

Die Verschiebung der Bahnhofbrücke über die Aare in Olten

Autor(en): **Kollros, W.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **70 (1952)**

Heft 21

PDF erstellt am: **11.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-59608>

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 Verschiebung der Bahnhofbrücke über die Aare in Olten

Von W. KOLLROS, Oberingenieur bei der AG. der Maschinenfabrik von Theodor Bell & Cie., Kriens-Luzern

DK. 624.3 (494.322.5)

Die Bahnhofbrücke über die Aare in Olten wurde im Jahre 1882 durch die Schweizerische Centralbahn als Zugang vom Bahnhof zum neuen Stadtteil auf dem linken Ufer in Schweisseisen gebaut. Bild 1 zeigt den Ort, wo die Brücke ursprünglich stand und Bild 2 eine Ansicht des ganzen Bauwerkes. Die Fahrbahn mit 5,40 m Breite und beidseitigen Gehstegen von je 1,10 m Breite genügte dem Verkehr schon lange nicht mehr. 1923 wurden die Gehstege auf 2,50 m verbreitert, die Brücke durch Einbau von weiteren Längsträgern und zusätzlichen Verbänden verstärkt und zur Verbesserung der Höhenlage um 35 cm gehoben.

Die Neugestaltung der Brücke und der beiden Brückenköpfe war im Jahre 1940 Gegenstand eines Projekt-Wettbewerbes, dessen Ergebnisse in der Schweiz. Bauzeitung, Band 118, Nr. 6 und 7, S. 65* und 76* beschrieben sind. Bis zur Verwirklichung des Bauvorhabens vergingen weitere zehn Jahre. Und nun wird eine Eisenbetonbrücke von 23 m Breite, mit 14 m Fahrbahn und zwei Trottoirs von 4 bis 5 m Breite entstehen (SBZ 1950, Nr. 31, S. 426). Ihre Axe fällt fast mit derjenigen der alten Brücke zusammen, da die Lage der Fahrbahn durch die anschliessenden Strassenzüge bestimmt wird. Der starke Durchgangsverkehr Ost-West und Nord-Süd muss während den Bauarbeiten ungedindert aufgenommen werden können.

Drei Lösungen wurden geprüft, um diese Bedingungen erfüllen zu können: a) Bau einer Notbrücke an geeigneter Stelle, Abbruch der alten Brücke und Bau der neuen Brücke; b) Verschiebung der alten Brücke um rd. 9,60 m und Benützung als Notbrücke, Erstellung der halben neuen Brücke, Uebergang des Verkehrs auf diesen Teil, Abbruch der alten Brücke und Erstellung der zweiten Hälfte der neuen Brücke; c) Verschiebung der alten Brücke um 19,40 m, Neubau der ganzen Brücke und späterer Abbruch der alten Brücke. Um genügend Platz für die Dienstbrücke zu schaffen, wurde dazu der Vorschlag einer Verschiebung um 25,65 m gemacht.

Die letzte Lösung hat sich als die vorteilhafteste erwiesen, konnten doch gegenüber einer neuen Notbrücke rd. 90 000 Fr. eingespart werden. Nachstehend werden die Arbeiten beschrieben, die für die Verschiebung der 880 t schweren Brücke um 25,65 m flussabwärts bei einem minimalen Betriebsunterbruch nötig waren.

Die lichte Weite zwischen den Widerlagern beträgt 104,50 m. Zwei Fachwerkträger mit mehrfachem Strebenzug, 5 m Hauptträgerabstand und 2,93 m Trägerhöhe sind als durchlaufende Balken über Felder von 32,775 + 39,900 + 32,775 m angeordnet (Bild 2). Beidseitig liegen ausserhalb der Hauptträger die Gehstegkonsolen; die Gesamtbreite zwischen den Geländern ist 104,40 m (Bild 7). Das theoretische Eigengewicht der Brücke mit Fahrbahn war zu rd. 840 t ermittelt worden. Zur Kontrolle wurden bei den Pfeilern je zwei hydraulische Hebetöpfe von 100 t pro Lager und bei den Widerlager-Querträgern je einer zu 80 t angesetzt. Die Messung an den Manometern ergab bei den Pfeilern 170 t pro Lager und bei den Widerlagern 60 t oder ein Gesamtgewicht der Brücke von rd. 920 t. Nach Entfernung aller Leitungen und Freilegung der Dilatationen verminderte sich das Gewicht bei den Widerlagern durch Wegfall aller Reibungskräfte auf 50 t, während die Pfeilerlasten unverändert blieben. Damit ergab sich das zu verschiebende Gewicht zu 880 t.

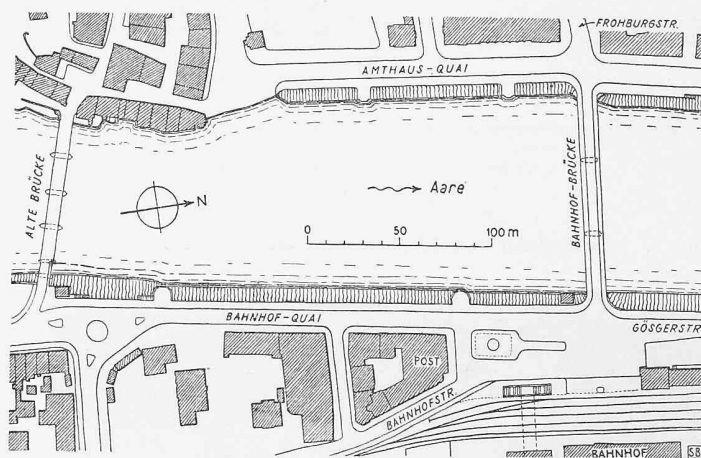


Bild 1. Lageplan, Masstab 1:4000

Die Verschiebungen bei den Pfeilern

Die Rollenlager haben eine Bauhöhe von 35 cm, die Steinquader sind 69 cm hoch, so dass für den Einbau der ganzen Schubvorrichtung 104 cm zur Verfügung standen. Zur Vermeidung von Nebenspannungen wurden die Schubbahnen genau in die Axe der Pfeiler verlegt. Während des Betriebes wurde die Brücke auf den Pfeilern 5 mm angehoben und auf provisorische Lager abgesetzt. Die Rollenlager konnten dann ausgebaut werden. An den Quadern wurden konische Schlitzlöcher von 90 bis 60 cm Breite ausgespitzt, um Platz für die Schubbahnen zu schaffen. Auf diesen liegen die Verschiebrollen von 16 cm Durchmesser und 50 cm Länge; der Rollenabstand beträgt 26 cm. Je fünf Rollen sind zu einem Element zusammengefügt. Der darüber liegende Schubwagen aus drei I-NP 32 hat die Aufgabe, die Last auf verschiedene Rollen zu verteilen. In der Berechnung wurde auf die unmittelbar unter dem theoretischen Auflagerpunkt liegende Rolle eine Last von 35 t und eine parabelförmige Verteilung auf sieben Rollen angenommen. Für die Berechnung der Schubbahn ergab sich ein Lastenzug von $11,5 + 23,5 + 32,5 + 35,0 + 32,5 + 23,5 + 11,5 = 170$ t. Für die Schubbahn, die sich über Querträger direkt auf die Pfahlköpfe abstützt, wurden die Extremfälle eines starren Trägers auf elastischen Stützen und eines elastischen Trägers auf festen Stützen angenommen. Die erste Annahme führt zu starken Schubbahnen und minimalen Pfahlbelastungen von 28,3 t, die zweite zu kleinen Trägern und grossen Pfahlbelastungen von 51,5 t. Die Ueberlegung, dass die tatsächliche Beanspruchung zwischen diesen beiden Fällen liegen wird, führte zur Wahl von zwei Pfahlreihen in 1,50 m Abstand und 1,50 bis 1,70 m Pfahldistanz. Pro Pfeiler-Schubbahn wurden 39 Pfähle gerammt. Bei den kurzen Stützweiten entstanden grosse Schubspannungen, was zur Wahl von drei I-Trägern NP 32 für die Schubbahn und zwei I-Trägern NP 36 für die Querträger führte. Beim Uebergang vom ersten Pfahl zum Pfeiler sind entsprechend der grösseren Stützweite stärkere Träger gewählt. Die Flanschbreite von 393 mm war auch nötig, um nicht zu grosse Linienpressungen auf die Gussrollen zu erhalten. Die Schubbahnen wurden senkrecht zum Brückenuntergurt verlegt, in der Höhe auf ± 1 mm genau ausgerichtet und erst dann mit den Querträ-

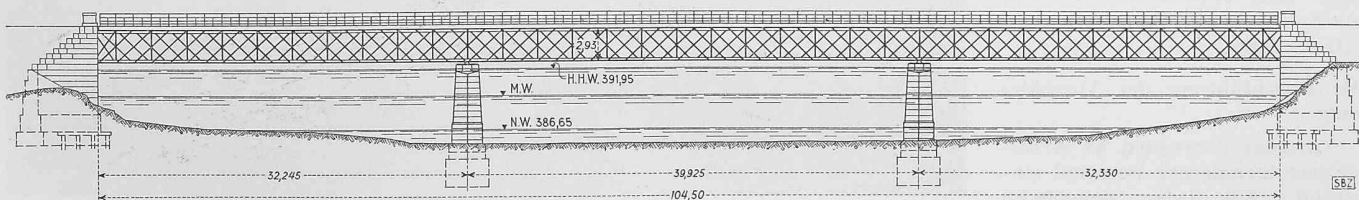


Bild 2. In Schweisseisen erstellte Bahnhofbrücke in Olten, Masstab 1:650

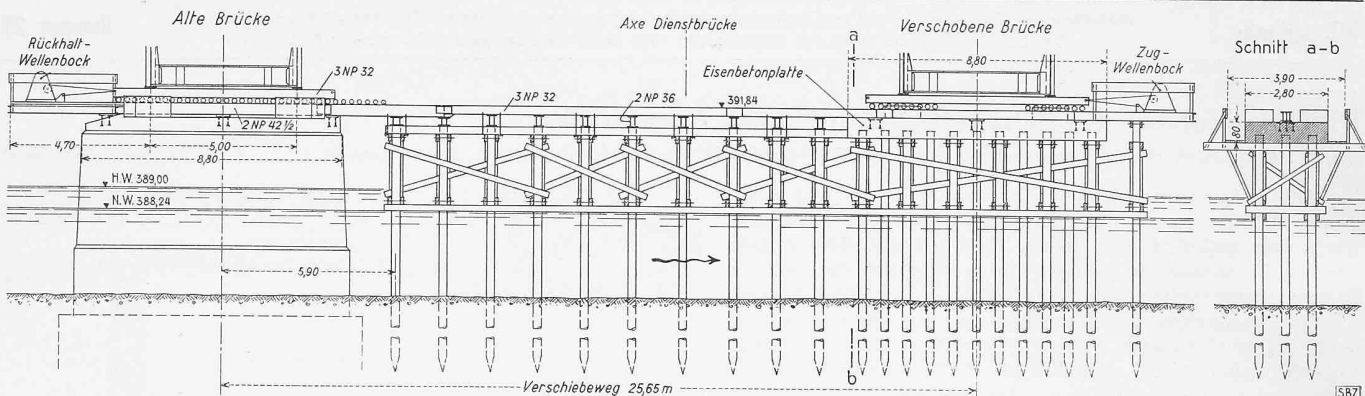


Bild 3. Verschubbahn beim Pfeiler rechts, Masstab 1:250

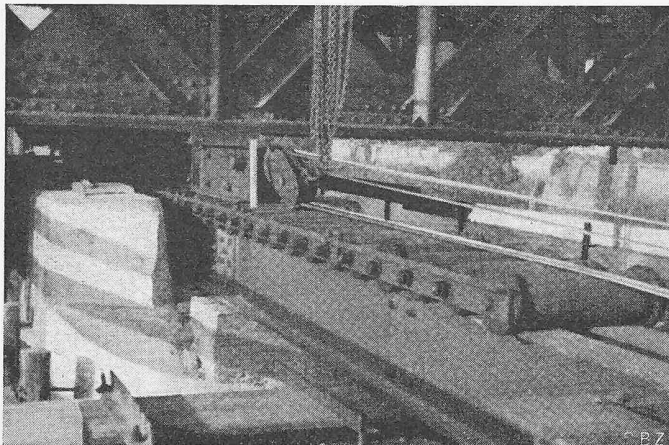


Bild 4. Verschubbahn mit Verschubrollen

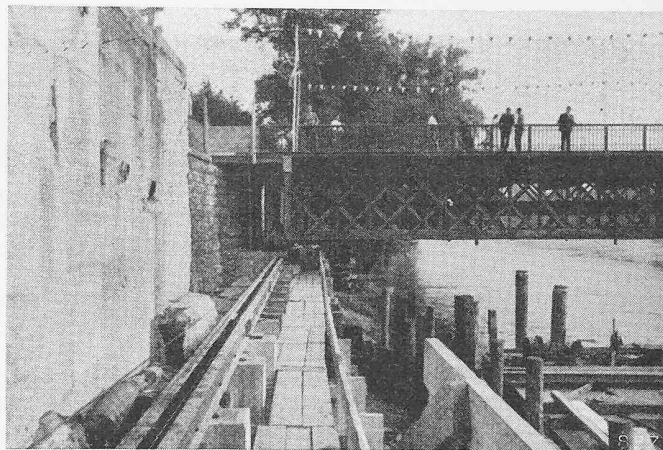


Bild 5. Verschubbahn vor dem linken Widerlager

gern durch eine Montageschweissung verbunden. Jeder zweite Querträger ist mit Winkeln und Zugschrauben mit der Holzkonstruktion verbunden. Die Zugvorrichtung wurde unter Annahme eines Reibungskoeffizienten von 1,5 % dimensioniert. Die erforderliche Zugkraft von $0,015 \times 340 = 5,1$ t konnte mit einem Wellenbock und vierfach eingezogenem 12 mm-Drahtseil erzeugt werden. Als Sicherheitsvorrichtung wurden Rückhalt-Wellenböcke angebracht.

Die Verschubbahnen bei den Widerlagern

Grundsätzlich war die Anordnung die gleiche. Es genügten zwei I-Träger NP 30 mit 1,30 bis 1,72 m Stützweite. Die Rollen lagen 33 cm auseinander, entsprechend den schon vorhandenen Einrichtungen. Die beschränkte Einbaumöglichkeit zwang dazu, die Schubbahnen vor der theoretischen Auflagerlinie anzuordnen, und zwar um 57,5 cm auf Seite Stadt und um 51,5 cm auf Seite Bahnhof. Die Schubbahn stützte sich über Querhölzer von 24/30 cm auf eine einzige Pfahlreihe. Die Pfähle wurden gegen die Stützmauer auf dem linken Ufer, bzw. gegen die Böschung auf dem rechten Ufer abgestützt. Beidseitig der Schubbahnen waren Laufstege mit Geländer angebracht; auf dem Geländerholm hatte man eine Verschiebeskala zur Kontrolle der Verschiebewege aufgezeichnet.

Die Durchführung der Verschiebung

Insgesamt wurden 46 Arbeiter und technisches Personal eingesetzt. Bei jeder Schubbahn funktionierte ein Ingenieur oder

Techniker als Chef. Zwei Monteure beaufsichtigten die Rollwagen, vier Arbeiter bedienten jeden Zugwellenbock und drei jeden Rückhaltwellenbock. Ein Chefmonteur und ein Montageleiter überwachten die ganze Arbeit; das übrige technische Personal wurde für Protokolle, Zeitkontrolle und den Meldedienst verwendet. Für die Fahrt wurde ein Hornsignalzeichen gegeben; sobald das befohlene Verschiebmass erreicht war, wurde der Montageleiter durch Flaggen verständigt. Mit den gleichen Flaggen wurde jeweils die Bereitschaft zum nächsten Schub angezeigt. Auf jeder Schubbahn lagen je acht Rollenelemente mit vier bzw. fünf Rollen, ins-

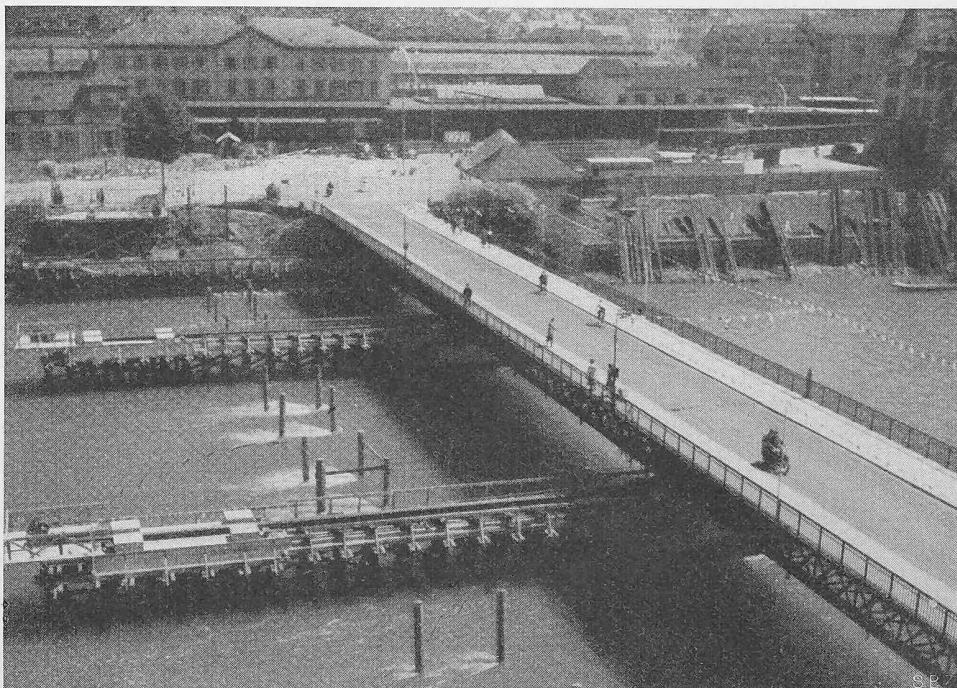


Bild 6. Die Brücke vor der Verschiebung

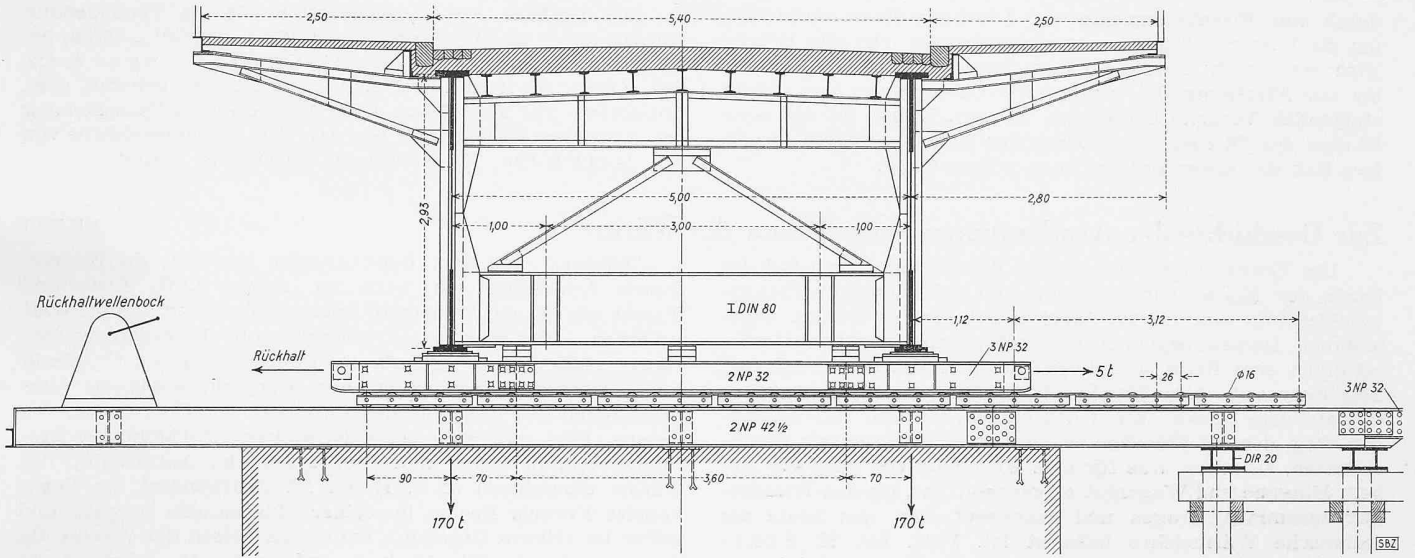


Bild 7. Brückenquerschnitt mit Schubbahnen und Schubwagen zum Verschieben bereit; Masstab 1:80

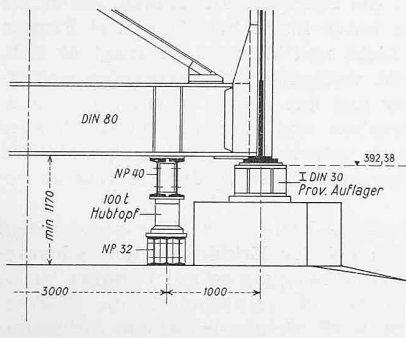


Bild 8. Vorrichtung mit Hubtopf von 100 t zum Anheben der Brücke zwecks Ausbau der Lager; Absetzen auf provisorische Unterlagen; 1:80

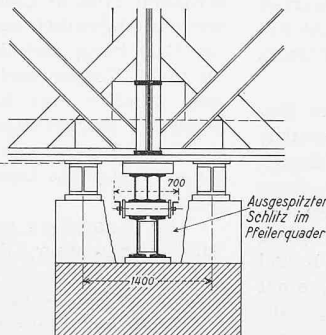


Bild 9. Ausbrechen der Pfeileraufsätze zur Montage der Schubbahnen; 1:80

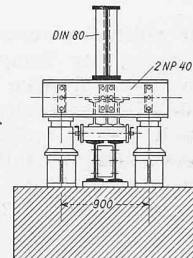


Bild 10. Vorrichtung zum Anheben der Brücke und Absetzen auf die Schubwagen; 1:80

für 50 cm betrug kaum eine Minute.

Der Verkehr über die Brücke wurde am 30. Juli 1951 um 18.30 h gesperrt. Nach Erstellen der Absperrungen und Freilegung der Dilatationen konnte 19.20 h mit der Verschiebung begonnen werden. Nach einem Weg von 6,20 m erfolgte um 20 h die erste Umstellung der Rollen. Bis zur Verpflegungspause um 22.20 h war ein Verschiebeweg von 16,24 m erreicht. Von 23.35 h bis 00.52 h dauerte der Rest der Verschiebung. 6 1/2 Stunden nach Arbeitsbeginn, oder in 4 1/4 tatsächlichen Arbeitsstunden war die Verschiebung von 25,65 m durchgeführt.

gesamt also 144 Rollen. Gefahren wurde jeweils 50 cm. Nach 6,24 m + 5,20 m + 5,20 m + 5,20 m mussten zwei entlastete Rollenelemente von hinten nach vorn geschoben werden. Leichte Kettenzüge an den Gehwegkonsolen erlaubten eine rasche Umstellung. Diese dauerte anfänglich eine halbe Stunde und zuletzt noch 20 Minuten. Die eigentliche Fahrzeit

Die mittlere Geschwindigkeit von rd. 6 m pro Stunde ist gegenüber den an andern Objekten gemachten Erfahrungen gross. Die klare Sommernacht hat auch zum guten Gelingen beigetragen. Die maximalen Einsenkungen bei den Pfeilern wurden mit 12 bis 15 mm gemessen, bei den Widerlagern maximal 30 mm.

Die Brücke am neuen Standort

Die beidseitigen Zufahrten waren schon vorbereitet. Am linken Ufer erfolgten Anpassungen an die Stützmauer, auf dem rechten Ufer musste ein Spalt von 20 cm zum Anschluss an eine Holzkonstruktion durch ein Schleppblech überbrückt werden. Die ersten Fussgänger und Radfahrer konnten um 4 h die Brücke benützen, um 5 h der erste Personenwagen. Mit drei beladenen Kieslastwagen erfolgte nach 6 h eine Belastungsprobe. Nach weiteren Anpassarbeiten am Belag war es möglich, kurz nach 8 h des 31. Juli 1951 die Brücke für den gesamten Verkehr freizugeben. Die Sperre hat somit knapp vierzehn Stunden gedauert. Die Brücke war während der Nacht noch auf die provisorischen Lager abgesetzt worden. Während des Betriebes erfolgte der Ausbau der Schubbahnen und der Einbau der endgültigen Lager. Die Pfahlköpfe sind bei den Pfeilern im Bereich des neuen Standortes

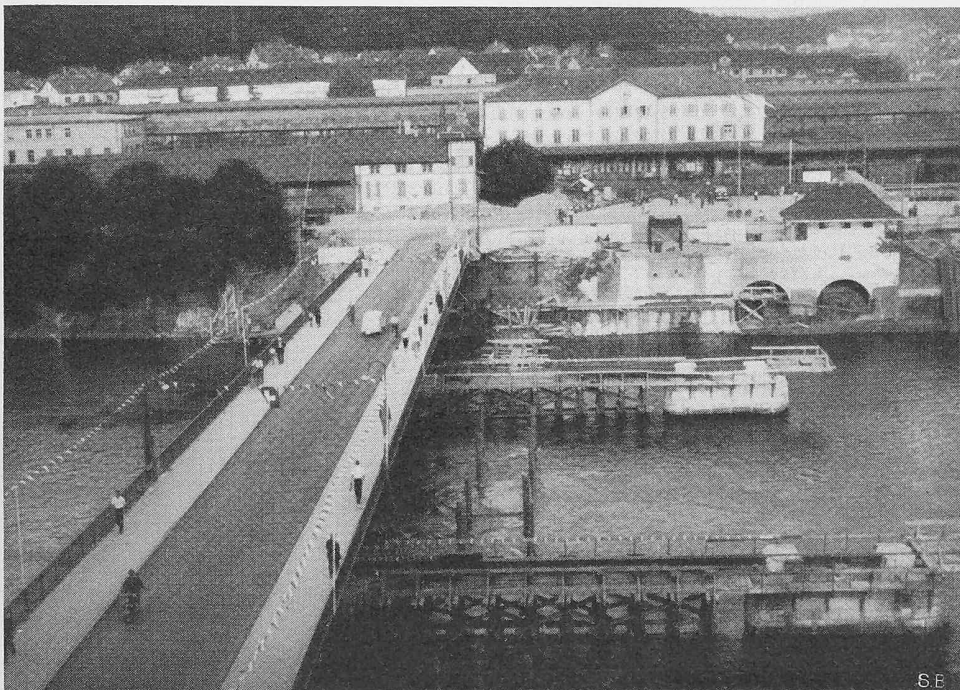


Bild 11. Die Brücke nach der Verschiebung

durch eine Eisenbetonplatte von 2,80/8,80/0,80 m verbunden, um die Lasten auf je 17 Pfähle zu verteilen. Die alte Brücke wird nun nach siebenzig Dienstjahren noch als Notbrücke bis zur Eröffnung des neuen Aare-Ueberganges den immer steigenden Verkehr bewältigen müssen. Damit ist die erste Etappe des Oltener Bahnhofbrücken-Neubaus abgeschlossen. Der Bau der neuen Brücke ist in vollem Gang.

Zur Geschichte der Anschauungen vom Wesen der Wärme

DK 536.1

Die Vorstellungen vom Wesen der Wärme haben sich im Laufe der Menschheitsgeschichte nur sehr langsam herausgebildet und erst im 18. Jahrhundert festere Gestalt angenommen. Damals begannen auch wärmewirtschaftliche Ueberlegungen eine Rolle zu spielen. Es ist überaus reizvoll und beachtenswert, dem Wandel der Auffassungen nachzugehen und aus dem Rückblick auf den langen, vielfach verschlungenen Weg, den die Forscher im Laufe der Jahrhunderte durchschritten, zu sehen, was für eine Unsumme von geistiger Arbeit, Hingabe und Wagemut es gekostet hat, bis das Wissensgut zusammengetragen und aufgebaut war, das heute als technische Wärmelehre bekannt ist. Prof. Dr. H. Schimank, Hamburg, gibt in der Zeitschrift «Brennstoff, Wärme, Kraft», Nr. 3 vom März 1952, unter dem Titel: «Die Lehre von der Wärme und der Verbrennung» einen sehr lesenswerten Ueberblick aus diesem interessanten Teilgebiet der Geschichte der Technik, auf den sich die folgenden Ausführungen stützen:

Eine unerlässliche Grundlage für wärmetechnische Betrachtungen ist die objektive Bestimmung der Temperatur eines Körpers. Die Vorrichtungen, die diesem Zwecke dienen sollten, bestanden anfangs des 17. Jahrhunderts aus einer mit Luft gefüllten Kugel, an die sich eine Glasröhre anschloss; in dieser Röhre befand sich ein Flüssigkeitspfropfen, dessen Lage sich mit der Temperatur der Luft in der Kugel veränderte. Der Holländer Drebbel hatte sich 1612 einer solchen Anordnung als Wetterglas bedient, während ungefähr gleichzeitig der Paduaner Arzt Santorio (1561—1636) sie zur Messung der Temperatur seiner Patienten benützte. An Stelle dieser druck- und temperaturabhängigen Termoskope, wie sie seit 1617 genannt wurden, bediente sich der Arzt Jean Rey eines Flüssigkeitsthermometers, das er in einem Brief vom 1. Januar 1632 beschrieb. Seit 1641 wurden in der Academia del Cimento in Florenz Temperaturmessungen mit Weingeistthermometern und seit 1657 auch mit Quecksilberthermometern durchgeführt. Diese ältesten Instrumente hatten keine Fixpunkte und lieferten keine mit einander vergleichbaren Angaben; man konnte mit ihnen also nur Temperaturdifferenzen messen.

Einen entscheidenden Fortschritt brachte der Danziger Daniel Gabriel Fahrenheit, als es ihm 1713/14 gelang, durch die Festsetzung von zwei Fixpunkten und die Verwendung kalibrierter Glasröhren vergleichbare Thermometer herzustellen. Er beschrieb sie 1724 in einer in den «Philosophical Transactions» der Londoner Royal Society erschienenen Abhandlung. 1742 gab der Astronom Anders Celsius in den Abhandlungen der Schwedischen Akademie der Wissenschaften seine 100grädige Skala bekannt, bei der er den Eisschmelzpunkt mit 100 und den Siedepunkt des Wassers mit 0 bezeichnete. Der Schweizer Jean André de Luc beschrieb 1772 in seinen «Recherches sur les modifications de l'atmosphère» ein Quecksilberthermometer, bei dem der Eisschmelzpunkt mit 0 Grad und der Siedepunkt des Wassers mit 80 Grad bezeichnet wird (Réaumurkala).

Mit diesen Instrumenten war es nun möglich, das Verhalten der verschiedenen Körper bei Wärmez- und -abfuhr genauer zu prüfen. Aus den Beobachtungen und Ueberlegungen von Hermann Boerhaave, Joseph Black, J. A. de Luc, Johann Carl Wilcke und anderen ergab sich, dass neben der «fühlbaren», d. h. thermometrisch messbaren auch eine latente, dem Thermometer verborgen bleibende Schmelz- bzw. Verdampfungswärme in Betracht zu ziehen ist. Durch gleichzeitige Bestimmung von Temperatur, Volumen und Gewicht konnten eine Reihe subjektiver Faktoren ausgeschaltet und dadurch die Vorstellungen über das Wesen der Wärme auf neue Grundlagen gestellt werden. Dazu trugen auch Wärmemessungen mit Kalorimetern bei, unter denen das Eiskalorimeter zu nennen ist, über das 1783 Lavoisier und Laplace der Pariser Akademie berichteten.

Die Tiefbau- und Gerüstarbeiten für die Verschiebung wurden durch die Arbeitsgemeinschaft Aarebrücke Olten, bei welcher die Firmen A. G. J ä g g i, Olten; L o s i n g e r & Co. AG., Olten; S c h e n k & Cie. AG., Oensingen, beteiligt sind, projektiert und ausgeführt, während die ganze Verschiebung der Abteilung Brückenbau der AG. der Maschinenfabrik von T. h. B e l l & Cie., Kriens-Luzern, übertragen wurde.

Während rund zwei Jahrtausenden herrschte die Wärmelehre Aristoteles' vor, nach der Feuer, Luft, Erde und Wasser als die vier Elemente angesehen werden, die die Welt aufbauen. Die Wärmeerscheinungen und Verbrennungsvorgänge erklärte man sich als ein Ueberwiegen des Feuers in einem Körper gegenüber anderen Körpern, sowie als Umwandlungen des Elements der Luft oder der Erde in das des Feuers. Erst sehr spät beginnen andere Anschauungen hervorzutreten, in denen sich eine kinetische Auffassung der Wärme abzeichnet; so z. B. im 17. Jahrhundert bei Lordkanzler Francis Bacon in seiner «Instauratio magna» und später im «Neuen Organon», wo er das Wesen der Wärme als Bewegung beschreibt. Noch zu Anfang des 18. Jahrhunderts fasste Isaac Newton in einem Anhang zu seiner «Optik» (erschienen 1706 in London) die Probleme zusammen, die er als noch unabgeklärt ansah; unter ihnen betreffen drei Fragen die Beziehung zwischen Licht und Wärme. So fragt er sich, ob nicht Körper und Licht wechselseitig aufeinander einwirken, nämlich «die Körper auf das Licht, indem sie es aussenden, zurückwerfen, brechen und beugen; das Licht aber auf die Körper, indem es sie warm macht und in ihren Teilen die schwingende Bewegung hervorruft, in der die Wärme besteht?»

Im Anschluss an Newtons Lehre von einer allgemeinen Massenanziehung, die sich bei der Erklärung der Schwerkraftwirkung und bei der Planetenbewegung so gut bewährt hatte, entwickelten die Forscher des 18. Jahrhunderts die Wärmestofftheorien. So schreibt S. T. Gehler in seinem «Physikalischen Wörterbuch» 1798: «Das einzige, was sich aus diesen (Wirkungen des Feuers) mit einiger Gewissheit folgern lässt, ist, dass das Feuer ein feines, flüssiges, höchst elastisches Wesen sei, das alle Körper durchdringt, verschiedene Verwandtschaften gegen dieselben äussert und in ihnen in verschiedener Menge sowohl als auf verschiedene Weise enthalten sein kann.» Dieses Wesen, das «Phlogiston» genannt wurde, hat man auch als Träger der molekularen Abstoßungskräfte angesehen, die der Massenanziehung entgegenwirkten, so dass sich die Moleküle z. B. bei steigender Temperatur weiter voneinander entfernen und bei der Verdampfung völlig voneinander trennen. Die Vorstellung eines Wärmestoffes wurde auch auf den Verbrennungsvorgang übertragen. So betrachtete z. B. Georg Ernst Stahl (1660 bis 1734), Arzt und Chemiker, Professor an der Universität Halle, den Träger der Brennbarkeit, das «principium inflammabile», als ein eine zarte Erde gebundenes Feuer. Nach dieser Anschauung geht bei der Verhüttung eines oxydischen Erzes (Metallkalk) das Phlogiston aus der phlogistonreichen Kohle an das Erz und bildet das Metall; dieses wurde somit als eine Verbindung von Metallkalk (Oxyd) und Phlogiston betrachtet.

Eine entscheidende Wendung in den Vorstellungen über das Wesen der Wärme brachten die Entdeckungen neuer Stoffe um die Mitte des 18. Jahrhunderts. Hierbei traten zum ersten Mal ernsthafte Zweifel an der Gültigkeit der bisherigen Auffassung auf, ob die vier empedokleischen Elemente Feuer, Luft, Wasser, Erde wirklich als die letzten Grundbestandteile aller irdischen Körper zu betrachten seien. Man gibt sich heute, wo das alles Selbstverständlichkeiten zu sein scheinen, kaum genügend Rechenschaft darüber, welch unerhörte Kühnheit, Wahrheitsliebe und Berufungstreue es bedeutete, die während zwei Jahrtausenden als gültig anerkannten Lehren zu durchbrechen. Der erste Durchbruch war allerdings schon früher auf dem Gebiet der Mechanik durch Kopernikus, Kepler, Galilei und Newton vollzogen worden.

Etwa zur selben Zeit, d. h. in der ersten Hälfte des 17. Jahrhunderts, vertrat Johann Baptist van Helmont (1577 bis 1644), Naturforscher und Mediziner in Brüssel, die Auffassung, dass es keine einheitliche Luft gebe; von ihm stammt der Ausdruck «Gas»; er entdeckte das «Gas sylvestre» (CO₂), das er von den brennbaren Gasen von der Art des Wasserstoffs oder Grubengases und von der gewöhnlichen Luft zu