

Die Seine-Unterfahrung durch die Linie IV der Pariser Untergrundbahn

Autor(en): **Schleich, H.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **53/54 (1909)**

Heft 23

PDF erstellt am: **24.09.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-28248>

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: Die Seine-Unterfahrung durch die Linie IV der Pariser Untergrundbahn. — Zwei Genfer Landhäuser. — Wettbewerb für eine Telskapelle in Lausanne. — Das Baubudget der Schweiz. Bundesbahnen für 1910. — Neuerungen im Antrieb elektrischer Lokomotiven bei Verwendung von Gestellmotoren. — Eidgen. Polytechnikum in Zürich. — Miscellanea: Hauenstein-Basistunnel. Eisenbahn über die Anden. Schweiz. Bundesbahnen. Das Haller-Denkmal in Bern. Drahtseilbahn von Chur auf den Mittenberg. Uferschutz am Bodensee und Rhein. Museum in Frauenfeld. Vom Bau des Sitterviadukts der Bodensee-Toggenburg-Bahn. Waldfriedhof Schaffhausen. Baudirektor

V. Stürnimann. Verband schweizerischer Eisenbahnen. Matterhornrelief von X. Imfeld. Schweiz. Technikerverband. — Konkurrenzen: Um- und Neubauten für das eidgen. Polytechnikum in Zürich. Schulhaus Emmen-Gerliswil. Welttelegraphendenkmal in Bern. — Literatur. — Vereinsnachrichten: Schweiz. Ingenieur- und Architekten-Verein. Bernischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Zürcher Ingenieur- und Architekten-Verein. Tessinischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft ehemaliger Studierender: Stellenvermittlung.
Tafel XXV: Gesamtansicht der Villa Gardy im Vallon bei Genf.

Band 54.

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

Nr. 23.

Die Seine-Unterfahrung durch die Linie IV der Pariser Untergrundbahn.

Ueber die Pariser Stadtbahnen ist in der „Schweiz. Bauzeitung“ wiederholt berichtet worden, indem über deren Vorgeschichte und die allgemeine Anlage, sowie über die Hauptlinie Nr. 1 in Band XXXIX, S. 191, und über die später ausgeführten Linien Nr. 2 bis 5 in Band XLVI, S. 287, einlässliche Mitteilungen zur Veröffentlichung gelangten. Für die betreffenden Artikel konnten die im „Génie civil“ periodisch erschienenen und von dem Chefredaktor jener Zeitschrift, Ing. A. Dumas, stammenden Darstellungen dieses Unternehmens benützt werden. Derselben Quelle verdanken wir auch die nachfolgenden Ausführungen und Bilder, sowie die Unterlagen zu unsern geometrischen Zeichnungen, die sich auf eine besonders interessante Teilstrecke der Stadtbahnlinie Nr. 4 beziehen.

Von dem im Uebersichtsplane¹⁾ des Pariser Stadtbahnnetzes enthaltenen Linien sind die in west-östlicher Richtung verlaufenden Bahnstrecken Nr. 1 bis 3 seit April

fahrend. Das südliche Teilstück vom Carrefour de l'Odéon bis zur Porte d'Orléans wurde im Jahre 1904, das nördliche 1905 in Angriff genommen und die Strecke von der Porte de Clignancourt bis Châtelet im April 1908 eröffnet.

Das im nachfolgenden zu beschreibende Bahnstück zwischen den Stationen Châtelet und Carrefour de l'Odéon bildet das siebente Bauos der Linie Nr. 4 und umfasst die Unterfahrung der beiden Seinearme, sowie der Cité und der beidseitig angrenzenden Uferstrecken. In Abbildung 1 ist der Lageplan und das Längenprofil dieses Teilstückes dargestellt, wobei zu bemerken ist, dass die ursprünglich projektierte, westlicher gelegene Linienführung von der ausgeführten beträchtlich abweicht. Erstere benützte die Rue du Louvre, um nachher die Seine unterhalb der Citéinsel, zwischen Pont neuf und Pont des arts zu durchkreuzen und sich gegen eine geplante Verlängerung der Rue de Rennes zu wenden. Das neue, nach längern Verhandlungen gewählte Tracé vermied die angefochtene Unterfahrung des Palais de l'Institut und ermöglichte die Anlage einer Station „Cité“, von der aus die hervorragenden öffentlichen Gebäude dieses ältesten Stadtteiles leichter

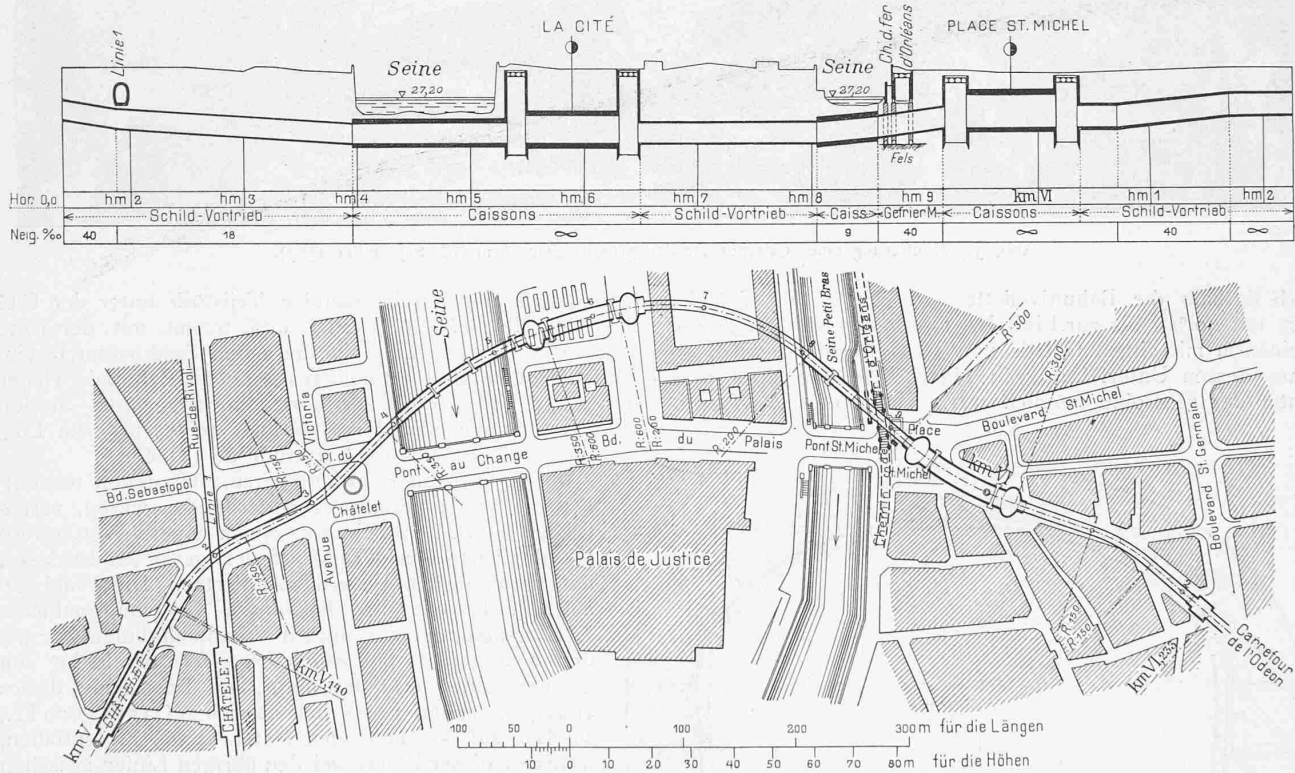


Abb. 1. Lageplan und Längenprofil des 7. Bauos der Pariser Stadtbahnlinie Nr. 4. — Masstab: Längen 1 : 6000, Höhen 1 : 1700.

1906 im Betrieb, während zu dieser Zeit unter den von Norden nach Süden sich erstreckenden Linien noch keine vollständig beendet war. Diese Lücke im Bahnnetz war deshalb besonders empfindlich, weil sie den bedeutenden Transversalverkehr zwischen den beiden Seineufern lähmte, da die betriebenen Strecken nur an ihren Endpunkten unter einander in Verbindung standen. Die 11,2 km lange, ganz unterirdisch angelegte Linie Nr. 4 ist an die kleine Gürtelbahn angeschlossen und erstreckt sich von der Porte de Clignancourt bis zur Porte d'Orléans, in ihrem Verlaufe die andern Linienzüge der Stadtbahn und die Seine unter-

erreichbar sind. Ausser dieser Stationsanlage wurde auf dem linken Seineufer noch eine Station „Place St-Michel“ zur Ausführung gebracht. Die nahezu im Halbkreis geführt Bahnlinie enthält bei der Place du Châtelet einen kleinsten Krümmungshalbmesser von 150 m; die Tunnelstrecke unter dem grossen Seinearm liegt in einem Kreisbogen von 350 m Radius, während die Unterfahrung des kleinen Arms in gerader Linie erfolgte. Für die Ausgestaltung des Längenprofils waren die Tiefenlagen der im Anfang des Loses zu unterfahrenden Hauptlinie Nr. 1 und der am linksseitigen Ufer des kleinen Seinearms gelegenen Orléansbahn, sowie die beiden Flusssohlen massgebend. Es senkt

¹⁾ Band XLVI, Seite 287.

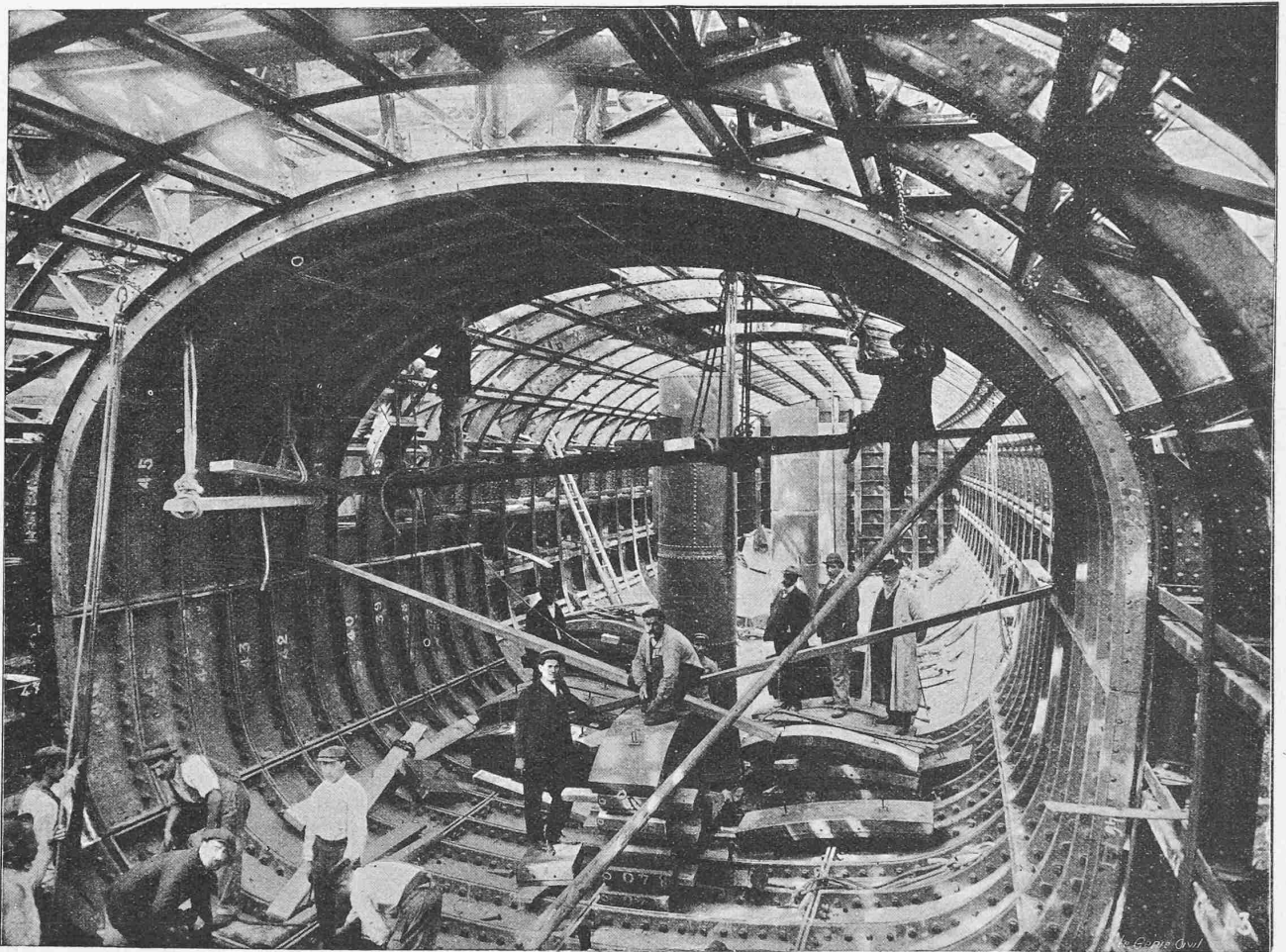


Abb. 3. Montierung eines Caissons für den grossen Seine-Arm (18. September 1905).

sich deshalb die Bahnvielfahrt von der Station Châtelet aus mit 40‰ bis zur Linie Nr. 1, von wo aus der grosse Seinearm mit einem Gefälle von 18‰ erreicht wird, so dass dessen Unterführung in einer Tiefe von etwa 9 m unter der Flusssohle möglich war. Unter diesem Wasser-

laufe, sowie im anschliessenden Teilstück unter der Cité liegt die Nivellette horizontal und nimmt mit der Kote $16,05\text{ m}$ die tiefste Lage im gesamten Stadtbahnnetz ein. Von dem Quai du Pont neuf aus steigt die Bahnlinie wieder mit 9‰ und 40‰ zur horizontal angelegten Station Place St-Michel und nachher mit 40‰ bis zum Losende bei der Station Carrefour de l'Odéon.

Die grossen Schwierigkeiten, mit denen namentlich die Seineunterführungen verbunden waren, veranlassten die Seinepräfektur zu einem engem Wettbewerb für die beste Ausführungsart des gesamten Bauloses, mit verbindlichen Uebernahmsofferten. Die Wahl fiel auf ein Projekt des bekannten Grossunternehmers *L. Chagnaud*, der u. a. auch die Stadtbahnlinien Nr. 3, 7 und 8 ausgeführt und einen besondern Schild für den Tunnelvortrieb erfunden hat. Die Bausumme dieses $1092,7\text{ m}$ langen Loses beläuft sich auf 15614000 Fr. , so dass auf den laufenden Meter 14289 Fr. entfallen, während dieser Betrag bei den übrigen Linien zwischen 3000 bis 4000 Fr. schwankt. Die Vorzüge des Chagnaudschen Entwurfes gegenüber dem städtischen Vorprojekte bestehen namentlich darin, dass anstatt der für die Tunnelstrecken und Stationen vorgesehenen eisernen Zwillingsröhren von je $5,0\text{ m}$ bzw. $6,5\text{ m}$ Durchmesser ein ovaler Querschnitt gewählt wurde, der beide Geleise einfasst und dessen Normalprofil anähernd demjenigen der zweispurigen Tunnel der übrigen Linien entspricht. Im weitern konnte für die Unterführung der beiden Seinearme ein günstigeres, höher liegendes Längsprofil angenommen werden.

Das Baulos 7 der Linie Nr. 4 wurde nach drei verschiedenen Bausystemen ausgeführt. Bei den Teilstrecken von der Station Châtelet zum grossen und von

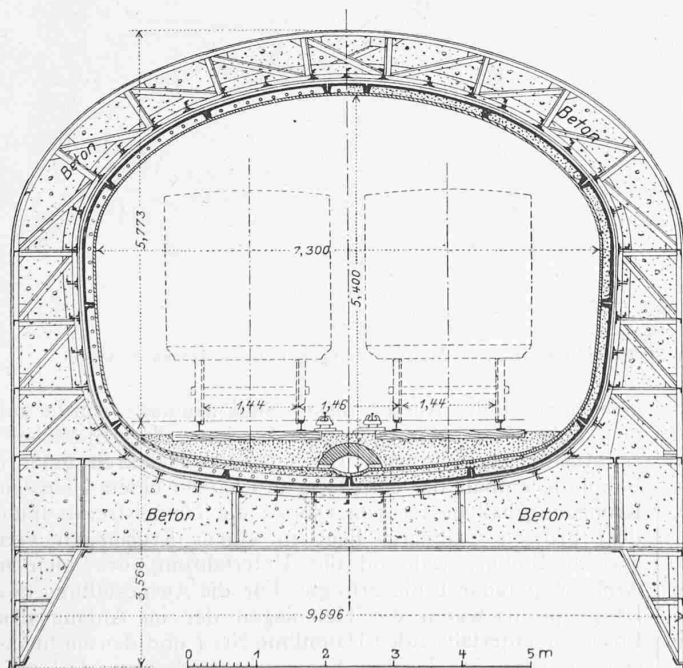


Abb. 2. Querschnitt der Caisson-Tunnelstrecke. — 1 : 100.

Die Seine-Unterfahrung durch die Linie IV der Pariser Untergrundbahn.

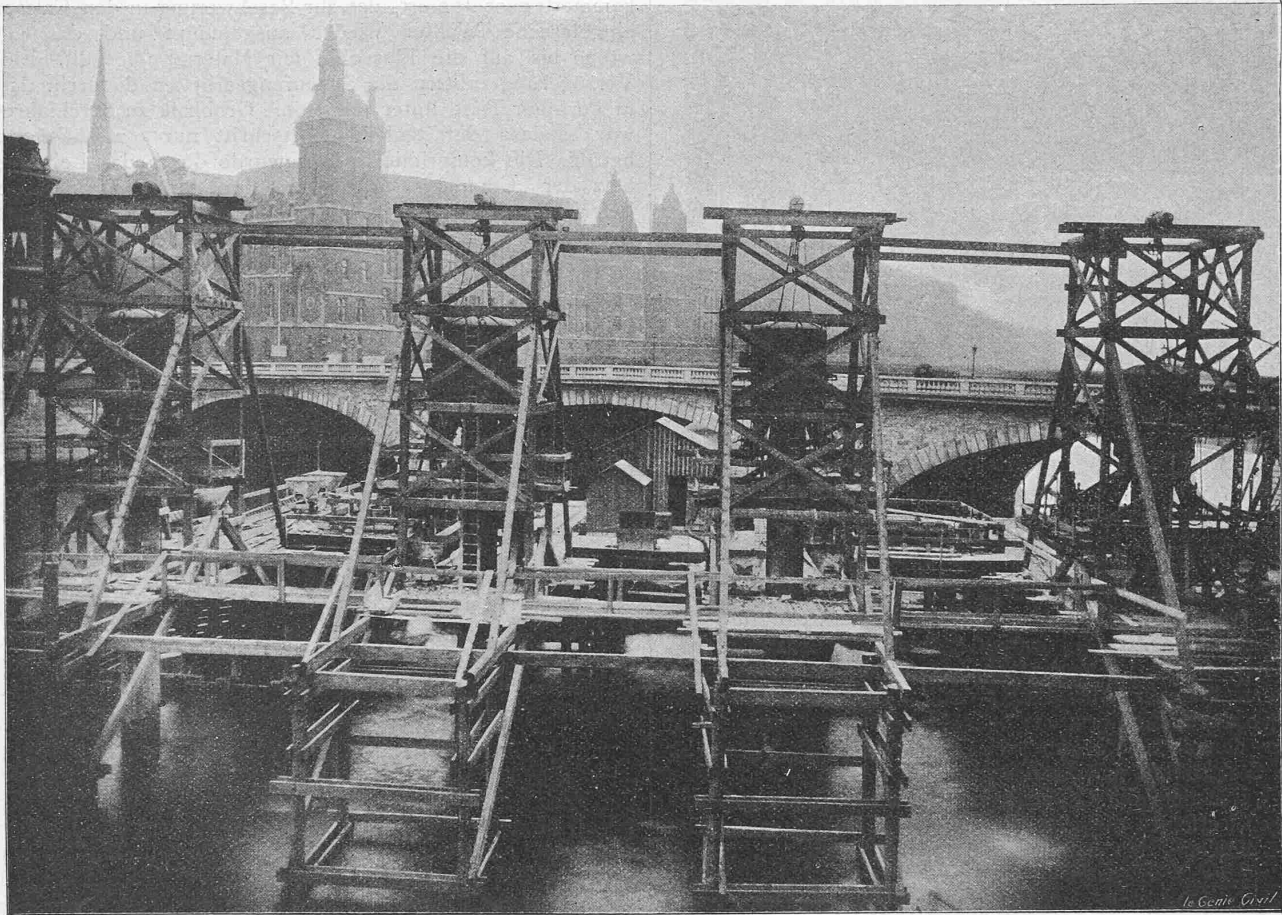


Abb. 6. Stand der Arbeiten am Seine-Caisson Nr. 1 am 6. November 1905; flussabwärts gesehen.

der Station de la Cité zum kleinen Seinearm, sowie von der Station Place St-Michel bis zum Losende fand der *Schildvortrieb* mittelst komprimierter Luft Anwendung. An die Stelle der bis zum Jahre 1905 benützten Halbschilde, die bei grossen Anschaffungskosten nicht in jedem Terrain zu gebrauchen waren, traten die das ganze Lichtraumprofil ausfüllenden Ganzschilde. Zur Unterfahrung der beiden Seinearme und für die beiden Zwischenstationen wurden unter Druckluft versenkte *Caissons* eingebaut und zwar im grossen Seinearm drei gekrümmte Stücke von 36,0 m, 38,4 m und 43,2 m Länge, im kleinen Arm zwei gerade Stücke von je 19,8 m Länge. Die Stationen bestehen aus drei Caissons, von denen der mittlere die eigentliche Station bildet, während seitliche Schächte als Ein- und Ausgänge dienen. Endlich wurde die von der Orléansbahn überfahrene Strecke zwischen dem kleinen Seinearm und der Station Place St-Michel mit Hilfe des *Gefrierverfahrens* ausgeführt.

Der Tunnelquerschnitt unter den beiden Flussarmen besteht nach den Abbildungen 2 und 3 aus einer innern gusseisernen Röhre und einem äussern fachwerkförmigen, mit Beton auszufüllenden Eisengerippe, das sich auf die Arbeitskammer für den Luftdruckbetrieb stützt. Bei den mittelst Schildvortrieb und dem Gefrierverfahren ausgeführten Tunnelstrecken genügte eine gusseiserne Röhre ohne besondere Verstärkung. Die lichte Weite dieses Tunnelprofils beträgt 7,3 m, die Lichthöhe 5,4 m gegenüber den gleichbedeutenden Ausmassen von 7,1 m und 5,2 m der gemauerten

Tunnels. Seine 0,6 m breiten und 1,82 m langen gusseisernen Gewölbstücke sind 0,04 m dick und durch 0,16 m hohe Rippen begrenzt, die zusammenschraubt wurden. Zur Dichtung der Zwischenräume verwendete man kreosotierte Holzstücke, während der 0,12 m breite Raum innerhalb der Rippen ausbetoniert und mit einem 0,03 m starken Portlandzementüberzuge versehen ist. Die 1,2 m von einander entfernten Träger der Armierung sind auch in der Längsrichtung versteift, sie bestehen aus Blechen und Winkelleisen. Bei einer Gesamthöhe dieser Caissons von 9,05 m beträgt die totale Breite 9,60 m; die Arbeitskammern sind wie gewöhnlich 1,8 m hoch. Die Seitenwände wurden gänzlich und die Längswände bis auf 1,0 m über die Kämpferlinien mit Blech eingedeckt, um den Wassertransport zu ermöglichen.

Die Montierung der Caissons geschah auf dem rechten Seineufer, unmittelbar unter der Solferinobrücke. Von da aus wurden sie seitlich in die Seine geschoben und mittelst

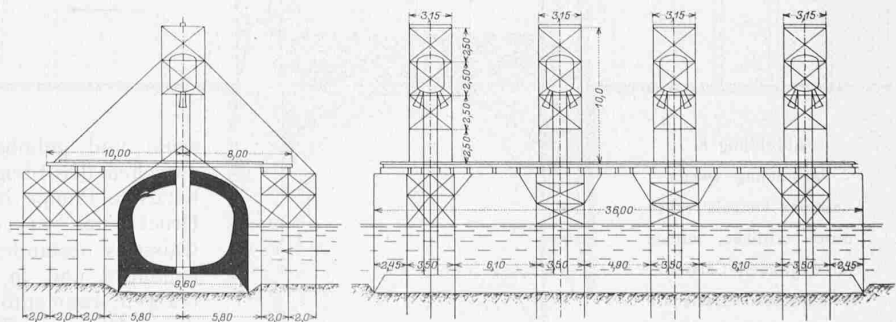


Abb. 5. Gerüst-Schema für die Versenkung der Seine-Caissons. — Masstab 1 : 500.

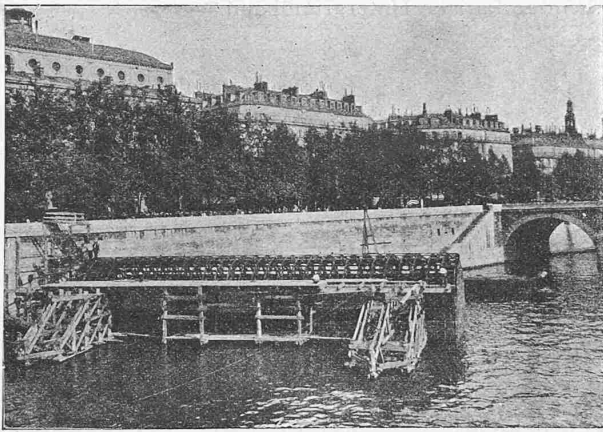


Abb. 4. Caisson Nr. 1 vor der Versenkung (2. Sept. 1909).

zwei Schleppschiffe aufwärts nach ihren Bestimmungsorten geflösst, wo die Versenkungsarbeiten im grossen Seinearm vom Oktober 1905 bis November 1906, im kleinen Arm vom November 1906 bis April 1907 vor sich gingen. Zu diesem Zwecke wurden die Flusssohlen vorerst bis auf 5 m unter dem Mittelwasser horizontal ausgebagert und auf der andern Seite dieser Ausgrabung zur Sicherung der Caissons eine Anzahl von Leitpfählen eingeschlagen (Abbildung 4), die nachher einen Bestandteil der Montiergerüste bildeten (Abbildung 5 und 6). Die auf den letztern angeordnete Plattform ermöglichte den Materialtransport; über derselben erhoben sich turmförmige Aufbauten für die Steigröhren und Luftschleusen.

Nachdem die Caissons in die richtige Lage gebracht waren, erfolgte die Betonierung der Wände, um vorerst eine Senkung bis auf die Flusssohle zu bewirken, worauf

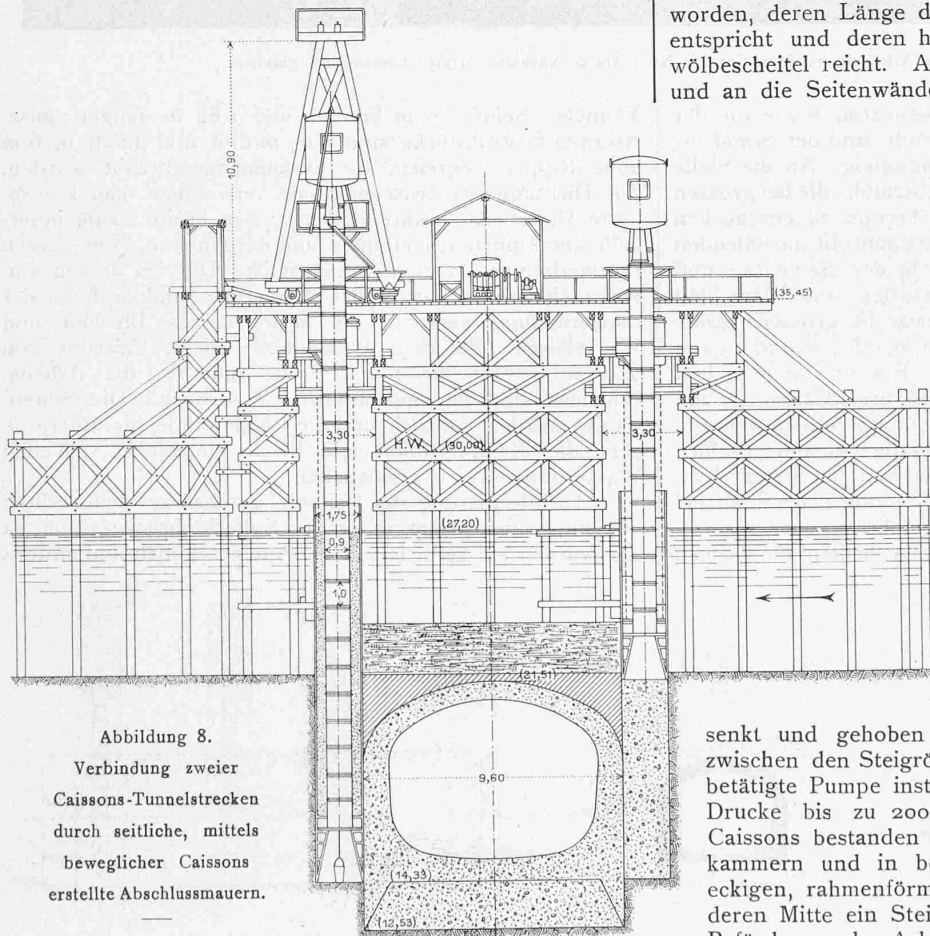


Abbildung 8.
Verbindung zweier
Caissons-Tunnelstrecken
durch seitliche, mittels
beweglicher Caissons
erstellte Abschlussmauern.

Masstab 1 : 250.

die Installationen für die pneumatische Foundation beginnen konnten. Nach plangemässer Absenkung wurden die Arbeitskammern ausbetoniert, das zur Beschwerung in den Caisson eingelassene Wasser wieder ausgepumpt und das Gewölbe bis auf die Flusssohle mit Material überfüllt. Eine Verzögerung erlitten die Abteufungsarbeiten dadurch, dass in geringer Tiefe unter der Sohle Grobkalk zu durchfahren war, sodass der tägliche Fortschritt nur 0,2 bis 0,3 m betrug. Die komprimierte Luft wurde durch das Leitungsnetz der „Compagnie parisienne de l'Air comprimé“ geliefert; der Bedarf für 24 Stunden stieg auf etwa 18 000 m³. Zur beständigen Verbindung zwischen den Arbeitskammern unter den Caissons und den Bauplätzen dienten Telephonapparate von besonderer Konstruktion.

Da die Caissons nach der Versenkung nicht ohne weiteres mit einander verbunden werden konnten, geschah die Herstellung eines ununterbrochenen Zusammenhanges nach folgendem eigenartigen, von Chagnaud vorgeschlagenen Verfahren. Zwischen je zwei Caissons wurde ein Zwischenraum von 1,5 m ausgespart und derselbe seitlich sowie oberhalb abgeschlossen, so dass in diesem hohlen Räume

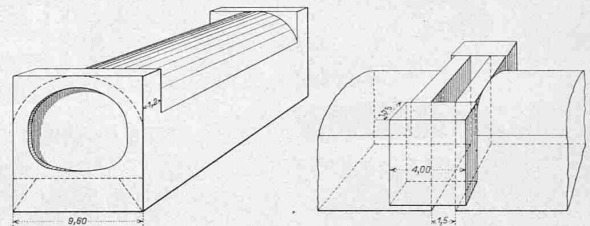


Abb. 7. Schema der seitlichen Verbindung zweier Seine-Caissons.

die Verbindung beider Caissons durch Betongewölbe erfolgen konnte. Zu diesem Zwecke sind nach Abbildung 7 schon vor der Versenkung an den Enden der Caissons schmale Betonmauern über dem Gewölberücken erstellt worden, deren Länge der äussern Caissonbreite von 9,6 m entspricht und deren horizontale Abdeckung bis zum Gewölbescheitel reicht. Anschliessend an diese Quermauern und an die Seitenwände der Caissons erheben sich Betonmauern von 4,0 m Länge und

1,75 m Dicke, die ebenfalls vermittelt Luftdruckgründung (Abbildung 8) auf eine Tiefe gebracht wurden, die der Decke der Arbeitskammern für die Tunnel-Caissons entspricht. Das obere Lager dieser Mauern liegt in derselben Ebene wie die Endmauern der Caissons, sodass dadurch eine viereckige, hohle Plattform zur Aufnahme eines weitem, nach oben abschliessenden beweglichen Caissons geschaffen wurde (Abb. 9).

Wie aus der Abbildung 8 hervorgeht, musste für die Erstellung dieser seitlichen Mauern ein besonderes Gerüst errichtet werden, das eine Plattform trägt, von der aus die beiden beweglichen Seiten-Caissons mittelst vier durch Wasserdruck angetriebener Schrauben gesenkt und gehoben werden konnten. Es war hierfür zwischen den Steigröhren eine durch einen Elektromotor betriebene Pumpe installiert, die das Wasser unter einem Drucke bis zu 200 kg/cm² lieferte. Die beweglichen Caissons bestanden aus einer Reihe über den Arbeitskammern und in beliebiger Höhe aufgesetzten, rechteckigen, rahmenförmigen Stücken von 1,0 m Höhe, in deren Mitte ein Steigrohr von 0,9 m Durchmesser zur Beförderung der Arbeiter und Materialien eingebaut war.

Die Seine-Unterfahrung durch die Linie IV der Pariser Untergrundbahn.

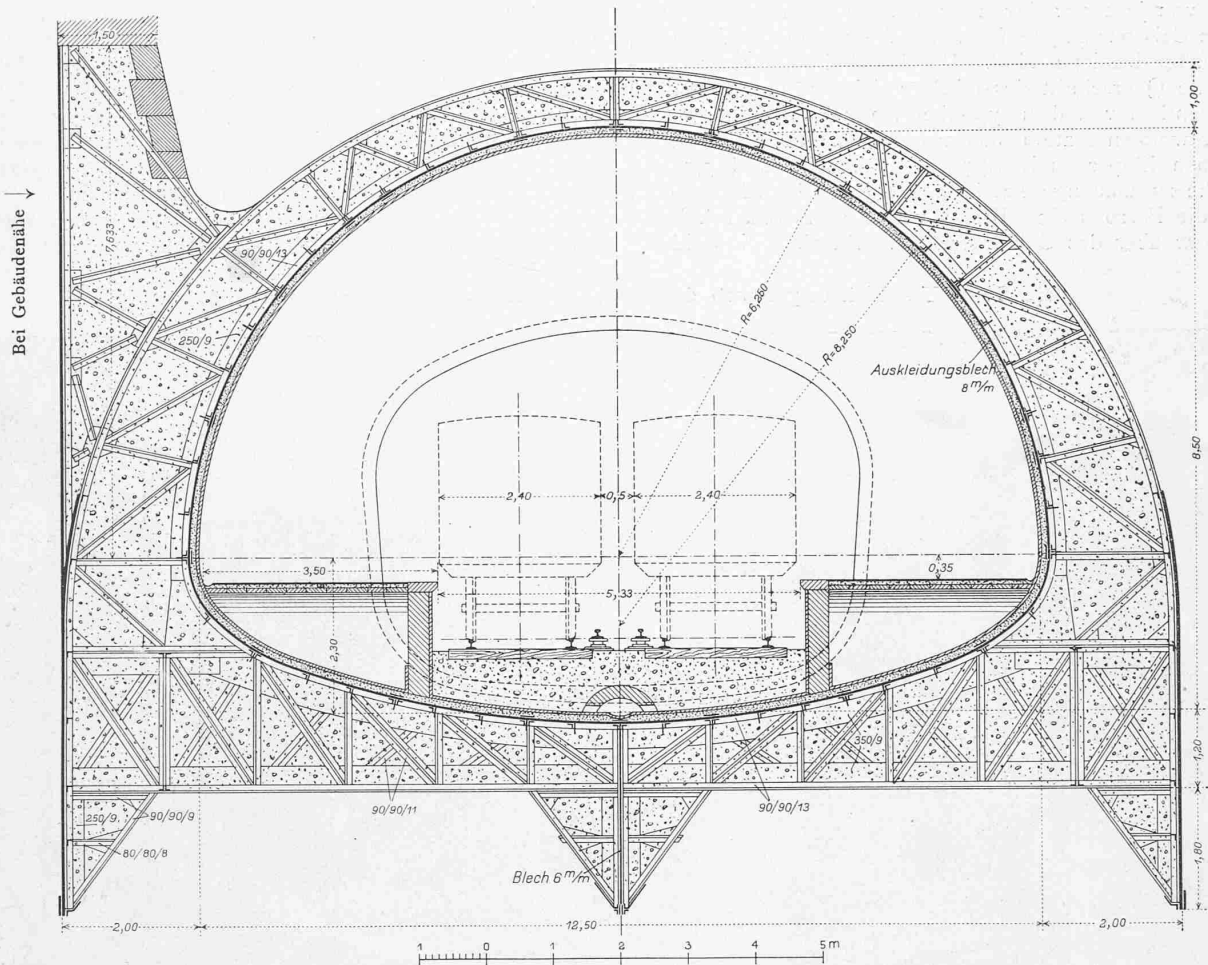


Abb. 10. Querschnitt durch einen der 16,5 m breiten und 66 m langen Caissons für die Stationstrecken. — 1 : 100.

Zur Erleichterung des Eindringens wurde der Zwischenraum ausserhalb des Steigrohres mit Sand ausgefüllt. Sobald die Caissonschnede die plangemässe Tiefe erreicht hatte und nach Beseitigung des Sandballastes begann die Betonierung der Mauer mit sukzessiver Hebung des Caissons. Bei diesem Verfahren war letzterer mehrmals zu benützen, da alle Teile demontiert werden konnten.

Nach Vollendung der Seitenmauern wurde der in Abbildung 9 dargestellte Caisson von 11,0 m Länge und 3,0 m Breite so auf die vier Abschlussmauern gesetzt, dass die Schneiden der Arbeitskammer ungefähr auf den Mauermitten ruhten. Hierbei erfolgte die Abdichtung durch Moos, das in wasserdichte Leinwanddecken gewickelt wurde, sodass zylindrische Dichtungskörper von 0,3 m Durchmesser entstanden, auf die sich der Caissondruck von etwa 30 t mittelst eines breiten, umgekehrten \square -Eisens übertrug. Hierauf konnte das im Caisson befindliche Wasser ausgepumpt werden, wodurch die Belastung der \square -förmigen „Schneide“ bis auf 1,5 at anstieg und in dieser Weise nun eine vollständige Wasserdichtheit zwischen Schneide- und Auflagerflächen entstand. Der zwischen den eisernen Abschlusswänden zweier Tunnelröhren befindliche Erdkern von 1,5 m Dicke wurde alsdann in gewöhnlicher Luft bis in eine Tiefe abgehoben, die der innern Gewölbeleibung des Tunnels entsprach. Die verbleibende Erdmasse konnte somit als Lehrbogen für ein Betongewölbe dienen, das die Verbindung der beiden armierten Tunnelgewölbe herstellte und dessen Widerlager die oben beschriebenen seitlichen Mauern bildeten. Nach gänzlichem Abbruch der provisorischen Abschlusswände und Aushebung des Erdkörpers bis zum Fundamente der seitlichen Mauern war es möglich, auch die Sohle des Zwischenstückes herzustellen, wobei auf eine

innige Verbindung des alten und des neuen Betons grosse Sorgfalt gelegt wurde. Die Vereinigung der drei Tunnelcaissons für den grossen Seinearm erfolgte vom Juli bis Dezember 1907. Die beweglichen Caissons wurden auch beim Anschlusse des dritten Tunnelcaissons an die Citéstation verwendet, während die andern Uferanschlüsse ohne besondere Schwierigkeiten mittelst Betonabdichtungen unterhalb der Quaimauern bewerkstelligt werden konnten.

Obgleich die beiden Zwischenstationen der „Cité“ und der „Place St-Michel“ in festen Boden eingebaut werden konnten, fand auch hier wegen der Durchsickerung des Seinewassers eine ähnliche Bauweise Anwendung wie bei den Flussunterfahrungen. Die Stationslänge wurde zu 116 m angenommen, während sie bei den andern Linien nur 75 m beträgt. Wie bereits früher erwähnt, wurden deshalb (vergl. Lageplan) drei pneumatisch versenkte Caissons vorgesehen, von denen der mittlere mit 66,0 m Länge die

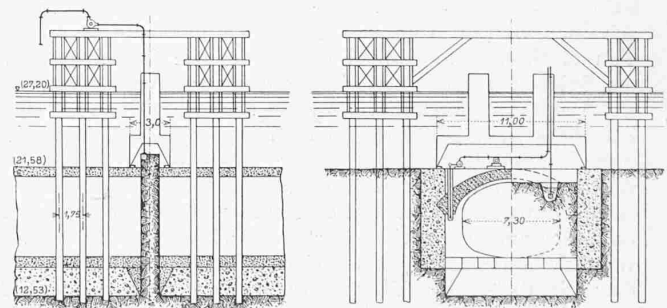


Abb. 9. Schema der obren Verbindung zweier Seine-Caissons.

eigentliche Station bildet und einen ähnlichen Querschnitt erhielt wie diejenigen der Seineunterfahrungen. In Abständen von je 1,5 m wurden die seitlichen schachtförmigen Caissons abgeteuft, die zur Aufnahme der Treppen und Aufzüge bestimmt sind. Der in Abbildung 10 veranschaulichte Querschnitt des mittlern Caissons unterscheidet sich wesentlich von dem typischen Normalprofil einer ganz massiv gewölbten Station, das aus zwei aneinander stossenden halben Ellipsen mit 14,74 m Lichtweite und 5,7 m Lichthöhe zusammengesetzt ist¹⁾. Bei jener Anordnung erhielten die Perrons eine Breite von 4,1 m und erhoben sich 1,6 m über das Sohlengewölbe. Da aber die beiden

nachgeführte Futtermauer von 1,50 m Stärke, wie aus Abbildung 10, linke Hälfte, ersichtlich.

Diese Caissons wurden nach Abbildung 11 auf soliden Gerüsten montiert, die auf einer bis 3 m unter die Oberfläche reichenden Abgrabung ruhten. Vor der Versenkung erfolgte die Betonierung des Armierungsgewölbes, wodurch das Gewicht des Caissons, Eisen und Beton, auf 11 000 t oder 71 t auf den m Schneidenlänge stieg und das Fundament mit dem bedeutenden Druck von 30 kg/cm² belastet wurde. Nachdem die Schneiden der Arbeitskammern etwa 10 m unter den mittlern Seinewasserspiegel eingedrungen waren, fand zwischen dem Caissongewichte und dem Gegen-

Die Seine-Unterfahrung durch die Linie IV der Pariser Untergrundbahn.

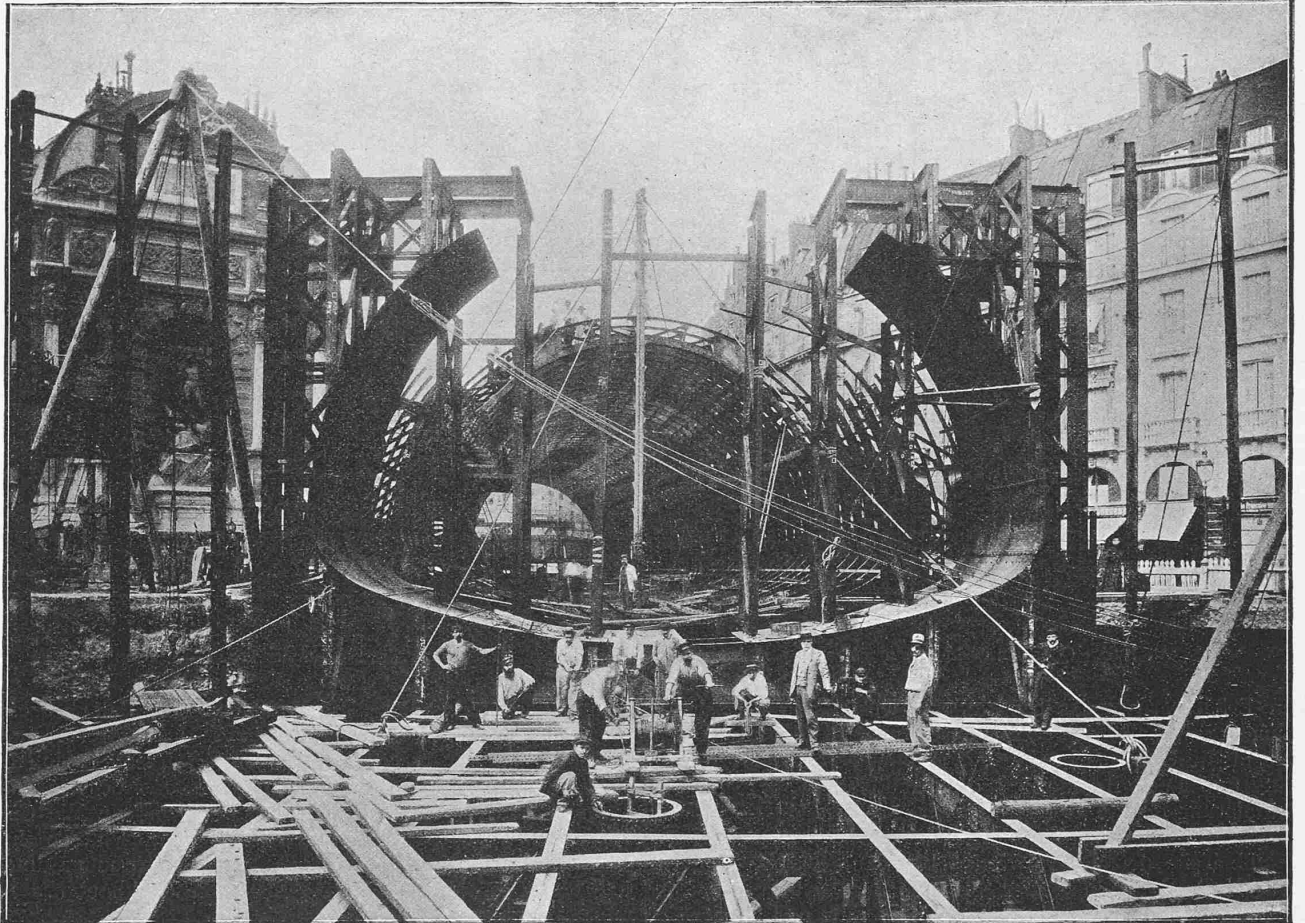


Abb. 11. Montage des Mittel-Caissons für die Station Place St. Michel, Blick stadteinwärts, gegen den Carrefour de l'Odéon.

Zwischenstationen des siebenten Bauloses bis in eine Tiefe von 19 m und 16 m unter der Strassenoberfläche dringen, wurde wegen des grossen Erddruckes das Gewölbepprofil des Mittelcaissons halbkreisförmig ausgestaltet, sodass die Kämpferlinien 0,35 m höher als die nur 3,5 m breiten Perrons liegen; der untere Teil des Profils entspricht einer halben, flachen Ellipse. Die lichte Weite dieses Querschnittes beträgt 12,5 m, seine Lichthöhe 8,5 m. Diese Tunnelröhren sind ähnlich ausgebildet wie diejenigen unter der Seine, mit dem Unterschiede, dass zwei Arbeitskammern mit Abdeckung aus gitterförmigen Trägern vorhanden sind. Zur bessern Abdichtung der Blechauskleidung erhielten diese Stationsstrecken eine innere, mit weissen Emailplatten verkleidete Betonschicht. Die Binder der eisernen Armaturen sind 1,2 m von einander entfernt und auch in der Längsrichtung versteift. Dort, wo die Tunnelröhre nahe an die Fundamente hoher Gebäude herantrat, wie bei der Place St. Michel (Km. VI, r. d. B.), erhielt der Caisson seitlich einen Fundamentansatz für eine stets bis auf Strassenhöhe

druck der komprimierten Luft ungefähr Gleichgewicht statt. Es mussten deshalb für die weitere Senkung von 1,4 m 1500 t Ballastsand in den Caisson, später noch 4500 t Erde auf das Gewölbe gebracht werden, um die plangemässe Tiefenlage zu erreichen. Die grösste Last betrug somit 17 000 t, während der Gegendruck 16 300 t nicht überstieg. Die 700 t Uebergewicht genügt zur völligen Absenkung des Caissons, trotzdem für die Ueberwindung der Reibung an den Wänden schätzungsweise 450 t gerechnet werden mussten.

Die seitlichen, elliptisch geformten Schächte besitzen in der Längsrichtung eine Lichtweite von 18,5 m, in der Querrichtung eine solche von 26,0 m (Abbildung 12). Für die Ausgrabung des Untergrundes waren drei Arbeitskammern vorgesehen, deren Scheidewände parallel der Bahnachse verlaufen; Boden und Seitenwände bestehen aus doppelten, mit Beton ausgefüllten Blechmänneln, die gitterförmig abgesteift sind. Die Decke aus I-Eisen mit eingespannten Kappengewölben vermag die schwersten Fuhrwerke der Pariserstrassen zu tragen. Zwischen dem

¹⁾ Abgebildet in Abb. 11, S. 204 von Bd. XXXIX.

Caisson und den Schächten wurden wie bei den Seine-caissons, Lücken von 1,5 m Breite gelassen, die auf verhältnismässig leichte Weise geschlossen werden konnten. Die Versenkungsarbeiten dauerten bei der Station de la Cité vom Dezember 1906 bis April 1908, bei der Station Place St-Michel vom November 1906 bis September 1907.

Es ist bereits oben angeführt worden, dass die 60 m lange Teilstrecke des siebenten Bauloses der Linie Nr. 4, zwischen dem kleinen Seinearm und der Station Place St-Michel gelegen, die schiefwinklig von der Orléansbahn gekreuzt wird, mittelst des Gefrierverfahrens zur Ausführung gelangte. Diese von Ing. Poetsch herrührende Bauweise

auf den soliden Felsgrund übertragen werden. Diese Konsolidierungsarbeiten in äusserst beschränktem Raume wurden dadurch noch ganz besonders erschwert, dass sie nur nachts während 3 1/2 Stunden ausgeführt werden durften, um den Bahnbetrieb nicht zu stören. Sie finden sich in Lageplan und Längenprofil (Abbildung 1) angedeutet. Besonders schwierig gestaltete sich das Einziehen der Eisenquerträger unter den Oberbau, die in Stücken von rund 9 m Länge und 4,5 t Gewicht eingebaut werden mussten. Die Baukosten dieser Abstützungen auf 42 m Länge der Orléansbahn allein beliefen sich auf rund 850 000 Fr.

H. Schleich.

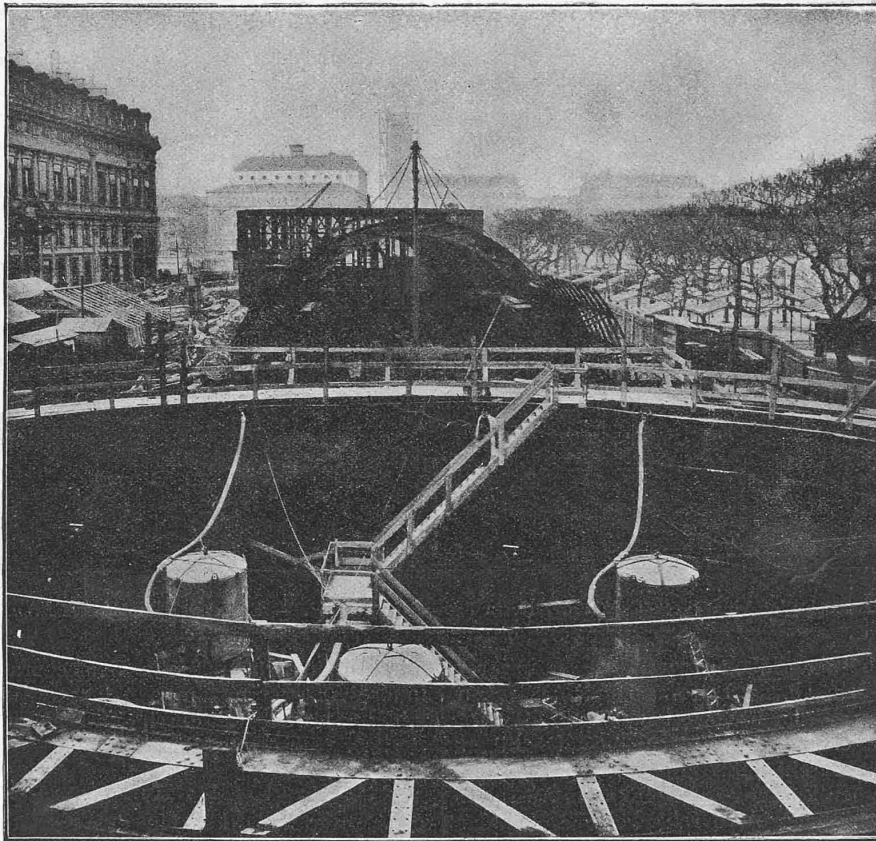


Abb. 12. Station de la Cité im Bau, vorn der eine Schacht-Caisson in Absenkung begriffen.

besteht bekanntlich darin, dass künstlich erzeugte Kälte in wasserhaltige Bodenschichten eingeführt, das Wasser zum Gefrieren bringt. Als Kältemittel dient Chlorcalciumlauge, die erst bei $-40^{\circ} C$ gefriert und die in ständigem Kreislauf durch Röhren zirkuliert, die in die wasserhaltigen Bodenschichten eingetrieben werden. Bei der Anwendung dieses Verfahrens konnten indessen etwelche Zweifel darüber entstehen, ob der zum Gefrieren gebrachte Erdkörper, der die Tunnelröhre der Stadtbahn umgab, auch ganz homogen durchgefroren sei, oder ob er noch wässerige Stellen enthalte, die später dennoch Senkungen hätten veranlassen können. Es wurde deshalb von der Orléansbahn verlangt, dass zuerst ihre 10 m höher gelegene Strecke im untern Teil ganz umgebaut und auf Fels abgestützt werde, um jede spätere Terrainbewegung unschädlich zu machen.

Zu diesem Zwecke wurden unter den Widerlagen der Orléansbahn, sowie der Quaimauer, 13 Pfeiler pneumatisch bis auf den Kalkfelsen, d. h. etwa 12 m unter Schienenhöhe abgeteufelt und darüber gemauerte Entlastungsbögen gespannt, auf denen nun die Widerlager ruhen. Hierauf erfolgte der sukzessive Abbruch des Sohlengewölbes und Oberbaues, sowie das Einziehen von neuen Eisenquerträgern, die sich auf die Entlastungsbogen stützen und deren Zwischenräume ausbetoniert wurden. Dadurch konnte die Gesamtlast dieser Strecke der Orléansbahn direkt

Zwei Genfer Landhäuser.

Erbaut von Architekt *Edmund Fatio* in Genf.
(Mit Tafel XXV.)

I. Die Villa Gardy im „Vallon“.

Das Landhaus des Herrn Gardy im „Vallon“ bei Genf ist wesentlich unter Berücksichtigung der besondern Verhältnisse der Umgebung entworfen worden; es liegt auf einem weit ausgedehnten offenen und flachen Gelände, wie unsere Tafel XXV zeigt, auf dem in der nächsten Umgebung nur spärliche Bäume stehen. Der Architekt hat

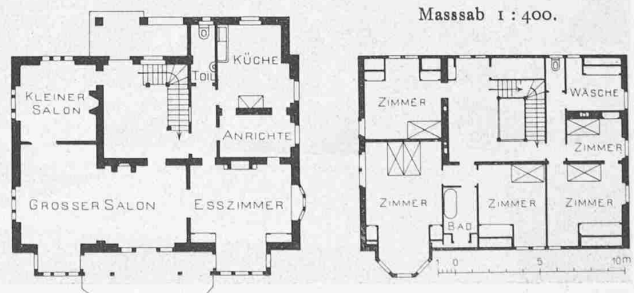


Abb. 1 u. 2. Grundrisse vom Erdgeschoss und I. Stock der Villa Gardy.