Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 77/78 (1921)
Heft: 17

Artikel: Der Eisenbahnbau Tongern-Aachen
Autor: Hünerwadel, E.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-37338

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: 26.12.2025

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

INHALT: Der Eisenbahnbau Tongern-Aachen. — Theoretische Erörterungen zur Wassermessmethode von R. Gibson. — Diplom-Arbeiten an der Architektenschule der E. T. H. — Zum Vergleich zwischen S. B. B. und Rh. B. — Miscellanea: Kraftwerk im Wäggital. — Die wasserbauliche Versuchsanstalt der Technischen Hochschule in Karlsruhe. Von der Grosstation für drahtlose Telegraphie von Crois d'Hins bei Bordeaux. Elektro-Stahlofen von 40 t Fassungsvermögen. Ausfuhr elektrischer Energie. Wald-Friedhof in Baden-Baden. — Konkurrenzen: Bebauungsplan zum Wiederaufbau von Sent. Lehr- und Wohngebäude der landwirtschaftlichen Schule Morges. — Nekrologie: Dr. Hugo von Kager. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Stellenvermittlung.

Band 78. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet. Nr. 17.

Der Eisenbahnbau Tongern-Aachen.

Von Dipl.-Ing. *E. Hünerwadel*, Zürich.

(Schluss von Seite 184).

Bahnhof- und Sicherungsanlagen.

Auf allen Bahnhöfen wurden neben den durchgehenden Hauptgeleisen beiderseits Ueberholungsgeleise von mindestens 600 m Länge angeordnet. Auf Erweiterungen und einen späteren viergeleisigen Ausbau der Bahn wurde auch bei der Anlage der Bahnhöfe Rücksicht genommen. Besonders gilt dies von den Stellwerksanlagen der Firma Jüdel in Braunschweig. Die Stellwerkshäuschen wurden durchwegs massiv ausgeführt, die Empfangsgebäude in einfachem Fachwerkbau mit zwei bis drei Dienst- und einem bis zwei Warteräumen. Wie bei den Brücken, Durchlässen und Tunnelportalen, wurde auch bei den Hochbauten Wert gelegt auf Formen, die sich ins Landschaftsbild harmonisch einfügen.

Baubeschleunigungs-Massnahmen und Einzelheiten.

Die vorstehenden Ausführungen schilderten in kurzem Ueberblick Art und Umfang der ausgeführten Arbeiten und die darauf verwendeten Bauzeiten, die ausnehmend kurz waren und zum grössten Teil Rekordleistungen bedeuteten. Dem Einwand, es handelte sich um einen Kriegsbau, bei dem alle Mittel, ohne Rücksicht auf die Kosten, zur Verfügung standen, kann nur beschränkt zugestimmt werden. In erster Linie deshalb, weil der Bau von Deutschland ausgeführt wurde, wo schon in jener Zeit, und in der Folge immer fühlbarer, ein Mangel an wichtigen Hilfs-Bedarfstoffen und besonders an geeigneten Arbeitskräften einzutreten begann. Deren Beschaffung und Ersatz machte den am Bau beteiligten Firmen in der Regel grössere Schwierigkeiten als die Erleichterungen wert waren, die der Bau als Kriegsnotwendigkeit mit sich brachte.

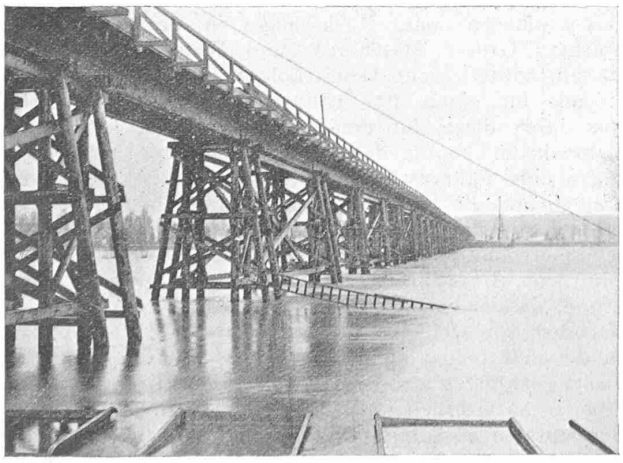

Abb. 16. 700 m lange Behelfsbrücke über die Maas bei Visé.

Die Beschaffung, Unterkunft und Verpflegung von Arbeitern bildete besonders für die Baulose östlich der Maas eine Grundfrage. War es anfänglich das patriotische Moment, das die belgischen Arbeiter, auf deren Mitwirkung man angewiesen war, vom Zuzug abhielt, so waren es später, als dieser einsetzte, die Schwierigkeiten der Unterkunft und vor allem der Verpflegung, denen sich die Unternehmer gegenübergestellt sahen. Sie begegneten ihnen mit grosszügigen Vorkehrungen, deren Durchführung indessen, besonders hinsichtlich der Verpflegung, in dem Masse schwieriger wurde, als das Brot aufhörte ein käufliches Nahrungsmittel zu sein.

In baulicher Hinsicht waren es besonders drei Abschnitte, die einer beschleunigten Ausführung der Bahn Hindernisse entgegengesetzt hatten: der grosse Einschnitt bei Visé (Los 6) wegen der gewaltigen, auf verhältnismässig kurzer Strecke zu entnehmenden Abtragmassen, der Vörstunnel (Los 10) seiner geologisch ungünstigen Verhältnisse halber und der Geutaltviadukt (Los 13) wegen seiner ungewöhnlichen Abmessungen. Während aber bei diesem eine Beschleunigung seiner Länge und Natur wegen nur eine Frage des grösseren Inventar- und Leute-Aufwandes war, konnte diese Schaffung von mehr Angriffspunkten bei den beiden erstgenannten Baustrecken nur in begrenztem Mass eintreten.

Der Einschnitt bei Visé enthielt auf die verhältnismässig kurze Strecke von 1,3 km über 2 Mill. m³ Abtragsmassen. Die obersten Schichten bestanden bis zu einer Tiefe von 12 m aus Lehm, der mit Eimerkettenbaggern gewonnen werden konnte. Es folgten darunter Mergel und die untersten 3 bis 4 m bestanden aus festem Karbonkalk-Felsen. Für diese unteren Schichten kamen nur Löffelbagger in Frage. Für die drei Eimerketten- und acht Löffel-Bagger, die zur Zeit des Vollbetriebs hart über und und neben einander arbeiteten, mussten genaue Arbeitsprogramme aufgestellt werden, damit die einzelnen Maschinen einander nicht ins Gehege kamen oder einander gar die Zu- und Abfahrten abgruben. Die gewonnenen Massen waren zum grössten Teil zur Schüttung der 18 bis 23 m hohen Dämme im Masstal bestimmt und zu diesem Zweck bis auf 5 km Entfernung zu transportieren. Eine Fertigstellung der Maas- und Maaskanalbrücke abzuwarten und diese zum Transport der Erdmassen zu benutzen, war wegen der beschränkten Zeit und der grossen Höhe dieser Brücken nicht möglich. Um daher die Hauptbedingung für einen rationellen Baggerbetrieb, die Schaffung vieler und langer Kippen zu erfüllen und die grossen Dämme zur gesetzten Frist zu vollenden, mussten über die Maas und den Maaskanal hölzerne Transportbrücken erstellt werden (Abbildung 16), die 8 m über den Wasserspiegeln lagen, in 22 m Abstand von den Axen der endgültigen Brücken verliefen und eine Gesamtlänge von 1100 m aufwiesen.

Aber auch diese Massnahmen genügten nicht um eine rechtzeitige Fertigstellung von Einschnitt und Dämmen zu gewährleisten. Nachdem schon im Sommer und Herbst 1915 die tägliche Arbeitszeit bis auf 14 Stunden erhöht worden war, musste man sich im Sommer 1916 zur Einrichtung der Nachtarbeit für die Erdbetriebe entschliessen. Die Nachtarbeit erforderte, um wirksam durchgeführt werden zu können, eine weitgehende Beleuchtung nicht nur des Einschnittes und der einzelnen Baggerstellen, sondern auch der Transportbahnen, Transportbrücken und besonders der Kippen. Es wurde daher das ganze, rund 5 km lange Baulos mit einem Beleuchtungsnetz versehen, das 220 Glühlampen von 400 bis 600 Kerzenstärke umfasste. Um hierbei kurz einer der vielen Schwierigkeiten zu gedenken, die der Krieg mit sich brachte, mag erwähnt werden, dass infolge von Mangel an Kupferdraht für diese Anlage Eisendraht verwendet werden musste und hierfür 140 km Draht von 8 mm Durchmesser und 450 Leitungsmaste erforderlich waren. Da elektrische Kraft in der Nähe nicht greifbar war, musste eine eigene Zentrale hierfür geschaffen werden. Die Ergiebigkeit der Nachtarbeit betrug höchstens 60 % der Tagarbeit; immerhin war es auf diese Weise möglich, Tagesleistungen bis zu 12000 m³ zu erzielen. Die mit Löffelbaggern erfolgte Gewinnung des im untersten Teil des Einschnittes befindlichen Karbonkalk-Felsens (etwa

130 000 m³) erforderte den Baggern vorangehende Sprengarbeit, die teilweise mit flüssiger Luft erfolgte; zur Bohrung wurden schwere, sog. Abteufhämmer verwendet. Mit vier im Fels arbeitenden Löffelbaggern wurde auf diese Art eine durchschnittliche Tagesleistung von 1000 m³ an anstehendem Fels erzielt.

Die hohen Dämme wurden nicht nach den sonst üblichen Regeln der Kunst in lagenweiser Schüttung hergestellt, sondern fast durchwegs bis zu ihrer endgültigen Höhe rasch hochgetrieben und dann seitlich verbreitert. Einmal hochgedämmt, wurde damit die Aufnahmefähigkeit der Kippen bedeutend erhöht. Da besonders das lehmige Einschnittmaterial das Befahren der Kippen mit dem schweren Rollmaterial (160 PS. Lokomotiven und 4 bis 5 m³ Kippwagen von 90 cm Spurweite) oft zu einem Wagnis machte, suchte man eine Verbesserung der Dammschüttung dadurch zu erzielen, dass man mit dem aus weisser Kreide bestehenden Ausbruchmaterial des Geertunnels an den beidseitigen Dammfüssen 2 bis 3 m hohe Fussdämme schüttete und im grossen Damm selbst, wo nötig, Bermen anordnete. Die vorbeschriebene Schüttungsart hatte für die Dämme ausser einer etwas stärkeren Setzung keine Nachteile und wenn auch die erwähnten Fussdämme zum Teil dieses günstige Resultat bedingt haben mögen, so liessen doch die Ergebnisse an anderen Stellen, wo diese Massnahme nicht ergriffen werden konnte, darauf schliessen, dass den oft allzu strengen Vorschriften über Lagenschüttung von Dämmen nicht so grosser Wert beizulegen ist, wie dies oft geschieht. Um der Setzung der Dämme Rechnung zu tragen, wurde ihnen in der Axe eine Ueberhöhung von 5 bis 10 % gegeben. Von der Axe aus wurde dann das Planum mit 7 bis 8 % nach den Kanten ansteigend angelegt, für die Böschungen endlich wurde statt der theoretischen Neigung von 2:3 eine solche von 2,2:3 angenommen. Die Erfahrungen zeigten, dass damit nicht nur der Setzung genügend Rechnung getragen, sondern dass auch der sonst rasch eintretenden Abrundung der Planumkanten mit damit verbundener Verschmälerung des Planums entgegen getreten war. Einer in der ersten Zeit zu erwartenden Wasseransammlung in der Axe des Dammes beugte man durch Quersickerungen vor.

Bei der Baggerung des Einschnittes wurden Eimerbagger schwersten Typs (Lübecker B-Bagger) verwendet. Zum Rücken des aus drei schweren Baggerschienen, zwei mit Tirefonds befestigten Fahrschienen und den im Abstand von 60 cm verlegten 6 m langen Schwellen bestehenden Geleises, das ein Gewicht von 500 kg pro Laufmeter hatte, benötigte es anfänglich 50 bis 60 Mann. Das Bestreben, nach Möglichkeit Arbeitskräfte zu sparen und eine weitere Baubeschleunigung zu erzielen, führte in der Folge zur Verwendung einer Geleiserückmaschine System Arbenz-Kammerer (Abb. 17), die von den Ardeltwerken in Eberswalde geliefert wurde. Die Maschine besteht im Wesentlichen aus einer eisernen Fachwerkbrücke, deren Enden auf zwei Drehschemeln gelagert sind. In der Mitte der Brücke befindet sich ein quer verschiebbarer Rahmen an dem über den Schienen des Dienstbahngeleises paarweise angeordnete Stahlrollen-Gruppen stehen. Diese Rollen können mittels Windwerk in vertikaler Richtung und auch quer zum Geleise verschoben werden. Sie fassen zangenartig die Schienenköpfe des Fahrgeleises und werden so weit hochgekurbelt, bis das ganze Baggergeleise samt Schwellen an dieser Stelle etwa 20 cm vom Boden abgehoben ist. Durch horizontale Schraubenspindeln wird nun der Rahmen einschliesslich Rollen und daran hängendem Baggergeleise um einige Dezimeter quer verschoben, womit das Geleise in der beabsichtigten Rückrichtung ausgebaucht wird und im Grundriss eine flache S-Kurve bildet. Durch eine Lokomotive wird nun die Maschine langsam über das Geleise gezogen, das dabei fortlaufend gehoben und gleichzeitig seitlich verschoben wird; die S-förmige Kurve wandert mit der Maschine und bewirkt die Rückung. Die Arbeit erfolgte auf diese Weise in einem Viertel der früher bei Menschenkraft erforderlichen Zeit, benötigte ausser der Baulokomotive nur zwei Mann Bedienung und verminderte die Kosten auf $^1/_3$ bis $^1/_4$ der frühern.

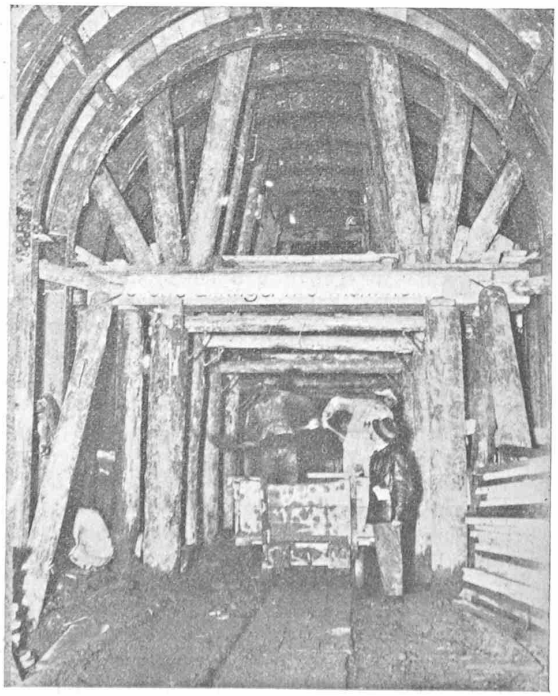

Abb. 18. Gebogene eiserne Rahmen im Vörstunnel I.

Zur raschen Durchführung der Arbeiten gehörten auch die weitgehenden Vorkehrungen, die zur Regelung des Transportwesens, zum Unterhalt des Rollmaterials und der Transportgeleise ergriffen wurden. Während des Hochbetriebes waren in diesem Baulos bis zu 30 Lokomotiven mit 600 Kastenkippern im Betrieb. Das rund 20 km umfassende Transportbahnnetz von 90 cm Spur musste daher mir einer Telephonanlage versehen werden, auch ein eigener Signal- und Sicherungsdienst wurde eingerichtet. Dem Unterhalt des Rollmaterials und der Dienstgeleise wurde besondere Aufmerksamkeit geschenkt, da jede Störung, die auf ein Versagen dieser wichtigen Faktoren zurückzuführen war, Rückschläge in der Tagesleistung brachte. Grosse Maschinen- und Wagenreparatur-Werkstätten, sowie eigene Geleisekolonnen sorgten nach Möglichkeit für einen störungslosen Betrieb und Unterhalt. Nur durch diese, für den Augenblick zwar kostspieligen Massnahmen, konnte den bis zu täglich 190 Erdtransportzügen eine Fahrgeschwindigkeit gegeben werden, die es ermöglichte, die Bagger wirtschaftlich zu bedienen.

Beim *Vörstunnel* (Los 10) trat die an anderer Stelle schon erwähnte Schwierigkeit der Beschaffung und Unterkunft von Arbeitskräften ganz besonders in den Vordergrund, da hier vor allem Tunnelmineure erforderlich waren. Nachdem die wenigen eigenen Leute der Unternehmung zu diesen Arbeiten nicht ausreichten, war die ausführende Firma gezwungen aus der Schweiz und aus Kroatien Tunnelarbeiter anzuwerben und schliesslich noch durch deutsche Bergleute zu ergänzen. Das Fehlen fast jeder Unterkunftsmöglichkeiten erheischte umfangreiche provisorische Vorkehrungen, wie man sie sonst nur bei ganz grossen Tunnelbauten vorzusehen pflegt.

Der Schwerpunkt für eine Beschleunigung der Arbeiten lag in der Schaffung genügender Angriffsstellen. Es wurde daher von vornherein die Anlage eines Schachtes vorgesehen, der nach Fertigstellung des Tunnels I als Entlüftungsschacht für diesen dienen sollte. Dieser Schacht wurde mit Rücksicht auf die Ueberlagerung in etwa 1200 m Entfernung vom Westportal angelegt. Der Wasserandrang war schon bei 34 m Tiefe so gross, dass zu seiner Bewältigung ausser der einen vorgesehenen Dampfpumpe noch deren zwei weitere aufgestellt werden mussten. Gegen

Ende November 1915 war die Sumpfsohle erreicht und der Sohlenstollen-Vortrieb konnte nach beiden Seiten mit einem Profil 1,6 × 1,8 m einsetzen. Inzwischen war auch auf der Westseite Ende Oktober mit dem Vortrieb eines Sohlenstollens von 3,0 × 3,0 m begonnen worden. Dieses grosse Profil wurde aber bei 80 m Länge infolge des einsetzenden grossen Wasserandranges aufgegeben und ebenfalls auf 1,6 × 1,8 m beschränkt. Zur Beschleunigung des Fortschrittes wurde im grossen Profil eine Umladestelle für die Ausbruchmassen des kleinen Profils geschaffen.

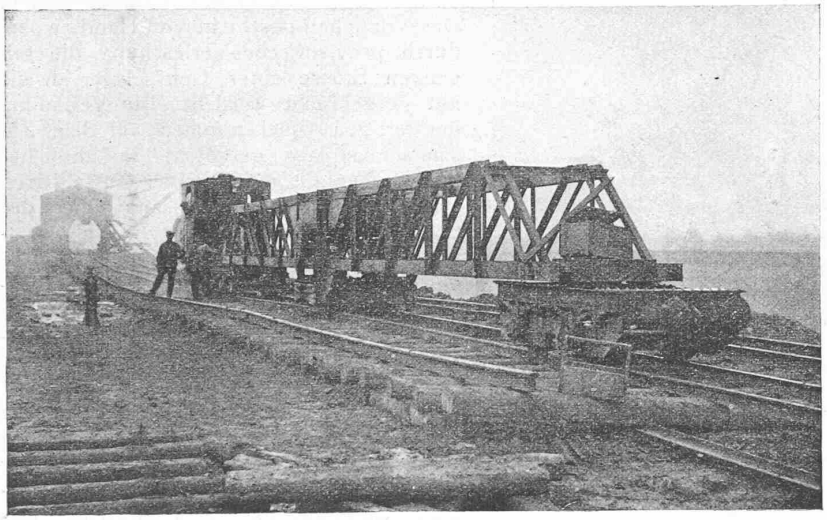

Abb. 17. Vom Bau der Hauptbahn Tongern-Aachen. — Geleiserückmaschine.

Auf der Tunnel-Ostseite konnte des grossen Voreinschnittes wegen nicht gewartet werden, bis durch die Löffelbagger der Tunnelmund freigelegt war. Es musste daher beim künftigen Portal ein weiterer Schacht von 15 m abgeteuft werden, der nach Westen den vierten Angriffspunkt für den Stollen bot und nach Osten im Stollen den Löffelbaggern des Voreinschnitts entgegen ging. Der Durchschlag zu diesen erfolgte Ende Dezember 1915, sodass nun auch auf der Ostseite die Massen wenigstens mittels Transportgeleises gefördert werden konnten. Aber die erzielten Fortschritte gewährleisteten eine terminmässige Fertigstellung des Tunnels trotz der nun vorhandenen vier Oerter noch nicht und es erfolgte daher die Herstellung noch eines dritten Schachtes, der bei Km. 30,7 und zwar zwischen den beiden Tunnelröhren angelegt wurde. Er war Anfang April 1916 abgeteuft und nun konnte der weitere Sohlenstollen-Vortrieb in sechs Angriffsorten betrieben werden. Auf diese Weise gelang es, den Durchschlag sämtlicher Teilstrecken des Sohlenstollens bis Ende August 1916 zu erzielen. Die Hauptschwierigkeit beim Vortrieb hatte bei dem, im einseitigen Gefälle von 1 : 110 liegenden Tunnel in der Wasserhaltung bestanden. Von den drei talseitig befindlichen Oertern musste das Wasser nicht nur in der Tunnelneigung aufwärts gepumpt, sondern auch noch in den Schächten I und III, 50 m bezw. 30 m hochgehoben werden. Die übrigen Ausbrucharbeiten gestalteten sich unter Vortrieb eines Firststollens und Anwendung der österreichischen Bauweise normal.

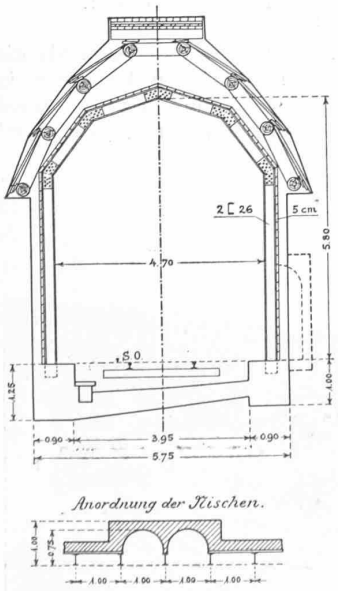

Abb. 20. Eiserne Tunnel-Rahmen. — 1 : 150.

Da eine ursprünglich geplante, provisorische Umgehungsbahn zwischen den Bahnhöfen Martinsfuhren und Remersdael abgelehnt worden war, musste auf eine weitere Beschleunigungsmassnahme Bedacht genommen werden, um wenigstens die eine Tunnelröhre bis Ende 1916 zur Inbetriebnahme zu vollenden. Sie wurde darin gefunden, dass man von einer definitiven Ausmauerung des Tunnels I absah. Statt dessen wurden in Abständen von 1,0 m anfangs rund (Abb. 18), nachher der einfacheren Herstellung wegen polygonal ausgebildete eiserne Rahmen aus zwei zusammengenieteten U-Eisen N. P. 26 mit einer Lichtweite von 4,7 m aufgestellt und auf einer 5 cm starken Schalung hinterbetoniert (Abbildungen 19 und 20). Die Rahmen bestanden aus vier verschraubbaren Teilen und hatten ein Gewicht von 1200 kg; der Beton der Widerlager erhielt auf diese Weise eine Stärke von 15 bis 25 cm, jener der Gewölbe eine solche von 45 bis 75 cm. Der Raum zwischen Beton und Firststollendecke wurde mit Bruchsteinen ausgepackt. In dieser Ausbau-Art wurden Wochenleistungen bis zu 128 m erzielt. Nur an den beiden Tunneleingängen ist je eine Strecke von 27 m endgültig ausgemauert worden; ferner wurde auch das durchgehende Sohlengewölbe mit 30 bis 60 cm Stärke definitiv ausgeführt. Der so ausgekleidete Tunnel I konnte kurz vor der Aufnahme des eingeleisigen Betriebes (16. Februar 1917) für die Oberbauverlegung freigegeben werden.

Ursprünglich war beabsichtigt, nach Fertigstellung der zweiten Röhre, die provisorisch ausgebaute erste Röhre ausser Betrieb zu nehmen und definitiv auszumauern. Da sich aber das Provisorium im ersten Betriebsjahr gut hielt und das Bedürfnis nach Zweigeleisigkeit zwischen Martinsfuhren und Remersdael immer dringender geworden war, entschloss man sich, den Tunnel I in seinem provisorischen

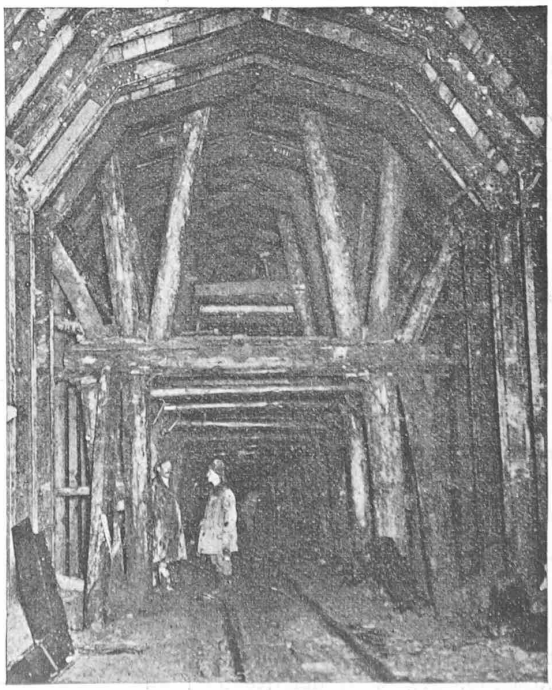

Abb. 19. Eiserne Rahmen nach Abb. 20 im Vörstunnel

Zustand noch weiter im Betrieb zu lassen. Im Tunnel II wurden die Widerlager bis hoch ins Gewölbe hinein betoniert, der Rest des Gewölbes wurde in Klinkern gemauert. Auf die übliche Gewölbeabdichtung mittels Blei- oder Asphaltplatten wurde verzichtet und statt dessen besonders gelochte Steine über dem Gewölberücken bis in die Widerlager verlegt. Mit diesen Hohlsteinschichten wurden gute Ergebnisse und eine gründliche Drainage des Gewölberückens erzielt.

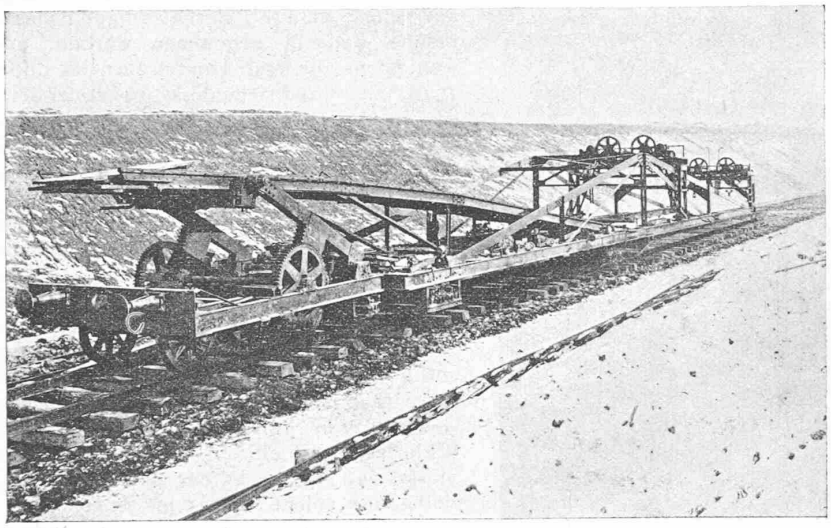

Abb. 21. Vom Bau der Hauptbahn Tongern-Aachen. — Geleisevorstreckmaschine.

Eine Beschleunigungsmassnahme, die bei der Montage der eisernen Ueberbauten des *Geultal-Viaduktes* (Los 13) zur Anwendung kam, möge noch erwähnt sein. Für die östliche Hälfte des Viaduktes wurden zum Teil statt der Nieten Sperrbolzen verwendet. Diese gedrehten Bolzen sind gekennzeichnet durch eine Schlitzung des Gewindes und durch eine Mutter mit innerem Konus. Beim festen Andrehen der Mutter presst der Konus das Gewinde auseinander und sperrt so die Mutter selbsttätig fest. Die Kosten eines solchen eingezogenen Bolzens waren zwar höher als die des geschlagenen Niets, gestatteten aber die Erzielung der angestrebten Beschleunigung. Insgesamt wurden in den Oeffnungen 15 bis 20 45 000 Stück solcher Bolzen verwendet.

Für die *Oberbauverlegung* standen nur wenig geschulte Kräfte zur Verfügung. Es kam daher von Tongern aus eine Geleise-Vorstreckmaschine System Obering. Hoch, Frankfurt a. M. (Abb. 21 und 22) zur Verwendung. Das diesem Verfahren zu Grunde liegende Prinzip besteht darin, dass das Geleise auf einem, mit entsprechenden maschinellen Hülfsmitteln ausgerüsteten Platz zu fertigen Rahmen zusammengebaut wird, diese in mehreren Lagen auf einen Vorstreckzug verladen und, die Vorstreckmaschine voraus, zur Bauspitze gefahren werden, wo ihre Verlegung durch die Maschine erfolgt.

Die Hoch'sche Vorstreckmaschine besitzt eine schiefe Ebene, die auf die Höhe der einzelnen Lagen der Geleiserahmen auf dem Vorstreckzug einstellbar ist. Die Geleiserahmen werden zur schiefen Ebene vorgezogen, gleiten über diese ab, werden durch Rollen, die auf einer Kragträgerkonstruktion laufen, abgefangen und auf die um etwas mehr als halbe Stosslänge vorkragende Trägerkonstruktion gebracht. Durch von Hand bediente, am Anfang und Ende des Kragträgers befindliche Windwerke (Abb. 22), wird der Rahmen angehoben und die Rollen zurückgezogen. Der Geleisestoss hängt nun frei über der Geleisebettung auf die er durch die Winden abgelassen und mit dem vorhergehenden Stoss verlascht wird. Der Bauzug wird nun um eine Stosslänge vorgeschoben und die Verlegung des folgenden Rahmens findet in gleicher Weise statt. Die Bewegung der Rahmen auf dem Bauzug erfolgt auf angekeilten Rollen, die auf den Schienen der darunterliegenden Geleise-Rahmen laufen. Das Vorziehen geschieht von Hand, wobei durch provisorische Verlaschung die folgenden Stösse einer Geleiselage jeweils mit vorgebracht werden. Die Verladung der fertigen Geleiserahmen auf dem Zusammenbauplatz geschieht in ähnlicher Weise ebenfalls mittels einer einstellbaren schiefen Ebene. Der Zusammenbau der Stösse erfolgte in Tongern, wo als Zugkraft zum Verladen eine Baulokomotive verwendet wurde. Es wäre ähnlich denkbar das Vorziehen der Stösse sowie deren Auf- und Abwinden auf der Vorstreckmaschine durch Motoren, statt durch Menschenkraft zu betätigen.

Die verwendete Maschine hatte ein Gewicht von 38 t, die grösste Belastung des vorderen, vierachsigen Wagens betrug 7,5 t, was der Belastung durch eine normale Güterwagenachse entspricht. Das Gewicht der verlegten 18 m langen Geleisestösse mit abnormal schweren Schienen betrug 4,3 bis 4,5 t. Die Maschine lässt sich auch zum Aufnehmen verlegter Geleise verwenden, sie müsste für diesen Fall nur durch eine Aufzugvorrichtung zum Hochziehen der Rahmen über die schiefe Ebene ergänzt werden. Die im vorstehenden Fall durch die Firma Ph. Holzmann A.-G. in Frankfurt gelieferte Maschine hat sich gut bewährt. Zur Verladung kamen auf einen Bauzug in der Regel 56 Stösse zu 18 m Länge, also 1008 m Geleise. Das Abladen und Verlegen dauerte fünf Stunden, sodass mit einer Tagesleistung von 2 km verlegtem Geleise gerechnet werden konnte. Die Ersparnis, die durch Verlegen mit der Maschine erzielt wurde, betrug genau 50 %, eine Zahl, die auf Grund der an anderen Stellen unter gleichen Voraussetzungen durch von Hand vorgenommene Verlegungen festgestellt werden konnte. Es wurde ferner eine doppelt so grosse Tagesleistung wie beim Verlegen von Hand konstatiert.

*

Zum Schlusse mögen zusammenfassend nochmals die Gesamtleistungen und die dazu benötigten Bauzeiten in runden Zahlen aufgeführt werden. Die 44,5 km lange Baustrecke erforderte: 7 Mill. m³ Erdbewegung, 350 000 m³

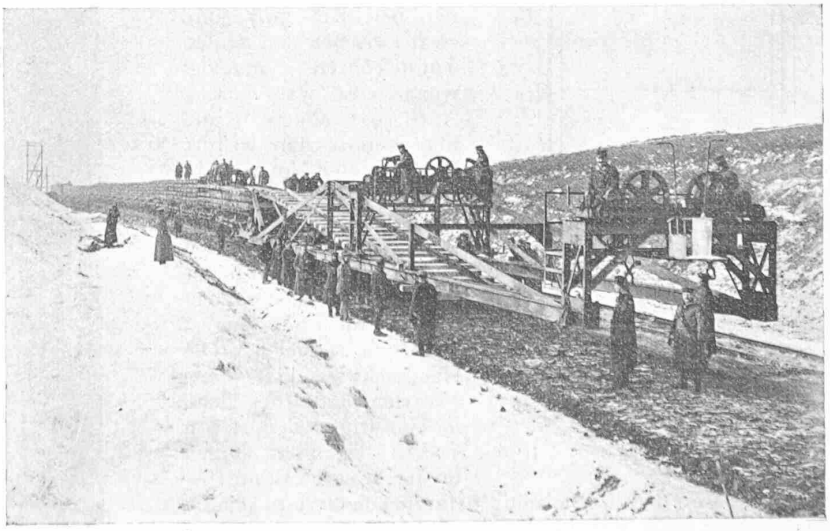

Abb. 22. Vom Bau der Hauptbahn Tongern-Aachen. Geleisevorstreckmaschine mit Bauzug.

Mauerwerksmassen, 10 000 t eiserner Ueberbauten. Zur Zeit der höchsten Kraftentfaltung, im Sommer 1916, waren gleichzeitig im Betrieb: 44 Eimerketten- und Löffel-Bagger, 190 Baulokomotiven und 4500 Förderwagen, und es wurden 12 000 Arbeitskräfte, zum grössten Teil belgischer Nationalität, beschäftigt.

Der früheste Arbeitsbeginn der Unternehmungen fiel auf Mitte März 1915, der späteste auf Anfang Juni 1916. Im Mittel kann gesagt werden, dass die Arbeiten nicht vor August 1915 auf der ganzen Strecke in Fluss kamen. Vertraglich wurden die Unternehmer bei hohen Konventionalstrafen auf eine Fertigstellung der Unterbauarbeiten auf den 15. Dezember 1916 verpflichtet. Die Einhaltung dieses Termins war aber trotz aller Anstrengungen nicht möglich. Aber schon Ende Januar 1917 stand das Planum wenigstens für das eine durchgehende Geleise auf der ganzen Strecke zur Verfügung und am 16. Februar 1917, also nach etwa 18 ½ Monaten Bauzeit, fuhr der erste fahrplanmässige Zug von Tongern nach Aachen. Einen Monat später konnte bis auf das Teilstück Bitsingen-Visé, das durch die Schüttung der hohen Dämme im Maastal zurückgeblieben war, und bis auf die zweite Röhre des Vörstunnels, der zweigeleisige Betrieb aufgenommen werden. Das Teilstück Bitsingen-Visé war Mitte Mai, der zweite Vörstunnel Ende Dezember 1917 ebenfalls zur Aufnahme des zweigeleisigen Betriebes bereit, der am 6. Januar 1918 auf der ganzen Strecke durchgehend einsetzte.

Durch die Verkehrsverhältnisse schon seit Jahren ein dringendes Bedürfnis, durch den Krieg aber erst zu spontaner Durchführung gebracht, zeigt dieser Bahnbau, in welchem Masse es mit straffer Bauorganisation nach dem heutigen Stand der Technik möglich ist, unter Ausschaltung allzu grosser Rücksichten auf die Wirtschaftlichkeit einerseits, dagegen unter bedeutenden Erschwernissen durch Kriegsverhältnisse anderseits, die Bauzeit grosser Bahnbauten auf ein Mindestmass zu beschränken.

Theoretische Erörterungen zur Wassermessmethode von N. R. Gibson.

Zu dem unter diesem Titel auf Seite 41 dieses Bandes (23. Juli 1921) erchienenen Artikel erhalten wir von Ingenieur *Karl I. Karlsson* in Stockholm die folgende Zuschrift:

Auf den Aufsatz des Herrn Oberingenieur Dubs erlaube ich mir hiermit gegen seine Erörterungen über die Wassermessmethode Gibson folgendes einzuwenden:

Die Gibson'sche Messmethode kann nur auf den schon von *Bauersfeld* in seiner klassischen Arbeit: „Die automatische Regulierung der Turbinen" dargestellten Satz begründet sein, der besagt, *dass, um eine Aenderung der Wassergeschwindigkeit in der Rohrleitung herbeizuführen, das Zeitintegral der auftretenden Druckänderung einen ganz bestimmten, allein von dem Geschwindigkeitsunterschied abhängigen Wert haben muss.* Die Formel dafür schreibt er:

$$v_0 - v_1 = \frac{g}{\gamma L}\int_0^{t_1}(p - p_0)\,dt = \frac{g}{\gamma L}\cdot F \qquad (1)$$

wo F die schraffierte Fläche der seiner Arbeit entnommenen Abb. 1 ist. Die Weise in der sich die Schlussbewegung vollzieht, ist vollständig willkürlich und, wie wir sehen werden, auch die Schlusszeit.

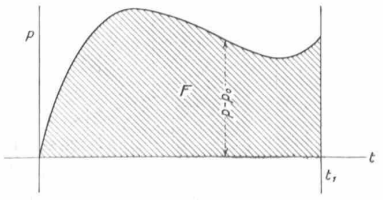

Abb. 1.

Die obige Formel ist unter Vernachlässigung der Elastizität des Wassers und der Rohrwand abgeleitet. Gleich nach beendigter Bewegung des Abschlussorganes würde dann der Druck plötzlich auf den normalen Wert abfallen und damit eine natürliche Abgrenzung der Integralfläche ergeben. Im wirklichen Falle kann von der Elastizität nicht abgesehen werden. Druckschwingungen treten ein, die mit positiven und negativen, gleich grossen Amplituden verlaufen. Abbildung 2, mit einem gewöhnlichen Indikator mit rundlaufender Trommel aufgenommen, veranschaulicht diese Schwingungen. Der Satz vom Zeitintegral gibt immer in jedem Zeitpunkt den Geschwindigkeitsunterschied, der folglich Schwingungen um den der Endstellung des Absperrorganes entsprechenden Beharrungswert vollzieht.

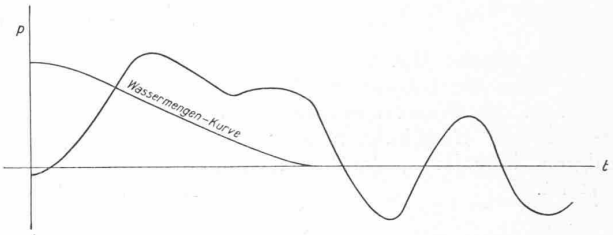

Abb. 2.

Die genaue Auswertung des Zeit-Druck-Diagrammes erfolgt mit Hilfe der Allievischen Grundgleichungen. Auf der Zeitlinie werden abgetragen die Werte

$t = 0 \quad \Theta \quad 2\Theta \quad 3\Theta \quad 4\Theta$ usw.

und die Drucksteigerungen

$\Delta y = 0 \quad \Delta y_1 \quad \Delta y_2 \quad \Delta y_3 \quad \Delta y_4$ usw.

dem Diagramm abgenommen, dann werden berechnet

$f = 0 \quad 0 \quad \Delta y_1 \quad \Delta y_1 + \Delta y_2 \quad \Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3$ usw.

$F = 0 \quad \Delta y_1 \quad \Delta y_1 + \Delta y_2 \quad \Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3 \quad \Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3 + \Delta y_4$ usw.

$F + f = 0 \quad \Delta y_1 \quad 2\Delta y_1 + \Delta y_2 \quad 2(\Delta y_1 + \Delta y_2) + \Delta y_3 \quad 2(\Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3) + \Delta y_4$ usw.

und

$$v_0 - v_1 = \frac{g}{a}\left[2(\Delta y_1 + \Delta y_2 + \Delta y_3 + \ldots \Delta y_{n-1}) + \Delta y_n\right] \qquad (2)$$

Diese Formel ist exakt, von der Reibung und der Wasserspiegelschwankungen im Wasserschloss abgesehen.

Wenn die Schlusszeit gegenüber dem Wert Θ nicht zu klein ist, kann sehr genau das rechte Glied geschrieben werden

$$\frac{g}{a}\cdot\frac{1}{\Theta}\cdot 2\cdot\left[\text{Diagrammfläche}\right]_0^{n\Theta}$$

oder, da $\Theta = \frac{2L}{a}$, $\qquad \frac{g}{L}\cdot F$

oder die Formel von Bauersfeld.

Die Genauigkeit der Messmethode hängt folglich nur von der Genauigkeit ab, mit der sich der Wert von L und die Diagrammfläche ermitteln lassen. Bei grosser Länge relativ zum Durchmesser kann der Wert von L direkt gemessen werden. Bei kurzen Rohrleitungen wäre man darauf hingewiesen Θ zu messen, a zu berechnen oder auch, nötigenfalls, zu messen, und daraus $L = \frac{1}{2}\,\Theta a$ zu bestimmen oder die Formel (2) direkt auszuwerten. Für diese indirekte Bestimmung der Konstanten der Rohrleitung (auf die jedoch hier nicht weiter eingegangen werden soll) findet man eine klare und erschöpfende Anleitung im Werke von *Camichel, Eydoux* und *Gariel:* „Etude théorique et expérimentale des coups de bélier". Es soll hier nur erwähnt werden, dass im Falle, wo die Rohrleitung in einem Turbinenkessel einmündet, die Druckwelle bei der Reflexion so verzerrt werden kann, dass die Methode scheitert. Man umgeht diese Schwierigkeit durch die ebenfalls von Gibson angegebene Methode der Messung in zwei Querschnitten der Leitung, die auf einem genau messbarem Abstand von einander liegen. Wird dann a zuerst berechnet, so folgt $\Theta' = \frac{l}{a}$ wo l der Abstand der beiden Messpunkte ist. Die zu den Zeitpunkten 0, Θ', $2\Theta'$, $3\Theta'$ usw. in den beiden Diagrammen gemessenen Drucksteigerungen seien 0, $\Delta y'_1$, $\Delta y'_2$, $\Delta y'_3$ usw. bezw. 0, 0, $\Delta y''_2$, $\Delta y''_3$, $\Delta y''_4$ usw.

Dann wird zur Zeit $t = 2n\Theta'$

$$F' + f' = 2\left[\Delta y'_2 + \Delta y'_4 + \Delta y'_6 + \ldots \Delta y'_{2n-2}\right] + \Delta y'_{2n} - 2\left[\Delta y''_3 + \Delta y''_5 + \Delta y''_7 + \ldots \Delta y''_{2n-1}\right]$$

und zur Zeit $t = (2n+1)\,\Theta'$

$$F'' + f'' = 2\left[\Delta y'_2 + \Delta y'_4 + \Delta y'_6 + \ldots \Delta y'_{2n}\right] - 2\left[\Delta y''_3 + \Delta y''_5 + \Delta y''_7 + \ldots \Delta y''_{2n-1}\right] - \Delta y''_{2n+1}$$