

# Die Bauarbeiten der Arlbergbahn nach dem Durchschlage des Haupttunnels.

Von MARTIN KOVATSCH, k. k. Professor an der technischen Hochschule in Brünn.

(Mit Abbildungen.)

(Schluß.)

**C. Die Tunnelzufahrtsrampen.** Die Bahnstrecken Landeck-St. Anton und Langen-Bludenz sind zusammen rund 51 km lang und in 9 BauLOSE untertheilt, und sollten vertragsmäßig am 1. Oktober 1884 dem Betriebe übergeben werden. Die politische Begehung dieser Bahnstrecken erfolgte im November 1881. Das Vergebungsoperat der Bau-

arbeiten wurde im Sommer des Jahres 1882 fertig gemacht und die Ausschreibung der Verdingung mit dem Einreichungstermin vom 29. Juli Mittags 12 Uhr d. J. verfügt. Die Kosten der ausgeschriebenen Bauarbeiten der Zufahrtsrampen können aus folgender Zusammenstellung entnommen werden:

Strecke	Loos		Kostenbetrag abgerundet			
	No.	Lage zwischen Kilometer	Unter- und Oberbau	Hochbau	zusammen	
			Gulden öst. W.	Gulden öst. W.	Gulden öst. W.	Mark
Landeck — Pians . . . . .	11	73,6 — 79,9	664 560	43 700	708 260	1 416 520
Pians — Strengen . . . . .	12	79,9 — 85,9	1 027 150	33 700	1 060 850	2 121 700
Strengen — Pettneu . . . . .	13	85,9 — 92,7	449 670	39 800	489 470	978 940
Pettneu — St. Anton . . . . .	14	92,7 — 99,8	258 160	93 200	351 360	702 720
Langen — Dannöfen . . . . .	15	111,4 — 116,7	561 890	69 300	631 190	1 262 380
Dannöfen — Dalaas . . . . .	16	116,7 — 121,2	486 500	31 000	517 500	1 035 000
Dalaas — Hintergasse . . . . .	17	121,2 — 125,2	926 380	44 700	971 080	1 942 160
Hintergasse — Bratz . . . . .	18	125,2 — 130,2	775 670	64 700	840 370	1 680 740
Bratz — Bludenz . . . . .	19	130,2 — 136,4	126 300	14 900	141 200	282 400
Zusammen . . . . .			5 276 280	435 000	5 711 280	11 422 560

Bis zum vorgeschriebenen Einreichungstermin wurden 14 Gebote überreicht. Die ersten 4 BauLOSE (11, 12, 13, 14) erhielt die Bauunternehmung REDLICH & BERGER gegen das Abgebot von 7,7 pCt. und der Verpflichtung einer zwei-monatlichen Baufristabkürzung; die BauLOSE 15 und 16 erhielten die Unternehmer aus Südtirol MARTIN, CASAGRANDA aus Trient und EML BONUZZI aus Dro gegen das Abgebot von 11,5 pCt. Die BauLOSE 17, 18, 19 erhielt das Unternehmerkonsortium A. KISS, M. BISSTAK und A. POLLAK

gegen das Abgebot, und zwar: das Loos 17 mit 10 pCt., die Loose 18 und 19 mit 11 pCt. der Kostenvoranschlags-summe. Die angenommenen Gebote für die Tunnelzufahrtsrampen stellen sich gegenüber dem hierfür präliminirten Kostenbetrage von 5 711 280 Gulden (11 422 560 Mk) um 540 000 Gulden (1 080 000 Mk) billiger. Die Arbeitsmengen der vergebenen Tunnelzufahrtsrampen sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Benennung der Arbeiten	Kubikmeter										m		qm		Kubikmeter		qm	cbm	qm	m	kg	cbm	m	Stück							
	Anbau an End- und Fehrbau	Erdbauarbeiten	Fundamentbau	Erdbauarbeiten	Steinbau	Stichbau	Trockenmauern	Pflasterungen, trocken	Pflasterungen in Mauer	Strassenbau	Beschotterung von Straßen	Verbindungsflächwerke	Rasenverkleidungen	Beton in den Fundamenten	Fundament-Mauerwerk	Hauptiges Mauerwerk	Reines u. reines Mauerwerk	Quadratmauerwerk	Gewölbumauerwerk	Gewölbumauerung	Gewölbedeckung	Steinunterbauung in Durchlässen	Holzkonstruktion	Brückenbau	Ehräumen von Pfeilern	Eisenerne u. altem Wasserleitungen	Verschiebungsarbeiten	Beschotterung der Bahn u. Bahnhöfe	Steinmauer	Legen der Gleise	Legen der Weichen
Unterbau	2 074 878	3 706	*	14 850	21 622	125 501	114 261	19 164	6 974	2 650	5 870	133 528	24 437	58	30 179	146 186	1 899	13 932	**	9 413	***	150	3 473	24	2 235	21 011	80 600	14 681	57 625	37	62

\*) In die Erdbauarbeiten einbezogen.

\*\*\*) Im Fundamentmauerwerk zugezählt.

\*\*\*\*) Bei den Steinsätzen gezählt.

Nachdem die Fortschrittsergebnisse im Haupttunnel, von besonderen Umständen abgesehen, die frühere Vollendung desselben (vertragsmäßiger Vollendungstermin Herbst 1885) voraussehen ließen, so wurde, um dieser Möglichkeit entgegenzukommen, der Eröffnungstermin der Zufahrtsrampen für den 1. Oktober 1884 festgesetzt, und wenn der Tunnel bis dorthin nicht vollendet sein sollte, zur Vermittlung des Verkehrs in der Zwischenzeit die schöne Arlbergstraße in Aussicht genommen. —

a) Tunnelzufahrtsstrecke Landeck-St. Anton. (11., 12., 13., 14. Loos, lang 26,2 km.) Der Innfuß wird bei Landeck von der Bahn auf einem Halbparabelträger (gekrümmter Untergurt) von 60 m Spannweite übersetzt. An das Hauptfeld schließen sich am rechten Ufer 2 Gewölboffnungen à 10 m, am linken Ufer 7 solche à 11 m Lichtweite an. In der Richtung gegen St. Anton wird die Bahn, welche anfänglich der rechten Thallehne folgt, vielfach durch steinerne Gewölbiadukte, dann durch Stützmauern getragen. Namentlich waren in der Mauerwand sehr viel Trockenmauern notwendig. Wenn in den tieferen Lagen der Lehne das standhafte Gebirge hierfür fehlte, wurden entweder steiler geböschte Mörtelmauern oder Gewölbiadukte, welche in der Lehne nur einzelne feste Stützpunkte

erfordern, das Bahnplanum zu stützen deshalb eingebaut, weil sie die weniger standfesten Theile der Lehne nicht so belasten, wie lange, Schüttungen stützende Mauerprismen. Zwischen km 80,5 und 80,8 befindet sich die Trisana-thalmündung (Einfluß des Trisanaflusses in die Rosana), welche 80 m über der Thalsohle durch den Trisana-Viadukt, das imposanteste und in seinen Baudispositionen interessanteste Trisana-Objekt der offenen Bahnstrecke, übersetzt wird. Die Mittelöffnung desselben wird durch Halbparabelträger von 120 m Stützweite, gekrümmten Obergurt-Fahrbahn oben — überbrückt.\*) An die beiden, die Eisen-

\*) Am 3. Septbr. l. J. fand die Prüfung des Trisana-Viaduktes, des bedeutendsten Bauobjektes der Tunnelzufahrtsrampen Landeck-St. Anton und Bludenz-Langen statt. Die Belastungsprobe wurde mit 5 KRAUS'schen Tenderlokomotiven (77,5 Tonnen Gewicht) bewirkt. (Zusammenstellung des Belastungszuges für die Prüfung von eisernen Brücken der Arlbergbahn, siehe Centralblatt der Bauverwaltung, Berlin, Jahrgang 1883; den Aufsatz des Verfassers über die Arlbergbahn, Eröffnung der Flachlandstrecke Innsbruck-Landeck.) — Die vorübergehende Einsenkung während der Belastung der Eisenkonstruktion betrug 4 cm. — Dabei haben sich die schlanken Hauptpfeiler vollkommen bewährt, und sich während der Belastung gar nicht gesenkt.

konstruktion tragenden Hauptpfeiler schliesen sich steinerne Sparbögen an, und zwar wird am rechten Trisanaufer durch 3, am linken durch 4 Gewölböffnungen à 9 m Lichtweite das Thalprofil erreicht. Der ganze Viadukt erforderte 10 000 cbm Mauerwerk, wovon 6500 m auf die Hauptpfeiler und der Rest auf die Gewölböffnungen entfallen. Die Haupt- wie Zwischenpfeiler und die Gewölbe wurden aus Bruchstein, einem quarzreichen Glimmerschiefer hergestellt, welcher für die Hauptpfeiler dem in der Nähe befindlichen Bergsturze, für die Sparöffnungen den Steinbrüchen der betreffenden Thallehne entnommen wurde. Als Bindemittel wurde guter Zement verwendet. Die Hauptpfeiler sind von der Fundamentsohle bis zur Schwelle 58 m hoch und nach Parabeln geböcht. Gleichung hierfür  $y = 0,0006 x^2$ , der Scheitel derselben befindet sich 3 m über dem Auflager der Eisenkonstruktion,  $\frac{1}{2}$  die Pfeilerhöhe. Die Zwischenpfeiler der Sparbögen haben in der Bahnrichtung  $\frac{1}{30}$ , senkrecht darauf  $\frac{1}{100}$  Anzug. Das Bruchsteinmauerwerk ist derart hergestellt, daß nach je 10 m Höhe eine durchgehende Binderschicht als Schichtenmauerwerk ausgeführt wurde. Zu dem Zwecke wurden die Lagerflächen der Bruchsteine eben bearbeitet, und die an den Stoßfugen sich ergebenden Zwischenräume durch Zementmörtel und Bruchsteine ausgefüllt. Die Bauarbeiten sind bei diesem Viadukt in 3 Theile getrennt thätig zu denken, und zwar werden die Hauptpfeiler von der Thalsohle aus für sich durch einen Drahtseilauzug und die anschließenden Gewölböffnungen von den entsprechenden Thallehnen aus mit Material bedient.

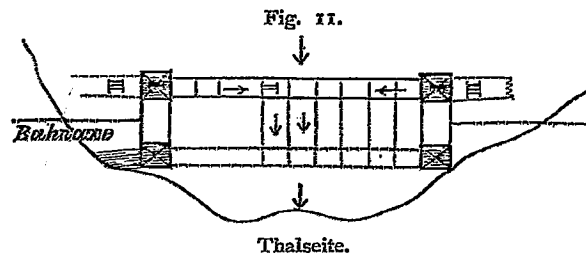
Die Mauerung der Hauptpfeiler geht mit der Ausführung der hierzu nöthigen Baurüstung der Mittelöffnung, welche später als Montirungsgerüst benutzt wird, derart Hand in Hand, daß die Zimmerungsarbeiten 1 bis  $1\frac{1}{2}$  Etagen (Höhe derselben 8 m) den Mauerungsarbeiten voraneilen.

Von der Thalsohle aus wurden im Ganzen 9 Gerüstetagen notwendig. Der mit dem Gerüste zugleich gezimmerte Drahtseilauzug, durch welchen die Hauptpfeiler mit Mauerungsmaterial und Gerüstholz versorgt wurden, war derart aufgestellt, daß die vom Steinmaterialplatze kommenden vollen Rollwagen auf die Schale sogleich auffahren und die leeren Wagen auf das zweite Geleise abgeschoben werden konnten. Der Aufzug leistete in 12 Stunden 270 bis 300 Aufzüge, jeder mit  $\frac{1}{2}$  bis  $\frac{3}{4}$  cbm Material. Die auf der letzten Gerüstetage angekommenen Wagen konnten — da sie höher lagen — auf Geleisen über jene Arbeitsstelle geschoben werden, wo Material gerade benötigt wurde. Der Mörtel wurde an der Arbeitsstelle erzeugt. Damit das Objekt zur Zeit der Bahneröffnung (Herbst 1884) fertig wird, wurde im Herbst 1883 mit Zuhilfenahme der elektrischen Beleuchtung auch in der Nacht gearbeitet und bei Eintritt des Winters das Objekt soweit hergestellt, daß im nächsten Frühjahr ein paar Monate genügend waren, den Rest der Mauerungsarbeiten zu vollenden. Für die elektrische Beleuchtung wurde in der Trisanaualsohle eine mit 8 Pferdekräften arbeitende Lokomobile aufgestellt. Durch Antrieb einer elektro-dynamischen Maschine wurden drei Lampen mit je 5—6000 Normalkerzen bedient. Eine Lampe war über dem Seilauzuge, die beiden anderen, um Schattenwirkungen zu begegnen, an den Enden des Objektes aufgestellt. Das approximative Eigengewicht der Eisenkonstruktion beträgt 453 000 kg Schweisseisen, 19 300 kg Stahl und 2400 kg Blei.

Von Bedeutung sind bei dieser Bahn die Wildbachüberführungen. In dem Aquadukt unter der Raurismurre bei km 81,37 ist, da für die bequeme Ausführung in der zum Theil aus Schutt und Felstrümmer bestehenden Lehne das Vorland fehlt, unter anderen ein solches wegen seiner bergmännisch betriebenen Bauweise interessantes Objekt vorhanden. Um die Ruhe des Lehnenmaterials nicht zu stören, wurde das Gebirge durch Einstellen des bergseitigen Widerlagers zuerst abgefangen, darauf das thalseitige Widerlager eingebaut und schliesslich das Gewölbe darüber gespannt.

Indem zu dem Zwecke an den Enden des bergseitigen Widerlagers die Schächte I und I' ausgehoben (siehe beige ebene Skizze, Fig. 11) und die entsprechenden, mit Schmatzen versehenen Mauerprismen gleich gemauert wurden, ging man dann im Wege der schachtweisen Verlängerung und dementsprechender Mauerung gegen die Mitte des bergseitigen Widerlagers vor, an welchen zu

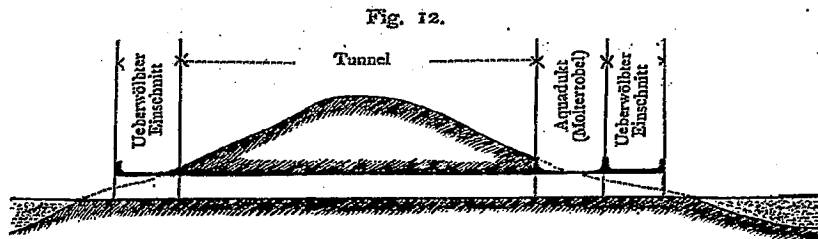
beiden Seiten die Flügel III und III' angesetzt erscheinen. Darauf wurde im Wege der Ausschlitung gegen die Thalseite zu das zweite Widerlager eingebaut, und schliesslich das Gewölbe ringweise darüber gespannt.



Aus denselben Gründen wurden auch die Futtermauern im Wege des bergmännischen Betriebes eingebaut. Die herausgenommenen Materialprismen (die Länge beträgt je nach der Gebirgsbeschaffenheit 6—8 m) der Lehnenanschnitte wurden, wo nöthig, nach vorausgegangener Böschung des Erdkörpers, an der Bergseite durch Futtermauern ersetzt, und damit die einzelnen, nach und nach eingebauten Stücke derselben untereinander in organische Verbindung treten, wurde das Mauerwerk auf jener Seite, an welche das nächste anzuschließen kam, mit Schmatzen versehen. — Diese Mauerprismen könnten wie Tunnelringe auch stumpf gestossen werden. Neben anderen Vortheilen würde nebenbei auch den ungleichen Setzungen der aneinander gereihten, zu verschiedenen Zeiten ausgeführten Mauerstücke entsprechend Rechnung getragen sein.

In seiner Art charakteristisch ist das Moltertobelobjekt bei km 81,7—81,8. — Dasselbe besteht aus einem 33 m langen Tunnel, an welchen sich im Osten ein überwölbter Einschnitt, im Westen hingegen vorerst ein Aquadukt (Moltertobel) und an diesen, zur Sicherung der Bahn gegen Steinschläge, noch ein überwölbter Einschnitt — beide im Wege des bergmännischen Betriebes eingebaut — anschliesen, siehe Fig. 12. Zu dem Zwecke wurde durch Schachtaushub oder durch Einschlitung der Lehne vor allem das thalseitige Widerlager bis zu den Kämpfern ausgeführt, der Aushub bis zur hinteren Flucht des bergseitigen Widerlagers fortgesetzt, der Erdkörper gegen die thalseitig fertige Mauer abgestützt, die korrespondirenden Prismen des bergseitigen Widerlagers aufgemauert, und das Gewölbe ringweise darüber gespannt.

Thalaufrwärts ist die Bahn vielfach durch Stütz- und Futtermauern gehalten. Beispielsweise sei bemerkt, daß zwischen km 81,0 und 82,0 bei dem Umstande, als die Bodenbeschaffenheit der tieferen Lagen der Lehne, das Aufsetzen von Schüttungen haltender Mauern nicht gestattete, aus



früher erörterten Gründen ein steinerner Viadukt ausgeführt wurde.

Unter den vielen für den Bahnbestand nöthigen Objekten verdient auch die Klausbachkorrektur und der Klausaquadukt bei km 86 am linken Rosanaufer hervor gehoben zu werden. Das Hauptthal ist an der Stelle sehr eng, für die Ausdehnung des aus gewaltigen Findlingen (0,5 bis 3, nicht selten Stücke von 5—6 cbm) bestehenden Klausbachschuttkegels, da der Rest der Thalsohle von dem bereits am Fuß der linken Thalsohle gedrängten Rosanaufusse und von der neben befindlichen StraÙe eingenommen wird. Die StraÙenschutzmauer und die dort abgelagerten großen Findlinge schützten bisher den linken Thallehnenfuß respektive den StraÙenkörper gegen Unterwaschungen von Seite der Rosana. — Da die Bahn diesen Schuttkegel schneidet, so wurde der Klausbach, welcher, nach den großen aus dem Aufnahmegebiete herabgeschwemmten Findlingen zu urtheilen, eine enorme Kraft



von einander haben. Mit Hinweis auf die diesfalls bereits gegebenen Erörterungen wäre noch hinzuzufügen, daß die Reihenfolge der im Angriffe befindlichen Arbeitsstellen in der Skizze durch die gleichwerthigen Zahlen angedeutet ist.\*)

Der Schanabobel (km 125) ist, obwohl die Bahn noch hoch in der Thallehne gelegen ist, in der Hauptöffnung von 40 m Lichtweite, 8 m Höhe, an welche sich zu beiden Seiten je eine Gewölböffnung von 10 m Lichtweite anschließt; mit einer Eisenkonstruktion (Halbparabelträger) deshalb überbrückt, weil die alljährlich herabkommenden, unterhalb des Objektes sich theilenden Lawinen für den Durchgang diesen Raum erfordern und die Konstruktionshöhe für ein gewölbttes Objekt mangelt. Die weitere Fortsetzung der Bahn ist vielfach durch Trockenmauern gehalten (für 1 cbm Trockenmauer wurde 1 fl. 80 kr. (3,6 M) bezahlt), welche aus dem Lehnenanschnitts-Material (meistens Vigloriakalk) hergestellt sind. Dem 91 m langen Pfaffentobeltunnel folgt der 142 m lange Plattentobeltunnel mit beiderseits anschließenden überwölbten Einschnitten von 26 m Länge. Die Gesteinschichten dieser Lehnenpartie fallen nach der Thalsohle ab. Unter dem Einflusse des darüber fließenden Tobels lösen sich manchmal Steinplatten ab und stürzen in das Thal. Die Unterfahung des Plattentobels bietet unter solchen Umständen der Bahn eine größere Sicherheit als die eventuelle Aquadukt- oder Viaduktanlage. Nach dem Masontunnel folgt ein für Holztransport bestimmter überwölbter Einschnitt und darauf die Ueberbrückung des Masonbaches durch eine 12 m lange Eisenkonstruktion.

Die Oeffnung des letzten Objektes dient auch zum Durchgang von Lawinen, vermittelt welcher im Winter das Holz der Bewohner von den höheren Lagen des Gebirges nach dem Thale geschafft wird. Nach drei großen,

zum Theil durch die englische Methode betriebenen Einschnitten (zwischen km 128 u. 129) erreicht die Bahn allmählich den Thalgrund. In dem Einschnitt bei km 128,6 befindet sich ein in der Veranlagung sehr interessanter, 19 m breiter, durch Unterfahung des Mühlkobelstüttkegels entstandener Aquadukt. Der Durchgang der Bahn unter demselben wird durch ein Tunnelprofil bewerkstelligt. Die Widerlager wie die Flügel dieses äußerst interessanten Objektes wurden mit Hilfe von Stollen, eventueller Nachnahme des Materials auf die nöthige Mauerbreite im Wege des bergmännischen Betriebes hergestellt. Zwischen km 128 und 129,3 beträgt das Materialvolumen der drei Einschnitte im Ganzen 140 000 cbm, welches zur Schüttung des darauf folgenden großen Dammes verwendet wird. Von der Station Braz (km 130) verbleibt die Bahn im Thalgrunde und erreicht ohne großen Bauaufwand die Endstation Bludenz. —

Der hoch in der Lehne liegende Bahnbau erforderte zwischen Dalaas und Braz wegen der abkollernden und weggeschleuderten Materialsprengstücke die Ueberwachung des Verkehrs auf der am Fuße befindlichen Hauptstraße. Der Zweck wurde, sobald das Feuersignal erfolgte, durch Wächter und Absperrern der Straße erreicht.

Die Sektion Langen-Bludenz (westliche Zufahrtsrampe) steht unter der Leitung des Obergeringieurs TISCHLER. Der technische Vertreter der Unternehmung POLLAK & Co. (17., 18., 19. Loos, der interessante Lehnenbau zwischen Dalaas und Braz) ist Obergeringieur DOMINIK HERM. Bauleiter der ganzen Strecke Landeck-Bludenz (inklusive Tunnel) ist Inspektor DOPPLER. —

Die präliminirten Erd- und Mauerungsarbeiten der eben besprochenen Tunnelzufahrtsrampen sind nach Loosen in folgender Tabelle zusammengestellt:

Zu leisten:	Landeck — St. Anton.				Langen — Bludenz.					Zusammen
	Loos				Loos					
	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
	K u b i k m e t e r									
Mörtelmauerwerk . . . .	16 793	37 220	10 424	5 132	30 133	20 366	43 324	32 624	3 213	199 236
Erd- und Felsarbeit . . . .	164 500	136 330	100 180	54 190	104 250	147 610	105 020	153 000	50 570	2 074 478

Die wirklich geleisteten Arbeitsmengen der nunmehr vollendeten Bahn betragen:

	in Bezug auf		
	die Erd- und Felsarbeit	Trockenmauerwerk	Mörtelmauerwerk
bei der Zufahrtsrampe Landeck-St. Anton . . .	1 206 000 cbm	198 750 cbm	91 900 cbm
bei der Zufahrtsrampe Langen-Bludenz . . . .	1 305 700 "	93 600 "	153 100 "
Zusammen	2 511 700 cbm	292 350 cbm	245 000 cbm

Die Bausteine für die östliche Tunnelrampe wurden den längs der Bahn befindlichen Brücken entnommen und zwar bei Landeck Kalkstein, später vorwiegend quarzreicher Glimmerschiefer, dann Verucano-Sandstein von Flirsch. Auf der Westrampe wird vorwiegend Kalkstein (Vigloriakalk) verwendet.

Es ist nicht zu verkennen, daß bezüglich der die Kriterien einer Gebirgsbahn im ausgedehntesten Mafse an sich tragenden Zufahrtsrampen zwischen Landeck und Bludenz vornehmlich drei Hauptmomente hervorzuheben sind und, zwar:

1. Die weitgehendste Berücksichtigung der dynamisch-geologischen Vorgänge an den Lehnen der Hochthäler dadurch, daß der Bahnkörper nach Möglichkeit und mit thunlichster Ersparung von Kosten gegen Naturgewalten gesichert wurde.

\*) Das vorliegende Beispiel ist der zwischen km 125,8 u. 125,9 oberhalb Braz gelegenen Futtermauer entnommen. Die Zahlen der einzelnen Arbeitsgruppen bedeuten die Ordnung, nach welcher die 0,5 breiten Arbeitsstellen angebrochen und gemauert wurden. — Die gleichwerthigen Zahlen der einzelnen Gruppen hingegen bedeuten jene Arbeitsstellen, welche sich gleichzeitig in der Arbeit befanden. — Außerdem ist noch das Datum des Anbruchesbeginnes, dann der Vollendung, endlich jenes des Beginnes und Vollendung der Mauerung, der gleichzeitig in Arbeit befindlichen Stellen angegeben.

2. Die weitgehendste Schonung des Gleichgewichtes jener Materialschichten der Lehne, welche den Bahnkörper tragen.

3. Die ökonomische Auswerthung des reichlich vorhandenen Steinmaterials zum Baue der die Bahn schützenden und stützenden Objekte.

ad 1. Die fragliche Bahn liegt durchgehend in der Zone des absoluten Auftrages, demnach in jenem Theile der Lehne, auf welcher die Fluktuationen der verheerenden Materialbewegung nicht derart wechseln, wie auf dem Thalboden der Gebirgsthäler, wo die Verwitterungsprodukte aller im Flußgebiete thalaufliegenden Hochthäler verarbeitet, in kürzester Zeit große Veränderungen hervorzubringen geeignet sind.\*) Die zahlreichen ober und unter der Bahn ausgeführten Objekte gewähren dem Verkehre gegen Lawinen, Tobel u. s. w. hinlänglichen Schutz, dann dem Wasserabflusse und der Geschiebebewegung der Tobel, dem Holztransport wie der Wiesenbewässerung, endlich dem Verkehre unter Bahn genügenden Lichtraum.

Die beiden, rund 51 km langen Zufahrtsrampen haben 27 große, dann heiläufig 250 mittlere und kleinere, im Ganzen 277 die Bahn schützende und stützende Objekte aufzuweisen. Dabei ist zu bemerken, daß die unter dem Bahnplanum ausgeführten Objekte einer Gesamtllichtweite von 1980, rund 2000 m entsprechen, wovon 960 m auf die östliche, 1020 m auf die westliche Zufahrtsrampe entfallen. Auf die Gesamt-Objektlichtweiten entfällt daher annähernd  $\frac{1}{2}$  der 51 km langen Zufahrtsrampen.

ad 2. Wegen der Ruhe des anstehenden Gehängematerials wurde die Lehne nur dort tiefer angeschnitten, wo die Bahn in standfestem Gebirge zu liegen kam, eine Vorsichtsmaßregel, welche schon die Römer im Auge gehabt haben, indem sie, wo es nur thunlich war, vermieden,

\*) Siehe die Arbeiten des Verfassers: das Fellagebiet im Kanalthale in Kärnten. Beiträge zu Tracestudien über Eisenbahnanlagen im Bereiche von Schuttkegeln und der Flanja-Aquadukt der Staatsbahn Tarvis-Pontafel. — Der 800,8 m lange steinerne Viadukt über den Schuttkegel der Rivoli bianchi der italienischen Bahnstrecke Udine-Pontebba. Verlag von LEUSCHNER und LUSANSKY in Graz.

den Körper ihrer Gebirgsstraßen zu tief in die Lehne zu verlegen. War es im vorliegenden Falle, wie z. B. bei der Anlage von Objekten, Futtermauern, Aquadukten, nöthig, tiefer in den gewachsenen Boden einzudringen, so geschah dies, wegen Vermeidung unnützer Materialbewegung und, um den Gleichgewichtszustand der Lehne möglichst zu schonen, im Wege des bergmännischen Betriebes. Obwohl Aquadukte zum Zwecke von Wildbachüberführungen in Oesterreich schon bei der Brennerbahn Anwendung gefunden haben, so ist die Durchführung der Schuttkegel im Tunnelprofile und die Ableitung des Wildbaches über denselben durch bergmännisch hergestellte Objektkombinationen unter der Bauleitung des k. k. Oberingenieurs TISCHLER im Planjaschuttkegel (siehe Beiträge zu Tracestudien über Eisenbahnanlagen im Bereiche von Schuttkegeln und der Aquadukt im Planjaschuttkegel der Staatsbahn Tarvis-Pontafel des Verfassers) zuerst durchgeführt worden. Die Direktion der österr. Staatseisenbahnbauten hat dieses Prinzip auf den unter der Bauleitung des Inspektors DOPPLER stehenden Zufahrtsrampen, wie gezeigt wurde, zur weitgehendsten Durchbildung gelangen lassen.

ad 3. Die schluchtenartigen Gerinne, welche Gebirgsbahnen manchmal übersetzen müssen, erlauben, da die Konstruktionshöhe hierzu zumeist vorhanden ist, auch für größere Objektweiten die Anwendung des Gewölbbogens, während im Flachlande, wo die Konstruktionshöhe mangelt, große Bahnöffnungen nur durch Balkenträger (daher das Vorwiegen der Eisenkonstruktionen) überbrückt werden müssen. — Der Charakter der von der Arlbergbahn durchfahrenen Hochthäler liefs bei dem reichlich vorhandenen Steinmaterial und dem billigen Bindemittel (Zement) den Gewölbbau vollständig zur Geltung kommen. Während bei der Brennerbahn die Trockenmauer und der Steinsatz vorwiegt, hat bei den Arlbergzufahrtsrampen das Mörtelmauerwerk im allgemeinen, namentlich aber bei den Futtermauern die ausgedehnteste Anwendung erfahren, so daß die Bauweise der Arlbergbahn die Mitte zwischen jener am Semmering und jener am Brenner halten dürfte. Das Quadermauerwerk (auf beiden Zufahrtsrampen im Ganzen auf 1899 cbm reduziert) tritt gegen das Bruchsteinmauerwerk (zusammen rund 245 000 cbm), welches als ordinäres Bruchsteinmauerwerk bei Futtermauern, Pfeilern, Widerlagern u. s. w., und als Bruchsteinmauerwerk in Schichten bei Gewölben u. s. f. zur Verwendung gelangt, wegen der großen Preisunterschiede (siehe frühere Bemerkungen) ganz in den Hintergrund. In der Durchbildung des billigen, da-

bei aber guten Bruchsteinmauerwerks nach dem französischen Muster und der ausgedehnten Anwendung desselben selbst bei Objekten, welche eine große Stabilität gewährleisten sollen, liegt bei dieser Bahnanlage der Schwerpunkt einer fortschrittlichen Neuerung, welche besonders erwähnt zu werden verdient. —

Der Tunnel wie die Zufahrtsrampen der Arlbergbahn sind nunmehr vollendet. Ehre allen jenen Ingenieuren, die beim Bau der schwierigen, an komplizierten Baudispositionen so reichen Bahn mitgewirkt haben. Die technisch-polizeiliche Prüfung der beiden Zufahrtsrampen begann im August d. J. Bei dieser Gelegenheit wurden auch die Brückenbelastungsproben vorgenommen.

Der erste Lastenzug verkehrte zwischen Landeck und Bludenz am 6. September d. J. Derselbe fuhr Mittags von Landeck ab und war mit Vieh für den Markt zu Margareten in der Schweiz und mit Tiroler Holz für Marseille beladen.

Die Eröffnung der Arlbergbahn findet am 20. September d. J. durch Se. Majestät den Kaiser von Oesterreich FRANZ JOSEF I. statt. Se. Majestät sollen die Absicht haben, zur Besichtigung besonders interessanter Bauobjekte den Waggon während der Fahrt auf der Bahn an verschiedenen Stellen zu verlassen. Am 21. September d. J. wird die Bahn dem allgemeinen Personenverkehr übergeben. Möge das große Kulturwerk, welches für Oesterreich-Ungarn das Rheingebiet aufschließt, fruchtbringend gedeihen! —

Anmerkung. Im Arlbergtunnel wurde in der Osthälfte (St. Anton) der letzte Ring am 27. April, in der Westtunnelhälfte (Langen) am 14. Mai 1884 geschlossen. Die Portale wurden sowohl an der Ost- wie Westseite im Monate August l. J. fertig gestellt; die Herstellung derselben war auf die vertragmäßige Vollendung des Tunnels ohne Einfluß. Der Tunnel wurde, wenn diese Arbeit, dann Absputzungen und sonstige kleine Rekonstruktionen innerhalb des Lichtraumprofils beachtet werden, Ende August 1884 ganz fertig.

Die wirkliche Länge des Tunnels von Portal zu Portal beträgt in der Schwellenhöhe gemessen 10 247,4 m. Die Gesamtkosten des Tunnels inklusive Prämien, Beschothter, Oberbau etc. etc. betragen bis Ende August d. J. 16 400 000 fl., so daß nach Ordnung der kleinen noch schwebenden Rechnungen die endgültigen Gesamtkosten desselben mit 16 500 000 fl. angenommen werden können.

## Gemeinsame Versuchsfahrten der Oberschlesischen, Rechte Oder-Ufer- und Breslau-Schweidnitz-Freiburger Eisenbahn mit Klose'schen Lenkachs-Konstruktionen bei Personen- und Güter-Wagen.

(Schluß.)

B. Beobachtungen über die Stellung der Lenkachsen beladener und nicht beladener Wagen in gekrümmten Strecken und bei dem Uebergange aus diesen in die geraden Strecken und umgekehrt.

Aus diesem Kapitel des Berichts ist hervorzuheben:

Die Versuche wurden mit Personen- und mit offenen Güter-Wagen angestellt, wie aus dem eingangs gegebenen Verzeichniß derjenigen Wagen zu sehen ist, bei welchen Aufzeichnungen gemacht worden sind. Die betreffenden Versuchszüge dienten gleichzeitig zur Ermittlung von Zugwiderständen.

In den Fig. 43 bis 51 auf anl. Bl. 2 ist ein Theil der im Bericht veröffentlichten Aufzeichnungen gegeben, welche das Ergebnis der Versuche deutlich erkennen lassen; die näheren Umstände sind jeweilig bei den Figuren verzeichnet. Wie aus diesen ersichtlich, wurde in den Wagen No. 5515 und 6115 der Apparat mit doppeltem Schreibstift und zwei Papierstreifen angewendet, letztere aber natürlich nur bei entkuppelten Lenkachsen benutzt. Bei den übrigen Wagen waren Apparate mit einfachem Schreibstift in Benutzung.

Achsen-Einstellung am Beginn und Ende gekrümmter Strecken. Wie aus den Fig. 48 bis 50 ersichtlich, stellen sich die Lenkachsen, namentlich bei den Personenwagen, beim Eintritt in die gekrümmten Strecken

allmählich ein, verzögert durch die Mittelstellvorrichtung; beschleunigt durch diese erfolgt beim Austritt aus den gekrümmten Strecken die Rückkehr in die normale Stellung sofort. Bei den Güterwagen erfolgt die Einstellung beim Eintritt annähernd mit derselben Pünktlichkeit und Geschwindigkeit als beim Austritt (vgl. Fig. 43 bis 45).

Achsenstellung in der gekrümmten Strecke. Bei den Güterwagen blieben die Lenkachsen nur wenig hinter der theoretischen (radialen) Einstellung, für welche die Ablenkungen unter den Aufzeichnungen zu den einzelnen Krümmungshalbmessern (ohne Berücksichtigung der Uebergangspareln) angegeben sind,\*) zurück (vgl. Fig. 43 bis 45).

Begünstigt war dieses Verhalten durch den Umstand, daß bei den Versuchen mit Güterwagen das sonst übliche

\*) Anm. d. Verf. In dem hier benutzten Umdruck-Exemplare des Berichts sind die theoretischen Ablenkungen für die in Frage kommenden Radstände und Kurvenradien tabellarisch angegeben; in dieser Tabelle muß es heißen 6,0 m Radstand statt 6,9 m. In denjenigen Beilagen des betr. Berichts, welche Diagramme für Wagen mit verschiedenen Radständen enthalten, sind irrtümlich die theoretischen Ablenkungen nur für einen Radstand angegeben, auf Bl. 30 beispielsweise nur für den Radstand 5,8 m statt für 5,8 m, 6,2 m und 6,9 m. Unter den Fig. 48, 49, 50, auf Bl. 2, sind die für die Wagen 6115 und 1123 abweichenden theoretischen Ablenkungen in dasselbe Schema eingetragen.