

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 115/116 (1940)
Heft: 10

Artikel: Die Brückenbauten der neuen Lorrainelinie der SBB in Bern
Autor: Bühler, Ad.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-51240>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 17.05.2025

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

INHALT: Die Brückenbauten der neuen Lorrainelinie der SBB in Bern. — Die angewandte Psychologie im Dienste der wirtschaftlichen und sozialen Erneuerung. — Architekt und Arbeitsbeschaffung. — Zweifamilien-Wochenend- und Ferien-Haus im «Sandfelsen» ob Erlenbach, Zürichsee. — Mitteilungen: Das Dieselmotorschiff «Thun» auf dem Thunersee. Teer-

asphaltfillerbeläge im Kanton Graubünden. Arbeitsbeschaffung durch Strassenbau. Komprimierte Holzkohle. Keramische Heizkörper für Zentralheizungen. Pragelstrasse. Die Boulder Talsperre. Ein deutsch-französisches Wörterbuch der Schweissttechnik. — Nekrologe: Simon Simonett. — Literatur. — Mitteilungen der Vereine.

Band 116

Der S. i. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Verelnsorgane nicht verantwortlich
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet

Nr. 10

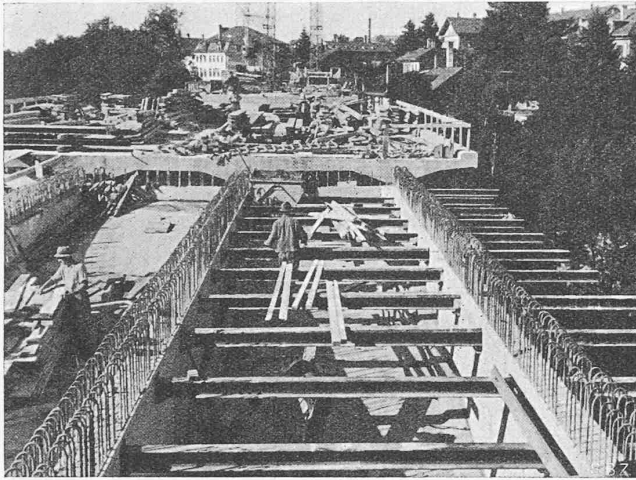


Abb. 33. Herstellung der Längswände über dem mittlern Teil des grossen Gewölbes



Abb. 34. Aeusserer Deckenteil des dreiteiligen Längsbaues über dem mittlern Gewölbbeteil

Die Brückenbauten der neuen Lorrainelinie der SBB in Bern

Von Dr. h. c. AD. BÜHLER, Sektionschef für Brückenbau bei der Generaldirektion der SBB

(Fortsetzung von Seite 100)

13. Baulos 4, Grosses Gewölbe (vergl. Abb. 5, S. 85)

Die Tragwerke der Zufahrten zum grossen Gewölbe sind, wie schon erwähnt, dieselben wie in Baulos 2. Die Unsymmetrien sind zwar viel ausgesprochen; die Berechnungen haben aber gezeigt, dass die Biegemomente und Querkkräfte der Riegel sich gegenüber symmetrischen Rahmen nicht viel änderten. Die Pfeilmomente dagegen ändern sich erheblich. Im letzten Doppelrahmen 12-13-14 wurde beim Endpfeiler ein Fussgelenk vorgesehen, um die dort sonst eintretende starke Einspannung zu vermeiden. Die Uebergänge vom Gewölbe auf die Uferrahmen erfolgen mittels eingehängter Träger.

Die Bedeutung des Bauloses 4 liegt hauptsächlich im grossen Gewölbe über die Aare. Es übertrifft mit seiner theoretischen Spannweite von 150 m alle schweizerischen Brücken und steht auch mit den bestehenden ausländischen Grossgewölben im gleichen Range¹²⁾. Mit einer zufälligen Belastung von $\approx 3 \text{ t/m}^2$ (ohne Stosszuschlag) des 13,35 m breiten Gewölbes gehört der Bau zu den am schwersten belasteten Brücken; das ist auch der tiefere Grund, warum das breite und nur auf Druck arbeitende Gewölbe als Hohlform erstellt werden musste. Gleiche Wirkung hatte auch die Forderung nach genügender Steifigkeit.

Die Ausbildung des Gewölbes ist dem Bau des Schachtelhalms verwandt: die drei Hohlräume sind am Ort der konzentrierten Lastaufnahmen durch kräftige Querschotten unterteilt, die die Biege- und Torsionsfestigkeit erhöhen. Vier Besichtigungstreppen laufen über das Gewölbe hinweg, davon drei innen und eine aussen. Der Scheitel ist 3,2 m, der Kämpfer 5 m stark; die Gewölbeplatten sind 0,55 m im Scheitel und von den Vierteln an gegen die Kämpfer wachsend bis 0,9 m stark. Die Abmessungen entsprechen dem geringsten Kostenaufwand.

Die Aufbauten sind äusserlich genommen den Zufahrtsrahmen ähnlich. Nur sind freie Höhe über dem Gewölbe, Spannweiten und Abmessungen der Balken aufeinander abgestimmt, was ein gutes Aussehen ergibt. Die vierwandige Ausbildung des Gewölbes und seiner Aufbauten steht im Einklang mit derjenigen der Rahmen, ebenso die baulichen Einzelheiten. Die obersten Pfeiler auf dem Gewölbe sind am Kopf und Fuss mit Bleigelenken versehen. Die nächsten, längeren Pfeiler sind Federpfeiler mit Bleigelenken am Kopfende. Der Ueberbau wird durch zwei durchgehende Balken mit je zwei Öffnungen gebildet, deren feste Lager gegen den Gewölbescheitel zu liegen.

Die Scheitelzone wird durch eine Platte gebildet, die durch Längsrippen stetig unterstützt ist; sie bilden mit der Platte einen dreifeldrigen, $\approx 50 \text{ m}$ breiten Rahmen (Abb. 33 u. 34). Wir hül-

digen der Auffassung Séjourné's, dass ein wichtiges Gewölbe keine direkte Unterlage für die beschotterte Fahrbahn bilden soll, damit bei Beschädigungen irgend welcher Art das Haupttragwerk keinen Schaden nimmt. Die Berechnungen der Rahmen erfolgte für drei verschiedene Höhen der Längsrippen. Diese Rippen liegen in Rinnen, die auf dem Gewölbe ausgespart sind; sie bilden eine Art Gelenk. Die Kanten sind durch Bleieinlagen gegen Absprengungen geschützt. In der Hauptsache bildet das grosse Gewölbe ein Konstruktionsproblem. Wir glauben, es sei ziemlich gut gelöst, sowohl was die Erscheinung, als auch was die baulichen Verhältnisse anbelangt. Die Gewölbeaxe schmiegt sich der Drucklinie aus Eigengewicht gut an und ist als Parabel 12. Ordnung eingerechnet, um eine genügende Anpassung zu erreichen.

Die rechnerische Seite des Entwurfes des grossen Gewölbes bot eine ungeahnte Fülle von Problemen. Zunächst muss man sich vor Augen halten, dass die sogenannte endgültige Berechnung sich auf drei eingehendere Vorberechnungen stützt. Die Bestimmung der Gewölbeform eines so grossen Bogens, die im Einklang mit den Gewichten der Aufbauten stehen muss, ist eine wirklich langwierige Aufgabe, kommt doch die Bestimmung der richtigen Verteilung einer Masse von 20000 t in Betracht. Die Bedingung war, dass unter Berücksichtigung aller Kraftwirkungen an keiner Stelle des Gewölbes wesentliche Zugspannungen auftreten sollten.

Die hohle Gewölbeform ergibt hohe Druckspannungen aus Eigengewicht und kleine Biegungsspannungen aus der zufälligen Last, daneben aber bedeutende Querbewegungen, die Querbewehrungen zur absoluten Notwendigkeit machen. Es liegt daher der merkwürdige Umstand vor, dass das Druckgewölbe zwar keiner Längsbewehrungen, dafür aber guter Querbewehrungen bedarf. Der Schwindspannungen und Unsicherheiten der Berechnungen wegen und aus allgemeinen Sicherheitsgründen muss indessen eine Längsbewehrung doch angeordnet werden. Diese Längsbewehrungen sind für die 1,5 bis 1,7 fache wirkliche Exzentrizität der Drucklinie berechnet. Hierbei ist die Beanspruchung des St. 37 bis zur Streckgrenze angenommen. Es entfallen auf 1 m^3 Gewölbebeton rund 108 kg St. 37.

Wir möchten an dieser Stelle weitere Einzelheiten übergangen und nur noch darauf hinweisen, dass bei dem Studium von Gewölbehohlformen einem bewusst wird, dass noch vieles geprüft und entwickelt werden muss, bis man mit Sicherheit allergrösste derartige Bauten von, sagen wir 300 m Spannweite und mehr, sicher beherrschen kann. In erster Linie bedarf die Berechnung solcher gekrümmten Hohlformen einer auf Grund von Versuchen

¹²⁾ Vgl. die Uebersicht in «SBZ» Band 103, S. 272*/278* (1934).

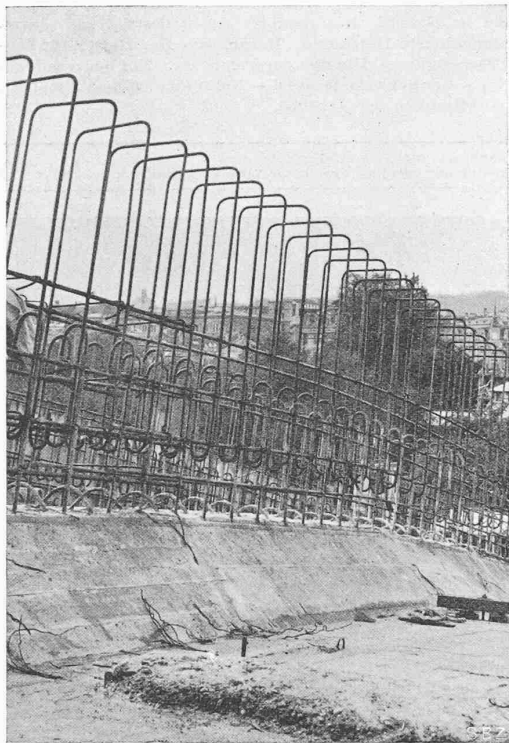


Abb. 33. Längsseiten und Bügel der Gewölberippen

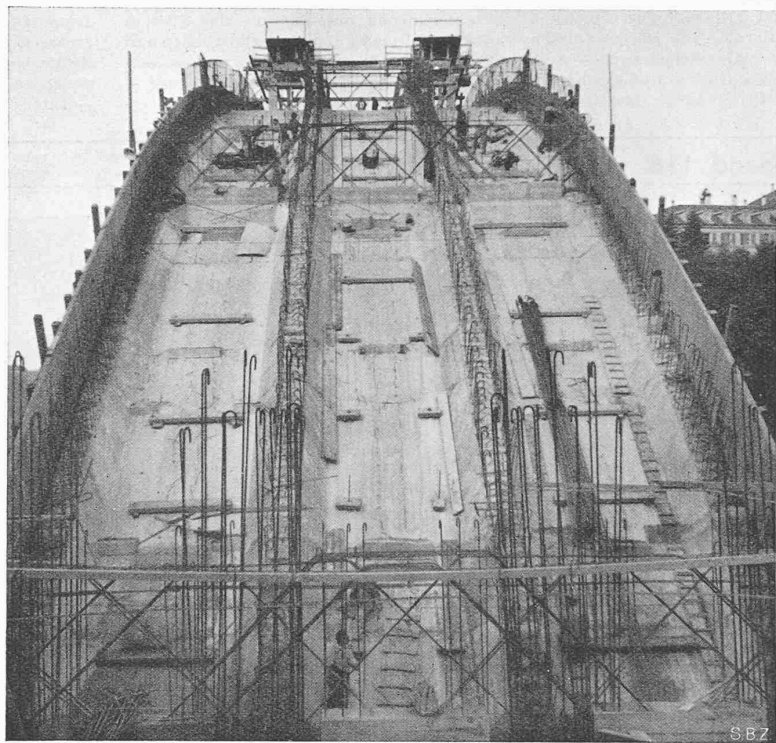


Abb. 37. Erster Ring betoniert, mit Bewehrung der Querschotten

(9. Okt. 1938)

nachgeprüften Theorie, sowohl was die Biegung, als auch was die Torsion anbetrifft. Es ist für einen in der klassischen Baustatik aufgewachsenen Ingenieur kaum mehr begreiflich, wenn man ihm zu bedenken gibt, dass unsere Biegetheorie eigentlich nur für Rechteckstäbe gilt. Schon die Einführung der Breitflanschträger hätte zur Ueberprüfung der Lage anregen sollen. Und doch, wer würde heute unter dem Druck der Gewohnheit wagen, an der Sachlage zu rütteln? Vielleicht gibt aber die nächste grosse Gewölbebrücke Anlass, an diese Probleme heranzutreten.

Die Formulierung der Berechnung eines grossen *mehrgleisigen* Gewölbes würde etwa lauten: In erster Linie sind die Eigengewichtverhältnisse genau abzuklären. Hierauf sind die Einflussflächen für die Verkehrslasten zu berechnen, unter Berücksichtigung der Zusammenarbeit zwischen Bogen und Ueberbau. Es handelt sich somit nicht nur um ebene, sondern von Anfang an um Raumprobleme. Sodann sind die Kräfte aus Schwinden und gleicher und verschiedenartiger Temperaturänderung zu bestimmen und die plastischen Formänderungen, sowie Nachgiebigkeiten des Bodens zu untersuchen. Schliesslich kommen auch die Windkräfte in Betracht, bei denen die Torsionswirkungen am augenscheinlichsten sind. Diese spielen indessen auch bei schachbrettartig vorkommenden Belastungen eine grosse Rolle.

Die Rechnungsgänge werden dadurch weiter verwickelt, dass es nicht mehr gleichgültig ist, in welcher Reihenfolge die Aufbauten auf dem Gewölbe ausgeführt werden, sofern es sich um statisch unbestimmte Lagerungen handelt. Das war der Fall bei der Aarebrücke, wo, wie bemerkt, durchgehende Träger über zwei Oeffnungen vorkommen. Infolge der nacheinander erfolgten Erstellung dieser beiden Trägergruppen wird die zuerst erstellte, durch die Einwirkung des Gewichtes der später ausgeführten Balken verbogen, weil sich dabei das Gewölbe ebenfalls verformt. Die bezügliche Berechnung ergab Momentenänderungen bis zu $\sim 20\%$.

Ob dieser Problematik werden manche erschrecken; aber es lag uns daran, einmal kurz auf die Schwierigkeiten der Berechnung grossen Gewölbebrücken aufmerksam zu machen, die allzu leicht unterschätzt werden können. Man darf eben nicht vergessen, dass der Eisenbetonbau ebenso schwierige, wenn nicht noch schwierigere Entwurfs- und

Ausführungsprobleme stellt als der Stahlbau, bei dem zur Zeit einzig sicher wirkende Korrekturen und Eingriffe in die Tragverhältnisse durchführbar sind.

Damit finden aber die Schwierigkeiten noch kein Ende. Das Gewölbe, das uns so sehr beschäftigt, muss nun erstellt werden, und dazu gehört ein Lehrgerüst oder ein Traggerippe, das der Betonierung dienen kann. Allerdings halten wir es nicht für ausgeschlossen, dass später auch Gewölbe, wie eiserne Bogen im Freivorbau erstellt werden; indessen sehen wir vorläufig von solchen oder kombinierten Baumethoden ab.

Abb. 35 zeigt die heute am meisten verwendeten Lehrgerüsttypen: das bogenförmige und das fächerförmige Lehrgerüst. Beide Typen sind klar, einfach und logisch. Jeder dieser Gerüsttypen¹³⁾ hat seine Vorteile. Wenn eine ringweise Erstellung eines grossen Gewölbes in Aussicht genommen ist, so kann unseres Erachtens nur eine bogenförmige Ausbildung des Lehrgerüsts in Frage kommen. Ungleiche Setzungen eines Fächergerüsts hätten Rissbildungen in dem zweiten und nächsten Ring zur Folge. Auch gestattet ein Fächergerüst keine logische und sichere Zusammenarbeit mit den einzelnen Gewölberingen. Vorbelastungen

¹³⁾ Das Lehrgerüst der Aarebrücke enthielt etwa 1400 m³ Holz und 40 t Stahl (Bolzen, Ringdübel, Nägel).

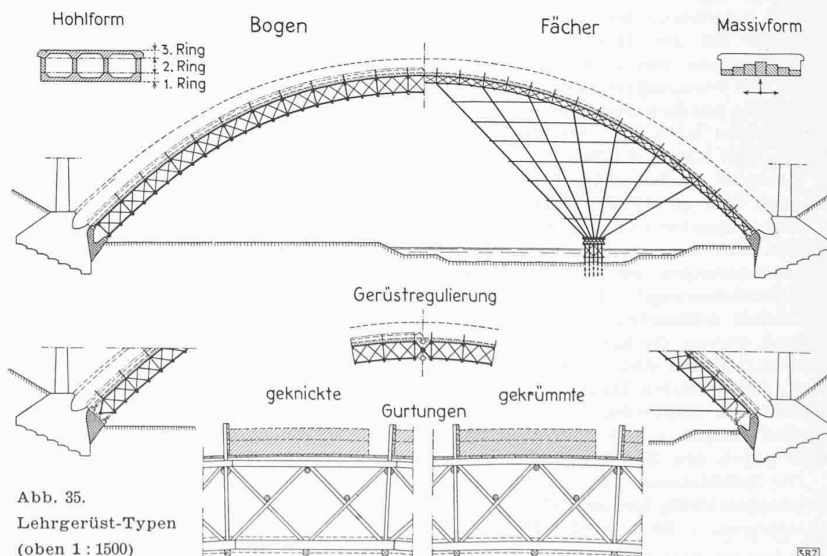


Abb. 35. Lehrgerüst-Typen (oben 1:1500)

SBZ

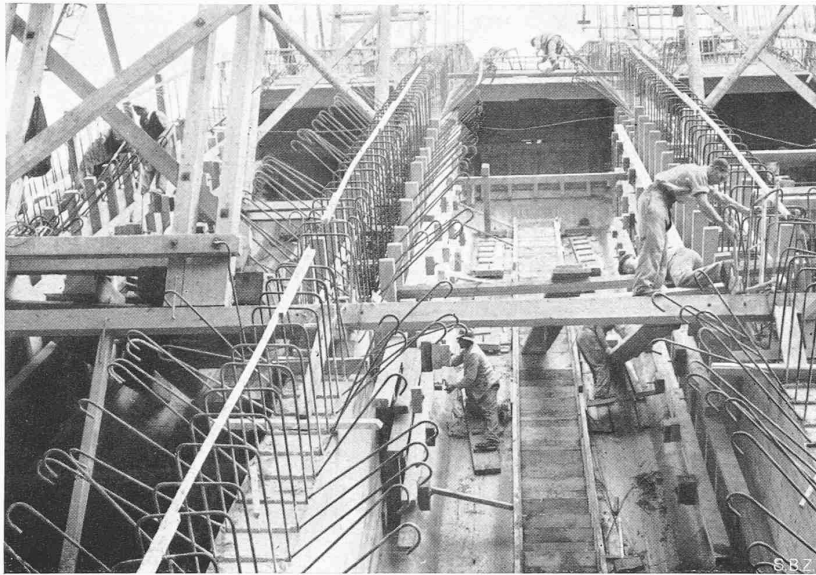


Abb. 39. 2. Ring (Gewölberippen) betoniert: Bügel u. Schrägeisen für den 3. Ring (19. Okt. 38)

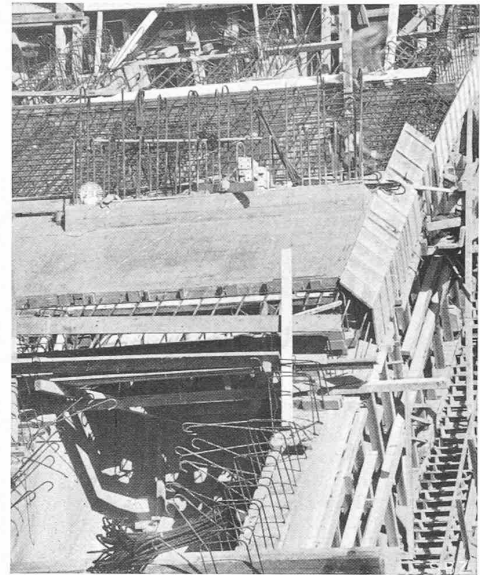


Abb. 40. Schalung und Bewehrung des 3. Ringes

der bogenförmigen Gerüste sind bei einwandfreier Berechnung und Erstellung nicht nötig.¹⁴⁾

Mit Bezug auf die Aufstellung der Lehrgerüste ist beizufügen, dass das fächerförmige Lehrgerüst nicht gut reguliert werden kann, da die Einzelteile mehr oder weniger unabhängig von einander arbeiten. Vorbelastungen solcher Gerüste können sich empfehlen, sind aber auch nicht unbedingt nötig, wenn mit offenen oder nur verspannten Fugen im Gewölbe gearbeitet wird. Das bogenförmige, statisch unbestimmt gelagerte Lehrgerüst muss nach beendeter Aufstellung reguliert werden, damit die Drucklinie die gewollte, d. h. berechnete Form annimmt. Dazu kann die Einschaltung provisorischer Gelenke dienen, oder es werden mittels hydraulischer, an geeigneten Stellen eingeschalteter Pressen bestimmte Druckkräfte erzeugt, entsprechend vorberechneten Werten. Die Aufstellung der bogenförmigen Lehrgerüste kann auch an Seilen erfolgen. Einstellbare Hängeseile gewährleisten gute Einstellung der Form, wenn die Stösse der Gerüstgurtungen nachträglich mit Zement vergossen werden. Beim Aufpressen eines Bogen-Lehrgerüsts dagegen kann eine schon vorhandene schlechte Form nicht mehr oder nur durch Aufschiften verbessert werden. Beim Einschwimmen von Lehrgerüsten bogenförmiger Art ist es notwendig, Zugstangen einzubauen.

Bei der dem Ingenieur nun einmal eigenen Verbissenheit zu sparen, kam er auf den Gedanken, die Gewölbe nicht mehr in einem Mal, sondern in sogenannten Ringen herzustellen, um die Lehrgerüste billiger erstellen, d. h. leichter halten zu können. Heute ist man sogar der Auffassung, dass allein ringweiser

Gewölbeaufbau die Grundlage der wirtschaftlichen Erstellung grosser, schwerer Wölbbrücken ist. Je mehr Ringe erstellt werden, umso weniger wird das Lehrgerüst belastet. Denkbar sind ferner gewollte Entlastungen oder durch elastische Mittel begrenzte Belastungen der Lehrgerüste bei der Ausführung der 2. und folgenden Ringe. Schliesslich könnten auch Ringe erstellt werden, die unabhängig voneinander sind und erst zuletzt mit einander verbunden werden. Bei der Aarebrücke Bern betrug das Gewicht des ersten Ringes rund 3800 t, d. h. etwa 34 % des Gesamtgewichtes des Gewölbes. Nach Beendigung des zweiten und dritten Ringes betrug diese Belastung etwa 50 % des Gewölbes. Die reine regelmässige Bogenwirkung des Lehrgerüsts kann umso weiter getrieben werden, je mehr Betonierabschnitte längs des Bogens vorgesehen werden und je weiter diese selbst unterteilt werden¹⁵⁾. Freyssinet ging bei der Elnbrücke beim 1. Ring bis auf 15 % des Gewölbe Gewichtes herunter; bei der Eslabrücke in Spanien wurde die Unterteilung der Ringelemente ebenfalls sehr weit getrieben. Als dann wird es möglich, das Lehrgerüst als hölzerne Schale mit einer leichten Fachwerkversteifung als Untergurt auszubilden. Immerhin müssen Knicksicherheit und Quersteifigkeit gewahrt werden. Bogen-Lehrgerüste, die an den Kämpfern eingespannt sind, besitzen eine grosse Steifigkeit und Sicherheit. Diese Anordnung, die schon unser Vorprojekt für das Lehrgerüst der Bernerbrücke aufwies, besitzt bedeutende Vorzüge auch praktischer Art gegenüber einer gelenkigen Lagerung, die an andern Orten angenommen wurde.

Die bogenförmigen Lehrgerüste können mit stetig gekrümmten oder mit bei den Knotenpunkten geknickten Gurten vorgesehen werden, wie sich dies bei Dübelkonstruktionen oder verwandten Bauweisen ergibt (Abb. 35). Das Ergebnis einer Berechnung mit geknickten Gurtungen ist aber wesentlich anders als mit stetig gekrümmten Gurten. Betroffen werden vor allen Dingen die Stäben. Angenäherte Berechnungen sind daher besonders im ersten Fall nicht zulässig, wie denn auf die sorgfältigste rechnerische Darlegung gesehen werden muss.

Ein richtig entworfenes Lehrgerüst hat indessen nicht nur auf sich selbst, sondern auch auf die Betonierabschnitte und offenen Fugen Rücksicht zu nehmen, da sonst verwickelte Abstützungen nötig werden. Diese Abstützungen, sowie die Hilfsgerüste, müssen organisch in das Lehrgerüst eingebunden werden können. Die Windverbände werden vorteilhaft durch die Schalungen gebildet, die z. B. aus zwei unter 45° sich kreuzenden Lagen von Brettern bestehen können. Erst ein Lehrgerüst, das auf alle diese Gesichtspunkte Rücksicht nimmt, kann als eine vollkommene Lösung angesprochen werden. Daraus erkennt man die überaus wichtigen Zusammenhänge zwischen Gewölbe und Lehrgerüst¹⁶⁾.

¹⁵⁾ Bei der Elnbrücke («SBZ» Bd. 83, S. 272* und Bd. 93, S. 252*) kamen 3 Ringe zur Ausführung; der 1. Ring erhielt 7 Betoniergruppen zu 6 Elementen, zusammen also 42 Abschnitte. Bei der Eslabrücke in Spanien (Bd. 115, S. 29*) sollen 4 Ringe ausgeführt werden. Der 1. Ring erhielt 7 Betoniergruppen zu 7 Elementen, im ganzen also 49 Abschnitte. Die Aarebrücke Bern erhielt im ersten Ring 36 Betonierabschnitte.

¹⁶⁾ «SBZ» Bd. 112, S. 203* (22. Okt. 1938): Das Lehrgerüst für die neue Aarebrücke in Bern. Von H. Kaegi, Zürich. Die genannten Verhältnisse und ausführungstechnische Umstände sind dort nicht voll gewürdigt.

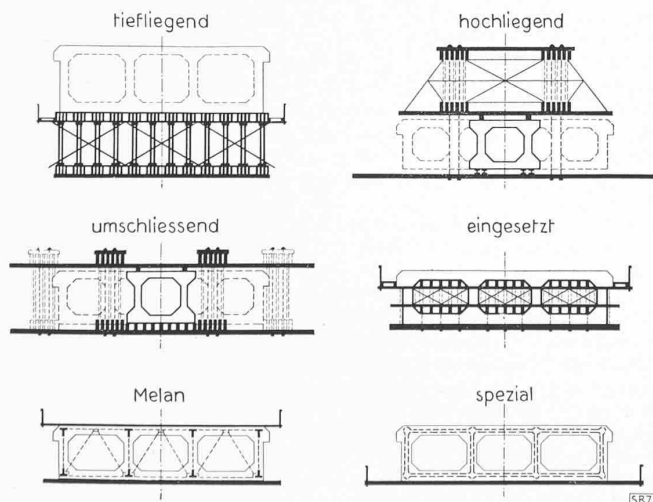


Abb. 36. Zur Systematik der Erstellung grosser Gewölbe

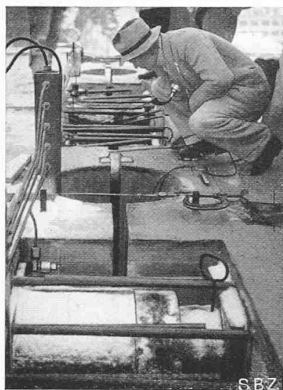


Abb. 42. Aufpressen des grossen Gewölbes mit Pressen in der Scheitelfuge

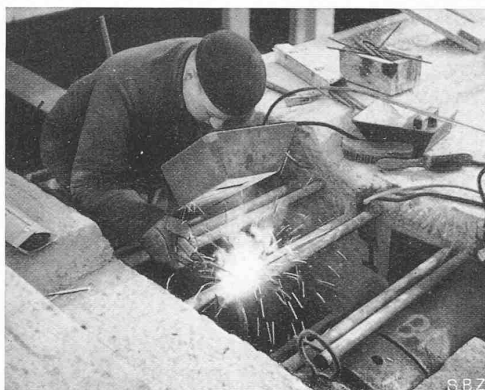


Abb. 43. Verschweissen der übergreifenden Rundeisen in den freien Zwischenräumen der Scheitelfuge

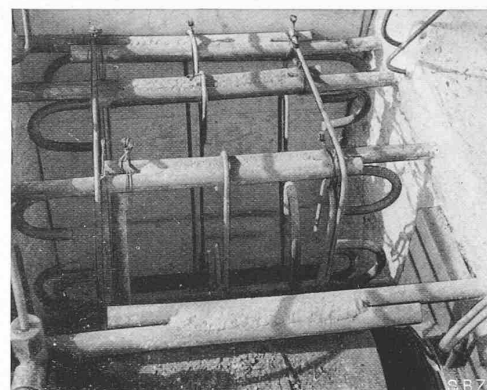


Abb. 44. Verschweisste und ergänzte Bewehrung in der Scheitelfuge, nach Herausnahme der Pressen

14. Die Systematik der Erstellung grosser Gewölbe

geht aus Abbildung 36 hervor, in der alle Möglichkeiten der Erstellung grosser Gewölbe angegeben sein dürften. Eine allgemeine Regel, welche Lösung vorzuziehen ist, lässt sich nicht geben, weil die im Einzelfall beste Ausführung von den Verhältnissen: Spannweite des Gewölbes zu seiner Breite und Höhe bestimmt wird. Allenfalls kommen auch nur Ausführungen mit Gewölberippen in Betracht. Es kann das tiefliegende, das hochliegende, das umschliessende und das eingesetzte Bogen-Lehrgerüst unterschieden werden. Hinzu kommen noch zwei Ausführungsformen, nämlich Melanträger und eine Speziallösung mit einem Gerippe aus Eisenbeton, allenfalls in Röhrenform¹⁷⁾. In diesen Fällen wird das Gerüst als Teil des Gewölbes benützt und stellt die idealste Lösung der Gewölbeerstellung dar. Es können der Freivorbau des Gerüsts und Ummantelungen aus Beton oder Gunit in Betracht kommen, die in geeigneter Reihenfolge und in bestimmten Abschnitten aufgebracht werden.

Da ein hohles Gewölbe infolge der zahlreichen Betonierabschnitte sehr schwierig zu erstellen ist, sei besonders auf das eingesetzte Lehrgerüst aufmerksam gemacht, bei dem die Querverbindungen eines Lehrgerüsts, wie auch dessen allgemeine räumliche Aussteifung müssen sehr gut sein, damit bei den Gerüstungen und beim Aufbringen des Betons örtliche oder ungleiche Belastungen aufgenommen und verteilt werden können. Einen Einblick in die nicht einfache ringweise Ausführung des Aarebogens geben die Abb. 37 bis 40.

15. Das Regulieren eines ringweise erstellten Gewölbes

Dieses setzt sich zusammen aus dem *Ausrüsten*, d. h. der Wegnahme des Lehrgerüsts, und der *Schubregulierung*. Diese hat zum Zweck, eine bestimmte, zum voraus berechnete Drucklinie oder Spannungsverteilung dem Gewölbe aufzuzwingen, unter Berücksichtigung der Gewichte der Aufbauten, der Schwind- und Temperaturkräfte und der Verkehrslast.

Zunächst möchten wir einige Worte dem sogenannten *Aufpressen* widmen, das man am besten im Scheitel des Gewölbes vorsieht (Abb. 41). Der Scheitelquerschnitt wird bei der ringweisen Erstellung nur so weit geschlossen, als die Druckübertragung für das Eigengewicht des Gewölbes dies nötig macht. In die Fugen werden Bleiblätter eingelegt, um eine spätere Trennung der Halbgewölbe bewerkstelligen zu können. Auf dem Rest des Scheitelquerschnittes werden hydraulische Pressen angeordnet und auf den weiter verfügbaren Flächen die Längsbewehrung des Gewölbes zum Uebergreifen gebracht. Die damit ermöglichte Verbindung der Bewehrung im Gewölbescheitel ist bei der Bernerbrücke wohl zum ersten Mal ausgeführt worden (Abb. 42 bis 44). Die Pressen werden im geeigneten Zeitpunkt unter Druck gesetzt, bis sich die Gewölbehälften auseinander bewegen. Wenn die gewünschten Drücke und eine genügende Lösung des Gewölbes vom Lehrgerüst erreicht sind, werden die Pressen festgestellt, worauf die Längsbewehrung verschweisst wird. Die Herausnahme der Pressen kann einzeln erfolgen, allenfalls kann durch Ausschmelzen von Unterlagen aus Blei nachgeholfen werden, was sich als besonders zweckmässig erwiesen hat. Die Fuge wird hierauf bei jeder Presse geschlossen. Der Beton wird zur Erzielung gleicher Schwindmasse für die verschiedenen weiten Fugenstellen mehr oder weniger plastisch

¹⁷⁾ Vergl. den Entwurf Lossier für eine Brücke über die Rance, mit Spannweiten von 460 m.

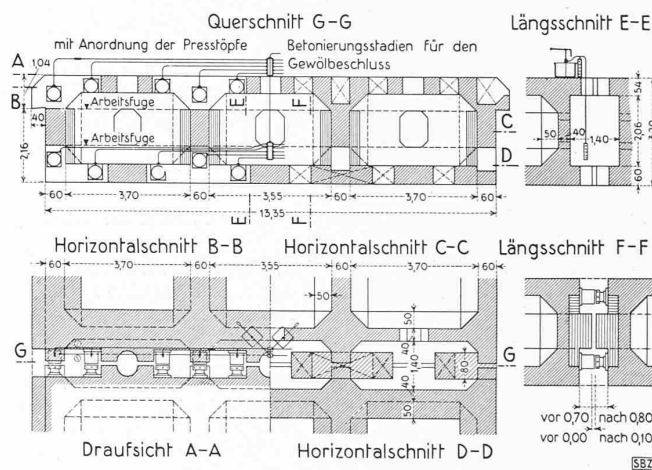


Abb. 41. Bauliche Anordnungen im Scheitel des grossen Gewölbes für das Aufpressen, sowie das Regulieren des Scheitels

eingebraucht. Die ideale Lösung bestünde darin, die Pressen nicht auf die Gewölbeplatten, sondern auf die beiden beim Scheitel gelegenen Querschotten einwirken zu lassen und damit möglichst gleichmässige Druckübertragungen herbeizuführen.

Die Grundlagen zur Beurteilung des Aufpressens des Aarebogens gehen aus der Abb. 45 hervor. In irgend einem Schnitt durch das Gewölbe wirken die Spannungen, die bei der Erstellung des 2. und 3. Ringes im 1. und 2. Ring entstanden sind. Die Ringgewichte betragen ungefähr: 1. Ring 27,5 t/m, 2. Ring 12,4 t/m, 3. Ring 29,5 t/m. Durch Versuche und durch die Beobachtungen am Gerüst ist es erwiesen, dass die Betoniererringe sehr gut mit dem Lehrgerüst zusammenarbeiteten ($n = 2$ bis 4, je nach Alter des Betons und der Beanspruchung). Die Haftfestigkeit des Betons auf den Schalungen beträgt hierbei, wie Versuche zeigten, bei roher Schalung $0,6 \text{ kg/cm}^2$. Ausgenützt werden indessen nur $0,2 \text{ kg/cm}^2$. Die Haftfestigkeit könnte durch einfache Mittel noch vergrössert werden, wie z. B. durch geeignete Nagelungen, Abfasungen am Holz, und dergl. Bei der Aarebrücke kamen auch Anker zur Verwendung, die durch die untere Gewölbeplatte gezogen wurden. Diese Anker (~ 300 Stück) dienten nachher zur Aufhängung des freigemachten Lehrgerüsts an das Gewölbe und konnten sodann während des Abbruches des Gerüsts benützt werden (Abb. 46 und 47).

Der Aufpressvorgang hat nun den Zweck, das Gewölbe so weit als möglich vom Lehrgerüst abzuheben und dieses zu entlasten. Erst hierauf wird das Lehrgerüst durch Ablassen bei den Kämpfern ganz entlastet. Diese Vorgänge lassen sich aber an einem grossen Bau nicht mehr genau, oder nur unter Aufwendung einer sehr umfangreichen Messapparatur verfolgen. Dieses Versagen spielt aber keine Rolle. Wesentlich ist, dass man wenigstens angenähert diejenigen Kräfte ausrechnen kann, die durch die Wegnahme des Lehrgerüsts auf das noch geschlossene, nicht aufgepresste Gewölbe einwirken und eine Spannungserhöhung zur Folge haben. Für die Aarebrücke ist diese Aufgabe, wenn auch aus nicht vorausgesehenen Gründen, erst nachträglich gelöst worden. Erst dann denkt man sich die hydraulischen Pressen in Funktion zur Ueberlagerung eines weiteren kleineren Spannungsdiagrammes, das einen möglichst guten Spannungsausgleich in allen Gewölbeschnitten herbeizuführen hat.



Abb. 47. Schlusszustand beim Abbruch des Lehrgerüsts, das durch Verankerungsschrauben mit dem Gewölbe verbunden war, dies auch zur Sicherung der Verbundwirkung von Holz und Beton

Schwierig ist es aber, die Folge der Aenderung der Feuchtigkeitszustände, sowie der Temperatur- und Schwindvorgänge in den Ringen und im Lehrgerüst zu verfolgen. Diese Aufgabe ist noch nicht gelöst und bedarf wohl auch versuchstechnischer Unterlagen. Die Verhältnisse liegen dabei so, dass bei eisernen Lehrgerüsten die Temperatureinflüsse und bei hölzernen, ungeschützten (z. B. ohne Anstrich) Gerüsten die Feuchtigkeitwirkungen überwiegen.

Ein höheres Einstellen des Gewölbeschubes, als dies theoretisch notwendig ist, empfiehlt sich, da eine Bogenbrücke «vom Schube lebt» und dieser sich mit der Zeit nur vermindert. Die Ueberpressung ist bei der Aarebrücke dadurch zustande gekommen, dass die Reibung in den Pressen von ungefähr 1 bis 2 % des Pressendruckes zum Druck, der an den Manometern abgelesen wurde, hätte hinzugerechnet werden sollen¹⁸⁾.

Es unterliegt keinem Zweifel mehr, dass selbst in scheinbar klarliegenden Fällen, wie z. B. bei der Tranebergbrücke in Stockholm, die Verhältnisse verwickelt sind. Bei dieser Brücke wurde das Gewölbe in einem Ring erstellt. Die Gewölbeabschnitte arbeiteten aber dennoch mit den Gerüsten zusammen. Gegenseitige, aus Sicherheitsgründen nötige Abstützungen, sowie Temperatur-

¹⁸⁾ Vgl. «SBZ» Band 113, Seite 93* (25. Febr. 1939): Scheitelhebung der Aarebrücke. Von A. Staub, Zürich.

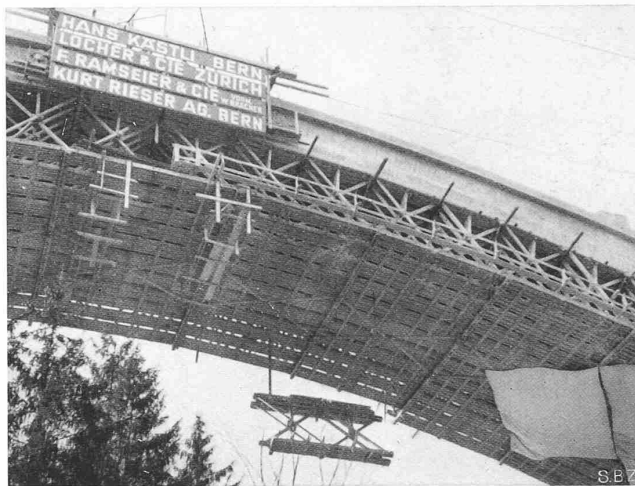


Abb. 46. Beginn des Gerüstabbruchs am grossen Gewölbe (27. Febr. 39)

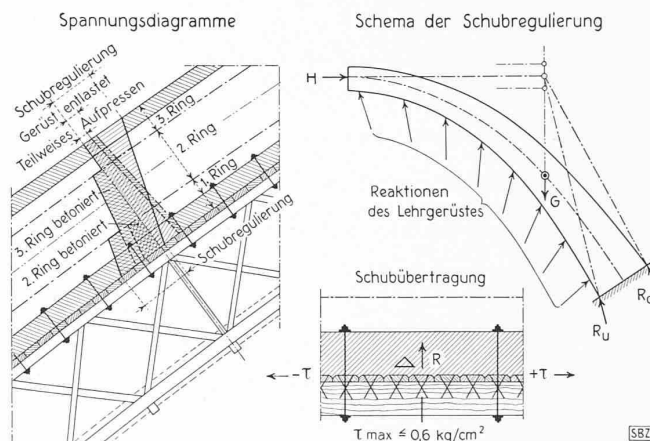


Abb. 45. Grundlegende Darstellung der Vorgänge beim Aufpressen eines Gewölbes. Zusammenarbeit von Lehrgerüst und Gewölbe

und Schwindeinflüsse (Beton, Holz, Stahl) vermehren die Zusammenarbeit, sodass auch in solchen einfachen Fällen der Ausrüstvorgang sogenannte falsche, d. h. innere zusätzliche Spannungen zur Folge hat. Diese sind im Falle der Aarebrücke Bern kaum grösser als 5–10 kg/cm², was bei Spannungen bis 100 kg/cm² nicht viel ausmacht.

Zusammenfassend kann man daher sagen, dass ein Gewölbe nur dann in einen ziemlich klaren Spannungszustand gebracht werden kann, wenn es nach Entfernen des Lehrgerüsts im Scheitel mit einer bestimmten Kraft aufgedrückt wird. Soweit Unklarheiten zurückbleiben, sind sie darauf zurückzuführen, dass vor dem Ausrüsten Gewölbe und Gerüst in einem gewissen, aber schwierig zu erfassenden Masse zusammengearbeitet haben und Abweichungen gegenüber der rechnerischen Bogenform eingetreten sind.

Soweit aus spärlichen Angaben hervorgeht, ist der ringweisen Erstellung grosser Gewölbe vielfach misstraut worden. Wir glauben aber (mit Freyssinet) zu Unrecht; bei jeder Gewölbeherstellung muss mit Unsicherheiten gerechnet werden.

(Schluss folgt.)

Die angewandte Psychologie im Dienste der wirtschaftlichen und sozialen Erneuerung

I. Die bisherigen Leistungen

1. Die angewandte Psychologie hat es ermöglicht, durch die Eignungsuntersuchung Jeden sicher und rascher an den Platz zu führen, der seinen natürlichen Begabungen entspricht. Fünf durch die Schweizerische Stiftung für Psychotechnik anerkannte Institute und mehr als 46 Unternehmungen in der Schweiz und in Frankreich wenden unsere Auswahl-Methoden an. Allein das Institut Lausanne hat mehr als 50 Betriebs-Psychotechniker für die Industrie ausgebildet.

2. Der Wirkungsgrad der beruflichen Ausbildung ist erhöht worden. Eine rationellere Ausbildung der Lehrlinge hat in 28 Betrieben Eingang gefunden; die beruflichen und moralischen Erfolge dieser Umstellung sind von grösster sozialer und wirt-

schaftlicher Bedeutung. Die berufliche Förderung der *Erwachsenen*, auf Grund der gleichen Erziehungsmethoden, ermöglicht in wenigen Wochen systematischer Einführung Facharbeiter der verschiedensten Richtung auszubilden: Maschinenschlosser, Dreher, Fräser, Kesselschmiede, Zimmerleute, Schweisser. Diese Methoden wurden mit Erfolg in 46 Unternehmungen und drei Umschulungslagern angewendet.

3. Die angewandte Psychologie hat die Zusammenarbeit innerhalb der Unternehmungen gefördert. Die Achtung vor der Persönlichkeit ist eine notwendige, aber nicht hinreichende Bedingung für das Gedeihen des Ganzen. In der Unternehmung muss der Geist der Zusammenarbeit geschaffen werden. Ueber 100 Unternehmungen, wovon solche mit über 2000 Arbeitern,