

# Vom Bau des "Tunnel du Rove" im Schiffahrtskanal Marseille-Rhone

Autor(en): **Andreae, C.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **83/84 (1924)**

Heft 3

PDF erstellt am: **20.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-82828>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern. Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

INHALT: Vom Bau des „Tunnel du Rove“ im Schiffahrtskanal Marseille-Rhone. — Moderne Wiener Architektur. — Die Ringfeder, ein neues Maschinenelement. Zum Energie-Export nach Frankreich. — Neue Appenzeller Strassenbrücken. — Internationale Ausstellung für moderne dekorative Kunst, Paris 1925. — Korrespondenz. —

Konkurrenzen: Sekundar-Schulhaus Uznach. Postgebäude Oerlikon. — Miscellanea: Praktikanten-Ausbildung. Die Wirtschaftlichkeit des Lastentransportes mit Pferdefuhrwerken oder Motorlastwagen. Kanalbauten in Belgien. Ein neues Stadttheater in München. Eidgenössische Technische Hochschule. — S.T.S

Band 84. Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 3.

### Vom Bau des „Tunnel du Rove“ im Schiffahrtskanal Marseille-Rhone.

In den „Annales des Ponts et Chaussées“ (1923, Heft II, März-April), beschreibt M. Mathieu die Ausführung dieses Tunnels<sup>1)</sup>, dessen allgemeine Anlage und aussergewöhnlichen Querschnittabmessungen den Lesern der „S. B. Z.“ bereits bekannt sind<sup>2)</sup>. Durch Abb. 1 bis 3 bringen wir immerhin die Situation und die charakteristischen Querprofile wieder in Erinnerung, wobei wir darauf hinweisen, dass, um eine grössere Wassertiefe zu gewinnen, die Sohle von Kote — 3,0 auf Kote — 4,0 herabgesetzt, die gesamte lichte Höhe somit auf 15,24 bzw. 15,40 m gebracht wurde<sup>3)</sup>.

Der Tunnel, als Ganzes genommen, wird nach belgischer Bauweise ausgeführt, d. h. zunächst wurde das Firstgewölbe, bezw. der Tunnelteil oberhalb der Leinpfade fertig ausgebrochen und gemauert, worauf erst der Teil unterhalb der Leinpfade in Angriff genommen wurde. Bei den Abmessungen dieses Tunnels erforderte die Kalotte natürlich ihre besondere, den Massen und übrigen Verhältnissen angepasste Bauweise. Diese ist aus Abb. 4 ersichtlich; sie erinnert an die deutsche Kernbauweise. Von den gleichzeitig vorgetriebenen Stollen 1, 2 und 3 aus erfolgte der Kalottenausbruch „ringweise“ mit Rücksicht auf die grosse Querschnittbreite von 24,0 bis 24,5 m; die Ringlänge war 6,0 m.

Die Arbeiten am 7120 m langen Tunnel begannen im März 1911. Am 18. Februar 1916 erfolgte der Durchschlag in einer Entfernung von 4708 m vom Südportal; das Firstgewölbe konnte am 2. Dezember 1922 geschlossen werden. Bis nach Kriegsende wurde ausschliesslich im oberen Teil des Profils (über den Leinpfaden) gearbeitet. Erst seit 1920 sind auch der Strossenaushub, die Wiederlagermauerung und die Sohle in Arbeit.

<sup>1)</sup> Im Auszug in Nr. 10 des „Génie Civil“ vom 8. September 1923 (vergl. „S. B. Z.“, Bd. 82, S. 209).

<sup>2)</sup> „S. B. Z.“, Band 66, S. 58 (31. Juli 1915).

<sup>3)</sup> Die Clichés zu den Abb. 2 bis 10 hat uns „Génie Civil“ frdl. zur Verfügung gestellt. Red.

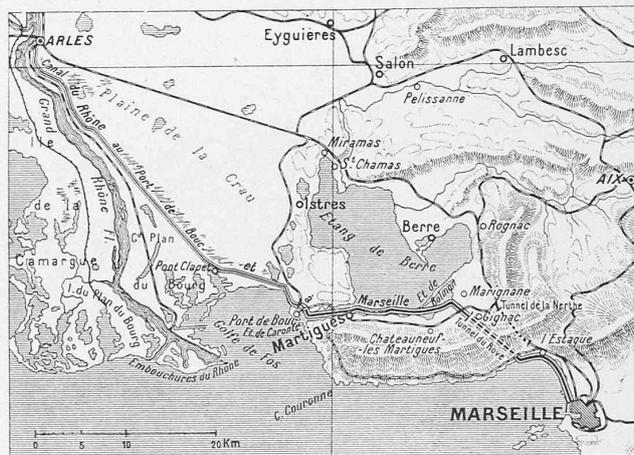


Abb. 1. Uebersichtskarte des Marseille-Rhone-Kanals. (Wiederholt aus Band 66, Seite 58.)

**Ausbruch.** Die Bohrung erfolgte ausschliesslich mit Druckluftbohrhämern, wobei in weichern Gebirgsarten Schlangenbohrer ( $\Phi$  22 mm), in härteren Hohlbohrer mit Z-Schneiden von 25 bis 32 mm Breite in Anwendung kamen. Auf einer Seite waren gleichzeitig bis 130 Hämmer in Betrieb. Betreffend Zimmerung kann auf Abb. 5 verwiesen werden. Der Vortrieb erreichte in den Stollen öfter 5,50 m in 24 Stunden. Im Mittel betrug er vor dem Kriege 1200 m im Jahr. Anfangs vorigen Jahres betrug die Förderleistung 1200 bis 1400 m<sup>3</sup> im Tag (beide Tunnelseiten zusammen). Das Ausbruchmaterial der Südseite (1,65 Mill. m<sup>3</sup>, von denen am 1. August 1923 1,4 Mill. geleistet waren), dient zu Anschüttungen der Hafengebäude von Marseille (Förderdistanz 4 bis 5 km vom Tunnelportal). Der Ausbruch der Nordseite geht in den Damm, der den Kanal durch den Etang de Bolmon begrenzt. Die Fördergeleise haben eine Spurweite von 0,75 m. Auf ihnen schleppen Dampflokomotiven Züge von 50 bis 70 Wagen von je 3 m<sup>3</sup> Inhalt durch die fertigen Strecken bis zur Verwendungsstelle des Ausbruchmaterials, während durch die Arbeits-

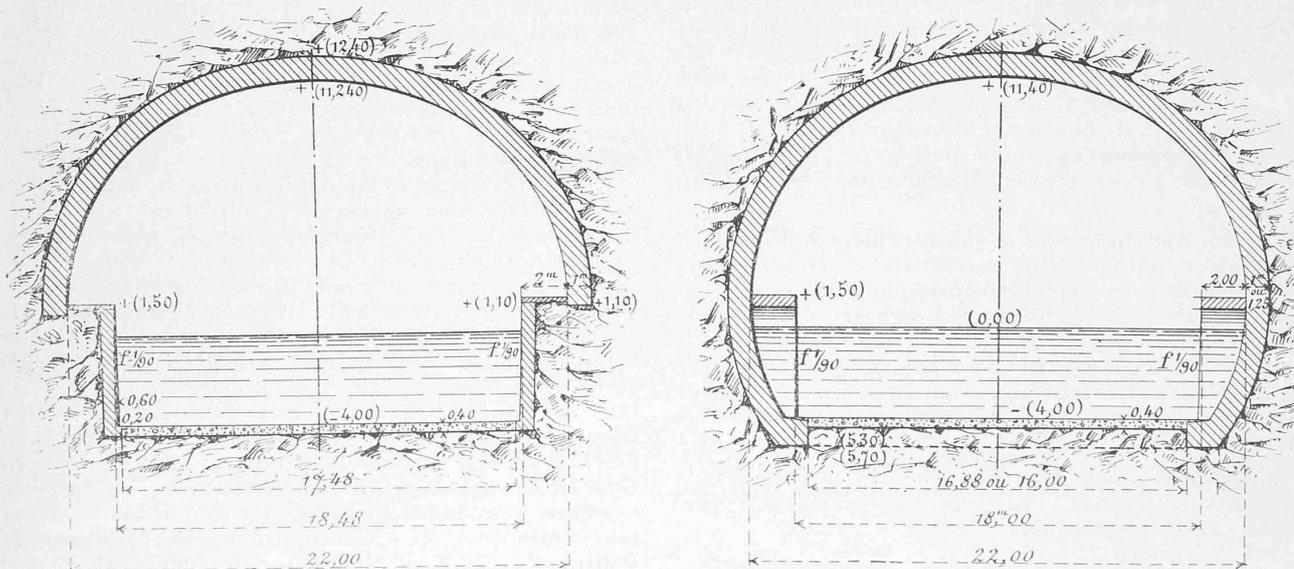


Abb. 2 und 3. Charakteristische Querprofile des „Tunnel du Rove“ des Grossschiffahrtskanals Marseille-Rhone.

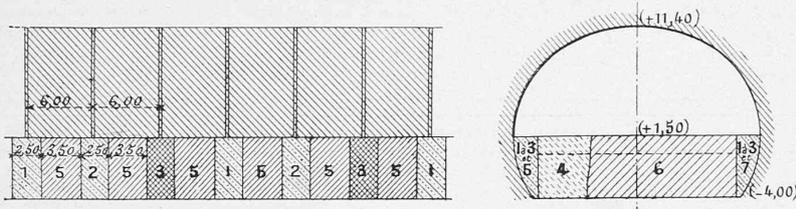


Abb. 7. Bauvorgang bei der Ausführung des unterhalb der Leinpfade gelegenen Teils.

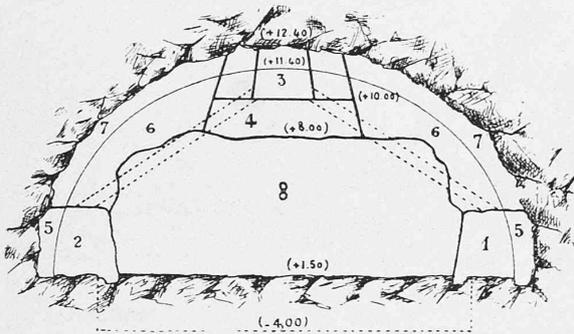


Abb. 4. Schematische Darstellung der angewandten Bauweise.

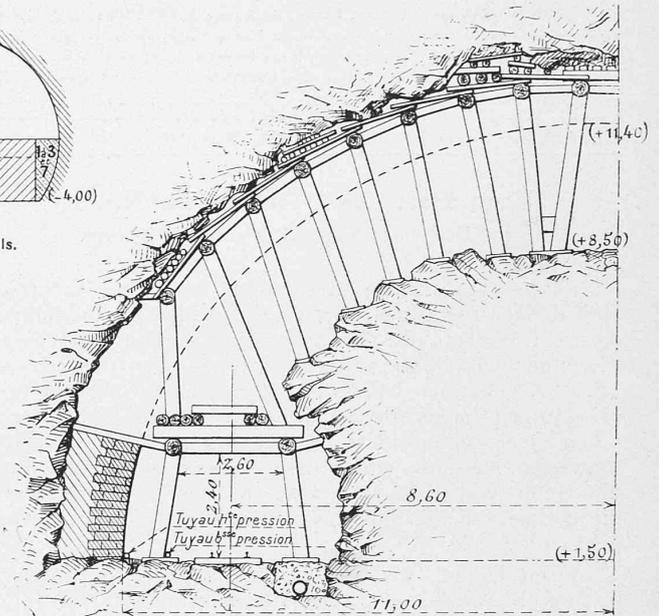


Abb. 5. Zimmerung des Tunnel-Gewölbes.

Orte Druckluftlokomotiven Züge von etwa 40 Wagen führen. Für den Betrieb der Kompressoren für Bohrung und Förderung sind auf der Südseite 2000 kW, auf der Nordseite 1000 kW installiert.

**Mauerung.** Auf der ganzen Tunnellänge ist Firstgewölbe eingezogen. In Abänderung des ursprünglichen Programmes, das eine trockene Hinterpackung des nur nach Normalprofil ausgeführten und mit einem wasserdichten Ueberzug abgedeckten Gewölbes vorsah, wurde dieses satt angemauert (auffallenderweise werden aber in den Berichten nicht die heute als technisch richtig anerkannten Erwägungen, sondern nur der dabei sich ergebende Vorteil des Unternehmers angeführt). Nur auf etwa 2 km der Nordseite, wo schlechtes Gebirge grosses Ueberprofil verursachte, fand aus Sparsamkeitsrücksichten Sattanmauerung nur auf die halbe Ringlänge statt (A in Abbildung 6, S. 29), während die andere Hälfte (B in Abbildung 6) Trockenpackung erhielt.

Gewölbestärken bis 1,0 m haben nach der in Frankreich vielfach hierfür üblichen Methode einen Vorsatzring (douelle) von Spitzsteinen von abwechselnder Tiefe (0,30 und 0,45 m), während die übrige Gewölbemauerung aus Bruchsteinmauerwerk besteht, das in Schichten mit radial geneigter Oberfläche ausgeführt wurde. Stärkere Gewölbe erhielten zwei Lagen von Spitzsteinen. Auf die Nachteile solcher unhomogener Gewölbe werden wir zurückkommen. Das Steinmaterial lieferten Kalksteinbrüche der Gegend, für die Hintermauerung zum Teil auch der Tunnel selbst. Zur Mörtelbereitung dienten Maschinensand und hydraulischer Kalk.

Nach Ausführung des in den Berichten als Widerlager bezeichneten Gewölbeteiles, der der Höhe der beiden Seiten- bzw. Kämpferstollen entspricht (Abb. 5), wurden pro 6 m-Ring fünf neunteilige, eiserne Lehrbogen von je 300 kg Gewicht aufgestellt und auf den Kalottenkern abgestützt. Die Gewölberinge blieben etwa 12 Tage auf den Lehrbogen, bei schwächeren Gewölben in guten Strecken erfolgte das Senken und Entfernen der Lehrbogen auch schon nach sieben Tagen.

Die Ausführung eines Gewölberinges erforderte:  
 für den Ausbruch des Firstbogens . . . 2 bis 3 Wochen  
 „ das Aufstellen der Lehrbogen . . . 1 „  
 „ die Mauerung . . . 3 „ 4 „

Im Ganzen somit 6 bis 8 Wochen

*Ausführung des unterhalb der Leinpfade gelegenen Teiles.* Auf der Südseite begannen diese Arbeiten im Jahre 1920, auf der Nordseite im Jahre 1922. Der leichte Typ der Abb. 2 kommt vorwiegend auf der Südseite zur Anwendung. Hier beginnt die Arbeit mit dem Ausbruch eines Sohlenschlitzes von 20 m<sup>2</sup> Querschnitt, wobei das Ausbruchmaterial von Hand in das Gefäss eines Druckluftkranes, der auf Kote + 1,50 m läuft verladen und von diesem in die auf gleicher Höhe fahrenden Rollwagen verbracht wird. Die Krane erhalten ihre Betriebsdruckluft aus der selben Leitung wie die Bohrhämmer und leisten etwa 6 m<sup>3</sup> bei einem Freiluftverbrauch von etwa 200 m<sup>3</sup> pro Stunde. Es folgt die Verbreiterung dieses Schlitzes und die Mauerverkleidung desselben. Mehrere solcher Arbeitsorte sind auf eine Länge von etwa 5 km verteilt. Auf der Nordseite erfordert das Gebirge Ausführung nach Abb. 3. Ueber den Vorgang orientiert Abb. 7 (Seite 28 oben).

*Besondere Vorkommnisse während der Ausführung.* Einige Schwierigkeiten bietet in dem horizontalen Tunnel die Wasserhaltung. Entgegen den geologischen Voraussagen wurden Quellen angeschlagen, besonders bei Km. 3 ab Südportal im östlichen Stollen, wo eine etwa 100 m lange stark wasserführende Zone angeschlagen wurde, die ein Durchkommen nur nach längere Zeit durchgeführten Injektionen gestattete. Dabei gaben die Einspritzungen mit hydraulischem Kalk bessere Ergebnisse als solche mit Portlandzement. Die Ableitung des Wassers erfolgt mittels einer Reihe von Pumpen, die ganz beträchtliche Energiemengen verbrauchen.

Wie bei einem so breiten Ausbruchprofil kaum anders zu erwarten, traten an einigen Stellen Bewegungserscheinungen auf. Etwa 620 m ab Nordportal erfolgte in oberen Aptien sogar ein Einsturz, wobei eine „Glocke“ gebildet wurde, deren Hohlraum ausserhalb des Tunnelprofiles etwa 400 m<sup>3</sup> betrug. An beiden Enden der gefährdeten Stelle wurde die First durch Quermauern, in denen eine Verkehrsöffnung ausgespart blieb, abgestützt (Abb. 8) und deren Zwischenraum mit Ausbruchmaterial bis über die Linie der äusseren Gewölbeleibung „versetzt“; die Ueberlagerung beträgt an dieser Stelle nur 22 m. Durch ein Sondierloch von 0,20 m  $\Phi$  konnte auf diesem nach der Gewölbeleibung abgeglichenen Versatz von Tag her eine bewehrte, gewölbte Betondecke von 0,70 m Stärke gegossen werden (Abb. 9). Nach Erstellung eines Umgehungsstollens für die Förderung auf der fester erscheinenden Ostseite (Abb. 8 und 9) wurde der übrigbleibende Hohl-

VOM BAU DES „TUNNEL DU ROVE“ IM SCHIFFAHRTSKANAL VON MARSEILLE ZUR RHONE.

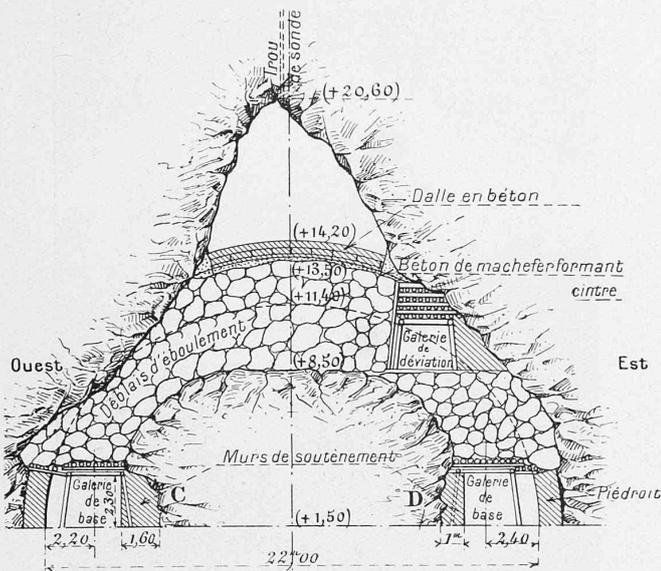


Abb. 9. Querschnitt durch den Ring Nr. 103 während der Erstellung der gewölbten bewehrten Betondecke.

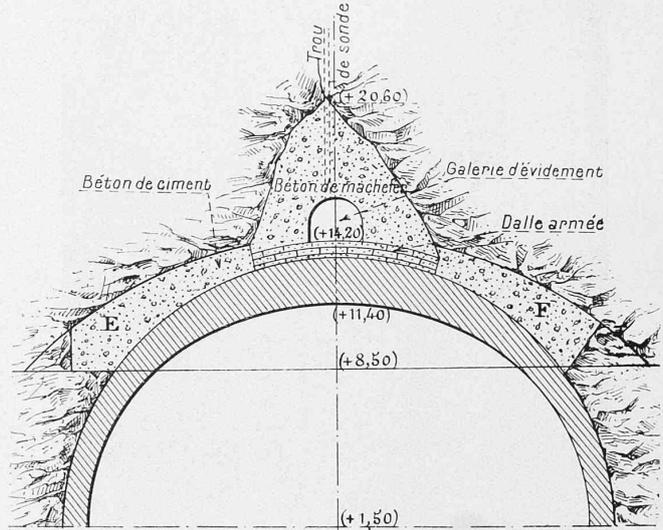


Abb. 10. Querschnitt durch den Ring Nr. 103 nach Fertigstellung des endgültigen Gewölbes.

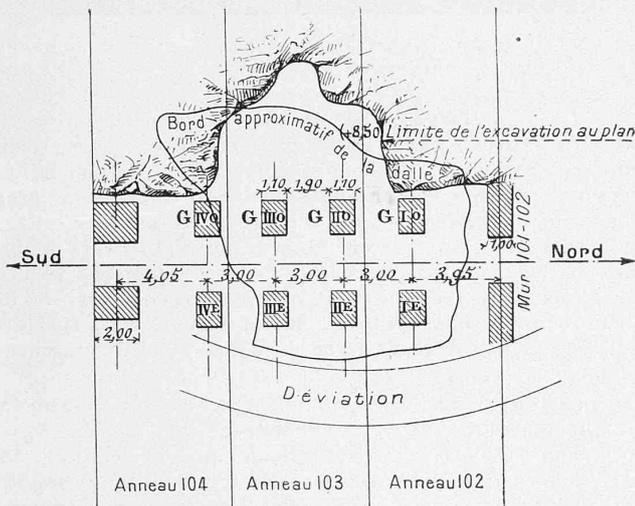


Abb. 8. Grundriss auf Kote + 3,50 der Einsturzstelle während der Erstellung des endgültigen Gewölbes.

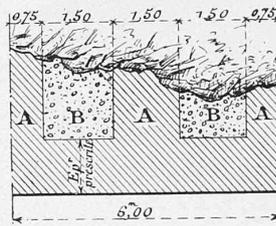


Abb. 6. Ausführung des Gewölbes an Stellen mit grossem Ueberprofil.

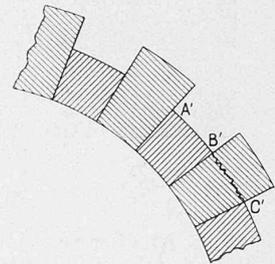


Abb. 12.

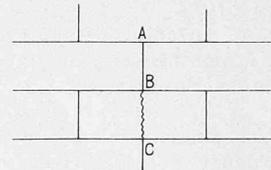


Abb. 11.

raum mit leichtem Kalkbeton, zu dem statt Kies Schlacken genommen wurden, nach Abb. 9 ausgefüllt, wobei noch zwecks besserer Druckverteilung die Kämpfer E und F (Abb. 10) zur Ausführung kamen. Unter diesem Schutz wurde das Bogenort wieder ausgebrochen und zum Schutz der Decke die Pfeiler G (Abb. 8) sukzessive eingemauert und zuletzt das Gewölbe eingezogen.

Die eingangs erwähnten Aufsätze, die wir hier in der Hauptsache im Auszuge wiedergeben, berichten über weitere Bewegungserscheinungen, die weniger Interesse bieten. Es sei nur noch ein Vorkommnis erwähnt. In der Nähe des Treffpunktes der beiden Tunnelseiten (etwa 1800 m ab Nordportal), kamen einige Firstbrüche vor. Die Sohlen-(Kämpfer-)stollen, die hier im Jahre 1916 aufgefahren und seither nicht unterhalten worden waren, waren bis 1920 teilweise eingestürzt. Starker Druck, der auf 30 t/m<sup>2</sup> geschätzt wurde, erschwerte die Ausführung des Gewölbes. Dabei litten auch bereits ausgeführte Gewölberinge; es traten Risse auf in der Sichtfläche der Vorsatzsteine (BC in Abb. 11) in der Verlängerung der Stossfugen, sowie in den Stossflächen (B'C' Abb. 12) der Binder in der Tiefe der Läuferschwänze. Bei der Rekonstruktion zeigte sich, dass diese Risse im Gewölbe ungleichmässig verteilt

waren; sie traten besonders häufig im Scheitel und in der Nähe der Bruchfuge auf. Auch ihre Richtung war nicht regelmässig; insbesondere zeigten sich keine durchgehenden Risse. Sie hörten stets an der Berührungstelle des Vorsatzringes mit dem Bruchsteinmauerwerk, das intakt geblieben, auf. Dieses war offenbar dank seinen grösseren Fugen und dem grösseren Prozentsatz an Mörtel elastischer, bezw. plastischer, wodurch der Gewölbeteil aus Spitzstein entsprechend stärker beansprucht wurde. Das dürfte wohl zu Ungunsten der geschilderten Ausführungsweise des Verkleidungsprofils aus verschiedenartigem Mauerwerk sprechen. In den Widerlagern traten ähnliche Erscheinungen auf.

**Kosten.** Der Voranschlag lautete auf 45,5 Mill. Fr. Der Krieg, die Vertiefung der Sohle um 1 m, sowie die unerwarteten Schwierigkeiten führten jedoch zu Vertragsänderungen<sup>1)</sup>, durch die zur Zeit des Berichtes von Ing. Mathieu (Dezember 1922) die geschätzten Gesamtkosten auf 111,5 Mill. Fr. erhöht werden. Von diesen Kosten übernimmt der französische Staat nach Gesetz vom 19. Juli 1923 86,5 Millionen Franken.

Die Vollendung des Tunnels und seiner Voreinschnitte ist auf Oktober 1925 vorgesehen. Seit 1922 wird auch wieder an dem nördlich am Tunnel anschliessenden Einschnitt von Gignac und am Becken von Marignane gearbeitet, sowie am Kanalstück, das den Etang de Bolmon mit dem Tunnel verbindet.

C. Andreae.

<sup>1)</sup> Unternehmer ist der bekannte Pariser Ingenieur Léon Chagnaud.