

Der grosse Alpennin-Tunnel der "Direttissima" Bologna-Firenze

Autor(en): **Thomann, E.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **103/104 (1934)**

Heft 20

PDF erstellt am: **19.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-83214>

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: Der grosse Apennin-Tunnel der „Direttissima“ Bologna-Firenze. — Wettbewerb für eine Ausstellungs- und Festhalle auf der Allmend in Luzern. — Ein registrierender Beschleunigungs- und Bremsmesser. — Mitteilungen: Die Entwicklung des Elektrotechnischen Instituts der E. T. H. Energieversorgung und Hängebahn für

den Leuchtturm von Nividic. Das Benzinger-Geflecht. Das Zentralstellwerk im Bahnhof Paris der P. L. M. Vibrierter Beton. Schweizerische Bundesbahnen. — Wettbewerbe: Graubündner Kantonsspital Chur. — Literatur: „Der Behälter“. Eingegangene Werke. — Mitteilungen der Vereine.

Band 103

Der S. I. A. ist für den Inhalt des redaktionellen Teils seiner Vereinsorgane nicht verantwortlich.
Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur mit Zustimmung der Redaktion und nur mit genauer Quellenangabe gestattet.

Nr. 20

Der grosse Apennin-Tunnel der „Direttissima“ Bologna-Firenze.

Von Prof. E. THOMANN, E. T. H., Zürich.

(Schluss von Seite 221.)

Baudispositionen allgemeiner Natur. Die grosse Länge des Tunnels, der den geologischen Verhältnissen entsprechend relativ gering zu veranschlagende tägliche Vortrieb und die relativ geringe Ueberlagerung liessen es ratsam erscheinen, den Tunnel nicht nur von den Portalen, sondern auch von Zwischenangriffspunkten aus vorzutreiben. Diese Zwischenangriffspunkte konnten geschaffen werden durch zwei geneigte, seitlich in den Tunnel einmündende Schächte, von denen aus sowohl gegen Süden, wie gegen Norden den Portalangriffen entgegengearbeitet werden konnte (Abb. 8, Seite 218, und Abb. 20, S. 232).

Diese beiden Schächte sind angenähert in der Tunnelmitte angelegt worden und münden in diejenige Tunnelstrecke, die zwecks Aufnahme einer Kreuzungsstation auf 17 m Breite erweitert werden musste. Die Schächte führen in einer Neigung von rd. 52‰ zur Tunnelaxe, sie haben einen Höhenunterschied von 267 m zu überwinden und sind je rd. 566 m lang. Sie sind nicht vollkommen parallel, ihr Axabstand beträgt 121 m an den Mundlöchern und 123,7 m an der Einmündung in die Tunnelaxe, beide haben gleichen lichten Querschnitt von 17 m² (Abb. 16).

Die Kosten dieser Stollen (ohne Ausrüstung und mechanische Installationen) haben sich auf 7500 Lire/lfm gestellt. Sie haben ihren Zweck, die Bauzeit zu verkürzen, vollständig erfüllt, konnte doch von ihnen aus zusammen rd. 1/3 der Tunnellänge erbohrt, ausgeweitet und ausgemauert werden. Der eine der beiden Schächte ist nach Bauvollendung zugemauert worden; der zweite soll weiterhin als Entlüftungsschacht und als Dienstzugang zur Stellwerkanlage der Tunnelstation dienen.

Bauinstallationen. Sowohl die beiden Tunnelausgangspunkte, wie auch die Ausmündungen der seitlichen Tunnelschächte kamen in unwirtliche, abgelegene Gegenden zu liegen, mit ungünstigen und ganz ungenügenden Zufahrtverhältnissen. Die Vollendung der Zufahrtrampen zum Tunnel konnte nicht abgewartet werden, da der Bau dieser selbst grosse Schwierigkeiten zu überwinden hatte und daher keineswegs forciert werden konnte.

Die wenigen schlechten Zufahrtstrassen hätten erst mit grossen Kosten ausgebaut werden müssen, wodurch sich die Strassentransportkosten über Gebühr erhöht hätten. Man entschied sich daher für die Errichtung von eigenen Dienstbahnen sowohl für die Nord- wie auch für die Südportal-Baustelle.

Diejenige für das Nordportal nimmt ihren Anfang auf der Station Sasso der „Poretana“, überschreitet auf einer interessanten Bockbrücke aus Eisenbeton den Reno-Fluss und folgt dem rechten Talabhang des Sette-Flüsschens bis hinauf nach Lagaro; ihre Länge beträgt 22 km. Die zum Südportal führende Dienstbahn nimmt ihren Anfang bei Prato und folgt dem linken Ufer des Bisenzio bis hinauf nach Vernio, Länge 27 km. Beide Dienstbahnen haben eine Spurweite von 95 cm erhalten, die maximale Steigung beträgt 20‰, der Minimalradius 70 m, das Schienengewicht 27 kg/lfm. In den Transport teilten sich insgesamt 12 Lokomotiven und 176 Güterwagen. Ausgelegt wurden für die festen Anlagen, also ohne Lokomotiv- und Wagenpark, rd. 345 000 Lire/km.

Der Weiterführung der zum Nordportal führenden Dienstbahn bis „Cà di Landino“, dem Ausgangspunkt der beiden Zwischenangriffspunkte, stellten sich besondere Schwierigkeiten entgegen, die vornehmlich in allzuhohen

Anlagekosten zum Ausdruck gekommen wären. Man entschloss sich daher, die Verproviantierung der Baustelle „Cà di Landino“ (Abb. 10) mittels einer leistungsfähigen Luftseilbahnanlage sicherzustellen, die in einer nächst dem Nordportal angelegten Umladestation die Güter von der Dienstbahn übernahm. Diese Luftseilbahn hat eine Länge von 9 km und ist für eine Tagesleistung von rd. 200 t gebaut worden. Im gesamten sind damit rd. 75 000 t Güter befördert worden.

Installationen. Die Anordnung des Tunnel-Längen-Profils ermöglichte es, im Bedarfsfall vom Nordportal aus den Vortrieb auch im Gefälle von 2,46‰ in gleichmässiger Steigung vorzutreiben ohne Wassersackbildung vor Ort, also ohne künstliche Wasserhaltung.

Ausserdem gestattete die sanfte Steigung von 2,46‰ im Tunnelinnern, und zwar ziemlich genau in der Tunnelmitte, die Anlage einer doppelten Ueberholungsstation (Abb. 11). Dabei wurde zur Vermeidung eines allzugrossen Tunnelquerschnittes das dritte Geleise in je einen einspurigen Tunnel verlegt. (Die Anordnung ist gegenüber Abb. 4 im erstzitierten Artikel von Prof. Andreae nachträglich abgeändert worden). Nur die, die beiden einspurigen Ausweichtunnel verbindende Weichenanlage von 154 m Länge vereinigt alle Geleiseanlagen in einer erweiterten Tunnelröhre von 17 m Breite und 12 m Höhe (Abb. 12 u. 13).

Es haben sich, namentlich in den von den Zwischenangriffspunkten aus vorgetriebenen Strecken, grössere Bauschwierigkeiten gezeigt als erwartet worden, was nachträglich zu bedeutenden Installationsverstärkungen geführt hat. Statt 8490 PS sind schliesslich 14 440 PS installiert worden, die sich auf die drei Baustellen wie folgt verteilen:

Installationen im Betrieb	Lagaro PS	Cà di Landino PS	Vernio PS	Total PS
1. Ventilation	670	940	510	2120
2. Niederdruck-Kompressoren für maschinelle Bohrung	350	1050	700	2100
3. Hochdruck-Kompressoren für Traktion	570	790	740	2100
4. Pumpenanlagen f. Wasserhaltung	—	6590	—	6590
5. Stein- und Sandbrecheranlagen	—	190	325	515
6. Anlagen zur Herstellung von Zementsteinen	30	10	20	60
7. Reparaturwerkstätten, Sägereien u. Akkumulatoren-Ladestationen	65	55	45	165
8. Trinkwasserversorgung der Bau- stellen	100	30	30	160
9. Materialaufzüge in den schiefen Schächten	—	450	—	450
10. Luftseilbahnen	—	70	—	70
11. Verschiedene Nebeninstallationen	40	40	30	110
Total	1825	10215	2400	14440

Dazu kommen die erstgestellten, später zu Reservegruppen gewordenen thermoelektrischen Installationen, von denen am Nordportal 720 PS, in Cà di Landino 1220 PS und am Südportal 770 PS installiert worden waren, insgesamt also weitere 2710 PS. Von diesen Installationen bieten besonderes Interesse jene für Tunnellüftung, sowie für Wasserhaltung, während die Bohrintallation keine Besonderheiten aufweisen, da sich in dem weichen Gestein die Bohrarbeit auf die Verwendung von Luftdruckbohrhämmer beschränken konnte.

Von den *Belüftungsanlagen* ist Folgendes zu sagen: Jede Baustelle war mit zwei Ventilatorengruppen ausgerüstet mit einem Leistungsvermögen von je $24 \text{ m}^3/\text{sec}$ zu 250 mm W. S. , angetrieben durch Elektromotoren von 160 PS . Die beiden Gruppen konnten einzeln arbeiten oder parallel geschaltet werden. Diese überaus reichliche Bemessung der Luftzufuhr war bedingt durch das zu erwartende Auftreten von Metangasen; sie sollte zu einer starken Verdünnung des Gas-Luftgemisches führen, damit die Explosionsgefahr vermindern und die Respirationsverhältnisse für die Belegschaft verbessern. Ein Saugventilator, möglichst nahe dem Vortrieb aufgestellt, sollte überdies die Metangase möglichst rasch von den Arbeitsstellen absaugen.

Die Ventilatoren pressten die Luft in einen Wetterkanal von rd. $6,5 \text{ m}^2$ Querschnitt, erhalten durch Abtrennung vom lichten Tunnelquerschnitt mittels Aufrichtung einer 13 cm starken Backsteinscheidewand in der bereits fertig ausgemauerten Tunnelstrecke (Abb. 14). Bei Km. 2, 4 und 5 vom Nordportal aus wurden mit Vorschreiten der Tunnelmauerung, um den sekundären Luftkreislauf zu verkürzen, subsidiäre Ventilationsgruppen eingebaut. Die Anlage bei Km. 2 erhielt einen Sulzer-Ventilator von $24 \text{ m}^3/\text{sec}$; diejenige bei Km. 4 zwei Marelli-Ventilatoren von je $16 \text{ m}^3/\text{sec}$; diejenige bei Km. 5 einen Sulzer-Ventilator von 16 und zwei ebensolche von $6 \text{ m}^3/\text{sec}$ Leistung. Von diesen sekundären Ventilationsanlagen führten die entsprechenden Luftleitungen in Rohrsträngen von 1000 , 800 und $635 \text{ mm } \varnothing$ zu den Arbeitsstellen. Aehnlich ist die Belüftungsfrage für die von den Zwischen-Angriffspunkten aus vorgetriebenen Strecken gelöst worden.

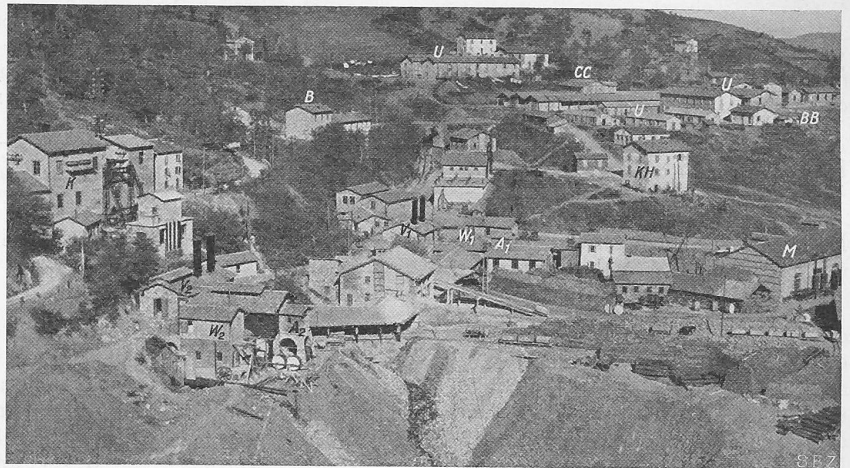


Abb. 10. Cà di Landino, Mündungen der schrägen Schächte 1 und 2: A Axpunkte, W Winden, V Ventilationsanlagen, K Kompressoren, B Bureau, U Unterkunft für Arbeiter, CC Endstation der Luftseilbahn von Cava Castello, BB Bremsberg zur Endstation der Luftseilbahn von Lagaro, KH Krankenhaus, M Maschinenhaus (Dieselzentrale).

Bei der Einmündung der Seitenschächte in den Haupt-Tunnel wird die eingepresste Luft von Ventilatorengruppen zu je $18 \text{ m}^3/\text{sec}$ Leistung nach dem schon erwähnten Wetterkanal geleitet (Abb. 14). Weitere sekundäre Ventilationsanlagen sind hier fliegend angeordnet, d. h. von Zeit zu Zeit mit vorschreitender Tunnelausmauerung jeweiligen näher an die Baustellen herangerückt worden. Die Gruppenunterteilung war die selbe wie auf der Nordseite. Ein Saugventilator von je $3 \text{ m}^3/\text{sec}$ sollte ausserdem die auftretenden Gase sofort von den Austrittorten absaugen; die Absaugleitungen erhielten Rohrdurchmesser von 635 und 400 mm .

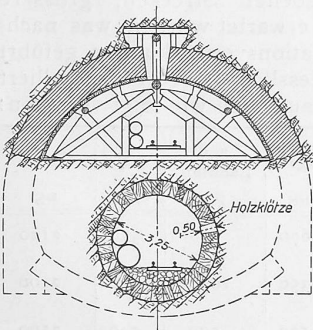


Abb. 19. Schema von Sohlenstollen-vortrieb und belgischer Bauweise. Masstab 1 : 250.

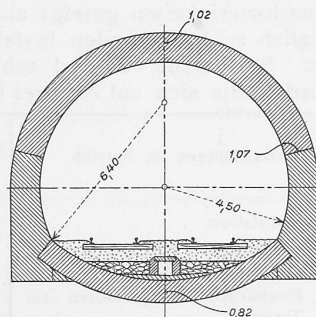


Abb. 21. Stärkstes Ausmauerungsprofil. (Das leichteste hat 61 cm Gewölbstärke). Masstab 1 : 250.

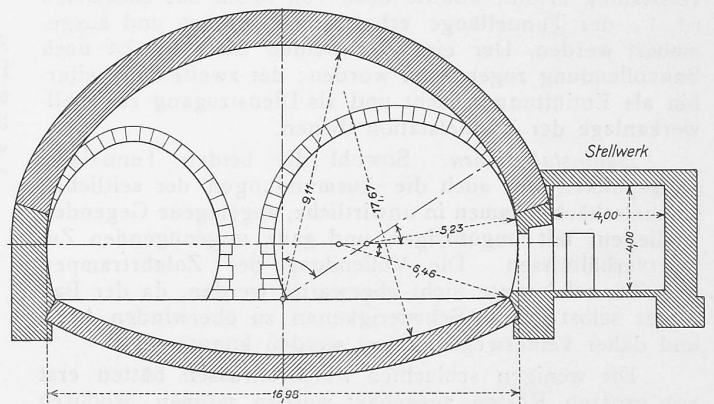


Abb. 12. Querschnitt in der Mitte der Ueberholungsstation. — 1 : 250.



Abb. 18. „Fassdauben“-Einbau im Richtstollen.

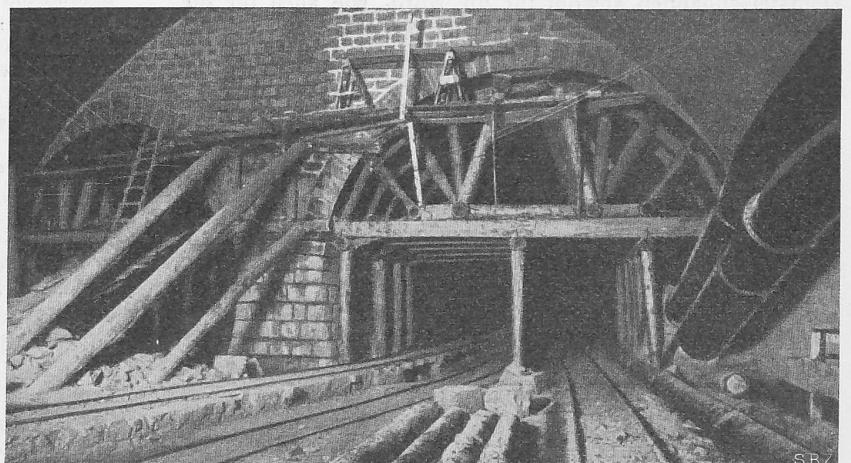


Abb. 13. Links der einspurige Ueberholungs-, rechts der zweisepurige Haupttunnel.

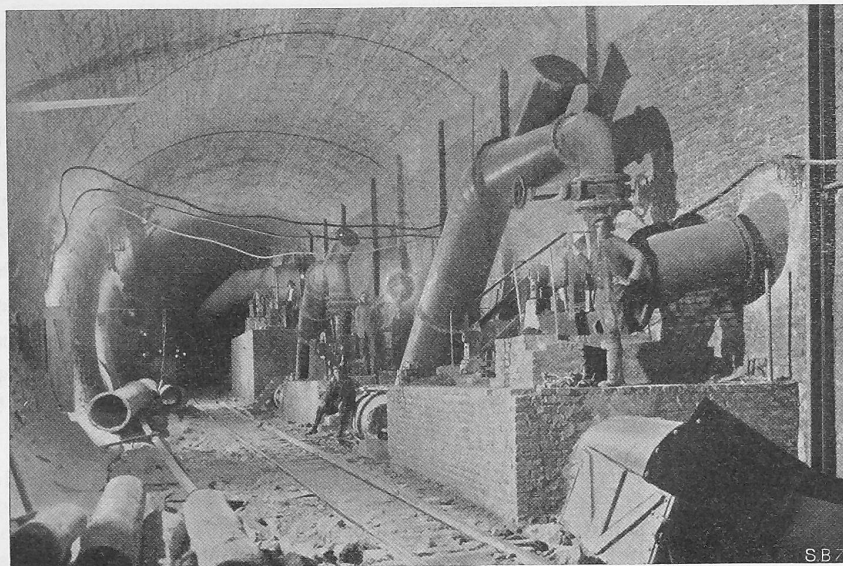


Abb. 14. Ventilatoren bei der Ueberholungsstation; sie fördern die Luft in den durch die Backsteinwand rechts vom normalen Tunnelprofil abgetrennten Frischluftkanal.

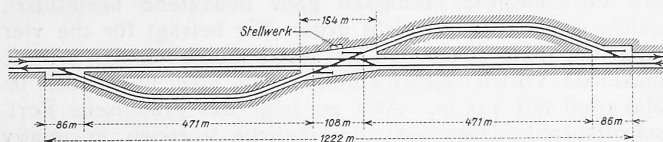


Abb. 11. Schema der Ueberholungsstation. Die 154 m lange Strecke, auf der das Profil Abb. 12 gilt, ist in Abb. 15 bis 17 als „Tunnelmitte“ bezeichnet.

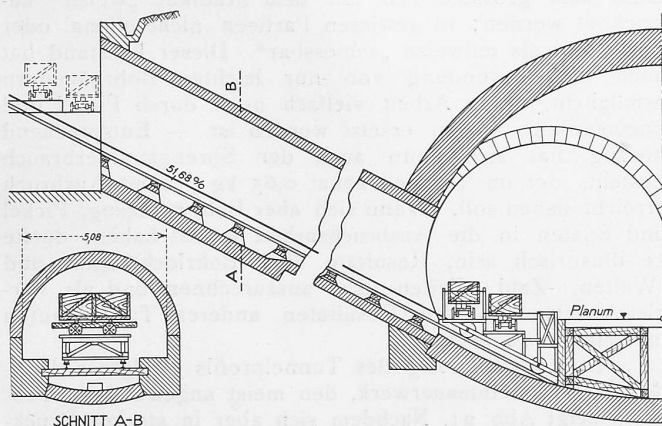


Abb. 16. Förderschacht 1 von Cà di Landino nach der Tunnelmitte. — 1 : 250. Schiefe Länge rd. 566 m, Windwerk von 225 PS.

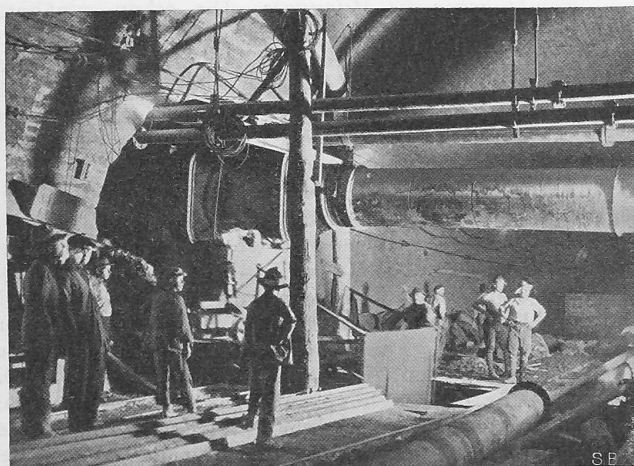


Abb. 17. Mündung von Schrägschacht 1 in die Tunnelmitte.

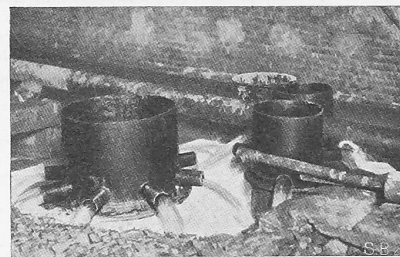


Abb. 22. Töpfe zur Brechung der lebendigen Kraft von Quellen in der Sohle.

Einen ganz bedeutenden Umfang haben schliesslich auf der Baustelle Cà di Landino die *Wasserhaltungsinstallationen* angenommen. Wie schon erwähnt, hat die Zerrissenheit und Zerdrücktheit der zentralen Sandsteinformationen dem Oberflächenwasser zahlreiche Möglichkeiten zum Einsickern geöffnet. Mit fortschreitendem Vortrieb von den beiden Zwischenangriffspunkten aus wurden infolgedessen starke Wasseradern angeschnitten; die ursprüngliche Installation

von je drei Kolbenpumpen von zusammen 50 l/sec Leistung in jedem Schacht erwies sich schon sehr bald als ungenügend; die Wasserhaltungs-Installationen mussten zusehends verstärkt werden. Wir finden daher vor dem Durchschlag volle 37 Elektropumpen im Betrieb mit einer Gesamtförderleistung von rd. 1200 l/sec, gebaut für eine Druckhöhe von 270 m; Kraftverbrauch 6590 PS (Abb. 15). Im Gesamten sollen bis zum Durchschlag mittels dieser Pumpenanlagen rund 22 Mill. m³ Wasser gefördert worden sein, die eine Ausgabe von 7,8 Mill. Lire verursacht haben sollen, den m³ Ausbruch und Ausmauerung während der Zeit der künstlichen Wasserhaltung mit 15 Lire belastend.

Auch die erst eingebauten *Materialaufzüge* der beiden Förderschächte wurden für ungenügend befunden. Zunächst hatte man die, provisorisch für die Förderung des Aushubes aus den Förderschächten errichtete Seilwinde durch eine eigentliche Seilbahnanlage ersetzt, die auf ihrem Plattformwagen je einen vollbeladenen Tunnelwagen von 2 m³ Inhalt in die Höhe ziehen konnte. Die Kapazität der Förderung in 24 h erreichte damit etwa 400 m³, die Antriebsmotoren leisteten 150 PS. Schliesslich ist auch diese Installation durch eine noch leistungsfähigere ersetzt worden. Die neue Anlage ermöglichte das Herausziehen von je zwei vollbeladenen Tunnelwagen zu je 2 m³ mit einer Geschwindigkeit von 2 m/sec, somit in rd. 5 min; die Antriebsmotoren eines Schachtes leisteten 225 PS, Leistung beider Schächte bis 800 m³ in 24 h (Abb. 16 u. 17).

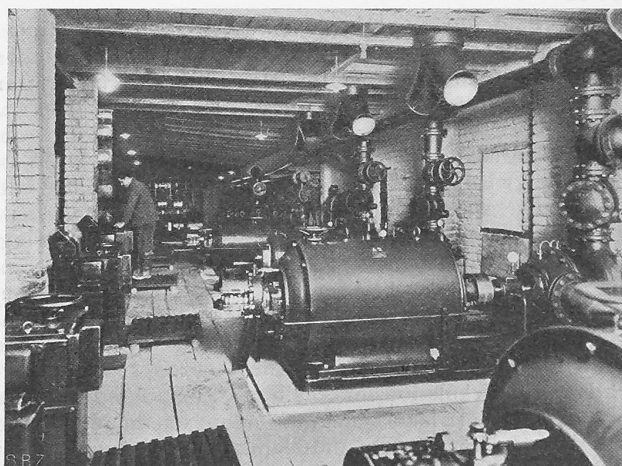


Abb. 15. Elektro-Zentrifugalpumpen, installiert in Tunnelmitte (Profil Abb. 12).

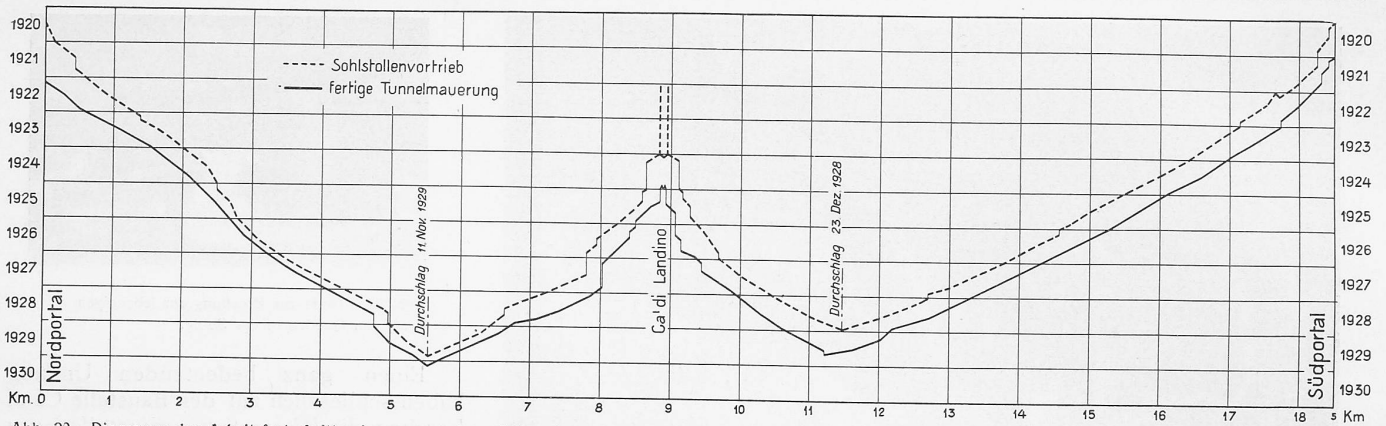


Abb. 20. Diagramm des Arbeitsfortschritts im grossen Apenintunnel.

Die übrigen mechanischen Installationen waren die üblichen. Interessieren mag noch, dass sämtliche Einrichtungen der drei Bauplätze einschliesslich der mechanischen Einrichtungen rd. 86 Mill. Lire verschlungen haben. Unter der Annahme, dass die Anlagen nach Bauvollendung noch einen Verwertungswert von 20 % repräsentieren, belasten diese Spesen den Laufmeter fertiger Tunnelröhre mit rd. 3700 Lire.

Bauvorgang. Von allen vier Angriffspunkten aus ist ein Sohlstollen vorgetrieben worden. Die Ausweitung erfolgte nach der belgischen Bauweise, wobei in schwer druckhaftem Gebirge allerdings die einzelnen Bauetappen so nahe aneinander gerückt worden sind, dass die Entfernung vom Vorort bis zum Schluss des Sohlengewölbes nur mehr 90 m betrug; in weniger druckhaftem Gebirge sind die einzelnen Bauetappen weiter auseinander gezogen worden, in drucklosem Gebirge bis zu 900 m.

Es muss hier hervorgehoben werden, dass sich im Apenintunnel trotz ungünstiger geologischer Verhältnisse das angewendete belgische Bausystem durchaus bewährt hat oder vielleicht besser ausgedrückt, dass die Bauleitung es verstanden hat, dasselbe sinngemäss den örtlichen Verhältnissen anzupassen. Dabei ist ihr allerdings auch der grosse Tunnelquerschnitt zu statten gekommen, indem wohl nur ein solcher es ermöglicht hat, die verschiedenen Bauetappen auf die kurze Strecke von 90 m zusammenzurücken, ohne dass Störungen im Arbeitsbetrieb der einzelnen Arbeitsgruppen entstanden wären.

Beim nordseitigen Angriff machten sich Gebirgsdruck und Blähungen so stark bemerkbar, dass anfänglich der Vortrieb nur langsame Fortschritte machte und selbst der schwerste Quadereinbau kontinuierlich erneuert werden musste. Erschwert wurde die Offenhaltung des Richtstollens noch dadurch, dass dessen Abmessungen wegen der verschiedenen Rohrleitungen relativ gross gehalten werden mussten.

Die Bauleitung machte daher einen von einem Mineur ausgegangenen Vorschlag zu dem ihrigen, den Sohlenstollen kreisförmig auszubilden und ihn ringweise mit Holzklötzen von rd. 50 cm Stärke auszukleiden (Abb. 18 und 19); es hat sich für diese Stollenvortriebsmethode der Name „botte“, auf deutsch „Fassdaubenmethode“ rasch eingebürgert. Der Vortriebsstollen wird auf etwa 50 cm ausgehoben und sofort mittels dieser schwach keilförmig gehaltenen Holzdauben ausgekleidet. Zeigten sich Deformationen im Verkleidungsring, so konnte diesen leicht entgegengewirkt werden durch Eintreiben von zugespitzten Keilen in die sich öffnenden Fugen. Weitere Vorteile der Methode sind die vollkommene Adhärenz des Holzringes an die Stollenwandungen, wodurch die Bildung von Gassäcken verunmöglicht wurde, sowie die erleichterte Luftzirkulation innerhalb des Lichtraumprofils des Ringes. Diese Vortriebs- und Auskleidungsmethode soll sich selbst in stark drückendem und blähendem Gebirge sehr gut bewährt haben und hierselbst noch monatliche Fortschritte bis zu 90 m ermöglicht haben. Wurde der Holzring nach

Fertigstellung des Gewölbes mit zunehmendem Aushub des Querschnittes nach und nach entlastet, so öffnete er sich von selbst, sodass sich die Abrüstungsspesen auf den Weitertransport der freiwerdenden Holzkeile beschränkten. Das Fassdaubensystem soll sich daher auch hinsichtlich der Kosten durchaus bewährt haben.

Gebirgsdruck, Gase und Wasser haben naturgemäss die Vortriebsgeschwindigkeit ganz bedeutend beeinflusst, daher ist diese auch nicht gross. Sie beträgt für die vier Angriffspunkte zusammen im Mittel monatlich 215 m; die maximale Vortriebsgeschwindigkeit ist erreicht worden im Mai 1928 mit 445 m. Abb. 20 zeigt das graphische Fortschrittsprofil. Dass sich der tägliche Vortrieb in relativ engen Grenzen gehalten hat (rd. 2,5 bis 3,0 m pro Angriffstelle) verwundert nicht, wann man sich die geologischen Verhältnisse vor Augen hält. Das erschlossene „Gebirge“ muss zum grössten Teil mit dem Prädikat „weich“ bezeichnet werden; in gewissen Partien nicht einmal oder doch nur als teilweise „schiessbar“. Dieser Umstand hat auch die Verwendung von nur leichten Bohrhämmern ermöglicht, deren Arbeit vielfach noch durch Pickel und pneumatische Spaten ersetzt worden ist. — Entsprechend niedrig hat sich dann auch der Sprengstoffverbrauch gestellt, der im Vortrieb kaum 0,65 kg pro m³ Ausbruch erreicht haben soll. Wenn sich aber Bohrwerkzeug, Pickel und Spaten in die Ausbruchsarbeit geteilt haben, dürfte es illusorisch sein, Resultate über Bohrlochlängen und -Weiten, -Zahl, -Zeiten usw. auszurechnen und als Vergleichswerte mit den Resultaten anderer Tunnelbauten in Relation zu bringen.

Die *Ausmauerung* des Tunnelprofils erfolgte anfänglich in Backsteinmauerwerk, den meist angewendeten Profiltyp zeigt Abb. 21. Nachdem sich aber in starken Druckzonen Abblätterungserscheinungen zeigten, ist man zur Ausmauerung in gepressten Zementsteinen und in Naturstein übergegangen.

Kampf gegen die Metangase. Die schon erwähnten starken Gasausströmungen, die bis 96 % Metangas enthielten, machten sich namentlich im Angriff Nordportal, sowie im Zwischenangriff I (Richtung Nordportal) in sehr empfindlichem Masse bemerkbar. Wohl hatte man mit ihrem Auftreten gerechnet und die Belüftungs- und Entlüftungsanlagen von Anbeginn an entsprechend dimensioniert. Diese Massnahmen allein haben aber nicht voll genügt; es konnten Gasansammlungen an schwer entlüftbaren Stellen nicht immer vermieden werden. Diese mussten durch spezialisierte Beamte in Zeitintervallen von 1/4 bis 1/2 Stunde auf Distanz elektrisch zur Entzündung gebracht werden. Als weitere Schutzmassnahmen kamen zur Anwendung: die Zündung der Minen auf elektrischem Wege; die Verwendung von Akkumulatoren-Tunnelampen; die kontinuierliche Untersuchung auf allen Baustellen des Gas-Luftgemisches auf seinen Gasgehalt mittelst grisoumetrischer Messlampen (Länge und Farbe der Flamme zeigen den Gasgehalt an); Verwendung von Luftdrucklokomotiven, sowie striktes Rauchverbot.

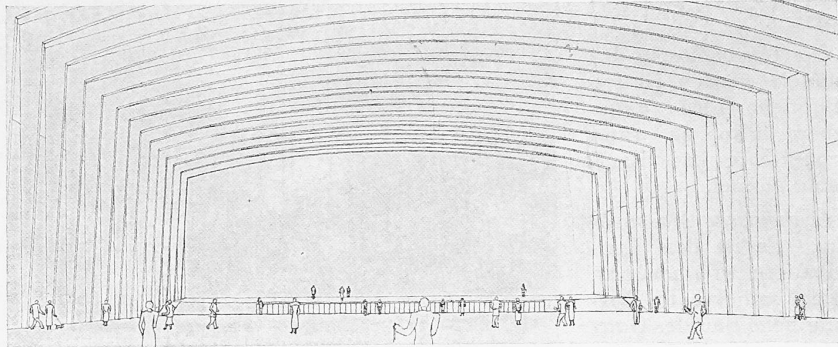
Da trotz diesen Vorsichtsmassnahmen sich doch je und je Schlagwetter einstellten und dadurch die Holzeinbauten Feuer fingen, musste zu dessen Bekämpfung nachträglich eine bis zu den Arbeitsplätzen führende Hochdruckwasserleitung erstellt werden. In der Nähe der ersten Baustelle endigte diese in einem Ausgleich-Hochdruck-Reservoir, aus dem das Druckwasser zunächst durch eine Hochdruckpumpe geleitet wurde, um durch diese Druckerhöhung eine noch wirksamere Feuerbekämpfung zu erreichen.

Diese Massnahmen haben es ermöglicht, den Vortrieb von den Zwischenangriffspunkten aus ohne grosse Unterbrechungen durchzuführen, hingegen haben sich trotz derselben im Angriff Bologna (Nordportal) noch einige Schlagwetter ereignet, die zu verschiedenen lang dauernden Arbeitseinstellungen geführt haben. Auch haben sich zufolge von Gasexplosionen mehrmals grosse Feuerherde entwickelt, die zur Einstellung des Vortriebs während vollen 250 Tagen geführt und die auch die übrigen Arbeiten lahm gelegt haben. Am schlimmsten hat das Feuer nach einer am 3. August 1928 bei Km. 5 erfolgten Explosion gewütet. Dieser Feuerherd breitete sich zufolge der starken, sich stets neu entzündenden Gasausströmungen so rasch aus, dass der sich entwickelnde Rauch die gesamte Belegschaft zum schleunigen Rückzug zwang. Am folgenden Tage verschärfte sich die Lage durch Einsturz eines Teils der Trennungswand des Wetterkanals als Folge einer erneuten Gasexplosion. Wegen der gasgeschwängerten Luft und der sich steigenden Hitze im Tunnelinnern und wegen stets neuer Gasexplosionen dauerte der Kampf mit den Elementen volle 7 Monate. Kein Mittel, der „brennenden Zone“ beizukommen, blieb unversucht. Man ersetzte die noch intakten Holzzimmerungen durch solche aus Eisen; man suchte die Flammen zu ersticken durch Vorschieben von Drahtgeflechten und dünnen Scheidemäuerchen. Hilfe brachte schliesslich erst die vollständige Abriegelung und Unterwasserersetzung des ganzen Feuerherdes und Umfahrung desselben mittels eines Nebentollens. Dieser Nebentollen nahm seinen Anfang unmittelbar beim Ende des bereits ausgemauerten Tunnelprofils, bzw. bei der Ausmündung des Wetterkanals. Er wurde im Abstand von 15 m an der vom Feuer betroffenen Stelle vorbeigeführt, diese also umgangen und von der Rückseite aus angefahren. Gleichzeitig waren die Belüftungsanlagen ausgebaut und verstärkt worden. Der Nebentollen wurde nach der „Fassdaubenmethode“ ausgekleidet, wobei man aber an Stelle der Holzklötze konisch geformte Zementsteine verwendet hat.¹⁾ Und diesmal gelang die Ueberwindung der Gaszone; allerdings unter ausserordentlichen Opfern und unter Aufwendung aller nur erdenklichen Hilfsmittel; trotzdem wäre der Erfolg fraglich gewesen, hätte nicht die Arbeiterschaft unter Lebensgefahr und ungeheuern Anstrengungen durchgehalten.

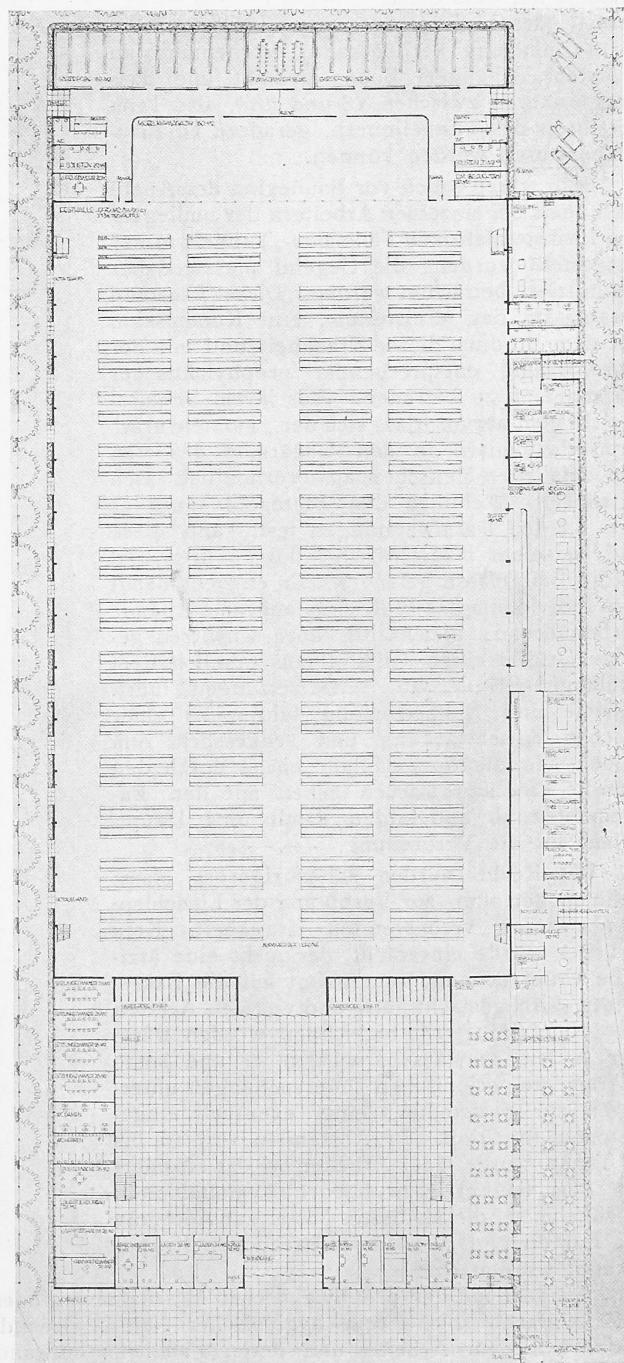
Kampf mit dem Wasser. Aehnliche Verhältnisse wie der schon erwähnte Vortrieb von den Zwischenangriffspunkten aus wies die Südstrecke auf. Schon nach den ersten 780 m begannen die Wasserinfiltrationen, um fortan, mehr oder weniger intensiv, ständige Begleiter der Ausführungsarbeiten zu bleiben, bald nur als Tropfwasser, bald in Form von starkem Firstregen, bald als Wasseradern unter starkem Druck, sodass vor dem Durchschlag rd. 700 l/sec am Südportal ausflossen. Die stärkste Wasserader ist 5778 m vom Südportal weg angeschnitten worden mit rd. 300 l/sec, die unter 15 at Druck ausströmten.

Zementinjektionen, Abriegelung der stärksten Quellen durch Mauern, Dämpfungsvorrichtungen des Wasserstrahls, wie aus Abb. 22 ersichtlich, waren in der Hauptsache die

WETTBEWERB FÜR EINE AUSSTELLUNGS- UND FESTHALLE IN LUZERN.



3. Rang (1400 Fr.), Entwurf Nr. 10. — Verfasser P. A. Furger, dipl. Arch., Luzern.
Mitarbeiter Giov. Zamboni, Arch., Jos. Meyer, Eisenkonstruktionswerkstätte, Luzern,



Grundriss 1 : 800.

Oben : Innenbild gegen die Bühne.

¹⁾ Vergl. „System Bauschäfer“ in „S. B. Z.“ Bd. 96, S. 21/22*. Red.

Massregeln, die zur Ueberwindung dieser Partien ergriffen werden mussten.

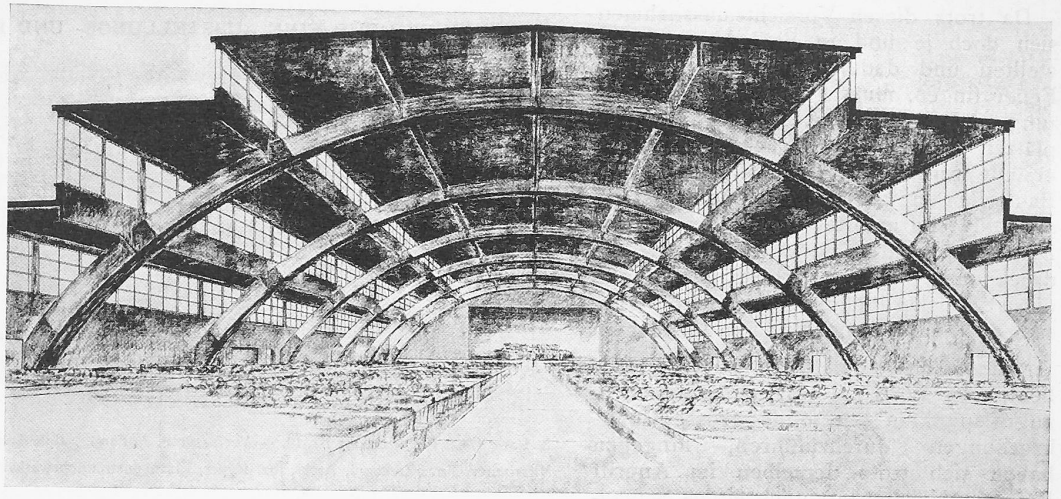
Die Gesamtkosten des Tunnels werden zu 470 Millionen Lire angegeben, also zu rund 25 000 Lire pro Laufmeter Tunnel.

Hygienische Massnahmen. Es ist den Tunnelbauern wohl bekannt, welche verheerende Wirkung beim Bau des Gotthardtunnels die sogenannte „Tunnelkrankheit“ (Tunnelwurm) ausgeübt hat. Nicht minder bekannt ist, dass dieser Parasit (dessen Larve 9 bis 11 mm lang werden kann), vornehmlich in feuchtem, lehmigem Boden gedeiht und dass Temperaturen zwischen 18 und 28°, also Temperaturen des Tunnelinnern, geradezu zu Bruttemperaturen werden können.

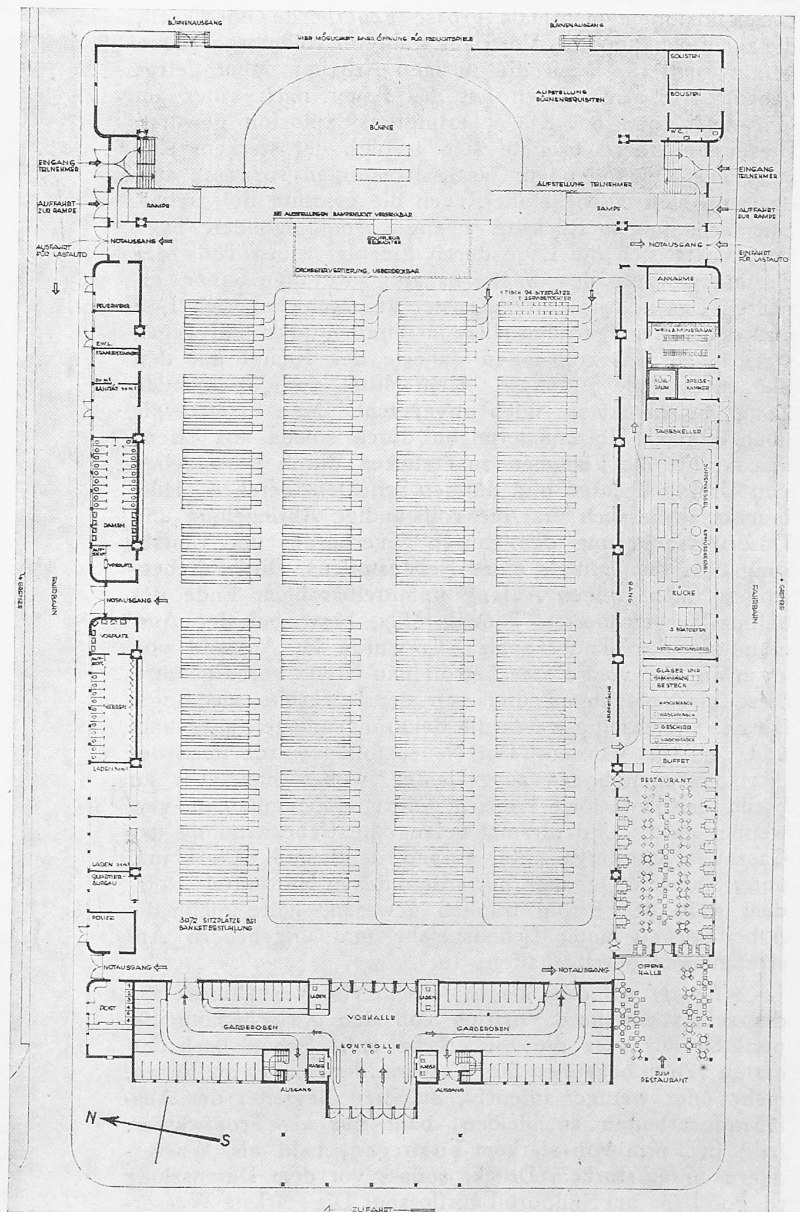
Nun waren schon vor Baubeginn des Apennintunnels bei einzelnen Arbeitern der umliegenden Backsteinfabriken Fälle des „Tunnelwurms“ festgestellt worden; die Gegend musste daher als infiziert betrachtet werden. Dieser Umstand veranlasste das Ministerium, eine Kommission mit dem Studium dieser Krankheit und mit der Ausarbeitung entsprechender prophylaktischer Massnahmen zu betrauen. Aus ihrem Schlussbericht geht hervor, dass sich der „Tunnelwurm“ (Anchyllostomiasis) in den Gedärmen des von ihm befallenen Menschen ausserordentlich rasch entwickelt. Ähnlich den Blutegeln saugt er sich an den Darmwandungen fest, kann diese mittelst seiner Kauwerkzeuge durchbohren und in die Blutgefässe gelangen. Er entzieht damit dem Individuum das Blut, eine langsame Anämie herbeiführend; gleichzeitig aber schwitzen gewisse Drüsen einen Giftstoff aus (ähnlich dem Schlangengift) der zu Blutzersetzungen führt. Anämie und Blutzersetzung führen zu einer raschen Abschwächung und schliesslich zum Tode. Die Infektion erfolgt zumeist durch den Mund. Eier und Larven gehen mit den Exkrementen ab und bilden damit eine Hauptgefahr für die Verbreitung.

Mit Recht wurden daher rigorose Massnahmen getroffen zur Verhütung der Einschleppung dieser verheerenden Krankheit. Kein Arbeiter wurde eingestellt, der nicht eine ärztliche Untersuchung, ausgedehnt auf die Exkremente, durchgemacht hätte und von den Aerzten als „Nicht infiziert“ bezeichnet worden wäre. Zur Arbeit zugelassen, wurden er und seine Exkremente periodischen Untersuchungen unterzogen zur Feststellung einer eventuell eingetretenen Infektion. In Abständen von 10 bis 14 Tagen wurde jeder Arbeiter bei der Ausfahrt aus dem Tunnel gezwungen, Thymoltabletten einzunehmen, die als bestes Mittel zur Abtötung der Larven und Eier im menschlichen Körper erkannt worden sind.

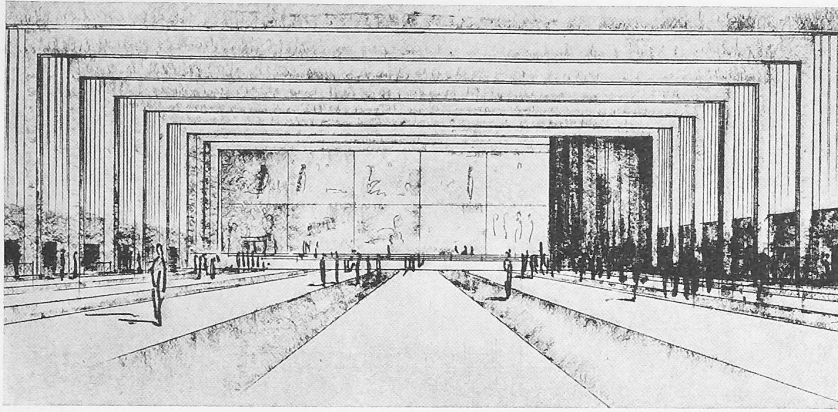
Parallel mit den prophylaktischen Massnahmen gingen natürlich auch solche rein hygienischer Natur: Gesunde Wohnräume für Arbeiter und deren Familien; einwandfreie Trinkwasserversorgung; Einrichtung von besonders konstruierten, festen Aborten in den Wohnkolonien und



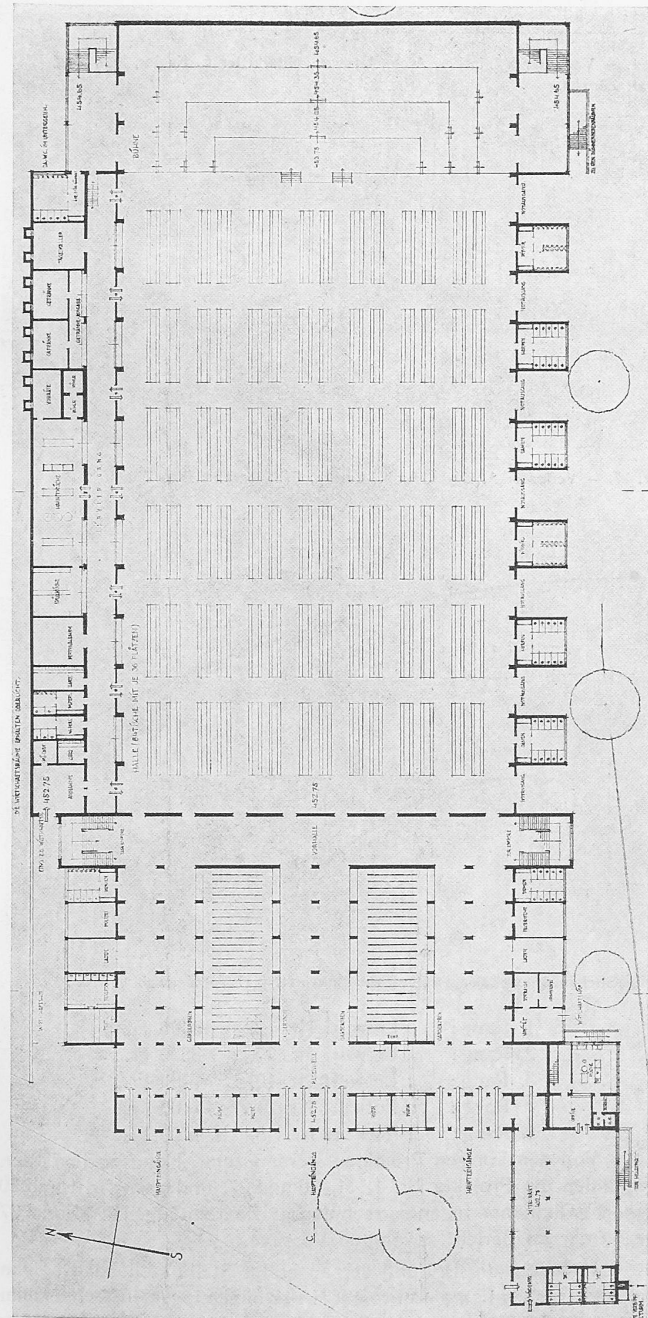
4. Rang (1400 Fr.), Entwurf Nr. 24. — Verfasser A. Berger, Arch., Luzern, und Ad. Meier, Dipl. Ing., Wädenswil. — Grundriss 1 : 800.



von fahrbaren, leicht desinfizierbaren Aborten im Tunnel-Innern; Bad- und Douchenanlagen, Kleidertrocknungsräume, Wäschereien, usw.; periodische Desinfektion von allen Wohn- und Arbeitsräumen; Bereithaltung von Absonderungs-Krankenzimmern.



5. Rang (1400 Fr.), Nr. 8. — Z. Egger, Arch., Luzern, Mitarbeiter E. Rathgeb, Ing., Zürich. — Grundriss 1:800.



Dank dieser vereinigten Massnahmen von Tunnelbauer und Arzt ist es gelungen, die gefürchtete Tunnelkrankheit von den Belegschaften fern zu halten, in Anbetracht der ungünstigen Umstände ein weiterer Sieg der Wissenschaft über einen gefährlichen Feind.

Wettbewerb für eine Ausstellungs- und Festhalle in Luzern.

(Schluss von Seite 222.)

Entwurf Nr. 10, „Messe“. Die gewählte Situation ist günstig. Die Umfahrt wäre an den Ecken der Halle entsprechend zu erweitern. Der an und für sich beachtenswerte Versuch, die Annexbauten möglichst zu vermeiden und einen klaren Baukörper zu schaffen, ist anerkennenswert. Dagegen erscheint die Raumbildung, die sich daraus ergeben hat, besonders bezüglich der Vorhalle, zu aufwendig. Letztgenannte ist auch als Ausstellungsraum weder verlangt noch günstig auszuwerten. Die Nebenräume sind im allgemeinen günstig gelegen, wie auch Restaurant und Garderobe eine gute Lage erhalten haben. Die Küche liegt zentral, ist aber mit 4 m

Raumtiefe zu gering bemessen. Ihre langgestreckte Form ist unzweckmässig. Der Hauptraum überzeugt durch seine klare, einfache Formgebung.

Im Aufbau wie auch in der Fassadendurchbildung zeigt sich eine klare Gesamthaltung, die jedoch in der Durchbildung der Vorderfront nicht zur Geltung kommt. Sie entspricht nicht dem segmentartig überdeckten Baucharakter der Halle und ist, wie aus dem Längsschnitt ersichtlich, unorganisch entwickelt. Die Binderkonstruktion als geschweisster Dreiecksbogen ist brauchbar. Die statischen Berechnungen sind dürftig.

Kubischer Inhalt: Halle mit Bühne 105 000 m³, übrige Bauten 37 000 m³, zusammen rd. 142 000 m³.

Entwurf Nr. 24, „5. II. 34“. Vorplatz und Umfahrt gut disponiert. Haupteingang im Prinzip annehmbar, aber zu knapp dimensioniert. Die Binderkonstruktion ist klar. Der sichtbare Binderfuss ist zwar andern ähnlichen Lösungen ohne diese Anordnung vorzuziehen, ergibt aber einen wesentlichen Platzverlust in den seitlichen Verkehrsgängen. Die Bühnengestaltung wird durch den Segmentbinder in ihrer Breitenentwicklung etwas benachteiligt. Die Organisation der Nebenräume ist gut, ebenso die beidseitige Belichtung der Halle. In formaler Hinsicht wirken sich die Abtreppungen in Verbindung mit den vielen Annexbauten verschiedener Tiefe und Höhe ungünstig aus. Der geringe Kubus ist hervorzuheben. Zwillingsbogen, System Tuchscherer, brauchbar angewendet.

Kubischer Inhalt: Halle mit Bühne 84 000 m³, übrige Bauten 13 000 m³, zusammen rd. 97 000 m³.

Entwurf Nr. 8, „Organisation“. Vorplatz, Zugänge und Umfahrt ungenügend. Vorraum, Kasse und Garderobe viel zu aufwendig. Disposition der Nebenräume, wie Küche, Aborte usw., organisatorisch gut, aber zu weitläufig. Die Verbauung des Restaurants durch Toiletten gegen die Strasse ist zu verwerfen. Raumwirkung und Belichtung gut. Hallenkonstruktion in Eisen einfach und gut. Die äussere formale Durchbildung ist nicht sorgfältig überlegt; der zu tiefe Vorbau ergibt ungünstige Ueberschnitten. Uebermässig grosser Kubus.

Kubischer Inhalt: Halle mit Bühne 135 000 m³, Annexbauten 40 000 m³, zusammen rd. 175 000 m³.

Entwurf Nr. 11, „Volksversammlung“. Umfahrt und Zufahrt zur Haupthalle ausreichend. Vorhalle zu weit in den Vorplatz hineingezogen. Bühne und Empore programmgemäss. Küche und Annexräume zweckentsprechend angeordnet, dagegen fehlt bei der Küche ein Abschluss gegen die Halle. Der Hauptraum mit sichtbaren Gitterträgern und Kassetendecke wirkt zu unruhig und beeinträchtigt den festlichen Charakter. Der Hauptbau wird durch den langgezogenen Vorbau stark überschritten. Der Binder ist statisch nicht voll befriedigend. Die Sicherung der Stützen gegen Winddruck müsste geändert werden.

Kubischer Inhalt: Halle mit Bühne 95 000 m³, übrige Bauten 20 000 m³, zusammen rd. 115 000 m³.

Entwurf Nr. 27, „Dreitausend“. Vorplatz und Umfahrt gut. Der Verkehr durch den Haupteingang ist flüssig. Ungenügende Zufahrten für Halle und Bühne. Die Anordnung von Nebenräumen in einem dreistöckigen Anbau ist unzweckmässig. Küche und Restaurant gut disponiert. Beachtenswert ist der Versuch, durch einen Sichelträger mit shedartiger Belichtung ein diffuses Licht, ohne Blendung für den Zuschauer, zu erzielen. Die akustischen Ueber-