

Die elektrische Zahnradbahn Montreux-Glion

Autor(en): **Zehnder-Spörry, R.**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

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

Heft 4

PDF erstellt am: **17.05.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-28183>

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.

Die elektrische Zahnradbahn Montreux-Glion

von Ingenieur R. Zehnder-Spoerry, Direktor der
M. O. B. und M. G.

(Fortsetzung mit Tafel IV.)

Nicht geringe Schwierigkeiten verursachte auch das Deponieren des Aushubmaterials im allgemeinen und der Tunnel im besondern. Das steil abfallende Terrain machte das Ablagern von Material ohne die Aufführung enormer Stützmauern ganz unmöglich. So entstanden dann die grossen Trockenmauern bei Km. 0,8 bis 0,9 und 1,21, sowie die Lehnenviadukte am untern Portal des Kehrtunnels (Abbildungen 20, 21, 22) und im Bahnhof Glion (Abbildungen 23 u. 24). Der Aushub des obern Teiles des Kehrtunnels erforderte an dessen oberem Portal ebenfalls eine gewaltige Stützmauer. Das Mauerwerk wurde mit wenigen Ausnahmen trocken ausgeführt; die zur Anwendung gekommenen Normalprofile zeigt die Abbildung 25. Leider liess das auf dem Tracé gefundene Steinmaterial oft zu wünschen übrig und machte die Herbeischaffung von Steinen von Montreux oder Glion nötig. Die Durchführung der Erdbewegungs- und Mauerungsarbeiten auf offener Strecke erforderte eine ganz besondere Sorgfalt wegen der zahlreichen Strassen, Wohnhäuser und Hotels, die sich direkt talwärts der Linie befinden. Die Erstellung von doppelten Bohlenschutzwänden zum Aufhalten eventuell in Bewegung geratener Steine war deshalb unerlässlich. Nachdem diese Schutzwände gebaut waren, erstellte man zuerst die talseitigen Stützmauern der Linie, die dann ihrerseits einen weiteren Sicherungswall gegen Steinschlag bildeten; hierauf konnten die eigentlichen Aushubs- und Planierungsarbeiten der Plattform beginnen, die meistens ein starkes



Abb. 28. Chauderon-Brücke und Haltestelle «Les Planches».

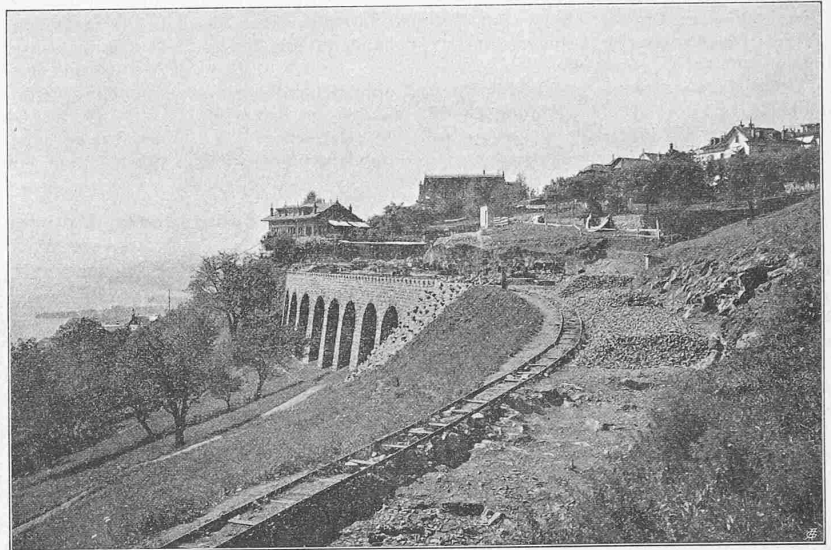


Abb. 23. Stützmauer für die Anlage der Station Glion der M. G.

Anschneiden der Felspartien ergaben. An denjenigen Stellen, wo die Felswände allzu schroff abfielen, musste man zur Sicherheit in der Weise vorgehen, dass die Anschnitte zuerst als Einschnitte ausgebildet und dann die aussen stehengebliebenen Partien bergwärts in den Einschnitt hinein abgetragen wurden.

Die 61,26 m lange, auf zwei Pendelpfeilern abgestützte Eisenbrücke über die Chauderonschlucht wurde durch die *Ateliers de constructions mécaniques de Vevey* konstruiert. Ihre Ausbildung ist in den Abbildungen 26 bis 28 dargestellt; sie bietet nichts aussergewöhnliches. Recht schwierig gestaltete sich hier die Montage wegen der unter der Brücke liegenden Gebäude.

Oberbau. Zum Oberbau wählte man auf Flusseisenschwellen verlegte Stahlschienen von 22 kg/m und einer Länge von 11,7 m, die an den Stössen durch 620 mm lange Flügellaschen miteinander verbunden sind; die 1700 mm langen Eisenschwellen wiegen 27,4 kg. Das Zahnstangensystem ist das Abt'sche, wie bei der Glion-Naye-Bahn, doch ist das Profil der Lamellen C-förmig und es sind die Zähne mit 20 mm über Teillinie statt 15 mm etwas höher ausgebildet worden, als bei den älteren Abt'schen Zahnradbahnen, damit eine grössere Eingriffstiefe und infolgedessen eine vermehrte Sicherheit vorhanden sei. Das Gewicht einer 1800 mm langen Zahnstangenlamelle stellt sich auf 30,2 kg, und das des kompletten Oberbaues auf 124 kg für 1 m Länge. Im Bahnhof Montreux wurde ein Schienenprofil von 24,3 kg/m verlegt, da hier auch die schwereren Fahrzeuge der M. O. B. verkehren. Die Eisenbrücke über die Chauderonschlucht besitzt nur am untern Ende ein festes Widerlager, sodass sich die ganze Dilatation nach einer Richtung vollzieht, was bei einer Temperaturdifferenz von 60° C rund 40 mm ergibt. Man war deshalb genötigt, zur Vermeidung zu starker Spannungen in der Zahnstange und der Bildung zu grosser Zahnteilungsdifferenzen an den Stössen, die Zoresschwellen mit Langlöchern zu versehen. Die ersten drei untern Schwellen besitzen normale Löcher von 20 mm Länge; die folgenden Schwellen bis zum grossen Pfeiler erhielten solche von 40 mm und die übrigen bis zum obern Brückenende von 60 mm Lochlänge.

Die Zahnstangeneinfahrt befindet sich einige Meter unterhalb des Eingangs zum Tunnel Nr. 2. Die Abwicklung des Teilkreisdurchmessers der Triebzahnäder der Lokomotive in der Teillinie der Zahnstange ist etwas kleiner als der Weg, der durch die Abwicklung des Laufkreises der Adhäsionsräder dargestellt wird. Deshalb erschien es vorteilhafter, um ein rasches und sicheres Einfallen der Triebzahnäder in die Lücken der Zahnstange zu sichern, die abnormale Teilung der ersten Zähne der Zahnstangen-



DIE ELEKTRISCHE ZAHNRADBAHN MONTREUX-GLION

Zugskomposition am untern Portal des Kehrtunnels von Toveyres

Seite / page

52(3)

leer / vide /
blank

einfahrt nicht wie gewöhnlich grösser (124 mm), sondern kleiner (116 mm) auszubilden, als die normale Teilung (120 mm).

Sämtliche Zahnstangenweichen sind mit Aufschneidungen und die Adhäsionsweichen mit Verriegelung System Glauser ausgerüstet. Der Oberbau ruht auf einem Schotterbett von 30 cm Stärke; der Schotter wird bergseitig durch ein Bankettmüerchen aus Beton gestützt (Abb. 25).

Kraftzentrale und Fahrleitung.

Die Energie wird aus dem Kraftwerk von Montbovon, durch Vermittlung der Hochspannungsleitung der M. O. B. bezogen. Die Primärspannung von 8000 Volt (50 ~) wird in der Umformerstation der M. G., am oberen Portal des Tunnels Nr. 2 vermittelst rotierender Umformer in 600- bis 1000-voltigen Gleichstrom umgewandelt. Die Umformergruppe von 110 kw Leistung an den Sekundärklemmen speist die Fahrleitung gemeinsam mit einer Tudorbatterie der Akkumulatorenfabrik Oerlikon von 333 Amp.-Std. Kapazität bei einstündiger Entladung (J. S. 18) und kann mit den Umformerstationen der M. O. B. parallel geschaltet werden. Auf diese Weise stehen sich die Umformerstation der M. G.

Batterie besitzt einen neuen, speziell für Pufferwerke geschaffenen Plattentypus; zur Vermeidung von Kurzschlüssen zwischen den Platten sind diese statt mit den üblichen Glasröhren mit Zwischenlagen aus dünnem Holz zusammengebaut, die das Krümmen der Platten verunmöglichen. Dieser Einbau hat den grossen Vorzug, dass die Batterie

einer wesentlich geringeren Kontrolle bedarf. Der durch den Brettchen-Einbau bedingte, etwas grössere innere Widerstand wird reichlich ausgeglichen durch den Konstruktionsvorteil, dass der Abstand der Platten wesentlich geringer genommen werden kann.

Der Hochspannungs-Motor der Drehstrom-Gleichstrom Umformergruppe besitzt Sternschaltung. Der äussere Statordurchmesser beträgt 1210 mm, der Rotordurchmesser 918 mm bei einem Luftspalt von 1 mm. Die

Armatur der Gleichstromdynamo zeigt Wellenwicklung; ihr Ankerdurchmesser beläuft sich auf 540 mm bei 2,5 mm Luftspalt. Der Kollektor hat einen Durchmesser von 400 mm. Der Gang der Maschine ist auch bei Ueberlastung ein vollkommen funkenfreier.

Die Hochspannungsanlagen der Umformerstation sind von der Gleichstromschalttafel vollkommen getrennt. Alle Hochspannung führenden Teile sind in einem Untergeschoss untergebracht, so dass sich im Maschinensaal ausser im Stator der Motoren keine Hochspannung befindet. Jeder Hochspannungsmotor und die Hauptzuleitung sind mit auf Zeit und Stromstärke einstellbaren Automaten versehen, die auch vom Gleichstromschaltbrett aus, vermittelst einer Druckknopfsteuerung, ausgelöst werden können. Die Felder der Generatoren sind dadurch vor den schädlichen Einflüssen der bei plötzlichem Abschalten hoher Stromstärken eintretenden Induktionserscheinungen geschützt, dass man durch den zuerst fallenden Maximalautomaten eine Kurzschliessung der Feldwicklung eintreten lässt, bevor der Minimalausschalter ebenfalls her-

ausspringt. Es ist möglich, mit einer Maschine auf das Fahrleitungsnetz, mit der andern gleichzeitig auf die Batterie zu arbeiten.

Der Erdschlussprüfer wird, wegen der Parallelschaltung mit den Nachbarstationen, von der Batterie aus mit deren halber Spannung gespeist.

Die elektrische Zahnradbahn Montreux-Glion.

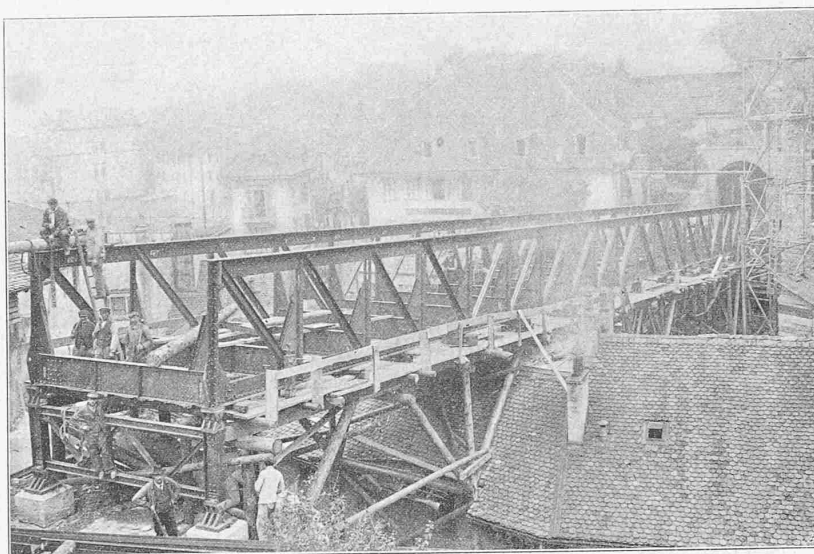


Abb. 27. Obere Pendelstütze der Brücke über die Chauderon-Schlucht.

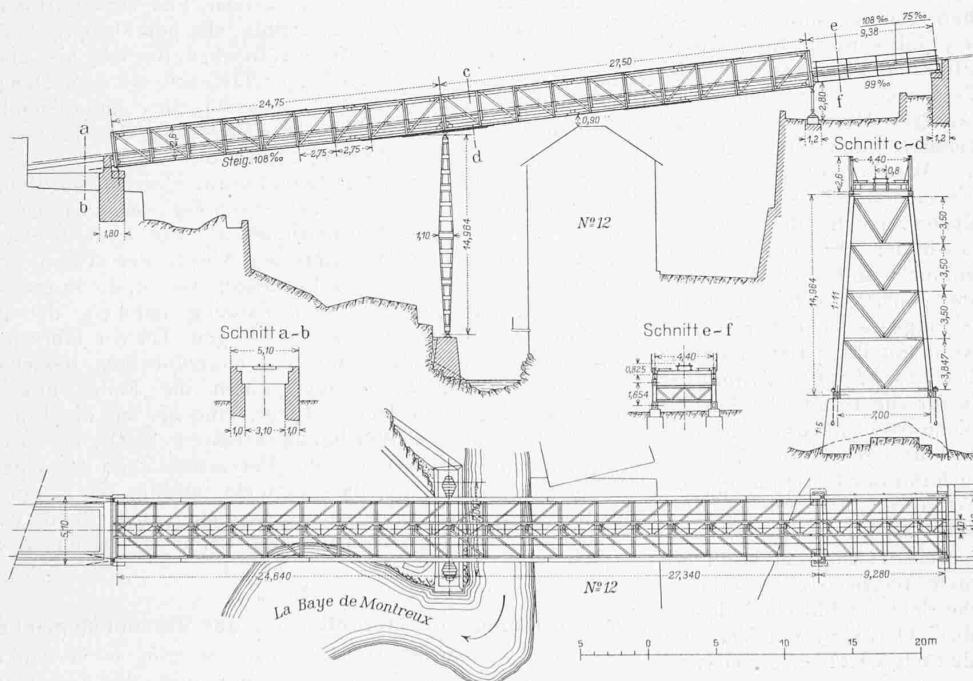


Abb. 26. Eiserne Brücke über die Chauderon-Schlucht. — Masstab 1:500.

und die in Chernex gelegene der M. O. B. gegenseitig Reserve, was zur Betriebssicherheit wesentlich beiträgt. Es ist sogar möglich, von jeder dieser Umformerstationen aus die Batterien der andern vermittelst Serieschaltung zweier Maschinensätze aufzuladen (siehe Schema Abb. 29, S. 54).

Die von der Akkumulatorenfabrik Oerlikon gelieferte

Für die *Kontaktleitung* genügten in Anbetracht der geringen Länge der Linie zwei Kupferdrähte von 9 mm. Sie sind unter doppelter Isolation an den eisernen Konsolen aufgehängt, die durch hölzerne imprägnierte Stangen getragen werden; diese Stangen sind sämtliche in $\square$ -Eisenfüssen gehalten. Im Bahnhof Glion wurden Mannesmannmasten gestellt. Die Regulierung der Querdrähte wird ermöglicht durch eine gepresste eiserne Spannschraube. Die ganze Strecke ist mit entsprechenden Streckenisolatoren und Schaltern ausgerüstet, um eine rationelle Unterteilung vornehmen zu können. Die Kontaktdrahthöhe beträgt in den Bahnhöfen überall wo es möglich war 6 bis 6,15 m, was jedoch an vielen Strecken in Montreux und im oberen Teil von Glion nicht erreicht werden konnte; auf offener Bahn liegt der Draht 4,20 m und in den Tunnels 3,90 m über den Schienen. Im Bahnhof Glion, wo die Kontaktleitung teilweise recht tief montiert werden musste, wählte man statt des Kupferdrahtes einen Eisendraht, damit die dem Kamin der Dampflokomotive entströmende Hitze möglichst wenig Einfluss auf die Oberleitung ausübe. Aus dem gleichen Grunde wurde der Kontaktdraht, soviel dies tunlich war, seitlich aus der Geleisemitte versetzt. (Schluss folgt.)

Die elektrische Zahnradbahn Montreux-Glion.

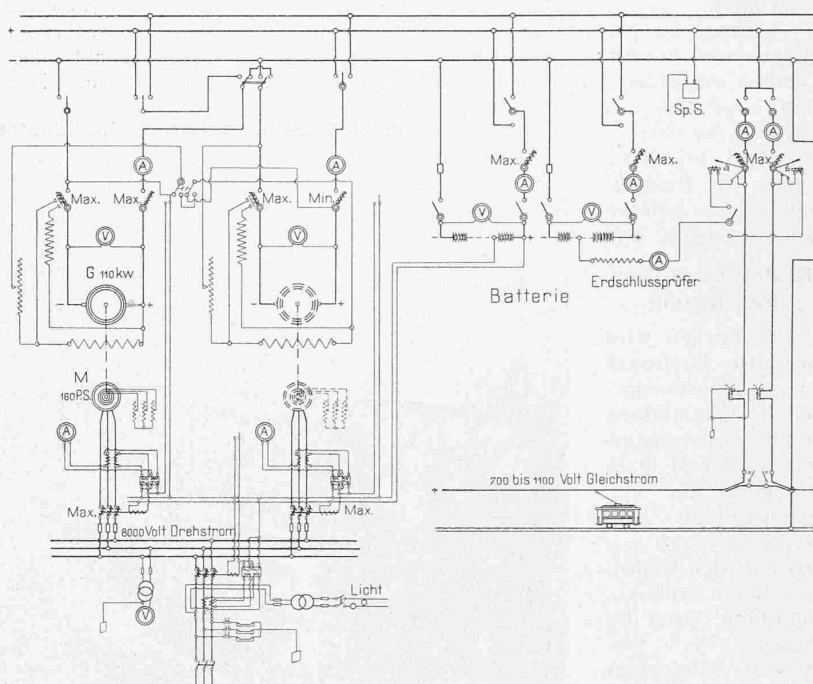


Abb. 29. Schaltungsschema der Umformerstation «Les Planches».

Seebach-Wettingen

Technische und wirtschaftliche Ergebnisse der elektrischen Traktions-Versuche.

Von Dr. W. Kummer, Ingenieur.

Am 3. Juli 1909 hat die Maschinenfabrik Oerlikon ihren elektrischen Versuchsbetrieb auf der Linie Seebach-Wettingen der Schweizerischen Bundesbahnen zum Abschluss gebracht, und seit dem 4. Juli wird die Linie wieder, wie früher, mittels der Dampftraktion betrieben. Die Anlagen für den elektrischen Versuchsbetrieb sollen wieder abgebrochen werden und in wenigen Monaten werden alle seine äusserlichen Merkmale verschwunden sein. Der Name der Versuchsstrecke „Seebach-Wettingen“ jedoch wird ebenso wie der Name der Versuchsstrecke „Marienfelde-Zossen“ der einstigen Schnellbahnversuche der deutschen Studiengesellschaft und ebenso wie der Name der Versuchskraftübertragung „Lauffen-Frankfurt“ anlässlich der Frankfurter Ausstellung von 1891, der Nachwelt erhalten bleiben und als Markstein in der Entwicklungsgeschichte der Elektrotechnik genannt werden. Sowohl mit ihrer Beteiligung an der Ausführung des Versuchsbetriebs „Lauffen-Frankfurt“, mit dem der praktische Beweis für die technische Ausführbarkeit und für die wirtschaftliche Anwendbarkeit der elektrischen Kraftübertragung mittels hochgespannter Wechselströme erbracht wurde, wie auch mit der Durchführung des Versuchsbetriebs „Seebach-Wettingen“, mit dem der praktische Beweis für die technische Ausführbarkeit und die wirtschaftliche Berechtigung der elektrischen Traktion mittels hochgespannten einphasigen Wechselstroms erbracht wurde, hat sich die schweizerische elektrotechnische Industrie, insbesondere die Maschinenfabrik Oerlikon, ein Verdienst erworben, dessen kulturelle Bedeutung weit über die Grenzen unseres Landes hinausreicht.

Dass der Versuchsbetrieb Lauffen-Frankfurt, sowie übrigens auch derjenige von Marienfelde-Zossen, nicht in einen normalen und dauernden elektrischen Betrieb übergehen würden, stand von Anfang an fest. Dagegen wurde allgemein angenommen, dass sich der elektrische Betrieb Seebach-Wettingen mit der Zeit zu einem bleibenden auswachsen werde. Dass dies möglicherweise nicht wird

erfolgen können, schmälert den errungenen technischen und wirtschaftlichen Erfolg dieser Anlage natürlich in keiner Weise. Es war ja zum Voraus für jeden Elektrotechniker und jeden Eisenbahntechniker klar, dass die Nebenbahnlinie Seebach-Wettingen als Teilstrecke innerhalb des heute noch vollständig mit Dampf betriebenen dritten Kreises der schweizerischen Bundesbahnen, für sich allein elektrisch betrieben, in keinem Fall ein günstigeres Betriebsergebnis abwerfen konnte als bei Dampftraktion. Dass aber das Ergebnis des elektrischen Betriebs hier überhaupt so nahe an die Konkurrenzfähigkeit mit dem Dampfbetrieb heranreichen werde, wie wir dies im folgenden zahlenmässig nachzuweisen im Falle sind, das kam auch dem Grossteil der Fachwelt unerwartet.

Eine zusammenfassende und vorurteilsfreie Würdigung der erzielten *technischen und wirtschaftlichen Ergebnisse* des elektrischen Versuchsbetriebs auf der Linie Seebach-Wettingen möchten wir nun bei Anlass des Abschlusses dieser Versuche unsern Fachgenossen bieten, die in grosser Zahl von nah und fern Veranlassung nahmen, den genannten Versuchsbetrieb zu besichtigen. Da vor Jahresfrist die endgültige Anlage für die Durchführung desselben in der „Schweiz. Bauzeitung“ durch die Feder unseres Kollegen, Ingenieur Hugo Studer, eine bis auf die Einzelheiten vollständige Würdigung erfahren hat,¹⁾ so dürfen wir auf eine Beschreibung der Versuchsanlagen verzichten; hingegen glauben wir, dass es nicht unnötig sei, in einem gedrängten Abriss die wichtigsten Daten betreffend Vorbereitung und Durchführung des Versuchs zusammen zu fassen.

I.

Vorbereitung und Durchführung des Versuchsbetriebes.

Den Versuchsbetrieb Seebach-Wettingen verdanken wir ausschliesslich der privaten Initiative, der Geschäftsleitung der *Maschinenfabrik Oerlikon*. Gegen Ende des Jahres 1901 liess sich diese von ihrem Verwaltungsrat den erforderlichen Kredit erteilen, zum Zwecke der Durchführung von praktischen Versuchen der Anwendung der elektrischen Traktion auf normalen Eisenbahnen. Das System der elektrischen Traktion, das dem praktischen Ver-

¹⁾ Bd. LI, S. 185 u. ff.

Gewölbe geschieht mit magerem Beton über den Pfeilern wegen der Wasserabflussverhältnisse, sonst mit Füllmaterial bis unter die Strasse. Das Projekt ist sehr ausführlich behandelt; die Kosten sind mit 485000 Fr. angegeben.

Der Entwurf bietet eine schlichte und gute Behandlung der Brückenarchitektur. Die Ausbildung der Hochbauten am badischen Ufer ist besser gelungen als diejenige auf schweizerischem Ufer, obwohl auch dort die Architektur nicht zur vorhandenen Umgebung stimmt.

Nr. 17. Die Einteilung der Oeffnungen ist: im linken Arm zwei Oeffnungen zu 22,0 m, im rechten Arm drei Oeffnungen zu 31,6, 40,0 und 31,6 m Lichtweite. Die Konstruktion besteht aus Betonquadergewölben ohne Gelenke. Der Ersatz von gewöhnlichem Stampfbeton durch Betonquader hat den grossen Vorteil, die Setzung des Gerüsts durch Belasten desselben mit den

Gewölbesteinen und nachherigem Einstampfen des Mörtels in den Fugen ganz unschädlich zu machen; die vorherige Erhärtung der Betonquader reduziert auch die Schwinderscheinungen im Gewölbe auf ein Minimum. Die Berechnung wurde daher nach der Elastizitätstheorie mit grösster Sorgfalt und Ausführlichkeit gemacht, jedoch wie für eine Brücke aus Natursteinquadern, d. h. ohne Rücksicht auf Temperatur und Schwinden, unter Einhaltung der zulässigen Druckspannungen von 35 kg/cm^2 . Die Pfeiler im rechten Arm sind dadurch entlastet worden, dass die beiden Seitenöffnungen eine Auffüllung zwischen Gewölbe und Fahrbahn aus magerem Kalkbeton, die Hauptöffnung hingegen die Fahrbahn mittelst Längsmauern und einer armierten Platte trägt. Eine Verkleidung ist nur aus Betonquadern mit bearbeiteter Sichtfläche vorgesehen; die Verfasser erachten die Verkleidung der unter Wasser kommenden Teile der Pfeiler und Widerlager mit hartem Stein nicht für notwendig; es würde sich jedoch empfehlen, die exponierten Stellen der Pfeiler mit Hartstein zu verkleiden. Das Projekt ist sehr eingehend studiert und stellt eine hervorragende Leistung dar. Die Kosten sind auf 436000 Fr. veranschlagt (Abb. 1 bis 8, S. 45 bis 47).

Das Projekt würde durch Beibehaltung der Burgkastellmauer und der alten Brückenlage nur gewinnen. Die einfache Ausgestal-

tung der Brücke ist gut, weniger aber können die offene Einführung in die Stadt und der kleinliche Bau auf dem Burgkastell befriedigen. Das Zollhaus auf der badischen Seite zeigt eine gute und reizvolle Architektur. Die sehr geschickte Darstellung des Projektes in Federzeichnung verdient besondere Erwähnung.

Nr. 19. Die Brücke links erhält zwei Oeffnungen zu 22,25 m, die Brücke rechts drei Oeffnungen zu 30,0, 40,0 und 30,0 m. Als Konstruktion kommen armierte Betongewölbe nach System Melan

in Vorschlag und zwar links ohne Gelenke, rechts mit drei Gelenken aus Granitquadern. In den Hauptöffnungen sind die Gelenke der Korbform wegen gegen den Scheitel vorgerückt, sodass die Stützweiten zwischen deren Gelenken 28 und 37 m betragen. Die Berechnungen sind mit grösster Sorgfalt durchgeführt und zwar auf analytischem Wege. Die Pfeiler und Widerlager sind aus Beton vorgesehen, mit Verkleidung der sichtbaren oder exponierten Flächen in Kunststein (Betonquader). Die Kosten sind zu 588000 Fr. angegeben, nebst Zuschlag von 60000 Fr. resp. 52000 Fr. bei der Verkleidung in Granit oder Laufener Kalkstein. Der Entwurf ist sehr sorgfältig bearbeitet; für die Ausführung bietet das System Melan mit den steifen

Eisenbogenträgern bekanntlich wesentliche Erleichterung. Ueber den Gewölben wird die Fahrbahn auf eine Auffüllung angeordnet (Abb. 9 bis 14, S. 48 u. 49).

Die Führung der Brückenlinie schliesst sich ziemlich genau an die der alten Brücke an. Es sind zwei Varianten dargeboten, die eine mit abgeändertem, die andere mit dem alten Burgkastell, welch letztere den Vorzug verdient. Die Formgebung der Brücke ist einfach, sachlich-schön. Die beiden kleinlichen Pavillons auf dem Burgkastell sind durchaus nicht notwendig. Die Einführung in die Stadt ist nicht überbaut und rechts von zu grosser und unruhiger Architektur flankiert. Das kleine Zollhaus am badischen Ufer trifft den Charakter besser, der für die anlehnenden Hochbauten wünschbar ist. Die Perspektiven zeichnen sich durch geschickte Darstellung aus. (Schluss folgt.)

Die elektrische Zahnradbahn Montreux-Glion.

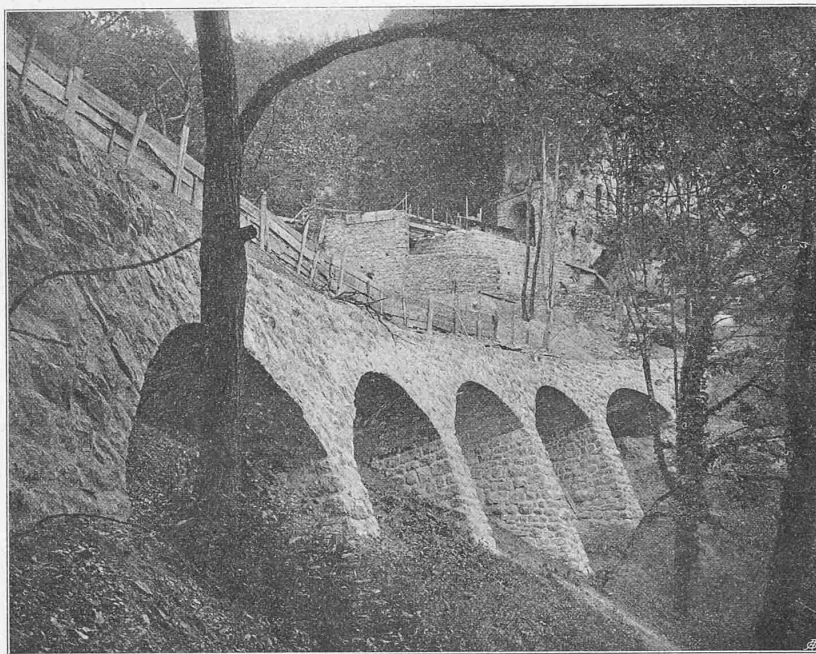


Abb. 22. Lehnngalerie beim Kehrtunnel von Toveyres.

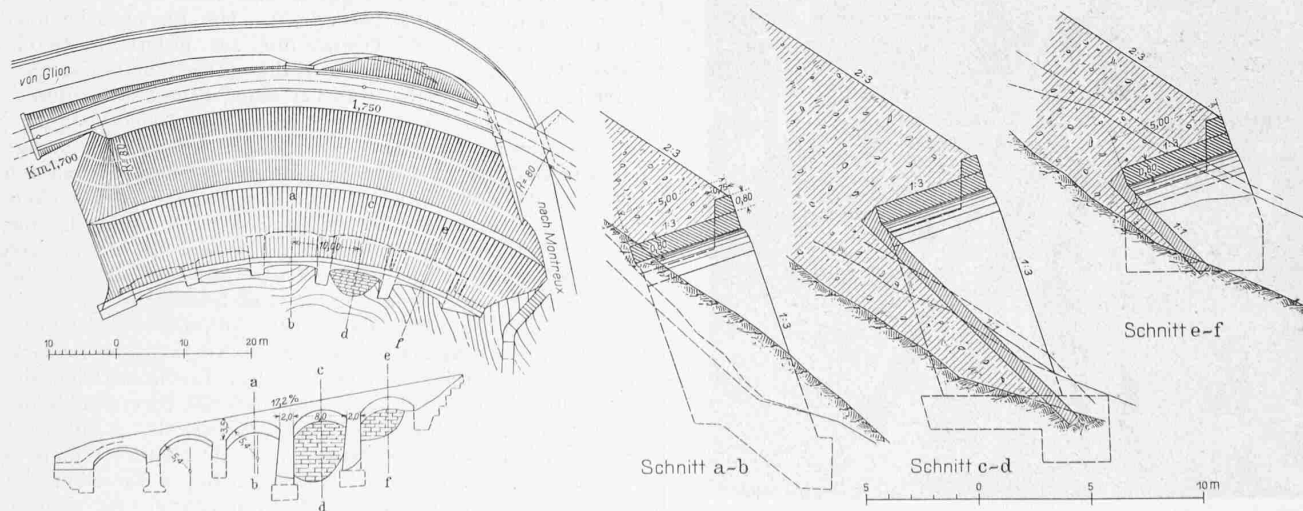


Abb. 20 und 21. Lageplan und Ansicht (1:1000) und Schnitte (1:300) der Lehnngalerie in Abb. 22 für die Tunneldeponie.