

Die Ausbildung des Maschineningenieurs

Autor(en): **[s.n.]**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **25/26 (1895)**

Heft 8

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-19296>

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 Ausbildung des Maschineningenieurs. I. — Miscellanea: Der Blackwall-Tunnel unter der Themse in London. Eine eiserne Kirche in Konstantinopel. Entwicklung des Elektromotorenbetriebes in Berlin. Elektrische Strassenbahn in Mailand. Elektrische Kocheinrichtungen. Landwirtschaftliche Ausstellung in Bern 1895. Die Schwurplatzbrücke

in Budapest. Eidg. Polytechnikum. — Nekrologie: † Kaspar Josef Jeuch. † Richard M. Hunt. — Konkurrenzen: Kornhausbrücke in Bern. Zur Erlangung von Entwürfen nebst Anerbietungen für den Bau und Betrieb eines elektrischen Bahnnetzes in Wien. — Vereinsnachrichten: Stellenvermittlung.

Die Ausbildung des Maschineningenieurs.

I.

Eine stete, seit vielen Jahren mit einer gewissen Gesetzmässigkeit wiederkehrende Klage wird sowohl in beruflichen Vereinigungen, als in der technischen Fachpresse über die Unzulänglichkeit der modernen Berufsbildung der Techniker geführt. Die Klage ist eine allgemeine und sie umfasst sämtliche Fachrichtungen des gesamten Bauwesens, d. h. die Architekten-, die Bau-Ingenieur- und Maschinen-Ingenieur-Bildung. In seltener Uebereinstimmung wird zu meist die Organisation unserer technischen Hochschulen, sowie diejenige der vorbereitenden Mittelschulen als unzulänglich und den Anforderungen der Praxis nicht entsprechend bezeichnet und es wird denselben vorgeworfen, dass sie in viel zu hohem Masse nur das abstrakte Wissen fördern, dagegen zu wenig Bedacht nehmen auf jene Anforderungen, welche das berufliche Leben an den jungen Techniker stellt. Hand in Hand mit diesen Klagen werden dann Mittel in Vorschlag gebracht, wie diesen unleidlichen Zuständen abgeholfen werden könne.

Zu den bedeutsamsten Kundgebungen dieser Art können gezählt werden die Untersuchungen, die der Verein zur Beförderung des Gewerbefleisses in Berlin im Jahre 1879 veranlasste und worüber ein umfangreicher Bericht erschienen ist, ferner die Enquete des Vereins deutscher Ingenieure, deren Ergebnisse von Professor Ludwig in Berlin in einem gedruckten Berichte zusammengefasst wurden, endlich die Verhandlungen des Verbandes deutscher Architekten- und Ingenieur-Vereine an der XI. Wanderversammlung vom August letzten Jahres in Strassburg i. E.

Während die beiden erstgenannten Kundgebungen sich auf das Maschinenbaufach beschränkten, betrafen die Verhandlungen der Strassburger Versammlung, wie es bei der Zusammensetzung des genannten Verbandes nicht anders zu erwarten war, vornehmlich das Baufach. Die Referenten, Professor Barkhausen aus Hannover und Oberingenieur Lauter aus Frankfurt a. M., legten in ihren Ausführungen übereinstimmend grosses Gewicht darauf, dass schon während der Studienzeit stete Bezugnahme auf die Erfordernisse der Praxis genommen werde. Der Letztgenannte ging noch weiter, indem er den Lehrstoff der theoretischen Grundlagen auf die für das Sonderstudium des Bau-faches erforderlichen Hilfswissenschaften beschränken und das Studium der reinen Wissenschaft in eine besondere Fachschule verweisen wollte. Bekanntlich ist dies, allerdings nicht in dem gewünschten Masse, bereits an einigen technischen Hochschulen, u. a. auch in Zürich, eingeführt.

Grosse Beachtung verdient u. a. auch der Vorschlag des Herrn Lauter, die Stellung der Lehrer an den technischen Hochschulen derart zu gestalten, dass denselben Zeit und Gelegenheit geboten werde, selbst Bauten zu entwerfen und deren Ausführung unter eigener Verantwortlichkeit zu leiten. Es ist dies unbedingt das beste Mittel, um die Schule in steter Berührung mit der Praxis zu halten und was für das Hochbaufach zutrifft, sollte auch bei den andern Fachrichtungen mit Erfolg durchführbar sein. Nicht nur an auswärtigen technischen Hochschulen, sondern namentlich auch in Zürich ist seit Sempers Zeiten die Stellung der Professoren an der Bauschule derart gewesen, dass sie sich in der Baupraxis bethätigen konnten und der Unterricht hat darunter nicht gelitten, sondern nur gewonnen.¹⁾

¹⁾ In einem sonderbaren Kontrast mit dieser in Fachkreisen allgemein als richtig erkannten Anschauung steht die Ansicht einzelner Mitglieder der Aufsichtsbehörde der Zürcher Kunstgewerbeschule, welche einem ihrer hervorragendsten Lehrer geradezu *verboten* wollte, sich praktisch zu bethätigen. Dabei wird aber von der nämlichen Seite stets über zu wenig Föhlung mit der Praxis geklagt.

Um auf das Gebiet des Maschinenbaues zurückzukehren, wollen wir daran erinnern, dass auch der Verein Schweiz. Maschinenindustrieller und die Gesellschaft ehemaliger Polytechniker sich mit der Frage der Heranbildung tüchtiger Maschinen-Ingenieure befasst haben. Es wurde in den betreffenden Verhandlungen auch die Errichtung von Lehrwerkstätten besprochen und in dem bezüglichen Referate, das der Verfasser dieser Zeilen an der 17. Generalversammlung der G. e. P. vom 28. Juni 1885 in Luzern hielt, wurde u. a. wörtlich gesagt¹⁾:

„Es muss als ein Gebot der Selbsterhaltung betrachtet werden, dass die *Maschinenfabriken* den praktischen Unterricht auf rationelle Weise *regeln*. Dies würde am einfachsten und leichtesten durch gut eingerichtete, mit grösseren Etablissements in Verbindung stehende Lehrwerkstätten für angehende Maschineningenieure geschehen können, an welchen junge Techniker eine umfassende praktische Ausbildung finden würden. Die Ausgaben, die Mühe und Arbeit, welche damit verbunden wären, würden sich reichlich wieder einbringen lassen durch die Hebung, welche die Maschinenindustrie hiedurch erhalten würde.“

Dass wir mit dieser Anschauung nicht allein stehen, wird sich im Verlauf dieses Artikels zeigen.

Da unsere Zeitschrift und auch ihre Leser der angeregten Frage stets ein besonderes Interesse entgegengebracht haben, so ist es uns nicht möglich, eine neueste Kundgebung mit Stillschweigen zu übergehen, welche wiederum der Anregung des bereits genannten Vereins zur Beförderung des Gewerbefleisses zu verdanken ist. Auf Antrag der Kommission für Ingenieur-Laboratorien hat Professor A. Riedler in Berlin eine höchst beachtenswerte Abhandlung über die Frage der Ingenieur-Erziehung verfasst, die auf Beschluss des Vorstandes den Bezirksvereinen als Material für die Beratung der Frage über die Ingenieur-Laboratorien überwiesen und in Bd. XXXIX Nr. 32 der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure vom 10. dieses Monates zum Abdruck gelangt ist. Es ist wohl kaum nötig, noch besonders darauf hinzuweisen, dass unter der Bezeichnung „Ingenieur“ in Deutschland fast allgemein der Maschinen-Ingenieur verstanden wird.

Nachdem die technischen Hochschulen sich der vorliegenden Frage gegenüber bis anhin ziemlich passiv verhalten haben, darf es als ein erfreuliches Zeichen betrachtet werden, dass man endlich nun auch in diesen Kreisen die Notwendigkeit einer Reform des Unterrichtes einzusehen beginnt. Zu den hierauf hinielenden Anregungen der Herren Prof. Barkhausen aus Hannover, Slaby²⁾ aus Charlottenburg-Berlin gesellt sich nun auch diejenige seines Kollegen Riedler. Der Letztere erklärt gleich eingangs mit anerkannter Offenheit:

„Die Reformbedürftigkeit der Ingenieurausbildung ist ausser Zweifel; die Forderungen der Gegenwart und die Leistungen der Studierten stehen nicht in Einklang. Die Reformfragen sollten deshalb auch von einem Standpunkte aus geprüft werden, der möglichst weiten Ausblick gewährt; dies auf dem Gebiete der Erziehung von Maschineningenieuren zu versuchen, ist Zweck dieses Aufsatzes.“

Was die Maschinenbau-Laboratorien anbetrifft, so macht der Genannte darauf aufmerksam, dass deren Einführung nicht eine wesentliche Reform, sondern nur die Erweiterung bestehender Einrichtungen mit sich bringe und er bemerkt im fernern: „Vom doppelten Zweck wissenschaftlicher Laboratorien: der Forschung und dem Unterricht zu dienen, ist der erstere zunächst auszuschneiden; Forschung und Forschungsmittel müssen von Schulfragen getrennt be-

¹⁾ Vide «Schweiz. Bauzeitung» Bd. VI S. 1—5.

²⁾ Welches ist der geeignetste Bildungsgang für den Elektrotechniker? «Schweiz. Bauzeitung» Bd. XX Nr. 26.

trachtet werden. In der Reformfrage können die Maschinenbau- oder allgemeiner, mechanischen Laboratorien nur als Unterrichtsmittel in Betracht kommen. Als solche dienen sie dazu, die Studierenden in Messung und Beobachtung, in Durchführung und wissenschaftlicher Verarbeitung von Versuchen u. s. w. zu üben und hierdurch einen Teil des mündlichen maschinen-theoretischen Unterrichtes zu ersetzen. In diesem Sinne sind die Vorbilder durch die chemischen, physikalischen und elektrotechnischen Laboratorien gegeben. Da ausserhalb von Fachkreisen mechanische Laboratorien häufig mit Uebungswerkstätten zu praktischer Ausbildung verwechselt werden, mag ausdrücklich bemerkt werden, dass letztere hier nicht in Frage kommen, sondern nur wissenschaftliche Laboratorien in Betracht zu ziehen sind.

Solche wissenschaftliche mechanische Laboratorien sind an den deutschen technischen Hochschulen nicht neu. In München z. B. ist das Maschinenbaulaboratorium seit den 70er Jahren regelmässiges Glied der maschinen-theoretischen Ausbildung. An der Berliner Hochschule dienen das Laboratorium für theoretische Maschinenlehre und die mechanisch-technische Versuchsanstalt dem wissenschaftlichen Unterrichte. Die Mehrzahl der übrigen Hochschulen hat, entsprechend den gegebenen Mitteln, mechanische Laboratorien verschiedener Ausdehnung oder pflegt, wenn die Mittel gar zu unzulänglich sind, diese Richtung des Unterrichtes durch Versuche an Maschinen ausserhalb der Schule.

Es handelt sich also nicht darum, ein neues Unterrichtssystem einzuführen, sondern nur um Ausbau und allgemeinere Anwendung von Unterrichtsmitteln, welche an vielen Hochschulen schon bestehen und von allen als notwendig anerkannt sind. Die Hauptsache und Schwierigkeit liegt nur in der Beschaffung der Mittel.

Es erscheint Herrn Prof. Riedler nicht als gerechtfertigt, Maschinenbau-Laboratorien allein als Reform zu fordern und ihre ausserordentliche Bedeutung für das Unterrichtssystem mit erheblichen Uebertreibungen zu betonen. „Den wirklichen Nutzen solcher Laboratorien hat noch niemand zu bestreiten gewagt. In ihrer ausschliesslichen Betonung liegt hingegen die doppelte Gefahr: Dass Unterrichtserfolge erwartet werden, die solche Laboratorien unter den gegebenen Verhältnissen nicht erzielen können, und dass schwere Mängel der Ingenieur-erziehung unberücksichtigt bleiben“.

In dem Berichte über amerikanische technische Lehranstalten, den Prof. Riedler an den preussischen Kultusminister richtete und der sich in der Zeitschrift des Vereins deutscher Ingenieure, Jahrgang 1894 S. 405 u. f. veröffentlicht findet, hat der Genannte darauf hingewiesen, dass die Nachahmung der mechanischen Laboratorien, wie sie hochentwickelt an amerikanischen Ingenieurschulen bestehen, für unsere Verhältnisse nicht taugt, und er hat insbesondere den untrennbaren Zusammenhang mit der Vorbildung hervorgehoben. Diese muss in erster Linie berücksichtigt werden, denn es lässt sich mit Grund behaupten: fruchtbarer Laboratoriumsunterricht ist nur bei entsprechender Vorbildung möglich und ohne diese kann er die ihm zugemutete reformatorische Wirkung nicht ausüben. Die moderne Vorbildung aber leidet an so vielen Mängeln, dass diese durch wissenschaftliche Laboratorien an den Hochschulen allein nicht beseitigt werden können, dies wird in folgendem nachgewiesen:

„Ziel jeder Erziehung ist: Menschenbildung, Kultur und Uebung der Sinne, natürliche Entwicklung und Anregung zu selbständiger Thätigkeit. Einbildung und Vorurteile haben einer herrschenden Richtung unserer höheren Erziehung allein seligmachende Wirkung zugesprochen, während der Wege zur Menschenbildung gar viele sind; Kultur ist nicht mit Bildung, Wissen und Verstandesübung nicht mit Sinnesschärfe identisch. Die unter der herrschenden Vorbildung erlangte Selbständigkeit, das Können, ist insbesondere unzureichend.“

Bei der Ingenieur-erziehung handelt es sich nicht um Wissen, sondern um Können, nicht um das Verstehen allein, sondern um die wirkliche Beherrschung; es handelt sich u. a. auch darum, alle Sinne gebrauchen, sehen und be-

obachten zu lernen; nicht bloss im gedruckten, sondern im Buche der Natur lesen zu können; urteilen zu lernen, aber nicht nach dem Wortverstande, sondern nach Thatsachen.

Zu selbständiger Thätigkeit und zum Können auf einem verhältnismässig eng begrenzten Felde, also etwa durch mechanische Laboratorien anzuleiten, kann wenig erfolgreich sein, wenn der langjährige vorangegangene Unterricht nicht ausreichende Grundlagen geschaffen hat. Das Ziel wird nicht erreicht, wenn die Vorbildung der Bahn unfruchtbaren Wissens folgt, wenn oberflächliches, rasch fertiges Urteil, wenn einseitig Verstand und Gedächtnis, nicht aber der vielseitige scharfe Gebrauch aller Sinne und Fähigkeiten innerhalb der Welt der Thatsachen ausgebildet wird.

Wer in neun- bis zehnjährigem Vorbildungsunterricht in gar keine Beziehung zu Beobachtung und Forschung gebracht wurde, wer während dieser Zeit nur das Gehör gebrauchte, um Wissen aufzunehmen und das Auge nur dazu, um symbolische Zeichen, Buchstaben und Formeln aufzufassen, wer nie selbst beobachten, Ursache und Wirkung erforschen, auf Grund von Thatsachen Schlüsse ziehen gelernt hat, wird auch in einem Hochschullaboratorium nicht viel beobachten und es nur als eine Quelle für neues Wissen, für Methoden ansehen, wie dies insbesondere die Erfahrungen mit längst vorhandenen, gar prächtigen, „wissenschaftlichen Unterrichtsmitteln“ zahlreicher Schulen beweisen. Die Unterweisung im Hochschullaboratorium kann das nicht gut machen, was der ganze vorangegangene Unterricht unterlassen hat: Die Beziehungen zur Wirklichkeit herzustellen. Ein neues Feld der Geistesthätigkeit kann nicht plötzlich erschlossen werden, wenn sich die Vorbildung zum weitaus grössten Teile von der Wirklichkeit wie etwas Feindlichem grundsätzlich ferngehalten und selbst der Unterricht in Naturwissenschaften nur in mündlicher und abstrakter Lehre, in Wissenserwerb bestanden hat, statt den Schüler zu selbständiger Beobachtung und eigener Arbeit anzuregen.

Zweifellos sind gründliche Vorkenntnisse in Mathematik und Mechanik notwendig, bevor besondere Ingenieurwissenschaften erfasst werden können. Noch mehr aber ist es notwendig, dass der Schüler naturwissenschaftliches Beobachten und Forschen gelernt habe, bevor er die entwickelten Bedingungen eines Maschinenbetriebes erkennen oder im Hochschullaboratorium erfolgreich arbeiten kann. Die Ingenieur-erziehung fordert auf allen Gebieten frühzeitige, schaffende Thätigkeit und eigene Beobachtung an Stelle abstrakter Belehrung. Soll eine Reform fruchtbringend sein, so müssen die Grundsätze des Laboratoriumsunterrichtes erst auf die Vorbildung angewendet werden.

Möchte doch — sagt der Verfasser weiter — die Gleichartigkeit des technischen Unterrichtes mit dem auf andern Gebieten gewürdigt werden! Wie weitgehend werden z. B. medizinische Wissenschaften durch selbständige Beobachtungsthätigkeit gelehrt, und in welchem Umfange haben sie sich auf den Boden der Forschung gestellt! Was sind die Kliniken und die grossen, reichausgestatteten wissenschaftlichen Institute der Universitäten anderes als Laboratorien, Forschungs- und Lehrmittel, deren Ausbau die Ingenieure erst neuestens bescheiden zu fordern wagen! Auch die landwirtschaftlichen Versuchsanstalten u. s. w. können in diesem Sinne genannt werden. Und trotzdem: wie scharf lauten z. B. die Klagen der Mediziner über mangelhafte Vorbildung durch die Schule, wie vernichtend die Urteile eines Esmarch, Fick, Virchow, Eulenburg u. a. über die Unzulänglichkeit dieser Vorbildung, welche nicht den Gebrauch der Sinne lehrt, ja ihn unterdrückt. Auch die Chemiker haben ihre vollkommenen Laboratorien seit Jahrzehnten; die Klagen über mangelhafte Vorbildung und Sinnesübung sind trotzdem nie verstummt. Die Verhältnisse liegen auf dem Gebiete der Ingenieur-erziehung durchaus gleichartig.

Die Forderungen beziehen sich im wesentlichen immer auf die Vorbildung. Wie scharf verlangen z. B. juristische und philosophische Fakultäten ihre „historische“ Vorbildung als unerlässliche Grundlage ihrer Fachbildung und nehmen für erstere sogar das Privileg allgemeiner

Menschenbildung in Anspruch. Nur die Ingenieure wagen die ihrem Berufe eigenartige Vorbildung nicht zu fordern, welche der herrschende Schulunterricht bisher nicht bietet.“

Prof. Riedler kommt sodann auf das vielfach zur Abhilfe der berührten Uebelstände vorgeschlagene Jahr „Praxis“ zu sprechen. Im Gegensatz zu der allgemein herrschenden Ansicht, dass ein oder anderthalb Jahr praktische Beschäftigung, entweder vor oder nach dem Hochschulstudium eingeschaltet, von guter Wirkung, ja fast unerlässlich sei, hält er nicht viel von dieser Einrichtung. Ein Jahr Praxis — sagt er — soll Ersatz schaffen für alles, was vorher in langer, höchst unpraktischer Erziehung vernachlässigt wurde! Das ist unmöglich! Bei der herrschenden Vorbildung nützt ein Jahr Praxis nicht viel. Meist wären Jahre erforderlich, um das Eingebildete und Verkehrte auszutreiben. Das eine Jahr Praxis kommt zudem meist nach dem Hochschulstudium; da sind viele schon so eingebilzt, dass sie die Werkstätte nicht als Bildungsstätte, sondern als lästige Zugabe betrachten, die zwingt, um sechs Uhr aufzustehen und in unfreundlicher Werkstätte mit „Arbeitern“ zusammen zu sein. Im preussischen Staatsdienst ist das „Elevenjahr“ nach dem Hochschulstudium gesetzlich vorgeschrieben. Aber — fragt der Verfasser — sind die Staatskandidaten etwa alle Muster von praktischer Auffassung geworden? Es soll ihrer viele geben, die den herrschenden Prüfungsvorschriften folgten und dabei an 30 Jahre alt, vielwissend, aber doch nicht praktisch geworden sind, weil sie eben die erforderliche Vorbildung nicht mitbrachten.

Wir stehen hier nicht auf dem nämlichen Boden wie Prof. Riedler und glauben, dass trotz oder gerade wegen der unzweckmässigen Vorbildung der Aufenthalt in einer Werkstätte sehr nützlich sein kann, wenn der junge Maschinenbauer das Glück hat, unter verständiger Leitung arbeiten zu können. Allerdings muss dann, und da geben wir dem Genannten vollkommen recht, der junge Mann sich der Fabrikordnung vollkommen fügen und nichts anderes beanspruchen als der Arbeiter, höchstens genügende Belehrung. Nur als Arbeiter, nicht als „Volontär“ oder als „Eleve“ kann er etwas Tüchtiges lernen.

Wir kommen nun auf den Kernpunkt der Frage, auf den wir bereits eingangs hingewiesen haben; hier sind wir mit Professor Riedler durchaus einverstanden, wenn er sagt:

Eine praktische Ausbildung kann nur dann erreicht werden, wenn die Industrie sich für dieselbe interessiert. Erst durch die thatkräftige Mitwirkung derselben würden die notwendigen Reformen sichere Grundlagen erhalten. Die Industrie verlangt praktische Tüchtigkeit, verschliesst jedoch zum grössten Teil ihre Thore der Jugend, welche sich praktisch ausbilden will, oder duldet sie nur und kümmert sich nicht um ihre Ausbildung; meistens werden einzelne Studierende nur bestimmten Persönlichkeiten zuliebe zugelassen. Die Industrie verlangt von den Hochschulen brauchbare Ingenieure; dazu hat sie ein Recht. Wo sollen aber die Zöglinge ihr Können, die Hochschullehrer ihre Erfahrungen hernehmen, wenn das Studienfeld verschlossen bleibt? (Schluss folgt.)

Miscellanea.

Der Blackwall-Tunnel unter der Themse in London. Unter der Themse in London führen bereits zwei Tunnels; es sind dies der nach zehnjähriger Bauzeit, im Jahre 1841 eröffnete *Brunel'sche* Tunnel, welcher eine 360 m lange Doppelgalerie darstellt und dessen Kosten 31 500 Fr. pro laufenden Meter betragen hatten. Der Bau war jedoch vom geschäftlichen Standpunkt ein arger Missgriff und gewährleistete der Ost-London-Bahn, in deren Besitz sich das Bauwerk jetzt befindet, nur geringe Einnahmen; ferner der oberhalb des Tower gelegene *Barlow'sche* Fussgänger-Tunnel, ein im Jahre 1869 erbautes, 403 m langes eisernes Rohr, welches von beiden Ufern mittelst Schächten zugänglich ist, für die Verkehrserleichterung wegen seiner bescheidenen Weite von 2.1 m jedoch nur untergeordnete Bedeutung gewinnen konnte.

Trotzdem diese Verhältnisse nicht zu Gunsten neuer Tunnelanlagen im untern Hafenabschnitt sprechen, ist in neuester Zeit der Bau eines dritten Tunnels in Angriff genommen worden, durch welchen die »Tower-

Hamlets« auf dem nördlichen Themseufer mit den Orten Greenwich und Woolwich auf der Südseite des Flusses zwischen den Ost- und Westindischen Docks hindurch in Verbindung gebracht werden sollen.

Ursprünglich hat man drei getrennte Tunnels, zwei für Fussgänger und einen für Wagenverkehr, geplant, später aber einem einheitlich geschlossenen Querschnitt den Vorzug gegeben. Der eigentliche horizontale Tunnel unter der Themse hat eine Länge von 368 m, seine Gesamtlänge einschliesslich der Rampen und Einschnitte beträgt 1891 m. Der Tunnel liegt 18.14 m unter dem britischen Normal-Nullpunkt, die Rampen haben eine Neigung von 29 ‰ bzw. 28 ‰. Man hätte die Länge des Tunnels durch Anordnung beiderseitiger Fahrstuhlschächte, etwa wie es beim neuen Clyde-Tunnel in Glasgow geschehen ist, sehr erheblich einschränken können; doch ist dies nur für den Fussgängerverkehr berücksichtigt, welcher durch drei mit Pavillons überbaute Schächte vermittelt wird. Die Fahrbahn des Tunnels besteht aus einem 4.88 m breiten Strassendamm mit zwei seitlichen Fusssteigen von je 0.95 m Breite, welche in den Voreinschnitten auf 1.64 m erweitert sind. Die Strassenanlage ist teils in einer gemauerten, teils in einer aus Eisen hergestellten und mit Ziegeln ausgekleideten, kreisförmigen Tunnelröhre von 7.40 m lichtigem Durchmesser untergebracht. Wenn demnach der Tunnel wegen seinen bedeutenden Abmessungen unter allen nach der Kreisform angelegten Tunnel in erster Reihe steht und sogar den St. Clair-Tunnel noch um ein beträchtliches an Grösse übertrifft, so können doch die Abmessungen der Fahrbahn und Fusssteige innerhalb desselben nicht als reichliche bezeichnet werden. Die Strassenbahn bietet nur für zwei Wagenreihen — eine hin und eine zurück —, die Fusssteige knapp für zwei Personen Bewegungsfreiheit.

Was die technische Beschaffenheit der Tunnel-Anlage betrifft, so werden von ihrer Gesamtlänge von 1891 m, 267 m am nördlichen und 262 m am südlichen Ende innerhalb Futtermauern als offene Einschnitte hergestellt. Die übrigen 1362 m sind Tunnel, davon werden die ersten 133 m auf der nördlichen und 103 m auf der südlichen Seite in offenen Einschnitten kreisförmig ausgewölbt; der zwischen diesen Vortunnelstrecken liegende 1126 m lange Haupttunnel wird bergmännisch abgetrieben und mit Eisen ausgekleidet. Die Ausführung geschieht mittelst ringförmig geschlossener Brustschilde, eine Bauweise, die in den Londoner Themsetunneln ihre hauptsächlichste Entwicklung und ihre bekanntesten Vertreter gefunden hat. Das zu durchfahrende Gebirge weist Bodenschichten von wechselnder Beschaffenheit auf. Grösstenteils kommt kiesiger und thoniger Grund in Frage; stellenweise findet sich auch Kalk und Mergel. Die Vortriebapparate sind wegen des zu erwartenden Wasserandrangs für die Anwendung von Druckluft eingerichtet worden. Ueber die Einzelheiten finden sich im «Centralblatt der Bauverwaltung» folgende Angaben: Die Schildtrommeln haben 5.95 m Länge und 8.45 m äusseren Durchmesser; der Mantel besteht aus 16 mm starken Stahlplatten. Zwei quer durch die Trommel gezogene Scheidewände bilden eine Luftschleuse, welche dazu dient, vor Ort einen höheren Luftdruck zu unterhalten, als im fertigen Tunnel. Das Schild ist durch senkrechte und wagerechte Platten in eine Anzahl von Arbeitskammern zerlegt. In ungefähr 1.8 m Abstand hinter den Schneiden der diese Kammern abteilenden Blechwände sind eiserne Schürzen von oben in die Räume eingehängt, die den Arbeitern beim etwaigen plötzlichen Durchbruch des Gebirges Schutz gewähren. Die Trommel wiegt ungefähr 180 t und wird von 28 Druckwasserpressen vorwärts bewegt, die insgesamt eine Kraft von 3000 t zu leisten im Stande sind. Von Tunnelportal zu Tunnelportal, also auf mehr als 1360 m Länge, wird in der Tunnelachse eine begehbare Galerie unterhalb des Pflasters angelegt; zur Beseitigung des Oberflächenwassers der Strasse werden Rohrstränge unter den Rinnsteinen entlang geführt, die den Inhalt der Fallschächte aufnehmen und fortführen. Die Sohle der begehbaren Gallerien liegt auf den Rampenstrecken mit der Strassenkrone gleichlaufend, hat also daselbst reichliches Gefälle. Auf der wagerechten Tunnelstrecke konnte dagegen nur ein schwächeres Sohlgefälle von 1.7 ‰ gewonnen werden; die Abwasserröhren liegen jedoch steiler. Der Strassenkörper wird in der Tunnelröhre in solcher Höhenlage hergerichtet, dass die Fahrstrassenkrone 5.38 m unter dem Scheitel zu liegen kommt. Die Fahrbahn wird mit 18 cm hohem Granitpflaster abgedeckt, die Fusswege erhalten eine 4 cm starke Asphaltdecke. Zur Dichtung der Bauteile gegen durchziehendes Wasser sind die in das Grundbett eingelegten Asphalttschichten an den Aussenflächen der Mauerkörper bis zur Geländehöhe emporgeführt. In den Schächten wird die Dichtung der Sohle durch fest eingefügte, wagerechte Bleche hergestellt. Concret kommt in ausgiebigster Weise zur Verwendung, wogegen Brucksteinmauerwerk kaum Verwendung findet. Die Leibung des Haupttunnels wird in der üblichen Weise aus gusseisernen Ringen schachtelhalmartig zusammengesetzt und die einzelnen Ringe werden wieder aus