Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 119/120 (1942)

Heft: 8: Sonderheft zur Schaffhauser Generalversammlung des schweiz. Ingenieur- und Architekten-Vereins: 22.-24. August 1942

Artikel: Neue Strassenbrücke über den Rhein zwischen Schaffhausen und Flurlingen

Autor: Roš, M.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-52421

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: 17.01.2026

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

menarbeit zwischen den Vertretern der Bauverwaltung, den Herren Stadtrat E. Schalch, Stadtingenieur B. Im Hof, Stadtbaumeister G. Haug und der Arbeitsgemeinschaft für den Bebauungsplan wurde in mehrjähriger Arbeit versucht, die Probleme möglichst vollständig darzulegen und Richtlinien für ihre Lösung zu geben, wobei auch die Ergebnisse des Durchgangstrassen-Wettbewerbes vom Jahre 1935 [13]) verwertet werden konnten. Wir sind uns bewusst, dass damit nur ein Anfang gemacht ist und dass die schwerste Arbeit, die Umsetzung des Planes in die Wirklichkeit, noch bevorsteht. Möge das gute Einvernehmen und die verständnisvolle Zusammenarbeit zwischen Architektenschaft und den Organen der Bauverwaltung erhalten bleiben und dazu beitragen, die Früchte dieses mutigen Anfangs ausreifen zu lassen.

Neue Strassenbrücke über den Rhein zwischen Schaffhausen und Flurlingen

Von Dipl. Ing. E. MAIER, Schaffhausen, Dipl. Ing. E. RATHGEB und Ing. Dr. C. F. KOLLBRUNNER, Prokurist der Fa. Brunner & Co., Zürich

Seit dem Jahre 1860 besteht bei der Tonwarenfabrik Schaffhausen ein hölzerner Rheinsteg für leichten Verkehr, der nach langjährigen Verhandlungen mit öffentlichen und privaten Beiträgen für wenig mehr als 15 000 Fr. erstellt worden war. Als trotz umfassender und kostspieliger Instandstellungsarbeiten der (überdies auch vom Hochwasser gefährdete) Steg immer baufälliger wurde und deshalb seit vier Jahren nur noch dem Fussgängerverkehr offen steht, wurde das Verlangen nach einer soliden, auch dem schweren Verkehr genügenden Rheinbrücke dringend (Abb. 1 und 2).

In den Jahren 1939/40 durchgeführte Projektstudien für eine Brücke in Stahlkonstruktion von 6,0 bzw. 6,5 m Fahrbahnbreite und beidseitigen Gehwegen für zwei verschiedene Baustellen (rd. 110 m oberhalb und 150 m unterhalb des alten Holzsteges) ergaben mit je rd. 1 Mio Fr. Baukosten zu teure Lösungen. Zudem befriedigten diese doch nicht ganz, weil die Bedürfnisse der später einmal durchzuführenden Grosschiffahrt nicht genau bekannt sind. Weiterhin angestellte Studien für Provisorien in Holz bzw. Eisenbeton ergaben, dass Holz nur wenig billiger würde. Im Sommer 1941 erhielten dann die Ingenieurbureaux E. Maier in Schaffhausen und E. Rathgeb in Zürich den Auftrag, ein definitives Projekt auszuarbeiten, das bei rd. 400 000 Fr. Baukosten zur Ausführung gelangte (Abb. 3 und 4). Die neue Brücke sollte nur 3,5 m Fahrbahnbreite und beidseitige Gehwege von je 1,5 m Breite erhalten und so konstruiert sein, dass eine spätere Verbreiterung flussabwärts möglich würde; ausserdem hatten die Projektverfasser die Aufgabe, bei der konstruktiven Gestaltung der Brücke auf den projektierten Vorhafen der Rheinschiffahrt am linken Rheinufer Rücksicht zu nehmen. Es soll die Möglichkeit bestehen, beim Bau dieses Vorhafens die Brücke dort zu heben und über den Kanal hinweg zu verlängern. Das bedingte einmal ein einseitiges Strassengefälle von 4 %, sodann die Wahl des eingehängten Trägers in der Mittelöffnung, sowie die Lage des Widerlagers auf dem linken Ufer. Die Hebung erfolgt später in der Weise, dass der jetzt horizontale eingehängte Träger auf der linken Seite gehoben wird, bis er eine Neigung von 4 % aufweist; der linksufrige Brückenteil ist dann so viel zu heben, dass eine durchgehende Strassensteigung von 4 % entsteht (in Abb. 3 strichpunktiert). Der gute Baugrund aus Kalksteinfelsen hätte die Ausführung eines kontinuierlichen Balkens gerechtfertigt, der etwas billiger geworden wäre. Das Verhältnis der Spannweiten mit 25,40 m in den Aussenöffnungen und 36,60 m in der Mittelöffnung ergab sich einerseits aus der Bedingung

[13]) Dargestellt in Bd. 106, S. 244* (1935).

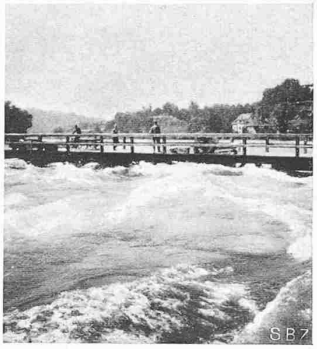


Abb. 1. Hölzerner Rheinsteg bei HW mit Steinen beschwert

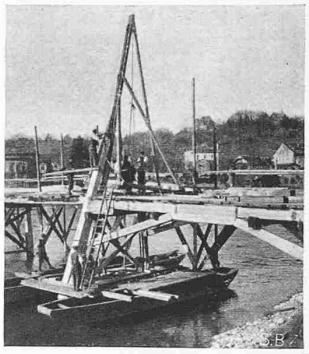


Abb. 2. Verstärkungsarbeiten am alten Rheinsteg

eines guten Ausgleiches der Feldmomente, anderseits aus der Gestaltung der Flussohle. Beide Pfeiler stehen an Stellen, wo der Fels des Flussbettes hoch liegt, was die Kosten für Fangdämme und Wasserhaltung vermindert hat. Da die Flussohle wegen des Ausbaues des Kraftwerkes Schaffhausen, wie in Abb. 3 strichpunktiert angegeben, später tiefer gelegt wird, wurden die Pfeiler jetzt schon 1,80 m tief unter die neue Flussohle fundiert.

Die Brückenhauptträger sind auf den Pfeilern frei drehbar gelagert, jedoch ohne besondere Lagervorrichtungen, abgesehen von lotrechten Gelenkeisen; an den Widerlagern ruhen sie auf beweglichen Eisenbetonpendeln. Die Auflagerung des eingehängten Trägers erfolgte beim festen Lager in analoger Weise wie bei den Pfeilern und beim beweglichen Lager auf eiserne Rollen. Die Querträger auf dem linken Flusspfeiler und auf dem linken Widerlager sind so konstruiert, dass die spätere Hebung der Brücke mit Pressen möglich ist.

Da die Brücke mit einem möglichst geringen Aufwand an Eisen gebaut werden musste, sind die mit Chrombaustahl armierten Hauptträger verhältnismässig hoch. Die Fahrbahnplatten (Abb. 4) sind als kreuzweise armierte Platten mit variablem Trägheitsmoment und unter Berücksichtigung der Einspannung in die Haupt- und Querträger berechnet; als Armierung diente Istegstahl. Bei den Pfeilern sind nur die Köpfe und bei den Widerlagern die Auflagerbänke armiert. Auf diese Weise liess sich der ursprünglich für St. 37 zu rd. 72 t berechnete Eisenaufwand bis auf 42 t herabdrücken. Allerdings mussten hierzu die Trägerhöhen nicht unwesentlich vergrössert werden, was der Brücke ein etwas schweres Aussehen verleiht, anderseits den Zementaufwand eher vergrösserte, obschon die Trägerbreite mit 30 cm so gering als möglich gehalten wurde.

Auf Grund der Ende Nov. 1941 erfolgten Submission wurde die Bauausführung der Gemeinschafts-Unternehmung Brunner & Cie., Zürich, Ed. Bolli und Jos. Schneider, Schaffhausen, übertragen. Die Baugruben sind, beim Widerlager Schaffhausen beginnend, durch Betonfangdämme abgeschlossen worden, die gegen Abgleiten mittels in den Fels eingebohrter Rohre ∅ 2″ gesichert waren (Abb. 5). Für kleine Wassertiefen erfolgte die Bohrung mit Druckluft-Bohrhammer ∅ 65, für grosse Wassertiefen mit Hartmetall-Rotationsbohrung ∅ 64 mm, Ausführung Swissboring Zürich; bei schlechtem Fels konnte dieser mit Injektionen durch die Rohre verdichtet werden. Ins ruhige Wasser zwischen den Schalungswänden wurde der Beton nicht geschüttet, sondern durch ein 18 cm weites Rohr eingefüllt und gelangte so im Innern des schon eingebrachten Betons zum Ausfliessen, was einen dichten Fangdamm gewährleistete. Einige Schwierigkeiten verursachten die teilweise sehr grossen Wassertiefen und -Geschwindigkeiten, sowie die starke Unebenheit des Felsgrundes bei Pfeiler und Widerlager Seite Flurlingen, wo die Abdichtung durch einen Taucher ergänzt werden musste; beim Auspumpen der Baugruben erfolgte Wassereinbrüche durch den Fels unter dem Fangdamm konnten mit vorsichtigen Zementeinpressungen behoben werden.

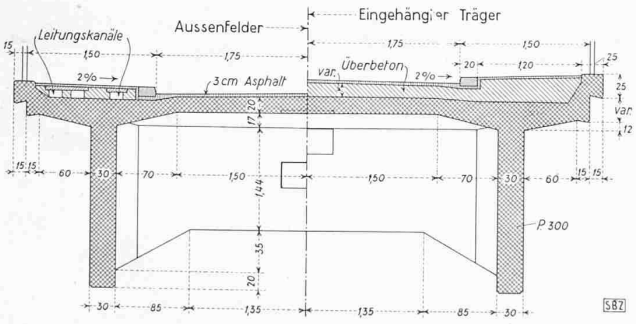
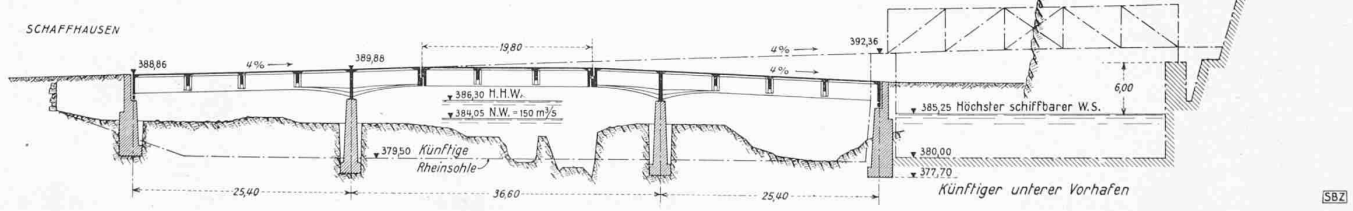


Abb. 4. Querschnitte 1 : 80

Abb. 3. Längsschnitt 1 : 800



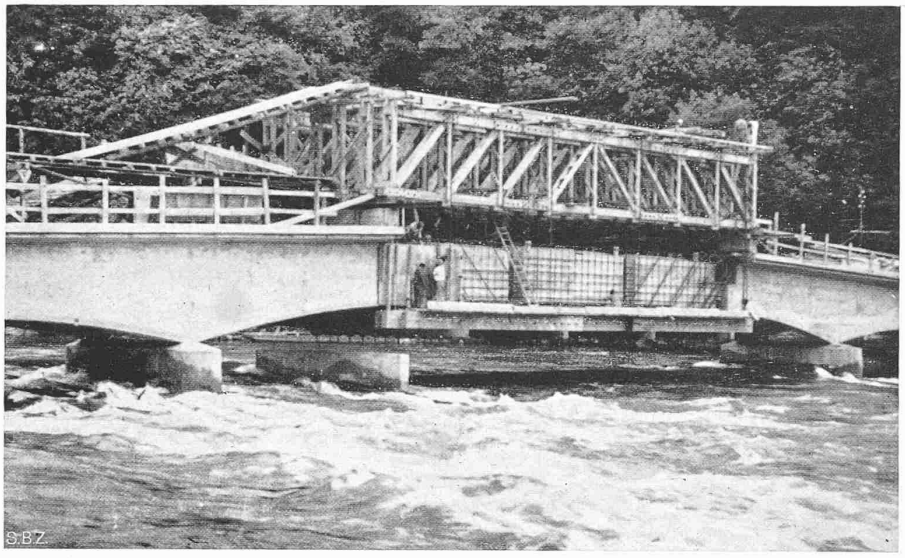
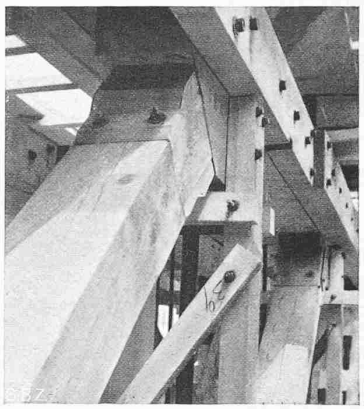


Abb. 6. Lehrgerüst-Fachwerkträger über der Mittelöffnung Bew. 6057. BRB 3. X. 39



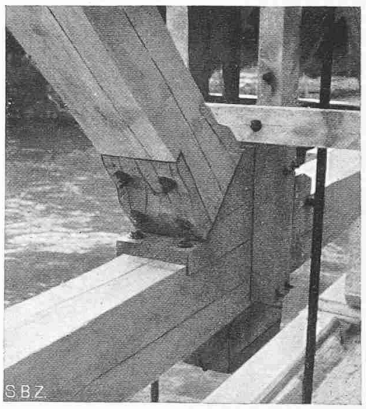


Abb. 7. Verbreiterung der Diagonalen-Enden in den Knotenpunkten durch eingepasste Eichenklötze

Die Schalungen für die beiden Seitenöffnungen wurden auf zweiteilige verdübelte Balken, berechnet nach der neuen Theorie von Prof. Dr. F. Stüssi, abgestellt[1]). Der Wirkungsgrad für Randspannungen und Widerstandsmoment war zu 0,8 angenommen, β für die Durchbiegungen und γ für die Verdübelung nach der Theorie; Versuche ergaben eine sehr gute Uebereinstimmung mit der Rechnung. Im tiefen Wasser sind die Lehrgerüste auf armierte Schleuderbetonrohre von 30 cm Innen-$\varnothing$ mit Verankerungsrohr aus Eisen $\varnothing$ 60/40 mm und Pfahlarmierung, ausbetoniert, abgestellt worden. Die Betonsäulen wurden über Wasser durch hölzerne Zangen miteinander verbunden. Am 11. Mai waren beide Seitenöffnungen samt den Kragarmen betoniert und bis 31. Mai die im Wasser stehenden Lehrgerüste entfernt, sodass dem raschen Anstieg des Rheinhochwassers nur noch die bleibenden Einbauten im Wege standen.

Für die Mittelöffnung durfte wegen Hochwassergefahr und Rückstau ins Unterwasser der städt. Zentralen kein Lehrgerüst mehr in den Rhein gestellt werden. Dieses wurde vielmehr an sechs hölzernen Fachwerkträgern von je 21 m Stützweite und 2,6 m Konstruktionshöhe (Berechnung durch Prof. Dr. F. Stüssi, Bau durch A. Oetiker's Erben, Bubikon) auf den vorspringenden Kragarmen der fertigen Seitenöffnungen aufgelagert, mit 48 Zugstangen $\varnothing$ $1\,^1/_4''$ aufgehängt (Abb. 5 und 6). Die besonders sorgfältige Konstruktion dieses Fachwerk-Trägers sei veranschaulicht durch die Darstellung zweier Knotenpunkte in der Abb. 7. Unter einer angehängten Schalungs-, Armierungs- und Betonlast von rd. 200 t hat sich beim Betonieren eine Einsenkung des Trägers von max. rd. 3 cm ergeben.

Es ist noch zu erwähnen, dass die lang anhaltende Winterkälte dazu zwang, das Kiessandgemisch auf einer grossen Ofenplatte zu erwärmen, ferner, dass die Bauzeit eine sehr kurze war: Bezug der Baustelle 8. Dez. 1941, Beendigung des Betonierens 18. Juni 1942. —

Ergebnisse der Belastungsversuche (23./25. Juli 1942)

Als Belastungszug diente eine Gruppe, bestehend aus sechs Lastwagen von je 13 t, somit 78 t Gesamtgewicht, was einem Belastungsgleichwert von $p \cong 620$ kg/m² entspricht. Gemessen wurden die lotrechten Durchbiegungen, Drehungen und Spannungen der Fahrbahnplatte in Brückenmitte und an den beiden Hauptträgern in den Mitten der beiden Seitenöffnungen. Die Ergebnisse waren folgende:

Fahrbahnplatte 20 cm stark, Feld in Brückenmitte von 4,70 × 6,60 m Grösse, kreuzweise armiert. Belastung: Einzellast von 15 t. Grösste lotrechte Durchbiegung in Plattenmitte $\delta_v = 0{,}6$ mm $\cong 1:800$ der Stützweite. Grösste Drehungen: längs, in Mitte der Querträger $\alpha_l = 25''$ a. T.; quer, in Mitte der Hauptträger $\alpha_q = 25''$ a. T. Die Einspannung der Fahrbahnplatte in den beiden Hauptträgern ist sehr wirksam.

Hauptträger. Grösste lotrechte Durchbiegungen: Mitten Seitenöffnungen Schaffhausen und Flurlingen $\delta_v = +2{,}8$ mm; Mitte Mittelöffnug $\delta_v = +4{,}1$ mm $= 1:9200$ der Stützweite, für welche Laststellung die Seitenöffnungen Hebungen von $\delta_v = -2{,}2$ mm anzeigten. Die grössten Drehungen der Hauptträger wurden an den Gelenkstellen der seitlichen Kragträger zu 60″ a. T. gemessen.

Die Maximalwerte der *Spannungen* im Querschnitt Mitte Brücke betragen:

Oberkante Fahrbahn $\sigma_{max} = -20$ kg/cm² (Druck),
Unterkante Hauptträger $\sigma_{max} = +33{,}7$ kg/cm² (Zug).

Die *Eigenfrequenz*, mit dem Schwinger Losenhausen bestimmt, stellte sich am stärksten für 12,0 Hertz ein. Das Verhalten der Brücke war, im Spiegelbild betrachtet, gleich für den Standort des Schwingers in den Mitten der Seitenöffnungen Schaffhausen und Flurlingen.

Anlässlich des *Ausrüstens* der Hauptträger wurden die nachfolgenden Grösstwerte der lotrechten Durchbiegungen gemessen:

[1]) Vergl. *F. Stüssi* in «Technische Mitteilungen für Sappeure usw.», 1941, Nr. 3.

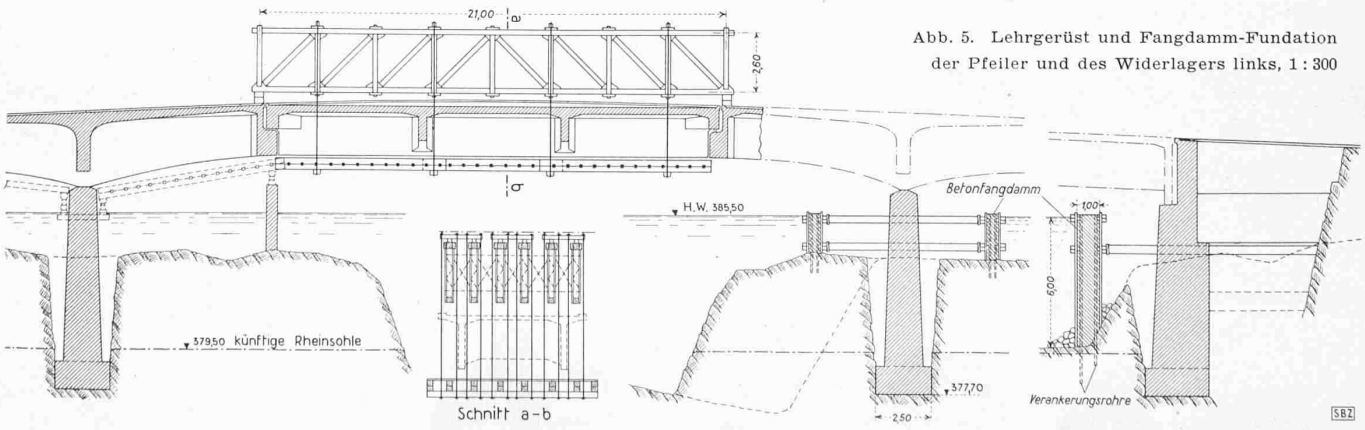


Abb. 5. Lehrgerüst und Fangdamm-Fundation der Pfeiler und des Widerlagers links, 1 : 300

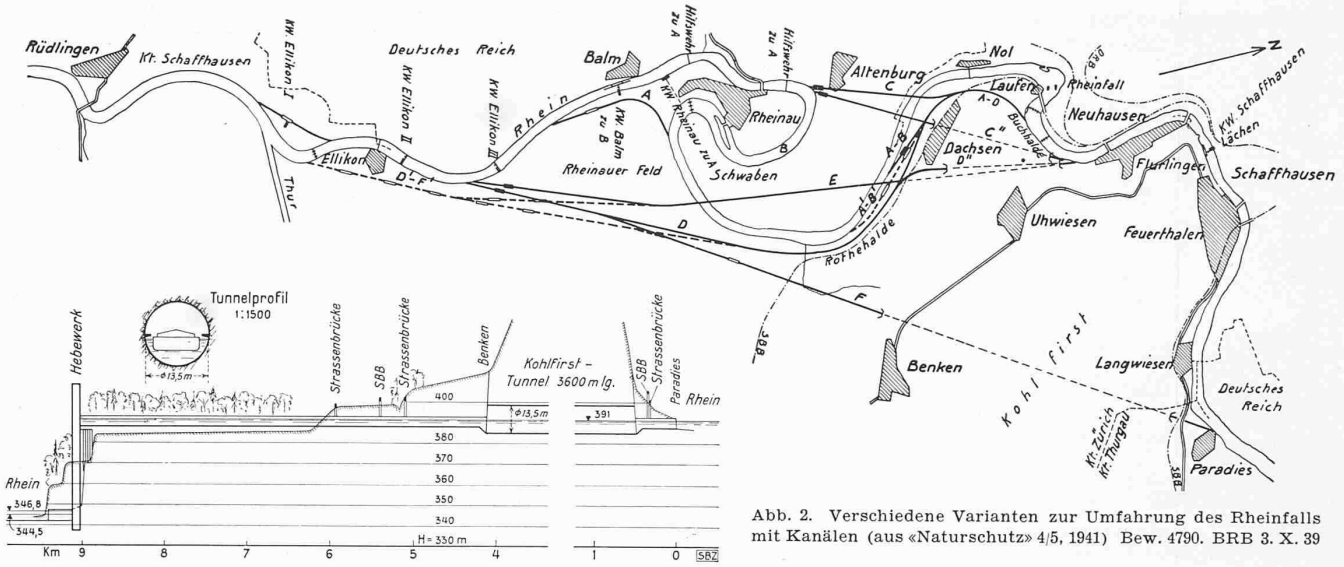


Abb. 2. Verschiedene Varianten zur Umfahrung des Rheinfalls mit Kanälen (aus «Naturschutz» 4/5, 1941) Bew. 4790. BRB 3. X. 39

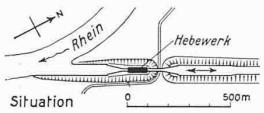


Abb. 3. Längenprofil des Tracé F mit dem Kohlfirsttunnel Eggenschwylers. Links Situation des Hebewerks

Seitenöffnung Schaffhausen am 9. April 1942	3,4 mm
Seitenöffnung Flurlingen am 26. Mai 1942	3,2 mm
Mitte Mittelöffnung am 8. Juli 1942	5,6 mm

Im Zeitpunkt des jeweiligen Ausrüstens haben sich die Hauptträger teilweise schon selbst getragen, sie lagen somit nicht mehr mit ihrem vollen Eigengewicht auf dem Gerüst.

Das Verhalten des Brückentragwerkes hat sich als regelmässig und praktisch völlig elastisch erwiesen; die Betonqualität ist hochwertig. Die gemessenen integralen Verformungen — Durchbiegungen und Drehungen — sowie örtlichen Verformungen — Spannungen — sind gering. Infolge des Bestrebens nach weitgehender Ersparnis an Armierungsstahl (hochwertiger von Roll Cr-Stahl) musste die Höhe der Hauptträger mit $\frac{1}{10}$ bzw. $\frac{1}{14}$ der Stützweiten verhältnismässig gross gewählt werden, wodurch eine hohe lotrechte Steifigkeit des Brückentragwerks und hochliegende Eigenfrequenz bewirkt und damit die Gefahr einer Resonanz praktisch ausgeschlossen ist. M. Roš

Schaffhausen und die Rheinschiffahrt

Da der Rhein von Schaffhausen bis in den Bodensee von Natur aus schiffbar ist und auch mit Dampfschiffen befahren wird, sind bauliche Massnahmen für die Schifffahrt nur rheinabwärts nötig, hier allerdings gleich in beträchtlichem Ausmass. Dem Flussprofil in Abb. 3 (S. 92) ist zu entnehmen, dass die Stufe der Schaffhauser Stromschnelle, die «Lächen», durch eine Schleuse mit Vorhäfen am linken Ufer überwunden werden soll, in Verbindung mit dem Neubau des städt. Elektrizitätswerkes auf der Höhe der «Zentrale C» [1]). *Am Rheinfall* soll auf weitere Kraftnutzung verzichtet und die Schifffahrt nach dem jüngsten der Projekte über zwei Schleusen und einen Kanal mit anschliessendem Tunnel in ziemlich scharfer Krümmung hinter dem Schloss Laufen, also für die Betrachter des Rheinfalls unsichtbar geführt werden (Abb. 1). An den obern Vorhafen schliesst sich ein automatisch regulierendes Dachwehr an, dessen Pfeiler ganze 20 cm über den Wasserspiegel ragen und von der engen Bogenstellung der Eisenbahnbrücke völlig verdeckt werden, womit *allen* berechtigten Wünschen des Naturschutzes Genüge getan wird. Hierüber, wie über die ähnliche Lösung für die Stufe Rheinau berichten Näheres die Projektverfasser, Dipl. Ing. F. Steiner (Bern) und Ing. Dr. J. Büchi (Zürich)

[1]) Aehnlich dem Plan Abb. 21 in Bd. 77, S. 69* (1921).

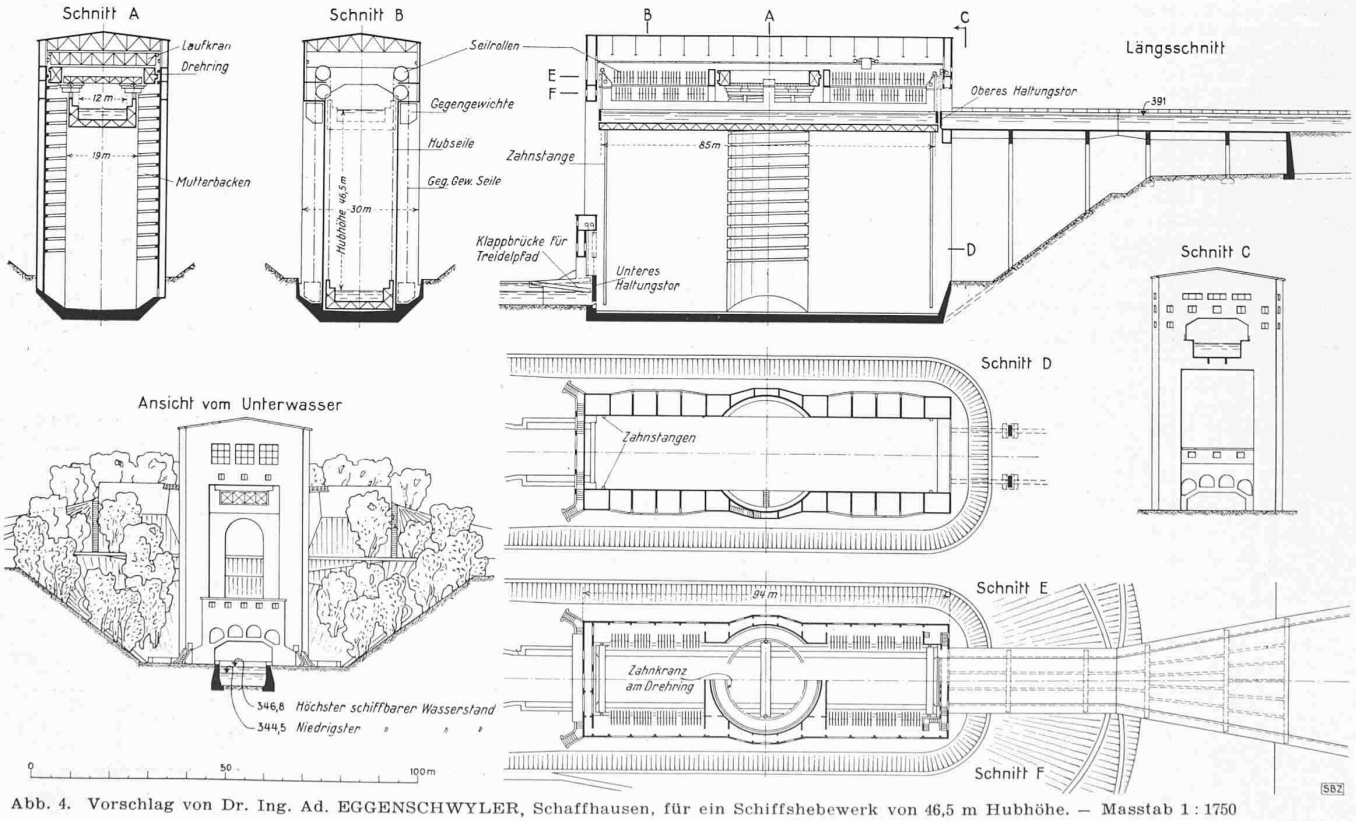


Abb. 4. Vorschlag von Dr. Ing. Ad. EGGENSCHWYLER, Schaffhausen, für ein Schiffshebewerk von 46,5 m Hubhöhe. — Masstab 1 : 1750