

# St. Alban-Brücke über den Rhein in Basel. II. Der Stahlüberbau

Autor(en): **Guyer, Roland**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **75 (1957)**

Heft 29

PDF erstellt am: **25.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-63391>

## **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.

## Die St. Alban-Brücke über den Rhein in Basel. II. Der Stahlüberbau

DK 624.65

Von **Roland Guyer**, Ober-Ing. für Stahlhoch- und Brückenbau der Firma Buss AG., Basel

### A. Vorarbeiten

Wie bei den meisten grösseren Brücken hat sich das Ausführungsprojekt aus einer Anzahl von Vorentwürfen und unter dem Einfluss eines scharfen Konkurrenzkampfes herauskristallisiert. Wenn auch die Ergebnisse, die sich im Laufe der Entwicklung zeigten, naturgemäss nur für die vorliegenden oder ähnliche Verhältnisse Gültigkeit haben, dürften sie doch von einigem Interesse sein.

Die erste von der Firma Buss eingereichte Studie wies (bei einer damals vorgesehenen Mittelöffnung von 125 m) sechs Hauptträger und tonnenförmige Fahrbahnbleche mit im Minimum 12 cm starkem, durch an die Tonnenbleche angeschweisste Rundeseisen verankertem Ueberbeton auf. Ein weiteres Projekt (Spannweite 135 m) sah vier Hauptträger und eine klassische Eisenbeton-Fahrbahn vor. Bei dem dann zur Ausführung gelangten Vorschlag waren nur noch zwei Hauptträger und als Fahrbahn eine orthotrope Platte angeordnet. Schon in jenem Zeitpunkt waren Flachbleche für die Gehwege untersucht worden, doch erwiesen sich Beton-Fertigplatten als wirtschaftlicher.

Als weitere, nicht eingereichte Lösung war eine orthotrope Platte mit vier Hauptträgern untersucht worden. An Stelle eines Untergurt-Lamellenpaketes war je ein ausgesteiftes Blech zwischen den Stegblechen 1 und 2, sowie 3 und 4 vorgesehen, wodurch zwei steife Hohlkasten entstanden. Diese Lösung hätte übrigens erlaubt, die Brücke vollständig zu schweissen. Das Stahlgewicht dieser Lösung, die technisch sicher interessant gewesen wäre, erwies sich wegen der vier Stegbleche und der nicht voll ausnützbaren Aussteifungen der Untergurtbleche (Querstreifen für die Ablenkungskräfte) als zu gross.

Der Vollständigkeit halber sei erwähnt, dass auch der Einbau der Strassenbahn studiert werden musste. Die Fahrbahnbreite war unverändert, doch ist die Belastung infolge Strassenbahn etwas grösser als aus Lastwagenverkehr. Vor allem bot natürlich der Einbau der Gleise und insbesondere die Abdichtung die bekannten Probleme.

Schliesslich war die Möglichkeit einer späteren Verbreiterung zu untersuchen. Die Brücke kann allerdings den Verkehr, den ihr die Zufahrten bis jetzt zu bringen vermögen, anstandslos bewältigen, und eine Verbreiterung wäre wohl höchstens bei einem entsprechenden Ausbau der Zufahrten erforderlich. Immerhin sei erwähnt, dass die Verbreiterung ohne Beeinträchtigung der Erscheinung der Brücke möglich wäre, z. B. durch Einbau von zwei weiteren Hauptträgern, Aufschneiden der Platte in der Brückenlängsaxe, seitliches Verschieben der eine Hälfte und Einsetzen eines mittleren Plattenstreifens.

Zu all diesen Studien kommen schliesslich diejenigen der anderen Firmen. Wenn diese vielleicht nicht ganz so ausgedehnt waren wie bei uns, so erhellt doch, welche Unsumme von Arbeit zu leisten ist, bis zum Ausführungsprojekt geschritten werden kann.

### B. Beschreibung der Brücke, statische Berechnung und Material

Die allgemeine Anordnung und die wichtigeren Einzelheiten sind aus den Bildern 13 bis 29 ersichtlich. Zu dem in Bild 18 dargestellten Aufbau der Grenzwertlinien der Momente ist zu bemerken, dass das statische System der Hauptträger für den Freivorbau (Gewicht der Hauptträger, der Fahrbahnplatte und der Verbände) für jede Brückenhälfte ein einfacher Balken mit Kragarm war. Für die nach Zusammenschluss der Brückenmitte aufgebrachten ständigen Lasten (Gehwegkonstruktion, Belag, Werkleitungen), sowie für die Verkehrslast wirken dagegen die Hauptträger als durchlaufende Balken auf vier Stützen. Die Abstützung der Hauptträger erfolgt durch ein festes Lager auf dem rechten und ein bewegliches auf dem linken Flusspfeiler, während bei den Widerlagern Pendel angeordnet sind, da dort Zug oder Druck auftreten kann (Bild 28). Entsprechend dieser Lagerung wurden an beiden Enden Dilatationsvorrichtungen für die Fahrbahn eingebaut (Bild 23).

Bei den ebenfalls in Bild 18 aufgetragenen zulässigen Spannungen ist der grosse Abfall beim Widerlager und bei

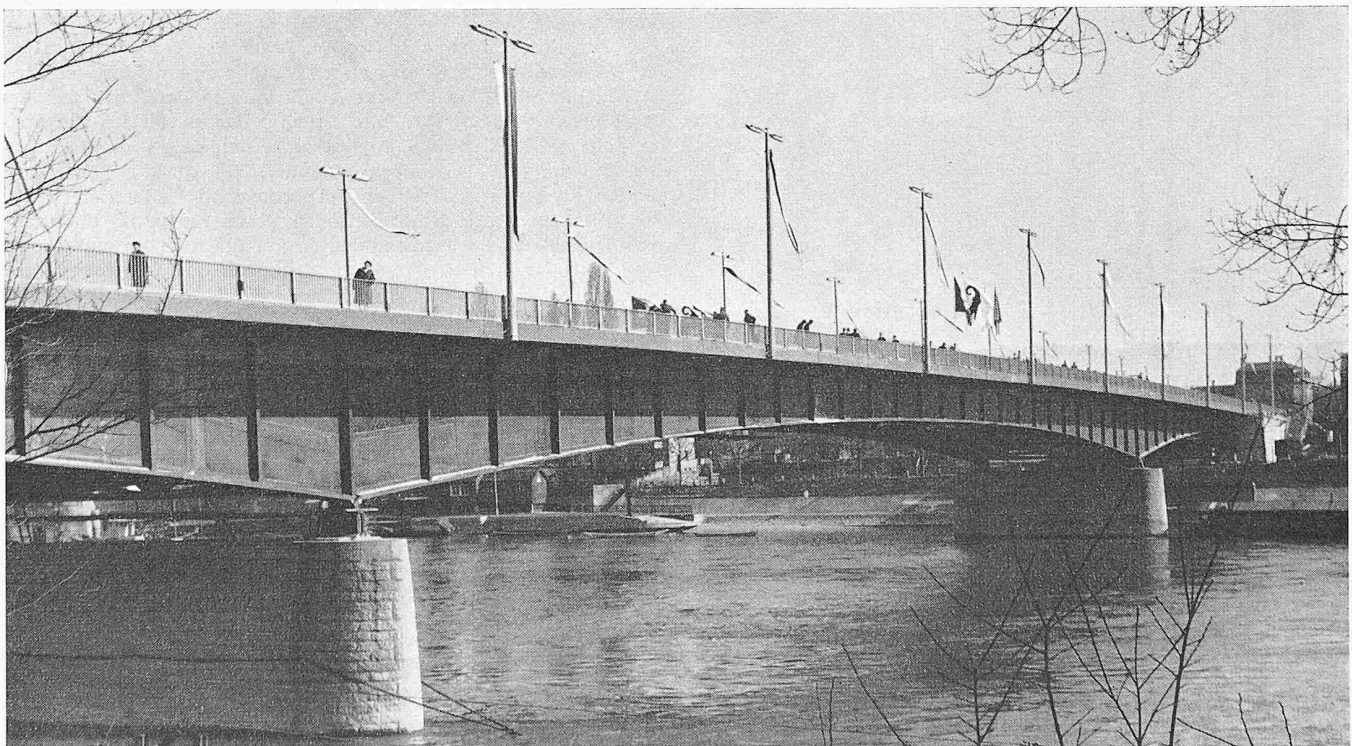


Bild 13. St. Albanbrücke in Basel von Oberstromseite

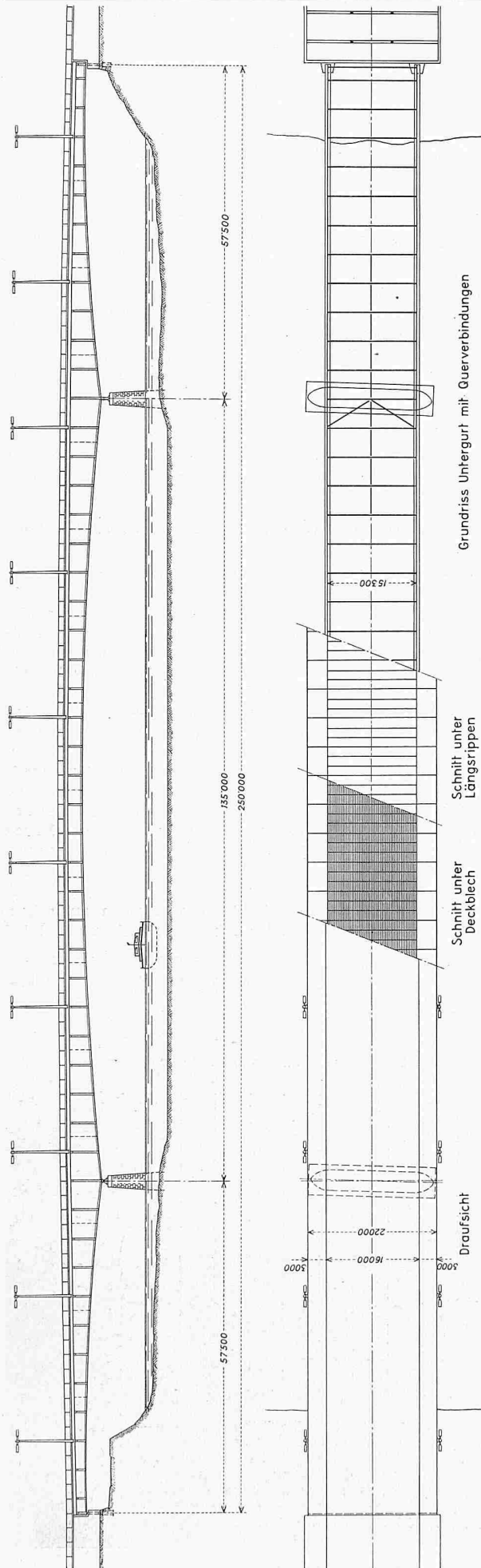


Bild 14. St. Albanbrücke. Oben Ansicht, unten Grundriss, 1:1000

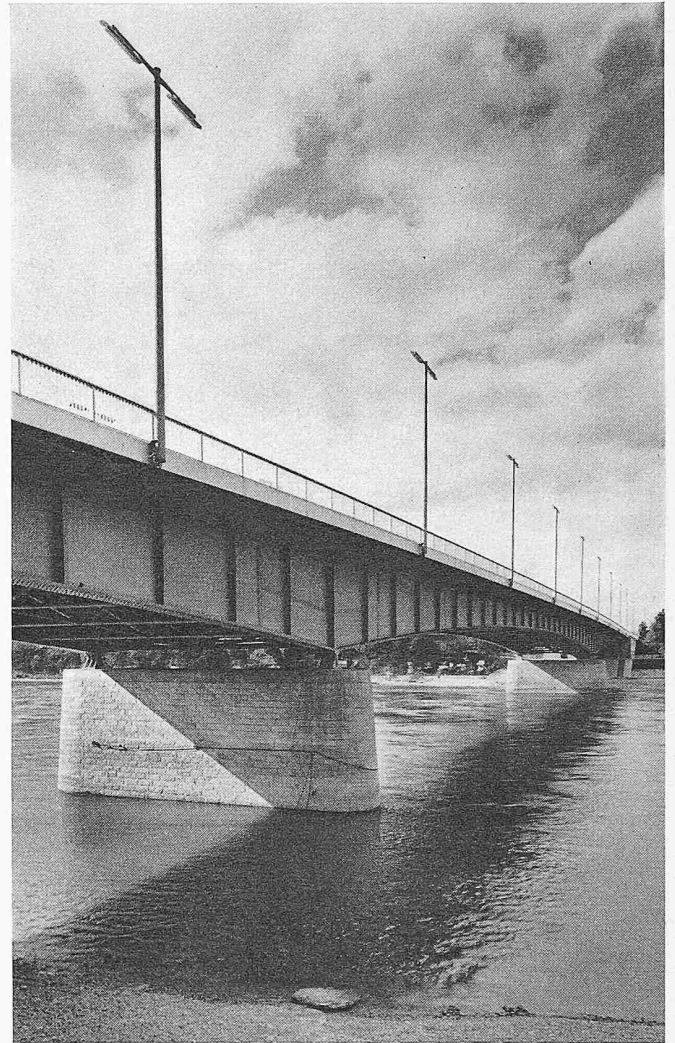


Bild 15. Ansicht von Unterstromseite

Punkt 12 bemerkenswert, der davon herrührt, dass dort das Moment aus ständiger Last praktisch null ist, so dass je nach Stellung der Nutzlast positive oder negative Momente entstehen.

Da die orthotrope Platte an dieser Stelle noch nie näher erläutert wurde, sei kurz darauf hingewiesen, dass es sich dabei um eine Fahrbahnkonstruktion handelt, bei der ein Stahlblech von etwa 12 mm Stärke, das durch Rippen ausgesteift ist, als Unterlage des Strassenbelages dient. Fahrblech (auch Deckblech genannt), Rippen und Querträger, bilden eine Einheit, so dass die einzelnen Teile gleichzeitig verschiedene statische Funktionen übernehmen. So überträgt das Deckblech die Fahrbahnlasten auf die Aussteifungsrippen, stellt aber zugleich den oberen Flansch der Querträger dar und bildet im weiteren einen Bestandteil des Obergurtes der Hauptträger. Die Rippen werden längs angeordnet, da sie dann nicht nur zur Aussteifung des Deckbleches dienen, sondern ebenfalls im Querschnitt des Hauptträger-Obergurtes mitwirken.

Bei der statischen Berechnung sind die Spannungen aus den verschiedenen Funktionen zu überlagern und ist der zwei-axige Spannungszustand des Deckbleches zu beachten. Die umfangreiche Berechnung der Platte als Fahrbahnkonstruktion erfolgte als Platte mit in Längs- und Querrichtung verschiedener Steifigkeit. Daher der Name orthotrop, eine nicht gerade glückliche Abkürzung für orthogonal (rechtwinklig sich kreuzende Aussteifungen: Längsrippen und Querträger) — anisotrop (verschiedene Eigenschaften in den beiden Richtungen).

Die Durchführung der Berechnung geschah unter Verwendung der Prinzipien von Fischer, Homberg und Cornelius (Kontinuumsstatik). An anderen Orten durchgeführte Belastungsversuche bis zum Bruch haben sehr grosse Tragfähigkeitsreserven der orthotropen Platte ergeben, was mit

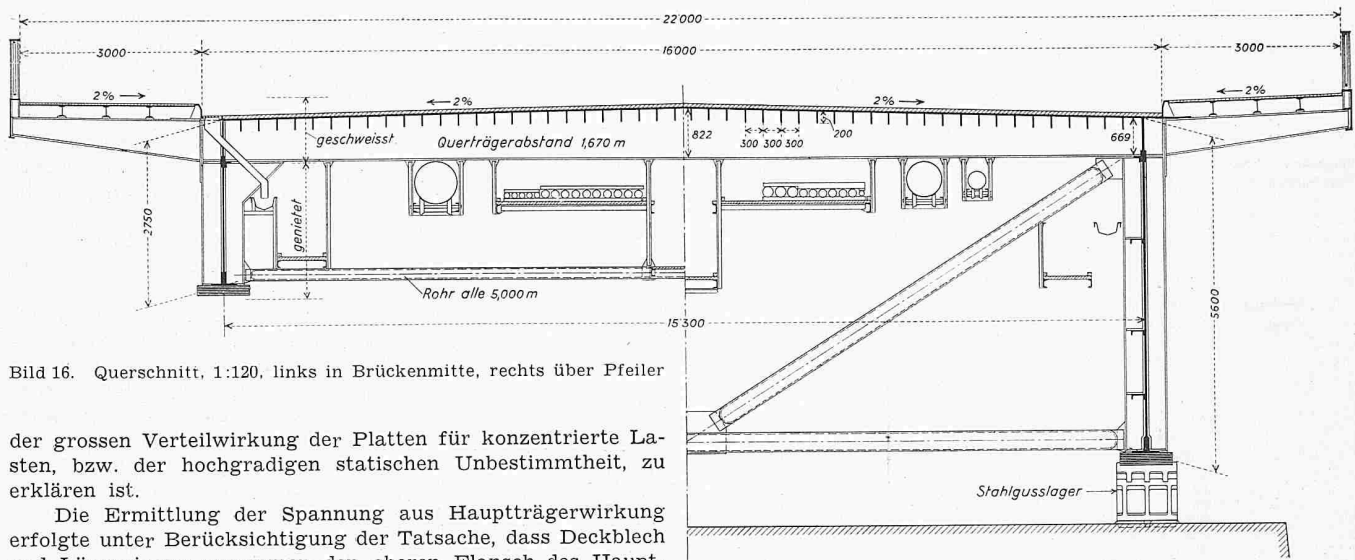


Bild 16. Querschnitt, 1:120, links in Brückenmitte, rechts über Pfeiler

der grossen Verteilwirkung der Platten für konzentrierte Lasten, bzw. der hochgradigen statischen Unbestimmtheit, zu erklären ist.

Die Ermittlung der Spannung aus Hauptträgerwirkung erfolgte unter Berücksichtigung der Tatsache, dass Deckblech und Längsrippen zusammen den oberen Flansch des Hauptträgers darstellen. Bei dem so entstehenden unsymmetrischen I-Querschnitt des Hauptträgers liegt die Null-Linie wegen des grossen Querschnittes des Deckbleches und der Rippen oberhalb der Mitte des Stegbleches. Die zulässigen Spannungen im unteren Flansch können so ausgenützt werden, während oben der erforderliche Spielraum für die Spannungen aus Plattenwirkung bleibt.

Natürlich verteilen sich die Längsspannungen nicht ganz gleichmässig über die Brückenbreite, sondern bleiben in der Brückenaxe etwas zurück. Wie eine eingehendere Rechnung zeigte, ist die Abweichung nicht gross, was auch durch die Belastungsprobe bestätigt worden ist.

Die Kosten einer orthotropen Platte liegen pro Tonne etwa gleich hoch wie diejenigen eines genieteten Hauptträgers. Sie ist teurer als eine Fahrbahnkonstruktion mit Stahlträgern und Eisenbetondecke, aber bedeutend leichter. Sie kommt daher im allgemeinen nur bei grösseren Spannweiten, bei denen das Eigengewicht der Konstruktion eine bedeutende Rolle spielt, wie im vorliegenden Fall, in Frage.

Mit Rücksicht auf die Einrichtungen bei den Lieferwerkstätten und um zu schwere Montage-Installationen zu vermeiden, schien es zweckmässig, die grössten Stückgewichte auf 20 bis 25 t zu beschränken. Da alle Lieferwerkstätten nicht weit von der Baustelle lagen und sie die Konstruktionen mit Strassentransport dorthin führten, war man nicht an das Lichtraumprofil der Bahn gebunden. Die Berücksichtigung dieser für die Festlegung der Montagestösse massgebenden Gesichtspunkte ergab für Fabrikation und Transport bei den Hauptträgern Stücke bis zu 20 m Länge, bei der orthotropen Platte Tafeln von  $5 \times 16$  m.

Ueber den Pfeilern war wegen des Gewichtes und der Höhe des Stegbleches ein Längsstoss erforderlich.

Die Trennung zwischen orthotroper Platte und Hauptträgern erfolgt durch einen genieteten Längsstoss auf der Höhe der Unterkante der Querträger, d.h. fabrikatorisch wurden die obersten 60 cm des Stegbleches in die orthotrope Platte einbezogen. Oberhalb dieses Stosses ist die Brückenkonstruktion geschweisst, unterhalb genietet. Es ist dies vielfach nicht verstanden worden. Bedenkt man jedoch, dass der Untergurt Querschnitte bis  $136 \times 900$  mm aufweist, wird man ohne weiteres erkennen, dass eine Schweissung entsprechend dem heutigen Stand der Technik dort nicht tunlich ist. Sofern man nicht aus Propagandagründen oder ähnlichen Motiven eine vollständig geschweisste Brücke erstellen will, wird man Schweissung und Nietung als gleichberechtigte Verbindungsmittel dort anwenden, wo jedes Verfahren unter Beachtung seiner technischen und wirtschaftlichen Bedingtheiten am Platze ist.

Angesichts der grossen Klemmlängen der Niete, die das 8fache des Nietdurchmessers erreichen, während man bis vor ungefähr zehn Jahren nur etwa das  $4\frac{1}{2}$ fache zulies, wurden Versuche über die Füllung der Nietlöcher durchgeführt. Die dabei zuerst aufgetretenen Schwierigkeiten konnten rasch überwunden werden; für die grössten Klemmlängen wurden Niete mit gedrehtem Schaft verwendet, deren Spiel in kalten Zustand so bemessen war, dass der infolge Erwärmung auf

Rotglut etwas ausgedehnte Niet eben noch ins Nietloch eingeführt werden konnte.

Nachdem der Zusammenschluss in Brückenmitte vollzogen war, wurden die Brückenden bei den Widerlagern um rund 60 cm angehoben, um ein positives Moment von rund 2100 mt in die Konstruktion einzuleiten. Dadurch konnten die Spannungsverhältnisse im elastischen Bereich (Verminderung des Stützenmomentes, Vergrösserung des Feldmomentes in Brückenmitte) so verbessert werden, dass eine Einsparung von 30 bis 40 t möglich war, während sich die Bruchsicherheit durch das Anheben kaum verändert hat.

Besondere Aufmerksamkeit schenkte man der Auswahl des Materials. Angesichts der Spannweite kam aus wirtschaftlichen Gründen für die Haupttragkonstruktion nur St. 52 in Frage. Je nach Wichtigkeit im Bauwerk wurden vier Qualitätsklassen (vgl. Tabelle 2) festgelegt:

Q<sub>1</sub>: Für grösste Ansprüche, gut schweisbar; Deckbleche und Rippen der orthotropen Platte, Lamellen für den unteren Flansch der Querträger.

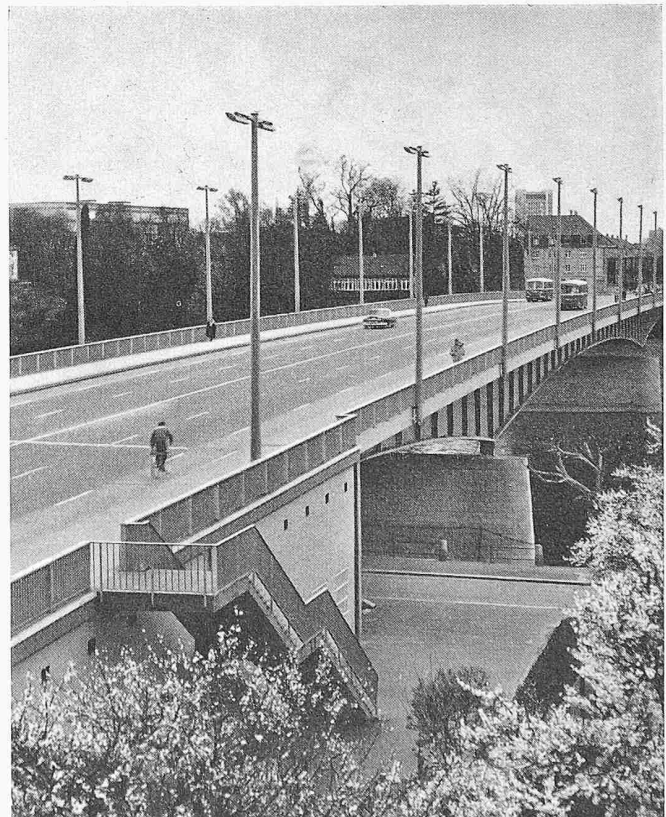
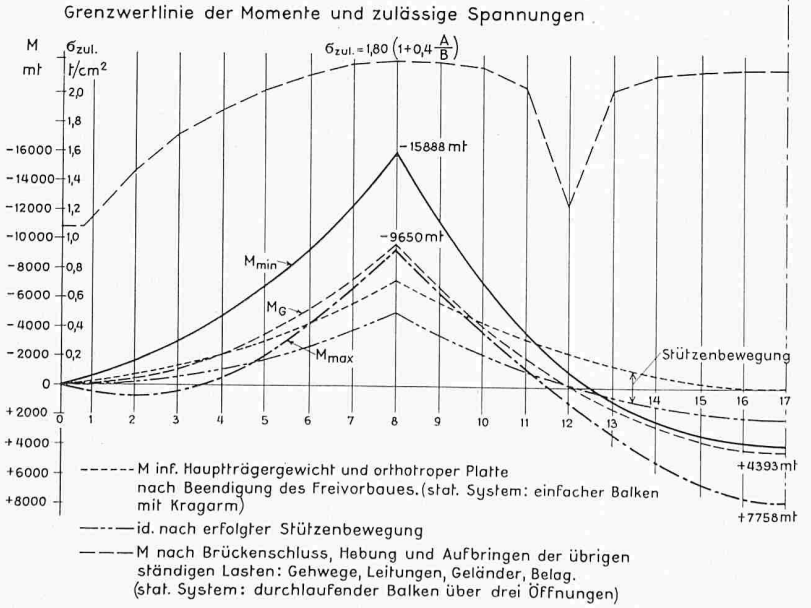
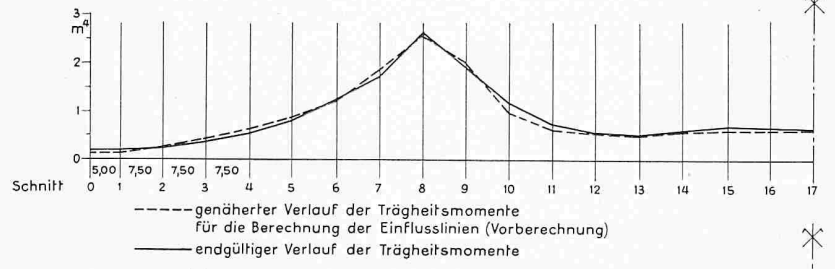
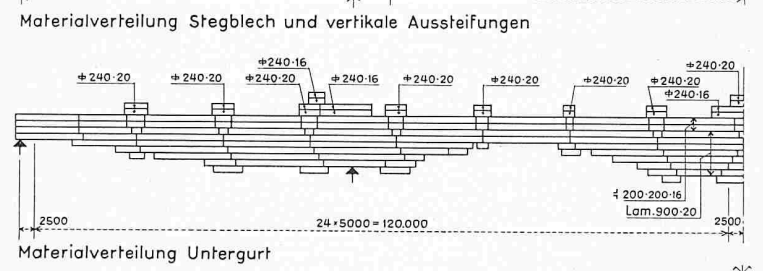
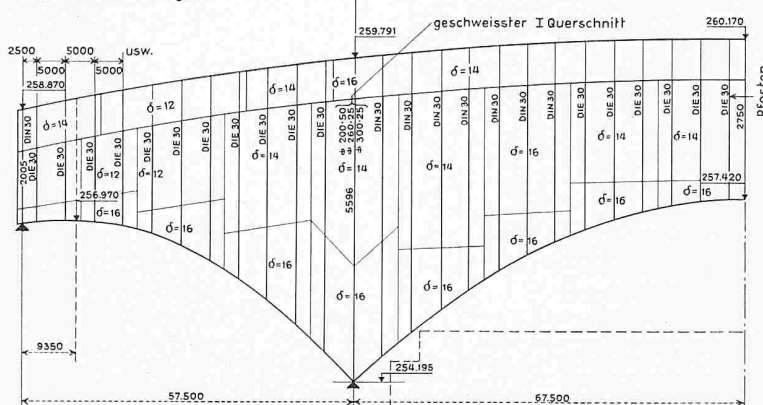
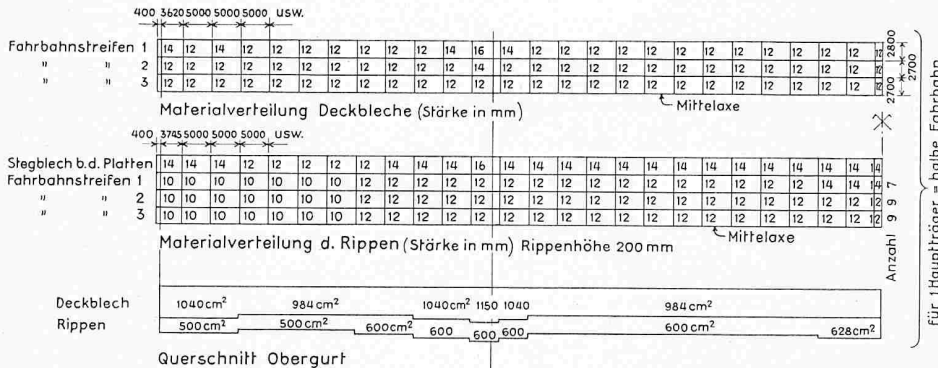


Bild 17. Draufsicht vom linken Ufer



$Q_2$ : Gut schweisbar; Gehwegkonsolen, Stegbleche der Querträger sowie der Hauptträger (diese mussten, obwohl zum genieteten Teil gehörend, aus einzelnen Teilen zusammengesweisst werden, da Bleche genügend grosser Abmessungen nicht erhältlich waren).

$Q_3$ : Für genietete Konstruktionen; Lamellen und Winkel der Untergurte.

$Q_4$ : Handelsqualität, ungefähre Festigkeit 37 kg/cm<sup>2</sup>, ohne Abnahme, für sekundäre Bauteile, deren Abmessungen durch konstruktive Gründe bedingt sind: Geländer, Rohre für die Querverbindungen der Untergurte, Laufstege, Bühnen für Werkleitungen.

Bei der Placierung des Stahles in den Walzwerken mussten, selbstverständlich mit Einverständnis des Bauherrn, vereinzelt einige kleine Abweichungen zugestanden werden, die aber das Gesamtbild nicht nennenswert ändern.  $Q_1$  und  $Q_2$  sind Feinkornstähle;  $Q_1$  kann als trennbruch-sicher betrachtet werden. Der Bezug der Stähle erfolgte aus sechs verschiedenen Ländern.

Im Laufe der Arbeit, als die Montage bereits weit fortgeschritten war, zeigte sich die Tendenz, in der S. I. A.-Belastungsnorm die Nutzlasten der Strassenbrücken zu erhöhen. Es erschien wünschenswert, dies bei der St. Albanbrücke zu berücksichtigen. Durch Ersatz der vorgesehenen Eisenbeton-Fertigplatten für die Gehwege durch ein ausgesteiftes Stahlblech konnten 1,6 t/m Brücke tote Last gespart werden. Dadurch war es möglich, die bewegliche gleichmässig verteilte Nutzlast auf der Fahrbahn um rd. 90 kg/m<sup>2</sup> zu erhöhen. Natürlich ist die Gehwegkonstruktion wie die orthotrope Platte gleichzeitig Bestandteil der Hauptträger; da sie aber erst nach Brückenschluss und Auflagerbewegung montiert wurde, beteiligt sie sich nur an der Aufnahme der Verkehrslasten. Die Gesamtspannungen sind daher hier kleiner, so dass St. 37 verwendet werden konnte. Die Mehrkosten gegenüber Eisenbetonfertigungsplatten betragen rd. 70 000 Fr. oder etwa 47 Fr./m<sup>2</sup> Gehweg. Neben Erhöhung der Nutzlast ist aber bestimmt ein weiterer technischer Fortschritt erzielt worden, indem Beton-Fertigplatten an den Fugen erfahrungsgemäss immer wieder zu Undichtheiten Anlass geben.

Der Stahlaufwand betrug:

Fahrbahnplatte	846 t
Hauptträger	717 t
Gehwege, Verbände, Laufstege, Bühnen für Werkleitungen, Geländer	370 t
Lager (Stahlguuss)	15 t
total	rd. 1948 t

davon 1492 t St. 52.

Bild 18. Materialverteilung und statische Verhältnisse

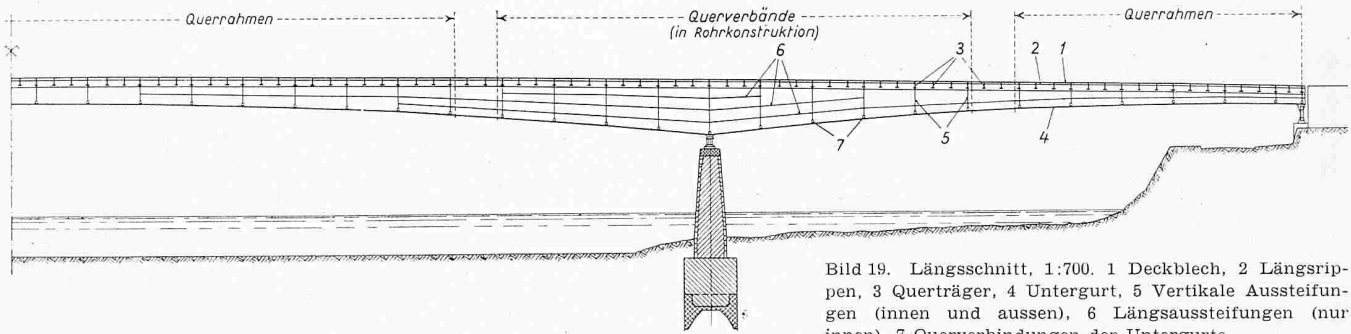


Bild 19. Längsschnitt, 1:700. 1 Deckblech, 2 Längsrippen, 3 Querträger, 4 Untergurt, 5 Vertikale Aussteifungen (innen und aussen), 6 Längsaussteifungen (nur innen), 7 Querverbindungen der Untergurte

Dazu kommen 2,3 t Aluminium für den Handlauf des Geländers. Gesamthaft waren je rd. 32 000 Werk- und Montagenieten zu schlagen. Die Gesamtlänge der Schweissnähte betrug

rund 63 km, wovon etwa 55 km in der Werkstatt zu erstellen waren.

Die Kosten für die Stahlkonstruktion, einschliesslich Geländers und Bühnen für die Werkleitungen, einschliesslich Projektierung, ohne Anstrich und ohne Kandelaber, belaufen sich auf nicht ganz 4 000 000 Fr.

Die Projektierung der Stahlkonstruktion war der Firma Buss übertragen. Die Arbeiten geschahen unter Leitung von Dir. A. Albrecht, der die Genugtuung hatte, noch dem Zusammentreffen der beiden Brückenhälften in der Mitte beiwohnen zu können, die Fertigstellung der Brücke aber leider nicht mehr erlebte. Für die Behandlung spezieller Probleme hatte sich Prof. Dr. F. Stüssi der Firma in freundlicher Weise als Berater zur Verfügung gestellt. Der Verfasser war als Ober-Ingenieur tätig; als Sachbearbeiter wirkte Dipl.-Ing. J. Beusch, die Montage erfolgte unter Chefmonteur Böglin.

Tabelle 2. Allgemeine Vorschriften für die Stahlqualitäten

Qualität		Q <sub>1</sub>	Q <sub>2</sub>	Q <sub>3</sub>
Bruchfestigkeit	kg/cm <sup>2</sup>	52 ÷ 62	52 ÷ 62	52 ÷ 62
Streckgrenze	kg/cm <sup>2</sup>	≧ 36	≧ 36	≧ 35
Dehnung	δ <sub>5</sub>	≧ 24	≧ 22	≧ 22
Kohlenstoffgehalt	%	≧ 0,18	≧ 0,18	≧ 0,2
Kerbschlagzähigkeit:				
Anlieferungszustand	mkg/cm <sup>2</sup>	≧ 8	≧ 8	—
(Mittelwerte)				
bei -20°	mkg/cm <sup>2</sup>	≧ 3	≧ 3	—
(Minimalwerte)				
gealtert	mkg/cm <sup>2</sup>	≧ 6	—	—
(Einzelwert)				

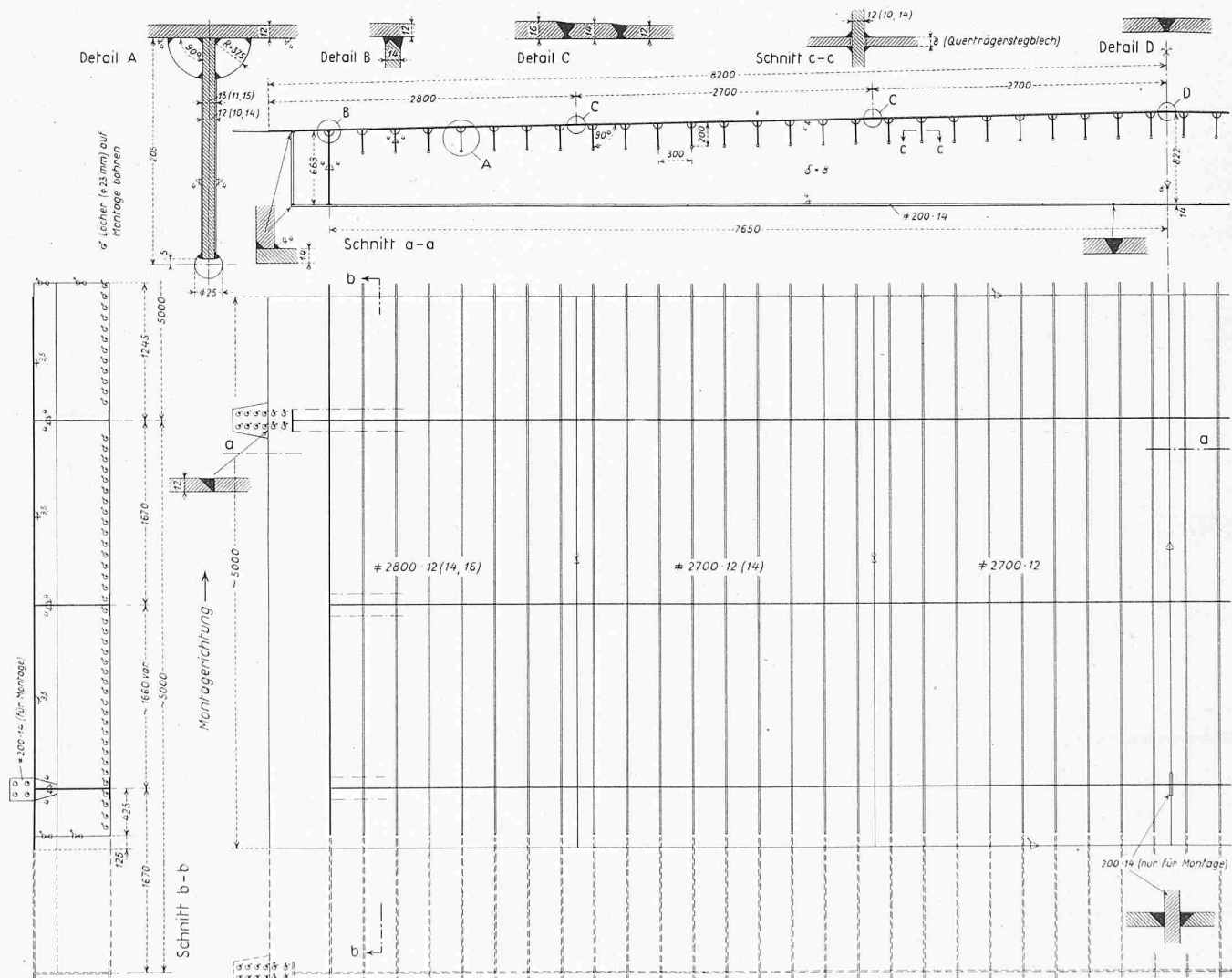


Bild 20. Einzelheiten der orthotropen Platte, 1:60; 1:6

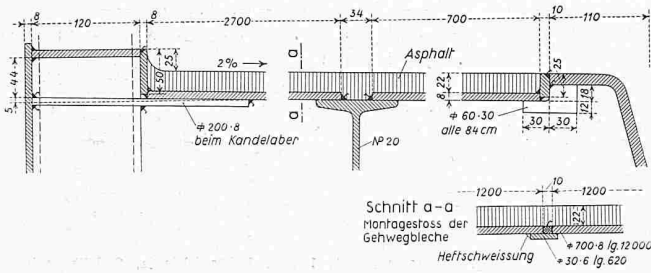


Bild 21. Einzelheiten der Gehwegkonstruktion, 1:8

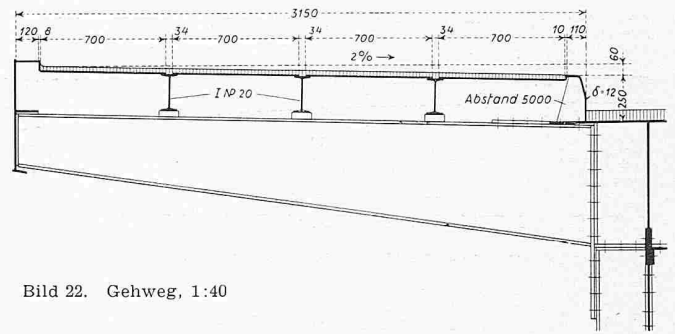


Bild 22. Gehweg, 1:40

C. Werkstattarbeit

Während Projektierung und Montage der Stahlkonstruktion durch die Firma BUSS AG. allein erfolgte, war die Werkstattarbeit unter die fünf Firmen BUSS AG., Eisenbau AG., Lais AG., Preiswerk & Esser, Vohland & Baer AG., alle in Basel, aufgeteilt. Die Stösse zwischen den einzelnen Hauptträgerabschnitten wurden in den Werkstätten provisorisch zusammengebaut und gemeinsam durchgebohrt, so dass ein

Ausreiben der Löcher auf der Baustelle nicht mehr nötig war. Dagegen wurden die Löcher für den durchgehenden Längsstoss zwischen Hauptträger und Platte nur in ersterem gebohrt, da das genaue Schrumpfmass der auf Montage geschweissten Stumpfnähte der Platten nicht bekannt war, so dass ein richtiges Passen der Löcher nicht hätte gewährleistet werden können. Aus dem gleichen Grunde wurde jede 3. bis 4. Fahrbahnplatte in Brückenlängsrichtung einige Zentimeter länger als das Sollmass ausgeführt und erst auf der Baustelle entsprechend der bei den letzten Fahrbahnstumpfstössen tatsächlich eingetretenen Schrumpfung abgelängt (Bild 25).

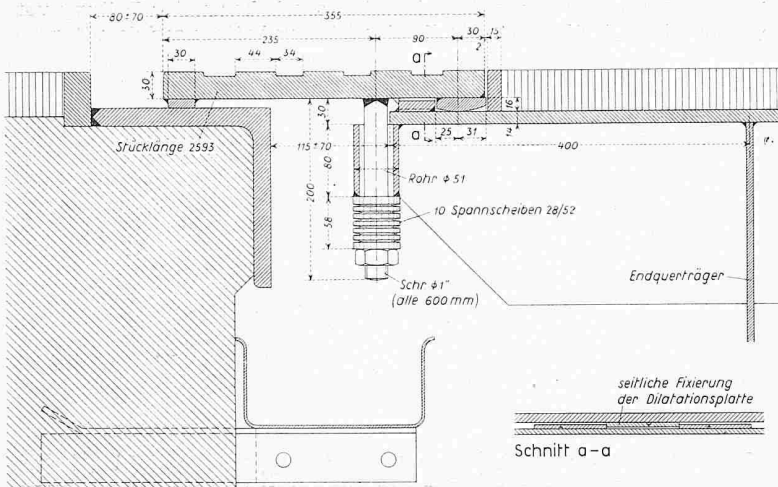


Bild 23. Fahrbahn-Dilatation, 1:8

Für alle wichtigen Schweißungen wurden kalkbasierte Elektroden verwendet. Die Schweißung der Kehlnähte für die Verbindung zwischen Längsrippen und Deckblech der Platte erfolgte nach dem Elin-Hafertgutverfahren. Bei diesem werden die Elektroden (im vorliegenden Fall von rd. 1,5 m Länge) an der zu schweisenden Stelle stumpf aneinandergelagt und mit einer Kupferschiene abgedeckt. Der Anschluss des Schweißgerätes erfolgt am Werkstück und am einen Ende der Elektrodenreihe. Am anderen Ende wird gezündet, worauf die Elektroden selbständig abbrennen, so dass der Arbeiter unterdessen die nächste Schweißnaht einrichten kann (Bild 26).

Um alle Nähte in der bequemsten Lage schweißen zu können, wurde eine Vorrichtung erstellt, auf der die Platte mit der Oberseite nach unten angelegt wurde und die gestattete, die Platte nach allen Richtungen zu neigen. Wegen der leichten Hand-

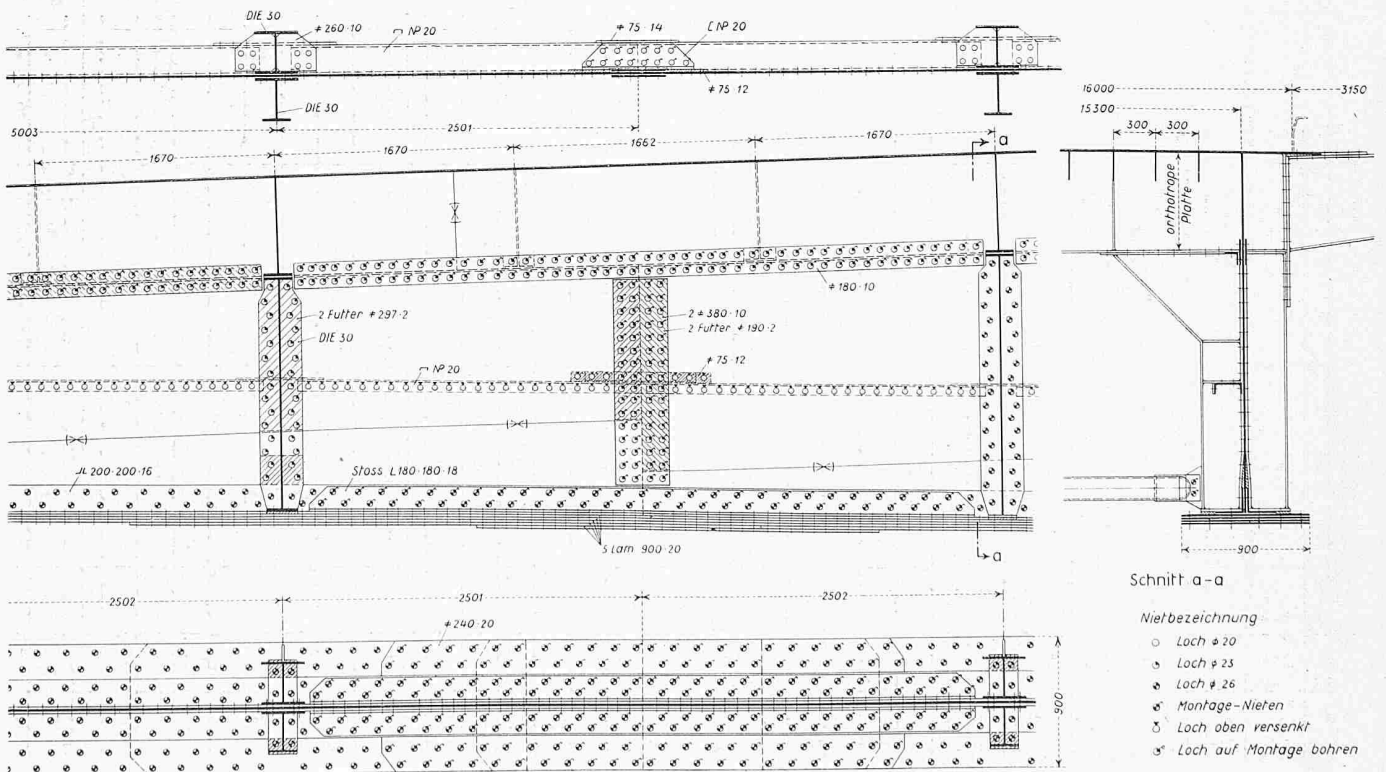


Bild 24. Hauptträgerabschnitt mit Stoss, 1:50



Bild 25. Bearbeiten eines Passtosses zum Ausgleich der Schrumpfung der Schweißung der Montagestumpfstösse der orthotropen Platte. Solche Passtösse wurden alle drei bis vier Platten angeordnet. Montagefortgang von rechts nach links. Beim Plattenstück links ist ein Teil der Aufhängevorrichtung zum Versetzen sichtbar



Bild 26. Orthotrope Platte in der Werkstätte, gesehen von unten (Die hellen Stücke sind die Holzgriffe der Kupferschienen für die Schweißung). Grösse des Stückes  $5 \times 8$  m. Nach dem Umdrehen werden zwei solche Stücke vor dem Transport auf die Baustelle zu einer Tafel von  $5 \times 16$  m zusammengeschweisst

habung, vor allem, um bei der geeigneten Stellung der Platten nicht zu hoch zu kommen, wurden diese in zwei Hälften von  $5 \times 8$  m erstellt und erst anschliessend, aber noch in den Werkstätten, in waagrechter Stellung zu einer Einheit verschweisst.

Bei der Kreuzung von Längsrippen mit dem Querträger-Stegblech laufen die ersteren durch, während das letztere ausgeschnitten ist. Die Verbindung erfolgt durch vier Kehlnähte. Anfänglich traten an einzelnen Stellen beim Schweißen der 4. oder sogar schon bei der 3. Naht Längsrisse in der Naht auf. Durch Verwendung einer speziellen Elektrode konnte die Erscheinung behoben werden, die übrigens statisch ohne grosse Bedeutung war, da eine Naht allein zur Uebertragung der Kräfte genügt hätte.

#### D. Montage

Mit Rücksicht auf die Schifffahrt musste die Mittelöffnung auf eine Breite von 122 m ständig freigehalten werden, was beinahe automatisch zum Freivorbau führte, der bei den vorliegenden Verhältnissen auch die wirtschaftlichste Lösung

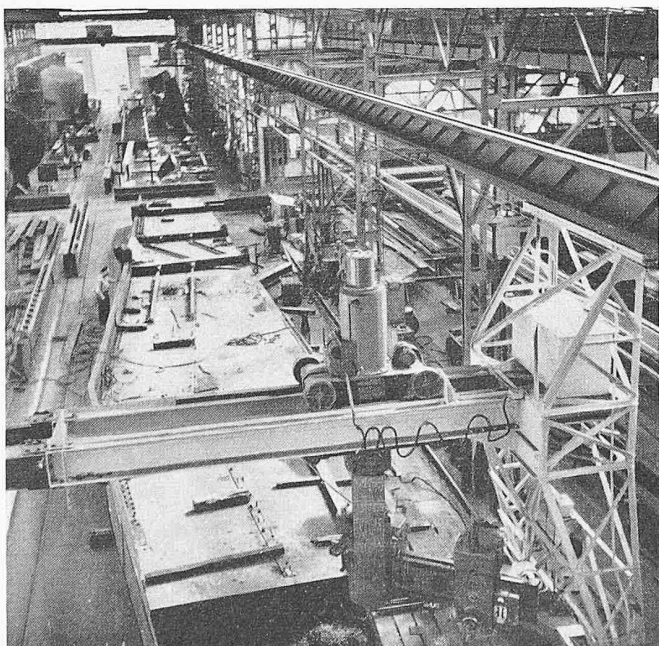


Bild 27. Pfeilerpartie und anschliessender Hauptträgerabschnitt in der Werkstätte

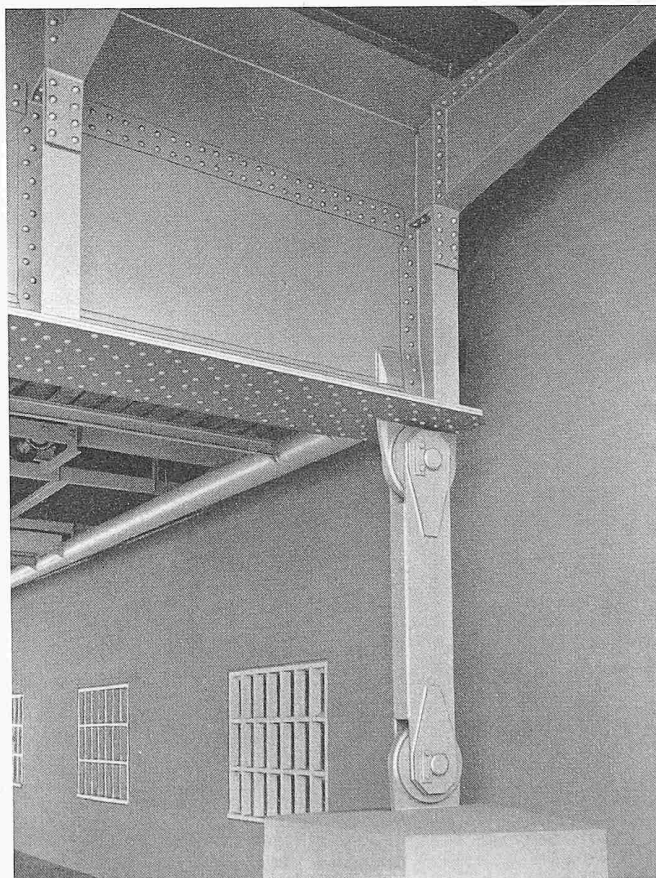


Bild 28. Pendelstütze beim Widerlager



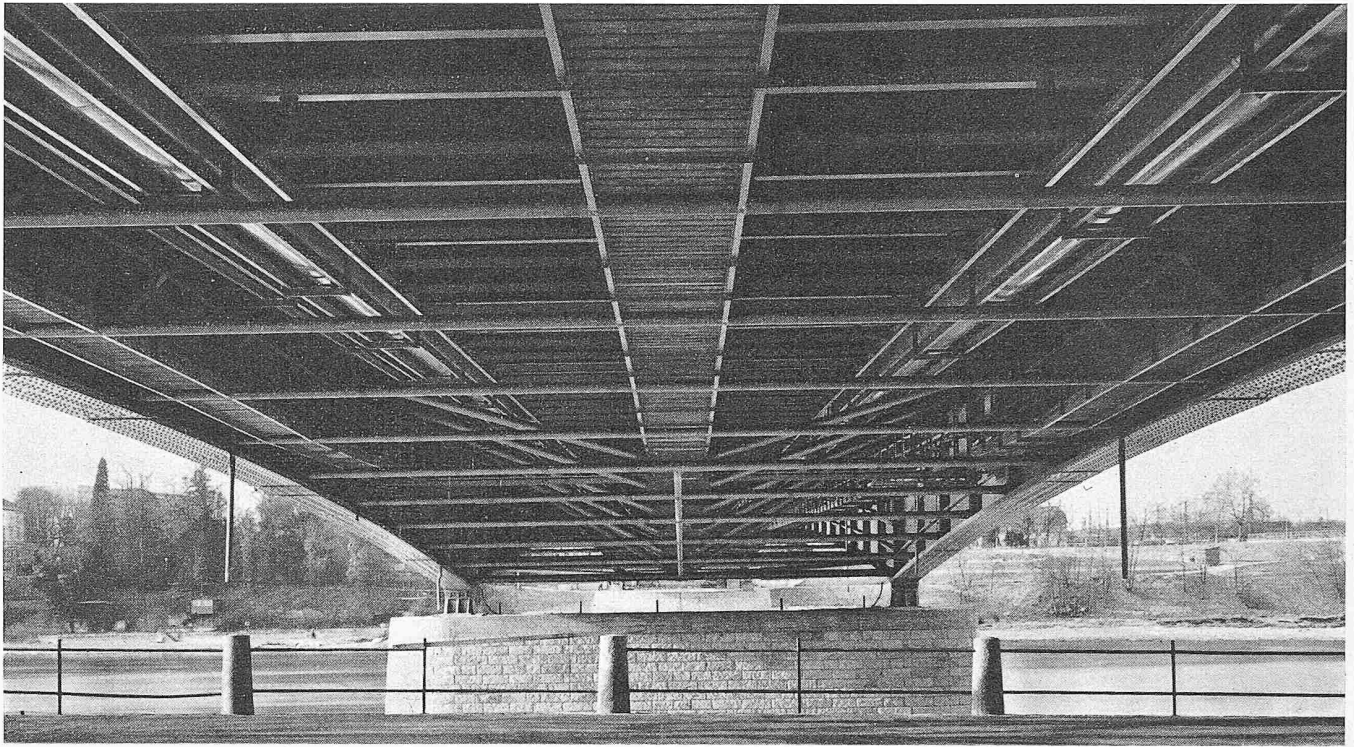


Bild 29. Untersicht vom linken Rheinufer aus

gewesen sein dürfte. An Einbauten waren lediglich einige Pfahljoche in den Seitenöffnungen notwendig. Man rammt hiezu Breitflanschträger in das Flussbett, die durch angeschweisste Winkeleisen verstrebt und ausserdem parallel zur Flussrichtung gegenseitig durch Drahtseile abgespannt waren. Die eigentlichen Arbeitsgerüste wurden fliegend erstellt und

jeweils vor Versetzen eines Hauptträgerstückes an diesem angehängt. Da die Fahrplanplatte laufend mit den Hauptträgern montiert wurde, entstand sofort eine begehbare und befahrbare Konstruktion. Die Schwerlastwagen mit den Brückenteilen konnten so mit Traktoren bis in den Bereich des Montage-Derrick gebracht werden, der sie direkt abnahm und an-

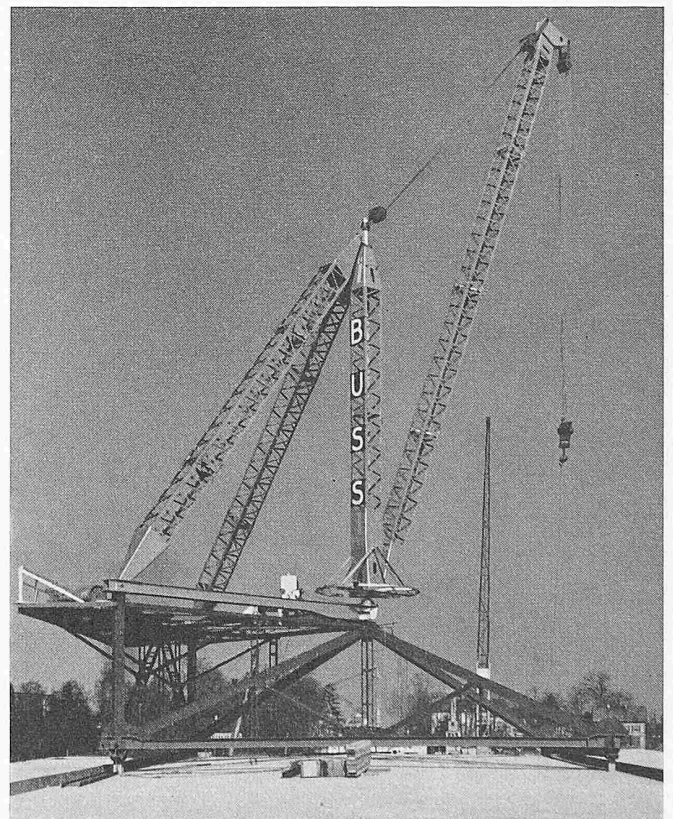
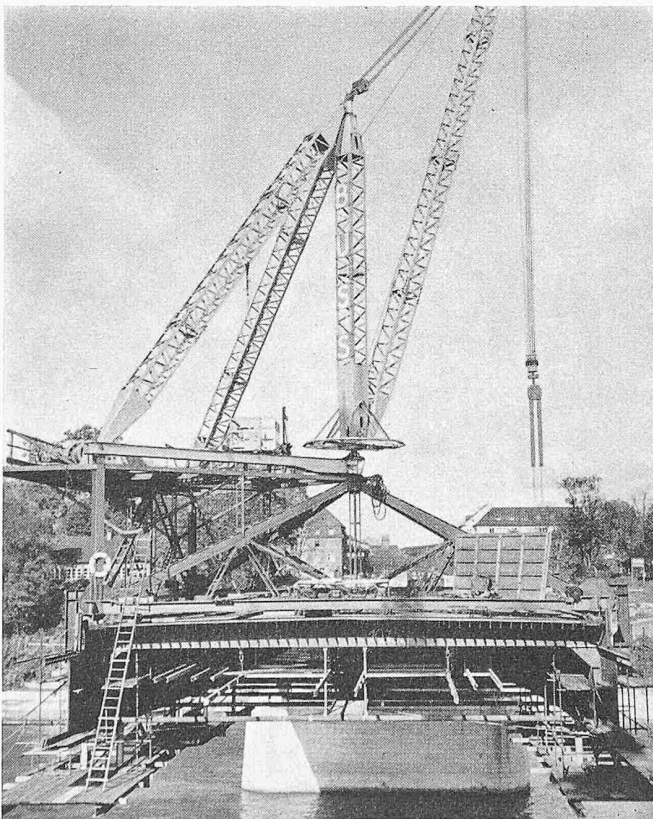


Bild 30 (links). Blick vom linksufrigen Brückenteil auf den rechtsufrigen kurz vor dem Zusammenschluss. — Bild 31 (rechts). Montage-Kran von 25 t noch auf dem Widerlager stehend, bereit zum Einsetzen des ersten Stückes. Das Untergestell dient zur Uebertragung der Last von Mast und Ausleger auf die Hauptträger, da die Querträger ohne Mehraufwand an Material nicht in der Lage sind, diese Last aufzunehmen. Für die Längsverschiebung sind am Gestell unten Gleitschuhe angebracht (die kleinen Untersätze unter den Schuhen, die zum Ausgleich des Längsgefälles der Brücke dienen, werden während des Verschiebens jeweils ausgebaut)

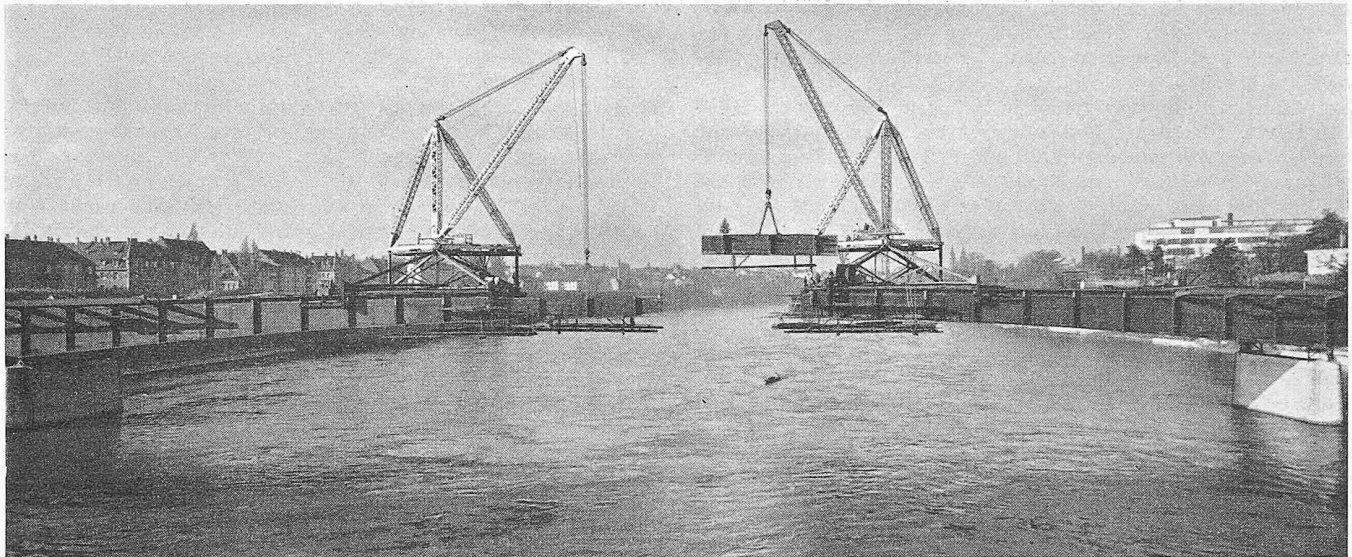


Bild 32. Einsetzen des letzten Hauptträgerstückes (mit angehängtem Gerüst)

schliessend versetzte, so dass sich besondere Abladevorrichtungen und Transportgleise erübrigten. Natürlich erlaubte dieses Vorgehen keine nennenswerte Lagerung von Konstruktionsteilen auf der Baustelle, und die einzelnen Stücke mussten beinahe auf die Stunde genau angeliefert werden. Dank einem sorgfältig ausgearbeiteten Programm und dem Einsatz der Lieferfirmen gab es nur wenige und kleine Verspätungen, die bei der Montage aufgefangen wurden, so dass die Brücke rechtzeitig fertiggestellt werden konnte.

Während die Steifigkeit von Hauptträgern und Platte zusammen auch während des Bauzustandes ohne weiteres genügten, waren die Hauptträgerabschnitte nach ihrem Anschluss an den bereits montierten Teil als Kragarm von 15 m Länge vor Aufbringen und Verbindung mit der Platte weich, da ihnen der «obere Flansch» fehlte. Die Hauptträgerabschnitte wurden daher nach Aufbringen eines Plattenabschnittes jeweils an ihrem freien Ende um das nötige Mass mit dem Montagerrick angehoben und in diesem Zustand mit der Platte verbolnt. Auf diese Weise wurden zugleich die sekundären Spannungen in den Hauptträgerteilen infolge Kragarmwirkung praktisch eliminiert. Um Ueberlastungen des Der-

ricks zu vermeiden, hat man bei dieser Operation jeweils ein Dynamometer in das von der Hubwinde kommende Seil eingebaut.

Alle 5 m war ein Stumpfstoss der orthotropen Platte zu erstellen. Für die V-Nähte des Deckbleches wurde eine Kupferschiene mit einer Rille verwendet. Es entstand so ein kleiner Wulst auf der unteren Seite des Bleches, der mit Rücksicht auf die Dauerfestigkeit weggeschmirgelt wurde, während eine Nacharbeit auf der Oberseite nicht erforderlich war. Die ebenfalls als V-Naht ausgebildeten Stösse der Längsrippen wurden senkrecht ohne Nacharbeit geschweisst. Die Längsrippen sprangen auf der gegen Brückenmitte gelegenen Seite um 125 mm vor, während sie gegen das Widerlager zu um das gleiche Mass zurückstanden, was ein leichtes Montieren der Platten erlaubte, wobei zugleich vermieden wurde, dass Deckblech und Rippenstoss im gleichen Schnitt lagen. Auf der einen Seite waren die Rippen um 125 mm nicht mit dem Deckblech verschweisst, so dass sie beim Stoss gesamthaft auf eine Länge von 250 mm frei waren, was einen Ausgleich bei nicht ganz genau gleicher Lage der Rippen zweier aneinander stossender Platten ermöglichte. Vereinzelt musste

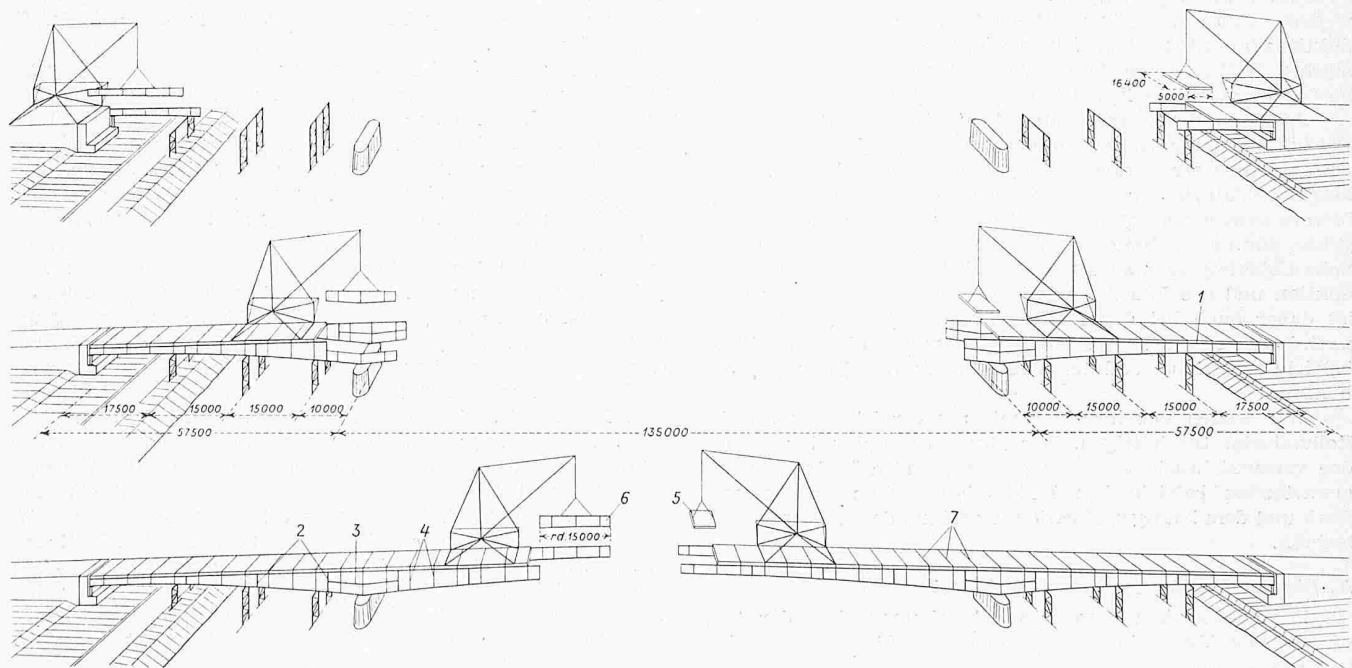


Bild 33. Montagevorgang (links ist die Montage der Hauptträger, rechts die der Fahrbahnplatten dargestellt)

- |   |   |  |
|---|---|--|
| 1 Waagrechter Stoss zwischen Hauptträger und orthotroper Platte | 3 Längsstösse in den Hauptträgern über den Pfeilern | 5 Montagestück der orthotropen Platte  |
| 2 Hauptträgerstoss  | 4 Senkrechte Aussteifungen der Hauptträger          | 6 Montagestück eines Hauptträgers      |
|   |   | 7 Montagestösse der orthotropen Platte |

das Mass von 25 cm durch Wegmeisseln der Nähte etwas vergrössert werden. Nach Erstellung des Stumpfstosses von Deckblech und Rippen wurden die fehlenden Kehlnahtabschnitte überkopf geschweisst.

Für den Hauptträgerstoss in Brückenmitte war ein Pass-Stück von rd. 10 cm Länge angeordnet. Das Stossmaterial war in der Werkstatt nur auf einer Seite mit dem Hauptträger verböhrt, während das Ablängen und Verböhren auf der anderen Seite zusammen mit dem Pass-Stück auf der Baustelle erfolgte. Anschliessend musste das Lamellenpaket zwecks Reinigung und Entgratung der Löcher noch einmal auseinandergenommen werden. Der Zeitaufwand für diese Operation war nicht unerheblich, doch wurde er dem Zusammenfahren durch Bewegung der einen Brückenhälfte vorgezogen, das auch einen gewissen Aufwand erfordert. Es hat sich übrigens gezeigt, dass die Spaltbreite beim oberwasserseitigen Hauptträger 15 mm kleiner war als beim unterwasserseitigen. Das ist bei einer Brückenlänge von 250 m sicher nicht viel, besonders wenn man berücksichtigt, dass die Lieferungen aus verschiedenen Werkstätten kamen, hätte aber doch beim Zusammenschluss nach der zweiten Methode zu Schwierigkeiten geführt.

Nach Fertigstellung des Stosses in Brückenmitte konnte zwecks Einleitung des positiven Momentes zum Anheben der Konstruktion bei den Widerlagern geschritten werden. Hiefür wurden an beiden Enden noch auf der Brücke, aber möglichst nahe beim Widerlager, schwere fahrbare Erdbaugeräte (Euclid und Sattelschlepper) aufgestellt, die in den Auflagerpendeln eine Druckkraft erzeugten, die etwa gleich gross war wie die vom Freivorbau herrührende Zugkraft. Durch zusätzliche, von Hand aufgebrachte Gewichte wurde die Konstruktion so

ausgelastet, dass die Pendel spannungsfrei wurden und ausgebaut werden konnten. Das statische System der Brücke war nun ein einfacher Balken mit Kragarmen. In diesem Zustand fuhren die Erdbaugeräte so weit gegen Brückenmitte, bis sich die Enden um das gewünschte Mass gehoben hatten, was in guter Uebereinstimmung mit der Vorausberechnung erreicht wurde, als man mit den Geräten bis ungefähr über die Pfeiler gefahren war. Die Auflagerkraft aus ständiger Last bei den Widerlagern ist somit praktisch gleich null. Nun konnten 60 cm längere Pendel eingebaut werden, womit die Hauptkonstruktion ihren endgültigen Zustand erreicht hatte. Sowohl beim Ausbau der provisorischen, wie beim Einbau der definitiven Pendel erfolgte die Feinregulierung durch Drehen der Muttern der Ankerschrauben. Insbesondere liess sich hierdurch feststellen, dass die provisorischen Pendel vor dem Ausbau wirklich spannungsfrei waren.

Anschliessend an die Hebung waren die Dilatationen zu versetzen, die Gehwegkonstruktion und das Geländer zu montieren und die Bühnen für die Werkleitungen fertig zu stellen, womit die Stahlbauarbeiten abgeschlossen waren. Glücklicherweise verliefen alle Werkstatt- und Montagearbeiten ohne ersten Unfall.

Der Auftrag wurde am 11. Mai 1953 erteilt, die Montage der Stahlkonstruktion begann (nach einer Installationszeit von etwa 14 Tagen) am 9. März 1954 und war Ende März 1955 zur Hauptsache beendet. Am 2. April 1955, also nicht ganz zwei Jahre nach Auftragserteilung, wurde die Brücke eingeweiht.

Adresse des Verfassers: Dipl. Ing. Roland Guyer, Schlossackerstrasse 4, Pratteln BL.

## Die Erneuerungsplanung des Rollmaterials der SBB

DK 623.2

Auszug aus dem Vortrag von Dr. h. c. Franz Gerber, Obermasch.-Ing. der SBB, gehalten am 6. Febr. 1957 im S. I. A., Zürich

Im Rahmen einer langfristigen Betriebs- und Bauplanung ist ein Zehnjahresprogramm für Neubau und Verbesserung des Rollmaterials aufgestellt worden. Die Privatwirtschaft ist gewohnt, auf lange Sicht zu planen. Sie betreibt Marktforschung, schätzt die technischen Entwicklungsmöglichkeiten für die Erweiterung oder Ergänzung der Produktion ab, untersucht die Leistungsfähigkeit und Wirtschaftlichkeit des vorhandenen Produktionsapparates und die Möglichkeiten der Produktivitätssteigerung und überlegt auf Grund dieser und weiterer Studien, ob, in welchem Ausmass und wie die Produktionskapazität im einzelnen durch Erneuerung der technischen Mittel, der Anlagen, Einrichtungen, Maschinen usw. gesteigert werden soll und kann.

Auch die Eisenbahnen sind Produktionsunternehmen. Ihr Produkt sind die Reisenden-Km. und die Nettotonnen-Km. Obschon mehrere Voraussetzungen in der Organisation, in der Marktdarbietung, im Produktionsablauf, im Leistungswettbewerb usw. anders geartet sind als in der freien Wirtschaft, gelten für die Leitung der Bahnen in weitem Rahmen ähnliche Ueberlegungen bezüglich der Wirtschaftlichkeit, der Produktion und des Marktes wie in der privaten Wirtschaft. Es ist daher auch bei den Bahnen immer mehr das Bedürfnis nach langfristiger Voraussicht und Planung in kommerziellen, betrieblichen, bau- und unterhaltstechnischen Belangen vorhanden.

Wir wollen uns hier nur mit unserer Planung für das Rollmaterial beschäftigen. Der Erneuerungsplan basiert auf den voraussichtlich zur Verfügung stehenden Mitteln, den zu erwartenden betrieblichen Bedürfnissen, dem vorhandenen Park und dem heutigen Entwicklungsstand der Konstruktions-technik.

### A. Die zur Verfügung stehenden Mittel

Die gesetzlichen Vorschriften bestimmen, dass den SBB nur die aus Abschreibungen gewonnenen Mittel für den Neubau zur Verfügung stehen. Es darf, mit andern Worten, die Verschuldung der SBB ohne Zustimmung des Gesetzgebers nicht grösser werden. Diese gesetzliche Bestimmung ist zweifellos sinnvoll und richtig, solange die Ersatzkosten den damaligen Beschaffungskosten gleich geblieben sind und solange

nicht eine Vermehrung der Substanz, d. h. der Anlagen, des Rollmaterials usw., nötig ist.

Nun haben aber einerseits die Baukosten eine grosse Steigerung erfahren. Pro Sitzplatz, pro Tonne Tragfähigkeit, pro PS-Leistung müssen heute sieben- bis zehnmal mehr Franken für das nun zu ergänzende Rollmaterial ausgegeben werden als damals. Andererseits genügt der Park den gesteigerten Verkehrs- und Betriebsanforderungen nicht mehr. Er muss vergrössert werden. Diese Substanzvermehrung sollte schon aus Buchungsgründen nicht aus Abschreibungsmitteln finanziert werden.

In der Abschreibungsrechnung der SBB schreibt man nicht das einzelne Objekt, sondern man schreibt vom gesamten Buchwert ab, was zur Folge hat, dass die Abschreibung bis zur wirklichen Ausmusterung fortgesetzt wird. Ferner schreibt man in jüngerer Zeit auch Anlageteile ab, über deren Abschreibungsberechtigung man diskutieren könnte. In Jahren mit gutem Geschäftserfolg sind ferner zusätzliche Abschreibungen vorgenommen worden. Auf diese Weise konnte man die Abschreibungsmittel den Bedürfnissen etwas, jedoch noch lange nicht in genügendem Ausmass, annähern.

Aus Abschreibungsmitteln stehen für die Erneuerung des Rollmaterials heute jährlich insgesamt etwa 60 Mio Fr. zur Verfügung. Insbesondere für den dringlichen Ersatz der noch vorhandenen rund 200 Dampflokomotiven durch elektrische und Diesel-Triebfahrzeuge und für die ebenfalls unumgängliche Vermehrung des Güterwagenparks um 4000 Einheiten sind neue Mittel notwendig. Dies veranlasste die Generaldirektion und den Verwaltungsrat, dem Bundesrat eine Erhöhung des sog. Schuldplafonds zu beantragen. Der gesetzliche Schuldplafond der SBB beträgt 2067 Mio Fr. Nationalrat und Ständerat haben in der letzten Dezembersession mit Einstimmigkeit der Erhöhung des Schuldplafonds um 500 Mio Fr. zugestimmt. Dieser Beschluss war referendums-pflichtig. Die hunderttägige Referendumsfrist ist unbenutzt abgelaufen und der Parlamentsbeschluss damit rechtskräftig geworden.

Für die erwähnte Vermehrung des Güterwagenparks und den Ersatz der Dampflokomotiven werden nun 250 Mio Fr. neuer Baumittel zur Verfügung stehen. Die andere Hälfte