur le Talent. Fabrication of main girders (narrow box girders) with the help of very light truss of 49,3 m span



Pont sur le Talent
(Nationalstrasse N 1, Lausanne–Bern)

Projektverfasser: Carroz & Küng, Lausanne.
Gianada & Guglielmetti, Martigny.
B. Bernardi, Zürich.

Totale Längen: 374,17 m.
6 Felder zu 49,3 m plus 2 Randfelder.
384,20 m.
5 Felder zu 46,9 m plus 4 Randfelder.

Die Tendenz, das *Vorbaugewicht der Hauptträger möglichst klein* zu halten und damit leichte Lehrgerüste wählen zu können, wurden bei dieser zur Zeit im Bau befindlichen Brücke *konsequent verwirklicht*. Der gewählte Querschnitt (siehe Bild 1F) mit den verhältnismässig schmalen Hohlkasten und den sehr massiven seitlichen Konsolen mag auf den ersten Blick vielleicht etwas unausgewogen erscheinen, da in Fahrbauplatten-Querrichtung vorwiegend grosse negative Biegemomente auftreten, die eine entsprechend starke Quervorspannung erfordern. Dies wird jedoch wirtschaftlich dadurch kompensiert, dass trotz der grossen Spannweite von L = 49 m ein ganz ausserordentlich leichtes und vergleichsweise billiges Lehrgerüst aus Stahlfachwerkträgern eingesetzt werden konnte (Bild 8).

Pont du Cucloz
(Nationalstrasse N 12, St-Légier)

Projektverfasser: Piguet S.A., Lausanne

Totale Länge: 479,70 m.
11 Felder zu 36,2 m plus 5 Randfelder.

Auch hier hat man als Haupttragelement zunächst einen einzelligen Hohlkasten auf einem konventionellen Lehrgerüst vorgebaut (Bild 9). Um jedoch grosse Querbiegemomente und die vereisungsgefahr zu vermeiden, wie sie sich bei weit ausladenden, seitlichen Konsolen ergeben, wird der Querschnitt (Bild 1E) nachträglich durch zwei seitliche, dreieckförmige Zellen ergänzt. Derartige Querschnitte sind bezüglich der Betonkubatur im allgemeinen verhältnismässig massenintensiv, da sie eine sich über die ganze Brückenbreite erstreckende untere Platte aufweisen, die in den Seitenzellen lediglich der Schrägabstützung der Fahrbahnplatte dienen. Demgegenüber können aber beträchtliche Einsparungen an der vorgespannten und schlaffen Querarmierung erzielt werden.

Viaduc d'Ependes
(Nationalstrasse N 1, Lausanne–Bern)

Projektverfasser: Bureau d'ingénieurs Perret-Gentil & Rey, Yverdon et Lausanne.
Collaborateur: J. Bize.

Totale Länge: 605 m (2 Brücken).
17 Felder zu 31,00 m Spannweite plus
3 Spezialfelder (CFF).

Mit einer Betonkubatur von nur etwa 0,32 m^3 je m^2 Brückenfläche ist man bei diesem derzeit in Ausführung begriffenen Projekt zweifellos an die *unterste Grenze des selbst beim hier gewählten Fertigelementbau noch Machbaren gegangen*. Um dies zu ermöglichen, wurden zum Teil neuartige Wege beschritten. Zum einen hat man sich auf nur zwei vorfabrizierte, vorgespannte Fertigelementträger je Fahrrichtung beschränkt. Dies bedingt, dass die Fahrbahnplatte in Querrichtung verhältnismässig weit gespannt und mit seitlichen Konsolen versehen werden muss. Dazu wurden sehr leichte Fertigelementplatten von nur 5 cm Dicke entwickelt, die jedoch im Abstand von 1,4 m durch vorgespannte Querrippen ausgesteift sind (Bild 10). Diese Plattenelemente sind über den Hauptträgern ausgespart, d.h. dort laufen nur die Querrippen durch, so dass nach dem Aufbringen der 15 bis 30 cm dicken Ortbetonschicht ein guter Verbund zwischen Hauptträger

und Fahrbahnplatte erreicht wird. Über den Zwischenstützen werden in der Fahrbahnplatte gerade Längsspannglieder angeordnet, die zusammen mit den dort an Ort betonierten Querträgern ein kontinuierliches Durchlaufträger-System ergeben.

Krummbachbrücke
(Nationalstrasse N9, Simplon)

Projektverfasser: De Kalbermatten, Burri, Missbauer, Sion.

Bogenbrücke: 124 m Spannweite plus Randfelder.

Da die Entwicklung des Spannbetons zusammen mit neuen Vorbaumethoden es ermöglicht haben, immer grössere Spannweiten mit Durchlaufträgern zu überbrücken, wurden Bogenbrücken, die sich im Gebirge besonders gut und elegant in die Landschaft einpassen, aus wirtschaftlichen Gründen weitgehend verdrängt, was vielen als bedauerlich erscheint. Wie das vorliegende Beispiel zeigt, können Bogenbrücken jedoch auch heute noch oder besser gesagt wieder wirtschaftlich gebaut werden.

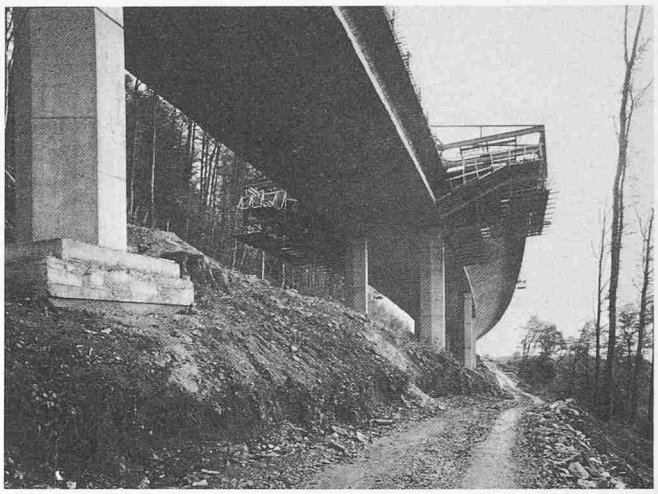


Bild 9. Pont du Cucloz. Bauzustand
Pont du Cucloz, during construction

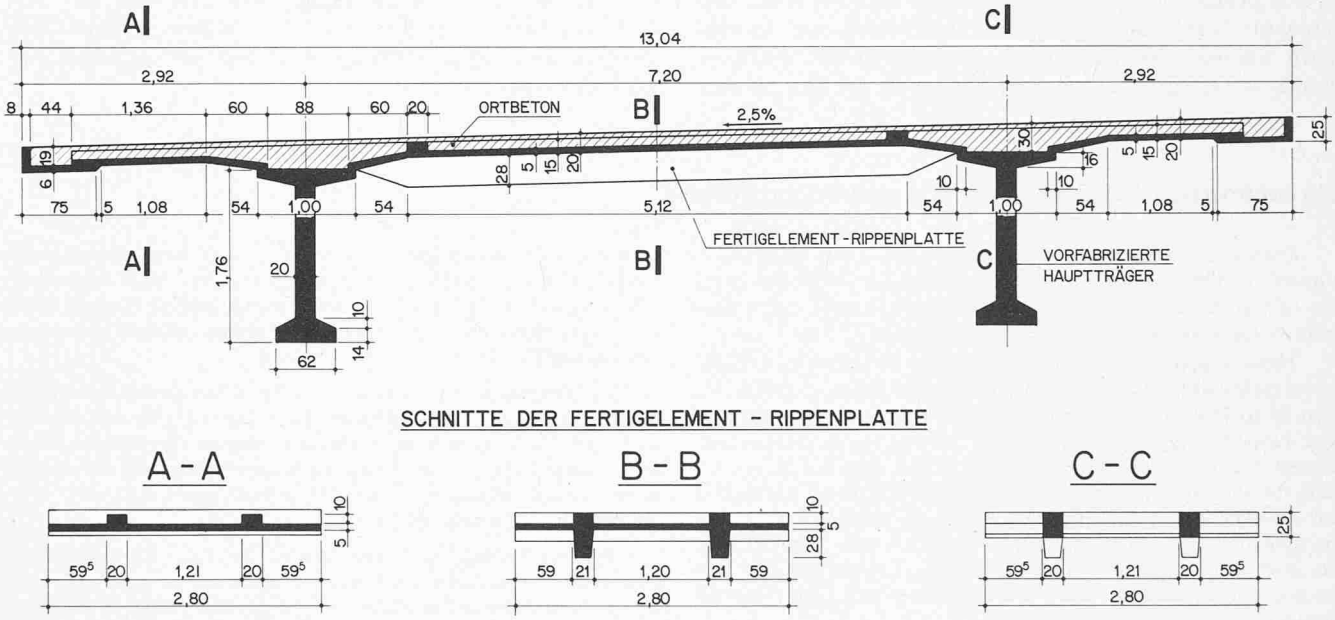


Bild 10. Viaduc d'Ependes. Querschnitt (einer Brückenhälfte) mit zwei vorfabrizierten Hauptträgern und vorfabrizierten Rippenplatten
Viaduc d'Ependes. Cross-section (of half the bridge) with two prefabricated main girders and prefabricated ribbed deck

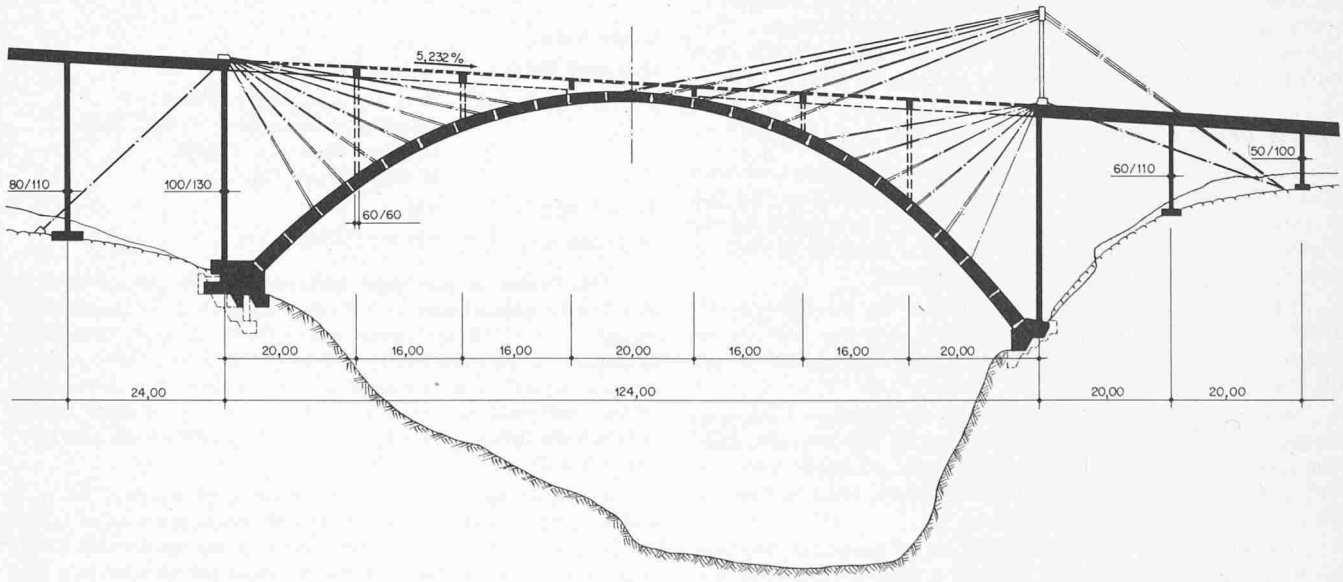


Bild 11. Krummbachbrücke. Freivorbau des Bogens mit Hilfe der Rückhaltekabel
Krummbachbrücke. Cantilevering-out of the arch with the aid of the tie-back cables

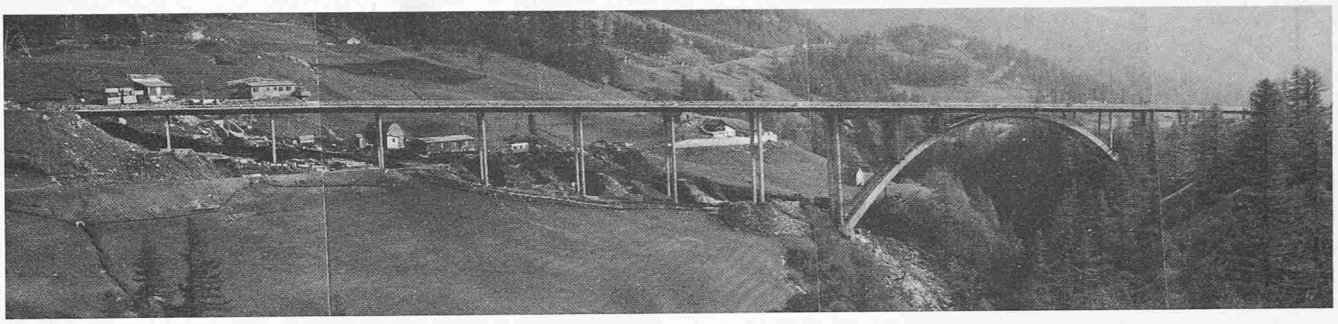


Bild 12. Krummbachbrücke

Ursprünglich war dazu ein konventionelles Bogenlehrgerüst vorgesehen, das aber im Vergleich zu den Gesamtkosten recht teuer gewesen wäre. Man hat daher *erstmals in der Schweiz den Bogen im Freivorbau mit Schrägabspannungen* erstellt (siehe Umschlagbild und Bild 11). Obwohl der Bogen an sich primär ein Druckelement ist, hat man ihn leicht vorgespannt. Dies brachte einerseits den Vorteil, die Arbeitsfugen während des Vorbaus zu überbrücken und die Kontinuität der Längsbewehrung durch Kuppeln der Spannglieder sicherzustellen, was sich im Blick auf die Rissesicherheit und die Verformungen als sehr zweckmässig erwiesen hat. Vor allem war es dadurch auch möglich, längere Vorbauetappen zu wählen und auf der einen Seite auf einen Abspannpylon zu verzichten.

Die hier verwirklichte Baumethode hat sich in jeder Beziehung bestens bewährt und das inzwischen fertiggestellte Bauwerk darf sicher auch als ästhetisch sehr gelungen bezeichnet werden (Bild 12).

Outstanding bridges in prestressed concrete

During the construction of the *Swiss national highway network*, a good number of bridges have been designed or built during the last two years, and as is the case in other countries, *prestressed concrete* has taken there a *preponderant* position.

These structures are mostly prestressed by means of concentrated cables with allowable prestress forces of 250 to 450 tons, and even up to 750 tons in the extreme cases. *Prestressing systems with high capacities* have been developed *quite early in Switzerland.* Though the progress in the prestressing technic does not necessarily lie in the quest for bigger and bigger tendons, it is worth stating that this development specific to Switzerland has undoubtedly helped the evolution of the construction of great bridges. This influence has also spread widely to foreign countries (in particular in the construction of *nuclear reactors* where cables still bigger are necessary).

Given that the transportation and installation of such cables becomes somewhat difficult on account of their weight, successful methods of *placing later on by pushing or by pulling* through of entire cables, individual wires or strands have been developed. This technic has been successfully utilized for the majority of bridges built by the cantilever style method.

Partial prestressing

As a *further particularity of Switzerland*, one should mention above all *partial prestressing*, introduced by the Swiss Standard SIA of 1968 already and whose application is still broadened by the recent introduction of the directive 34 of this Standard in 1976. In what follows, we will briefly present this subject.

At present, *Switzerland could probably be the only country where, at least in principle, all degrees of prestress between the ordinary reinforced concrete (no prestress) and the full prestress are allowed.*

With regard to the *principal direction of spanning of long-span bridges*, partial prestressing does not practically give any advantage. The criteria of concentration and continuity of tensile forces, as well as the limitation imposed on deformations, force in this case the choice of a high degree of prestress.

The situation is however different in the *transverse* direction. As in this case a high degree of prestress is often uneconomical and also constructionally inadequate, the idea of prestressing in the lateral direction was generally given up. On the other hand, partial prestressing allows to select cross-sections with large lateral overhangs, which produces functional, economical and aesthetical advantages. For this reason, in Switzerland, several bridges, even those very wide, are often built with a single cell box girder (see examples in Fig. 1).

The *advantage* of this option for the cross-section lies in the fact that it is possible to realize in a first stage only the cell or even its trough. This reduces in a decisive manner the erection loads of the scaffolding or the launching girder. Subsequent concreting of the lateral overhangs is possible without great difficulty, with the help of a relatively light movable scaffolding.

For *slab bridges or framed bridges*, generally encountered as overbridges or underpasses, partial prestressing turns out often to be an appropriate and economical solution. The degree of prestress adopted could be relatively low in this case.

After these general remarks, we will describe some noteworthy bridges recently built in prestressed concrete.

Ganterbrücke

(National highway N9, Simplon)

Consulting engineers:	Prof. Dr. Chr. Menn, Zürich.
	Schneller, Schmidhalter & Ritz, Brigue.
	Blötzer+Pfamatter, Brigue.
	H. Rigendinger, Coir.
Total length:	678 m.
Main spans:	127 m, 174 m, 127 m.

This bridge in prestessed concrete with the *longest span* in Switzerland (central span of 174 m) is actually under construction on the layout of the national highway to Simplon, in the deep valley of Ganter above Brigue. The authors of the project have adopted a new, original construction (Fig. 2) consisting of a *combination of the traditional method of cantilevering out and of cable staying* in which the cables are not left free, but are subsequently concreted in a thin wall.

As the bridge has a relatively narrow deck width of 9.6 m, it was possible to select a box section with single cell without lateral cantilevers, which facilitates the layout of the anchorages of the stays (Fig. 3). As the piers on the left bank are situated in a *slow slip zone* (Fig. 4), they have to be *constructed in wells*, so that the creep movements of the bank could be ultimately compensated by