DIE BAUTECHNIK

18. Jahrgang BERLIN, 2. Februar 1940 Heft 5

Alle Rechte vorbehalten.

Die Abdichtung von Wärmerissen nach dem Joostenschen Verfahren.

Von Regierungsbaurat Eckhardt, Kiel-Holtenau.

An den Betonwänden der Trogkammer eines Schiffshebewerks wurden nach dem Ausschalen des Betons an verschiedenen Stellen Wärmerisse festgestellt. Risse von größeren Außmaßen wurden besonders an den Betonwänden entdeckt, die im Sommer betoniert waren. Als nach Fertigstellung der Betonarbeiten die Trogkammer hinterfüllt worden war und das Grundwasser nach Abstellung der Wasserhaltung sich dem Gelände wieder angeglichen hatte, brachten mehrere Risse Sickerwasser, ein Zeichen dafür, daß einzelne Betonwände in voller Dicke durchgerissen waren.

Es bestand somit die Gefahr, daß durch Sickerwasser der Beton im Laufe der Zeit ausgelaugt und die Eisenbewehrung durch Rost angegriffen würde. Um die Standsicherheit der Seitenwände nicht zu gefährden, mußten die Wärmerisse unverzüglich abgedichtet werden.

Zur Abdichtung dieser Wärmerisse standen zwei Verfahren in engerer Wahl:

1. Das Zementierverfahren,
2. Das Abdichtungsverfahren von Joosten.

Das Zementierverfahren, bei dem die Wärmerisse mittels Einpressen von Zementmilch gedichtet werden, führt nicht immer zu dem erwünschten Erfolg, da bei feinen Haarrissen der Zement beim Einpressen vom Wasser abgeschieden wird. Hierzu kommt, daß die Abdichtung nicht sofort, sondern erst nach der Abbindezeit des Zements wirksam wird.

Das Abdichtungsverfahren von Joosten bietet dagegen den Vorteil, daß die Abdichtung sofort eintritt und daß sogar Haarrisse gedichtet werden können, bei denen für Zementmilch keine Einpreßmöglichkeit mehr besteht.

Aus diesen Gründen wurde das chemische Abdichtungsverfahren nach Joosten dem Zementierverfahren vorgezogen.

Das Verfahren nach Joosten besteht darin, daß in den Wärmeriß nacheinander zwei Chemikalien unter hohem Druck eingepreßt werden und zwar zuerst eine kieselsäurehaltige Lösung und unmittelbar hinterher eine konzentrierte Salzlösung. Beim Aufeinandertreffen dieser Lösungen bildet sich sofort ein Gel, und damit tritt eine sofortige Abdichtung ein.

Der Arbeitsvorgang beim Abdichten der Wärmerisse soll nachstehend erklärt werden:

In Abb. 1 ist ein Teilblock der Trogkammerseitenwand in Ansicht und den zugehörigen Schnitten dargestellt. Der Teilblock der Trogkammerseitenwand hat eine Länge von 10,43 m und eine Höhe von Sohle bis Oberkante von 12,50 m. Der Teilblock war ziemlich in der Mitte gerissen. Die Länge des Risses betrug 7,0 m, die größte Breite des Risses betrug etwa 0,5 mm. Der Wärmeriß brachte in der Minute etwa 0,25 bis 0,50 l Sickerwasser.

Nach dem Aufbauen der Arbeitsgerüste wurden zunächst die Einpreßlöcher 1 bis 5 unmittelbar auf dem Wärmeriß und senkrecht zur Wand 35 bis 50 cm tief gebohrt (Abb. 2).

Anschließend wurden die Löcher mit Wasser verpreßt. Die Löcher 1, 4 und 5 nahmen nur wenig Wasser, die Löcher 2 und 3 bei einem Druck von 30 atü kein Wasser auf. Das bedeutete, daß der Riß beim Bohren der Einpreßlöcher nicht erfaßt worden war. Aus diesem Grunde wurden die beiden nächsten Bohrlöcher 6 und 7 und anschließend alle weiteren

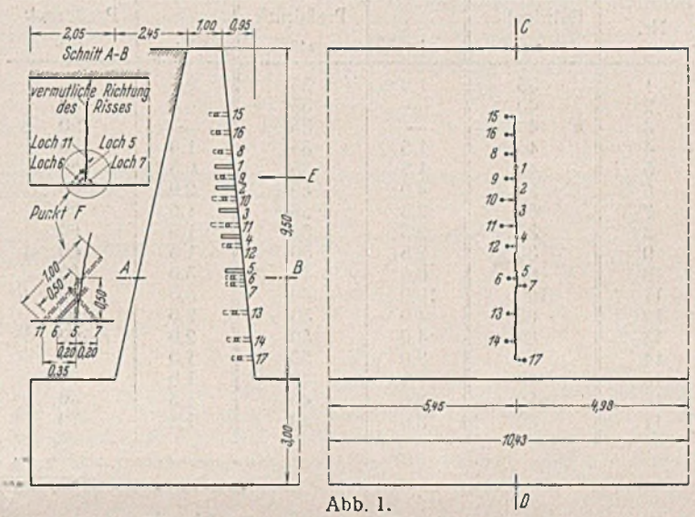


Abb. 1.
Trogkammerseitenwand. Schnitt und Ansicht.

Einpreßlöcher, etwa 20 cm neben dem Riß angesetzt und schräg unter einem Winkel von etwa 50° zur Wand gebohrt. Bei diesem Verfahren mußte der Riß irgendwie angeschnitten werden. Beim Verpressen der Löcher 6 und 7 zeigte sich dann auch sofort, daß Wasser aufgenommen wurde. Bei 20 atü Druck trat das Wasser aus dem Riß oben und unten aus. Der Abstand der Bohrlöcher betrag etwa 60 bis 80 cm.

Nach Feststellung der Aufnahmefähigkeit der Risse wurden die Dichtungsgeräte angesetzt (Abb. 3). Diese bestehen aus Standrohren

Abb. 2. Bohren der Einpreßlöcher.

Abb. 3. Ansetzen des Dichtungsgerätes.

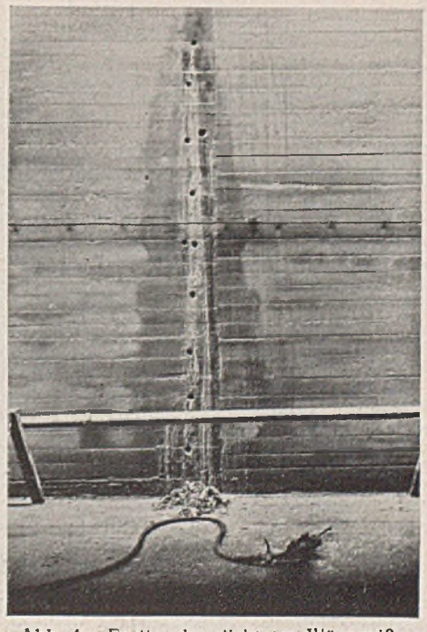


Abb. 4. Fertig abgedichteter Wärmeriß.

Lichtbilder: Wasserstraßendirektion (3).

mit ausdehnbarer Gummimanschette, durch die der Abschluß der Standrohre in verschiedenen Tiefen der Bohrlöcher erreicht werden kann.

Die Standrohre sind durch je zwei Zuleitungen an die beiden Chemikalhandpumpen angeschlossen. Zunächst wird die Zuleitung zur Chemikalpumpe I geöffnet und das Chemikal unter Druck so lange in den Riß gepreßt, bis es aus dem Riß austritt. Dann wird die Zuleitung geschlossen und das Chemikal II ebenfalls unter Druck eingepreßt.

Die Löcher 1 bis 5 nahmen, wie schon die Wasseraufnahme bei der Verpressung gezeigt hatte, wenig oder gar keine Chemikalien auf. Lediglich die schräg gebohrten Löcher 6 und 7 hatten eine größere Aufnahmefähigkeit. Der Sickerwasseraustritt ließ im Bereich der Löcher 6 und 7 nach, aber kurz darauf trat das Wasser oberhalb aus dem Wärmeriß aus. Es wurden hierauf die Einpreßlöcher 8 bis 17 gebohrt. Bis auf zwei Bohrlöcher nahmen alle Wasser bei 20 atü auf.

Nach dem Verpressen der Löcher 8 bis 17 war der Wärmeriß sofort abgedichtet (Abb. 4).

Über die Aufnahmen der Chemikalien, die Preßdrücke, sowie die Tiefe der Bohrlöcher gibt die nachstehende Tafel Auskunft:

Bohrloch Nr.	Tiefe des Bohrloches	Chemikal I		Chemikal II	
			Preßdruck		Preßdruck
	cm	kg	atü	kg	atü
1	35	1,0	35	0,5	50
2	40	—	35	—	50
3	40	—	35	—	50
4	40	1,5	35	1,0	50
5	40	1,5	35	0,5	50
6	50	4,0	50	2,0	60
7	50	2,5	50	1,5	60
8	33	2,5	50	1,0	60
9	35	2,5	50	1,5	60
10	85	6,0	40	3,0	60
11	100	10,0	40	5,0	60
12	65	4,0	50	2,0	60
13	80	4,0	50	2,0	60
14	72	2,0	50	1,0	60
15	48	2,0	40	1,0	70
16	50	3,0	40	1,5	60
17	52	3,0	40	1,5	70

Insgesamt wurden in den Riß rd. 49,5 kg Chemikal I und 25,0 kg Chemikal II eingepreßt. Nach dem Abdichten wurden die Bohrlöcher mit Preßluft ausgeblasen, mit Zementmörtel zugestampft und die Betonwand nach dem Abdichten von den heruntergelaufenen Chemikalien mit einer Drahtbürste gereinigt.

Insgesamt sind bei den Betonarbeiten des Schiffshebewerks rd. 300 m Wärmerisse und Arbeitsfugen nach dem Joostenschen Verfahren abgedichtet worden, das hier zum ersten Male für derartig feine Risse Verwendung fand. Nur an 4 bis 5 Wärmerissen mußte die Abdichtung nochmals wiederholt werden, da sich nach Eintritt der kalten Jahreszeit, als sich der Beton zusammengezogen hatte, wieder feuchte Stellen zeigten. Diese wurden dann im Winter vollkommen abgedichtet.

Das Gesamtergebnis der Abdichtungsarbeiten hat vollauf befriedigt und gezeigt, daß die Abdichtung von Wärmerissen nach dem Joostenschen Verfahren mit gutem Erfolge angewendet werden kann.

Die für die Abdichtung notwendigen Geräte sind handlich und können überall auch unter schwierigsten Verhältnissen, z. B. in engen Einsteigeschächten u. dgl. leicht angesetzt werden. Nötig zum Bohren der Einpreßlöcher sind ein elektrisches Bohrgerät oder ein Bohrgerät mit Preßluftantrieb, die Chemikalpumpen und die Dichtungsgeräte einschließlich der Zuleitungen. Zur Ausführung der Arbeiten genügen ein Polier und vier Arbeiter.

Die Höhe der Kosten der Abdichtung sind naturgemäß von verschiedenen Umständen abhängig, z. B. von mehr oder weniger umfangreichen Gerüstbauten für die Arbeitsbühne, der Aufnahmemenge an Chemikalien und nicht zuletzt davon, ob die Wärmerisse trocken oder mehr oder weniger wasserführend sind.

Als Anhalt mögen die Kosten für die Abdichtung des vorbeschriebenen 7,0 m langen, wasserführenden Wärmerisses angegeben werden.

Die Abdichtung kostete je m:

Arbeitslöhne:	
1 Polier und 4 Arbeiter	33,20 RM
Vorhalten der Geräte:	
Luftverdichter, einschl. Treibstoffe u. Öl, Bohrhämmer, Dichtungsgeräte, Chemikalpumpen	50,50 RM
Verbrauch an Chemikalien	3,70 RM
zus.	87,40 RM/m.

Alle Rechte vorbehalten.

Neubauten von Straßenbrücken.

Von Regierungsbaurat Arthur Lämmlein.

(Schluß aus Heft 2/3.)

Bauwerk 3.

a) Alte Brücke.

Die im Jahre 1883 erbaute Brücke hatte einen Fachwerküberbau mit vier Öffnungen. Über drei Öffnungen lief der Parallelfachwerkträger

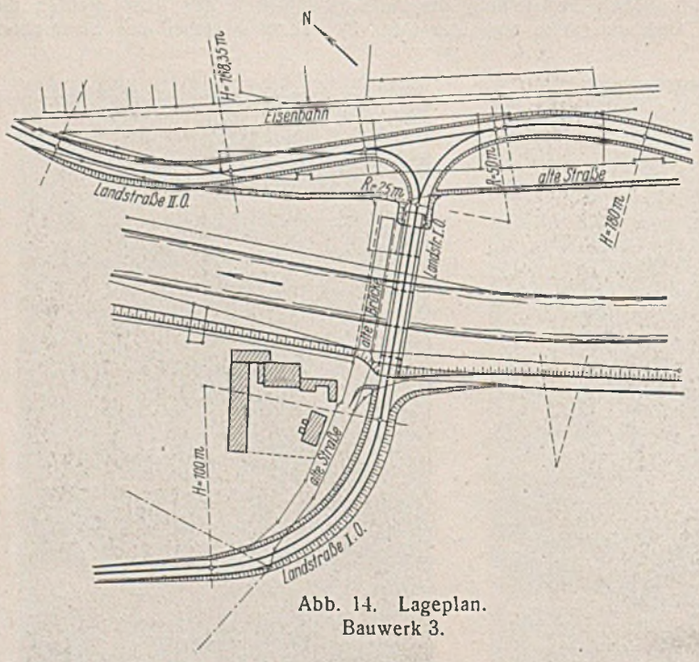


Abb. 14. Lageplan. Bauwerk 3.

durch, während über der rechtseitigen Öffnung ein frei aufliegender Fachwerkträger mit der gleichen Höhe vorhanden war, entsprechend dem später bei der Flußregelung angelegten Hochwasserdamm. Auf den Quer- und Längsträgern der Brücke waren Zoreseisen und darüber die Schotterdecke der Fahrbahn aufgebracht.

Die Brücke war für den heutigen Verkehr zu schwach, so daß sie für Fahrzeuge über 9 t Gesamtgewicht gesperrt werden mußte. Aber trotzdem wurde die Brücke bei der großen Verkehrsbedeutung dieser Straße von vielen schweren Lastkraftwagen benutzt, so daß sie eine große Gefahr für den Verkehr bedeutete, zumal die Brücke mit einer Breite von 5,60 m zwischen den Hauptträgern für den Verkehr nicht ausreichte. Auch waren wie beim Bauwerk 2 keine erhöhten Gehwege oder Schrammborde vorhanden.

b) Entwurf der neuen Brücke.

Es war möglich, die neue Brücke unmittelbar oberhalb der alten zu errichten und gleichzeitig die neuen Brückenrampen so anzulegen, daß eine wesentliche Verbesserung der Linienführung der Straße erreicht wurde, deren Zufahrten zu der alten Brücke ungünstig und unübersichtlich waren. Bei dieser Lage konnte die neue Brücke ausgeführt werden, während der Verkehr über die alte in vollem Umfang aufrechterhalten wurde.

Die Wasserbaubehörde ließ für den Brückenneubau vier Öffnungen mit denselben lichten Weiten und Höhen zu wie bei der alten Brücke, so daß auch bei dieser drei Pfeiler angeordnet werden konnten. Da für die Höhenlage der Fahrbahn keine Beschränkungen vorlagen, konnte eine Eisenbetonplattenbalkenbrücke (Abb. 15) ausgeführt werden, deren Unterkante ohne Anläufe waagerecht ausgeführt wurde. Die Brücke erhielt eine Fahrbahnbreite von 7,50 m mit beiderseitigen 1,50 m breiten Gehwegen bei Ausführung der Widerlager und Pfeiler in Beton. Die Brücke wurde für Brückenklasse I berechnet. Die Hauptträger laufen über vier Öffnungen durch, wobei das feste Lager auf dem Mittelpfeiler angeordnet ist. Die beweglichen Lager auf den beiden anderen Pfeilern und den Widerlagern wurden als Pendel aus Eisenbeton ausgeführt.

c) Ausführung.

Pfeiler und Widerlager wurden in offener Baugrube auf festgelagertes Kiesgeröll gegründet, das eine Belastung mit 3,90 kg/cm² zuließ, die sich bei der Berechnung für den ungünstigsten Belastungsfall ergab. Die Hauptträger des Überbaues wurden in den einzelnen Öffnungen zunächst bis Unterkante Anlauf der Fahrbahnplatte betoniert, wobei über den Pfeilern ein entsprechender Teil ausgespart wurde, der auch in der Fahrbahnplatte, die anschließend zur Ausführung kam, noch offen blieb, um erst nach Fertigstellung der gesamten Betonarbeiten geschlossen zu werden (Abb. 16). Die Fahrbahn erhielt die gleiche Abdeckung wie Bauwerk 2. Auch Geländer und Betonsichtflächen wurden wie bei dieser Brücke gestaltet. Der Bau wurde flott abgewickelt, so daß die Betonarbeiten bereits 104 Tage nach Auftragerteilung abgeschlossen waren.

Die bei der Probebelastung festgestellten Durchbiegungen blieben um etwa ein Drittel unter den errechneten. Dies rührt wohl daher, daß die Berücksichtigung des größeren Trägheitsmoments über den Stützen und auch die wahrscheinlich höhere Elastizitätszahl des Betons die Ursache für die geringere Durchbiegung waren. Auch blieb bei der Berechnung der Durchbiegung die entlastende Wirkung der Querträger und der Fahrbahnbewehrung außer Betracht.

Die Brücke wurde durch die Wayss & Freytag AG erbaut, wobei die Baukosten sich in derselben Höhe wie beim Bauwerk 2 hielten.

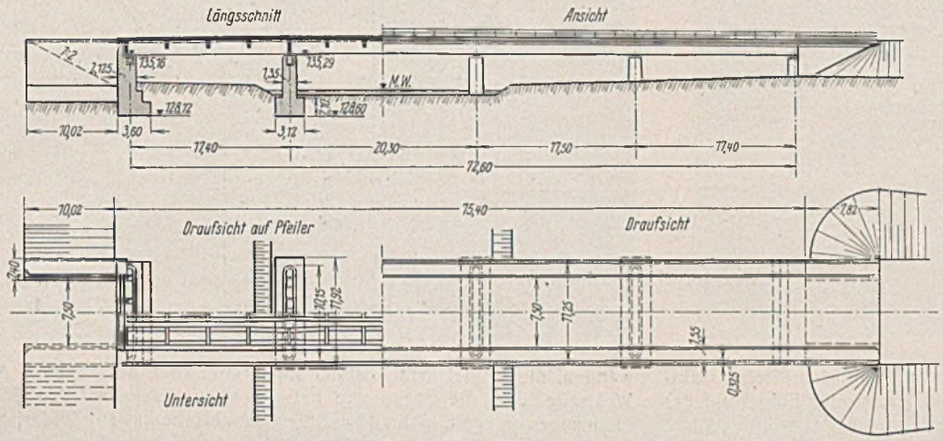
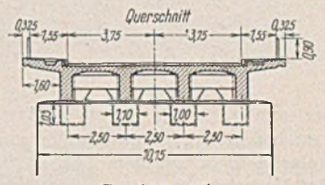


Abb. 15. Übersichtszeichnung Bauwerk 3.



Zu Abb. 15.

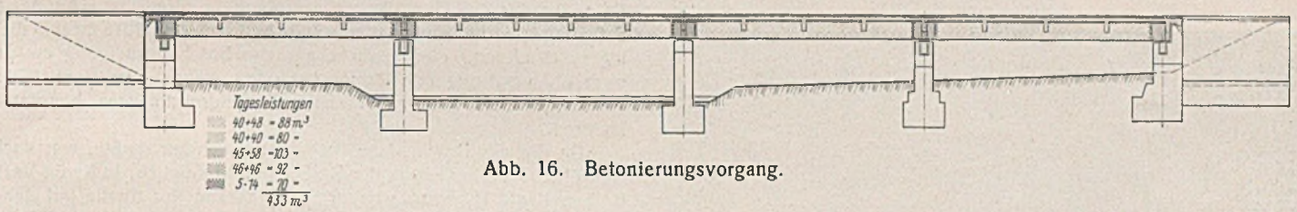


Abb. 16. Betonierungsvorgang.

Bauwerk 4.

a) Alte Brücke (Abb. 18).

Die Zufahrten zu der alten Brücke biegen scharf rechtwinklig von der in der Talrichtung verlaufenden Landstraße ab. Die Brücke war mit Rücksicht auf ihre Tragfähigkeit für Lasten über 9 t Gesamtgewicht gesperrt. Außerdem war wegen der geringen Breite von 5,70 m zwischen den Geländern auf der Brücke Fuhrwerkverkehr nur in einer Richtung zugelassen, damit auch der Fußgängerverkehr, für den die 50 cm breiten Schrammborde nicht genügten, sich einigermaßen ungefährdet abwickeln konnte. Die alte Brücke bedeutete somit in jeder Beziehung ein großes Hindernis für den großen und schweren Durchgangsverkehr, bei dem die Langholzbeförderung eine große Rolle spielt, und der in den Sommermonaten stark anwächst, ohne daß eine Umleitungsmöglichkeit in der Nähe vorhanden wäre.

Die Kreisbogenträger der alten stählernen Brücke hatten eine Stützweite von 30,36 m bei einer Pfeilhöhe von 6,20 m; während sie am Westufer unmittelbar auf dem hoch über der Talsohle anstehenden Granitfelsen aufgelagert werden konnten, war auf der anderen Seite ein gemauertes und auf dem Fels der Talsohle gegründetes Widerlager vorhanden, an das sich eine größere Auffüllung mit einem Bahnhof anschließt.

b) Entwurf der neuen Brücke.

Da an der Westseite der Brücke unmittelbar der geschlossene Ortsteil beginnt und außerdem hier eine Landstraße mit starkem Gefälle einmündet, war es nicht möglich, einen Brückenneubau oberhalb oder unterhalb der alten Brücke zu errichten. Die neue Brücke mußte vielmehr an der alten Stelle erbaut werden, so daß eine halbseitige Bauausführung in ähnlicher Weise wie beim Bauwerk 2 erforderlich war.

Mit Rücksicht auf das Landschaftsbild und zum Angleich an die im Tal vorhandenen schönen Übergänge einer Bahnlinie sollte zunächst der Neubau als Gewölbe in Kreisbogenform aus Granit hergestellt werden, wofür ein entsprechender Entwurf bereits vorlag. Wegen der kurzen zur Verfügung stehenden Bauzeit war

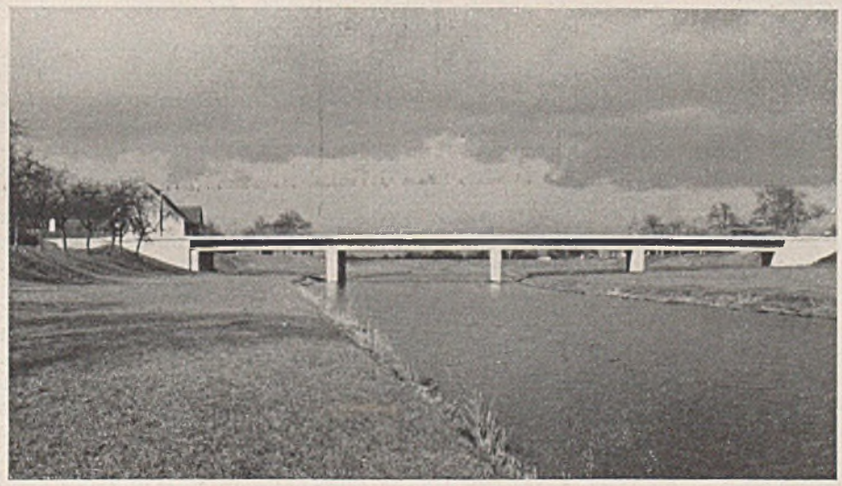


Abb. 17. Neue Brücke. Bauwerk 3.

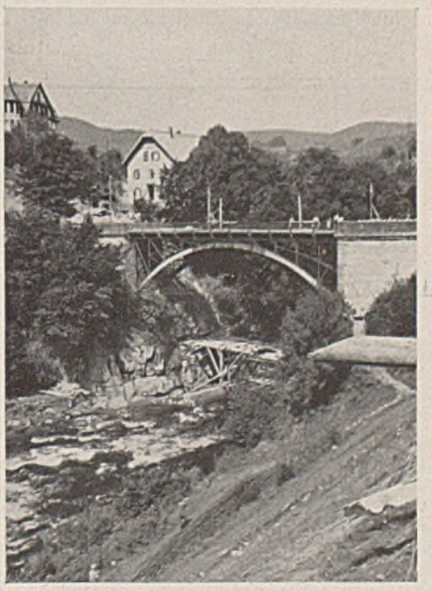


Abb. 18. Alte Brücke. Bauwerk 4.

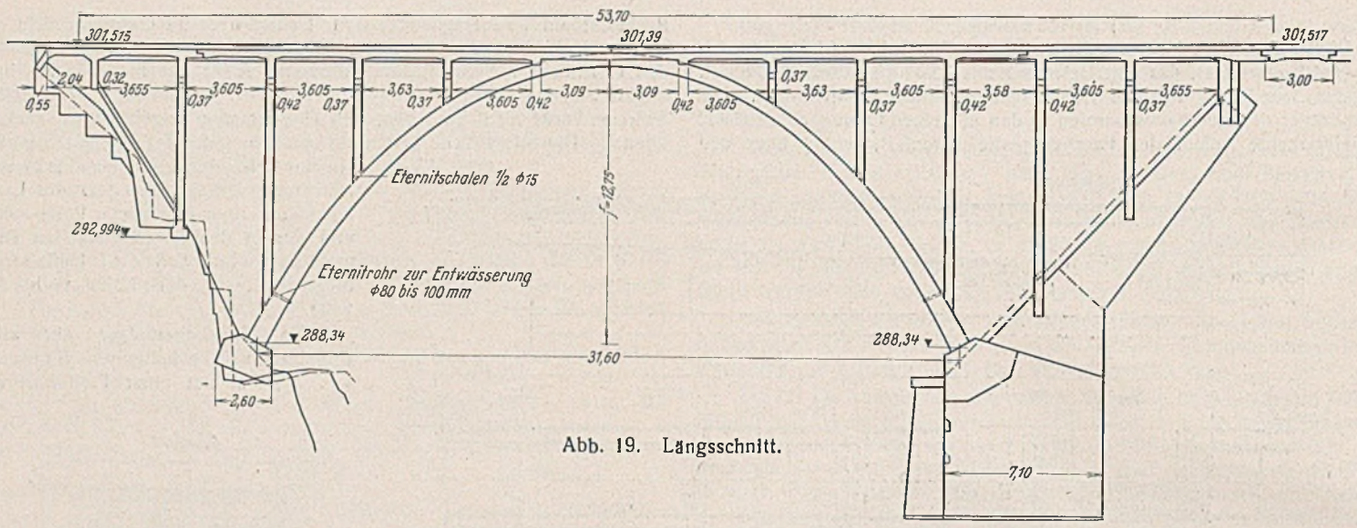


Abb. 19. Längsschnitt.

es aber unmöglich, die für einen Massivbau erforderlichen Steine rechtzeitig zu beschaffen. Dann konnten auch die gemauerten Flügel auf der Bahnhofseite nicht auf dem Fels der Talsohle gegründet werden, ohne daß der Verkehr über die hier vorhandene Auffüllung bei einer Fahrbahnhöhe von rd. 20 m über der Talsohle längere Zeit vollständig hätte

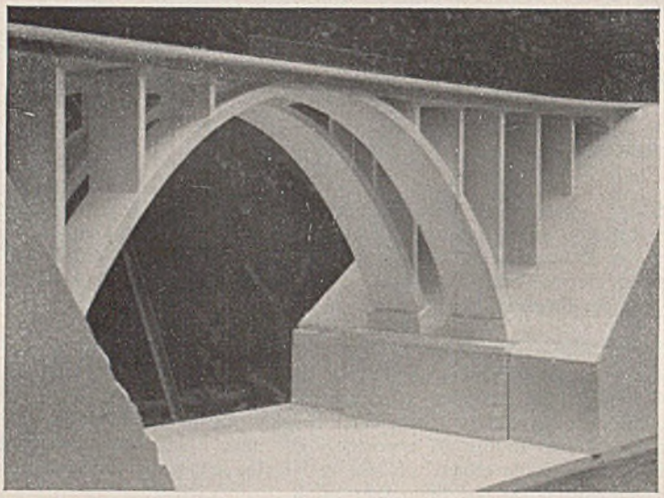


Abb. 20. Modell der neuen Brücke.

unterbrochen werden müssen. Daher war eine andere Bauweise zur Ausführung zu bestimmen, die einen raschen Bauvollzug ohne Sperrung des Verkehrs mit halbseitiger Ausführung zuließ und die gleichzeitig die Forderung nach guter Eingliederung des Bauwerks in die Landschaft erfüllte. Hierzu wurde eine Eisenbetonbogenbrücke mit aufgelöstem Aufbau gewählt, deren Gestaltung im Einvernehmen mit den zuständigen Sachverständigen bestimmt wurde (Abb. 20). Der Entwurf sieht zwei eingespannte massive Bogen vor mit einer Stützweite von 31,60 m, einer Pfeilhöhe von 12,75 m und einem Abstande von 2,80 m zwischen den Bogen, die die Fahrbahn auf Querwänden, die in gleichem Abstand angeordnet sind, aufnehmen. Auf der Westseite sind die Bogen wie bei der alten Brücke auf dem Fels des Steilhanges gelagert, während auf der Bahnhofseite das alte Widerlager mit entsprechender Verlängerung benutzt wird. Die außerhalb des eigentlichen Bogens liegenden Teile sind auf der Westseite mit einzelnen Gründungskörpern unter den Querwänden auf den Fels aufgesetzt. Auf der anderen Seite dagegen dienen hierzu für die untere Brückenhälfte zwei in die Widerlagerverlängerung eingespannte und der Böschungsneigung entsprechend nach oben aufsteigende Rippen (Abb. 21), während im Bereich des alten Widerlagers die hier vorhandenen Flügelgrundmauern benutzt werden konnten.

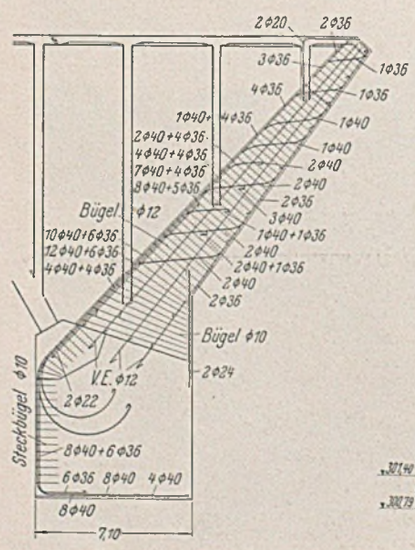


Abb. 21. Berechnung der Ausleger.

Da die alte Brückenlage beibehalten werden mußte, war auch keine wesentliche Verbesserung der S-Krümmung möglich, in deren Verlauf die Brücke liegt. Es wurde daher die Fahrbahn der Straße auf der Brücke selbst und auf den Zufahrten zur Brücke so breit ausgeführt und in den Krümmungen so überhöht, daß der Verkehr sich reibungslos abwickeln kann und die Übersicht zur Brücke hin frei gehalten wird. Da die S-Krümmung sich hier unmittelbar an die Brücke anschließt, mußte die Verwindung zwischen den entgegengesetzten Querneigungen der Fahrbahn auf der Brücke selbst angeordnet werden, so daß der Gefällwechsel in Brückenmitte liegt. Da der hierzu erforderliche Ausgleich nur zum Teil durch Vergrößerung der Schrammbordhöhe von 8 cm an den Brückenenden auf rd. 17 cm in Brückenmitte stattfinden konnte, erhielten die Gehwege und Gesimse noch ein entgegengesetztes durchgehendes Gefälle von 0,16 bzw. 0,24 %, ohne daß dies den Gesamteindruck beeinträchtigt. Die Entwässerung der Fahrbahn geschieht hierbei mit einem Rinnengefälle von 0,16 % nach der Mitte der Brücke zu. Die Eisenbetonplatte folgt der Überhöhung, so daß gleiche Beton- und Belagdicken, somit eine symmetrische Belastung durch die Fahrbahntafel vorhanden ist. Nur die Stützwände sind verschieden hoch. Doch wurden diese geringen Unterschiede vernachlässigt, so daß die Bogen vollkommen symmetrisch ausgebildet und berechnet werden konnten.

c) Ausführung.

Die Bauausführung bot mancherlei Schwierigkeiten, da für die Baustelleneinrichtung nur der steile Talhang auf der Bahnhofseite zur Verfügung stand und der Verkehr im Bereich der Baustelle während der ganzen Bauzeit aufrechterhalten werden mußte.

Die neue Brücke wurde so angelegt, daß die Verbreiterung gegenüber der alten Brücke flußabwärts lag, wobei die Achse der neuen Brücke um 2,40 m gegenüber der alten verschoben werden mußte, damit das vorhandene Widerlager auf der Bahnhofseite voll ausgenutzt werden konnte. Zunächst wurde mit dem Aushub für die Verlängerung dieses Widerlagers begonnen, das auf dem Fels der Talsohle gegründet wurde, wobei umfangreiche Sicherungsmaßnahmen für den aufgeschütteten und 20 m höher liegenden Straßenkörper erforderlich waren. Nach Betonieren des Widerlagers wurde das Lehrgerüst für den ersten Bogen aufgeschlagen (Abb. 23), wozu auf die ganze Brückenbreite auf dem Fels des Flußbettes zwei durchgehende Betongrundmauern ausgeführt wurden, damit nach Fertigstellung des ersten Bogens das Lehrgerüst für die Verwendung beim zweiten Teil verschoben werden konnte. Nach Ausführung des

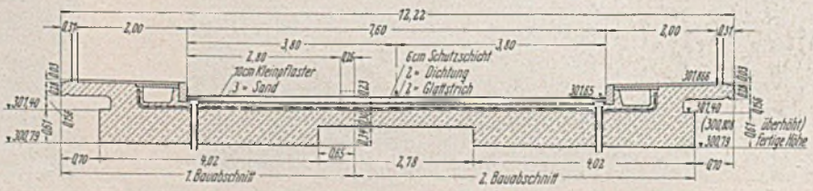


Abb. 22. Querschnitt.

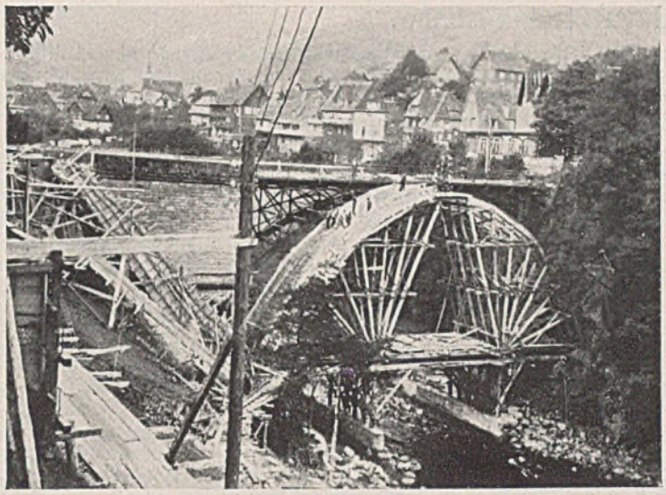


Abb. 23. Erster Bogen mit Ausleger im Bau.

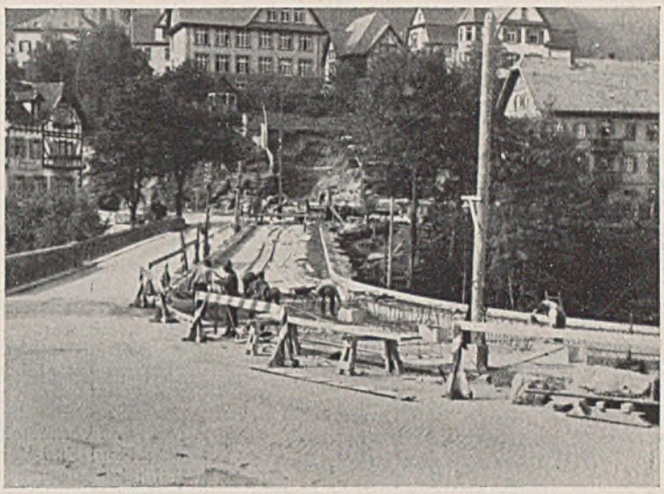


Abb. 24. Erster Teil der Brücke (rechts) im Bau.

Auslegers und des linkseitigen Widerlagers wurde mit dem Betonieren des ersten Bogens begonnen und diese Arbeit streifenweise durchgeführt. Im Anschluß daran wurden die Wände und die Fahrbahntafel des ersten Teiles betoniert.

Für den Anschluß der ersten Brückenhälfte an die alte Straße an der Bahnhofseite war eine größere Schüttung notwendig. Da jedoch mit Rücksicht auf die Baufrist die erste Hälfte der neuen Brücke sofort nach Fertigstellung auch in Betrieb genommen werden mußte, konnte eine Schüttung und sofortige Inbetriebnahme des Anschlusses bei den steilen und hohen Böschungen nicht in Frage kommen. Es wurde deshalb an dieser Seite ein Übergangsbauwerk in Eisenbeton ausgeführt, dessen Wände und Gesims mit Geländer dieselbe Ausbildung aufweisen wie bei der anschließenden Brücke, wobei die Wände bei entsprechender Verbreiterung auf die festgelagerten Teile der alten Auffüllung gegründet wurden. Die noch erforderliche Schüttung folgte, anschließend daran, durch die in der Fahrbahnplatte des Übergangsbauwerks ausgesparten Öffnungen, als sich der Verkehr bereits über die erste Hälfte der neuen Brücke abwickelte.

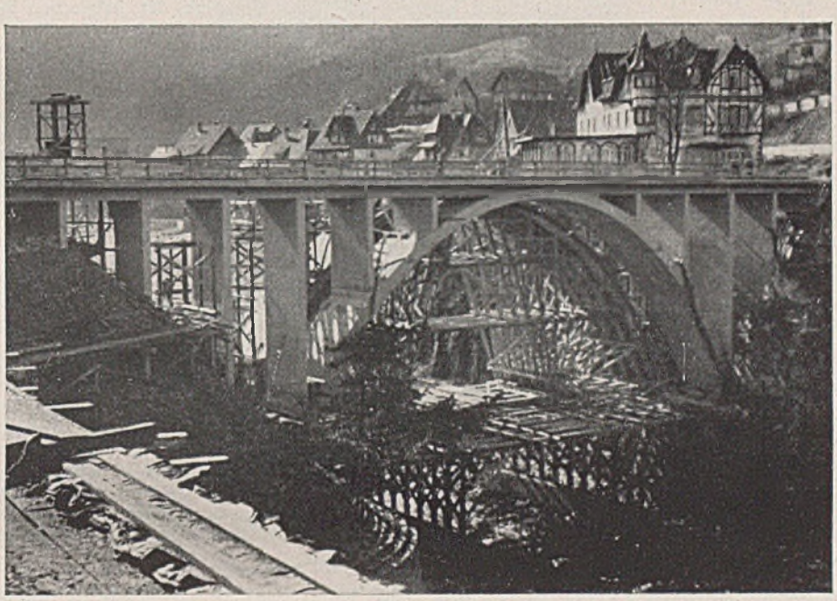


Abb. 25. Erste Hälfte der neuen Brücke in Betrieb. Dahinter zweite Hälfte im Bau.

Wegen der Lage der neuen zur alten Brücke konnte von der 7,60 m breiten Fahrbahn nicht die volle Hälfte mit dem ersten Bogen ausgeführt werden. Um die für den Verkehr auf der ersten Brückenhälfte erforderliche Fahrbahnbreite zu erhalten, wurde deshalb ein Teil des 2 m breiten Gehweges vorübergehend zur Fahrbahn genommen. Nach Überleitung des Verkehrs auf die erste Brückenhälfte wurde die alte Brücke abgebrochen, danach das Lehrgerüst für den zweiten Bogen verschoben und dieser in gleicher Weise wie der erste ausgeführt. Hierbei wurde der Bogen auf der Bahnhofseite auf das alte Widerlager und die anschließenden Wände auf den entsprechend der Böschung abgebrochenen Teilen der alten Flügelmauern aufgesetzt, so daß nach Durchführung der Schüttung äußerlich von der verschiedenen Gründung der hinter dem Kämpfer auf der Bahnhofseite gelegenen Teile der Brücke nichts zu sehen ist.

Die Brücke wurde durch die Wayss & Freytag AG. ausgeführt. Die reinen Kosten für den Brückenbau betragen 350 RM für 1 m² Brückenfläche.

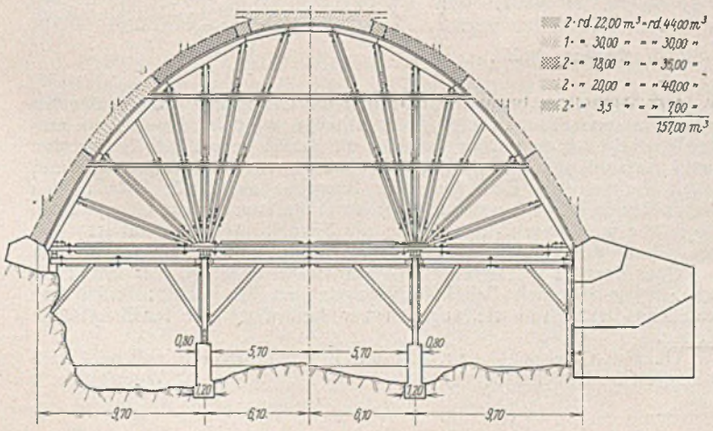


Abb. 26. Betonierungsvorgang.

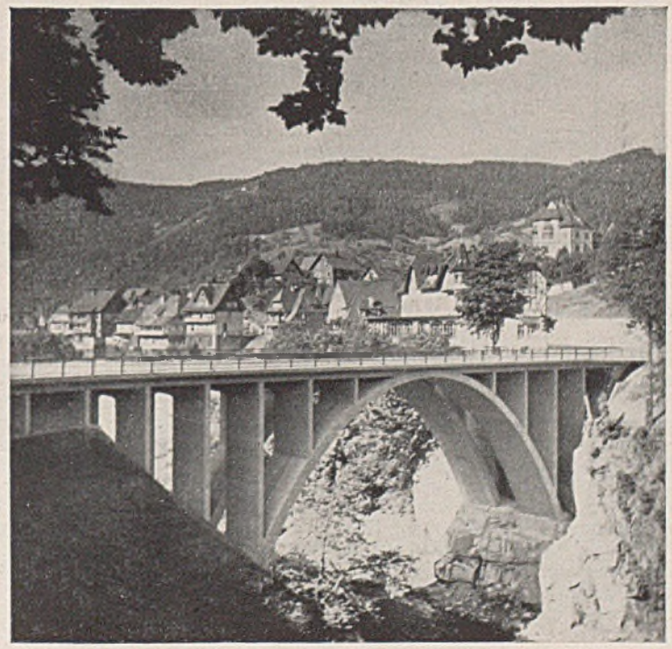


Abb. 27. Neue Brücke (Bauwerk 4).

Alle Rechte vorbehalten.

Die Brüsseler Nord-Süd-Verbindungsbahn.

Als vor nunmehr etwas mehr als hundert Jahren nach einigen vergeblichen Versuchen der Bau von Eisenbahnen in Belgien in Angriff genommen wurde, ging man im Gegensatze zu vielen anderen Ländern durchaus planmäßig vor. Es wurde ein Eisenbahnnetz vorgesehen, dessen Knotenpunkt Mecheln sein sollte, und die erste Strecke, die gebaut wurde, war, wie kaum anders zu erwarten, die Verbindung von Mecheln mit Brüssel, auf der im Jahre 1835 der Betrieb eröffnet und die 1836 bis Antwerpen verlängert wurde, womit sie eine Verbindung mit dem Norden des Landes herstellte. Neben anderen Eisenbahnbauten brachten die Jahre von 1836 bis 1840 den Bau einer von Brüssel nach Süden, nach Mons, führenden Eisenbahn, durch die, als sie im Jahre 1842 bei Quiévraing verlängert wurde, die Verbindung mit Frankreich hergestellt war.

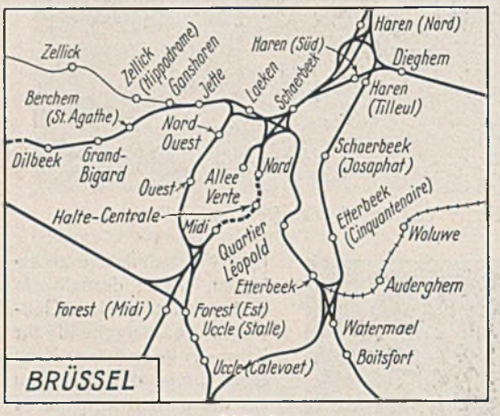


Abb. 1.
Das Eisenbahnnetz von Brüssel und Umgebung.

Daß bei dem planmäßigen Vorgehen auf dem Gebiete des Eisenbahnbaues nicht von vornherein eine Nord-Süd-Verbindung durch Brüssel geschaffen wurde, ist eigentlich erstaunlich, und es dauerte denn auch nicht lange, bis man die Notwendigkeit einer solchen Verbindung erkannte. Wiederholt wurden Pläne aufgestellt, um den Nord- und den Südbahnhof in Brüssel in Schienenverbindung zu bringen, sie wurden aber immer wieder verworfen und waren deshalb erst kurz vor dem Weltkriege so weit gediehen, daß man an ihre Ausführung gehen konnte. Mit dem Bau wurde am Südende begonnen, die kriegerischen Ereignisse zwangen aber dazu, im August 1914 den Bau wieder einzustellen, und manche Leser werden sich erinnern, bei ihrer Tätigkeit in Belgien im Kriege die begonnenen Bauwerke gesehen zu haben. Nunmehr ist, wie die Railw. Gaz. 1936 vom 21. Februar und 1937 vom 10. Dezember berichtet hat, der Bau wieder im Gange. Zu seiner Durchführung wurde das Office National pour l'Achèvement de la Jonction ins Leben gerufen. Es ist zwar ein selbständiges Unternehmen, die Verbindungsbahn wird aber als ein Glied der belgischen Staatsbahnen gebaut. Das Office National ist eine Art Behörde, die dem Verkehrsminister untersteht. Ihr Auftrag umfaßt auch den Abbruch der Gebäude, deren Beseitigung durch den Bau der Verbindungsbahn nötig wird, und die Beschaffung des Ersatzes für sie. Geleitet wird das Office National von einem Verwaltungsrat, dessen Vorsitzender der Verkehrsminister ist. Unter den 15 Mitgliedern sind mindestens zwei Beauftragte des Finanzministers, ein Beauftragter des Verkehrsministers, ein Beauftragter des Ministers der öffentlichen Arbeiten, sowie je ein Vertreter der Stadt Brüssel und der Staatseisenbahn-Gesellschaft. Jedes Mitglied hat einen Vertreter. Die Mitglieder und Vertreter werden vom König ernannt. Das Office National trägt alle Kosten für den Bau der Verbindungsbahn, sowie für die mit diesem Bau zusammenhängenden Umbauarbeiten in den beiden Bahnhöfen, ferner die Kosten für die Ausrüstung der neuen Strecke für elektrische Zugförderung. Veränderungen an den Bahnhöfen, die nicht durch den Bau der Verbindungsbahn bedingt sind, gehen auf Kosten der Staatseisenbahn-Gesellschaft. Die Einnahmen aus dem Verkehr der Verbindungsbahn fallen der Staatseisenbahn-Gesellschaft zu, die berechtigt ist, einen Zuschlag zu den Fahrpreisen zugunsten des Office National zu erheben.

Die Entfernung zwischen den beiden Bahnhöfen Nord und Midi beträgt etwas über 3 km (Abb. 1). Eine Schienenverbindung zwischen ihnen besteht zur Zeit bereits durch eine Umgehungsbahn im Westen, deren Benutzung aber sehr unbequem ist, weil die Züge in beiden Bahnhöfen umkehren müssen. Die neue Verbindungsbahn führt mitten durch die Stadt (Abb. 2). Sie beginnt am Südbahnhof mit einem hochliegenden Teil, der mit seiner Rampe nach 1870 m in den 1950 m langen Tunnel einmündet. Am Nordbahnhof steigt sie wieder auf etwa 6 m über Straßenhöhe an.

Der Tunnel wird sechsgleisig. An ihm liegen drei Bahnhöfe, darunter die „Halte Centrale" in der Nähe der bekannten Kirche St. Gudule mit Bahnsteigen an allen sechs Gleisen. Der Südbahnhof bleibt Hauptbahnhof, von ihm sollen auch die Züge nach Antwerpen ausgehen; für sie sind die beiden östlichen Gleise vorgesehen. Zwei weitere Haltestellen für den Orts- und Vorortverkehr kommen in die Nähe der Colonne du Congrès und von Notre Dame de la Chapelle zu liegen. Über dem Tunnel wird ein unterirdischer Abstellraum für Kraftwagen mit 0,6 ha Fläche gebaut.

Der Südbahnhof erhält nach seinem Ausbau 22 Gleise, von denen zwölf dem durchgehenden Verkehr dienen, der Nordbahnhof wird ein Durchgangsbahnhof mit 12 Gleisen. Der im Westen gelegene Bahnhof im Quartier Léopold wird durch eine Art Gleisdreieck an die Verbindungsbahn angeschlossen.

70 % des Verkehrs der belgischen Staatsbahnen gehen von einem Kreis mit Brüssel als Mittelpunkt und 30 km Halbmesser aus, und die Verbindungsbahn wird daher einen dichten Zugverkehr aufzunehmen haben. Man rechnet mit 800 Zügen täglich. Für einen solchen Verkehr in einem Tunnel kann nur elektrische Zugförderung in Betracht kommen, und die Verbindungsbahn wird daher, wie schon erwähnt, für diese Betriebsform ausgerüstet. Da aber auf ihr auch Dampflokomotiven werden verkehren müssen, muß auf die Lüftung besonderer Wert gelegt werden. Es ist eine vereinigte Saug- und Drucklüftung vorgesehen. Zwischen je zwei Gleisen liegt eine Saugöffnung im Boden; von diesen Eintrittsöffnungen für die Abluft führen Querverbindungen nach einem Längsstollen, durch den die Abluft ins Freie geleitet wird. Die Frischluft tritt durch die Tunneldecke ein.

Im Jahre 1930 wurden die Bauarbeiten für den Tunnel ausgeschrieben. Seine Baugrube wird 35 m breit im offenen Einschnitt hergestellt. Sie ist beiderseits mit Stahlspundwänden eingefaßt. Die sechs Gleise sind durch Säulenreihen in 9,45 m Abstand in drei Gruppen geteilt. Neben ihnen liegt ein zur Entwässerung dienender Kanal in Eisenbeton sowie der Längsstollen für die Entlüftung. Die lichte Höhe des Tunnels beträgt 5,4 m, die des darüberliegenden Unterstellraums für Kraftwagen 3,1 m. Das Tragwerk des Tunnels besteht aus fünfbeinigen Rahmen in 7,5 m Abstand mit darüber in der Längsrichtung liegenden I-Trägern in der Betondecke. Zwischen den äußeren Säulenreihen und der Auskleidung mit den Spundbohlen wird die Tunnelwand durch flachliegende I-Eisen gebildet, die ebenso wie die Decke in Beton eingehüllt sind. Auch die Tunnelsohle besteht aus Beton. Die Decke ist wasserdicht abgedeckt.

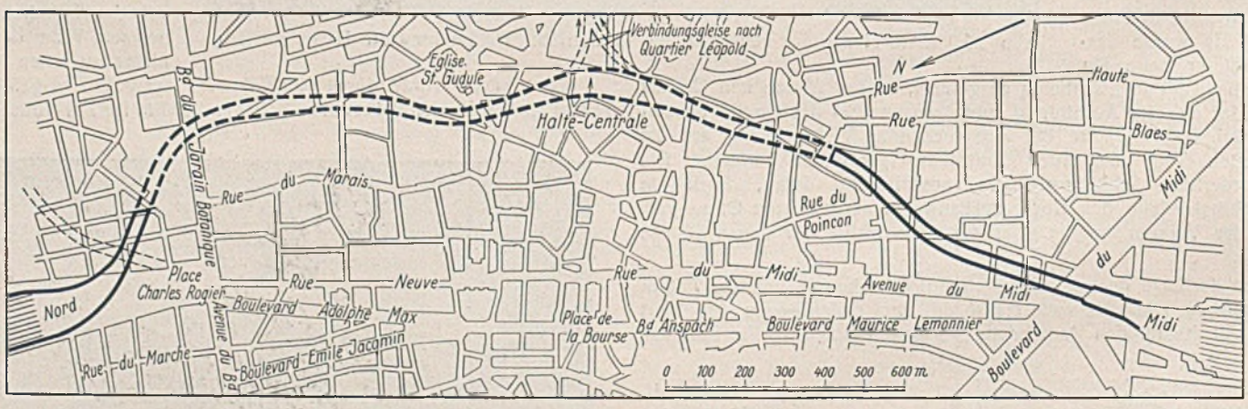


Abb. 2. Die Brüsseler Nord-Süd-Verbindungsbahn.

Der Tunnelbau begann damit, daß die Gründungen der Säulen bis auf 1,5 m unter Tunnelsohle niedergetrieben wurden. In den so entstandenen Schächten wurden zunächst die Säulen aufgestellt. Sie wurden durch Aussteifungen in drei Reihen übereinander, gegeneinander und gegen die seitliche Einfassung der Baugrube abgesteift. Die beiden oberen Reihen dieser Aussteifung werden in die Tunneldecke eingebunden, die untere wird beseitigt, nachdem die Tunnelsohle eingebaut ist. Die Herstellung des Tunnels geht in Abschnitten von 24 m Länge vor sich.

Über dem Tunnel wird eine Prachtstraße angelegt, ein Ersatz für den jetzt die beiden Bahnhöfe verbindenden Straßenzug; durch ihre reichliche Breite soll sie zugleich zur Entlastung der Nachbarstraßen dienen.

Über den Zeitpunkt, zu dem die Brüsseler Bauten vollendet sein sollen, ist noch nichts bekannt.

Wernekke.

Alle Rechte vorbehalten.

Dr.-Ing. Krabbe †.

Ein hervorragender Ingenieur und ein edler Mensch ist von uns gegangen. Am 19. Januar starb unerwartet nach wenigen Krankheitstagen an einer Lungenentzündung der Reichsbahn-Abteilungspräsident Dr.-Ing. Krabbe. Sein Tod hat eine Lücke in unsere Reihen gerissen, die sich sobald nicht wieder schließen wird.

Krabbe wurde am 6. Juni 1877 als Sohn eines Pfarrers geboren. Im Jahre 1902 trat er als Regierungsbauführer in den Dienst der Eisenbahnverwaltung. Seine Ausbildung erhielt er bei der Eisenbahndirektion Köln. Als Regierungsbaumeister wurde er im Jahre 1906 zur Eisenbahndirektion Essen einberufen, bei der er mit einer Unterbrechung von 6 Jahren bis zum Jahre 1936, seit dem Jahre 1921 als Brückendezernent, tätig war. Im Jahre 1936 übernahm er das wichtige Dezernat für Brücken- und Ingenieurhochbau beim Reichsbahn-Zentralamt München, und im Jahre 1939 wurde ihm das Sonderdezernat für den Bau der Elbehochbrücke in Hamburg bei der dortigen Reichsbahndirektion unter Beförderung zum Abteilungspräsidenten übertragen.

Aufn.: Kramer.

Nach Krabbes Entwürfen sind viele bedeutende Brücken gebaut worden, unter anderen die zweigleisige Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Wesel, die schöne Unterführung der Kettwiger Straße am Hauptbahnhof Essen und die zweigleisige Eisenbahnbrücke über den Rhein bei Mannheim. Sein Entwurf für diese Brücke war beim Wettbewerb mit einem Preis gekrönt worden.

Als Dezernent für Brücken- und Ingenieurhochbau beim Reichsbahn-Zentralamt München hatte Krabbe neben den wichtigen Fragen neuer Berechnungsverfahren und Vorschriften und ihrer Normung und neben dem allgemeinen Versuchswesen auf dem Gebiete der Brücken und des Ingenieurbaues das schwierige Gebiet der Erfassung des dynamischen Einflusses der bewegten Lasten auf die stählernen Brücken zu bearbeiten. Seinem scharfen Verstande ist es gelungen, ein Verfahren zu entwickeln, mit dem der dynamische Beiwert der stählernen Brücken mit Hilfe der Einrichtungen des Brückenmeßwagens einwandfrei festgestellt werden kann.

Das ganz besondere Vertrauen des Reichsverkehrsministeriums berief Krabbe im Jahre 1939 nach Hamburg, um beim Entwurf der gewaltigen Elbehochbrücke, die zugleich Straßen- und Eisenbahnbrücke ist, die Forderungen der Reichsbahn nach zweckmäßiger baulicher Durchbildung und nach genügender Sicherheit für den Eisenbahnverkehr zu vertreten. Kein anderer als Krabbe war berufen, diese außerordentliche Aufgabe zu meistern.

Krabbe hat eine umfangreiche, fruchtbare schriftstellerische Tätigkeit entfaltet. Überall, wo es galt, neue schwierige statische Probleme anzufassen, war er zur Stelle. Das Thema seiner Doktorarbeit lautete: „Der Einfluß der Gurtsteifigkeit in ebenen Tragwerken".

Die Hefte der letzten Jahre der Zeitschriften „Die Bautechnik" und „Der Stahlbau" enthalten eine Fülle bedeutender Veröffentlichungen, von denen nur genannt seien:

1. Das Verhalten der Druckstreben im Fachwerkträger mit Unterteilung.
2. Der Rautenträger mit Anschluß der Querträger an Hilfsposten in den Kreuzungspunkten der Streben.
3. Über die Verwindungssteifigkeit von zweigleisigen Eisenbahnfachwerkbrücken.
4. Das Wesen des Rautenträgers und seine richtige und einfache Berechnung.
5. Allgemeine, unmittelbare Darstellung von Einflußlinien durch Biegelinien nach dem Formänderungsverfahren.
6. Allgemeines Verfahren zur Berechnung biegungsfest verbundener Stabsysteme.
7. Grundsätzliche Bemerkungen zur Frage der Beulsicherheit der Stegbleche vollwandiger Blechträger.
8. Neuere Ergebnisse der Versuchsforschung auf dem Gebiet der Schwingungsmeßtechnik bei Eisenbahnbrücken.
9. Zurückführung hochgradig unbestimmter Systeme auf einfachere Systeme durch Biegungsmessungen am bestehenden Bauwerk.
10. Das Zusammenwirken von Fahrbahngurt und Fahrbahnrost bei Fachwerkbrücken.

Die Beschäftigung mit den Fragen der Elbehochbrücke in Hamburg, die bekanntlich als Kabelhängebrücke ausgeführt werden soll, veranlaßte Krabbe in letzter Zeit zu einer bedeutsamen Arbeit:

„Gegenseitige Beeinflussung der Beanspruchungen durch Eigengewicht, Verkehrslast und Wärmeschwankungen bei Berücksichtigung der Verformung von Hängebrücken", mit Anhang: „Anwendung auf das System der Elbehochbrücke in Hamburg", die demnächst im „Stahlbau" erscheinen wird. Diese Arbeit bringt neue Erkenntnisse für die Berechnung großer Hängebrücken.

Das Bild Krabbes wäre aber unvollständig, wenn wir nicht auch seiner hervorragenden menschlichen Eigenschaften gedenken würden. Krabbe war von großer Herzensgüte, von vorbildlicher Bescheidenheit und von vornehmer Gesinnung. Er war gegen jedermann aufrichtig und, soweit er es verdiente, auch sehr freundlich. Trotz seiner überragenden Fähigkeiten und Kenntnisse ließ er die Meinungen anderer gelten und erkannte ihre Leistungen an. Da, wo er den von ihm gewonnenen neuen Erkenntnissen Geltung verschaffen mußte, tat er es in vornehmster Weise. Er war ein vorbildlicher Charakter.

Dem Toten ist der dauernde Dank seiner Behörde, des Stahlbaues und der Ingenieurwissenschaft für seine großen Leistungen über das Grab hinaus sicher.

Schaper.

Vermischtes.

Technische Hochschule Berlin. Die Vertretung des Lehrgebietes „Baustofflehre" in Vorlesungen und Übungen ist Herrn Professor Dr.-Ing. Alfred Hummel, Abteilungsleiter im Staatl. Materialprüfungsamt in Berlin-Dahlem, übertragen worden.

Fortfall des Fachkurzzeichens des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik in den Normblättern. Die auf den Normblättern neben dem DIN-Zeichen geführten Fachzeichen sollen auf den neu erscheinenden Normblättern künftighin nicht mehr wiedergegeben werden. Zur besseren Übersicht wird das Fachgebiet im Titelfeld oben am Kopf des Normblattes und der Träger des Normenwerkes wie bisher am Fuß des Normblattes angegeben werden. Die bereits eingeführten Normblätter werden erst dann ohne das Fachzeichen erscheinen, wenn sie infolge von Änderungen neu herausgegeben werden müssen. Die Einreihung der Normblätter des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik (DVM), die bisher das Kurzzeichen DVM trugen, in die DIN-Reihe erfordert eine Erweiterung der Ziffern, um gleichlautende Zahlen zu vermeiden. Die deutschen Normen werden also in Zukunft nicht mehr nur bis vierstellige Zahlen, sondern bis fünfstellige Zahlen tragen.

Die neu erscheinenden DVM-Normblätter werden in die Gruppe 50 001 bis 55 000 eingereiht. Später werden die geänderten DVM-Normblätter ebenfalls in diese Gruppe eingefügt werden, und zwar so, daß die bisherigen Nummern als die vier letzten Ziffern wieder erscheinen.

Erstmalig ist in diesen Tagen ein Normalblattentwurf des DVM unter Fortlassung des DVM-Zeichens veröffentlicht worden, der als Beispiel genannt sei:

DIN 53 451 — Prüfung von Kunststoffen, Richtlinien für die Herstellung von Proben —.

Das Schleusenwehr bei Auvelais. Die Fachschrift „L'Ossature métallique", Januar 1939, enthält auf S. 36 bis 40 einen Bericht über technische Einzelheiten des Schleusenwehrs von Auvelais. Dieses Wehr dient neben mehreren anderen in den letzten Jahren ausgeführten Bauwerken zur Regelung des Wasserabflusses und somit zur Sicherung der Brücken und Straßen sowie zur Verbesserung der Schiffahrt auf den Wasserwegen Belgiens und gehört neben ähnlichen Ausführungen bei Monceau-sur-Sambre, Marcinelle, Mornimont und Namur zu dem großen Kanalisationsplan des Sambre-Flusses.

Mit Ausnahme von Monceau sind die wichtigsten Stahlbauten unter Anwendung der elektrischen Schweißung fabrikmäßig hergestellt, soweit es bei der vorgesehenen Beförderung auf der Eisenbahn angängig war. Lediglich die Zusammenfügung der angelieferten Teile geschieht durch Nietung. Hierdurch ergeben sich die bekannten Vorteile in bezug auf

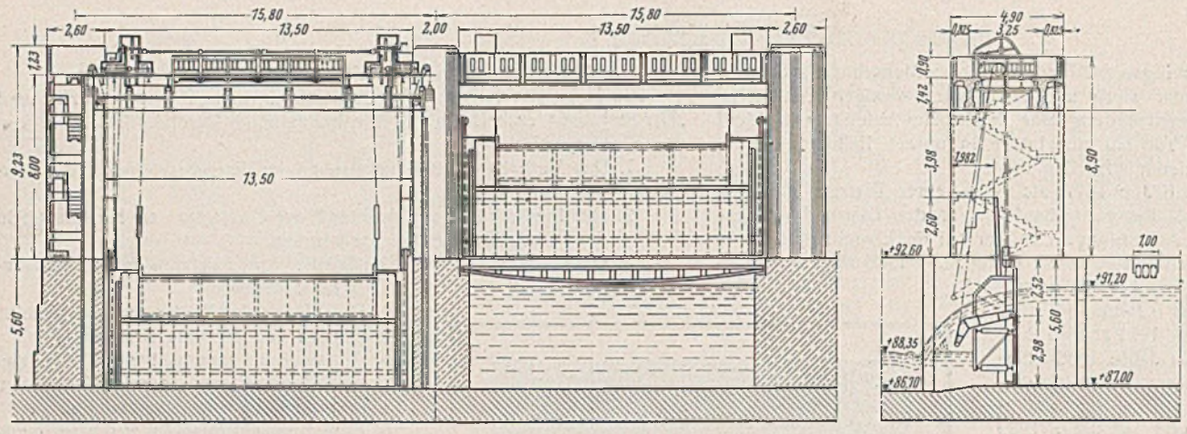


Abb. 1.

Das Tor am Oberhaupt ist leichter gebaut. Die Höhe beträgt nur 4,60 m, die Breite ist dieselbe wie beim Unterhaupt, das Gewicht eines Flügels 9300 kg. Die Auslässe in den Torflügeln sind zu je zweien im unteren Teil angeordnet und als Schmetterlingsklappen mit waagerechten Drehachsen ausgebildet. Der Durchtrittsquerschnitt jeder Klappe ist nur 1,50 × 0,80 m, da der größte Teil des Schleusenwassers durch je zwei Umläufe

Gewichtsersparnis, Dichtheit gegen Wasserdurchtritt, größere Freiheit in der baulichen Ausbildung u. a. m.

Die Sambre, die an der Baustelle 35 m breit ist, wurde dort auf 54 m verbreitert und durch ein Überfallwehr mit zwei Öffnungen von 12,50 m l. W. und eine Schleuse abgeschlossen (Abb. 1). Die Schleusenkammer mißt 136 × 12,50 × 7,50 m und entspricht den Durchfahrtsbedürfnissen für Schiffe von 600 t. Sie hat außer den Toren am Ober- und Unterhaupt ein Zwischentor für die Durchschleusung von Einzelfahrzeugen. Die Höhe der Wasserstufen zwischen den beiden Außentoren beträgt im Mittel 2,85 m normaler Stufenhöhe. Diese Tore sind, wie auch das Zwischentor, von der gewöhnlichen Bauart der Stemmtore mit Holzdichtungen (Abb. 2). Jeder Torflügel wurde in zwei fertig geschweißten Hälften angeliefert, die auf der Baustelle durch Nietung vereinigt wurden.

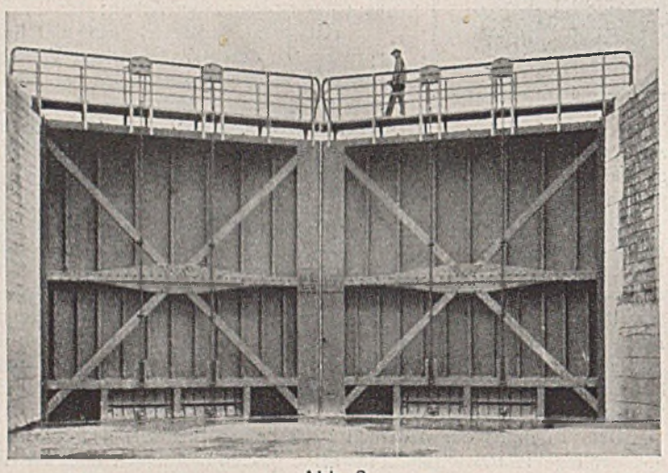


Abb. 2.

Die Bewegungsvorrichtungen sind mit Handantrieb versehen. Das Tor an der Talseite sowie das Zwischentor sind für einen Spiegelunterschied von 6,60 m berechnet. Die Höhe der Tore am Unterhaupt, zwischen den Achsen der oberen und unteren Träger gemessen, ist 6,755 m, die Breite 6,72 m und das Gewicht 13 000 kg. Die Verkleidung besteht aus einer an den drei Querträgern angeschweißten Platte von 10 mm Dicke aus Siemens-Martin-Stahl.

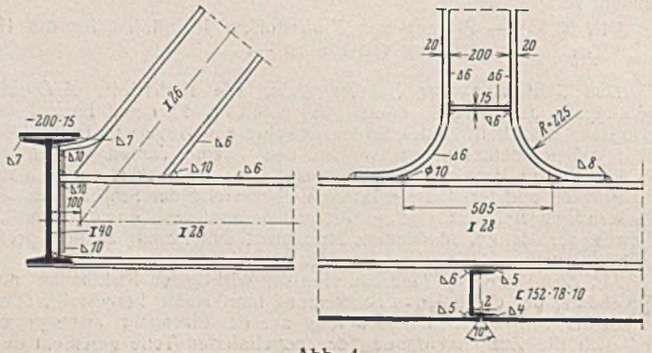


Abb. 4.

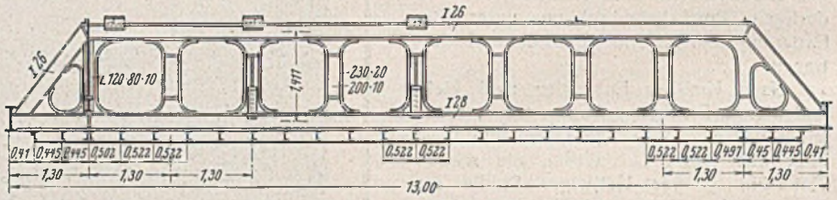


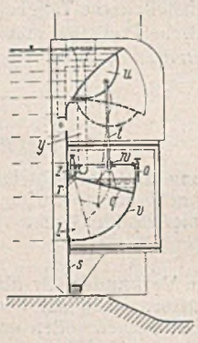
Abb. 3.

durchtritt, deren Abschluß durch Schmetterlingsklappen mit lotrechten Achsen geregelt wird und die etwa 2 m talwärts hinter den Toren in der Sohle ausmünden. Die lebendige Kraft des ausströmenden Wassers wird dort durch eine Betonschwelle vernichtet. Am Oberhaupt sind Umläufe einfachster Form vorgesehen, deren Ausmündungen hinter den Toren liegen. Ihr Austrittsquerschnitt ist 3,50 × 1,90 m. Die Schütze des Wehres (Bauart Stoney) sind ebenfalls geschweißt. Der Wasserdruck wird durch je zwei waagerecht liegende Vierendeel-Träger von 13 m Stützweite auf die Pfeiler des Wehres übertragen (Abb. 3).

Die Wehrklappen und ihre Bewegungsvorrichtung sind aus dem Schnitt in Abb. 1 ersichtlich. Das Schütz wiegt 25000 kg und die Klappe 5400 kg. Die letztere hat eine Länge von 10,35 m. Sie ist an fünf Stellen unmittelbar an dem oberen Vierendeel-Träger federnd angelenkt. Die Dichtung zwischen Schütz und Klappe ist durch eine Lederlamelle erzielt, die am oberen Rand des Schützes befestigt und um die abgerundete untere Kante der Klappe herumgeschlagen ist. Die schweißtechnische Ausbildung von Knotenpunkten der Vierendeel-Träger zeigt Abb. 4. Zs.

Patentschau.

Selbsttätiger Antrieb für eine auf einem beweglichen Staukörper aufgebaute Wehrklappe. (Kl. 84a, Nr. 649 471, vom 8. 11. 1933, von Maschinenfabrik Augsburg-Nürnberg AG in Nürnberg.) Um den Antrieb möglichst einfach und zuverlässig zu gestalten und um eine umfassende Regelung des Wasserstandes zu ermöglichen, wird ein Wasserteller als Mittel zur Bewegung der auf dem beweglichen Wehrkörper sitzenden Klappe verwendet. Am Schützenwehr *s* ist die geschlossene Kammer *v* angeordnet, in der sich der Wasserteller *q* um die Achse *r* dreht. Durch die Öffnung *l* steht der Raum unterhalb des Tellers *q* ständig mit dem Oberwasser in Verbindung, und dadurch wird die Wehrklappe *u*, die durch die Lenkstange *t* vom Teller angetrieben wird, in höchster Lage gehalten. Die Stopfbüchse *w* dichtet den oberen Kammerraum ab, aus dem ein Rohr *y* seitlich bis dicht über den normalen Wasserspiegel hinaus führt. Steigt nun der Wasserstand über das Stauziel, so fließt Wasser von dort in den oberen Kammerraum und belastet den Wasserteller. Durch die einstellbare Ausflußöffnung *o* wird die Menge des auf dem Teller ruhenden Wassers und damit die Größe der Kraft bestimmt, die dem von unten wirkenden Oberwasserdruck entgegenwirkt. Hierdurch läßt sich die Senkung der Wehrklappe *u* jederzeit um ein genau regelbares Maß bewirken. Um auch bei einem unter das Stauziel abgesenkten Oberwasserstand eine Wasseraufilast auf der Klappe *q* herbeizuführen und damit die Klappe willkürlich abzusenken, ist das Ventil *z* angeordnet.



INHALT: Die Abdichtung von Wärmerissen nach dem Joostenschen Verfahren. — Neubauten von Straßenbrücken. (Schluß.) — Die Brüsseler Nord-Süd-Verbindungsbahn. — Dr.-Ing. Krabbe †. — Vermischtes: Technische Hochschule Berlin. — Fortfall des Fachkurzzeichens des Deutschen Verbandes für die Materialprüfungen der Technik in den Normblättern. — Das Schleusenwehr bei Auvelais. — Patentschau.

Verantwortlich für den Inhalt: Dr.-Ing. Erich Lohmeyer, Oberbaudirektor a. D., Berlin.
Verlag: Wilhelm Ernst & Sohn, Verlag für Architektur und technische Wissenschaften, Berlin W 9.
Druck: Buchdruckerei Gebrüder Ernst, Berlin SW 68.