

Die Pfeiler sind von 1,5 m unter Wasser bis 2,3 m über Wasser mit Granitparement in Läufer-schichten verkleidet. Die Höhe und Dicke der Steine betragen 20 cm, die Länge wechselt zwischen 40 und 60 cm.

Die Pfeiler sind nun fertig gestellt, und die Lagersteine angebracht. Die Montierung des Überbaues wird vermutlich innerhalb einiger Monate beginnen, und die Brücke im Laufe des nächsten Jahres vollendet werden.

Ing. PAUL TANTÓ, Baurat im königl. ung. Handelsministerium in Budapest:

Über die Wiederherstellung der gesprengten Eisenbetonbrücke bei Böcs.

Der Eisenbeton als Konstruktionsmaterial besitzt viele Vorteile, aber auch gewisse Nachteile gegenüber anderen Baustoffen. So z. B. bilden im allgemeinen bei Stein-, Holz- oder Eisenkonstruktionen der Ersatz beschädigter Teile, die Verstärkung für größere Belastungen oder nachträgliche Erweiterungen keine nennenswerten Hindernisse, hingegen widerspricht bei Eisenbetonbauten jede nachträgliche Arbeit der Grundnatur dieses Baustoffes.

Um zu zeigen, daß im Notfall tragende Elemente der Eisenbetonkonstruktionen ersetzt, oder im Falle der Beschädigung wiederhergestellt werden können,

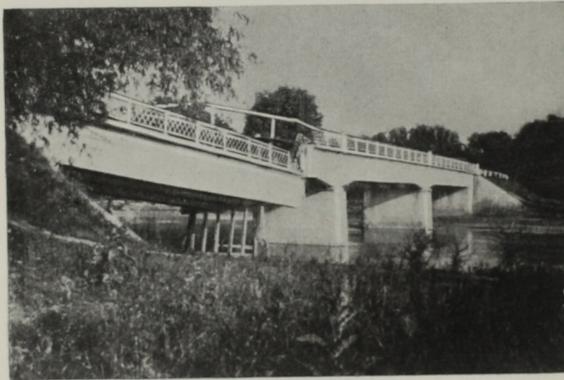


Abb. 1

behere ich mich, im folgenden die Wiederherstellung einer gesprengten Eisenbetonbrücke vorzuführen.

Die betreffende Brücke liegt in Ungarn, im Borsoder Komitat auf der Kommunalstraße Sajólád-Hernádnémeti und überbrückt den Hernádfuß.

Die vier Hauptträger der Brücke sind durchlaufende Balkenträger auf vier Stützen, mit 25 + 23 + 23 m freien Öffnungen. Die Brücke ist 6,0 m breit.

Die Hauptträger ruhen mittels eisernen Gleitblechen auf den aus Beton gebauten Brückenköpfen und Pfeilern auf.

Die Brücke wurde im Jahre 1911 gebaut und entsprach ihrem Zweck anstandslos bis zum 19. Mai 1919, als die rechte, 25 m lange Öffnung durch rumänische Truppen gesprengt wurde.

Infolge der Sprengung entstand eine durch den vollen Querschnitt hindurchgehende, 1,7 bis 1,9 m breite Lücke; die Sprengung riß aber nur den Beton heraus, die Längsbewehrungsseisen blieben unbeschädigt.

Infolge der Lücke verlor der beiläufig 20 m lange, gegenüber dem rechten Brückenkopf liegende Teil seine Stabilität und kam in Bewegung.

Die Bahn dieser Bewegung war dadurch gegeben, daß der sich bewegende Teil an dem einen Ende mit dem übrigen Teil der Brücke durch die biegsamen Bewehrungsseisen in Verbindung blieb, am anderen Ende hingegen auf dem Brückenkopf verschiebbar gelagert war. Infolgedessen entstand bei der Sprengungslücke eine abwärts gerichtete Kreisbewegung und bei dem Brückenkopf eine wagerechte Verschiebung. Durch die wagerechte Bewegung entstanden bei dem Auflager derart große Reibungskräfte, daß der Brückenkopf entzweibrach.

Als die Spitze des in Bewegung geratenen Brückenteiles den tiefsten Punkt der Kreisbahn erreichte, kam die Bewegung zum Stillstand. Dadurch hörten auch die bei dem Auflager aufgetretenen Kräfte auf zu wirken, und der entzweigebrochene Brückenkopf blieb, um die Bruchkante sich drehend, mit beiläufig 30° vorwärts geneigt stehen.

Die Durchführung der Sprengung geschah höchstwahrscheinlich auf die Weise, daß die Seitenwände, dann der untere Teil der Träger und die Fahrbahntafel mit einem stark brisanten Sprengstoff umhüllt wurden. Nach den zurückgebliebenen Anzeichen wurde der obere Teil der Fahrbahn mit Sprengstoff nicht belegt.

Die Anbohrung der Konstruktion könnte als ausgeschlossen betrachtet werden, da Spuren einer Bohrung nicht zurückblieben. Das Anbohren der Eisenbetonkonstruktion wäre im übrigen wegen den Eiseneinlagen auf große Schwierigkeiten gestoßen.

Im Laufe der weiteren Kämpfe wurde der abgesprengte Teil der Brücke vor der Lücke mit 6 Stück 16/16 cm starken Pfosten unterstützt und die Lücke selbst mit einer Holzkonstruktion überbrückt.

Die Wiederherstellung beruhte nicht auf fachgemäßer Überlegung. Bei der Sprengungslücke war die Lage nicht einmal so gefährlich, da in den 36 bis 40 mm starken Rundeisen die durchschnittliche Inanspruchnahme nur 270 kg/cm^2 betrug, und wenn einige Eiseneinlagen auch stärker in Anspruch genommen waren, so wurde doch höchstwahrscheinlich nirgends die Fließgrenze erreicht.

Zur Sicherung des Brückenkopfes wurde nichts getan, obzwar hier die Lage die gefährlichste war. Infolge der Kantenpressung war hier der Beton zersplittert und der Brückenkopf befand sich in einem derart labilen Zustand, daß der völlige Einsturz sehr leicht eintreten konnte.

Als die rumänische Besatzung Ungarns die freie Bewegung der Fachleute und die Aufnahme der notwendigsten öffentlichen Arbeiten gestattete, wurde die Wiederherstellung der Brücke angeordnet. In der damaligen Lage Ungarns konnte die Herstellung nur eine provisorische sein. Infolge des Weltkrieges und der Revolutionen war das Land an Baustoffen vollkommen erschöpft. Das Land stand unter einer wirtschaftlichen Blockade und die Anschaffung des zur provisorischen Herstellung notwendigen Holzmaterials stieß ebenfalls auf die größten Schwierigkeiten.

Die provisorische Herstellung geschah auf folgende Weise: Die gesprengte Öffnung wurde mit Hilfe eines später abgetragenen Holzjoches in die ursprüngliche Höhe gehoben, in die ursprüngliche Lage zurückgeschoben und mittels zwei für je 100 t Belastung berechneten Holzjochen unterstützt. Die Sprengungslücke wurde mit Holz überbrückt, der Brückenkopf in die ursprüngliche Lage zurückgezogen, durch Drahtseile verankert und der auf dem Brückenkopf wirkende Erd- druck durch eine Spundwand aufgehoben. Die in der Sprengungslücke sich be-

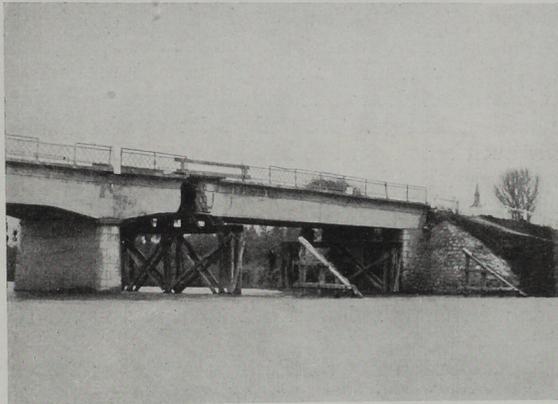


Abb. 2

findenden 36 bis 40 mm starken Längsbewehrungen hinderten die Durchführung der Arbeiten. Die Bewehrung mußte daher durchgeschnitten werden, obzwar vorauszusehen war, daß sie bei der endgültigen Wiederherstellung gut verwendbar gewesen wären.

Als es die Verhältnisse erlaubten, wurde die endgültige Herstellung der Brücke begonnen. Dies erfolgte am 21. November 1921.

Die Herstellung konnte auf zweierlei Art durchgeführt werden. Entweder konnte man den unterstützten Teil der Brücke völlig abtragen und neu herstellen oder die Sprengungslücke mit Eisenbeton ausfüllen und zwischen den beiden Teilen den Zusammenhang herstellen. Die letztere Lösung bot zwar bedeutende Arbeits- und Materialersparnisse, bedeutete aber auch ein großes Wagnis. Hätte man nämlich den Zusammenhang zwischen den alten und neuen Eisenbetonteilen nicht so herstellen können, wie dies zur Übertragung der Biegekräfte erforderlich ist, so wäre bei der ersten Herstellungsweise in der einen Seitenöffnung nur ein Gelenk entstanden; die Konstruktion wäre also auch in diesem ungünstigen Falle noch immer stabil geblieben. Bei der zweiten Herstellungsweise aber wären im erwähnten ungünstigen Falle in einer Seitenöffnung zwei Gelenke entstanden und es hätte infolgedessen die Stabilität der Konstruktion aufgehört.

Bei der Wahl der Herstellungsweise war also die Frage maßgebend, ob man zwischen den alten und neuen Eisenbetonteilen einen biegefesten Zusammenhang herstellen konnte. Theoretisch ist es nicht unmöglich und diesbezüglich hatten wir auch schon gewisse Erfahrungen bei der Wiederherstellung einer anderen beschädigten Brücke gesammelt, nämlich bei der im Inundationsgebiet des Theißflusses bei Záhony liegenden Eisenbetonbrücke, welche durch ein Geschoß beim Widerlager beschädigt worden war. Diese Beschädigung war nicht so bedeutend, die Konstruktion verlor auch nicht ihre Stabilität. Die Erfahrungen bei der Wiederherstellung dieser Brücke zeigten, daß mit der nötigen Sorgfalt ein biegefesten Zusammenhang zwischen den alten und neuen Eisenbetonteilen herzustellen möglich ist.

Auf Grund dieser Erfahrung wurde der Entschluß gefaßt, die in Frage stehende Brücke nach der erwähnten zweiten Art wiederherzustellen und es wurden auch die Pläne in der Brückenabteilung des königl. ung. Handelsministeriums dementsprechend verfertigt.

Um die Kräfteübertragung zwischen den Längseiseneinlagen zu erlangen, schien es am zweckmäßigsten, die neuen Eiseneinlagen mit der nötigen Übergreifung neben die alten Eiseneinlagen zu legen. Um die nötige Übergreifungslänge zu erreichen, mußte die fast mit vertikalen Wänden begrenzte Sprengungslücke erweitert werden.

Um zu erreichen, daß die inneren Kräfte die Begrenzungsflächen der neuen und der alten Betonkonstruktion gegeneinander drücken, wäre es notwendig gewesen, die erweiterte Sprengungslücke mit solchen Flächen zu begrenzen, welche auf die Hauptdruckkraftlinien senkrecht stehen.

Da hier die Druckkraftlinien gegen den Pfeiler gehend abwärts fallen, hätte man die beiden Flächen gegen den Pfeiler gehend aufwärts steigend herstellen sollen. Vor dem Pfeiler stieß dies auf keine Schwierigkeiten, doch auf der anderen Seite mußte man diesen theoretischen Standpunkt aus praktischen Erwägungen opfern.

Es war nämlich möglich, den neuen Beton vor dem Pfeiler auf die alte Fläche von oben so zu stampfen, daß dadurch die zwei Flächen sich gegenseitig drückten, bevor noch die inneren Kräfte auftraten. Auf der anderen Seite hingegen sollte man den Beton unter der alten Betonfläche stampfen und so hätte hier die neue Betonmasse mit ihrem Gewicht nicht auf die alte Fläche, sondern auf die Schalung gedrückt. Es war aber zu befürchten, daß in diesem Falle zwischen den Beton-

flächen eine dünne Lücke entstehen würde, bevor noch die inneren Kräfte auf-treten. Infolgedessen schien es zweckmäßiger, hier die Fläche so auszubilden, daß der neue Beton mit seinem Gewicht auf der alten Fläche aufliegt. Dadurch hätte der neu herzustellende Eisenbetonteil eine trapezförmige Gestalt erhalten.

Im übrigen war der Grundgedanke des Entwurfes der, daß in jedem Querschnitt wenigstens ein so großer, wirkungsfähiger Eisenquerschnitt vorhanden sein soll wie vor der Sprengung. Dadurch ist der Entwurf eine rein konstruktive Aufgabe geworden.

Die neuen Eiseneinlagen haben eine Übergreifungslänge erhalten, welche wenigstens dem 50fachen Durchmesser entspricht; außerdem waren sie mit den üblichen Haken versehen.

Auf Grund des so verfertigten Planes wurden die Arbeiten in folgender Reihenfolge durchgeführt:

a) Das vor der Sprengungslücke stehende Joch hätte die Durchführung der Arbeiten gehindert; man mußte daher statt dessen 4,0 m weit davon ein neues bauen.

b) Die auf den Jochen liegende Konstruktion wurde genau in die ursprüngliche Lage gebracht,

c) Der beschädigte Brückenkopf wurde bis zur Bruchfläche abgetragen und aus Beton neu hergestellt.

d) Die Sprengungslücke wurde planmäßig erweitert, die Eiseneinlagen wurden eingelegt und die Schalung aufgestellt.

e) Als der neu betonier-te Teil des Brückenkopfes abgebunden hatte, wurde die Konstruktion auf diesen gesenkt und das vor dem Brückenkopf stehende Joch abgetragen. Das andere Joch trug die Konstruktion bis zur Probelastung.

f) Die alten Betonflächen wurden sorgfältig gereinigt, mit Wasser reichlich begossen und die Lücke ausbetoniert. Der Beton besaß 400 kg normalen Portlandzement pro Kubikmeter.

Nach der Ausschaltung des Betons und nach dem Niederlassen der Konstruktion vom zweiten Joch wurde festgestellt, daß der neue Beton, nach dem äußeren Aussehen zu schließen, zu den alten Teilen gut zugebunden hatte und daß auch keine Risse bemerkbar waren.

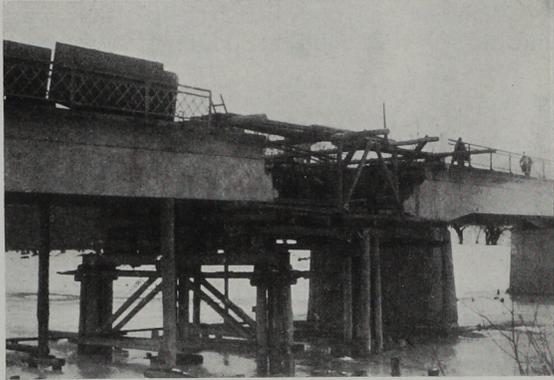


Abb. 3

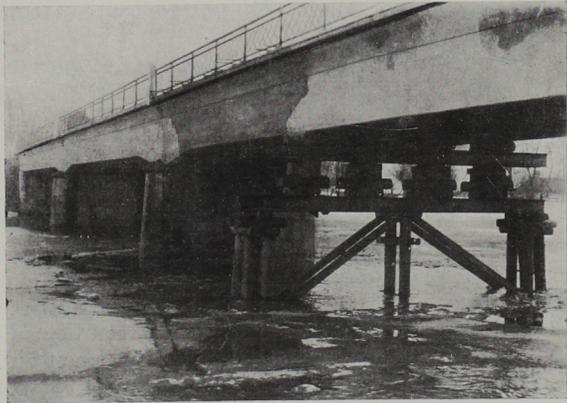


Abb. 4

Nach dem Abbinden des Betons wurde die Brücke dem leichten Verkehr übergeben, aber schwere Fuhrwerke verkehrten bis zur Probelastung nicht.

Die Probelastung wurde mit einer 20 t schweren Dampfpluglokomotive durchgeführt.

Während der Belastung der wiederhergestellten Öffnung entstanden in sämtlichen Öffnungen jene Durchbiegungen, welche sich nach der Theorie der durchlaufenden Träger ergeben.

Während und nach der Probelastung wurden bei dem Anschluß der alten und der neuen Betonflächen keine Risse wahrgenommen und da nach der Probelastung sämtliche Flächen der Brücke einen Zementanstrich erhielten, konnten Nichtfachleute nicht wahrnehmen, bei welchen Teilen die Herstellung erfolgte.

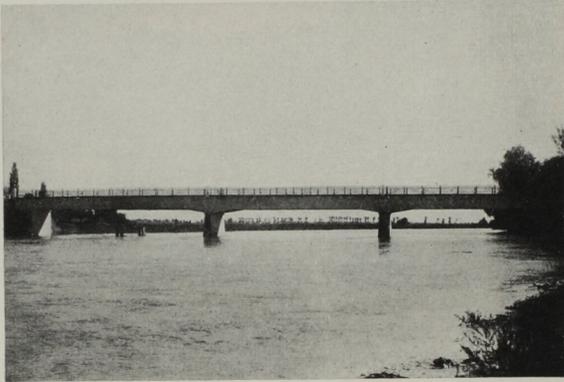


Abb. 5

Die Brücke ist schon seit sieben Jahren im Gebrauch und seit dieser Zeit waren keine gefährlichen Anzeichen zu bemerken.

Die Ergebnisse der Probelastung und der siebenjährige Verkehr auf der Brücke beweisen, daß die Wiederherstellung vollen Erfolg hatte.

Die Wiederherstellungsarbeiten wurden durch das zuständige Staatsbauamt in eigener Verwaltung durchgeführt.

Die Arbeiten leitete nach meinem Entwurf ein tüchtiger Ingenieur des betreffenden Staatsbauamtes mit vielem Eifer und mit vollem Erfolg.

F. CAMPUS, Ingénieur des constructions civiles et électricien, Professeur à l'Université de Liège:

Ponts en béton ou en maçonnerie à anneaux multiples.

M. SÉJOURNÉ, l'éminent constructeur du Pont Adolphe à Luxembourg, a exposé dans le fascicule d'octobre 1904 de la « Revue générale des chemins de fer » les principes des larges ponts en maçonnerie à deux anneaux de voûtes en berceau, dont il fut l'inventeur. Ce dispositif a reçu depuis de multiples applications, non seulement en France, mais ailleurs en Europe et en Amérique. Un pont de ce type est en construction sur la Meuse à Liège. Il comporte six arches à deux anneaux de 4,00 m, de largeur, laissant entre eux un vide de 6,50 m, couvert par un tablier en béton armé. Il a une largeur totale de 18,00 m entre garde-corps; les trottoirs sont partiellement en encorbellement. Les arcs sont à trois articulations, parce que l'on peut craindre des mouvements du sol par suite des exploitations minières. La plus grande ouverture est de 44 m.

Le projet primé au concours pour le pont sur la Moselle à Coblenz comporte trois grandes arches à deux anneaux, d'une ouverture de 114,50 m. (Voir *Beton und Eisen*, nos. 11 et suivants de 1928.) Le vide intermédiaire n'a que 1,66 m de largeur. Les arcs sont triplement articulés et ont reçu une faible armature destinée à augmenter la résistance du béton à la compression. Mais ils sont conçus comme