

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Die Arlbergbahn

Österreich / General-Direction der Österr. Staatsbahnen

Innsbruck, 1896



Univ.Bibliothek Innsbruck

21161

DIE ARLBERGBAHN.

DENKSCHRIFT

AUS ANLASS DES ZEHNJÄHRIGEN BETRIEBES

1884—1894.

HERAUSGEGEBEN

VON DER

K. K. STAATSBAHNDIRECTION IN INNSBRUCK.



IM SELBSTVERLAGE DER K. K. STAATSBAHNDIRECTION INNSBRUCK.

1896.

UB INNSBRUCK



+C7805860X

DRUCK DER WAGNER'SCHEN UNIVERSITÄTS-BUCHDRUCKEREI IN INNSBRUCK.

Vorwort.

Die Bedeutung, welche die Arlbergbahn einerseits in handelspolitischer und wirthschaftlicher Beziehung vor allem für Oesterreich-Ungarn, dann die Schweiz, für Süddeutschland und Frankreich besitzt, und die sie andererseits in technischer Hinsicht als eine der grössten Gebirgsbahnen Europas beanspruchen kann, dürfte an sich schon als genügende Begründung dafür angesehen werden können, dass der Versuch unternommen wurde, die Erfahrungen und Ergebnisse mehrjährigen Betriebes in ein Bild zusammenzufassen.

Die k. k. Staatsbahndirection in Innsbruck sah sich jedoch umsomehr hiezu veranlasst, als die ersten Jahre des Betriebes naturgemäss die lehrreichsten waren, und zwar nicht nur deshalb, weil sie durch die nothwendig gewordenen Nacharbeiten am Bahnbestande eine Ergänzung der bereits beim Baue gewonnenen Erfahrungen ermöglichten, sondern auch weil gerade in jener Zeit durch die fortgesetzte und rasche Verwertung der gewonnenen Erfahrungen jene Betriebsnormen und Vorschriften entstanden sind, welche heute mit Erfolg in Anwendung stehen. Es galt demnach mit der Denkschrift, die einen Zeitraum von 10 Jahren umfasst, auch in der Beziehung eine Aufgabe zu erfüllen, dass durch Darstellung der Entwicklung und Ausgestaltung des Betriebes und Baues bis zum heutigen Zustande die am Arlberg oft unter schweren Opfern gesammelten Erfahrungen ausserwärts verwertet werden können.

Die unmittelbare Angliederung dieser Darstellung einerseits an die „Denkschrift über den Fortschritt der Projectirungs- und Bauarbeiten der Arlbergbahn I. Band herausgegeben 1881 und 1882 von der k. k. Direction (Staatseisenbahnbetrieb) und II. Band herausgegeben 1890 von der k. k. Generaldirection der österr. Staatsbahnen“ ergab sich dabei von selbst. Andererseits war es jedoch, wenn ein in sich abgeschlossenes Bild geschaffen werden wollte, und um die Erklärung für die Nothwendigkeit mancher später erfolgender Bauten zu geben, unvermeidlich, einzelnes bereits in jener Denkschrift über den Bau Gebrachte zu wiederholen.

Wenn nicht nach jeder Hinsicht erschöpfende Mittheilungen gegeben werden konnten, so ist dies darin begründet, dass das hiefür erforderliche Materiale nicht schon seit Inbetriebsetzung der Arlbergbahn mit der Absicht späterer Verwendung gesammelt worden war, sondern zumeist erst nachträglich erhoben werden musste.

Eine gesonderte Nachweisung über die Betriebsausgaben wurde zwar auf Grund der einschlägigen Rechnungsbelege durchgeführt; dagegen erwies sich eine gleichartige Ausscheidung der Einnahmeergebnisse als unthunlich, da die Arlbergbahn einen integrierenden Bestandtheil des Staatsbahnnetzes bildet, das Staatsbahn-Barême von Beginn an durchgerechnet wurde, und eine Gebühren-Auftheilung niemals stattfand. Nachträgliche Quotenberechnungen hätten jedoch zu keinem verlässlichen Ergebnisse geführt. Dadurch wurden Angaben über die Rentabilität bezw. die Verzinsung des Anlage- und Baucapitales, den Betriebs-Coefficienten u. a. m., welche Daten einerseits namentlich im Vergleiche zu anderen Gebirgsbahnen, andrerseits zu Flachlandbahnen werthvolle Aufschlüsse gegeben haben würden, unmöglich gemacht.

Der Inhalt der Denkschrift musste daher in der Hauptsache darauf beschränkt werden, das technische Wesen der Bahn mit Einschluss der aufgelaufenen Kosten nach den einzelnen Zweigen darzustellen.

Innsbruck, im August 1896.

v. Drathschmidt,
k. k. Staatsbahndirector.

Inhaltsverzeichnis.

	Seite		Seite
Einleitung	1	F. Hochbau	48
A. Geographische Lage	1	a) Wächterhäuser	49
B. Geologische Beschaffenheit des Bodens	2	b) Gebäude und Wohnungen für Bedienstete	49
C. Baudurchführung und Eröffnung	5	c) Gebäude für Betriebszwecke	58
I. Beschreibung der Bahnanlagen	7	d) Ableitung der Abfallwässer	60
A. Character der Arlbergbahn	7	e) Kosten der Hochbauten	60
B. Richtungsverhältnisse	7	G. Einfriedungen, Schranken und Bahnzeichen	60
C. Neigungsverhältnisse	8	a) Anlage der Einfriedungen, Schranken und	
D. Unterbau	12	Bahnzeichen	60
a) Erdarbeiten	12	b) Kosten der Einfriedungen, Schranken und	
1. Beschaffenheit des aufgeschlossenen		Bahnzeichen	61
Bodens	12	H. Stationsanlagen	61
2. Böschungsneigung	14	a) Stationsentfernungen	61
3. Cubaturen der Einschnitte und Dämme	14	b) Geleiselängen	65
4. Entwässerungsanlagen	15	c) Wasserversorgung	65
5. Profil des Bahnkörpers	16	I. Wegebauten	72
6. Kosten der Erdarbeiten	16	a) Strassenumlegungen	72
b) Schutzbauten	16	b) Zufahrtsstrassen	73
1. Fluss- und Ufer-Schutzbauten	16	c) Kosten der Wegebauten	73
2. Lawinen-Schutzdächer	17	II. Reconstructionen und Ergänzungsbauten	76
3. Kosten der Schutzbauten	22	A. Unterbau	77
c) Böschungs- und Futtermauern	22	a) Verschüttung des Holzprovisoriums km 79 ¹ / ₂	
1. Mauerwerk	22	Strecke Pians—Strengen	77
2. Kosten des Mauerwerkes	23	b) Verschiedene Unterbau-Verbesserungen	90
d) Brücken	25	c) Herstellung von Geländern u. Einfriedungen	90
1. Brücken, Durchlässe, Viaducte, Aquä-		d) Reconstruction der Schanatobel-Brücke,	
ducte, überwölbte Einschnitte	25	Strecke Hintergasse—Bratz	90
2. Kosten der Kunstobjecte	35	e) Anpflanzungen und lebende Zäune	90
e) Tunnels	35	f) Bau der Paznaunerstrasse	91
1. Der Arlbergtunnel	36	g) Schutzbauten gegen Steinschlag, Strecke	
1. Mauerwerk	36	Wiesberg—Strengen km 81 ⁷ / ₈	91
2. Gesteinsbeschaffenheit im Arlbergtunnel	40	h) Quelltoibel-Entwässerung	91
3. Baukosten des Arlbergtunnels	41	i) Entwässerung der Lehen Landeck—Pians	93
E. Oberbau	44	j) Rampenherstellung bei km 112 ⁰ / ₁	94
a) Oberbaumaterialie und Construction	44	k) Reconstruction der Stelzistobel-Brücke	
b) Kosten des Oberbaues	48	nächst Danöfen	94

	Seite
l) Reconstruction am Schmidtobel, Strecke Dalaas—Hintergasse	94
m) Schutzdamm in Langen	95
n) Erweiterung der Alfenzbrücke, Stat. Langen	95
o) Stein- u. Schotterfänge auf der Westrampe	95
p) Steinschlagschutz, Strecke Wiesberg—Strengen km 80'7—81'0	95
q) Verschiedene Unterbauarbeiten	96
r) Entwässerung der Perfuchser Lehne	96
s) Ersetzung der deformierten Trockenmauer bei Pians km 78 ⁹ / ₉ durch eine Eisenconstruction	98
t) Reconstruction einiger Mauerringe im Arlbergtunnel	99
u) Bau des Grosstobel-Tunnels	102
v) Sanierung des Wasserlaufes km 119 ⁹ / ₉ in Strecke Danöfen—Dalaas	105
w) Entwässerung der Lehnen bei 78 ⁹ / ₁ —80 ⁹ / ₁	105
x) Uferschutzbauten im Radonnatobel	106
y) Verstärkung von Brückenconstructions	106
z) Reconstruction am Ganderbach-Object km 78 ⁹ / ₉ Station Pians	106
aa) Entwässerungs-Anlagen in der Bratzerhalde, Strecke Dalaas—Hintergasse	107
bb) Reconstruction der Gypsbruchobel-Brücke	108
B. Oberbau	108
a) Verlegung des zweiten Gleises im Arlbergtunnel	108
b) Oberbauverstärkung	109
c) Reconstruction des Oberbaues im Arlbergtunnel	109
C. Hochbau	111
a) Vermehrung und Adaptierungen von Hochbauten	111
b) Umstellung des Wohngebäudes (Sections-haus) in Langen	112
c) Aufstellung von definitiven Lehnwächter-Signalhütten	112
d) Aufbau eines neuen Wächterhauses Nr. 77 bei Langen	112
e) Erbauung eines neuen Coaksschuppens in Langen und Umstellung des bestandenen in St. Anton	113
f) Verschiedene Herstellungen an Hochbauten	113
D. Stationsanlagen	113
a) Erweiterung der Stationsanlagen	113
b) Desinfectionsanlage in Landeck	114
c) Desinfectionsanlage in Bludenz	114
E. Wasserleitungen	114
a) Wehrverlegung in der Rosanna, St. Anton	114
b) Trinkwasserleitung für Station Landeck	115
c) Reconstruction von Wasserleitungen	115
F. Schutzbauten	116
a) Schneeschutzmittel auf der Westrampe	116
b) Lawinen- und Steinschlag-Schutzbauten	116
c) Aufforstung	120
d) Grundeinlösungen	124

III. Bahnaufsicht und Bahnerhaltung	130
A. Bahnaufsicht	130
a) Organisation des Dienstes	130
b) Bahnaufsicht auf den Rampen	132
c) Bahnaufsicht im Arlbergtunnel	137
1. Obliegenheiten der Tunnelmeister	141
2. Obliegenheiten der Tunnelwächter	142
3. Obliegenheiten der Tunnelarbeiter	148
4. Obliegenheiten der Portalwächter	150
d) Kosten der Bahnaufsicht	151
B. Bahnerhaltung	156
a) Unterbau	156
Kosten des Unterbaues und Erläuterung derselben	156
b) Oberbau	162
1. Verhalten des Oberbaumaterials in den Rampenstrecken	162
2. Verhalten des Oberbaumaterials im Arlbergtunnel	185
3. Kosten der Erhaltung des Oberbaues	200
c) Hochbau	209
Kosten der Erhaltung der Hochbauten	209
d) Recapitulation der normalen Bahnerhaltungsarbeiten und der sich hieraus ergebenden Einheitswerte	209
e) Ausserordentliche Arbeiten	209
Kosten derselben	209
C. Kosten der gesamten Bahnaufsicht und Bahnerhaltung	222
IV. Betriebsmittel	224
A. Locomotiven und Tender	224
B. Personen- und Güterwagen	236
C. Schneepflüge	236
D. Heizmaterialie für die Locomotiven	236
E. Schmier- und Beleuchtungs-Materialien	237
F. Bremsklötze	237
V. Betrieb der Arlbergbahn	243
A. Normative Bestimmungen	243
a) Achsenzahl	243
b) Vorspann- und Schiebedienst	243
c) Zugbelastungen	244
d) Bremslast	246
e) Fahrgeschwindigkeit	251
B. Vorkehrungen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit	252
a) Administrative Verfügungen	252
b) Die Telegraf-, Signal- und Telefon-Anlage im Arlbergtunnel	253
1. Allgemeine Bemerkungen	253
2. Kabelleitung für Zwecke der Morse-Telegraphen-Correspondenz	255
3. Glockensignal-Anlage	256
4. Distanzsignal-Anlage	258
5. Telefon-Anlage	259
C. Dienstetheilung	267
D. Leistungen des Verkehrs	267
E. Kosten des Verkehrs	277

	Seite		Seite
F. Commerciale und Transportverhältnisse	277	b) Temperaturverhältnisse im Arlbergtunnel	295
a) Stellung der Arlbergbahn zu den übrigen Eisenbahnen Oesterreichs	277	c) Gesteinstemperatur	298
b) Entfernungsverhältnisse	277	B. Luftdruckverhältnisse	298
c) Ablenkung des Güterverkehrs von anderen Routen	285	a) Barometerschwankungen	298
d) Hauptsächlich beförderte Güter	285	b) Kritische Tage	298
e) Personenverkehr	290	C. Luftströmungen	300
f) Einfluss der Arlbergbahn auf die wirtschaftliche Entwicklung des von ihr durchzogenen Gebietes	290	a) Windrichtungen	300
g) Einwirkung der Arlbergbahn auf Gebiete jenseits ihrer Endpunkte	292	b) Luftströmungen im Tunnel	300
VI. Die meteorologischen Verhältnisse auf der Arlbergbahn	294	D. Niederschläge	302
A. Temperaturverhältnisse	294	a) Feuchtigkeit der Luft	302
a) Temperaturverhältnisse auf der Arlbergbahn	294	b) Niederschlagsmengen	303
		VII. Die Rauchverhältnisse im Arlbergtunnel	304
		VIII. Besondere Vorkommnisse u. Elementar-Ereignisse	313
		IX. Gesundheitsverhältnisse	330
		Anhang	337

Verzeichnis der Beilagen.

Beilage I	Karte der Arlbergbahn.	Beilage XVIII	} Pläne der von 1884—1894 auf der Westrampe des Arlberges errichteten Lawinen- und Steinschlagverbauungen.
, II	Längenprofil der Strecke Landeck Bludenz.	XIX	
, III	} Charakteristische Querprofile auf der Strecke Landeck St. Anton und Langen—Bludenz.	, XX	Aufforstungen am Arlberge, Westrampe von 1885—1894.
, IV			
, V	Lichttraumprofile.	, XXI	} Darstellung der Schienenabnutzung im Arlbergtunnel.
, VI	Oberbausystem X auf Holz- u. Eisenschwellen.	, XXII	
, VII	Reconstruction des Schanatobel km 125'666 der Strecke Hintergasse—Bratz.	, XXIII	Darstellung der Abnutzung des Oberbau-Kleinmaterials im Arlbergtunnel.
VIII	} Entwässerung der Quelltobellöhne km 122 ⁵ / ₆ der Strecke Dalaas Hintergasse.	, XXIV	Graphische Darstellung der Gewichtsabnahmen der im Arlbergtunnel liegenden Versuchsmetalplatten.
, IX			
, X		XXV	Petroleumfeuerung.
, XI	Schutzbauten am Schmidtobel km 122 ⁵ / ₇ der Strecke Dalaas Hintergasse.	, XXVI	} Telefon- und Telegrafen-Einrichtungen im Arlbergtunnel.
XII	Einschiebung einer Eisenconstruction von 26'0 m Lichtweite bei km 78 ⁸ / ₉ der Strecke Pians—Strengen an Stelle der daselbst bestandenen deformierten Trockenmauer.	, XXVII	
, XIII	} Reconstruction schadhafter Gewölbsringe im Arlbergtunnel.	, XXVIII	Graphische Darstellung der Windströmungen im Arlbergtunnel vom Jahre 1888—1894.
, XIV			, XXIX
XV	Bau des Grosstobel tunnels bei Langen (Bergsturz).	, XXX	Graphische Darstellung der Schnee-verhältnisse am Arlberge vom Jahre 1889 1892.
, XVI	Sanierung des Ganderbach - Viaductes km 78'2830 nächst der Station Pians.	, XXXI	Bergsturz am Grosstobel bei Langen.
XVII	Neues Oberbau-System XXV mit Holzschwellen im Arlbergtunnel.	, XXXII	Lawinen am Arlberge.

Beilagen zum Anhang.

Beilage XXXIII	Temperatur-Curve.
, XXXIV	Kohlensäure-Curve.
, XXXV	Curve der Feuchtigkeits-Verhältnisse.
, XXXVI	Ozon-Curve.
, XXXVII	Gesamtbild der Tunnel-Verhältnisse.

Einleitung.

Die Arlbergbahn, die Eisenbahnstrecke von Innsbruck bis Bludenz mit rund 136·6 km Länge, wurde unter Leitung der bestandenen k. k. Direction für Staatseisenbahnbauten auf Grund des Erlasses Sr. Excellenz des Herrn k. k. Handelsministers vom 15. Mai 1880 Z 681/H. M. und der A. h. Ermächtigung, welche am 16. Mai 1880 ertheilt wurde, im Sinne des diesbezüglichen Gesetzes vom 7. Mai 1880 R.-G.-Bl. Nr. 48 gebaut.

A. Geographische Lage.

Die Trace der Arlbergbahn verläuft fast genau in der Richtung von Ost nach West, und liegt zum grösseren Theile (105·79 km) in Tirol, zum kleineren Theile in Vorarlberg (30·97 km).

Die Bahn führt von Innsbruck bis Landeck (km 0—73·4) im Innthale, von Landeck bis St. Anton im Stanzerthale (km 73·4—100·13), von St. Anton bis Langen (km 100·13—110·38) im Innern des Arlberges und endlich von Langen bis Bludenz (km 110·38—136·76) im Klosterthale, welches der Alfenzbach durchfließt, der bei der Ortschaft Brunnenfeld bei Bludenz in die Ill, einem Nebenflusse des Rheins sich ergießt.

Das Stanzerthal, ein Seitenthal des Innthals, durchfließt der Rosannabach, der die Bahnanlage vom km 100·13 bis km 80·25 begleitet, sich an letzterem Punkte mit dem aus dem südlich gelegenen Patznaunerthale kommenden Trisannabache vereinigt und als Sannafluss nächst km 73·44 nördlich des Ortes Landeck in den Inn mündet.

Beilage I

Die Trace der Arlbergbahn liegt von Innsbruck bis vor Landeck am südlichen Thalhange, bezw. am rechten Ufer des Inn und erhebt sich an keiner Stelle höher als 20 m über die Hochwasserlinie dieses Flusses.

Von Landeck bis Pettneu fährt die Bahn zunächst gleichfalls (ein kurzes Stück bei Flirsch ausgenommen) auf dem südlichen, von da bis St. Anton jedoch am nördlichen Gehänge des Rosannathales, wobei sich ihre Nivelette bei Wiesberg bis zu einer Höhe von 86 m über die Sohle des Sanna-Flusses erhebt, während sie sonst im Mittel nur in einer Höhe von 40 m über die Thalsole hinzieht.

Von St. Anton bis Langen wird das Massiv des Arlberges durch den Tunnel durchbrochen und der höchste Punkt in demselben liegt 487 m unter dem höchsten Punkte der Arlbergstrasse bei der Ortschaft St. Christof, bezw. 1310·9 m über dem adriatischen Meere.

Von Langen bis Bludenz wurde das nördliche Gehänge (die Sonnenseite) für die Bahnanlage gewählt; hier liegt die Trace auf eine Länge von 15 km durchwegs mehr als 40 m, in ihrem höchsten Punkte jedoch 130 m über dem Thalgrunde der Alfenz.

Die Arlbergbahn übersetzt in der Strecke Innsbruck—Bludenz mehrere bedeutende Thäler und zwar das Ötztal zwischen der Station Ötztal und der Haltestelle Roppen, das Pitzthal zwischen der letztgenannten Haltestelle und der Station Imst, das Innthal bei Landeck und das Patznaunerthal bei Wiesberg.

Bei Bludenz mündet in nahezu senkrechter Richtung zum Kloster- oder Alfenzthale das Montafonthal, welches von der Ill durchflossen wird.

Die Höhen der Schienenoberkante über dem adriatischen Meere sind:

Station Innsbruck	581·7 m
» Landeck	776·5 »
» St. Anton	1302·7 »
Höchster Punkt im Arlbergtunnel km 104·24	1310·9 »
» Langen	1216·9 »
» Bludenz	558·6 »

B. Geologische Beschaffenheit des Bodens*).

Die Wasserscheide zwischen den Flussgebieten des Rheins und der Donau verläuft als mässig gewundene Linie von der mitten im

*) Die nächstfolgenden Ausführungen über die geologische Beschaffenheit der von der Arlbergbahn durchzogenen Gebirge sind theils dem technischen Berichte über das Project der Arlbergbahn (Bludenz Landeck), herausgegeben von der k. k. Bauabtheilung der k. k. Generalinspection der österr. Eisenbahnen im Jahre 1872, theils der von Dr. Gustav

krystallinen Centralstocke der Silvretta aufstrebenden Dreiländerspitze (3199 m), an welcher die Grenzen von Tirol, Vorarlberg und der Schweiz zusammenstossen, direct nach Norden bis über den Arlberg hinauf und bildet hier die Landesgrenze zwischen Tirol und Vorarlberg.

Die Gewässer der Ostseite dieser Wasserscheide fliessen dem schwarzen Meere, jene der Westseite der Nordsee zu.

In dieser Wasserscheide, die aus einem Systeme von Querkämmen besteht, liegen fünf Einsattelungen, unter welchen die des Arlbergs (1768 m) als die niedrigste erscheint.

Diese Einsattelung am Arlberge liegt auf der Höhe von St. Christof und bildet den Abschluss einerseits des in Vorarlberg gelegenen Klosterthales, andererseits des in Tirol gelegenen Stanzerthales.

Die Nordhänge dieser beiden in der Richtung West-Ost gelegenen Thäler werden von den Wänden der sogenannten Klosterthaler und Lechthaler Kalkalpen gebildet.

Die südlichen Thalwandungen bilden hauptsächlich die krystallinen Gesteine der zum Silvrettastocke gehörigen Ferwallgruppe, welche vom Stanzerthale, dem Arlberg und dem Klosterthale, dem Patznaun- und Montavon-Thale begrenzt wird.

Die Richtung des Kloster- oder Alfenzthales und des Stanzer- oder Rosanna-Thales ist demnach bedingt durch die Formations-Grenzen zwischen dem krystallinen Kerne des Centralstockes der Alpen und der diesem Stocke nördlich vorliegenden Kalkkette.

Zwischen diesen beiden mächtigen Gebirgszügen liegt ein verhältnissmässig schmales Band anderer Sedimente, welche aus thonigen und sandigen Schiefern, aus Sandsteinen, Conglomeraten und sedimentären Quarziten bestehen und der Hauptmasse nach mehr weiche Gesteine sind.

Die beiden Thalwände des unteren Alfenzthales zwischen Bludenz und Dalaas gehören der Kalkformation an.

Von Brunnenfeld an (km 134·57 der Arlbergbahn) trennt ein 11 km langer Felsgrat mit dem Dönzkopf (2076 m) als höchste Erhebung, das Klosterthal vom Montavonthale. Dieser Grat zieht in nördlicher Richtung bis zum Sattel des Christberg bei Dalaas (gegenüber km 121·18 der Bahnanlage), von wo er auf die nördliche Thalseite übersetzt, an welcher die Arlbergbahn hinzieht. Von diesem Punkte bis Stuben, welches seitwärts und oberhalb des Arlbergtunnel-West-

Adolf Koch im Jahre 1880 herausgegebenen Broschüre „Über die Tunnelfrage bei der Arlbergbahn“, und endlich der im Vorworte erwähnten Denkschrift der k. k. Direction für Staatseisenbahnbauten entnommen.

portales gelegen ist, begleitet ausschliesslich diese letztere Formation die Bahn, während die südliche Thalwand nunmehr der krystallinischen Formation angehört und im Arlberg ihren Höchstpunkt erreicht.

Der krystallinische Arlberg drängt sich somit von Süden her wie ein Keil, dessen Spitze gegen Norden gekehrt erscheint, in die Gesteine des Rothliegenden — des Bundsandsteines — und der Kalkformation hinein, und trennt die zwischen den Stationen Dalaas und Flirsch bestehende directe westöstliche Verbindung dieser Formation in zwei Theile.

Zwischen den Ortschaften S. Jakob und Pettneu tritt auf eine kurze Strecke eine Sandsteinformation zu Tage, welche jedoch in der Strecke von Pettneu bis Flirsch wieder durch Kalk verdrängt wird.

Unterhalb Flirsch wird diese Kalkformation neuerdings durch krystallinischen Glimmerschiefer unterbrochen, welcher von der südlichen wieder auf die nördliche Thalwand herübergreift und nun bis Pians das Hauptmassiv der nördlichen und südlichen Thallehne bildet.

In der Strecke von Pians über Landeck hinaus wird abermals die nördliche Thallehne durch Kalkformationen gebildet, während die südliche Lehne bis Landeck fortwährend der Formation des krystallinischen Gesteins angehört.

Über den geologischen Bau des Arlberges im Allgemeinen kann nach den diesbezüglich (von dem Geologen der k. k. geologischen Reichsanstalt Herrn Heinrich Wolf) durchgeführten Untersuchungen folgendes bemerkt werden:

Die Schichten, welche vom Stanzerthale und vom Klosterthale aus bis zu der diese Thäler begrenzenden Kammhöhe auf der Nordseite sichtbar sind, gehören der Trias an; nur geringe Theile sind Verucano-Gesteine, welche der permischen Formation, dem Rothliegenden, angehören.

In der Strecke vom Arlberg bis Klösterle sinken diese Schichten mehr in die Tiefe zurück; erst gegen St. Jakob und Pettneu, dann von Klösterle abwärts treten sie in grösserer Verbreitung an die Oberfläche und bilden eine Scheide zwischen der krystallinischen Centralkette und den Kalkalpen.

Dieser Verucano liegt also über dem Glimmerschiefer und unter dem Kalk. Seine Verbreitung namentlich in der sogenannten Pfanne — nördlich von St. Christof und westlich unter der Schindlerspitze — zeigt, dass er durch eine Hebungswelle aus der Tiefe emporgehoben wurde, von deren Scheitelpunkte die Schichten einerseits gegen Süden und andererseits gegen Norden abfallen, und zwar so, dass durch dieses Nordfallen und durch das Südfallen der Schichten zwischen

der Hebungswelle und dem Glimmerschiefer in der Strecke von der Schindlerspitze bis Stuben und noch weiter gegen West eine muldenförmige Auflagerung der Trias-Schichten entsteht.

Für den Bau der Arlbergbahn und den Betrieb derselben ist nicht nur die bisher geschilderte geologische Beschaffenheit der Thälwände und des Arlberginnern von Belang, sondern es sind noch die durch den allmäligen Verwitterungsprocess entstandenen Schuttformen und deren Merkmale in Berücksichtigung zu ziehen.

Die Schuttablagerungen des Kloster- und Rosanna-Thales bestehen:

1. aus eratischem und Moränen-Schutt, aus denen grösstentheils die Gehänge des Thalabschnittes zwischen Flirsch und Strengen gebildet sind;
2. dem Terrassenschotter. Beide ad 1 und 2 genannten Schuttablagerungen gehören einer früheren Periode der fortschreitenden Thalbildung an, in welcher die Thäler noch nicht so tief eingeschnitten waren wie gegenwärtig. Sie reichen bei Bludenz bis zur Bürser-Alpe (Seehöhe 1420 m), bei St. Anton bis zur Seehöhe von 1600 m, bei Pettneu bis zu 1400 m und bei Landeck bis über die Höhe von Stanz, d. i. bis zur Seehöhe von 1120 m)
3. dem Gehängschutte
- 4 dem Schutte von Bergstürzen
5. aus den theilweise durch Murgänge erzeugten Schuttkegeln an den Ausgängen der Querthäler, und
6. aus dem in den Inundationsgebieten verbreiteten Schutte.

C. Baudurchführung und Eröffnung.

Die Theilstrecke bezw. Zufahrtslinie Innsbruck—Landeck (72·8 km lang), welche den Charakter einer Thalbahn besitzt, wurde im November 1881 zu bauen begonnen und am 1. Juli 1883 dem Verkehre übergeben.

Bezüglich der Baudurchführung der eigentlichen Gebirgsstrecke Landeck-Bludenz wird bemerkt, dass zuerst der Bau des Arlbergtunnels der die relativ längste Bauzeit erwarten liess, und erst später der Bau der beiden Rampenstrecken Landeck—St. Anton und Langen—Bludenz in Angriff genommen wurde.

Nachdem im Jahre 1880 als vorbereitende Arbeiten für den Tunnelbaubetrieb die Installationsanlagen am Ost- und Westportal des Tunnels in St. Anton und Langen ausgeführt waren, wurde die

Arbeit der Voreinschnitte für den Sohlen und Firststollen auf der Ostseite am 14., auf der Westseite am 22., der Vortrieb der Stollen von Hand am 24. beziehungsweise am 25. Juni 1880 begonnen.

Der maschinelle Betrieb der Bohrung wurde an der Ostseite unter Anwendung des Stossbohrsystems Ferroux mit gepresser Luft und der beim Baue des Gotthardtunnels vervollkommenen Bohrmaschine, an der Westseite hingegen nach dem Drehbohrsystem mit hochgespannter Wassertransmission, unter Anwendung von Brandt'schen Bohrmaschiennen am 7. bzw. 5. November 1880 in Thätigkeit gesetzt.

Am 19. November 1883 fand der feierliche Durchschlag des Sohlenstollens statt, während der Bau des 10249·88 m langen Arlbergtunnels für zwei Geleise, von welchen jedoch vorerst nur das eine verlegt war, im August 1884 beendet wurde.

Mit den Vorarbeiten für die 27·7 km lange Rampenstrecke Landeck—St. Anton und für die 25·8 km lange Rampenstrecke Langen—Bludenz wurde im Juni 1880 begonnen und nach der am 6. August 1882 durchgeführten Vergebung der Bauarbeiten erfolgte die Bauinangriffnahme.

Die beiden Rampenstrecken sowie auch der Arlbergtunnel wurden vom Zeitpunkte der Vergebung der Bauarbeiten an gerechnet, im Verlaufe von 2 Jahren und einem Monate fertiggestellt.

Die Benützung der Bahn für den Frachtenverkehr erfolgte am 6. September 1884, während die feierliche Eröffnung für den Gesamtverkehr am 20. September 1884 durch Se. Majestät den Kaiser Franz Josef stattfand.

I. Beschreibung der Bahnanlagen.

A. Character der Arlbergbahn.

Beilage II.

Die Baustrecke Landeck—Flirsch muss ebenso wie jene von Langen bis Bratz, der sie begleitenden Terraininformationen halber als eine äusserst schwierige Gebirgsstrecke bezeichnet werden.

Beide Strecken messen zusammen 33 km und liegt zwischen ihnen der 10250 m lange Arlbergtunnel. Der Rest der Strecke von zusammen 18 km bereitete geringere Schwierigkeiten

Rücksichtlich des Terrains gleichen diese Gebirgsstrecken der Sillthalstrecke der Brennerbahn, während die Bauart der Arlbergbahn sich zwischen der Bauart der Brenner- und Semmering-Bahn bewegt. Das bezeichnende Merkmal des Baues der Arlbergbahn bildet die beinahe ausschliessliche Verwendung von Bruchsteinen zu Mauerwerk und die Ausführung von vielen, an manchen Stellen technisch hochinteressanten Viaducten aus solchem Materiale.

B. Richtungsverhältnisse.

Was die Richtungsverhältnisse der Bahn betrifft, so war zwischen Landeck und Bludenz der Minimal-Krümmungshalbmesser der currenten Strecke bei der Bauausführung mit 250 m festgesetzt. Bei den später, während der Betriebsführung nothwendig gewordenen Ergänzungsbauten wurden auch noch Bögen mit Radien von 225 m auf der currenten Strecke als ausnahmsweise zulässig erklärt. Das Einlegen von je einem Bogen mit Radius 225 m war durch die Linienverlegung bei Perfuchs km 73·8—74·3 und durch die Stationserweiterung in Pians bedingt. Der neu eingelegte Bogen mit Radius 225 m bei Perfuchs hat eine Länge von 248·96 m, jener anschliessend an das östliche Stationsende in Pians eine solche von 112·96 m.

In der Tabelle 1 sind die Richtungsverhältnisse der Strecke Landeck—Bludenz und zwar sowohl jene nach der Baufertigstellung bestanden, als auch die Änderungen bis zum Jahre 1895 übersichtlich zusammengestellt.

Tabelle 1.

Die Richtungsverhältnisse in der Strecke Landeck—Bludenz

Radius	Ostrampe				Arlbergtunnel			
	incl. Station Landeck bis Arlbergtunnel-Ostportal				Tunnel-Ost- bis Tunnel- Westportal			
	S t a n d a m							
	1. Sept. 1884		1. Jänner 1895		1. Sept. 1884		1. Jänner 1895	
	Anzahl	Länge in Meter	Anzahl	Länge in Meter	Anzahl	Länge in Meter	Anzahl	Länge in Meter
200	—	—	—	—	—	—	—	
225	—	—	2	361·92	—	—	—	—
250	48	8755·22	47	8351·32	—	—	—	—
270	1	288·88	1	288·88	—	—	—	—
275	—	—	—	—	—	—	—	—
300	15	1566·06	16	1703·80	1	81·76	1	81·76
350	1	228·80	1	228·80	—	—	—	—
400	7	971·31	6	823·00	—	—	—	—
450	2	334·64	2	334·64	—	—	—	—
500	10	1431·84	10	1423·74	—	—	—	—
600	1	180·40	1	180·40	—	—	—	—
650	—	—	—	—	—	—	—	—
800	1	112·20	1	112·20	—	—	—	—
1000	4	849·49	4	849·49	—	—	—	—
∞	90	13840·18	90	13899·95	1	10168·12	1	10168·12
Summe	180	28559·02	181	28558·14	2	10249·88	2	10249·88

Die Differenzen in den Richtungsverhältnissen im Stande vom Jahre 1884—1895 erklären sich aus der Linienverlegung bei Perfuchs (1890/91), den Stationserweiterungen in Pians (1888/89) und Flirsch (1889) und endlich

C. Neigungsverhältnisse.

Die Neigungsverhältnisse der Strecke Landeck—Bludenz sind aus der Tabelle 2 ersichtlich und daselbst nach den Durchschnittsziffern ausgewiesen, wie sie dem Stationierungs-Protokolle dieser Strecke und der Bezeichnung der Gradientenzeiger in derselben entsprechen.

mit dem Stande vom 1. September 1884 und 1. Jänner 1895.

Westrampe				Gesammtstrecke			
Arlbergtunnel-Westportal bis incl. Station Bludenz				incl. Station Landeck incl. Station Bludenz			
S t a n d a m							
1. Sept. 1884		1. Jänner 1895		1. Sept. 1884		1. Jänner 1895	
Anzahl	Länge in Meter	Anzahl	Länge in Meter	Anzahl	Länge in Meter	Anzahl	Länge in Meter
1	*) 10·66	1	10·66	1	10·66	1	10·66
—	—	—	—	—	—	2	361·92
47	8595·57	46	8173·97	95	17350·79	93	16525·29
—	—	—	—	1	288·88	1	288·88
2	621·40	4	992·80	2	621·40	4	992·80
20	2372·80	20	2372·80	36	4020·62	37	4158·36
3	492·20	3	492·20	4	721·00	4	721·00
18	1725·10	17	1578·90	25	2696·41	23	2401·90
—	—	—	—	2	334·64	2	334·64
10	1097·70	10	1097·70	20	2529·54	20	2521·44
6	593·00	6	593·00	7	773·40	7	773·40
1	364·70	1	364·70	1	364·70	1	364·70
1	112·90	1	112·90	2	225·10	2	225·10
3	229·50	3	229·50	7	1078·99	7	1078·99
108	10169·17	107	10359·27	199	34177·47	198	34427·34
220	26384·70	219	26378·40	402	65193·60	402	65186·42

*) In der Station Langen.

durch die in Folge des Bergsturzes bei Langen im Jahre 1892 bedingte
Linienverlegung.

Bei der Bauausführung bzw. Oberbauverlegung im Jahre 1884 wurde jedoch der Oberbau derart verlegt, dass die Neigungen in den Curven, nach der von Röckl aus den Versuchen der kgl. baierischen Staatsbahnen abgeleiteten Formel ermässigt wurden.

Von Landeck bis zum Gipfelpunkte beträgt die Maximalsteigung in den Geraden 26·4‰ bzw. im Minimalhalbmesser 23·4‰, von Langen bis Dalaas in den Geraden 30·44‰, und von Dalaas bis Bludenz 31·4‰ bzw. 28·4‰.

Tabelle 2.

Die Neigungsverhältnisse in der Strecke Landeck—Bludenz

Neigung ‰	Ostrampe				Arlbergtunnel			
	incl. Station Landeck bis Arlbergtunnel-Ostportal				Tunnel-Ost- bis Tunnel- Westportal			
	S t a n d a m							
	1. Sept. 1884		1. Jänner 1895		1. Sept. 1884		1. Jänner 1895	
	Anzahl	Länge in Meter	Anzahl	Länge in Meter	Anzahl	Länge in Meter	Anzahl	Länge in Meter
horizontal	6	3482·43	6	3482·43	1	7·16	1	7·16
1·8	1	440·00	1	440·00	—	—	—	—
2·0	—	—	—	—	1	4107·00	1	4107·00
2·5	—	—	—	—	—	—	—	—
2·6	—	—	—	—	—	—	—	—
4·0	1	577·70	1	577·70	—	—	—	—
6·6	—	—	—	—	—	—	—	—
10·0	1	523·89	1	523·89	—	—	—	—
11·0	2	2682·00	2	2682·00	—	—	—	—
13·4	1	549·34	1	549·34	—	—	—	—
14·0	3	1580·98	3	1580·98	—	—	—	—
15·0	1	655·60	1	655·60	1	6135·72	1	6135·72
16·0	—	—	—	—	—	—	—	—
16·5	—	—	—	—	—	—	—	—
20·0	1	211·17	1	211·17	—	—	—	—
25·0	6	17855·91	6	17855·03	—	—	—	—
28·0	—	—	—	—	—	—	—	—
29·0	—	—	—	—	—	—	—	—
30·0	—	—	—	—	—	—	—	—
Summe	23	28559·02	23	28558·14	3	10249·88	3	10249·88

Im Sinne der Stationierung sind auf der Ostrampe nur Steigungen, auf der Westrampe nur Gefälle, im Arlbergtunnel eine Steigung von 2 ‰ und ein Gefälle von 15 ‰.

mit dem Stande am 1. September 1884 und 1. Jänner 1895.

Westrampe				Gesammtstrecke			
Arlbergtunnel-Westportal bis incl. Station Bludenz				incl. Station Landeck incl. Station Bludenz			
S t a n d a m							
1. Sept. 1884		1. Jänner 1895		1. Sept. 1884		1. Jänner 1895	
Anzahl	Länge in Meter	Anzahl	Länge in Meter	Anzahl	Länge in Meter	Anzahl	Länge in Meter
6	2130·03	6	2130·03	12	5619·62	12	5619·62
—	—	—	—	1	440·00	1	440·00
—	—	—	—	1	4107·00	1	4107·00
1	128·90	1	128·90	1	128·90	1	128·90
1	514·00	1	514·00	1	514·00	1	514·00
—	—	—	—	1	577·70	1	577·70
1	1099·50	1	1099·50	1	1099·50	1	1099·50
—	—	—	—	1	523·89	1	523·89
—	—	—	—	2	2682·00	2	2682·00
—	—	—	—	1	549·34	1	549·34
—	—	—	—	3	1580·98	3	1580·98
1	11·28	1	11·28	2	6802·60	2	6802·60
1	881·50	1	881·50	1	881·50	1	881·50
1	183·70	1	183·70	1	183·70	1	183·70
—	—	—	—	1	211·17	1	211·17
—	—	—	—	6	17855·91	6	17855·91
1	445·70	1	445·70	1	445·70	1	445·70
2	9834·96	2	9828·66	2	9834·96	2	9834·96
3	11155·13	3	11155·13	3	11155·13	3	11155·13
18	26384·70	18	26378·40	42	65193·60	42	65186·42

Die Differenzen in den Gesamtlängen zwischen dem Stande vom Jahre 1884 und 1895 ergeben sich aus den Linienverkürzungen der Linienverlegung bei Perfuss und bei Langen.

Es ergibt sich hieraus eine durchschnittliche Neigung von 25‰ in der Strecke Landeck—St. Anton.

Von Langen bis Dalaas beträgt das Maximalgefälle 29‰ und von Dalaas bis Bludenz 30‰; das Durchschnittsgefälle in der Strecke Langen—Bludenz 29·5‰.

Zwischen St. Anton und Langen ist im Arlbergtunnel eine Steigung vom Ostportal bis zum Gipfelpunkte von 2‰, an welche sich ein Gefälle von 15‰ bis zum Westportale schliesst

Die grösste Neigung in der Strecke Innsbruck—Landeck beträgt 8·8‰, jene im Bogen mit Radius 300 m nur 5·8‰.

D. Unterbau.

a) Erdarbeiten

Der auf den beiden Rampenstrecken Landeck—St. Anton und Langen—Bludenz ausgeführte Erd- und Felsaushub musste zum grossen Theile unter sehr schwierigen Verhältnissen bewältigt werden.

Die Steilheit der Lehnen und die wechselnde Gebirgsbeschaffenheit nötigten hier, um die Ausdehnung der Einschnitte auf das ökonomische Mass zu beschränken, zur Anwendung von stellenweise sehr bedeutenden bis 10 m hohen Futtermauern, sowie zu Steinsätzen, Trocken- und Mörtelmauern und Lehnenviaducten, als stützenden Constructionen des Bahnplanums.

Das Schwergewicht der Arbeiten des eigentlichen Bahnkörpers der beiden Rampen lag in der Menge der herzustellenden Mauerwerke. Bei der Beschaffenheit und Bildung des Erdreiches fiel den Mauerwerken die Aufgabe zu, die Stützen für die überlagernden Erdkörper zu bilden.

Die Futtermauern, welche ein nur geringe Cohäsion besitzendes Gebirge zu stützen haben, mussten, um Lockerungen des Bodens hintanzuhalten, mit grosser Vorsicht ausgeführt werden.

Die Ausführung der Erdarbeiten wurde an vielen Stellen auch durch die gleichzeitige Gewinnung von Bruchsteinen für trockene Steinbauten und Mörtelmauerwerk erschwert.

1. Beschaffenheit des aufgeschlossenen Bodens.

Rücksichtlich der aufgeschlossenen Boden- und Gesteinsarten, deren bereits im Kapitel B Erwähnung geschah, ergaben sich auf der Strecke Landeck—Bludenz folgende Resultate:

In der Strecke von der Innübersetzung nach Landeck bei km 73·6 bis zur Rosannabrücke bei km 91·5 tritt vorwiegend Glimmerschiefer

in wechselnder Mächtigkeit, von Verwitterungsproducten und streckenweise von Felstrümmern desselben Gesteines überlagert, an die Oberfläche des von der Bahn benützten Thalgehänges. Die Einschnitte liegen theils im Glimmerschiefer, theils in den denselben überlagernden Verwitterungsproducten.

Innerhalb dieser Strecke durchsetzt jedoch die Bahn zwischen km 82·6 und 83·6 nächst Strengen mächtige Kalkschuttbildungen, welche von den Kalkgebirgen des entgegengesetzten Ufers herrühren und die Schiefergebilde der rechtsseitigen Thallehne bedecken. Weiters wird der Schiefer bei km 84·6 und 86·6 von den mächtigen Schuttkegeln aus dem Klausbache und aus dem Gondebache überlagert, welche zwei Bäche von der Bahn übersetzt werden.

Die aus diesen Schuttkegeln gewonnenen Gneisfindlinge lieferten ein vorzügliches Material für Quadererzeugung.

In den Materialgräben, welche zwischen km 86·6 und 87·6 für die Anschüttung der Station Flirsch eröffnet werden mussten, traf man in geringer Tiefe auf mächtige Lager von Baumstämmen, den Überresten von durch Lawinen zu Thal gebrachten Waldungen, welche nur mit grosser Mühe zu beseitigen waren. Unmittelbar hinter km 87·6 liegt die Bahn wieder im Kalkmurenschutte, während sie im letzten Theile der oben angeführten Strecke zwischen km 89·6 und 90·6 zwei Murenschuttkegel durchdringt und sodann die Thalsole gewinnt, welcher sie im Allgemeinen auf niederen Dämmen, und nur an drei Punkten die aus dem Gebirge vorgeschobenen Murenschuttkegel durchsetzend, bis km 96·6 nächst Nasserein folgt.

Von hier erhebt sich die Bahn an den flachen Seitengehängen etwas über die Thalsole, welche sie vor dem Eingange in den Arlberg-Tunnel nächst St. Anton wieder gewinnt.

Mit dem Austritte aus dem Arlberg-Tunnel bei Langen km 110·4 bzw. mit der Übersetzung der Alfenz daselbst, verlässt die Bahn das Gebiet der krystallinischen Schiefer und tritt in die Kalkformation des Klosterthales ein. Von Langen bis zum Spreubache in km 115·4 bei Danöfen herrscht jedoch zunächst der Oberfläche noch immer Thonschieferschutt mit Kalkfindlingen und in grösserer Tiefe Schieferfelsen vor.

Nur zwischen km 112·6 und 113·6 und zwischen km 113·6 und 114·6 tritt reiner Kalkfelsen zu Tage, in welchem an mehreren Stellen bedeutende Felssprengungen vorgenommen werden mussten.

In der weiteren Strecke von km 115·6 bis zum Radonatobel km 118·3 finden sich dolomitische Verwitterungsproducte, Lehm mit

Schotter und weiterhin mit Schieferfelsen durchkreuzte Dolomittfelsen vor, welche gleichfalls zu bedeutenden Sprengungen Veranlassung gaben.

In der Strecke jenseits des Radonatobels findet sich zunächst bis km 118·6 Moränenschutt und von da bis km 119·6 Gypsfelsen, sodann folgen Thonschiefer abwechselnd mit Kalkfelsen, Murenschutt mit grossen Kalkfindlingen und Mergel. Von km 121·6 bis 123·6 tritt fester Kalkfelsen mit vertical aufgerichteten dünnen Schichten, jäh abstürzende Felswände bildend, auf. Die nun folgende sogenannte Bratzer-Halde km 123·9 bis 124·8, eine steile Wiesenfläche, zeigt zunächst an der Oberfläche Schieferschutt und in grösserer wechselnder Tiefe Thonschieferfelsen, welcher auch bis km 125·5 vorherrscht.

In der Strecke km 125·5 bis 127·7 treten wieder steile Kalkfelsen auf; weiterhin gegen km 128·6 werden die hügelförmig begrenzten Schuttablagerungen seitlicher Wildbäche mittelst grosser Einschnitte durchsetzt. Vom km 128·6 bis 131·6 d. i. von Bratz bis Bings, liegt die Bahn auf einem flach geneigten Vorlande, tritt sodann wieder an steile gegen den Thalgrund vorgeschobene Kalkfelswände heran, welche sie bei km 132·6 verlässt. Von hier bis zum Eintritte in die stellenweise versumpfte Thalebene der Ill bei km 134·6 liegt die Trace in Kalkschotter.

2. Böschungsneigung.

Obwohl im Allgemeinen die Schichtung des Gebirges an den Lehnen für die Bauausführung als günstig bezeichnet werden kann, so mussten doch einzelne Felseinschnitte mit flacheren als den projectirten Böschungen ausgeführt werden, weil dort nicht die vermuthete Festigkeit gefunden wurde.

Die Böschungen sämmtlicher Dämme, der Materialgräben und der Einschnitte in nicht gebundener Bodengattung erhielten im allgemeinen eine Neigung von $1:1\frac{1}{2}$, Einschnitte im gebundenen Materiale $1:\frac{1}{4}$ bis $1:1$ und Felseinschnitte $1:\frac{1}{5}$ bis $1:\frac{1}{20}$.

3. Cubaturen der Einschnitte und Dämme.

Von grösseren Einschnitten sind zu nennen:

Der Stationseinschnitt in Landeck km 71·7 bis 72·7, 23 m tief mit 186.000 m^3 (Schotter); der 24 m tiefe Abschnitt bei km 72·7 hinter der genannten Station mit 40.000 m^3 (Schotter), ferner der Stationseinschnitt in Pians, km 77·6 bis 78·6 mit 68.000 m^3 (Bergschutt mit grossen Findlingen); der Bahneinschnitt bei km 83·6 mit 75.000 m^3 (gebundener Bergschutt); der Bahneinschnitt bei km 97·6 bis 98·6 mit 56.000 m^3 ; der Bahn- und Stationseinschnitt in Dalaas km 120·6

bis 121·6 (Bergschutt mit Findlingen) mit 62.000 m³; der Abschnitt in der Station Hintergasse km 124·6 bis 125·6 mit 73.500 m³ (Schiefer-
schutt und Schieferfelsen), endlich die Bahneinschnitte km 126·6
bis 127·7 und 127·7 bis 128·6 (Bergschutt mit Findlingen) mit
67.000 bzw. 78.000 m³ Inhalt.

Die bedeutendsten Felssprengungen kamen zwischen Landeck und
der Station Strengen, sowie zwischen den Stationen Danöfen und
Bludenz zur Ausführung. Die Felsböschungen erreichten eine Höhe
bis zu 60 m.

Als bedeutende concentrirte Anschüttungsmassen sind erwähnens-
wert auf der Ostrampe: Die Station Landeck mit 156.000 m³, für
welche der Stationseinschnitt selbst das Materiale lieferte; die Stations-
anschüttungen in Pians und Strengen mit 39.000 bzw. 30.000 m³; der
Bahndamm bei km 86·6 mit 42.000 m³, ferner die beiden Tunnel-
stationen St. Anton und Langen, deren 154.800 bzw. 180.000 m³
betragende Aufdämmungen mit einem Theile des im Arlbergtunnel
gewonnenen Ausbruchmateriales hergestellt wurden.

Bezüglich der Westrampe sind anzuführen: die Bahndämme bei
km 115, 121 und 122 mit 35.000, 45.000 bzw. 36.000 m³; die Deponie
bei km 123·6 mit 52.000 m³; die Bahndämme bei km 125·6 und
128·6 mit 31.000 bzw. 103.000 m³, endlich die Anschüttung der Station
Bludenz bei km 135·6 136·8 im Ausmasse von 58.700 m³.

Die wechselnde Gebirgsbeschaffenheit längs der Strecke machte
in Fällen, wo die den Felsen überlagernden Verwitterungsproducte
von Wasseradern durchzogen und erweicht waren, die Anordnung von
Entwässerungsanlagen (Schlitze) zur Trockenlegung dieser Schichten
nothwendig, und zwar sowohl wenn dieselben von Einschnitten auf-
geschlossen, als auch in dem Falle, wenn dieselben mit Dammbauten
belastet werden sollten.

4. Entwässerungs- anlagen.

Diese Schlitze erhielten 1 m Weite und eine wechselnde Tiefe,
welche in der Strecke zwischen Landeck und Pians stellenweise
16 m erreichte. Sie wurden in der Sohle nach Erfordernis mit Pflaster
versehen und mit Steinen ausgeschlichtet. Besondere Entwässe-
rungsanlagen wurden bereits beim Baue der Arlbergbahn zwischen
Landeck und Pians, namentlich an der sogenannten Perfuchserlehne
und beim Quelltobel zwischen Dalaas—Hintergasse ausgeführt

Die Entwässerung der Stationsflächen in der Strecke wurde durch
kleine Sickerschlitze bewirkt, welche in Abständen von 10 m quer
durch die Plateaux gezogen wurden. Ähnliche Sickerschlitze wurden

auch in allen nicht vollständig wasserdurchlässigen Einschnitten, mit Ausnahme der Felseinschnitte im Bahnplanum hergestellt.

5. Profil des Bahnkörpers. Rücksichtlich des Normalprofils für den Bahnkörper wird noch bemerkt, dass die Unterbaukrone in allen Strecken, wo nicht Grabenmauern oder bis zur Lehenkrone reichende Stützmauern oder Objectsbauten zur Ausführung kamen, eine Breite von 5·2 m erhielt, die in Radien von 300 m und darunter an der Aussenseite noch um 0·1 m vergrößert wurde. Dort wo Grabenmauern mit daraufliegenden Banketten oder bis zur Schwellenoberkante reichende Stützmauern in Verwendung kamen, betrug die halbe Breite im Oberbauplanum im Minimum 2·0 bzw. 2·35 m. Die Objecte erhielten eine Minimalbreite von 4·45 m.

Die Bahngräben erhielten bei flacheren Böschungen eine Minimalbreite von 0·25 m bei steileren Böschungen eine solche von 0·4 m und durchaus eine Tiefe unter dem Oberbauplanum von mindestens 0·75 m.

6. Kosten der Erdarbeiten. Die Tabelle 3 veranschaulicht die wichtigsten für die Bildung des eigentlichen Bahnkörpers vorgenommenen Erd- und Felsarbeiten und deren Nebenarbeiten, abgesehen von den bei den Brücken, den Tunnels und Hochbauten vorgekommenen derlei Arbeiten.

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, dass sich die Gesamtmenge der Erd- und Felsaushebungen in der Strecke Landeck-Bludenz auf 2,552.973 m³ belief.

Die gesammten Ausgaben für Erd- und Felsarbeiten in den beiden 52·701 km langen Rampen betrugen, einschliesslich aller auch nach der Betriebseröffnung auf Kosten des Baufonds ausgeführten Ergänzungsarbeiten, 2,879.165 fl. Es entfällt somit auf 1 km Bahnlänge ein Betrag von 54.633 fl.

Wenn die für Erdarbeiten sammt allen dazu gehörigen Nebenarbeiten verausgabte Summe von 2,879.165 fl. durch die oben angegebene Aushubmasse von 2,552.973 m³ getheilt wird, so ergibt sich ein Mittelpreis für die Erdarbeiten von fl. 1·12 per 1 m³.

Dieser Preis enthält die Kosten des Aushubes ober und unter Wasser, der Verführung, der sämtlichen Entwässerungen, der Bölzungen, der Stufenaushebung starkgeneigter Dammunterlagen, sowie aller sonstigen Nebenarbeiten, endlich die Planirung, Humusirung und Begrünung der sämtlichen Damm- und Einschnittsböschungen.

b) Schutzbauten.

1. Fluss- und Uferschutzbauten. Auf den beiden Rampenstrecken Landeck—St. Anton und Langen—Bludenz waren bedeutende Fluss- und Uferschutzbauten nur dort erforderlich, wo die Bahn sich der Thalsole und dem Ufer der

Rosanna nähert, und der für den Bahnkörper erforderliche Raum durch eine Verlegung des Ufers stellenweise auch des ganzen Bachbettes gewonnen werden musste, wie dies in der Strecke zwischen km 85.6 und 94.6 auf der Ostrampe mehrfach der Fall ist.

An den übrigen Strecken, insbesondere dort, wo die Bahn an der Lehne geführt ist, kommen nur kleine derartige Bauten bei der Versicherung der Gerinne von Seitenbächen im Anschlusse an Bahnobjecte vor.

Als bedeutendere Fluss- und Uferschutzbauten auf den Rampenstrecken sind zu nennen: Die Correction des oberen Klausbaches km 85.6 mit 6750 m^3 und die Rosanna-Correction km 86.6 mit 4780 m^3 trockenen Steinbauten.

Als Schutzbauten des Bahnkörpers sind ferner anzuführen die auf der Westrampe des Arlberges an zwei Stellen zwischen Klösterle und Danöfen nächst km 114.0 zur Ausführung gebrachten gallerieartigen Lawinenschutzdächer in einer Gesamtlänge von 290 m.

2. Lawinenschutzdächer.

Die Construction derselben besteht aus einer Decke, die sich thalseits auf eine von Strebepfeilern getragene Eisenconstruction stützt, bergseits auf Risaliten in der Futtermauer ruht und zugleich in letzterer verankert ist. Die Deckenconstruction besteht aus einem hölzernen durch verzinktes Eisenblech abgedeckten Doppelboden und ist für eine Belastung von 3 Tons prom^2 berechnet. Die Hölzer sind behufs möglicher Hintanhaltung der Fäulnis mit einem Anstrich von Antimerulion versehen. Die Innenseite des Holzdaches ist gegen die Einwirkung des Funkenfluges durch einen Wasserglasanstrich geschützt.

Die Gesamtmenge der bei den Fluss-, Ufer- und sonstigen Schutzbauten ausgeführten Arbeiten ist aus der Tabelle 4 zu ersehen, wobei zu bemerken ist, dass die für die Strecke Landeck—St. Anton ausgewiesenen Steinsätze zum grossen Theile als Stützconstructions des Bahnkörpers dienen und nur in verhältnissmässig kleinem Theile die Functionen eines Uferschutzes zu versehen haben.

Nachdem eine Trennung dieser gleichartig ausgeführten, aber verschiedenen Zwecken dienenden Herstellungen nicht möglich war, so wurden alle jene Steinsätze, deren Fuss vom Hochwasser bespült wird, zu den Uferschutzbauten gerechnet, wodurch sich die grosse Menge der bei den Fluss- und Uferschutzbauten ausgewiesenen Steinsätze erklärt.

Die für die Westrampe ausgewiesene grosse Menge von Holzconstructions und Schweisseisen wurde hauptsächlich zur Bildung der Decke, bezw. für die Fachwerksträger der Lawinenschutzdächer verwendet.

Tabelle 3.

Die Arbeitsmengen der Erd- und Felsarbeiten in der Strecke
dem Stande vom
 Ausmasse massgebend

Theilstrecke	Länge in Kilometer	Erd- und Felsaushube über Wasser	Wiedergewonnenes Aushubmateriale	Aushub unter Wasser	Aushub von Ent- wässerungsgräben	S u m m e	Wiesenbewässerungs- gräben	Sickergräben
		m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m	m
Landeck—St. Anton	26.792	1264452	6473	1293	22857	1295075	2235	2368
Langen—Bludenz	25.909	1252950	2498	—	2450	1257898	—	6776
Summe	52.701*)	2517402	8971	1293	25307	2552973	2235	9144

Ausmasse massgebend

Theilstrecke	Länge in Kilometer	Böschungen der							
		Bahndämme		Deponie	Ein- und Abschnitte				
		Stein	sonstigen Materiale		bereits bepflanzt	noch zu bepflanzen	gebunden. Schotter	verwitterbarer Fels	wetterbestän- diger Fels
m ²									
Landeck—St. Anton	28.559	—	245048	27480	249608	44989	—	603887	—
Langen—Bludenz	26.385	—	227185	15511	165349	20220	—	33729	51901
Summe	54.944*)	—	472233	42991	414957	65209	—	637616	51901

1) Ausschiesslich der Arbeitsmengen für den Bahnhof Landeck und die beiden currenten Streckentheile von St. Anton und von Langen bis zu den Arlberg-tunnelportalen.

**incl. Landeck incl. Bludenz excl. Arlbergtunnelstrecke mit
1. September 1884.**

für die Bauausführung ¹⁾).

Sickerschlitz	Entwässerungstollen	Steinausbau der Entwässerungen	Stufenaufhebung unter Dämmen	Böhlungen	Wiederauffüllung von Schlitten	Trockenpflaster	Steinsatz	Mörtelpflaster	Bruchsteinmauerwerk der Fundamente	Häufiges Bruchsteinmauerwerk	Hölzerne Rohrleitungen	Eiserne Rohrleitungen
Stück	m	m ³	m ²	m ²	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m	m
892	115	15519	44330	10823	2900	480	—	108	40	7	100	165
1127	285	3762	30922	28077	243	—	—	—	—	—	—	—
2019	400	19281	75252	38900	3143	480	—	108	40	7	100	165

für die Bahnerhaltung ²⁾).

Uebersteigen der Lehen ausserhalb der Bahngrenzen	Stein- und Schotterfänge			Abpflasterung		Entwässerungsanlagen		
	Stein	Holz	Eisen	trocken	in Mörtel	oberflächliche	Stickerschlitz	Sickerstollen
a	m ³			m ²				m
16843	873	836	—	16226	11684	88	1257	1442
49740	—	280	1187	8119	935	—	644	563
66583	873	1116	1187	24345	12619	88	1901	2005

²⁾ Einschliesslich der Arbeitsmengen für den Bahnhof Landeck und die beiden currenten Streckentheile von St. Anton und von Langen bis zu den Arlbergtunnelportalen.

Tabelle 4.

**Die Arbeitsmengen der Fluss-Ufer- und sonstigen Schutz-
Arlbergtunnelstrecke mit dem**

Ausmasse massgebend

Theilstrecke	Wasser- bauten		Erhaltung und Räumung der Seitengraben und Wasserläufe									
	Steinwürfe und Stein- vorlagen	Steinsätze	Gräben		Wasserläufe ohne und mit geringer Geschiebführung				Wildbäche			
			Normal-	andere Seiten- oder Material-	Querschnittsfläche							
					bis incl. 2 m ²	4 m ²	6 m ²	8 m ² und darüber	bis incl. 4 m ²	6 m ²	8 m ²	10 m ² und darüber
	m ³		m									
Landeck—St. Anton	14553	3550	20089	7372	3546	755	100	40	375	690	775	5501
Langen—Bludenz	270	3925	2807	4506	532	190	—	1255	70	230	—	2900
Summe	14823	7475	22896	11878	4078	945	100	1295	445	920	775	8401

Ausmasse massgebend

Theilstrecke	Steinwürfe	Steinsätze	Trockene Mauern	Trockene Pflaster	Mörtel-Pflaster	S u m m e	0·2 m hohe Flecht- werke	0·3 m hohe Flecht- werke
	m ³	m ³					m	
Landeck—St. Anton	25207	56347	1307	5925	4782	93568	4039	36548
Langen—Bludenz	2533	19055	2913	6690	260	31451	14566	37254
Summe	27740	75402	4220	12615	5042	125019	18605	73802

3. Kosten der Schutz-
bauten.

Die Gesamtkosten der Fluss-, Ufer- und sonstigen Schutzbauten betragen für die beiden Rampenstrecken 526.699 fl., somit pro km 9994 fl.

c) Böschungs- und
Futtermauern.
1. Mauerwerk.

Böschungs- und Futtermauern mussten in sehr bedeutendem Umfange auf der Strecke Landeck—Bludenz ausgeführt werden, wie dies aus der Tabelle 5 über die Mengen der wesentlichsten bei den Böschungs- und Futtermauern vorgekommenen Arbeiten, insbesondere aus der Masse der trockenen Steinbauten und des Mörtelmauerwerkes erhellt.

Die über dem Bahnplanum sich erhebenden sogenannten Futter- und Verkleidungsmauern wurden durchwegs in Mörtelmauerwerk mit einer $\frac{1}{3}$ füssig geböschten Flucht ausgeführt.

Die das Bahnplanum stützenden Constructionen hingegen wurden entweder in Mörtelmauerwerk mit $\frac{1}{3}$ füssigen, in vereinzelt Fällen sogar noch steiler ausgeführten Stützmauern, aus Trockenmauerwerk von unregelmässigen Steinen, oder endlich aus Steinschlichtungen gebildet. Die Trockenmauern waren im Verhältnisse von 1:2.5, 1:2.0, 1:1.5 oder 1:1.25, die Steinschlichtungen, sogenannte Steinsätze, im Verhältnisse 1:1 geböschet.

Für die Wahl des Böschungsverhältnisses der Trockenmauern war die Güte des zur Verfügung gestandenen Steines und die Höhe der Mauern massgebend. Im Verhältnisse 1:1.5 und 1:1.25 geböschte Trockenmauern wurden als liegende Mauern in Verbindung mit dahinter befindlichen Steinsätzen ausgeführt.

Unter den in Mörtelmauerwerk ausgeführten Böschungs- und Futtermauern sind die letzteren vorherrschend und die Stützmauer in Mörtelmauerwerk aus dem Grunde weniger vertreten, weil bei grossen Höhen solche Anlagen schon mit Vortheil durch Viaducte ersetzt werden konnten. Die Ausführung dieser Stütz- und Wandmauern erforderte an den steilen Schutthalden die Beobachtung grosser Vorsicht; denn sie musste so erfolgen, dass dabei Bewegungen des Gebirges nicht eintreten konnten.

Nachdem man auf Grund des Ergebnisses der vorgenommenen Sondierungen darauf rechnen konnte, eine bedeutende Menge brauchbaren Steinmaterials aus den Einschnitten zu gewinnen, so wurde bei Verfassung des Bauprojectes die weitgehendste Anwendung von Trockenmauerwerk und Steinsätzen zur Bildung der stützenden Construction des Bahnplanums in Aussicht genommen. Allein der Umstand, dass sich die Einschnitte nicht so ergiebig an brauchbaren Bausteinen erwiesen, als bei Verfassung des Projectes angenommen worden war, liess eine Beschränkung in der Anwendung dieses Con-

structionsmittels eintreten, und führte zum Ersatze durch Mörtelmauern und Lehnenviaducte. Eine weitere Verminderung der ursprünglich in Aussicht genommenen trockenen Steinbauten wurde durch den Umstand veranlasst, dass sich in den unteren Theilen der zu übersetzenden Mulden vorherrschend Schuttablagerungen vorfanden, welche, wenn auch an und für sich nicht zur Rutschung geneigt, doch dem bedeutenden Drucke der trockenen Steinbauten, welche in diesem Terrain zu fundieren waren, nur bis zu einem beschränkten Masse Widerstand zu leisten vermochten. Diesbezüglich sind namentlich mehrere Trockenmauern zwischen km 78·5 und 79·5 hervorzuheben, von denen drei nach theilweise erfolgter Herstellung aufgegeben und durch Viaducte bzw. Stützmauern ersetzt werden mussten. Bei einer vierten Mauer hörten die starken durch Nachgiebigkeit des Grundes veranlassten Bewegungen erst auf, als der Untergrund durch Abtragung des oberen Mauertheiles bei gleichzeitiger Verlegung der Linie gegen die Lehne entlastet wurde.

Die Trockenmauern in der Strecke zwischen km 86·6 und 89·6 kamen unter wesentlich günstigeren Verhältnissen wie jene an der Lehne zur Ausführung, da sie in der flachen Thalsohle, zumeist auf Steinwurf stehend, keine bedeutenden Dammanschüttungen zu tragen hatten und nur zu dem Zwecke angeordnet wurden, um die Breite des Bahnkörpers behufs Vermeidung kostspieliger Bach-Correctionen einzuschränken. Die Ausführung dieser Trockenmauern begegnete umsoweniger Schwierigkeiten, als die Findlinge der benachbarten Einschnitte ein vorzügliches Materiale für dieselben lieferten.

Auf der Westrampe kamen die trockenen Steinbauten im geringeren Umfange zur Anwendung als auf der Ostrampe, weil sich dort selbst die Preise des Mörtelmauerwerkes wegen der günstigeren Bezugs- und Gewinnungsverhältnisse für Cementkalk und Stein wesentlich billiger stellten, als auf der letztgenannten Strecke.

Als bedeutendste Stützmaueranlage der Westrampe ist jene in der Station Hintergasse km 125·5 zu erwähnen, in welcher entlastende Gewölbe, sogenannte Sparbögen, angeordnet wurden, um die Fundierungsarbeiten möglichst zu vermeiden, wodurch diese Mauerwerkanlage den Charakter eines an die Berglehne angebauten Viaduktes erhielt. Hiedurch erklärt sich auch die beträchtliche Menge des bei den Böschungs- und Futtermauern zur Ausführung gelangten Gewölbemauerwerkes, welches die Tabelle 5 ausweist.

Die Gesamtkosten der Böschungs- und Futtermauern belaufen sich für die beiden Rampenstrecken auf 1,244.734 fl., somit pro Kilometer auf 23.619 fl.

2. Kosten des Mauerwerks.

Tabelle 5.

**Die Arbeitsmengen der Böschungs- und Futtermauern in
strecke mit dem Stande**

Ausmasse massgebend

Theilstrecke	Steinsätze	Trockenmauern	Mörtelmauerwerke der Fundamente	Häuptiges Bruchstein- mauerwerk	Mörtelpflaster	Summe
	m ³					
Landeck—St. Anton	16851	64302	660	29555	388	111756
Langen—Bludenz	5240	30801	1579	65760	124	103504
Summe	22091	95103	2239	95315	512	215260

Ausmasse massgebend für die Bahnerhaltung.

Theilstrecke	Stütz-, Baugurt- und Futtermauern		Anmerkung
	trocken	in Mörtel	
	m ²		
Landeck—St. Anton . . .	23026	15354	Die Böschungs-Abpflasterungen sind schon in Tabelle 3 ausgewiesen.
Langen—Bludenz	16361	27380	
Summe	39387	42734	

**der Strecke incl. Landeck incl. Bludenz excl. Arlberg-tunnel-
vom 1. September 1884.**

für die Bauausführung.

Freiliegende Deckschichten	Ueberschnittete Deckschichten	Quadermauerwerk	Bruchstein-Gewölbe- mauerwerk	Abdeckung der Gewölbe	Einrüstung der Gewölbe	Beton	Holzconstruktionen	Schweisseisen der eisernen Geländer, Schliessen etc.
m		m ³		m ²	m		m ³	kg
455	7268	17.9	5	—	2	60	144	5558
1985	7488	56.1	1171	819	88	—	—	23757
2440	14756	74.0	1176	819	90	60	144	29315

Die Anzahl und Constructionen der kleinen Brücken und Durchlässe bis 20 m Gesamtlichtweite, sowie der tunnelähnlichen Aquäducte und überwölbten Einschnitte sind aus der Tabelle 6, jene der grossen Brücken und Viaducte aus der Tabelle 7 zu ersehen.

Bei dem Baue der Arlbergbahn gelangte fast ausschliesslich Mauerwerk aus unbearbeiteten, lagerhaften Bruchsteinen unter Anwendung von vorzüglichem hydraulischen Mörtel zur Ausführung, wodurch es möglich wurde, die Anwendung von Eisenconstruktionen auf jene seltenen Fälle zu beschränken, in welchen dieselben Vortheile bieten, die durch die dauerhafteren Steinconstruktionen nicht erreichbar sind. Das Mauerwerk wurde aus leicht erhältlichen wetterfesten Bruchsteinen der Umgebung der Baustelle, ohne nennenswerthe Anarbeitungen und mit Mörtel aus den in Tirol und Vorarlberg erzeugten hydraulischen Bindemitteln hergestellt. Der grösste Theil des Arlberg-tunnels, alle kleinen Tunnels, dann die hohen Pfeiler der grossen Viaducte, ferner alle kleinen Viaducte sammt deren Gewölben und alle Gewölbe bis 16 m (in einem Falle bis einschliesslich

d) Brücken.

1. Brücken, Durchlässe, Viaducte, Aquäducte, überwölbte Einschnitte

Tabelle 6.

Verzeichnis der kleinen Brücken und Durchlässe in der wölbt

Theilstrecke	Offene Objecte mit Holz- und Eisenconstruktion																Gedeckte				
	Weite in																				
	bis 0.45	0.6	0.8	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.4	10.0	12.0	14.2	15.0	0.4	0.45	0.5
Landeck—St. Anton . .	3	3	—	10	4	6	1	9	1	2	3	—	—	—	1	1	—	—	—	22	—
Langen—Bludenz . . .	—	21	4	3	3	12	—	12	6	1	2	1	—	1	1	2	2	2	—	—	—
Summe	3	24	4	13	7	18	1	21	7	3	5	1	—	1	2	3	2	2	—	22	—

Verzeichnis der kleinen Brücken

Theilstrecke	Gedeckte und gewölbte Durchlässe						
	Weite in						
	0.40	0.45	0.50	0.60	0.70	0.80	1.0
Landeck—St. Anton . .	19	1	—	4	—	—	—
Langen—Bludenz . . .	34	—	—	3	—	1	—
Summe	53	1	—	7	—	1	—

Arbeitsmengen der kleinen Brücken und Durchlässe der Aquäducten und über-

Theilstrecke	Fundamentausbau	Baggerung	Böschung	Steinwurf	Steinsatz	Trockenmauerwerk	Trockenpflaster	Mörtelpflaster	Bruchstein-Mauerwerk der Fundamente	Häuptiges Bruchstein-Mauerwerk	Beton
	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³
Landeck—St. Anton .	25649	317	7059	2	9236	95	320	710	9273	15568	287
Langen—Bludenz .	41033	175	6338	—	3977	962	562	1278	10499	25322	138
Summe	66782	492	13397	2	13213	1057	882	1988	19772	40890	425

Bahn, dann der Ueberfahrten, Aquäducte und über-Einschnitte.

Objecte		Gewölbte Objecte														Eiserne Rohrdurchlässe		Brücken über die Bahn	Aquäducte	Ueberwölbte Einschnitte				
Meter																			gewölbt aus Eisen	Anzahl Länge	Anzahl Länge			
0·6	0·8	1·0	1·0	1·5	2·0	2·5	3·0	4·0	5·0	6·0	7·0	8·0	10·0	11·0	12·0	0·06	0·10	0·20		0·30	0·40			
17	2	12	—	5	8	2	10	3	3	2	1	2	1	1	—	—	—	—	—	1	2	—	$\frac{4}{70\cdot1}$	—
7	—	1	—	1	6	—	11	3	—	—	—	1	—	—	1	1	1	3	3	—	1	1	$\frac{4}{50\cdot0}$	$\frac{7}{200\cdot6}$
24	2	13	—	6	14	2	21	6	3	2	1	3	1	1	1	1	1	3	3	1	3	1	$\frac{8}{120\cdot1}$	$\frac{7}{200\cdot6}$

und Durchlässe der Nebenanlagen.

und Brücken			Hölzerne Wegbrücken			Trocken-Dohlen von 0·2—0·3 m weit	Verschiedene Wasser- leitungen	Eiserne
Meter							Anzahl	
1·5	2·5	10·0	bis 1·0	über 1·0 bis 3·0	über 3·00 bis 17·00			
—	—	—	3	11	1			—
1	—	1	5	5	2	—	20	1
1	—	1	8	16	3	—	21	2

Bahn und der Nebenanlagen bei den Ueberfahrten, wölbten Einschnitten.

Reines Quader-Mauerwerk	Raues Quader-Mauerwerk	Gewölbe aus Bruchstein	Abdeckung der Gewölbe	Einrüstung der Gewölbe	Spundwände	Brückenbedielung	Holzconstruktionen	Hölzerne Rohrleitung und Gerinne	Eiserne Rohrleitung	Hölzerne Schützen	Eiserne Entleerungsschieber	Schweisseisen der Eisenconstruktionen, Geländer, Klammern etc.	Gusseisen	Blei
m³		m²	m	m²	m³		m		Stück	kg				
464·5	211·0	2413	2997	541	—	520	82·5	381	220	—	1	75668	4813	—
442·7	107·5	2698	3400	583	—	1310	75·9	1468	934	—	1	209295	9590	221
907·2	318·5	5111	6397	1124	—	1830	158·4	1849	1154	—	2	284963	14403	221

Tabelle 7.

**Verzeichnis der grossen Brücken und Viaducte in der
strecke mit dem Stande**

Post-Nr.	Name der Brücke oder des Viaductes	Lage im Kilom.	Constructionsart und Lichtweite der Hauptöffnungen	m	Anzahl der Seitenöffnungen mit Fachwerkträger	Anzahl Oeffnun- stel-			
						Weite der Oeffnun-			
					Weite in m	5	7	8	
1	Innthal-Viaduct	73:441	Fachwerk	60	—	—	—	—	
2	Zappelbach-Viaduct	76:447	Ohne Hauptöffnung	—	—	—	—	—	3
3	Ganderbach-Viaduct	78:283	" "	—	—	—	—	—	
4	Majenthal-Viaduct	78:918	" "	—	—	—	—	—	
5	Gewölbter Viaduct	79:495	" "	—	—	—	—	—	7
6	Wolfgruberbach-Viad.	79:686	" "	—	—	—	—	—	5
7	Trisanna-Viaduct	80:254	Fachwerk	115:4	—	—	—	—	
8	Moltertobel-Viaduct	81:197	Ohne Hauptöffnung	—	—	—	—	—	3
9	Geigertobel-Viaduct	82:397	" "	—	—	—	—	—	8
10	Gewölbter Viaduct	85:114	" "	—	—	—	—	—	5
11	Erste Rosannabrücke	87:564	Fachwerk	26	—	—	—	—	
12	Zweite "	88:070	"	36	—	—	—	—	
13	Dritte "	91:528	"	36	—	—	—	—	
14	Vierte "	97:698	"	25	—	—	—	—	
15	Fünfte "	97:923	"	26	—	—	—	—	
16	Alfenzbrücke	110:480	Halbkreisgewölbe	20	—	—	—	—	
17	Gewölbter Viaduct	112:432	Ohne Hauptöffnung	—	—	—	—	—	6
18	" "	112:758	" "	—	—	4	—	—	1
19	Wäldlitobelbrücke	112:973	Segmentgewölbe	41	—	—	—	—	
20	Stelzisbachbrücke	116:996	Fachwerk	26	—	—	—	—	
21	Radonnatobelbrücke	118:342	Halbkreisgewölbe	20	—	—	—	—	
22	Gewölbter Viaduct mit Sparbogen	119:215	Ohne Hauptöffnung	—	—	3	—	—	
23	Höltobel-Viaduct	121:563	Halbkreisgew. 3 à 22m	66	—	—	—	—	
24	Schmidtobel-Viaduct	122:654	" 3 à 22m	66	—	—	—	—	
25	Brunntobel-Viaduct	123:432	"	20	—	—	1	—	
26	Griffeltobel-Viaduct	125:082	Ohne Hauptöffnung	—	—	—	—	—	
27	Schannatobel-Viaduct	125:666	Fachwerk	40	—	—	—	—	
28	Viaduct an der Rüfe	126:881	Ohne Hauptöffnung	—	—	—	1	—	
29	Flirscher Zufahrts- strassenbrücke	87:257	Fachwerk	28	—	—	—	—	
30	Uebergangssteg in Dalaas	121:364	"	38	—	—	—	—	
31	Uebergangssteg in Bludenz	135:989	"	20	—	—	—	—	
22 Hauptöffnungen zusammen . .				709:4	—	7	2	38	

**Strecke incl. Landeck incl. Bludenz excl. Arlbergtunnel-
vom 1. November 1884.**

der gewölbten gen, Bogen- lungen				Gesamt-Lichtweite	Gesamt-Länge	Grösste Höhe der Fahr- bahn über der Thalsohle	Ueberbrückte Thalprofildfläche	Kosten des ganzen Bauwerkes		Kosten pro m ² verbauter Fläche	Begründung abnormer Kosten pro m ² verbauter Fläche
einzelnen gen in Metern											
9	10	11	12	m			m ²	fl.	kr.	fl.	
—	2	7	—	157·0	194·5	25·0	3457	122488	39	35	Grosse Fundirungs- arbeiten.
—	—	—	—	24·0	33·8	11·2	304	11638	88	38	
—	4	—	—	40·0	60·4	14·8	537	24853	64	46	
—	3	—	1	42·0	63·0	13·5	550	22778	54	41	
—	—	—	—	56·0	100·0	10·0	411	31633	69	77	
—	—	—	—	40·0	58·6	14·3	505	20583	20	41	
7	—	—	—	178·4	231·6	87·4	11055	383577	50	35	
—	—	—	—	24·0	29·2	13·1	245	9273	41	38	
—	—	—	—	64·0	85·0	11·5	685	26742	66	39	
—	—	—	—	40·0	68·0	11·0	485	22801	66	47	
—	—	—	—	26·0	36·9	7·9	—	18988	22	—	
—	—	—	—	36·0	45·0	8·1	—	29094	89	—	
—	—	—	—	36·0	43·8	5·8	—	24587	90	—	
—	—	—	—	25·0	38·3	11·6	—	22849	29	—	
—	—	—	—	26·0	34·2	10·0	—	23245	95	—	
—	—	—	2	44·0	59·0	17·2	857	32034	58	37	
—	—	—	—	48·0	98·0	8·4	432	31732	90	73	
—	—	—	—	28·0	38·0	6·7	179	12057	51	67	
—	—	—	—	41·0	62·5	35·0	1271	42730	08	34	
—	—	—	—	26·0	35·8	6·0	169	15613	15	—	
—	4	—	—	60·0	80·0	14·8	1106	36266	27	33	
—	—	—	—	15·0	66·7	6·1	124	11563	87	94	
—	3	—	—	96·0	124·3	24·2	2538	99111	64	35	
—	—	—	2	90·0	120·4	55·8	3414	123454	42	36	
—	—	—	2	51·0	73·7	24·6	1063	38116	67	36	
—	2	—	2	44·0	—	—	—	9229	75	—	
—	2	—	—	60·0	74·1	18·8	1081	42633	71	40	
—	—	—	3	43·0	65·1	7·3	389	16823	28	43	
—	—	—	—	28·0	—	—	—	9018	75	—	
—	—	—	—	38·0	—	—	—	7949	81	—	
—	—	—	—	20·0	—	—	—	6331	65	—	
7	20	7	12	1546·4	—	—	—	1329847	86	—	

Tabelle 7.

Arbeits-

Post-Nr.	Name der Brücke oder des Viaductes	Lage im Kilometer	Fundamentaushub	Baggerungen	Böschung	Steinwurf	Steinsatz	Trockenmauerwerk	Bruchstein-Mauerwerk der Fundamente	Häuptiges Bruchstein- Mauerwerk
			m ³		m ²			m ³		
1	Innthal-Viaduct	73.441	300	—	500	—	600	—	2200	2700
2	Zappelbach-Viaduct	76.447	210	—	60	—	160	—	300	300
3	Ganderbach-Viaduct	78.283	880	—	365	—	270	—	745	590
4	Majenthal-Viaduct	78.918	700	—	—	—	170	—	570	600
5	Gewölbter Viaduct	79.495	3200	—	—	—	230	—	650	820
6	Wolfsgruberbach-V.	79.680	750	—	50	—	140	—	420	600
7	Trisanna-Viaduct	80.254	6120	—	820	—	540	—	1240	9100
8	Moltertobel-Viaduct	81.197	180	—	—	—	30	—	170	270
9	Geigertobel-Viaduct	82.397	2100	—	1160	—	250	—	630	1290
10	Gewölbter Viaduct	85.114	630	—	180	—	230	—	350	700
11	Erste Rosannabrücke	87.564	1675	120	—	—	242	—	145	295
12	Zweite „	88.070	700	240	—	—	370	—	200	245
13	Dritte „	91.528	900	—	—	—	200	—	150	155
14	Vierte „	97.698	1404	167	10	206	43	—	330	502
15	Fünfte „	97.923	700	51	153	75	285	33	350	485
16	Alfenzbrücke	110.480	761	442	—	238	352	—	457	1157
17	Gewölbter Viaduct	112.432	1454	—	1141	—	168	60	1178	500
18	„ „	112.758	500	—	394	—	100	—	328	275
19	Wäldlitobelbrücke	112.973	1300	—	—	—	170	—	90	990
20	Stelzisbachbrücke	116.996	346	—	53	33	—	—	190	230
21	Radonnatobelbrücke	118.342	1164	—	—	560	416	—	795	1295
22	Gewölbter Viaduct mit Sparbogen	119.215	860	—	704	—	230	215	290	525
23	Hölltobel-Viaduct	121.563	4600	172	8	1670	550	230	2050	3120
24	Schmidtobel-Viaduct	122.654	4200	—	160	—	570	990	1359	5496
25	Brunntobel-Viaduct	123.432	1223	—	233	—	175	—	661	1642
26	Griffeltobel-Viaduct	125.082	320	—	—	—	300	—	80	330
27	Schannatobel-Viad.	125.666	580	—	450	—	700	—	603	1130
28	Viaduct an der Rufe	126.881	785	—	307	—	180	—	510	500
29	Flirscher Zufahrt- strassenbrücke	87.257	—	25	—	—	—	—	40	75
30	Uebergangssteg in Dalaas	121.364	24	—	—	—	—	—	20	70
31	Uebergangssteg in Bludenz	135.989	43	—	—	—	—	—	30	46
Summe .			41309	1217	6748	2782	7671	1528	17131	36033

m e n g e n

Reines Quader- Mauerwerk	Raues Quader- Mauerwerk	Gewölbe aus Bruchstein	Gewölbe aus rauhem Schichten-Mauerwerk	Abdeckung d. Gewölbe	Einrüstung d. Gewölbe	Brückenbedielung	Piloten	Schweisseisen der Eisenconstruotion der Geländer, Klammern etc.	Gusseisen	Stahl	Blei	Anmerkung
m ³				m ²	m	m ²	m	kg				
65·0	—	670	—	400	43	120	—	132129	8139	1170	2130	
12·0	—	145	—	110	16	—	—	549	61	—	—	
25·0	—	275	—	150	22	—	—	1060	125	—	—	
26·0	—	285	—	160	22	—	—	1116	160	—	—	
38·0	—	340	—	215	36	—	—	1646	300	—	—	
25·0	—	250	—	150	25	—	—	1125	180	—	—	
87·0	1303·0	520	—	330	39	455	—	465503	*)17035	2572	2390	
9·0	—	130	—	75	15	—	—	549	36	—	—	
51·0	—	285	—	250	40	—	—	2250	370	—	—	
35·0	—	300	—	165	28	—	—	1376	250	—	—	
8·5	—	—	—	—	—	95	—	34625	830	80	267	
13·0	—	—	—	—	—	165	—	66915	2933	59	522	
13·0	—	—	—	—	—	135	—	60434	2933	59	522	
7·5	—	—	—	—	—	86	—	33590	830	80	267	
11·4	—	3	—	—	1	97	—	37099	830	80	267	
26·5	2·0	399	—	152	15	—	—	1125	381	—	—	
24·0	—	305	—	173	31	—	—	1535	294	—	—	
15·1	—	128	—	92	20	—	—	651	211	—	—	
31·0	—	122	628	273	56	—	—	1256	246	—	—	
7·0	—	—	—	—	—	96	—	37090	830	80	267	
34·3	—	270	237	234	26	—	—	1507	270	—	—	
9·2	—	108	—	60	22	—	—	837	141	—	—	
51·2	—	202	876	450	33	—	—	2353	500	—	—	
291·0	—	178	814	421	28	—	—	2260	387	—	—	
29·8	—	284	236	223	21	—	—	1404	238	—	—	
9·1	2·0	210	—	160	14	—	—	—	—	—	—	
16·0	—	140	—	50	11	197	—	71715	2791	59	522	
25·0	—	240	—	150	20	—	—	1172	230	—	—	
4·5	5·5	—	—	—	—	Holzcon- struction 30 m ³	—	18054	280	—	—	
2·0	—	—	—	—	—		—	22926	564	49	288	
4·5	—	—	—	—	—		93	18304	1308	—	20	
1006·6	1312·5	5889	2791	4443	584	1539	—	1022155	43648	4288	7464	

*) Hierunter 16685 kg Gusstahl.

20 m) Spannweite, sowie selbstverständlich alle kleineren Objecte sind aus diesem Mauerwerke zur Ausführung gelangt. Das Steinmateriale war Kalk, Gneis und Glimmerschiefer. Zum Gewölbemauerwerk sind in der Regel die schon in den Brüchen in plattenförmiger Gestalt gewonnenen Steine verwendet worden, und nur zu den Gewölben von 20 m Spannweite und darüber wurden grosse, nach dem Fugenschnitte rauh bearbeitete Steine verwendet.

Das Bruchsteinmauerwerk ist aussen und innen gleich behandelt und nur bezüglich der Herstellung der sichtbar bleibenden Kanten und der Gewölbstirnen war die senkrechte Anordnung der Lagerfugen zum Mauerhaupte und das Entfallen von Zwickeln daselbst vorgeschrieben. Die Gesichtsfläche dieses Mauerwerkes blieb ganz rauh und zeigt oft Vorsprünge von 0.4 m Ausladung. Bei grösseren Pfeilerbauten, wie beim Trisanna- und Schmidobel-Viaduct kamen in Abständen von circa 10 m durchbindende Lagen von Quadern, bezw. von rauh bearbeitetem Schichtenmauerwerk zur Anwendung. Die Verwendung von Quadermauerwerk beschränkte sich sonst ausschliesslich auf die Unterlagen von Brückenträgern und auf Abdeckungen.

Hinsichtlich der Inanspruchnahme von Mörtelmauerwerk ist zu erwähnen, dass dieselbe bei untergeordneten Bauwerken an der Basis in der Regel nicht über 7 kg pro cm^2 und in den Gewölben mit Spannweite bis 12 m im Scheitel 7—8 kg. pro cm^2 beträgt. Bei den grossen Kunstbauten dagegen, und zwar z. B. bei den grossen Pfeilern des Trisannaviaductes sind die Inanspruchnahmen im ungünstigsten Falle an der Basis 13 kg, am Kämpfer 5 kg. Die Beanspruchung der kleineren Pfeiler daselbst beträgt 11 kg, jene der Gewölbe 8 kg pro cm^2 . Bei dem 41 m weiten Gewölbe der Wäldlitobelbrücke beträgt die grösste Inanspruchnahme des Gewölbmaterials 14 kg per cm^2 . Beim Schmidobelviaducte endlich stellt sich die grösste Inanspruchnahme der Pfeiler auf 11 kg, die der Gewölbe auf 10 kg per cm^2 .

Der Schluss der grösseren Gewölbe erfolgte bei den grossen Brücken an drei Stellen gleichzeitig, wodurch das Mauerwerk von den Setzungen der Lehrgerüste unabhängig war. Die Oberfläche der Nachmauerung ist bei allen Gewölben — auch bei den kleinen Durchlässen — durch eine Schichte von Ponticement gegen durchsickerndes Wasser abgedichtet. Der eiserne Überbau der Brücken der Arlbergbahn ist mit Rücksicht auf den Verkehr der schweren Achtkuppler-Locomotiven von 15 Tonnen Achsendruck für einen Lastzug berechnet, welchem drei Stück derartiger Locomotiven vorgespannt sind. Um auf ungünstige Einflüsse noch Rücksicht zu nehmen, welche sich, wie namentlich die durch den Verkehr der Fahr-

betriebsmittel erzeugten Stösse nicht in systematischer Weise verfolgen lassen, sind ausserdem nicht die wirklichen, sondern »vermehrte« Achsendrücke der Berechnung zu Grunde gelegt. Diese Vermehrung betrug je nach der Stützweite bis 10 m 30%, bei 10—30 m 25%, bei 30—60 m 20% und bei 60—100 m 15%.

Als Windbelastung ist bei belasteter Brücke ein Druck von 150 kg, bei unbelasteter Brücke ein solcher von 250 kg per m² in Rechnung gebracht worden.

Für die Nieten wurde eine Abscheerungsfestigkeit von 600 kg per cm², und für den Druck auf die Lochleibung bei Nietverbindungen eine solche von 1200 kg per cm² als noch zulässig angenommen.

Wenn daher heute auf den Brücken der Arlbergbahn Achtkuppler-Locomotiven mit Maximal-Achsendruck von 14·5 Tons verkehren, so ist dieser Umstand für die Brücken von verschwindend kleiner Wirkung und sonach völlig ohne Belang.

Rücksichtlich der Herstellungsart unterscheiden sich die Objectsbauten der Arlbergbahn zunächst in »offene Brücken« mit Eisenconstructions, »gewölbte Objecte« und »verschiedene kleinere Brückenobjecte«.

Die offenen Brücken von 2 bis 12 m Stützweite erhielten Blechbalkenträger; die Brücken mit grösseren Spannweiten sind durch Balkenfachwerksträger und zwar durch Halbparallelträger gebildet. Von letzteren haben nur drei Objecte Tragconstructions mit oben liegender Fahrbahn erhalten; es sind dies die Innbrücke bei Landeck, die Rosannabrücke bei km 97·9 und die Brücke über den Grubsertobel bei km 131·4. Alle übrigen Fachwerkbrücken haben die Fahrbahn unten d. i. in der Höhe des Untergurtes.

In der Strecke Landeck-Bludenz sind 59 offene Brücken von 2—12 m und 17 mit grösseren Spannweiten.

Von den grossen eisernen Brücken dieser Strecke ist zunächst die Trisanna-Schlucht-Brücke als das hervorragendste Bauwerk dieser Art zu erwähnen.

Diese Brücke führt über eine Schlucht von 230 m Weite und 87 m Tiefe; sie hat eine Mittelöffnung mit einem Fachwerkträger von 120 m Stützweite und 7 gewölbte Seitenöffnungen mit je 9 m Spannweite. Die Höhe des Trägers ist in der Mitte 16 m, an den Enden 5·25 m; die Mittel der beiden Hauptträger sind 5·4 m von einander entfernt und die Schienen liegen 2·25 m über den Lagerprismen der Träger. Die Mauerung der grossen Pfeiler dieses Viaductes erforderte mit Ausschluss der Wintermonate die Zeitperiode von Juli 1883 bis Juli 1884

Die für dieses Object erforderlichen Bruchsteine wurden aus einem Bergsturze am linken Ufer der Rosanna und aus Findlingen und Felsköpfen in der Nähe der Baustelle gewonnen.

Bezüglich der übrigen eisernen Brücken der Strecke Landeck—Bludenz wäre nur zu bemerken, dass bei den drei Fachwerkbrücken mit obengelegener Fahrbahn, sowie bei einigen anderen kleineren Fachwerkbrücken mit untergelegener Fahrbahn die Zugstreben durchaus steif ausgeführt sind.

Die gewölbten Brücken und Viaducte bilden ein bezeichnendes Merkmal der Gebirgsstrecke der Arlbergbahn. Das nennenswertheste derartige Bauwerk ist die Wäldlitobel-Brücke bei Klösterle, welche mit einem nicht ganz halbkreisförmigen Gewölbe von 41 m Lichtweite und einer 8 m weiten Nebenöffnung die 50 m tiefe Felsschlucht des Wäldlitobels überspannt. Das nach einem Kreisbogen mit dem Halbmesser von 22·5 m gekrümmte Gewölbe des Hauptbogens ist im Scheitel 1·7 m, im Kämpfer 3·1 m stark.

Zunächst der Wäldlitobel-Brücke verdient der Schmidtobelviaduct bei km 122⁵/₇ der Strecke Dalaas—Hintergasse erwähnt zu werden.

Dieser über eine 114 m weite und 56 m tiefe Felsschlucht gebaute Viaduct hat 3 Halbkreisgewölbe von 22 m Spannweite und auf beiden Seiten daran anschliessend je ein ebensolches Gewölbe von 12 m Lichtweite. Die grossen Gewölbe ruhen auf zwei Pfeilern von 38·2 m, bezw. 39·4 m Höhe (von der Fundamentsohle bis zum Bogenanlauf gemessen), und haben im Scheitel 1·25 m, am Kämpfer 2·3 m Stärke.

Die Brücke über die Alfenz bei Langen, dann die Brücken über den Radonna-, den Höllen- und den Brunnentobel bei Dalaas sind der Schmidtobelbrücke ziemlich ähnlich, nur beträgt die Höhe dieser Brücken über der Sohle der übersetzten Thäler bloss 18—22 m.

Bezüglich der Alfenzbrücke ist noch bemerkenswerth, dass das Gewölbe der 20 m weiten Mittelöffnung in unregelmässigem Bruchsteinmauerwerk aus lagerhaftem Gneis ausgeführt wurde, während für die Radonna-, Schmid-, Höllen-, Brunnen-, und Wäldlitobelbrücke mit 20 m weit und noch weiter gespannten Gewölben rauhes Schichtenmauerwerk aus Kalkstein zur Verwendung kam. Zum Gewölbe der Wäldlitobelbrücke wurde, da der Bedarf an rauhen Schichtensteinen der gleichen Steinsorte in der zur Verfügung gestandenen Zeit nicht gedeckt werden konnte, sowohl Kalkstein als Gneis verwendet.

Ausser diesen gewölbten Brücken grosser Spannweite kamen auf den beiden Rampenstrecken noch 12 grosse Viaducte mit zusammen 55 Öffnungen von 5 bis 12 m Lichtweite und einer gesammten

lichten Weite von 463 m zur Ausführung; zu diesen Herstellungen sind auch die Nebenöffnungen der Innbrücke bei Landeck und der Trisanna-Brücke zu zählen. An Aquäducten sind acht ausgeführt, deren in der Bahnachse gemessene Länge zwischen 5 und 28 m schwankt und zusammen 120 m beträgt. Ausserdem kamen noch auf der Westrampe sieben überwölbte Einschnitte in Längen von 4 bis 54 m mit der Gesamtlänge von 200 m zur Ausführung.

Diese letzteren Bauwerke dienen zur Abstützung des Terrains, als Mittelglied zwischen hohen Futtermauern und wenig überdeckten Tunnels, sowie zur Überführung von Lawinengängen, während die Aquäducte zur unschädlichen Ableitung von Bachläufen und Murgängen über die Bahn bestimmt sind. Der Bau der Aquäducte und überwölbten Einschnitte gehörte zu den schwierigsten Ausführungen, welche auf der Arlbergbahn vorkamen.

Die Gesamtkosten der vorbesprochenen kleinen und grossen Kunstbauobjecte betragen für die beiden Rampenstrecken 2,480.213 fl., somit per Kilometer 47.063 fl.

Auf den beiden Rampenstrecken sind neun eingleisige Tunnels mit einer Gesamtlänge von 1167·35 m ausgeführt.

Vom sogenannten Weinzierltunnel in km 80⁴/₆ liegt eine ungefähr 30 m lange Strecke nächst dem Ostportale in Bergschutt; der übrige Theil dieses Tunnels liegt im festen Glimmerschieferfelsen. Im erstgenannten Theile sind starke Mauerwerksprofile ausgeführt und die an der Grenze zwischen Bergschutt und Glimmerschiefer durch den Tunnel aufgeschlossenen reichlichen Quellen sind durch Seitenstollen gefasst und in den Sohlencanal des Tunnels abgeleitet.

Der anschliessend an einen Aquäduct hergestellte 36 m lange Moltertobelstollen in km 81³/₄ liegt in trockenem Bergschutt. Die Ausführung dieses Tunnels bot mit Ausnahme des gallerieartigen Portales, bei welchem wegen geringer Mächtigkeit des überlagernden Gebirges, sehr vorsichtig zu Werke gegangen werden musste, keine Schwierigkeiten.

Die übrigen kleinen Tunnels liegen auf der Westrampe; sie durchsetzen Kalk- und Thonschieferfelsen und ihr Bau bot keine nennenswerthen Schwierigkeiten dar.

Sämmtliche Tunnels der beiden Rampen wurden eingleisig ausgeführt und durchwegs mit einer Verkleidung aus unregelmässigem Bruchsteinmauerwerke versehen. Dieselben wurden mit alleiniger Ausnahme der östlichen Hälfte des 94 m langen Tunnels in km 122⁴/₅ und des 92 m langen Tunnels in km 126⁴/₅ mit vorausseilendem Sohlencanalen betrieben. Der Ausbruch der beiden letztgenannten Tunnels

2. Kosten der Kunstobjecte.

e) Tunnels.

bezw. Tunneltheile wurde ohne Sohlenstollen vom Tunnelfirste aus in Angriff genommen.

Die Länge der einzelnen Tunnels der beiden Rampen, sowie die Mengen der verschiedenen Arbeitsgattungen sind aus der Tabelle 8 zu ersehen.

Die Gesamtkosten der Tunnels der beiden Rampenstrecken Landeck—St. Anton und Langen—Bludenz betragen 525.524 fl., somit kostet ein Meter Tunnel im Durchschitte 450 fl. und pro Kilometer Bahnlänge der beiden Rampen mit 9972 fl.

f) Der Arlbergtunnel. Über den Bau des 10'249'9 m langen Arlbergtunnels sind die Hauptausmasse und Arbeitsmengen aus der Tabelle 8 ersichtlich.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt wurde, ist im Jahre 1880 mit den Installationsbauten in St. Anton und Langen begonnen worden, und bis zu deren Finalisierung im gleichen Jahre, erfolgte der Vortrieb der Stollen von Hand aus.

Für den maschinellen Betrieb wurde auf der Ostseite der Rosannabach, auf der Westseite der Alfenzbach mit seinen oberhalb von Langen gelegenen Nebenflüssen benützt.

Durch die Art des verwendeten Bohrsystems war auch die maschinelle Einrichtung für beide Tunnelhälften bedingt.

1. Mauerwerk.

Das Tunnelmauerwerk sowohl der Widerlager als des Gewölbes wurde in der Regel als unregelmässiges Bruchsteinmauerwerk aus plattenförmigen Steinen ausgeführt; ausnahmsweise wurde jedoch reines Quadermauerwerk verwendet, beides in Mörtel mit Cementkalk. Im drückenden Gebirge wurden auch statt der theueren Quaderprofile mit Erfolg stärkere Mauerwerksprofile mit Bruchsteinmauerwerk in Mörtel mit Portland-Cement ausgeführt.

Haustein oder Hackelsteinmauerwerk anzuwenden war nicht nothwendig, weil die plattenförmig brechenden quarzreichen Glimmerschiefer und die lagerhaften Kalksteine der Umgebung des Arlberges für das unregelmässige Bruchsteinmauerwerk ein so vorzügliches Materiale boten, dass das Mauerwerk aus diesen Steinen fast ohne jede Umarbeitung und unter Anwendung reinen Cementmörtels, abgesehen von den sehr bedeutenden Minderkosten, jedem anderen Mauerwerke bedeutend vorzuziehen war.

Zum Quadermauerwerke der Tunnelgewölbe und Widerlager (nur an der Westseite angewendet) wurde der festeste Kalkstein der Umgebung des Arlberges und ein sehr verlässlicher Verucano von Danöfen verwendet.

An beiden Tunnelenden sind einfache Portalbauten erstellt, welche mit dem österreichischen Reichswappen in Sandsteinrelief geziert sind.

Das Ostportal trägt überdies den Namen Sr. Majestät des Kaisers Franz Josef I. in Goldschrift, das Westportal in gleicher Weise die Jahreszahl der Tunnelvollendung.

Der Tunnel wurde mit Sohlenstollen, Aufbrüchen, Firststollen und Erweiterung des Profils in einzelnen Ringen, deren Länge je nach der Festigkeit des Gebirges zwischen 6 und 8 m wechselte, betrieben.

Der tägliche Stollenfortschritt betrug im Jahresdurchschnitte:

Im Jahre 1880	auf der Ostseite	1·74 m
» » » » »	Westseite	<u>1·61 m</u>
	zusammen	3·35 m
» » 1881 » » »	Ostseite	4·19 m
» » » » »	Westseite	<u>2·89 m</u>
	zusammen	7·08 m
» » 1882 » » »	Ostseite	5·25 m
» » » » »	Westseite	<u>4·60 m</u>
	zusammen	9·85 m
» » 1883 » » »	Ostseite	5·44 m
» » » » »	Westseite	<u>5·44 m</u>
	zusammen	10·88 m

und für die ganze Bauzeit 1880 bis 1883 auf der Ostseite 4·84 m, auf der Westseite 4·50 m zusammen 9·34 m.

Die grösste Tagesleistung im Monatsdurchschnitte wurde erzielt: Im October 1883 auf der Ostseite 5·71 m, auf der Westseite 5·77 m und zusammen 11·48 m.

Die Tunnelvollendungsarbeiten haben nahezu vollkommen gleichen Schritt mit den Fortschritten des Sohlenstollens gehalten, so dass die Tunnelmauerung 6 ½ Monate nach erfolgtem Stollendurchschlage vollendet war.

Von dem im Tunnel ausgeführten 4899 m langen Sohlengewölbe entfallen 1308 m auf die Ostseite und 3591 m auf die Westseite. Diese Sohlengewölbe kamen jeweils unmittelbar nach Fertigstellung des Widerlagers und des Kappengewölbes je eines Ringes zur Ausführung, so dass in der Regel mit dem Ausbruche eines Ringes erst dann begonnen wurde, wenn das Sohlengewölbe des Nachbarringes vollendet war.

Im ersten Kilometer der Westhälfte, und zwar gegen die Grenze des zweiten Kilometers sowie auch darüber hinaus, zeigten sich unbedeutende Bewegungen in den Widerlagern, welche jedoch nach

Tabelle 8.

Die Arbeitsmengen der Tunnels, über-

Post Nr.	Benennung des Objectes	Rampe	Lage in km	Länge in Meter		Arbeits-		
						exclusive		
						der an die Tunnel		
						Bau-		
				exclusive	inclusive	Tunnelbruch ein- schliesslich der Sohlen- und Firststollen	Länge der Strecken mit Sohलगewölben	An- Nischen
				der an die Tun- nele anschlies- senden überwöl- bten Einschnitte		m ³	m	Stücke
1	Weinzierltunnel. . .	Ost-	80 ⁴⁸⁵⁸ ₆₉₈₂	212·4	212·4	—	—	6
2	Rauriss-Aquäduct .		81 ⁰⁰¹⁵ ₀₂₂₇	—	21·2	—	—	—
3	Moltertobeltunnel .		81 ³⁶⁴⁸ ₄₃₉₃	36·0	75·0	—	—	2
4	Aquäduct		85 ⁶⁷⁸⁴	—	20·0	—	—	—
5	dto.		88 ⁵⁶⁶⁴	—	7·1	—	—	—
6	Arlbergtunnel . . .	West-	100 ¹²⁷³ _{110·3772}	10249·9	10249·9	783485	4899	192
7	Aquäduct		111 ²²⁴⁰	—	6·0	—	—	—
8	dto.		114 ⁶⁴⁹²	—	15·0	—	—	—
9	dto.		119 ⁹⁵⁴³	—	10·0	—	—	—
10	Röckentunnel. . . .		121 ⁹²⁰⁰ ₈₈₈₃	68·3	68·3	—	—	—
11	Schmidtobeltunnel .		122 ⁴²⁰⁷ ₆₁₄₇	94·0	94·0	—	—	2
12	Engelwandtunnel . .		122 ⁹⁸⁸³ _{123·2346}	192·6	246·3	—	—	6
13	Engelwäldchen-Tl. .		123 ⁷²²⁸ ₉₃₁₉	209·1	209·1	—	—	6
14	Überw. Einschnitt .		124 ⁸⁸⁸⁵ ₉₆₆₆	—	78·1	—	—	—
15	Pfaffentobeltunnel .		126 ⁴²⁵⁶ ₆₂₂₀	96·4	96·4	—	—	2
16	Plattentobeltunnel .		126 ⁸⁸⁴⁰ ₈₃₇₀	128·1	153·0	—	—	4
17	Masontunnel		127 ¹⁰⁹⁸ ₂₅₆₁	142·9	146·8	—	—	4
18	Überw. Einschnitt .		127 ³¹⁰⁶ ₃₄₂₃	—	31·8	—	—	—
19	Aquäduct		128 ¹⁷¹⁴ ₁₈₄₅	—	13·1	—	—	—
19a		—	—	—	47071	—	—	
	Summe .			11429·7	11753·5	830556	4899	224

*) Die für die Bauausführung massgebenden Arbeitsmengen der überwölbtten

wölbten Einschnitte und Aquäducte *).

mengen								Anmerkung
exclusive				inclusive				
anschliessenden überwölbten Einschnitte, massgebend für die								
Ausführung				Bahnerhaltung				
zahl der		Gesamtmenge des		Entwässerungsstollen	Sichtbare Mauerwerkflächen der Widerlager, Gewölbe, Nischen, Portals etc.	Gemauerte Entwässerungsanlage	Offene gemauerte Seitenstollen	
grossen	kleinen	Bruchstein-	Quader-					
Kammern		Mauerwerkes						
Stücke		m ³		m	m ²	m ²	m ²	
—	—	—	—	—	3075·6	212·4	—	Die unter Post Nr. 19 ^a eingesetzten Arbeitsmengen sind die summarischen Quantitäten der Post Nr. 1, 3, 10, 11, 12, 13, 15, 16 und 17.
—	—	—	—	—	440·0	24·2	—	
—	—	—	—	—	1100·9	78·0	—	
—	—	—	—	—	296·5	23·3	—	
—	—	—	—	—	118·3	10·1	—	
2	9	267072	19768	452	171180·0	10249·0	144·0	
—	—	—	—	—	103·4	9·0	—	
—	—	—	—	—	224·9	18·0	—	
—	—	—	—	—	157·4	13·0	—	
—	—	—	—	—	966·0	71·3	—	
—	—	—	—	—	1365·8	97·0	—	
—	—	—	—	—	3950·6	247·3	21·8	
—	—	—	—	—	2892·8	217·1	—	
—	—	—	—	—	1098·3	81·1	—	
—	—	—	—	—	1435·7	100·3	—	
—	—	—	—	—	2327·7	156·0	—	
—	—	—	—	—	2135·6	149·7	—	
—	—	—	—	—	819·0	34·8	—	
—	—	—	—	—	239·9	16·1	—	
—	—	15616	—	—	—	—	—	
2	9	282688	19768	452	193928·4	11807·7	165·8	Mühltoibel

Einschnitte und Aquäducte sind bereits in der Tabelle 6 ausgewiesen.

bewirkter Herstellung der Sohlengewölbe gänzlich aufhörten. Bedeutender waren die im Herbst 1882 eingetretenen Bewegungen in einzelnen Ringen des zweiten Kilometers der Westhälfte, so dass Sicherungsbauten vorgenommen werden mussten, und überdies wegen der vorgekommenen Verdrückungen die vollständige Auswechslung von sechs Ringen nothwendig wurde. Diese Auswechslungsarbeiten wurden ohne störende Beeinflussung des gesammten Tunnelbaues und ohne störenden Zwischenfall durchgeführt.

Zur thunlichsten Hintanhaltung weiterer Bewegungen wurde ein langsames Tempo für die Ausbruchsarbeiten auf der Westseite, namentlich eine grössere Entfernung für die einzelnen Hauptausbrüche eingehalten, welche Anordnung sich bestens bewährte.

Alle im Tunnel eingetretenen Bewegungen kamen nach Fertigstellung der Mauerungsarbeiten einer längeren Strecke und vollständiger Consolidirung der Sohlengewölbe zur Ruhe.

Die Drückerscheinungen und die dadurch hervorgerufenen Deformationen des Mauerwerkes wurden auf das sorgfältigste beobachtet. In jedem Tunnelringe wurden nach dessen Fertigstellung zwei Querprofile des Lichtraumes aufgenommen und diese Aufnahme nach Ablauf eines Jahres wiederholt; überdies wurden die gegenseitigen Entfernungen der beiden Widerlager des Tunnelmauerwerkes zwischen bestimmten, durch Eisenbolzen fixirten Punkten, in kurzen Zeitzwischenräumen regelmässig gemessen, bis allenthalben Ruhe festgestellt werden konnte.

Hier sei erwähnt, dass diese Beobachtungen seither noch fortgesetzt werden.

Von günstigem Einflusse war im drückenden Gebirge auch die Ausführung von Entwässerungsstollen, welche in die Leibung des Tunnels getrieben wurden und den Zweck hatten, dem Wasser, welches die Druckerscheinungen wesentlich verstärkte, einen Abfluss zu verschaffen.

2. Gesteinsbeschaffenheit im Arlbergtunnel. Der Gesteinsbeschaffenheit nach muss über den Arlberg folgendes erwähnt werden:

Auf der Ostseite war das aufgefahrene Gestein vom Beginn der Arbeiten an bis Ende 1881 durchaus fest und muss vom Gesichtspunkte der Bautechnik als homogen bezeichnet werden, wenn es auch in petrografischer Beziehung verschiedenen Arten angehört.

Vom Ostportal angefangen wurde quarzreicher und granatführender Glimmerschiefer, später Gneis angefahren, welche Gesteine eine vortheilhafte Anwendung der Bohrmaschinen gestatteten.

Nicht so günstig lagen die Verhältnisse auf der Westseite.

Wenn auch das Gestein in seiner petrografischen Beschaffenheit keine sehr wesentliche Verschiedenheit von dem auf der Ostseite aufgeschlossenen Gebirge zeigte, da es vorwaltend auch Glimmerschiefer war, dem sich Grafit-schiefer beigesellte, so bestanden hier doch sehr ungünstige Verhältnisse, welche durch die gestörte Lagerung und den hiedurch bedingten Wasserandrang geschaffen wurden. Der letztere weicht die Gesteine auf und erzeugt stellenweise grossen Druck.

Vom Standpunkte der Bautechnik muss daher dieses Gestein, abgesehen von einigen festeren Partien, als sehr ungünstig bezeichnet werden.

Auf der Ostseite war das vom Beginne des Jahres 1882 bis zum Mai 1882 durch den Sohlenstollen aufgefahrene Gestein vorherrschend Gneis. Um diese Zeit fand jedoch ein Gesteinswechsel durch den Übergang in granatführenden, später in quarzreichen Glimmerschiefer statt. Stellenweise erwies sich auch hier das Gebirge brüchig und erforderte die Anwendung starker Mauerwerksprofile mit Sohlengewölben.

Das in der zweiten Hälfte des Jahres 1883 durch den Sohlenstollen angefahrne Gestein kann auf beiden Tunnelseiten in bautechnischer Beziehung als nahezu gleich angesehen werden.

Wird nun alles über die Gesteinsbeschaffenheit Gesagte zu einem Ganzen zusammengefasst, so ergibt sich, dass sich das durchfahrene Gebirge von ungleich geringerer Bestandfähigkeit erwies, als auf Grund der Vorerhebungen angenommen worden war. Statt eines Tunnels in vorwiegend geschlossenem Gestein — wie es vorausgesetzt war — hatte man in Wirklichkeit einen solchen durch lange Strecken in stark drückendem Gebirge auszuführen.

Aus der Tabelle 9 sind die im Arlbergtunnel angefahrenen Gesteinsarten nach deren Reihenfolge und jeweiligen Mächtigkeit zu entnehmen.

Die Gesamtkosten des Arlbergtunnelbaues einschliesslich der beiden Portalbauten, der Installationen und des Schotterkörpers im Tunnel, jedoch ausschliesslich der beiden Geleise und der Signalvorrichtungen, betragen 19,082.641 fl. Der grosse 10.250 m lange Tunnel, welcher pro 1 m Länge 1862 fl. gekostet hat, belastet somit die Strecke Landeck—Bludenz pro Kilometer mit dem Betrage von 347.310 fl., bezw. die ganze Strecke Innsbruck—Bludenz pro Kilometer mit dem Betrage von 140.019 fl.

Von der obigen Kostensumme per 19,082.641 fl. entfällt der Betrag von 17,576.871 fl. auf den eigentlichen Tunnel mit dem Schotterbette, und 1,505.770 fl. auf die Installationen.

3. Baukosten des Arlbergtunnels.

Tabelle 9.

Gesteinsarten des Arlbergtunnels.

km	Länge in m	Gesteinsart
100-127		
146	19	Glimmerschiefer.
188	42	Glimmerschiefer mit etwas Wasser.
228	40	Glimmerschiefer.
270	42	Glimmerschiefer mit Quarzeinlagerung.
335	65	Quarzreicher Glimmerschiefer.
375	40	Sehr quarzreicher Glimmerschiefer.
565	190	Quarzreicher Glimmerschiefer.
657	92	Quarzreicher Schiefer in Gneis übergehend.
785	128	Quarzreicher Glimmerschiefer zum grössten Theile mit talkigen Einlagen, granatführend.
913	128	Granatführender Glimmerschiefer.
101-157	244	Granatführender Glimmerschiefer grösstentheils mit quarzigen und phyllistischen Einlagerungen.
397	240	Quarzreicher Glimmerschiefer in Gneis übergehend.
102-147	750	Gneis.
297	150	Gneis und quarzreicher Glimmerschiefer.
467	170	Gneis theilweise mit lettigen Quergängen durchzogen.
770	303	Gneis.
965	195	Uebergang von Gneis in granatführenden Glimmerschiefer.
103-575	610	Granatführender Glimmerschiefer.
745	170	Quarzreicher Glimmerschiefer.
895	150	Quarzreicher Glimmerschiefer mit Letteneinlagerungen.
105-879	1984	Quarzreicher Glimmerschiefer.
106-051	172	Fester Glimmerschiefer mit phyl. Einlagen und wenig Lettenlassen, abgänglich, trocken.
201	150	Glimmerschiefer mit zahlreichen phyl. Einlagen und Quarzausscheidungen, abgänglich, trocken.
393	192	Granatführender Glimmerschiefer, stark abgänglich, mit starken Quarzausscheidungen und Letten, trocken.
573	180	Granatführender Glimmerschiefer mit vielen Abgängen, wenig Letten und Quarzausscheidungen.

km	Länge in m	Gesteinsart
107-213	640	Granatführender Glimmerschiefer mit geringen Letteneinlagerungen, trocken.
351	138	Granatführender Glimmerschiefer mit Letteneinlagerungen.
107-453	102	Granatführender Glimmerschiefer mit mächtigen Trennungsspalten.
603	150	Granatführender Glimmerschiefer, dünnblättrig mit Verquerungen.
753	150	Granatführender Glimmerschiefer, dünnblättrig mit Phylliten, Quarzausscheidungen und Letteneinlagen.
883	130	Granatführender Glimmerschiefer, dünnblättrig.
108-348	465	Granatführender Glimmerschiefer mit vielen Verquerungen.
486	138	Granatführender Glimmerschiefer mit Quarzeinlagen und Quarzphylliten Uebergänge in Glimmergneis.
621	135	Granatführender Glimmerschiefer mit Gneis und Quarzphylliten, wasserführend.
759	138	Granatführender Glimmerschiefer, meist gebrächtig, Trennungsspalten, wasserführend.
889	130	Granatführender Glimmerschiefer mit mächtigen phyl. Einlagen, trocken.
109-149	260	Granatführender Glimmerschiefer mit phyl. Einlagerungen und Quarzausscheidungen, wasserführend.
239	90	Sehr gebräcker und zerdrückter Glimmerschiefer, lettig, Trennungsspalten, wenig Wasser.
339	100	Sehr gebräcker Glimmerschiefer mit dünnem Letteneinrich und mächtigen Trennungsspalten.
429	90	Sehr gebräcker Glimmerschiefer mit starken Letteneinlagerungen, Wasserzudrang.
539	110	Gebräcker Glimmerschiefer, dünnsschichtig mit phyl. Einlagerungen, Quarzausscheidungen, ziemlich wasserführend.
659	120	Ziemlich gebräcker Glimmerschiefer mit phyl. Einlagerungen und Quarzausscheidung, wenig wasserführend.
769	110	Sehr gebräcker Glimmerschiefer mit Letteneinlagerungen, Querausscheidungen, wasserführend.
871	102	Gebräcker und zerdrückter Glimmerschiefer mit Letteneinlagen, Quarzausscheidungen, constant wasserführend.
110-332	461	Zerdrückter Glimmerschiefer mit Letteneinlagerungen, wasserführend.
377	45	Dunkler Glimmerschiefer mit Quarzausscheidung.

Die Beschaffungskosten der Installationen belaufen sich eigentlich auf 1,682.062 fl., wovon auf den Unterbau 262.149 fl., auf Hochbau sammt Ausrüstung 403.201 fl., und auf die Mechanik einschliesslich der Rohrleitungen 1,016.712 fl. entfielen. Dieselben erfuhren jedoch durch die aus dem Verkaufe der ausgenützten Objecte erzielten Einnahmen eine Verminderung bis zu 1,505.770 fl.

E. Oberbau.

a) Oberbaumaterialie und Construction.

Das Schotterbett in der currenten Strecke erhielt auf Dämmen und erdigen Einschnitten eine Kronenbreite von 3·4 m und eine Höhe von 35 cm, in Felseinschnitten dagegen eine Höhe von 40 cm. In Bögen mit Minimalradien (250 m), welche in Einschnitten gelegen sind, wurden, wenn das erforderliche Steinmaterial aus den Einschnitten zu beschaffen war, an der Aussenseite der Bögen trockene Bankettmauern hergestellt.

Das zur Beschotterung notwendige Material wurde auf der Ostrampe aus den Bahneinschnitten und zum Theil aus seitlich der Bahn eröffneten Schottergruben gewonnen. Es wurde zum Theile Grubenschotter, im übrigen jedoch, und insbesondere zur unteren Schotterlage Schlägelschotter verwendet, welchen die Felseinschnitte lieferten. Zur Beschotterung für die Station St. Anton und für die östliche Hälfte des Arlbergtunnels verwendete man zum Theile entsprechend verkleinertes Ausbruchmaterial des Arlbergtunnels, zum Theile Grubenschotter. In der Westhälfte des Arlbergtunnels und in der Station Langen wurde Kalkschotter verwendet, welcher aus den Muränenschuttkegeln des Alfenzthales oberhalb von Langen gewonnen und durch Schlemmen in einem 900 m langen Gerinne vollkommen gereinigt in die Nähe des Tunnelportales befördert wurde. Die Westrampe des Arlberges wurde mit Schlägelschotter, welchen die Kalkfelseinschnitte daselbst reichlich lieferten, und nur zum geringen Theile mit Grubenschotter aus Einschnitten beschottert.

Die Legung des Oberbaues auf den beiden Rampenstrecken wurde im Anschlusse an die Stationen Bludenz Landeck, sowie an vielen Zwischenpunkten im Jahre 1884 begonnen und im August 1884 vollendet.

An Schotter wurde verwendet in der Strecke:

Landeck—St. Anton	m ³	54.842
Im Arlbergtunnel	»	46.105
In der Strecke		
Langen—Bludenz	»	63.686
Zusammen m ³		164.633

Steinbankette für den Oberbau wurden hergestellt:

In der Strecke	Landeck—St. Anton	m	5.242
» » »	Langen—Bludenz	m	5.425
	Zusammen	m	10.667

Die Mengen der ausgeführten Oberbauarbeiten sind aus der Tabelle 10 zu ersehen.

Beilage VI.

Die Construction des normalen Oberbaues erhellt aus der Beilage VI. Hiezu wird nur noch bemerkt, dass zur Sicherung gegen das Rückdrehen der Laschenbolzen in der Strecke Landeck—Bludenz einschliesslich des Arlbergtunnels Laschenbolzen mit einfachen Schrauben und Splinten zur Verwendung gelangten.

Die in Verwendung genommenen Stahlschienen hatten bei einem Gewichte von 35.4 kg pro Meter eine Normallänge von 7.5 m, die für die Bögen verkürzten Schienen dagegen eine Länge von 7.45 beziehungsweise 7.375 m.

Ausserdem wurde noch eine Anzahl 6 m und 5.5 m lange Schienen zum Zwecke des Ausgleiches bei Objecten u. s. w. verwendet.

Zu den Laschen und Unterlagsplatten wurde ausschliesslich Flusseisen, zu den Laschenbolzen, Muttern, Arretirblechen und Splinten, sowie zu den Schienennägeln ausschliesslich Schweisseisen verwendet.

Die Schwellen wurden zum Theile aus Lärchenholz, zum Theile aus Eichenholz erzeugt. Dieselben hatten eine Länge von 2.4 bis 2.5 m, eine Höhe von 15 bezw. 16 cm, eine obere Auflagerbreite von 17 cm und eine untere Auflagerbreite von 25 resp. 30 cm; die grösseren Maasse wurden in den beiden Rampenstrecken verwendet.

Sämmtliche Wechsel haben Pedalvorrichtungen nach System Clement und Paravicini. In den Hauptgeleisen der Stationen der Strecke Landeck—Bludenz wurden die Wechsel auf eiserne Querschwellen nach System Heindl gelegt. Alle übrigen Wechsel dieser Strecke wurden auf eiserne 4.98 m lange, 13 mm starke und 355 mm breite Unterlagsbleche auf hölzernen Querschwellen montiert. Die Wechsel erhielten 5.5 m lange Block- und 4.7 m lange Spitzschienen aus Flusstahl. Die Kreuzungen wurden aus Hartguss, die Hauptstücke der Dilatationsvorrichtungen aus sehr zähem, feinkörnigem Gusseisen angefertigt.

In den Stationen Landeck, St. Anton, Langen und Bludenz wurde je eine Locomotivdrehzscheibe von 14.65 m Durchmesser, und in allen Stationen der Strecke Landeck—Bludenz mit Ausnahme von fünf wurden Waggondrehscheiben von 4.5 m Durchmesser erstellt.

Im Arlbergtunnel, bezw. in der Strecke zwischen der letzten Weiche in der Station St. Anton und der ersten Weiche der Station Langen

Tabelle 10.

Die verwendeten Oberbaumaterialien in der Strecke incl.

Theilstrecke	System	Schienen	
		Meter	Tonnen
Langen—Bludenz, Station Bludenz	I	7191·6	254·6
	IX	6591·5	233·3

Theilstrecke	System X	Schienen		Äussere Winkel- laschen	Innere Winkel- laschen	Laschenschraube	Unterlag-Platten
		Meter	Tonnen				
Landeck—St. Anton . .	für hölzernen Oberbau	80859·5	2862·5	12242	12242	50562	45656
Langen—Bludenz . .		67593·8	2392·8	8938	8938	35752	40036
Summe .		148453·3	5255·3	21180	21180	86314	85692
Landeck—St. Anton . .	für eisernen Oberbau	—	—	442	442	—	—
St. Anton—Langen . .		42181·5	1493·2	5624	5624	22496	—
Summe .		42181·5	1493·2	6066	6066	22496	—

Theilstrecke	Oberbau imprägnirt		Oberbau Extra- hölzer Lärchen m³	Schwellen	
	Brückenhölzer m³			nicht imprägnirt	
	Eichen	Lärchen		Eichen	Lärchen
Landeck—St. Anton	314·6	—	153·20	10978	32539
Langen—Bludenz	—	93·7	132·17	—	43804
Summe .	314·6	93·7	285·37	10978	76343

*) Von den Weichenanlagen wurden nur die complete Wechsel, Kreuzungen und Spitzschienen ausgewiesen. Die Stockschiene sind im ausgewiesenen Schienen-

Landeck incl. Bludenz mit dem Stande am 1. September 1884.

Flach- laschen	Splinten Patent Urban	Unterlags- Platten	Hackennägel	Laschen- schrauben	Gewicht des Klein- materiales Tonnen
2166	4332	3250	20584	4332	22·5
1986	9372	2979	18868	3972	20·6

Hackennägel	Splinten Patent Urban	Grove'sche Ringe	Unterlagekeile	Spurbeilagen	Fusschrauben	Innere Klemm- platten	Aeusserer Klemm- platten	Eiserne Quer- schwellen	Gewicht des Kleinmateriales Tonnen
220905	50562	—	—	—	—	—	—	—	392·8
190790	35752	—	—	—	—	—	—	—	313·4
411695	86314	—	—	—	—	—	—	—	706·2
—	—	—	—	—	—	—	—	—	6·8
—	—	123732	50618	101236	101236	50618	50618	25308	404·8
—	—	123732	50618	101236	101236	50618	50618	25308	411·6

Weichen-Anlagen *)						Locomotiv- dreh-scheiben == 14·65 m	Waggon- dreh-scheiben == 4·55 m
Wechsel-System Nr.			Kreuzungen	Spitzschienen lang			
IX	X			4·7 S. X und XI			
mit Unterlagen aus				linke	rechte		
Holz	Holz	Eisen					
5	35	28	63	63	63	2	6
—	22	36	63	63	63	2	3
5	57	64	126	126	126	4	9

bestande inbegriffen, ebenso Fahrschienen und deren Verbindungs-Oberbau-Klein-
materiale, nicht aber die Befestigungsmittel für die Unterlagen.

kam eiserner Querschwellenoberbau nach dem System Heindl zur Anwendung.

Beim Oberbau System Heindl fanden die gleichen Schienen, Laschen und Laschenbolzen Verwendung wie beim Holzoberbau. Die eisernen Querschwellen hatten bei einer Länge von 2·4 m ein Gewicht von 70·6 kg und waren von $\square$ förmigem Querschnitte; die Lochungen blieben auch bei den Curvenschwellen die gleichen, wie bei jenen für die geraden Strecken.

Die Neigung der Schienen wurde durch besondere keilförmige Unterlagsplatten erzielt, und deren Befestigung erfolgte auf den Schwellen mittelst Fusschrauben und Klemmplatten, während der verschiedenen Spurerweiterung durch Beilagsstücke mit verschieden dimensionierten Ansätzen entsprechend Rechnung getragen wurde.

b) Kosten des Oberbaues.

Die Gesamtkosten des auf der Arlbergbahnstrecke Innsbruck—Bludenz zur Verwendung gelangten Oberbaumaterials ausschliesslich des zweiten Geleises in der Strecke St. Anton—Langen erreichten den Betrag von 2,364.259 fl.; es entfällt somit auf ein Kilometer Bahnlänge ein Betrag von 17.384 fl.

F. Hochbau.

Der Umfang der sämtlichen Stations- und Wächterhausbauten ist aus den Tabellen 11 und 12 zu ersehen.

Im Allgemeinen sind alle auf der Arlbergbahn ausgeführten Hochbauten in ihrer äusseren Ausstattung der landesüblichen Bauweise und dem landschaftlichen Character der Gegend soweit angepasst, als es die Bestimmung der einzelnen Gebäude überhaupt zulässt. Im Äusseren wurden sämtliche Gebäude in Steinrohbau ausgeführt; die Innenwände der Wohnräume wurden im Interesse der Trocken- und Warmhaltung mit einer 15 cm dicken Ziegelverkleidung versehen, und sämtliche Mauern durch Einlage von isolierenden Asphaltplatten in Terrainhöhe gegen die Aufsaugung der Erdfeuchtigkeit geschützt. Die Dächer der Gebäude wurden mit Schiefer, die Flächen der Verandadächer mit Dachpfannen von verzinktem Eisenblech gedeckt. Die Fussböden der Warteräume sind aus eichenen Brettern, jene der Bureaux und Wohnräume als weiche Riemenböden gefertigt.

Die Veranden sowie alle Vorplätze und Gänge sind mit Cementplatten gepflastert, welche auf einer 10 m dicken Betonschicht gebettet sind.

Die Stiegen sind freitragend aus Kalkstein von entsprechender Festigkeit hergestellt.

Die Warte- und Restaurationsräume der Station Landeck werden durch eine im Keller untergebrachte Luftcirculationsheizung erwärmt; alle übrigen Warte- und Bureauxräume sind mit eisernen Regulierfüllöfen, die Wohnräume mit schwedischen Öfen versehen.

Die Beamten- und Dienerwohnungen in den Stationen erhielten überdies tragbare Herde.

Die einfachen Wächterhäuser in den Stationen und auf der currenten Strecke haben eine Grundfläche von 46 m^2 , enthalten ein Wohnzimmer mit abgetheiltem Schlafräume und eine Küche, in deren Herd ein Backofen angebracht ist.

Mit dem Wächterhause unter einem Dache befindet sich das aus Blockwänden construierte, aussen mit Schuppenschindeln verkleidete Nebengebäude, welches einen Vorraum, einen kleinen Viehstall, einen Raum zur Aufbewahrung von Werkzeugen und einen Abort aufnimmt. In Fällen, wo ein Wächterhaus nicht an einem bereits vorhandenen Brunnen Antheil besitzt, wurden eigene Brunnen mit Schöpfeimer und Rad, oder eigene Zuleitungen, in einzelnen Fällen auf der Strecke Langen—Bludenz Zisternen für die Versorgung der Wächter mit Wasser hergestellt.

Ausserdem kamen in der Mehrzahl der Stationen behufs Unterbringung des Bahnmeisters auch doppelte Wächterhäuser zur Ausführung, deren Grundriss aus der Zusammenschiebung zweier einfacher Wächterhäuser gebildet wird, zwischen welchen ein im Äusseren zu einem Risalite ausgebildeter Raum mit einem zur Vergrösserung der einen Wohnung bestimmten Zimmer und mit einem Magazine für Bahnerhaltungszwecke eingeschoben ist.

Schon zu Beginn der Projectierungsarbeiten für die Arlbergbahn war es in Folge der sich in sehr unangenehmer Weise fühlbar machenden Wohnungsnoth in Landeck nothwendig geworden, daselbst ein eigenes Gebäude für Wohn- und Kanzleizwecke herzustellen. Dieses Wohnhaus wurde am westlichen Ende der Station Landeck aus Blockwänden auf gemauerten Fundamenten erbaut; es bedeckt eine Bodenfläche von 587 m^2 und enthält im Erd- und Dachgeschoss je sechs, im ersten Stocke vier Wohnungen, ferner Keller, Dachbodenräume und eine Waschküche. Weitere Wohnräume für untergeordnete Bedienstete wurden geschaffen durch Herstellung eines einstöckigen Anbaues an das Wasserstationsgebäude in Landeck, eines Anbaues an die Locomotivremise in St. Anton und einstöckiger Anbauten beiderseits des Wasserstationsgebäudes in Bludenz.

a) Wächterhäuser.

b) Gebäude und Wohnungen für Bedienstete.

Strecke Landeck—Bludenz.

Dachrinnen und Abfallrohre		Kehr-Objecte					Brunnen				Nicht schliessbare Canäle		Putzgruben aus Stein		Kaltgruben		Ueber 15 Tonnen Belastung Brückenwaage mit Waghauschen Dungergruben, Desinfectionsanlagen		Bedachungsfläche Cementplatten																		
m	Cylinder-Rauchfang					Rauchrohre in Locomotivremisen		Innere Dachflächen bei Locomotivremisen		mit Pumpwerk aus Stein		Wasserleitung aus Eisen		Brunnenstuben		Nicht schliessbare Canäle		Putzgruben aus Stein		Kaltgruben		Ueber 15 Tonnen Belastung Brückenwaage mit Waghauschen Dungergruben, Desinfectionsanlagen		Bedachungsfläche Cementplatten													
Herde		gemauerte		verachelte		eiserne		Kachel-		eiserne		Rauchrohre in Locomotivremisen		Locomotiv-Abzüge		Rauchschlotte bei Dampfmaschinen		Innere Dachflächen bei Locomotivremisen		mit Pumpwerk aus Stein		Wasserleitung aus Eisen		Brunnenstuben		Filterkästen		Nicht schliessbare Canäle		Putzgruben aus Stein		Kaltgruben		Ueber 15 Tonnen Belastung Brückenwaage mit Waghauschen Dungergruben, Desinfectionsanlagen		Bedachungsfläche Cementplatten	
Stück		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m	
m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m		m							

Wohngebäude.

1888.5	268	114	27	7	117	179	2	—	—	5	18	1448.1	2	1	1357.5	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

stabile Brückenwaagen.

427.5	3	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—	—	286	—	—	2	1	—
-------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	-----	---	---	---	---	---

und Depôts.

—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3	—	—	—	—	—
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

Locomotivremisen.

546.9	—	—	—	—	—	10	17	40	—	3504.6	—	—	—	—	—	330	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

und Putzgruben.

111.0	10	—	4	—	4	8	—	2	—	58	—	—	—	—	495.1	825.3	—	—	—	831.9
-------	----	---	---	---	---	---	---	---	---	----	---	---	---	---	-------	-------	---	---	---	-------

Tabelle 11 a.

F. Verladerrampen, Kohlenschuppen,

Stand am	Gemauerte Verlade- rampe		Ladebühnen pilotiert		Ladeprofile		Hebekrahne		Kohlen- schupfen		Bedachung			
	verbaute Fläche								Holz	unter- mauert	Schindeln	Schiefer	Ziegel	Dachrinnen
									verbaute Fläche					
	m²		Stück		m²									
1. Sept. 1884	3223	54	3	2	79·1	2965	31·2	2181·6	435·1	295·4				

G. Wächterhäuser und

Stand am	ebenerdig oder einstöckig	Signalhütten und Wächterhäuser				Wächterhausbrunnen				
		gemauert	Riegelwand und Mauerwerk	Holz		mit Ziehvorrichtung Stein	mit Auslaufständer	Eisenleitungen	Brunnenstuben	Filterkästen
				verschalt	Block- wand					
				m² verbaute Fläche						
1. Sept. 1884	ebenerdig	3032.4	8.1	190.7	843.6	132	12	775.7	7	6

maschinelle Einrichtungen der Wasserstationen.

Auslaufcanäle	Reservoir		Pumpen		Dampfkessel	Turbinen	Krahn und Heizhausleitungen					
	Eisen	gemauert	mit Dampfmaschine	Injector			bis 8 m/m Durchmesser	über 80 m/m Durchmesser	Wechsel	Hydranten	Filterkästen	Holzgerinne
m	m ³		Stück				m	Stück			m	
113·5	224	1644	5	1	5	3	74	8332	53	28	10	1550

Signalhütten.

Wächteraborte		Holzlagen und Stallungen	Bedachungen				Kehrobjecte				
			Ziegel	Schiefer	Zinkblech	Senkgruben	hölzerne Dachrinnen	Cylinder-Rauchfänge	gemauerte	verkachelte	eiserne
Stück		m ²			St.	m	Stück				
56	55	347·9	6165·3	102·4	2	58·6	71	60	2	60	9

Tabelle 12.

**Umfang der Stationsanlagen in der Strecke Landeck—Bludenz mit dem Stande vom
1. September 1884.**

Gegenstand		Massgattung	Stationen										Zusammen			
			Landeck	Pians	Strogen	Kirsch	Pellnau	St. Anton	Langen	Danöfen	Dalaas	Hintergasse		Bratz	Bludenz	
Fläche der Stationsplateaux			m²	62290	10110	7600	10020	10870	22830	26800	8050	10270	6360	11080	50000	236280
Anzahl der Geleise	Haupt	Stück	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	24
	Neben	Stück	16	2	—	2	2	7	6	1	2	2	1	1	18	58
Wirkliche	Länge der Geleise	Haupt	m	1516·27	894·80	926·80	880·80	880·60	1153·60	898·00	879·80	879·40	880·40	888·00	1779·00	12449·47
		Neben	m	5489·86	424·80	—	452·40	491·50	2264·10	1616·00	221·00	457·40	188·20	460·15	8556·62	20822·03
	Nutzbare	Haupt	m	1274·97	708·10	710·80	697·90	692·80	965·40	706·00	702·00	693·80	699·10	692·70	1441·80	9987·37
		Neben	m	5092·67	289·60	—	316·90	329·40	1675·30	1164·00	175·00	276·10	141·60	324·60	5866·92	15652·09

Drehscheiben für	Locomotiven	Stück	1	—	—	—	—	1	1	—	—	—	—	1	4
	Wagen	Stück	4	1	—	1	1	—	—	—	1	—	—	—	9
Wächterhäuser mit Neben- gebäude	einfache	Stück	—	2	2	—	2	—	—	2	2	2	3	1	16
	doppelte	Stück	1	—	—	1	—	1	1	—	1	—	—	1	6
Signalhütten	Stück	Stück	1	—	—	1	—	1	1	—	—	—	—	—	4
Beamtenwohngebäude 1. Stock mit Dach- stock	m ²	m ²	587	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	587
Dienerwohnungs-Anbauten stockhoch	m ²	m ²	149	—	—	—	—	75	—	—	—	—	—	264	488
Aufnahmegebäude stockhoch	m ²	m ²	352	192	134	161	161	222	222	134	192	134	192	716	2812
Restaurationsgebäude mit Dachstock	m ²	m ²	273	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	273
Veranda-Anlagen	m ²	m ²	620	112	29	92	92	—	145	—	112	—	112	306	1673
Nebengebäude frei oder an der Veranda	m ²	m ²	197	106	71	78	78	45	117	45	106	45	106	245	1278
Güterschuppen	m ²	m ²	240	48	—	48	48	48	48	—	48	—	48	500	1076
Verladerampen mit Auffahrt-Anlage	m	m	95	15	—	15	15	15	15	—	15	—	15	73	273

Gegenstand	Massgattung	Stationen										Zusammen		
		Landeck	Pians	Strengen	Flirsch	Pettneu	St. Anton	Langen	Danöfen	Dalaas	Hintergasse		Bratz	Bludenz
Brückenwaagen	Stück	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	2
Verladekrahne	Stück	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1
Viehhofanlage	m ²	613	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	613
Wasserstationsgebäude mit Reservoirs	einem	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	zwei	76	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	76	152
Werkstättenanbauten ebenerdig	m ²	147	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	147
Turbinen- und Pumpenhäuser	m ²	—	39	—	—	—	—	—	—	—	56	—	—	151
Wasserstations- und Saugbrunnen	Stück	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	1
Wasserentnahme aus Bächen und Flüssen für Wasserstationen	Stück	1	2	1	1	—	1	1	1	1	1	1	—	12
Feldreservoirs mit Inhalt	m ³	—	90	220	220	—	90	100	100	120	100	120	—	1160

In Bludenz wurde auch noch ein am östlichen Stationsende gelegenes einstöckiges Wohnhaus mit 110.9 m^2 verbauter Bodenfläche, welches ursprünglich zur Demolierung bestimmt war, wieder in Stand gesetzt und wird seither zur Unterbringung für Bedienstete benützt.

Die im Arlbergtunnel beschäftigten Bahnerhaltungsarbeiter und Aufseher sind in den vom Tunnelbau herrührenden Installationsgebäuden untergebracht, welche für diesen Zweck entsprechend hergerichtet wurden.

c) Gebäude für Betriebszwecke.

Ihrer Bedeutung als Anfangspunkt der Bergstrecke und als Touristenhauptstation entsprechend, erhielt Landeck eine wesentlich vergrösserte Anlage, indem daselbst ein Aufnahmsgebäude und getrennt von diesem ein Restaurationsgebäude errichtet wurde. Beide Gebäude sind durch eine vorgelegte Veranda verbunden.

Ausserdem ist der Raum zwischen beiden Gebäuden im Anschlusse an die Veranda als Restaurationslocale für Sommerbenützung ausgebildet worden. Im Aufnahmsgebäude befinden sich ein Vestibül mit Warteräumen, drei Bureaux und ein Gepäckslocale; im ersten Stock zwei grössere Wohnungen, im Dachraume zwei Dienerwohnungen und die nöthigen Bodenräume.

Das Restaurationsgebäude enthält ebenerdig zwei Restaurationsäle, eine Office, die Restaurationsküche, Speise- und Abwaschraum; im ersten Stocke und Dachraum die Restaurateurswohnung und Wohnräume für das Dienstpersonale. Beide Gebäude besitzen die nothwendigen Kellerräume. An das Restaurationsgebäude angebaut und die Veranda an der einen Seite abschliessend, befinden sich 2 Toilettenzimmer und eine Waschküche nebst Backofen.

Am entgegengesetzten Ende wird die Veranda durch ein Nebengebäude abgeschlossen, welches zwei Postlocale, Lampisterie, Depôt und Abort enthält. Zwischen diesem Nebengebäude und dem Aufnahmsgebäude befindet sich in einer Verbreiterung der Veranda die Gepäcksaufgabe.

Die öffentlichen Räume in dieser Station erhielten in Berücksichtigung des starken Fremdenverkehrs eine reichere innere Ausschmückung durch kassetirte Decken und Wandtäfelungen.

Die Bauformen der auf der Gebirgsstrecke Landeck—Bludenz aufgeführten Stationshochbauten sind im Allgemeinen jenen gleich, wie selbe auf der Thalstrecke Innsbruck—Landeck zur Ausführung gelangten. Es erschien jedoch im Hinblick auf die rauheren klimatischen Verhältnisse der Gebirgsstrecke als zweckmässig, die Geschosshöhen in den Aufnahmsgebäuden niedriger anzuordnen.

Die Aufnahmsgebäude kleinster Art in dieser Strecke besitzen im Erdgeschoss, ein Bureau, einen Warteraum, einen Vorraum und im 1. Stocke die Wohnungen für zwei Beamte.

Das ebenerdige vom Aufnahmsgebäude getrennt aufgeführte Nebengebäude enthält zwei Aborte, eine Waschküche, einen kleinen Stall und einen Backofen.

Die Aufnahmsgebäude der nächst grösseren Type unterscheiden sich von der früheren nur dadurch, dass sich im Erdgeschoße noch ein Wohnzimmer befindet. Die noch grösseren Aufnahmsgebäude zeigen dem Hauptbaue vorgelegte Veranden, welche beiderseits durch ebenerdige Nebengebäude abgeschlossen werden.

Der Hauptbau enthält im Erdgeschoss zwei getrennte Warteräume, ein Bureau, einen Wohnraum, einen Vorraum, im 1. Stocke zwei grössere Wohnungen, ein Dachgeschoss und eine Dienerwohnung.

In den Nebengebäuden sind einerseits untergebracht: eine Lampisterie, ein Dépôt, ein Locale für Zwecke der Post und eine Waschküche nebst Backofen, anderseits die Aborte und kleinen Ställe.

In der Station Bludenz erfuhr das bestehende Aufnahmsgebäude der k. k. priv. Vorarlbergerbahn, welches den durch Anschluss der Arlbergbahn geschaffenen Verhältnissen nicht mehr genügen konnte, eine sehr bedeutende Vergrösserung.

Die Gütermagazine haben gemauerte Sockel mit verschaltem Holzaufbau.

An die Magazine sind die Verladerampen angebaut, welche aus gemauerten Umfassungswänden mit einer Erdfüllung und einer Aufahrt bestehen.

Die Verladerampen in Landeck—Bludenz ermöglichen auch die Stirnverladung mittelst Wagendrehscheiben. Die genannten beiden Stationen sind mit einer Brückenwage, Ladeprofilen, und die Station Landeck überdies noch mit einem zum Verladen von Klein- und Hornvieh eingerichteten Viehhof, sowie einer Desinfectionsanlage mit Steinwürfeloberbau ausgerüstet.

Kohlenschuppen wurden in den Stationen Landeck, St. Anton, Langen und Bludenz errichtet.

In den Stationen Landeck und Bludenz als Maschinenwechselstationen wurde je eine Locomotivremise zur Unterbringung von 16 Stück, bzw. 8 Stück Locomotiven errichtet. Dieselben haben im Innern vier Geleise mit durchlaufenden Entleerungsgruben.

In den Stationen St. Anton und Langen ist je eine Remise für 2 Locomotiven erbaut. Die Remise der letztgenannten Station wurde wegen der hohen Anschüttung, auf welche sie zu stehen kam, und

wegen der zu erwartenden Setzungen aus verschalteten Riegelwänden hergestellt. Die Locomotivremise in St. Anton wurde aus dem gleichen Grunde auf einen sorgfältig geschlichteten Steinsatz gestellt, jedoch als massiver Steinbau ausgeführt.

Als ebenerdiger Anbau des Wasserstationsgebäudes in Landeck wurde eine kleine Reparaturwerkstätte, welche auch eine Räderversenkvorrichtung und ein Handdepôt enthält, mit einer Grundfläche von 147 m² hergestellt und mit den nothwendigen Betriebs- und Werkzeugmaschinen ausgerüstet.

d) Ableitung der Abfallwässer.

Die Ableitung des Abfallwassers geschieht mittels Kanälen. Die Abfallrinnen der Gebäude münden in Kanäle mit Schlammküsten, aus denen dann das Wasser entweder auf dem kürzesten Wege in die Bahngräben oder Wasserläute, oder in jenen Stationen, woselbst sich der Untergrund, bezw. das Anschüttungsmateriale als genügend wasserdurchlässig erwiesen hat in eigens hergerichtete, trocken ausgemauerte Sickerschachte geleitet und daselbst zur Versickerung gebracht wird.

e) Kosten der Hochbauten.

Von den Gesamtkosten der Hochbauten der ganzen Arlbergbahn (Innsbruck—Bludenz) einschliesslich der Erweiterung der Stationen Innsbruck und Bludenz und der baulichen Herstellungen für die Versorgung der Wasserstationen mit Wasser, sowie der mechanischen Einrichtung der Hochbauten im Betrage von 1,883.967 fl. entfallen auf ein Kilometer Bahnlänge 13.823 fl.

G. Einfriedungen, Schranken und Bahnzeichen.

a) Anlage der Einfriedungen, Schranken und Bahnzeichen.

Den allgemeinen Sicherheitsvorschriften entsprechend sind an jenen Stellen der Bahn, wo ein Betreten derselben oder ein Abstürzen von Menschen und Vieh auf die Bahn leicht möglich ist, Einfriedungen aus Rundholz und zwar im allgemeinen mit zwei horizontalen Latten hergestellt. An Stellen, wo Viehweiden längs der Bahn sich befinden, wurde noch eine dritte horizontale Latte angebracht. In der Nähe von Ortschaften sind hingegen verdichtete Einfriedungen aufgestellt. An sämtlichen Wegübergängen im Niveau sind nach Erfordernis Zug- oder Handschranken aufgestellt und erstere in vielen Fällen mit automatischen Lätswerken versehen.

Die Anzahl der ausgeführten Schranken, die Menge der Einfriedungen und der lebenden Zäune sind aus der Tabelle 13 zu ersehen.

Die Distanzierung der Bahn ist unter Annahme der Mitte des Aufnahmsgebäudes in Innsbruck als Anfangspunkt der Kilometer- und Zehntelkilometerzeichen durchgeführt.

Die Veränderungen in den Neigungsverhältnissen der Bahn sind durch Gefällsbruchtafeln und die untergeordneten Gefällsbrüche durch Fixsteine ersichtlich gemacht, deren obere Fläche die genaue Schwellenhöhe des betreffenden Punktes angibt.

Im Arlbergtunnel sind überdies die kilometrische Entfernung vom Ostportale des Tunnels und der Gefällsbruch durch Lampensignale gekennzeichnet.

Die gesammten trockenen Einfriedungen, die Schranken und Barrièren, die Anpflanzung lebender Hecken und die Bahnzeichen erforderten pro Kilometer Bahnlänge einen Aufwand von 1073 fl. **b) Kosten der Einfriedungen, Schranken u. Bahnzeichen.**

H. Stationsanlagen.

Bei Anlage der Stationen musste mit Rücksicht auf die Steigungsverhältnisse und um bedeutende Entwicklungen zu vermeiden, die möglichste Beschränkung beobachtet werden. Die Stationen der Strecke Landeck (excl.) bis Bludenz (excl.) wurden demzufolge nur in einer Länge von 440 m hergestellt, und die Ein- bzw. Ausfahrtswechsel mussten bereits in eine Neigung von 15—17‰ gelegt werden. Zwei auf der Westrampe gelegene Stationen (Danöfen und Hintergasse) wurden überdies zur Hälfte in die Neigung des anschliessenden currenten Geleises gelegt, so dass sich der äusserste westlich gelegene Wechsel und die anschliessenden 200 m Stationsgeleise bereits in einer Neigung von 29 und 30‰ befinden und nur ungefähr 200 Meter Stationsgeleise vom letzten gegen Osten liegenden Wechsel horizontal verblieben.

Diese beiden Stationen erhielten jedoch ein horizontales 180 m langes Stutzgeleise, dessen Ende sich bereits 4·5 m hoch über dem nebenliegenden Ausfahrtswechsel befindet.

Gleichwie der Bahnhof in Innsbruck erforderte auch jener in Bludenz aus Anlass des Anschlusses der Arlbergbahn nicht unbedeutende Erweiterungsbauten, da diese Station am Fusse der westlichen Rampe des Arlberges gelegen, in eine Rangierstation umzuwandeln war, und gleichzeitig eine grössere Anlage für Zwecke der Zugförderung erhalten musste.

Die Stationsentfernungen in der Strecke Landeck—Bludenz, sowie die Entfernungen der Personenhaltestellen sind aus der Tabelle 14 ersichtlich.

a) Stationsentfernungen.

Tabelle 13.

**Die Arbeitsmengen des Bahnabschlusses und der
der Arlbergtunnelstrecke mit dem**

Ausmasse massgebend

Theilstrecke	Lebende Einfriedungen						Tode		
	dichte				undichte		ein	zwei	drei
	Fichten	Weissdorn	Obst- bäume	Waldbäume	Fichten	Weissdorn	Latten		
	m	Stück			m			m	
Landeck—St. Anton	3450	—	102	15	12937	412	—	24745	8697
Langen—Bludenz	—	664	102	—	7711	9478	1340	21512	5215
Summe	3450	664	204	15	20648	9890	1340	46257	13912

Ausmasse massgebend

Theilstrecke	Grenz- steine	Einfriedung der Bahn
	Stück	m
Landeck—St. Anton	2058	36445
Langen—Bludenz	2403	22394
Summe	4461	58839

**Bahnzeichen in der Strecke Landeck—Bludenz excl.
Stande vom 1. September 1884.**

für die Bahnerhaltung.

Einfriedungen				Bahnabtheilungszeichen etc.							
verdichtete	Holzplanken	Eisen	gemauert	Warnungstafeln	Niveautafeln	Laternsäulen	Grenz-, Kilometer- und Hectometersteine	Polizeihölzer	Bogentafeln	Wächtercontrol- pflocke	Hectometer- gusstafeln
m				Stücke							
2852	—	3651	—	67	24	40	2823	68	179	23	18
8158	50	4946	106	78	17	48	3677	63	218	20	65
11010	50	8597	106	145	41	88	6500	131	397	43	83

für die Bauausführung.

Geh- thüren	Vergitterte Dachthore	Zufahrtsthore der Stationen	Handschranken	Zugschranken	Automatische Läutewerke
Stück	Paare	Stück	Paare		Stück
6	1	4	12	19	12
14	—	6	8	29	11
20	1	10	20	48	23

Tabelle 14.

**Die Stations- und Haltestellen-Entfernungen in der Strecke
Landeck—Bludenz.**

Stationen und Haltestellen					Anmerkung
Name		Länge in Metern	Kilometer Mitte des Aufnahms- gebäudes	Entfernung in Metern	
Ostrampe	Landeck	753·88	72·0825	—	
	Landeck - Perfuchs	70	73·800	1717·5	Eröffnet am 1. Aug. 1886.
	Pians	485·30	77·9810	4181·0	
	Wiesberg	80	79·940	1959·0	Eröffnet am 15. Juni 1886.
	Strengen	463·40	83·0725	3132·5	
	Flirsch	468·00	87·2749	4202·4	
	Schnann	70	90·184	2909·1	Eröffnet am 1. Febr. 1886.
	Pettneu	440·30	93·4762	3292·2	
	St. Jacob	70	96·140	2663·8	Eröffnet am 1. Febr. 1886.
	St. Anton	576·74	99·6037	3463·7	
Westrampe	Langen	543·20	110·7149	11111·2	
	Klösterle a. d. Alfenz	90	113·0306	2315·7	Eröffnet am 15. Aug. 1885.
	Danöfen	439·90	116·0741	3043·5	
	Dalaas	439·70	121·1824	5108·3	
	Hintergasse	440·20	125·1768	3994·4	
	Bratz	492·40	129·5427	4365·9	
	Bludenz	889·50	136·2861	6743·4	

Aus der Tabelle 15 sind die Längen der currenten Streckengeleise und aus Tabelle 16 die Längen der Haupt- und Nebengeleise in den Stationen, sowie die nutzbaren Längen aller Stationsgeleise nach dem Stande der Bauvollendung und nach dem Stande am Anfange des Jahres 1895 zu entnehmen.

Mit Rücksicht auf die Linienführung und die grossen Entfernungen der Stationen ergab sich die Nothwendigkeit der Errichtung von 11 Wasserstationen in der Strecke Landeck—Bludenz.

Sehr schwierig war jedoch die Lösung der Frage der Versorgung dieser Stationen mit der erforderlichen Wassermenge.

Im Stanzerthale d. i. auf der Ostrampe, genügen die vielen dort vorfindlichen Seitenbäche, obzwar deren Wasser an sich geeignet wäre, nicht zu jeder Zeit für die Versorgung der Wasserstationen, weil einzelnen dieser Bäche durch die bestehenden Wiesenbewässerungsanlagen zeitweise alles Wasser entzogen wird. Auf der Westrampe, im Klosterthale, wurde die Wasserbeschaffung, durch die hier herrschende Wasserarmuth, die ungünstige Lage einzelner Seitenbäche zu den Stationen, sowie wegen der Nichteignung der einzelnen Bachwässer für Locomotivspeisung erschwert.

In der Station Pians wurde zur Speisung der dortigen Wasserstation das nöthige Verbrauchswasser aus dem Ganderbache entnommen der diese Stationsanlagen am westlichen Ende quert; ausserdem wurde noch als Reserve, ein Druckwerk an der Sanna angelegt.

In ähnlicher Weise gelangten die Wasserstationen Dalaas und Bratz zur Ausführung, bei welchen gleichfalls Druckwerkanlagen mit Turbinenbetrieb das Wasser von der Alfenz zur Station fördern. In diesen drei Stationen beträgt die Niveaudifferenz zwischen Bachsohle und Stationsnivelette 60—100 m, auf welche Höhe daher das Locomotivspeisewasser gehoben werden muss. Die beiden letztgenannten Stationen wurden auch noch mit Dampfmaschinen als Reserve für den Turbinenbetrieb ausgerüstet.

Die Wasserstationen St. Anton und Langen erhielten Wasserleitungen mit natürlichem Drucke aus den Hauptbächen der Rosanna und der Alfenz. Die übrigen vier Wasserstationen, Strengen, Flirsch, Danöfen und Hintergasse wurden mit gleichen Anlagen unter Benützung der nächst gelegenen Seitenbäche ausgerüstet.

Bei allen Wasserstationen wird das Wasser zunächst in ein oberhalb der Station gelegenes Feldreservoir eingeleitet und aus demselben den Krahnen zugeführt.

Die Mehrzahl der Stationen besitzt zwei Wasserkrahne, welche nebst den Putzgruben an dem gleichen, u. zw. an dem bergzufahrenden

Tabelle 15.

Die Längen der currenten Streckengeleise Landeck—Bludenz

Stationen		Ostrampe		Stationen		Tunnelgeleise
		Station Landeck bis Station St. Anton				
		Stand am				
		1. Sept. 1884	1. Jan. 1895			
von	bis	Geleislänge in Meter		von	bis	
Landeck	Pians	5480·67	5442·05	St. Anton	Langen	linkes rechtes
Pians	Strengen	4638·93	4638·93			
Strengen	Flirsch	3746·20	3724·60	St. Anton	Langen	
Flirsch	Pettneu	5766·60	5760·60			
Pettneu	St. Anton	5580·56	5580·56			
Summe .		25212·96	25146·74	Summe		

Gesamtübersicht.

	1. September 1884	1. Jänner 1895
Ostrampe	25212·96	25146·74
Arlbergtunnel	10543·44	21202·43
Westrampe	23156·08	23069·92
Totalsumme	58912·48	69419·09

Die Differenzen erklären sich aus den während des Betriebes in den Jahren 1884—1895 in der Strecke Landeck—Bludenz nothwendig gewordenen Bauausführungen, sowie aus den im Jahre 1889 durchgeführten Stationserweiterungen in Langen und Bratz, endlich durch die Legung des zweiten Geleises im Arlbergtunnel im Jahre 1885.

mit dem Stande vom 1. September 1884 und 1. Jänner 1895.

Arlbergtunnel		Stationen		Westrampe	
Station St. Anton bis Station Langen				Station Langen bis Station Bludenz	
Stand am				Stand am	
1. Sept. 1884	1. Jän. 1895			1. Sept. 1884	1. Jän. 1895
Geleislänge in Meter		von	bis	Geleislänge in Meter	
10543·44 —	10604·20	Langen	Danöfen	4958·26	4924·50
	10598·23	Danöfen	Dalaas	4668·46	4668·46
		Dalaas	Hintergasse	3577·67	3577·67
		Hintergasse	Bratz	3796·34	3743·94
		Bratz	Bludenz	6155·35	6155·35
10543·44	21202·43	Summe		23156·08	23069·92

Geleise angebracht sind, um das gleichzeitige Wassernehmen der Zugs- und Schiebemaschine zu ermöglichen.

Die in Folge der Bahnhoferweiterung in Bludenz daselbst nothwendig gewordene Herstellung einer neuen Wasserstation erfolgte durch Abteufung eines Brunnens mit Dampfmaschinenanlage.

Über Anlage und Kosten der Wasserstationsanlagen gibt Tabelle 17 Aufschluss.

Zur Versorgung mit Trinkwasser erhielten sämtliche Stationen Auslaufbrunnen, denen das Wasser mittelst einer Abzweigung aus der Krahnleitung zugeführt wird.

Tabelle 16.

**Die wirklichen und nutzbaren Längen der Stations-Haupt- und Nebengeleise in der Strecke
Landeck—Bludenz am 1. September 1884 und 1. Jänner 1895.**

S t a n d a m										
1. September 1884					1. Jänner 1895					
Thatsächliche		Nutzbare			Thatsächliche		Nutzbare			
Geleiselängen in Meter										
G e l e i s e										
Haupt-	Neben-	Haupt-	Neben-	Haupt-	Neben-	Haupt-	Neben-	Haupt-	Neben-	
Landeck	1516·27	5489·86	1274·97	*) 5092·67	1516·27	5489·86	1274·97	5091·67		
Pians	894·80	424·80	708·10	289·60	970·60	516·20	782·00	383·30		
Strengen	926·80	—	710·80	—	926·80	—	710·80	—		
Flirsch	880·80	452·40	697·90	316·90	936·00	532·70	754·10	355·60		
Pettneu	880·60	491·50	692·80	329·40	880·60	491·50	692·80	329·40		
St. Anton	1153·60	2264·10	965·40	1675·30	1153·60	2264·10	965·40	1675·30		
Summe	6252·87	9122·66	5049·97	7703·87	6383·87	9294·36	5180·07	7836·27		

Westrampe		Langen	898'00	1616'00	706'00	1164'00	1086'40	1868'40	897'30	1382'70
		Danöfen	879'80	221'00	702'00	175'00	879'80	221'00	702'00	175'00
		Dalaas	879'40	457'40	695'80	276'10	879'40	457'40	695'80	276'10
		Hintergasse	880'40	188'20	699'10	141'60	880'40	188'20	699'10	141'60
		Bratz	880'00	460'15	692'70	324'60	984'80	515'10	796'00	373'50
		Bludenz	1779'00	8556'62	1441'80	**5866'92	1779'00	8827'42	1441'80	5966'22
Summe			6196'60	11699'37	4937'40	7948'22	6489'80	12077'52	5232'00	8315'12
Rampenstrecken		G e l e i s e								
Westrampe			6196'60	11699'37	4937'40	7948'22	6489'80	12077'52	5232'00	8315'12
Ostrampe			6252'87	9122'66	5049'97	7703'87	6383'87	9294'36	5180'07	7836'27
Summe			12449'47	20822'03	9987'37	15652'09	12873'67	21371'88	10412'17	16151'39

*) Darunter 1660 m für Zugförderungszwecke.
 **) „ 1690 m „

Die Differenzen erklären sich aus den während des Betriebes in den Jahren 1884—1895 in der Strecke Landeck—Bludenz nothwendig gewordenen Bauausführungen, sowie aus den im Jahre 1889 durchgeführten Stationserweiterungen in Langen und Bratz, endlich durch die Legung des zweiten Geleises im Arlbergtunnel im Jahre 1885.

Tabelle 17.

Wasserstationsanlagen in der Strecke Landeck—Bluden.

Station	Wasserbeschaffungsanlage.	Reservoir		Brunnen-oder Wasserlei- tungsergie- bigkeit		Dampfmaschinenlei- stung in 1 h m ³	Leistungsfähigkeit bei ma- ximaler Betriebsdauer in 18 (Dpf.) bzw. 24 (Turbinen und Wasserleitung) h	Kosten der mechni- schen Einrichtung fl.
		Anzahl	Fassungs- raum in m ³	in 1 h m ³	in 24 h m ³			
Landeck	Wasserentnahme aus dem Innflusse mit Filteranlage, liegende Dampfmaschine mit zwei einfach wirkenden Plungerpumpen, stehender Dampfkessel, 95 m lange 100 mm weite Druckleitung, 2 eiserne Reservoirs, 234 m lange 150 mm weite Kranleitung, 4 Wasserkrahe, 4 Hydranten, 980 m lange 50 mm weite Trukwasserleitung, 3 Auslaufbrunnen, 5 Absperrschieber, 1 Feuerwechsel.	2	112	17	412	17.2	412	19883
Pians	Wasserzuleitung (9 m lang 100 mm weit) aus dem Ganderbach in ein gemauertes Feldreservoir; 427 m lange 150 mm weite Kranleitung, 2 Krahe, Hausbrunnenleitung mit Auslaufständer, Reservedruckwerk mit Turbinenbetrieb an der Rosanna mit 278 m lange 100 mm weiter Druckleitung.	1	90	50	1200	—	1200	11121
Strengen	Wasserzuleitung (35 m lang 100 mm weit) aus dem Eulebach in ein gemauertes Feldreservoir, 52 m lange 150 mm weite Kranleitung, 1 Krahn, Hausbrunnenleitung mit Ständer.	1	220	32	768	—	768	1944

J. Wegebauten.

a) Strassenumlegungen.

Durch die zahlreichen Überfahrungen von Wegen im Niveau der Bahn war die Umlegung vielfach erforderlich; ausserdem mussten zahlreiche Parallelwege hergestellt werden.

Nennenswerthe Strassenumlegungen wurden ausgeführt an der k. k. Reichsstrasse von Innsbruck nach Landeck zwischen km 71 und 72 längs der Station Landeck in der Länge von 1120 m.

Mehr oder weniger ausgedehnte Verlegungen der von Landeck nach Bludenz führenden k. k. Reichsstrasse waren an folgenden Punkten nothwendig und zwar:

Bei km 73·5 nächst Landeck eine Unterführung der Strasse unter eine Öffnung des Viaduktes über das Innthal ohne Änderung der Richtungs- und Neigungsverhältnisse der Strasse; bei km 96·3 nächst St. Jakob eine 374 m lange Strassenverlegung mit Überführung im Niveau der Bahn; bei km 97·6 eine Verlegung der in dieser Strecke zweimal von der Bahn geschnittenen Reichsstrasse in einer Länge von 118 m, wobei die Strasse an der ersten Kreuzungsstelle mittelst einer eigenen Durchfahrt unter die Bahn geführt, an der zweiten Stelle jedoch der Rosannabach gemeinschaftlich mit der Bahn von einer Brücke übersetzt wurde; bei km 99·8 hinter der Station St. Anton erfolgte eine Verlegung der Strasse in einer Länge von 124 m mit Übersetzung derselben im gleichen Niveau der Bahn.

Nächst Langen bei km 110·6 wurde die Strasse in einer Länge von 595 m corrigiert und unter die Bahn durchgeführt; hierauf folgen in der Strecke Bratz—Bings drei Strassenverlegungen bei km 130·5, 131·8 und 134·6 in einer Länge von 179 m bzw. 82 und 219 m, die erste mit Übersetzung der Bahn im gleichen Niveau, die zweite mit Führung der Strasse unter die Bahn, die dritte mit Führung der Strasse über die Bahn; in beiden letzten Fällen mittelst einer eisernen Bahn-, bzw. Strassenbrücke. Bei km 136·6 war eine seitliche Verlegung der Strasse ausserhalb des Bereiches des daselbst angelegten Materialgewinnungsplatzes auf eine Länge von 119 m erforderlich.

Die in den umgelegten und neuhergestellten Strassen und Wegen befindlichen Brücken wurden für eine Verkehrslast von 400 kg. pro m² der Brückenbahn, die Fahrbrücken jedoch überdies für einen Achsen-
druck von 4 Tons pro m² berechnet.

Die Fahrbahn ist bei einem Theile der Brücken in Holz, bei den meisten jedoch als Schotterkörper auf Zoréseisen hergestellt.

Betreffend die Zufahrtstrassen zu den Stationen wird Nach- b) Zufahrtstrassen.
folgendes bemerkt:

Für die Stationen Landeck und Langen, welche unmittelbar an der Reichsstrasse liegen, entfiel die Herstellung einer eigenen Zufahrtstrasse.

In nachstehenden Fällen wurden die Zufahrtstrassen und Wege auf Kosten des Bahnärars gebaut, welches auch die Kosten der Erhaltung allein zu tragen hat.

1. Die Zufahrtstrasse in Bludenz.
2. Der 260 m lange Zugangsweg zur Station Strengen.
3. Der 762 m lange Zugangsweg zur Station Hintergasse.

Für die Herstellung der Zufahrtstrassen der übrigen Stationen wurden im Wege der Vereinbarung Concurrenzen gebildet und die Erhaltung derselben wird gemeinsam bezw. zu bestimmten Antheilen bewirkt. Hierzu zählen:

1. Die Zufahrtstrasse zur Station Pians.
2. Die 120 m lange Zufahrtsstrasse zur Station Flirsch, welche auch die Überbrückung des Rosannabaches mit einer 28 m weiten Eisenconstruction erforderte.
3. Die 117 m lange Zufahrtstrasse zur Station Pettneu.
4. Die 100 m lange Zufahrtstrasse zur Station St. Anton.
5. Der 339 m lange Zufahrtsweg zur Station Danöfen.
6. Die 1156 m lange Zufahrtstrasse zur Station Dalaas.
7. Die 164 m lange Zufahrtstrasse zur Station Bratz.

Die Anlagekosten der Strassen- und Wegbauten betragen für die beiden Rampenstrecken 71340 fl. bezw. pro Kilometer Bahnlänge 1354 fl. c) Kosten der Wegebauten.

In den vorstehend angeführten Kosten sind auch alle Concurrenzbeiträge, welche seitens des Eisenbahnärars zu den Kosten der Stationszufahrtstrassen sammt zugehörigen Brückenbauten u. zw. sowohl in Geld als in Bauausführungen geleistet wurden, sowie auch insbesondere die namhaften Beiträge zu den Zufahrtstrassen der Stationen Flirsch und Dalaas, endlich die Kosten der Strasse vom Eingange des Paznaunerthales bis zur Station Pians inbegriffen.

Hinsichtlich der übrigen Strassen- und Wegebauten, welche nicht in die Kategorie der Stationszufahrtstrassen gehören, ist zu bemerken, dass die für dieselben erforderlichen Erd- und Felsarbeiten, sowie die im Zuge derselben vorkommenden Brücken und Durchlässe nicht in den obigen Kosten der Strassenbauten enthalten sind, sondern unter den

Tabelle 18.

Die Arbeitsmengen der Strassen- und Wegbauten und Wegübergänge in der Strecke Landeck—
Bludenz excl. der Arlbergtunnelstrecke mit dem Stande vom 1. September 1884.

Ausmasse massgebend für die Bauausführung.

Ausmasse massgebend für die Bahnerhaltung.

Theilstrecke	Strassen, Wege und Vorplätze										Rampencanäle, Wegeobjecte, Wasserleitungen für fremde Parteien				Absper- rung der Weg- übergänge																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
	Grundbau	Beschotterung	Stück	Radab- weiser	m	m³	Stück	Gehbüren	Paar	m²						m				Stück																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																											
										Böschungen						Mauer- werk		beschotterte Fläche		Strassenfahrbahn incl. Gräben		trockene	mit hydraulischem Mörtel oder Asphalt vergossen	Geländer	Leitschienen	Leithölzer	Kadabweiser																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																				
										bepflanzt	noch zu bepflanzen	abgepfästert	sonstige	trocken	in Mörtel																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																

Kosten der Erd- und Felsarbeiten, Brücken und Durchlässe ausgewiesen erscheinen.

Die für die Strassen- und Wegebauten ausgeführten Arbeiten sind aus der nebenstehenden Tabelle 18 zu ersehen, welche auch die Anzahl der vorkommenden Bahnübergänge im Niveau, sowie die zum Abschlusse dieser Niveauübergänge hergestellten Hand- und Zugschranken nachweist.

II. Reconstructionen und Ergänzungsbauten.

Verschiedene nach der Betriebseröffnung der Arlbergbahn an einzelnen Objecten wahrgenommene Bewegungserscheinungen und eine Aufeinanderfolge von Elementarereignissen, gegen deren üble Folgen in nicht zureichender Weise durch Bauanlagen und Schutzvorkehrungen vorgesehen war, haben Anlass gegeben, fallweise jene Massnahmen und Vorkehrungen zu studieren, welche geeignet wären, einen möglichst gesicherten Betrieb auf der ganzen Arlberglinie, also auch auf jenen durch Lawinen, Schneerutschen, Fels- und Bergstürze besonders gefährdeten Theilstrecken herbeizuführen.

Das Ergebnis dieser in Projecten niedergelegten Studien war eine Folge von Neubauten, Zubauten und Reconstructionen. Dieselben haben natürlich auch nach dem nunmehr zehnjährigen Betriebe ihren endgiltigen Abschluss noch nicht gefunden. Denn einerseits befinden sich bei einzelnen Objecten die in Aussicht genommenen Reconstructionen noch im Stadium der Beobachtung oder Projectsverfassung, andererseits lässt sich in Folge der Steigerung des Verkehrs auch für die Zukunft die Nothwendigkeit voraussehen, angemessene Umstellungs- und Erweiterungsbauten vorzunehmen.

Die während des zehnjährigen Betriebes ausgeführten Reconstructionen und Neubauten sowie die hiefür aufgelaufenen Kosten sind in Tabellen 19 und 19 a ausgewiesen. Die Kosten wurden in den ersten Jahren von den restlich verbliebenen Beträgen des Baufonds bestritten. Nach Erschöpfung desselben und nach erfolgter Schlussrechnung über die gesammten Bauauslagen wurden Specialcredite à conto Extraordinarium oder à conto Ordinarium für »Umstellung« ertheilt.

Wo es der Sachlage nach angemessen erschien, wurde auch das Ordinarium für »Erhaltung der Bahnanlagen« mit entsprechenden Theilbeträgen zur Deckung herbeigezogen. Letzterer Vorgang wurde insbesondere dann eingehalten, wenn Elementarereignisse die Beschädigungen verursacht hatten*).

Die während der ersten 10 Jahre des Betriebes erfolgten Reconstructionen und Ergänzungsbauten werden nachstehend in chronologischer Reihenfolge und getrennt nach Unterbau, Oberbau, Hochbau u. s. w. angeführt und beschrieben.

A. Unterbau.

Bereits während des Baues, vor der Betriebseröffnung, musste das Holzprovisorium in der Strecke Pians-Wiesberg, km 79 $\frac{1}{2}$, ein-gezogen werden, da dortselbst Terrainbewegungen aufgetreten waren, welche bei längerer Dauer die Notwendigkeit ergeben hätten, dortselbst offene Objecte auszuführen.

a) Verschüttung des Holzprovisoriums km 79 $\frac{1}{2}$ Strecke Pians—Strengen.

Dieses Provisorium hatte 7 Oeffnungen zu je 6 m Spannweite.

Da Anfangs des Jahres 1885 die Bewegungen aufhörten, konnte an die Beseitigung des Provisoriums geschritten und dasselbe durch eine Dammschüttung ersetzt werden.

Für den Wasserabzug wurde durch Einlage von eisernen Wasserleitungsröhren in den Damm, und durch Abpflasterungen mit Mörtel vorgesorgt.

Die Anschüttung erfolgte nach Einlage der Eisenrohre in aufgetragenen Erdschichten bis zu 0·3 m Stärke, welche hierauf gestampft wurden. Diese Auffüllung wurde bis zur Trägerunterkante des Provisoriums in dieser Weise fortgesetzt, hierauf durch eine längere Periode die Schüttung unterbrochen, und erst nach Setzung derselben wurden die Holzträger entfernt, die Schüttung vollendet und die Dammböschungen mit Erde belegt und bepflanzt.

Diese Arbeiten wurden auf Conto Baufond der Arlbergbahn mit einem Kostenaufwande von 3318 fl. in der Zeit vom November 1884 bis Juni 1886 ausgeführt.

*) Die in den ersten Jahren des Betriebes ausgeführten Ergänzungsbauten, Neubauten und Reconstructionen sind bereits in der »Denkschrift über den Fortschritt der Projectirungs- und Bauarbeiten« (Schlussband Seite 13) vom Jänner 1890 enthalten und wurden in nachstehender Darstellung der Vollständigkeit halber mit aufgenommen.

Tabelle 19.

**Zusammenstellung der Ausgaben für Reconstructionen und
in den Jahren vom 1. September 1884**

Post-Nr.	Gegenstand	Von den Kosten wurden										
		Jahr	1885		1886		1887		1888		1889	
			fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
1	Umstellungsarbeiten	Unterbau	Erdarbeiten einschl. Stütz- und Futtermauern		—		—		5003 64		—	
2			Kunstabauten		—		—		—		—	
3			Nebenanlagen		—		—		—		—	
4		Oberbau	Löhnungen und Personalauslagen für Oberbauarbeiter		—		—		—		—	
5			Eisen- und Stahlmateriale		—		—		—		—	
6			Wechsel, Kreuzungen, Doppelscheiben etc.		—		—		73 82		197 33	
7		Hochbau	Alle auf Stationen befindlichen Gebäude		—		—		—		—	
8			Wasserstations - Einrichtungen - Gegenstände		—		—		—		—	
9			Wächterhäuser und Signalhütten		—		—		—		—	
10	Verschüttung des Holzprovisori-ums km 79 1/2	1884										
		1886										
11	Verschiedenes, Anpflanzungen, Zaunherstellungen etc. (Rampe bei Klösterle)	1885										
		1888										
12	Zweites Geleise im Arlberg-tunnel	1885										
		1885										
13	Telefonanlage im Arlbergtunnel	1885										
14	Reconstruction der Schannatobel-brücke km 125 6/7											
Auf Rechnung des												

Auf Rechnung des

Post-Nr.	Gegenstand	Jahr	Von den Kosten wurden									
			1885		1886		1887		1888		1889	
			fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
15	Herstellung der Zufahrtstrasse Pians-Wiesberg	1886										
16	Herstellung eines Entwässerungs- schlitzes Ganderbach-Brücke km 78 ² / ₃	1886										
17	Wehrverlegung in der Rosanna bei St. Anton	1886										
18	Herstellung einer Entwässe- rungsanlage am Quelltobel km 122 ⁵ / ₆	1886										
19	Herstellung der Portalwächter- häuser beim Arlbergtunnel .	1887										
20	Herstellung des neu einge- schobenen Wächterhauses Nr. 52 a.	1887										
21	Herstellung von B. E. Magazinen in Landeck und Strengen .	1887										
22	Herstellung eines Entwässerungs- schlitzes km 74 ⁹ / ₁₀	1887										
23	Ausführung von Verpfählungen zum Schutze gegen Schnee- abgang auf der Westrampe .	1887										
24	Correction am Schmidtobel km 122 ⁶ / ₇	1887										
		1888										
25	Erbreiterung der Alfenzbrücke in Langen für 2 Geleise . .	1888										
		1889										
26	Einrichtung der Installations- hochbauten in St. Anton— Langen zu Wohnhäusern .	1888										
27	Herstellung eines Schutzdammes gegen Steinschlag km 81 ⁷ / ₈ .	1888										
28	Schneeschutzdamm für Arbeiter- wohnhäuser in Langen . .	1888							737	88	96	60
29	Stationserweiterung in Bratz .	1888							4098	61	705	05

Auf Rechnung des

verrechnet in den Jahren

1890		1891		1892		1893		1894		1895		Zusammen	
fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
												20012	—
												3106	87
												1551	17
												13994	14
												2378	69
												1550	37
												800	—
												3652	56
												3753	27
												7569	53
												35486	37
												6460	—
												1517	91
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	834	48
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4803	66

Baufonds der Arlbergbahn

[illegible]

verrechnet in den Jahren

1890		1891		1892		1893		1894		1895		Zusammen	
fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	17348	30
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	12209	72
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	192	65
5193	59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	24150	73
151	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6997	89
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4530	—
50929	90	(77 04)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	50852	86
127	12	8072	88	—	—	—	—	—	—	—	—	8200	—
—	—	1433	09	—	—	—	—	—	—	—	—	1433	09
—	—	498	71	—	—	—	—	—	—	—	—	498	71
—	—	39339	20	660	80	—	—	—	—	—	—	40000	—
—	—	2456	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2456	—
—	—	6448	44	—	—	—	—	—	—	—	—	6448	44
—	—	83	50	—	—	—	—	—	—	—	—	83	50
—	—	—	—	—	—	160	—	—	—	—	—	160	—
—	—	—	—	6465	25	1642	74	—	—	—	—	8107	99
—	—	—	—	5149	90	—	—	—	—	—	—	5149	90
—	—	—	—	21417	04	8566	96	—	—	—	—	29984	—
—	—	—	—	1117	95	204	40	—	—	—	—	1322	35

11*

verrechnet in den Jahren

1890		1891		1892		1893		1894		1895		Zusammen	
fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
—	—	—	—	—	—	—	—	509	86	—	—	509	86
—	—	—	—	475	39	54	35	—	—	—	—	529	74
—	—	—	—	200	—	—	—	—	—	—	—	200	—
—	—	—	—	22895	12	—	—	—	—	—	—	22895	12
—	—	—	—	—	—	29000	—	—	—	—	—	29000	—
—	—	—	—	—	—	1987	80	—	—	—	—	1987	80
—	—	—	—	—	—	328589	81	21240	93	—	—	349830	74
—	—	—	—	—	—	—	—	4297	—	—	—	4297	—
—	—	—	—	—	—	19844	83	755	16	—	—	20599	99
—	—	—	—	—	—	12509	78	1625	03	—	—	14134	81
—	—	—	—	—	—	2918	39	—	—	—	—	2918	39
—	—	—	—	—	—	—	—	383	80	—	—	383	80
—	—	—	—	—	—	—	—	34847	42	1162	—	36009	60
—	—	—	—	—	—	—	—	2247	93	477	03	2724	96
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	13989	10	13989	10
—	—	—	—	—	—	—	—	41200	—	212	22	41412	22
—	—	—	—	—	—	—	—	569	—	861	48	1430	48
—	—	—	—	—	—	—	—	26440	84	5529	16	31970	—
—	—	—	—	—	—	—	—	50	—	933	15	933	15

[illegible]

verrechnet in den Jahren

1890		1891		1892		1893		1894		1895		Zusammen	
fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
—	—	—	—	—	—	—	—	3248	—	1749	72	4997	72
—	—	—	—	—	—	—	—	46	60	4851	53	4898	13
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1700	—	1700	—
—	—	—	—	—	—	—	—	47	—	—	—	47	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3306	56	3306	56
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	640	—	640	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	235	74	235	74
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	36322	75	36322	75
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1881	77	1881	77
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1350	—	1350	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2488	78	2488	78
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	192	90	192	90

Tabelle 19 a.

Uebersicht der Ausgaben auf Umgestaltung,

Gattung der Arbeitsleistungen getrennt nach Verrechnungs-Abtheilungen			Ostrampe		Arlberg- tunnel	
			b i s			
			1894			
			fl.	kr.	fl.	kr.
Umstaltungs-Conti (Ordinarium)	Unterbau	Erdarbeiten einschl. Stütz- und Futtermauern	6796	34	—	—
		Kunstbauten	4300	50	—	—
		Nebenanlagen	1664	31	—	—
	Oberbau	Löhnungen und Personalauslagen für Oberbauarbeiter	—	—	34538	80
		Eisen- und Stahlmateriale	—	—	39986	52
		Wechsel, Kreuzungen, Drehscheiben	61	01	—	—
	Hochbau	Alle auf Stationen befindlichen Gebäude	13	60	—	—
		Wasserstations-Einrichtungsgegenstände	—	—	—	—
		Wächterhäuser und Signalhütten	—	—	—	—
	Ordinarium			12835	76	74525
Baufonds der Arlbergbahn			68197	29	228709	60
Extra-Ordinarium			68627	54	63873	88
Summe			149660	59	367108	80

Baufonds und Extra-Ordinarium.

West-rampe		Summe		Ostrampe		Arlberg-tunnel		West-rampe		Summe	
u l t i m o											
1894				1895							
fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
3171	39	9967	73	7171	42	—	—	5875	66	13047	08
736	10	5036	60	16539	42	—	—	736	10	17275	52
1361	68	3025	99	1664	31	—	—	1361	68	3025	99
—	—	34538	80	—	—	34807	86	—	—	34807	86
—	—	39986	52	—	—	41211	17	—	—	41211	17
516	95	577	96	61	01	—	—	516	95	577	96
47	75	61	35	1915	05	—	—	637	74	2552	79
3956	39	3956	39	—	—	—	—	7293	16	7293	16
—	—	—	—	600	98	—	—	303	04	904	02
9790	26	97151	34	27952	19	76019	03	16724	33	120695	55
113113	11	410020	—	68197	29	228709	60	113113	11	410020	—
649289	92	781791	34	79320	55	83171	72	697374	64	859866	91
772193	29	1288962	68	175470	03	387900	35	827212	08	1390582	46

b) Verschiedene Unterbauverbesserungen. In den Jahren 1885 und 1886 wurden auf der Ostrampe noch verschiedene sich als nothwendig ergebende Nacharbeiten durchgeführt, wie: Heben der Bermen der Dämme mit einem Kostenaufwande von 921 fl. und mehrere Böschungsversicherungen mit einem Aufwande von 1787 fl.

c) Herstellung von Geländern und Einfriedungen. Auf Grund der von den Anrainern bei der Uebergabe der Wege und Wasserläufe im Jahre 1885 erhobenen Einwendungen gegen die beim Baue ausgeführten todten Einfriedungen war eine Vermehrung derselben nothwendig geworden, die zu Lasten des Baufonds im Jahre 1885 und 1886 bewirkt wurde.

Die hiebei aufgelaufenen Kosten betrugen für die Ostrampe 4841 fl. für die Westrampe 1129 fl.

d) Reconstruction der Schanatobelbrücke Strecke Hintergasse-Bratz. Durch eine schon beim Baue eingetretene Bewegung der beiden sich gegeneinander neigenden Pfeiler der Schanatobelbrücke im km 125.666 waren Risse in den Gewölben der anschliessenden Sparbögen aufgetreten, die sich später während des Betriebes vergrösserten, so dass im Jahre 1885 an die Reconstruction dieser Brücke geschritten werden musste.

Beilage VII.

Die Reconstruction bestand in der Aufmauerung kleinerer Gewölbe unter den bestandenen schadhaft gewordenen Sparbögen und im Aufsetzen dieser Gewölbe auf entsprechend fundierte Widerlager unter gleichzeitiger Entwässerung des anliegenden Terrains durch Sickerschlitze.

Diese Arbeiten erforderten einschliesslich der Schlitzanlagen einen Kostenaufwand von 26.380 fl., wovon 25.213 fl. durch den Baufonds der Arlbergbahn, der Rest aus dem Ordinarium bestritten wurden.

Bei diesen Arbeiten waren nachfolgende Leistungsquantitäten auszuführen:

Gewöhnliche Erdaushübe	m ³ 1130 à — fl. 50 kr.
Aushübe in den Schächten der neuen	
Mauerwerks-Widerlager	m ³ 36 à 62 fl. 18 kr.
Mörtelbruchstein-Widerlagsmauerwerk	m ³ 784 à 11 fl. — kr.
Mörtelbruchstein-Gewölbsmauerwerk	
(Granithackelstein)	m ³ 135 à 37 fl. — kr.
Trockenes Bruchstein-Mauerwerk	m ³ 180 à 4 fl. 30 kr.
Verschiedene Steinschlichtungen	m ³ 600 à 2 fl. 50 kr.

e) Anpflanzungen und lebende Zäune. Um die Kunstböschungen des Bahnkörpers raschestens zu festigen, und die Erhaltungskosten der hölzernen Einfriedungen herabzumindern, wurden im Jahre 1886 erstere bepflanzt, und in der

Ausdehnung der letzteren, nach Massgabe von tauglichen Bodengattungen lebende Zäune hergestellt.

Die Ausgaben hiefür, vom Baufonds bestritten, belaufen sich:

Anpflanzungen: lebende Zäune:			
für die Ostrampe mit . . .	1937 fl.	4655 fl.	
für die Westrampe mit . . .	3552 fl.	3625 fl.	

Im Dezember 1886 wurde die Paznauner-Strasse vollendet und hiefür ausser der Grundeinlösung per 4892 fl. ein Betrag von 15.120 fl. verausgabt. Sie wurde als Zufahrtstrasse zur Station Pians auf Kosten des Bahnärars erbaut, und nach Fertigstellung der schon früher bestandenen Strassen-Concurrenz übergeben.

f) Bau der Paznaunerstrasse

Diese Strassenherstellung war dringend geworden, um für den Transport von Getreide und Nahrungsmitteln von der Station in das Paznaunerthal und für den Transport von Holz aus demselben den kürzesten und geeignetsten Weg zu schaffen, für den die sehr armen Gemeinden dieses Thales selbst nicht aufkommen konnten.

Da die im Anschnitte führende Bahnlinie in der Strecke Pians-Strengen in km 81.794 von der linksseitigen Berglehne bei Viehweidetrieb und andauernden Niederschlägen durch abgehende Steine fortwährend bedroht war, wurde im Jahre 1886 dortselbst ein 94 m langer Schutzdamm ausgeführt.

g) Schutzbauten gegen Steinschlag, Strecke Wiesberg—Strengen km 81.794.

Dieser Schutzdamm hat eine Kronenbreite von 1 m, ist im Mittel 3.5 m hoch, gegen die Bahn mit einer 0.6 m starken trockenen Abpflasterung versehen, im Anzuge von 1:3, und hat bergseits Erdböschungen im Verhältnis von 4:5.

Der durch diesen Damm gebildete Raum zum Auffangen der abgerollten Steine hat eine Sohlenbreite von 2—2.2 m.

Diese Herstellung, auf Conto Baufonds der Arlbergbahn ausgeführt, erheischte einen Kostenaufwand von 1518 fl.

Die während des Baues beim sogenannten Quelltofel km 122.528 Strecke Dalaas—Hintergasse ausgeführten Entwässerungsanlagen (Sickerstollen und Schlitz) genügten nicht, um die eingetretenen Bewegungen dauernd zur Ruhe zu bringen; schon am 29. März im Jahre 1885 begann das Materiale der dortigen Kunstböschung schalenförmig abzubrechen und stürzte auf den Bahnkörper ab, wodurch eine eintägige Verkehrsstörung verursacht wurde. Da diese Bewegungen stetig zunahmen und hiedurch der Betrieb sehr gefährdet erschien, so wurde sofort nach vorausgegangenem eingehendem Studium, durchgeführter

h) Quelltofel-Entwässerung.
Beilagen VIII, IX und X.

Abteufung von Versuchsschächten und Bohrung von Bohrlöchern, an die Ausführung von neuen Entwässerungsanlagen geschritten.

Durch dieselben wurde die Sicherung dieser Berglehne in der Weise angestrebt, dass durch die Anlage eines die Bergwässer aufnehmenden Sammelschlitzes ein vollkommen ausgetrocknetes Zwischenterrain zwischen Bahnkörper und Schlitzanlage geschaffen werde, welches die rückwärtigen in Bewegung befindlichen Massen stützen, bezw. zum Stillstande bringen sollte.

Das Terrain an der Lehne hat bei der Abteufung der Versuchsschächte in geologischer Beziehung folgendes Bild ergeben:

Die Humusdecke, welche die ganze Lehne bedeckt, schwankt in ihrer Mächtigkeit zwischen 0·3 und 0·8 m und geht dann gleich in schotteriges Materiale über, das bald gröber, bald feiner und mit gelbem und blauem Tegel vermennt ist. Eine strenge Trennung dieser Schichten zeigte sich nicht, und erst der gelbe und blaue Tegel bilden in einer Tiefe von 1—13 m unter der Terrainoberfläche eine constante 0·5 bis 1·6 m starke Schichte, welche 1—2·5 m über dem festen triasischen Kalkfels gelagert ist. Auf dem blauen Tegel liegt in der ganzen Ausdehnung mit einer fast unveränderten Stärke von 0·2 m ein gelber Lehm, welcher sich nur durch die Farbe wesentlich vom blauen Tegel unterscheidet, ebenso plastisch als der letztere, aber nicht so homogen in seinem Bestande ist.

Unter dem blauen Tegelbande lagert bis zum Kalkfelsen wieder schotteriges Materiale, welches sich von dem über dem Tegel liegenden Materiale nur dadurch unterscheidet, dass es viel fester, fast ganz trocken, und nur mit wenigen lehmigen Bestandtheilen vermennt ist. Auf dem gelben Lehmbande wurden mehrfach Quellen gefunden, wovon jede derselben mindestens 4000 Liter Wasser in 24 Stunden lieferte.

Diese Wasseransammlungen auf den wasserundurchlässigen Tegelschichten, die nach den vorgenommenen Messungen pro Tag eine Menge von 165- bis 170.000 Liter ergaben, bilden die Ursachen der vorgekommenen Terrainbewegungen und Rutschungen. Es erwies sich ein Sammelschlitz, welcher vom Bahnkörper 50—60 m entfernt und bis zu 17 m tief gelegt werden musste, als die zweckmässigste Ausführung der Entwässerungsanlagen. Dieser Schlitz wurde in zwei unter einem Winkel von 130^0 geführten Ästen ausgeführt, wovon der linkseitige 49, der rechtsseitige 42 m Länge erhielt. Vom Bruchpunkte der beiden Äste des Sammelschlitzes ist ein 38 m langer Abführungsschlitz angelegt, der die im Sammelschlitz aufgefangenen Wässer in den Bahnseitengraben bei km 122·7506

abzuleiten hat, von wo dieselben durch ein eisernes Rohr bei km 122 592 in das Bachbett des Schmidtobels geleitet werden.

Die Sohle des Sammelschlitzes wurde in seiner ganzen Längenausdehnung in den festen triasischen Kalkfels gelegt; demnach musste die Richtung dieses Schlitzes durch Stollenvortrieb zuerst fixiert werden, wobei immer der Felsstreichung nachgegangen, und erst später durch Aufbruch über dem Stollen bis zur Terrainoberfläche die eigentliche Schlitzanlage erstellt wurde.

Diese Schlitzte wurden mit einer Sohlenbreite von mindestens 1 m und einer Breite von 2—2.5 m an der Terrainoberfläche ausgeführt, wobei die bergseitige Schlitzwand einen Anzug von $1: \frac{1}{12}$ erhielt, um bei vorkommenden Verdrückungen des Schlitzes mit aller Sicherheit noch die bergseits kommenden Wässer in die Sohle des Schlitzes zu bekommen.

Die im Fels ausgesprengte Muldensohle des Sammelschlitzes wurde mit Cementmörtel 8 cm stark verstrichen.

Die Ausschlichtung der Schlitzte geschah mit Steinen, und zwar wurde von der Sohle nach aufwärts eine 3 m hohe Klaubsteinschichte angebracht, auf welche bis 1 m unter dem Terrain eine Bruchsteinschichte folgte, die mit Reisig und Erde abgedeckt wurde.

Die Sohle des Abführungsschlitzes, welche nicht auf Fels lagert, wurde aus einem 30 cm starken, in Cementmörtel gelegten Bruchsteinpflaster hergestellt.

Während der Ausführung dieser Entwässerungsschlitzte waren sehr starke Druckerscheinungen im Terrain wahrnehmbar, die diese Arbeiten und die Auszimmerung der Schlitzte ungemein schwierig gestalteten.

Die Kosten der ausgeführten Entwässerungsanlagen belaufen sich auf 17.600 fl.; der Aushub der Schlitzte betrug 1570 m^3 ; von den angegebenen Kosten wurde ein Betrag von 13.994 fl. durch den Baufonds der Arlbergbahn gedeckt, der Rest aus dem Ordinarium bestritten.

Die hier besprochenen Anlagen waren während des Jahres 1886 beendet worden, und functionieren bis jetzt tadellos; es kann demnach mit ziemlicher Sicherheit angenommen werden, dass diese Lehne nun vollkommen zur Ruhe gebracht worden ist.

Da das Bahnobject im km 74.9406 (gewölbte Durchfahrt 2 m i) Entwässerung der
weit) und die daran gegen km 75.0 sich anschliessende Dammanschüt- Lehenen Landeck—
tung mit thalseitiger Stützmauer in der Strecke Landeck-Pians.
Pians durch die bergseits kommenden Quell- und Tagwässer in ihren Fundamenten bewässert, und daher zum thalabwärtigen Gleiten veranlasst wurde, musste im Jahre 1887 mit einem Kostenaufwande von

3653 fl. in km 74·9—75·0 bergseits und parallel zur Bahnanlage ein 70 m langer, 1 m breiter und durchschnittlich 8 m tiefer Entwässerungsschlitz hergestellt werden.

Ausserdem wurde die in km 74·9789 thalseits ausgebaute Stützmauer durch einen 4·4 m hohen, im Fundamente 3·7 m und an der Krone 2·6 m breiten und 1·5 m langen, nur in Mörtel vorgebauten Schutzpfeiler gegen weitere Bewegung geschützt.

An Schlitzaushub mussten hierbei 510 m³, an Steinausschlichtungen 388 m³ und an Mörtelbruchstein-Mauerwerk 85 m³ geleistet werden.

Die gesammten Kosten wurden auf den Baufonds der Arlbergbahn verrechnet.

j) **Rampenherstellung bei km 112·027** Im Jahre 1887 wurde in der Strecke Langen-Danöfen, zwischen km 112·027, eine 2 m breite Viehtriebrampe mit absperrenden Zugschranken auf Kosten des Baufonds mit einem Betrage von 500 fl. neu hergestellt.

k) **Reconstruction der Stelzistobelbrücke nächst Danöfen.** Der Schienenbelag der in km 116·996 der Strecke Danöfen-Dalaas liegenden Stelzistobelbrücke gestattete nicht den Durchgang breiterer, in Deutschland üblicher Salonwägen, da das Lichtraumprofil für dieselben nicht vorhanden war.

Um diesem Übelstande zu begegnen, wurde im Jahre 1887 eine Geleiserückung mit theilweiser Verschiebung der eisernen Brücken-Construction mit einem Aufwande von 236 fl. auf Kosten des Baufonds durchgeführt.

l) **Reconstruction am Schmidtobel Strecke Dalaas—Hintergasse.** In den Jahren 1887 und 1888 erfolgten Herstellungen zur Sicherung der Bahn gegen die Ausbrüche des Schmidtobels in km 122·654 zwischen den Stationen Dalaas und Hintergasse.
Beilage XI.

An dieser Bauherstellung war auch das k. k. Strassenärar interessiert, indem die Regulierung des Niveau's der Reichsstrasse und die Räumung des Schmidtobelbachbettes von der neuen Wehranlage bis zur Reichsstrasse bewirkt werden musste.

Mit dieser Bauherstellung, welche am 31. August 1888 beendet war, wurde auch die Befestigung der sog. Quelltobelanschüttung durch die Ableitung des Wassers rechts der Bahn aus dem Quelltobel in den Schmidtobel mittelst eines eisernen Rohres bewirkt

Zur Auffangung und unschädlichen Ableitung des Geschiebes, bzw. Abraummateriales, welches durch die Hochwässer aus dem oberen Laufe des Schmidtobels und dem daselbst während des Bahnbaues angelegten Steinbruche gebracht wird, wurde ein in einem Winkel aus Stein erbautes Wehr bestimmt. Der eine Flügel desselben

erhielt einen 0·7 m hohen und 6·5 m weiten Durchlass für die Ableitung des Normal-Wassers, während der zweite niedrigere als Überfall für das Hochwasser und Geschiebe zu dienen hat, für welche noch ein Sammelbecken angelegt wurde. Das in diesem letzteren sich ansammelnde Wasser wird mittelst einer Lunette und eines Ablaufgrabens in den Alfenzfluss abgeleitet, zu welchem Behufe die bereits erwähnte Hebung der Reichsstrasse um 1·85 m vorgenommen, und in dieselbe eine hölzerne 3 m weite und 4·4 m breite Brücke mit steinernen Widerlagern eingeschaltet werden musste. Der Ablaufgraben unterhalb der Strassenbrücke wurde beiderseits durch eine Trockenmauer eingedämmt. Die Böschungsfläche der Quelltobelanschüttung wurde mit Erde belegt und bepflanzt.

Die Gesamtkosten aller dieser auf den Baufonds der Arlbergbahn verrechneten Leistungen beliefen sich auf 7570 fl.

Im Dezember 1888 wurde zum Schutze der Arbeiter-Wohnhäuser Nr. 33, 34 und 39 in Langen gegen Alfenz-Hochwässer und Lawinen ein 3 m hoher Schutzdamm flusseits mit einer Trockenmauer und mit einem Kostenaufwande von 834 fl. à Conto Extra-Ordinarium hergestellt.

m) Schutzdamm in
Langen.

In der Zeit vom October 1888 bis October 1889 wurde die Erweiterung der nächst Langen in km 110·4804 gelegenen Alfenzbrücke für ein zweites Geleise um den Kostenpreis von 28.971 fl. durchgeführt.

n) Erweiterung der
Alfenzbrücke Station
Langen.

Es konnte sodann das zweite Tunnel-Geleise über die Alfenzbrücke verlängert, und in die Stationsanlage von Langen eingebunden werden, so dass ab dieser Zeit die ganze Bahnstrecke St. Anton—Langen zweigeleisig hergestellt war.

Unter Einem wurde die Reconstruction der Weichencentralanlage in Langen vorgenommen.

Die Gesamtkosten der genannten, auf Baufonds der Arlbergbahn verrechneten Herstellungen erreichten die Höhe von 35.486 fl.

Zum Schutze der Bahn gegen die von den Böschungen abrollenden Steine wurden in den Jahren 1888 und 1889 in der Strecke Langen bis Bratz an mehreren Stellen kleinere Steinfänge aus Altschienen und Rundholz, mit zusammen 900 m Länge und einem Kostenbetrage von 11.000 fl. hergestellt.

o) Stein- und Schotter-
fänge auf der West-
rampe.

Da die sehr stark zu Steinschlag neigende Berglehne an der linken Bahnseite, zwischen km 80·7—81·0 in der Strecke Pians—Strengen, die Bahnanlage, namentlich bei Hochgewitter und beim Eintritt des Frühjahrthauwetters, sehr gefährdete, mussten in den

p) Steinschlagschutz,
Strecke Wiesberg—
Strengen km 80·7—
81·0.

Jahren 1888 und 1889, in Verfolg der bereits beim Baue bewirkten Schutzvorkehrungen, die oberhalb der Bahntrace befindlichen Terrainmulden, durch welche die abrollenden Steine ihren Weg nehmen, durch Steinfänge verbaut werden.

Es wurden in km 80.812, 80.849, 80.920 und 80.946 vier 20—25 m lange Fangdämme, 80—100 m von der Bahntrace entfernt hergestellt.

Diese Dämme sind im Mittel durchschnittlich 4.5 m hoch, haben eine Kronenbreite von 1 m und Erdböschungen im Neigungsverhältnis von 4:5; sie sind thalseitig durch 2 m starke, 7 m hohe Trockenbruchsteinmauern mit einem Anzuge von 2:5 gestützt.

Durch jeden solchen Fangdamm ist für den Wasserabzug eine 0.7 m hohe und 0.6 m weite Dohle aus Trockenmauerwerk angelegt.

Weiters ist ein 63 m langes Steinschlagleitwerk östlich vom Rauh-riss-Aquädukt in km 80.⁹/₈₁ ausgeführt worden. Dieses Leitwerk hat die Bestimmung, die vom Berge kommenden Steine in das Rinnsal des Aquäduktes abzulenken.

An Arbeitsleistungen waren hiebei erforderlich:

Fundamentaushübe 620 m³ à 50 kr.

Dammanschüttungen 495 m³ à 56 kr.

Trockenes Bruchsteinmauerwerk 1452 m³ à 3 fl.

Die Gesamtkosten dieser Herstellungen beliefen sich auf 5151 fl. und wurden aus dem Ordinarium bestritten.

q) Verschiedene Unterbauarbeiten.

In den Jahren 1885 bis 1889 waren am Unterbaue in den beiden Rampenstrecken ausser den vorangeführten Leistungen noch sonstige Nacharbeiten und Herstellungen erforderlich geworden, die mit einem Kostenbetrage von 29.648 fl. auf Kosten des Baufonds hergestellt wurden.

r) Entwässerung der Perfuchser Lehne.

Die sogenannte Perfuchserlehne links der Bahn in km 73.9 bis 74.2, zwischen den Stationen Landeck und Pians, war schon vor dem Bahnbaue, ihrer welligen Configuration nach zu schliessen, in Bewegung gewesen. Wie aus den im Jahre 1880 durch die Bauorgane ausgeführten Terrainsondierungen hervorgeht, lagert daselbst in ungefähr 4 m Mächtigkeit der die Lehenböschung bildende Bergschutt auf einer Schichte groben Schotters. Zwischen beiden Schichten ist eine etwa 40 cm starke Ablagerung von feingeschlemmtem Talgschiefer eingebettet. Auf diesem gleitet nun der überlagernde Bergschutt, der durch die Eröffnung des dort durch den Bahnbau nothwendig gewordenen Erdanschnittes seines stützenden Fusses beraubt wurde, thalabwärts.

Das Abrutschen auf der vorangeführten Gleitfläche wird dadurch bedeutend gefördert, dass das aus den oberhalb der Bahnanlage ge-

liegenden Wiesengründen kommende Quell- und Tagwasser durch zeitweilig im Terrain sich bildende Risse seinen natürlichen Abfluss findet, bis zur Rutschschichte herabsinkt und deren Gleitvermögen vermehrt.

Dieses Wasser sowohl, als auch das auf die Lehne auffallende Tagwasser bewirkten, dass dem, die bergseitige Böschung bildenden Bergschutt, welcher diese Wässer stark aufsaugte, eine breiartige Beschaffenheit verliehen wurde, die wieder die örtlichen Materialabsitzungen in der gesamten Rutschpartie veranlasste.

Um diesen Terrainbewegungen Einhalt zu gebieten, wurde die Berglehne durch eine Reihe von theilweise miteinander verbundenen unterirdisch getriebenen Sickerstollen und durch mehrere in der Anschnittsböschung eingelegte Steinrippen schon beim Baue entwässert.

Diese Entwässerungsanlagen zeigten sich jedoch in der Folge als noch nicht genügend. Die Sickerstollen waren in kurzer Zeit verschlemmt und durch die Terrainbewegungen theilweise abgerissen. Im Jahre 1890 traten nun neue bedeutende Materialabsitzungen auf, die auch die oberflächliche Entwässerungsanlage (Steinrippen) gänzlich zerstörten.

Die in diesem und im nächsten Jahre dadurch notwendig gewordene Sanierung bestand im wesentlichen darin, dass die Bahntrace zwischen km 73·9—74·2 von der in Bewegung befindlichen Lehne möglichst weit thalwärts verlegt, und der der Berglehne genommene stützende Fuss durch eine bergseitige Mörtelstützmauer mit einer soliden und kräftigen Steinhinterfüllung ersetzt und dadurch eine möglichst flache Abböschung der Lehne erreicht wurde.

Diese Tracenverlegung bedingte jedoch, dass der frühere Bogen mit Radius von 250 m durch einen solchen mit Radius von 225 m ersetzt werden musste.

Ausserdem wurde längs des parallel und oberhalb der Bahn führenden Gemeindeweges eine Entwässerungs-Schlitzanlage hergestellt, welche die Tag-, Quell- und Wiesenberieselungswässer aufzunehmen und durch einen in Mörtel gelegten offenen Graben in den Bahnseitengraben bei km 73·997 abzuführen hat.

Sämmtliche Sanierungsarbeiten waren im Jahre 1895 fertig gestellt, und seit 1890 zeigt sich in dieser Lehne keine weitere nennenswerte Bewegung mehr, so dass der volle Erfolg dieser Sanierung angenommen werden kann.

Schliesslich erfolgte im Einvernehmen mit den Interessenten die Sicherung des vorerwähnten längs der Lehne zwischen km 73·9—74·2 führenden Gemeindeweges.

Die für diese Sanierungen à conto Extra-Ordinarium erforderlichen Kosten betrugen 12'086 fl. Die Hauptleistungsquantitäten, ausschliesslich der Oberbaulinienverrückung waren für alle vorangeführten Arbeiten:

Mörtelbruchstein-Mauerwerk	m ³	601
Trockenbruchstein-Mauerwerk	m ³	368
Steinschüttung	m ³	839
Erdaushübe	m ³	1223.

s) Ersetzung der deformierten Trockenmauer bei Pians km 78^{8/9} durch eine Eisenconstruction.
Beilage XII.

Bereits beim Baue der Bahn, in den Monaten Juni und Juli 1884, zeigte die in der Strecke Pians-Wiesberg im km 78^{837/859} rechts der Bahn ausgeführte Trockenmauer von 30 m Höhe, in den Deckschichten bedeutende Setzungen und eine Lostrennung des Anschlusskegels von dem Majenthal-Viaductsmauerwerk, worauf bald darauf auch eine merkliche Ausbauchung 7 m unter der Nivelette wahrnehmbar war. Da jedoch aus den wenigen Beobachtungen noch nicht erkannt werden konnte, ob die Bewegungen fort dauern würden, so wurde, um später während des Betriebes die Bahnanlage von den Bewegungen der Trockenmauer zu isolieren, schon zu jener Zeit in Aussicht genommen, an Stelle der Trockenmauer eine die Thalmulde überspannende Eisenconstruction von 26 m Lichtweite auszuführen.

Die beiden Widerlagsmauerwerke für diese künftige Brücke wurden noch während des Bahnbaues im Monate August 1884 hergestellt.

Die Bewegungserscheinungen wurden auch weiterhin stetig beobachtet, so dass die Mauer bereits im Jahre 1890 abgepölst werden musste.

Im Monate August des letzteren Jahres nahmen die Bewegungen derart zu, und zeigten sich in der Mauer nestartig herausgeschobene Partien, in denen die Steine gebrochen und zerdrückt waren, dass unverweilt an die Reconstruction geschritten werden musste.

Im September 1890 wurde die deformierte Trockenmauer 7 m tief unter der Nivelette abgetragen und an deren Stelle ein Holzprovisorium gesetzt, über welches der Verkehr bis 13. Februar 1892 geleitet wurde.

Die vom Baue her bestandenen Widerlagsmauerwerke für die 26 m weite an Stelle der Trockenmauer einzulegende Eisenconstruction mit Fahrbahn oben wurden hierauf grösstentheils reconstruirt, und gleichzeitig bergseits der Bahn mit der Montage der neuen Eisenconstruction begonnen, für welche aber erst der nötige Raum ausgesprengt werden musste. Letztere Arbeit war am 18. November 1890 vollendet.

Am 13. Februar 1892 wurde die bis dahin fertiggestellte Construction bei gleichzeitiger Entfernung des Holzprovisoriums in die Trace eingeschoben, und dem Betriebe übergeben.

Da auch das Vorterrain dieser Brücke, eine steile Schutthalde, an deren Fusse die von der k. k. Staatsbahnverwaltung auf eigene Kosten erstellte Paznaunerstrasse führt, zu Bewegungen neigte, wurden Probeschächte zur Klarlegung der Untergrundsverhältnisse abgeteuft. Diese auf 3 bis 5 m Tiefe getriebenen Schächte zeigten in der Sohle sehr glimmerreichen Schiefer.

Das Vorterrain wurde hierauf durch unterirdisch und oberirdisch geführte Entwässerungsanlagen, durch Humusierung und Bepflanzung gesichert; die bergseitige Strassenmauer, die abgescherzt war, wurde in grösserer Stärke und in Mörtel mit mächtiger Steinhinterfüllung ausgeführt.

Die gesammten auf Ordinarium verrechneten Kosten aller dieser Herstellungen beliefen sich auf 20.000 fl.

Schon bei der Vortreibung des Sohlenstollens während der Bauausführung im Monat November 1882 zeigte sich das aufgetahrene Gebirge in der Partie der Mauerringe Nr. 911, 912, 913, 927 und 928 keineswegs gut. — Sehr glimmerreicher Lagerglimmerschiefer mit Spalten, die mit lehmartigem Letten ausgefüllt waren, wechselten mit Schichten, in denen wieder grosse, linsenartige Ausscheidungen von milchweissem Quarz vorkamen.

Das Gebirge war in der ganzen Partie durchaus trocken.

Beim weiteren Vortrieb verschlechterte sich das Gebirge zusehends, so dass schon am 1. December 1882, im heutigen Ring Nr. 909 der provisorische leichte Eiseneinbau im Sohlenstollen durch sehr starken Holzeinbau aus den kräftigsten Fichtenstämmen ersetzt werden musste.

Das aufgetahrene Gestein wurde durch Lufteintritt sehr bald zu Verbrüchen geneigt, und schon am 9. November wurde im Ring Nr. 926 und am 1. December im Ring Nr. 909 je ein Mineur durch abgehende Steine erschlagen.

Die Druckerscheinungen hielten jedoch trotz des starken Holzeinbaues an. Darum wurde am 8. Jänner 1883 im heutigen Mauerring Nr. 910 auf der linken südlichen Tunnelseite ein Entwässerungsstollen senkrecht auf die Tunnelachse angefangen und 22 m tief vorgetrieben; es zeigte sich jedoch kein Wasser.

Im 8. Kilometer wurden mehrere solche Entwässerungsstollen mit sehr gutem Erfolge ausgeführt; nachdem das Wasser mit grossem hydrostatischen Drucke abgezapft war, hörten die früheren heftigen Druckerscheinungen ganz auf. Während der Minierung und Mauerung

t) Reconstruction
einiger Mauerringe
im Arlbergtunnel.
Beilagen XIII u. XIV.

im Frühjahr 1883 wurden keine besonderen Druckerscheinungen wahrgenommen.

Den kurz nach der Aufschliessung des Gebirges gemachten Erfahrungen Rechnung tragend, wurde für die Mauerung die sehr starke Type Nr. 250 zur Ausführung gebracht.

Wie aber das erste Decennium des Betriebes lehrt, war auch diese Mauerung aus bestem Bruchstein und Portland-Cementmörtel ausgeführt, noch nicht hinreichend widerstandsfähig, um dem gewaltigen, an Blähungserscheinungen erinnernden Gebirgsdrucke auf die Dauer Stand zu halten.

Die alljährlichen Berichte aus damaliger Zeit über die von der Bahnerhaltung durchgeführten Tunneluntersuchungen erwähnen immer die Ringe Nr. 912, 913 und 927 als sehr schadhaft und mit sehr tiefen schalenartigen und besonders im Gewölbescheitel auftretenden Ausbrüchen, bzw. Zerdrückungen behaftet.

Im Frühjahr 1892 wurden die am meisten zerdrückten Ringe genau aufgenommen.

Wie die beiliegenden Querprofile (Beilagen XIII und XIV) zeigen, waren schon sehr starke Deformierungen und Verschiebungen eingetreten.

Es musste demnach noch im Mai 1892 zur Reconstruction der am meisten deformierten Ringe Nr. 911, 912, 913, 927 und 928 geschritten und diese Arbeit soweit ausgedehnt werden, als beim Ausbrechen des alten Mauerwerkes noch Schäden wahrgenommen wurden oder die Freihaltung des vorgeschriebenen Lichtraumprofils die Auswechslung der verdrückten Partien nothwendig machte.

Zuerst wurde zwischen den beiden bestehenden Tunnelgeleisen in der Mitte des Tunnels zwischen km 107·48 bis 107·57 das zukünftige gerade Verkehrsgeleise gelegt, ohne dass der doppelgeleisige Tunnelverkehr eine Störung erlitt.

Nach Fertigstellung dieses Geleises wurden in dem Intervalle zwischen zwei Zügen die Verbindungscurven zwischen dem neu gelegten Geleise und den alten Tunnelgeleisen verlegt und in diese eingebunden.

Um die Einfahrten der Züge in den Tunnel wie bisher am linken, richtigen Geleise aufrecht zu erhalten, wurden, wie aus der Skizze in Beilage XIV ersichtlich ist, das jetzige linke Geleise bei km 107·441 in das mittlere Verkehrsgeleise, und dieses bei km 107·614 in das jetzige rechte Geleise mit Bögen vom Radius 200 m ohne Wechsel eingebunden.

Die Ausfahrten der Züge aus dem Tunnel am Verkehrsgeleise erfolgten somit auf dem unrichtigen Geleise.

Nach erfolgter Einbindung der Verbindungscurve und Aufhebung der Geleisesperre begann der eingleisige Zugverkehr im Tunnel, und hierauf wurde mit den eigentlichen Reconstructionsarbeiten begonnen.

Noch zur Zeit der Aufrechterhaltung des zweigleisigen Betriebes wurden die Kabelleitungen für den Staatstelegraph und die beiden Kabel für die Glockenlinie nebst dem Telephon an der linken und an der rechten Tunnelleibung in 0.26 m weite und 0.20 m tiefe Dohlen eingelegt, die auf das Sohlengewölbe aufgemauert waren.

Auf die Steindeckel dieser beiden Dohlen wurden dann sehr starke Schwellen aus Fichtenholz und auf diese die lärchenhölzernen Bögen gestellt, mit welchen die Ringe noch vor Beginn des Ausbruches unterfangen wurden.

Sofort nachdem der eingleisige Betrieb eingeleitet war, wurde mit dem Aufstellen der sogenannten Einbaubögen begonnen. Zur Aufstellung eines »vor Tag« fertig gezimmerten Holzbogens, der in 3 Theilen mittelst eines Materialzuges an Ort und Stelle gefördert wurde, brauchten 20 Mann 1 Stunde 45 Minuten.

Am 13. Juni waren die Ringe Nr. 910, 911, 912, 913 und 914 fertig mit Holz eingebaut und in der westlichen Hälfte des Ringes Nr. 912 wurde sodann am 14. Juni begonnen, im Scheitel des Gewölbes das Mauerwerk aufzubrechen.

Es wurde immer nur eine Hälfte einer Ringlänge, d. i. eine Strecke von ungefähr 3.30 m, in Arbeit genommen, um nicht zu viel Gebirge aufzuschliessen und dadurch noch mehr schädliche Druckbildungen zu erzeugen.

Am 9. Juli wurden, nachdem im Ring Nr. 912 noch 1 m vom Widerlager ausgebrochen war und sich das Mauerwerk sehr gut gezeigt hatte, sofort mit der Wiederaufmauerung begonnen.

Die bei der neuen Aufmauerung verwendeten Mauersteine, sehr lagerhafte, druckfeste, ausgesuchte Gneisplatten, wurden aus dem Jungbrunntobel-Steinbruche oberhalb St. Anton gebrochen.

Der Sand wurde aus der Jll bei Feldkirch entnommen; er enthielt sehr viel Quarzkörner und kam nur gewaschen zur Verwendung. Zum Mörtel wurde ausschliesslich Perlmoser Portland-Cement zugelassen. Am 28. Juli war diese Ringhälfte wieder fertig aufgemauert und geschlossen. Zur ganzen Arbeit wurden also 42 Kalendertage verwendet, wovon 23 auf die Minierung und 19 auf die Mauerung entfallen.

Bei den übrigen Ringen wurde derselbe Vorgang eingehalten; das Widerlager, das sich durchaus gut erwies, wurde belassen, nur die Gewölbe wurden neu aufgebaut. Fast immer waren, um möglichst

rasch vorwärts zu kommen; mindestens 3 Halbringe gleichzeitig in Arbeit.

Am 6. September wurde im östlichen Halbring Nr. 928 a der letzte Schlussstein eingefügt. Mit ihm war die Ring-Neuconstruction als solche vollendet. Man liess dann die Ringe noch 4 Wochen auf den Lehrbögen stehen.

Am 6. October 1892 wurde der zweigeleisige Betrieb wieder aufgenommen. Die gesammten Reconstructionsarbeiten hatten 130 Tage erfordert Gearbeitet wurde an Sonn- und Feiertagen sowie bei Tag und Nacht. Im Ganzen wurden 1082 Schichten geleistet, dabei 705 m³ Mauerwerk und Felsen ausgebrochen und 640 m³ neues Mauerwerk (ausschl. Kabelcanal) hergestellt.

Die gesammten Kosten betrugen exclusive Kabelcanal 48.746 fl.

Es betrugen ferner die

Kosten der Vorarbeiten	2094 fl. — kr.
» » Reconstructionsarbeiten	39483 fl. 85 kr.
» für verschiedene Leistungen	7167 fl. 66 kr.
Summe	48745 fl. 51 kr.

Die Reconstructionsarbeiten gliedern sich in:

Zimmerungsarbeiten	14230 fl. 68 kr.
Mauerwerks-Demolierung	5708 fl. 31 kr.
Herstellung des Widerlager-Mauerwerks	374 fl. 53 kr.
» » Gewölbmauerwerks	14709 fl. 48 kr.
» » Nachmauerung	3654 fl. 77 kr.
» » Kabel-Dohlen-Mauerwerkes	806 fl. 08 kr.
Summe	39483 fl. 85 kr.

Die Einheitspreise stellen sich, wie folgt:

Widerlags-Mauerwerk	m ³ 18·6,	Preis pro m ³	51 fl. 42 kr.
Gewölbmauerwerk	» 468·8,	» » »	86 fl. 49 kr.
Nachmauerung	» 153·1,	» » »	41 fl. 99 kr.
Kabel-Dohlen-Mauerwerk	» 50·4,	» » »	15 fl. 99 kr.

Ohne Unterschied des Mauerwerks betrugen die Kosten durchschnittlich pro m³ 74 fl. 84 kr. excl. Dohlenmauerwerk und 70 fl. 54 kr. incl. Dohlenmauerwerk.

u) Bau des Grosstobel-tunnels.
Beilage XV.

Durch den am 9. Juli 1892 im Gebiete des grossen Tobels erfolgten Bergsturz wurde die Bahn in einer Längenausdehnung von 240 m vollständig zerstört. Infolgedessen war es nothwendig geworden, die neue Bahnlinie zum Schutze gegen weitere Bergstürze und Lawinen, die in diesem Gebiete stets zu fürchten sind, endgiltig gegen den Berg zu

rücken und unterirdisch im Gehänge und Murenschutt des grossen Tobels auszuführen. Dieser neue sogenannte Grosstobeltunnel wurde in der Zeit von Anfang December 1892 bis Anfang November 1893 ausgeführt.

Der Grosstobeltunnel beginnt auf der Ostseite mit einem 10 m langen überwölbten Einschnitte, an welchen sich der eigentliche 446 m lange Tunnel mit einem darauffolgenden 49.1 m langen überwölbten Einschnitte anschliesst.

Am 1. December 1892 wurde mit den Vorarbeiten begonnen, so dass am 10. Dezember schon der erste Einbau aus Holz aufgestellt werden konnte.

Der Tunnel wurde eingeleisig nach der englischen Baumethode mit vorausgehendem Sohlenstollen-Vortrieb hergestellt. Diese Sohlenstollen wurden von beiden Seiten so rasch als möglich vorgetrieben, um neue Arbeitsstellen zu gewinnen. Sie mussten durchaus sehr stark ausgezimmernt werden, ja stellenweise konnte nur mittelst Getriebezimmerung drohenden Verbrüchen wirksam begegnet werden. Am 6. Mai drang die Sonde durch und am 7. Mai wurde dann der eigentliche Durchschlag vollendet. Der geschlossene 505.10 m lange Sohlenstollen wurde in 146 Kalendertagen fertig gestellt. Es ergibt dies einen mittleren Tagesfortschritt von 3.46 m. Bringt man die Störungen durch die abnorm grossen Lawinen im Winter 1892/93, welche die Zugänge zu den Stollenmundlöchern wiederholt tief verschütteten, und die Festtage, an denen nicht gearbeitet wurde in Abzug, so ergibt sich ein mittlerer täglicher Arbeitsfortschritt von 4.21 m.

Gearbeitet wurde bei Tag und Nacht. Der grösste Fortschritt war pro Tag 4.80 m; als Mindestleistung wurden 3.20 m erreicht.

Anfang Jänner 1893 wurde von »über Tag« aus auf beiden Seiten mit dem Vortrieb des Firststollens begonnen. Um den Fortschritt dieser Arbeit zu beschleunigen, wurden vom Sohlenstollen aus noch vier Aufbrüche in den Firststollen ausgeführt, um dann von diesen aus beiderseits den Firststollen auszuweiten. Am 28. Juni 1893 wurde der fünfte und letzte Durchschlag im Firststollen vollendet.

Der eigentliche Tunnel ausschliesslich der beiden anstossenden überwölbten Einschnitte wurde in 70 Ringe zu 6.40 m Länge eingetheilt. Am 5. April 1893 wurde mit der Minierung des ersten Aufbruchringes begonnen und am 12. October 1893 war der letzte Schlussring fertig ausgebrochen. Der ganze Vollaussbruch nahm dahin 191 Tage in Anspruch.

Zur vollständigen Minierung eines Ringes ausschliesslich des Aushubes für das Sohlengewölbe wurden im Mittel

für Aufbruchringe	:	.	.	19	Tage
» Nachbruchringe	.	.	.	15	»
» Schlussringe	.	.	.	9	»

gebraucht.

Der Tunnel ist in seiner ganzen Länge ausgemauert, zum grössten Theile auch mit Sohlengewölbe versehen. Am 27. April 1893 wurde der erste, fertig ausgebrochene Ring zu mauern begonnen. Am 23. October 1893 wurde der letzte Ring geschlossen, d. h. fertiggemauert. Es wurden also in 180 Tagen alle 70 Ringe fertiggemauert. Im Mittel wurden zur fertigen Aufmauerung eines Aufbruchringes 18 Tage, der andern Ringe dagegen 14 Tage gebraucht. Im Maximum wurde zu einem Ringe 24 Tage, im Minimum 8 Tage gebraucht.

Dort wo sehr starker Druck herrschte und die Einbauhölzer bedeutend in das Mauerungsprofil hereingedrückt waren, musste oft bis zu 0.30 m und auch noch mehr nachminiert werden. Diese Arbeit hielt den Mauerungsfortschritt immer merklich zurück. 189.31 m wurden mit Sohlengewölbe und einer Ringstärke im Scheitel von 0.65 m zum Preise von 620 fl. pro Meter, 403 m ohne Sohlengewölbe mit einer Scheitelstärke von 0.75 m zum Preise von 630 fl. pro Meter hergestellt. 252.54 m mit einer Scheitelstärke von 0.75 m und Sohlengewölbe zum Preise von 679 fl. pro Meter, und 59.22 m als überwölbter Einschnitt mit 0.70 m Gewölbsstärke zum Preise von 60.300 fl. ausgeführt.

Die Kosten für den Tunnel allein betragen 357.341 fl.

Das gesammte Mauerwerk ist in lagerhaften Bruchsteinen in Portlandcementmörtel im Mischungsverhältnisse 1 Raumtheil Portlandcement auf 3½ Raumtheile gut gewaschenen Sand ausgeführt.

Zur Erhöhung der Stabilität sind in sämmtlichen Aufbruchringen die Hohlräume hinter dem Gewölbe mit Mörtelmauerwerk ausgefüllt.

Der Aushub und die Mauerung des Sohlengewölbes wurden immer erst nach der Ausschabung des Ringes (3 Wochen nach dem Schlusse des Gewölbes) durchgeführt. Dann wurde die Verfüllung ausgeführt und als letzte Arbeit die Aufmauerung des Sohlencanals und des Betonüberzuges über dem Sohlengewölbe aufgebracht. Dort wo die vorbezeichneten Arbeiten fertig waren, wurde dann das Schotterbett hergestellt und sofort mit der Verlegung des Oberbaues begonnen.

Am 7. November 1893 waren die gesammten Arbeiten vollendet und an diesem Tage wurde der Verkehr durch den neuen, zweitlängsten Tunnel der Arlbergbahn eröffnet.

Der Bau des Grosstobeltunnels hatte also 330 Tage, fast genau 11 Monate beansprucht, wohl eine im Tunnelbau früher nicht erreichte Leistung, die unsomewhat zu beachten ist, wenn man berücksichtigt, dass das zu durchfahrende Gebirge aus meist druckreichen Muren bestand.

Die Kosten der ganzen Linienverlegung betrugen 414.222 fl.

Im Monate Juli des Jahres 1889 entstand während eines Hochgewitters, durch die von der rechtsseitigen Berglehne in der Strecke Danöfen—Dalaas zwischen km 119.730—119.948 und insbesondere aus dem Wasserlaufe in km 119.840 herabkommenden Tagwässer, welche ihren alleinigen Abfluss durch den 0.6 m weiten gedeckten Durchlass in km 119.948 finden, unterhalb des letzteren auf Bahngrund ein Terraineinriss und in weiterer Folge eine Vermurung des unterhalb der Bahn gelegenen Privatbesitzes. Um nun diesen Übelständen dauernd zu begegnen, wurden im Jahre 1892, nach abgeschlossenen Verhandlungen mit den hiebei in Betracht kommenden Interessenten die hiezu nöthigen Schutzbauten zu Lasten des Extra-Ordinariums hergestellt.

v) Sanierung des Wasserlaufes km 119.948. Strecke Danöfen—Dalaas.

Diese Schutzbauten bestanden in der Ausplanierung und Bepflanzung des Terrainrisses und in der Herstellung eines gepflasterten, 2 m breiten und 80 m langen Gerinnes, welches vom vorerwähnten gedeckten Durchlasse links der Bahn über die Lehnböschung bis zur Thalniederung geführt wurde, wo dasselbe durch zwei Schutzdämme seinen Abschluss findet. Der eine Damm hat die abgeführten Geschiebmassen aufzuhalten, während der zweite bestimmt ist, das zu Thal geförderte Schlägerungsholz aufzufangen. Die vom Berg kommenden Wässer werden durch einen in die Schutzdämme eingelegten 0.6 m weiten ausgemauerten Durchlass und durch ein Gerinne in den Alfenzbach abgeleitet.

Die Kosten dieser Herstellungen beliefen sich auf 1322 fl.

Bei km 78 $\frac{1}{4}$ der Station Pians wurden im Jahre 1893 zur besseren Entwässerung der Lehne eine Steinschichtung und bei km 80 $\frac{1}{2}$ nächst der Haltestelle Wiesberg Unterfangungen und Untermauerungen einzelner Felsköpfe durchgeführt.

w) Entwässerung der Lehnen bei km 78 $\frac{1}{4}$ und 80 $\frac{1}{4}$.

Im gleichen Jahre wurden die Stützmauern in km 80 $\frac{1}{4}$, 82.0¹ und 84 $\frac{1}{2}$ einer Reparatur unterzogen, beziehungsweise zum Theile neu hergestellt und zum Schutze der Paznaunerstrasse nächst km 78.8—79.0 eine Uferversicherung gegen die Rosanna erbaut. Diese Herstellungen

wurden aus dem Ordinarium bestritten, und erforderten einen Kostenbetrag von 2500 fl.

**x) Uferschutzbauten
im Radonnatobel.**

In das Jahr 1893 fällt die Wiederherstellung des Rinnsales bzw. die Neuherstellung des Uferschutzes im Radonnatobel in km 118³/₄ zwischen den Stationen Dalaas und Danöfen. Es wurde eine 62·3 m lange Uferschutzmauer am rechten Bachufer von dem Bahnviaduct abwärts mit anschliessender Abpflasterung und dammförmiger Hinterfüllung hergestellt. Die zur Bauzeit eingelegte mittlerweile vermurte Cunette in der Mitte des Bachlaufes wurde wieder geöffnet. Gleichzeitig wurde im Anschlusse an die Steinwuhung ein Viehtriebsweg über die Berme des neu erstellten Uferschutzes angelegt.

Diese Herstellungen auf Ordinarium ausgeführt, beanspruchten einen Kostenaufwand von 2900 fl.

**y) Verstärkung von
Brücken-
constructionen.**

Im gleichen Jahre erfolgte mit einem Aufwande von 4297 fl. die Verstärkung der Eisenconstructionen der nachfolgend genannten Brücken:

Lawinengangbrücke in km 112·929	} sämtlich in der Strecke Laugen- Bludenx gelegen.
Mühltobelbrücke . » » 119·302	
Masonbachbrücke . » » 127·528	
Winkeltobelbrücke . » » 128·939	
Grubsertobelbrücke » » 131·368	

Weiters wurden die im Februar durch Lawinen beschädigten zwei eisernen Brücken und zwar die Spreubachbrücke in km 115·452 und die Glongtobelbrücke in km 116·630 reconstruiert, und die wieder hergestellten Eisenconstructionen an Stelle der Holzprovisorien eingebracht.

Erstere Auslagen wurden auf Extra-Ordinarium, letztere auf Ordinarium bewirkt.

**z) Reconstruction am
Ganderbachobject
km 78²/₃, Station
Pians.
Beilage XVI.**

Im Jahre 1894 wurde die Reconstruction des Ganderbachobjectes im km 78·283 bzw. die Sanierung der angrenzenden wasserhältigen Lehne in Angriff genommen.

Die bis dahin zur Sicherung des Objectes, insbesondere zur Stabilisierung des sichtlich in Bewegung geratenen östlichen Widerlagers und zur Erhaltung des Gewölbmauerwerkes durch Bölzung desselben, sowie durch Einziehung kräftiger aus Schienenpaaren gebildeter Schliessen provisorisch hergestellten Vorkehrungen hatten sich nämlich als unzureichend erwiesen; ebenso die im Jahre 1886 mit einem Kostenaufwande von 3107 fl. auf Baufonds der Arlbergbahn

erfolgte Herstellung eines Entwässerungsschlitzes um dieses Widerlager. Diese Umstände bedingten ein langsames Befahren des Objectes.

Da die wahrgenommenen Bewegungserscheinungen und die dadurch veranlasste Deformation des Viaductes nur durch eine in Folge Wasserzuflusses begünstigte Terrainbewegung ihre Erklärung fanden und eine Consolidierung des Objectes daher nur nach rationeller Entwässerung der bergseitigen Lehne erwartet werden konnte, wurde vorerst mit dieser Entwässerung begonnen.

Gleichzeitig wurde die Wiesenbewässerung oberhalb des Objectes möglichst behindert und zu dem Behufe wurden mit den hiebei interessierten Anrainern wegen der verursachten Wirtschafterschwer-nisse besondere Abmachungen getroffen.

Um das Eindringen des im Gerinne des Ganderbaches abfließenden Wassers in das zerklüftete Terrain zu verhüten, wurde die Regulierung und Dichtung des Bachbettes bewirkt. Das im beweglichen Boden am rechten Ufer des Baches eingebaute durchlässige Wasserreservoir der Wasserstation Pians wurde auf die in Ruhe befindliche andere Seite des Baches verlegt.

Im Jahre 1895 wurde der östliche Gewölbebogen des Ganderbachviaductes untermauert, und der früher durch dasselbe geführte 2 m breite Wirtschaftsweg aufgelassen, bezw. links der Bahn durch eine 334.6 m lange Wegverlegung ersetzt, die den Ganderbach oberhalb der Bahn mit einer 7.2 m weiten Wegbrücke übersetzt.

Im gleichen Jahre wurde der links der Bahn in der ganzen Längenausdehnung der Station Pians führende normale Seitengraben derart reconstruiert, dass der rascheste Wasserabzug in demselben gesichert war, und ein Versickern des Wassers während des Laufes vermieden wurde.

Die aus dem Extra-Ordinarium bestrittenen Kosten beliefen sich für die Wasserreservoirsverlegung auf 5227 fl. für die Wegverlegung auf 2902 fl. und für die Entschädigungen an Anrainer für Wiesenbewässerungseinstellung auf 1700 fl.

Die Kosten für die sonstigen Arbeitsleistungen, die aus dem Ordinarium gedeckt wurden, betrugen 15589 fl. In den angegebenen Kostenbeträgen sind auch die im Jahre 1896 zur Verrechnung gelangten Schlussbeträge aufgenommen.

Zu Beginn des Jahres 1890 erfolgten in der Bratzer Halde **aa) Entwässerungsan-**
km 124.0—124.1 der Strecke Dalaas-Hintergasse betriebsgefährliche **lagen in Bratzer Halde,**
Terrainabsetzungen oberhalb der Bahntrace, die schon damals die **Strecke Dalaas—**
Herstellung von umfangreichen oberflächlichen Entwässerungsanlagen **Hintergasse.**
auf Kosten des Ordinariums nothwendig machten.

Diese Anlagen erwiesen sich jedoch in der Folge als noch nicht genügend, da Ende des Jahres 1891 und Anfangs 1892 neuerlich Materialabschälungen und Schalenlostrennungen an dieser Stelle stattfanden, wodurch mehrfache Verkehrsstörungen hervorgerufen wurden.

Diese Örtlichkeit wurde vorerst durch Herstellung eines Materialfanges provisorisch geschützt; da aber auch später Terrainbewegungen unterhalb der Bahnanlage auftraten, wurde im Jahre 1894 mit den Sanierungsarbeiten in diesem Gebiete begonnen; dieselben wurden im folgenden Jahre beendet.

Diese Arbeiten beschränkten sich nach den erforderlichen Grundeinlösungen zunächst auf die oberflächliche Entwässerung des muldenförmigen Terrains oberhalb der Bratzer Halde durch Herstellung eines 550·0 m langen, offen in Cementmörtel gepflasterten Grabens.

Diese letzteren Herstellungen wurden zu Lasten des Extra-Ordinariums mit einem Kostenbetrage von 5750 fl. durchgeführt.

**bb) Reconstruction der
Gypsbruchtobel-
Brücke, Strecke
Danöfen-Dalaas.**

Das Mauerwerk der Gypsbruchtobelbrücke in km 119·717 zwischen Danöfen und Dalaas, welches wegen ungleichen Setzungen schon während der Bauausführung mehrmals verstärkt werden musste, zeigte auch nach der Betriebseröffnung namentlich in den an die Brückenwiderlager anschliessenden Sparbögen stetige, wenn auch nur geringe Bewegungen, so dass es im Jahre 1885 abgepölzt wurde.

Die Studien über die erforderliche Reconstruction dieser Brücke haben zur Zeit der Verfassung dieser Denkschrift ihren Abschluss noch nicht gefunden.

B. Oberbau.

**a) Verlegung des
zweiten Geleises im
Arlbergtunnel.**

Sofort nach der Betriebseröffnung musste das ursprünglich für spätere Zeiten in Aussicht genommene zweite Geleise im Arlbergtunnel und zwar vom Ende der Station St. Anton bis zur eingeleisigen Alfenzbrücke bei Langen gelegt werden, nachdem sich dasselbe schon in der ersten Zeit des Betriebes als dringend nothwendig erwies.

Dieses Geleise wurde auf Conto Baufonds der Arlbergbahn mit einem Kostenaufwande von 225.821 fl. in der Zeit von Ende October 1884 bis Mitte Juli 1885 hergestellt und am 15. Juli 1885 in Benützung genommen. Das neu verlegte (rechte) Geleise mit eisernen Querschwellen nach dem Oberbau-System Heindl wurde in die Verlängerung des zweiten Hauptgeleises der Station St. Anton durch Wechsel Nr. 16 eingebunden während es in der Station Langen vor der im Jahre 1885 noch eingeleisigen Alfenzbrücke in das linke Tunnelgeleise durch die Weichenanlage Nr. 1 eingeführt wurde.

Die für diese Geleisanlage nöthigen Materialien wurden mit Benützung des linken Tunnelgeleises und eigener, von kleinen Maschinen geführter Materialzüge in den Tunnel geschafft.

Zur Sicherung des Oberbaues bei grösserer Inanspruchnahme desselben durch die erhöhte Fahrgeschwindigkeit und den gesteigerten Verkehr wurde der Oberbau durch Vermehrung der Unterlagsplatten verstärkt, so dass schliesslich auf der ganzen Strecke auf jeder Schwelle 2 Unterlagsplatten zu liegen kommen, auf welche die Schienen durch je drei Hackennägel geheftet sind.

b) **Oberbauver-
stärkung.**

Mit diesen Reconstructionen wurde im Jahre 1891 begonnen; dieselben werden auf der Ost- und Westrampe im Jahre 1897 beendet sein. Bis Ende des Jahres 1894 waren zusammen 50417 m currenter Geleislängen-Oberbau verstärkt, wofür ein Kostenaufwand von 9884 fl. erforderlich war. Noch sind 8417 m currente Geleise zu verstärken.

Nachdem durch die bis zum Jahre 1892 gewonnenen Erfahrungen zweifellos erhoben war, dass der im Arlbergtunnel verwendete eiserne Oberbau, System Heindl unter den chemischen Einwirkungen zu sehr litt, und seine Abnützung seit dem Jahre 1890 rasch zunahm, musste an die Auswechslung dieses Oberbaues geschritten werden.

c) **Reconstruction des
Oberbaues im
Arlbergtunnel.
Beilage XVII.**

Es wurde dafür ein kräftiger Stahlschienenoberbau auf hölzernen u. zw. Eichenschwellen ruhend gewählt, der die Gewähr grösserer Widerstandsfähigkeit gegen die Tunneleinflüsse bot.

Die Imprägnirung der Schwellen erfolgte mit 1½%iger Chlorzinklauge unter Zusatz von carbolsäurehaltigem Theeröl.

Die nun in Verwendung genommenen Fahrschienen des hölzernen Oberbaues System XXV, sind aus Flussstahl, 15 m lang, mit einem Gewichte von 43 kg. pro Meter.

Ein jedes solches Schienenpaar von 15 m Länge ruht auf 19 Stück imprägnirter Eichenschwellen, die 150 mm oberes, 250 mm unteres Auflager und eine Höhe von 150 mm haben. Die Schwellen sind gehobelt und die Schienenneigung wird durch Keilplatten erreicht, welche die Zwischenlage zwischen Schienen und Holzschwellen bilden. Die Schienen sind an den Holzschwellen mittelst 3 durch die Keilplatten gehende vierkantige Hackennägel befestigt. Die Nagelung ist abwechselnd so durchgeführt, dass einmal der innere Schienenstrang mit zwei und der äussere mit einem Hackennagel an der Holzschwelle haftet und an der nächst folgenden Schwelle das umgekehrte Verhältniss eingehalten wird. Dementsprechend weisen die Keilplatten A die zwei Nagellöcher auf der Schienen-

innenseite, die Keilplatten B die Nagellöcher auf der Schienenaussenseite auf.

Für jeden Stoss von 15 m Schienenlänge sind nachfolgende Oberbaukleinmaterialien nöthig:

2 Stück äussere Winkellaschen .	à 11.93 kg.
2 » innere » .	à 8.71 »
8 » Laschenbolzen	à 0.62 »
20 » Keilplatten A	à 4.14 »
18 » » B	à 4.11 »
114 » Hackennägel	à 0.57 »
8 » Grove'sche Mutterfesthalter	à 0.03 »

Bei diesem Oberbausystem ist schwebender Stoss eingehalten.

Die Schienenneulagen wurden im Arlbergtunnel und zwar im linken Geleise im Jahre 1893, im rechten Geleise im Jahre 1894 und die Reststücke in beiden Geleisen bis zu den beiden Tunnelportalen in der Gesamtlänge von 0.6 km im Jahre 1895 ausgeführt.

Die Kosten der Schienenneulage betrugen für das 1893 verlegte linke Geleise:

Lohnkosten	29.162 fl.
Materialkosten	98.921 fl.
Gesamtkosten	<u>128.083 fl.</u>

für das 1894 verlegte rechte Geleise

Lohnkosten	15.539 fl.
Materialkosten	62.779 fl.
Im Ganzen	<u>78.318 fl.</u>

Der Vergleich der Gesamtkosten ergibt nun allerdings, dass das rechte Geleise, obwohl in demselben um 38.45 m mehr Geleiselänge neu verlegt wurden als im linken Geleise, um 49.765 fl. weniger gekostet habe, als die im letzteren Geleise ausgeführte Neulage. Diese Differenz erklärt sich in zweifacher Weise:

Zunächst zeigt sich schon aus obigen Ziffern ein Unterschied der Materialkosten um 36.142 fl. Die aus dem linken und rechten Tunnelgeleise in den Jahren 1893 und 1894 rückgewonnenen unbrauchbaren eisernen Querschwellen wurden nämlich nur mit ganz geringen Gewichtsmengen als Pauscheisen in Rückgewinn gestellt, nachdem während der Neulagen die Erhebung ihres thatsächlichen Gewichtes nicht möglich war. Diese unbrauchbaren Eisenschwellen wurden hierauf im Jahre 1894 vortheilhaft als Alteisen verkauft und hieraus ergab sich eine Gutschrift von 31.432 fl., die zu gleichen Theilen dem linken und rechten Geleise zu Gute kommen sollte.

Die weitere Differenz bei den Materialkosten erklärt sich aus verschiedenen Beschaffungspreisen.

Die Lohnkosten, die den eigentlichen Factor für die Beurtheilung des Kostenaufwandes bilden, sind jedoch im linken Geleise wesentlich von jenem des rechten Geleises verschieden und zwar um den namhaften Betrag von 13.623 fl.

Dies erklärt sich in nachfolgender Weise: Zur gleichen Zeit, als im Jahre 1893 die Schienenneulage im linken Geleise durchgeführt werden musste, wurde auch die Neuverlegung der Kabelstränge für die k. k. Staatstelegraphenleitung im Arlbergtunnel vorgenommen; es war dies nicht zu vermeiden, da die günstige Jahreszeit für beide Arbeitsleistungen ausgenützt werden musste. Da jedoch die Kabelverlegung knapp neben dem linken Geleise an der linken Tunnelleibung erfolgen musste, wurde begreiflicherweise der Fortschritt der Schienenneulage im linken Geleise behindert, umso mehr als die sämtlichen Baumaterialien für die Kabeldohle, als Bruchstein, Cement, Sand und Wasser mit eigenen Materialzügen in den Tunnel gebracht wurden, wodurch wieder der Materialtransport für die Schienenneulage eine umso empfindlichere Störung erfuhr, als im Tunnel selbst wegen Mangel an Lichtraumprofil, keine grössere Materialansammlung statthaft war.

Dadurch war schon ein Grund gegeben, der die Schienenneulage vertheuern musste.

Ein weiterer Grund lag in der ganz wesentlich verschiedenen Höhe der Löhne in beiden Jahren. Besondere Verhältnisse trieben die Löhne im Jahre 1893 auf das Doppelte ihres normalen Betrages und zwar betrugen dieselben für

	1893	1894
Parthieführer	3.60 fl. — 4.00 fl.	1.80 fl. — 2.00 fl.
Visierer	3.— » — 3.50 »	1.50 » — 1.80 »
Nagler	2.80 » — 3.00 »	1.40 » — 1.60 »
sonstige Arbeiter	2.— » — 2.80 »	1.— » — 1.40 »

Nachdem endlich der Kabelneulage wegen auch der auf der linken Tunnelseite deponiert gewesene Reserveschotter entfernt werden musste, wurde auch hiedurch die Schienenneulage vertheuert.

C. Hochbau.

Im Interesse der verschärften Bahnaufsicht durch zweckmässigere Eintheilung des Streckenwächterdienstes wurde im Jahre 1887 zwischen den Wächterhäusern Nr. 52 J. B. und 53 J. B. nächst der Station

a) Vermehrungen und
Adaptierungen von
Hochbauten.

Pians in km 77·247 das Streckenwächterhaus Nr. 52/a eingeschaltet. Dies erforderte einen Betrag von 1551 fl. Ferner wurde im Jahre 1885 mit einem Kostenaufwand von 2379 fl. vor den beiden Portalen des Arlbergtunnels je ein kleines, ebenerdig gemauertes, mit Schiefer gedecktes Portalwächterhaus hergestellt und mit Einrichtung und Glockenapparaten versehen.

Die Frachtenmagazine in Imst und Landeck wurden vergrößert. In Landeck und Strengen wurden im Jahre 1887 mit einem Kostenaufwande von 800 fl. zwei Bahnerhaltungsmagazine hergestellt; die bahnseitige Hauptmauer des Schlosses Wiesberg im Jahre 1886 wurde durch einen Pfeiler gesichert, welche Leistung einen Betrag von 314 fl. erforderte.

Im Jahre 1888 wurde ein in Langen bestandenes Magazin für Kohlen und Eisen zu Wohnungen und Stallungen umgestaltet und ein Arbeiterwohnhaus hergestellt. Diese Arbeiten wurden gleichzeitig mit der Adaptierung des Unternehmungsgebäudes, eines Arbeiterwohnhauses in St. Anton, und von vier von den Installationsanlagen in Langen herrührenden Hochbauobjecten zu Wohnhäusern bewirkt.

Die Kosten dieser Adaptierungen betrugen 6460 fl.

Alle vorangeführten Leistungen wurden auf Baufonds der Arlbergbahn ausgeführt.

b) Umstellung des Wohngebäudes (Sections-
haus in Langen). Imgleichen Jahre wurde das durch eine Lawine beschädigte sogenannte Sectionshaus (Wohngebäude) in Langen in die Nähe des Westportales des Arlbergtunnels umgestellt und zu demselben auch eine Wasserleitung geführt.

Der gesammte auf Ordinarium verrechnete Kostenaufwand belief sich auf 8026 fl.

c) Aufstellung von definitiven Lehnwächtersignalhütten. Im Jahre 1890 erfolgte die Aufstellung der definitiven theilweise bereits im Vorjahre montierten Lehnwächterhütten. Hievon entfallen auf die Ostrampe zwei Stück und auf die Westrampe zehn Stück. Die Kosten hiefür, aus dem Extra-Ordinarium bestritten, betrugen 4060 fl.

d) Aufbau eines neuen Wächterhauses Nr. 77 bei Langen. Für das im Jahre 1888 durch eine Lawine vollständig zerstörte Wächterhaus Nr. 77 wurde im Jahre 1890 in dem erfahrungsgemäss gegen Lawinen geschützteren km 111·595 rechts der Bahn ein neues erstellt. Hiedurch erwuchs ein aus dem Ordinarium zu deckender Kostenaufwand von 3795 fl. und ein vom Extra-Ordinarium bestrittener für Grundeinlösung von 3300 fl., zusammen von 7095 fl.

Nachdem die ungünstigen atmosphärischen Verhältnisse im Arlbergtunnel die Verwendung vollständig trockener Coaks, anstatt der Kohle zur Feuerung der Locomotiven nothwendig machten, wurde für Deponierung entsprechender Coaksvorräthe im Jahre 1891 in St. Anton ein bereits bestandener Kohlenschuppen umgestellt, und in Langen ein neuer solcher Schuppen mit 5 Abtheilungen und 266·6 m² verbauter Grundfläche errichtet. Die auflaufenden Kosten von 6449 fl. wurden aus dem Extra-Ordinarium gedeckt.

e) Erbauung eines neuen Coaksschuppens in Langen und Umstellung des bestandenen in St. Anton.

Im Jahre 1893 wurden im Interesse des reisenden Publikums die Zugänge zu den in den einzelnen Stationen befindlichen Stationsbrunnen mit eigenen Wegweisertafeln markiert und an die Brunnen metallene Trinkgeschirre angebracht.

f) Verschiedene Herstellungen an Hochbauten.

Diese Anlagen erforderten einen Kostenbetrag von 84 fl.

Im gleichen Jahre wurde auch für die militärische Bezeichnung der Gefällsbrüche etc. der Strecke im Kriegs- oder Mobilisierungsfalle Vorsorge getroffen; hieraus erwuchs ein Kostenaufwand von 384 fl. Beide Ausgaben wurden zu Lasten des Ordinariums ausgeführt.

D. Stationsanlagen.

Um einerseits den Ansprüchen des mit der Zeit gesteigerten Verkehrs, für welchen sich einzelne Stationsanlagen unzureichend erwiesen, nachzukommen, andererseits um den Anforderungen des k. und k. Militär-Aerars zu genügen, und endlich um den Wünschen interessierter Gemeinden und Parteien Rechnung zu tragen, wurden die Bahnanlagen in den Stationen erweitert und zwischen einzelnen derselben Haltestellen eingerichtet.

a) Erweiterung der Stationsanlagen.

Die Einrichtung der auf der Ostrampe hergestellten und in Betrieb gesetzten Haltestellen fallen sämmtlich in das Jahr 1886.

Es sind dies: Die Haltestelle St. Jakob in km 96·140 zwischen den Stationen Pettneu und St. Anton; die Haltestelle Schnann in km 90·184 zwischen den Stationen Flirsch und Pettneu; die am 15. Juni 1886 eröffnete Haltestelle Wiesberg in km 79·940 zwischen den Stationen Pians und Strengen, und die Haltestelle Perfuchs in km 73·800 zwischen den Stationen Landeck und Pians.

In der Station Pians wurde im Jahre 1888 mit einem Aufwande von 17348 fl. eine Geleiseverlängerung vorgenommen und ein Krahn sammt Putzgrube verschoben.

Im gleichen Jahre erfolgte die Stationserweiterung in Flirsch durch die Verlängerung des gewölbten, 5·0 m langen Durchlasses in km 87·149, Verbreiterung des Bahnplanums auf beiden Seiten bei km 87½ und Abbruch sowie Wiederaufbau der beiden nunmehr verschobenen Entleerungsgruben sammt den Krahnshächten.

Die Kosten betrugen 10372 fl.

Die beim Bau geschaffenen Stationsanlagen erwiesen sich in der Folge in den Stationen Langen und Bratz nicht allen Anforderungen ausreichend hergestellt; sie wurden in den Jahren 1888 und 1889 den Bedürfnissen angemessen erweitert.

In Langen wurde im Jahre 1888 eine Verschiebung der Geleiseanlagen vorgenommen.

Im gleichen Jahre wurde die Station Bratz um 52·4 m verlängert, gleichzeitig wurde der östliche Krahn sammt Putzgruben verschoben. Die Kosten betrugen für die Geleiseverschiebung in Langen 1839 fl., für den Erweiterungsbau in Bratz 4804 fl.

Haltestellen wurden an der Westrampe des Arlberges während der ersten 10 Betriebsjahre nur jene Klösterle an der Alfenz in km 113·031 zwischen den Stationen Langen und Danöfen errichtet, welche am 15. August 1885 eröffnet wurde. Die Kosten aller vorerwähnten Stationserweiterungen belasten das Extra-Ordinarium.

b) Desinfectionsanlage in Landeck.

Im Jahre 1887 musste in der Station Landeck eine kleine Desinfectionsanlage errichtet werden, um die damals in der Station Lautrach der Vorarlbergerbahn bestehende theilweise zu entlasten.

Diese Herstellung, welche einen Kostenbetrag von 179 fl. erforderte, wurde noch dem Baufonde angelastet.

c) Desinfectionsanlage in Bludenz.

Der bedeutende Viehtransport auf der Vorarlbergerstrecke machte die Herstellung einer Desinfectionsanlage auf einer der in der genannten Linie gelegenen Stationsplätze nothwendig und wurde hiefür die Ausgangsstation Bludenz bestimmt.

Die Unterbauarbeiten wurden an einen Bauunternehmer übertragen. Dieser vollendete den Bau in der Zeit vom 12. Juni bis 3. September 1893; die Legung des Desinfectionsgeleises und der drei dazu gehörigen Weichen erfolgte in eigener Regie

Die Gesamtkosten à conto Extra-Ordinarium beliefen sich auf 14135 fl.

E. Wasserleitungen.

a) Wehrverlegung in der Rosanna St. Anton.

Im Jahre 1886 war es nothwendig geworden, das sogenannte obere Wehr in der Rosanna bei St. Anton, welches noch von den

Installationsbauten herrührte, bachabwärts zu verlegen, um die Erhaltungskosten desselben zu vermindern, da für die Wasserversorgung der Station St. Anton ein geringerer Wasserdruck genügte.

Diese auf Baufonds der Arlbergbahn erfolgte Herstellung erforderte einen Kostenaufwand von 1552 fl.

In den Jahren 1889 und 1890 wurde in Landeck mit einem Kosten- **b) Trinkwasserleitung**
aufwande von 6998 fl. eine 1918 m lange Trinkwasserleitung zu Lasten **f. die Station Landeck.**
des Extra-Ordinariums hergestellt, da sich die bis dahin bestandene Wasserversorgung der Station Landeck schon bei der Nachcollaudierung unzureichend und das Wasser gesundheitsschädlich erwies.

Der Zuleitungscanal zum Pumpenhaus in der Station Landeck **c) Reconstruction von**
wurde im Jahre 1891 durch Herstellung eines Einbaues bis über die **Wasserleitungen.**
Hochwasserhöhe gegen das bei Hochwasserständen eintretende Versanden geschützt; hiefür wurden à conto Extra-Ordinarium der Kostenbetrag per 1434 fl. verausgabt.

Da sich die in den Jahren 1889 und 1890 hergestellte Wasserleitung in Landeck unzureichend erwies, um auch den Bedarf für das doppelte Wächterhaus Nr. 49 J M zu decken, wurde für dieses ein eigener Pumpbrunnen hergestellt; desgleichen wurde im Jahre 1892 die Ausschlichtung des Rohrgrabens für die Wasserleitung zum Wächterhaus 61 J P. zwischen den Stationen Strengen und Flirsch bewerkstelligt. Die Kosten letzterer Herstellung betrugen 530 fl. Im Jahre 1893 erfolgte die Fertigstellung der Reconstruction bzw. Neuanlage der Wasserförderung in St. Anton, mit welcher die Wiederherstellung des rechtsseitigen Rosanna-Parallelwerkes unterhalb des Stauwehres und die Versicherung des wechselseitig gelegenen Waldgrundes durch eine Steinvorlage verbunden war. Für diese Reconstruction ergab sich ein Kostenaufwand von 8108 fl.

Im Jahre 1889 wurden die Verhandlungen mit den Wasserinteressenten des Ganderbaches in km 78·283 am westlichen Ende der Station Pians zu Ende geführt und damit war die fernere Deckung des Wasserbedarfes für die Wasserstationsanlage in Pians gesichert.

Für die Wasserentnahme aus dem Ganderbache musste an die Interessenten eine einmalige Vergütung von 4530 fl. geleistet werden, welche aus dem Extra-Ordinarium bestritten wurden.

F. Schutzbauten.

a) **Schneeschutzmittel auf der Westrampe.** Im Jahre 1887 wurden auf der Westrampe, in der Strecke Langen—Hintergasse, an jenen Böschungen unmittelbar an der Bahn. von welchen in den vorausgegangenen Wintermonaten den Verkehr hindernde Schneeabgänge eingetreten waren, versuchsweise Verpfählungen mit Holzpfehlen durchgeführt, die die Aufgabe hatten, das Anbrechen der Schneemassen auf diesen Flächen zu verhindern. Gleichzeitig dienten dieselben zum Schutze der vor den Pfählen gesetzten Nadelholzpflänzlinge.

Für diese Arbeiten wurde auf Baufonds der Arlbergbahn ein Kostenbetrag von 3754 fl. verwendet.

b) **Lawinen- und Steinschlagschutzbauten.**

Die weniger während der Bauzeit als vielmehr später beim Betriebe beobachtete Erscheinung der Lawinen und deren üble Folgen haben Anlass gegeben, dem Gegenstande eine ganz besondere Aufmerksamkeit zuzuwenden.

Es wurden an der Hand der unablässig gepflogenen Beobachtungen und insbesondere auf Grund der zur Zeit der Lawinengänge in den Jahren 1887 und 1888 gewonnenen Erfahrungen geeignete Massnahmen und Vorkehrungen getroffen, um an den wegen ihrer Lawinenbildungen als gefährlich erkannten Lehnen grosse ungetheilte Flächen zu vermeiden.

Wo dies wegen Steilheit der Wände oder wegen gänzlichen Mangels cultivierbarer Flächen nicht möglich war, wurde der Lawinengang für den Bestand und den Betrieb der Bahnanlage durch Schutzbauten so ungefährlich als möglich gemacht.

Man beobachtete an den Lehnen der Arlbergbahn sowohl die Bildung von Staub- wie von Ober- und Grundlawinen.

Die Staublawinen entstehen in Folge der durch Windströmungen, Übersetzen von Schneeflächen oder anderen zufälligen Vorkommnissen auftretenden Gleichgewichtsstörungen in den auf steilen Hängen lagernden lockeren Schneemassen. Gleichzeitig findet als Folge der Cohäsionsüberwindung in den oberen Schneelagerungen ein stufenförmiges Absetzen statt, bis schliesslich ein bogenförmiges Abreißen der untersten Lage eintritt.

Ober- und Grundlawinen entstehen durch den Einfluss der Wärme und durch die in Folge des Thauwassers auftretende geringere Reibung auf der Unterlage, sowie durch Cohäsionsüberwindung in Folge der wachsenden Geschwindigkeit der abwärtsstreibenden Massen.

Tafel 20. (Zum Texte auf Seite 118).

Lawinenschutzbauten im Benedictertobel.



Ist die Unterlage eine Schneefläche, so bedingt dies die Bildung einer Oberlawine; ist die Unterlage fester Boden oder Gerölle, so bedingt dies die Bildung einer Grundlawine.

Diese drei Arten von Lawinen treten jedoch in den einzelnen vorkommenden Fällen nicht gesondert auf, sondern es gehen Staublawinen in ihrer weiteren Entwicklung häufig in Oberlawinen und diese in Grundlawinen über.

Als wirksamstes Mittel zur Bekämpfung der Lawinengefahr wurde die Verbauung im Anbruchgebiete erkannt. Dieser Methode liegt, wie schon eingangs erwähnt wurde, das Bestreben zu Grunde, die sich ansammelnden und in Bewegung gerathenden Schneemassen zu theilen, und die aus noch höher gelegenen, nicht verbauten Stellen abrutschenden Schneemassen in ihrem Abgange aufzuhalten.

Beilagen XVIII
und XIX.

Die Verbauung erfolgte anfangs durch Verpfählungen und als diese Methode sich als unzureichend erwies durch Anlage von Trockenmauern, Schneebrücken und Schneerechen nach den in den Beilagen XVIII und XIX verzeichneten Typen.

Die durch diese Anlagen gegen Steinschläge, Schneeabgänge etc. geschützten Flächen werden nun durch Aufforstung des weitem gesichert.

Im Jahre 1890 wurden die ersten derartigen Bauten auf den Höhen des Benedictertobels (Tafeln 20, 21 und 22), im Blaseggebiete (Tafel 23), im Simastobel (Tafel 24), Gypsbruchtobel und Laubrechen hergestellt und die Aufforstung durch ein eigens hiezu bestelltes Forstorgan in Angriff genommen.

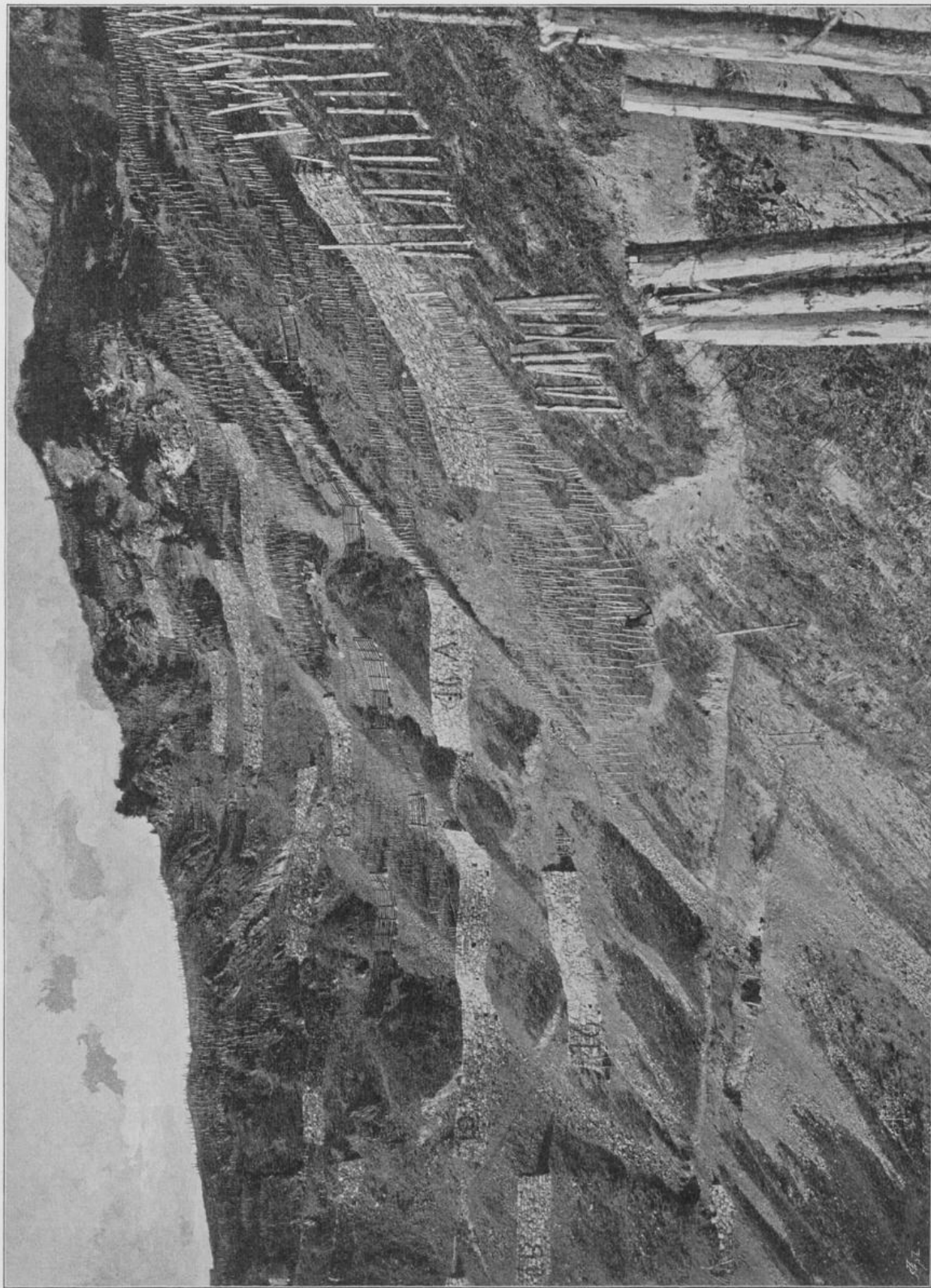
Der Sommer 1891 brachte die Fortsetzung dieser Bauten und der Aufforstung im Benedictert- und Simastobel unter gleichzeitiger Inangriffnahme der Flächen zwischen km 111.3 und 111.5. Bei km 113.⁶/₇ am Ostende des grossen Lawinenschutzdaches wurde das aus der Bauzeit der Arlbergbahn stammende hölzerne Leitewerk durch ein gemauertes ersetzt.

Als typisch für die ausgeführten Steinschlagschutzbauten sind jene im Schnänn der Strecke Langen—Danöfen anzusehen. (Tafeln 26 und 27).

Die Zweckmässigkeit der ausgeführten Schutzbauten bewährte sich während der Lawinengänge vom 6. bis 11. Februar 1892, indem die Benedictertobel-Lawine, welche stets eine Gefahr für das Aufnahmsgebäude in Langen bildete, durch die Schutzbauten aufgehalten, sich in einer horizontalen Entfernung von circa 350 m vor der Station festsetzte.

Tafel 21. (Zum Texte auf Seite 118).

Lawinenschutzbauten im Benedictertobel.



Nach dem Sommer des Jahres 1892, in welchem ausser der Fortsetzung der Bauten im Benedicter- und Simastobel auch die Verbauung des ungemein steilen und daher gefährlich zu begehenden Bachfallengebietes und der Bratzer Halde eingeleitet wurde, kam der weniger an Schnee als an Lawinen reiche Winter 1892|93.

Auch diesmal bewährten sich die weiter vorgeschrittenen Verbauungen im Benedicertobel, in dem einst so gefürchteten Simastobel und im Bachfallentobel auf der Westrampe.

Die Arbeiten, sowie die Studien wurden im gesammten Lawinengebiet in den folgenden Jahren fortgesetzt und haben derzeit ihren Abschluss noch nicht gefunden. Diese Studien zielen darauf ab, für die Reibungsverhältnisse des Schnees gegenüber seinen verschieden gearteten Unterlagen eine praktisch verwendbare Formel zu finden, welche es ermöglicht, jene Schneehöhe, Temperatur und andere Umstände zu bestimmen, bei denen die Gefahr des Abganges einer Lawine mit einiger Sicherheit vorausgesehen werden kann.

Die in der Zeit vom Jahre 1889 bis einschl. 1894 für die Lawinenschutzbauten am Arlberg auf Rechnung der genehmigten Specialcredite aufgelaufenen Kosten betrugen zusammen 197.580 fl.

Die Kosten der Lawinenschutzbauten vertheilen sich auf die einzelnen Jahre wie folgt:

1889 . .	24.150 fl.	1892 . .	30.000 fl.
1890 . .	50.860 fl.	1893 . .	20.600 fl.
1891 . .	40.000 fl.	1894 . .	31.970 fl.

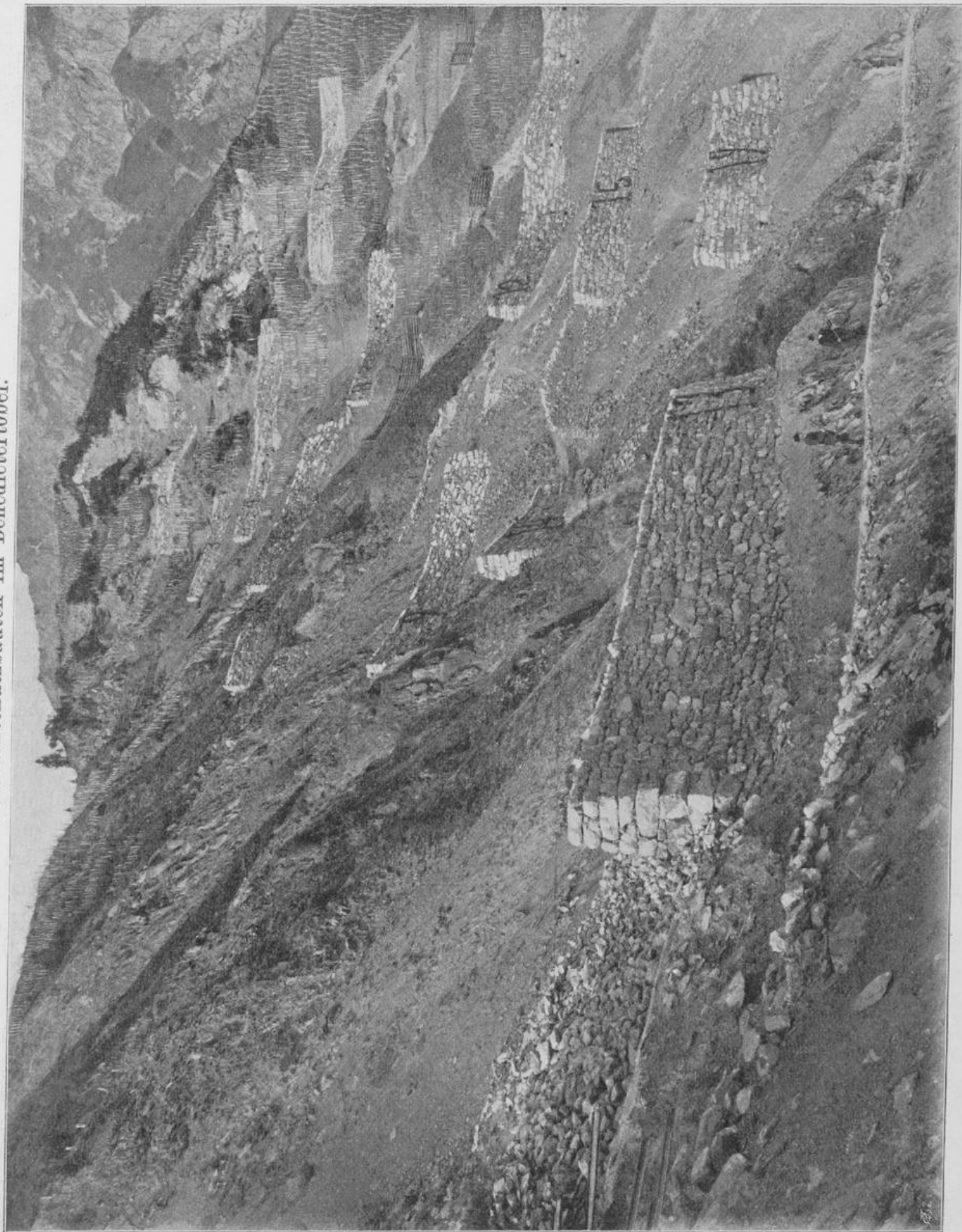
Die während der ersten Jahre des Betriebes durchgeführten Arbeiten wurden zu Lasten des Baufonds bewirkt.

c) Aufforstung.
Beilage XX.

Mit dem Fortschreiten der zum Schutze der Bahn an der Westrampe des Arlberges errichteten Anlagen erweiterte sich auch der Besitz des Bahnärars an Hochwaldbeständen und erreichte einschliesslich der schon zur Zeit der Betriebseröffnung der Bahnlinie bestandenen Einschnittsböschungen und Depôtflächen ein Gesamtareal von 152 ha.

Der weitaus grösste Theil dieser Hochgebirgstorste ist in Rücksichtnahme auf die darunter gelegenen Wohn- und Wirtschaftsobjecte und die Reichsstrasse fast von jeder Nutzung ausgeschlossen.

Es beschränkt sich dieselbe auf die vorsichtige Entnahme der durch Wind- oder Schneebruch gestreckten Hölzer, sowie durch Fällen der überständigen, bereits dürrer und wipfellosen Stämme, welche an Ort und Stelle zu Verbauungszwecken verwendet werden.



Die alten, sowie die durch Abholzung entstandenen Blößen wurden in ausgiebigster Weise durch Anpflanzung von kräftigen Laub- und Nadelholzpflänzlingen unterbaut.

Mit besonderen Schwierigkeiten war die Bestockung der an der Waldvegetationsgrenze gelegenen, in einem Areal von 47 ha behufs Verbauung und Aufforstung erworbenen Bergmähder verbunden.

Die in einer Höhe von 1600—2000 m auf Bodenflächen bis zu 50° Neigung angelegten Culturen sind den scharfen, vom Arlbergsattel kommenden Ostwinden und den rauhen, in der Hauptrichtung des Klosterthales streichenden Weststürmen vollständig schutzlos preisgegeben und zum Theile, und zwar besonders im Benedictertobel in ihrem Wachsthum durch die Verwitterungsproducte der Partnachschieferschichten gefährdet, welche sowohl beim Abgang der Schneemassen, als auch bei eintretenden Spätfrösten die Pflanzlöcher verschütten.

Das Pflanzenmateriale wird in letzter Zeit fast ausschliesslich den eigenen, in einer Höhe von 1220 m angelegten Saat- und Pflanzgärten entnommen, da von dem auswärts bezogenen, anscheinend vorzüglichen Pflanzenmateriale kaum mehr als 10% zur Entwicklung gebracht werden konnte.

Die bedeutende Höhendifferenz zwischen den Pflanzgärten, von welchen die eingeführten Pflanzen bezogen wurden, und den Bepflanzungs-orten, sowie das in Bezug auf die neue Höhenlage zu frühe Treiben der Pflanzen dürfte in erster Linie den Misserfolg der ersten Aufforstungen verschuldet haben.

Von den Pflanzengattungen wurde in vorwiegender Zahl die Fichte und zwar in 2 bis 3jährigem Alter in Büscheln zu 2 und 3 Stück mittelst der gewöhnlichen Lochpflanzung versetzt. In den höheren Lagen wurde die geradstämmige Bergkiefer (*pinus montana*) und die Lärche, sowie in entsprechender Anzahl der Bergahorn (*Acer pseudoplatanus* L.) eingesprengt, während die Zirbe (*pinus cembra*) die Zone 1900 bis 2000 m beherrscht.

Von der Wahl älterer und dementsprechend stärkerer Pflanzen musste nach den gemachten Versuchen aus dem Grunde Abstand genommen werden, weil in Anbetracht des sehr kümmerlichen Bodens ein schon entwickelteres Wurzelsystem trotz Zubringens von Humus bei der Verflanzung gleich im ersten Sommer kränkelte und nach und nach vollständig abstarb.

Die Kosten der Aufforstung stellten sich den Schwierigkeiten der Anpflanzung angemessen hoch auf ungefähr 130 fl. per ha.



Bei Beurtheilung dieses hohen Einheitssatzes wären ausser den geschilderten, ungünstigen, klimatischen Verhältnissen und Terrainschwierigkeiten noch die an und für sich theueren Arbeitslöhne in Rücksicht zu ziehen, welche sich auf 1 fl. 40 bis 1 fl. 50 kr. für die neunstündige Arbeitszeit stellten. Die Vertheilung der verschiedenen Pflanzengattungen auf die angebaute Terrainfläche ist aus der beiliegenden schematischen Darstellung Beilage XX zu entnehmen.

d) Grundeinlösungen.

Die Erweiterungsanlagen, Reconstructionen, Schutzbauten und Pflanzungen haben naturgemäss auch eine Vergrösserung des bahnärarischen Grundes bedingt, zumal beim Bau der Arlbergbahn aus Gründen der Oekonomie nur jene Flächen in Anspruch genommen wurden, welche für die Bahntrace selbst nothwendig erschienen.

Nachdem die eigentliche Grundeinlösung betreffend den Bau, im Einlösungsbezirke Landeck, Länge 33·566 km mit 7. November 1887, im Einlösungsbezirke Bludenz, Länge 30·529 km mit 30. Dezember 1887 auf Grund der in den Vorjahren durchgeführten Vermarkung und Schlussabrechnung abgeschlossen worden war, erfolgten seitdem weitere ausgedehnte Grundeinlösungen und Servitutserwerbungen, welche in Tabelle 25 ersichtlich gemacht sind.

Nach dieser Zusammenstellung ergibt sich, dass seit dem Jahre 1888 mit 78 Parteien Grundeinlösungs- beziehungsweise Servituterwerbungs-Verhandlungen gepflogen wurden, und denselben einschliesslich der Gebäude, Nebenentschädigungen und Verzugszinsen 69.686 fl. vergütet wurden. In diesem Betrage sind sowohl die Entschädigung für den stockenden Holzbestand, als auch die im Jahre 1894 vereinbarten Entschädigungen enthalten.

Die Einlösungssumme verringert sich jedoch durch den Verkauf von für die Bahn entbehrlichen Grundflächen, wofür ein Gesamtbetrag von 749 fl. eingegangen ist, auf 68.937 fl. Somit ergibt sich einschliesslich des stockenden Holzbestandes eine Durchschnittsentuschädigung in der Höhe von rund 760 fl. per ha.

Diese Flächen wurden grösstentheils der endgiltigen Grundbucheinlage für die Arlbergbahn einverleibt und in die diesbezüglichen Eisenbahnbuchmappen eingetragen.

Die eingelösten und in fremdem Besitze verbliebenen sowie mit Aufforstungs-Servituten belasteten Waldflächen stehen unter besonderer Aufsicht von Lehnenaufsehern, welche, was die Behandlung der Aufforstungs- und sonstigen forstlichen Fragen anbelangt, den,

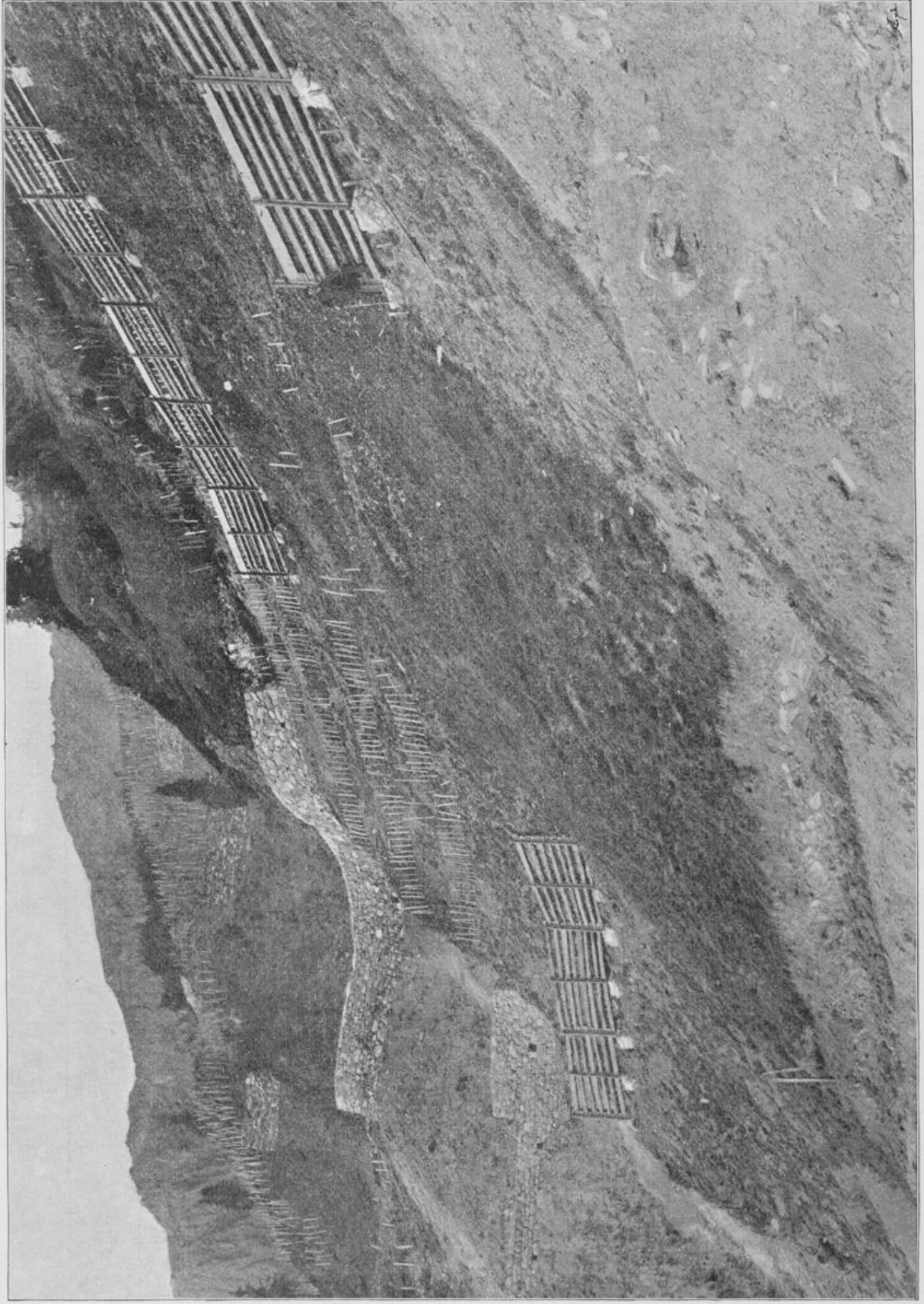


Tabelle 25.

Ergebnisse der nachträglichen Grundeinlösungen

Politischer und Einlösungsbezirk	Gerichtsbezirk	Gemeinde	Länge in Kilometer	Entschädigung für Grund- bzw.				
				Zahl der Besitzer, deren Gründe in Anspruch genommen wurden	Zahl der Besitzer, die dem grütl. Vergleich begetreten sind	Zahl der Besitzer, an welche der Entschädigungsbetrag ausbezahlt wurde	Zahl der Besitzer, deren Entschädigungsbetrag gerichtlich hinterlegt wurde	Zahl der Parteien, welche ein dingliches Recht angemeldet haben
Landeck	Landeck	Angedair . . .	1·217	—	—	—	—	—
		Perfuchs . . .	2·922	6	6	1	5	—
		Pians	3·891	5	5	1	4	—
		Strengen . . .	4·650	2	2	2	—	—
		Flirsch	4·410	1	1	1	—	—
		Pettneu	5·576	—	—	—	—	—
		Nasserein . . .	10·900	—	—	—	—	—
		Klösterle . . .	9·686	34	34	23	11	25
		Dalaas	7·210	9	9	8	1	6
		Innerbratz . . .	5·532	16	16	16	—	1
Bludenz	Bludenz	Bludenz	8·101	5	5	5	—	—
		Summe	64·095	78	78	57	21	32

auf der Linie Landeck—Bludenz.

Servitutserwerbung sammt Nebenentschädigungen						Entschädigung für Gebäude				
Zahl der in Anspruch genommenen Parzellen	Eingelöste Fläche in Hectar	Grundflächen, welche mit Aufforstungservituten und sonstigen Wirtschaftsmassnahmen belastet wurden		Bezahlte Entschädigung		Zahl der Gebäude, welche eingelöst wurden	Zahl der Gebäude, welche umgestellt wurden	Zahl der Gebäude, welche umgestaltet wurden	Bezahlte Entschädigung	
		Zahl der Besitzer	Fläche in Hectar	fl.	kr.				fl.	kr.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
10	0·5185	—	—	2334	34·0	—	—	—	—	—
11	0·0196	—	—	5462	80·0	—	—	—	—	—
2	0·1660 ₇	—	—	247	—	—	—	—	—	—
2	0·0178	—	—	86	80·0	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	1	300	—
88	78·0761	1	2·3900	48019	91·0	1	—	—	1200	—
13	3·7556	4	0·8360	3922	75·5	—	—	—	—	—
28	4·6820 ₈	1	0·2000	8955	9·5	—	—	—	—	—
11	0·0348	—	—	657	60·0	—	—	—	—	—
165	87·2705 ₅	6	3·4260	69686	30·0	1	—	1	1500	—

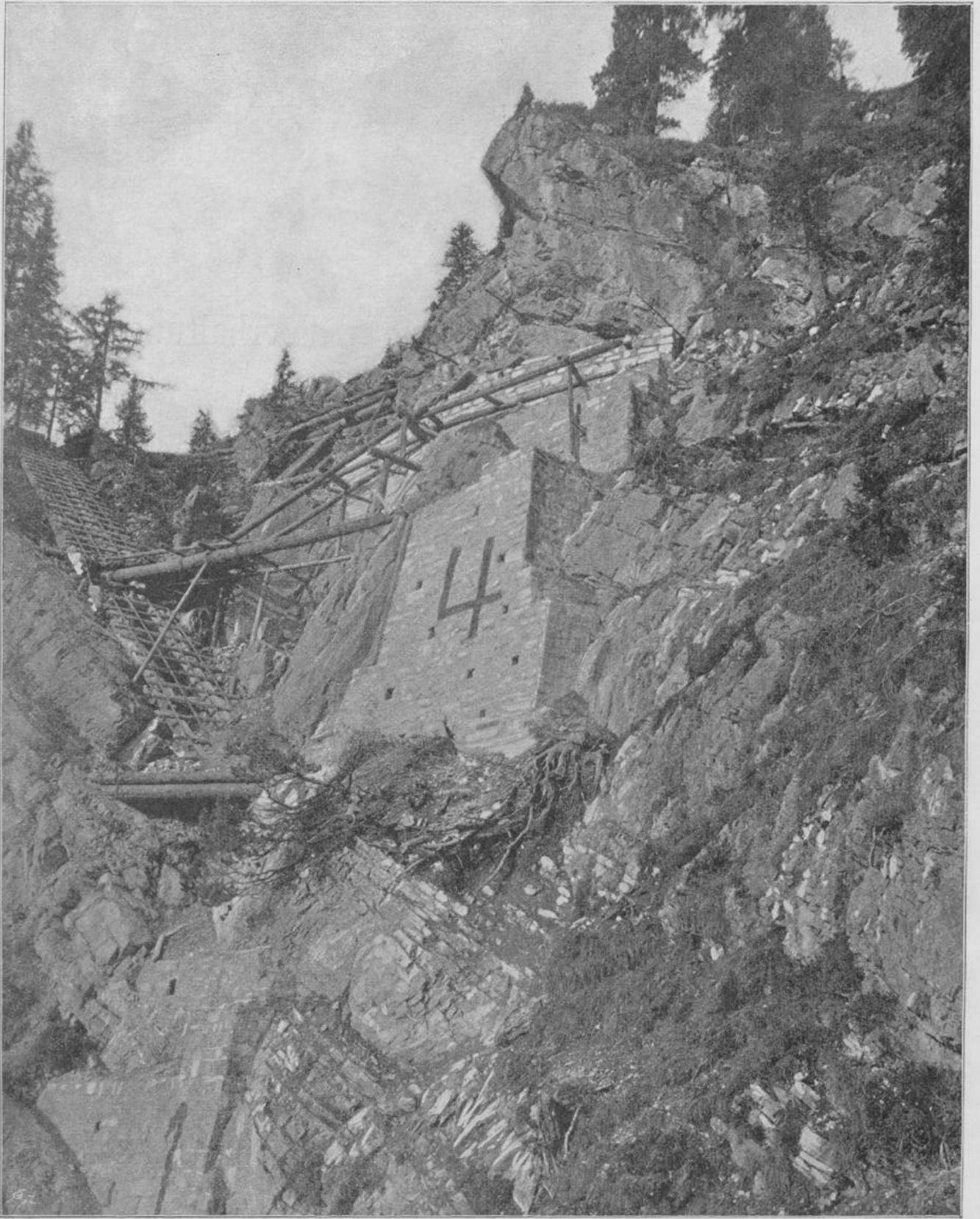
den k. k. Bezirkshauptmannschaften zugetheilten Forsttechnikern unterstellt sind.

Was die an einzelne Besitzer oder Gemeinden zu leistenden Holzlieferungen anbelangt, so wurde diese Frage in der Weise geregelt, dass diesfalls, sobald hiedurch die Sicherheit des Verkehrs oder des Bahnkörpers berührt wird, von den competenten Behörden an Ort und Stelle und von Fall zu Fall besondere Vorschriften erlassen werden. Für die aus diesen Vorschriften für die Parteien unter Umständen erwachsenden Mehrkosten wird sodann von der Bahnanstalt die commissionell festgestellte Vergütung geleistet.

Schliesslich wird noch bemerkt, dass nunmehr auch die Anlage eines Katasters im Zuge ist, aus welchem die Ausdehnung und Lage des Bahnbesitzes, die der Bahnverwaltung zustehenden Rechte und Servituten, sowie die von derselben übernommenen dauernden Verpflichtungen und endlich die Ausdehnung der bereits ausgeführten und im Zuge befindlichen Aufforstungen zu ersehen sein werden.

Dieser Kataster wird aus einer Copie der Eisenbahnbuchmappe und einem zugehörigen Verzeichnisse bestehen, mithin ein übersichtliches Bild geben, aus dem alle die Bahn betreffenden genannten Angelegenheiten sofort entnommen werden können.

Steinschlagschutzbauten im Schnänn.



III. Bahnaufsicht und Bahnerhaltung.

A. Bahnaufsicht.

a) Organisation des Dienstes.

Zur Zeit der Betriebseröffnung der Arlbergbahnstrecke Landeck—Bludenz wurde dieselbe rücksichtlich des Bahnaufsichts- und Bahnerhaltungsdienstes derart abgetheilt, dass dem einen Theile, ausser einer Rampenstrecke noch der Arlbergtunnel sammt den beiden Stationen St. Anton und Langen zugewiesen wurde.

Hiebei war die Erwägung massgebend, die auf einer so schwierigen Gebirgsstrecke auszuübende Aufsicht derart wirksam zu gestalten, dass etwaige in der Bahnanlage eintretende Veränderungen und den Betrieb hindernde Mängel nicht nur baldigst erkannt, sondern auch raschestens behoben werden könnten.

Weiters war es auch wegen der im Arlbergtunnel bereits beim Baue aufgetretenen Druckerscheinungen von grosser Wichtigkeit, dass die Überwachung und Erhaltung dieses Tunnels, sowie dessen betriebstechnischen Ausgestaltungen insbesondere in der ersten Betriebszeit solchen Organen anvertraut werden, die schon beim Baue dieses Tunnels selbstthätig mitgearbeitet hatten.

Es wurde daher dementsprechend die Überwachung und die Ausführung des Bahnerhaltungsdienstes in der Strecke Landeck incl. Arlbergtunnel und Station Langen der Bahnerhaltungs-Section in Landeck jene der Strecke excl. Langen incl. Bludenz hingegen der Bahnerhaltungs-Section in Bludenz zugewiesen.

Erstere Section hatte gleichzeitig noch die Bahnerhaltungsgeschäfte für die Strecke excl. Schönwies bis Landeck, letztere die Aufsicht über die Strecke Bludenz—Feldkirch excl. zu besorgen.

Der Wichtigkeit des Arlbergtunnels entsprechend, wurde gleich bei der Betriebseröffnung der Arlbergbahnstrecke Landeck—Bludenz

Steinschlagschutzbauten im Schnänn.



mit der Errichtung vorbenannter Bahnerhaltungs-Sectionen eine eigene Bahnerhaltungs-Expositur in St. Anton für die besondere Überwachung des Arlbergtunnels errichtet.

Nach den ersten Betriebsjahren erwies es sich jedoch der Einheitlichkeit wegen entsprechender, die Leitung der Bahnerhaltungsgeschäfte der ganzen Arlbergbahnstrecke Landeck—Bludenz in einer Section zu vereinigen. Demzufolge wurde am 1. Juli 1887 die seit 1884 bestandene Sectionseintheilung wieder aufgehoben, und die Überwachung und Ausführung des Bahnerhaltungsdienstes für die Strecke excl. Landeck incl. Bludenz unter Belassung der Bahnerhaltungs-Expositur in St. Anton, der Bahnerhaltungs-Section in Bludenz überwiesen.

Aus Tabelle 28 ist der ganze Bahnaufsichtsdienst, wie derselbe seither durchgeführt wird, zu ersehen.

Der Personalstand der Bahnerhaltungs-Bureaux bestand in den beiden Sectionen Landeck und Bludenz in der Zeit vom 1. September 1884 bis 1. Juli 1887, ausschliesslich des Expositursbeamten in St. Anton, aus je einem Vorstande, zwei zugetheilten technischen Beamten, einem Kanzlisten und einem Kanzleidiener.

Ab 1. Juli 1887 umfasste der Personalstand der Bahnerhaltungs-Section Bludenz ausser dem Expositursleiter in St. Anton, einen Vorstand, drei zugetheilte technische Beamte, zwei Kanzlisten und einen Kanzleidiener, ferner seit 1. Juli 1891 einen in Langen exponierten technischen Beamten, welchem die Überwachung und Ausführung der in der Strecke Langen—Bludenz auszuführenden Schutzbauten gegen Schneecabgänge und Steinschlag anvertraut sind.

**b) Bahnaufsicht auf
den Rampen.**

Die weitere Gliederung des Bahnaufsichts- und Bahnerhaltungsdienstes in der Strecke Landeck—Bludenz blieb seit der Betriebseröffnung mit Ausnahme ganz geringfügiger Verschiebungen unverändert.

Die Bahnmeister- und Wächterbezirke wurden den örtlichen Verhältnissen entsprechend eingetheilt.

Es sind daher auch die Bahnmeisterbezirke II und VI, welche die Strecken Wiesbergtunnel, Klausbachaquädukt oberhalb Flirsch (km 81·7—87·5), bzw. Gypsbruchobelbrücke oberhalb Dalaas bis incl. Plattentobel tunnel unterhalb Hintergasse (km 119·4—126·7) umfassen, die kleinsten Bezirke, da in diesen Streckentheilen nicht nur die bedeutenderen Bauobjecte, sondern auch die ungünstigsten Terrain- und geologischen Verhältnisse vorkommen.

In den übrigen wesentlich günstigeren Streckentheilen sind die Bahnmeisterbezirke entsprechend länger bemessen. Die Arlberg-tunnelstrecke von Wechsel Nr. 16 bzw. 17 in St. Anton bis zum Wechsel Nr. 1 bzw. 2 in Langen wurde gemeinsam zwei Bahnmeistern mit dem Titel »Tunnelmeister« zur Überwachung zugewiesen.

Die Streckenwächterbezirke sind ebenfalls den örtlichen Verhältnissen angepasst; deren Längen schwanken von 1000 m bis 1955 m, besitzen somit im Durchschnitt eine Länge von 1507 m.

In der Strecke Landeck—Bludenz sind ausschl. der in derselben liegenden Stationen 32 Streckenwächter und zwar auf jeder der beiden Rampenstrecken je 16 Wächter aufgestellt, die in eigenen an der Bahn gelegenen Wächterhäusern untergebracht sind.

In jeder Station sind je zwei Stationsweichenwächter und zwei Ablösewächter in Verwendung, die zur Hälfte die Stationsgeleisestrecken, soweit diese den Verkehrszwecken dienen, zur Aufsicht zugewiesen haben, und theils in einfachen, theils in doppelten Stationswächterhäusern ihre Unterkunft finden. Die den Streckenwächtern der Arlbergstrecke Landeck—Bludenz obliegenden dienstlichen Pflichten sind im allgemeinen jenen anderer Bahnwächter gleich; nur wird, um die Bahnaufsicht durch die Wächter wirksamer zu gestalten, ein Theil der denselben sonst zugehörigen Arbeiten, wie Gras- und Schnee-beseitigung im wesentlichen durch eigene Arbeitskräfte besorgt.

Schon zur Zeit der Betriebseröffnung der Strecke Landeck—Bludenz im Jahre 1884 wurde erkannt, dass für den Bahnaufsichtsdienst in dieser Strecke die Streckenwächter allein nicht genügen können, da deren Entfernung von einander, namentlich bei ungünstigen Witterungsverhältnissen sich als zu gross erwies, und gerade in diesen Zeitperioden, dort wo Steinschlag oder Schneeabgänge zu befürchten waren, eine unausgesetzte Streckenbegehung und Streckenaufsicht zur Erhöhung der Verkehrssicherheit unerlässlich erschienen.

Es wurden daher bereits nach Eröffnung der Strecke, dort wo es möglich war, zwischen zwei Streckenwächterposten ein oder mehrere sogenannte Lehnwächterposten eingeschaltet, von welchen die Posten Nr. III bis incl. XI beständig besetzt sind, während die übrigen nur bei ungünstigen Witterungsverhältnissen besetzt werden.

Die Lehnwächter sind nicht in Wächterhäusern untergebracht, sondern denselben sind für die Dauer ihrer Dienstesausführung an der Bahn gelegene, heizbare, fixe Signalwächterhäuschen zur Verfügung gestellt, die mit Glockenapparaten, Tisch und Sessel ausgerüstet sind.

Strecke	Stationen und Haltestellen	Bezirk der B.-E.-Section		Bahnmeister- Bezirk		Strecken- und Stationswächter- bezirke		Lehnen- wächterbezirke	
		bis	ab	Nummer	Länge in m	Nummer	Länge in m	Nummer	Länge in m
		1./VII. 1887							
		Länge in m							
O s t r a m p e	Landeck	ehemalige Section Landeck 39417·4 m	Section Innsbruck 756·4 m	Section Innsbruck		48	378·2	I II	1000 1100
						49	378·2		
	Landeck-Perfuchs					50	1277·8		
						51	1400·2		
						52	1300·8		
						52a	1465·1		
	Pians					53	242·7		
						54	242·6		
						55	1149·6		
	Wiesberg					56	1000·0		
						57	1300·0		
						58	1189·3		
	Strengen					59	231·7		
						60	231·7		
						61	1847·3		
	Flirsch					62	1877·3		
						63	234·0		
						64	234·0		
						65	1954·7		
	Schnaun					66	1900·0		
						67	1903·9		
	Pettneu					68	220·2		
						69	220·1		
						70	1853·8		
St. Jacob			71	1800·0					
			72	1926·7					
			73	288·4					
St. Anton			74	288·4					

in der Strecke Landeck—Bludenz.

Strecke	Stationen und Haltestellen	Bezirk der B.-E.-Section		Bahnmeister- Bezirk		Strecken- und Stationswächter- bezirke		Lehnen- wächterbezirke	
		bis	ab	Nummer	Länge in m	Nummer	Länge in m	Nummer	Länge in m
		1./VII. 1887							
		Länge in m							
Arlberg- tunnel		ehemalige Section Landeck 39417.4 m		IV	10604.2	—	—	—	—
	Langen	ehemalige Section Bludenz 25778.5 m		V	8892.3	75	237.9	III	1500
	Klösterle a./A.					76	237.8		
						77	1216.6		
						78	1300.0		
						79	1300.0	IV	1500
						80	1114.2		
	Danöfen					81	219.9	V	1100
						82	220.0		
				83	1545.9	VI	1100		
				84	1500.0	VII	1109		
	Dalaas			85	1622.6	VIII	1100		
				86	219.8				
				87	219.9				
				88	1837.7	IX	1200		
				89	1739.9	X	1100		
	Hintergasse			90	220.1				
				91	220.1	XI	800		
				92	1219.9	XII	1100		
				93	1300.0				
				94	1224.0				
				95	246.2				
	Bratz			96	246.2				
				97	1483.6				
				98	1600.0				
				99	1600.0				
				100	1471.8				
	Bludenz			74V.	444.9				
				73V.	445.0				

Die Lehnwächter haben bei normalen Witterungsverhältnissen den ihnen zugewiesenen Bezirk, der mit den Streckenwächterbezirken nicht zusammenfällt, täglich achtmal zu begehen, während der Streckenwächter nur eine viermalige Streckenbegehung in 24 Stunden durchzuführen hat. In jenen Strecken, wo Lehnwächter aufgestellt sind, findet daher durch diese und die Streckenwächter eine täglich zwölfmalige Streckenbegehung statt. Während der Dauer ungünstiger Witterungsverhältnisse hat jedoch der Lehnwächter die ihm zugewiesene Strecke unausgesetzt zu begehen bzw. sich an gefährdeten Stellen aufzuhalten.

Den Lehnwächtern obliegt hauptsächlich die Beaufsichtigung und Bewachung der einzelnen Berglehnen; sie haben jedoch auch sonst den Obliegenheiten der Streckenwächter nachzukommen.

Die Institution der Lehnwächter hat sich nach den gemachten Erfahrungen in der Zeit des zehnjährigen Betriebes nicht nur als zweckentsprechend, sondern geradezu als unerlässlich erwiesen.

Neben diesen Lehnwächtern, welchen bestimmte Streckentheile zur Beaufsichtigung zugewiesen sind, werden jedoch noch andere Streckentheile, in denen sich steinschlägige Lehen etc. befinden zu Zeiten andauernder und heftiger Niederschläge durch besondere Wachorgane beaufsichtigt, eine Einrichtung, welche sich auch in Fällen von Holzbringungen, Felsabräumungen und Übersteigungen als notwendig herausstellte.

So ergibt sich in strengen schneereichen Wintern, namentlich in den zwei ersten Jahresmonaten die Nothwendigkeit, in der Strecke Langen—Dalaas an der im Thale führenden Reichsstrasse bei Tage eigene sogenannte Lawinenwächter aufzustellen.

Diese Aufsichtsorgane, die von ihrem Beobachtungsposten die ganzen Berghänge, an denen die Bahntrasse führt, leicht und gut übersehen können, haben die Aufgabe, wahrgenommene Schneeabgänge in den Höhen und den Wiedereintritt der Ruhe dem am Bahnkörper postierten sonstigen Bahnaufsichtspersonale mittelst eigener Hornsignale bekannt zu geben.

Auch diese Einführung hat sich, namentlich in den schneereichen Winterperioden der Jahre 1888, 1889 und 1893 sehr bewährt.

Die Dienst- und Ruhezeit der Strecken- und Lehnwächter sowie deren Ablöser war in der Zeit vom September 1884 bis 1. Jänner 1891 verschieden von jener, wie sie dermalen noch in Übung ist. In der ersteren Zeit hatten drei Strecken- oder drei Lehnwächter je einen gemeinsamen Ablöser und wurden nach 24stündiger Dienstleistung

auf sechs Stunden abgelöst, während der Ablösewächter nach 18stündiger Dienstzeit 12 Stunden Ruhezeit genoss.

Nach dem 1. Jänner 1891 haben je zwei Strecken- oder zwei Lehnwächter einen gemeinsamen Ablöser. Erstere werden nach 21 Stunden Dienstzeit auf neun Stunden abgelöst, während deren Ablöser nach 18 Stunden Dienstleistung 12 Stunden Ruhezeit hat. Die Lehnwächter und deren Ablöser, die alle im Thale in Privatwohnungen untergebracht sind, haben dagegen die gleiche Dienst- und Ruhezeit, nämlich nach je 24 Stunden Dienst 12 Stunden frei.

Seit dem Jahre 1890 wird den Strecken- und Lehnwächtern sammt deren Ablösern ausser der turnusgemässen dienstfreien Ruhezeit noch an einem Sonn- oder Feiertage jeden Monates eine freie Zeit von abwechselnd 3 oder 6 Stunden als Sonntagsruhe gewährt, wodurch jeder derselben an einem Sonn- oder Feiertage im Monate in der Zeit von 6 Uhr Früh bis 6 Uhr Abends dienstfrei ist.

Eine solche Sonntagsruhe wird auch einmal im Monat jedem Bahn- und Tunnelmeister, sowie dem gesammten Bureau- und Beamtenpersonale turnusgemäss gewährt.

Der Wirkungskreis und die dienstlichen Obliegenheiten der Streckenbahnmeister sind jenen in anderen Strecken gleich.

Die stete und gründliche Überwachung und Übersteigung der sämtlichen die Bahntrasse beeinflussenden Berggehänge, die von den Streckenbahnmeistern nicht allein besorgt werden können, wurden einem eigenen Bahnmeister als »Lehnmeister« übertragen.

Da der ausgedehnte Bahnbesitz in der Strecke Landeck—Bludenz und namentlich jener von Langen bis Bludenz zum Schutze der Bahn eine gründliche forstwirtschaftliche Behandlung erfordert, so ist hierfür ein forsttechnisches Organ als Bahnmeister aufgestellt.

Die forstliche Bewirtschaftung geschieht auf Grund von Wirtschaftsplänen, die von den staatlichen Forstorganen auf Kosten der Bahn aufgestellt werden.

Was den Bahnaufsichtsdienst im Arlbergtunnel betrifft, so ist derselbe naturgemäss wesentlich verschieden von jenem der Rampenstrecken.

c) **Bahnaufsicht im Arlbergtunnel.**

In den nachstehenden zwei Tabellen 29 und 30 ist die innere Ausgestaltung des Arlbergtunnels in betriebstechnischer Hinsicht dargestellt.

Hiezu wäre nur noch zu bemerken, dass in den neun kleinen Tunnelkammern je ein elektrischer Glocken- und Telephonapparat aufgestellt ist, und die Kammer 5 überdies noch als Einrichtung

Tabelle 29.

Uebersicht der Streckenbegehungen im

Bezeichnung der Objecte		Entfernungen in m				Begehungszeiten							
		einzeln	der kleinen Kammern	der grossen Kammern	der Theilstrecken	1							
						Nacht		Tag		Nacht			
						12 1 3 4	6	12 7 9 10	1 3 4	6	12 7 9 10	1 3 4	6
Aufnahme- gebäude	St. Anton	—											
Ausfahrts- wechsel	St. Anton	295·5			519·3								
Mechan. Distanzsign.	rechts	205·0											
Portal- wächterhaus	links	4·3											
Tunnel-Ostportal		14·5											
Vorsignal rechts		336·0			4114·2								
Kleine Kammer 1	rechts	803·8	1139·8										
Kleine Kammer 2	rechts	1012·0	1012·0	3432·8									
Kleine Kammer 3	rechts	988·7	988·7										
Grosse Kammer I	links	292·3			3410·7								
Gefällsbruch 2‰/100 15‰/100		681·4	992·2										
Kleine Kammer 4	rechts	18·5											
Kleine Kammer 5	rechts	1009·6	1009·6										
Durchschlagstelle		369·2			6135·7								
Kleine Kammer 6	rechts	731·8	1101·0										
Grosse Kammer II	links	600·2											
Kleine Kammer 7	rechts	394·3	994·5										
Kleine Kammer 8	rechts	1004·7	1004·7		3406·4								
Kleine Kammer 9	rechts	993·8	993·8										
Petarden- vorrichtung	links	306·6											
Vorsignal links		205·0	1013·6										
Tunnelwestportal		502·0											
Portal- wächterhaus	rechts	14·1											
Einfahrts- wechsel	Langen	116·4			337·8								
Aufnahme- gebäude	Langen	207·3											

Arlbergtunnel durch die Tunnelwächter.

2				3				4			
Tag		Nacht		Tag		Nacht		Tag		Nacht	
12	6	12	6	12	6	12	6	12	6	12	6
7 9 10	1 3 4	7 9 10	1 3 4	7 9 10	1 3 4	7 9 10	1 3 4	7 9 10	1 3 4	7 9 10	1 3 4

einen hölzernen Tisch, eine Pritsche, zwei Sessel und eine Wanduhr aufweist.

In den beiden grossen Kammern I und II sind je ein Maximum- und Minimum-Thermometer, ein Barometer, Oberbaureservematerialien, Oel- und Petroleumständer, Fackeln und irdene Trinkgeschirre für die Benützung der im Tunnel gefassten Quellen untergebracht.

Mit der besonderen Tunnelüberwachung ist, wie bereits erwähnt, der in St. Anton von der Section exponierte technische Beamte betraut.

Der sonstige Bahnaufsichts- und Erhaltungsdienst wird durch zwei Bahnmeister (Tunnelmeister), zehn Tunnelwächter und zwei Arbeiterpartieen von je 20—25 Mann besorgt.

Die beiden Tunnelmeister versehen jeder je eine Woche abwechselnd den inneren und äusseren Tunneldienst. Der Dienst wird jeden Montag Früh gewechselt. (Tabelle 30 b.)

1. Obliegenheiten der Tunnelmeister.

Der Tunnelmeister welcher den inneren Dienst zu versehen hat, muss beim Eintritt der Tunnelarbeiterpartieen um 6 Uhr Früh entweder in St. Anton oder Langen am Portale sein, um den rechtzeitigen Arbeitsantritt überwachen und allfällige Aufträge geben oder Verfügungen treffen zu können.

Im Laufe jeden Tages hat dann dieser Tunnelmeister den Tunnel zu Fuss von St. Anton bis Langen oder umgekehrt zu begnhen, hiebei die Dienstesverrichtungen der Wächter und Arbeiterpartieen zu controlieren, die Tunnelmauerung und den Oberbau zu besichtigen, in den beiden grossen Tunnelkammern die vorgeschriebenen Barometer- und Thermometer-Ablesungen und deren Eintragung durchzuführen, sowie die Dienstbücher der Tunnelwächter einzusehen.

Bei den im Tunnel beschäftigten Arbeiterpartieen hat der Tunnelmeister längere Zeit zu verweilen und deren Arbeiten zu überprüfen, sowie die für die Verrechnung nöthigen Daten vorzumerken.

Über alle täglichen Vorkommnisse berichtet der Tunnelmeister durch die Bahnerhaltungs-Expositur an seine vorgesetzte Section.

Der Tunnelmeister, der den äusseren Dienst zu versehen hat, muss in der Woche 2—3 mal mit einem von der Expositur oder Section zu bezeichnenden Zuge den Tunnel bei Nacht durchfahren, um hiebei die Wächter zu controlieren, wobei er insbesondere auch die Portalwächter zu besuchen und sich in deren Controlbuche zu unterschreiben hat. Diese Wächter werden auch täglich durch den tunneldiensthabenden Tunnelmeister revidiert.

Die Ausgabe von Verbrauchsmaterialien wie Öl, Petroleum, Oberbaukleinmaterial etc., in St. Anton oder Langen, die Beaufsichtigung aller bei Tage auszuführenden Arbeiten sowie die Abnahme der periodischen

Prüfungen der Tunnelwächter und deren Ablöser hat der im äusseren Dienste stehende Tunnelmeister zu besorgen.

Ausserdem sind noch nachfolgend angeführte Arbeitsleistungen zwischen 20. und 30. jeden Monats, bezw. viertel- und halbjährlich von einem der beiden Tunnelmeister durchzuführen u. zw.:

1. Fahrt mit dem Durchfahrtsprofil am linken Geleise von St. Anton gegen Langen und am rechten zurück von Langen bis St. Anton. Bei vorkommenden Streifungen ist sofort an der betreffenden Stelle die Entfernung des Geleises zu prüfen, und, falls diese richtig ist, durch Abspitzen des betreffenden Steines die Streifung zu beheben, sonst aber das Geleise sofort zu rücken.

2. Fahrt mit der Schablone für die Geleiseentfernung mit einem Minimalabstand von 1.89 m. Alle hiebei vorgefundenen zu engen Stellen müssen sofort durch Rücken der Geleise auf die normale Entfernung gebracht werden, nach welcher Verrichtung diese Stelle zur Controle nochmals mit der Geleiseentfernungs-Schablone zu untersuchen ist.

3. Untersuchung der beiden Tunnelgeleise hinsichtlich ihrer Höhenlage mit der Wasserwage in der Weise, dass wenigstens 10 Proben pro Kilometer gemacht und notiert werden müssen. Alle dabei vorgefundenen Fehler über 5 mm sind sofort zu beheben.

4. Untersuchung des Petardensignales nächst dem Tunnelwestportale hinsichtlich dessen Explosionsfähigkeit durch Überfahren mit einem Güterzuge; ferner

5. Vierteljährige Messungen sämtlicher Widerlagerbolzen und Vormerkung der Ergebnisse. Bei Messungsdifferenzen von über 2—3 mm ist dies sofort vom Tunnelmeister seiner vorgesetzten Dienstesstelle zu melden, und der betreffende Ring ist sogleich mit Leitern eingehend zu untersuchen.

6. Vierteljährige Messung des linken Schienenstranges hinsichtlich Lage und Höhe gegen die betreffenden Widerlagerbolzen und Vormerkung der Ergebnisse. Hiebei sind Differenzen von mehr als 15—20 mm gegen die frühere Messung auf ihre Ursache zu untersuchen.

7. Bei der halbjährlich durchzuführenden Untersuchung des Tunnelmauerwerkes mit dem Tunneluntersuchungs-Gerüstwagen, welche von einem technischen Beamten geleitet wird, hat einer der Tunnelmeister ebenfalls Theil zu nehmen.

2. Obliegenheiten der Tunnelwächter.

Der Wächterdienst im Tunnel wird durch zehn Tunnelwächter besorgt, von denen je fünf in St. Anton und in Langen untergebracht sind.

Jeder Tunnelwächter hat in fünf aufeinanderfolgenden Wochen drei Wochen Tunneldienst und zwei Wochen Portaldienst, welcher letzterer sich wieder in eine Woche Tag- und in eine Woche Nachtdienst trennt. (Tabelle 30 a).

In Tabelle 29 ist die Durchführung der Tunnelbegehungen innerhalb eines Turnus von vier Tagen dargestellt.

Jeder der drei diensthabenden Wächter hat sieben Stunden Dienst und hierauf folgend elf Stunden frei. Die Dienstantrittszeiten dieser Wächter sind:

6 Uhr Früh, 12 Uhr Mittag
6 Uhr Abends, 12 Uhr Mitternacht.

Die entsprechenden Dienstesaustrittszeiten sind:

1 Uhr Nachmittag, 7 Uhr Abends
1 Uhr Mitternacht, 7 Uhr Früh.

Die Tunnelbegehungen werden von je einem Wächter vom Ost- und vom Westtunnelportale aus gleichzeitig angetreten; die Begehungszeiten sind so gewählt, dass die den Tunnel verlassenden Wächter zwischen dem 1. und 2. bzw. 8. und 9. Tunnelkilometer die neueingetretenen Wächter begegnen; demnach steht die Tunnelröhre unter fortwährender Aufsicht.

Da ferner an den beiden Tunnelportalen durch die Wächter Tag und Nacht der Portaldienst ausgeübt wird, so ist der Tunnel gegen das Eindringen von Unberufenen wirksam geschützt.

Die Tunnelbegehungen werden von beiden Portalen aus gegen die Mitte des Tunnels (kleine Kammer 5) zu in gleichmässigem Tempo ausgeführt, ebenso der Rückgang von dort gegen die Portale.

Jede Hin- oder Rückbegehung benöthigt 3 Stunden, somit hat jeder Wächter eine Wegstrecke von 1666 m in einer Stunde oder von 27·7 m in der Minute zurückzulegen.

Jeder Tunnelwächter muss sich vor Antritt des Dienstes bei dem im Dienste stehenden Verkehrsbeamten in der Sation St. Anton bzw. Langen behufs Übernahme des Wächterdienstbuches und Richtigstellung der eigenen Dienstuhr melden, wobei dem Wächter von diesem Beamten allfällige besondere Vorkommnisse mitzutheilen sind.

Die bis zum Abgange des Wächters bekannten Änderungen im Zugverkehr sind im Wächterdienstbuche vom diensthabenden Beamten einzutragen.

Von solchen Notizen hat der Tunnelwächter sowohl den Portalwächter, als die Vorarbeiter der im Tunnel befindlichen Arbeiter oder die eventuell allein arbeitenden Arbeiter zu verständigen, und bei dieser Gelegenheit auch stets die Uhrenvergleiche vorzunehmen.

Am Portale hat sich der sich in den Tunnel begebende Wächter mit folgenden Gegenständen auszurüsten:

1. mit einer gefüllten und reingeputzten runden Signallaterne,
2. mit einem Signalhorne,
3. mit einer Knallsignalbüchse mit acht Knallkapseln (auf der Tunnelwestseite müssen auch zwei Kapseln für das Petardensignal in die Büchse genommen werden),
4. mit einem Schraubenschlüssel.

Weiters führt der Wächter zum Schutze gegen die Rauchgase einen Mundschwamm mit sich.

So ausgerüstet hat der Wächter den Tunnel zu betreten und in demselben am linken Geleise hinein am rechten herauszugehen. Der Wächter hat hiebei zu beobachten, ob sich keine Veränderungen am Oberbau zeigen, ob grössere Steine oder sonstige Gegenstände zu nahe oder auf dem Geleise liegen und hat etwaige Anstände zu beseitigen.

Die im Tunnel in Durchführung begriffenen Arbeiten sind eingehend zu überprüfen.

Weiters hat der Wächter insbesondere bei reiner Luft im Tunnel die Widerlager und das Gewölbe zu untersuchen und zu beobachten, ob nirgends ein Herabfallen von Mörtel oder Steinen stattfand. Sollte ein Wächter am Schotterplanum Steine oder Mörtelstücke finden, welche vermuthen lassen, dass diese von der Mauerung abgefallen sind, so ist der Fundort genau zu bezeichnen und die vorgefundenen Stücke sind in der nächsten Nische zu hinterlegen. Beim Dienstaustritte ist hievon sogleich die Meldung dem Tunnelmeister zu erstatten, und wenn eine Gefahr zu befürchten ist, sind sogleich die nächste Arbeitspartie und der Tunnelmeister sowie die Bahnerhaltungsexpositur zu verständigen.

Der Wächter hat das Vorsignal und die Kilometerlaternen, auf der Westseite auch das Petardensignal zu untersuchen und in Stand zu setzen.

Der Wächter hat ausserdem die Verpflichtung, jene Kilometerlaternen, an welchen er bei seiner Begehung vorüberkommt, zu reinigen oder bei schlecht brennenden Lampen den Mangel sofort zu beheben; u. zw. beim Gange in den Tunnel die Laternen am linken Geleise und beim Rückwege jene am rechten Geleise.

Das Füllen der Kilometerlaternen hat jener Wächter zu besorgen, welcher um 12 Uhr Nachts den Dienst im Tunnel antritt.

Der Wächter hat stets auf die Glockensignale zu achten und fehlerhaftes Functionieren der Apparate dem Tunnelmeister sowie dem diensthabenden Verkehrsbeamten zu melden.

Trifft der Wächter auf seinem Gange Arbeiter, so hat er einmal im Tage die Zahl derselben festzustellen und diese als auch die Art der Arbeiten und die Arbeitsstelle in seinem Dienstbuche vorzumerken. Er hat ferner nachzusehen, ob die Arbeiter ihre Arbeitsstellen durch Signale vorschriftsgemäss gedeckt haben.

Trifft der Wächter im Tunnel eine Person, die den Tunnel nicht betreten darf, so muss er dieselbe sofort aus dem Tunnel bringen und dem diensthabenden Verkehrsbeamten zur weiteren Amtshandlung übergeben.

Den Tunnel dürfen nur Tunnelwächter, Tunnelmeister, Telegrafistenmeister und die Bahnerhaltungsbeamten durchgehen. Personen, welche unter Begleitung von berechtigten Bahnorganen den Tunnel besichtigen wollen oder in demselben eine dienstliche Verrichtung zu besorgen haben, müssen hiezu mit einem Erlaubnisscheine der k. k. Staatsbahndirection in Innsbruck versehen sein.

Der Tunnelwächter hat jeden den Tunnel durchfahrenden Rollwagen anzuhalten, sich von dem Vorhandensein des Passierscheines und der vorschriftsmässigen Signalisierungsmittel zu überzeugen, sowie die Nummer, den Ausstellungsort des Passierscheines, und den Namen des verantwortlichen Leiters der Rollwagenfahrt in sein Dienstbuch einzutragen.

Die Wächter haben beim Gange aus dem Tunnel jeden Glockenapparat aufzuziehen.

Bei der Durchfahrt von Zügen hat der Tunnelwächter ausser auf die vom Zuge aus gegebenen Signale noch auf Folgendes zu achten:

a) bei den Personenzügen: ob

1. die Signalisierung an der Spitze und am Schlusse des Zuges vorschriftsgemäss ist,
2. sich geöffnete Wagenthüren im Zuge befinden,
3. sich von den einzelnen Fahrzeugen Bestandtheile losgelöst haben oder solche nachgeschleift werden;
4. keine aussergewöhnliche Bewegung an den Wagen wahrzunehmen ist.

b) bei den Lastzügen: ob ausser dem Vorgenannten

1. bei offen verladenen Wagen, besonders bei Bretterladungen etc. keine auffallende Verschiebung erkenntlich ist,
2. bei Viehtransporten das Vieh gehörig eingeschlossen ist,
3. nichts Feuerverdächtiges an den Fahrzeugen zu erschen ist, und
4. bei der Bergfahrt die Räder nicht geschleift werden.

Wenn derartige Vorfälle eintreten so hat der Wächter mit Laterne und Signalhorn das Haltsignal zu geben. Der Zug ist vom Wächter auch anzuhalten, wenn die Spitze des Zuges anstatt mit weissem mit rothem Lichte gekennzeichnet ist (auch wenn nur eine Laterne rothes Licht zeigt), oder wenn dieselbe gar kein Licht aufweist.

Ausser diesen Fällen hat der Tunnelwächter noch das Haltsignal zu geben: wenn

1. ein Zugsbegleiter das Haltsignal gibt,
2. ein Zug passiert, der nicht angesagt ist.
3. der Zug unrichtig signalisiert oder das Signal »Alle Züge aufhalten« gehört wurde,
4. der Wächter wegen abbröckelnder Mauerwerkstheile oder sonstiger Gebrechen am Unter- oder Oberbau eine Gefahr für den Verkehr erkennt,
5. bei einem gefundenen Schienenbruche,
6. sofort nach Passierung jedes Zuges und zwar fünf Minuten lang,
7. wenn ein Zug länger als fünf Minuten stehen bleibt.

In diesem letzteren Falle ist der Zug vom Stockmann nach rückwärts, vom Wächter nach vorwärts zu decken.

Falls auch das zweite Geleise nicht oder nur zweifelhaft befahrbar wäre, ist dasselbe ebenfalls beiderseits zu decken.

Wenn zur Abgabe des Haltsignales die Signallaterne und das Signalhorn nicht genügend sicher erscheinen, sind Knallsignale und zwar mindestens zwei Stück zu verwenden. Wenn thunlich können in solchen Fällen auch die Kilometerlaternen zu Haltsignalen verwendet werden.

Um von Seite der beiden Stationen St. Anton und Langen den im Tunnel befindlichen Wächtern Mittheilungen geben und diese in der Ausübung ihres Dienstes überwachen zu können, haben sich die Tunnelwächter in der Zeit von 6 Uhr Früh bis 7 Uhr Abends, telephonisch den genannten Stationen zu melden und zwar die von St. Anton ausgehenden Wächter beim Hingange in den Kammern 1, 3 und 5 beim Rückwege in den Kammern 4 und 2 unter Aufruf der Station St. Anton; der von Langen aus in den Tunnel eintretende Wächter meldet sich dieser Station telephonisch von den Kammern 8, 6, 5 und auf dem Rückwege von den Kammern 7 und 9 aus.

In den Nachtstunden von 7 Uhr Abends bis 6 Uhr Früh haben sich die Wächter nur in Kammer 5 an die Station St. Anton und

Langen zu melden und zwar beim Eintritte in diese Kammer, sowie beim Abgang aus derselben.

In der Kammer 5, wo die beiden gleichzeitig in den Tunnel eingetretenen Wächter zusammentreffen, halten dieselben eine Stunde Rast, tauschen die Mittheilungen über den Zugsverkehr, sowie ihre bis dahin vollständig ergänzten Dienstbücher aus.

In diese Bücher hat der Wächter ausser den bereits erwähnten noch die nachstehenden Eintragungen zu machen: Die vorgefundenen Rauch- und Luftverhältnisse, die Zeit, wann ein Glockensignal gehört wurde, unter Angabe des Signales, die Zeit, das Kilometer und den Standort, wann bezw. wo ein Zug den Tunnel passierte, unter Bezeichnung der Zugnummer, ferner Ankunft und Abgang aus der Kammer 5, alle telephonischen Meldungen unter Anführung des Gegenstandes, von Zeit und Ort, den Namen und Dienstcharakter jeder den Tunnel zu Fuss passierenden Person, und schliesslich jedes sonstige besondere Vorkommnis, sowie die Bezeichnung aller gefundenen Gegenstände.

Die aus dem Tunnel tretenden Wächter haben den ihnen begegnenden neu eingetretenen Wächtern von allfälligen Vorkommnissen Mittheilung zu machen.

Sowohl bei dem Gange in den Tunnel als aus demselben haben die Wächter im Winter den Vereisungen gehörige Aufmerksamkeit zu schenken, und innerhalb der Vorsignale, bei vorgefundener grösserer Mächtigkeit von der nächsten Kammer aus sogleich den Portalswächter telephonisch zu verständigen.

Nach Ankunft am Portale hat der Tunnelwächter dem Portalswächter vom Dienstaustritte in Kenntniss zu setzen und sich beim diensthabenden Verkehrsbeamten unter Abgabe seines Dienstbuches zu melden.

Die Tunnelwächter, bezw. auch die Tunnelmeister, sowie die im Tunnel arbeitenden Arbeiterparteien haben im Falle als sie im Tunnel ganz aussergewöhnlich bedrohliche Rauchverhältnisse antreffen, die Begehung nicht weiter fortzusetzen, bezw. die Arbeit nach Fahrbarmachung der Arbeitsstelle einzustellen, Tunnelstrecken mit besserer Luft aufzusuchen, und wenn nothwendig den Tunnel ganz zu verlassen, hievon jedoch vorher die Stationen St. Anton und Langen telephonisch zu verständigen.

Jeder Tunnelwächter und jeder Tunnelmeister wird bei Vorkommen sehr ungünstiger Rauch- und Windverhältnisse über Anord-

nung der Bahnerhaltungs-Expositur in St. Anton bei seinem Tunnel-controlgange von einem rüstigen, mit dem Tunneldienst vollkommen vertrauten Oberbauarbeiter begleitet, der mindestens 24 Stunden vorher nicht im Tunnel war, also gegen den Tunneleinfluss voraussichtlich widerstandsfähiger und daher im Falle der Erkrankung des betreffenden Wächters oder Tunnelmeisters zuversichtlich im Stande ist die eventuelle Bergung der Erkrankten und die telephonische Verständigung der Stationen St. Anton und Langen zu veranlassen.

3. Obliegenheiten der
Tunnelarbeiter.

Die im Tunnel beschäftigten Arbeiterparteien, die unter Führung eines Partieführers oder Vorarbeiters stehen, erhalten ihre täglichen Arbeitszuweisungen vom Tunnelmeister.

Beim Dienstantritte am Portale hat der Partieführer oder Vorarbeiter, nachdem er sich vorher beim Portalwächter über den Zugverkehr und sonstige Tunnelvorkommnisse informierte, sämtliche zur Arbeit erschienenen Arbeiter namentlich in seinem Vormerkbuche zu verzeichnen und hierauf mit denselben den Gang in den Tunnel zur Arbeitsstelle derart anzutreten, dass er an der Spitze die Partie führt, während am Schlusse derselben ein von ihm bezeichneter älterer Tunnelarbeiter, der mit den Tunnelverhältnissen vollkommen vertraut ist, oder der Vorarbeiter folgt.

Vor Beginn der Arbeiten ist die Arbeitsstelle durch viereckige, dreischeinige, weisses Licht zeigende Handlaternen zu kennzeichnen, die 200 m von der Arbeitsstelle beiderseits in den nächstgelegenen Nischen an Gewölbescheitel aufgehängt werden. Der die Arbeiterpartie leitende Partieführer oder Vorarbeiter hat vorher von der, der Arbeitsstelle zunächstliegenden Kammer die Stationen St. Anton und Langen telephonisch aufzurufen und unter Bekanntgabe seines Namens, sowie der Nummer der Kammer den Beginn der Arbeit und den Ort der Arbeitsstelle zu melden.

Die Beendigung der Arbeit oder eine Änderung der Arbeitsstelle ist gleichfalls von den Partieführern oder Vorarbeitern telephonisch den genannten beiden Stationen zu melden.

Hierauf ist die Deckung der Arbeitsstelle durchzuführen und erst dann darf mit den Arbeiten begonnen werden. Die Arbeiterparteien müssen zur Zeit, als das Glockensignal für zu erwartende Züge eintreffen soll, unter allen Umständen mindestens 15 Minuten vor Passierung des Zuges an der Arbeitsstelle die Arbeit soweit beendet haben, dass hiedurch der Zugverkehr nicht behindert wird. Zu dieser Zeit müssen sie die Arbeitsstelle verlassen und sich in den nächstgelegenen Nischen oder Kammern sichern, nachdem vorher noch die Werkzeuge beseitigt und die Schienen von Sand freigemacht wurden.

Das Gleiche hat auch zu geschehen, wenn für einen fahrplanmässigen Zug ein Glockensignal nicht einlangt oder ein solches überhört wurde.

Über den nicht regelmässigen Zugverkehr werden die Arbeiterparteien ausser durch die Mitteilungen der Portalwächter beim Arbeitsantritte auch noch durch die Tunnelwächter auf Grund von Laufzetteln der Stationen St. Anton oder Langen, sowie durch die Glockensignale verständigt.

Nur in solchen Ausnahmefällen, wo nicht genügende Zeit zur Verfügung steht, um alle im Tunnel befindlichen Wächter und Arbeiterparteien von der Einleitung oder Absage eines Zuges durch Laufzettel in verlässlicher Weise verständigen zu können, darf hiezu als Verständigungsmittel das Telephon verwendet werden.

Die Partieführer oder Vorarbeiter der Tunnelparteien sind verpflichtet, in solchen Tunnelstrecken, wo erfahrungsgemäss immer eine grössere Rauchansammlung stattfindet, die Arbeiten derart vorzunehmen, dass jede Unterbrechung des Geleises in der kürzesten Zeit behoben werden kann.

Seitens der Tunnelarbeiter kann das Tunneltelephon zur Verständigung der Stationen St. Anton und Langen noch in folgenden Fällen verwendet werden:

- a) Wenn Gebrechen am Unter- oder Oberbau eintreten, die den Zugverkehr behindern, und diese Gebrechen voraussichtlich nicht bis 15 Minuten vor dem Eintreffen des nächsten Zuges an der betreffenden Stelle behoben werden können,
- b) gelegentlich der Behebung von Verkehrsstörungen im Tunnel zur Herbeirufung von Arbeitern, Werkzeug und Materiale,
- c) im Falle ein erwarteter Zug 15 Minuten nach der fahrplanmässigen Zeit, zu welcher derselbe an der Arbeitsstelle eintreffen sollte, an dieser nicht eingelangt ist, und für den Zug auch kein Glockensignal vernommen wurde.

In diesem Falle hat der Partieführer oder Vorarbeiter bei jener Station, von welcher der Zug erwartet wird, anzufragen, wie gross dessen Verspätung ist, und zu welcher Zeit die Abfahrt des betreffenden Zuges erfolgen wird.

- d) Im Falle der plötzlichen schweren Erkrankung einer Person im Tunnel, um die ehestmögliche Entfernung des Erkrankten aus dem Tunnel zu bewirken. Hievon ist jene Station zu verständigen, von welcher der nächste Zug in den Tunnel abgelassen wird, damit der Erkrankte diesem Zuge beigegeben werden kann.

Ist der Transport des Kranken mit einem Rollwagen noch vor einem solchen Zuge möglich, so ist ein solcher telephonisch zu verlangen.

4. Obliegenheiten der
Portalwächter.

Der Wächterdienst an den beiden Tunnelportalen wird in Tag- und Nachtportaldienst eingetheilt. Ersterer dauert von 6 Uhr Früh bis 6 Uhr Abends, letzterer von 6 Uhr Abends bis 6 Uhr Früh.

Nachdem jeder Tunnelwächter drei Wochen inneren Tunneldienst ausgeübt hat, tritt er die nächstfolgende Woche den Tagesportaldienst an, um sich während desselben durch die volle Nachtruhe wieder zu erholen, worauf als Übergang zu dem inneren Tunneldienste in der folgenden Woche der Nachtportaldienst zu versehen ist.

Die fünfwöchentliche Diensttour beginnt immer an einem Montag Früh um 6 Uhr mit der ersten Tunnelbegehung, und der Übergang vom Nachtportaldienst zum Tunneldienst wird derart bewirkt, dass der Tunnelwächter in der letzten Nachtportaldiensttour am Sonntag der fünften Woche durch einen geprüften und beeideten Arbeiter ersetzt wird.

Jeder Portalwächter hat strenge darauf zu sehen, dass keine unberufenen Personen den Tunnel betreten.

Die Wächter müssen ferner ihr volles Augenmerk darauf richten, dass kein Zug mit falschem Signale oder ohne Signalisierung der Spitze und des Endes des Zuges in den Tunnel einfährt; in solchen Fällen muss der Zug durch den Portalwächter angehalten werden, ebenso wenn sonst Unregelmässigkeiten in den Ladungen oder Gebrechen am Zuge zu beobachten wären.

Die Portalwächter haben einen aus dem Tunnel fahrenden Zug bei starker Rauchausströmung und bei Stellung des Distanzsignales auf »Halt« mit Knallsignalen aufzuhalten.

Sie haben die Rollen der Zugleitungen der mechanischen Distanz-Vorsignal- und Petarden-Signaleinrichtungen in der Woche wenigstens zweimal zu reinigen und einzuölen, sowie täglich zu untersuchen. Im Winter müssen diese Leitungen wegen Eisbildung so oft als möglich von den Portalwächtern untersucht und gereinigt werden. Die letzteren haben auch das Abschlagen des Eises in den ersten 300 m des Tunnels vom Portale ab zu besorgen, insolange die Temperatur nicht unter $- 8^{\circ}\text{C}$ fällt.

Jeder Portalwächter hat täglich in einer vom Tunnelmeister zu bestimmenden Zeit bis 300 m in den Tunnel die Schrauben und Nägel des Oberbaues zu untersuchen und anzuziehen, bezw. nachzutreiben.

Es ist ferner strenge darauf zu sehen, dass kein Vieh in der Nähe der Portale innerhalb der Bahngrenzen gelange und dass in der Nähe der Portale strenge Reinlichkeit herrsche.

Die Distanz- und Vorsignale sind in Stand zu halten.

Die Portalwächter haben ihre Dienstbücher genau so zu führen wie die Tunnelwächter. Insbesondere sind in diese Bücher alle Windverhältnisse, die Stärke des Rauchaustrittes aus der Tunnelröhre, der Ein- und Austritt der Tunnelwächter, Arbeitspartien und anderer Personen, sowie die Ein- und Ausfahrt von Rollwägen einzutragen.

Bei den Arbeitspartien ist die Zahl der Arbeiter im Dienstbuche zu verzeichnen.

In den Tabellen 31 und 32 sind die Ausgaben in den ersten zehn Betriebsjahren für den Streckendienst und die Bahnaufsicht in der Strecke Landeck bis Bludenz ausgeworfen. d) **Kosten der Bahnaufsicht.**

Da für die Ostrampenstrecke Landeck bis incl. St. Anton für die Jahre 1884 und 1885 die bezüglichen Rechnungsbeläge nicht mehr vollständig vorhanden sind, so konnten die Daten für diese beiden Jahre nicht gebracht werden.

Die Ausgaben für Streckendienst betreffen grösstentheils die persönlichen Bezüge.

Die Steigerung der Beträge in den einzelnen Jahren rühren im Allgemeinen von den vorgekommenen Vorrückungen und Beförderungen des hiehergehörigen Personales, von den demselben gewährten Zulagen, Remunerationen etc. her. Eine weitere Steigerung dieser Ausgaben für die Westrampe, wurde durch die im Jahre 1887 erfolgte Bestellung eines Lehnenmeisters für diese Strecke hervorgerufen.

Die Verminderung der Ausgaben in der Ostrampenstrecke, ab 1. Juli 1887, war bedingt durch die mit diesem Zeitpunkte erfolgte Auflösung der bis dahin bestandenen k. k. Bahnerhaltungs-Section in Landeck und der hieraus sich ergebenden Personalverminderung.

Über Zulagen, Prämien etc. für das Streckenaufsichtspersonale sei hier nur noch erwähnt, dass jeder der in der Strecke Landeck—Bludenz bediensteten Bahnmeister jährlich 50 fl. als Theuerungszulage und 120 fl. als Reisepauschale erhält, welch letzteres für den Lehnenmeister mit 180 fl. festgesetzt ist.

Die beiden Tunnelmeister beziehen pro Jahr ausserdem noch je 142 fl. als sogenannte Tunnelzulage.

Die Tunnelwächter erhalten an Zulagen monatlich je 10 fl. als Theuerungs- und Tunnelzulage, die Strecken-, Lehnen- und Ablösewächter monatlich je 2 fl. 40 kr. als Theuerungszulage. Ausserdem erhalten 24 Streckenwächter monatlich je 3 fl. Localzulage, 4 Halte-

Tabelle 31.

Ausgaben für den

		S t r e c k e n -													
Bezeichnung der Strecke	Jahr	Bezüge des Personales													
		stehende Bezüge		Zulagen		Remunerationen und Prämien		Diäten, Diätenpauschalien, Reise- und Fahrspesen		Dienstkleider		Diverse		S u m m e	
		fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
Ostrampe. Station Landeck bis Station St. Anton km 71-5660—99-9035 = 28-3375 km	1884	Beläge nicht vollständig vorhanden, daher sichere Daten nicht													
	1885														
	1886	6351	25	295	15	65	—	1080	—	149	23	—	—	7940	63
	1887	4407	98	181	64	—	—	805	84	78	53	—	—	5474	19
	1888	4270	08	145	90	67	50	895	18	58	90	16	63	5454	19
	1889	4195	28	166	44	—	—	809	51	83	53	(72	75)	5182	01
	1890	4337	88	180	66	60	—	525	14	120	83	(2	38)	5222	13
	1891	4536	81	177	52	80	—	653	82	207	67	(7	—)	5648	82
	1892	4741	47	194	78	10	—	729	22	164	30	(3	70)	5835	77
	1893	4459	23	319	35	83	66	903	18	140	66	(13	56)	5892	52
	1894	5223	65	227	20	—	—	1127	98	245	25	—	—	6824	08
Arldertunnel. Station St. Anton bis Station Langen km 99-9035—110-4402 = 10-5367 km	1884	Beläge nicht vollständig vorhanden, daher sichere Daten nicht													
	1885														
	1886	4446	20	323	13	—	—	967	32	128	59	—	—	5865	24
	1887	4792	64	221	50	—	—	983	24	70	48	—	—	6067	86
	1888	4783	75	338	06	30	—	1028	84	70	29	(15	30)	6235	64
	1889	4195	28	166	44	—	—	809	51	83	53	(72	75)	5827	86
	1890	4909	28	143	60	55	—	1087	29	94	12	—	—	6289	29
	1891	5123	32	347	70	90	—	789	96	207	67	(7	—)	6551	65
	1892	5998	66	335	29	30	—	1529	09	164	30	(3	70)	8053	64
	1893	4523	47	472	51	820	66	1013	01	114	68	(16	04)	6928	29
	1894	6013	41	361	81	—	—	1165	94	288	87	(4	69)	7825	34
Westrampe. Station Langen bis Station Bludenz km 110-4402—136-7617 = 26-3215 km	1884	1404	81	100	—	—	—	322	50	29	23	57	50	1914	04
	1885	5171	95	60	17	—	—	1009	62	71	96	128	70	6442	40
	1886	4823	49	100	92	50	—	865	30	71	22	—	—	5910	93
	1887	4945	45	101	15	120	—	858	80	20	05	(—	47)	6044	98
	1888	6292	29	174	77	67	50	1070	86	250	71	71	60	7927	73
	1889	6605	81	164	26	—	—	2023	95	162	79	(74	89)	8881	92
	1890	5291	61	349	15	90	—	921	27	88	79	(5	97)	6734	85
	1891	5498	98	152	42	80	—	795	74	214	87	(7	14)	6734	87
	1892	4958	26	234	84	470	—	476	28	242	74	(6	81)	6375	31
	1893	6896	96	199	37	245	68	1301	43	270	41	(106	42)	8807	43
	1894	7716	60	221	29	356	—	1953	79	339	12	(2	71)	10584	09

Streckendienst.

d i e n s t

Bureau-Auslagen														Summe Streckendienst	
Porti und Telegramme		Drucksorten, lithogr. Presse und Buchbinder- arbeit		Kanzleimateriale und Inventar, Kanzlei- und Papierpauschalien		Beheizung, Beleuchtung und Reinigung		Inserate, Affichen etc.		Diverse		Summe			
fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
7	11	40	13	191	48	282	23	—	—	—	—	520	95	8461	58
1	23	20	84	208	50	250	81	—	—	—	—	481	38	5955	57
—	40	43	32	126	17	154	07	—	—	—	—	322	96	5777	15
—	67	16	76	82	53	105	36	—	—	—	—	205	32	5387	33
—	38	34	59	101	71	131	74	—	—	—	—	268	42	5490	55
—	46	41	21	103	47	204	18	—	—	—	—	349	32	5998	14
—	76	27	60	78	18	278	10	—	—	—	—	384	64	6220	41
17	63	46	42	77	97	352	—	—	—	—	—	494	02	6386	54
1	76	52	83	106	04	226	98	—	—	—	—	387	61	7211	69
angegeben werden können.															
3	05	26	10	95	74	290	15	—	—	—	—	415	04	6280	28
3	—	39	09	73	29	268	65	—	—	—	—	384	03	6451	89
2	45	22	32	129	31	135	22	—	—	—	—	289	30	6524	94
—	62	16	62	74	43	203	63	—	—	—	—	295	30	6123	16
—	32	34	95	87	13	206	42	—	—	—	—	328	46	6617	75
1	10	28	86	108	81	265	79	—	—	—	—	404	56	6956	21
—	76	27	55	70	98	275	05	—	—	—	—	374	34	8427	98
11	69	44	27	72	16	101	32	—	—	—	—	229	44	7157	73
1	76	52	72	136	70	266	39	—	—	—	—	457	57	8282	91
angegeben werden können.															
—	—	45	92	36	54	29	88	—	—	—	—	112	34	2026	38
—	55	51	54	78	13	77	17	—	—	—	—	207	39	6649	79
—	17	16	08	118	48	67	92	—	—	—	—	202	65	6113	58
1	31	28	26	151	29	2	10	—	—	—	—	182	96	6227	94
1	40	29	77	124	25	70	60	—	—	—	—	226	04	8153	77
—	73	56	96	130	63	35	59	—	—	—	—	223	91	9105	83
—	42	34	72	191	16	88	64	—	—	—	50	315	44	7050	29
—	98	55	72	222	43	93	59	—	—	—	—	372	72	7107	59
—	43	53	14	147	43	67	90	—	—	5	14	274	04	6649	35
1	73	162	14	64	54	51	30	—	—	—	—	279	18	9087	14
5	62	70	44	230	29	38	25	—	—	—	—	344	60	10928	69

Tabelle 32.

Kosten für die

B a h n -

Bezeichnung der Strecke	Jahr	Bezüge des Personales													
		Stehende Bezüge der Bahnwächter und Ablöser		Zulagen		Remunerationen und Prämien		Diäten, Diätenpauschalien, Reise- und Fahrspesen		Dienstkleider		Diverse		S u m m e	
		fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
Ostrampe. Station Landeck bis Station St. Anton km 71-5660 — 99-9035 = 28-3375 km	1884	Beläge nicht vollständig vorhanden, daher sichere Daten nicht													
	1885														
	1886	8033	33	503	68	107	—	50	—	418	08	—	—	9112	09
	1887	9323	60	824	20	118	—	81	62	352	82	—	—	6622	76
	1888	8132	20	600	37	140	—	9	40	113	87	—	—	8995	84
	1889	7011	83	573	28	109	—	64	87	155	64	—	—	7914	62
	1890	8162	41	804	45	57	—	20	95	392	98	—	—	9437	79
	1891	8964	91	451	64	134	—	108	92	352	21	—	—	10011	68
	1892	9018	90	789	05	162	—	41	78	312	55	—	—	10324	28
	1893	9189	45	937	53	244	—	43	55	330	22	—	—	10744	75
	1894	9446	20	983	35	225	—	20	90	509	52	—	—	11184	97
Arlberg-tunnel. Station St. Anton bis Station Langen km 99-9035 — 110-4402 = 10-5367 km	1884	Beläge nicht vollständig vorhanden, daher sichere Daten nicht													
	1885														
	1886	3415	65	1056	32	50	—	21	—	184	07	—	—	4727	04
	1887	3722	21	1218	82	104	—	—	—	252	04	—	—	5297	07
	1888	3402	75	1101	—	101	—	30	—	97	06	—	—	4731	81
	1889	3445	49	1149	65	54	—	11	—	98	92	—	—	4759	06
	1890	3617	07	1189	81	40	—	3	84	347	75	—	—	5198	47
	1891	3900	90	1064	35	77	—	—	—	347	81	—	—	5390	06
	1892	3597	30	1040	95	82	—	30	12	288	55	—	—	5038	92
	1893	3472	11	1206	75	138	—	—	—	329	80	—	—	5146	66
	1894	3402	20	1194	36	115	—	—	—	375	78	—	—	5087	34
Westrampe. Station Langen bis Station Bludenz km 110-4402 — 136-7617 = 26-3215 km	1884	2611	01	78	30	12	—	11	—	713	13	—	—	3425	44
	1885	11735	99	378	94	219	31	39	—	106	—	—	—	12479	24
	1886	14096	43	682	96	171	—	21	15	305	74	—	—	15277	28
	1887	14098	41	656	49	136	—	25	48	281	98	—	—	15198	36
	1888	13751	60	845	42	148	—	12	—	867	73	—	—	15624	75
	1889	14417	60	801	45	435	—	138	75	892	53	—	—	16685	33
	1890	13441	33	650	27	297	—	34	70	398	96	—	—	14822	26
	1891	14978	70	1197	22	270	—	31	34	376	99	—	—	16854	25
	1892	14101	28	1354	74	357	—	—	—	484	16	—	—	16297	18
	1893	13840	25	965	54	470	—	31	30	398	29	—	—	15705	38
	1894	13268	96	1685	53	256	—	32	57	455	37	—	—	15698	43

Bahnaufsicht.

a u f s i c h t

Beleuchtung der Signalmittel auf der Strecke und Erhaltung der Beleuchtungsmittel		Erhaltung und Erneuerung aller Signalmittel auf der Strecke und der Blockeinrichtungen								Summe		Erhaltung der Einrichtung der Wächterhäuser		Summe Bahnaufsicht	
Akustische, optische und elektrische Signalmittel		Telegraphenleitungen incl. Pacht- und Erhaltungs- quote		Avertierungs-Apparate und mech. Theile der Blockanlagen											
fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.

angegeben werden können.

770	45	123	75	161	70	30	55	316	—	195	91	10394	45
671	59	87	30	206	14	—	—	293	44	273	26	7861	05
658	16	76	10	27	10	—	—	103	20	246	81	10004	01
623	96	146	80	4	75	—	—	151	55	152	93	8843	06
802	59	64	75	166	88	—	—	231	63	198	13	10670	14
738	22	230	77	102	68	—	—	333	45	344	45	11427	80
810	55	80	05	922	93	—	—	1002	98	302	74	12440	55
612	92	63	13	—	—	1	—	64	13	269	76	11691	56
816	18	111	—	23	35	—	—	134	35	280	37	12415	87

angegeben werden können.

790	45	58	86	37	50	—	—	96	36	41	19	5655	04
768	10	1000	27	85	50	10	15	1864	02	30	—	7959	19
737	89	189	63	639	84	—	—	838	47	203	06	6511	23
800	78	118	58	1848	75	—	—	1967	33	137	—	7664	17
832	72	105	37	212	23	—	—	317	60	228	48	6577	27
758	50	289	90	62	61	5	50	358	01	546	17	7052	74
737	79	169	02	18	14	5	65	192	81	374	80	6344	32
540	68	294	59	545	46	17	10	857	15	238	67	6783	16
514	61	816	41	1360	45	—	—	2176	86	528	79	8307	60

230	82	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	3656	26
267	67	63	16	7	20	—	—	70	36	17	40	12834	67
442	24	33	06	194	57	—	—	227	63	(4	80)	15942	35
667	02	1120	98	3427	29	1	80	4550	07	35	61	20451	06
925	33	488	73	380	80	—	—	869	53	233	62	17653	23
781	28	228	31	276	84	21	67	526	82	207	53	18200	96
851	23	209	17	136	60	938	19	1283	96	203	—	17160	45
1171	24	279	39	400	73	504	85	1184	97	297	02	19507	48
1055	85	430	80	421	06	13	95	865	81	308	51	18527	35
923	32	1495	98	521	79	79	88	2097	65	275	32	19001	67
758	86	188	17	211	31	41	72	441	20	292	59	17191	08

stellenwächter zudem noch monatlich je 3 fl. Zulage für den Dienst der Frauen, und 1 Haltestellenwächter erhält 5 fl. Haltestellenzulage.

Bei den Ausgaben für Beleuchtung und Erhaltung der Signalmittel sind die auf den Arlbergtunnel entfallenden Ausgaben naturgemäss am grössten; sie betragen jährlich durchschnittlich 720 fl., nachdem jährlich mindestens 4000 kg Petroleum für die Beleuchtung allein nothwendig waren.

Die grösseren Ausgaben für Erhaltung und Erneuerung der Signalmittel im Arlbergtunnel waren bedingt durch die im Tunnel befindlichen Telephonanlagen.

B. Bahnerhaltung.

a) Unterbau.
Kosten des Unterbaues und Erläuterung derselben.

Zu den Ausgaben für Erhaltung des Unterbaues ist folgendes zu bemerken:

Die erwachsenen grösseren Kosten für die Lehenabräumungs- und Regulierungsarbeiten an den Kunstböschungen auf der Westrampe erklären sich aus den bedeutenderen Höhenlagen und der Ausdehnung dieser Gebiete, aus der Gefährlichkeit der Arbeitsleistungen auf denselben und aus der durch alle diese Umstände bedingten höheren Entlohnung der dabei beschäftigten Arbeitskräfte.

Dass sich die Kosten dieser Arbeiten in den ersten Betriebsjahren von 1885 bis einschl. 1888 doppelt und auch dreimal höher als in den Folgejahren stellen, ist daraus erklärlich, dass einerseits in diesen ersten Jahren die noch vom Baue der Bahn herrührenden Oberflächenschalen der Felsböschungen von den Sprengschüssen des Baues ziemlich gelockert waren, daher der Verwitterungs- und Abbröckelungsprocess in diesen Theilen leichter vor sich gieng, und dass andererseits in den genannten Jahren die zu Steinschlägen neigenden natürlichen Berglehnen in umfangreichster Weise durch Herstellung von Verhauen etc. eine provisorische Sicherung erhalten mussten.

Die höheren Ausgaben für Stütz- und Futtermauern auf der Ostrampe begründen sich aus dem Überwiegen der Trockenmauern gegen die Mörtelmauern, sowie damit, dass das für diese Mauern zur Verfügung gestandene Steinmaterial der Qualität nach minder gut als jenes auf der Westrampe war.

Dass sich die Erhaltungskosten für die zum unmittelbaren Schutze des Bahnkörpers dienenden Wasserbauten auf der Westrampe in den ersten zehn Betriebsjahren mit Null beziffern, erklärt sich damit, dass die hier durch Elementarereignisse, wie Hochgewitter etc. nothwendig gewordenen Arbeiten bezw. die hieraus erwachsenen Kosten den »ausserordentlichen Auslagen« angelastet werden mussten.

Der Ausgabenbetrag für die Erhaltung des Tunnelmauerwerkes auf der Ostrampe, der gegenüber der gleichen Post der Westrampe sehr hoch erscheint, findet seine Begründung darin, dass in den Tunnels der Ostrampe sehr viele verwitterte und abgedrückte Mauerwerksteine ausgewechselt werden mussten und das Mauerwerk dieser Tunnels durch die alljährlich länger andauernde und grössere Kälte sowie Eisbildung mehr beschädigt wird als jenes der günstiger gelegenen Westrampe.

Die höhere Ausgabenziffer für Erhaltung des Objectmauerwerkes auf der Westrampe ergibt sich aus der in den Jahren 1891 und 1892 nothwendig gewordenen theilweisen Reconstruction der Widerlagsmauerwerke der beiden Objecte in der Strecke Danöfen—Dalaas, der Glongtobelbrücke in km 116⁶/₇ und der Mühltobelbrücke in km 119³/₄, welche Widerlager sich wegen ungleichmässiger Setzung keilförmig getrennt hatten.

Der grössere Einheitspreis für die Erhaltung der Holzconstruktionen auf der Ostrampe ist auf die ungünstigen Transportverhältnisse der hiebei verwendeten Holzmaterialien und auf die nöthige Mehrarbeit bei Umarbeiten derselben zurückzuführen.

Die höheren Einheitspreise für Erhaltung der Wegobjecte, der Wasserleitungen für fremde Parteien, der Seitengräben und Wasserläufe auf der Westrampe sind durch theuere Materialzufuhr und durch die wegen der Theuerungsverhältnisse in dieser Strecke zu zahlenden höheren Tagelöhne begründet.

Die grösseren Ausgaben für Erhaltung der Gartenanlagen auf der Westrampe finden ihre Erklärung darin, dass in dieser Strecke 1560 m² Pflanzgärten zu erhalten sind, die eine äusserst sorgfältige Bewirtschaftung erheischen, da in denselben das für die Aufforstungen erforderliche Pflanzenmateriale aufgezogen und acclimatisiert werden muss.

Dass sich die Kosten der Erhaltung der durch ein Vorland vom Bahnkörper getrennten Wasserbauten und Bachcorrectionen auf der Westrampe wesentlich höher stellen als auf der Ostrampe, ist

Tabelle 33.

Kosten der

Bezeichnung der Strecke	Jahr	Dämme und Einschnitte		Stütz-, Banquet- und Futter- mauern		Wasserbauten		Umstaltungen		Summe	
		fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
Ostrampe. Station Landeck bis Station St. Anton km 71-5660—99-9035 = 28-3375 km	1884	} Beläge nicht vollständig vorhanden, daher sichere Daten									
	1885										
	1886	2179	36	406	95	70	85	—	—	2637	16
	1887	2823	84	28	35	—	—	—	—	2852	19
	1888	2367	26	110	95	62	—	—	—	2540	21
	1889	1623	17	72	58	—	—	—	—	1695	75
	1890	2455	07	27	52	—	—	—	—	2482	59
	1891	2619	43	57	17	—	—	—	—	2676	60
	1892	3224	25	619	21	—	—	499	63	4343	09
	1893	3434	57	157	74	—	—	1202	03	4794	34
	1894	2716	79	107	66	—	—	470	32	3294	77
Arlbergtunnel. Station St. Anton bis Station Langen km 99-9035—110-4402 = 10-5367 km	1884	} Beläge nicht vollständig vorhanden, daher sichere Daten									
	1885										
	1886	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1887	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1888	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1889	3	35	2	60	—	—	—	—	5	95
	1890	3	50	2	40	—	—	—	—	5	90
	1891	12	87	—	—	—	—	—	—	12	87
	1892	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1893	15	46	—	—	—	—	—	—	15	46
	1894	42	93	—	—	—	—	—	—	42	93
Westrampe. Station Langen bis Station Bludenz km 110-4402—136-7617 = 26-3215 km	1884	444	45	—	—	—	—	—	—	444	45
	1885	17740	29	—	—	—	—	—	—	17740	29
	1886	16408	04	—	—	—	—	—	—	16408	04
	1887	14334	15	158	15	—	—	—	—	14492	30
	1888	10178	86	—	—	—	—	—	—	10178	86
	1889	5799	28	24	30	—	—	—	—	5823	58
	1890	6774	36	—	—	—	—	—	—	6774	36
	1891	6150	40	191	91	—	—	—	—	6342	31
	1892	7862	35	67	24	—	—	1498	57	9428	16
	1893	5823	75	74	51	—	—	2697	76	8596	02
	1894	5982	57	272	88	—	—	593	98	6849	43

*) Hier sind die Ausgaben für die in diesem Jahre im Arlbergtunnel durchgeführte

Unterbau-Erhaltung.

Tunnels		Objects-Mauerwerk		Holzconstruktionen		Eisenconstruktionen		Umsaltungen		Summe	
fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.

nicht angegeben werden können.

220	12	36	86	58	57	261	—	—	—	576	55
434	47	145	62	340	72	234	97	—	—	1155	78
277	23	16	14	20	58	395	69	—	—	709	64
10	75	2	68	6	—	438	96	—	—	458	39
27	60	312	33	3	30	59	43	—	—	402	66
70	56	216	47	8	79	97	46	—	—	393	28
15	—	265	73	209	75	845	50	—	—	1335	98
637	83	195	11	39	33	175	41	—	—	1047	68
230	35	119	45	134	48	2791	47	3796	74	7072	49

nicht angegeben werden können.

556	30	—	—	—	—	—	—	—	—	556	30
423	96	—	—	—	—	—	—	—	—	423	96
832	06	14	18	—	—	—	—	—	—	846	24
1239	78	71	47	2	28	140	61	—	—	1454	14
968	11	—	—	—	—	—	—	—	—	968	11
846	31	—	—	—	—	—	—	—	—	846	31
50526	40*)	—	—	—	—	—	—	—	—	50526	40
1150	12	—	—	—	—	—	—	—	—	1150	12
1033	78	—	—	16	43	—	—	—	—	1050	21

—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	7	37	10	53	1	92	—	—	19	82
1	66	56	78	—	—	91	90	—	—	100	34
116	92	24	06	(92	55)	179	56	—	—	227	99
147	57	286	69	17	87	1445	87	—	—	1898	—
63	04	160	51	—	—	3393	49	—	—	3617	04
14	96	466	24	159	87	170	05	—	—	811	12
—	—	1242	71	41	54	1177	60	—	—	2461	85
237	31	1307	90	—	—	969	07	1231	09	3745	37
421	68	300	32	140	48	793	79	—	—	1656	27
—	—	143	—	57	57	1955	10	8	77	2164	44

Mauerwerks-Reconstruction per 48,746 fl. inbegriffen.

Tabelle 33 a.

Kosten der

Bezeichnung der Strecke	Jahr	Strassen, Wege und Vorplätze		Rampencanäle, Wegobjekte, Wasserleitungen für fremde Parteien		Erhaltung und Räumung der Seitengräben und Wasserläufe		Gartenanlagen, Baumschulen		Wasserbauten und Bach- correctionen		Schneeschutzmittel	
		fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
Ostrampe. Station Landeck bis Station St. Anton km 71-5660—99-9035 = 28-3375 km	1884	Beläge nicht vollständig vorhanden, daher sichere Daten											
	1885												
	1886	219	47	11	90	76	03	15	68	98	12	—	—
	1887	2783	53	16	09	189	86	98	31	43	65	—	—
	1888	186	55	—	—	325	88	44	37	—	—	202	68
	1889	287	50	—	—	87	50	25	05	(19	38)	(21	90)
	1890	194	85	—	—	180	32	—	—	—	—	126	59
	1891	141	59	—	—	69	04	—	—	—	—	21	43
	1892	82	24	—	—	317	55	11	40	35	82	22	99
	1893	137	04	22	80	81	36	2	08	4	18	26	72
	1894	535	—	—	—	136	—	—	—	—	—	27	56
Arlbergtunnel. Station St. Anton bis Station Langen km 99-9035—110-4402 = 10-5367 km	1884	Beläge nicht vollständig vorhanden, daher sichere Daten											
	1885												
	1886	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1887	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1888	31	50	—	—	—	—	6	95	—	—	—	—
	1889	—	—	—	—	—	—	—	—	(19	38)	(21	90)
	1890	—	—	—	—	11	70	—	—	—	—	—	—
	1891	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1892	10	20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1893	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1894	9	30	—	—	6	80	—	—	—	—	—	—
Westrampe. Station Langen bis Station Bludenz km 110-4402—136-7617 = 26-3215 km	1884	5	46	10	20	—	—	—	—	—	—	(2	22)
	1885	16	66	—	—	431	36	13	20	1	80	28	49
	1886	141	22	(—	13)	—	—	278	40	—	—	—	—
	1887	58	80	—	—	803	26	8	52	—	—	175	15
	1888	212	73	—	—	5	01	58	32	—	—	668	56
	1889	253	08	—	—	19	99	13	15	(19	38)	(21	90)
	1890	255	70	17	10	173	89	159	72	—	—	225	71
	1891	469	93	7	43	139	96	9	50	—	—	72	77
	1892	197	65	77	70	410	53	(2	37)	2254	37	499	67
	1893	732	59	36	27	208	99	17	18	—	—	1781	23
	1894	670	69	18	32	364	20	(1	20)	10	—	2916	62

Unterbau-Erhaltung.

Lebende Einfriedung		Tote Einfriedung		Abspernung der Wegübergänge und Geleise		Niveau- und Warnungstafeln, Laternensäulen, diverse Abtheilungszeichen und Grenzsteine		Erhaltung der Werkzeuge und Requisiten		Umstaltungen		Summe		Im Ganzen	
fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
nicht angegeben werden können.															
3	—	45	99	8	19	8	68	132	32	—	—	619	38	3853	09
119	59	48	93	83	08	6	09	90	44	—	—	3479	57	7487	54
51	45	142	94	62	76	4	46	371	47	—	—	1392	56	4642	41
76	02	255	48	37	89	33	30	166	53	—	—	927	99	3082	13
92	17	298	92	111	12	9	95	218	88	—	—	1232	80	4118	05
81	19	740	16	77	76	22	17	244	64	—	—	1397	98	4467	86
53	85	502	85	157	62	15	99	735	11	1024	05	2959	47	8638	54
26	30	261	30	211	91	10	43	145	20	640	66	1569	98	7412	—
—	—	436	93	112	41	40	55	242	84	—	—	1531	29	11898	55
nicht angegeben werden können.															
—	—	—	—	—	—	—	—	101	15	—	—	101	15	657	45
—	—	—	—	—	—	—	—	41	45	—	—	41	45	465	41
—	—	—	—	—	—	—	—	245	27	—	—	283	72	1129	96
—	—	27	54	—	—	—	—	80	52	—	—	66	78	1526	87
—	—	—	—	—	—	—	—	142	72	—	—	154	42	1128	43
—	—	35	19	—	—	—	—	193	30	—	—	228	49	1087	67
—	—	64	06	—	—	—	—	—	—	—	—	74	26	50600	66
—	—	9	58	24	99	7	20	50	53	—	—	92	30	1257	88
—	—	44	34	1	85	—	—	62	29	—	—	124	58	1217	72
nicht angegeben werden können.															
—	—	—	—	22	06	—	—	75	36	—	—	110	86	555	31
8	—	234	53	60	71	2	10	140	90	—	—	937	75	18697	86
8	50	101	95	57	86	7	80	503	47	—	—	1099	07	17607	45
17	04	66	81	72	03	26	81	306	29	—	—	1534	71	16255	—
37	39	28	37	104	86	16	80	613	79	—	—	1745	83	13822	69
87	40	102	29	64	80	185	13	224	17	—	—	908	73	10349	35
45	30	747	17	—	—	170	71	273	29	—	—	2068	59	9654	07
65	46	676	24	142	10	82	95	288	20	—	—	2494	94	11299	10
81	32	1392	94	—	—	19	99	263	39	—	—	5195	19	18368	72
81	92	408	13	234	36	108	83	240	79	773	60	4624	89	14877	18
168	22	1321	85	19	15	37	68	639	70	—	—	6214	43	15228	30

in den meteorologischen Verhältnissen begründet, die für erstere Rampenstrecke weit mehr Niederschläge ergeben.

Die höheren Ausgabenziffern für die Erhaltung der Schneeschuttmittel auf der Westrampe erklären sich durch den seit 1889 stets wachsenden Bestand an Schneeschutzbauten.

Die höheren Beträge für die Erhaltung der lebenden und toten Einfriedungen auf der Westrampe begründen sich bei ersteren durch die höheren Tagelöhne, bei letzteren durch den schwierigen Materialtransport und die ungünstigen Neigungsverhältnisse der Bahnanlage.

Die grösseren Auslagen für Absperrung der Wegübergänge auf der Ostrampe gegenüber der Westrampe sind aus den höheren Beschaffungskosten der hiebei zur Verwendung gelangten Materialien zu erklären, die wegen der geringfügigen Menge an Ort und Stelle erworben werden mussten.

b) Oberbau.

1. Verhalten des Oberbaumaterials in den Rampenstrecken.

Über das Verhalten des Oberbaues auf den beiden Rampenstrecken geben die Tabellen 34 und 36 die nöthigen Aufschlüsse. Diese Tabellen zeigen, dass sich die wegen Schadhaftheit nöthigen Auswechslungen in den ersten zehn Betriebsjahren der Arlbergbahn nicht wesentlich von den Erfahrungen auf anderen Bahnstrecken mit ähnlichen Richtungs- und Neigungsverhältnissen unterscheiden. Mit Ausnahme des Verhaltens der Holzschwellen (siehe die Tabellen 37, 39, 40 und 41) ist daher über die Oberbaumaterialien nichts besonderes zu erwähnen.

Das Verhältnis der Schienenabnutzung auf den beiden Rampenstrecken zu jener im Arlbergtunnel wird in der Folge erörtert werden.

Über das Verhalten der Holzschwellen auf beiden Rampenstrecken ist Nachfolgendes zu bemerken:

Dem Stande nach verhalten sich die verwendeten Mengen der Eichenschwellen zu den Lärchenschwellen auf der Ostrampe wie $1:2^3$; die Zahl der Lärchenschwellen der Ostrampe zu jenen der Westrampe wie $1:1^3$; die Mengen der gesammten Schwellen auf der Ostrampe zu jenen der Westrampe wie $1^{08}:1$.

Nach den percentuellen Auswechslungsziffern verhalten sich jedoch die Zahl Eichenschwellen zu den Lärchenschwellen auf der Ostrampe wie $1^2:1$; die Lärchenschwellen der Ostrampe zu jenen der Westrampe wie $1:1^2$; die gesammten Schwellen auf der Ostrampe zu jenen der Westrampe wie $1:1^1$.

Den ersteren Verhältnisziffern nach sollte sich jedoch auch die Auswechslung der Eichen- und Lärchenschwellen auf der Ostrampe bei

gleichartiger Qualität wie 1:2³ verhalten, was aber aus dem ermittelten obigen zweiten Verhältnisse nicht hervorgeht; das Auswechslungspercent der Eichenschwellen stellt sich vielmehr um 47·7% höher.

Die Eichenschwellen der Ostrampe sind hienach viel schneller unbrauchbar geworden, als die auf derselben Rampe verwendeten Lärchenschwellen, und haben die in sie gesetzten Erwartungen nicht erfüllt.

Der Grund des vorzeitigen Unbrauchbarwerdens der Eichenschwellen kann wahrscheinlich darin gefunden werden, dass dieselben bei ihrer Einlage in den Oberbau durch das Eintreiben der Hackennägel stark rissig wurden, wodurch sich ihre Verwendbarkeit nach öfteren Übernagelungen als nicht mehr möglich erwies; eine weitere Ursache für das rasche Verderben der Eichenschwellen liegt weiters auch darin, dass diese Holzgattung den atmosphärischen Verhältnissen des Arlberges nicht zu widerstehen vermochte.

Der Stand der Lärchenschwellen auf der Ostrampe und jener auf der Westrampe, sowie die ausgewiesenen hierauf bezug habenden Auswechslungspercente sind ungefähr von gleicher Grösse.

Wird der Gesamtstand der Schwellen auf beiden Rampenstrecken nur allein ins Auge gefasst, so ergeben sich nachfolgende Verhältnisse:

Eichenschwellen	erliegen auf der Ostrampe	15·5‰	} vom Gesamtstande.
Lärchenschwellen	» » » »	36·5‰	
»	» » » Westrampe	48·0‰	

Hieraus ergibt sich das gegenseitige Verhältnis mit 1:2·4:3·2.

Werden die Auswechslungen ebenfalls nach dem Gesamtstande percentuell ermittelt, so erhält man:

Auswechslung auf der Ostrampe	Eichen	12·1‰	} vom Gesamtstande
» » » »	Lärchen	22·2‰	
» » » Westrampe	»	36·3‰	

und das Verhältnis 1:1·8:3.

(Fortsetzung des Textes auf Seite 183).

Tabelle 34.

Die durchgeführten Schienen-Auswechslungen bei

A. O s t -
Station Landeck bis

Benanntlich	Jahr	Schienenmarken															
		Buchscheiden B. St. Syst. X															
		1882				1883				1884				1888			
		7-5	7-45	7-375	Div.	7-5	7-45	7-375	Div.	7-5	7-45	7-375	Div.	7-5	7-45	7-375	Div.
Stand am 1. Sept. 1884 .		631	130	1	97	621	12	3	33								
Vermehrung bei Stations- erweiterungen	1889	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Eingelegt in Folge nachst. Auswechslungen	1884— 1894	2	2	—	—	8	—	—	—	1	—	—	—	1	—	—	—
Zusammen	—	633	132	1	97	629	13	3	33	1	—	—	—	1	—	—	—
Hievon ab: Die durch Auswechslung aus der Bahn genommenen Schienen	1884	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1885	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1886	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1887	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1888	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1889	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1890	2	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1891	1	—	—	1	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1892	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1893	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1894	2	1	—	—	27	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zusammen	—	6	3	—	1	28	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Verbleibt Stand mit 1. Oct. 1894	—	627	129	1	96	601	11	3	33	1	—	—	—	1	—	—	—

der normalen Erhaltung und Schienen-Neulage.

r a m p e.

Tunnelostportal

und Längen																			
P. E. J. G. Kladno X								Graz M. St. X				Zeltweg B. St. System X							
1883				1884				1884				1882				1883			
7·5	7·45	7·375	Div.	7·5	7·45	7·375	Div.	7·5	7·45	7·375	Div.	7·5	7·45	7·375	Div.	7·5	7·45	7·375	Div.
411	1	1	18	1	—	—	—	—	—	—	—	1426	122	129	45	4152	26	346	329
	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4
227	7	51	13	2	—	1	—	—	—	15	3	1	1	—	—	93	25	20	14
638	8	52	44	3	—	1	—	—	—	15	3	1427	123	129	45	4245	51	366	347
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	2	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	—	—	—
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	6	—	1	2
1	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	35	—	3	—
3	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	19	4	4	3
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	5	4	—	—	53	3	23	—
1	—	—	1	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	16	17	—	3
1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	210	1	75	12
16	—	—	7	—	—	—	—	—	—	1	—	7	4	—	—	351	25	108	20
622	8	52	37	3	—	1	—	—	—	14	3	1420	119	129	45	3894	26	258	327

Benanntlich	Jahr	Schienenmarken											
		Zeltweg											
		1884				1885				1886			
		7.5	7.45	7.375	Div.	7.5	7.45	7.375	Div.	7.5	7.45	7.375	Div.
Stand am 1. September 1884 . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vermehrung bei Stationserweiterungen	1889	6	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Eingelegt in Folge nachstehender Auswechslungen	1884—1894	2	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	—
Zusammen	—	8	—	—	3	1	—	—	—	6	—	—	—
Hievon ab: Die durch Auswechslung aus der Bahn genommenen Schienen	1884	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1885	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1886	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1887	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1888	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1889	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1890	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1891	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1892	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1893	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1894	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zusammen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Verbleibt Stand mit 1. October 1894	—	8	—	—	3	1	—	—	—	6	—	—	—

und Längen

B. St. System X

1888				1889				1890				1891				1892			
7-5	7-45	7-375	Div.	7-5	7-45	7-375	Div.	7-5	7-45	7-375	Div.	7-5	7-45	7-375	Div.	7-5	7-45	7-375	Div.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	1	2	—	28	—	7	—	33	4	6	—	4	1	—	—	11	—	5	—
4	1	2	—	28	—	7	—	33	4	6	—	4	1	—	—	11	—	5	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	1	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	—	—	—	3	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
2	1	2	—	25	—	6	—	33	4	6	—	4	1	—	—	11	—	5	—

Tabelle 35.

B. A r l b e r g -

Benanntlich	Jahr	Schienenmarken											
		Buchscheiden B. St. X				P. E. J. G. Kladno X				Zeltweg			
		1883				1883				1883			
		7-5	7-45	7-375	Div.	7-5	7-45	7-375	Div.	7-5	7-45	7-375	Div.
Stand am 1. September 1884	—	46				1286				1401			
Eingelegt in Folge nach- stehender Auswechslung	—	—	—	—		81	—	—	—	133	—		
Eingelegt bei der Schienen- Neulage	—					—	—	—		—	—		
Zusammen	—	46				1367				1534			
Hievon ab: Die durch Auswechslung aus der Bahn genommenen Schienen	1884	—			—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1885	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1886	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1887	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1888	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1889	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1890	1	—	—	—	3	—	—	—	4	—	—	—
	1891	2	—	—	—	9	—	—	—	18	—	—	—
	1892	3	—	—	—	7	—	—	—	18	—	—	—
	1893	37	—	—	—	1262	—	—	—	1494	—	—	—
	1894	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zusammen	—	43	—	—	—	1281	—	—	—	1534	—	—	—
Verbleibt Stand mit 1. Oct. 1894	—	3				86	—	—	—				

t u n n e l.

und Längen

B St. System X

Graz 1884 X

1884				1889				1890				1892				1884			
7·5	7·45	7·375	Div.	7·5	7·45	7·375	Div.	7·5	7·45	7·375	Div.	7·5	7·45	7·375	Div.	7·5	7·45	7·375	Div.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2733	—	—	—
—	—	—	—	9	—	—	—	46	—	—	—	30	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	9	—	—	—	46	—	—	—	30	—	—	—	2733	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—										

Benanntlich	Jahr	Schienenmarken und Längen							
		Prevali S. XXV							
		1893				1894			
		15-0	12-5	10-0	Div.	15-0	12-5	10-0	Div.
Stand am 1. September 1884 . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Eingelegt in Folge nachstehender Auswechslung	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Eingelegt bei der Schienen-Neu- lage	—	1322	—	—	—	1294	36	2	—
Zusammen	—	1322	—	—	—	1294	36	2	—
Hievon ab: Die durch Auswechslung aus der Bahn genommenen Schienen	1884	—	—	—	—	—	—	—	—
	1885	—	—	—	—	—	—	—	—
	1886	—	—	—	—	—	—	—	—
	1887	—	—	—	—	—	—	—	—
	1888	—	—	—	—	—	—	—	—
	1889	—	—	—	—	—	—	—	—
	1890	—	—	—	—	—	—	—	—
	1891	—	—	—	—	—	—	—	—
	1892	—	—	—	—	—	—	—	—
	1893	—	—	—	—	—	—	—	—
	1894	—	—	—	—	—	—	—	—
Zusammen	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Verbleibt Stand mit 1. October 1894	—	1322	—	—	—	1294	36	2	—

Tabelle 36.

C. Westrampe.

Tunnelwestportal bis Station Bludenz.

Benanntlich	Jahr	Schienenmarken und Längen											
		Buchscheiden B. St. X											
		1882				1883				1886			
		7'5	7'45	7'375	Div.	7'5	7'45	7'375	Div.	7'5	7'45	7'375	Div.
Stand am 1. September 1884 . .	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	—
Vermehrung bei Stations-Erweiterungen	1889	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Eingelegt bei der Linienverlegung in Längen	1893	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Eingelegt in Folge nachstehender Auswechslungen	1884 1894	1	—	—	1	3	—	—	—	1	—	—	—
Zusammen	—	2	—	—	1	3	—	—	1	1	—	—	—
Hievon ab:													
Verminderung bei Linienverlegung in Längen	1893	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1884	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1885	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1886	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1887	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1888	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Die durch Auswechslung aus der Bahn genommenen Schienen	1889	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1890	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1891	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1892	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1893	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1894	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zusammen	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Verbleibt Stand mit 1. Oct. 1894	—	1	—	—	1	3	—	—	1	1	—	—	—

Benanntlich	Jahr	Schienenmarken											
		Buchscheiden B. St. X				P. E. J. G. Kladno X							
		1888				1883				1884			
		7-5	7-45	7-375	Div.	7-5	7-45	7-375	Div.	7-5	7-45	7-375	Div.
Stand am 1. Sept. 1884 . .	—	—	—	—	—	6496	30	509	404	—	—	—	7
Vermehrung bei Stations-Erweiterungen	1889	—	1	—	—	3	1	—	50	—	—	—	—
Eingelegt bei der Linienverlegung in Langen . . .	1893	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Eingelegt in Folge nachst. Auswechslungen	1884	—	—	—	—	134	6	27	60	22	—	1	48
	1894	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zusammen	—	—	1	—	—	6633	37	536	514	22	—	1	55
Hievon ab:													
Verminderung bei Linienverlegung in Langen . . .	1893	—	—	—	—	1	—	9	7	—	—	—	—
	1884	—	—	—	—	5	—	—	—	—	—	—	—
	1885	—	—	—	—	10	—	3	1	—	—	—	—
	1886	—	—	—	—	13	—	—	—	—	—	—	—
	1887	—	—	—	—	11	1	—	—	—	—	—	—
	1888	—	—	—	—	12	—	—	—	—	—	—	—
Die durch Auswechslung aus der Bahn genommenen Schienen . . .	1889	—	—	—	—	34	4	3	6	—	—	—	—
	1890	—	—	—	—	18	—	1	1	—	—	—	—
	1891	—	—	—	—	43	2	3	3	—	—	—	—
	1892	—	—	—	—	129	1	17	3	—	—	—	—
	1893	—	—	—	—	31	—	5	8	—	—	—	—
	1894	—	—	—	—	134	3	13	6	—	—	—	—
Zusammen	—	—	—	—	—	441	11	54	35	—	—	—	—
Verbleibt Stand mit 1. Oct. 1894	—	—	1	—	—	6192	26	482	479	22	—	1	55

und Längen																			
Zeltweg B. St. System X																			
1882				1883				1884				1885				1886			
7.5	7.45	7.375	Div.	7.5	7.45	7.375	Div.	7.5	7.45	7.375	Div.	7.5	7.45	7.375	Div.	7.5	7.45	7.375	Div.
—	—	—	—	151	1	3	1	—	—	—	6	—	—	—	—	—	—	—	—
1	—	—	—	3	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—	3	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
3	—	—	—	40	—	1	1	9	—	—	—	27	—	—	—	6	—	—	—
4	—	—	—	194	1	4	2	9	—	—	6	28	—	—	—	9	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	7	—	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	5	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	10	—	1	—	2	—	—	1	5	—	—	—	—	—	—	—
4	—	—	—	184	1	3	2	7	—	—	5	23	—	—	—	9	—	—	—

Benanntlich	Jahr	Schienenmarken											
		Zeltweg											
		1887				1888				1889			
		7·5	7·45	7·375	Div.	7·5	7·45	7·375	Div.	7·5	7·45	7·375	Div.
Stand am 1. October 1884	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Vermehrung bei Stations-Erweiterungen	1889	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Eingelegt bei der Linienverlegung in Langen	1893	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Eingelegt in Folge nachstehender Auswechslungen	1884—1894	3	—	—	—	2	—	—	—	35	—	—	—
Zusammen	—	3	—	—	—	2	—	—	—	35	—	—	—
Hievon ab:													
Verminderung bei Linienverlegung in Langen	1893	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1884	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1885	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1886	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1887	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1888	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Die durch Auswechslung aus der Bahn genommenen Schienen	1889	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1890	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1891	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1892	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
	1893	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1894	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Zusammen	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	—	—
Verbleibt Stand mit 1. October 1894	—	3	—	—	—	2	—	—	—	34	—	—	—

Benanntlich	Jahr	Schienenmarken							
		Hermannshütte Syst. II				Graz M. St. Syst. X			
		1874				1884			
		6-638	6-585	5-689	Div.	7-5	7-45	7-375	Div.
Stand am 1. October 1884	—	—	—	—	—	1	1	1	—
Vermehrung bei Stations-Erweiterungen	1889	—	—	—	—	—	—	—	—
Eingelegt bei der Linienverlegung in Langen	1893	—	—	—	—	—	—	—	—
Eingelegt in Folge nachstehender Auswechslungen	1884— 1894	100	—	2	4	—	—	—	1
Zusammen	—	100	—	2	4	1	1	1	1
Hievon ab:									
Verminderung bei Linienverlegung in Langen	1893	—	—	—	—	—	—	—	—
	1884	—	—	—	—	—	—	—	—
	1885	—	—	—	—	—	—	—	—
	1886	—	—	—	—	—	—	—	—
	1887	—	—	—	—	—	—	—	—
	1888	—	—	—	—	—	—	—	—
Die durch Auswechslung aus der Bahn genommenen Schienen . .	1889	—	—	—	—	—	—	—	—
	1890	—	—	—	—	—	—	—	—
	1891	—	—	—	—	—	—	—	—
	1892	—	—	—	—	—	—	—	—
	1893	—	—	—	—	—	—	—	—
	1894	4	—	—	—	—	—	—	—
Zusammen	—	4	—	—	—	—	—	—	—
Verbleibt Stand mit 1. October 1894	—	96	—	2	4	1	1	1	1

und Längen															
Graz M. St. Syst. X												A. J. C. Syst. X			
1886				1890				1891				1871			
7·5	7·45	7·375	Div.	7·5	7·45	7·375	Div.	7·5	7·45	7·375	Div.	6·638	6·585	5·689	Div.
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	289	4	3	18
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	—	3	—	13	—	4	—	7	—	—	—	113	—	4	32
7	—	3	—	13	—	4	—	7	—	—	—	402	4	7	50
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	20	—	3	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	30	1	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	10	3	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	8	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	146	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	106	—	—	25
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	10
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	402	4	7	35
7	—	3	—	13	—	4	—	7	—	—	—	—	—	—	15

Tabelle 37.

Die durchgeführten Schwellen-Auswechslungen bei der normalen Erhaltung und bei Schienen-Neulagen.

A. Ostrampe.

Station Landeck bis Station St. Anton.

Benanntlich	Jahr	Holzschwellen					
		Eichen	Lärche	Lärche	Föhre	Buche	Summe
		nicht imprägniert		imprägniert			
Stand am 1. September 1884	—	10978	32539	—	—	—	43517
Vermehrung bei Stations-Erweiterungen	1889	—	—	304	—	—	304
Eingelegt in Folge nachstehender Auswechslungen	1884 1894	—	557	25571	66	3702	29896
Zusammen	—	10978	33096	25875	66	3702	73717
Hievon ab: Die durch Auswechslung aus der Bahn genommenen Schwellen	1884	—	—	—	—	—	—
	1885	—	—	—	—	—	—
	1886	—	15	—	—	—	15
	1887	28	3	—	—	—	31
	1888	121	17	—	—	—	138
	1889	706	647	—	—	—	1353
	1890	1077	2642	—	—	—	3719
	1891	698	1901	34	—	—	2633
	1892	747	3261	—	—	—	4008
	1893	2611	6192	412	—	—	9215
	1894	2600	5488	696	—	—	8784
Zusammen	—	8588	20166	1142	—	—	29896
Verbleibt Stand mit 1. October 1894	—	2390	12930	24733	66	3702	43821

Tabelle 38.

B. Arlbergtunnel.
Station St. Anton bis Langen.

Benanntlich	Jahr	Schwellen		
		Flusseisen System Heindl.	Eichen imprä- gniert	Summe
Stand am 1. September 1884	1884	12710	—	12710
Vermehrung in Folge Herstellung des zweiten Geleises im Tunnel	1885	12710	—	12710
Eingelegt bei Auswechslung schadhaft gewordener Schwellen	1884— 1894	83	85	168
Eingelegt bei Reconstruction (Schienen-Neulage) der Geleise	1893	—	12559	12559
	1894	—	12609	12609
Zusammen	—	25503	25253	50756
Hievon ab: Die durch Auswechslung aus der Bahn genommenen Schwellen	1884	—	—	—
	1885	—	—	—
	1886	—	—	—
	1887	—	—	—
	1888	—	—	—
	1889	—	—	—
	1890	—	—	—
	1891	5	—	5
	1892	38	—	38
	1893	12337	50	12387
	1894	12303	35	12338
Zusammen	—	24683	85	24768
Verbleibt somit Bestand mit 1. October 1894	—	820	25168	25988

Tabelle 39.

C. Westrampe.
Station Langen bis Bludenz.

Benanntlich	Jahr	Holzschwellen					Summe
		Eiche	Lärche	Lärche	Föhre	Buche	
		nicht imprägniert	imprägniert				
Stand am 1. September 1884 . . .	—	—	43804	—	—	—	43804
Vermehrung durch Stations-Erweiterungen	1889	—	—	294	—	—	294
Vermehrung durch die Linienverlegung bei Langen	1893	—	—	449	—	—	449
Eingelegt in Folge nachstehender Auswechslungen	1884— 1894	—	324	25346	1623	240	27533
Zusammen	—	—	44128	26089	1623	240	72080
Hievon ab:							
Verminderung durch Herstellungen in Bludenz	1893	—	—	29	—	—	29
	1884	—	—	—	—	—	—
	1885	—	—	—	—	—	—
	1886	—	29	—	—	—	29
	1887	—	9	—	—	—	9
	1888	—	540	—	—	—	540
Die durch Auswechslungen aus der Bahn genommenen Schwellen .	1889	—	1275	—	—	—	1275
	1890	—	2879	—	—	—	2879
	1891	—	4062	93	—	—	4155
	1892	—	5226	—	—	—	5226
	1893	—	5356	248	—	—	5604
	1894	—	7563	224	—	—	7787
Zusammen	—	—	26939	594	—	—	27533
Verbleibt Stand am 1. October 1894	—	—	17189	25495	1623	240	44547

Tabelle 40.

**Auswechslungspercente an Schwellen, Extrahölzern und Schienen in der Strecke Landeck—Bludenz
excl. Arlberg-tunnel, in der Zeit vom 1. September 1884 bis 1. Jänner 1895.**

Auswechslungsjahr	Holzschwellen nicht imprägniert					Lärchen-Extrahölzer nicht imprägniert					Schienen (currente und Stationshauptgeleise)					Anmerkung		
	Eichen		Lärchen			Bahnhof Bludenz		Bahnhof Landeck		Rampe		Bahnhof Bludenz		Bahnhof Landeck			Rampe	
	Ost- rampe	Landeck	Bahnhof	Rampe	West	Bahnhof	Landeck	Ost	West	Bahnhof	Landeck	Ost	West	Bahnhof	Bludenz		Ost	West
Bestand																		
m ³																		
Tonnen																		
10978	6735	25804	33867	5937	125·86	27·34	27·34	27·34	104·83	82·64	2112 00	1942·00	119·00					
Auswechslungspercente																		
1884	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1885	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1886	—	—	0·05	0·08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1887	0·25	—	0·01	—	0·08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1888	1·10	0·07	0·03	1·17	1·44	0·50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1889	6·43	0·10	2·48	3·23	1·81	0·70	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1890	9·81	—	8·12	8·03	1·59	14·00	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1891	6·35	0·80	7·29	11·73	1·81	15·70	3·60	3·60	6·80	—	—	—	—	—	—	—	—	
1892	6·80	11·30	9·69	14·39	3·52	12·10	8·20	5·20	7·08	—	—	—	—	—	—	—	—	
1893	23·77	42·20	14·58	15·28	4·28	13·40	22·40	21·20	22·75	—	—	—	—	—	—	—	—	
1894	23·68	20·00	18·74	21·95	3·52	9·90	8·80	6·70	8·13	—	—	—	—	—	—	—	—	
Summe	78·19	74·47	60·99	75·86	18·05	66·50	43·00	36·70	48·76	—	—	—	—	—	—	—	—	

Tabelle 41.

**Schwellenauswechslungen auf beiden Rampenstrecken der
Arlbergbahn in den Jahren 1. September 1884 bis
1. Jänner 1895.**

Auswechslungsjahr	Auswechslungs- percente nach Tabelle 40			Auswechslungspercente				Anmerkung
	Ostrampe		West- rampe	summarische der Ost- rampe (Eichen und Lärchen zusammen)	der Westrampe reducirt auf die gleiche Länge der Ostrampe	reducirt auf gleiche Strecken- längen bezw. Stückzahl		
	Eichen	Lärchen	Lärchen			Lärchen		
						Ost- rampe	West- rampe	
	Bestand nach Stück							
10978	25804	33867	36782	36782	33867	33867		
1884	—	—	—	—	—	—	—	
1885	—	—	—	—	—	—	—	
1886	—	0·05	0·08	0·04	0·08	0·05	0·08	
1887	0·25	0·01	—	0·08	—	0·01	—	
1888	1·10	0·03	1·17	0·35	1·17	0·03	1·17	
1889	6·43	2·48	3·23	3·66	3·23	2·48	3·23	
1890	9·81	8·12	8·03	8·62	8·03	8·12	8·03	
1891	6·35	7·29	11·73	7·01	11·73	7·29	11·73	
1892	6·80	9·69	14·39	8·83	14·39	9·69	14·39	
1893	23·77	14·58	15·28	17·32	15·28	14·58	15·28	
1894	23·68	18·74	21·95	20·22	21·95	18·74	21·95	
Summe	78·19	60·99	75·86	66·13	75·86	60·99	75·86	

Mit 1. Jänner 1895 verblieben noch in den Rampenstrecken vom Arlbergbahnbaue herrührende, zumeist aber nur in den Stationsnebengeleisen erliegende Schwellen, und zwar:

Eichenschwellen	auf der Ostrampe	3·4%	} vom Gesamtstande
Lärchenschwellen	» » »	14·3%	
»	» » Westrampe	11·7%	

was dem Verhältnisse 1:4·2:3·4 entspricht.

Die Auswechslungen an Schwellen auf den beiden Rampenstrecken in den Jahren 1884 bis incl. 1887 rühren von Steinschlägen und Elementarereignissen her.

Den vorstehenden Tabellen 40 und 41 nach überwiegt die Auswechslung der Lärchenschwellen auf der Westrampe jene auf der Ostrampe und zwar um ungefähr 14·1% des Gesamtstandes, oder um 2·6% überhaupt. Dieses höhere Auswechslungspercent ist jedoch, in Erwägung der besonderen Verhältnisse der Westrampe, noch als sehr gering zu bezeichnen.

Im Verhältnisse zu der Gesamtlänge der beiden Rampenstrecken erliegen Bögen und vertheilen sich die verschiedenen Neigungsverhältnissgruppen wie folgt:

		Auf der	
		Ostrampe:	Westrampe:
Bögen mit Rad.	200 incl. 300 m	19·2%	21·7%
» » »	300 » 500 »	5·3%	6·2%
» » »	500 » 1000 »	2·0%	2·2%
Länge der Geraden		25·0%	18·4%
Summe		51·5%	48·5%
Steigungen von 1 bis excl. 10‰		1·8%	3·1%
» » 10 » » 20‰		10·9%	1·8%
» » über 20‰		32·8%	39·5%
Länge der Horizontalen		6·3%	3·8%
Summe		51·5%	48·5%

Da nun auf der Westrampe um 2·5% mehr Bögen mit Radien von 200 bis incl. 300 m und um 1·1% mehr an solchen mit Radien von 300 bis 1000 m erliegen, als auf der Ostrampe, die Geraden auf letzterer jene auf ersterer um 6·6% überwiegen, weiters auch die Steigungen über 20‰ auf der Westrampe um 6·7% mehr, und end-

lich die Horizontalen auf dieser um 2·5% weniger betragen als auf der Ostrampe, so sollte diesen Verhältnissen entsprechend die Schwellenauswechslung auf der Westrampe noch eine bedeutend grössere sein, als sie sich aus den obigen Tabellen ergibt.

Es muss demnach das Auswechslungspercent für die Schwellenerneuerung auf der Westrampe als ein bedeutend günstigeres als jenes auf der Ostrampe bezeichnet werden.

Dass sich die Schwellen auf der Westrampe trotz der daselbst ungünstigen, Richtungsverhältnisse die ein öfteres Übernageln der Geleisestränge bedingen, weit widerstandsfähiger bewiesen, als jene auf der Ostrampe, ist nicht in ihrer Qualität zu suchen, die beiderseits eine gleich gute war; der Grund hiefür liegt nur im Oberbaubettungsmateriale, indem der kleine Kalksteinschlägelschotter, der auf der ganzen Westrampe seit 1884 verwendet wird, nicht nur den Schwellen ein besseres und gleichmässigeres Auflager bietet als Grubenschotter, sondern auch eine sehr rasche Entwässerung des Oberbaubettes ermöglicht.

Dass sich dies so verhält, erweist sich auch aus dem Vorkommen der Frostauftriebe, die sich auf der Ostrampe, namentlich in der Strecke Pians—Flirsch zu Anfang des Arlbergbahnbetriebes, in sehr grosser Ausdehnung fühlbar machten, während sie auf der Westrampe beinahe gar nicht auftraten oder nur dort, wo Grubenschotter als Bettungsmateriale verwendet worden war, wie z. B. in der Nähe der Station Bludenz.

Seitdem die Frostauftriebstrrecken auf der Ostrampe ein Kalksteinschlägelschotterbett erhielten, ist auch das Wiederauftreten der Frostauftriebe unterblieben.

Die normale Auswechslung an Oberbaukleinmateriale, Extra-hölzern und Weichenbestandtheilen auf beiden Rampenstrecken bietet nichts besonders Berichtenswerthes, da diese Auswechslung einer normalen Abnützung entspricht, und der grössere Verbrauch an Hackennägeln und Unterlagsplatten durch die umfangreichen Schwellenauswechslungen bedingt wurde.

Die bei Beginn des Betriebes in Anwendung gestandenen Laschenbolzen, welche zur Sicherung gegen das Rückdrehen mit einfachen Schrauben und Splinten versehen waren, wurden schon in den ersten Jahren des Betriebes durch besser wirkende, sogenannte Grover'sche Ringe (Mutterfesthalter) ersetzt.

Schon ein Jahr nach dem Beginne des Betriebes wurde die Wahrnehmung gemacht, dass die Schienen des Arlbergtunnelgeleises einer auffällig starken Abnützung unterworfen waren.

Mit Rücksicht auf die beim Cochumertunnel gewonnenen sehr ungünstigen Erfahrungen über das Abrosten der in demselben verlegten eisernen Schwellen und Schienen hatte die k. k. Generaldirection der österreichischen Staatsbahnen bereits im Jahre 1886 angeordnet, dass seitens der Executivdienststelle, in deren Überwachungsbereich der Arlbergtunnel gelegen ist, über das Verhalten des eisernen Oberbaues (System Heindl) in diesem Tunnel genaue Beobachtungen angestellt und darüber verlässliche Vormerkungungen geführt werden.

Die äusseren Einwirkungen auf das eiserne Oberbaumaterialie wurden ursprünglich durch die erhobenen Gewichtsabnahmen von 6 Schienenversuchsstössen festgestellt, von denen 2 in der Nähe des Ost-, 2 in der Nähe des Westportales und 2 in der Mitte des Tunnels, sowie unter diesen allen wieder je einer im linken und im rechten Geleise gewählt wurden.

Aber schon die ersten Wäageergebnisse zeigten, dass allein durch diese Art der Gewichtsbestimmung auf die Abnützung der Oberbaumaterialien durch den Tunnelleinfluss kein sicherer Schluss gezogen werden könne, und für diese Untersuchungen empfindliche Messapparate angewendet werden müssen. Auch war es klar, dass die 6 Versuchsstösse nicht zur Sammlung von Erfahrungsergebnissen genügen, da die Verhältnisse im Tunnel, in verschiedenen Strecken von einander ganz wesentlich abweichende Erscheinungen am Oberbau erzeugten, und demnach viel mehr Beobachtungspunkte zu wählen wären.

Es wurden demnach im linken Tunnelgeleise 27 und im rechten Tunnelgeleise 17 Punkte für weitere Beobachtungen bestimmt und zur Ermittlung der Schienenabnützung ein Kraft'scher Schienenmessapparat in Verwendung genommen.

Den im Arlbergtunnel auftretenden Feuchtigkeitsverhältnissen nach lässt sich die ganze Tunnelröhre in drei verschiedene Gruppen theilen: 1. in die trockenen, 2. in die feuchten und 3. in die sehr nassen Strecken.

Dementsprechend erfolgte auch die Auswahl der 44 Schienenversuchs-, bzw. Messorte, welche wie nachstehend angeordnet wurden: In den trockenen Tunnelstrecken im linken Geleise 6, im rechten 6; in den feuchten Strecken im linken Geleise 7, im rechten 5; in den nassen Strecken im linken Geleise 14, und im rechten 6 Beobachtungspunkte.

Um aber aus diesen Messungsergebnissen auch noch Folgerungen ableiten zu können, inwieweit die verschiedenen Neigungsverhältnisse

des Tunnels und die verschiedene Befahrung der beiden Geleise (Thal- und Bergfahrt) neben der Feuchtigkeit von Einfluss auf die Schienenabnutzung sind, wurde auch diesem Gesichtspunkte bei der Auswahl der Versuchsorte Rechnung getragen.

Es wurden daher gewählt: In den trockenen Strecken im linken Geleise mit 2‰ Steigung 3, mit 15‰ Gefälle 3; im rechten Geleise in 2‰ Gefälle 4, in 15‰ Steigung 2; in den feuchten Strecken im linken Geleise in 2‰ Steigung 2, in 15‰ Gefälle 5; im rechten Geleise in 2‰ Gefälle 1, in 15‰ Steigung 4; in den nassen Strecken im linken Geleise in 2‰ Steigung 5, in 15‰ Gefälle 9, im rechten Geleise in 2‰ Gefälle 4, in 15‰ Steigung 2 Versuchsstellen.

Die Messungsergebnisse allein konnten jedoch noch immer nicht ein klares Bild über den wirklichen Tunneleinfluss auf das Oberbaumateriale geben; hiezu mussten noch andere Untersuchungen vorgenommen werden.

Es ist wohl klar, dass der eigentliche Tunneleinfluss auf das Schienenmateriale im Arlbergtunnel nur dann richtig erkannt werden kann, wenn man die Schienenmessungen im Haupttunnel mit den Messungen von Schienen, welche in ungefähr den gleichen Neigungsverhältnissen in der offenen Strecke erliegen, sowie auch mit den Messungen der Schienen in Tunnelstrecken der beiden Rampen in Vergleich zieht.

Es wurden daher zu diesem Zwecke im Jahre 1890 in den beiden Rampenstrecken ebenfalls Schienenmessorte bestimmt, welche nahezu die gleichen Gefällsverhältnisse wie im grossen Tunnel aufweisen. Zum Zwecke einer erschöpfenden Übersicht wurden ausserdem auch Versuchstellen in grösserem Gefälle, und schliesslich in allen sonstigen Tunnels und überdeckten Strecken von Landeck bis Bludenz gewählt.

Diese Versuchsorte vertheilen sich wie folgt:

In der offenen Strecke auf der Ostrampe in der Steigung von 1·8‰—1, 4‰—1, 15‰—2, 24·4‰—1, 26·4‰—3; auf der Westrampe im Gefälle von 28·35‰—1, 29·4‰—6, 30·4‰—2, 31·4‰—7; in den kleineren Tunnels auf der Ostrampe in der Steigung von 21·4‰—2, 24·4‰—3; auf der Westrampe im Gefälle von 26·4‰—9, 27·4‰—4, 28·4‰—8, 29·4‰—8, 30·9‰—4, 31·4‰—6; zusammen auf der Ostrampe 13, auf der Westrampe 55 und im Ganzen 68 Versuchsorte.

Die Ablesungen mit dem Kraft'schen Apparat wurden immer im Sinne der Stationierung durchgeführt, so dass die Stifte Nr. 1 bis 6 stets zur linken Hand des Beobachters abgelesen wurden; im

rechten Tunnelgeleise wurden die vorbenannten Apparatstifte um 180^0 gedreht.

Da bei diesen Schienenbeobachtungen gefunden wurde, dass die Schienenabnützung am Steg und Fusse gegenüber jener am Schienenkopfe nicht bedeutend ist, und die Veränderungen im Schienenkopfe doch hauptsächlich für die Verwendungsdauer massgebend erscheinen, so wurde nur den Ablesungen der Stifte Nr. 4 bis incl. 12 eine grössere Bedeutung beigelegt.

Im Jahre 1890 wurden auch einzelne Schienenprofile im Arlberg-tunnel mit dem Schilling'schen Messapparat aufgenommen, welche Aufnahmen aus der Beilage XXI ersichtlich sind. Hier mag gleich bemerkt werden, dass dieser Apparat sich für verlässliche Schienenabnützungsbestimmungen in Tunnels nicht eignet und der Kraft'sche vorzuziehen ist.

Beilage XXI.

Aus den gewonnenen Beobachtungsergebnissen, welche aus der graphischen Darstellung, Beilage XXII, ersichtlich sind, können folgende Schlüsse über die Schienenabnützung auf der Arlbergbahn gezogen werden:

Beilage XXII.

1. Die Schienenabnützungen im Arlbergtunnel sind durch den Tunneleinfluss im allgemeinen grösser, als jene in der offenen Strecke und in den kleineren Tunnels.

2. Die grössten Abnützungen sind am Schienenkopfe nachweisbar, nehmen gegen den Schienensteg ab, wo sie wieder anwachsen und sind am geringsten am Schienenfusse.

3. Die Abnützungen des Schienenkopfes werden hauptsächlich durch den Oxydationsprocess, weniger durch den mechanischen Verschleiss der Schienen verursacht.

Zuerst erfolgt der chemische Angriff und durch diesen wird die mechanische Einwirkung jedenfalls hochgradig befördert.

Man kann diese Art der Wirkung sehr deutlich zwischen zwei im Tunnel in einem grösseren Zeitintervalle in gleicher Richtung verkehrenden Zügen beobachten, indem sich an Stellen, wo ein Wassertropfen auf den Schienenkopf fällt, schon nach 3—4 Stunden grosse Rostflecken bilden.

Dass nicht die mechanische sondern die chemische Beeinflussung, die Hauptrolle in der Schienenabnützung spielt, geht ferner auch daraus hervor, dass nach den Abmessungen die Abnützung an den Arlbergtunnelgeleisen doppelt so gross ist, als an jenen der offenen Strecke, trotzdem über erstere, wegen der zwei Geleise im Tunnel, nur halb so viel Züge rollen als über letztere.

Bei den Schienenmessungen mit dem Kraft'schen Apparate wurde auch die Wahrnehmung gemacht, dass sich der Einfluss des Rostes auf das Oberbaumaterialie im Arlbergtunnel schichtenweise äussert, und dass die Schichten unter dem Schienenkopfe am meisten Materialanriffe zeigen. Die untersten 6 Apparatstifte (Schienensteg und Fuss) rosteten während der Schienenaufnahme, während die oberen Stifte, namentlich die vier der Schienenkopfoberkannte blank blieben und die übrigen nicht wesentlich durch Rost angegriffen wurden.

4. Die Abnützung der Schienen im Arlbergtunnel ist im allgemeinen im linken, dem gebremst befahrenen Geleise grösser als im rechten; nur in den nassen Tunnelstrecken bei 2‰ Steigung sind die Abnützungen in beiden Geleisen ziemlich gleich.

5. Die Reihenfolge der Grössen der Schienenabnützungen im Arlbergtunnel von der grössten Abnützung angefangen bis zur geringsten ist folgende:

nasse	Tunnelstrecke	linkes Geleise,	2‰ Neigung		
»	»	rechtes	»	2	»
»	»	linkes	»	15	»
trockene	»	»	»	2	»
feuchte	»	»	»	15	»
trockene	»	»	»	15	»
beide	} gleich	»	rechtes	»	2
feuchte		»	»	»	2
»		»	»	»	15
nasse	»	»	»	»	15
feuchte	»	linkes	»	»	2
trockene	»	rechtes	»	»	15

Die grössere Schienenabnützung in der Tunnelstrecke von 2‰ Neigung in beiden Geleisen, lässt sich durch die grössere Geschwindigkeit der Züge bei der Ein- und Ausfahrt in den Tunnel erklären.

6. Die Reihenfolge der Grössen der Schienenabnützungen in den übrigen Strecken von Landeck bis Bludenz von der grössten bis zur geringsten ist folgende:

Tunnelstrecken	Ostrampe	mit 25‰ Neigung		
»	Westrampe	»	30	»
offene Strecke	»	»	30	»
»	Ostrampe	»	25	»
»	»	»	15	»
»	»	»	2	»

Die grössere Abnützung der Schienen in den kleineren Tunnels der Ostrampe mit geringerer Neigung erklärt sich daraus, dass die

Tunnels der Ostrampe sehr nass, jene der Westrampe den grössten Theil des Jahres mehr oder weniger trocken sind, und dass auf ersterer Strecke in Folge der grossen Nässe von den Locomotiven viel Sand gestreut werden muss.

Die Abnützungen auf offener Strecke bei 30‰ wie bei 2‰ sind geringer als jene der kleinsten im Arlbergtunnel, woraus zweifellos geschlossen werden kann, dass die Schienenabnützungen in allen Tunnelstrecken, des Tunneleinflusses wegen, immer grösser sind als die der offenen Strecke bei gleichen Neigungsverhältnissen.

7. Das Verhältnis der Schienenkopfabnutzung in der offenen Strecke mit Neigung unter 25‰ einerseits zu jenen mit 25‰, ferner zu jenen mit 30‰ Neigung, andererseits zur Abnutzung in den kleineren Tunnelstrecken und zu jener des Arlbergtunnels stellt sich annähernd wie 1:2:3:6:10.

8. Im Arlbergtunnel wurden als grösste Schienenkopfabnützungen erhoben: 12.5 mm nach 9jähriger Lage, 9.7 mm nach 6¼ Jahren, 8.3 mm nach 5¼ Jahren und 2.45 mm nach einem Betriebsjahre.

Die Schienenabnutzung im Arlbergtunnel ist jedoch nicht eine gleichmässig auftretende, sondern sie zeigt sich in den verschiedenen Theilstrecken auch wesentlich verschieden; die bezüglichen Angaben können aus der Tabelle 43 ersehen werden.

Dieser Tabelle nach würden annähernd 9700 m Geleiselänge dieses Tunnels einer normalen Schienenabnutzung bis zu 1 mm jährlich entsprechen, der Rest von 10.800 m Geleiselänge einer solchen bis zu ungefähr 2 mm jährlich.

Die durch die Abwage der Versuchsschienenstösse im Arlbergtunnel erhobene Gewichtsabnahme der Fahrschienen und eisernen Querschwellen sind in den Tabellen 44 und 45 ausgewiesen. Es ergibt sich daraus eine mittlere percentuelle Gewichtsabnahme von ungefähr 1.8 bzw. 2.2 Percent für das Jahr und ein Stück Fahrschiene.

Im allgemeinen zeigt sich die Gewichtsabnahme bei den eisernen Querschwellen, obwohl bei denselben im Verhältnisse zu den Schienen bei geringerer Fleischstärke eine grössere Fläche dem Tunneleinflusse ausgesetzt ist, und sie ihrer Lage nach am meisten vom Roste beeinflusst werden, kleiner als bei den Schienen. Die Erscheinungen der Rostbildung an den eisernen Querschwellen, sind in ihrer Art und in ihrem Grade für das unbewaffnete Auge dieselben, wie man sie an den Schienen und dem Oberbaukleinmateriale beobachten kann.

(Fortsetzung des Textes auf Seite 196).

Tabelle 42.

Verhalten des eisernen Oberbaues
Gewichtsverhältnisse des ausgewechselten

Post-Nr.	Gegenstand	Beobachtungsjahr	Gewogene Stückzahl	Deren Gesamt-	Ursprüngliches	Gewichtsverlust
				gewicht	Gewicht der-	
				in kg		
1	Aeussere Winkellaschen	1889	10	70·7	78·0	7·3
		1890	47	338·0	366·6	28·6
2	Innere Winkellaschen	1889	10	100·4	108·0	7·6
		1890	50	500·5	540·0	39·5
3	Laschenschrauben	1889	10	4·8	5·4	0·6
		1890	533	247·9	287·8	39·9
4	Fusschrauben	1889	10	4·1	4·8	0·7
		1890	257	107·0	123·4	16·4
5	Aeussere Klemmplatten	1889	3	0·8	1·0	0·2
		1890	23	6·0	7·8	0·8
6	Innere Klemmplatten	1889	8	1·6	1·9	0·3
		1890	30	5·8	7·2	1·4
7	Spurerweiterungs-Beilagen Nr. I	—	—	—	—	—
		1890	97	24·2	30·1	5·9
8	Spurerweiterungs-Beilagen Nr. IV	—	—	—	—	—
		1890	6	2·2	2·5	0·3

System Heindl im Arlbergtunnel.

Oberbau-Kleinmaterialies im Arlbergtunnel.

Gewicht eines einzelnen Stückes			Gewichtsverlust eines einzelnen Stückes			Percentuelle Abnahme vom Gesamtgewicht	Anmerkung
Minim.	Maxim.	Mittel	Minim.	Maxim.	Mittel		
in kg							
6.9 7.0	7.2 7.4	7.1 7.2	0.60 0.44	0.90 0.76	0.73 0.61	9.4 7.8	
9.7 10.0	10.4 10.0	10.0 10.0	0.40 0.76	1.10 0.82	0.76 0.79	7.0 7.3	
— 0.45	— 0.49	0.5 0.47	— 0.05	— 0.09	0.06 0.08	11.1 13.9	
— 0.41	— 0.46	0.41 0.42	— 0.02	— 0.07	0.07 0.06	16.6 13.3	
— 0.26	— 0.27	0.27 0.26	— 0.07	— 0.08	0.07 0.08	16.7 10.4	
— 0.24	— 0.25	0.2 0.25	— —	— —	0.04 0.05	19.6 19.5	
— —	— —	— 0.19	— 0.06	— 0.07	— 0.06	— 19.6	
— —	— —	— 0.37	— —	— —	— 0.05	— 12.8	

Tabelle 44.

Die Gewichtsabnahmen an Schienen und eisernen Schwellen im Arlbergtunnel.

Versuchsstoss Nr.	Wurde bis 1. Jänner 1890 durch Jahre befahren	Ursprüngliches Normalgewicht pro Stoss				Letztermitteltes Gewicht 1890 pro Stoss				Gewichtsabnahme pro Stoss				Mittlere Gewichtsabnahme pro Stück				Mittlere percentuelle Gewichtsabnahme pro Jahr und Stück			
		Fahr-schienen		Quer-schwellen	Fahr-schienen	Quer-schwellen	Fahr-schienen	Quer-schwellen	Fahr-schienen	Quer-schwellen	Fahr-schienen	Quer-schwellen	Fahr-schienen	Quer-schwellen	Fahr-schienen	Quer-schwellen	Fahr-schienen	Quer-schwellen			
		in kg																%			
I	5	532.0	653.4	494.0	603.0	38.0	50.4	19.00	5.60	7.14	7.71	1.428	1.542								
II	6 1/4	532.0	653.4	477.5	586.8	54.5	66.6	27.25	7.40	10.24	10.19	1.638	1.630								
III	5 1/2	532.0	653.4	472.0	607.4	60.0	46.0	30.00	5.11	11.28	7.03	2.051	1.278								
IV	6 1/4	532.0	653.4	490.0	624.5	42.0	28.9	21.00	3.21	7.89	4.42	1.262	0.707								
V	6 1/4	532.0	653.4	482.0	605.5	50.0	47.9	25.00	5.32	9.40	7.32	1.504	1.171								
VI	5 1/2	532.0	653.4	493.5	613.7	38.5	39.7	19.25	4.41	7.24	6.07	1.316	1.103								
VII	5	532.0	653.4	513.0	634.2	19.0	19.2	9.50	2.13	3.57	2.93	0.714	0.586								
VIII	5	532.0	653.4	512.5	634.6	19.5	18.8	9.75	2.08	3.66	2.86	0.732	0.572								
IX	5 1/2	532.0	653.4	495.0	615.9	37.0	37.5	18.50	4.16	6.95	5.73	1.264	1.041								
Daher mittlere percentuelle Abnützung pro Jahr														1.322	1.070						

Tabelle 45.

Ergebnisse der Gewichtsbestimmungen der

Tag der Abwage im Mai 1891	Versuchsstoss			Erhobene Gewichte										
	Nummer	Lage		eisernen Quer-										
		im km	Geleise	einzeln									zusammen	in
				1	2	3	4	5	6	7	8	9		
20	I	105-332	r.	67.4	69.1	67.3	64.5	67.9	62.5	68.0	65.0	66.2	579.9	
12	IV	100-764	l.	68.5	69.6	66.0	66.0	66.6	69.0	66.6	69.5	68.0	609.8	
13	VI	100-762	r.	67.4	65.5	65.8	66.5	67.0	69.8	69.5	68.0	69.0	608.5	
14	VII	109-745	l	68.8	68.8	67.0	69.2	69.2	68.8	69.2	70.0	69.8	620.8	
14	VIII	109-739	r.	68.8	68.2	69.2	70.6	72.2	68.5	71.0	68.5	68.4	625.4	
20	IX	105-332	l.	68.4	67.0	69.2	65.4	67.5	68.0	66.2	68.1	66.7	606.5	

Versuchsschienenstösse im Arlbergtunnel.

für die							Gewichtsabnahme pro Jahr (Mai 1890—Mai 1891)					Anmerkung	
schwellen		Fahrschienen					pro Stoss	mittlere pro Stück		mittlere pro Stück			
Gewichts- ergebnis im Jahre 1890	Abnahme pro Jahr	einzeln		zusammen	Gewichts- ergebnis im Jahre 1890	Abnahme pro Jahr		Schwellen	Schienen	Schwellen	Schienen		
		1	2										
kg										in ‰			
603.0	5.1	243.6	242.6	486.2	494.0	7.8	12.9	0.566	3.900	0.779 0.844	1.466 1.579	Die oberen Ziffern in der letzten Rubrik bedeuten die percentuelle Gewichtsabnahme pro Jahr verglichen mit dem Normalgewichte, die unteren Ziffern dagegen die percentuelle Gewichtsabnahme gegenüber dem 1890 erhobenen Gewichte.	
624.5	14.7	242.6	237.8	480.4	490.0	9.6	24.3	1.633	4.800	2.249 2.353	1.804 1.959		
613.7	5.2	240.4	242.8	483.2	493.5	10.3	15.5	0.577	5.150	0.793 0.864	1.936 2.087		
634.2	13.4	249.2	252.6	501.8	513.0	11.2	24.6	1.488	5.600	2.049 2.114	2.105 2.183		
634.6	9.2	253.0	250.0	503.0	512.5	9.5	18.7	1.055	4.750	1.453 1.496	1.785 1.853		
615.9	9.4	241.5	244.2	485.7	495.0	9.3	18.7	1.033	4.650	1.422 1.509	1.748 1.878		
Daher mittlere jährliche percentuelle Abnahme										1.457 1.527	1.807 1.923		

Über das Verhalten des Oberbaukleinmaterialies beim eisernen Oberbau im Arlbergtunnel kann Folgendes gesagt werden:

Wie aus der Tabelle 46 zu entnehmen ist, wurde im rechten Tunnelgeleise, welches in der Mitte des Jahres 1885 dem Betriebe übergeben worden war, schon im Jahre 1886 eine auffallend grosse Menge Kleinmaterialie ausgewechselt, was jedenfalls von der forcierten Legung dieses Geleises herrührte.

Das gleichfalls sehr grosse Auswechslungspercent an Spurerweiterungsbeilagen Nr. 2 und 3 in beiden Tunnelgeleisen kann einerseits aus der schlechteren Materialqualität derselben, andererseits aus der zu starken Inanspruchnahme dieser Geleise in den ersten Betriebsjahren, wegen der noch nicht genügenden Festigkeit der die eisernen Querschwellen ausfüllenden Schotterprismen, erklärt werden.

Es ist auch aus den Tabellen 42 und 46 ersichtlich, dass der Verbrauch an Oberbaukleinmaterialie und die Gewichtsabnahme desselben mit der Grösse und Stärke d. h. mit der Dimensionierung, im Zusammenhange stehen, und beide zunehmen, je kleiner und leichter diese Materialien sind.

Nach der Tabelle 46 erweist es sich ferner, dass das Kleinmaterialie im allgemeinen im linken, bergabbefahrenen Tunnelgeleise mehr beansprucht wird, als im rechten Geleise.

Bei dem Oberbaukleinmaterialie im Arlbergtunnel, und insbesondere bei den Fussrauben und Klemmplatten des eisernen Oberbaues ist das gleiche schichtenweise Einfressen des Rostes zu beobachten, wie es sich am Oberbau in den Tunnels der Lahnbahn gezeigt hat.

Die raschere und stärkere Abnützung der Schrauben des eisernen Oberbaues im Tunnel geht auch aus der Beobachtung hervor, dass die für neue Schrauben ganz gut passenden deutschen Schraubenschlüssel zum Anziehen der älteren Schrauben viel zu weit waren, und hierfür solche mit engeren Maulweiten angefertigt werden mussten. Eine weitere Wahrnehmung wurde noch in der Richtung gemacht, dass in beiden Tunnelgeleisen die äusseren Lochkanten für die Fussrauben in den eisernen Querschwellen so stark ausgeschlagen wurden, dass eigene Blechplattenbeilagen eingelegt werden mussten, um das Festsitzen dieser Schrauben zu ermöglichen. Ebenso zeigte sich an allen diesen Stellen ein starkes Einbeissen der äusseren Spurerweiterungsbeilage Nr. 4 in den Unterlagskeilen.

Die Winkellaschen erschienen bei diesem Oberbau im Arlbergtunnel sehr beansprucht und mussten namentlich im linken Geleise

viele solche ausgewechselt werden, welche durch die einseitige Schienenabnützung und durch das einseitige Befahren bis zu 2 mm eingeschlagen waren.

Das Oberbaukleinmateriale musste am meisten und am frühesten in den sehr feuchten und sehr nassen Tunnelstrecken ausgewechselt werden.

Die Art der Abnützung der einzelnen Gattungen des Oberbaukleinmateriales im Arlbergtunnel ist auch aus der Beilage XXIII zu Beilage XXIII. ersehen.

Über die Schienenabnützung im Arlbergtunnel muss noch angeführt werden, dass, wie aus der Tabelle 46 ersichtlich ist, das Schienenauswechslungspercent im rechten, bergauf befahrenen Tunnelgeleise, als dem durch die darüber rollenden Fahrzeuge weniger beanspruchten, grösser erscheint als im linken.

Da diese beiden Geleise jedoch immer vollständig gleich erhalten wurden, so konnte die Ursache für dieses ungünstige Verhältnis, nur in der schlechteren Qualität der im rechten Geleise verlegten Schienen gesucht werden.

Die meisten aus der Bahn genommenen Schienen waren am Kopfe gespalten, wiesen Kopfrisse auf, oder es waren Schienenkopflängsausbrüche festzustellen, Fehler, die auf Materialgebrechen zurückzuführen sind.

Die Schienenauswechslungen in beiden Tunnelgeleisen in den Jahren vor 1890 sind ausnahmslos auf Brüche zurückzuführen, und zwar erfolgten dieselben immer in der nächsten Nähe des Stosses, durch ein Laschenbolzenloch gehend, wodurch wieder viele Laschenbrüche hervorgerufen wurden.

Bei den Schienen, an denen der Schienenkopf sich spaltete oder ausbrach, oder wo die Risse in demselben die Ursache der Auswechslungen waren, traten diese Gebrechen ungleichmässig auf, und zwar in Entfernungen von 1'0 bis 1'5, auch 2'0 m vom Stosse. Die Längen der Risse und der Schienenkopfspaltungen betrugen zwischen 80 bis 200 cm, die Ausbrüche wiesen Längen von 50 bis 120 cm auf.

Wie aus den vorhergehenden Erörterungen hervorgeht, sind die verschiedenen Materialsorten dem Tunneleinflusse nicht in gleichem Masse unterworfen.

Um nun darüber Erfahrungen zu sammeln, welche Materialgattung sich im Tunnel am besten bewährt, sind seit dem Jahre 1892

Tabelle 46.

Auswechslungspercente an Oberbaumaterialie im Arlberg-

(Eiserner Oberbau)

Bedarf bei 7·5 m Geleiselänge					Auswechslungspercente								
Post-Nr.	Anzahl	Gegenstand	Gewicht		Bestand in jedem der Tunnelgeleise	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891
			ein- zeln	zusam- men									
			kg										
1	2	Stahlschienen à 7·5 m	266	532	2733	—	—	—	—	0·03	0·03	0·40	0·18
2	9	Schwellen aus Flusseisen	72·6	653·4	12300	—	—	—	—	—	—	—	0·04
3	2	Aeussere Winkel- laschen	7·8	15·6	2733	—	—	—	—	0·03	1·53	3·83	4·94
4	2	Innere Winkel- laschen	10·8	21·6	2733	—	—	—	—	0·03	1·09	4·39	6·51
5	8	Laschenschrauben	0·54	4·3	10932	—	0·87	1·09	1·83	2·65	4·89	11·89	4·31
6	18	Unterlagskeile	1·34	24·1	24600	—	0·01	—	—	—	—	0·04	1·30
7	18	Beilagen Nr. 1	0·31	5·6	24502	—	—	—	0·08	—	—	0·49	2·03
8	9	Beilagen Nr. 2	0·35	3·2	98	—	—	—	6·11	—	—	76·53	19·40
9	9	Beilagen Nr. 3	0·38	3·4	98	—	—	—	—	—	—	62·24	—
10	18	Beilagen Nr. 4	0·42	7·6	24502	—	—	—	0·01	—	—	0·46	2·17
11	36	Fusschrauben	0·48	17·3	49200	—	0·25	0·11	0·11	0·32	0·70	2·54	10·32
12	18	Aeussere Klemm- platten	0·34	6·1	24600	—	—	—	—	—	0·02	0·65	0·37
13	18	Innere Klemm- platten	0·24	4·3	24600	—	—	—	—	—	0·03	0·65	8·63
14	44	Grover'sche Ringe*)	0·025	1·1	60132	—	—	—	—	—	—	—	10·33

*) Grover'sche Ringe wurden erst im Jahre 1890 in Verwendung genommen.

*) Grover'sche Ringe wurden erst im Jahre 1890 in Verwendung genommen.

im Arlbergtunnel 8 Metallversuchsplatten von verschiedenen Gewerken hinterlegt; diese Platten werden vierteljährig einer Abwage unterzogen.

Aus der Gewichtsabnahme kann auf den Widerstand der einzelnen Platten gegen den Tunnelleinfluss geschlossen werden.

Diese Versuchsplatten sind neben den Tunnelgeleisen, sowohl in den trockenen als in den nassen Tunnelstrecken lose auf das Schotterbett aufgelegt.

Beilage XXIV. Die bisherigen Ergebnisse der angestellten Beobachtungen sind aus den graphischen Darstellungen der Beilage XXIV ersichtlich.

Alle 8 Metallversuchsplatten weisen übereinstimmend ein widerstandsfähigeres Verhalten in den nassen gegenüber den trockenen Tunnelstrecken auf; diese Beobachtung scheint in vollem Widerspruche mit den Erfahrungen über die Schienenabnützungen im Arlbergtunnel zu stehen, welche sich in den nassen Tunnelstrecken viel grösser, als in den trockenen Strecken zeigten. Dieser Widerspruch ist jedoch nur ein scheinbarer. Betrachtet man die Versuchsplatten genauer, so zeigt sich, dass die in den nassen Tunnelstrecken lagernden alsbald durch die vom Wassertropfen mitgeführten chemischen Beimengungen an ihrer Oberfläche mit einer gelatineartigen, schützenden Kruste überzogen werden, welche die weiteren chemischen Einflüsse mindert.

Bei den Schienen bildet sich wohl auch diese Kruste; aber durch jeden über die Tunnelgeleise rollenden Zug wird dieselbe wieder entfernt, der Schienenkopf dadurch blank geschauert und immer wieder den ungünstigen chemischen Tunnelleinflüssen ausgesetzt.

3. Kosten der Erhaltung des Oberbaues. Die den Bahnerhaltungsdienst am meisten beeinflussenden Kosten der Oberbauerhaltung finden im Folgenden ihre Erklärung:

Diese Kosten werden in erster Linie durch die zu zahlenden Tagelöhne bedingt, welche wieder durch die Lebensverhältnisse der hierin verschiedenen Strecken, und infolge der besonderen Art der Arbeitsleistungen, wie z. B. im Arlbergtunnel, verschieden sind.

An Tagelöhnen für Oberbauarbeiter wurden als Mindestbeträge gezahlt:

auf der Ostrampe	. . .	1 fl. — kr.
im Arlbergtunnel	. . .	1 fl. 40 kr. und
auf der Westrampe	. . .	1 fl. 20 kr.

Hiezu ist noch zu bemerken, dass in dem Taglohne des Tunnelarbeiters die Entschädigung für das Beleuchtungsmateriale seiner

Grubenlampe, welches er sich selbst zu beschaffen hat und wofür pro Tag, Mann und Lampe 10 kr. in Anschlag gebracht werden, bereits enthalten ist.

Es stellt sich demnach das Taglohnverhältnis dieser Streckentheile wie: 27·8:38·8:34·4. Die Kosten der Geleise-Regulierungsarbeiten (Tab. 37, 1. Rubrik) verhalten sich jedoch wie: 20·8:45·2:34%; die Verschiedenheit beider Verhältnisse ist durch die wesentlich höheren Löhne der Bahnrichter und Vorarbeiter im Tunnel (fl. 1·80—2·00) und auf der Westrampe (fl. 1·60—1·80) zu erklären.

Die Kosten der Oberbauerhaltung auf der Westrampe müssen sich auch deshalb höher gestalten, weil hier der Oberbau zum grössten Theile zwischen Kunstmauerwerkskörpern eingebettet ist, daher die Erhaltungsarbeiten schwieriger und von längerer Dauer sind, als auf der Ostrampe, wo der Oberbau zumeist im freiliegenden Schotterbett bearbeitbar ist.

Die für die Arlbergtunnelgeleise ausgewiesene jährliche Erhaltungsziffer erfordert noch eine nähere Erläuterung.

Werden nämlich diese Erhaltungskosten für das linke und rechte Tunnelgeleise gesondert ermittelt und in Vergleich gezogen, so ergibt sich für die Oberbauerhaltung (eiserner Oberbau mit Querschwellen System Heindl) pro Meter Geleise und Jahr ein Einheitswert:

für das linke Geleise von . . .	52·21 kr.
für das rechte Geleise von . . .	48·66 kr.

Diese Differenz erklärt sich dadurch, dass das linke Geleise, welches auf 6 km im Gefälle von 15‰ mit rollender Bremslast befahren wird, mehr beansprucht erscheint, als das rechte Geleise, über welches auf 6 km Länge alle Züge ungebremst und auf 4 km im Gefälle von 2‰ nur schwach gebremst rollen.

Zu den ermittelten Einheitspreisen für Oberbauregulierung in den Nebengeleisen ist zu bemerken, dass die auf der Ostrampe in geringerem Ausmasse als auf der Westrampe zur Verfügung stehenden solchen Geleise mehr beansprucht werden müssen, daher auch grössere Erhaltungskosten erfordern.

Zu den Ausgaben für Auswechslung von Schwellen und Brückenhölzern, bezw. zu den hier ermittelten Einheitswerten ist ausser dem Vorgesagten nur noch zu erwähnen, dass in diesen Einheitswerten nicht nur die Auswechslungs-, sondern auch die Zurichtungs- und Transportkosten des neuverwendeten und alten rückgewonnenen Materiales inbegriffen sind.

(Fortsetzung des Textes auf Seite 209).

Tabelle 47.

Kosten der

Bezeichnung der Strecke	Jahr	Regulierung der				Auswechslung der										
		currenten Geleise einschl. der Stations-Hauptgeleise		der Neben- und Industrie- Geleise		Schienen	Schwellen								Oberbau-Brückenhölzer	
							normale Länge		abnormale Länge			aus Eisen				
		fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	
Ostrampe. Station Landeck bis Station St. Anton km 71-5660—99-9035 == 28-3375 km	1884	Beläge nicht vollständig vorhanden, daher sichere Daten nicht														
	1885															
	1886	3823	56	717	61	2	98	32	18	1	75	—	—	4	38	
	1887	7094	49	524	91	11	38	15	81	—	—	4	50	14	80	
	1888	6857	52	714	92	12	51	64	75	4	—	—	—	1	—	
	1889	7129	37	428	18	83	78	367	77	24	95	—	—	—	—	
	1890	9107	49	261	23	40	32	408	69	207	97	—	—	—	—	
	1891	7360	43	157	14	27	66	984	29	277	87	1	95	49	46	
	1892	8519	67	139	—	255	95	1190	45	45	90	3	96	24	91	
	1893	4527	75	429	30	30	14	1992	99	64	41	1	60	23	78	
1894	5419	88	588	68	713	04	2414	01	59	09	2	65	49	41		
Arlbertunnel. Station St. Anton bis Station Langen km 99-9035—110-4402 == 10-5367 km	1884	4348	72	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	1885	22368	81	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	1886	11263	77	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
	1887	4875	22	—	—	34	19	—	—	—	—	22	60	—	—	
	1888	8144	59	—	—	39	78	—	—	—	—	46	52	—	—	
	1889	7993	44	—	—	52	05	—	—	—	—	63	09	—	—	
	1890	7237	28	—	—	64	19	—	—	—	—	55	14	—	—	
	1891	9615	82	—	—	275	56	—	—	—	—	94	63	—	—	
	1892	9155	62	—	—	100	78	—	—	—	—	150	80	—	—	
	1893	8553	51	—	—	138	24	16	66	—	—	134	46	—	—	
1894	5787	20	—	—	31	40	7	80	—	—	37	70	—	—		
Westrampe. Station Langen bis Station Bludenz km 110-4402—136-7617 == 26-3215 km	1884	9625	05	98	67	49	15	4	22	—	—	—	—	—	—	
	1885	16112	39	1210	75	16	71	37	39	4	51	—	—	1	55	
	1886	6638	69	340	61	6	63	9	51	20	—	—	—	—	80	
	1887	8488	14	446	58	25	92	25	20	—	—	—	—	8	42	
	1888	10519	60	371	38	27	95	131	74	—	—	3	65	—	—	
	1889	6577	34	661	30	99	12	297	89	18	60	9	36	7	98	
	1890	10520	54	665	88	122	04	1408	15	20	64	4	38	43	29	
	1891	10794	63	620	26	(25	63)	1254	74	29	07	8	94	48	04	
	1892	9101	71	229	63	194	30	2272	34	29	70	122	79	31	38	
	1893	7785	95	344	81	15	08	1435	—	48	07	—	81	32	46	
1894	5907	18	592	66	604	95	2190	73	67	55	—	—	9	20		

Anmerkung. Das zweite (rechte) Geleise im Arlbertunnel wurde am 15. Juli 1885 dem Betrieb übergeben bezw. eröffnet.

Unter den Ausgabsposten der Westrampe pro 1890 ist eine Gutschriftpost von 3400 fl. für rückgewonnene drei Waggondehlscheiben enthalten.

Oberbau-Erhaltung.

Auf- und Abladen, Verführen und Durchwerfen von Schotter und Beseitigung des Graswuchses vom Oberbauplanum		Materialersatz bei Wechsel und Kreuzungen, Drehscheiben und Schiebebühnen		Umstellungsarbeiten		S u m m e		Eisen- und Stahl-Materiale				Umstellungsarbeiten		S u m m e	
fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
541	90	6	43	—	—	5130	79	86	56	484	52	—	—	571	08
559	85	22	57	—	—	8248	41	58	76	804	25	—	—	863	01
860	07	2	45	—	—	8517	22	34	69	521	55	—	—	556	24
626	38	18	04	69	39	8747	86	225	68	549	60	180	—	955	28
351	73	27	48	—	—	10404	91	164	04	1079	79	—	—	1243	83
383	51	15	53	—	—	9257	84	404	19	1327	94	—	—	1732	13
1212	07	55	05	—	—	11446	96	409	51	771	08	—	—	1180	59
2456	58	18	10	—	—	9544	65	347	66	782	34	—	—	1130	—
1687	—	89	50	—	—	11023	26	896	73	1144	47	—	—	2041	20
249	04	—	—	—	—	4597	76	—	—	—	—	—	—	—	—
1245	29	—	—	—	—	23614	10	—	—	—	—	—	—	—	—
263	80	—	—	—	—	11527	57	—	—	60	48	—	—	60	48
—	—	—	—	—	—	4932	01	27	75	210	30	—	—	238	05
—	—	—	—	—	—	8230	89	—	42	266	89	—	—	267	31
16	05	—	—	—	—	8124	63	18	69	264	83	—	—	283	52
199	71	—	—	—	—	7556	32	194	60	842	89	—	—	1037	49
—	—	—	—	—	—	9986	01	783	46	3468	47	—	—	4251	93
39	35	—	—	—	—	9446	55	753	94	4328	74	—	—	5082	68
—	—	—	—	—	—	8842	87	276	04	1313	98	—	—	1590	02
6	36	—	—	—	—	5870	46	16	87	158	64	—	—	175	51
791	33	—	—	—	—	10568	42	1	70	6	65	—	—	8	35
1710	40	25	45	—	—	19119	15	(151	37)	137	71	—	—	(13	66)
481	15	16	55	—	—	7513	94	180	43	950	28	—	—	1130	71
814	22	30	94	17	10	9856	52	(302	01)	652	38	—	—	350	37
888	96	49	42	19	06	12011	76	52	14	658	17	—	—	710	31
526	34	2	55	—	—	8200	48	853	23	415	65	—	—	1268	88
480	41	21	17	—	—	13286	50	229	52	994	61	—	—	1224	13
68	59	1	—	—	—	12799	64	1280	60	1237	84	—	—	2518	44
555	98	11	88	—	—	12549	71	623	96	1124	72	—	—	1748	68
775	76	2	98	—	—	10440	92	522	19	927	85	—	—	1450	04
1125	09	33	40	—	—	10530	76	507	60	993	24	—	—	1500	84

Die Kosten der Schienen-Neulagen im linken und rechten Geleise in den Jahren 1893 und 1094 sind in obigen Ausgabenziffern nicht aufgenommen.

Tabelle 47 a.

Kosten der

Bezeichnung der Strecke	Jahr	Holzschwellen						Eisenschwellen und Stein- würfel	Oberbau-Brückenhölzer	Umgestaltung	Summe		Neuer Schotter			
		normale Länge		abnormale Länge												
		fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.				fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
Ostrampe. Station Landeck bis Station St. Anton km 71-5660—99-9035 = 28-3375 km	1884	Beläge nicht vollständig vorhanden, daher sichere Daten														
	1885															
	1886	67	97	—	—	—	—	9	15	—	—	77	12	1256	71	
	1887	244	58	8	01	—	—	21	45	—	—	274	04	100	30	
	1888	510	56	29	90	—	—	17	65	—	—	558	11	242	41	
	1889	1903	06	90	77	300	—	—	—	—	—	2293	83	13	63	
	1890	4121	24	552	87	—	—	—	—	—	—	4674	11	130	20	
	1891	4099	03	598	30	—	—	226	49	—	—	4923	82	—	—	
	1892	5842	97	164	97	—	—	66	97	—	—	6074	88	466	09	
	1893	10570	23	107	24	—	—	159	61	—	—	10837	08	746	18	
	1894	13258	63	259	12	—	—	93	85	—	—	13611	60	2696	93	
	Arlbergtunnel. Station St. Anton bis Station Langen km 99-9035—110-4402 = 10-5367 km	1884	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	174	64
		1885	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1114	91
1886		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	139	16	
1887		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1888		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1889		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1890		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	
1891		—	—	—	—	22	26	—	—	—	—	22	26	—	—	
1892		—	—	—	—	170	28	—	—	—	—	170	28	—	—	
1893		5	48	—	—	2	10	—	—	—	—	7	58	—	—	
1894		47	25	—	—	15	—	—	—	—	—	62	25	—	—	
Westrampe. Station Langen bis Station Bludenz km 110-4402—136-7617 = 26-3215 km	1884	408	65	3	33	—	—	—	—	—	—	411	98	—	—	
	1885	331	36	38	32	—	—	—	—	—	—	369	68	2659	26	
	1886	90	13	67	81	—	—	1	84	—	—	159	78	958	—	
	1887	107	82	—	—	3	86	55	89	—	—	167	57	663	16	
	1888	929	29	—	—	—	—	—	60	—	—	929	89	384	21	
	1889	1525	06	—	—	—	—	34	97	—	—	1560	03	157	82	
	1890	4070	04	104	06	81	46	13	95	—	—	4269	51	438	34	
	1891	6290	95	(9	60)	154	58	123	85	—	—	6559	78	—	—	
	1892	7410	37	44	56	145	95	44	22	—	—	7645	13	705	93	
	1893	5918	46	208	05	91	83	24	65	—	—	6242	99	394	75	
	1894	11988	47	345	20	106	40	21	86	—	—	12461	93	1576	84	

Oberbau-Erhaltung.

Umstellung		Summe		Wechsel und Kreuzungen einschliesslich Leitschienen		Drehscheiben und Schiebebühnen einschliesslich Fundierung		Umstellung		Summe		Erhaltung und Erneuerung der Oberbau-Werkzeuge und Inventar-Gegenstände		Im Ganzen	
fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
nicht angegeben werden können.															
—	—	1256	71	136	53	27	82	—	—	164	35	428	68	7628	73
—	—	100	30	18	70	16	48	—	—	35	18	171	25	9692	19
—	—	242	41	124	37	88	08	55	52	267	97	339	23	10481	18
—	—	13	63	130	43	226	60	386	90	743	93	398	60	13153	13
—	—	130	20	222	96	98	26	97	81	419	03	406	—	17278	08
—	—	—	—	200	08	397	30	30	—	627	38	448	30	16989	47
—	—	466	09	377	26	570	27	—	—	947	53	361	27	20477	32
—	—	746	18	58	78	323	48	—	—	382	26	696	35	23336	52
—	—	2696	93	640	57	188	65	—	—	829	22	745	61	30947	82
—	—	174	64	—	—	—	—	—	—	—	—	19	20	4791	60
—	—	1114	91	—	—	—	—	—	—	—	—	106	10	24835	11
—	—	139	16	—	—	—	—	—	—	—	—	109	72	11836	91
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	56	61	5226	67
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	101	50	8599	70
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	107	80	8515	95
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	182	49	8776	30
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	427	04	14687	24
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	202	80	14902	31
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	380	40	10820	89
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	355	99	6464	21
—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	41	57	11030	32
—	—	2659	26	59	46	3	—	—	—	62	46	449	63	22646	52
—	—	958	—	58	54	2	45	—	—	60	99	681	85	10505	27
—	—	663	16	41	44	17	63	—	—	59	07	999	36	12096	05
—	—	384	21	19	61	3	10	18	30	41	01	667	44	14744	62
—	—	157	82	249	96	91	44	195	14	536	54	689	74	12413	49
—	—	438	34	81	41	(3358	59)	189	81	(3087	37)	911	56	17042	67
—	—	—	—	161	19	5	66	117	—	283	85	824	08	22985	79
—	—	705	93	(188	04)	178	73	—	—	(9	31)	709	76	23349	60
—	—	394	75	226	56	67	46	—	—	294	02	1208	93	20031	65
—	—	1576	84	672	63	17	55	—	—	690	18	1313	23	28073	78

Tabelle 48.

Kosten der

Bezeichnung der Strecke	Jahr	Aufnahme- und gesonderte Gebäude für die Administration, Wohngebäude, Hôtel etc.		Frachtmagazine und stabile Brückenwaagen		Materialmagazine, Feuerlösch- requisiten-Depôts etc.		Rampen, Ladebühnen, Ladeprofile, stabile Hebekrahne, Kohlen- bühnen, Schuppen		Wagen- und Locomotiv-Remisen		Wasserstationsgebäude einschl. Brunnen und Putzgruben	
		fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
Ostrampe. Station Landeck bis Station St. Anton km 71-5660 — 99-9035 = 28 3375 km	1884	} Beläge nicht vollständig vorhanden, daher sichere Daten											
	1885												
	1886	1375	41	131	79	7	68	26	85	56	95	58	91
	1887	787	02	19	04	9	89	—	20	74	14	15	74
	1888	313	72	2	73	—	40	—	—	3	12	3	80
	1889	676	08	2	40	1	75	1	77	—	—	9	38
	1890	1054	59	—	80	—	—	49	49	15	80	46	98
	1891	638	80	2	80	9	32	10	29	4	24	73	43
	1892	788	18	2	18	—	—	5	11	7	30	17	40
	1893	840	94	3	46	14	83	8	27	14	11	93	84
	1894	634	47	19	50	7	24	—	—	5	10	15	08
Arlbergtunnel. Station St. Anton bis Station Langen km 99-9035 — 110-4402 = 10 5367 km	1884	} Beläge nicht vollständig vorhanden, daher sichere Daten											
	1885												
	1886	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1887	2	80	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1888	61	33	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1889	35	37	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1890	57	62	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1891	21	34	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1892	62	08	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1893	147	21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	1894	196	59	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Westrampe. Station Langen bis Station Bludenz km 110-4402 — 136-7617 = 26 3215 km	1884	71	92	7	62	10	69	—	—	—	15	3	47
	1885	216	40	9	08	1	84	45	49	2	16	54	94
	1886	470	—	68	09	13	40	2	56	29	47	61	80
	1887	756	07	64	42	104	—	2	94	3	94	37	09
	1888	1460	—	32	64	49	92	6	39	65	—	61	02
	1889	1120	26	53	27	1	50	52	75	35	33	47	76
	1890	1325	41	144	14	38	21	16	93	80	88	118	89
	1891	1463	—	51	11	74	29	13	42	256	02	91	28
	1892	(1226	83)	107	76	2	68	16	62	294	26	115	81
	1893	1849	81	96	93	81	99	1	40	216	13	271	57
	1894	1780	36	148	11	197	74	55	36	459	11	266	14

Hochbau-Erhaltung.

Werkstättengebäude		Werkzeuge für Hochbauten		Umsaltungsarbeiten		S u m m e		Maschinelle Einrichtung der Wasserstationen und Reservoirs		Wasserleitungen einschliesslich der Krähne		Umsaltungsarbeiten		S u m m e	
fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.

nicht angegeben werden können.

2	67	19	47	—	—	1679	73	249	17	546	12	—	—	795	29
—	—	13	22	—	—	919	25	82	34	293	31	—	—	375	75
—	—	—	70	—	—	324	49	6	48	464	71	—	—	471	19
—	—	1	10	—	—	692	48	—	—	139	76	—	—	139	76
—	—	(1	23)	—	—	1166	43	—	—	195	70	—	—	195	70
—	—	2	80	—	—	741	68	1	40	386	76	—	—	388	16
—	—	18	76	—	—	838	93	5	90	269	84	—	—	275	74
—	—	1	50	—	—	976	95	29	81	375	78	77	07	482	66
—	—	5	65	05	15	702	09	70	12	294	29	—	—	364	41

nicht angegeben werden können.

—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	2	93	—	—	5	73	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	61	33	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	35	37	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	57	62	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	21	34	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	3	96	—	—	66	04	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	1	16	—	—	148	37	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	3	65	—	—	200	24	—	—	—	—	—	—	—	—
—	—	—	—	—	—	93	85	—	—	111	60	—	—	111	60
—	—	(—	23)	74	92	404	66	172	04	336	83	—	—	508	87
—	—	—	—	—	—	648	32	90	41	246	89	—	—	337	30
—	—	4	09	10	10	982	55	13	43	397	23	—	—	410	66
—	—	(1	57)	—	—	1673	40	49	56	533	20	—	—	582	76
—	—	12	98	—	—	1323	85	130	14	188	98	—	—	319	12
—	—	—	—	—	—	1724	46	27	12	863	59	—	—	890	71
—	—	24	85	—	—	1973	97	70	02	791	81	—	—	862	03
323	40	—	—	—	—	(366	30)	283	15	902	92	—	—	1185	07
—	—	12	70	—	—	2530	53	207	49	688	59	717	26	1613	34
—	—	14	23	46	30	2967	35	1608	92	1054	61	3162	06	5825	59

Tabelle 48 a.

Kosten der Hochbau-Erhaltung.

Bezeichnung der Strecke	Jahr	Wächterhäuser und Signal- hütten		Umstellungsarbeiten		Summe		Im Ganzen	
		fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
Ostrampe. Station Landeck bis Station St. Anton km 71-5660—99-9035 = 28-3375 km	1884	} Beläge nicht vollständig vorhanden, daher sichere Daten nicht angegeben werden können.							
	1885								
	1886	237	86	—	—	237	86	2712	88
	1887	192	85	—	—	192	85	1487	85
	1888	146	12	—	—	146	12	941	80
	1889	203	38	—	—	203	38	1035	62
	1890	209	61	—	—	209	61	1571	74
	1891	282	98	—	—	282	98	1412	82
	1892	207	90	—	—	207	90	1322	57
	1893	335	11	—	—	335	11	1794	72
	1894	219	86	—	—	219	86	1286	36
Arlbergtunnel. Station St. Anton bis Station Langen km 99-9035—110-4402 = 10-5367 km	1884	} Beläge nicht vollständig vorhanden, daher sichere Daten nicht angegeben werden können.							
	1885								
	1886	—	—	—	—	—	—	—	—
	1887	1	32	—	—	1	32	7	05
	1888	—	—	—	—	—	—	61	33
	1889	36	—	—	—	36	—	71	37
	1890	28	61	—	—	28	61	86	23
	1891	11	44	—	—	11	44	32	78
	1892	25	47	—	—	25	47	91	51
	1893	83	88	—	—	83	88	232	25
	1894	46	06	—	—	46	06	246	30
Westrampe. Station Langen bis Station Bludenz km 110-4402—136-7617 = 26-3215 km	1884	14	50	—	—	14	50	219	95
	1885	126	40	—	—	126	40	1039	93
	1886	159	66	—	—	159	66	1145	28
	1887	340	29	—	—	340	29	1733	50
	1888	652	23	—	—	652	23	2908	39
	1889	624	91	—	—	624	91	2267	88
	1890	580	49	—	—	580	49	3195	66
	1891	437	66	—	—	437	66	3273	66
	1892	584	70	—	—	584	70	1403	47
	1893	639	27	—	—	639	27	4783	14
	1894	1039	65	—	—	1039	65	9832	59

Diese Transportkosten müssen sich auf der Westrampe der dortigen Gefällsverhältnisse wegen und selbstverständlich auch im Arlberg-tunnel, der Eigenart desselben entsprechend, viel höher stellen, als auf der Ostrampe.

Zu den Einheitswerten für Schotterersatz und die Beseitigung des Graswuchses ist zu bemerken, dass der für Graswuchs geeignetere Schotterboden der Ostrampe in den Ausgabenziffern seinen Ausdruck findet.

Die grösseren Verschiedenheiten in den Einheitswerten für ein-gebrachten Neuschotter sind darin begründet, dass im Arlberg-tunnel wegen des in demselben vorhandenen Reserveschotters in den ersten 10 Betriebsjahren wenig neuer Schotter erforderlich wurde, und der für die Westrampe erforderliche Schotter aus dem dortigen brauch-baren Lehenabräumungsmateriale billiger gewonnen werden konnte als auf der Ostrampe.

Zu den Ausgaben für Hochbau (Tabellen 48 und 48 a) ist nichts zu bemerken.

c) Hochbau.

Kosten der Erhaltung
der Hochbauten.

In der Tabelle 49 sind die gesammten normalen Bahnerhaltungs-arbeiten, mit den Ausmessungen der einzelnen Bestände, dann die auf-gelaufenen Kosten der Erhaltungsarbeiten in den 10 Jahren des Betriebes, und endlich die sich ergebenden Einheitswerte pro Jahr und Bestandseinheit für die Bahnerhaltungsarbeiten ausgewiesen.

d) Recapitulation der
normalen Bahnerhal-
tungsarbeiten und
der sich hieraus er-
gebenden Einheits-
werte.

Die in den ersten zehn Betriebsjahren für ausserordentliche Aus-lagen, wie: Schneebeseitigung, Behebung von Elementarereig-nissen etc. aufgelaufenen Kosten sind in der Tabelle 50 ausgewiesen. Aus derselben ist ersichtlich, dass die Schneebeseitigung, namentlich auf der Westrampe ganz wesentliche Kosten erfordert. Die auf dieser Strecke stattgehabten Lawinenabgänge beeinflussten auch die Aus-gaben für Behebung der Beschädigungen des Bahnkörpers.

e) Ausserordentliche
Arbeiten.

Kosten derselben.

Die sonstigen ausgewiesenen Ausgaben wurden meist durch die von Hochwässern oder Hochgewittern an dem Bahnbestande bewirkten Zerstörungen, namentlich in den Jahren 1885 und 1886 in beiden Rampenstrecken hervorgerufen. Mit diesen Ausgaben wurden auch die Behebungsarbeiten an der Rutschstelle am Quelltobel km 122⁵/₆ Strecke Dalaas—Hintergasse, und bei den durch Funkenflug der Maschinen im sommertrockenen Jahre 1887 entstandenen Wald- und Wiesenbränden auf der Westrampe gedeckt.

(Fortsetzung des Textes auf Seite 222).

Tabelle 49.

**Kosten der normalen Bahnerhaltungsarbeiten in der
bis 1. Jänner 1895 und der sich**

Post-Nr.	Arbeitsleistungen	Bestand						
		Einheitsmass	an der			in ‰		
			Ostrampe Landeck—St. Anton	Arlbertunnelstrecke St. Anton—Langen	Westrampe Langen—Bludenz	Ostrampe	Arlbertunnel	Westrampe
1	Dämme, Einschnitte, Böschungen etc.	ha	25830	—	52450	32·9	—	67·1
2	Stütz-, Banquet- und Futtermauern	m ²	38480	—	43741	46·8	—	53·2
3	Wasserbauten zum unmittelbaren Schutze der Bahn	m ³	14553	—	270	98·2	—	1·8
4	Tunnels	m ²	5031·3	171180·0	17717·1	2·5	88·4	9·1
5	Objects-Mauerwerk . . .	m ²	32880	—	32070	50·6	—	49·4
6	Holzconstructionen . . .	m ³	147·25	—	106·71	58·0	—	42·0
7	Eisenconstructionen *) . .	ton.	—	—	1276·54	—	—	—
		m ²	—	—	17380	—	—	—
8	Strassen, Wege und Vorplätze	—	—	—	—	—	—	—
9	Rampencanäle, Wegobjecte, Wasser-Leitungen für fremde Parteien . . .	—	—	—	—	—	—	—
10	Erhaltung und Räumung der Seitengräben und Wasserläufe	m	39203	—	12530	75·8	—	24·2
11	Garten-Anlagen, Baumschulen	m ²	2131	—	1777	54·6	—	45·4

*) Bestand und Kosten für die gesammte Arlbergbahn.

**Strecke Landeck—Bludenz vom 1. September 1884
hierauf ergebenden Einheitswerte.**

Aufgelaufene Kosten in der Zeit vom 1./IX. 1884 bis 1/I. 1895									Sich hieraus ergebende Einheitswerte				
für						in ‰			Einheitsmass	Ostrampe	Arlbergtunnel	Westrampe	im Mittel
Ostrampe		Arlbergtunnel		Westrampe		Ostrampe	Arlbergtunnel	Westrampe					
									kr.				
26349	55	—	—	97498	50	21·3	—	78·7	per ha Fels- u. Lehnembösch.	98700	—	179700	139200
2130	73	—	—	788	99	72·7	—	27·3	per m ² sichtbare Mauerwerksfläche	0·51	—	0·18	0·34
132	85	—	—	—	—	100·0	—	0·0	per m ³ Uferschutz	0·09	—	0·00	0·09
2217	40	9573	04	1003	14	17·3	74·9	7·8	per m ² sichtbare Mauerwerksfläche	4·35	0·51	0·54	1·80
1359	53	—	—	3995	58	25·3	—	74·7	per m ² sichtbare Mauerwerksfläche	0·39	—	1·20	0·79
821	52	—	—	335	31	71·0	—	29·0	per m ³ Holzconstructionsbestand	53·70	—	30·30	42·00
—	—	—	—	15966	85	—	—	—	per ton. Construction	—	—	—	120·9
—	—	—	—	—	—	—	—	—	per m ² Construction	—	—	—	8·7
4854	39	—	—	3014	51	—	—	—	pro km Strecke	1657·8	—	1108·5	1383·1
50	79	—	—	166	89	—	—	—	pro km Strecke	17·1	—	61·2	39·1
1564	91	—	—	2557	19	38·0	—	62·0	per m Graben oder Wasserlauf	0·36	—	1·95	1·15
217	79	—	—	554	02	28·2	—	71·8	per m ² Anlage	0·99	—	3·00	1·99

Post-Nr.	Arbeitsleistungen	Bestand						
		Einheitsmass	an der			in ‰		
			Ostrampe Landeck—St. Anton	Arlbertunnelstrecke St. Anton—Langen	Westrampe Langen—Bludenz	Ostrampe	Arlbertunnel	Westrampe
12	Wasserbauten und Bach- correctionen		—	—	—	—	—	
13	Schneeschutzmittel		—	—	—	—	—	
14	Lebende Einfriedungen . .	m	16800	—	17850	48·5	—	51·5
15	Todte Einfriedungen . .	m	35340	950	34930	49·6	1·3	49·1
16	Absperrung der Wegüber- gänge und Geleise . .	Stück	35	—	47	43·0	—	57·0
17	Bahn - Abtheilungszeichen, Grenzsteine etc. . . .	Stück	3242	—	4186	43·7		56·3
18	Erhaltung und Erneuerung der für Unterbau ver- wendeten Werkzeuge und Requisiten	—			—	—	—	
19	Löhnungen für Regulierung der currenten u. Stations- hauptgeleise	m	29950	21148	29413	37·2	26·3	36·5
20	Löhnungen für Regulirung der Nebengeleise	m	9123	—	11700	43·9		56·1
21	Löhnungen für Schienen- auswechslungen	ton.	2366·8	1493·2	2881·7	35·1	22·1	42·8
22	Löhnungen für Auswechs- lung von Holzschwellen normaler Länge	Stück	36782	—	43804	45·6		54·4
23	Löhnungen für Auswechs- lung von Holzschwellen abnormaler Länge . . .	m³	152·3	—	120·4	55·8	—	44·2
24	Löhnungen für Auswechs- lung der Eisenschwellen	Stück	864	25308	1152	3·1	92·7	4·2
25	Löhnungen für Auswechs- lung der Oberbau- Brückenhölzer	m³	314·6	—	93·7	77·0	—	23·0

Aufgelaufene Kosten in der Zeit vom 1./IX. 1884 bis 1./I. 1895										Sich hieraus ergebende Einheitswerte				
für						in %				Einheitsmass	Ostrampe	Arlbergtunnel	Westrampe	im Mittel
Ostrampe		Arlbergtunnel		Westrampe		Ostrampe	Arlbergtunnel	Westrampe						
fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.									
kr.														
293	21	—	—	2256	79	11·5	—	88·5	per km Strecke	99·9	—	829·8	464·8	
406	07	—	—	6364	08	5·0	—	95·0	per km Strecke	138·6	—	2340·6	1239·6	
503	57	—	—	600	55	45·6	—	54·4	per m Einfriedungsbestand	0·27	—	0·30	0·28	
2814	82	180	71	5080	28	34·8	2·2	63·0	per m Einfriedungsbestand	0·75	1·80	1·38	1·31	
873	66	—	—	777	93	52·8	—	47·2	per Stück Bestand	241·50	—	160·20	200·80	
163	19	—	—	658	80	19·9	—	80·1	per Stück Bestand	0·30	—	1·32	0·82	
2523	85	917	23	3569	35	36·0	13·0	51·0	per km Strecke	858·60	842·10	1312·80	1004·7	
64938	24	99343	98	102071	22	24·5	37·5	38·0	per m Geleise	20·88	47·37	33·94	33·16	
4917	78	—	—	5582	53	46·8	—	53·2	per m Geleise	5·22	—	4·62	4·92	
1181	73	736	19	1136	22	38·6	24·2	37·2	per ton. Schienenbest.	4·83	4·77	3·12	4·24	
									per Stück ausgew. Schienen	50·60	141	56·81	82·80	
7513	84	—	—	9066	91	45·3	—	54·7	per Stück Bestand	1·95	—	1·98	1·96	
									per Stück Auswechslung	25·40	—	26·20	25·80	
688	27	—	—	238	14	74·2	—	25·8	per m³ Bestand	43·71	—	19·14	31·42	
									per m³ Auswechslung	1433	—	1253	1343	
14	66	604	94	149	93	1·9	78·6	19·5	per Stück Bestand	0·15	0·21	1·26	0·54	
173	58	—	—	183	12	48·6	—	51·4	per m³ Bestand	5·31	—	18·90	12·10	
									per m³ Auswechslung	826	—	832	829	

Post-Nr.	Arbeitsleistungen	Bestand						
		Einheitsmass	an der			in ‰		
			Ostrampe Landeck—St. Anton	Arlbertunnelstrecke St. Anton—Langen	Westrampe Langen—Bludenz	Ostrampe	Arlbertunnel	Westrampe
26	Löhnungen für Schotter- ersatz und Graswuchs- beseitigung vom Ober- bauplanum	m ³	54840	46100	63690	33·3	28·0	38·7
27	Löhnungen für Material- ersatz bei Wechseln und Kreuzungen, Drehscheiben und Schiebebühnen . .	Stück	35	—	63	35·7	—	64·3
28	Schienenmateriale	—	Stand	Stand	P.-Nr. 21	—	—	—
29	Schienenbefestigungsmittel	—	Stand	Stand	„ 19 u. 20	—	—	—
30	Holzschwellen normaler Länge	—	Stand	Stand	„ 22	—	—	—
31	Holzschwellen abnormaler Länge	—	Stand	Stand	„ 23	—	—	—
32	Eisenschwellen	—	Stand	Stand	„ 24	—	—	—
33	Oberbau-Brückenhölzer . .	—	Stand	Stand	„ 25	—	—	—
34	Neuer Schotter	—	Stand	Stand	„ 26	—	—	—
35	Materiale für Wechsel und Kreuzungen	—	Stand	Stand	„ 27	—	—	—
36	Material für Drehscheiben und Schiebebühnen . .	Stück	8	—	5	61·5	—	38·5
37	Erhaltung und Erneuerung der Oberbau-Werkzeuge und Inventargegenstände	—	—	—	—	—	—	—
38	Aufnahmegebäude, Wohn- gebäude, Hotels etc.*) .	m ²	—	—	7671·3	—	—	—
39	Frachten - Magazine und stabile Brückenwagen*) .	m ²	—	—	1294·2	—	—	—
40	Material - Magazine, De- pots etc.*)	m ²	—	—	757·7	—	—	—

*) Bestand und Kosten für die ganze Arlbergbahn.

Aufgelaufene Kosten in der Zeit vom 1./IX. 1884 bis 1./I. 1895									Sich hieraus ergebende Einheitswerte				
für						in %			Einheitsmass	Ostrampe	Arlbertunnel	Westrampe	im Mittel
Ostrampe		Arlbertunnel		Westrampe		Ostrampe	Arlbertunnel	Westrampe					
									kr.				
									per m³ Bestand	1·65	0·42	1·23	1·10
9401	62	2019	60	8218	23	47·8	10·2	42·0	per m³ Aus- wechslung	155	202	124	160
263	72	—	—	195	34	57·4	—	42·6	per Stück Be- stand	72·87	—	30·00	51·43
2743	23	2071	77	3797	99	31·8	24·2	44·0	per ton. Schienenbest.	11·22	13·41	12·72	12·45
8111	56	10915	22	8099	10	30·0	40·2	29·8	per 'm Geleise	2·01	4·98	1·92	2·96
40708	89	—	—	39070	60	51·1	—	48·9	per Stück Be- stand	10·68	—	8·61	9·64
1811	18	—	—	801	73	69·3	—	30·7	per m³ Bestand	115·10	—	64·05	89·57
300	—	209	64	584	08	27·4	19·1	53·5	per Stück Be- stand	3·36	0·06	4·89	2·77
607	37	—	—	321	86	65·2	—	34·8	per m³ Bestand	18·60	—	33·24	25·92
7328	06	1428	71	7938	31	43·9	8·7	47·4	per m³ Bestand	1·29	0·27	1·20	0·92
2091	72	—	—	1342	76	60·9	—	39·1	per Stück Be- stand	578·00	—	206·00	392·00
1974	03	—	—	345	61	85·1	—	14·9	per Stück Be- stand	2385·00	—	369·00	1377·00
4566	86	2049	65	8497	15	30·2	13·5	56·3	per km Strecke	1560·00	1883·00	3125·00	2189·33
				18813	83	—	—	—	per m² ver- baute Fläche	—	—	—	23·70
				1122	62	—	—	—	per m² ver- baute Fläche	—	—	—	8·37
				638	14	—	—	—	per m² ver- baute Fläche	—	—	—	8·13

Post-Nr.	Arbeitsleistungen	Bestand					
		Einheitsmass	an der			in ‰	
			Ostrampe Landeck—St. Anton	Arlbergtunnelstrecke St. Anton—Langen	Westrampe Langen—Bludenz	Ostrampe	Arlbergtunnel Westrampe
41	Rampen, Ladebühnen, Ladeprofile, Kohlenbühnen etc.)	m ²	—	—	4434·3	—	—
42	Wagen- und Locomotiv-Remisen*)	m ²	—	—	1601·3	—	—
43	Wasserstationsgebäude und Putzgruben*)	m ²	—	—	1498·7	—	—
44	Werkstättengebäude*) . .	—	—	—	—	—	—
45	Erhaltung und Erneuerung der Werkzeuge, welche zur Hochbauerhaltung verwendet werden*) . .	—	—	—	—	—	—
46	Maschinelle Einrichtung der Wasserstationen einschl. der Reservoirs*)	—	—	—	—	—	—
47	Wasserleitungen einschl. der Krahne*)	m	—	—	8406	—	—
48	Wächterhäuser und Signalhütten	m ²	—	—	4074·8	—	—

*) Bestand und Kosten für die ganze Arlbergbahn.

Aufgelaufene Kosten in der Zeit vom 1./IX. 1884 bis 1./I. 1895							Sich hieraus ergebende Einheitswerte						
für						in %			Einheitsmass	Ostrampe	Arlbergtunnel	Westrampe	im Mittel
Ostrampe		Arlbergtunnel		Westrampe		Ostrampe	Arlbergtunnel	Westrampe					
fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.								
kr.													
				351	64				per m ² ver- bauter Fläche				0·75
				1699	14				per m ² ver- bauter Fläche				12·21
				1540	87				per m ² ver- bauter Fläche				9·93
				326	07				—				—
				166	68				per km Strecke				24·72
				3429	72				per km Strecke				509·00
				9810	68				per m Leitung				11·28
				7785	35				per m ² ver- bauter Fläche				18·51

Tabelle 50.

Ausserordentliche Auslagen.

Bezeichnung der Strecke	Jahr	Beseitigung von Schnee und Eis auf der ganzen Bahn		Behebung der Be- schädigung des Bahnkörpers durch						Sonstige Auslagen		Im Ganzen	
				Elementar- ereignisse einschl. Provisorien		Ent- gleisungen u. Achs- brüche							
		fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.		
Ostrampe. Station Landeck bis Station St. Anton km 71-5660—99-9035 = 28-3375 km	1884	Beläge unvollständig, daher sichere Daten nicht an- zugeben.											
	1885												
	1886	4905	94	10003	58	66	38	240	—	15215	90		
	1887	3560	73	592	16	37	17	—	—	4190	06		
	1888	7635	88	3818	33	—	—	—	—	11454	21		
	1889	6829	88	2646	58	19	01	—	—	9495	47		
	1890	2598	16	4892	14	—	—	269	69	7759	99		
	1891	6586	02	5995	11	—	—	—	—	12581	13		
	1892	6648	11	9636	14	—	—	17	28	16301	53		
	1893	12657	77	11767	87	260	71	38	14	24724	49		
	1894	4832	37	5795	79	47	50	—	60	10676	26		
Arlbergtunnel. Station St. Anton bis Station Langen km 99-9035—110-4402 = 10-5367 km	1884	Beläge unvollständig, daher sichere Daten nicht an- zugeben.											
	1885												
	1886	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
	1887	47	24	—	—	—	—	—	—	47	24		
	1888	139	58	—	—	—	—	—	—	139	58		
	1889	914	83	101	47	1	32	—	—	1017	62		
	1890	506	30	114	45	—	—	—	—	620	75		
	1891	734	47	43	12	—	—	—	—	777	59		
	1892	552	60	—	—	—	—	2700	—	3252	60		
	1893	1559	37	305	34	—	—	88	67	1953	38		
	1894	1040	98	102	72	—	—	138	73	1282	43		
Westrampe. Station Langen bis Station Bludenz km 110-4402—136-7617 = 26-3215 km	1884	6440	45	525	88	28	75	97	02	7092	10		
	1885	6679	47	10323	28	148	07	11	68	17162	50		
	1886	8189	68	16156	73	73	62	—	40	24420	43		
	1887	9170	84	7233	25	6	55	—	—	16410	64		
	1888	21994	35	42185	77	190	77	—	—	64370	89		
	1889	23116	55	13217	66	62	67	—	—	36396	88		
	1890	7784	32	7344	44	296	64	11	29	15436	69		
	1891	12774	77	6682	19	508	72	53	90	20019	58		
	1892	32762	89	104783	33	66	90	37	53	137650	65		
	1893	29335	41	41744	47	—	—	370	54	71450	42		
	1894	10823	30	11974	83	1405	54	—	—	24203	67		

Tabelle 51.

Recapitulation der Gesamtkosten für Bahnaufsichts- und Bahnerhaltungsdienst.

Bezeichnung der Strecke	Jahr	Streckendienst		Bahnaufsicht		Unterbau		Oberbau		Hochbau		Ausserordentliche Auslagen		Im Ganzen	
		fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
Ostrampe. Station Landeck bis Station St. Anton km 71-5660—99-9035 = 28-3375 km	1884	Beläge unvollständig, daher sichere Daten nicht an- zugeben.													
	1885														
	1886	8461	58	10394	45	3853	09	7628	73	2712	88	15215	90	48266	63
	1887	5955	57	7861	05	7487	54	9692	19	1487	85	4190	06	36674	26
	1888	5777	15	10004	01	4642	41	10481	18	941	80	11454	21	43300	76
	1889	5387	33	8843	06	3082	13	13153	13	1035	62	9495	47	40996	74
	1890	5490	55	10670	14	4118	05	17278	08	1571	74	7759	99	46888	55
	1891	5998	14	11427	80	4467	86	16989	47	1412	82	12581	13	52877	22
	1892	6220	41	12440	55	8638	54	20477	32	1322	57	16301	53	65400	92
	1893	6386	54	11691	56	7412	—	23336	52	1794	72	24724	49	73345	83
	1894	7211	69	12415	87	11898	55	30947	82	1286	36	10676	26	74436	55
Arbergtunnel. Station St. Anton bis Station Laugen km 99-9035—110-4402 = 10-5367 km	1884	Beläge unvollständig, daher sichere Daten nicht anzugeben.													
	1885														
	1886	6280	28	5655	04	657	45	11836	91	—	—	—	—	24429	68
	1887	6451	89	7959	19	465	41	5226	67	7	03	47	24	20157	45
	1888	6524	94	6511	23	1129	96	8599	70	61	33	139	58	22966	74
	1889	6123	16	7664	17	1526	87	8515	95	71	37	1017	62	24919	14
	1890	6617	75	6577	27	1128	43	8776	30	86	23	620	75	23806	73
	1891	6956	21	7052	74	1087	67	14687	24	32	78	777	59	30594	23
	1892	8427	98	6344	32	50600	66	14902	31	91	51	3252	60	83619	38
	1893	7157	73	6783	16	1257	88	10820	89	232	25	1953	38	28205	29
	1894	8282	91	8307	60	1217	72	6464	21	246	30	1282	43	25801	17
Westrampe. Station Langen bis Station Bludenx km 110-4402—136-7617 = 26-3215 km	1884	2026	38	3656	26	555	31	11030	32	219	95	7092	10	24580	32
	1885	6649	79	12834	67	18697	86	22646	52	1039	93	17162	50	79031	27
	1886	6113	58	15942	35	17607	45	10505	27	1145	28	24420	43	75734	36
	1887	6227	94	20451	06	16255	—	12096	05	1733	50	16410	64	73174	19
	1888	8153	77	17653	23	13822	69	14744	62	2908	39	64370	89	121653	59
	1889	9105	83	18200	96	10349	35	12413	49	2267	88	36396	88	88734	39
	1890	7050	29	17160	45	9654	07	17042	67	3195	66	15436	69	69539	83
	1891	7107	59	19507	48	11299	10	22985	79	3273	66	20019	58	84193	20
	1892	6649	35	18527	35	18368	72	23349	60	1403	47	137650	65	205949	14
	1893	9087	14	19001	67	14877	18	20031	65	4783	14	71450	42	139231	20
	1894	10928	69	17191	08	15228	30	28073	78	9832	59	24203	67	105458	11

Tabelle 52.

**Die gesamten Bahnerhaltungs- und Bahnaufsichts-Ausgaben für die Strecke Landeck—Bludenz
in der Zeit vom 1. September 1884 bis 1. Jänner 1895. *)**

	Ermittelte Ausgaben aus vorhandenen Rechnungs-Dokumenten für						Calculirte Ausgaben für					
	Ostrampe Landeck—St. Anton			Arberg-tunnelstrecke St. Anton—Langen			Westrampe Langen—Bludenz			Arberg-tunnelstrecke St. Anton—Langen		
	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
C o n t o												
	9 Betriebsjahre			Bei Erh. des Oberb. 1 1/2 Jahre			10 1/2 Betriebsjahre					
	28-33			10-53			26-31			28-33		
	Streckenlänge in km											
	28-33			10-53			26-31			28-33		
	fl.			kr.			fl.			kr.		
Streckendienst	56888	96	62822	85	79100	35	68171	06	71196	55	79100	35
Bahnaufsicht	95748	49	62854	72	180126	56	109607	75	70394	77	180126	56
Erhaltung des Unterbaues	47966	74	10326	54	139911	26	53104	19	11203	14	139911	26
Erhaltung des Oberbaues	149164	82	119456	89	198293	90	159336	46	119456	89	198293	90
Erhaltung des Hochbaues	13474	24	828	82	27792	91	17091	41	828	82	27792	91
Summe .	363243	25	256289	82	625224	98	407310	87	273080	17	625224	98
											1305616	02

Pro Jahr	40360	36	28476	60	60503	56	39417	12	26427	—	60503	56	126349	68
Pro Jahr und Kilometer	1424	65	2704	33	2299	71	1391	35	2509	68	2299	71	6200	74
Procente pro Jahr	31.2	—	22.0	—	46.8	—	31.2	—	20.9	—	47.9	—	100.0	—
Procente pro Jahr und Kilom.	22.1	—	42.0	—	35.9	—	22.5	—	40.4	—	37.1	—	100.0	—
Anserordentliche Ausgaben	112399	04	9091	19	434614	45	132686	90	9091	19	434614	45	576392	54
Totalsumme	475642	29	265381	01	1059839	43	539997	77	282171	36	1059839	43	1882008	56
Pro Jahr	52849	14	29486	74	102565	08	52257	84	27306	84	102565	08	182129	76
Pro Jahr und Kilometer	1865	48	2800	26	3898	33	1844	61	2533	24	3898	33	8336	18
Procente pro Jahr	28.6	—	15.9	—	55.5	—	28.7	—	14.9	—	56.4	—	100.0	—
Procente pro Jahr und Kilom.	21.7	—	32.7	—	45.6	—	22.5	—	31.5	—	46.0	—	100.0	—

*) Ausschiesslich der durchgeführten Leistungen für Umstaltung, der Kosten für die Mauerwerks-Reconstruction im Arlberg-tunnel vom Jahre 1892 per 48746 fl., eines Rückgewinnes im Jahre 1890 per 3400 fl. und der Kosten der Schienen-Neulagen im Arlberg-tunnel in den Jahren 1893 und 1894 im linken und rechten Geleise.

Die bedeutendsten Ausgaben wurden jedoch durch die im Jänner 1892 in der Strecke Hintergasse—Bratz erfolgten zweimaligen Felsstürze, sowie durch den im gleichen Jahre in der Strecke Langen—Danöfen am 9. Juli eingetretenen Bergsturz am Grosstobel bei Langen hervorgerufen. Die Kosten der Herstellung der Provisoriumsstrecke und deren Erhaltung bis zur Vollendung des in den Jahren 1892/93 neu erbauten Grosstobeltunnels betrugen

im Jahre 1892 . . .	84,660 fl.
» » 1893 . . .	11,647 fl.

Der für „sonstige Auslagen“ für den Arlbergtunnel im Jahre 1892 eingestellte Betrag per 2700 fl. umfasst die Kosten des Gutachtens des Dr. J. Jolly über die Rauch- und Luftverhältnisse im Arlbergtunnel.

C. Kosten der gesammten Bahnaufsicht und Bahnerhaltung.

In der Tabelle 51 sind die Gesamtkosten für den Bahnaufsichts- und Bahnerhaltungsdienst während der ersten 10 Jahre des Betriebes zusammengestellt.

Werden zu den in Tabelle 52 ausgewiesenen, gesammten normalen Erhaltungsarbeiten noch die Kosten der theilweisen Mauerwerksreconstruction im Arlbergtunnel per 48,746 fl. und die auf Umgestaltung entfallenden Kosten für die in den Jahren 1893 und 1894 erfolgten Schienenneulagen im Arlbergtunnel mit zusammen 68,030 fl. hinzugeschlagen, so ergeben sich für die gesammte Strecke Landeck bis Bludenz die Ausgaben für den Streckendienst, die Bahnaufsicht und die normalen Bahnerhaltungsarbeiten in den ersten 10 Betriebsjahren für die Zeit vom 1. September 1884 bis 1. Jänner 1895:

ausschliesslich der aussergewöhnl. Auslagen	1,422.390 fl. 62 kr.
einschliesslich » » »	1,998.783 fl. 16 kr.

In derselben Zeitperiode und für dieselbe Strecke betrugen die Ausgaben für Umstellungsarbeiten auf:

Unterbau . . .	18.030 fl. 32 kr.
Oberbau . . .	75.103 fl. 28 kr.
Hochbau . . .	4.017 fl. 74 kr.
Summe	<u>97.151 fl. 34 kr.</u>

Diese Kosten mit den obigen zusammengenommen ergeben als Gesamtausgabe ausschliesslich der auf Baufonds und Extra-Ordinarium in dieser Zeitperiode verrechneten Beträge, einen Betrag von 2,095.935 fl.

Die für Umgestaltung ausgewiesenen Beträge ergeben sich beim Unterbau aus den im Jahre 1889 bewirkten Herstellungen von gemauerten Steinfängen in der Strecke Pians—Strengen km 80·9—81·0 (5151 fl), aus verschiedenen anderen Herstellungen von Stein- und Schotterfängen aus Eisen und Holz, aus neuen Böschungs-Abpflasterungen, Zaunherstellungen etc.

Beim Oberbau sind die grössten Ausgaben durch die mehrfach erwähnten Schienenneulagen im Arlbergtunnel hervorgerufen worden.

Die beim Hochbau erwachsenen Kosten wurden durch Ergänzungen an den vorhandenen Hochbauobjecten veranlasst.

Für die fehlenden Angaben aus den Jahren 1884/85 der Strecke Landeck—St. Anton wurden in der Tabelle 52 die Ziffern des Jahres 1886 angenommen.

Die Streckenlängen der Ostrampe, des Tunnels und der Westrampen von 28·33, 10·53 und 26·31 km stehen im Verhältnisse wie 43·5:16·1:40·4% der Gesamtstrecke. Nach den Ausgabenziffern hingegen ergibt sich für die Gesamtkosten der Bahnaufsicht und Bahnerhaltung der einzelnen Streckentheile das Verhältniss: 31·2:20·9:47·9% und mit Einschluss der ausserordentlichen Ausgaben das Verhältniss 28·7:14·9:56·4%.

Die Erhaltungskosten der Westrampenstrecke sind daher nach jeder Richtung grössere, als dem Streckenlängenverhältnisse entsprechen würde, was durch die in dieser Strecke befindliche grössere Zahl der Bauobjecte Erklärung findet.

IV. Betriebsmittel.

A. Locomotiven und Tender.

Die Steigungsverhältnisse der Zufahrtsrampen zum Arlberg-tunnel, welche auf der Westseite bis zu 26‰ und auf der Ostseite bis zu 31‰ erreichen, haben es mit sich gebracht, dass Locomotiven mit verhältnismässig grosser Zugkraft und grosser Adhäsion in Verwendung genommen werden mussten, um einen möglichst ökonomischen und ausgiebigen Betrieb zu erreichen. Es wurde nun seitens der bestanden k. k. Direction für Staatseisenbahnbetrieb in Wien die Bedingung aufgestellt, dass die Locomotiven für den Lastzugsdienst in einer Steigung von 25‰ eine Last von 175 t. ohne Locomotive und Tender mit 12 Stunden-Kilometer Geschwindigkeit befördern sollen. Bezüglich der weiteren Construction waren keine besonderen Directiven gegeben.

Es betheiligten sich nur 3 Firmen an dieser Concurrenz-Lieferung für die Arlbergstrecke und zwar:

1. Die Locomotiv-Fabrik in Wiener-Neustadt lieferte 4 Stück Schlepptender-Locomotiven, deren Legende in der nachstehenden Tabelle 53 unter Nr. 1 angeführt erscheint, und welche jetzt auch noch als Serie 76 auf der Arlbergstrecke im Betriebe sind.

Die dritte Achse dieser Locomotive ist als Triebachse angeordnet und die rückwärtige Achse ist seitlich in den Lagern verschiebbar. Der Durchmesser der Kessel beträgt 1500 mm, die Länge der Siederohre 4200 mm.

An Bremsmitteln sind bei diesen Locomotiven vorhanden: 1 Hardy-Vacuum-Bremse, welche mit 4 Bremsklötzen auf 2 Maschinenachsen und mit je 4 Bremsklötzen auf die 3 Tenderachsen wirkt,

und eine Spindelbremse, welche gleichfalls mit 4 Bremsklötzen auf 2 Maschinenachsen wirkt. Im Anfange stand ausserdem noch eine Gegendampfbremse nach System Le Chatelier in Verwendung, welche jedoch in der Folge aufgelassen wurde.

Diese Maschinenkategorie bewährte sich bei den Leistungsproben vorzüglich, indem die erreichten Leistungen um 52% und 68% die vertragsmässig bedungenen Leistungen überschritten.

2. Die Locomotiv-Fabrik in Floridsdorf lieferte die in Tabelle 53 unter Nr. 3 angeführte Type.

Diese Locomotive ist als Tendermaschine mit eigenem Tendergestell gebaut, das in einem Druckgestell nach System Kamper (Pendelaufhängung) gelagert ist.

Die 3. Achse ist Triebachse und die Vorderachse ist in den Lagern seitlich verschiebbar. Der Durchmesser des Kessels ist 1436 mm, die Länge der Siederohre 4300 mm.

An Bremsmitteln sind vorhanden: eine Hardy'sche Vacuum-Bremse mit 4 Klötzen auf die vorderen beiden Achsen, und eine Spindelbremse mit 4 Klötzen auf die rückwärtigen beiden Maschinenachsen wirkend. Der Tenderraum umfasst 8 m³ Wasser und 4 t. Kohle.

Bei einer zweiten im Jahre 1885 nachgelieferten Locomotive der gleichen Type wurden auch die Räder der beiden Achsen des Tendergestelles in die Hardy-Bremse einbezogen.

Diese Locomotiven, von denen im ganzen nur 2 Stück gebaut wurden, zeigten beim Betriebe stets starke Neigung zum Räderschleifen, was mit Rücksicht auf den grossen Cylinderdurchmesser, die hohe Dampfspannung und die damit verbundene grosse Zugkraft, zu erklären ist.

Sonst war die Leistung zufriedenstellend und die Type war als Serie 79 noch bis vor kurzem auf der Arlbergstrecke im Betriebe.

3. Die Locomotiv-Fabrik Krauss & Comp. in Linz lieferte 5 Stück Tendermaschinen System Krauss, deren Legende unter Post Nr. 5 gegeben ist.

Hinzuzufügen ist, dass auch hier die 3. Achse als Triebachse angeordnet und die Vorderachse seitlich verschiebbar ist.

Der Kesseldurchmesser beträgt 1530 mm, die Länge der Siederohre 3750 mm.

An Bremsmitteln sind vorhanden: 1 Hardy'sche Vacuum-Bremse auf alle 4 Achsen mit je 2 Klötzen wirkend, ferner eine mit der Hand zu bedienende Spindelbremse mit derselben Klötzeanzahl, endlich eine Krauss'sche Repressionsbremse.

Tabelle 53.

Maschinen-

Skizze der Locomotive	Serie	Allgemeine Anordnung			Triebwerk					
		im Ganzen gekuppelt	Achsen- zahl	äusserer Radstand	Grösste Länge sammt Puffer	Cylinder		Kolbenhub l.	Rad-Diam. bei 50 mm Tyresstärke	
						Entfernung der Mitten	Diameter		Trieb- und Kuppel D	Lauf- Rader
m	m	m	mm	m	m	m				
1 Ausgerüstet 12.8 14.4 13.1 15.2 Tonnas	76	4	4	4-200	9-438	2-450	540	0-610	1-100	—
2 Ausgerüstet 14.1 14.2 12.7 12.7 Tonnas	73, 74	4	4	3-900	10-162	2-060	500	0-570	1-100	—
3 Ausg 30 35 14.3 14.3 13.2 12.2 Tonnas	79	6	4	7-990	11-900	2-100	550	0-610	1-100	0-680
4 Ausgerüst. 13.9 13.9 13.3 Tonnas	48	3	3	3-160	8-690	2-384	450	0-632	1-259	—
5 Ausger. 14.5 14.5 14.5 13.1 Tonnas	78	4	4	3-900	9-080	2-100	500	0-610	1-100	—

Typen.

effective Dampf- spannung p.	Kessel						Der Locomotive					
	Heizfläche			Rost			Gewicht			Zugkraft		
	der Feuer- rohre	der Box	Totale	Länge	Breite	Fläche	leer	im Dienst bei 130 mm Wasser	Adhäsions- Gewicht	Uebersetzungs- Verhältnisse d ² /D l.	$0.6 \times$ d ² /D l. p.	für 0.14 A
	kg	m ²	m ²	m	m	m ²	T.	T.	T.		kg	kg
11.0	152.5	10.4	162.9	2.300	1.080	2.48	47.9	53.5	53.5	1617.0	10670	7490
11.0	170.8	11.2	182	2.220	1.018	2.26	47.5	55.4	55.4	1295	8540	7518
12.0	154.0	10.0	164.0	2.202	1.132	2.49	55.5	72.5	54.0	1.677	12074	7560
11.0	124.0	8.6	132.6	1.748	1.110	1.94	36.7	41.1	41.1	992.1	6547	5754
10.0	145.2	7.71	152.9	1.660	1.270	2.10	42.8	56.6	52.0	1386	9979	7280

Der Tenderraum fasst 5 m^3 Wasser und 3 t. Kohle. Diese Locomotive hatte viele Abänderungen nöthig, bevor dieselbe in den Betrieb genommen werden konnte.

So hatte z. B. die zuerst gelieferte Locomotive folgende Achsbelastungen:

1. Achse	15.720 kg.
2. »	14.580 »
3. »	15.800 »
4. »	15.500 »
Summe	<u>61.600 kg.</u>

Adhäsionsgewicht.

Es mussten also zunächst Constructionsänderungen durchgeführt werden, um die Achsbelastungen auf 14 Tonnen herabzubringen. Diese Locomotiven waren nur bis zum Jahre 1890 am Arlberg im Betriebe, zu welcher Zeit sie von den besser entsprechenden Locomotiven Serie 73. welche weiter unten beschrieben werden, verdrängt wurden.

Von den drei Gattungen der eingelieferten Concurrenzmaschinen haben sich sohin nur die ersterwähnten Locomotiven, Serie 76 der Wiener-Neustädter Locomotivfabrik für den Verkehr auf der Arlbergstrecke erhalten. Aber auch die Locomotiven dieser Gattung wurden nicht mehr gebaut, bzw. nachbeschafft, weil sie vermöge ihrer Construction mit aussenliegenden Rahmen und grossem Cylinder zu grosse Breitendimensionen haben (3130mm von Cylinderaussenkante zu Cylinderaussenkante) und dem Lichtraumprofile anderer Bahnen sowie anderer Strecken nicht entsprechen.

Für den Lastzugsdienst wurde nun die Schlepptender-Locomotive, Serie 73, 74, deren Legende in Tabelle 53 unter Post 2 angeführt erscheint, eingeführt.

Diese Locomotivtype wird seit dem Jahre 1885 mit Ausnahme kleinerer Einzeländerungen nahezu unverändert gebaut, und steht heute neben den Locomotiven Serie 76 für den Lastzugsdienst auf der Arlbergbahn allein in Verwendung.

Auch bei dieser Type ist die 3. Achse die Triebachse und die 4. Achse ist seitlich in den Lagern verschiebbar. Der Kesseldurchmesser beträgt 1438 mm, die Siederohre haben die von den anderen Lastzugsmaschinen abweichende Länge von 5100 mm.

Es mag hier bemerkt werden, dass trotzdem dadurch die Heizfläche auf 182 m^2 gegenüber 162.9 m^2 der Serie 76 gebracht wurde, doch die Dampfproduction der beiden in Vergleich gezogenen Locomotivtypen nahezu gleich gross ist, ja sogar in dieser Beziehung

der Locomotiv-Serie 76 der Vorzug gegeben werden muss. Es ist daher bei den Typen 73 und 74 die grosse Heizfläche zumeist nur deshalb gegeben worden, um ein möglichst grosses Adhäsionsgewicht zu erreichen.

Was die Bremsmittel anbelangt, so sind die Locomotiven, Serie 73 und 74 mit einer Hardy'schen Vacuum-Bremse versehen, welche mit je einem Bremsklotze pro Rad auf die sämtlichen Räder der Locomotive und mit 12 Bremsklötzen auf die 3 Tenderachsen wirkt. Ausserdem hat der Tender eine mit der Hand zu bedienende auf dieselben 12 Klötze wirkende Spindelbremse, und die Locomotive eine Spindelbremse, welche mit 4 Klötzen auf die rückwärtigen 2. Achsen wirkt.

Diese Locomotivtype hat sich vorzüglich bewährt und befördert jetzt im Maximum in der Steigung auf der Westrampe 250 t mit 11·7 Stunden-Kilometer und in der Steigung auf der Ostrampe 180 t mit 13 Stunden-Kilometer Geschwindigkeit.

Die geringere Belastungsziffer bei grösserer Geschwindigkeit auf der Ostrampe erklärt sich damit, dass in dieser Verkehrsrichtung zumeist nur der Transport leerer Wagen zu bewältigen ist; aus diesem Grunde und auch anderer Verhältnisse halber haben hier die Züge meist geringere Belastung.

Was nun den Personenzugs- und Schnellzugsdienst anbelangt, so wurde dieser anfangs hauptsächlich durch die Locomotiven Serie BJ II 52 besorgt; diese dreifach gekuppelten Locomotiven standen auf 3 Achsen und besaßen 38·5 t Adhäsionsgewicht.

Allein schon im Jahre 1886 wurde auf die Serie 48 übergegangen, deren Legende in Tabelle 53 unter Post Nr. 4 angeführt erscheint.

Diese Locomotivtype, die heute noch in Verwendung steht, besitzt aussenliegende Räder, Hall'sche Kurbel, einen Kesseldurchmesser von 1350 mm und eine Siederohrlänge von 4165 mm.

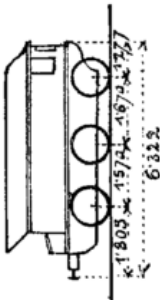
An Bremsmitteln sind vorhanden: eine Hardy'sche Vacuum-Bremse, welche auf die 2. und 3. Achse der Locomotive mit je 2 Bremsklötzen und auf sämtliche Achsen der 3achsigen Tender mit je 4 Bremsklötzen wirkt.

Die Maximalleistungsfähigkeit dieser Locomotiven ist beim Schnellzugsdienst in der Steigung Landeck—St. Anton 120 t. excl. Locomotive und Tender bei einer Geschwindigkeit von 31·1 km pro Stunde, und in der Steigungsstrecke Bludenz—Langen 100 t excl. Locomotive und Tender bei einer Geschwindigkeit von 29·4 km pro Stunde.

Die Tender, welche im allgemeinen Verwendung finden, sind in der Tabelle 54 näher bezeichnet.

Tender-Type.

Tabelle 54.

Tender - Skizze	Serie		Der Achsen		Äusserer Radstand		Räder-Diametral bei 50 mm Tyresstärke		Grösste			Höhe der Plattform über Schienen		Fassungs-raum			Anmerkung	
	Zahl	Entfernung der Zapfenmittel	m	m	m	m	Länge incl. Puffer	Breite	Bordhöhe über Schienen	m	m	Wasser	Kohle	leer	ausgerüstet	T.		
																	m ³	
	36	3	1-950	3-240	0 995	6-322	3-050	2-762	1-234	12-0	6-0	15-0	32-0					

Dieselben sind durchgehends mit je 2 gusseisernen Bremsklötzen pro Rad ausgerüstet, welche einerseits durch den Hardy'schen Vacuum-apparat der Locomotive, andererseits durch eine kräftige Spindelbremse angezogen werden.

Es sind also gegenwärtig auf der Arlbergstrecke in Verwendung:

a) beim Personen- und Schnellzugsdienst die Locomotiven Serie 48.

Dieselben leisten in der Zeit zwischen 2 Hauptreparaturen bis zu 157270 km.

b) beim Lastzugsdienst die Locomotiven Serie 73 und 74, welche zwischen 2 Hauptreparaturen bis zu 168750 km leisten, dann die Locomotiven Serie 76, deren Leistung zwischen 2 Hauptreparaturen bis zu 86242 km beträgt.

Zur Zeit der Betriebseröffnung befanden sich in den Heizhäusern Landeck und Bludenz für den Arlbergbetrieb folgende Maschinen und Tender.

In Landeck: 21 Locomotiven, hievon 6 Tenderlocomotiven und 14 Tender; in Bludenz: 10 Locomotiven und 10 Tender:

Diese Locomotiven und Tender vertheilten sich auf folgende Serien:

Locomotiven:

Alte Serie	Neue Serie	Anzahl	In der Station
A R III	2	6	Landeck
B N II	54	2	"
B III	70	1	"
B F III	72	2	"
B IV	76	4	"
V II	78	5	Tender- maschine
V III	79	1	
B J II	52	10	Bludenz

Tender:

Alte Serie	Neue Serie	Anzahl	In der Station
T	10—11	2	Landeck
TI	31	10	"
TFI	39	2	"
TJ	18	10	Bludenz

Die Adhäsionsgewichte dieser Locomotiven waren folgende:

Alte Serie	Neue Serie	Tonnen Adhäsionsgewicht
AR III	2	26·0
BN II	54	39·0
BJ II	52	38·5
B III	70	43·5
BF III	72	49·5
B IV	76	53·5
V II	78	52·5
V III	79	53·0

Die maximale Leistungsfähigkeit betrug:

Alte Serie	Neue Serie	Tonnen	
		Landeck-St. Anton	Bludenz-Laugen
AR III	2	70	60
BJ II	52	120	90
BN II	54	120	90
B III	70	150	120
BF III	72	150	120
B IV	76	250	180
V II	78	250	180
V III	79	250	180

Was die weitere Entwicklung in den folgenden Jahren anbelangt, so ist dieselbe aus den nachstehenden Tabellen 55 und 56 zu entnehmen.

Im Jahre 1894 wurde mit den Versuchen begonnen, die Locomotiven der Arlbergstrecke zur Feuerung mit Rückstandöl und Blauöl einzurichten, damit die Fahrt durch den Tunnel bei Verwendung von flüssigem Brennmateriale erfolgen kann.

Die Ursachen, welche die k. k. Generaldirection zu dieser Einrichtung bewogen haben, erscheinen an anderer Stelle eingehender besprochen.

Hier soll nur erwähnt werden, dass durch Verwendung flüssiger Brennstoffe im Arlbergtunnel eine möglichst vollkommene Verbrennung angestrebt wurde. Für diesen Zweck wurde das System Holden gewählt.

Dieses System besteht im wesentlichen darin, dass über ein schwaches am Rost ständig unterhaltenes Kohlenfeuer der mittelst Dampfes zerstäubte flüssige Brennstoff verbrannt wird.

Der Vortheil des Systems Holden in Beziehung auf den angestrebten Zweck besteht vornehmlich darin, dass während des Locomotivbetriebes ohne Vorbereitung, unverzüglich, entweder die Petroleum-Feuerung, oder die reine Kohlenfeuerung in Thätigkeit treten, und ebenso wieder abgestellt werden kann.

Es kann somit vor dem Einfahren in den Tunnel mit Kohle, im Tunnel mit Petroleum und nach der Ausfahrt aus dem Tunnel wieder mit Kohle gefeuert werden.

Ferner ermöglicht dieses System eine vortheilhafte Verwertung der schweren und schwersten bei der Petroleumraffinerie gewonnenen mit flüssigen Rückstandprodukte, z. B. Blauöle, Rückstandöle, Theeröle und anderer Oele, wie auch rohes Erdöl mit einem specifischen Gewichte von 0.750 bis 0.938.

Endlich ist mit dem System Holden, wie bei allen Feuerungen flüssigen Brennstoffen, eine wesentliche Erleichterung für das Maschinenpersonale verknüpft; es ist nemlich die Entwicklung der nöthigen Dampfmenge leichter zu erreichen.

Bis 1896 wurden für Petroleumfeuerung vierfach gekuppelte Lastzugslocomotiven Serie 73, 74 mit Schlepptender eingerichtet, deren Legende unter Nr. 2 der Tabelle 53 angeführt erscheint.

Auf Grund der erzielten günstigen Ergebnisse wurde der Beschluss gefasst, ausser 17 Locomotiven der Serie 73 noch 10 Locomotiven der Serie 48 für Petroleumfeuerung einzurichten, damit in Hinkunft

Tabelle 55.

Durchschnittliche Anzahl der Locomotiven und Tender, welche in den Jahren 1884—1894 die Arlbergstrecke befuhren.

Jahr	Locomotive Serien-Bezeichnung											Tender Serien-Bezeichnung					
	2	48	52	54	70	72	73	76	78	79	Summe	10—11	31	36—37	39	18	Summe
1884	—	—	10	2	1	1	—	4	5	1	24	2	4	—	2	10	18
1885	—	—	10	—	—	—	7	4	5	2	28	3	5	5	—	10	23
1886	—	10	—	—	—	—	8	4	2	2	26	2	2	18	—	—	22
1887	—	10	—	—	—	—	11	4	—	2	27	2	2	16	—	—	20
1888	—	10	—	—	—	—	12	4	—	1	27	—	2	24	—	—	26
1889	—	10	—	—	—	—	12	4	—	1	27	—	—	26	—	—	26
1890	—	10	—	—	—	—	12	4	—	2	28	—	—	25	—	—	25
1891	—	10	—	—	—	—	12	4	—	1	27	—	—	26	—	—	26
1892	—	10	—	—	—	—	11	3	—	1	25	—	—	23	—	—	23
1893	—	10	—	—	—	—	12	4	—	1	27	—	—	26	—	—	26
1894	—	10	—	—	—	—	11	4	—	1	26	—	—	25	—	—	25

Tabelle 56.

Adhäsionsgewichte und Leistungsfähigkeit der in den Jahren 1884—1894 in der Arlbergstrecke verwendeten Locomotiven

Locomotiv-Serie		Adhäsions- gewicht Tonnen	Leistungsfähigkeit in Tonnen		Anmerkung
Alt	Neu		Landeck— St. Anton	Bludenz— Langen	
A R III	2	26·0	70	60	
—	48	41·1	170	150	
B J II	52	38·5	120	90	
B N II	54	39·0	120	90	
B III	70	43·5	150	120	
B F III	72	49·5	150	120	
B F IV	73	54·5	250	180	
B IV	76	53·5	250	180	
V II	78	52·5	250	180	
V III	79	53·0	250	180	

sämmtliche Personen-, Schnell- sowie Güterzüge ausschliesslich von Locomotiven mit Petroleumheizung durch den Tunnel befördert werden.

Wie aus Beilage XXV ersichtlich ist, sind in der Stehkessel- und Feuerbüchse-Rückwand zwei offene Lücken angebracht, durch welche zwei Injectoren in die Feuerbüchse hineinragen.

Beilage XXV.

Die Injectoren stehen in Verbindung mit einem am Tender befindlichen 1200 Liter Oel fassenden Behältnisse mit Absperrhahn.

Lässt man in den Injector Dampf eintreten, so reisst derselbe die durch die innere Bohrung zuströmende Luft und das durch den seitlich angebrachten Hahn zufließende Oel mit sich, um dieses in zerstäubter Form in die Feuerbüchse auszublasen. Am Kessel befindet sich an handsamer Stelle der zugehörige Armaturkopf, bestehend aus 4 Dampfwechsln.

Ein Wechsel vermittelt den Dampfzutritt in die innere gerade Düse, ein zweiter Wechsel lässt Dampf in die Ringdüse eintreten, welche den Zweck hat, die zur Verbrennung nöthige Luft der Flamme zuzuführen. Ein dritter Wechsel dient zum Vorwärmen, bezw. Verdünnen des Oeles im Behältnisse, wenn dasselbe infolge niedriger Temperatur sehr dickflüssig ist.

Das Rohr, welches an diesen Wechsel anschliesst, endigt im Behältnisse in ein Schlangenrohr. Der vierte Wechsel endlich dient zum Durchblasen.

Die Durchführung der Feuerung erfolgt in der Weise, dass vorerst — wenn nöthig — das Oel im Behältnisse vorgewärmt wird.

Sodann wird in die beiden Düsen, die innere gerade und die äussere Ringdüse, Dampf eingelassen und erst zuletzt Oel in entsprechender Menge zugeführt. Durch den Oelzuflusshahn wird die vollständige Verbrennung geregelt. Es darf nicht mehr Oel zugelassen werden, als vollständig verbrennen kann, im welchen Falle auch die vortheilhafteste Dampfentwicklung stattfindet. Der aus dem Kamine entstehende Rauch muss thunlichst farblos sein.

Das Abstellen der Feuerung erfolgt in verkehrter Reihenfolge. Vorerst muss der Oelzufluss, dann erst die Dampfzuströmung gesperrt werden.

B. Personen- und Güterwagen.

Für den Betrieb der Arlbergbahn wurden keine eigenen Wagentypen geschaffen, sondern es verkehrten jene Wagen, welche auf den übrigen Linien des Staatsbahnnetzes bereits im Betriebe standen.

Wie aus Tabelle 57 ersichtlich ist, wurden gelegentlich des Baues der Arlbergbahn um den Betrag von 2,199.749 fl. Fahrbetriebsmittel beschafft, hiebei wurde jedoch keineswegs der Bedarf der Arlbergbahn als solcher besonders berücksichtigt, sondern die auch sonst gesteigerten Bedürfnisse der Staatsbahnen in Rechnung gezogen, daher die Angaben der Tabelle nur die Vermehrung der Fahrbetriebsmittel der k. k. österr. Staatsbahnen darstellen, welche gelegentlich der Eröffnung der Arlbergstrecke erfolgte.

C. Schneepflüge.

Auf eigenen Rädern laufende Schneepflüge waren bei Eröffnung des Betriebes nicht vorhanden, sondern nur 6 Stück fixe Schneepflüge, die in Bludenz stationiert waren.

Im Jahre 1885 kamen ausserdem nach Bludenz noch 2 Marin'sche Schneeräumer. Der Stand hat sich seit der Zeit in Bludenz nicht geändert.

In Landeck befanden sich im Jahre 1885 2 Stück fixe Schneepflüge; hiezu kamen im Jahre 1886 8 Stück und im Jahre 1888 4 Stück, so dass sich der gegenwärtige Stand in Landeck auf 14 Stück fixe Schneepflüge beläuft.

D. Heizmateriale für die Locomotiven.

Als Heizmateriale wurden im Eröffnungsjahre verwendet: Nürschaner Förderkohle und Saarbrücker Steinkohle.

Diese letztere ausländische Kohlensorte erwies sich jedoch als zu theuer und wurde 1887 durch böhmische Stückkohle ersetzt.

Coaks wurden ausschliesslich zur Feuerung während der Fahrt durch den Tunnel verwendet.

Die sonst als Heizmateriale verwendeten Kohlensorten sind aus Tabelle 58 zu ersehen.

Der Verbrauch an Brennmateriale in Normalkohle ausgedrückt, sowie der Wert desselben ist aus Tabelle 59 zu ersehen. Der Verbrauch stellte sich im Jahre 1884 auf 56·7 kg. per Locomotiv-Kilometer und sank im Jahre 1894 auf 35·1 kg. Vom Jahre 1886 angefangen bis zum Jahre 1894 zeigte sich der Verbrauch per Kilometer geringen Schwankungen unterworfen und betrug durchschnittlich 35·3 kg per Locomotiv-Kilometer. Dieses günstige Ergebnis ist darauf zurückzuführen, dass die verwendete böhmische Steinkohle den Anforderungen entsprach, und eine wirtschaftliche Verwendung durch das Maschinenpersonale erfolgte.

Was die Petroleumfeuerung anbelangt, so lieferten die mit verschiedenen flüssigen Brennstoffen durchgeführten Probefahrten das in der Tabelle 60 verzeichnete Ergebnis, wonach sich die Verwendung von Oel, insbesondere von Blauöl, entschieden ökonomischer stellt, als die der bisher in Verwendung gestandenen Coaks.

E. Schmier-, Beleuchtungs- und Putzmateriale.

Ueber den Wert des verbrauchten Schmier-, Beleuchtungs- und Putzmateriales ist in Tabelle 61 eine Zusammenstellung gegeben.

Auch hier ist eine wesentliche Abnahme des Verbrauches zu verzeichnen, indem derselbe von 2·1 Kreuzer pro Locomotiv-Kilometer im Jahre 1884, auf 0·6 Kreuzer pro Locomotiv-Kilometer im Jahre 1894 gesunken ist. Vom Jahre 1887 angefangen zeigte sich der Verbrauch, wie aus der Tabelle zu entnehmen ist, mit geringen Abweichungen ziemlich unverändert. Dies ist hauptsächlich dem Umstande zuzuschreiben, dass das zum Schmieren verwendete theuere Rüböl allmählig durch Vaseline und Cylinderöl ersetzt wurde.

F. Bremsklötze.

Bezüglich der Bremsen ist zu erwähnen, dass dieselben bei den Wagen theils mit hölzernen, theils mit gusseisernen Bremsklötzen ausgestattet waren. Nachdem sich die hölzernen Klötze für die Bergstrecke wegen der raschen Abnützung nicht bewährten, so wurden sie durch gusseiserne ersetzt.

Aus der Tabelle 62 ist der Verbrauch an hölzernen und gusseisernen Bremsklötzen von 1884—1894 zu ersehen.

Aus der Verbrauchsmenge der gusseisernen Bremsklötze kann jedoch auf die Stärke des Verkehrs nicht rückgeschlossen werden, da die Abnützung sehr von der Qualität des Materiales abhängt.

Postambanzwagen mit Bremse loco Budweis	ohne	Wien	4	3062	12248
Lowrys ohne Bremse loco Budweis			5	3014	15070
mit			2	9134	18268
Nusle			50	1350	67500
Wien			10	1600	16000
			10	1600	16000
Kohlenwagen mit Bremse loco Simbach			3	1600	4800
			30	1638	49140
			95	1812	172140
Gedekte Lastwagen mit Bremse loco Schwechat			20	1600	32000
			50	2102	105100
			7	1850	12950
			3	1830	5550
Borstenviehswagen mit Bremse loco Wien			4	2000	8000
Luxuspferdewagen ohne			30	2502	75060
Bahnwagen mit Bremse loco Landeck			4	2262	9048
Bludenz			11	181	1991
Innsbruck			10	186	1860
Schwechat			10	190	1900
Krakau			5	170	850
Draisinen loco Innsbruck			2	135	270
Reservebestandtheile für Locomotiven und Tender			2	498	996
Wagen			—	—	33423
Schneepflüge und Heizungseinrichtung an den Locomotiven			—	—	16204
Schneeräumer			—	—	4451
Militärtransporteinrichtung			3	800	2400
Pferdetransporteinrichtung loco Schwechat			—	—	4855
Unterkasten bei Borstenviehswagen			—	—	750
Frachtkosten und Locomotivproben			—	—	3303
			—	—	2278
			Summe	2199749	31

Tabelle 58.

Kohlensorten, welche in den Jahren 1884—1894 auf der Arlbergstrecke in Verwendung genommen wurden.

Jahr	Kohlensorten												
	Coaks	Buschtebrader Würfel	Buschtebrader Grob	Libuscher Förder	Libuscher Grob	Lütizer Förder	Lütizer Grob	Miröschauer Förder	Miröschauer Grob	Mariäschachter Förder	Nürschauer Förder	Nürschauer Stück	Saarbrücker Stück
1884	1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1	—	1
1885	1	—	—	—	—	—	1	1	1	—	—	—	1
1886	1	—	—	—	—	1	1	1	1	—	—	—	1
1887	1	—	—	—	—	1	1	1	1	—	—	1	—
1888	1	—	—	—	—	—	1	1	—	1	—	1	—
1889	1	—	—	—	—	—	1	1	1	1	—	1	—
1890	1	—	—	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—
1891	1	1	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—
1892	1	—	1	1	1	1	1	—	—	—	—	—	—
1893	1	1	1	1	1	—	1	—	1	—	—	—	—
1894	1	1	1	1	1	—	—	—	1	—	—	—	—

Tabelle 59.

Verbrauch an Brennmateriale in den Jahren 1884—1894 auf der Arlbergstrecke.

Jahr	Normalkohle		Verbrauch pro Locom. Kilometer in kg	Verbrauch pro 1000 Brutto-Ton. Kilometer in kg	Anmerkung
	Verbrauch in Tonnen	Werth in Gulden			
1884	8481	32005	56.7	—	
1885	27877	115362	46.5	411.3	
1886	23204	86562	36.0	311.5	
1887	23563	84204	34.0	285.3	
1888	30074	106488	38.0	288.4	
1889	27501	99008	33.5	293.7	
1890	27230	109884	35.3	282.4	
1891	28289	123456	35.6	324.7	
1892	24608	110273	34.1	322.3	
1893	28408	115263	36.6	319.2	
1894	27261	112034	35.1	310.0	

Tabelle 60.

Durchschnittsergebnisse des Verbrauches an flüssigen Brennstoffen, deren Brennwert und Verdampfungsfähigkeit bei Versuchsfahrten mit Lastzügen von Langen nach St. Anton.

Entfernung in Kilometer	Fahrzeit in Minuten	Durchschnittsbelastung in Tonnen	Geleistete 1000 Br. T. Km	Flüssiger Brennstoff bei Mitverwendung von Libuschiner Förderkohle	Dessen Gehalt an			Wärme-Effect in Callavotin			1 kg Oel verdampft Wasser		Verbrauch						Kosten loco Landeck				Wert des Brenn- stoffes		Zum Vergleich Kosten der Coaks- Feuerung loco Landeck	Durchschnitt aus Probefahrten
					C.	H.	O.	theoretisch ermittelt	praktisch ermittelt	Wasser	Oel	Kohle	im Ganzen		pro Zugs-Km		pro 1000 Br T. Km		Oel	Kohle	Summe	pro Zug-Km	Br. T. Km			
													kg	m ³	kg	kg	kg	kg						kg		
				Blauöl	86.63	12.83	0.54	11332	17.83	17.30	2.0	94	48	8.39	4.28	32.28	16.48	4.27	0.55	4.82	43.03	165.52	14			
11.2	38	260	2912	Theeröl	90.50	6.55	2.95	9372	14.77	13.40	2.6	159	86	14.19	7.67	54.60	29.53	4.94	0.99	5.93	52.94	203.64	5			
				Gasöl	86.16	11.79	2.05	10870	17.11	14.20	2.3	123	100	10.98	8.92	42.23	34.34	5.30	1.15	6.45	57.58	221.49	12			

31

Preise loco Landeck: { 1 Tonne Libuschiner Würfelkohle 11 fl. 54 kr., 1 Tonne Coaks 17 fl. 64 kr.
100 kg Blauöl 4 fl. 54 kr., 100 kg Theeröl 3 fl. 11 kr., 100 kg Gasöl 4 fl. 31 kr.

Tabelle 61.

Geldwert der verbrauchten Schmier-, Beleuchtungs- und Putzmaterialien für die Arlbergstrecke in den Jahren 1884—1894.

Jahr	Verbrauchswert in Gulden	Verbrauch pro Locomotiv-Kilometer in Kreuzern
1884	3268	2·1
1885	9614	1·6
1886	6004	0·9
1887	4384	0·6
1888	5116	0·6
1889	5207	0·6
1890	5701	0·7
1891	5454	0·7
1892	4942	0·7
1893	5017	0·6
1894	5121	0·6

Tabelle 62.

Verbrauch an Bremsklötzen auf der Arlbergstrecke in den Jahren 1884—1894.

Jahr	Bremsklötze	
	Hölzerne Stück	Gusseiserne kg
1884	3415	22940
1885	17891	84338
1886	6250	72214
1887	9542	83159
1888	8578	153272
1889	7390	153775
1890	3243	175361
1891	3036	176947
1892	1787	159477
1893	1369	137935
1894	—	154446

V. Der Betrieb der Arlbergbahn.

Der ganze Charakter der Arlbergbahn, ihre Steigungs- und Richtungsverhältnisse, und vor allem der 10 km lange Tunnel lassen es erklärlich erscheinen, dass auch der Betriebsdienst besondere Anforderungen an das Personale stellt, und Einrichtungen erheischt, welche von den sonst giltigen theilweise abweichen.

A. Normative Bestimmungen.

Die mit Rücksicht auf Strecken- und Stationsverhältnisse festgesetzte Achsenzahl bei den einzelnen Zugsgattungen ist in nachfolgender Tabelle ausgewiesen, welche die gegenwärtig festgesetzte Achsenzahl in Gegenüberstellung zu jener des Eröffnungsjahres bringt.

a) Achsenzahl.

Zugs-Gattung	in der Richtung					
	von Landeck nach Bludenz		von Bludenz nach Langen		von Langen nach Landeck	
	Achse					
	1884	1894	1884	1894	1884	1894
Schnellzüge	24	36	24	36	24	38
Personenzüge	36	40	36	40	36	60
Gütereilzüge	60	70	60	60	60	70
Güterzüge	70	78	70	64	70	78

Was die Verwendung der Locomotiven anbelangt, so ist bei Ueberschreitung der Zugbelastung für die Leistungsfähigkeit einer Locomotive in der Steigungsstrecke bei Lastzügen der Schiebedienst, und bei Personen- und Schnellzügen der Vorspanndienst grundsätzlich festgesetzt.

b) Vorspann- und Schiebedienst.

Beim Lastzugsdienste wird die Leistungsfähigkeit einer Locomotive in der Thalfahrt nicht höher gestellt als in der Bergfahrt, so dass der in der Bergstrecke mit Schiebelocomotive geführte Lastzug in der Thalstrecke 2 Maschinen an der Spitze hat.

Es wurde dies hauptsächlich aus Sicherheitsrücksichten durchgeführt, da die zweite Locomotive sammt Tender eine stets kräftig wirkende Reserve an Bremskraft bildet.

Bei dem Umstande nun, als hauptsächlich in der Gefällsstrecke Langen—Bludenz eine sehr bedeutende Inanspruchnahme des Bremsmaterials, daher auch ein ausserordentlich rascher Verschleiss desselben und deshalb häufiges Untauglichwerden der Bremsen erfolgt, ist es wol nur dieser Sicherheitsmassregel zuzuschreiben, dass sich in der abgelaufenen zehnjährigen Betriebsperiode nie ein Unfall oder Anstand ergab, der auf mangelhafte Bremswirkung zurückzuführen gewesen wäre.

Bis zu einem gewissen Grade wurde dieser Grundsatz auch beim Personen- und Schnellzugsdienst befolgt, indem auch hier die Leistungsfähigkeit der Locomotiven in der Thalstrecke nicht wesentlich höher gestellt wurde als in der Bergstrecke, und schwere Züge die Thalstrecke mit Vorspann-Locomotiven befahren.

In der Tunnelstrecke Langen—St. Anton mit 15‰ Steigung war anfangs ebenfalls der Schiebedienst beim Lastzugsverkehr eingeführt. Es zeigte sich jedoch bald, dass eine Verständigung der Zugs- und Schiebelocomotiven durch acustische Signale durchaus unmöglich sei, dass auch die eventuelle Fortpflanzung optischer Signale bis zur Schiebemaschine unter Umständen unmöglich sei, und dass endlich die nöthige Trennung der Schiebelocomotive vom Zuge beim Gefällsbruche, und der Aufenthalt des Personales dortselbst wenn auch nur für wenige Minuten, auf Schwierigkeiten stiess. Es wurde deshalb der Schiebedienst in der Tunnelstrecke grundsätzlich aufgelassen, und jeder Zug, dessen Belastung die Leistungsfähigkeit einer Locomotive übersteigt, verkehrt nur mit Vorspannlocomotive durch den Tunnel.

c) Zugbelastungen.

Die bei Eröffnung der Arlbergbahn zulässige Maximalbelastung der einzelnen Zugsgattungen ist aus Tabelle 63 zu ersehen, in welcher die damals giltige Maschinen-Serienbezeichnung durch die gegenwärtig geltende ersetzt wurde.

Eine weitere Untertheilung der Zugbelastung in Normal- und reducierte Last, wie selbe heute im voraus berechnet zur Anwendung kommt, stand damals nicht in Anwendung.

Unter Zuhilfenahme der sogenannten Reductionstabelle musste die herabgeminderte Belastung von Fall zu Fall ermittelt werden. Der

Tabelle 63.

Maximalbelastung der Züge in Tonnen ab October 1884.

Bezeichnung der Zugs- gattung	Maschinenserie								Mit Vorspann
	$\frac{A\ I}{12}$	$\frac{A\ II}{21}$	$\frac{A\ VII}{23}$	$\frac{A\ III}{7}$	$\frac{B\ I}{33}$	$\frac{B\ II}{47}$		$\frac{B\ IV}{76}$	
	$\frac{A\ V\ I}{11}$	$\frac{A\ R}{I}$		$\frac{A\ R\ IV}{29}$	$\frac{B\ R\ I}{34}$	$\frac{V\ R}{62\ 63}$	$\frac{B\ R\ II}{51}$	$\frac{B\ III}{70}$	
		$\frac{A\ R\ II}{22}$			$\frac{B\ V\ I}{31}$	$\frac{B\ J\ II}{52}$		$\frac{V\ II}{78}$	
								$\frac{V\ III}{79}$	
a) Strecke Landeck—Bludenz									
Schnell	50	55	60	—	80	—	—	130	
Personen Secundär	50	60	70	—	90	—	—	150	
Güter-Eil	60	70	—	90	100	130	170	300	
Güter	60	75	—	90	120	150	180	320	
b) Strecke Bludenz—Landeck									
Schnell	40	45	50	—	70	—	—	130	
Personen Secundär	40	50	60	—	75	—	—	150	
Güter-Eil	50	60	—	70	80	110	150	300	
Güter	50	60	—	75	90	120	160	320	

Belastungscoefficient war unter Rücksichtnahme auf Witterung, Achsenzahl und Temperatur erstellt, welche letztere die Grundlage für 5 Belastungsstufen bildete.

Mit der Sommerfahrordnung im Juni 1885 wurde die dreistufige Belastung eingeführt. Gleichzeitig erfolgte die Gliederung der Arlbergbahn in die Belastungsgruppen Landeck—St. Anton, St. Anton—Bludenz, Bludenz—Langen und Langen—Landeck.

Im folgenden Jahre (Juni 1886) wurde die Bahn noch weiter untertheilt, indem der Arlberg-tunnel in beiden Richtungen als neue Belastungssection festgesetzt wurde.

Mit 1. Mai 1894 wurde für die Schnell- und Personenzüge die Tunnelstrecke St. Anton—Langen als Belastungssection aufgelassen,

so dass für diese Zugsgattungen wieder die Gruppentheilung Landeck—St. Anton und St. Anton—Bludenz in Geltung kam.

Für die Lastzüge in der Richtung Landeck—Bludenz und für sämtliche Züge der Fahrtrichtung Bludenz—Landeck blieb die mit 1. Juni 1886 getroffene Eintheilung bis zum heutigen Tage in Kraft.

Die Belastungsgrenze der einzelnen Zugsgattungen, die bereits im zweiten Betriebsssemester erhöht wurde, stieg von Jahr zu Jahr, unterlag aber auch mancherlei Schwankungen, welche hauptsächlich in der Vermehrung des Landecker Maschinenparks durch neue Serien ihren Grund hatten.

Erst im Jahre 1893 wurde für die Belastung eine ziemlich sichere Grundlage gewonnen.

Die Tabelle 64 enthält die zulässigen Belastungen für die Arlbergbahn in der 2. Hälfte des Jahres 1894. Ihr Vergleich mit der vorangehenden Tabelle bietet ein interessantes Bild über die wachsende Leistungsfähigkeit der Arlbergbahn innerhalb deren zehnjährigen Betriebsperiode. Diese Belastungserhöhung ist vornehmlich eine Folge der Verbesserung des Oberbaues und der Erhöhung der Locomotivadhäsionsgewichte.

Da die Maximalbelastung eines Zuges mit Schiebelocomotiven gleich ist der Summe der Leistungsfähigkeit der beiden arbeitenden Locomotiven, so bedarf die bei Anwendung des Schiebedienstes zulässige Belastung keiner weiteren Erklärung. Wenn die Belastung eines Schnellzuges in der Richtung Landeck—Bludenz 240 Tonnen übersteigt, so erhält dieser Zug eine Schiebelocomotive bis St. Anton, welche ab dort bis Bludenz vorgespannt. In der Richtung von Bludenz nach Landeck tritt bei einer Belastung der Schnellzüge über 220 bis 260 Tonnen die Theilung des Zuges bis Langen ein.

d) Bremslast.

In den Jahren 1884 bis 1891 geschah die Berechnung der Bremslast nach folgender Vorschrift:

Bei den zwischen Landeck und Bludenz verkehrenden Zügen muss, und zwar bei den Schnell-, und Personenzügen $\frac{1}{2}$, bei Güterzügen in den Strecken Landeck—St. Anton $\frac{1}{4}$ und Langen—Bludenz $\frac{1}{3}$, der Bruttolast auf gebremsten Achsen ruhen.

Bei Schnell- und Personenzügen zwischen St. Anton und Langen genügt es, wenn $\frac{1}{3}$, bei Güterzügen wenn $\frac{1}{5}$ der Bruttolast gebremst ist.

In allen diesen Fällen können 3000 kg der zu bremsenden Last unberücksichtigt bleiben.

Die zulässige Maximallast der Güter- und Gütereilzüge kann durch die zur Erreichung des Drittels Bremsbrutto in der Strecke

Langen—Bludenz ab St. Anton etwa beizugebenden Bremswagen mit deren Gewicht überschritten werden; das Drittel Bremsbrutto ist jedoch von der Gesamtlast des Zuges zu berechnen.

Güterzüge in der Richtung von Bludenz nach Landeck können mit $\frac{1}{4}$ Bremsbrutto befördert werden, wenn in der Strecke Bludenz—Langen nachgeschoben wird, und sich ab Langen zwei Locomotiven an der Spitze befinden.

Seit dem Jahre 1892 wird das Bremsbrutto, wie in der folgenden Tabelle ausgeführt erscheint, berechnet.

Zugsgattung	In der Richtung von					
	Landeck nach St. Anton	St. Anton nach Langen	Langen nach Bludenz	Bludenz nach Langen	Langen nach St. Anton	St. Anton nach Landeck
	Bremsprocente					
Schnellzüge	45 ^{*)}	46	46	45 ^{†)}	46	45
Personenzüge	40 ^{*)}	40	40	40 ^{†)}	39	40
Güter- und Güter-Eil- züge	27 ^{**)}	18	32	32 ^{**)}	15	27
^{*)} Mit Schiebo-Locomotive 27 ‰. ^{†)} " " " 32 ‰. ^{**)} " " " die gleichen Bremsprocente.						

Bei allen in der Bergfahrt ohne Schiebelocomotive verkehrenden Güterzügen sollen $\frac{2}{3}$ der bremsbaren Last im rückwärtigen Zugtheile eingereiht, und die zwei letzten Wagen besetzte Bremswagen sein, damit einem Entrollen des etwa abgerissenen Zugtheiles wirksam begegnet werden kann.

Mit Beginn der Eröffnung der Arlbergbahn stellte sich die Nothwendigkeit heraus, die mit zu wenig Bremsen versehenen Güterzüge zwischen Landeck und Bludenz durch Bremswagen zu verstärken, und zu diesem Zwecke in Landeck und St. Anton beladene Stein-Bremswagen bereit zu halten. Der Umstand jedoch, dass an einzelnen Tagen, sogar bis 20 solcher Wagen verkehren mussten, somit eine

Tabelle 64.

Belastung der Züge, gültig ab 1. October 1894.

Strecke		Abstufungen der Belastung	Schnellzüge					Personen-, Local- und Secundärzüge						
			Belastung der Züge					Belastung für Züge						
			mit einer Locomotive der Serie					mit einer Locomotive der Serie						
			21	2, 4, 5	28, 47	48, 56, 57, 59	mit 2 Masch. an der Spitze im Zuges im Maximum	21, 23	2, 4, 5	31	28, 47	48, 56, 57, 59	88	mit 2 Masch. an der Spitze im Zuges im Maximum
von	bis		Tonnen					Tonnen						
Landeck	St. Anton	maximal normal reducirt	60 55 40	70 60 50	90 80 60	120 110 80	240	70 60 50	80 70 60	100 90 70	110 100 80	130 120 90	40 35 30	260
St. Anton	Bludenz	maximal normal reducirt	140 130 100	160 140 110	180 160 130	220 200 150	—	210 190 150	230 210 160	250 230 180	270 240 190	270 240 190	80 70 60	—
Bludenz	Langen	maximal normal reducirt	50 45 35	60 55 40	80 70 60	100 90 70	200	60 55 40	70 60 50	90 80 60	100 90 70	110 100 80	40 35 30	220
Langen	St. Anton	maximal normal reducirt	100 90 70	110 100 80	130 120 90	160 140 110	260	120 110 80	140 130 100	150 140 110	160 140 110	180 160 130	60 55 40	360
St. Anton	Landeck	maximal normal reducirt	140 130 100	160 140 110	180 160 130	220 200 150	—	210 190 150	230 210 160	250 230 180	270 240 190	270 240 190	80 70 60	—

Bruttolast von 300 Tonnen als todte Mehrlast binnen 24 Stunden befördert wurde, führte dahin, Getreideladungen in Landeck in leer rückkehrende Bremswagen umzuladen, was sich in der Folge bewährte und heute noch geübt wird. Mit dieser Massnahme wurde am 20. August 1885 begonnen.

St. Anton blieb jedoch trotzdem noch weiter Depôtstation der mit Steinen beladenen Hilfsbremswagen. Bis zum Herbst 1888 betrug die Zahl der in genannter Station stehenden derartigen Wagen 4: von diesem Zeitpunkte an bis in die Gegenwart genügten 3 Stück den Anforderungen des Betriebes.

Erwähnt muss hier noch werden, dass sämtliche Locomotiven, welche beim regelmässigen Zugsdienst am Arlberg verwendet werden, sowohl mit Vacuum-Bremse System Hardy auf Locomotiv- und Tenderräder wirkend, als auch mit Handbremsen für Locomotiv- und Tenderräder ausgerüstet sind.

Den Güterzügen dürfen nicht mehr als drei Langholz-Wagen-garnituren mit Steifkuppeln oder beiderseits gekuppelten Zwischenwagen beigegeben werden. Ferner müssen zwischen diesen beiden Garnituren besetzte Bremswagen derart eingereiht sein, dass höchstens zwei solche Garnituren unmittelbar hintereinander rollen.

Langholzwagen obiger Art dürfen jedoch nur mit Güterzügen befördert werden, bei welchen nicht nachgeschoben wird.

c) Fahrgeschwindigkeit.

Eine besondere Norm über die zulässige Maximalgeschwindigkeit auf der Arlbergbahn wurde weder bei Eröffnung des Verkehrs, noch in der nächsten Folgezeit erlassen. Als ideale Geschwindigkeitsgrenze galt die für die österreichischen Staatsbahnen allgemein giltige Bestimmung, dass bei Gefällen über 25 ‰ die absolute Maximalgeschwindigkeit nicht über 40, die relative nicht über 35 km betragen dürfe. Erst mit Gültigkeit vom 1. Juni 1891 wurde die mit Rücksicht auf die Oberbauconstruction der Linie Landeck—Bludenz zulässige Maximalgeschwindigkeit von 40 km festgesetzt; die beim Betriebe der Arlbergbahn thatsächlich in Anwendung gebrachte Geschwindigkeit hat dieses Maximum bisher noch nicht erreicht.

Nach der Fahrordnung vom 15. October 1884 verkehrten die Schnellzüge mit 25 km Geschwindigkeit, die Personenzüge mit 18—23, Güterzüge mit 11—15, Transito- und Gütereilzüge mit 12 km in beiden Richtungen.

Aber schon mit der Fahrordnung vom 7. November desselben Jahres wurde die Geschwindigkeit der Personenzüge durch den Tunnel auf 26 km erhöht und auch die Gütereil- und Transitozüge wurden bis auf 14 km beschleunigt. Ab 1. Juni 1885 durchfuhren die Post-

gütereilzüge den Tunnel mit 17, die Güterzüge mit 14 km Geschwindigkeit. Die Schnellzüge, deren Fahrordnungen bis zum October 1885 keine namhaften Aenderungen erfahren hatten, erhielten vom genannten Zeitpunkte an eine Geschwindigkeitserhöhung von 3 km.

Im October 1886 wurden die Fahrzeiten bei der Thalfahrt, welche bisher jenen der Bergfahrt vollkommen gleich waren, gekürzt, wodurch sich die Fahrtdauer der Züge von Bludenz nach Landeck gegenüber jener der entgegengesetzten Richtung verringerte.

Hand in Hand mit der Verbesserung des Fahrparkes, namentlich der Locomotiven, konnte in den folgenden Jahren auch eine weitere Steigerung der Zugsgeschwindigkeit durchgeführt werden, deren bisheriges Ergebnis in nachstehender Tabelle zusammengefasst ist:

Zugs-Gattung	In der Richtung	
	von Landeck nach Bludenz	von Bludenz nach Landeck
	Durchschnittliche Fahrgeschwindigkeit exclusive Aufenthalt	
	Kilometer per Stunde	
Schnellzüge	28	30
Personenzüge	23—25	22—24
Güter- und Güter- Eilzüge	12—13	15—16

B. Vorkehrungen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit.

Mit der Eröffnung des Güterzugsverkehrs wurde das Anhalten der Güterzüge bei der beiderseitigen Thalfahrt vor dem Einfahrtswechsel der Stationen angeordnet. Hinsichtlich der Strecke St. Anton—Landeck ist diese Verfügung im Dezember des Jahres 1887 wieder aufgehoben worden.

Der Verkehr wird trotz des starken Güterzugsverkehrs anstandslos durchgeführt, weil die Güterzüge über den Arlberg ausschliesslich

a) Administrative
Verfügungen.

nur von in Landeck stationierten Zugsparthieen geführt werden, welches Personale sich durch unausgesetzte Schulung und Ueberwachung eine sichere Handhabung der Bremsen aneignete. Dadurch wird auch ein Untauglichwerden von Bremsmitteln in zunehmendem Masse verhütet.

Die besonderen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit in der doppelgleisigen Strecke St. Anton—Langen für die Ausübung des Verkehrsdienstes bestehenden Bestimmungen sind in einer eigenen im Jahre 1889 eingeführten und 1894 neu aufgelegten Vorschrift niedergelegt.

Der Weichen-Centralstallanlage am östlichen Ende der Station Langen, über deren Handhabung im Jahre 1889 eine besondere Vorschrift herausgegeben wurde, geschah bereits im Abschnitte über die Reconstructionen Erwähnung.

Im Jahre 1886 wurde aus Betriebssicherheitsgründen eine von den bestehenden Vorschriften wesentlich abweichende, sich bestens bewährende Vorschrift über die Bremsen-Handhabung bei Güterzügen auf der Strecke Landeck—Bludenz eingeführt, deren Wesen der Hauptsache nach darin besteht, dass der Zug nicht gespannt über das Gefälle fährt, sondern in Folge minderer Bremswirkung im rückwärtigen Zugtheile gewissermassen über das Gefälle geschoben wird. Dadurch wird das auf dem Gefälle so gefährliche Reißen von Zugsvorrichtungen möglichst vermieden.

Eine weitere, für den Executivdienst nicht minder wichtige Einrichtung besteht in der in ausgedehntem Masse erfolgten Aufstellung von Seemann'schen Bremsschuhen. Bereits im Jahre 1885 wurden diese Hemmmittel für entrollte Wagen auf der Arlbergbahn in Reserve gestellt.

Ueber die Vertheilung und Verwendung des Bremsschuhes gibt Tabelle 65 Aufschluss. In dieser Anordnung traten bis Ende 1894 nur unwesentliche Aenderungen ein.

Hervorgehoben muss werden, dass bis jetzt die Nothwendigkeit noch nicht eintrat, von diesem Hilfsmittel beim Zugsverkehre Gebrauch machen zu müssen.

b) Telegraf-,
Signal- u. Telefon-
anlage im Arlberg-
tunnel.

1. Allgemeine
Bemerkungen.

Die durch die Länge des Arlbergtunnels bedingten aussergewöhnlichen Betriebsverhältnisse liessen es nöthig erscheinen, ein besonderes Augenmerk auf die Herstellung einer soliden, unter allen Umständen möglichst verlässlich arbeitenden Telegraf- und Signalanlage zu richten.

Ursprünglich war die directe telegrafische Verbindung der beiden Stationen St. Anton und Langen, sowie die Herstellung einer durch-

Tabelle 65.

Strecken	Der Bremsschuh ist aufzustellen		
	mit der Spitze gegen die Station	am linken	am rechten
		Schienenstränge	
		vom Wächter Nr.	
Landeck—Pians	Pians	50	51, 53
Pians—Strengen	Strengen	55, 59	56
Strengen—Flirsch	Flirsch	61, 63	62
Flirsch—Pettneu	Pettneu	65, 68	66
Pettneu—St. Anton	St. Anton	70	71, 73
Langen—Danöfen	Langen	76, 80	79
Danöfen—Dalaas	Danöfen	85	82, 84
Dalaas—Hintergasse	Dalaas	89	87, 88
Hintergasse—Bratz	Hintergasse	91, 94	93
Bratz—Bludenz	Bratz	100	96, 99

laufenden Glockensignalleitung mit Signalstationen im Tunnel und die Aufstellung von optischen Vorsignalen im Tunnel für die Einfahrtssignale von Langen und St. Anton in Aussicht genommen.

Die Führung der Sprechlinie, sowie der Glockensignallinie auf offenem Gestänge über den Berg, war von vorne herein ausgeschlossen, weil einerseits die schneereichen Winter in dieser Gegend die tadellose Instandhaltung solcher Anlagen fast unmöglich machen, andererseits jedoch die Aufstellung von Glockensignalstationen im Tunnel die Zuführung der Leitung zu jeder solchen Station bedingt.

Ebenso war die Führung offener Leitungen durch den Tunnel in Folge der in der Nähe der beiden Tunnelportale vorkommenden starken Vereisungen, welche, wie schon die Erfahrung während des Baues gelehrt hatte, in strengen Wintern bis zu zwei Kilometer in den Tunnel hineinreichen, unmöglich.

Man entschloss sich daher, sowohl für die Morsételegrafencorrespondenz als auch für die Glockensignal- und Distanzsignaleinrichtungen Kabelleitungen zu verwenden.

Bei der Betriebseröffnung der Bahnstrecke Landeck—Bludenz waren somit im Arlbergtunnel an Telgrafen und elektrischen Signaleinrichtungen vorhanden:

1. Eine durchlaufende Morsételegrafenverbindung,
2. die Glockensignaleinrichtung mit den im Tunnel, sowie in den Stationen St. Anton und Langen eingeschalteten Glockensignalapparaten, und endlich
3. die in entsprechender Entfernung von den Tunnelportalen im Innern des Tunnels befindlichen Vorsignale, welche mit den Einfahrtsignalen von St. Anton bzw. Langen in Abhängigkeit sind.

Aber bald nach erfolgter Betriebseröffnung zeigte es sich, dass diese auf der offenen Strecke vollkommen genügenden Einrichtungen für die sichere Abwicklung des Verkehrs im Tunnel nicht ausreichten; es machte sich das dringende Bedürfnis nach einem weiteren Hilfsmittel geltend, welches eine schnelle, einfache und dabei doch vollkommen verlässliche Verständigung zwischen den beiden Stationen St. Anton und Langen und den im Tunnel befindlichen Personen, wie Arbeitern, Wächtern oder Zugsbegleitern von im Tunnel angehaltenen Zügen möglich machen sollte.

Als bestes Hilfsmittel zu diesem Zwecke wurde das Telefon erkannt, welches nach vorausgegangenen eingehenden Studien und Versuchen im Jahre 1888 zur endgiltigen Einschaltung gelangte und heute wohl das unentbehrlichste Verständigungsmittel im Tunnel ist.

Die hier angeführten Einrichtungen bilden im Arlbergtunnel die Hilfsmittel zur Abwicklung des Telegrafen-, Telefon- und elektrischen Signalbetriebes.

2. Kabelleitung für
Zwecke der Morsé-
Telegrafen-Corres-
pondenz.

Vor Inbetriebsetzung der Eisenbahnstrecke Landeck—Bludenz im Jahre 1884 wurde zum Zwecke des Telegrafenbetriebes zwischen den Stationen St. Anton und Langen, bzw. zwischen den beiden nächst den Tunnelportalen aufgestellten Kabelhäusern, ein dreiaderiges gepanzertes Guttaperchakabel gemeinschaftlich mit den Kabeln für die Staatstelegrafenleitungen in den auf der linken Seite des Tunnels vergrabenen Holzkasten verlegt, und in den beiden vorerwähnten Kabelhäusern eingeführt.

Von den drei Adern des genannten Kabels wird eine für den Localbetrieb der Linie Innsbruck—Bludenz und die zweite für die directe Hauptleitung Innsbruck—Bregenz (seit dem Jahre 1894) verwendet, wogegen die dritte Ader als Reserve dient.

Diese Kabel, welche im Jahre 1893 in einen gemauerten Kanal eingelegt wurden, sind bis zum heutigen Tage gut erhalten, und deren elektrische Eigenschaften haben sowohl hinsichtlich Isolation, als wie hinsichtlich Leitungsfähigkeit nach den im Jahre 1891 vorgenommenen Messungen wenig Einbusse erlitten.

Die Abbildungen auf Beilage XXVI bieten ein Bild der verschiedenen, zur Anwendung gelangten Kabelsysteme.

Beilage XXVI.

Als Glockensignallinie liegt im Arbergtunnel seit dem Jahre 1884 ein Guttaperchakabel mit Eisen-Armatur, bei welchem zum grösseren Schutze gegen die Einwirkung der Temperatur auf die Guttapercha die Ader selbst noch mit getheertem Hanfgarn umwickelt ist.

3. Glockensignal-Anlage

Dieses Kabel wurde an der rechtsseitigen Tunnelwand in der Höhe von 2² bis 2⁴ Meter vom Boden aufwärts, auf mit Cement eingekitteten, in Abständen von 3 bis 4 Meter versetzten Winkelhaken geführt und mit verzinktem Eisendraht von 1 mm Durchmesser an diese Haken derart befestigt, dass die kleinen Rettungsnischen vollständig frei blieben.

Im December 1889 wurde das Glockensignalkabel gleichzeitig mit dem Telefonkabel an den Vereisungsstellen in hölzerne Schutzzinnen gelegt, welche theils oberirdisch, theils unterirdisch geführt sind.

Das Kabel läuft als Schleifenleitung zu den Glockensignal-Apparaten, welche sich in den neun kleinen Kammern befinden, und ist an den beiden Tunnelportalen unterirdisch in einen in der Höhe von 3 Meter angebrachten Überführungskasten eingeleitet, der zur Aufnahme der Blitzschutzvorrichtungen und zur Verbindung der Kabelleitung mit der offenen Luftleitung gegen die Stationen St. Anton und Langen dient.

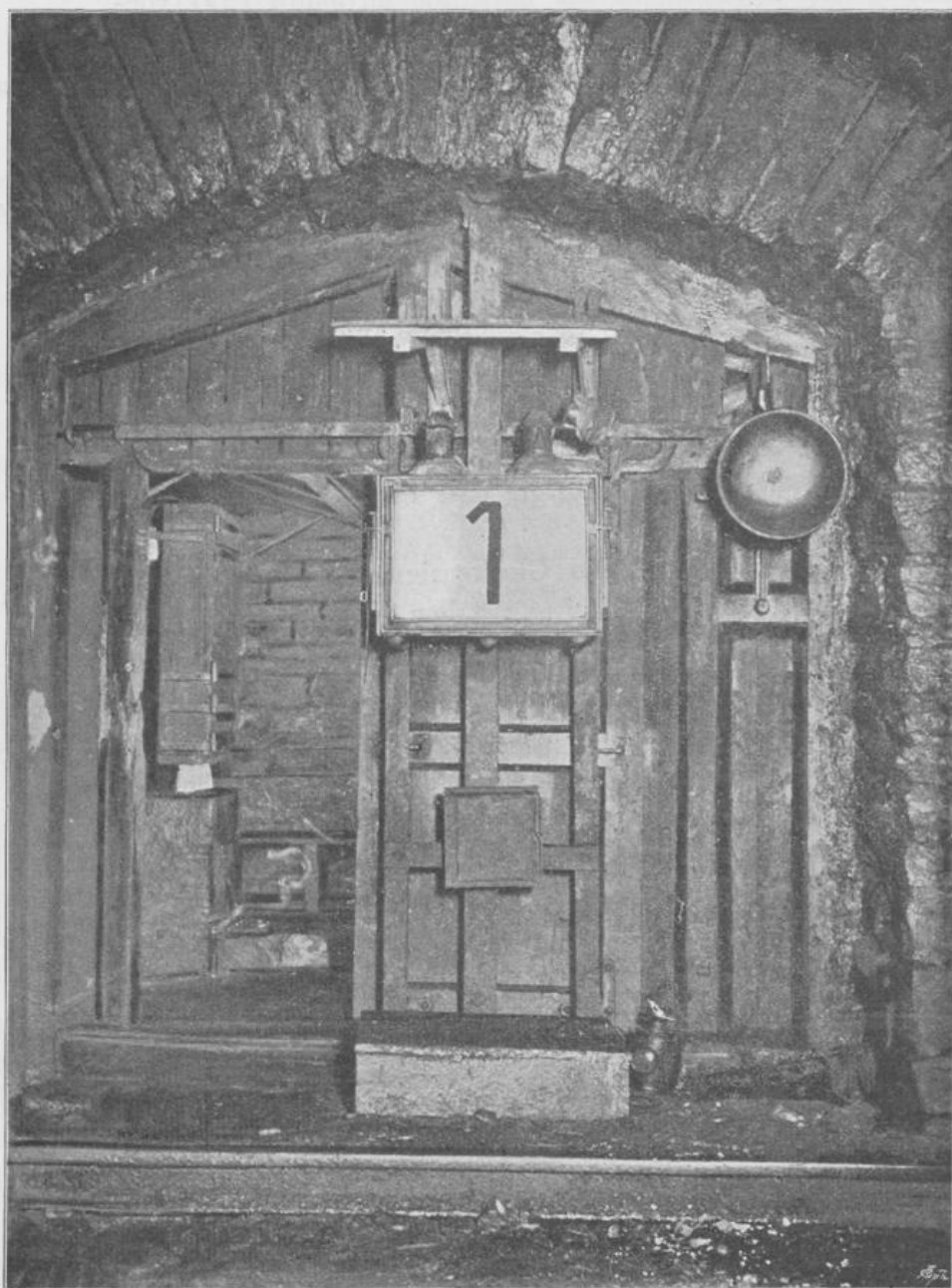
Die Ausführung und innere Einrichtung dieser Kabelkästen sind aus Beilage XXVI. zu entnehmen.

Die Glockensignalapparate in den neun Kammern und in den beiden Portalwächterhäusern sind nach Type Leopolder hergestellt. Im Tunnel sind die Apparate mit einem Schutzkasten aus verzinktem Eisenblech versehen, und in einem geräumigen gut getheerten Holzkasten untergebracht.

In Anbetracht der ungünstigen Einflüsse im Tunnel, welche wie z. B. die Feuchtigkeit und die vorhandenen Verbrennungsgase auf die Eisen- und Blechbestandtheile zerstörend einwirken, werden bei den Glockenapparaten seit dem Jahre 1888 diese Bestandtheile, wie Prisma, Auslöselappen, Schrauben, Triebe etc. aus Hartbronze hergestellt.

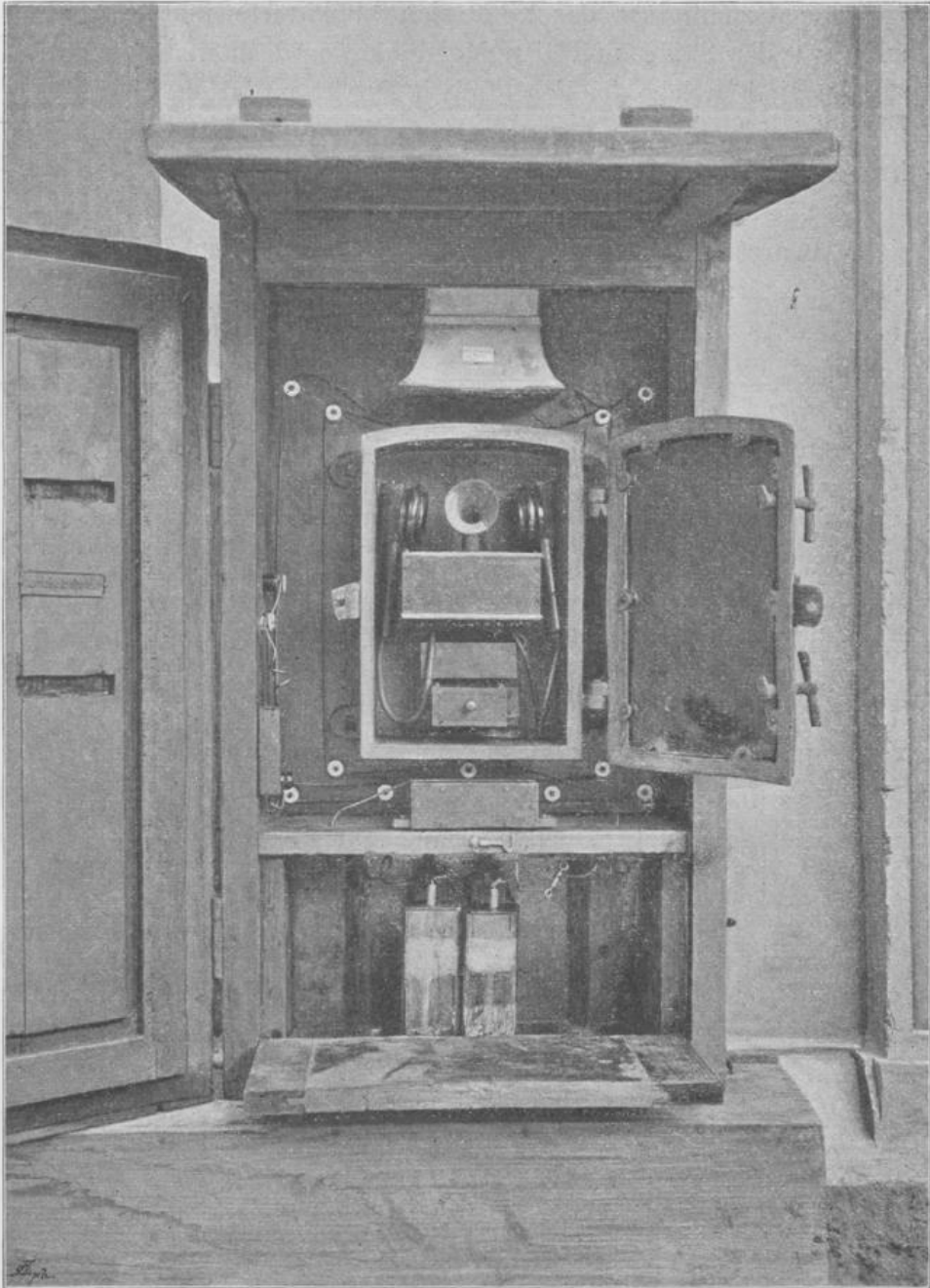
Tafel 66. (Zum Texte auf Seite 263).

Stellung des Telefonapparates in den Kammern.



Tafel 67. (Zum Texte auf Seite 261).

Telefonapparat mit Schutzkasten.



Wegen der wiederholt vorgekommenen Stromableitungen sah man sich genöthigt, die Holzspulen der Electromagnete, trotzdem dieselben vor ihrer Verwendung in Isolit ausgekocht wurden, durch solche aus Hartgummi zu ersetzen, da durch die im Innern der Spulen auftretende Feuchtigkeit das Isolit sich abblätterte und infolgedessen zwischen der Spule und den Multiplikationsdrähten Öffnungen entstanden sind, welche der Feuchtigkeit Zutritt gestatten, wodurch abermals Stromableitungen, bzw. das Aboxydieren der Multiplikationsdrähte hervorgerufen wurde.

Desgleichen mussten die Signaltaster bei den neun Glockensignalapparaten im Tunnel aus Hartgummi erzeugt werden; bei diesen Tastern sind die metallischen Verbindungen zu den Contacten und den Anschlussklemmen im Innern des Hartgummis geführt.

Erst durch die vorerwähnten Verbesserungen ist es gelungen, die Stromableitungen auf das geringste Mass zu bringen, und auf diese Art die anstandslose Functionierung der mit Gegenschlussschaltung betriebenen Glockensignallinie St. Anton—Langen zu sichern.

Distanzsignalanlage.

Als Controlleitung für das Vorsignal in St. Anton und Langen dienen seit 1886 einaderige Guttaperchakabel mit Eisenarmatur, bei welchen die Ader noch mit getheertem Hanfgarn umwickelt ist. Die ursprünglich zu diesem Zwecke verwendeten Bleikabel haben sich nicht bewährt, weil dieselben eine zu geringe Widerstandsfähigkeit gegen die mechanischen Beschädigungen besaßen.

Diese Kabel werden von den Vorsignalen an der in der Fahrtrichtung rechts gelegenen Tunnelwand ungefähr 40 cm. über der Schienenoberkante bis zu den Tunnelportalen und von dort unterirdisch bis zum Anschlusse an die offene Luftleitung geführt.

Als Blitzschutzvorrichtung für diese Kabel ist an den Überführungssäulen je ein Stangenblitzableiter angebracht.

Die Vorsignale im Arlbergtunnel werden mechanisch betrieben und sind mit den Einfahrtsignalen in Langen bzw. St. Anton in Abhängigkeit gebracht. Sie bestehen aus brillenförmigen Blenden, welche in Nischen untergebracht sind und dem Zuge bei »erlaubter Einfahrt« grünes, bei »Verbot der Einfahrt« rothes Licht entgegen zeigen.

Als Distanzsignal in St. Anton ist in der Nähe des Ostportales ein Klappscheibensignal aufgestellt, dessen Antriebsständer sich in unmittelbarer Nähe des Aufnahmegebäudes befindet.

Bei »erlaubter Einfahrt« ist die Scheibe in wagrechter, bei »Verbot der Einfahrt« in vertikaler Stellung. Das Vorsignal in Langen

ist mit einem akustischen Signale und mit dem Centralstellapparat der Station Langen derart verbunden, dass zwei Petarden gleichzeitig auf die Schienen gelegt werden, und dieselben sich auch auf den Schienen befinden, wenn der Drahtzug reisst.

Die Stellung des Signales erfolgt durch einen, an dem Centralapparat in der Station Langen vorhandenen Hebel, welcher von den übrigen Hebeln des Centralapparates so abhängig gemacht ist, dass die Haltstellung des Distanzsignales erst dann erfolgen kann, wenn die Petarden auf den Schienen liegen, andererseits die Petarden erst nach Freistellung des Distanzsignales entfernt werden können.

Beide Vorsignale (Tunnel - Lichtsignale) sind mit elektrischen Centralklingelwerken in Verbindung.

Die seit der Betriebseröffnung der Arlbergbahn angestellten Beobachtungen und gesammelten Erfahrungen über die Verhältnisse im Arlbergtunnel haben dargethan, dass eine Telefoneinrichtung im Arlbergtunnel, welche von jeder Kammer aus eine Verständigung mit den Stationen St. Anton und Langen, sowie auch der einzelnen Kammern untereinander und mit den beiden Portalwächtern ermöglicht, für die Sicherheit des Verkehrs und des Bahnerhaltungsdienstes von hohem Werte wäre, und daher als ein dringendes Bedürfnis bezeichnet werden müsse.

Telefonanlage.

In Erwägung der Vortheile, welche eine solche Einrichtung dem Gesamtdienste im Arlbergtunnel zu bieten in der Lage wäre, hat die k. k. General-Direction im September 1885 die versuchsweise Einschaltung zweier Telefonstationen in den Tunnelkammern 1 und 2 nebst einer Anrufanlage mit Inductionsbetrieb, die Beobachtung in Bezug auf deren Verhalten, sowie Erprobungen rücksichtlich der Wiedergabe der Sprache verfügt.

Bei den späterhin in den Monaten November 1885 und Jänner 1886 vorgenommenen Untersuchungen dieser zwei Stationen wurde festgestellt, dass sich die Membrane an den Empfangs- und Sendapparaten nahezu nicht verändert hatten. Ebenso waren die Anrufapparate in den Schutzkästchen gut erhalten, wogegen die Schellen der Klingelwerke, besonders in der sehr nassen Kammer 1, mit einer klebrigen, schimmelpilzähnlichen Masse überzogen waren, und die vernickelten Inductorkurbeln Rostansätze zeigten.

Aus diesem Grunde wurde vorgeschlagen, an Stelle der Vernickelung einen anderen Überzug, etwa Lack oder dergleichen anzuwenden.

Im weiteren Verfolge der vorstehenden Ergebnisse hat die k. k. General-Direction im October 1886 die versuchsweise Her-

stellung einer Telefonverbindung zwischen der Station St. Anton, dem östlichen Portalwächter und der Kammer Nr. 1 im Tunnel genehmigt.

Als Leitung wurde von der Station St. Anton bis zum Kabelkästchen der Glockenlinie beim Ostportal eine Luftleitung aus 2 mm starkem Broncedraht, und von dort bis zu Kammer 1 ein dreiaderiges Bleikabel ohne Bundstelle, jede Lieze mit 1 mm Durchmesser, verwendet.

Diese Telefonanlage wurde am 5. Mai 1887 der Benützung übergeben. In der Station St. Anton, beim Ostportalwächter und in der Kammer I waren Hufeisenmagnet-Hörtelefone mit einem Hörschlauch und Hörmuscheltrichter in die Leitung eingeschaltet.

In allen drei Stationen waren ausserdem Mikrofone System Ader in Verwendung.

In der Kammer 1 bestand die Membrane aus Hartgummi. Die Kohlenwalzen waren in Kohle gelagert und die Lagerstücke an die Hartgummimembrane befestigt. Die Inductionsspule und die Verbindungsdrähte der Hörtelefone waren mittelst Klemmen in einem Hartgummikästchen untereinander verbunden.

Der Telefonaufrufwecker befand sich ausserhalb der Kammer und war über der Eingangsthüre derselben auf einer Zinkplatte angebracht, und durch ein Schutzkästchen aus Zink versichert.

Die Telefonstation in der Kammer 1 hatte den Nachtheil, dass beim Sprechen auf einen Knopf gedrückt werden musste, um den Schluss der Mikrofonbatterie herzustellen. Diese Handhabung erschwerte das Sprechen, bezw. das Hören, und erforderte immerhin eine gewisse Übung bei der Benützung des Telefones. — Das diesbezügliche Schaltungsschema ist aus den Beilagen XXVI und XXVII zu ersehen.

Beilage XXVII.

Auf Grund der bis dahin vorliegenden Erfahrungen war jedoch anzunehmen, dass durch fortgesetzte Beobachtungen und durch richtige Erkenntnis der nothwendig werdenden Verbesserungen an den Apparaten, es mit der Zeit doch gelingen werde, ein für Jedermann verwendbares Telefon im Arlbergtunnel zustande zu bringen.

Es wurde daher am 7. Jänner 1888 zur Herstellung der metallischen Verbindung zwischen den einzelnen Kammern im Arlbergtunnel geschritten und hiez zu ein dreiaderiges Bleikabel mit Faserisolierung und doppeltem Bleimantel aus der Fabrik von Chaudoir und Comp. in Wien verwendet, das an der Tunnelwand gemeinsam mit dem Glockenkabel auf den ursprünglich nur für das letztere Kabel bestimmten Eisenhaken mittelst getheerter Hanfschnüre befestigt, und in die einzelnen Kammern zu den Kabelverbindungskästen geführt wurde.

Die Drahtenden des Kabels waren in diesen Kästchen an Klemmen befestigt, von denen isolirte Drähte die Verbindung mit den einzelnen Apparaten herstellten. Diese Kästchen wurden nach erfolgter Herstellung der Verbindungen mit Parafin vergossen.

Von den Tunnelportalen bis zu den Stationen St. Anton und Langen wurden nun diesmal Luftleitungen aus 2 mm starkem Broncedraht verwendet.

In Anbetracht der schädlichen Einflüsse, die, hervorgerufen durch das Tropfwasser in den Kammern im Vereine mit den im Tunnel angehäuften Verbrennungsgasen und feinen Kohlentheilchen, zerstörend auf die Metallbestandtheile der einzelnen Apparate gewirkt hatten, entschloss man sich bei den neu zu schaffenden Telefonapparaten die Verwendung von Metallbestandtheilen auf das geringste Mass zu begrenzen, und die sonst aus Holz hergestellten Bestandtheile an den Apparaten durch Hartgummi zu ersetzen, der als ein guter Isolator bekannt ist, und von der Feuchtigkeit wenig beeinflusst wird.

Es wurden hienach die Spulen der Electromagnete, die Hülsen zur Aufnahme der Stahlmagnete bei den Hörtelefonen, die Schutzkästchen als auch die Membranen bei den Adermikrofonen, sowie der automatische Umschalter, so weit es angieng, aus Hartgummi hergestellt.

Die so versicherten Apparate, u. zw. je zwei Hörtelefone, ein Mikrofon und ein automatischer Umschalter, wurden in einen Eisenkasten eingesetzt, dessen Thüre durch zwischengelegte Gummistreifen vollkommen dicht geschlossen war. Der automatische Umschalter war so angeordnet, dass bei geschlossener Thüre des Eisenkastens die Hörtelefone kurz geschlossen und die Mikrofonbatterie ausgeschaltet, bzw. durch das Öffnen der Thüre eingeschaltet waren. (Tafel 67).

Zum besseren Schutze wurde jeder dieser Eisenkästen in einen getheerten Holzkasten eingesetzt. Die Taster zu den Rufleitungen waren links, die Mikrofonbatterien unterhalb des Eisenkastens, die Rufwecker an der rechten Aussenseite des Holzkastens angebracht.

Oberhalb des Eisenkastens befanden sich in den Kammern die Kabeleinführungskästchen aus Hartgummi.

Im ganzen wurden neun solche Stationen in den Kammern und zwei Stationen gleicher Art, jedoch ohne Holzkasten, in den beiden Portalwächterhäusern, sowie zwei Kohlenkleinmikrofonstationen System Berliner in St. Anton und Langen aufgestellt.

Für jede Mikrofonstation wurde eine Batterie von 4 Leclanché-elementen und zum Betriebe der dreizehn Rufwecker eine solche aus 36 Zink-Kupferelementen bestehend verwendet.

Die letztere war anfangs in der Station Langen und später, seit Juni 1888, wegen Lawinengefahr in St. Anton untergebracht.

Ausserdem ist seit Juni 1888 durch die Einschaltung eines Wechsels im Westportal-Wächterhaus die Einrichtung getroffen, dass bei Leitungsstörungen in Folge von Lawinen etc. durch ein einfaches Umstellen des Wechsels die Correspondenzfähigkeit der ganzen Anlage, mit Ausnahme der Station Langen, aufrecht erhalten bleibt.

In Beilage XXVII ist die Telefonschaltung veranschaulicht, wie sie im Jahre 1888 eingerichtet wurde.

Im Monate März 1888 mussten die Rufwecker wegen starker Feuchtigkeit und infolgedessen aufgetretener Stromableitungen innerhalb des Holzkastens eingesetzt werden. Am 20. März 1888 kam die erste Beschädigung des Kabels zwischen dem Westportale und Kammer 9 beim Abeisen vor.

Im Laufe des Jahres 1889 wurden zur Hintanhaltung der Oxydationen und gegen das Eindringen der Feuchtigkeit sowohl die Telefonwecker, wie auch die Inductionsspulen mit einer Masse, bestehend aus zwei Theilen Colonium und einem Theile Erdwachs versichert.

Nachdem wiederholt Beschädigungen des Telefonkabels durch mechanische Einwirkungen vorkamen, wurde dasselbe im Dezember 1889 in Kilometer 100, 101, 103, 106, 107 und 108 theilweise in mit Theer angestrichene Schutzriemen aus Lärchenholz gelegt. Bis zu seiner Auswechslung im Jahre 1895 hatte das Telefonkabel nicht weniger als 35 Spleisstellen.

Im Jahre 1890 sind die nicht unbedingt nothwendigen Metallbestandtheile bei den Telefonweckern durch Hartgummi ersetzt, und die Multiplikations- und Inductionsspulen in Zinkkästchen gelegt und mit Parafin vergossen worden.

Im selben Jahre wurden zur Verhütung, bezw. zur Verminderung von Stromableitungen die messingenen Tasterfedern ähnlich wie bei den Tastern der Glockensignalapparate durch Hartgummi ersetzt und die Metallbestandtheile der Hörtelefone mit Hartgummihülsen umgeben.

Trotz aller dieser Verbesserungen machten sich in der Telefonanlage wiederholt Störungen geltend. Die Telefonstationen mussten öfter vollständig gereinigt werden, und die telefonische Corres-

pondenz konnte nur bei grösster Gewissenhaftigkeit in der Instandhaltung und durch möglichst häufiges Auswechseln der Apparate und der einzelnen Apparatbestandtheile aufrecht erhalten werden, weil sich in den Eisenkästen einzelner Kammern eine bedeutende Menge von Condensationswasser bildete, welches seine zerstörenden Einflüsse auf die Apparate ausübte.

Diese und weitere Erfahrungen veranlassten die k. k. Eisenbahn-Betriebsdirektion Innsbruck, eine neue Telefonstation mit Ausschluss des Eisenkastens zu construieren, welche im August 1891 in der Kammer II und später in der nässesten Kammer VIII eingeschaltet wurde.

Bei dieser neuen Station wurden die bereits gesammelten Erfahrungen verwertet und die einzelnen Schaltungsdrähte — getheerte Hooperdrähte — wie auch die Hartgummischutzkästchen der einzelnen Apparate sind auf Isolierunterlagen geführt, bezw. gelegt worden.

Die so construierte Station, bei welcher ein Vorkommen von Condensationswasser nicht mehr beobachtet wurde, arbeitete trotz der bereits sehr schadhaften Kabel verlässlicher, und bildete die erste Grundlage zu den jetzt im Arlbergtunnel befindlichen Telefonstationen, welche mit Ende Februar 1894 dem Betriebe übergeben wurden.

Wie bereits erwähnt, sind die Eisenschutzkästen bei diesen Stationen ganz beseitigt und die Apparate in geräumige, 1·2 m hohe und 65 cm breite, aus getheertem Lärchenholze angefertigte Kästen einmontiert worden.

Diese Holzkästen sind auf Isolierfüsse gestellt und von der Tunnelwand ebenfalls durch Isolatoren getrennt. (Tafel 66).

Gestützt auf die vorangegangenen Versuche wurden als Mikrofone solche mit sehr grobem Kohlenklein gewählt, da angenommen wurde, dass in gut gelüfteten, von Condensationswasser freien Schutzkästen ein Zusammenkleben des Kohlenkleins nicht zu befürchten sei. Die Erfahrung hat gelehrt, dass diese Annahme vollkommen richtig war.

Die Mikrofone wurden durch die k. k. Eisenbahn-Betriebsdirektion im Monate März 1894 noch dahin verbessert, dass an dieselben Spiralfedern angebracht wurden, welche den Zweck haben, die Mikrofone beim Sprechen in einer immer gleich schiefen Lage zu erhalten, bezw. durch Aufrichten und durch das darauf folgende Herabfallen der Mikrofons in Folge der federnden Kraft der Spiralfeder, beim Öffnen und Schliessen der Holzkastenthüre, das Kohlen-

klein zu rütteln, und ein etwaiges Zusammenkleben desselben zu verhüten.

Bei der neuen Montierung sind die Hooperdrähte auf Isolierrollen, frei von der Kastenwand geführt und alle Apparate auf Porzellanfüsse gestellt.

So weit dies thunlich war, wurden alle Klemmen und Drahtverbindungen mit Parafin vergossen.

Durch die jetzt angewendete neue Construction des automatischen Umschalters sind nur jene Telefone und Inductionsspulen mit der Linie verbunden, mit denen eben gesprochen wird; alle übrigen Apparate sind nicht nur, wie dies bei der ersten Anlage vom Jahre 1888 der Fall war, unterbrochen, bezw. kurz geschlossen, sondern vollständig von der Leitung abgelöst.

Hiedurch vermindern sich die vorkommenden schädlichen Ableitungen in dem gleichen Masse, als Apparate uneingeschaltet sind.

Bei der ersten Anlage vom Jahre 1888 war nämlich die Einrichtung getroffen, dass die Telefone bei der geschlossenen Schutzkastenthüre nicht von der Leitung getrennt waren, sondern dass dem elektrischen Strom nur ein kürzerer Weg mit geringerem Widerstand geschaffen wurde.

Hiedurch erstreckten sich jedoch alle in den Apparaten vorkommenden Ableitungen auf die ganze Anlage.

Die Hörtelefone sind bei gleich gebliebener Construction mit abnehmbaren Deckeln versehen, um die Multiplikation und die Hufeisenmagnete vollständig mit Parafin vergiessen zu können.

Weiters sind die Hörtelefone in den Kammern parallel geschaltet, wodurch es möglich ist, auch dann noch den Apparat zu benutzen, wenn in irgend einem der beiden Telefone oder deren Kabelschnüren eine Unterbrechung eintritt.

Die frühere Schaltung der Telefonanlage, bei welcher eine gemeinsame Rückleitung für Sprech- und Rufeinrichtung in Verwendung stand, ist nunmehr dahin abgeändert, dass für die telefonische Correspondenz eine eigene Hin- und Rückleitung, für die Rufsignalanlage dagegen eine vollkommen getrennte einfache Leitung und die Erde als Rückleitung Verwendung findet.

Die Rufsignalanlage wird mit Gegenstrom betrieben, und zwar werden hiezu zweimal 36 Zink-Kohlen-Elemente verwendet, von welchen die eine Hälfte in der Station St. Anton, die andere Hälfte im Westportal-Wächterhaus nächst Langen untergebracht ist.

Auch hier ist die Einrichtung so getroffen, dass bei Eintritt von Linienstörungen auf der den Lawinen sehr ausgesetzten Luftleitung

zwischen dem Westportale und Längen durch Umstellen eines Wechsels im Portalwächterhaus die Correspondenzfähigkeit der ganzen Anlage mit Ausschluss der Station Längen aufrecht erhalten bleibt.

Als Mikrofonbatterien wurden seit dem Jahre 1888 verschiedene Systeme von Leclanché- und Trockenelementen angewendet. Am besten haben sich jedoch die Leclanché-Deckelemente mit hängendem Zinkcylinder und gefüllt mit einer Elektrolytenlösung bewährt. Gegenwärtig ist in jeder Telefonstation im Tunnel ein einziges solches Element eingeschaltet, wogegen ein zweites in jeder Tunnelkammer als Reserve aufgestellt ist. — Zur Verbindung der einzelnen Apparate untereinander wurden verschiedene Gattungen isolierter Drähte, wie Guttapercha-, Kautschuk-, Hooperdrähte, Leonische Schnüre etc. versuchsweise benützt.

Die Erfahrung lehrte jedoch, dass bei Schaltungsverbindungen die gethoerten Hooperdrähte den störenden Einflüssen im Tunnel am meisten Widerstand bieten, weshalb die letztere Drahtsorte bei der neuen Montierung ausschliesslich in Verwendung genommen wurde.

Als Leitungskabel bei den Hörtelefonen dienen gegenwärtig Guttaperchadrähte, welche in einem Schlauch aus vulkanisiertem Kautschuk geführt sind, der an der Ausmündung der Drähte luftdicht verschlossen ist.

Die neue Telefonanlage functionierte trotz der schon sehr schadhafte Kabel vollkommen gut, die Sprache war laut und deutlich.

Nichtsdestoweniger musste man jedoch auf eine möglichst rasche Auswechslung der alten Kabel bedacht sein, wollte man die durch die Erneuerung der Apparate erzielte gute Lautwirkung für die Dauer erhalten.

Der Isolationswiderstand des einzelnen, von Kammer zu Kammer führenden, ungefähr 1 Kilometer langen Kabels war in Folge der schon vorerwähnten öfteren Beschädigungen und vielen Spleisstellen im Durchschnitte von 8000 Megohm auf 0.2 Megohm gesunken. Ausserdem traten in der letzten Zeit wiederholt bedenkliche Leitungsstörungen auf, die auf ein Aboxydieren der Drähte in den Spleisstellen zurückzuführen waren.

Es wurde daher noch im Jahre 1894 die gänzliche Erneuerung der Telefonkabel beschlossen.

Die Auswechslung konnte jedoch aus budgetären Gründen erst im September 1895 erfolgen; weil sie jedoch einen wichtigen Abschnitt in der Vervollkommnung der Telefoneinrichtung im Arlbergtunnel bildet, soll ihrer hier in Kürze noch Erwähnung geschehen.

Auf Grund der gemachten Vorstudien und langjährigen Erfahrungen wurden fünfleiße Guttaperchakabel mit Bleimantel und Façon-drahtpanzerung zur Verwendung in Aussicht genommen; ihr Eisenpanzer wurde so stark gewählt, dass mechanische Beschädigungen der Kabel, selbst bei freier Führung derselben durch den ganzen Tunnel so gut wie ausgeschlossen waren.

Es gelangten zwei Typen dieser Kabel zur Verwendung.

In den zwei ersten Tunnelkilometern von jedem Tunnelportale aus, in welchen Strecken die stärksten Vereisungen vorkommen, wurden Kabel mit Drahtpanzerung von 2·7 mm Stärke, in den übrigen Strecken solche mit 1·7 mm Panzerstärke gewählt. Erstere Type wurde von der Wiener Kabelfabrik-Actiengesellschaft vormals Bondy, die letztere Type von der Firma Siemens und Halske in Wien geliefert.

Garantiert waren hierbei an elektrischen Eigenschaften 5000 Megohm Isolationswiderstand und 16·6 Ohm Leitungswiderstand pro Kilometer bei 15⁰ Celsius, sowie eine Maximalcapacität von 0·25 Mikrofarad.

Bei Übernahme der Kabel in der Fabrik wurden folgende Eigenschaften gefunden:

Der Isolationswiderstand schwankte zwischen 6000 und 11.000 Megohm, der Leitungswiderstand betrug 16·4—16·5 Ohm pro Kilometer bei 15⁰ Celsius, während die Maximalcapacität nur 0·21 Mikrofarad erreichte, und bei einzelnen Kabeln selbst bis auf 0·18 Mikrofarad pro Kilometer herabsank.

Auf Grund dieser günstigen Ergebnisse wurde die Übernahme der Kabel und deren sofortige Verlegung veranlasst.

Von den fünf Leitungsadern sind zwei für die Telefoncorrespondenz und eine für die Rufweckeranlage in Verwendung.

Die vierte Leitungsader ist in allen Kammern in den dort befindlichen Kabelverbindungskästchen direct verbunden und bildet so eine den ganzen Tunnel durchlaufende Leitung, die als Reserve für die Morséanlage dient, während die fünfte Ader nur von Kammer zu Kammer bis zu den mehrerwähnten Kabelverbindungskästen geführt ist, und jederzeit sofort als Reserveleitung für die Telefon-, Rufwecker- oder Glockensignaleinrichtung verwendet werden kann.

Das Schaltungsschema, welches die Schaltung der einzelnen Telefonstationen sowie die Verbindungen des Kabels nach der jetzt bestehenden Anordnung veranschaulicht, ist in Beilage XXVII gegeben.

Die Kabel sind offen durch den ganzen Tunnel geführt und auf gut verzinkten starken Eisenhaken, welche ungefähr 10 cm unterhalb der

Stützpunkte für das Glockenlinienkabel in der Tunnelwand angebracht sind, gelagert, und mit getheerten Hanfschnüren aufgebunden.

Da eine directe Verbindung der verhältnissmässig schweren und unhandlichen Telefonkabel mit den Apparaten nicht vortheilhaft ist, wurde in jeder Kammer ein schmiegendes dünnes Bleikabel von 2 Meter Länge zwischen dem Leitungskabel und den Apparaten eingeschaltet, das die Verbindung der letzteren mit der Leitung vermittelt.

C. Diensteintheilung.

Für die Diensteintheilung in der Strecke Landeck—Bludenz bestehen keine eigenen Normen. Der Dienst und die Ruhezeiten beim Stations- und Zugsbegleitungs-personale sind nach den für die Strecken mit Nachtdienst bestehenden allgemeinen Bestimmungen geregelt. Das für die Personen- und Schnellzüge nothwendige Zugsbegleitungs-personale ist in Innsbruck, jenes für die Güterzüge in Landeck wohnhaft.

Anfänglich geschah die Begleitung der Güterzüge in der Arlbergstrecke Landeck—Bludenz durch das in Innsbruck stationierte Zugsbegleitungs-personale; im Jahre 1886 wurde jedoch das für die Güterzüge erforderliche Zugsbegleitungs-personale von Innsbruck nach Landeck versetzt, um einen günstigeren Turnus und eine bessere Personalschulung für den Dienst auf der Arlbergstrecke zu erreichen.

Der Verwirklichung dieser Absicht stand im Jahre 1885 noch der Wohnungsmangel in Landeck entgegen.

Das Diener- und Unterbeamtenpersonale des Verkehrsdienstes in der Strecke Landeck—Bludenz, ausnahmslich der beiden Ausgangspunkte Landeck und Bludenz, bezieht eigene Zulagen, sogenannte Bergzulagen, welche sich bei ersteren auf 2 fl., bei letzteren auf 4 fl. pro Monat beziffern.

D. Leistungen des Verkehrs.

Die nachfolgenden Tabellen 68—72 geben ein Bild der Verkehrsleistungen am Arlberge für die Periode 1885—1894. Es zeigt sich ein ziemlich gleichmässiges Ansteigen der Leistungen bis zum Jahre 1888, wo dieselben im Güterzugsdienste ihr Maximum erreichten. Es war die Leistung bei dieser Zugsgattung in Zugs-kilometer um 38 %, in Brutto-Tonnen-Kilometer um 64 % gegenüber

(Fortsetzung des Textes auf Seite 276).

Tabelle 68.

**Anzahl der Züge und der zurückgelegten Zugs-Kilometer,
Landeck—**

Betriebsjahr	Betriebslänge der Bahn km	In Verkehr					
		Schnellzüge		Personenzüge		Güterzüge	
		Anzahl	Zugs-km	Anzahl	Zugs-km	Anzahl	Zugs-km
1885	64·5	730	47085	2272	124538	2890	192458
1886	64·5	730	47085	3177	150408	3076	199343
1887	64·5	731	47150	3167	157975	3408	218969
1888	64·5	733	47001	3302	160753	4163	266832
1889	64·2	734	47123	3691	172067	3872	242737
1890	64·2	730	46866	3467	173246	4214	246395
1891	64·2	733	47059	3163	174793	3422	219592
1892	64·2	740	46799	3152	172656	2877	181704
1893	64·2	731	46481	2835	165492	3350	214108
1894	64·2	730	46766	2833	167504	3270	209167

**sowie die Dichte des Zugverkehrs in der Strecke
Bludenz.**

gesetzte Züge				Auf ein Kilometer Betriebslänge entfallen	Durchschnittliche Weglänge der Züge	Jedes Kilometer Bahn wurde durch- schnittlich im Tage befahren von		
Regiezüge		Im Ganzen				Personen führenden Zügen	Güter- und Regiezügen	Zusammen
Anz.	Zugs-km	Anzahl	Zugs-km					
70	1860	5962	365941	5595·4	61·4	7·3	8·3	15·6
55	2208	7038	399044	6186·7	56·7	8·4	8·6	17·0
81	1401	7387	425495	6596·8	57·6	8·7	9·4	18·1
99	2030	8297	476616	7389·4	57·4	8·8	11·4	20·2
53	1792	8350	463719	7223·0	55·5	9·4	10·4	19·8
77	1824	8488	468331	7294·9	55·2	9·4	10·6	20·0
59	1524	7377	442968	6899·8	60·0	9·5	9·4	18·9
419	5051	7188	406210	6327·3	56·5	9·3	8·0	17·3
286	1651	7202	427732	6662·5	59·4	9·0	9·2	18·2
173	1601	7006	425038	6620·5	60·7	9·1	9·0	18·1

Tabelle 69.

Betriebsleistungen in der

Betriebs- jahr	Betriebs- länge der Bahn km	Geleistete Brutto-Tonnen-		
		Schnellzügen	Personenzügen	Güterzügen
1885	64·5	3773114*)	9580877*)	54231315*)
1886	64·5	4228840	10737465	60775770
1887	64·5	3882883	10450887	68159784
1888	64·5	4042369	10875911	89147847
1889	64·2	4597907†)	11823191†)	77226081†)
1890	64·2	4704218	12133249	79366308
1891	64·2	5098344	12808180	69081227
1892	64·2	6229616	13340064	56478094
1893	64·2	6510684	13704363	68600076
1894	64·2	5866923	13587658	68209272

In der Richtung der beladenen Wagen, d. i. in der Richtung Landeck—
Bludenz, wurde während des 10jährigen Betriebes die grösste Tagesleistung

Strecke Landeck—Bludenz.

Kilometer bei		Auf 1 km der Betriebslänge entfallen	Anmerkung
Regiezügen	Im Ganzen	Brutto-Ton.-Km	
191130*)	67776436	1050797·5	*) Annäherungsweise im Verhältnisse der Brutto-Tonnen-Km. der einzelnen Zugsgattungen des Jahres 1886 berechnet; die Gesamtzahl der Brutto-Tonnen-Kilometer des Jahres 1885 ist jedoch authentisch.
215127	75957202	1177631·0	
95856	82589410	1280456·0	
214632	104280759	1616756·0	
187670†)	93834849	1461602·0	†) Annäherungsweise im Verhältnisse der Brutto-Tonnen-Km. der einzelnen Zugsgattungen des Jahres 1890 berechnet; die Gesamtzahl der Brutto-Tonnen-Kilometer des Jahres 1889 ist jedoch authentisch.
207557	96411332	1501734·1	
111790	87099541	1356690·7	
282955	76330729	1188952·2	
183337	88998460	1386268·8	
248907	87912760	1369357·6	

am 25. September 1888 erzielt, indem damals 11 Güterzüge mit 5157 Tonnen befördert wurden.

Tabelle 70.

Betriebsleistungen in der Strecke Landeck—Bludenz.

Betriebs- jahr	Durchschnittliches Bruttogewicht eines Zuges bei				Durchschnitt- liches Brutto- gewicht aller Züge
	Schnellzügen	Personenzügen	Güterzügen	Regiezügen	
	Tonnen				Tonnen
1885	80.1	76.9	281.8	102.8	185.2
1886	89.8	71.4	304.9	97.4	190.3
1887	82.4	66.2	311.3	68.4	194.1
1888	86.0	67.7	334.1	105.7	218.8
1889	97.6	68.7	318.1	104.7	202.4
1890	100.4	70.0	322.1	113.8	205.9
1891	108.3	73.3	314.6	73.4	196.6
1892	133.1	77.3	310.8	56.0	187.9
1893	140.1	82.8	320.4	111.0	208.1
1894	125.5	81.1	326.1	155.3	206.8

Tabelle 71.

Betriebsleistungen in der Strecke Landeck—Bludenz.

Betriebsjahr	Betriebs- länge der Bahn	Geleistete Netto- Tonnen- Kilometer	Auf 1 km der Betriebslänge entfallen Netto-Ton- Kilometer	Anmerkung
	km			
1885	64.5	23105866*)	358230.5	*) Annäherungsweise im Durch- schnitte des Verhältnisses der Brutto-Tonnen-Kilom. zu den Netto-Tonnen-Kilom. der Jahre 1887 bis incl. 1892 berechnet.
1886	61.5	25894795*)	401469.7	
1887	64.5	28458562	441218.0	
1888	61.5	37206834	576850.1	
1889	64.2	33709543	525070.8	
1890	64.2	32232209	502059.3	
1891	64.2	28683601	446785.1	
1892	64.2	24753113	385562.5	
1893	64.2	30113011	469050.0	
1894	64.2	28711306	447216.6	

Tabelle 72.

Betriebsleistungen in der Strecke Landeck—Bludenz.

Betriebsjahr	Betriebslänge der Bahn		Gefahrene Achs-Kilometer bei			pro Kilometer Betriebslänge	Jede bewegte Achse war durchschnittlich belastet	Durchschnittlich wurden gefahren in			Anmerkung
	km		Schnell- und Personenzüge	Güter- und Regiezüge	sämtlichen Zügen			Schnell- und Personenzüge	Güter- und Regiezüge	sämtlichen Zügen	
						Achs-km	mit kg	Achs-			
1885	64.5	3003894*)	10091938*)	13095832*)		203036	1764	17.5	51.9	35.8	*) Annäherungsweise nach der durchschnittlichen Weglänge und dem durchschnittlichen Bruttogewichte der Züge in den betreffenden Jahren berechnet.
1886	64.5	3206973	12802112	16009085		248203	1618	16.2	63.5	40.1	
1887	64.5	3130344*)	11886880*)	15017224*)		232825	1895	15.3	53.9	35.3	
1888	64.5	3270763*)	14528142*)	17798905*)		275952	2090	15.7	54.0	37.3	
1889	64.2	3597340*)	13447935*)	17045275*)		265503	1978	16.4	55.0	36.8	
1890	64.2	3347078	13069387	16416465		255708	1963	15.2	52.7	35.1	
1891	64.2	3594155	12717267	16311422		254072	1758	16.2	57.5	36.8	
1892	64.2	3761482	8775241	12536723		195276	1974	17.1	47.0	30.9	
1893	64.2	3829701	11650180	15479881		241120	1945	18.1	54.0	36.2	
1894	64.2	3785716	12211223	15996939		249174	1795	17.7	57.9	37.6	

Tabelle 73.

Kosten der Leistungen des Verkehrs

Betriebsjahr	Betriebslänge der Bahn	Stations- und Fahrdienst					
		persönliche		sachliche		zusammen	
		Ausgaben*)					
	km	fl.	kr.	fl.	kr.	fl.	kr.
1885	64·5	114513	30	27041	23	141554	53
1886	64·5	117617	44	26649	24	144266	68
1887	64·5	117094	52	26323	31	143417	83
1888	64·5	119649	60	26080	21	145729	81
1889	64·2	121190	70	23739	24	144929	94
1890	64·2	128167	93	26499	29	154667	22
1891	64·2	126900	01	24386	25	151286	26
1892	64·2	122795	19	23883	30	146678	49
1893	64·2	126279	38	24122	41	150401	79
1894	64·2	126603	54	29851	39	156454	93

*) Einschliesslich der auf die Arlbergstrecke entfallenden Anthcile der Kosten für die Betriebs-Directions-Centrale.

auf der Strecke Landeck—Bludenz.

Pro Kilometer Betriebslänge	Pro Zugs-Kilometer	Pro 100 Wagen- Achsen-Kilometer	Pro 1000 Brutto- Tonnen-Kilometer	Anmerkung
Ausgaben				
Gulden				
2195	0 39	1 08	2 09	Für den Dienst auf der Arlbergstrecke wurden auf der Stationen Bludenz und Landeck die halben Kosten in Berechnung gezogen. Die Brutto-Auslagen für den Fahrdienst auf der Arlbergstrecke wurden im Verhältnisse der zurückgelegten Zugs-Kilometer auf der Strecke Landeck—Bludenz zur Gesamtleistung ermittelt.
2237	0 36	0 90	1 90	
2224	0 34	0 96	1 74	
2259	0 31	0 82	1 40	
2257	0 31	0 85	1 54	
2409	0 33	0 94	1 60	
2356	0 34	0 93	1 74	
2285	0 36	1 17	1 92	
2343	0 35	0 97	1 69	
2437	0 37	0 98	1 78	

dem Jahre 1885 gestiegen, um dann wieder allmählig auf ein Minimum im Jahre 1892 herabzusinken. Dies zeigt sich fast in allen Angaben der Tabelle 68.

Die Verminderung der Anzahl der Personenzüge und damit im Zusammenhange stehend die Verminderung der Zugskilometer dieser Zugsgattung in den Jahren 1893 und 1894 im Vergleiche zu den Vorjahren, ist auf die Einschränkung des Lokalverkehrs in der Strecke Landeck—Bludenz zurückzuführen, indem in den Jahren 1893 und 1894 zwei sonst täglich verkehrende Personenzüge (Nr. 323 und 330) nur mehr an gewissen Tagen der Woche zur Ausführung kamen.

In den Jahren 1892, 1893 und 1894 zeigt sich eine auffallende Vermehrung der Regiezüge, was durch die Reconstructionsarbeiten im Arlberg-Tunnel, sowie durch den Bau des Grosstobel-Tunnels bewirkt wurde.

Die bei den Schnellzügen geleisteten Brutto-Tonnen-Kilometer (Tabelle 69) zeigen in den Jahren 1886 bis einschliesslich 1890 ziemlich beständige Ziffern.

Die erhöhten bezüglichlichen Leistungsziffern vom Jahre 1891 ab sind in der Einstellung eines Speisewagens in diese Züge ab August des Jahres 1891, zum Theile auch in der sich überhaupt steigernden Personenfrequenz bei diesen Zügen zu suchen. Auf letzteren Umstand sind auch die stetig wachsenden Leistungsziffern an Brutto-Tonnen-Kilometern bei den Personenzügen zurückzuführen.

Das durchschnittliche Bruttogewicht bei den Güterzügen (Tabelle 70) zeigt im allgemeinen eine steigende Tendenz, woraus das Bestreben nach Erreichung einer möglichst guten Zugsausnützung hervorgeht.

Das Ansteigen der Leistungen bis einschliesslich des Jahres 1888 zeigt sich auch bei den Netto-Tonnen-Kilometern, (Tabelle 71) die in diesem Jahre das Maximum erreichten, und im Vergleiche gegen das Jahr 1885 um 61% gestiegen sind, um von da ab wieder abzufallen.

Die gefahrenen Achskilometer (Tabelle 72) bei den Güter- und Regiezügen des Jahres 1892 zeigen gegen die Vorjahre, sowie gegen die folgenden Jahre eine auffallend niedere Ziffer; diese Erscheinung tritt im gleichen Jahre auch bei allen anderen Leistungsziffern der Güterzüge zutage, und ist eine Folge des ausnehmend schwachen Güterverkehrs im Jahre 1892

E. Kosten des Verkehrs.

Über die Kosten der Leistungen des Verkehrs der Arlbergstrecke gibt die Tabelle 73 Aufschluss.

F. Commercielle und Transportverhältnisse.

Die Arlbergbahn ist vermöge ihrer besonderen geographischen Lage eine der wichtigsten Eisenbahnlinien in Österreich; sie ist der einzige Schienenweg, welcher den Ländercomplex des österreichischen Staates auf inländischem Boden mit dem Kronlande Vorarlberg und dem Bodensee verbindet, und den unmittelbaren Anschluss an die schweizerischen Bahnen bewirkt. Die Schifffahrtsverbindung über den Bodensee stellt den directen Anschluss an die Eisenbahnen der südwestdeutschen Staaten her.

Die Verwaltung der österreichischen Staatsbahnen gelangte daher, nachdem sie durch Abschluss eines Péagevertrages das Mitbenützungsrecht der ihre übrigen westlichen Linien von der Arlbergbahn trennenden Südbahnstrecke Wörgl—Innsbruck erworben hatte, durch den Besitz der Arlbergbahn zu einer früher nicht vorhanden gewesenen unabhängigen Stellung im Verkehre ihrer eigenen Linien und deren Anschlussbahnen im Norden und Osten mit dem westlichen Auslande, insbesondere mit der Schweiz und Frankreich.

Indessen führte die Arlbergbahn keineswegs in allen hier erwähnten Verkehrsbeziehungen Wegabkürzungen herbei; vielmehr erscheinen die durch sie hergestellten neuen, für den Verkehr mit Vortheil anwendbaren und thatsächlich zur Anwendung gelangenden Wegverbindungen in ihrer grossen Mehrzahl beträchtlich länger als die alten, durch Bayern führenden Wege.

So ist beispielsweise für die Abzweigestation Feldkirch in Vorarlberg der Weg über Bayern von und nach den Stationen der Linie Salzburg—Wien und weiter bis nahe an Budapest noch kürzer als die über die österreichischen Staatsbahnen und die Arlbergbahn führenden Wege, und es beginnen die Wegabkürzungen erst im Verkehre der südlich der bezeichneten Linie gelegenen Orte. Für die Schweiz, das südwestliche Deutschland und Frankreich erscheint das Gebiet, für welches die Arlbergbahn Abkürzungen gegenüber den über Bayern führenden Wegen bewirkte, natürlich noch mehr eingeengt und umfasst vorwiegend das österreichische Südbahn- und südlich der Donau gelegene Staatsbahngebiet, sowie Südwestungarn nebst dessen Hinterländern.

a) Stellung der Arlbergbahn zu den übrigen Eisenbahnen Oesterreichs.

b) Entfernungsverhältnisse.

(Fortsetzung des Textes auf Seite 285).

Tabelle 74.

Entfernungs-

Nach und von	Feldkirch				Zürich				Konstanz			
	über Bayern		über die Arlbergbahn		über Bayern		über die Arlbergbahn		über Bayern		über die Arlbergbahn	
	Nähere Weg- angabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km
Bischofs- hofen	Salzburg Lindau	469	Saalfelden Innsbruck	356	Salzburg Lindau Romanshorn	528	Saalfelden Innsbruck Buchs	481	Salzburg Lindau	462	Saalfelden Innsbruck Bregenz	438
Salzburg	Lindau	416	Saalfelden Innsbruck	409	Lindau Romanshorn	475	Saalfelden Innsbruck Buchs	533	Lindau	409	Saalfelden Innsbruck Bregenz	491
Wien	Simbach Lindau	689	Salzburg Wörgl Innsbruck	698	Simbach Lindau Romanshorn	748	Saalfelden Innsbruck Buchs	823	Simbach Lindau	682	Saalfelden Innsbruck Bregenz	780
Budapest	Bruck Schwechat Amstetten Simbach Lindau	965	Bruck Schwechat Amstetten Innsbruck	974	Bruck Schwechat Amstetten Simbach Lindau Romanshorn	1024	Bruck Schwechat Amstetten Innsbruck Buchs	1098	Bruck Schwechat Amstetten Simbach Lindau	958	Bruck Schwechat Amstetten Saalfelden Innsbruck Bregenz	1056
			Kelenföld Kanizsa Marburg Franzensfeste Innsbruck	957			Kelenföld Kanizsa Marburg Franzensfeste Innsbruck Buchs	1082				

Vergleichung.

Offenburg				Strassburg				Paris			
über Bayern		über die Arlbergbahn		über Bayern		über die Arlbergbahn		über Bayern		über die Arlbergbahn	
Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km
Salzburg Ulm Mühlacker Pforzheim	602	Saalfelden Innsbruck Bregenz Konstanz	617	Salzburg Ulm Mühlacker Pforzheim Kehl	616	Saalfelden Innsbruck Bregenz Konstanz Kehl	647	Salzburg Ulm Mühlacker Kehl Strassburg Avricourt	1115	Saalfelden Innsbruck Buchs Delle	1117
Ulm Mühlacker Pforzheim	549	Saalfelden Innsbruck Bregenz Konstanz	670	Ulm Mühlacker Kehl	563	Saalfelden Innsbruck Bregenz Konstanz Kehl	700	Ulm Mühlacker Kehl Strassburg Avricourt	1062	Saalfelden Innsbruck Buchs Delle	1169
Simbach Ulm Mühlacker Pforzheim	822	Amstetten Saalfelden Innsbruck Bregenz Konstanz	959	Simbach Ulm Mühlacker Kehl	836	Amstetten Saalfelden Innsbruck Bregenz Konstanz Kehl	989	Simbach Ulm Mühlacker Kehl Strassburg Avricourt	1335	Amstetten Saalfelden Innsbruck Buchs Delle	1459
Bruck Schwechat Amstetten Simbach Ulm Mühlacker Pforzheim	1098	Bruck Schwechat Amstetten Saalfelden Innsbruck Bregenz Konstanz	1235	Bruck Schwechat Amstetten Simbach Ulm Mühlacker Kehl	1112	Amstetten Saalfelden Innsbruck Bregenz Konstanz Kehl	1265	Bruck Schwechat Amstetten Simbach Ulm Mühlacker Kehl Avricourt	1611	Bruck Schwechat Amstetten Innsbruck Buchs Delle	1734
						Kelenföld Kanizsa Marburg Franzensfeste Innsbruck Bregenz Konstanz Kehl	1248			Kelenföld Kanizsa Marburg Franzensfeste Innsbruck Buchs Delle	1718

Nach und von	Feldkirch				Zürich				Konstanz			
	über Bayern		über die Arlbergbahn		über Bayern		über die Arlbergbahn		über Bayern		über die Arlbergbahn	
	Nähere Weg- angabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km	Wegangabe Nähere	km	Nähere Wegangabe	km
Wiener- Neustadt	Leobers- dorf Amstetten Simbach Lindau	718	Leobersdorf Amstetten Innsbruck	727	Leobersdorf Amstetten Simbach Lindau Romanshorn	777	Leobersdorf Amstetten Saalfelden Innsbruck Buchs	852	Leobersdorf Amstetten Simbach Lindau	711	Leobersdorf Amstetten Saalfelden Innsbruck Bregenz	809
Kanizsa	Leoben Salzburg Lindau	906	Leoben Selzthal Innsbruck	793	Leoben Salzburg Lindau Romanshorn	965	Leoben Selzthal Innsbruck Buchs	918	Leoben Salzburg Lindau Bregenz	899	Leoben Selzthal Innsbruck Bregenz	875
			Marburg Villach Franzensfeste Innsbruck	739			Marburg Villach Franzensfeste Innsbruck Buchs	864			Marburg Villach Franzensfeste Innsbruck Bregenz	821
Triest	Laibach Villach Franzens- feste Innsbruck Kufstein Lindau	1000	Laibach Villach Franzensfeste Innsbruck	722	Laibach Villach Franzensfeste Innsbruck Kufstein Lindau Romanshorn	1059	Laibach Villach Franzensfeste Innsbruck Bregenz Romanshorn	865	Laibach Villach Franzensfeste Innsbruck Kufstein Lindau	993	Laibach Villach Franzensfeste Innsbruck Bregenz	804
	Cormons Pontebba Villach Franzens- feste Innsbruck Kufstein Lindau	926	Cormons Pontebba Villach Franzensfeste Innsbruck	648								

Für die österreichischen, ungarischen und deutschen Bahnlinien sind die Kilometer für die Wagenmiethe-
in Berechnung

Offenburg				Strassburg				Paris			
über Bayern		über die Arlbergbahn		über Bayern		über die Arlbergbahn		über Bayern		über die Arlbergbahn	
Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km
Leobersdorf Amstetten Simbach Ulm Mühlacker Pforzheim	851	Leobersdorf Amstetten Saalfelden Innsbruck Bregenz Konstanz	988	Leobersdorf Amstetten Simbach Ulm Mühlacker Kehl	865	Leobersdorf Amstetten Saalfelden Innsbruck Bregenz Konstanz Kehl	1018	Leobersdorf Amstetten Simbach Ulm Mühlacker Kehl Avricourt	1364	Leobersdorf Amstetten Saalfelden Innsbruck Buchs Delle	1488
Leoben Selzthal Salzburg Ulm Mühlacker Pforzheim	1039	Leoben Amstetten Saalfelden Innsbruck Bregenz Konstanz	1054	Leoben Selzthal Salzburg Ulm Mühlacker Kehl	1053	Leoben Selzthal Bregenz Konstanz Kehl	1084	Leoben Selzthal Salzburg Ulm Mühlacker Kehl Avricourt	1552	Leoben Selzthal Innsbruck Buchs Delle	1554
		Marburg Villach Franzensfeste Innsbruck Bregenz Konstanz	1000			Marburg Villach Franzensfeste Innsbruck Bregenz Konstanz Kehl	1030			Marburg Villach Franzensfeste Innsbruck Buchs Delle	1500
Laibach Villach Franzensfeste Innsbruck Kufstein Ulm Mühlacker Pforzheim	1133	Laibach Villach Franzensfeste Innsbruck Bregenz Konstanz	983	Laibach Villach Franzensfeste Innsbruck Kufstein Ulm Mühlacker Pforzheim Kehl	1147	Laibach Villach Franzensfeste Innsbruck Bregenz Konstanz Kehl	1013	Laibach Villach Franzensfeste Innsbruck Kufstein Ulm Mühlacker Kehl Avricourt	1646	Laibach Villach Franzensfeste Innsbruck Buchs Delle	1483

Berechnungen, und für die schweizerischen, französischen und italienischen Bahnlinsen die Tarif-Kilometer gezogen.

Tabelle 75.

Entfernungen-

Nach und von	Chiasso				Bellinzona			
	über Italien		über die Arlbergbahn		über Italien		über die Arlbergbahn	
	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km
Wien	Wien Cormons via Südbahn	1046	Amstetten Saalfelden Innsbruck Buchs	1117	Wien Cormons via Südbahn Chiasso	1113	Amstetten Saalfelden Innsbruck Buchs	1050
Budapest	Budapest Cormons via Südbahn	1081	Bruck Schwechat Amstetten Saalfelden Innsbruck Buchs	1392	Budapest Cormons via Südbahn Chiasso	1148	Bruck Schwechat Amstetten Saalfelden Innsbruck Buchs	1325
Triest	Cormons	497	Laibach Villach Franzensfeste Innsbruck Buchs	1141	Cormons Chiasso	564	Laibach Villach Franzensfeste Innsbruck Buchs	1074

Vergleichung.

Luzern				Lyon				Grenoble			
über Italien		über die Arlbergbahn		über Italien		über die Arlbergbahn		über Italien		über die Arlbergbahn	
Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km
Wien Cormons via Südbahn Chiasso	1283	Amstetten Saalfelden Innsbruck Buchs	880	Wien Cormons via Südbahn Modane	1459	Amstetten Saalfelden Innsbruck Buchs Genf	1267	Wien Cormons via Südbahn Modane	1391	Amstetten Saalfelden Innsbruck Buchs Genf	1266
Budapest Cormons via Südbahn Chiasso	1318	Bruck Schwechat Amstetten Saalfelden Innsbruck Buchs	1155	Budapest Cormons via Südbahn Modane	1494	Bruck Schwechat Amstetten Saalfelden Innsbruck Buchs Genf	1542	Budapest Cormons via Südbahn Modane	1426	Bruck Schwechat Amstetten Saalfelden Innsbruck Buchs Genf	1541
Cormons Chiasso	734	Laibach Villach Franzensfeste Innsbruck Buchs	904	Cormons Modane	910	Laibach Villach Franzensfeste Innsbruck Buchs Genf	1291	Cormons Modane	842	Laibach Villach Franzensfeste Innsbruck Buchs Genf	1290

Nach und von	Mâcon				Paris			
	über Italien		über die Arlbergbahn		über Italien		über die Arlbergbahn	
	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	km	Nähere Wegangabe	l 1
Wien	Wien Cormons via Südbahn Modane	1508	Amstetten Saalfelden Innsbruck Buchs Genf	1235	Wien Cormons via Südbahn Modane	1913	Amstetten Saalfelden Innsbruck Buchs Delle	1499
Budapest	Budapest Cormons via Südbahn Modane	1543	Bruck Schwechat Amstetten Saalfelden Innsbruck Buchs Genf	1510	Budapest Cormons via Südbahn Modane	1948	Bruck Schwechat Amstetten Saalfelden Innsbruck Buchs Delle	1774
Triest	Cormons Modane	959	Laibach Villach Franzensfeste Innsbruck Buchs Genf	1259	Cormons Modane	1364	Laibach Villach Franzensfeste Innsbruck Buchs Delle	1523

Für die österreichischen und ungarischen Bahnlinien sind die Kilometer für die Wagenmiethe-Berechnungen, für die schweizerischen, französischen und italienischen Bahnlinsen die Tarif-Kilometer in Berechnung gezogen.

Für Südfrankreich und die schweizerische Gotthardbahn vermitteln die über Italien führenden Bahnlinien vielfach kürzere Wegentfernungen, als die Arlbergbahn.

Einige die Gesamtentfernungen nachweisende Angaben sind in den Tabellen 74 und 75 zusammengestellt.

Da nun, wie angedeutet, Gebiete, deren Entfernung von dem grossen westlichen Auslande durch die Arlbergbahn wirkliche Abkürzungen erfuhr, vorwiegend den Attractionsbereich der österr. Südbahn bilden, und auch in einem grossen Theile der übrigen der Arlbergbahnroute zugänglichen Verkehrsbeziehungen die Südbahnlinien günstig gelegen sind, so ergab sich die Thatsache, dass die Verwaltung der Südbahn aus der Herstellung der Arlbergbahn keine geringeren Vortheile zog, als die Verwaltung der österreichischen Staatsbahnen.

Als Aufgabe der letzteren galt es schon bei Eröffnung der Arlbergbahn, dieser Linie einen gewissen Besitzstand an Güterverkehr zu sichern. Da der neu entstehende Localverkehr anfangs nur gering sein konnte und für späterhin nicht allzuhoch angeschlagen werden durfte, war ein solcher Güterverkehr nur durch Ablenkung umfangreicher Bestandtheile des bis dahin den Transportwegen über Bayern zugehörig gewesenen Transitverkehres erreichbar. Um einen Concurrencykampf zu vermeiden, der nach Herbeiführung wirtschaftlicher Schädigungen der beteiligten Transportanstalten schliesslich doch zu Vereinbarungen geführt hätte, wurden rechtzeitig über die Regelung und Theilung des Verkehres Abmachungen getroffen, durch welche die Arlbergbahnroute im allgemeinen in solchen Stationsverbindungen, wo sie den kürzesten Weg darstellt, den ganzen Verkehr, in anderen Relationen jedoch nach Massgabe des Umweges und der aus anderen Gründen ungleichen Concurrencykraft grössere oder geringere Verkehrsquoten zugewiesen erhielt.

Mit Rücksicht auf die bereits erwähnte günstige Lage der Südbahnlinien musste, soweit dieselbe sich geltend macht, eine entsprechende Untertheilung des für die Arlbergbahn gewonnenen Verkehres auf den Staatsbahn- und Südbahnlinien (über Wörgl und über Franzensfeste) eintreten.

Wie bereits erwähnt, ist der Güterverkehr der Arlbergbahn zum weitaus grössten Theile Transitverkehr. Er umfasst alle Transportgegenstände, welche aus Oesterreich-Ungarn, den Balkanstaaten und Russland über Oesterreich-Ungarn, sowie auch vom Seewege

c) Ablenkung des Güterverkehrs von anderen Routen.

d) Hauptsächlich beförderte Güter

über Triest und Fiume nach Vorarlberg und dem westlichen Auslande, sowie in umgekehrter Richtung befördert werden.

Hervorzuheben sind:

Für die Verkehrsrichtung Ost-West:

Weizen aus Ungarn, Galizien, Rumänien, Serbien, Russland, mit oder ohne Reexpedition in Wien, nach Vorarlberg und der Schweiz.

Gerste aus Ungarn, Mähren, Oberösterreich etc. nach Vorarlberg, der Schweiz, Südwest-Deutschland.

Korn aus Böhmen, Mähren, Ungarn, Oberösterreich etc. nach Vorarlberg und der Schweiz.

Mais aus den Donauländern, Tirol etc. nach Vorarlberg, der Schweiz, Südwest-Deutschland.

Bohnen, Linsen aus Ungarn, Mähren etc. nach der Schweiz und Frankreich.

Oelsaaten aus den Donauländern nach der Schweiz, Südwest-Deutschland und Frankreich.

Sämereien aus den Alpenländern, Niederösterreich etc. nach der Schweiz, Frankreich etc.

Mehl, Rollgerste, Kleie aus Niederösterreich, Ungarn etc. nach der Schweiz und Frankreich.

Malz aus Niederösterreich, Mähren etc. nach Vorarlberg, der Schweiz etc.

Oelkuchen und Oelkuchenmehl aus Oesterreich-Ungarn nach der Schweiz.

Wein, Weinmost und Weinmaische aus Tirol, Ungarn, Niederösterreich, Istrien, Dalmatien über Triest, Rumänien etc. nach Vorarlberg, der Schweiz, Frankreich.

Spiritus und Branntwein aus Niederösterreich, Böhmen, Galizien, Ungarn etc. nach Vorarlberg und der Schweiz.

Stärke aus Wien, Triest, Fiume, Budapest etc. nach der Schweiz und Frankreich.

Kartoffeln und Gemüse aus Niederösterreich, Steiermark, Böhmen, Mähren etc. nach Vorarlberg und der Schweiz.

Bretter und anderes Schnittholz aus Tirol, Salzburg, Steiermark, Oberösterreich nach der Schweiz, Frankreich und Südwest-Deutschland.

Fassholz aus Ungarn und Slavonien nach Frankreich.

Nutz- und Werkholz (auch Stämme von Eiche, Ahrn, Nussbaum etc.) von Ungarn und Alpenländern nach Vorarlberg, Schweiz, Südwest-Deutschland, Frankreich.

Cellulose aus Wörgl, Hallein, Imst und anderen österr. Erzeugungsstätten nach der Schweiz und Frankreich.

Eichenrinde aus Ungarn etc. nach der Schweiz, Südwest-Deutschland und Frankreich.

Heu und Stroh aus den Alpenländern, Niederösterreich, Ungarn etc. nach Vorarlberg, Südwest-Deutschland, der Schweiz.

Frisches Obst aus Tirol, Oberösterreich, Steiermark etc. nach Südwest-Deutschland.

Getrocknetes Obst aus Ungarn, dem Occupationsgebiet, Serbien etc. nach der Schweiz und Frankreich.

Südfrüchte aus Südtirol, Italien nach Vorarlberg, Südwest-Deutschland und der Schweiz.

Tabak aus den ärarischen Fabriken in Tirol nach Vorarlberg.

Zucker aus Böhmen, Mähren etc. nach Vorarlberg und der Schweiz.

Baumwolle aus dem Seeverkehre über Triest und Fiume nach Vorarlberg.

Colonialwaaren ebenso.

Bier aus Böhmen und von Wien nach Vorarlberg, der Schweiz und Frankreich.

Flachs, Hanf und Werg aus Oesterreich und Russland nach Vorarlberg und der Schweiz.

Papier aus Oesterreich nach Vorarlberg und der Schweiz.

Sammelladungen von Kurzwaaren aller Art und auch anderen Gütern nach der Schweiz und Frankreich.

Behauene Bruchsteine und Quadern.

Magnesit von Steiermark (Mitterdorf) nach Frankreich.

Cement aus Tirol nach Vorarlberg.

Grafit aus Böhmen nach der Schweiz etc.

Mineralische Kohle aus Mähren Schlesien, Böhmen, Oberösterreich, Steiermark, Tirol nach Vorarlberg.

Mineralwässer aus Böhmen, Ungarn, Steiermark, Südtirol, bzw. von Händlern in Wien nach Vorarlberg und dem westlichen Auslande.

Petroleum von Triest, Fiume, aus Galizien etc. nach Vorarlberg, der Schweiz und Südwest-Deutschland.

Säueren, Soda und andere Chemicalien aus Böhmen, Oberösterreich etc. nach Vorarlberg, der Schweiz, Frankreich.

Eisen, Stahl und Eisenwaaren, Maschinen und Maschinentheile aus Niederösterreich, Ungarn, Böhmen, Oberösterreich, Steiermark, Tirol etc. nach Vorarlberg und der Schweiz.

Glas- und Glaswaaren, Porzellan und Thonwaaren aus Böhmen, Salzburg nach Vorarlberg, nach der Schweiz und Frankreich

Dünger, auch Kunstdünger aus Oesterreich und Ungarn nach Vorarlberg, Südwest-Deutschland und der Schweiz.

Eier aus Galizien und Ungarn nach der Schweiz und Frankreich.

Frisches Fleisch von Wien nach Frankreich (Paris).

Wildpret von Wiener Händlern, aus Oberösterreich etc. nach Paris.

Schweinfett, Rindsschmalz, Butter von Wien, Ungarn, Oberösterreich, Steiermark etc. nach der Schweiz und Frankreich.

Bettfedern von Wien, Galizien, Ungarn etc. nach Frankreich.

Häute und Felle von Wien, aus Ungarn etc. nach der Schweiz und Frankreich.

Knochen und Hörner von Wiener und Budapester Händlern nach der Schweiz und Frankreich.

Schafwolle von Wien, Ungarn, Russland nach Vorarlberg, der Schweiz und Frankreich.

Möbel aus gebogenem Holze und andere von Wien bzw. aus Mähren nach Frankreich und der Schweiz.

Hornvieh aus den österr. Alpenländern, Ungarn, Galizien etc. nach Vorarlberg und der Schweiz.

Borstenvieh aus Oesterreich und Ungarn nach Vorarlberg und der Schweiz.

Schafe von Wiener und Budapester Händlern aus Oesterreich, Ungarn, Russland nach Frankreich (Paris).

Pferde von Wiener Händlern aus Oesterreich und Ungarn vorwiegend nach Frankreich.

Für die Verkehrsrichtung West-Ost:

Rohe Baumwolle von Nordseehäfen über den Bodensee nach Oesterreich.

Baumwollgarne und Gewebe aus Vorarlberg nach Innsbruck, Wien, Böhmen etc.

Bier von Bludenz nach Innsbruck.

Mineralische Kohle und Coaks aus Deutschland nach Innsbruck.

Cement von Bludenz nach Innsbruck und Südtirol.

Eisenwaaren, insbes. Maschinen und Maschinentheile aus der Schweiz nach Oesterreich-Ungarn.

Mühlsteine und Dachschiefer aus Frankreich nach Oesterreich-Ungarn.

Chocoladen, condensierte Milch, Kaffeesurrogate etc. aus der Schweiz und Vorarlberg nach Oesterreich-Ungarn.

Seife von Bregenz nach Tirol und Salzburg.

Sammelladungen verschiedener Güter aus der Schweiz, aus Südwest-Deutschland, von Paris, aus Südfrankreich nach Wien, Triest, Budapest, den untern Donauländern etc.

Vieh: Zuchtrinder aus Vorarlberg (Montafon etc.) nach Oesterreich und Ungarn.

Emballagen der verschiedensten Art von verschiedenen Versandtorten nach Oesterreich-Ungarn und weiter, insbesondere leere Getreidesäcke aus Vorarlberg, der Schweiz, Deutschland und Frankreich nach Oesterreich-Ungarn, Russland, Rumänien etc.; leere Weinfässer aus Vorarlberg und der Schweiz nach Südtirol, Niederösterreich, Ungarn etc., leere Petroleumfässer von Konstanz nach Triest und Fiume u. dgl. m.

Der Verkehr von Osten nach Westen ist naturgemäss bedeutend stärker als der Verkehr in der Gegenrichtung, und zeigt stetige Zunahme in der Verfrachtung von Cellulose, verschiedenen Gütern (Sammelladungen) Eiern, Eisen- und Stahlwaaren, Maschinen, bezw. Maschinentheilen, Mineralkohle, Mineralwässern, Nutz- und Werkholz, Sämereien u. a. m. Es lässt dies theilweise auf erhöhte Production und gesteigerten Consum in Ansehung der Rohproducte, sowie auf zunehmende industrielle Thätigkeit und Vermehrung des Absatzes bezüglich der Fabrikate schliessen.

Die Verfrachtung von Getreide und Hülsenfrüchten hat im Laufe der Jahre trotz der sehr mässigen Bahntarife nicht den gewünschten Aufschwung nehmen können, weil einerseits bezüglich des ungarischen Getreides der Beförderungsweg über Fiume in forcierter Weise zur Geltung kam, während andererseits die russische, amerikanische und indische Getreideproduction mittelst der See- und Flusschiffahrt immer mehr in das früher durch die österreichischen Bahnlinien bediente Absatzgebiet, die Schweiz und das übrige westliche Mitteleuropa Eingang findet. Die vorgekommenen Schwankungen in der Verfrachtung von Heu und Stroh, sowie von frischem Obst sind auf die wechselnden Ernteverhältnisse, jene des Petroleumverkehrs auf die internationalen Preisbestimmungen zurückzuführen; die Schwankungen in den Vieh- und Fleischverfrachtungen, von welchen erstere bei ungehindertem Verkehre eine stetige und bedeutende Zunahme erfahren würden, sind dadurch zu erklären, dass diese Verfrachtungen durch die auf Seuchenverhältnisse zurückzuführende Transport-Erschwerungen und -Verbote in bestimmender Weise beeinflusst, ja selbst unter Umständen für kürzere oder längere Zeitabschnitte bis nahezu zum völligen Aufhören unterbunden wurden.

e) Personenverkehr.

Der Personenverkehr kann naturgemäss nicht in gleicher Weise wie der Güterverkehr durch Vereinbarungen getheilt werden, sondern entwickelt sich mehr nach der freien Bestimmung der Reisenden. Er ist auf der Arlbergbahn vom Anfange an bedeutend gewesen und ist noch immer in fortgesetztem Steigen begriffen. Die hierüber vorliegenden Daten, welche aus den Durchschnittsziffern der Wochentagfrequenz ermittelt wurden, sind in Tabelle 76 enthalten.

f) Einfluss der Arlbergbahn auf die wirtschaftliche Entwicklung des von ihr durchzogenen Gebietes.

Die Arlbergbahn hat naturgemäss dem früher längs ihrer Trace hinziehenden Strassenverkehre, welcher auf der über den Arlberg führenden Reichsstrasse sehr lebhaft war, aber schon zufolge der Eröffnung der an die Arlbergbahn anschliessenden Bahnen viel von seiner Bedeutung verloren hatte, ein Ende bereitet, so dass die wohlerhaltene und schöne Strasse heute wohl nur mehr für Fahrten zwischen den nächsten Nachbarn benützt wird. Die hiedurch einem Theile der Bevölkerung zugefügte Schädigung wurde jedoch reichlich aufgewogen. Einerseits ergiesst sich nunmehr der Touristen- und Fremdenverkehr in früher nie gesehenen Strömen in die Ortschaften und Thäler Nordtirols; an allen Orten entstehen Sommerstationen und Hôtelbauten; die Bevölkerung, die materiellen Vortheile, die der Fremdenverkehr bringt, allgemach erkennend, bildet Verschönerungsvereine, welche wie die alpinen Verbindungen von der Bahnverwaltung in entgegenkommender Weise Förderung erfahren; es entstehen Prome-

Tabelle 76.

Personenverkehr über den Arlberg.

Verkehrsrichtung: Landeck—Bludenz.

Monat	J a h r											
	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895
Jänner	—	1953	1891	—	—	2883	2480	2821	3255	3906	3556	3410
Februar	—	2296	2100	—	—	3388	3416	—	5012	5404	3612	3892
März	—	4061	3999	—	—	8401	8185	—	9300	11253	11811	10695
April	—	4530	5730	—	—	11310	10830	—	12660	11970	10410	12420
Mai	—	4464	4774	—	—	7099	5507	—	8339	8835	8773	9486
Juni	—	5580	5370	4830	5310	6870	6840	—	9000	7800	7260	9960
Juli	—	8153	8370	8463	8308	9765	11439	—	10478	12462	12090	13020
August	—	15531	10292	10757	10757	12307	14732	—	13578	13609	14849	16614
September	—	8040	8640	8850	5640	10110	9780	—	10230	13920	11610	13080
October	—	4092	—	—	5208	5797	7502	6448	—	7254	6107	7471
November	3090	2670	—	—	3870	3180	4200	4260	5059	5430	5160	5340
Dezember	2449	2387	—	—	3069	2511	3658	3999	4464	4650	4216	4402

Verkehrsrichtung: Bludenz—Landeck.

Monat	J a h r											
	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895
Jänner	—	2480	2046	—	—	2418	2604	2883	3379	4123	3844	3937
Februar	—	2224	2044	—	—	2520	2436	—	4060	4256	3740	3500
März	—	2945	3069	—	—	2821	3917	—	4154	4929	5614	4588
April	—	3459	3450	—	—	3810	3870	—	5190	5790	5640	5760
Mai	—	4526	4185	—	—	4929	4991	—	6200	7254	7564	6944
Juni	—	5640	5280	4950	5010	6930	7920	—	8130	7650	7740	8730
Juli	—	8029	7781	7688	7161	12183	10385	—	11222	11842	12741	12555
August	—	14911	10719	11439	10447	15779	15655	—	15283	17608	16988	18259
September	—	9510	8910	9720	6300	15360	11820	—	13410	16920	13380	13860
October	—	5394	—	—	6510	10881	9021	9548	—	10261	10075	11284
November	4950	3870	—	—	5730	9000	8070	9540	8310	9690	8670	9300
Dezember	3410	3100	—	—	4650	5053	5425	6262	7254	6665	7843	8029

nadewege in den Wäldern und sichere Pfade auf die höheren Berge, Schutzhäuser und und Unterkunftshütten auf den Höhen. Andererseits hat die Bahn durch die leichtere Zufuhr der Verbrauchs- und Rohstoffe den Anstoss zur Entstehung industrieller Niederlassungen gegeben, welche der Bevölkerung lohnenden Verdienst bieten und die vorhandenen Naturkräfte insbesondere die Wasserkräfte ausnützen. Wenn auch in dieser Richtung noch vieles zu schaffen sein wird, so ist doch das bereits Vorhandene nicht zu unterschätzen.

So sind als durch die Arlbergbahn hervorgerufen anzusehen: Die neuen grossen Spinnereien und Webereien in Telfs und Imst, und die Vergrösserung der Spinnerei und Weberei in Nassereith; die aus älteren kleinen Anfängen in grösserem Massstabe neu erstandenen Schafwollwaarenfabriken in Telfs und Flirsch, die Kunstmühlen in Imst und im Oetzthale, der Aufschwung der Brauerei in Starkenberg und der Holzstoffabrik in Imst u. a. m.

In Flirsch wird Marmor, an anderen Orten werden Erze gewonnen; bestehende Ziegeleien eröffnen einen neuzeitgerechten Betrieb.

Die Erzeugnisse der Viehzucht werden, insbesondere im Oetzthale, in rationeller Weise in Vereinssennereien hergestellt.

g) Einwirkung der
Arlbergbahn auf
Gebiete jenseits ihrer
Endpunkte.

Die Arlbergbahn hat auch weit über ihre Endpunkte Innsbruck und Bludenz hinaus belebend auf die industrielle Thätigkeit eingewirkt. Als erstes grosses Unternehmen, welches 1884 geradezu gleichzeitig mit der Arlbergbahn entstand, und sich nach dem Brande 1887 in ungeschwächter Kraft erneuerte, ist die Cellulosefabrik in Wörgl zu nennen.

Gross ist die Zahl der Fabriken, welche in Vorarlberg seit der Eröffnung der Arlbergbahn theils neu errichtet wurden, theils gründliche Umgestaltungen oder doch wesentliche Vergrösserungen erfuhren, und deren Entstehen oder Erweiterung auch, wenigstens grossentheils, dem Vorhandensein der Arlbergbahn zugeschrieben werden darf.

Hierher gehören die grossen Spinnereien und Webereien in Füssingen und Feldkirch, Dornbirn, Bludenz, Rankweil und Schaan-Vaduz. Die Schafwollwaarenfabrik in Sonnenberg, die Wollteppichfabrik in Lochau, die Tricotfabriken in Bregenz und Götzis u. a. m. ferner die Bierbrauerei in Föhrenburg, die Kunstmühlen in Schruns und Rickenbach bei Schwarzach, die Sägewerke und Parquetenfabriken in Schruns und Sulz bei Rankweil, die Maschinenfabrik in Dornbirn, die Cement- und Gypsfabrik in Bings u. a.

Endlich sind zu erwähnen die ins Leben gerufenen Fabriken zur Erzeugung von Seifen und Kerzen, von Conserven, Kaffeesurro-

gaten, chemischen Producten, von Lack und Firniss etc., sowie von Uhren in Bregenz und Umgebung, von Chocoladen in Bregenz und Bludenz, von Gypsdiele in Götzis, von Schindeln in Röthis und von Fahrrädern in Nüziders.

Im östlichen Tirol, in Salzburg und Steiermark entstanden neue Sägewerke zur Ausbeutung des Waldreichtums dieser Länder. Die freien Stationsplätze in Hopfgarten, Bruck-Fusch, Taxenbach, St. Johann im Pongau, Hüttau, Eben, Mandling, Schladming und später auch jene von Bregenz und Feldkirch gestalteten sich zu grossen Bretterlagern.

Nebst der Industrie wurde auch der Handel herangezogen.

Es entstanden die Lagerhäuser in Bregenz und Feldkirch, das Petroleumreservoir in Bregenz, und das auf schweizerischem Gebiete gelegene grossartige, auch Wein- und Spirituskeller, sowie Petroleumcisternen umfassende Lagerhausunternehmen in Buchs.

Die grossen Speditionsfirmen errichteten Filialen in den Vorarlberger Städten und in Bregenz etablierten sich Bankhäuser.

So bewirkte die Arlbergbahn auf weite Entfernungen rege wirtschaftliche Thätigkeit.

Besonders hervorzuheben ist jedoch noch eine Einrichtung, deren Entstehen ebenfalls Hand in Hand mit der Herstellung der Arlbergbahn gieng. Es ist dies die österreichische Dampfschiffahrt auf dem Bodensee.

Während vor der Zeit der Eröffnung der Arlbergbahn Oesterreich kein einziges Dampfschiff auf diesem grossen Binnensee besass, verkehren heute elegante Salondampfer und schwer beladene Trajectkähne auf dem weiten Wasserpiegel, und repräsentieren Oesterreich auf diesem neutralen Gebiete in einer seiner Machtstellung entsprechenden und in der durch die Rücksichtnahme auf seine Nachbarn gebotene Weise.

VI. Die meteorologischen Verhältnisse auf der Arlbergbahn.

A. Temperaturverhältnisse.

a) Temperaturverhältnisse auf der Arlbergbahn.

Die Temperaturverhältnisse sind entsprechend der Höhenlage der Arlbergbahn rau und alpinen Characters.

So besitzen: St. Anton bei einer Höhenlage von 1303 m eine mittlere Jahrestemperatur von $+ 3.8^{\circ}\text{C}$. und Langen mit 1217 m Meereshöhe $+ 5.3^{\circ}\text{C}$. mittlere Jahrestemperatur. Für St. Anton sind die Mittelwerte der beobachteten Temperaturen in Tabelle 77 ausgewiesen.

Die Maximal-Differenz zwischen der mittleren Temperatur des heissesten und des kältesten Monats betrug für St. Anton 1891: 23.40°C . Diese Ziffer entspricht der Temperatur-Differenz von Moskau.

Besonders muss die niedrige Julitemperatur von nur 12.70°C . hervorgehoben werden.

Es ist jedoch am Arlberg insoferne eine gleichmässige Temperaturvertheilung, als weder besonders kalte Winter noch heisse Sommer vorkommen.

Von Mitte Jänner an steigt die Temperatur bis gegen Ende Juli, um von da allmähig bis zu Mitte Jänner wieder abzunehmen. Das Steigen und Fallen der Temperatur erfolgt am langsamsten vor und nach der Zeit des jährlichen Maximums und Minimums, am raschesten um die Zeit der Aequinoctien.

Tabelle 77.

Mittelwerte für die in St. Anton von 1885—1894 beobachteten Temperaturen der einzelnen Monate und des ganzen Jahres.

Monat	1885	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	Mittel
Celsius-Grade									
Jänner	−8.1	−4.9	−6.6	−3.1	−11.5	−4.0	−8.3	−5.6	−6.5
Februar	−1.5	−3.7	−5.5	−7.3	−5.4	−2.3	−2.3	−1.9	−3.7
März	−0.1	−1.3	−3.0	−1.5	−0.9	−3.2	+0.3	+0.6	−1.1
April	+5.7	+2.1	+2.3	+3.0	+1.1	+3.8	+6.0	+6.0	+3.7
Mai	+6.2	+9.1	+9.5	+9.0	+7.6	+8.8	+7.8	+8.7	+8.3
Juni	+13.5	+11.4	+12.4	+9.8	+11.5	+11.6	+7.1	+11.1	+11.0
Juli	+14.1	+11.0	+11.8	+11.4	+11.9	+13.4	+13.6	+14.5	+12.7
August	+12.2	+10.5	+10.7	+12.4	+11.6	+14.5	+13.9	+12.3	+12.3
September	+9.3	+10.0	+7.9	+9.1	+11.0	+10.7	+10.1	+8.5	+9.6
October	+3.5	+2.5	+5.0	+3.2	+6.7	+4.5	+7.1	+5.3	+4.7
November	+0.6	+0.4	+0.2	−1.4	−0.7	+1.9	−1.2	+0.9	+0.1
Dezember	−3.7	−3.2	—	−9.4	−3.5	−5.4	−4.5	−5.0	−5.0
Jahr	+4.3	+3.7	—	+2.9	+3.3	+4.5	+4.1	+3.8	+3.80

Die Beobachtungen haben ergeben, dass die Wärmelinie mit der von aussen eintretenden Luftströmung gegen die Tunnelmitte ansteigt und sich von dort wieder gegen das andere Portal zu senkt.

b) Temperaturverhältnisse im Arlberg-tunnel.

Aus den nachstehenden Tabellen über die in den beiden grossen Kammern I und II beobachteten Temperaturen geht hervor, dass die Jahresmaximaltemperatur während der Jahre 1885—1890 nur geringe Schwankungen und wenig Abnahme zeigen, hingegen die Minima entschieden zurückgegangen sind.

Kammer I, 3433 m vom Ostportale entfernt, zeigte Mitteltemperaturen:

Monat	1885	1886	1887	1888	1889	1890
	Celsius-Grade (Wärme)					
Jänner	—	14·0	13·0	12·9	11·7	11·5
Februar	—	13·0	13·0	12·3	12·6	11·9
März	—	13·5	12·3	12·9	12·7	12·6
April	—	14·0	13·5	13·6	12·9	13·3
Mai	—	14·5	13·8	13·8	12·9	13·1
Juni	16·5	14·5	14·5	14·0	14·7	14·4
Juli	16·5	15·6	14·6	15·0	15·4	14·9
August	17·0	16·0	15·4	15·5	15·3	14·9
September	16·5	16·0	15·7	15·6	14·8	14·8
October	16·5	15·8	15·8	15·7	15·0	15·5
November	16·0	14·3	14·2	13·7	13·0	15·0
Dezember	15·5	14·3	13·8	12·6	12·6	12·2

Kammer II, 3406 m vom Westportale entfernt, zeigte Mitteltemperaturen:

Monat	1886	1887	1888	1889	1890
Celsius-Grade (Wärme)					
Jänner	—	11·9	10·7	11·9	11·2
Februar	—	12·0	10·4	9·6	11·2
März	—	11·1	10·1	9·6	10·4
April	13·1	10·8	10·4	9·8	11·3
Mai	13·5	11·2	11·1	11·6	11·6
Juni	13·6	11·9	12·6	12·9	12·5
Juli	13·8	13·3	13·2	13·5	12·9
August	13·6	14·0	14·0	14·6	14·3
September	14·1	13·5	13·7	14·0	13·0
October	13·8	12·4	13·2	13·0	13·3
November	13·4	12·3	13·5	12·5	11·9
Dezember	11·6	11·4	13·3	12·0	12·0

Die Minimaltemperatur sank bei der grossen Kammer I, 3·4 Km vom Ostportale entfernt, von 11·5° C am 23. November 1885 auf 9·4° C am 4. Jänner 1890.

Bei der grossen Kammer II, 3·4 Km vom Westportale entfernt, sank die Minimaltemperatur von 10·0° C am 6. Dezember 1886 auf 7·0° C am 9. Februar 1890.

Die Maximal- und Minimaltemperaturen vertheilen sich für die einzelnen Jahre in folgender Weise:

	1885	
	Kammer I	Kammer II
niederste Temperatur	23. 11. + 11·5° C	—
höchste „	23. 8. + 17·5° „	—
		38

	1886	
	Kammer I	Kammer II
niederste Temperatur	3. 4. + 11·5° C	6. 12. + 10·0° C
höchste »	25. 8. + 17·2 »	19. 10. + 15·0 »
	1887	
niederste Temperatur	26. 2. + 10·0° C	29. 12. + 8·5° C
höchste »	17. 9. + 16·7 »	16. 8. + 15·5 »
	1888	
niederste Temperatur	31. 12. + 10·0° C	12. 2. + 7·5° C
höchste »	30. 8. + 19·5 »	16. 11. + 16·3 »
	1889	
niederste Temperatur	7. 1. + 8·5° C	26. 2. + 7·0° C
höchste »	24. 10. + 17·0 »	6. 8. + 15·1 »
	1890	
niederste Temperatur	14. 1. + 9·4° C	9. 2. + 7·0° C
höchste »	8. 9. + 18·0 »	22. 9. + 15·6 »

Die Maxima fallen mit den Zeiten des dichtesten Zugverkehrs und der durch die Rauchgase verursachten Erwärmung der Tunnel-luft zusammen.

c) Gesteinstemperatur. Die Gesteinstemperatur in der Tunnelmitte betrug:

1883 + 18·50° C

1894 + 13·80 »

Es hat sich sohin die Tunnelwand schon durchaus um 4·7° C abgekühlt.

B. Luftdruckverhältnisse.

a) Barometerschwankungen. Die jährlichen periodischen Barometerschwankungen in St. Anton (1303 m Seehöhe) sind aus der Tabelle 78 zu ersehen.

Die periodischen Schwankungen sind die entgegengesetzten wie jene, welche am Äquator an der Meeresküste beobachtet werden, nämlich das Minimum ist im Jänner und das Maximum im August.

Die grössten monatlichen Schwankungen in Millimetern sind aus Tabelle 79 zu entnehmen

Die nicht periodischen Schwankungen sind im Sommer viel kleiner als im Winter, und entsprechen vollkommen der verhältnismässig niederen Jahres-Temperatur des Ortes.

Tabelle 78.

Jährliche periodische Barometerschwankungen.

Monat	1891	1892	1893	1894
Jänner	—	647·03	647·89	650·70
Februar	—	645·41	648·51	653·42
März	—	647·45	653·57	650·56
April	—	649·32	653·33	649·50
Mai	—	651·71	652·19	649·20
Juni	—	653·55	652·72	653·91
Juli	652·87	653·43	652·79	654·21
August	652·66	654·60	655·60	654·76
September	655·24	655·14	652·48	653·82
October	650·78	648·68	653·27	650·99
November	649·09	653·71	648·86	653·72
Dezember	653·65	649·11	653·01	651·18

Aus dem Vergleiche der Schneeverhältnisse, insbesondere in den Wintern 1891|92 und 1892|93 (Beilage XXX) mit den Wetterberichten der Schweizerischen meteorologischen Centralanstalt in Zürich hat sich ergeben, dass die kritischen Tage für sehr grosse Schneefälle und die in deren Gefolge stehenden Lawinenabgänge fast immer zwei barometerische Minima in Europa haben, und zwar das eine über der Ostsee, das andere über Unteritalien.

Besonders kritisch scheint die Witterung für den Arlberg im Winter dann zu werden, wenn sich das Depressionscentrum von der Ostsee nach dem schwarzen Meere zu bewegt, oder wenn sich die vorangeführten Depressionen einander rasch nähern.

b) Kritische Tage.

Tabelle 79.

Grösste monatliche Luftdruckschwankungen.

Monat	1891	1892	1893	1894	Mittel	
	in Millimetern					
Jänner	—	27·9	23·6	17·1	22·9	Maximum
Februar	—	23·5	29·0	15·7	22·9	
März	—	22·5	12·9	20·0	18·4	
April	—	26·7	14·7	11·9	15·8	
Mai	—	14·8	10·1	16·3	13·7	
Juni	—	11·6	15·6	13·3	13·5	
Juli	10·0	11·3	10·9	15·0	11·8	Minimum
August	12·9	11·9	11·6	9·8	11·5	
September	11·3	10·6	16·0	10·7	12·1	
October	15·1	15·0	17·3	16·0	15·8	
November	19·6	12·8	30·2	13·6	19·0	
Dezember	14·6	23·9	23·3	29·3	22·8	

C. Luftströmungen.

a) Windrichtungen. In mehr als der Hälfte aller in einem Jahre beobachteten Fälle wurde sowohl in Langen als in St. Anton Westwind constatiert; auch die selten vorkommenden Stürme sind immer Westwinde.

Nächst häufig werden Winde aus dem Osten und Süd-Westen beobachtet, die jedoch niemals Sturmstärke erreichen.

Die Winde aus anderen Richtungen sind, wie Tabelle 80 zeigt, im Mittel von 1095, innerhalb 6 Jahren beobachteten Windrichtungen nicht in Betracht kommend. Windstillen treten nur selten auf.

b) Luftströmungen im Tunnel. Die diesbezüglichen Aufschreibungen beziehen sich auf die Richtung und Stärke der Luft- und Rauchströmungen im Tunnel und an den beiden Portalen.

Der natürliche Luftzug durch den Tunnel entsteht in Folge des verschiedenen Luftdruckes auf beiden Seiten des Arlberges, welcher Druck mit dem Barometerstande, der Wärme und Feuchtigkeit wechselt.

Die 86 m hohe Luftsäule in der Tunnelröhre (Langen 1217 m, St. Anton 1303 m Meereshöhe) kann die Geschwindigkeit des Durchzuges je nach der Windrichtung Ost oder West vermehren oder vermindern.

Tabelle 80.

Beobachtete Windrichtungen.

Windrichtung	In St. Anton beobachtete Fälle	In Langen beobachtete Fälle
Nord	15	1
Nordost	17	18
Ost	124	264
Südost	15	16
Süd	31	18
Südwest	116	35
West	640	604
Nordwest	56	4
Windstille	81	135

Von Einfluss auf die Luftbewegung im Tunnel sind ferner:

Die Ausdehnung der Luft durch die Erwärmung, die Reibungswiderstände und der Zugsverkehr. Vorherrschend ist der Westluftzug; er beträgt ungefähr 50 %, der Ostzug 25 % der beobachteten Luftströmungen; im übrigen wechselt die Richtung in sehr kurzen Zwischenräumen auch nach den Zugsrichtungen.

Im Frühjahr und Herbst zur Zeit der Tag und Nachtgleichen kommen Windstillen vor, die aber selten mehr wie 3—4 Stunden anhalten.

Wenn schönes ruhiges Wetter über dem Arlberggebiete herrscht, so ist regelmässig von 9 Uhr Abends bis gegen 11 Uhr Vormittag des kommenden Tages im Tunnel schwacher Ostwind, der um letztere Zeit in starken Westwind umschlägt.

Dieser Wechsel wiederholt sich dann täglich, bis eine Änderung in der Witterung eintritt.

Bei schwachem Winde im Tunnel dreht sich derselbe auf 2—3 Stunden in die Richtung der entgegengiehenden Züge.

D. Niederschläge.

a) Feuchtigkeit der Luft.

Die folgende Tabelle gibt den mittleren Wassergehalt der Luft in St. Anton für die einzelnen Monate des Jahres.

Monat	Spannkraft des Wasserdampfes	Relative Feuchtigkeit
Jänner	2·60 min.	83·10
Februar	3·20	80·30
März	3·30	74·40
April	4·40	67·00 min.
Mai	5·80	70·00
Juni	7·30	72·40
Juli	8·60 max.	74·10
August	8·30	74·50
September	7·40	78·20
October	5·60	78·80
November	3·90	81·20
Dezember	3·00	84·90 max.

Der absolute Wassergehalt der Luft ist, wie die mittlere Lufttemperatur, im Jänner im Minimum; er nimmt bis zum Juli zu, wo er sein Maximum erreicht, dann aber bis zum Ende des Jahres wieder abnimmt.

Die Luft ist im Dezember im Durchschnitte am feuchtesten, im April am trockensten; sie enthält nämlich im letzteren Monate im Durchschnitte nur 67 % der Menge Wasserdampf des der mittleren Temperatur dieses Monats entsprechenden Sättigungspunktes.

Diese Erscheinung steht nicht in Übereinstimmung mit den Beobachtungen an anderen Orten gleicher Breite, an welchen im August die trockenste Luft beobachtet wird.

Die Niederschlagsmenge beträgt im achtjährigen Mittel pro Jahr für

St. Anton 1125 mm
Langen 1636 »

b) Niederschlags-
mengen.
Beilage XXIX.

Die geringsten Niederschläge waren in:

St. Anton 1886 mit 894 mm
Langen 1887 » 956 »

Das Maximum wurde beobachtet in:

St. Anton, 1894 mit 1254 mm
Langen, 1891 » 2467 »

Das Maximum des Niederschlages in 24 Stunden war für beide Orte 86 mm. Beilage XXX.

Die höchste Schneelage in beiden Orten tritt im Februar auf, so dass auch um diese Zeit namentlich im Gebiete Langen-Dalaas die meisten und grössten Lawinen abgehen. Wenn auch noch in der zweiten Hälfte des Monats Februar bedeutende Schneefälle eintreten, so sind dieselben doch nicht mehr im Stande, grössere für den Verkehr gefährliche Lawinen zu bilden, weil, wie die zehnjährige Erfahrung lehrte, im genannten Gebiete die Hauptschneemassen von den oberen Theilen der Lawinenzüge zu dieser Zeit bereits abgegangen sind.

Die grösste Schneehöhe wurde:

am Pegel in St. Anton am 3./2. 1893 mit 1·34 m
» » » Langen » 16./2. 1892 » 2·90 »

beobachtet.

In St. Anton sind nach dem zehnjährigen Mittel im Jahre 159 Tage oder 43·5 % mit Niederschlägen; hievon entfallen 66 Tage oder 18 % auf Schneefall und 93 Tage oder 25·5 % auf Regentage.

In St. Anton liegt der Schnee während eines Jahres in der Regel ununterbrochen durch 145 Tage, in Langen durch 160 Tage.

VII. Die Rauchverhältnisse im Arlbergtunnel.

Der Arlbergtunnel liegt, mit Ausnahme eines kurzen Bogens bei der Einfahrt in St. Anton, in gerader Linie und nahezu in der Richtung von Ost nach West.

Die Steigung bei der Einfahrt am Ostportale beträgt nach einem nur 7 m langen horizontalen Stück auf eine Länge von 4107 m 2 ‰, woran sich in der Länge von 6136 m ein Gefälle von 15 ‰ anschliesst, so dass die Höhendifferenz zwischen den Portalen in St. Anton und Langen, wie schon in früheren Abschnitten erwähnt wurde, 86 m beträgt. Der Arlbergtunnel bildet demnach eine im Gefällsbruche geknickte Röhre von 10250 m Länge mit einem Querschnitte von 41·13 m².

Nachdem künstliche Ventilationsvorrichtungen nicht vorhanden sind, welche übrigens mit Rücksicht auf den Rauminhalt des Tunnels von ungefähr 421.800 m³ jedenfalls in ganz bedeutendem Umfange hergestellt werden müssten, so ist es allein der natürlichen, durch den Höhenunterschied der beiden Portale, den Temperaturunterschied der inneren und äusseren Luft u. a. m. hervorgerufenen Ventilation überlassen, die schädlichen Einwirkungen auszugleichen und aufzuheben, welche die Verbrennung von Heizmateriale der Locomotiven auf die Tunnelluft ausübt.

Wie nun aus der Tabelle 80 im Abschnitt VI über »Meteorologische Verhältnisse auf der Arlbergbahn« zu entnehmen ist, zeigten unter 1095 am Portale in St. Anton beobachteten Windrichtungen 63 % die Richtung »rein West oder West überhaupt«, 15 % Richtung »rein Ost oder Ost überhaupt«; es verbleiben sonach 22 % auf Windstille und für die Ventilation ungünstige Windrichtungsverhältnisse.

Die Ventilation wird des weiteren durch den Gefällsbruch bei km 4.1 beeinträchtigt, da die Rauchgase selbst bei dem günstigen Westwinde noch 8.2 m herabgedrückt werden müssen. Diese Bewegung wird nun an nahezu 80 Tagen im Jahre durch die äusseren Windrichtungsverhältnisse nicht unterstützt.

Demzufolge sollte ein Versagen der natürlichen Ventilation häufiger eintreten, als dies glücklicherweise thatsächlich der Fall ist.

Wie bereits an anderer Stelle erwähnt wurde, musste die Kohlenfeuerung bald aufgelassen werden, weil von den schwer arbeitenden Locomotiven der Tunnel derart mit Rauch angefüllt wurde, dass jedes Signalmittel versagte, und die im Tunnel anwesenden Wächter und Arbeiter sowie das Güterzugs-Personale auf das empfindlichste belästigt wurden.

Die Reisenden in den Personenzügen und das auf diesen Zügen dienstthuende Personale waren jedoch überhaupt den nachtheiligen Einflüssen der Rauchgase nicht ausgesetzt, und die im Nachstehenden beschriebenen, nothwendig gewordenen Vorkehrungen mussten lediglich getroffen werden, um die Wächter und die bei der Erhaltung des Oberbaues im Tunnel beschäftigten Arbeiter vor jenen Einflüssen möglichst zu schützen.

Schon im Beginne des Jahres 1885 wurde daher zur Coaks-Feuerung übergegangen, womit die erwähnten Übelstände zum Theile behoben schienen. Denn die ersten Jahre des Betriebes vergiengen, ohne dass die geringsten nachtheiligen Erscheinungen für die im Tunnel beschäftigten Bediensteten beobachtet worden wären, und ohne dass die Erscheinungen darauf geführt hätten, dass die natürliche Ventilation selbst bei Windstille und ungünstigen Windrichtungen in nicht ausreichender Weise wirke.

Im Jahre 1888 wurde sogar ein ganz bedeutender Verkehr über den Arlberg und durch den Tunnel abgewickelt, welcher Verkehr es mit sich brachte, dass bis zu 31 Zügen mit 52 Locomotiven innerhalb 24 Stunden den Tunnel durchfuhren, und 9 Zugskreuzungen täglich im Tunnel vorkamen. Auch die Verbrennungs-Producte der als Brennmaterial zur Verwendung gelangenden Coaks wurden bis zum Jahre 1890 keiner weiteren Prüfung unterzogen. Es wurden lediglich je nach den Preisverhältnissen verschiedene Sorten böhmischer Coaksgattungen, auch Gas-Coaks verwendet; desgleichen wurde der Lagerung der Coaks, welche im Freien allen Witterungseinflüssen ausgesetzt waren, keine besondere Aufmerksamkeit geschenkt.

Im Monate September des Jahres 1890, also nach nahezu 6jährigem Betriebe traten unter den Tunnelwächtern und den im

Tunnel beschäftigten Oberbauarbeitern plötzlich Krankheitserscheinungen auf, welche, da sie in vielen Fällen Ohnmachtsanfälle im Gefolge hatten, wodurch das Leben dieser Bediensteten durch die verkehrenden Züge bedroht war, sehr ernst aufgefasst werden mussten.

Am 10. September 1890 musste die auf der Westseite des Tunnels zwischen km 6 und 7 beschäftigte Arbeiterpartie durch einen Lastzug aus dem Tunnel geschafft werden, da die meisten Arbeiter vollständig bewusstlos waren, während die Arbeiterpartie auf der Ostseite des Tunnels zwischen km 3 und 4 den ganzen Tag ununterbrochen ruhig arbeiten konnte und vollständig unbelästigt blieb.

Zur Erklärung dieser Erscheinung muss angenommen werden, dass ein gänzlicher Stillstand in der Luftbewegung eingetreten war.

Der schlimmste Fall in dieser Beziehung wurde am 3. October 1890 beobachtet, an welchem Tage von 27 im Tunnel beschäftigten Bediensteten 25 zum grössten Theil bewusstlos aus dem Tunnel geschafft werden mussten.

Diese Vorfälle führten nun dazu, den Rauch- und Ventilationsverhältnissen im Arlbergtunnel die grösste Aufmerksamkeit zu schenken. Zunächst wurde festgestellt, dass sich alle diese Unfälle immer zwischen 8 und 11 Uhr Vormittag ereigneten, also zu einer Zeit, wo durch den Verkehr von 3 Zügen in der Richtung von St. Anton nach Langen und 4 Zügen in der Richtung von Langen nach St. Anton, sowie durch 2 hiebei stattfindende Zugskreuzungen eine grosse Menge Rauch in den Tunnel eingebracht worden war.

Es wurde ferner festgestellt, dass sich um diese Zeit meist der Wechsel in der Windrichtung im Tunnel von Ost nach West vollzog, und daher die Ventilation des Tunnels, die gerade um diese Zeit am dringendsten nötig gewesen wäre, empfindlich verzögert wurde.

Weiters schien der Beginn der Störung mit dem Zeitpunkte der Verwendung oberschlesischer Coaks, statt der früher gebrauchten Coaks von Nezvestic oder Littiz zusammen zu fallen. Diese Annahme konnte jedoch durch die vorgenommenen Analysen nicht aufrecht erhalten werden.

Auf Grund dieser eingetretenen Erscheinungen wurden nun zunächst systematische Beobachtungen über Rauch- und Windverhältnisse im Arlbergtunnel eingeleitet, welche es auch dem Aufsichtspersonale ermöglichen sollten, die Arbeiterpartieen rechtzeitig aus dem Tunnel zu entfernen, eventuell den Aufenthalt derselben im

Tunnel für derart kritische Zeiten ganz einzustellen. Es wurden ferner genaue Analysen der verwendeten Brennstoffe vorgenommen.

Als auch diese keine verlässlichen und sicheren Anhaltspunkte ergaben, wurde die Untersuchung der Tunnelluft und der Rauchgase im Tunnel selbst durch das »chemisch-mikroskopische Laboratorium für medicinische, hygienische und technische Untersuchungen« von Dr. M. und Dr. Ad. Jolles in Wien veranlasst.

Die bezüglichen Gutachten sammt den Analysen der verschiedenen Materialien sind im Anhang im Wortlaute wiedergegeben.

Der Umstand, dass sich während der ersten 6 Jahre des Tunnelbetriebes Störungen nicht ergeben haben, war ebenfalls Gegenstand eingehender Untersuchungen, deren Ergebnisse zur Annahme berechtigten, dass sowohl das Schottermaterial des Oberbaues, als auch hauptsächlich der Mauerwerkskörper des Tunnels in der ersten Zeit eine gewisse Absorptionsfähigkeit für alle jene Theile der Verbrennungsprodukte hatten, welche zumeist schädlich auf den menschlichen Organismus wirken.

Es wurde deshalb auch eine periodische Erneuerung des gesamten Schottermaterials als eines jener Mittel erkannt, welche zur Hintanhaltung derartiger Störungen anzuwenden seien. Die auf Grund der oben angeführten Analysen durchgeführten Massnahmen zur möglichsten Verhinderung der schädlichen Einflüsse auf das im Tunnel beschäftigte Personal waren zunächst darauf gerichtet, sowohl die Verwendung von besonders ausgewählten trockenen Brennmaterialien zu ermöglichen, als auch eine thunlichst vollkommene und reine Verbrennung auf dem Rost der Locomotiven während der Fahrt durch den Tunnel zu erzielen.

Um die Abgabe von trockenen Coaks an die Locomotiven sicher zu stellen, wurde in Langen ein grosser Coaksschuppen mit 200 t Fassungsraum in nächster Nähe der Ausgabestelle errichtet; die Coakstransporte wurden nur in gedeckten oder mit Theerplachen gegen Witterungseinflüsse geschützten Wagen eingeleitet. Es wurde ferner angeordnet, dass bei den Locomotiven in Langen vor Eintritt in den Tunnel die Aschenkasten gereinigt werden, damit ein ungehinderter Luftzutritt zum Rost sichergestellt werde.

Für die Feuerung wurden endlich nachstehende allgemeine Vorschriften aufgestellt, deren Einhaltung durch stete Controle überwacht wurde:

1. Verwendung von nur trockenen und reinen Coaks,
2. Herstellung eines reinen Feuers vor Eintritt in den Tunnel,
3. Reinigen der Aschenkasten behufs Ermöglichung des ungehinderten Luftzutrittes,
4. Halten von niederem und stets reinem, hellen und lebhaften Feuer durch eventuelles Offenhalten des Hilfsgebläses.

Das Ausmass der in Langen und St. Anton, an die Locomotiven abzugebenden Coaks wurde derart festgestellt, dass unter allen Umständen ein sicheres Auslangen für die Fahrt im Tunnel gefunden werden konnte. Und zwar erhielten: In St. Anton: jede Locomotive bei Schnell- oder Personenzügen 0·05 t — 0·075 t, je nach der Gattung; bei Lastzügen 0·1 t; in Langen: jede Maschine bei Schnellzügen 0·4 t; bei Personenzügen 0·25 t; bei Lastzügen, wenn diese mit 2 Maschinen durch den Tunnel verkehrten, jede Locomotive 0·35 t; bei Lastzügen mit einer Locomotive 0·45 t. Locomotiven, welche voraussichtlich Aufenthalt im Tunnel zu nehmen hatten, also bei Schotterzügen etc., erhielten für jede Stunde Dienst im Tunnel 0·15 t Coaks.

Um die Rauchansammlungen auf das thunlich geringste Mass zu beschränken, wurde angeordnet, dass sich in der Richtung Langen—St. Anton die Züge überhaupt, und insbesondere die Lastzüge, nur in Pausen von mindestens einer Stunde folgen dürfen, worauf insbesondere bei Einleitung von Erforderniszügen Bedacht genommen werden musste.

Bezüglich der Bediensteten, die im Tunnel Dienst zu leisten hatten, also der Wächter und Oberbauarbeiter, waren folgende Massregeln getroffen worden:

Der in St. Anton stationierte Bahnerhaltungsbeamte wurde beauftragt, die Rauchverhältnisse und Windrichtungen stets genau zu beobachten und sich bei Eintritt von Verhältnissen, welche eine Erkrankung des Personales befürchten liessen, sofort in den Tunnel zu begeben, um dort die nöthigen Massnahmen zu treffen.

Jeder Tunnelwächter und auch jeder Tunnelmeister musste bei Eintritt ungünstiger Rauch- und Windverhältnisse bei seinem Controlgange von einem rüstigen Oberbauarbeiter begleitet werden, welcher mit dem Tunneldienste vollkommen vertraut, und schon längere Zeit, mindestens aber 24 Stunden vorher nicht im Tunnel war, also gegen die schädlichen Einflüsse der Tunnelluft widerstandsfähiger blieb. Diese Einrichtung hatte den Zweck, im Falle der Erkrankung des Tunnelwächters oder Tunnelmeisters, durch den Begleiter von der nächsten

Telefonstation aus die Verständigung der Stationen St. Anton und Langen bewirken zu können.

Eine der wichtigsten Massnahmen bestand darin, bei Eintritt ungünstiger Rauchverhältnisse die Arbeitsstellen entweder zu verlegen, oder die Arbeiten im Tunnel ganz einzustellen und die rechtzeitige Entfernung der Arbeiter zu veranlassen.

Es wurde ferner Vorsorge getroffen, dass auch bei Eintritt besserer Rauchverhältnisse die im Tunnel dauernd beschäftigten Arbeiter einen Tag der Woche im Freien zu arbeiten hatten.

An besonders kritischen Tagen wurde an jene Personen, welche vermöge ihrer Dienstleistung unbedingt den Tunnel betreten mussten, vor Dienstes- oder Arbeitsantritt eine Portion Einbrennsuppe mit Wein vermischt verabreicht, da angenommen wurde, dass auch schlechte Ernährungsverhältnisse die Widerstandsfähigkeit ungünstig beeinflussen.

Die Krankheitserscheinungen hörten nun im Oktober 1890 auf und weder im Jahre 1891 noch im Jahre 1892 ereignete sich eine bedeutendere Störung, trotzdem gerade im Jahre 1892 wegen Reconstruction der Tunnelringe verhältnissmässig viele Arbeiter im Tunnel beschäftigt waren. Man konnte also mit Recht annehmen, dass die getroffenen Massnahmen, die sich an die Vorschläge der erwähnten Gutachten der Gebr. Jolles vollständig anlehnten, zweckentsprechend waren, und dass einer Wiederholung ähnlicher Störungen möglichst vorgebeugt sei.

Da trat im Juni 1893 die Nothwendigkeit der Geleisereconstruction im Tunnel ein; hiezu kam noch, dass auch das Staatstelegraphenkabel neu verlegt wurde, was nicht nur die Anwesenheit von vielen Arbeitern im Tunnel erforderte, sondern auch ein vollständiges Aufwühlen des gesammten Schotterbettes mit sich brachte.

Abermalige Erkrankungen der im Tunnel beschäftigten Arbeiter waren jedoch in sehr leichtem Grade und sehr vereinzelt schon im März 1893 aufgetreten. Diese Erscheinungen mehrten sich nun mit Beginn der Geleisereconstruction und am 16. Juni 1893 mussten 74 Mann zum grössten Theile vollständig bewusstlos mit einem Hilfszuge aus dem Tunnel geschafft werden. Es zeigte sich auch in diesen Fällen, dass in der kritischen Zeit in Folge äusserst träger Luftströmungen im Tunnel eine mangelhafte und zeitweise gar keine Ventilation des Tunnels erfolgte, was mit sich brachte, dass nicht nur die Verbrennungsprodukte aus dem Heizmateriale der Locomotiven

fast vollständig im Tunnel zurückgeblieben waren, sondern dass auch bei den nachfolgenden Locomotiven in Folge der verschlechterten Luft die Coaks nur äusserst unvollkommen verbrennen konnten.

Dazu kam noch der Umstand, dass, wie schon erwähnt, in Folge der Geleisereconstruction das ganze Schottermateriale aufgewühlt wurde und daher eine grosse Menge von schädlichen Gasen die im Verlaufe der Jahre dort theilweise gebunden worden waren, wieder frei wurde. Diese Ereignisse zeigten nun, dass die getroffenen Massnahmen noch immer nicht derart ausreichend waren, um unter allen Umständen die Folgen der schädlichen Einflüsse soweit zu bannen, dass die Gesundheit der Bediensteten gesichert erschiene. Deshalb wurden nun die eingehendsten Studien fortgesetzt, auf welche Art entweder die Ventilation selbst verbessert werden könnte, oder auf welche Art eine ausreichende Luftzufuhr an einzelnen Stellen der Tunnels im Bedarfsfalle zu bewerkstelligen wäre. Gleichzeitig wurde auch die im erwähnten Gutachten der Gebr. Jolles angeführte Feuerung der Locomotiven mit zerstäubtem Theer oder zerstäubtem Rohpetroleum in ernste Erwägung gezogen.

Bezüglich einer künstlichen Ventilation wurden zunächst die Versuche näher verfolgt, welche vom Ingenieur Saccardo im Pratolino-Tunnel der Linie Bologna-Florenz zur Herstellung künstlichen Luftzuges vorgenommen wurden. Diese Einrichtung besteht darin, dass mittels eines Ventilators an der Tunnelmündung ein starker Luftstrom durch eine ringförmige der Peripherie des Tunnels folgende schmale Öffnung eingeblasen, wodurch die Luftsäule im Tunnel mit fortgerissen wird.

Da die Versuche bis jetzt nur bei einem verhältnismässig kurzen Tunnel (3600 m) mit allerdings günstigem Ergebnisse durchgeführt wurden, so mussten noch weitere Versuche abgewartet werden, welche die Möglichkeit der Verwendung dieser Einrichtung für lange Tunnel darthun. Es wurde daher in zweiter Linie einstweilen auch eine Luftzufuhr an einzelnen Stellen im Tunnel in Erwägung gezogen, und diesbezüglich das Einführen von Luftreservoirs mit bis auf 10 atm gespannter Luft versucht. Diese Behältnisse wurden an einzelnen Stellen im Tunnel (den grossen und kleinen Kammern) vertheilt, damit derart Stellen im Tunnel geschaffen werden, wo im Bedarfsfalle eine wenn auch verhältnismässig geringe Menge guter, athembarer Luft zur Verfügung steht. Dieser Massnahme liegt die Erfahrung zu Grunde, dass nur wenig bessere Luft genügt, um eine Erholung der Erkrankten zu bewirken oder wenigstens die schlimmsten Folgen der Erkrankung soweit hintan zu halten, dass das Per-

sonale oder ein Theil desselben noch aktionsfähig bleibt, und die nöthigen Vorkehrungen zur Sicherung treffen kann.

Weiters wurde im Mai 1894 die Einrichtung einer Locomotive Serie 73, welche für den Arlbergdienst bestimmt war, mit dem Petroleumfeuerungsapparat System Holden angeordnet, um auch Versuche in dieser Richtung zu ermöglichen.

Die ersten Fahrten, bei welchen Blauöl und überhaupt Rückstandsöle von der Petroleumraffinerie in Verwendung gelangten, erfolgten im September 1894 und hatten auch in ökonomischer Beziehung ein derart günstiges Ergebnis gegenüber der Feuerung mit Coaks, dass die allmälige Einrichtung der sämtlichen den Arlberg-tunnel durchfahrenden Locomotiven für Petroleumfeuerung beschlossen wurde, was auch mit Ende des Jahres 1896 durchgeführt sein wird.

Die Beschreibung des Petroleumfeuerungsapparates und seiner Thätigkeit erscheint an anderer Stelle gegeben; hier kann nur noch hinzugefügt werden, dass sowohl die Handhabung des Apparates eine äusserst einfache und leichte ist, als dass auch das bis jetzt verwendete Blauöl eine Dampfentwicklung gibt, welche für alle Leistungen ohne besondere Anstrengung der Locomotivkessel eine genügende Dampfentwicklung gewährleistet. Es sind daher die Bedingungen zu einer leichten und vollkommenen Verbrennung im Tunnel vorhanden.

Der Wichtigkeit der Sache entsprechend wurden nun vor dem Beschlusse zum vollständigen Übergange auf Blauölfeuerung auch eingehende Untersuchungen der Einflüsse dieser Feuerung auf die Tunnelluft veranlasst und diese wurden durch den Professor für Chemie an der k. k. Universität in Innsbruck Herrn K. Senhofer durchgeführt. Die Ergebnisse dieser Untersuchungen sind gleichfalls im Anhange angeführt.

Das betreffende Gutachten kommt zu dem Schlusse, dass durch die Einführung der Verwendung flüssigen Brennmaterials ein bedeutender Fortschritt in gesundheitlicher Beziehung erzielt werden würde.

Es können jedoch die betreffenden Studien trotzdem nicht als abgeschlossen bezeichnet werden. Insbesondere wird den Ventilationsverhältnissen in Verbindung mit den Witterungsverhältnissen fortgesetzt die grösste Aufmerksamkeit geschenkt werden müssen. Ferner wird auch in Erwägung gezogen, für die Arbeitertransporte in den Tunnel, zu und von den Arbeitsstellen electriche Traction anzuwenden, was ermöglichen soll, dass die Arbeiter die Mittagspause ausserhalb des Tunnels verbringen können; gleichzeitig soll ein leichter und sicherer Transport der erwähnten Luftreservoirs ermöglicht werden.

Die Frage der electricischen Traction für den gesammten Zugsdienst konnte verschiedener Umstände halber und hauptsächlich wegen der in Frage kommenden bedeutenden Kräfte bis jetzt nicht in ernste Erwägung gezogen werden; es ist jedoch nicht ausgeschlossen, dass vielleicht schon die nächste Zukunft eine radicale Lösung der Frage in dieser Richtung bringen wird.

Bis dahin wird jedoch eine stete Verbesserung der bestehenden Verhältnisse in gesundheitlicher Beziehung und zur Erhöhung der Verkehrssicherheit angestrebt, um auch in diesem Kampfe mit den Elementen den Sieg auf die Seite des Menschen zu bringen.

VIII. Besondere Vorkommnisse und Elementar-Ereignisse.

Der ganze Charakter der Arlbergbahn, ihre Neigungs- und Richtungsverhältnisse, ihre geographische Lage, die klimatischen Verhältnisse, sowie die Beschaffenheit und Gliederung des umliegenden Gebirges machten es notwendig, die Möglichkeit einer grösseren Gefährdung der Bahnanlage durch Elementarereignisse, Wildbäche, Steinschläge, Rutschungen, Muhrungen, Bergstürze und Lawinen in Betracht zu ziehen.

Nachstehend werden die wichtigsten derartigen zur Eigenart der Bahnanlage in Beziehung stehenden Vorkommnisse, sowie die zu ihrer Beseitigung und künftigen Verhinderung getroffenen Massnahmen in Kürze dargestellt.

In Bezug auf die Schneeverhältnisse ist die Bahn im Klosterthale auf der Westrampe besonders ungünstig gelegen. Das Klosterthal fällt von Osten nach Westen sehr steil ab und ist durch den Rücken des Arlberges vollständig abgeschlossen, während es gegen Westen ganz offen ist. Das Klosterthal war schon seit den ältesten Zeiten als ein von Lawinen arg heimgesuchtes Thal bekannt, und besonders die höchstgelegene Ortschaft Stuben oberhalb der Bahnstation Langen wurde wiederholt beinahe gänzlich von Lawinen zerstört, bis im Jahre 1849 aus Staatsmitteln schanzenartige Lawinen-Schutzbauwerke errichtet wurden.

Zwischen den Stationen Langen und Dalaas sind daher die Bahn und Strasse mehrfach Lawinen ausgesetzt, die in schneereichen Jahren bei eintretendem Thauwetter mit grosser Macht herabstürzen und Schaden, sowie häufige Verkehrsstörungen verursachen.

Ausserdem kommen auch noch sogenannte Schneerutschungen vor. Der auf den Böschungen und auf den an der Bahn anliegenden hoch hinauf reichenden Lehnen gelagerte Schnee gleitet nämlich herab, verlegt die Bahn und verursacht dadurch zahlreiche, kurz andauernde Bahnunterbrechungen.

Zur raschen Beseitigung solcher Verkehrshindernisse werden Arbeiter mit Werkzeugen schon im voraus auf der Strecke vertheilt und auch den Zügen beigegeben.

In dem ungewöhnlich schneereichen Winter 1887/88 wurde der Verkehr wiederholt durch Lawinen gestört. So musste wegen Lawinengefahr in der Nacht von 8. auf den 9. Februar 1888 vorsichtshalber der Zugverkehr eingestellt werden; in eben dieser Nacht gieng eine Lawine vor der Station Flirsch auf der Ostrampe nieder, und eine Lawine aus dem sogenannten »Benedictertobel« verschüttete in der Station Langen das Aufnahmsgebäude bis zur ersten Stockhöhe, sowie das am Bahnhofs als Wohngebäude in Benützung stehende Sectionsgebäude, dessen Dach und Seitenwand eingedrückt wurden.

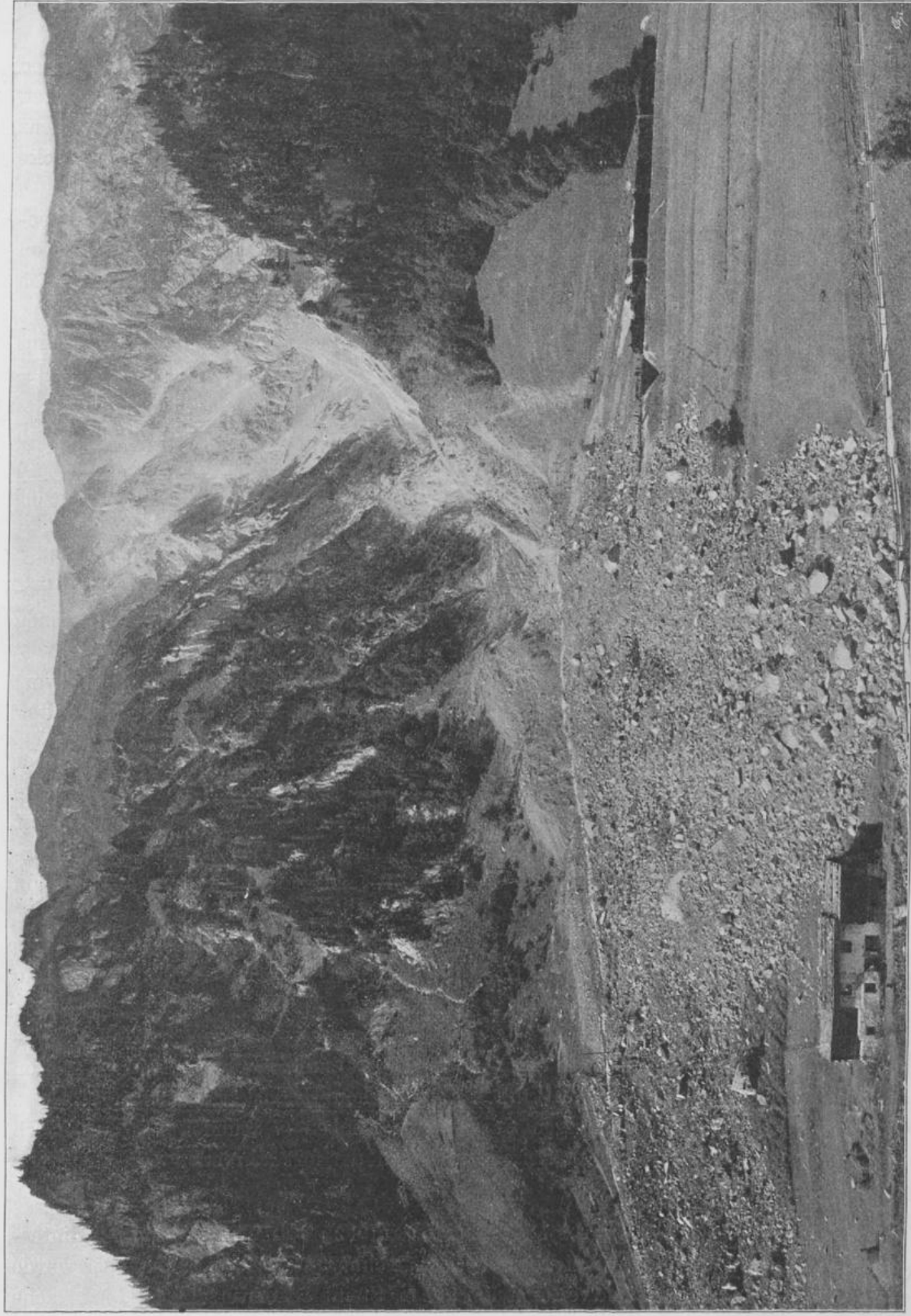
Bei Km 111 $\frac{1}{3}$ zwischen Langen und Danöfen kam aus dem »Simastobel« eine Lawine, welche den ganzen Bahneinschnitt anfüllte.

Dieser lange und tiefe Einschnitt ist eine der gefährlichsten Strecken in der Lawinenzeit, weil ein Entkommen der Arbeiter im Falle des Abganges einer Lawine nicht möglich ist. Dieser Einschnitt erfordert daher eine ganz besondere Überwachung. Es wurde diesbezüglich die Einrichtung getroffen, dass jede geringste Bewegung in den Bergeshöhen von aufgestellten Posten sofort mit Hornsignalen gemeldet wird, worauf sich die im Einschnitte befindlichen Personen schleunigst zu flüchten haben.

In km 111 $\frac{5}{6}$ dieser Strecke kam eine Lawine aus dem »Längentobel«, welche das gemauerte Wächterhaus Nr. 77 in Terrainhöhe wegfegte und in das Thal hinabwarf, wobei 2 Menschen den Tod fanden.

Aus dem »grossen Tobel« in Km 112.0 dieser Strecke überdeckte die Lawine den Bahnkörper 2 m hoch, richtete jedoch keinen weiteren Schaden an, da sie durch das Lawinenleitwerk theilweise zurückgehalten und abgelenkt worden war.

Die gleichzeitig abgegangene »Spreubach«-Lawine verschüttete die Strecke Km 115 $\frac{2}{6}$ beiläufig 4—5 m hoch und trug eine eiserne Bahnbrücke von 10.8 m Spannweite ungefähr 500 m weit ins Thal hinab, wobei ein Arbeiter ums Leben kam.



Endlich wurde noch die Bahn von Mitte der Station Danöfen bis km 116.6 der Strecke gegen Dalaas 3 m hoch verschüttet. Unter Heranziehung aller Bahnarbeiter von Innsbruck bis Bludenz sowie unter Beihilfe von Militär wurde die Freimachung der Strecke bewerkstelligt.

Diese Arbeit war ebenso gefährlich als schwierig, da die Schneeabgänge nicht aufhörten und bei dem Umstande, als die Bahn von allen Seiten abgeschnitten war, die Verpflegung einer so grossen Menschenmenge grosse Schwierigkeit bereitete.

Es wurde an die Herstellung eines hölzernen Brücken-Provisoriums über den Spreubach geschritten und die beinahe ganz zerstörte Telegrafienleitung wieder aufgerichtet.

Nachdem die Spreubachbrücke am 14. Februar mit günstigem Erfolge erprobt und die Bahn schneefrei gemacht war, wurde an diesem Tage der Gesamtverkehr nach 5 tägiger Unterbrechung wieder aufgenommen.

Zur Vermehrung der Verkehrssicherheit wurden an den gefährdetsten Stellen Signalglockenschlagwerke aufgestellt, Posten in Hör- und Sehweite eingeschaltet und die Bahn des Nachts durch brennende Holzstösse und Fakeln beleuchtet.

Auch in den nächsten Tagen kamen noch Schneeabgänge vor; von einem solchen wurde in km 119 $\frac{9}{10}$ ein Arbeiter ereilt und getötet.

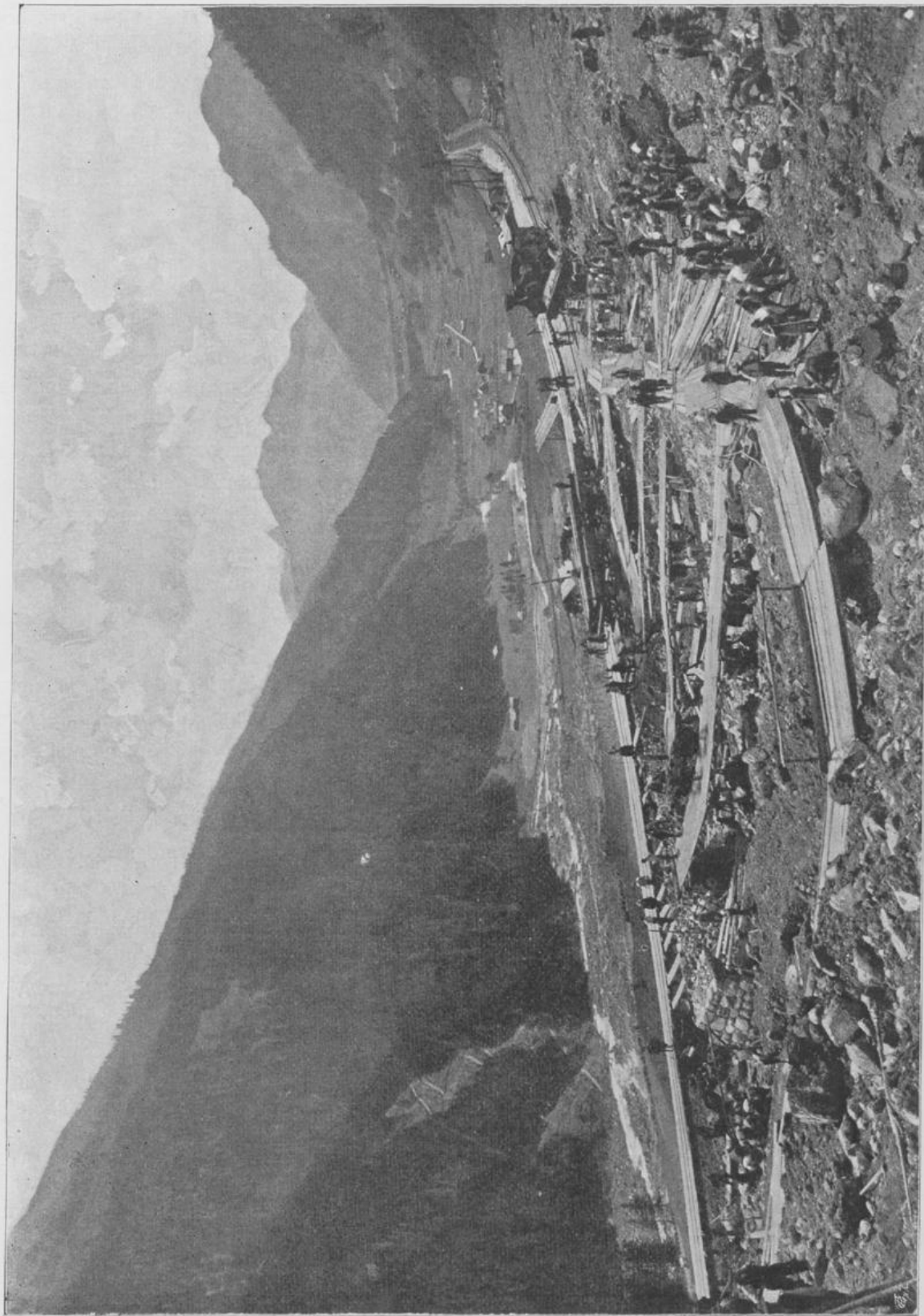
Nach einem plötzlichen Witterungs-Umschlag am 24. Dezember 1891 traten infolge eines warmen S.-W.-Windes sehr bedeutende Niederschläge ein. Die grossen Schneemassen kamen auf dem fest gefrorenen Boden ins Gleiten, wodurch vielfache Störungen im Verkehre hervorgerufen wurden. Die bedeutendsten waren jene am 31. Dezember 1891 und 3. Jänner 1892, erstere nur einige Stunden, letztere 73 Stunden dauernd. Bei dieser Gelegenheit zeigte sich, dass die fertig abgebaute Lawine aus dem »Benedicter-Tobel« die Bahn nicht mehr erreichte.

Einzelne der letztgenannten Schneeabgänge brachten auch Erdabsetzungen mit, zum Beispiel in km 125 $\frac{7}{8}$ hinter der Station »Hintergasse«, bei km 124 $\frac{0}{1}$ zwischen Dalaas und Hintergasse.

Diese Störungen waren bald behoben (7 Stunden), liessen jedoch ein Umsteigen der Reisenden wegen der fortwährenden Schneeabgänge nicht zu.

Am 2. Jänner 1892 fand in km 125 $\frac{8}{9}$ nächst der Station Hintergasse eine bedeutendere Felsabrutschung statt; der Bahnkörper wurde verschoben und von ungefähr 500 m³ Steinblöcken verschüttet. Die Ursache

Provisorische Bahnlinie nach dem Bergsturze bei Langen.



war, dass eine gegen die Bahn geneigte starke Felsplatte, 25—30 m hoch, unmittelbar am Bahnkörper liegend und beim Bahnbaue am Fusse angeschnitten, durch die Niederschläge und das Thauwetter in's Rutschen kam.

Zur Räumung wurden 120 Mann verwendet, die 75 Klgr. Dynamit zu 150 Schüssen verbrauchten, und trotz angestrenzter Arbeit die Unterbrechung erst nach 4 Tagen beheben konnten. Ein Umsteigen war unmöglich.

Anfangs Februar 1892 begannen im ganzen Gebiete der östlichen Alpen sehr bedeutende Niederschläge, die durch 8 Tage ununterbrochen anhielten, und auf die Westrampe des Arlberges Schneemengen warfen, welche jene des Jahres 1888 stellenweise noch übertrafen.

Der Schneeräumer hatte ab 4. Februar unausgesetzt zu arbeiten, um die Bahn frei zu halten, umsomehr, als am 6. Februar die sehr nassen Schneemengen von den Hängen herabzurutschen begannen und die Bahn an vielen Stellen verlegten; auch gingen bereits am gleichen Tage Staublawinen ab, welche mehrstündige Verspätungen der Züge verursachten.

Da es fortwährend weiter schneite und von allen Strecken Berichte kamen, dass der Schnee in Bewegung gerathe, musste die Einstellung des Verkehres in der Nacht vom 6. auf den 7. Februar angeordnet werden.

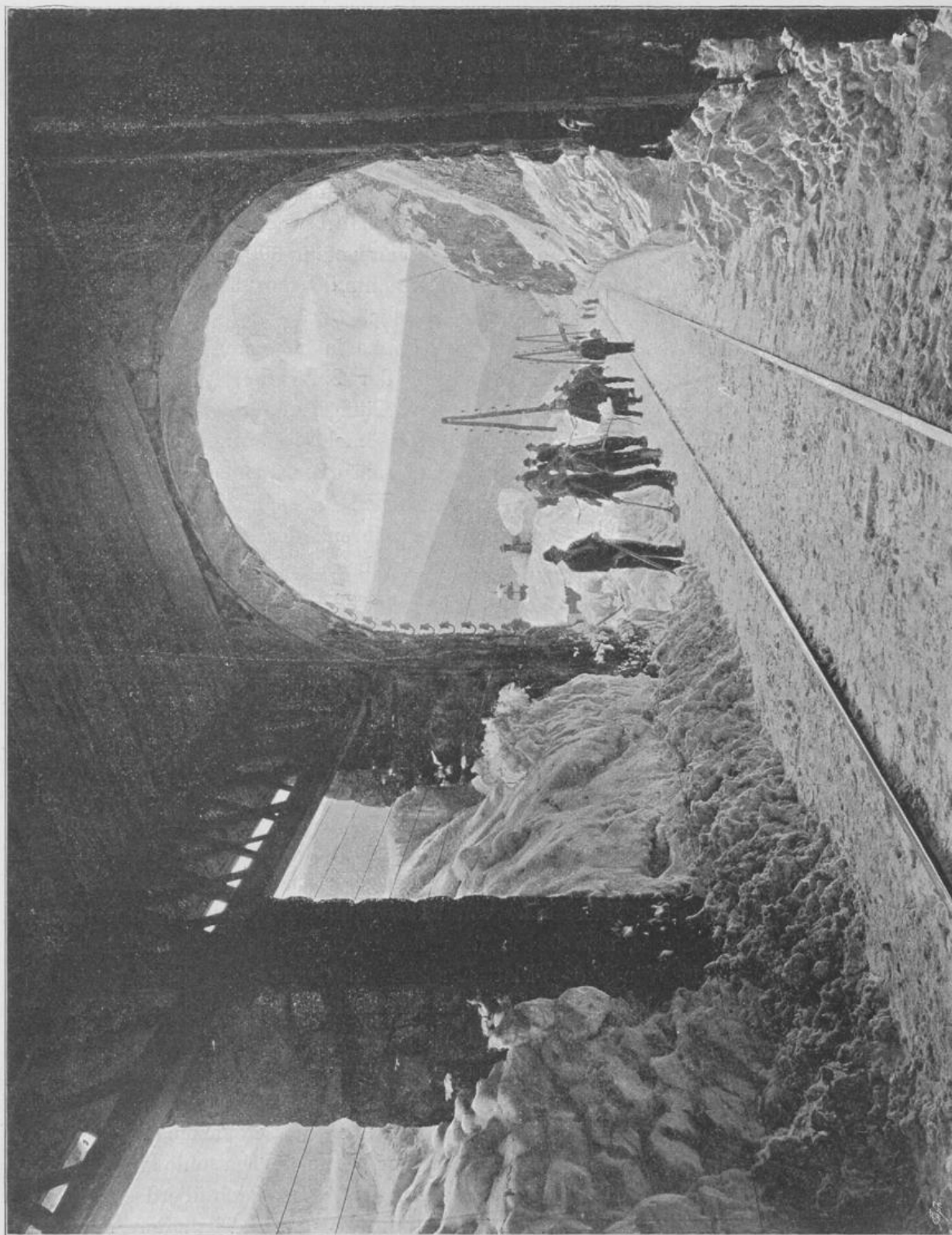
In dieser Nacht giengen 7 Lawinen in der Strecke Langen—Danöten nieder, welche die Bahn einzeln bis auf 50 m Länge und 1.5 bis 7 m Höhe überschütteten; auch wurde die »Spreubach-Eisenconstruction« wieder angegriffen und 30 cm verschoben.

Eine Lawine aus dem »Mültertobel« verschüttete in der Station Daalas drei Waggon eines aufgelösten Lastzuges und verbog daselbst eine eiserne Brücke.

Wieder wurde mit 1200 von überall herbeigeführten Arbeitern an die mühevolle und gefährliche Arbeit der Freimachung der Bahn geschritten; da kam am 8. Februar Regen, der die Schneeabgänge förderte und eine grosse Anzahl von Bahnstellen, einzelne auf 150—300 m Länge, je 1.5—6 m hoch verlegte. Die »Simastobel-Lawine« verlegte den Einschnitt bei Km 111 $\frac{1}{2}$ hinter Langen in einer Länge von 80 m und 9 m tief. Gleichzeitig mit den Lawinen kamen noch mehrere Erd- und Felsabrutschungen in dieser Strecke vor.

Am 9. Februar besserte sich das Wetter; am 10. Februar wurde der Verkehr der Tagespersonenzüge in der Strecke Daalas—Bludenz, am 11. der Personenzugsverkehr vollkommen, und am 12. der Güterzugsverkehr wieder eröffnet.

Westportal des Schneeschutzdaches bei Langen
nach den Lawinenabgängen im Februar 1893.



In Folge anhaltender südlicher und westlicher Luftströmungen wurden die Schneemengen in steter Bewegung erhalten und noch zwischen 13. und 22. Februar kamen mehrfache Verkehrsstörungen durch Schneeabgänge vor.

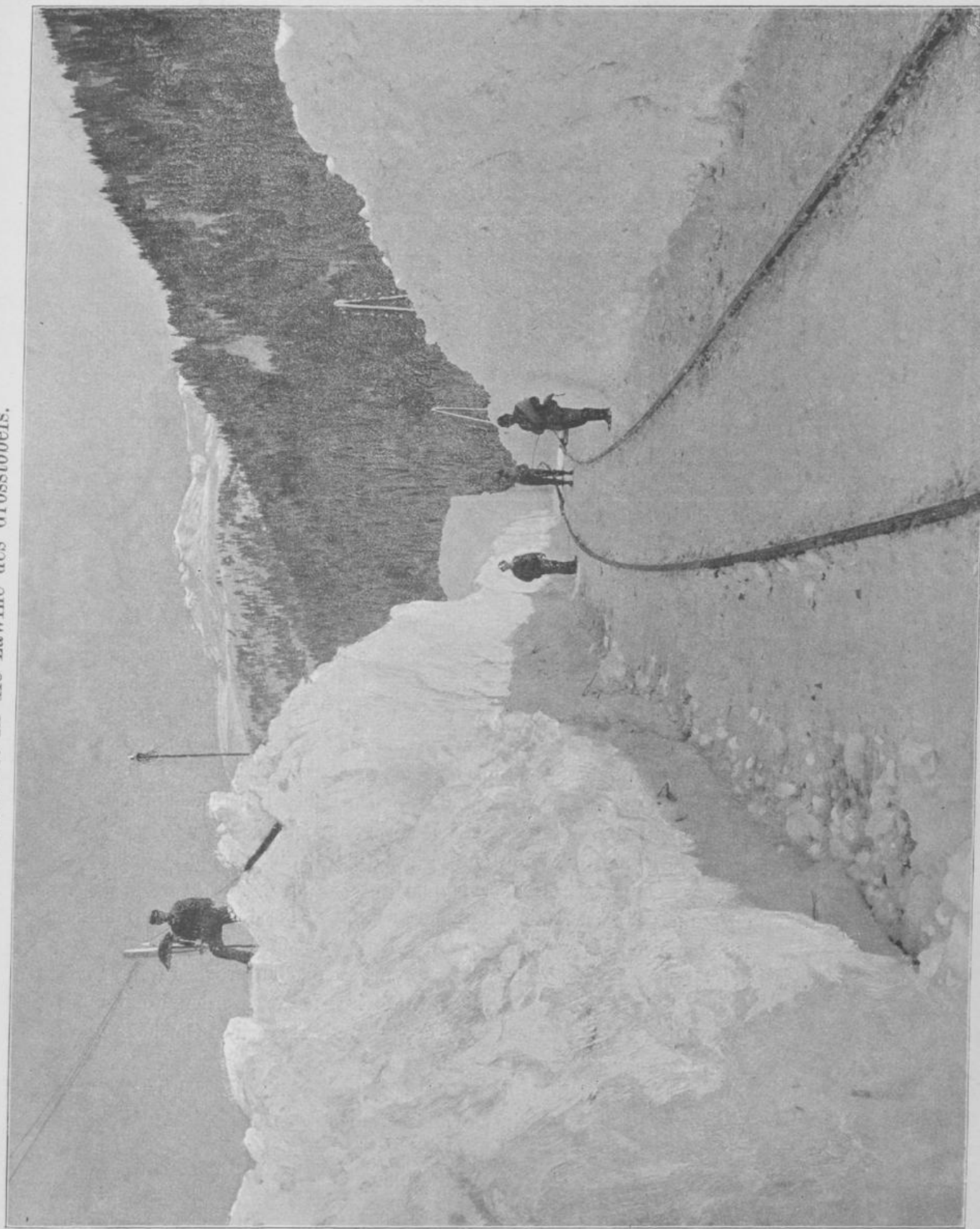
In Km 124⁰₁ zwischen den Stationen Daalas und Hintergasse, wo an der Lehne oberhalb der Bahn eine vom Bahnbaue herstammende Materialverschüttung ausgeführt war, trat in Folge der eben geschilderten klimatischen Verhältnisse eine Erweichung und am 19. Jänner eine Rutschung von ungefähr 300 m³ Materiale ein, welche eine Bahnunterbrechung verursachte, der am 25., 26., 29. und 30. Jänner weitere Unterbrechungen folgten. Durch die sofort begonnene provisorische Entwässerung der Lehne in geböhlten Schlitten, durch Aufstellung einer Fangwand an der Bahn und Abräumung des aufgeweichten Materiales wurde vorläufig Ruhe geschaffen und neuerlichen Bahnunterbrechungen, die stets mehrere Stunden andauert hatten, vorgebeugt. Die endgiltige Sanierung dieser Lehne ist mittlerweile erfolgt.

Durch die ausserordentlichen Massnahmen und das pflichttreue Verhalten des Personales ist während der ganzen oben geschilderten Zeitperiode keinerlei Unfall zu beklagen gewesen, und die Störung des Zugsverkehrs wurde auf das geringste Mass beschränkt.

Im Jahre 1892, am 9. Juli Morgens gegen drei Uhr erfolgte auf der Westampe am sogenannten »Grosstobel« zwischen den Stationen Langen und Danöfen, km 111·8—112·1, ein Bergsturz. (Tafel 81).

Die abgebrochenen Gesteinsmassen fielen auf die im Tobel noch vorhandenen festen und massigen Reste einer Lawine, glitten auf derselben mit ungeheurer Schnelligkeit thalabwärts, und stürzten, mehrere vorgelagerte Bergesrücken überfliegend, auf die Bahn, welche auf 250 m Länge bis zu 6 m hoch mit Schutt und Gesteinstrümmern bedeckt wurde. Das Anbruchsgebiet jener Steinmassen befand sich in einer Meereshöhe von 2130 m unmittelbar unter dem Kamme des Gebirges, also 930 m über der Bahn; dortselbst standen nahezu verticale Wände des Plattenkalkes, an denen Mergelschiefer vorgelegen war. Irgend welche nennenswerte Bewegungen dieses Gebietes waren vorher nicht beobachtet worden. Die abgestürzten Schuttmassen, in denen Steinblöcke bis zu 30 m³ Inhalt vorkamen, und die im ganzen auf 400.000 m³ geschätzt worden sind, hatten durch Auffallen auf die Lawine im Tobel, bzw. durch das Gleiten auf derselben eine solche lebendige Kraft erhalten, dass sie nicht nur bis an die Thalsohle stürzten, sondern auch die k. k. Post-Strasse und den Alfenz-Bach überdeckten. Am jenseitigen Thalgehänge noch anprallend, und im Thale der Alfenz folgend, drangen die Massen noch einige 100 m bis in die Ortschaft »Klösterle« vor

Einschnitt in die Lawine des Grosstobels.



und richteten daselbst grossen Schaden an Häusern und Feldern, leider auch an Menschenleben an.

Das Bett der Alfenz wurde verschüttet und oberhalb der Schuttmasse bildete sich ein Stau-See.

Beilage XXXI.

Dem grossen Sturze folgten noch häufig kleinere, sowie Murgänge nach, bedrohten fortwährend die behufs Wiederaufnahme des vollständig unterbrochenen Verkehres beschäftigten Bediensteten und Arbeiter, und zerstörten zu wiederholten Malen die mühevoll von hunderten von Händen geleisteten Arbeiten.

Die Gefahr für die Arbeiter und für das in Ausführung begriffene Provisorium wurde noch dadurch vergrössert, dass wegen der im Tobel angesammelten ungeheuren Schuttmassen, insbesondere bei Gewittern, mächtige Murgänge zu befürchten waren. Thatsächlich wurde bereits am 13. Juli das für die provisorische Bahnlinie am Rande des Schuttkegels hergestellte neue Planum wieder zerstört.

Behufs Wiederaufnahme des Verkehres wurde gleichzeitig mit der Herstellung des neuen provisorischen Bahnkörpers eine Rollbahn für Gepäck-, Eilgut- und Postüberführung und ein 1.5 m breiter Weg über den Schuttkegel zum Umsteigen der Reisenden gebaut.

Diese Bauten sind auf Tafel 82 dargestellt.

Die provisorische Linie wurde so gelegt, dass der raschen Herstellung wegen die Cubatur möglichst geringe und die Uebersetzungen der Gerinne, die sich der Murgänge halber fortwährend änderten, möglichst nieder gehalten wurden, um an Widerlagern zu sparen.

Es wurde ein minimaler Kurvenradius von 180 m angenommen und das Gefälle der alten Linie beibehalten. Ausser einem kleinen Durchlasse waren noch drei Gerinne mit provisorischen Holzbrücken zu übersetzen. Zur Erhaltung der Gerinne, sowie zum Schutze der aus Trockenmauerwerk und Steinkästen hergestellten Brückenwiderlager gegen Unterwaschung wurde die Sohle dieser Gerinne auf grosse Längen auf- und abwärts mit Herdmauern und Schusstennen aus starken Hölzern versichert; die Ufer wurden abgepflastert.

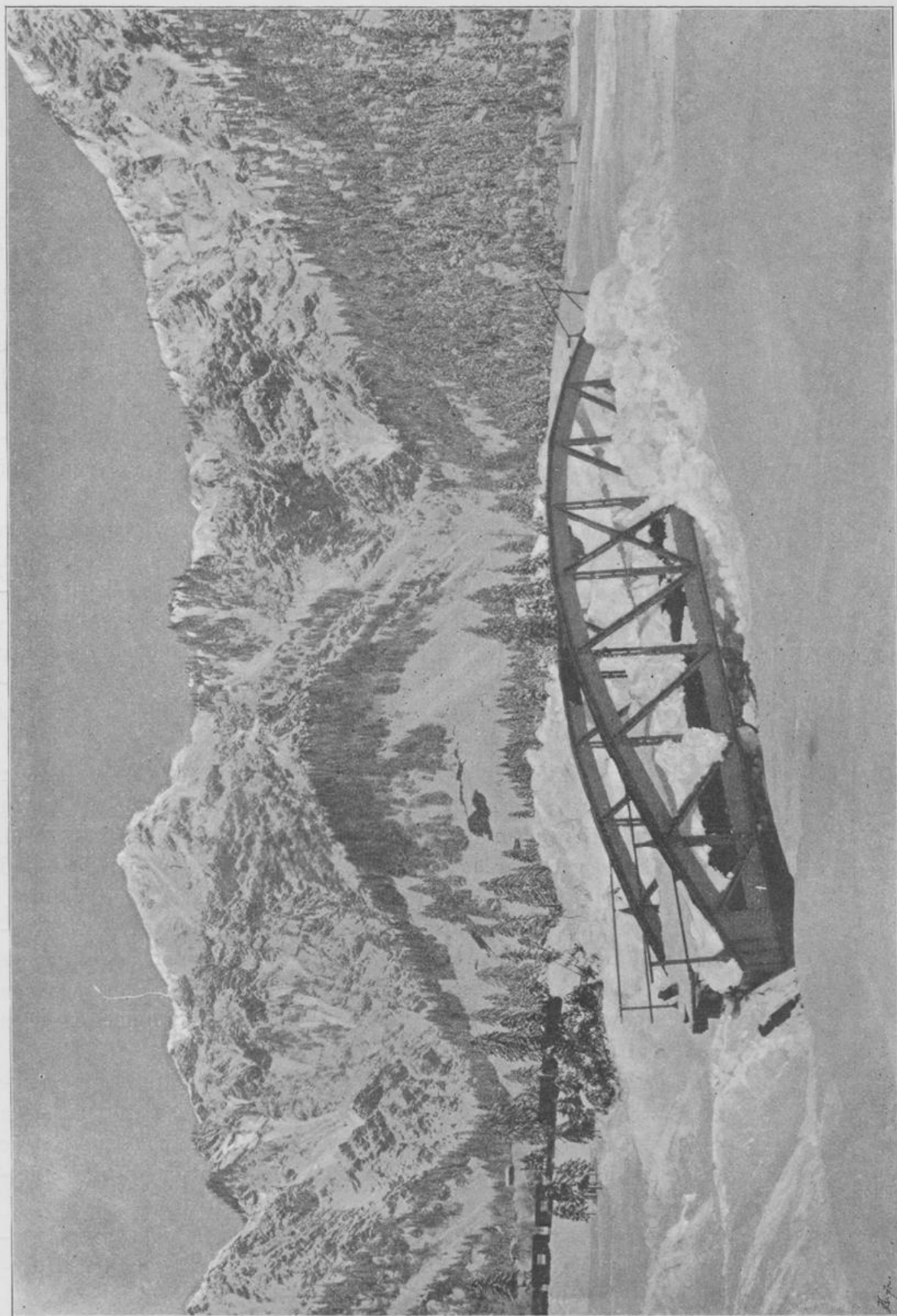
Die Verkehrsstörung dauerte, nachdem die provisorische Linie nach wiederholten Zerstörungen endlich erhalten werden konnte, bis 24. Juli. An diesem Tage wurde der Personen-, Gepäcks- und Eilgutverkehr wieder aufgenommen.

Unter ziemlich ähnlichen Verhältnissen wie in den Jahren 1887/88 und 1891/92 wurden in der Zeit vom 23. Jänner bis 19. Februar 1893 auf der Westrampe des Arlberges abermals vielfache Störungen durch Lawinenabgänge hervorgerufen.

Die am 23. Jänner abgegangene, bereits verbaute Benedicter-Tobel-Lawine erreichte die Bahn jedoch nicht mehr, da der

Tafel 85. (Zum Texte auf Seite 324).

Lawine im Glongtobel.



Schnee in den obersten Lagen durch die erfolgten Verbauungen bis zu Höhen von 7 m zurückgehalten wurde.

Auch die am gleichen Tage abgegangene Simastobel-Lawine erreichte aus demselben Grunde die Bahn nicht mehr.

In den Strecken von Km $113\frac{5}{6}$ bis Station Bratz giengen am 23., 24. und 25. Februar wieder zahlreiche Schneerutschen und Lawinen über die Bahn (Tafel 83). Die Gypsbruchtobel-Lawine bei km 119.7, die seit 20 Jahren nicht mehr abgegangen war, und die Lawine des grossen Tobels an der Bergsturzstelle, welche die Bahn auf 130 m Länge 6—7 m hoch verlegte und über die provisorische ~~X~~ Linien-Anlage ins Thal stürzte, führten keine Beschädigung der Bahn herbei (Tafel 84).

Die Spreubach-Lawine in Km $115\frac{4}{5}$ gieng abermals ab und warf die Eisenconstruction 250 m weit ins Thal hinab; die Glongtobel-Lawine in km $116\frac{2}{3}$ warf die Eisenconstruction, einen Polygonträger von 17.6 m l. W., über den Glongtobel ins Thal (Tafel 85).

Die Wildentobel-Lawine in Km $114\frac{4}{7}$ verschüttete die Bahn auf 140 m Länge 2 m hoch, auf 50 m Länge beim Aquäduct 6 m hoch.

Ueber einige dieser und auch die vorhergeschilderten Ueberschüttungen der Bahn durch die Lawinen geben die Skizzen in der Beilage XXXII näheren Aufschluss. In diesen Tafeln sind auch einzelne hölzerne Provisorien eingezeichnet, welche an Stelle der ins Thal getragenen Eisenconstructionen eingelegt wurden, um nur so rasch als thunlich die Bahn wieder fahrbar herzustellen.

Da für das Glongtobel-Provisorium augenblicklich nur Träger von 10.5 m Länge erhältlich waren, mussten in die Objectsöffnung dieser Trägerlagen entsprechende Widerlager hineingebaut werden. Diese Widerlager wurden aus Schwellenkreuzstössen gebildet, und auf diese Art war das Holzprovisorium in 25 Stunden hergestellt.

Darauf kamen im Frühjahr des Jahres 1893 keine weiteren Störungen durch Lawinen vor. Am 25. Februar trat im Klosterthale nochmals heftiger Schneefall gemischt mit Regen ein, wodurch das Terrain ganz durchweicht und Erdabsetzungen zwischen den Stationen Danöfen und Dalaas verursacht wurden.

Die Bahn wurde am 26. Februar in km 119.9 durch Erdabgänge verschüttet und am 27. Februar wurde an der gleichen Stelle das Dach des gegenüberliegenden Wächterhauses Nr. 85 durchschlagen. An die Sanierung dieser Lehne durch Abräumung und Einbauung von Stützmauern und Abpflasterungen wurde sofort geschritten.

Ueber die sonstigen, während des 10jährigen Betriebes vorgekommenen Ereignisse, welche eine Störung des Betriebes und eine Gefährdung der Anlage bildeten, gibt die Tabelle 86 Aufschluss.

Tabelle 86.

**Betriebs- und Elementar-Ereignisse auf der Arlbergbahn
(Landeck—Bludenz) während der ersten 10 Jahre
des Betriebes.**

Datum	Bezeichnung des Ereignisses
1884.	
12. October	Erdabrutschung in km 112·890, Langen—Danöfen.
28. October	Steinabsturz in km 122 ⁵ / ₆ , Dalaas—Hintergasse.
27. December	Schneelawine in km 113·4, Langen—Danöfen.
1885.	
6. Februar	Verletzung eines Reisenden bei Zug Nr. 13 zwischen Hintergasse und Bratz durch Steinabsturz.
13. Februar	Schneeabrutschung bei Dalaas—Danöfen.
5. März	Steinabsturz bei km 124·1, Strecke Hintergasse—Dalaas, Beschädigung einer Schiene.
28. März	Steinabgang bei km 123·7, Strecke Dalaas—Hintergasse.
29. März	Erdabrutschung bei km 122 ⁵ / ₆ Strecke Dalaas—Hintergasse.
29. April	„ „ „ „ „ „ „ „
18. Mai	Entgleisung und Reißen des Zuges 280 in Hintergasse.
27. September	Felsabsturz vor Zug Nr. 1 in der Strecke Pians—Strengen.
29. September	„ km 124·1 „ „ Dalaas—Hintergasse.
25. October	Reißen des Zuges 67 bei Danöfen km 114·7.
27. October	Reißen des Zuges 175 bei der Ausfahrt aus Danöfen.
30. November	Felssturz bei km 119·7 der Strecke Danöfen—Dalaas.
30. November	Erdabrutschung bei km 123·9, Dalaas—Hintergasse.
3. December	Felsabsturz zwischen Hintergasse und Bratz.
29. November bis 3. Dec.	Beschädigung der Bahn durch Hochwasser, Langen—Bludenz.
11. bis 16. Dec.	Beschädigung der Bahn durch Hochwasser, km 124·9—125·1.
15. December	Schneeabrutschung km 120 ² / ₃ bei Dalaas.
15. December	Schneeabrutschung km 124 ⁶ / ₇ bei Hintergasse.
16. December	Schneeabrutschung km 127 ² / ₃ bei Hintergasse.
30. December	Felssturz bei km 112·3 zwischen Langen und Danöfen.
1886.	
7. Jänner	Reißen des Zuges Nr. 63 bei km 114·2.
2. Februar	Felsabsturz bei km 123 ⁶ / ₇ zwischen Dalaas und Hintergasse.

Datum	Bezeichnung des Ereignisses
3. März	Reissen des Zuges Nr. 175 vor dem Einfahrtswechsel in Hintergasse.
23. u. 24. März	Erdabrutschung bei km 122 ⁵ / ₆ , Dalaas—Hintergasse (Quell- tobel-Rutschlehne).
31. März	Schienenbrüche zwischen Langen und Danöfen, km 111 ² / ₆ durch Felsabräumen.
14. April	Erdabrutschung bei km 82 ⁵ / ₆ zwischen Strengen und Pians.
15. April	Felsabrutschung bei km 88 ⁴ / ₅ zwischen Flirsch und Pettneu.
23. Juli	Erdabrutschung bei km 123·9, Dalaas—Hintergasse.
26. August	" " " 122 ⁸ / ₉ , " "
3. December	Schneeabrutschung bei km 124 ⁷ / ₈ , Dalaas—Hintergasse.
3. December	Steinabgang bei km 127·4, Hintergasse—Bratz.
28. December	Felsabsturz bei km 113·2, bei der Haltestelle Klösterle.
30. December	Schneeabrutschung zwischen Hintergasse und Dalaas.
30. December	Schneeabsturz zwischen Hintergasse und Dalaas.
31. December	Schneeabrutschung zwischen Hintergasse und Dalaas.
1887.	
1. Jänner	Schneeabrutschung zwischen Dalaas und Hintergasse.
2. Jänner	Schneerutschung bei km 124 ⁶ / ₇ , Dalaas—Hintergasse.
3. Jänner	Schneeabrutschung bei km 115·1, Langen—Danöfen.
5. Jänner	Schneeabsturz bei km 114·7, Langen—Danöfen.
12. Jänner	Lawinensturz bei km 113 ³ / ₅ , Langen—Danöfen.
20. Jänner	Schneeabrutschung bei km 123·6 Dalaas—Hintergasse.
3. Februar	Felsabsturz bei km 127·1, Hintergasse—Bratz.
10. März	Lawinensturz bei km 89 ⁴ / ₅ , Pettneu—Flirsch.
16. April	Ueberschüttung der Bahn durch Abrutschung einer Böschung bei km 82 ³ / ₄ in der Strecke Pians—Strengen.
11. Mai	Herabstürzen eines grossen Steines vor Zug 12 bei km 88·6, Pettneu—Flirsch.
28. u. 29. Sept.	Felssturz bei km 123·9 zwischen Dalaas und Hintergasse; Schienen zertrümmert.
23. October	Zugstrennung bei Zug 165 im Arlbergtunnel bei km 9·0.
28. October	Trennung des Zuges 171 bei km 88·1 Flirsch—Pettneu.
1888.	
9. Februar	Lawinenstürze in den Strecken Langen — Danöfen, Flirsch—Strengen und in den Stationen Langen und Danöfen.
8. bis 14. Febr.	Lawinensturz in der Strecke Danöfen—Dalaas.

Datum	Bezeichnung des Ereignisses
20. Februar	Lawinensturz bei km 117 ⁸ / ₉ , Danöfen—Dalaas, Geleise auf 2 m Höhe und 12 m Länge verschüttet.
8. März	Felsabrutschung bei km 127 ⁴ / ₅ der Strecke Hintergasse—Bratz vor Zug 171.
11. März	Schneeabrutschung in der Strecke Pians—Strengen bei km 82 ⁷ / ₆ .
11. März	Schneeabrutschung in der Strecke Flirsch—Pettneu bei km 89 ⁴ / ₅ .
28. März	Lawinensturz bei km 111 ² / ₃ , Langen—Danöfen.
28. März	Schienenbruch bei km 82·6 zwischen Pians und Strengen durch einen abgestürzten Stein.
14. April	Schneeabrutschung bei km 112 ⁶ / ₇ . Langen—Danöfen.
14. April	Erdabrutschung bei km 123·9, Dalaas—Hintergasse.
3. bis 4. Juni	Schwellenbrände durch Funkenflug der Locomotiven, km 129/131·5.
7. bis 8. Juli	Steinabrutschung bei km 77 ⁶ / ₇ in der Strecke Landeck—Pians vor Zug Nr. 11.
9. September	Erdabrutschung bei km 88 ⁵ / ₆ Flirsch—Pettneu.
1889.	
30. März	Felsabsturz und Schienenbruch bei km 119·8 ₀ Strecke Danöfen—Dalaas.
31. März	Schneeabrutschung bei km 112 ⁶ / ₇ Langen—Danöfen vor Zug 333.
7. April	Felssturz bei km 119 Danöfen—Dalaas vor Zug 1.
17. September	Trennung des Zuges 2 bei dem Distanzsignale der Station Hintergasse (Einfahrt).
1890.	
29. Juni	Erdabrutschung in Folge Wolkenbruches bei km 82·12 zwischen Pians und Strengen.
12. Juli	Lehnenabrutschung bei km 82 ¹ / ₂ , Pians—Strengen.
12. Juli	Mur- und Steinabgänge, Langen—Bludenz.
13. Juli	Unterwaschung des Geleises I in der Station Hintergasse auf 6 m Länge durch Gussregen.
29. Juli	Murgang bei km 94 ⁷ / ₈ der Strecke Pettneu—St. Anton.
29. Juli	Murbruch bei km 83·95 der Strecke Strengen—Flirsch durch Gewitterregen.

Datum	Bezeichnung des Ereignisses
26. August	Abrutschung bei km 82·332 der Strecke Pians—Strengen durch anhaltenden Regen.
26. October	Schneeabrutschung in der Strecke Langen—Danöfen vor Zug Nr. 102.
1891.	
15. Jänner	Entgleisung von 5 Wagen in Folge Lawinensturzes bei Zug Nr. 272 in der Strecke Hintergasse—Dalaas.
24. Jänner	Schneeabrutschungen bei km 126 ³ / ₇ , 127·3 Hintergasse—Bratz vor Passieren des Zuges Nr. 101.
18. Februar	Schneerutschungen bei km 124 ⁶ / ₇ Dalaas—Hintergasse.
19. April	Trennung und Entgleisung des Zuges 67 vor Pians 77 ⁹ / ₇ .
9. September	Materialabgang bei km 126·32 zwischen Hintergasse und Bratz.
21. December	Schneeverwehung in der Strecke Langen—Danöfen.
31. December	Lehnenrutschung bei km 124 ⁰ / ₁ , Dalaas—Hintergasse.
31. December	Schneelawine km 110·6 und 112·0.
1892.	
2. u. 5. Jänner	Felssturz in der Strecke Hintergasse—Bratz km 125 ⁴ / ₉ , circa 500 m ³ .
25. Jänner	Lehnenrutschung bei km 124 ⁰ / ₁ zwischen Dalaas und Hintergasse.
25. u. 26. Jänner	Schneelawine km 110·6 und 112·0.
29. Jänner	Lehnenabrutschung bei km 124 ⁰ / ₁ , Dalaas—Hintergasse.
1. Februar	" " " " " "
6. Februar	Lawinenstürze und Steinrutschungen in der Strecke Langen—Danöfen und Hintergasse—Bratz.
13. Februar	Entgleisung des Zuges Nr. 366 bei km 125 ⁶ / ₈ Dalaas—Hintergasse durch Schneerutschen.
13. u. 14. Febr.	Schneehindernisse und Lawinengefahr in der Strecke Bludenz—Langen.
15. u. 16. Febr.	Lawinengefahr in der Strecke Langen—Dalaas.
21. Februar	Schneeabrutschung bei km 113 ⁹ / ₀ und 113 ⁶ / ₇ zwischen Langen und Danöfen.
22. Februar	Schneeabrutschung bei km 113 ⁵ / ₆ , Danöfen—Langen.
20. April	Schneeabrutschung bei km 117·9, Danöfen—Dalaas.
9. Juli	Felssturz bei km 111·8—112, Langen—Danöfen, Grosstobelbrücke zerstört, Geleise verschüttet.
2. August	Steinabgänge bei km 124·8—125·2, Dalaas—Hintergasse.

Datum	Bezeichnung des Ereignisses
1893.	
23. u. 26. Jän.	Schneehindernis in der Strecke Langen—Bratz.
2. Februar	Lawinenabgang in der Strecke Langen—Bratz, Zerstörung dreier Brücken.
11. Februar	Lawinengefahr in der Strecke Langen—Bratz.
16. Februar	Schneerutschung bei km 114 ⁵ / ₈ , Langen—Danöfen.
1894.	
27. Februar	Erdrutschung bei km 119 ⁸ / ₉ , Danöfen—Dalaas.
21. März	Felssturz in km 86 ⁴ / ₅ zwischen Flirsch und Strengen ungefähr 180 m ³ .
30. April	Felssturz in km 127 ⁴ / ₅ , Hintergasse—Bratz.
21. October	Reissen des Zuges 69 bei Danöfen.
31. December	Schneerutschung in km 126 ³ / ₄ , Hintergasse—Bratz.

IX. Gesundheitsverhältnisse.

Zur Zeit des Baues des grossen Arlberg-Tunnels wurde von verschiedenen Seiten die Befürchtung ausgesprochen, dass beim Betriebe das Zugsbegleitungs- und Arbeiter-Personale, sowie die Wächter im Tunnel in gesundheitlicher Beziehung sehr viel zu leiden haben werden, ja dass ein längerer Aufenthalt für die Wächter zeitweise gar nicht möglich sein werde.

In solchem Masse sind nun die Befürchtungen bezüglich der Gesundheitsschädigung glücklicherweise nicht eingetroffen. Wie im vorhergehenden Abschnitte dargelegt wurde, zeigte sich jedoch die Ventilation des Tunnels sehr abhängig von der Windrichtung. Am besten wird die Rauchsäule bei reinem Westwinde nach aufwärts und über den Culminationspunkt hinausgedrückt und durch die nachströmende frische Luft ersetzt. Auch starker reiner Ostwind ist imstande, in der entgegengesetzten Richtung Rauch und Gase hinauszupressen. Unter diesen Verhältnissen ist daher der Aufenthalt für Wächter- und das Arbeiter-Personale stets am günstigsten. Bei schwachem Ostwinde hingegen und bei Südwind, welcher an beiden Portalen drückend wirkt, oder bei rasch wechselnder Luftströmung werden Rauch und Gase im Tunnel nur hin- und hergeschoben, gepresst, dieser wird jedoch nicht entleert. Zu solchen Zeiten beklagten sich die Zugsbegleiter (der Lastzüge) über Brustbeklemmung, heftigen Hustenreiz und Kopfschmerz, welche Erscheinungen noch stundenlang nach der Tunnelfahrt anhielten. Weit mehr aber litten selbstverständlich die Tunnelwächter und das Arbeiter-Personale, von welchem letzterem öfters einzelne, manchmal auch ganze Gruppen bewusstlos zusammenstürzten, und nur durch raschen Transport in die frische Luft gerettet werden konnten. Die Vergiftungserscheinungen äusserten sich je nach der Intensität der Einwirkung und der individuellen Widerstandsfähigkeit in Form von Kopfschmerz,

Ohrensausen, Schwindel, Erbrechen, vollständiger Benommenheit des Sensoriums und selbst in Krämpfen. In der frischen Luft erholten sich die Leute baldigst wieder; Todesfall ist durch diese Rauch- und Gasvergiftung keiner vorgekommen. Am häufigsten und am heftigsten traten solche Fälle während des Herbstes 1890 auf. Es ist selbstverständlich, dass solche Arbeiter, welche während ihrer Ruhezeit zu Hause mit einer grösseren Anzahl Familienmitgliedern in einem engen, selten oder gar nie gelüfteten Raume leben, also auch während der Ruhezeit des nötigen Sauerstoffs entbehren, weniger widerstandsfähig sind.

Anfänglich suchte man diese Schädlichkeit dadurch zu bekämpfen, dass man an das Personale zum Schutz der Athmungsorgane gegen Rauch Schwämme vertheilte, welche während des Aufenthaltes im Tunnel als Respiratoren vor Mund und Nase gebunden, werden sollten. Die Schwämme müssen jedoch, wenn sie verwendbar sein sollen, vor dem Gebrauche jedesmal frisch ausgewaschen werden. Sei es nun, dass das letztere häufig vergessen wurde oder aus Bequemlichkeit unterblieb, das Personale fand sie lästig und unbequem und verzichtete bald ganz auf deren Verwendung.

Gegen diese, auf Rauch und schädlichen Verbrennungsgasen beruhenden akuten Vergiftungen hat man im Laufe der letzten Jahre durch fortschrittliche Betriebseinrichtungen, insbesondere durch die Maschinenheizung mit ungereinigtem Petroleum erfolgreich entgegengewirkt. Seitdem leidet das Fahrpersonal während seines verhältnismässig kurzen Aufenthaltes im Tunnel gar nicht mehr.

Aber auch beim Arbeiter-Personale, welches den ganzen Tag im Tunnel zubringt, sind akut auftretende Vergiftungserscheinungen seitdem nicht mehr vorgekommen. Es versteht sich wohl von selbst, dass die Luft im Tunnel, insbesondere wenn die früher angeführten für die Ventilation ungünstigen Strömungen herrschen, im Vergleiche zur Aussenluft noch immer von minder guter Beschaffenheit ist. Es kommt deshalb bei Arbeitern und Wächtern, welche jahrelang im Tunnel beschäftigt sind, chronischer Bronchialkatarrh mit Neigung zur Lungen-erweiterung (Emphysem) häufiger vor, als beim Personale ausserhalb des Tunnels, und selbstverständlich trifft es hier wieder in erster Linie solche, welche auch in der Ruhezeit in ungünstigeren Verhältnissen leben.

Was andere Erkrankungsformen bei den im Tunnel Beschäftigten betrifft, so waren in früheren Jahren, ganz der Natur der Sache entsprechend, auch akute und chronische Augenkatarrhe durch Einwirkung des Rauches eine viel häufigere Erscheinung als heute. Ferner

zeigt sich bei den Arbeitern ein grösserer Prozentsatz an Magenkatarrhen und allgemeinen Verdauungsstörungen; die Disposition für diese Leiden steigert sich bei einzelnen Leuten im Laufe der Jahre, was wohl auch auf ungeeignete Ernährungsweise zurückzuführen ist. Der sogenannte Tunnelwurm (*Distomum*), ein Eingeweidewurm aus der Gattung der Leberegel, der bei den Arbeitern am Gotthard-Tunnel so häufig vorkam, wurde im Arlbergtunnel nicht beobachtet. Eine häufige Erkrankungsform ist ferner der Rheumatismus, und zwar sind es zumeist Muskelrheumatismen und Neuritiden, unzweifelhaft bedingt durch einseitige Abkühlung bei transpirierender Haut. Wenn man aber in Betracht zieht, dass laut statistischen Tabellen diese Krankheitsform beim ganzen Eisenbahn-Personale als die häufigste bezeichnet ist, so dürfte sie beim Tunnel-Personale in keiner erhöhten Verhältniszahl vorkommen. Andere besondere Formen von Krankheiten des Nervensystems oder der Kreislauforgane kommen beim Tunnel-Personale nicht vor und die gewöhnlichen Erkrankungsarten werden weder häufiger noch in erhöhtem Grade beobachtet. Auch die durchschnittliche Krankheitsdauer ergibt keine ungünstige Ziffer. Auf der Westseite werden für die zehnjährige Periode von den stabil Angestellten 47 Kranke mit 363 Krankheitstagen, von den nicht stabil Angestellten 122 Kranke mit 1743 Krankheitstagen angeführt. Dies ergibt daher für die Summe von 169 Kranken mit 2106 Krankheitstagen eine Durchschnittsdauer von 12·5 Tagen. Bei der heutigen fortschrittlichen Einrichtung des Tunnelbetriebes steht zu erwarten, dass sich für die Zukunft jedenfalls die Krankheitsziffer (Zahl der Erkrankungen), vielleicht auch die Krankheitsdauer verringern wird. Man kann nach dem heutigen Stande die gesundheitlichen Verhältnisse beim Arlbergtunnel nicht als ungünstige bezeichnen.

Was nun die beiden Rampenstrecken Landeck—St. Anton und Langen—Bludenz betrifft, so bieten dieselben in sanitärer Beziehung während der zehnjährigen Periode keinen Unterschied von anderen Gebirgsstrecken. Klimatisch liegen sie sehr günstig in bewaldeten Hochgebirgstälern in einer Seehöhe zwischen 560 m (Bludenz) bis 1303 m (St. Anton). Vermöge dieser hohen Lage kommt auch hier die Tuberculose selten vor, während das Hauptcontingent die rheumatischen Erkrankungen und in zweiter und dritter Linie die katarrhalischen Affectionen der Athmungsorgane und des Verdauungstractes bilden. Epidemische Erkrankungen, wenn sie einmal eingeschleppt werden, herrschen in dieser Region erfahrungsgemäss nicht minder als in den Niederungen. Im Laufe der zehnjährigen

Periode von 1884—1894 gab es jedoch ausser den sich zumeist auf die Jugend beschränkenden Ausschlagskrankheiten (Scharlach, Masern, Varicellen) und vereinzelt Diphtheritisfällen keine andere epidemisch auftretende Erkrankung als die Influenza; diese aber trat auch hier ganz energisch auf und zwar war es gerade das Eisenbahnpersonale, das zuerst ergriffen wurde und noch mehr litt, als die einheimische Landbevölkerung. Für alle übrigen Krankheitsformen liegt nichts charakteristisches vor.

Bis zum 1. Jänner 1888 zerfiel die ganze Arlbergstrecke in zwei bahnärztliche Bezirke, nämlich Landeck und Bludenz, die ost- und westwärts bis zur Tunnelmitte (km 105·2) reichten; vom Jahre 1888 angefangen wurde als dritter Bezirke Pettneu (km 78·5—105·2) eingefügt. Im erstgenannten Bezirke fungiert heute noch der gleiche Bahnarzt wie bei Eröffnung der Bahn, während in Bludenz und in Pettneu wiederholt Wechsel stattfanden.

Tabelle 87.

Anzahl der Krankenkasse-Mitglieder, deren Frauen und Kinder vom 1. September 1884 bis 31. December 1894.

Berichts- jahr	Ostrampe				Westrampe				Im Ganzen
	Mit- glieder	Frauen	Kinder	zusam- men	Mit- glieder	Frauen	Kinder	zusam- men	
1884	381	187	244	812	369	144	326	839	1651
1885	429	211	354	994	508	228	417	1153	2147
1886	360	232	383	975	341	203	429	973	1848
1887	426	249	389	1064	281	189	475	945	2009
1888	444	257	463	1164	377	200	458	1035	2199
1889	419	246	479	1134	333	218	471	1022	2156
1890	446	256	507	1209	419	265	590	1274	2483
1891	446	263	533	1242	414	268	789	1471	2713
1892	429	265	555	1249	427	263	605	1295	2544
1893	449	279	637	1355	444	269	680	1393	2748
1894	463	284	662	1409	454	254	711	1419	2828

Tabelle 88.

Durch die Bahnärzte wurden behandelt:

Berichts- jahr	Ostrampe					Westrampe					Im Ganzen
	Mit- glieder		Frauen	Kinder	zusammen	Mit- glieder		Frauen	Kinder	zusammen	
	dienst- untaugliche	dienst- taugliche				dienst- untauglich	dienst- tauglich				
1884	133	40	27	18	218	70	17	12	12	111	329
1885	381	92	95	94	662	253	68	79	65	465	727
1886	372	134	191	170	867	275	67	132	118	593	1460
1887	366	105	184	188	843	301	58	134	109	602	1445
1888	480	133	213	284	1110	368	75	118	178	739	1849
1889	501	115	188	326	1130	429	70	124	222	845	1975
1890	494	138	202	346	1180	441	83	135	194	853	2033
1891	505	116	230	375	1226	519	45	117	163	844	2070
1892	484	96	234	363	1177	576	87	187	251	1101	2278
1893	557	113	233	324	1227	660	89	171	182	1102	2329
1894	480	131	264	360	1235	659	108	162	243	1172	2407

Tabelle 89.

Aerztliche Visiten, Operationen etc.

Berichts- jahr	Ostrampe					Westrampe				
	Anzahl der					Anzahl der				
	Operationen*)	Visiten	Impfungen	verpflegten Mit- glieder in		Operationen	Visiten	Impfungen	verpflegten Mit- glieder in	
				Spitälern	Irren- anstalten				Spitälern	Irren- anstalten
1884	5	440	10	19	—	7	260	—	1	—
1885	4	603	5	15	—	48	751	39	3	—
1886	77	1202	35	4	—	55	1149	52	1	—
1887	31	902	30	6	—	45	783	41	1	—
1888	47	1327	60	7	—	43	764	27	3	—
1889	23	1393	59	4	—	47	750	30	1	1
1890	34	1347	58	5	—	48	767	25	2	—
1891	90	1365	50	7	—	31	605	25	6	—
1892	73	829	46	2	—	53	852	21	1	1
1893	87	856	80	18	—	44	1016	16	5	—
1894	103	1231	55	9	1	42	931	21	5	3

*) Kleinere chirurgische Eingriffe sind hierin nicht berücksichtigt.

Anhang.

Gutachten über die Zusammensetzung der Luft im Arlbergtunnel.

I. Gutachten.

Chemisch-mikroskopisches Laboratorium für medizinische, hygienische und technische Untersuchungen von Dr. M. und Dr. Ad. Jolles.

H. J. Nr. 1908 bis 1912
S. J. Nr. 196 bis 200 c

Wien, den 5. December 1890.

Certificat.

An die hochlöbl.

k. k. Eisenbahn-Betriebsdirection

Innsbruck.

Mit Nachstehendem erlauben wir uns Ihnen das Analysen-Resultat, der uns ddo. 15. October 1890 übermittelten Untersuchung höflichst zu übersenden.

Befund:

Die Abzugsgase, welche aus Feuerungsanlagen entweichen, sind von Fall zu Fall sehr verschieden zusammengesetzt, sowohl was die Art, als auch was die Mengenverhältnisse der vorkommenden Bestandtheile anbelangt.

In den Brennmaterialien der technischen Betriebe ist der Gehalt an Kohlenstoff das Wesentlichste. Bei der Verbrennung desselben bildet sich unter dem Einflusse des atmosphärischen Sauerstoffes besonders Kohlensäuregas, welches gemeinschaftlich mit Stickstoff — dem indifferenten Bestandtheile der Luft — durch die Abzüge entweicht. — Kohlensäure und Stickstoff sind demnach diejenigen Bestandtheile, welche in erster Linie und in grosser Menge in Abzugsgasen aller Feuerungen enthalten sind.

Zu Kohlensäure und Stickstoff in den Abzugsgasen gesellt sich in allen Fällen, wo es sich um einfache Heizzwecke handelt, noch unverbrannter Sauerstoff; denn keine derzeit bekannte Feuerungsconstruction ist im Stande, den Sauerstoff der Luft vollständig auszunützen, wenn sie gleichzeitig den technischen Hauptzweck, „eine möglichst vollkommene Verbrennung des Brennumaterialies“ erfüllen soll.

Brennmaterialien verbrennen aber nur dann lebhaft und vollkommen, wenn sie mit einem Überschuss an Luft, also mit einem Überschuss von Sauerstoff verbrannt werden, welcher Überschuss sich naturgemäss in den abziehenden Feuergasen wieder findet. Alle Brennmaterialien enthalten ferner grössere oder geringere Mengen Feuchtigkeit, welche beim Verbrennen fortgeht, sowie Wasserstoff, welcher beim Heizen zu Wasser verbrennt. — Aus beiden Gründen tritt in allen Feuergasen Wasserdampf auf.

Nun sind alle Bestandtheile genannt, welche die Hauptkörper aller Abzugsgase von Feuerungen bilden.

Stickstoff, Sauerstoff, Kohlensäure und Wasserdampf zusammen bilden in allen Rauchgasen der Welt sicher 95 % deren Volumens, ja in den meisten Fällen steigt diese Zahl auf 98 % des Volumens der Feuergase und noch mehr. — In den Abzugsgasen von Feuerungen kommen aber ausser den genannten Bestandtheilen noch sehr viele andere Gase vor; wir nennen nur Kohlenoxyd, schweflige Säure,

Ammoniak, Kohlenwasserstoff etc., und da die Summe aller dieser anderen Bestandtheile in keinem Rauchgase 5 % des Volumens, oft aber nur 2 % und weniger ausmacht, so würde es scheinen, dass diesen nebensächlich auftretenden Gasen weiter keine Bedeutung bei der Beurtheilung einer Feuerung zukäme. — Ist schon die Menge dieser Gase im Rauche gering, so entfällt ja auf jedes einzelne derselben nur ein Bruchtheil an Perzenten jenes Volumens. — Allein diese accessorisch auftretenden Gase machen sich überall und in mehr als einer Beziehung unangenehm bemerklich, und eine stete Controle derselben ist nothwendig, um ihre schädlichen Wirkungen zu unterdrücken.

Einfluss der Rauchgase auf die Tunnelluft.

Wenn, wie es beim Bahnbetriebe im Arlberg-tunnel der Fall ist, täglich eine grosse Anzahl von Zügen durch denselben verkehrt, in Folge dessen eine grosse Menge Brennmaterial auf Kosten der Tunnelluft verbrannt wird, und die erzeugten Rauchgase wieder in die Tunnelluft zurück entweichen, dann muss die Zusammensetzung der Tunnelluft eine qualitative und quantitative Änderung erfahren, welche in Bezug auf ihre Athmungstauglichkeit nicht gleichgiltig sein kann.

Welcher Art sind nun diese Veränderungen? Inwieweit sind sie schädlich? Inwieweit ist man durch geeignete Auswahl des Brennmaterials und durch zweckentsprechende Regelung des Verbrennungsprozesses im Stande, sie zu beeinflussen?

Diese Fragen drängen sich mit Nothwendigkeit auf. — Doch vor Allem muss erst der schädliche Einfluss erkannt, und dann erst kann an eine Abhilfe gedacht werden.

Darum seien zuerst die Luftveränderungen durch die Hauptbestandtheile der Rauchgase, also durch Stickstoff, Sauerstoff, Kohlensäure und Wasserdampf in Betracht gezogen.

Einfluss der in grossen Mengen vorkommenden Rauchgasbestandtheile.

Die Wirkung des Wasserdampfes in den Rauchgasen wird sich zu der Wirkung des den Dampfzylindern entströmenden Dampfes addieren. Der gesammte Wasserdampf wird sich in der umgebenden kalten Tunnelluft nicht gasförmig erhalten können, es wird Condensation desselben zu Wasser eintreten, welches als Nebel anfänglich die Tunnelluft erfüllen, schliesslich aber an den Wänden tropfenförmige Verdichtung und endlich Ableitung finden wird. — Ein Theil des Wasserdampfes wird jedoch in der Luft gelöst verbleiben, und zwar, da Wasser stets im Überfluss vorhanden ist, stets so viel, als überhaupt die Luft Wasserdampf aufzunehmen im Stande ist. — Daraus folgt eine für die Charakterisierung der Tunnelluft sehr wichtige Thatsache, dass sie mit Wasserdampf ganz oder, um praktisch zu sprechen, nahezu ganz mit Wasserdampf gesättigt ist.

Dieses für die hygienische Beurtheilung der Tunnelluft wichtige Factum liesse sich empirisch durch in den Tunnel eingebrachte Psychrometer auf der Stelle nachweisen. — In der ganzen folgenden Erörterung über die Rauchgase ist weiter auf den Gehalt an Wasserdampf keine Rücksicht mehr genommen; der Gehalt derselben am Wasser wurde aus dem Grunde, da dessen Bestimmung keine weiteren Ergebnisse liefern konnte, unterlassen und die später folgenden Rauchgas-Analysen derart ausgeführt, dass sie bereits die Zusammensetzung der Gase im wasserfreien Zustande ergeben.

Um nun zu einem Bilde des Einflusses der übrigen hauptsächlichsten Rauchgasbestandtheile zu gelangen, ist eine approximative Rechnung nötig. In derselben ist statt wahrscheinlicher 99% Hauptbestandtheile, 100% angenommen, die Wasserbildung bei der Verbrennung des Coaks weiter nicht mehr berücksichtigt, also die glatte Verbrennung der Coaks zu Kohlensäure vorausgesetzt. Nun kennt man am Betriebsorte den Tagesverbrauch an Coaks, folglich lässt sich daraus unter Berücksichtigung seines Kohlenstoffgehaltes die im Tunnel erzeugte Kohlensäuremenge berechnen.

Die von uns untersuchten Coaks enthielten:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Prozent Kohlenstoff	82.49	81.22	81.22	85.87	81.93
Control-Bestimmung	—	81.45	83.12	—	—

Nach der Formel

$$\begin{array}{ccccc} \text{C} & \times & \text{O}_2 & = & \text{CO}_2 \\ 12 & & 2 \times 16 & & 44 \end{array}$$

verbinden sich 12 Theile Kohlenstoff mit 32 Theilen Sauerstoff zu 44 Theilen Kohlensäure. Hiebei Gewichtstheile vorausgesetzt, liefert:

1 Theil reiner Kohlenstoff = $\frac{44}{12}$ Theile Kohlensäure und 1 Theil Durchschnitts-Coaks von circa 83% Kohlenstoff-Gehalt $0.83 + \frac{44}{12} = 3.04$ Gewichtstheile Kohlensäure.

Es ist nun nötig, diese Zahl auf das Luft-Volumen des Arlberg-Tunnels zu beziehen, daher ebenfalls in eine Volumszahl zu verwandeln.

Es ist unwesentlich und umständlich bei dieser Umrechnung Luftdruck und Temperatur genau zu berücksichtigen, und es genügt für die Beurtheilung der in Frage stehenden Sache vollständig eine Durchschnittstemperatur von 10°C . und einen Durchschnittsdruck von 740 mm anzunehmen; dann wiegt 1 m^3 Kohlensäure 1.824 kg und 1 kg Coaks bildet demnach 1.666 m^3 Kohlensäure. Da wir den genauen Inhalt des Arlberg-Tunnels, sowie den täglichen Coaksverbrauch nicht kennen, letzterer auch variabel sein dürfte, so haben wir eine approximative Ziffer angenommen. Wenn in der nachfolgenden Berechnung die genauen Ziffern eingesetzt werden, so werden die Resultate der Wahrheit näher kommen, aber unsere Schlüsse kaum modifizieren.

Wir nehmen den Luftraum des Tunnels mit 418.810 m^3 und den Coaksverbrauch pro Durchfahrt eines Zuges durch den Tunnel mit 400—700 kg an; dann ist, wenn der Tunnel mit frischer Luft erfüllt wäre, sein Sauerstoffgehalt in je $100\text{ m}^3 = 20.9\text{ m}^3$, also in 250.000 m^3 wären 52.250 m^3 Sauerstoff enthalten. Aus diesem Sauerstoff-Reservoir, wenn man von freiwilliger Ventilation vorläufig absieht, schöpft jede durchfahrende Locomotive und liefert an Stelle jedes verbrauchten Kubikmeter Sauerstoff genau einen Kubikmeter Kohlensäure. Und wenn unsere Ansicht annähernd richtig ist, dass jede durchfahrende Locomotive im Tunnel 200 kg Coaks verbrennt, dann entzieht jede Locomotive dem Tunnelinhalt 200 mal $1.666 = 333.2\text{ m}^3$ Sauerstoff und setzt 333.2 m^3 Kohlensäure an dessen Stelle. Das ist eine sehr grosse Zahl. Bei 10 Zügen pro Tag sind dies 3300 m^3 , bei 100 Zügen 33.000 m^3 Sauerstoff-Verlust und Kohlensäure-Erzeugung, d. h. wenn keine freiwillige Ventilation stattfände, müsste die Luft im Arlberg-Tunnel nach dem Verkehre von 100 Zügen statt 21 Volumprozent-Sauerstoff nur noch 7.75% Sauerstoff, aber 13.25% Kohlensäure aufweisen.

Es ist nicht nötig diesen ungeheuerlichen Fall weiter auszuspinnen. Dieser Fall, wo Flammen nur noch düster roth glimmen, Coaks nicht mehr verbrennen würden, Menschen aber in wenigen Minuten ersticken müssten, dieser Fall einer derartigen Luftverschlechterung ist ja im Arlberg-Tunnel niemals vorgekommen. Der Arlberg-Tunnel hat zwar keine künstliche Ventilation, aber er hat eine natürliche Ventilation, das ist der Wetterzug nach der einen oder anderen Richtung. Und dieser Wetterzug muss ein ausserordentlich lebhafter sein; dieser Wetterzug muss im Stande sein, in einer weit kürzeren Zeit, als der Zeitraum ist, innerhalb welcher 100 Züge den Tunnel frequentieren, die Tunnelluft vollständig zu erneuern.

Wenn die vollständige Reinigung des Tunnels sich in einer Zeit vollzieht, während welcher 50 Züge hindurchzufahren pflegen, dann wird die Tunnelluft nicht mehr 13.25 Kohlensäure aufweisen, sondern nur die Hälfte, d. i. circa 6.25% Kohlensäure.

Aber auch diese Zahl ist unmöglich.

Auch in einer derartig zusammengesetzten Luft ist ein längerer Aufenthalt von Menschen unmöglich. Es ist anzunehmen, dass sich die Luft im Tunnel bereits je einmal erneuert hat, bevor je 50 Ctr Coaks in demselben verbrannt sind, respective, bevor 25 Züge durch denselben gefahren sind. — Die $3\frac{1}{2}\%$ Kohlensäure, welche dann die Tunnelluft zeigen wird, müssen als ein Maximum bezeichnet werden, bei welcher Menschen stundenlang, wie dies ja thatsächlich der Fall ist, im Tunnel ausharren könnten, ohne schwerere Symptome zu zeigen. Es darf demnach niemals im Tunnel eine grössere Strecke mit Luft erfüllt sein, welche mehr als $3\frac{1}{2}\%$ Kohlensäure enthält. — Nebenbei sei noch bemerkt, dass sich das Maximum an Kohlensäure stets nahe jenem Ende des Tunnels zeigen wird, aus welchem die Tunnelluft auszuströmen pflegt.

Die auf der anderen Seite eben einströmende Luft wird nahezu gar keine Kohlensäure enthalten, während die Kohlensäure-Ziffer für jeden zwischenliegenden Punkt im Tunnel in arithmetischer Progression zunehmen wird.

Nach dieser kurzen Studie der Luftverhältnisse im Tunnel lässt sich der Einfluss ermeszen, welche eine kurze Stauung oder Rückläufigkeit des Luftstromes im Tunnel nach sich ziehen muss. Wenn durch Gegenwind oder sonst welche Ursachen eine plötzliche Verzögerung oder Stauung des Luftstromes während eines Zeitraumes stattfindet, in welchem wieder 25 Züge hindurchfahren, dann würde die Kohlensäure-Prozentzahl an einem Ende von 0% auf $3\frac{1}{2}\%$, am anderen Ende auf 7% hinauf-schnellen und im Falle einer Rückläufigkeit des Luftstromes würde eine Luftsäule den Tunnel durchziehen, die im gefährlichsten Querschnitte 7% Kohlensäure aufweisen würde.

Auch diese Gefahr ist in ihrer geschilderten Grösse wohl noch nicht vorgekommen und wird auch kaum jemals eintreten; aber möglich ist sie immerhin. Es ist wahrscheinlich, dass unsere Zal von $3\frac{1}{2}\%$ Kohlensäure an dem einen Tunnelende zu hoch gegriffen ist, denn sie ist eine Maximalberechnung; allein das Wichtige an den geführten Betrachtungen ist die Thatsache, dass der gewöhnliche Kohlensäuregehalt des Tunnels durch eine kurze Stauung auf das Doppelte steigen kann.

Und da die Möglichkeit vorliegt, dass der Wind mehrmals umschlägt, oder andere Ursachen sich ergeben, welche den Luftstrom im Tunnel ebenfalls mehrmals seine Richtung ändern lassen, dann kann es sich ergeben, dass ein Luftquantum in dem innersten Theile des Tunnels längere Zeit zwischen zwei Umkehrpunkten hin- und herschwankt, welche noch innerhalb des Tunnels liegen, und diese im Tunnel gefangen gehaltene Luft ist dann einer ungeheuer schnell wachsenden Verschlechterung ausgesetzt. — Im einfachsten von uns geschilderten Falle wird sich die Kohlensäureziffer, gleichviel wie hoch der örtliche Gehalt ist, verdoppeln, also von 1% auf 2%, von 2% auf 4% hinaufschleunigen. — Durch die blosse Rückkehr des Luftstromes in seine gewöhnliche Richtung vor Ablauf einer bestimmten Zeit, tritt Verdreifachung und bei gleichem Wechsel Vervierfachung der örtlichen Kohlensäurezahl ein.

Es war nötig, alle diese Verhältnisse zu bedenken, um die von uns untersuchten Coaksmuster zweckentsprechend beurtheilen zu können. Es war nötig zu erkennen, dass schon in der glatten einfachen Verbrennung grosser Mengen Coaks zu Kohlensäure die Ursache zu einer bedeutenden und unter Umständen rapid wachsenden Luftverschlechterung gelegen sei.

Die Luftverschlechterung ist nun deshalb weniger bedenklich, weil sie nicht durch ausgeathmete Kohlensäure, sondern durch Coaksverbrennung erzielt ist, also nicht jene besonders gesundheitsschädlichen Ausdünstungsprodukte enthält, welche neben Kohlensäure in Räumen, wo viele Menschen athmen, produziert werden. An Stelle dieser Ausdünstungsprodukte, welche die durch Athmung gebildete Kohlensäure begleiten, kommen jedoch neben der aus Coaks entstandenen Kohlensäure direct giftige Verbrennungsgase vor. Es ist richtig zu erkennen, dass die direct giftigen Gase in einer bereits durch Kohlensäure an die Grenze der Athembarkeit gebrachten Luft um so intensivere Wirkungen auf den menschlichen Organismus hervorbringen müssen.

In Erwägung alles Gesagten haben wir die Maximal-Grenze für einen einigermaßen noch erträglichen Kohlensäuregehalt mit circa $3\frac{1}{2}$ % aufgestellt, während man diese Grenze für Räume, wo die Kohlensäure zum grossen Theil durch Athmung produziert wird, auf 1% herabzumindern pflegt. — Während man in menschen erfüllten Räumlichkeiten den Kohlensäuregehalt als Massstab für die anderen vorhandenen schädlichen Ausdünstungen annehmen kann, ist die im Tunnel vorkommende Kohlensäure niemals den daneben auftretenden giftigen Gasen proportional; denn diese schädlichen Gase entstehen zum grössten Theil auf Kosten der produzierbaren Kohlensäure und in einer künstlich sehr beeinflussbaren Menge.

Einfluss der in geringeren Mengen vorkommenden Rauchgase.

Wir haben im Vorstehenden gezeigt, dass der Einfluss der gesamten Hauptmasse der Rauchgase auf die Tunnelluft in einer Sättigung derselben mit Feuchtigkeit und in einer Imprägnierung derselben mit 3—4 % Kohlensäure besteht.

Wir haben nun jene geringe Sammelmenge anderer Gase, welche neben den abgehandelten bei Verbrennungen aufzutreten pflegen, zu berücksichtigen.

Ihre Verbreitung kann im günstigsten Fall eine der Kohlensäure analoge sein, doch werden sich bei der folgenden Besprechung Fälle ergeben, wo gewisse Gase durch chemische Prozesse in der Tunnelluft rasch unschädlich gemacht werden. Im günstigsten Falle kann daher ihre Anwesenheit in der Tunnelluft nur einen sehr kleinen Bruchtheil der Kohlensäure-Prozentziffer in der Tunnelluft ausmachen, da sie ja auch im Vergleich zur Kohlensäure bei der Coaksverbrennung in sehr geringem Masse entstehen.

Da Coaks in der Hauptsache zu Kohlensäure verbrennen, so ist es zweckdienlich, die unter verschiedenen Verhältnissen entstehenden Mengen der spärlicher auftretenden Gase auf die Kohlensäuremenge zu beziehen. — So wird man erkennen, dass die Summe aller dieser Gase in der Tunnelluft immer nur Zehntelprocente ausmachen werden; denn wenn auch, was nach der Erfahrung sicher eine Maximalannahme ist, auf je 100 Theile Kohlensäure unter praktischen Verhältnissen 5 Theile giftiger Gase gebildet werden, dann wird sich dieses Zwanzigstel auch in der Tunnelluft nur als ein Zwanzigstel jener 3—4% der darin vorhandenen Kohlensäure wieder finden. Unter normalen Verhältnissen wird also die Totalsumme aller vorhandenen fremden Gase 0.15—0.2 % sicher nicht übersteigen.

Wie bei der Kohlensäure wird dieser Gehalt nur in kurzen Strecken diese Maximalziffer erreichen, und ebenso, wie unter dem Einflusse von Wetterstauungen die Kohlensäureziffer erschreckend anwachsen kann, wird sich auch die Ziffer für den Gehalt an den anderen Verbrennungsgasen rapid vergrössern können; es werden sich örtlich und zu gewissen Zeiten 0.4 und mehr Procente an solchen Gasen aufhäufen können. Diese Maximalziffern mögen hoch gegriffen sein und dem Auge klein erscheinen.

Allein unter diesen Gasen sind solche, dass ein Partialgehalt der Luft von 0·03 % z. B. bei Kohlenoxyd bereits sehr unbehaglich empfunden wird und 0·5 % Partialgehalt bereits lebensgefährliche Vergiftungen hervorrufen.

Während nun die Kohlensäure nur dadurch die Luft verschlechtert, dass sie auf Kosten des zum Athmen nöthigen Sauerstoffes entstand und seinen Platz einnahm, wirken die meisten der anderen Verbrennungsprodukte, nämlich jene kleinen Mengen des polyglotten Gasgemisches, welches neben Kohlensäure aufzutreten pflegt, absolut giftig.

Von den giftigen Gasen der Verbrennung sind in ihrer Wirkung nur die schweflige Säure, das Kohlenoxyd und das Acetylen die hervorragendsten und genau studiert. Von den anderen sich bildenden Kohlenwasserstoffen und Kohlenstoff-, Wasserstoff-, Sauerstoffverbindungen sind sehr viel giftige vorhanden. Und alle in den Rauchgasen spurenweise vorkommenden Verbindungen sind nicht einmal genau bekannt, aber giftig wirken sie auch. — Es konnte demnach nicht daran gedacht werden, alle diese Gase zu isolieren und qualitativ zu untersuchen, da diese Arbeit ins Unendliche geführt hätte, sondern unsere Thätigkeit musste sich darauf beschränken, einen einfachen Massstab aufzustellen, mit welchem das Vermögen der Brennmaterien, schädliche Gase zu entwickeln, gemessen werden konnte.

Diesen Massstab schöpften wir vorerst aus folgenden allgemeinen Analysen der uns übermittelten Coaksmuster und zwar:

	Coaksmuster Nr. I	II	III	IV	V
Kohlenstoff	82·49	81·22	83·12	85·87	81·93
Wasserstoff	0·75	0·52	0·37	0·20	0·22
Sauerstoff	0·84	1·23	1·64	1·43	1·47
Schwefel	1·15	1·36	0·51	0·61	0·65
Feuchtigkeit (160° C.)	1·97	3·79	1·71	2·79	3·57
Asche	12·80	11·88	12·65	9·10	12·16

1. Die Menge des Wasserstoffes, insbesondere des sogenannten disponiblen Wasserstoffes, muss als Mass für die Quantität giftiger Kohlenwasserstoffe, z. B. Acetylen, Atylen, angesehen werden, welche sich beim Verbrennen aus den verschiedenen Coaksmustern entwickeln können. — In zweiter Linie ist derselbe auch ein Mass für die Menge aller jener Rauchgasbestandtheile, welche aus Kohlenstoff, Wasserstoff und Sauerstoff gebildet werden, z. B. Phenole. — Schliesslich hat er auch einen Einfluss auf die Bildung von gasförmigen Verbindungen, welche unter gleichzeitiger Intervention des Schwefelgehaltes entstehen, z. B. Schwefelwasserstoff, Thiophen etc.

Es wird demnach eine Coaksart mit geringem Gehalt an Wasserstoff respective disponiblen Wasserstoff, einer Coaksart mit höherem derartigen Gehalt vorzuziehen sein.

2. Die Menge des Schwefels in den einzelnen Coaksarten muss als Mass für die Menge der gasförmigen, schwefligen Säure und anderen schwefelhaltigen Gasen angenommen werden, welche jede einzelne Coaksart beim Verbrennen erzeugen kann. Es war hier der Einwurf begründet, dass die Gesamtmenge des Schwefels in den einzelnen Coakssorten nicht vergasbar sei.

Der Schwefel findet sich nämlich in den Coaks in mehreren Verbindungen vor. Der als Gyps (Sulfate) oder als Schwefeleisen (und anderen Sulfiden) in den Coaks vorkommende Schwefel ist genau von dem an Kohlenstoff und Wasserstoff gebundenen Schwefel zu unterscheiden. — Es ist wesentlich der letztere Schwefelanteil, welcher beim Verbrennen des Kohlenstoffes und Wasserstoffes gleichzeitig mitverbrennt, und zwar bildet sich in der Hauptsache schweflige Säure, welche gasförmig entweicht.

Von dem in anderer Gestalt vorhandenen Schwefel können nur durch chemische Nebenprozesse, welche sich in der Gluth vollziehen, Antheile desselben in Form von schwefliger Säure respective Schwefelwasserstoff in die Rauchgase gelangen. Es wurde demnach der an Kohlenstoff und Wasserstoff gebundene Schwefel in allen Coaksmustern besonders bestimmt.

In Folgendem ist zum Vergleich die frühere Gesamt-Schwefelmenge nochmals angeführt.

Die Coaksmuster enthielten:

	I.	II.	III.	IV.	V.
Gesamtschwefel	1·15	1·36	0·51	0·61	0·65
Schwefel an Kohlenstoff und Wasserstoff gebunden, als } schweflige Säure vergasbar	0·69 0·66	1·25 1·37	0·39 (Control - Bestimmung.)	0·47	0·48

Die beiden Reihen, von welchen die letztere 2 Doppelbestimmungen aufweist, gehen vollständig parallel, so dass der Einwurf erledigt erscheint. Man sieht, dass es gleichgiltig ist, welche Reihe man zur Beurtheilung der Coaksarten heranzieht.

Es wird eine Coaksart mit der relativ niedrigsten Schwefelzahl bei der Heizung vorzuziehen sein.

Mit den beiden gelieferten Grundsätzen, nach welcher die Coakssorten beurtheilt werden sollen, sind alle Gase, welche sich in geringen Mengen bei der Verbrennung der Coaks bilden können, summarisch und genügend behandelt, bis auf eines. — Dieses eine Gas ist das Kohlenoxyd. Neben der schwefeligen Säure ist es sicher das quantitativ am meisten vorhandene.

Weder der Wasserstoffgehalt, noch der Schwefelgehalt der Coaksmuster können einen Aufschluss darüber geben, wie viel von diesem Gas sich maximal bilden könne. Die Bildungsmöglichkeit dieses Gases kann durch eine Maximalgrenze gar nicht beschränkt werden.

Es besteht eben das Kohlenoxyd nur aus Kohlenstoff und Sauerstoff und unter geeigneten Umständen ist es möglich, den ganzen Kohlenstoffgehalt der Coaks statt in Kohlenäure in Kohlenoxyd zu verwandeln. Man denke nur, da es möglich ist, den ganzen Kohlenstoffgehalt der Coaks statt zu Kohlenäure ganz zu Kohlenoxyd zu verbrennen, dass es möglich ist, beim Verbrennen anstatt jedes Kubikmeters Kohlenäure 2 Kubikmeter*) Kohlenoxyd in die Luft zu schicken, und man wird einsehen, wie wichtig es ist, die Ursachen der Kohlenäurebildung festzustellen, denn die Menge der Kohlenoxydbildung für jede einzelne Coaksart im allgemeinen festzustellen, ist unmöglich. Die von einem Centner Coaks unter verschiedenen Verhältnissen produzierten Mengen Kohlenoxyd sind eben sehr variabel, je nach äusseren Einflüssen. Die Bedingungen zur Bildung von Kohlenoxyd, dieses so sehr giftigen Gases, bilden den Inhalt des folgenden Abschnittes.

Ursachen der Kohlenoxydbildung.

In der Tunnelluft befinden sich zwar einige Procente Kohlenäure, aber nur selten oder noch niemals dürfte der Kohlenoxydgehalt auf 0.2—0.3% gestiegen sein. — Und warum ist der Fall im Tunnel noch nie eingetreten, dass anstatt 3—4% Kohlenäure sich ebensoviel Kohlenoxyd darin befunden hätte? Es ist eben die Feuerbüchse einer Locomotive anders construirt, wie ein Coaksgenerator für eine Glashütte. Es ist blos die Heizvorrichtung, die Verschiedenheit der Rostanlage und der Brennstoffschüttung Schuld, dass ein Coaksgenerator nahezu ausschliesslich Kohlenoxyd und eine Dampfkesselheizung nahezu ausschliesslich Kohlenäure produziert. — Aber in einem Generator entstehen immer geringe Mengen Kohlenäure, und in den Rauchgasen einer Kesselheizung ist immer Kohlenoxyd. Dieses gerade Gegentheil beweist, dass die Unvollkommenheiten der Heizconstruktionen und des Brennmaterials es heute noch nicht gestatten, eine Verbrennung ganz nach dem idealen Schema einer ausschliesslichen Kohlenäurebildung einzurichten.

Es gibt nur eine grössere oder geringere Annäherung an das eine oder das andere ideale Verbrennungsschema und dieses zielbewusst zu erstreben, ist die Aufgabe der Heiztechnik. — Hier interessiert es zu wissen, welche Mittel wir haben, um die Kohlenoxydbildung im Feuerraum einer Locomotive zu bekämpfen und dazu waren die folgenden Untersuchungen nothwendig.

Es wurde zuerst versucht, ob unter sehr günstigen Verhältnissen die Kohlenoxydbildung gänzlich zu unterdrücken sei.

Zu diesem Zwecke wurde 1 Gramm feingepulverter Coaks in einem Porzellanschiffchen in einem Glasrohre zum Glühen erhitzt, unter Ueberleitung von reinem, trockenem Sauerstoff.

Zur Nachweisung etwa gebildeten Kohlenoxydes wurden die entweichenden Gase mit Kalilauge und Wasser gewaschen, und dann durch einen Liebig'schen Kalikugelapparat geleitet, welcher mit $\frac{1}{40}$ Kaninchenblutlösung beschickt war. — Es wurde mit einem sehr schnellen Sauerstoffstrom gearbeitet, so dass die Kohle unter lebhaftem Glühen und Funkensprühen verbrannte. Die Verbrennungsgase strichen hinter dem Schiffchen noch durch ein 1 Meter langes glühendes Glasröhrchen, um die Verbrennung zu vervollständigen, und waren beim Austritte aus dem Rohr noch immer so sauerstoffreich, dass brennbare Körper in denselben unter brillanter Lichtentwicklung verbrannten. — Nichts destoweniger liessen sich an dem vorgelegten Blute in allen 5 Fällen die Veränderungen, welche ausschliesslich Kohlenoxyd hervorbringen kann, mit grösster Schärfe beobachten.

Es hatte sich überall Kohlenoxyd gebildet. — Die unterste Grenze für die Erkennung von Kohlenoxyd durch Blut ist dann, wenn die Gase nur noch 0.025% Kohlenoxyd enthalten.

*) 1 m³ Sauerstoff kann aus der genügenden Menge Coaks nur 1 m³ Kohlenäure, aber 2 m³ Kohlenoxyd bilden.

Bei Durchleitung von mindestens 10 Liter Gasen bekommt man dann noch eine schwache Reaction. Um eine Minimalgrenze für die Menge des produzierten Kohlenoxydes zu erlangen, nehmen wir diesen Gehalt von 0.025% in 10 Liter Sauerstoff an, d. i. 2.5 cm³ Kohlenoxid aus 1 gr Coaks oder 500.000 cm³ aus 200 kg Coaks, welchen wir als Verbrauch pro Durchfahrt rechnen.

500.000 cm³ = 1/2 m³ auf einen Tunnelraum von 250.000 m³ bezogen ist 0.0002% Kohlenoxydbereicherung der Tunnelluft pro Durchfahrt.

Nach den erwähnten 25 Durchfahrten, nach welchen wir eine einmalige Reinigung der Tunnelluft durchschnittlich annehmen, ist der mindestens zu erwartende Kohlenoxydgehalt der Tunnelluft demnach 0.005%.

Gegen diesen Gehalt an Kohlenoxyd in der Tunnelluft lässt sich unter Beibehaltung des jetzigen Brennmaterials gar nichts machen. Dieser Kohlenoxydgehalt wäre aber auch gar nicht bedenklich. Auch die Concentration desselben aus Ursache von Wetterströmungen zu 0.01 und höchstens 0.02% in sehr seltenen Fällen, ist noch immer nicht bedenklich. — Schwache Aeusserungen auf das Allgemeinbefinden treten erst bei 0.03% ein, steigern sich aber dann bei Verzehnfachung des Kohlenoxydgehaltes zu schwereren Symptomen (0.3%).

Unsere Zahlen sind Minimalzahlen und im praktischen Betrieb muss darauf hingearbeitet werden, denselben nahe zu kommen, d. i. der Kohlenoxydbildung keinen Vorschub zu leisten.

Kohlenoxyd bildet sich in folgenden Fällen:

a) Wenn Kohlensäure durch oder über glühende Kohle streicht (durch Reduction).

b) Wenn Wasserdampf durch oder über glühende Kohlen streicht (durch Wasserzersetzung.)

Im Falle a) wird sich um so mehr Kohlenoxyd bilden, je concentrirtere Kohlensäure sich in der Feuerung bildet, d. i. je langsamer der Zug ist, und eine je grössere Oberfläche glühender Kohlen sich der Kohlensäure darbietet.

Poröse und hochgeschichtete Kohlen bieten demnach die grösste Reductionsfläche; daraus ergibt sich neben practischen Heizgrundsätzen, z. B. gutem Zug, niedriger Brennstoffschüttung, ein günstiges Brennmaterial auszuwählen.

Es werden jene Coaks unter gleichen Umständen am wenigsten Kohlenoxyd bilden, welche am wenigsten porös, am dichtesten und härtesten sind.

Im Falle b) wird sich um so mehr Kohlenoxyd bilden, je mehr Wasserdampf mit dem glühenden Material in Berührung kommt und je poröser dasselbe ist. — Neben bereits Berücksichtigtem wird man demnach bedenken, dass man die Coaks nicht vom Regen durchnässen, und in der Feuerung selbst keinen Dampf zur Zugverbesserung einströmen lassen soll.

Es werden demnach jene Coaks in der Verwendung vorzuziehen sein, welche die wenigste Feuchtigkeit und wasserbildenden Wasserstoff enthalten. — Wir müssen geradezu behaupten, dass der Wasserdampf, welcher aus wasserstoffreichen und feuchten Coaks entwickelt wird, den schädlichsten Einfluss auf die Zusammensetzung der Tunnelluft nimmt, indem er zur Erzeugung von riesigen Mengen Kohlenoxyd Anlass gibt.

Wir führen beispielsweise folgende Analysen von Gasen an, welche wir durch künstliche Einwirkung von Wasserdampf auf glühende Coaks erhielten.

Coaks	.	.	.	I.	II.	III.	IV.	V.
Kohlenoxyd	.	.	.	22.1	30.3	19.7	20.4	20.4

Die Differenz zu 100 bilden stets circa 50% Wasserstoff, dann Kohlensäure und Stickstoff.

Durch vermehrte Gluth erhöht sich die Kohlenoxydziffer in allen Fällen auf nahezu 50% und man hat dann im Kleinen ein förmliches Modell einer Wassergasfabrik; bei dunkler Rothgluth (500° C) verschwindet das Kohlenoxyd fast ganz und lauter Kohlensäure tritt auf. Dieses Mittel zur Herabminderung der Kohlenoxydbildung können wir natürlich nicht in Vorschlag bringen, weil dann die Verdampfungskraft des Brennmaterials mehr wie 2/3 verlieren würde. Es ist aber auch nicht nötig; denn mit der Unterdrückung des Wassergehaltes in den Coaksarten (durch trockenes Lager) verschwindet die zuletzt beschriebene Ursache der Kohlenoxydbildung vollständig.

Zum Nachweis des Gesagten führten wir folgenden Versuch aus:

Um vollständig gleiche Versuchsbedingungen zu erzielen, wurden Durchschnittsproben der untersuchten Coaksmuster zerkleinert und durch Doppelsiebe jene Körnchen isoliert, welche zwischen 1—2 mm Durchmesser hatten. Mit diesem Coakssand wurden Röhren von 1 m Länge und 1.5 cm lichtem Durchmesser beschickt. Die Länge der Coaksschicht betrug 50 cm die Röhren wurden in einem Ofen zur Gluth erhitzt und in einer Versuchsreihe trockene Luft, in einer zweiten Sauerstoff im schnellen Strom hindurchgeleitet.

Die Länge der Coaksschicht repräsentierte hierbei die Schutthöhe in der Locomotivfeuerung.

Die Kohlenoxydbildung musste im Vergleich zu der natürlichen durch die Versuchsordnung potenziert erscheinen; eben aus diesem Grunde gewähren die Resultate einen guten ziffermässigen Einblick in die Verhältnisse, welche die gebildeten Kohlenoxyd-Quantitäten bestimmen.

Bei Durchleitung eines Luftstromes zeigte sich in den Abzugsgasen nach 5 Minuten:

Coaks Nr.	I	II	III	IV	V
Kohlenoxyd	4.4	3.2	2.8	2.4	2.4
Kohlensäure und schweflige Säure	20.4	21.6	20.9	20.5	19.4
Sauerstoff	—	—	0.4	—	—
Stickstoff	75.2	75.2	76.0	77.1	78.2

Nach weiteren 15 Minuten zeigte sich:

Coaks Nr.	I	II	III	VI	V
Kohlenoxyd	2.0	2.0	2.2	1.8	1.8
Kohlensäure und schweflige Säure	20.2	20.4	20.0	22.2	21.0
Sauerstoff	—	—	—	—	—
Stickstoff	77.8	77.6	77.8	76.0	77.2

Nach Verlauf einer Stunde zeigte sich:

Coaks Nr.	I	II	III	IV	V
Kohlenoxyd	1.9	2.1	2.0	1.6	1.5
Kohlensäure und schweflige Säure:	18.8	18.7	19.0	19.6	19.4
Sauerstoff	—	—	—	—	—
Stickstoff	79.3	79.2	79.0	78.8	39.1

In dem Masse, als sich die Coaksfüllungen mehr und mehr ausglühen, also an Wasser und Wasserstoff verloren, gieng, wie man sieht, auch die Kohlenoxydbildung zurück; — man sieht auch, dass die Cokesmuster IV und V als die dichtesten und wenigst porösen relativ immer weniger Kohlenoxyd lieferten, wie die porösen Muster I und II.

Um den Unterschied zwischen weichen und harten Coaks einerseits, porösen und dichten Coaks andererseits noch eclatanter zu zeigen, glühten wir auch Holzkohle unter denselben Modalitäten.

Es wurde nur Kohlenoxyd bestimmt.

Ein Gasprobe enthielt nach	5 Minuten,	15 Minuten	1 Stunde
Kohlenoxyd	31.3%	28.8%	25.8%

also bei weitem mehr als Coaks zu liefern pflegten.

Wir nahmen nun Versuche im Sauerstoffstrom vor:

Auch diese Versuche ergaben, wie die vorigen, dass eine 50 cm lange, glühende Coaksschicht im Stande sei, allen Sauerstoff zu absorbieren. Es ist daher in einer Dampfkesselfeuerung vorzugsweise nur 1 Theil des über die glühenden Kohlen hinwegstreichenden Sauerstoffes, welcher unverbrannt in den Rauchgasen wieder erscheint, viel weniger der durch den Rost streichende Sauerstoff.

Die folgenden Beispiele sind wieder darnach angethan, zu beweisen, dass eine hohe Kohlen-schüttung, poröse Kohle und Wasserstoffgehalt das Kohlenoxyd vermehren.

Im Vergleiche zu früheren Versuchen tritt in Folge hoher Verbrennungstemperatur auch relativ mehr Kohlenoxyd auf:

Coaks Nr.	I	II	III	IV	V
Kohlenoxyd nach 5 Minuten	8.4	6.2	4.4	3.9	3.8
1 Stunde	2.6	2.7	2.4	1.9	2.2

Classification der Coakssorten.

Im Sinne der ganzen vorstehenden Abhandlung haben wir die Bildung von Wasserdampf und Kohlensäure als hauptsächliches Verbrennungsproduct von Coaks als Classificationsmoment nicht benützt. Der Wasserdampf sättigt die Tunnelluft mit Feuchtigkeit und setzt so die Transpiration der sich im Tunnel befindlichen Menschen herab, was für deren Allgemeinbefinden von Einfluss ist. Die Kohlensäure verschlechtert mechanisch die Tunnelluft; aber beide Uebelstände können durch eine zweckentsprechende Auswahl der Coaksart nicht behoben werden, demnach blieben zur Beurtheilung nur die in der voranstehenden Abhandlung gekennzeichneten Grundsätze der Bildung von Kohlenoxyd, Kohlenwasserstoffen, und anderen organischen Verbindungen, schwefliger Säure und Ammoniak übrig.

Es konnte sich nur in der Praxis leicht ergeben, dass die Coaksarten, nach jedem der aufgestellten Grundsätze besonders beurtheilt, eine verschiedene Rangierung erfahren hätten.

So müssen wir die Auswahlprinzipien selbst nach ihrer Wichtigkeit anwenden und zwar wie folgt:

Am wichtigsten ist der Wassergehalt¹⁾, wobei auch der Wasserstoff einzureihen ist (durch Multiplizieren mit 9), sodann folgt als Wahlmotiv der Wasserstoffgehalt²⁾, hierauf an Wichtigkeit die Dichte und Härte³⁾ der Coaksmuster.

In der Reihe der Wichtigkeit steht der Schwefelgehalt⁴⁾ in letzter Linie — (letzteres hauptsächlich aus dem Grunde, weil die gebildete schweflige Säure aus der Tunnelluft auch ohne Luftwechsel sehr rasch durch Oxydation und Absorption durch die feuchten Tunnelwände aus demselben entfernt wird).

In folgenden Gruppierungen ist jede vorgenannte Coaksnummer besser als die nachfolgende:

Rangierung nach Auswahlprincip A					
Wasserbildungsvermögen					
Coaks Nr.	(IV,	III,	V,	(II,	I)
Rangierung nach Auswahlprincip B					
Wasserstoffgehalt					
Coaks Nr.	(V,	IV,	III,	II,	I
Rangierung nach Auswahlprincip C					
Dichte und Härte					
Coaks Nr.	(V,	IV,	III,	II,	I
Rangierung nach Auswahlprincip D					
Schwefelgehalt					
Coaks Nr.	III,	(IV,	V,	I,	II.

Die Klammern, welche zwei Nummern umschliessen, bedeuten, dass der Classificationsunterschied zwischen den beiden Sorten so gering ist, dass er nicht in Betracht gezogen zu werden braucht.

Wie vorausgesetzt, waren die vier Classificationsreihen heterogen ausgefallen.

Allein da jede vorausgehende Reihe wichtiger ist, wie die nachfolgende, so kann man noch immer ein sicheres Endurtheil abgeben.

Coaks Nr. IV sind in Reihe A concurrenzlos, in Reihe B und C mit V gleichberechtigt; es wird deshalb, unbeschadet dass Nr. IV in Reihe D nur den zweiten Platz einnimmt, Nr. IV sicher als dasjenige Muster bezeichnet werden können, welches die wenigsten schädlichen Gase entwickelt, also für den gewünschten Zweck (I. Rang) das beste ist.

Schwieriger zu bestimmen ist, welchem Muster der zweite Rang gebührt.

Coaksmuster Nr. III ist zwar in Reihe A an zweiter Stelle stehend, allein es unterliegt in Reihe B und C gegenüber Muster V und sein Vorrang in Reihe D ist sehr bescheiden. Es macht ferner das Muster einen sehr ungleichartigen Eindruck, denn es besteht zu Hälfte aus sehr mürben, porösen, zum Theil aus dichten, harten Coaks von sehr verschiedenem Glanz und Aussehen.

Aus diesem Grunde allein würden wir Muster V dem Muster III vorziehen. Wenn aber unser Vorschlag angenommen wird, die im Tunnelbetrieb zur Verwendung gelangenden Coaks nur ganz trocken zu gebrauchen, also mit möglichst wenig Wasser zu löschen und eventuell austrocknen zu lassen und vor Regen zu bewahren, dann fällt dieses Auswahlprincip ganz weg; die Reihe A ist dann nicht mehr zu berücksichtigen und Coaksmuster Nr. V ist dann unbestritten dasjenige, welches gleich nach IV genannt werden kann (2. Rang); den III. Rang kann Muster III einnehmen, der IV. Rang gebührt in der Schlussreihe dem Muster II, trotzdem es in der Reihe D hinter Nr. I steht, den letzten (5.) Rang nehmen als schlechteste Coaks Muster Nr. I ein.

Die uns zur Untersuchung übergebenen Coaksmuster sind aus allen angeführten Gründen, wenn es sich darum handelt, die Luft im Tunnel möglichst zu schonen, in folgender Weise als zu Betriebszwecken tauglich zu classificieren.

1. Rang:	Coaksmuster	IV	(Oberschlesische)	(St. Anton)
2. "	"	V	"	(Langen)
3. "	"	III	Littitzer	(Langen)

¹⁾ Auswahlprincip A.

²⁾ Auswahlprincip B.

³⁾ Auswahlprincip C.

⁴⁾ Auswahlprincip D.

4. Rang	Coaksmuster	II	Nezwestiz	(Langen)
5. "	"	I	"	(St. Anton)

Nr. IV ist am meisten, Nr. V weniger, Nr. III bedeutend weniger, Nr. II und I am wenigsten tauglich.

In Bezug auf den Heizwert, Verdampfungsfähigkeit etc. wurden keine Versuche angestellt; doch ergibt schon die chemische Analyse und die gleichartige Natur des Brennmaterials, dass der Unterschied gar nicht in Betracht kommt.

Muster Nr. IV dürfte um 3% und, wenn es getrocknet ist, um 5% höhere Effecte geben als die anderen, so dass auch in dieser Richtung unsere Classification der Coaksmuster keinem Anstand unterliegt.

Heizvorschriften

Die Auswahl zweckentsprechender Coaks wird vollständig illusorisch, wenn das Material schlecht behandelt wird. — Der Fehler kann schon in der Coaksbrennerei geschehen. Wenn die glühend ausgeschargten Coaks mit Wasser abgeschreckt werden, dann kann leicht des Guten zuviel geschehen.

Sie saugen sich voll Wasser und es ist besonders bei den guten, dichten Coaks schwer, dieses wieder zu entfernen.

Wenn es angeht, die fertigen Coaks je nach der Construction der Coaksöfen auf letzteren oder durch deren Abhitze scharf zu trocknen, wäre es jedenfalls ein ausserordentlicher Vortheil; im anderen Falle ist eine Einlagerung zu Trocknungszwecken wünschenswert.

Ein Schutz vor Regen ist dringend geboten, weil nasse Coaks eine Hauptquelle der Kohlenoxydbildung sind (durch Wassergasbildung).

Auf dem Roste der Locomotive soll niemals zuviel Brennmaterial liegen; es soll dort flach ausgebreitet und nicht hochgeschichtet sein, sonst tritt ebenfalls vermehrte Kohlenoxydbildung ein.

Weder auf noch unter die glühenden Coaks darf Dampf geblasen werden. Der Dampf zur Zugsanfachung darf erst hinter den glühenden Coaks in die bereits verbrannten Rauchgase geblasen werden. — Bei Einhaltung aller dieser Bedingungen wird es gelingen, die Kohlenoxydbildung und Entwicklung von schädlichen Gasen auf das möglichste Minimum zu beschränken, und wir können nur hoffen, dass dieses Minimum gering genug sein wird, um sich nicht mehr bemerkbar zu machen.

Wir sind am Ende der uns gestellten Aufgabe.

Wir können über den Rahmen der uns gestellten Aufgabe nicht hinausgreifen, fühlen uns aber zu der Bemerkung verpflichtet, dass wenn die bei Coaks erreichbare Minimalentwicklung an schädlichen Gasen noch immer nicht als minimal genug empfunden wird, es möglich erscheint, durch zerstäubten Theer (wie in Gasfabriken) Petroleumspray etc. vollkommen ungiftige Heizgase zu erzeugen.

Diese Heizmethode würde jedoch constructive Aenderungen an den Locomotiv-Feuerungen und neue Studien nothwendig machen, welche erst dann zur Erwägung reif wären, wenn wieder alles Erwarteten die vorgeschlagene Coakswahl und Heizweise nebst örtlichen Vorkehrungen nicht im Stande sind, die schädlichen Gase im Tunnel auf ein unschädliches Minimum herabzudrücken.

Chemisch-Mikroskopisches Laboratorium für medizinische, hygienische und technische Untersuchungen von Dr. M. und Ad. Jolles.

Dr. M. und Ad. Jolles m. p

II. Gutachten.

Chemisch-mikroskopisches Laboratorium für medizinische, hygienische und technische Untersuchungen von Dr. M. und Dr. Ad. Jolles.

Lauf. Z. Nr. 3915
Haupt.-J. Nr. 738
Spec. Nr. 93 c

Wien, am 5. September 1891.

Gutachten über die Luftuntersuchungen im Arlbergtunnel.

Als Einleitung zu dem nachfolgenden Gutachten über die Luftverhältnisse im Arlbergtunnel erlaubt sich das gefertigte Laboratorium einer löblichen k. k. Eisenbahn-Betriebs-Direction über die an Ort und Stelle ausgeführten Untersuchungen einen Bericht zu erstatten, welcher den Plan der Untersuchung und die Thätigkeit der dorthin Delegierten enthalten soll.

Mit der Untersuchung wurden vom chemisch-mikroskopischen Laboratorium der Vorstand der chemischen Abtheilung, Herr Dr. Adolf Jolles, und unser 1. Assistent, Herr Eduard Wild, absolvirter Chemiker der Wiener Technischen Hochschule, betraut.

Am 6. April 1891 hatte sich der Vorstand des chemisch-mikroskopischen Laboratoriums, Herr Dr. Ad. Jolles, dem Vorstande der k. k. Eisenbahn-Betriebs-Direction in Innsbruck vorgestellt und den Plan der Untersuchung im Arlbergtunnel bekannt gegeben.

Von Seiten des Herrn Oberinspectors wurden sofort die nötigen Vorbereitungen für die Untersuchung getroffen, so dass am nächstfolgenden Tage mit den Arbeiten begonnen werden konnte.

Als Commissionsmitglieder während der ganzen Untersuchungsdauer fungierten: Herr Inspector Rother, Streckenchef Herr Breymann, Ingenieur Herr Fritz und der Vorstand des Heizhauses in Laudeck Herr Pauly.

Die Untersuchungen, welche wir durchführten, sind in 2 Gruppen getheilt, wovon in die erste Gruppe alle jene Untersuchungen fallen, die an Ort und Stelle, in die zweite Gruppe jene Untersuchungen, welche im Laboratorium ausgeführt wurden.

Die im Tunnel selbst vorgenommenen Bestimmungen waren folgende: 1. Bestimmung der Windrichtung, 2. Bestimmung der Temperatur, 3. Bestimmung des Barometerstandes, 4. Bestimmung der Feuchtigkeit, 5. Bestimmung des Ozongehaltes, 6. Nachweis von Kohlenoxydgas, 7. Nachweis von schwefliger Säure, 8. von Schwefelwasserstoffgas und 9. Ermittlung des Kohlensäuregehaltes an jedem Kilometerpunkte, als auch in der bei jedem Kilometer befindlichen Kammer. 10. Studien über die Einwirkung der Tunnelluft auf sehr empfindliche Versuchsthiere (weisse Mäuse).

Um für das Gutachten ein weiteres Material zu sammeln, wurden noch folgende im Laboratorium ausgeführte Untersuchungen vorgenommen.

1. Analysen der Tunnelwässer, welche an verschiedenen Stellen entnommen wurden.
2. Analysen von Rauchgasen.
3. Untersuchung des Eisenmaterials im Tunnel, um die Ursachen der rapiden Zerstörung desselben eruieren zu können.

4. Analyse des Cementverputzes.

5. Analysen der in Verwendung stehenden Steinkohlen.

Die Untersuchung wurde am 7. April 1891 von St. Anton aus in Gegenwart der früher genannten Commissionsmitglieder begonnen.

Bei jedem Kilometerpunkte wurden Windrichtung, Temperatur, Barometerstand, Feuchtigkeit beobachtet und der Kohlensäuregehalt sowohl im Tunnel selbst, wie in der Kammer bestimmt. — Die Versuchsthiere wurden an bestimmten Punkten des Tunnels der Einwirkung der Tunnelatmosphäre ausgesetzt.

Am zweiten Versuchstage wurden die Kohlensäurebestimmungen an allen Kilometerpunkten und Kammern wiederholt.

Unmittelbar vor und nach der Durchfahrt der Züge wurden Kohlensäurebestimmungen, sowie Versuche zum Nachweise von Kohlenoxydgas vorgenommen.

Um auch andere schädliche Gase, wie schweflige Säure und Schwefelwasserstoffgas, nachzuweisen, wurden an sämtlichen Kilometerpunkten und in den Kammern empfindliche Reagenspapiere angebracht, ebenso zur Bestimmung des Ozongehaltes.

Am dritten Versuchstage wurden wieder Windrichtung, Temperatur, Barometerstand, Feuchtigkeit, sowie Kohlensäuregehalt an allen Kilometerpunkten und Kammern zur Controle bestimmt.

Sämtliche Reagenspapiere wurden beobachtet und die Veränderungen derselben constatirt. Die dreitägige Einwirkung der Tunnelluft auf die Versuchsthiere wurde ebenfalls beobachtet.

An diesem Tage wurden von dem im Tunnel befindlichen Wasser Proben genommen und zur weiteren Untersuchung an das Laboratorium abgesandt.

Zur genauen Ermittlung der Zusammensetzung der Tunnelluft wurde eine vorschriftsmässig entnommene Probe derselben in einem dicht verschlossenen Gefässe aufbewahrt und im Laboratorium genau untersucht.

Um über die Verwendbarkeit der im Tunnel verwendeten Heizmaterialien Aufschluss zu erhalten, wurden an demselben Tage im Heizhause zu Landeck 3 Maschinen mit folgendem Brennmaterial geheizt:

- Nr. 1 mit Lititzer und Miröschauer Coaks,
- Nr. 2 „ Coaks Nr. IV und V,
- Nr. 3 „ „ Nr. I, II und III (Lititzer Coaks).

An Ort und Stelle wurden von allen drei Maschinen Rauchgasproben entnommen und darin Kohlensäurebestimmungen gemacht.

Zur genaueren Analyse der Rauchgase wurden von allen 3 Maschinen Proben in gut verschlossenen Flaschen aufbewahrt und zur weiteren Untersuchung dem Laboratorium zugestellt.

Hier fanden unsere Untersuchungen an Ort und Stelle einen Abschluss und sind sämtliche Resultate im Anhange unseres Gutachtens tabellarisch zusammengefasst. (Beilagen XXXIII—XXXVII).

Wir haben das umfangreiche Untersuchungsmaterial in extenso in unserem nachfolgenden Gutachten verarbeitet und geben der Hoffnung Raum, dass bei sorgfältiger Berücksichtigung unserer gutachtlichen Aeusserungen es möglich sein werde, 1. die Luftverhältnisse im Arlbergtunnel auch in hygienischer Hinsicht günstig zu gestalten, 2. das im Tunnel vorhandene Eisen und Holzmaterial vor weiteren rapiden Zerstörungen zu schützen.

I. Abschnitt.

Generalearakteristik der Tunnelluft.

Das Untersuchungsmateriale, welches wir aus unserer dreitägigen Inspection des Arlbergtunnels etc. gewonnen haben, findet sich in seiner Gänze am Ende unseres Berichtes tabellarisch zusammengestellt.

Die Verarbeitung dieses Ziffernmateriales, sowie der in unserem Laboratorium ausgeführten Analysen, ihre Interpretation und die Heranziehung derselben zur Wahl praktisch brauchbarer Vorschläge sind der Hauptinhalt unseres Gutachtens.

die Temperaturaufnahmen erfolgten. An jedem Kilometerpunkte ist die entsprechende Temperatur durch eine entsprechende Ordinate angedeutet.

Die Curve zeigt an, dass an verschiedenen Stellen des Tunnels eine sehr verschiedene Temperatur herrscht, und zwar sieht man, dass die Temperatur am 1. Tage der Inspection vor dem Portale in Langen sehr niedrig ($+ 1.6^{\circ}$ C.) war, während sie gegen die Mitte des Tunnels zu allmählig bis auf 13.2° C. anstieg, dann bis über $\frac{2}{3}$ des Tunnels hinaus nahezu constant blieb, ($12.8, 13.0, 12.4, 11.3$). um dann kurz vor dem Portale St. Anton jäh abzustürzen und in die äussere Lufttemperatur (4.2° C.) überzugehen.

Am 2. Tage wurden keine Temperaturbestimmungen gemacht.

Am 3. Tage waren die Verhältnisse analog, trotzdem eine Zeit lang Ostwind geherrscht hat.

Da die Temperaturerhöhung in den einzelnen Tunnelabschnitten ihre Quelle nur in der Erdwärme, welche in geringen Tiefen stets gleich der mittleren Jahrestemperatur des betreffenden Ortes ist und in der Wärmeabgabe der Locomotivfeuerungen haben kann, erstere aber constant ist, so ist die Temperaturverschiedenheit in den einzelnen Abschnitten lediglich auf die verschieden hohe Erwärmung derselben durch die hindurch fahrenden Locomotiven zurückzuführen.

Auf Grund dieser Betrachtungen lassen sich die Temperaturziffern zu einer Berechnung dahin herziehen, welcher Luftabschnitt im Tunnel am längstens in demselben verweilt habe, respective in welchem Luftabschnitte bereits das meiste Brennmaterial verbrannt worden ist. Je höher an einem Orte die Temperaturdifferenz gegen aussen ist, desto länger hat die Luft dieses Ortes im Tunnel gesteckt.

So sieht man bei dem ersten Blick auf die Curve, dass sich die heisseste also älteste Luft in der Osthälfte des Tunnels, zwischen dem 2. und 5. Kilometer befindet, sowohl am 1. Tage bei Westwind, wie am 3. Tage bei Ostwind.

Ganz im Osten natürlich, in der Nähe des Portales St. Anton, macht sich bereits der Einfluss der äusseren Temperatur geltend, indem vom Portale aus auf der Thalsohle kalte Luft als Sekundärströmung einstreicht und die Tunnelluft etwas mit frischer kalter Luft mischt.

Aus der Temperaturcurve sieht man besonders deutlich das ganz allmähliche Anwachsen der Tunneltemperatur auf der Strecke zwischen Langen und dem Höhenpunkte des Tunnels (H). Der Tunnel hat hier 15% Steigung, die Coaksverbrauchsliste weist für diese Strecke einen sehr grossen Brennstoffaufwand nach, daher ist es auch erklärlich, dass die Temperaturcurve an dieser Stelle ganz besonders steil ist und scharf darauf hinweist, wie die von Westen in den Tunnel eintretende Luft Train auf Train begegnet, immer wärmer wird, dann am Scheitel des Tunnels bei H das Maximum erreicht, hierauf eine lange Strecke hindurch nahezu constant bleibt und plötzlich wieder Aussen-temperatur annimmt.

Unserer Erklärung zufolge sollte die Tunneltemperatur in der Richtung von H nach St. Anton noch weiter steigen, wenn auch bei Weitem schwächer, allein da dieser Theil des Tunnels nahezu horizontal ist, so wird an dieser Strecke weniger Locomotivdampf produziert, also die Luft weniger geheizt, als auf vorerwähnte Strecke. Gleichzeitig ist zu berücksichtigen, dass die Tunnelwände, wenn auch in geringem Grade wärmeentziehend wirken, und sich ausserdem der Einfluss der secundär von St. Anton zuströmenden kalten Luft geltend macht.

Wie gross die Differenz in der Wärmeproduktion auf der Steilstrecke im Vergleich zu der Wärmeproduktion auf der Flachstrecke ist, geht aus der Coaksverbrauchsliste hervor. Ein Lastzug braucht bergauf 400 Kg Coaks, bergab durch den Tunnel 150 Kg. Bergauf werden in einem Tage 2900 Kg Coaks, bergab 875 Kg Coaks verbraucht.

Nachdem wir nun genügend erläutert haben, dass

1. die Steilstrecke Langen bis H die wärmeproduzierende Strecke par excellence ist, 2. die erwärmte Tunnelluft in die Höhe steigt zum Tunnelscheitel H, 3. die warme Tunnelluft nur mit Widerstreben den Scheitelpunkt verlässt, um nach St. Anton abzustiegen, wollen wir noch darauf aufmerksam machen, dass aus der mittleren Temperatur der Tunnelluft im Verein mit den bekannten Tunnellängen- und Querschnittsziffern, sowie der verbrauchten Coaksmengen etc. sich berechnen lässt, wie oft sich beiläufig die Luft an einem Tage im Tunnel vollständig erneuert.

Berechnung:

Tunnellänge	.	.	.	.	.	10.250 m
Querschnitt des Tunnels	.	.	.	.	.	41.13 Quadratmeter
Daher innerer Luftraum	.	.	.	.	.	421.582 m ³ .

Derselbe hatte ursprünglich am Tage des Versuches die mittlere Aussentemperatur von 2.9° C., während des Durchganges der Luft durch den Tunnel wurde dieselbe durch Erdwärme + Locomotiv-

hitze zuerst auf die Temperatur der äusseren (8° C.) und dann durch die Locomotivhitze allein bis auf die mittlere Tunneltemperatur von circa 10.5° C. angewärmt.

Diese letztere Temperaturerhöhung der Tunnelluft geschieht ausschliesslich auf Kosten der Locomotivhitze, und zwar von jenen 3775 Kg Coaks (à circa 83 % Kohlenstoff), welche im Tunnel täglich verbrannt wurden, und welche dabei approximativ $3775 \times 0.83 \times 8080 = 2,519.546$ Calorien erzeugen.

Unter der Annahme, dass alle diese Wärme zur Erhöhung der Tunnellufttemperatur über die Temperatur der Erdwärme (circa 8° C.) verwendet wird, d. i. eine Temperaturerhöhung von $10.5 - 8^{\circ}$ C. = 2.5° C. in der Tunnelluft hervorruft, lässt sich die Zahl der Kubikmeter Luft berechnen, welche im Maximum an den Versuchstagen pro Tag den Tunnel passierten.

Im Tunnel sind 421.582 m^3 Luft. Jedes m^3 dieser Luftmenge würde durch die 2,519.546 Calorien, welche täglich erzeugt werden, $\frac{2,519.546}{421.582}$ Calorien = circa 6 Calorien profitieren, welche sich als Temperaturerhöhung äussern würden.

Um einen Cubikmeter Luft um 1° C. zu erhöhen, sind circa 0.25 Calorien nötig, daher würden die 6 Calorien pro m^3 zu einer Temperaturerhöhung von $\frac{6}{0.25} = 24^{\circ}$ C. über die örtliche Erdwärme hinaus Veranlassung geben, unter der einen Bedingung, dass die Tunnelluft während eines Tages nur einmal im Tunnel wechseln würde.

Thatsächlich ist nur eine Temperaturerhöhung der Tunnelluft um circa 2.5° C. über die Erdwärme (mittlere Jahrestemperatur) constatirt worden, also eine circa 10 mal geringere Erhöhung. Es involviert dies, dass der Luftwechsel im Tunnel nicht 1 mal, sondern 10 mal im Tage stattgefunden haben müsse; d. h. die $2\frac{1}{2}$ Millionen tägliche Calorien sind nicht dem einmaligen Quantum von 421.000 m^3 Luft zugute gekommen, sondern einem circa 10 mal grösseren Luftquantum.

Die ganze vorstehende Berechnung geschah unter der Voraussetzung, dass das Wärmeentziehungsvermögen der Tunnelwände gleich Null sei und dass die Erdwärme ausschliesslich die Erwärmung der Tunnelluft auf die Normaltemperatur von 8° C. (die Zahl schwankt in Mitteleuropa nur zwischen $7-8^{\circ}$) bewirkt habe.

Die Einführung dieser und aller anderen unberechenbaren Correcturen bewirken gemeinsam eine Veränderung obigen Resultates nur in der Richtung, dass die Zahl für den täglichen Luftwechsel bedeutend kleiner ausfällt.

Es ist daher die Annahme der 10 maligen täglichen Lüfterneuerung weit davon entfernt, den Thatsachen zu entsprechen, es ist vielmehr klar, dass die Zahl bei Weitem zu hoch gegriffen ist.

Die obige Berechnung wurde auch gar nicht zu diesem Zwecke ausgeführt, sondern bezweckt blos, eine Maximalzahl zu finden, auf welche sich mit Sicherheit neue Schlüsse aufbauen liessen. Und thatsächlich lässt sich aus dieser Maximalzahl mit Sicherheit ableiten, dass sich im Arlberg ein grossartiger Absorptionsprozess vollzieht.

Es lässt sich daraus ableiten, im Zusammenhange mit den in der Tunnelluft beobachteten Kohlensäureziffern, dass nahezu die ganze Kohlensäure, welche aus den Locomotivschornsteinen entweicht, durch den sich gleichzeitig condensierenden Locomotivdampf und die feuchten Tunnelwänden absorbiert wird.

Man sehe zum Beweise des Gesagten auf die graphischen Darstellungen der Kohlensäurebestimmungen (Beilage XXXIV) und auf die in den Tabellen zusammengestellten Untersuchungsergebnisse. Die Grundlinie bedeutet wieder den Tunnelverlauf; derselbe ist in 10 Theile getheilt, entsprechend den 10 Kilometerpunkten im Tunnel. Die Länge der senkrechten Ordinaten veranschaulicht den jeweilig am Orte gefundenen Kohlensäuregehalt. 3775 kg täglich verbrannter Coaks im Tunnel à 1.666 m^3 Kohlensäure-Reproduction liefern im Tage 6289 m^3 Kohlensäure.

Da nach der vorhergehenden Maximalberechnung an diesem Tage eine 10 malige Tunnellufterneuerung stattfand, so wurde mit den 6289 m^3 Kohlensäure höchstens $10 \times 421.582 \text{ m}^3$ Luft gesättigt, was einen Percentsatz von $\frac{6289 \times 100}{421.582} = 0.14\%$ an Kohlensäure als Minimalgehalt entsprechen sollte, d. h. der Kohlensäuregehalt, welcher bei der thatsächlichen Kohlensäurebestimmung der Tunnelluft erwartet wurde, sollte demnach mindestens 0.14 durchschnittlich sein. Unter der Annahme, dass die Lüfterneuerung wahrscheinlich weniger als fünfmal vor sich geht, sollte der Kohlensäuregehalt sogar das Doppelte und mehr betragen.

Anstatt dessen zeigte sich am 1. Tage (Beilage XXXIV) ein Durchschnittsgehalt der Tunnelluft an Kohlensäure von 0.02% , am 2. Tage 0.037% , also um den 4.—7. Theil weniger als der berechneten Kohlensäuremenge entspricht.

Am 3. Tage war der mittlere Kohlensäuregehalt 0·10%, oder an diesem Tage (bei Ostwind) war die mittlere Tunneltemperatur 12·2°C, die Austrittstemperatur der Tunnelluft 14—15°C, die Temperaturerhebung über die Erdwärme 5°—7°C, was einen höchstens 3—5 maligen Luftwechsel des Arlberg隧nells an diesem Tage involvierte, also einen Minimalkohlensäuregehalt von 0·47—0·30% voraussetzen liess.

Wenn auch diese Berechnung der Luftverhältnisse im Arlberg隧nel am 3. Versuchstage — mangels genügend zahlreicher Versuchsdaten — innerhalb der Grenze 0·47—0·30 als Minimum für Kohlensäure schwankt, so zeigt sie doch zur Genüge, dass auch am 3. Tage die thatsächlich beobachtete Kohlensäureprocentzahl von 0·10 im Mittel um mehr als das Dreifache unter dem berechneten Kohlensäureminimum zurückblieb.

Diese an drei verschiedenen Tagen beobachtete Erscheinung lässt in ihrer Deutung keinen Zweifel zu.

Da die berechneten Kohlensäuremengen ohne Zweifel durch die Locomotivheizungen erzeugt werden, in der Tunnelluft sich jedoch ein grosses Manco an dem Gehalte an Kohlensäure constatieren liess, so musste die grössere Menge der produzierten Kohlensäure durch einen selbstthätig wirkenden Reinigungsprocess der Luft entfernt worden sein.

Ein Blick auf die drei Kohlensäurecurven lehrt auch, dass knapp nach der Durchfahrt eines jeden Zuges in der Luft ein bedeutendes Anschwellen des Kohlensäuregehaltes stattfand.¹⁾

Es drückt sich dies in den Kohlensäurecurven durch eine grosse Zacke aus, an allen Stellen, wo während der örtlichen Messungen plötzlich ein Zug die Untersuchungsstelle passierte.

Aber schon am nächsten Kilometerstein war der Kohlensäuregehalt bis auf sein gewöhnliches Niveau zurückgesunken; in der kurzen Zeit des Weges von einem Kilometerpunkte bis zum nächsten, ist die Kohlensäurerelle — wenn wir so sagen dürfen, — welche den Tunnel durchschreiten sollte, verflacht und ist verloren gegangen.

Wir können mit Fug und Recht annehmen, dass der sich condensierende Locomotivdampf und die feuchten Tunnelwände die fehlende Kohlensäure allmählig absorbiert und sich als kohlensäurehaltiges Wasser niederschlagen haben.

Es ist dies freilich nur eine Annahme, aber in Ermangelung jeder anderen nur denkbaren Ursache erhebt sich diese Annahme zur Gewissheit.

Und auf Grund dieser Thatsache wird es, wie wir hier schon nebenbei erwähnen, verständlich, dass das Schienenmaterial des Tunnels mit so schnellem Schritte seiner Zerstörung entgegengeht, denn wie die Analysen vom Schienenrost im Arlberg隧nel zeigen, ist es neben dem vollständig ¹⁾ Schwefelsäure oxydierten Schwefel der Coaks, der sich in allen Tunnelmaterialien wiederfindet²⁾, besonders die darin enthaltene Kohlensäure, welche die bekannte Contactwirkung bei der Rostbildung am blanken Eisen entfaltet.

Die Kohlensäuremengen vermögen trotz ihrer geringen Mengen grosse Quantitäten Eisen in verhältnismässig kurzer Zeit in Rost überzuführen.

Kehren wir wieder zum Hauptthema zurück, so sei zunächst erwähnt, dass die Hauptmenge der im Tunnel vorhandenen Kohlensäure denselben in Form von kohlensäurehaltigem Sickerwasser und Tagwasser verlässt, was mit den nachfolgenden Analysen der Arlberg隧nelwasser übereinstimmt, indem die Wässer aus dem Tunnel per Kubikmeter zwischen 53·1—56·1 Gramm halbgebundener Kohlensäure fortführen.

Mit wenigen Worten gestatten wir uns, noch auf die Feuchtigkeitsverhältnisse der Tunnelluft aufmerksam zu machen.

Genau so, wie wir bereits in unserem 1. Gutachten ausgesprochen haben, dass nämlich der Einfluss des Betriebes die Tunnelluft vollständig mit Wasserdampf sättigen würde, haben wir thatsächlich die Tunnelluft vorgefunden.

Die Tunnelluft war am 1. Tage mit Feuchtigkeit gesättigt, ausgenommen an sehr kurzen Strecken in der Nähe der beiden Tunnelenden und befand sich nur an der heissesten und trockesten Stelle des Tunnels knapp unter dem Sättigungspunkte.

¹⁾ Häufig auf das 10 und 20 fache des gewöhnlichen Niveaus.

²⁾ Siehe Cementanalysen.

Diese Thatsache ist nur aus dem einzigen Grunde erklärlich, weil die vom tieferen Westtheil des Tunnels kalt und gesättigt zuströmende Tunnelluft während ihrer Erwärmung in den Scheitelpartien des Tunnels, welche sehr trocken sind, ihrem neu gewonnenen Wasseraufnahmevermögen nicht vor Durchfahrt des nächsten Trains genügen konnte.

Wir lassen die graphischen Darstellungen folgen, in denen die in den einzelnen Kilometerpunkten gezogenen Ordinaten die Feuchtigkeitsgrade darstellen, während die mit „ ∞ “ bezeichneten, die mit Feuchtigkeit gesättigten Stellen bedeuten. (Beilage XXXV).

Mit dem bis nun Gesagten sind alle Elemente, welche die Betriebsverhältnisse des Arlbergtunnels im Grossen beherrschen, des Eingehenden erörtert worden.

In unserem Gutachten, welches wir im Herbst 1890 über die im Arlbergtunnel zur Heizung verwendeten Coakssorten, sowie über die durch das Heizmaterial bewirkte Luftveränderung im Tunnel abgegeben haben, hatten wir auseinandergesetzt, dass die Sättigung der Tunnelluft mit Feuchtigkeit einerseits, sowie der Kohlensäuregehalt derselben andererseits für die Tunnelluft charakteristisch seien, und dass auf Grund dieser Basis sich ein Schluss über den Einfluss der specifisch schädlichen Gase ziehen lassen werde.

Auf Grund der persönlichen Untersuchungen im Tunnel haben wir zu diesen Momenten noch die Luftzugs- und Temperaturverhältnisse hinzugefügt und können nunmehr unter steter Rücksichtnahme auf die durch dieselben bedingte Situation zur Besprechung der für die Tunnelbediensteten specifisch schädlichen Gase und andere Einflüsse herantreten.

2. Abschnitt.

Specifisch giftige Gase im Tunnel.

Wir hatten in unserem ersten Gutachten erläutert, dass rapides Anwachsen von Kohlensäure durch Luftströmung unter Umständen derartige Sauerstoffverarmung der Tunnelluft verursachen könnte, dass dieselbe auch ohne die Abwesenheit besonders giftiger Gase zu geringen Athmungsstörungen Anlass geben könnte.

Die Ergebnisse unserer persönlichen Untersuchung des Arlbergtunnels schliesst die theoretische Möglichkeit für den „Arlbergtunnel“ nahezu aus.

Wie die Verhältnisse im Grossen und Ganzen liegen, dürfte der Kohlensäuregehalt der Tunnelluft selbst an sehr schlechten Tagen 1.4%, nicht erreicht haben.

Es setzt dieser hohe Procentsatz an Kohlensäure voraus, dass die Tunnelluft einen ganzen Tag im Tunnel stagniert hätte, wobei jede Absorption an Kohlensäure durch den Abdampf und die feuchte Wärme unterblieben wäre.

Die Tunnellufttemperatur musste unter diesen Umständen im Höhenpunkte des Tunnels bedeutend steigen und zwar nach der theoretischen Berechnung um 24° C.

Nach zweitägiger Luftstockung würde der Kohlensäuregehalt 2.8%, und die Temperatur 48° C betragen.

Wir hatten in unserem ersten Gutachten 2% Kohlensäure als ein noch einigermaßen erträgliches Maximum angenommen, bei welchem ohne Beschwerden geathmet werden könne.

Da wir nun thatsächlich im Tunnel meist nur 0.01—0.08% Kohlensäure, am Ostwindtage durchschnittlich 0.1% und nur knapp nach Durchfahrt von Trains 0.1% bis 0.22% Kohlensäure beobachteten, so erscheint uns der Weg von diesen 0.22% Kohlensäure bis zur Aestauung auf 2% ein so weiter, dass wir diesen Fall als niemals eintretend annehmen können.

Es wäre das Gegentheil ein sehr missliches Resultat gewesen; denn ebensowenig wie sich etwas gegen die misslichen hygienischen Folgen der Dampfproduction im Tunnel und Sättigung der Tunnelluft mit Wasserdampf thun lässt, ebensowenig liesse sich gegen die hohe Tunneltemperatur und den zu hohen Kohlensäuregehalt der Tunnelluft etwas unternehmen, da diese drei Dinge mit dem Zugverkehr durch den Tunnel untrennbar verbunden sind.

Das einzige Mittel in diesen Fällen, wäre gewesen für eine raschere Erwärmung der Tunnelluft durch einen Luftschacht am höchsten Punkt des Tunnels 6136 Meter von Langen Sorge zu tragen.

So aber haben wir durch die persönliche dreitägige Tunnelinspection die Gewissheit geschöpft, dass die Unfälle, welche sich im Tunnel zeitweise ereignet haben, nicht untrennbare Folgen des

Tunnelbetriebes an gewissen ungünstigen Tagen sind, sondern dass sie ausschliesslich durch Vernachlässigung von kleinen Eigenthümlichkeiten entstehen, die einer Dampfkesselfeuerung anzuhaften pflegen, ohne ihr anhaften zu müssen, und die nur an besonders disponierten Tagen als schädlich wahrgenommen werden.

Hier müssen wir auf die geringen Mengen von giftigen Gasen zu sprechen kommen, welche Dampfkesselfeuerungen unter gewöhnlichen Umständen entwickeln.

Wir hatten in unserem ersten Gutachten als solche genannt: die schweflige Säure, manche Kohlenwasserstoffe und das Kohlenoxyd.

Wir hatten die schweflige Säure als total ungefährlich für die Athmung im Tunnel hingestellt, mit der Begründung, dass dieselbe bald zu Schwefelsäure oxydiere und vom Wasser absorbiert werde, daher für die Athmung nicht mehr in Betracht komme.

Thatsächlich haben wir in der Tunnelluft auch keine schweflige Säure nachweisen können, wohl aber finden wir dieselbe, wie die Analysen zeigen, als Schwefelsäure massenhaft im Cement der Tunnelwände und in den Eisenbahnschienen wieder, an deren rapiden Zerstörung sie neben condensierter Kohlensäure die meiste Schuld trägt.

Wir hatten daher in unserem ersten Gutachten das Schwergewicht der Gefahr in der Entwicklung von giftigen Kohlenwasserstoffen und Kohlenoxyd gesehen und daraus unsere Coaksauswahl getroffen.¹⁾

Als wir durch unsere persönliche Untersuchung das Auftreten von relativ geringen Kohlen-säureremengen, welche in der Tunnelluft im Maximum 0.22% vorhanden sind, feststellten, wurde es uns sofort klar, dass Gasmengen, welche $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{100}$ dieser Quantität betragen, an guten Tagen wohl kaum zum chemischen Nachweise gelangen würden, denn 0.01% von Kohlenwasserstoffen ist chemisch nicht mehr nachweisbar, während 0.01% an Kohlenoxyd eben noch zur Noth schwach nachgewiesen werden kann.

Thatsächlich blieben die im Tunnel ausgehängten Reagenspapiere und die Thierversuche im Tunnel in nahezu allen Fällen — mit einer Ausnahme — ohne Erfolg.

Ueber die Ausführung dieser Versuche gehen wir an dieser Stelle, um den Zusammenhang der Darstellung nicht zu stören, hinweg, und verweisen auf die später ausführliche Beschreibung derselben.

Dafür erfüllt es uns mit umso mehr Genugthuung, dass wir am 3. Tage, einem Ostwindtage Luftströmungen im Tunnel beobachten konnten, welche sich in der Erhöhung der Temperatur, und Kohlensäurecurven dieses Tages sehr lehrreich illustrierten.

Es kam uns sehr gelegen, dass wir im Augenblicke der höchsten Luftverschlechterung, d. h. im Augenblicke der Umkehr des Westwindes zum Ostwinde bei Kammer Nr. V „alle Reactionen für die Anwesenheit giftiger Gase im Tunnel erhielten.“

Die Temperatur hatte nahezu ein Maximum von 14.8° C., der Kohlensäuregehalt 0.19%.

Nach nahezu einstündiger Durchleitung der Tunnelluft durch Blutlösung konnte endlich in derselben Kohlenoxyd spectroscopisch nachgewiesen werden, wenn auch nur in Spuren.

Der Versuch musste unterbrochen werden, weil der Wind in Westwind umschlug und es galt die Reagenspapiere des nächsten Kilometerpunktes so bald als möglich zu beobachten.

Unter dem Eindrucke der kurz zuvor noch bestandenen Luftströmung zeigten dieselben Schwefelwasserstoff und eine abnorme Verminderung des Ozongehaltes der Luft an (0.24 anstatt 0.52 — 2.4 an anderen Stellen. (Beilage XXXVI).

Das Auftreten des giftigen Schwefelwasserstoffs in Spuren kann an und für sich nicht als eine besonders schädliche Erscheinung angesehen werden, allein es ist ein untrügliches Zeichen dafür, dass einige an dieser Stelle hindurchfahrende Locomotiven sich in einem schlechten Heizzustande befanden; denn eine Kesselfeuerung im gutem Zustand entwickelt stets schweflige Säure, nie Schwefelwasserstoff; letzterer tritt immer auf, wenn schwefelhaltige Kohle oder Coaks bei unvollkommenem Luftzutritt und in Gegenwart von Feuchtigkeit und Wasserdampf verbrannt werden.

Es bedeutet dies indirect eine Bildungsgelegenheit für Kohlenwasserstoffe und Kohlenoxyd par excellence.

¹⁾ Wir hatten auch darauf hingewiesen, dass diese Gase (Kohlenwasserstoffe und Kohlenoxyd) 1—5% der gesammten Kohlensäureremenge ausmachen.

Die Ozondepression an denselben Stellen ist ein zweiter Beweis für die Anwesenheit von reduzierenden Substanzen in der Luft, welche das Ozon zerstören, also von Schwefelwasserstoff, ferner von Kohlenwasserstoffen und anderen organischen Substanzen.

Kohlenoxyd und andere giftige Verbrennungsproducte würden beim 4. Kilometer zum zweiten Nachweise gelangt sein, wenn nicht kurz nach der Untersuchung beim fünften Kilometerpunkte wieder Westwind aufgetreten wäre.

Es könnten beim Durchlesen unseres Gutachtens Bedenken dahin gehend auftauchen, warum denn die directen Thierversuche zum Nachweise von Kohlenoxyd alle negativ ausfielen, speziell warum die im Tunnel ohne genau bekannte Ursache (Kälte, Mangel an Nahrung) verendeten Versuchs-Mäuse keine Spur von Kohlenoxyd in ihrem Blute zeigten.

Wir erwidern diesen vermutlichen Einwand von vorneherein damit, dass wir von diesen verendeten Mäusen in voraus annehmen konnten, sie seien nicht durch Kohlenoxyd ungekommen, und dass auch an dem betreffenden Tage keine erhebliche Menge Kohlenoxyd im Tunnel gewesen sein konnte; denn in einer Nacht, wo nicht einmal die Wächter Kopfschmerz bekommen, verenden auch keine Mäuse durch Kohlenoxydvergiftung.

Wir sind also befriediget durch den Nachweis von Kohlenoxyd und reduzierenden Gasen aus Ursache von unzweckmässiger Locomotivheizung, — welcher Nachweis uns während des kurzen Zeitmomentes der grössten Wetterstauung im Tunnel während der ganzen Zeit unseres Aufenthaltes im Arlberg gelang, und wollen nunmehr über unsere Beobachtungen, welche wir an Locomotiven direct anstellten, berichten.

Vor allen Anderen müssen wir erwähnen, dass wir die Verbrennung der Coaks in den Locomotiven während der Durchfahrt im Tunnel keineswegs „rauchlos“ fanden.

Es hat dies seinen Grund darin, dass die Heizer — um eine bequemer leitende Verbrennung zu erzielen — nach eingezogenen Erkundigungen mit Coaks sehr ungern heizen und weder vor der Einfahrt in den Tunnel die theilweise noch unverkokste Kohle herausnehmen, noch im Tunnel selbst frische Coaks zur Kohle werfen, — dann kommt noch in Betracht, dass die Locomotiven zwar mit einem practischen Effect heizen, der dem ökonomischen Betriebe alle Ehre macht, der aber andererseits hygienische Fehler in sich schliesst, auf welche es ja im vorliegenden Falle ankommt.

Man vergleiche die nachfolgenden Rauchgasanalysen von speciell zu diesem Zwecke im Heizhause mit Coaks von Litiz und Mörschau, dann von oberschlesischen Coaks Nr. IV und V, ferner mit Nr. I, II und III geheizten Locomotiven, da findet man einen Kohlensäuregehalt von 18%, 20% etc. d. h. mit anderen Worten von den 21% Sauerstoff in der Luft, welche in dem Feuerraum der Locomotiven einströmen, werden 18 oder 20% in Kohlensäure verwandelt und es bleiben nur 3% respective 1% Sauerstoff übrig, welchem dann die schwere Aufgabe zufällt, im ganzen Feuerraum darüber zu wachen, dass kein Kohlenoxyd sich bildet oder besser gesagt, dass jedes Atom zu Kohlenoxyd reduzierte Kohlensäure gleich wieder zu Kohlensäure zurückverbrenne und nicht als Kohlenoxyd entweiche.

Wo man dieses Resultat an Dampfkesselfeuerungen bei einem Sauerstoffüberschuss von 13% erreicht, sagt man, die Feuerung arbeitet, nach dem heutigen Stande der Heiztechnik, gut.

Wo dieses Resultat mit nur 5% Sauerstoffüberschuss erzielt wird, sagt man, die Feuerung ist ausgezeichnet.

Es gibt nur wenige Feuerungen in Europa, welche eine rauch- und kohlenoxydlose Verbrennung bei einem noch etwas geringeren Sauerstoffüberschuss erreichen, z. B. die Dampfheizungsanlage der kgl. technischen Hochschule in Hannover mit ihren mechanisch bewegten Fuger-Rosten.

Aber eine Feuerung mit nur 3—1% Sauerstoffüberschuss, wie wir sie an den Arlberg-Locomotiven vorfanden, ist weit davon entfernt, eine glatte Verbrennung zu gewährleisten, sondern ist disponirt, Kohlenoxyd und Kohlenwasserstoffe in Massen zu entwickeln.

Sinkt der Sauerstoffgehalt in Rauchgasen unter 1% herab, oder wird er gar 0, dann geht die Feuerung in eine Vorrichtung über, die gar nicht den Zweck hat, Brennmateriale vollkommen zu verbrennen, sondern sie verbrennt es unvollkommen, liefert brennbare Gase als Endprodukte, ist mit einem Worte ein Generator.

Mit dem Verschwinden des letzten Prozentes überschüssigen Sauerstoffes in Feuergase, steigt die Kohlenoxydbildungsfähigkeit enorm, die in echtem Generator 30% und mehr betragen kann.

Befindet sich in einem solchen Feuerraum noch Dampf (Feuchtigkeit) dann bekommt er eine Verwandtschaft mit einem Wassergasapparat, der Gase liefern kann, welche aus 50% Kohlenoxyd und 50% Wasserstoff zusammengesetzt sind.

Wir haben in den letzten Zeilen die von uns untersuchten Locomotivfeuerungen etwas drastisch charakterisiert.

Wollten wir sie jedoch streng wissenschaftlich classificieren, dann müssten wir sagen: „Wir fanden die von uns untersuchten Coaksfeuerungen in einem Wirkungszustande vor, der eine Dampfkesselheizfeuerung in ihrer äussersten ökonomischen Entwicklung zeigt, hart an der Grenzlinie jener Wirkungsweise, welche die Feuerung bereits zu einer Generatorfeuerung stempeln würde.

Als die Ursache dieser Erscheinung müssen wir „ungenügenden Zug“ in Folge zu kleiner Roste oder Verlegung derselben durch feinkörniges Brennmaterial, Nuss-Coaks — bezeichnen.

Besonders hervortretend ist letztere Wirkung bei Coaks Nr. 4 und 5, wo sich nur 1% freier Sauerstoff in den Rauchgasen vorfindet, gegen 3% bei dem porösen Coaks Nr. 1, 2 und 3.

Wir fanden auch alle Consequenzen einer derartigen Feuerung in der weiteren Zusammensetzung der Rauchgase ausgedrückt.

Wie die im Anhange folgenden genauen Rauchgasanalysen zeigen, war in allen diesen Locomotivfeuerungen die Bildung von Kohlenwasserstoffen und Kohlenoxyd keine zu unterschätzende.

Wir fanden auf 100 Theile Kohlensäure bei Verwendung von

Lititscher und Mörischauer Coaks		Oberschlesischen Coaks	
Nr. 1, 2, 3		Nr. 4 und 5	
Kohlenoxyd . . .	0.17 Theile		0.32 Theile
Kohlenwasserstoff .	5.65 „		6.18 „
5.82 Theile		6.50 Theile	

Wir fanden also in beiden Feuerungen statt einer glatten Verbrennung zu Kohlensäure noch bedeutende Mengen von giftigem Kohlenoxyd und theilweise auch giftigen Kohlenwasserstoffen vor.

Wir fanden ferner an Kohlenoxyd mehr in der mit Coaks Nr. 4 und 5 beschickten Feuerung.

Wir wiederholen den uns sehr klaren Grund dafür nochmals: im zweiten Falle haben die an und für sich guten, aber sehr kleinen und dichten Nusskoaks Nr. 4 und 5 die Roste so verlegt und den Luftzug so gestört, dass der Sauerstoffüberschuss in den Rauchgasen sich bis auf 1% herabsetzte und Reductionsprozesse auf der Feuerung unter vermehrter Bildung von Kohlenwasserstoffen und Kohlenoxyd auftraten.

Somit wäre der thatsächliche Befund, wie ihn uns unsere Untersuchung des Arlbergtunnels ergab, mit dem nöthigen Commentar versehen, erschöpft.

Wir haben in unserem ersten Gutachten im Herbst 1890 unter fünf Coakssorten die wasserstoff- und wasserärmsten Coakssorten Nr. 5 und 4 als die im chemischen Sinne beste und am wenigsten zur Entwicklung von giftigen Gasen hinneigende Sorte erklärt unter Vorbehalt der schädlichen Kohlenoxydbildungsfähigkeit, welche jedweden Brennmaterial in gleich unbeschränkter Masse anhaftet, wenn nur die äusseren Bedingungen dafür, wie eine unzweckmässige Heizung, Dampf auf der Feuerung etc. vorliegen.

Auf den Einspruch der löblichen Betriebs-Direction, dass sich Coaks Nr. 4 und 5 im praktischen Betriebe als ungünstig erwiesen haben, schrieben wir in einer Erwiderung, auf welche wir vollinhaltlich verweisen können, dass wir die gute Qualität dieser Coakssorten vollinhaltlich vertreten können, dass es jedoch eine Heizmethode sei, welche sich ihren mechanischen Eigenschaften nicht anpasse, dass das Verstopfen der Roststab-Zwischenräume und Ueberlastung des Feuerraumes mit diesem dichten und daher ausgiebigem Brennmaterial Schuld trage an übermässiger Gelegenheit zu Kohlenoxydbildungen.

Wir haben nun durch unsere örtliche Untersuchung im Arlbergtunnel ein sicheres Urtheil über die Ursachen der Unfälle in demselben gewonnen.

Dasselbe lautet denn auch in Uebereinstimmung mit unseren Aeusserungen im ersten Gutachten und im Anhangsgutachten:

„Die Auswahl guter Coaks wird ganz illusorisch durch eine unzweckmässige Verheizung derselben.“ Ferner

„Nicht die Verwendung einer besseren oder schlechteren Coaksart im Arlbergtunnel, sondern diese Betriebe und der Coaksart nicht angepasste Heizmethode ist die unzweifelhafte Ursache der Unfälle, welche sich an Tagen mit Wetterstauungen im Tunnel ereignen.“

Die unzweckmässige Heizmethode beruht darin, dass sie den Rost so zulegt und mit Brennmaterial so überlastet, dass Kohlenoxydbildungen Regel sind.

Die Kohlenoxydbildungen etc. werden ganz ausserordentlich intensiv, wenn die verwendeten Coaks feucht sind.

Dass die Verwendung von feuchten Coaks zur Bildung von schädlichen Gasen viel beiträgt, haben wir schon in dem früheren Gutachten dargelegt, einen weiteren Beweis finden wir noch im Auftreten von Schwefelwasserstoffgas, welches bei trockenem Brennmaterial niemals vorkommen kann.

Wir schliessen unsere Untersuchungen, indem wir noch darauf hinweisen, dass seit der Ausschliessung der Coaks Nr. 4 und 5 vom Betriebe, Unfälle im Tunnel dennoch vorgekommen sind. Wir verweisen auf einen Brief des Herrn Ingenieur Fritz, aus dem hervorgeht, dass in der Nacht vom 22. auf den 23. April neuerdings Unfälle im Tunnel vorgekommen sind, und dass Herr Fritz, angeregt durch unser erstes Gutachten bei Feststellung der Ursache seine Aufmerksamkeit dem Heizmaterialie zuwandte, und die Verwendung von nassen Coaks — des Kohlenoxyderzeugers — par excellence — constatirte.

Wie es vorkommen kann, dass, trotzdem eine löbliche Eisenbahn-Betriebs-Direction den in unserem ersten Gutachten gemachten Vorschlag nach Errichtung von Trockenlagerhäuser für Coaks realisiert hat — immer noch nasse Coaks zur Verwendung gelangen, darüber werden wohl die einer löblichen Direction dringendst anempfohlenen Recherchen Aufschluss geben.

Abhilfe.

Wie wir bereits an anderer Stelle bemerkten, haben die im Arlbergtunnel vorkommenden Unfälle keine mit dem Betriebe desselben so untrennbar verknüpfte Ursache, dass denselben nicht dauernd abgeholfen werden könnte.

Im folgenden geben wir eine Reihe von Hilfsmitteln gegen die erwähnten Uebelstände im Tunnel an, welche nach der Reihe vom einfachen und billigen, zum umständlichen und kostspieligeren fortschreitend und unter Einhaltung von Beobachtungspausen zwischen den einzelnen Graden verschärfter Massnahmen behufs Constatirung des Erfolges angewendet werden mögen.

Die erste Massregel wäre die strikte Sorge dafür, dass niemals feuchte oder gar nasse Coaks zur Verwendung gelangen.

Als zweite Massregel wäre zu empfehlen, die Ueberladung der Roste mit Coaks hintanzuhalten und den Luftzug durch Erweiterung der Roststab-Zwischenräume durch Oeffnung besonderer Zuglöcher durch ein Dampfstrahlgebläse im Schornstein etc. zu vergrössern.

Eventuell könnte der Tunneldienst von 2 zu diesem Zwecke mit Spezialrosten versehenen Locomotiven ausgeübt werden.

Ein dritter Schritt wäre, die Tunnelbediensteten mit einem Schutzapparat zu versehen; der von ihnen in Tornisterform am Rücken zu tragen wäre, speziell an Tagen und in Stunden schlechten Luftzuges im Tunnel. Die Detailconstruction dieses Apparates, dessen wesentlicher Theil eine Kohlenoxydabsorptionsröhre, gefüllt mit alkalischer Kupferoxydullösung oder einem ähnlich wirkenden Stoffe, sein würde, sind wir geneigt, auf speziellen Auftrag hin durchzuführen.

Die ersten zwei von uns vorgeschlagenen Massregeln — im schlimmsten Falle inclusive der dritten sind nach unserem Ermessen mehr wie genügend, um bei verständiger Anwendung der Wiederkehr von Unfällen im Arlbergtunnel endgiltig vorzubeugen.

Der Vollständigkeit halber nehmen wir jedoch an, dass die von uns empfohlenen Massregeln nicht ganz zum gewünschten Erfolge geführt hätten, und erlauben uns nachfolgend den Weg zu zeigen, wie das Uebel an der Wurzel gefasst werden könnte.

Das eine Mittel liegt in der Anschaffung zweier Locomotiven, welche speciell für den Tunnelbetrieb in der Weise construirt wären, dass die Heizung in denselben hauptsächlich durch zerstäubtes Theer oder zerstäubtes Rohpetroleum (wie in Bakuf) erzielt würde.

Solche Feuerung mit regulierbarem Luftzutritt, die mit Flamme und ohne intermediäre Entstehung von glühender Kohle vor sich geht, trägt die theoretische Grundlage und die praktische Erfahrung mit sich, dass sie rauchlose Verbrennungsgase ergibt, welche kein Kohlenoxyd und keine Kohlenwasserstoffe liefern. Abgesehen von Schwefel oder anderen natürlichen Verunreinigungen, welche Theer oder Petroleum enthalten mögen, verbrennen die Stoffe in derartigen Feuerungen glatt zu Wasser und Kohlensäure, — der äusserste Erfolg, der überhaupt bei einer technischen Heizung erzielbar ist.

Das andere Radikalmittel — natürlich das kostspieligste von allen — ist die Durchtreibung eines Luftzugsschachtes im Arlbergtunnel in der Nähe jener Stelle des Tunnels, wo derselbe seine grösste Höhe über dem Meeresspiegel aufweist, also 6136 m von Langen und 4113 m von St. Anton.

Es müsste dies ein Schacht von 1 m Durchmesser oder vielleicht auch weniger sein, an der bezeichneten Stelle nach oben (nicht nöthig vertical) zur Erdoberfläche führend.

Dieser Schacht, welcher als Luftzugsschornstein zu fungieren hätte, würde durch die eigene Tunnelwärme für gewöhnliche Fälle eine ausgezeichnete Tunnelreinigung ergeben.

An schlechten Tagen würde die Anzündung eines Feuers (Coakskörbe) am unteren Schornsteinende genügen, um einen rapiden Schornsteinzug zu erzielen, der den Tunnel gleichzeitig von der West- und Ostseite und ausserordentlich schnell mit frischer Luft erfüllen würde.

Chemisch-Mikroskopisches Laboratorium für medizinische, hygienische und
technische Untersuchungen von Dr. M. und Ad. Jolles.

Dr. M. und Ad. Jolles m. p.,
k. k. handelsgerichtlich beeidete Sachverständige.

Analysen zu vorstehendem Gutachten.

Untersuchung des Eisenmaterials.

Die Untersuchung der Eisenabfälle hatte den Zweck, constatieren zu können, durch welche Einflüsse das Eisenmaterial angegriffen werde.

Die Analyse derselben ergab folgende Resultate:

Eisenabfälle

gesammelt zwischen 2. und 3. Kilometer.

In Salzsäure unlöslich		9.20%
Wasser		11.83%
Eisenoxyd		72.24%
Eisenoxydul		4.19%
Schwefelsäure		2.39%
Kohlensäure		0.15%

Eisenabfälle

gesammelt zwischen 4. und 5. Kilometer.

In Salzsäure unlöslich		10.25%
Wasser		12.05%
Eisenoxyd		69.28%
Eisenoxydul		5.54%
Schwefelsäure		2.71%
Kohlensäure		0.17%

Eisenabfälle

gesammelt zwischen 6. und 7. Kilometer.

In Salzsäure unlöslich		12.34%
Wasser		13.42%
Eisenoxyd		68.37%
Eisenoxydul		4.15%
Schwefelsäure		1.64%
Kohlensäure		0.08%

Wasser-Analysen.

Wasser Nr. 1.

Das Wasser wurde beim Ring Nr. 828 zwischen dem 6. und 7. Kilometer entnommen. Dasselbe ist schwach getrübt, geruch- und geschmacklos und von neutraler Reaction.

In 1 Liter sind enthalten:

Gesammtrückstand	0.1792 gr
Darunter anorganische Bestandtheile	0.1548 gr
organische Bestandtheile	0.0244 gr
Kalk	0.0150 gr
Magnesia	in Spuren
Eisen	in Spuren
Kieselsäure	0.0066 gr
Schwefelsäure	0.0320 gr
Kohlensäure gebunden	0.0531 gr
" freie	0.0042 gr
Salpetersäure	negativ
Salpetrige Säure	negativ
Ammoniak	negativ

100 cm³ Wasser benötigen zur Oxydation der organischen Substanzen 0.00379 gr Kaliumpermanganat.

Wasser Nr. 2.

Das Wasser wurde bei der ersten Kammer dem Tunnelkanal entnommen. Dasselbe ist klar, geruch- und geschmacklos und von neutraler Reaction.

In 1 Liter sind enthalten:

Gesammtrückstand	0.1780 gr
Darunter anorganische Bestandtheile	0.1516 gr
organische Bestandtheile	0.0264 gr
Kalk	0.0378 gr
Magnesia	0.0042 gr
Eisen	in Spuren
Kieselsäure	0.0101 gr
Schwefelsäure	0.0537 gr
Chlor	0.0039 gr
Kohlensäure gebunden	0.0560 gr
" freie	0.0030 gr
Salpetersäure	in Spuren
Salpetrige Säure	negativ
Ammoniak	negativ

100 cm³ Wasser benötigen zur Oxydation der organischen Substanzen 0.00263 gr Kaliumpermanganat.

Cement-Analysen.

Cement Nr. 1.

Wasser	8.78%
Kohle	1.66%
Kieselsäure	29.72%
Eisenoxyd und Thonerde	11.07%
Calciumoxyd	25.34%
Magnesiumoxyd	2.75%
Schwefelsäure	7.55%
Kohlensäure	13.13%

Cement Nr. 2.

Wasser	8.78%
Kohle	1.66%
Kieselsäure	29.72%
Eisenoxyd und Thonerde	11.07%
Calciumcarbonat	22.97%
Magnesiumcarbonat	5.77%
Calciumsulfat	12.83%
Calciumoxyd	7.20%

Gas - Analysen.

Die Rauchgase wurden direct aus dem Rauchfang der Maschine entnommen und in Glasflaschen aufgefangen.

Rauchgas Nr. 1.

Die Maschine wurde mit Lititzer und Mörischauer Coaks geheizt, ausserdem war noch ein-gebrannte Kohle vorhanden.

100 cm³ dieses Rauchgases enthielten durchschnittlich:

Kohlensäure	11.86 Vol. %
Kohlenoxyd	0.02 Vol. %
Kohlenwasserstoffe	0.67 Vol. %
Sauerstoff	2.40 Vol. %

Rauchgas Nr. 2.

Die Maschine wurde mit Coaks Nr. 4 und Nr. 5 (Oberschlesische) geheizt.

100 cm³ Rauchgas enthielten:

Kohlensäure	9.38 Vol. %
Kohlenoxyd	0.03 Vol. %
Kohlenwasserstoffe	0.58 Vol. %
Sauerstoff	8.28 Vol. %

Rauchgas Nr. 3.

Die Maschine wurde mit Coaks I, II und III (Lititzer Coaks) geheizt.

100 cm³ Rauchgas enthielten:

Kohlensäure	1.75 Vol. %
Kohlenoxyd	negativ
Kohlenwasserstoff	negativ
Sauerstoff	18.55 Vol. %

Luft aus dem Arlbergtunnel.

Die Entnahme erfolgte an einem sehr günstigen Tage.

Sauerstoff	20.8%
Stickstoff	79.2%
Kohlensäure	negativ
Kohlenoxyd	negativ
Kohlenwasserstoffe	negativ

Kohlenoxyd-Untersuchung.

Bei Kammer Nr. I, III, V, VI und VII wurde am 7. April je eine weisse Maus aufgestellt.

Am 8. April 7 Uhr Früh ist die Maus bei Kammer I zu Grunde gegangen.

Die spektroskopische Blutuntersuchung ergab die Abwesenheit von Kohlenoxyd.

Die Ursache der Verendung konnte nicht festgestellt werden.

Am 9. April wurde von der Maus bei Kammer VI, welche sich ebenso wie alle anderen Thiere anscheinend wohl fühlte, Blut entnommen und spektroskopisch untersucht.

Das Resultat war ein negatives. Nachdem auch am 9. April sich die übrigen 4 Mäuse wohl befanden, wurde von der weiteren Blutuntersuchung Abstand genommen und Herr Ingenieur Fritz nach erfolgter Information um freundliche weitere Beobachtung der Mäuse ersucht.

Am 15. April traf von Herrn Ingenieur Fritz ein Schreiben ein, sowie ein Packet, euthaltend eine im Tunnel verendete Maus.

Die Section sowie die Blutuntersuchung ergab nun, dass diese Maus nicht in Folge einer Kohlenoxyd-Vergiftung zu Grunde gegangen ist.

Am 9. April wurde bei Kammer V Tunnelluft in der Zeit von 10 Uhr 58 Minuten bis 11 Uhr 42 Minuten (Ostwind) durch eine Blutlösung durchgeleitet und spektroskopisch untersucht.

Es konnten sehr geringe Spuren von Kohlenoxydgas constatirt werden.

Am 8. April (Westwind) ergab derselbe Versuch ein negatives Resultat.

Langen.

**Zugsverkehr während der vorgenommenen Untersuchungen vom
6. April 1891 bis 10. April 1891.**

Datum	Zug-Nr.	Abgang in St. Anton oder Langen	Fahrzeit durch den Tunnel in Minuten	Zur Fahrt verwendete Coaksmenge in kg	Anmerkung
7. April	11	1 ^h 14 ^I nachts	23	50	Die Züge mit ungeraden Nummern fahren in der Richtung von St. Anton nach Langen, die mit geraden Nummern in der Richtung von Langen gegen St. Anton.
"	67	2 ^h 8 ^I nachts	36	150	
"	12	2 ^h 58 ^I nachts	23	200	
"	70	3 ^h 25 ^I nachts	40	400	
"	272	5 ^h 41 ^I früh	36	400	
"	171	8 ^h 28 ^I früh	40	150	
"	318	8 ^h 40 ^I früh	23	400	
"	313	9 ^h 10 ^I vormittags	23	50	
"	378	10 ^h 40 ^I vormittags	40	200	
"	101	12 ^h 31 ^I mittags	20	50	
"	102	3 ^h 36 ^I nachmittags	20	300	
"	314	6 ^h 6 ^I abends	22	200	
"	290	6 ^h 29 ^I abends	40	400	
"	317	7 ^h 4 ^I abends	21	50	
"	392	7 ^h 26 ^I abends	40	400	
"	69	8 ^h 40 ^I abends	40	150	
"	375	10 ^h 58 ^I abends	40	150	
"	165	11 ^h 59 ^I abends	35	75	
8. April	11	1 ^h 14 ^I nachts	23	50	
"	67	2 ^h 8 ^I nachts	36	150	
"	12	2 ^h 58 ^I nachts	23	200	
"	70	3 ^h 25 ^I nachts	40	400	
"	272	5 ^h 41 ^I früh	36	400	
"	171	8 ^h 28 ^I früh	40	150	
"	318	8 ^h 40 ^I früh	23	200	
"	313	9 ^h 10 ^I früh	23	50	
"	378	10 ^h 40 ^I früh	40	400	
"	101	12 ^h 31 ^I mittags	20	50	
"	65	2 ^h 6 ^I mittags	35	150	
"	102	3 ^h 36 ^I nachmittags	20	300	
"	381	5 ^h 9 ^I abends	40	75	
"	314	6 ^h 6 ^I abends	22	200	
"	290	6 ^h 29 ^I abends	40	300	
"	317	7 ^h 4 ^I abends	21	50	

Datum	Zug-Nr.	Abgang in St. Anton oder Langen	Fahrzeit durch den Tunnel in Minuten	Zur Fahrt verwendete Coaksmenge in kg	Anmerkung
8. April	392	7 ^h 26 ⁱ abends	40	400	Die Züge mit ungeraden Nummern fahren in der Richtung von St. Anton nach Langen, die mit geraden Nummern in der Richtung von Langen gegen St. Anton.
"	69	8 ^h 40 ⁱ abends	40	150	
"	375	10 ^h 58 ⁱ abends	40	150	
9. April	394	12 ^h 51 ⁱ nachts	45	300	
"	11	1 ^h 14 ⁱ nachts	23	50	
"	67	2 ^h 8 ⁱ nachts	36	150	
"	12	2 ^h 58 ⁱ nachts	23	200	
"	70	3 ^h 25 ⁱ nachts	40	400	
"	272	5 ^h 41 ⁱ früh	36	400	
"	171	8 ^h 28 ⁱ früh	40	75	
"	318	8 ^h 40 ⁱ früh	23	200	
"	313	9 ^h 10 ⁱ früh	23	50	
"	378	10 ^h 40 ⁱ vormittags	40	300	
"	101	12 ^h 31 ⁱ mittags	20	50	
"	65	2 ^h 6 ⁱ mittags	35	150	
"	102	3 ^h 36 ⁱ nachmittags	20	300	
"	314	6 ^h 6 ⁱ abends	22	200	
"	290	6 ^h 29 ⁱ abends	40	200	
"	317	7 ^h 4 ⁱ abends	21	50	
"	392	7 ^h 26 ⁱ abends	40	200	

III. Gutachten.

Hochlöbliche

k. k. Eisenbahn-Betriebsdirection

Innsbruck.

Im Nachfolgenden beehrt sich der Gefertigte das Ergebnis der Untersuchung, welche er zufolge des Auftrages vom 16. Juli 1895 gepflogen, zu unterbreiten und die daraus sich ergebenden Schlussfolgerungen anzuschliessen.

Nach den bisher gemachten Beobachtungen, Krankheitserscheinungen, ärztlichen Parere, chemischen Untersuchungen konnte als feststehend betrachtet werden, dass die zeitweisen specifischen Erkrankungen der Tunnelarbeiter in der Beimengung der Rauchgase, welche die Tunnelluft erfährt, ihren Grund haben.

Durch die Untersuchung der Tunnelluft auf positiv und negativ der Gesundheit schädliche Gase, nachdem der Tunnel genügend lange mit Benützung der verschiedenen Heizmaterialien befahren worden war, durch die Analyse der Rauchgase, welche bei Verwendung verschiedener Brennstoffe auftreten und endlich durch die Constatierung der Zusammensetzung der Brennmateriale konnte man hoffen, die näheren Beziehungen feststellen zu können, welche obwalten zwischen der verbrannten Substanz und der Art ihrer Verbrennung einerseits, und der Verschlechterung der Luft in Bezug auf Athmungsfähigkeit andererseits.

Bedeutende Schwierigkeiten bereitet die Untersuchung der Luft. Die Rauchgase erfahren durch die Mischung mit Luft eine so weitgehende Verdünnung, dass der qualitative und quantitative Nachweis der schädlichen Bestandtheile, die schon meist in den Rauchgasen nur Bruchtheile eines Procentes ausmachen, kein scharfer mehr ist, sondern durch die jeder analytischen Methode anhaftenden Versuchsfehler beeinflusst wird.

Kaum kleiner sind die Schwierigkeiten in Bezug auf die Entnahme der Proben.

Die Proben sollen mit Ausnahme des geänderten Heizmaterialies unter ganz gleichen Umständen entnommen werden. Aber selbst gleiche Temperatur-Unterschiede innerhalb und ausserhalb des Tunnels, gleiche Windrichtung und Stärke, und qualitativ und quantitativ gleichen Heizmaterialverbrauch bei allen Zügen vorausgesetzt, ist, nicht nur in verschiedenen Zeiten, die Zusammensetzung der Tunnelluft am nämlichen Orte eine ungleiche, sondern zur gleichen Zeit hat die Luft verschiedener Tunnelabschnitte eine ungleiche Zusammensetzung und selbst in ein und demselben Querschnitte ist die Ventilation und daher auch die Zusammensetzung der Luft in der Mitte und an den Wänden eine andere.

Nur annäherungsweise konnten daher die Luftproben mutatis mutandis unter ähnlichen Verhältnissen entnommen werden u. zw. musste die Entnahme erfolgen zu Zeiten, in denen die Bedingung zur Entstehung und Anhäufung specifisch schädlicher Gase möglichst günstig war.

Um auch noch sehr kleine Mengen der gewöhnlichen Luft beigemengter Gase wenigstens annäherungsweise quantitativ bestimmen zu können, glaubt der Gefertigte zu einer analytischen Methode greifen zu müssen, welche es gestattet, dass relativ grosse Mengen der Tunnelluft der Untersuchung unterworfen werden und wählte hiezu, so viel es angien, den gewichtsanalytischen Weg, wie er von Fresenius eingeführt, von Stochmann und andern verbessert worden ist.

Auch dieser Methode haften gewisse Fehler an, die umso mehr in's Gewicht fallen können, je kleiner die zu bestimmende Menge eines Körpers ist. Aber die gleiche Methode von der gleichen

Hand durchgeführt, bringt auch wieder ähnliche Fehler hervor und wenn diese Fehler auch die absolute Gewichtsbestimmung sehr kleiner Mengen nennenswerth beeinflussen, so sind sie doch nicht im Stande, solchen Bestimmungen den relativen Wert ganz zu nehmen.

Die Probenentnahme erfolgte jedesmal, nachdem durch längere Zeit das gleiche Heizmaterial in Verwendung war, u. zw.: a) bei Coaksheizung am 27. Juli bei ganz schwachem Westwind; die Luft zeigte schon am Ostportale den Geruch nach Kohlenrauch; b) bei Blauölheizung am 8. August unmittelbar nachdem der Zug vorüber war, bei leichtem Ostwind; die Luft war dicht mit Rauch gefüllt; c) bei Theerölheizung am 20. August, sofort nach Passierung des Zuges Nr. 72; es war schwacher Ostwind, der Zug brachte viel Rauch mit üblem Geruch.

In keiner der Luftproben konnte schweflige Säure oder Schwefelwasserstoff nachgewiesen werden.

Die Kohlensäure-Bestimmung ergab in den durch Clorcalcium vollständig entwässerten Proben in Volumprozenten bei:

Coaksheizung	Blauölheizung	Theerölheizung
0.2	0.09	0.08
0.24	0.10	0.15
—	0.14	0.16
Im Mittel 0.22	0.11	0.13

Die Zahlen zeigen, nachdem die Entnahme der Proben gleicher Art rasch hintereinander erfolgte, dass die Zusammensetzung der Luft an der selben Stelle schnell wechselt, sie erinnern uns aber auch daran, dass die Coaksheizung durch den bedeutenden Materialverbrauch mehr Kohlensäure erzeugt und demnach auch mehr Sauerstoff bindet.

Nachdem aber die gewöhnliche Luft auch einen constanten Kohlensäuregehalt von 0.025 bis 0.035 % hat, ist diese Menge von der gefundenen Kohlensäure abzuziehen, um zu jenem Prozentsatze zu gelangen, der seine Entstehung der Heizung verdankt.

Es gibt bei Coaksheizung 0.195, bei Blauölheizung 0.08, bei Theerölheizung 0.10 %.

Nach Pettenkofer soll die Luft bewohnter Räume nicht mehr als 9—10 Volumen Kohlensäure in 10.000 Volumen enthalten; darnach wäre im Tunnel, in dem der Arbeiter viele Stunden verbringt, der Kohlensäuregehalt bei Coaksheizung schon um das doppelte zu hoch gewesen. Aber selbst unter günstigen Umständen findet man diese Pettenkofer'sche Grenzzahl sehr häufig bedeutend überschritten, so in Kasernen, Schulzimmern, bei Versammlungen in geschlossenen Räumen, und überdies ist zu berücksichtigen, dass die Kohlensäure der Respirationsluft sehr schädliche, noch nicht genügend bekannte, Beimengungen hat, welche der Kohlensäure, die einem Verbrennungsprocess entstammt, fehlen, so dass man wohl annehmen darf, dass der ausgewiesene Kohlensäuregehalt und die damit verbundene Sauerstoffabnahme kaum acute Krankheitserscheinungen bei gesunden, rüstigen Leuten hervorrufen dürfte, aber jedenfalls ist er geeignet, bei der Anwesenheit anderer schädlicher Stoffe in der Atmosphäre den Körper gegen dieselben weniger widerstandsfähig zu machen und eventuelle Begleiterscheinungen bei Erkrankungen hervorzurufen.

Die von der Kohlensäure befreite Luft wurde wieder gewichtsanalytisch auf die Menge der brennbaren Gase untersucht.

Die sich dabei ergebenden Zahlen können jedenfalls nur mehr annäherungsweise relativen Wert beanspruchen und da eine Trennung der eventuell vorhandenen Gasgemische nicht möglich war, so drückt der Gefertigte die bei der Verbrennung gefundenen Kohlensäuremengen wieder in Volumprozenten Kohlensäure aus, wodurch zugleich ein ziffermässiger Ausdruck für die grösstmögliche Schädlichkeit der brennbaren Gase der Untersuchungsproben erhalten wird, da Kohlenoxyd ohne Volumenveränderung zu Kohlensäure verbrennt bei:

Coaks	Blauölheizung	Theerölheizung
Nr. 1 0.0197	Nr. 3 0.000	Nr. 6 0.015
Nr. 2 0.0280	Nr. 4 0.012	Nr. 7 0.012
	Nr. 5 0.014	Nr. 8 0.016

Thatsächlich konnte nur bei Nr. 3 kein, bei Nr. 1, 2, 5, 6 und 7 konnten Spuren und bei Nr. 4 und 8 sehr geringe Mengen von Wasser, resp. Wasserstoff gefunden werden, und es erscheint dementsprechend die grösstmögliche Schädlichkeit eine herabgesetzte, da man den Wasserstoff nicht durchaus als frei, sondern mindestens theilweise an Kohlensäure gebunden annehmen muss. Spectralanalytisch konnte Kohlenoxydgas in gleichen Gasvolumen nur bei Coaksheizung nachgewiesen werden.

Eine schärfere Untersuchung in Bezug auf die hygienischen Folgen der Verwendung verschiedener Brennmaterialien war zu erhoffen aus der Untersuchung der Brennstoffe und der bei ihrer Verwendung auftretenden Rauchgase, bei gleichzeitiger Berücksichtigung ihrer Verbrauchsmengen.

Die Untersuchung der flüssigen Brennmaterialien ergab nachfolgende Procentsätze:

	Kohlenstoff		Wasserstoff
Blauöl	I	86.57	12.93
"	II	86.69	12.73
Theeröl	I	90.33	6.48
"	II	90.67	6.61
Gasöl	I	86.18	11.78
"	II	86.14	11.79
Rückstandöl	I	86.72	11.70
"	II	86.58	11.64

Daraus ergibt sich als Mittel:

	Kohlenstoff	Wasserstoff
für Blauöl	86.63	12.83
" Theeröl	90.50	6.55
" Gasöl	86.16	11.785
" Rückstandöl	86.65	11.67

Da sich nur im Rückstandöl sehr geringe Mengen von Asche fanden, berechnen sich nach der Formel $W = 34.500 (H - \frac{1}{8}O) + 8000^{\circ}$ annäherungsweise nachfolgende Wärmeeffecte

1000

für Blauöl	11.332
" Theeröl	9.372
" Gasöl	10.870
" Rückstandöl	10.886.

Während Blauöl am meisten Calorien ausweist, stehen Gas und Rückstandöl als fast ganz gleichwertig in der Mitte, denen sich als entschieden minderwertig das Theeröl anschliesst.

Deutlicher tritt uns das Wärmewerts-Verhältnis entgegen, wenn wir den Brennwert des Blauöles gleich 100 setzen, so dass die Brennwerte der übrigen Oele in Prozenten des ersteren zum Ausdruck gelangen oder indem wir die Mengen vergleichen, welche gleiche Wärmeeffecte repräsentieren. Im ersteren Falle erhalten wir abgerundet:

für Blauöl	100
" Gas- und Rückstandöl	96
" Theeröl	82.7

Im letzteren Falle entsprechen 100 Theile Blauöl, 104 Theilen Gas- oder Rückstandöl und 121 Theilen Theeröl.

Selbstverständlich ist dabei eine vollständige Verbrennung vorausgesetzt, und eine solche erreicht man um so leichter, je inniger der Contact zwischen Brennmaterial und Luft, günstige Mengenverhältnisse vorausgesetzt, hergestellt wird.

Soll bei flüssigem Brennmaterial die innige Mengung durch Zerstäubung hergestellt werden, so ist das mehr oder weniger vollständige Gelingen abhängig von der Consistenz der Flüssigkeit.

Dass das Rückstandöl viel dickflüssiger und zäher ist als Blau-, Gas- und Theeröl zeigt schon eine oberflächliche Beobachtung. Ein Versuch, bei dem die Gewichtsmengen der Oele bestimmt wurden, welche in derselben Zeit bei gleicher Temperatur und gleichem Druck die nämliche Oeffnung passieren, ergab, dass Rückstandöl circa 80 mal so lange braucht, um in gleicher Menge durchzufließen wie Gasöl während sich die entsprechenden Durchströmungszeiten für Gas-, Theer- und Blauöl ziemlich genau wie 3:2:1 verhielten.

Diese Verhältniszahlen drücken die Verschiedenheit des Widerstandes aus, den die Oele der feinen Vertheilung bei der Zerstäubung entgegensetzen.

Je weniger fein aber die Vertheilung und je ungünstiger das Verhältnis zwischen der Oberfläche der zerstäubten Theile und ihrer Masse ist, um so mehr ist Gefahr vorhanden, dass sich das Brennmaterial nur theilweise im Feuerraum mit Luft zu Kohlensäure und Wasser umsetzt.

Das Rückstandöl zeigte in dieser Richtung die ungünstigsten Verhältnisse und da sich unterdessen auch die Erfahrung entschieden gegen die Verwendbarkeit desselben ausgesprochen hatte, so zog der Gefertigte diesen Brennstoff nicht mehr weiter in Betracht.

Einen ähnlichen Einfluss wie die Consistenz übt auch die grössere oder geringere Flüchtigkeit, durch welche ja auch die innige Berührung mit Sauerstoff gefördert oder verzögert wird, und vor Allem der chemische Bau der Verbindungen, der dieselben mehr oder weniger widerstandsfähig macht.

In dieser letzteren Beziehung unterscheidet sich das Theeröl scharf vom Blau- und Gasöl, wie schon sein höherer Kohlenstoff- und sein noch mehr erniedrigter Wasserstoffgehalt ergibt. Als eine Folge dieses Unterschiedes können wir auch die Erscheinung auffassen, dass der abziehende Rauch der Theeröl-Feuerung schwarz beziehungsweise von Kohle und Kohlenstoff reichen Substanzen dicht durchsetzt ist.

Ein Gesamtbild über das Verhältnis, in welchem bei den verschiedenen Brennstoffen die Ausnützung des vollen Brennwertes gestört wird, erhalten wir, wenn wir jene Mengen der Brennöle, welche erfahrungsgemäss die gleiche Arbeit leisten, mit den Quantitäten vergleichen, welche gleichen Brennwerten entsprechen.

Nachdem der gleiche Zug, welcher zur Beförderung von Langen nach St. Anton 450 kg Coaks benöthigt, ebenso a) durch 700 kg Kohle, b) durch 94 kg Blauöl und 48 kg Kohle, c) durch 159 kg Theeröl und 86 kg Kohle und endlich gleichfalls durch 123 kg Gasöl und 100 kg Kohle befördert werden kann, so treten:

94 kg Blauöl	für	652 kg Kohle
159 „ Theeröl	„	614 „ „ und
123 „ Gasöl	„	600 „ „

stellvertretend ein oder

100 Theile Blauöl	ersetzen	693 kg Kohle
100 „ Theeröl	„	386 „ „
100 „ Gasöl	„	488 „ „ und

100 Theile Blauöl leisten jene Arbeit, welche 142 Theile Gasöl oder 179 Theeröl schaffen, während das Verhältnis nach den theoretisch ermittelten Brennwerten sich stellen sollte wie 100:104:121.

Wollen wir aber, eine vollständige Verbrennung vorausgesetzt, unter der Annahme, dass die Coaks 83, die Kohle 69 Prozent Kohlenstoff enthalten, die bei verschiedenem Brennmaterial sich entwickelnde Kohlensäuremenge ermitteln, so können wir folgenden Weg einschlagen.

Das Gewicht des Brennmaterials multipliziert mit seinem Prozentgehalt an Kohlenstoff, gibt uns das hundertfache Gewicht des Kohlenstoffs, der der Verbrennung zugeführt wird.

Da 12 Gewichtstheile Kohlenstoff zu 44 Gewichtstheilen Kohlensäure verbrennen, brauchen wir nur das Gewicht des Kohlenstoffes mit $\frac{11}{3}$ zu multiplizieren, um das Gewicht der sich bildenden Kohlensäure zu bestimmen und dividieren wir dies durch das Gewicht eines Kubikmeters Kohlensäure, so resultirt die Quantität der Kohlensäure ausgedrückt in Kubikmetern.

Das Gewicht des Kubikmeter Kohlensäure beträgt bei 0° Temperatur und 760 mm Barometerstand 1.977 kg; unter den Druck- und Temperaturverhältnissen des Arlberg-Tunnels sinkt es aber etwa auf 1.824.

Berechnen wir darnach die täglich im Tunnel erzeugte Kohlensäuremenge auf Grund des in je 24 Stunden verbrauchten Brennmaterials, d. i. 8400 kg Kohle oder 5400 kg Coaks oder 1128 kg Blauöl und 576 kg Kohle oder 1908 kg Theeröl und 1032 kg Kohle oder endlich 1476 kg Gasöl und 1200 kg Kohle, so ergibt sich nachfolgendes Resultat:

bei Kohlenfeuerung	entstehen	11651 m ³	Kohlensäure
„ Coaksfeuerung	„	9009 „	„
„ Blauölfeuerung	„	2562 „	„
„ Theerölfeuerung	„	4904 „	„
„ Gasölfeuerung	„	4221 „	„

Ein gleiches Volumen freien Sauerstoffes wird hiebei gebunden, resp. den 421.853 m³ Luft des Tunnels entzogen und als Kohlensäure wieder gegeben.

Ohne Luftwechsel würde sich in 24 Stunden der Kohlensäuregehalt anreichern:

bei Kohlenfeuerung	auf	2.07 %
„ Coaksfeuerung	„	2.14 „
„ Blauölfeuerung	„	0.61 „
„ Theerölfeuerung	„	1.16 „
„ Gasölfeuerung	„	1.00 „

und der Sauerstoff müsste dementsprechend von 20·9 auf 18·2, 18·76, 20·29, 19·74 und 19·90 sinken.

Mit dem Ersatz eines Theiles des Sauerstoffes durch Kohlensäure ist jedoch der Verlust an freiem Sauerstoff noch nicht abgeschlossen, sondern jedes Theilchen disponiblen Wasserstoffes verbraucht 8 Gewichtstheile oder $\frac{1}{2}$ Volumtheil Sauerstoff zur Wasserbildung, welcher gleichfalls der Tunnel oft entnommen werden muss.

Nehmen wir an, Coaks hätten 83% Kohlenstoff, 0·4 Wasserstoff und 1·6 Sauerstoff, desgleichen die Kohle 69% Kohlenstoff, 6·4 Wasserstoff und 7·1 Sauerstoff, so ergeben sich an disponiblen Wasserstoff ($= H - \frac{1}{8}O$) in Prozenten:

bei Coaks	0·2
„ Kohle	5·51
„ Blauöl	12·75
„ Theeröl	6·19
„ Gasöl	11·53

Multiplizieren wir das Gewicht des Brennmaterials mit dem hundertsten Theile des Prozentsatzes seines disponiblen Wasserstoffes, so gelangen wir zum Gewicht dieses Wasserstoffes.

Dieses mit 8 multipliziert liefert das Gewicht des zur Verbrennung verbrauchten Sauerstoffes, und bei Division des Sauerstoff-Gewichtes durch das Gewicht von 1 m³ Sauerstoff resultiert das Volumen des Sauerstoffes, der an Wasserstoff gebunden wurde.

Das Gewicht des m³ Sauerstoff bei den Druck- und Temperatur-Verhältnissen des Tunnels beträgt beiläufig 1·319 kg.

Es ergibt sich darnach bei dem 24stündigen Brennmaterial-Verbrauch für die Verbrennung des Wasserstoffes ein Sauerstoffverbrauch aus der Tunnelluft von:

bei Kohlenfeuerung	2807 m ³
„ Coaksfeuerung	66 „
„ Blauölfеuerung	1065 „
„ Theerölfеuerung	1068 „
„ Gasölfеuerung	1433 „

Der Umstand, dass das hiedurch gebildete Wasser verschieden nach Druck, Temperaturs- und Feuchtigkeits-Verhältnissen sich bald mehr bald weniger verdichtet, oder in Gasform bleibt und dass hiedurch das Gesamtvolumen der Tunnelluft sich etwas ändert, kann füglich unberücksichtigt bleiben, da diese Volumänderung selbst bei Kohlenheizung 1% nicht erreicht.

Der Gesamtverlust an freiem Sauerstoff der in 24 Stunden durch Kohlensäure und Wasserbildung eintritt, beträgt demnach:

bei Kohlenfeuerung	14458 m ³
„ Coaksfeuerung	9075 „
„ Blauölfеuerung	3627 „
„ Theerölfеuerung	5972 „
„ Gasölfеuerung	5654 „

Ohne Ventilation würde demnach in 24 Stunden der Sauerstoffgehalt der Luft, der unter normalen Verhältnissen 20·9% beträgt, sinken, und zwar:

bei Kohlenfeuerung auf	17·43
„ Coaksfeuerung „	18·75
„ Blauölfеuerung „	20·04
„ Theerölfеuerung „	19·48
„ Gasölfеuerung „	19·56

Es scheint kaum am Platze, hier den Einfluss der Ventilation ausführlich zu erörtern, solange nicht durch eine Erhöhung der Ventilation, sondern durch einen Wechsel des Brennmaterials eine Besserung der Tunnelluft angestrebt wird.

Bei dem nämlichen Verbrennungsprozesse ist das Gewichts- und Volumverhältnis der bei der Verbrennung verbrauchten und sich bildenden Körper unabhängig von der Ventilation des Tunnels, und bei der Annahme eines vollständigen Mangels derselben tritt der Einfluss des Brennmaterials auf die Qualität der Tunnelluft am schärfsten zu Tage.

In der Untersuchung der Rauchgase, welche bei der Verwendung verschiedener Brennmaterialien auftreten, war ein weiteres Mittel gegeben, um die Beziehungen der Athmungsfähigkeit der Luft zu den verwendeten Brennmaterialien festzustellen.

Von wesentlichem Werte wäre es gewesen, wenn die Rauchgase jedes einzelnen Brennmaterials hätten der Untersuchung zugeführt werden können. Bei dem Umstande jedoch, dass die Heizungsanlagen solche sind, dass die flüssigen Brennstoffe nur gleichzeitig mit Kohle zur Verwendung gelangen können, musste davon Umgang genommen werden.

Es gelangten daher zur Untersuchung die Rauchgase bei Feuerung a) mit Kohle, b) mit Coaks, c) mit Blauöl und Kohle, d) mit Theeröl und Kohle, e) mit Gasöl und Kohle.

In allen Fällen erfolgte das Absaugen der Gase 80—90 cm unter der Schornsteinmündung.

Rauchgas a) ergab in Volumprocenten :	
Kohle	Kohlensäure 15.15
	Sauerstoff 2.45
	Kohlenwasserstoffe 1.61
	Kohlenoxydgas 0.17
Rauchgas b) ergab:	
Coaks	Kohlensäure 3.73
	Sauerstoff 16.53
	Kohlenwasserstoffe negativ
	Kohlenoxydgas 0.03
Rauchgas c) ergab:	
Blauöl u. Kohle	Kohlensäure 8.53
	Sauerstoff 9.74
	Kohlenwasserstoffe 1.27
	Kohlenoxydgas 0.14
Rauchgas d) lieferte:	
Theeröl u. Kohle	Kohlensäure 8.89
	Sauerstoff 9.76
	Kohlenwasserstoffe 2.50
	Kohlenoxydgas 0.11
Rauchgas e) ergab:	
Gasöl u. Kohle	Kohlensäure 10.10
	Sauerstoff 8.11
	Kohlenwasserstoffe 1.36
	Kohlenoxydgas 0.10

Von einer Trennung der Kohlenwasserstoffe nach Einzelbestandtheilen und einer Charakterisierung der letzteren musste der Gefertigte absehen, nachdem er sich durch Probeversuche überzeugte, dass selbst in Gemischen von Kohlenwasserstoffen bekannter Zusammensetzung bei mehr als 30- bis 60facher Verdünnung durch Stickstoff, wie sie nach Beseitigung von Kohlensäure und Kohlenoxyd und Sauerstoff in den Rauchgasen vorliegen, nur mehr unsicher ihre einzelnen Bestandtheile nachgewiesen und bestimmt werden können, wenn das Gemisch aus mehreren Gasen besteht.

Bei den Rauchgas-Analysen, bei Kohlen- und Coaksfeuerung drängt sich, da, wie deutlich aus dem Nachweis von 2.45 und 16.53 % freien Sauerstoff hervorgeht, bei ersterer Feuerung der Luftzutritt ein sehr spärlicher, bei letzterer ein reichlicher war, der Gedanke auf, dass durch einen mittleren Luftzutritt bei Coaksfeuerung die Kohlenoxydbildung erhöht und das Auftreten von Kohlenwasserstoff begünstigt, bei Kohlenfeuerung die Bildung beider herabgemindert wird.

Die Ermittlung der Zusammensetzung der Rauchgase erlangt erst eine hygienische Bedeutung, wenn man zugleich zu bestimmen vermag, wie gross die Menge der erzeugten Rauchgase innerhalb einer gewissen Zeitperiode und eines gegebenen Raumes resp. Luftquantums ist.

Annäherungsweise, aber auch nur so können wir diese Menge bestimmen, aus der Zusammen-

setzung und dem Verbrauch des Brennmaterials und dessen Verbrennungsproducten, wenn wir die Volumsveränderung, welche die Luft bei der Umwandlung in Rauchgas erleidet, vernachlässigen.

Von den 20·9 m³ Sauerstoff, die mit 100 m³ Luft dem Heizmateriale zur Verbrennung zugeführt wurden, erscheinen dann in den Rauchgasen bei Kohlen-, Coaks-, Blauöl-, Theeröl- und Gasfeuerung 2·45, 16·53, 9·74, 9·76, 8·11 m³ noch als freier Sauerstoff, während die restlichen 18·45, 4·37, 11·16, 11·14, 12·79 m³ bei der Verbrennung Verwendung fanden, resp. gebunden wurden.

Wir haben früher abgeleitet, dass bei den verschiedenen Feuerungen in der zuletzt gegebenen Ordnung in 24 Stunden 14458, 9075, 3627, 5972 und 5654 m³ Sauerstoff zur Verbrennung benöthigt werden.

Wenn von 100 m³ Luft 18·45, 4·37, 11·16 etc. m³ Sauerstoff gebunden werden, müssen x m³ Luft der Feuerung zugeführt werden, damit 14458, 9075, 3627 etc. m³ Sauerstoff zur chemischen Vereinigung gelangen, mit anderen Worten: wir erhalten die Menge der zugeführten Luft durch Lösung nachfolgender Proportionen:

$$\begin{aligned} 100:18\cdot45 &= x:14458 \\ 100:4\cdot37 &= y:9075 \\ 100:11\cdot16 &= z:3627 \\ 100:11\cdot14 &= m:5972 \\ 100:12\cdot74 &= n:5654 \end{aligned}$$

Die Zahlen, welche wir dabei erhalten, sowie die davon abgeleiteten Werte, werden um soviel zu hoch ausfallen, als der wirkliche Sauerstoffverbrauch in Folge unvollständiger Verbrennung kleiner ist, als der theoretisch ermittelte. Nicht berücksichtigt ist dabei die Volumvermehrung, welche durch die Bildung gasförmiger Kohlenwasserstoffe und Kohlenoxydgas, und die Volumverminderung, die durch die Verdichtung des gebildeten Wasserdampfes veranlasst wird.

Für x, y, z, m, n erhalten wir die Zahlen 78.363, 207.666, 32.500, 53.669, 44.380; dieselben drücken uns die m³ Luft aus, welche in 24 Stunden bei den verschiedenen Heizmaterialien (Ordnung wie früher) in die Feuergase eintreten und mit einer Volumenveränderung von einigen Procenten als Rauchgase austreten.

In dieser Luft, beziehungsweise Rauchgasmengen waren die in den Rauchgasen nachgewiesenen Procente von Kohlensäure, Kohlenwasserstoff und Kohlenoxydgas enthalten. Zu den Volumen derselben gelangen wir, wenn wir das Luftvolumen, das den einzelnen Brennmaterialien zugeführt werden muss multiplicieren mit dem hundertsten Theil des entsprechenden Procentsatzes von Kohlensäure, Kohlenwasserstoff und Kohlenoxyd. Z. B. Kohlenfeuerung benöthigt in 24 Stunden 78.363 m³ Luft und gab ein Rauchgas mit 15·15% Kohlensäure, 1·61% Kohlenwasserstoff, 0·17% Kohlenoxyd.

Daher $78\cdot363 : x = 100 : 15\cdot15$; $x = 11\cdot872$ m³ Kohlensäure,
 $78\cdot363 : y = 100 : 1\cdot61$; $y = 1261\cdot6$ „ Kohlenwasserstoff,
 $78\cdot363 : z = 100 : 0\cdot17$; $z = 133\cdot2$ „ Kohlenoxyd,

man erhält so

	m ³ Kohlensäure,	Kohlenwasserstoff,	Kohlenoxyd
bei Kohlenfeuerung	11872·0	1261·6	133·2
„ Coaksfeuerung	7745·9	—	62·3
„ Blauölfeuerung	2772·2	412·8	45·5
„ Theerölfeuerung	4771·2	1341·7	59·0
„ Gasölfeuerung	4482·4	603·6	44·3

Diese Volumen wurden der gesammten Luftmenge des Tunnels in 24 Stunden beigemischt. Daraus ergibt sich nach der Proportion, Tunnelvolumen: zum Volumen der Verunreinigung = wie 100 : x, der Procentgehalt an Verunreinigung:

	Kohlensäure,	Kohlenwasserstoff,	Kohlenoxyd,
für Kohlenfeuerung	2·81	0·30	0·032
„ Coaksfeuerung	1·84	—	0·015
„ Blauölfeuerung	0·66	0·10	0·011
„ Theerölfeuerung	1·13	0·32	0·014
„ Gasölfeuerung	1·06	0·14	0·011

Der Gefertigte macht nochmals darauf aufmerksam, dass die Berechnung nur eine annäherungsweise ist, und dass die untersuchten Kohlen- und Coaks-Rauchgase keiner ganz normalen Heizung

entsprechen, dass vielmehr bei normalem Betrieb für Kohlenheizung eine Verbesserung, für Coaksheizung eine Verschlechterung der Athmungsverhältnisse zu erwarten ist.

Fassen wir die Untersuchungsergebnisse zusammen, so sind es folgende: die Tunnelluft zeigte bei Coaks-, Theeröl- und Blauölfeuerung einen Kohlensäuregehalt von 0·22, 0·13 und 0·11 Procent. Die neben der Kohlensäure vorhandenen bemerkbaren Gase zeigten gleichfalls bei der gleichen Brennmaterial-Änderung ein ähnliches Sinken ihrer Mengen, wenn man dieselben procentualiter nach der aus ihnen durch Verbrennung gebildeten Kohlensäure ausdrückt.

Der Wert beider Bestimmungen ist kein sehr hoher, da jegliche Bürgschaft dafür fehlt, dass bei den vielen Faktoren, welche die Zusammensetzung der Tunnelluft beeinflussen, die Entnahme der Proben wirklich, ausser bei geändertem Heizmaterial, unter sonst entsprechend gleichen Umständen erfolgte.

Aus der Untersuchung der Brennmaterialien, wobei für Kohlen und Coaks eine Zusammensetzung angenommen wurde, wie sie älteren Untersuchungsergebnissen entspricht, geht hervor, dass in der Tunnelluft, der Mangel jeder Ventilation und eine vollständige Verbrennung vorausgesetzt, in 24 Stunden der Gehalt an Kohlensäure und freiem Sauerstoff in nachfolgender Weise sich anhäufen beziehungsweise sinken muss.

	Kohle-,	Coaks-,	Theeröl-,	Gasöl-,	Blauölfeuerung	
geben:	2·70	2·14	1·16	1·00	0·6%	Kohlensäure
und binden:	3·47	2·15	1·42	1·34	0·86%	freien Sauerstoff.

Selbst eine bis zu 25% gehende Verbrauchs-Vermehrung oder Verminderung eines einzelnen Brennmaterials vermag die obige Reihenfolge nicht wesentlich zu stören, sondern nur einen Wechsel in der Stellung zwischen Theeröl- und Gasöl-Feuerung hervorzubringen.

Aus der Untersuchung der Rauchgase lässt sich ableiten, dass sich nach den verschiedenen Heizungen in der Tunnelluft ohne Ventilation in 24 Stunden annäherungsweise von Kohlensäure, Kohlenwasserstoffen und Kohlenoxyd nachfolgende Mengen-Verhältnisse anhäufen.

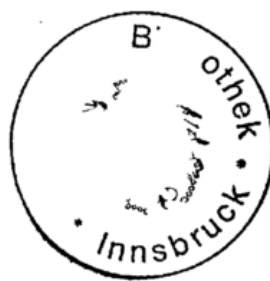
	Kohle-,	Coaks-,	Theeröl-,	Gasöl-	Blauölheizung.
Kohlensäure	2·81	1·84	1·13	1·06	0·66
Kohlenwasserstoff	0·30	0·00	0·32	0·14	0·10
Kohlenoxydgas	0·032	0·015	0·014	0·011	0·011

Aus den früher angeführten Gründen sind diese Zahlen für Procente durchaus als zu gross zu nennen. Berücksichtigen wir, dass wie aus den entsprechenden Rauchgas-Analysen hervorgeht, bei der Probeentnahme die Coaksfeuerung mit einem bedeutenden Sauerstoffüberschusse durchgeführt wurde, dagegen die Kohlenheizung bei sehr geringem Luftüberschuss sich vollzog, so lässt sich bei gewöhnlicher Leitung des Verbrennungsprocesses für erstere Feuerung eine Verschlechterung, für letztere eine Verbesserung der sanitären Verhältnisse, wie sie durch obige Zahlen ausgedrückt werden, erwarten.

Als Gesamtergebnis der Untersuchung lässt sich ableiten, dass durch die Einführung der Verwendung flüssigen Brennmaterials ein bedeutender Fortschritt in sanitärer Beziehung erzielt werden kann, dass jedoch wenigstens bei den derzeit benutzten Heizanlagen das Theeröl diesem Zweck kaum entspricht, wogegen jedoch von der Verwendung des Gasöles und noch in erhöhtem Maasse von der des Blauöles sehr günstige Resultate zu erwarten sind.

Innsbruck, am 6. Jänner 1896.

K. Senhofer m. p.



KARTE der ARLBERG-BAHN.



Mengenbach — 1/2 20.000

Maßstab:
für die Längen : 1: 100000.
" " Höhen : 1: 5000.

LÄNGENPROFIL DER STRECKE LANDECK- BLUDENZ.

Objekte:

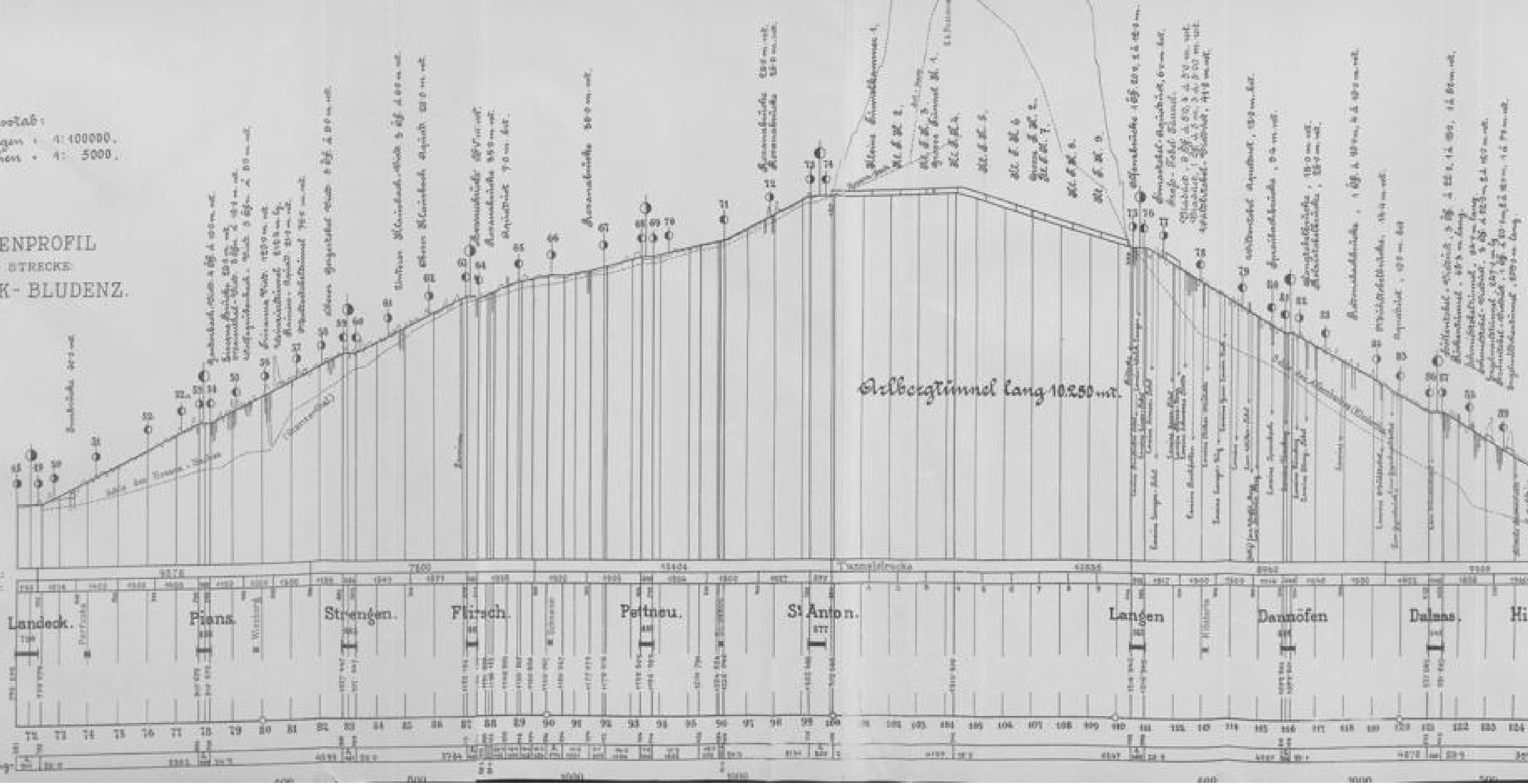
Bahnstrecke:
Höhenstrecken, meter:

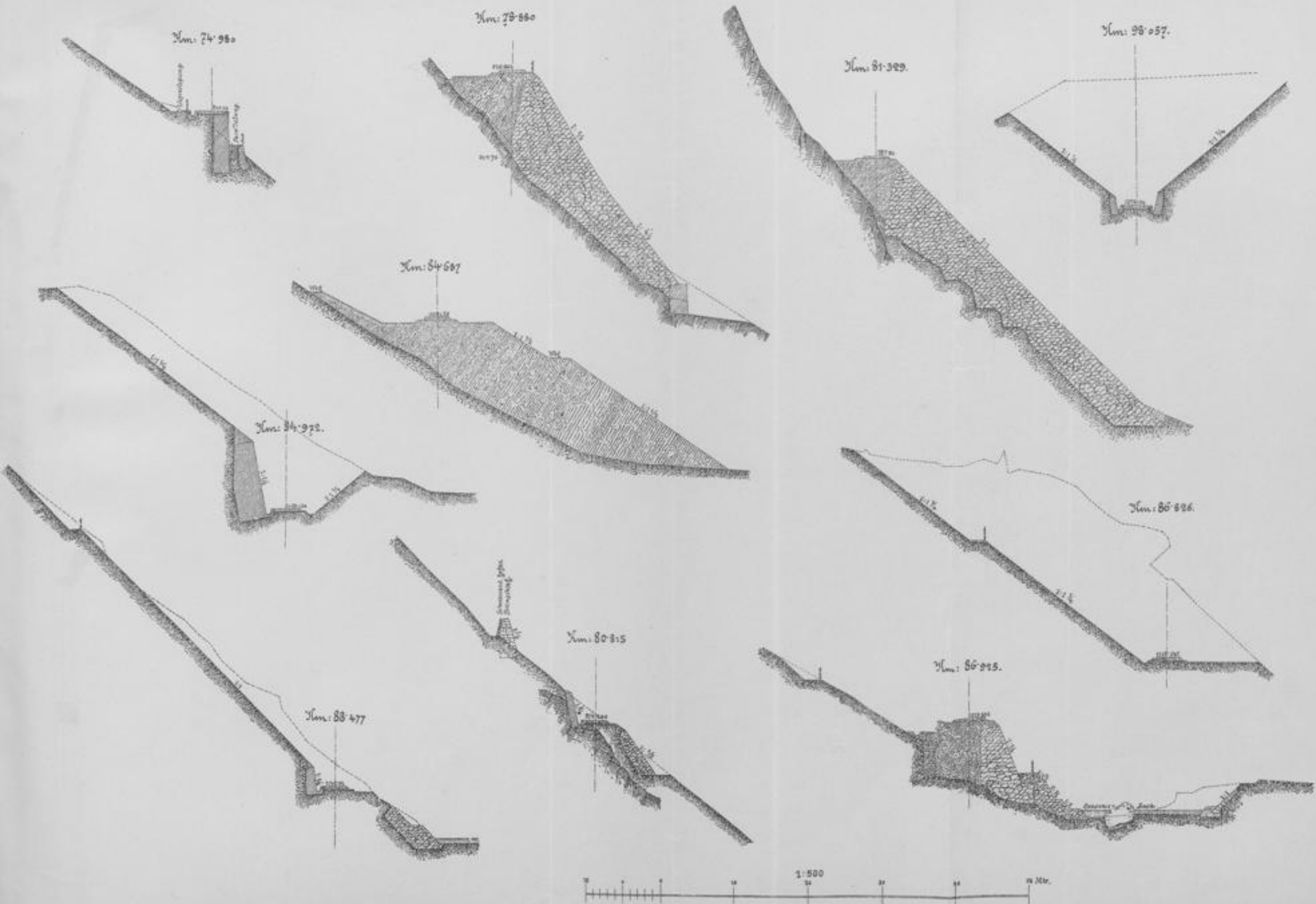
Stationen:
Länge in Metern:

Schienenstrecke:

Kilometer:

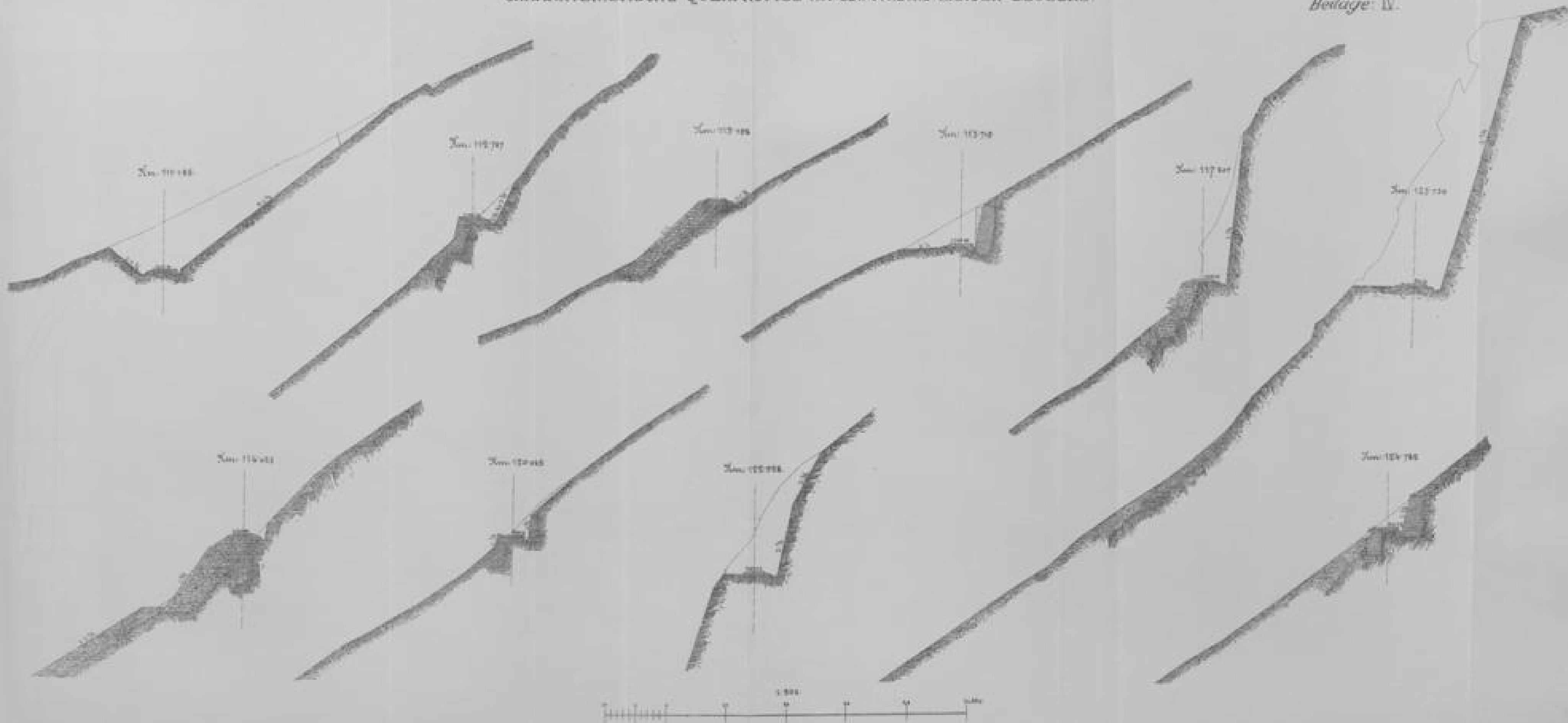
Steigungswinkel, in Grad:





CHARAKTERISTISCHE QUERPROFILE AUF DER STRECKE LANGEN-BLUDENZ.

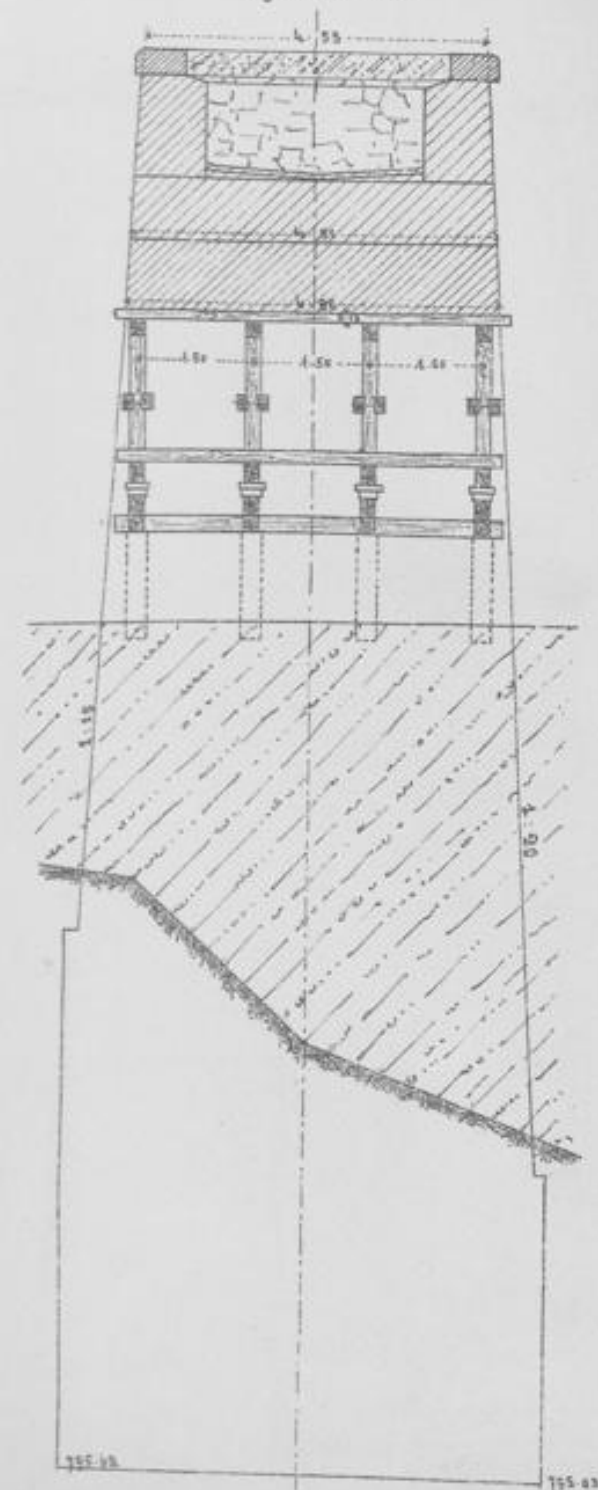
Beilage N.



Beilage: VII.

DER STRECKE: „HINTERGASSE-BRATZ“

Querschnitt =

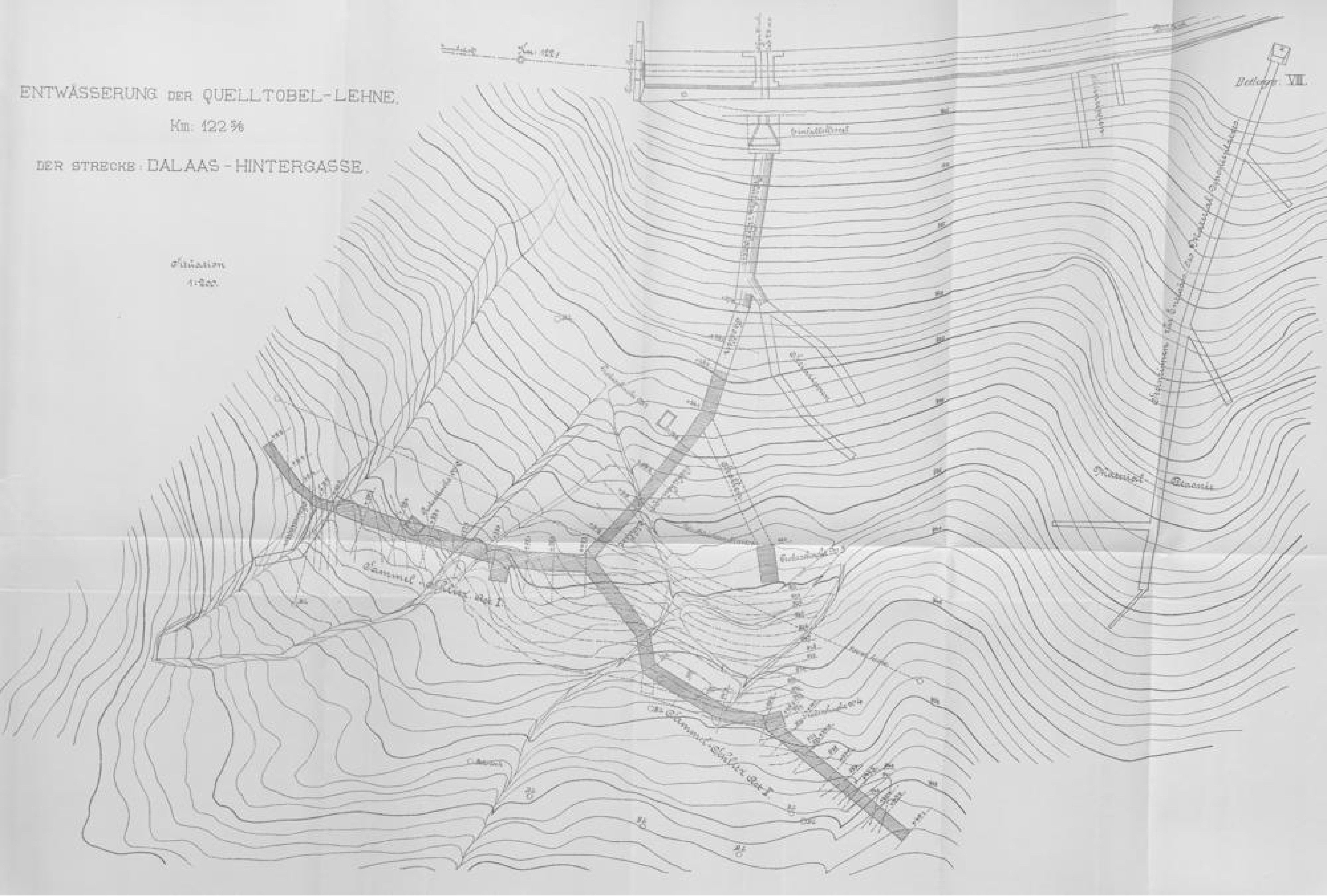


ENTWASSERUNG DER QUELLTOBEL-LEHNE.

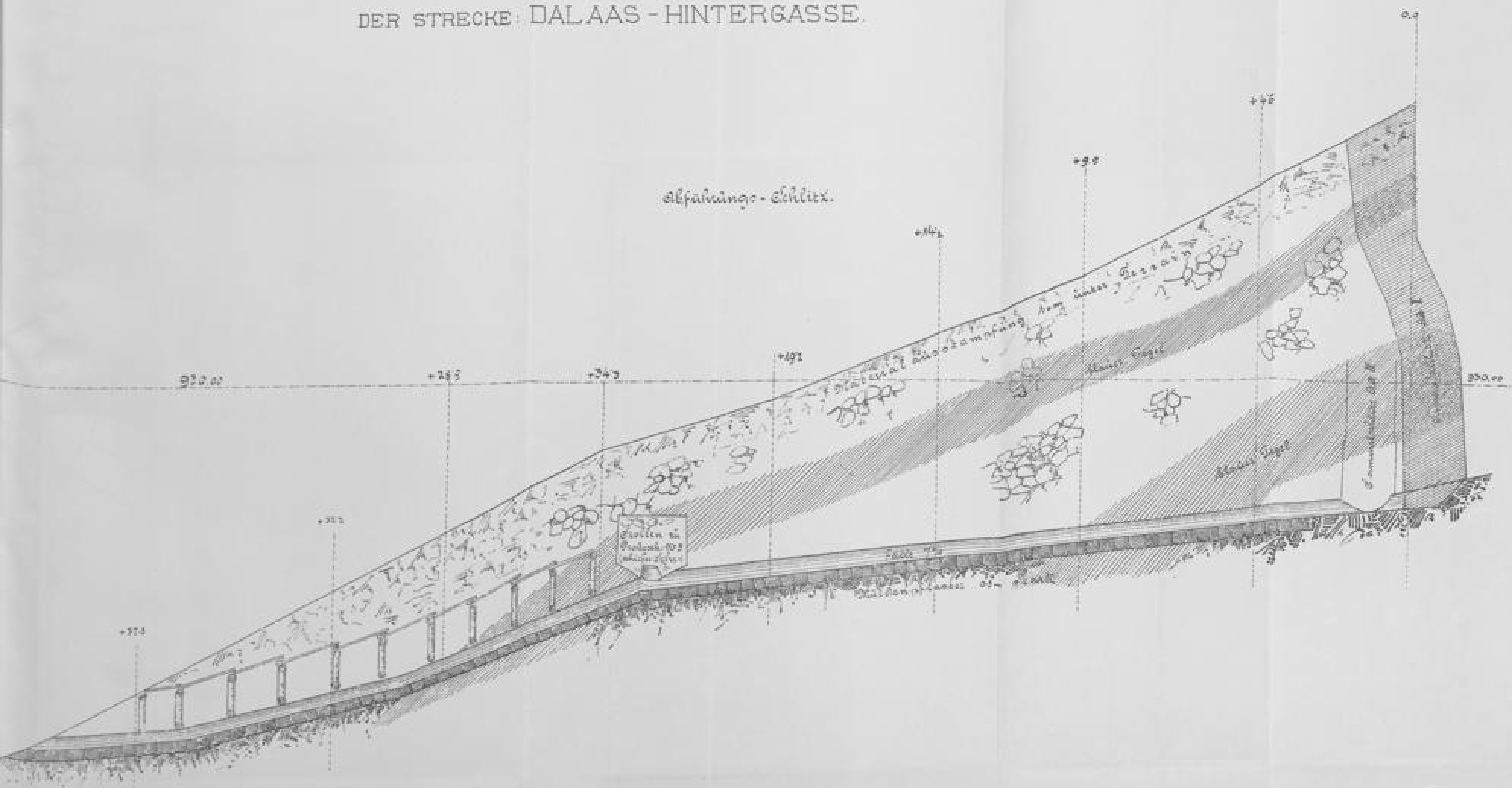
Km. 122 3/4

DER STRECKE DALAAS - HINTERGASSE.

Strecke
1-2 km.

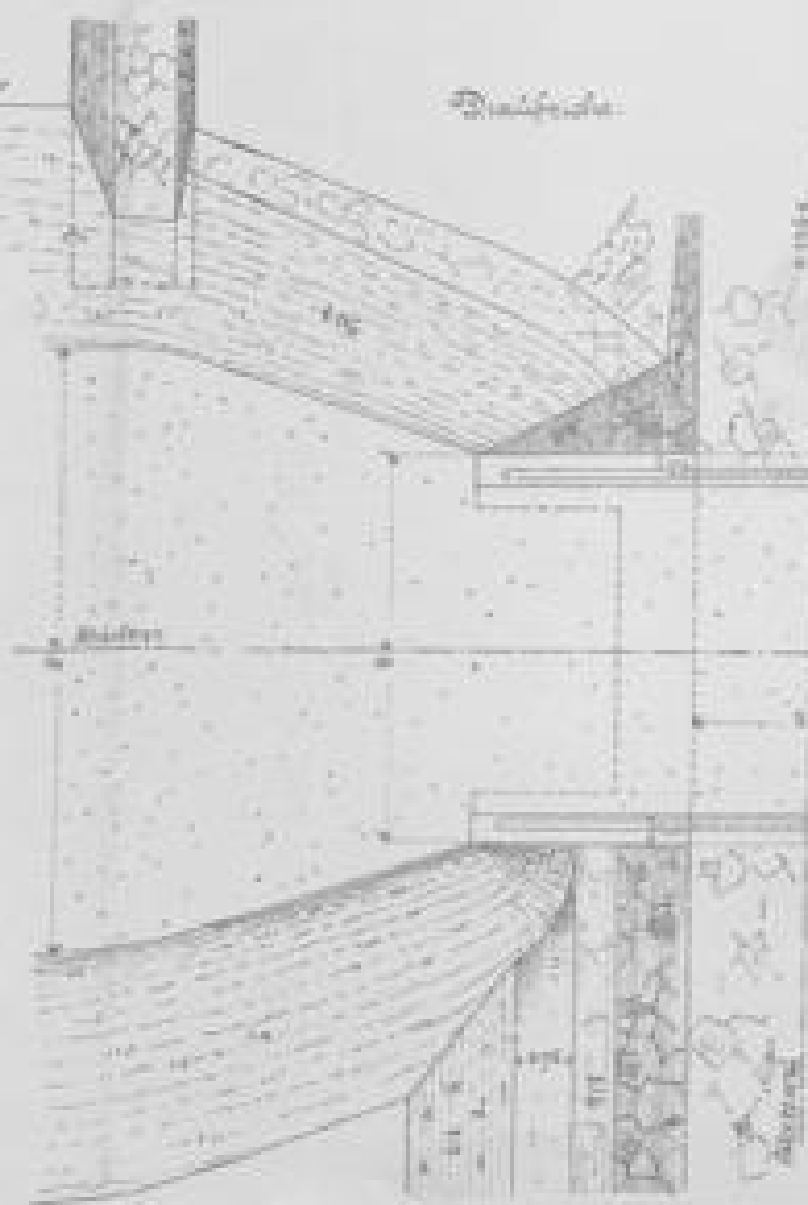
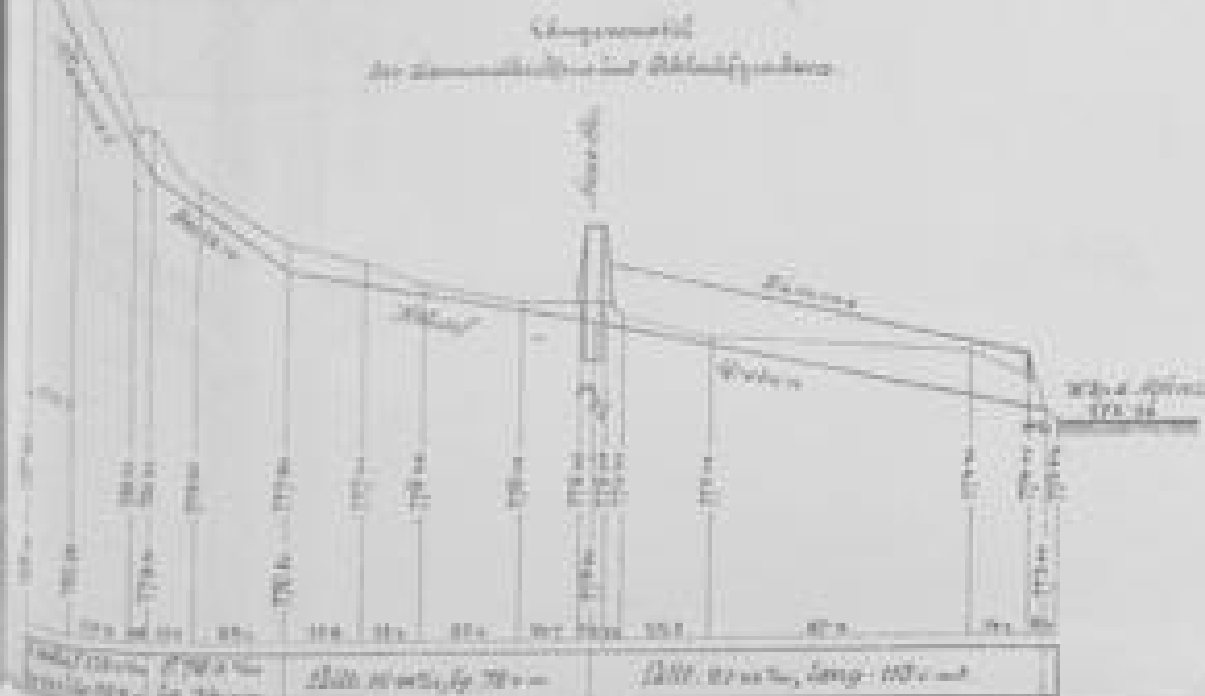


ENTWÄSSERUNG DER QUELLTOBEL-LEHNE, Km: 122 ⁵/₆ DER STRECKE DALAAS - HINTERGASSE.

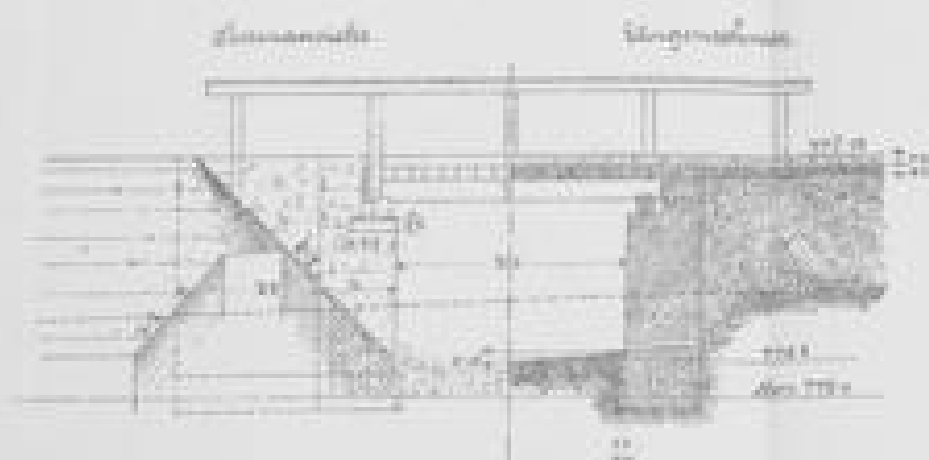


SCHUTZBAUTEN AM SCHMIED-TOBEL, Km: 122 98 DER STRECKE DALAAS - HINTERGASSE.

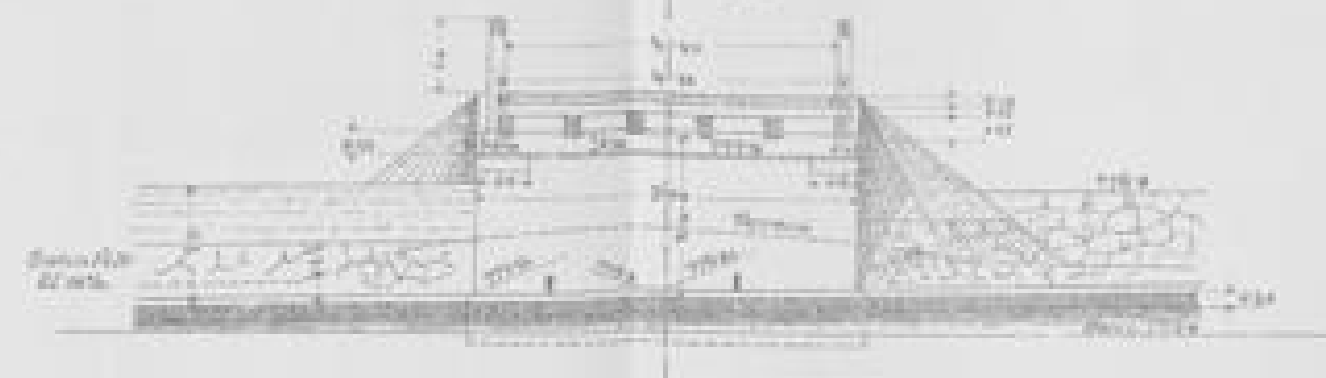
Beilage XI.



Strassenbrücke am Abflussgraben.



Brücke am Abflussgraben.



Abflussgraben.



Abflussgraben.



Abflussgraben.



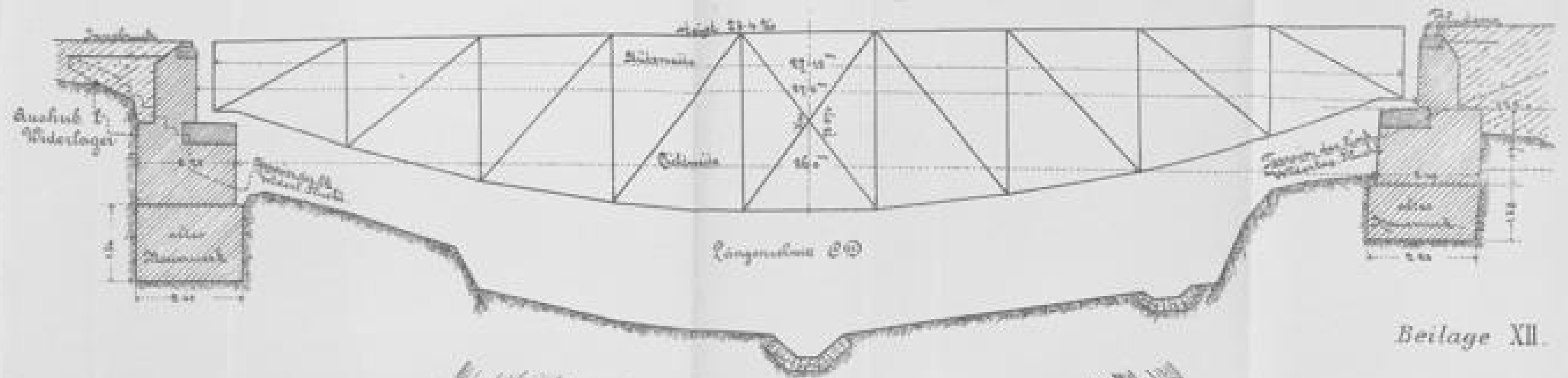
Abflussgraben.

- 1. Linie - für die Abflussgraben.
- 2. Linie - für die Abflussgraben.
- 3. Linie - für die Abflussgraben.
- 4. Linie - für die Abflussgraben.
- 5. Linie - für die Abflussgraben.

EINSCHIEBUNG EINER EISENCONSTRUCTION

VON 26% ML LICHTWEITE BEI Km 78+46

DER STRECKE PIANS-STRENGEN AN STELLE DER DASELBST
BESTANDENEN DEFORMIRTEN TROCKENMAUER.

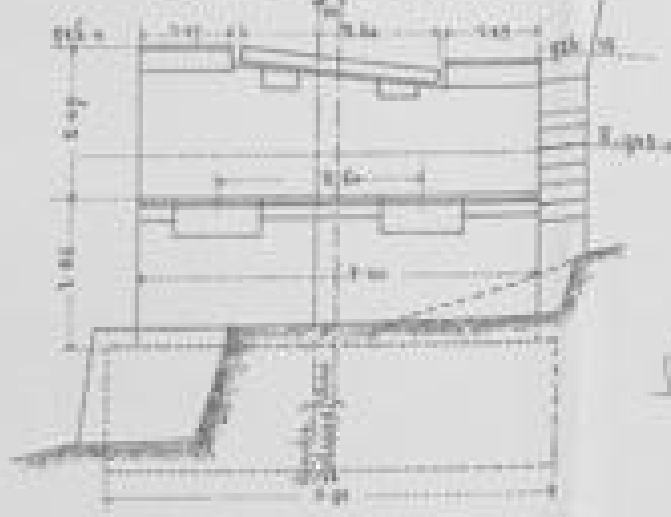
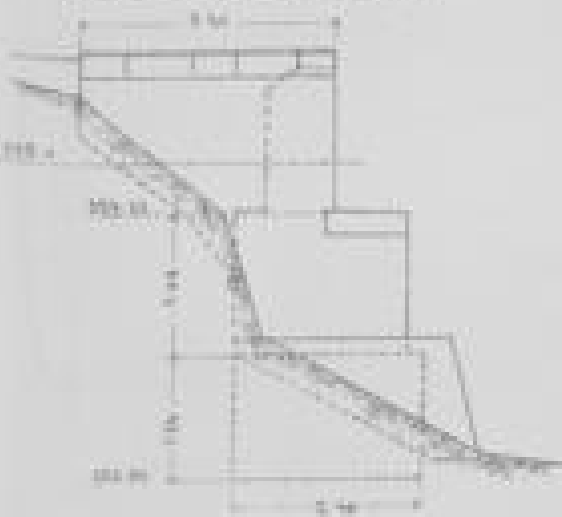


Beilage XII.

Innenbrücken Widerlager.

Ausschnitt nach dem Boden.

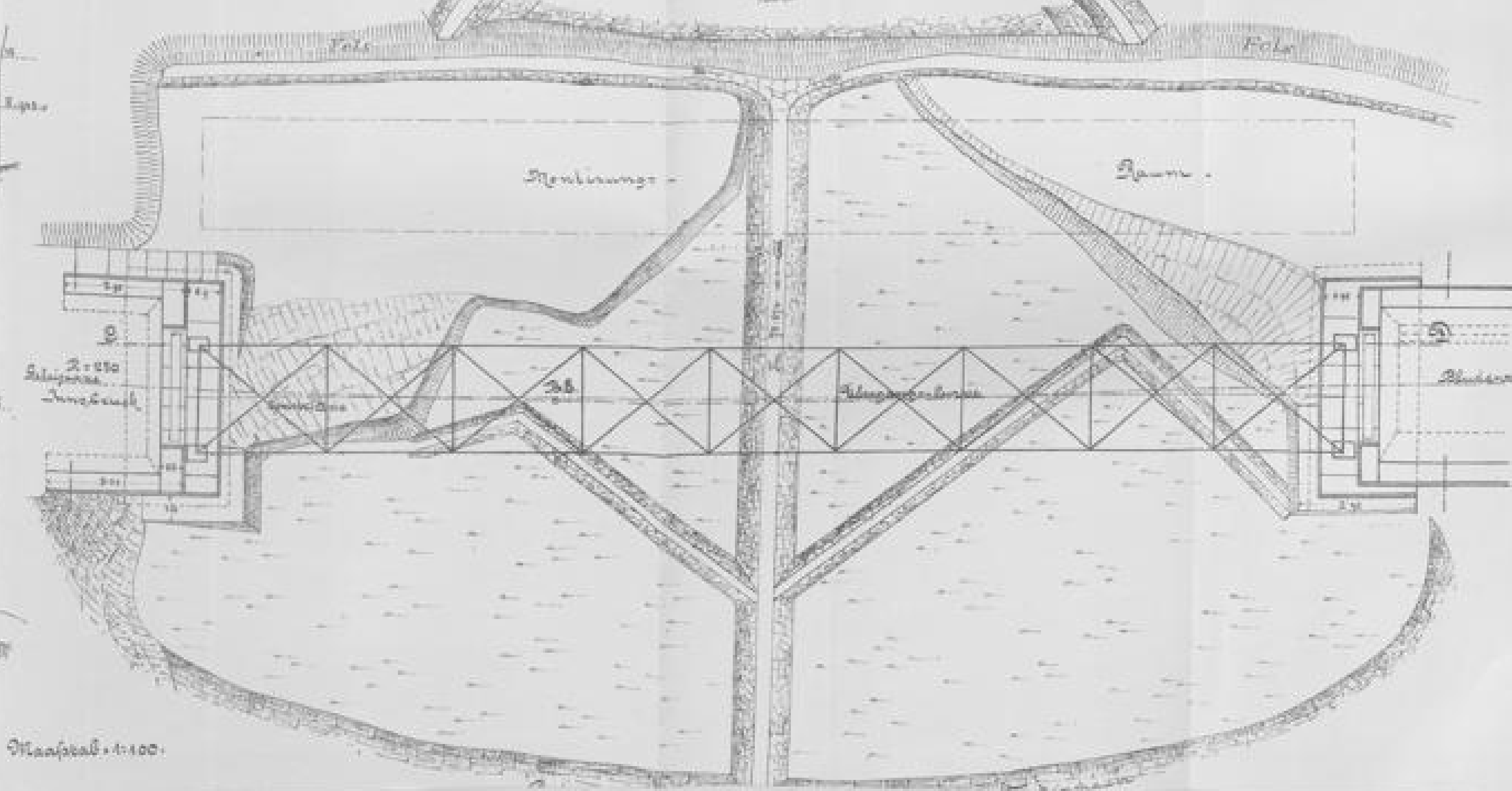
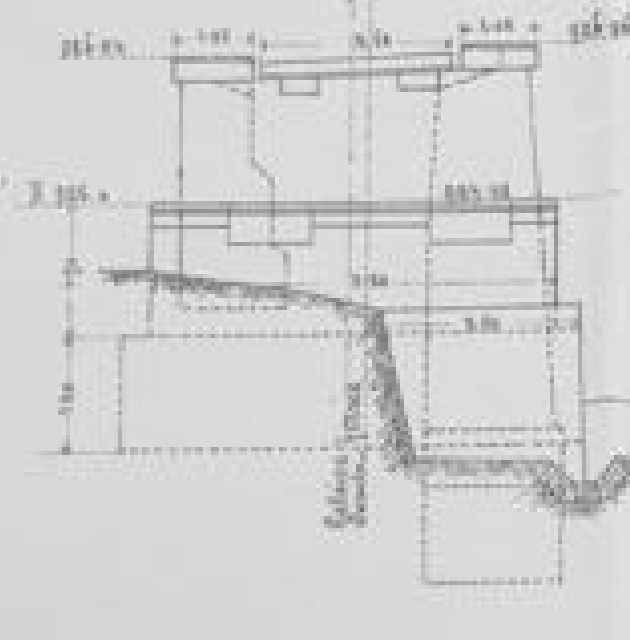
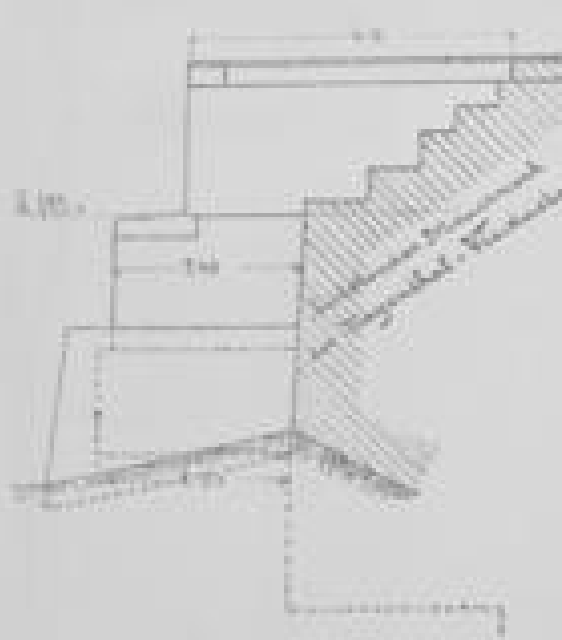
Ausschnitt gegen Innenbruch.



Äußeren Widerlager.

Ausschnitt nach dem Boden.

Ausschnitt gegen Außenbruch.



Maßstab 1:100.

RECONSTRUCTION SCHADHAFTER GEWÖLBS-RINGE IM ARLBERG-TUNNEL.

Beilage: XIII.

1:50.

Ring 911.

Ring 912.

Ring 913.

Ring 927.

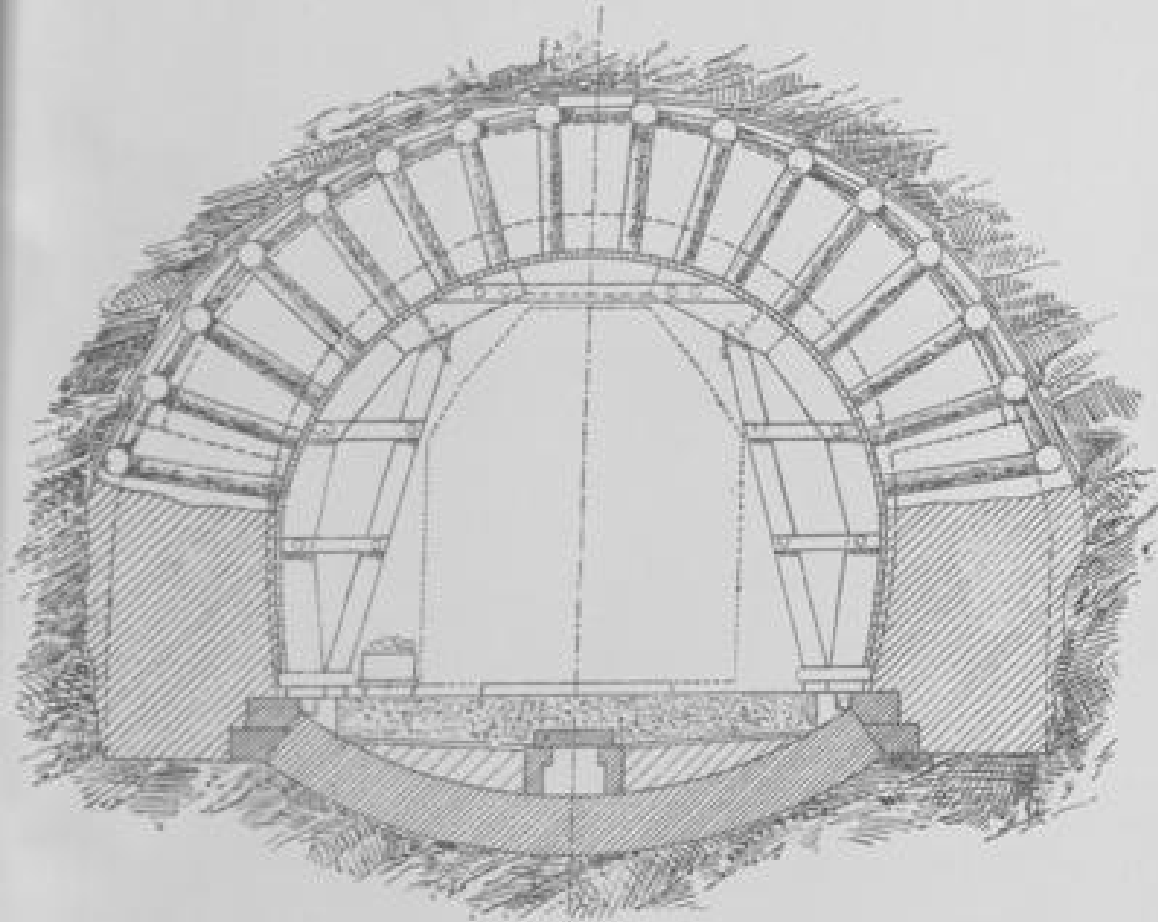
Ring 928.

Ring 929.

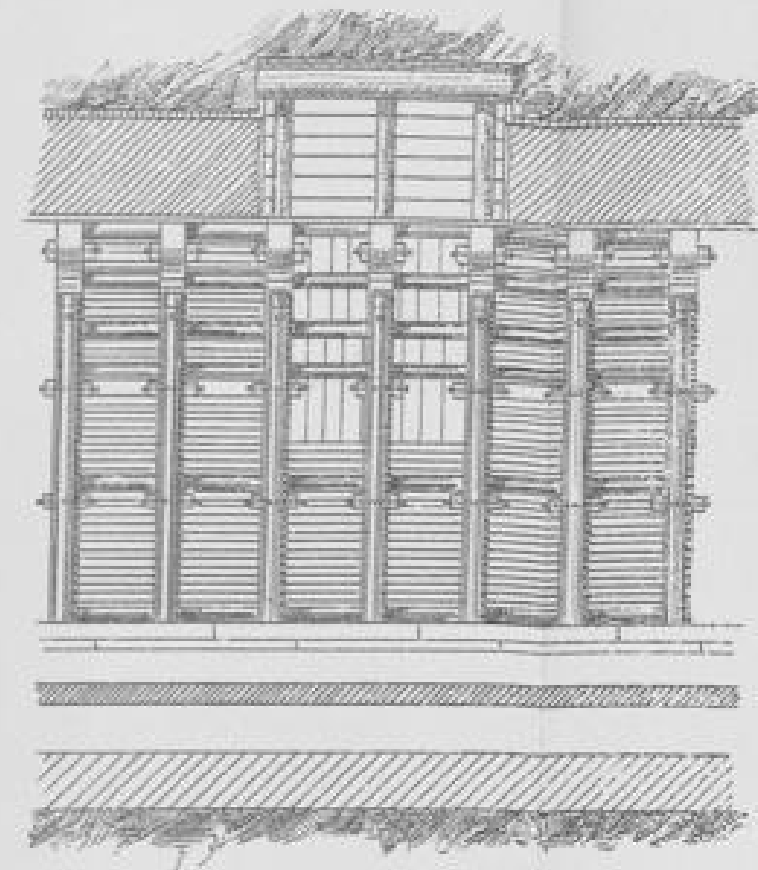
RECONSTRUCTION SCHADHAFTER GEWÖLBS-RINGE IM ARLBERG-TUNNEL

Beilage XIV.

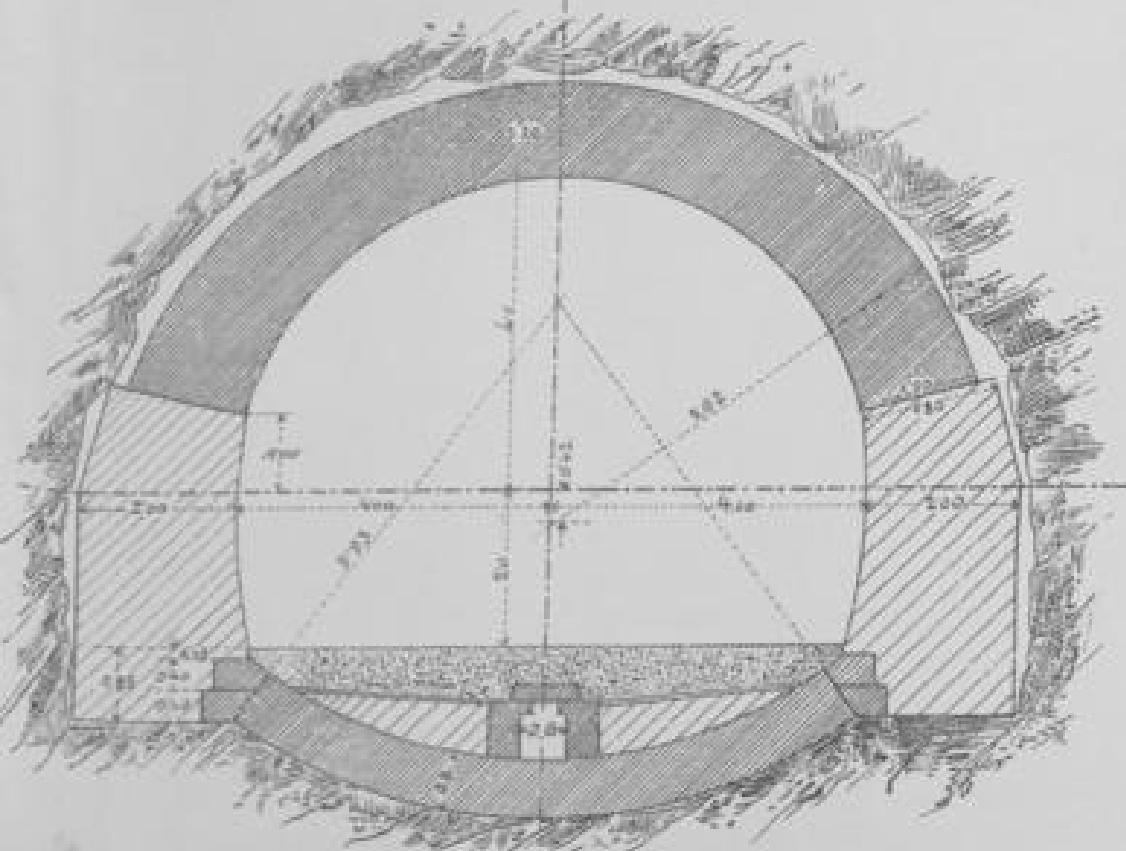
Querschnitt



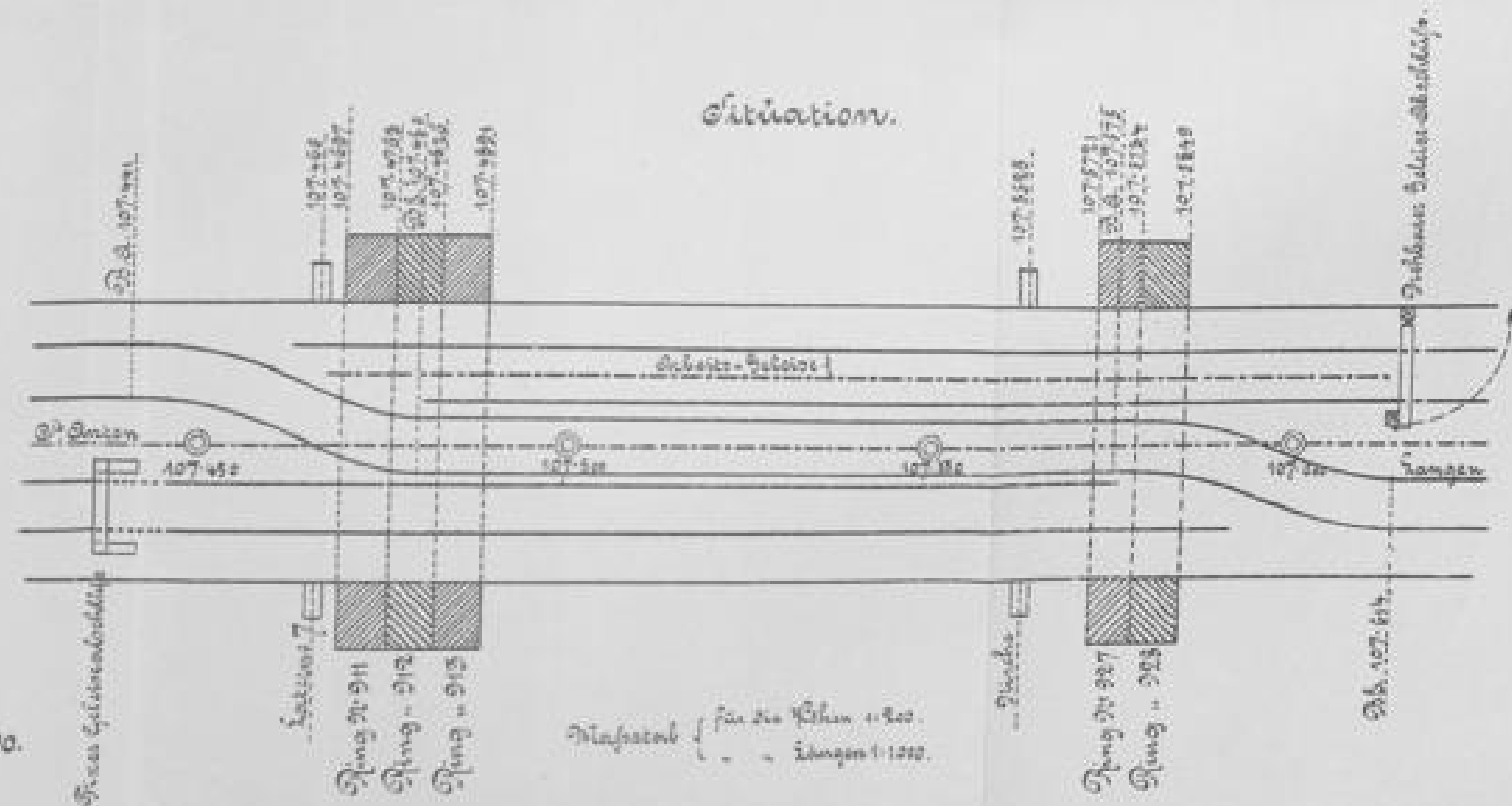
Längenschnitt



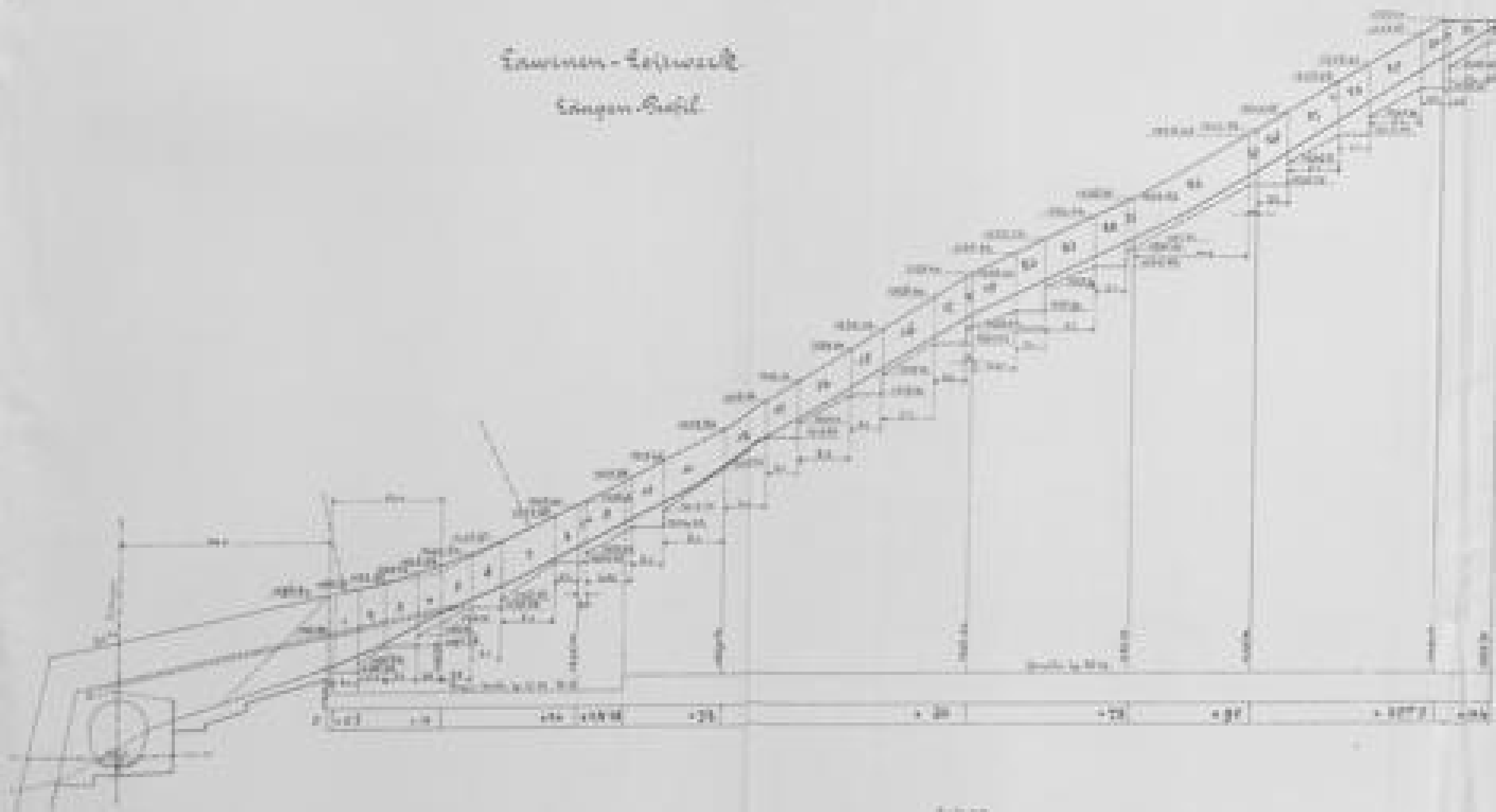
Rekonstruktions-Typ.



Situation.



Längen-Querschnitt
Langen Profil.



1:1000

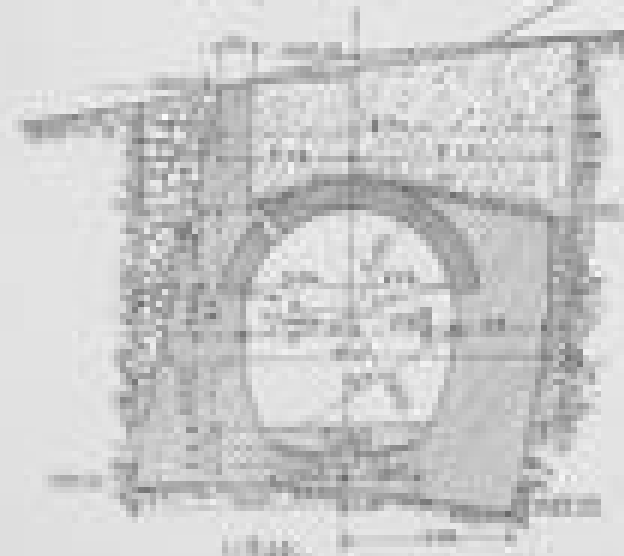
Querschnitts-Berechnung von 100-1100 m bis 1200-1300 m
Schnitt bei 100-1100 m



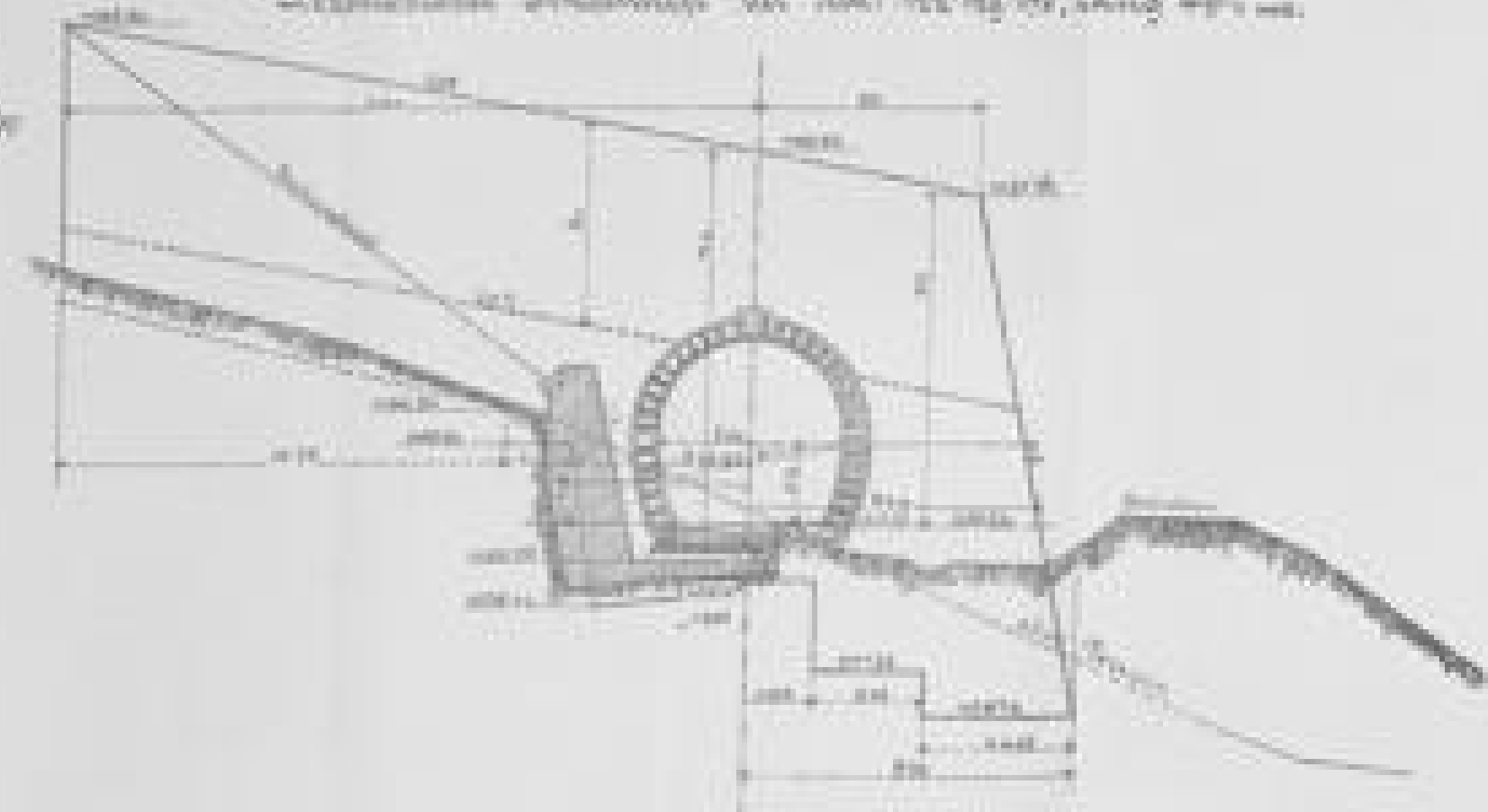
Langen-Schnitt



Schnitt bei 1200-1300 m

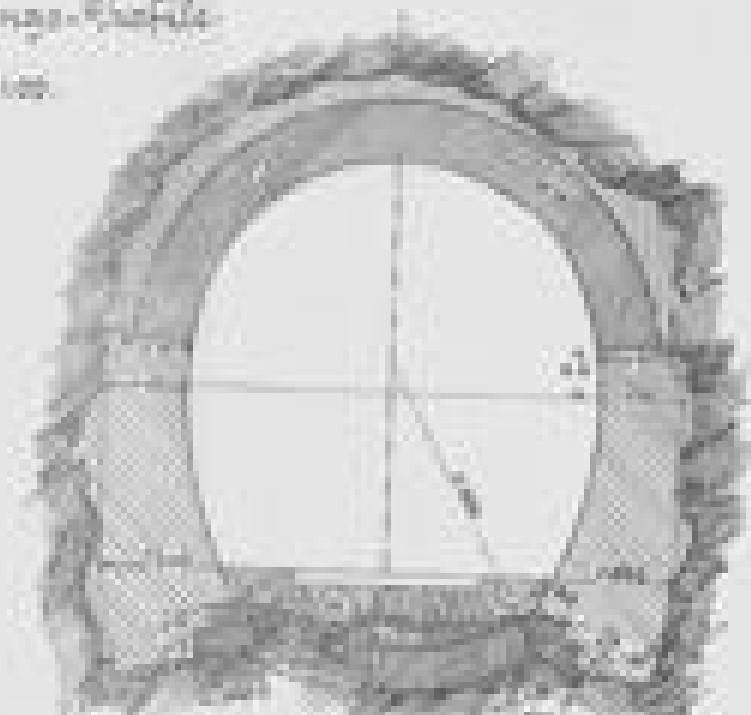
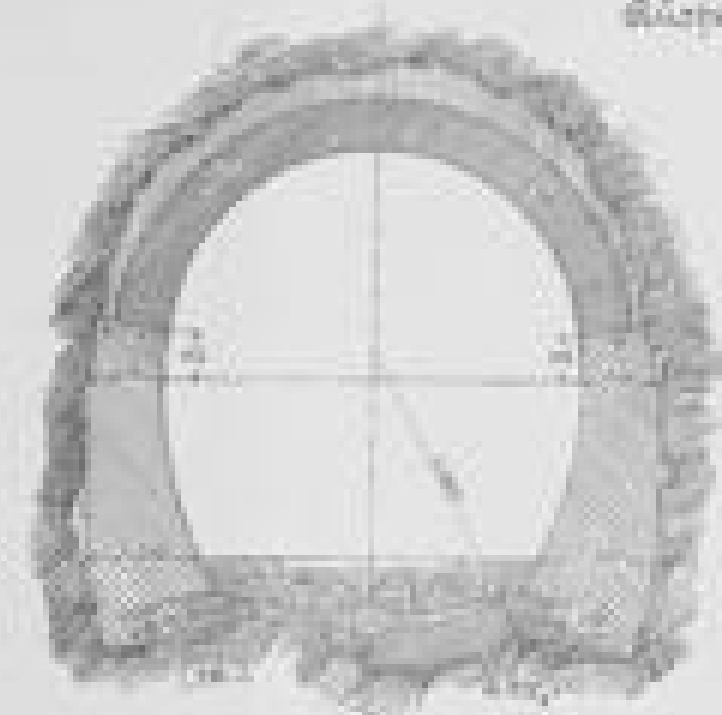


Querschnitts-Berechnung bei 1200-1300 m, lang 100 m

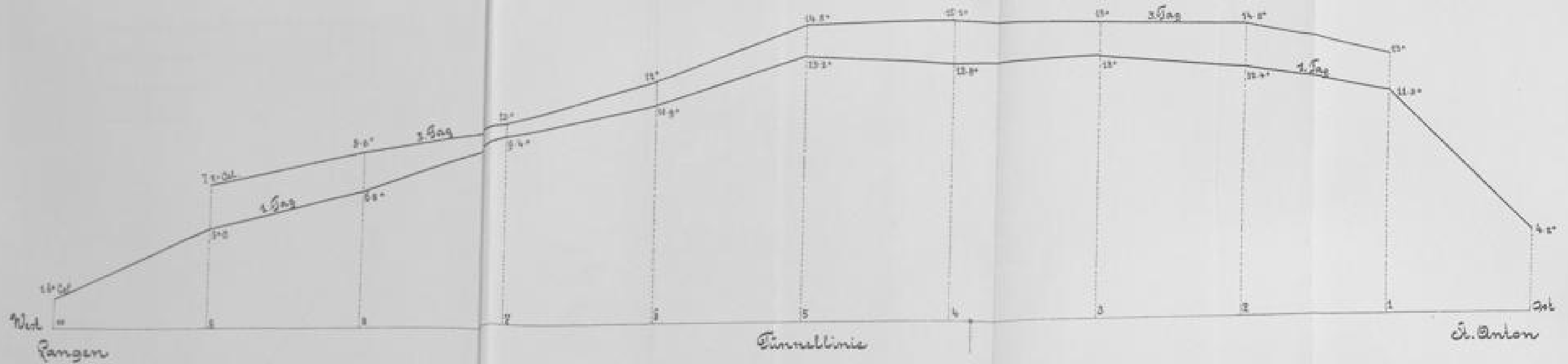


Ausführung-Profil

1:1000

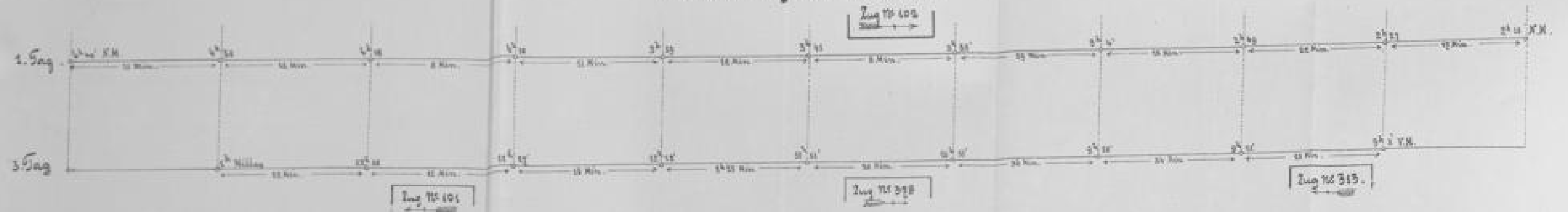


TEMPERATUR - CURVE.



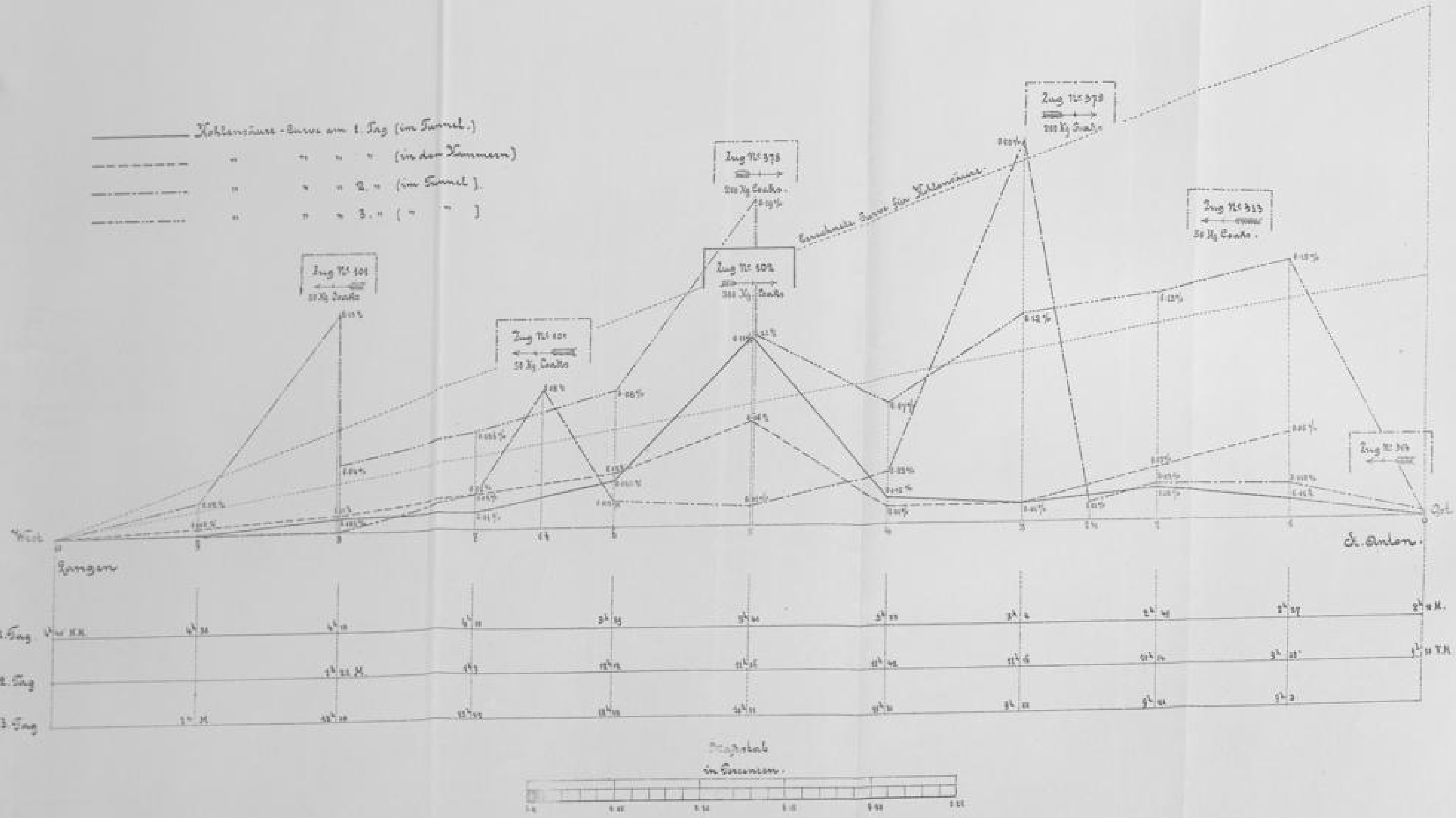
steil → Richtung des Tunnels flach →

Untersuchungszeit und Länge.



KOHLensäURE - CURVEN.

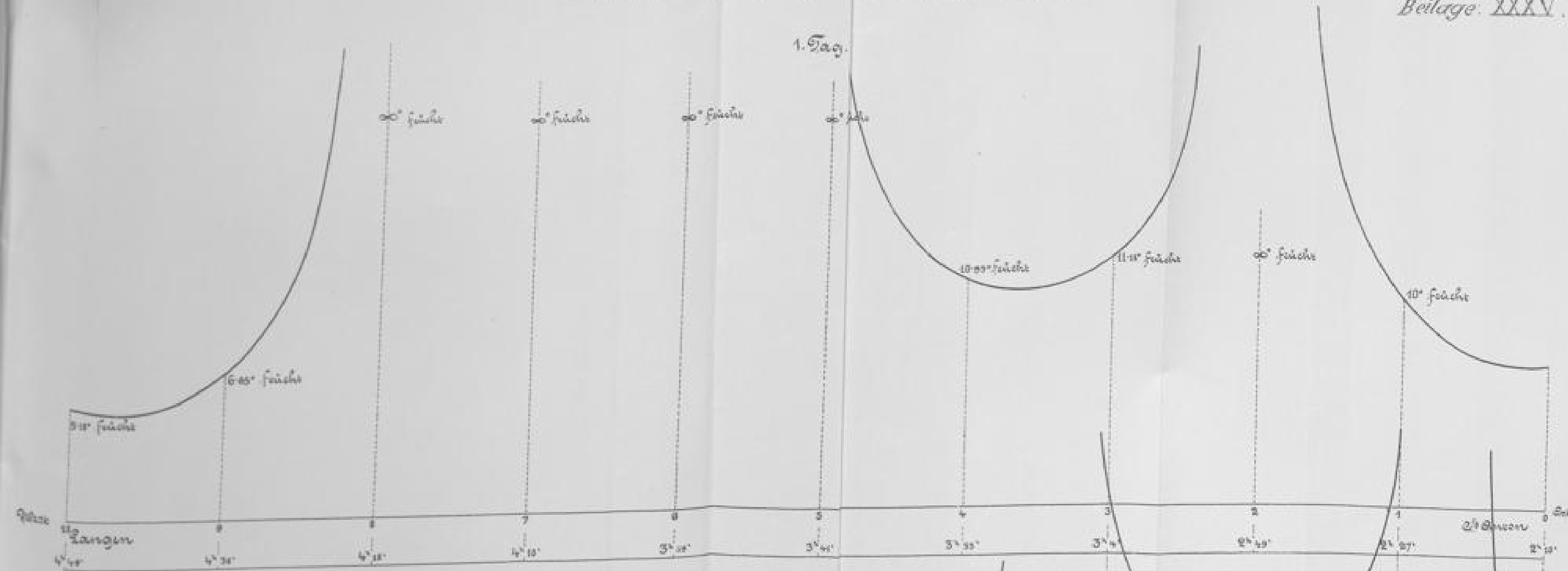
————— Kohlendioxid - Curve am 1. Tag (im Tunnel.)
 - - - - - " " " " (in der Kammer)
 - - - - - " " " " 2. " (im Tunnel.)
 - - - - - " " " " 3. " (" ")



FEUCHTIGKEITS-VERHÄLTNISSE.

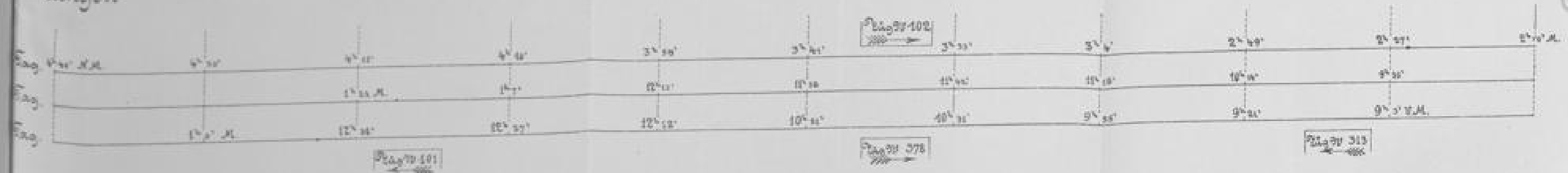
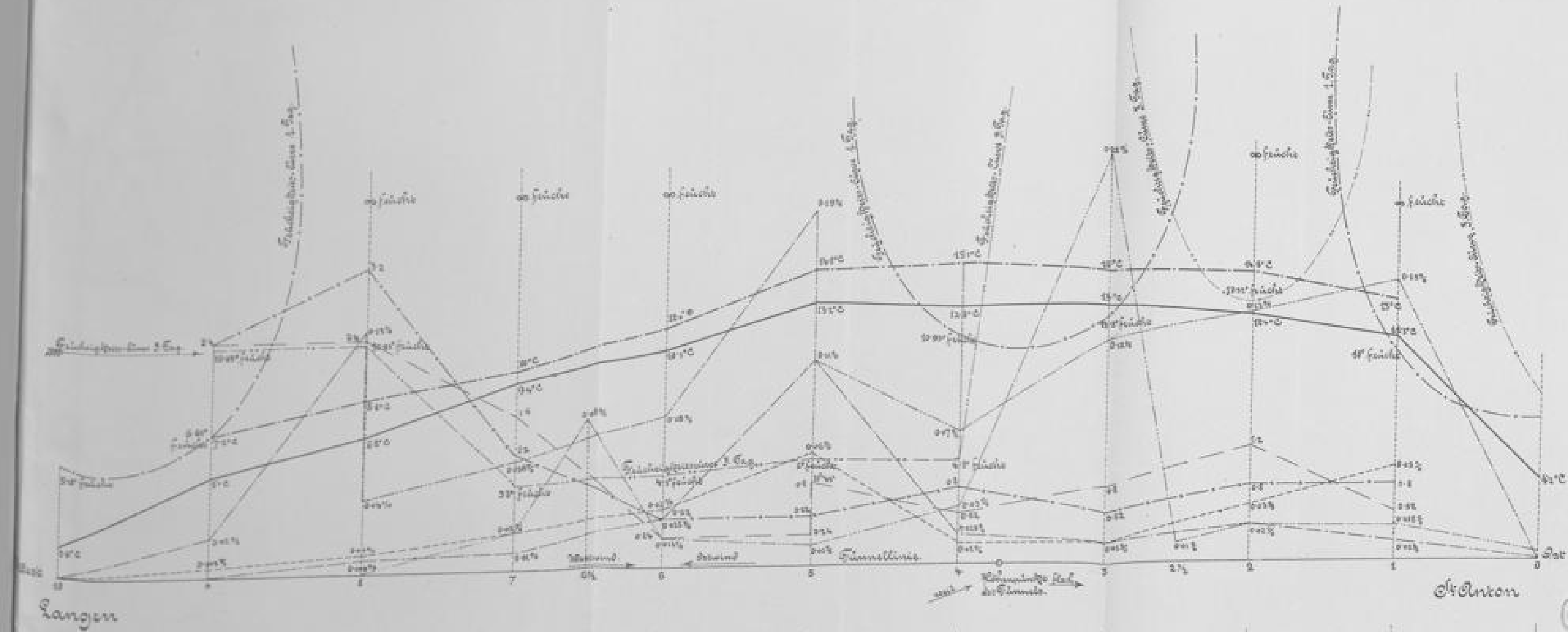
Beilage. XXXV.

1. Tag.



GESAMTBILD DER TUNNEL-VERHÄLTNISSSE.

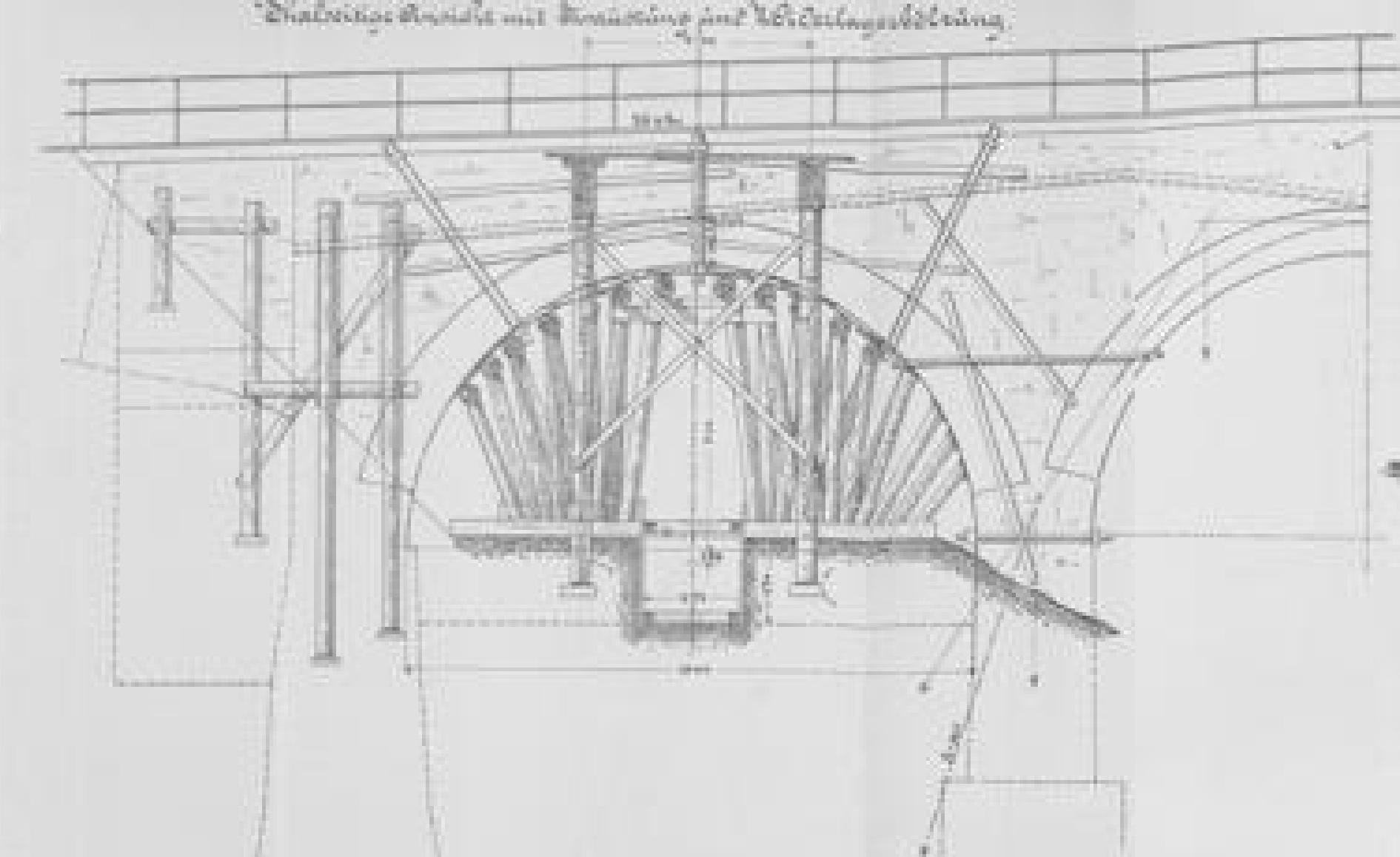
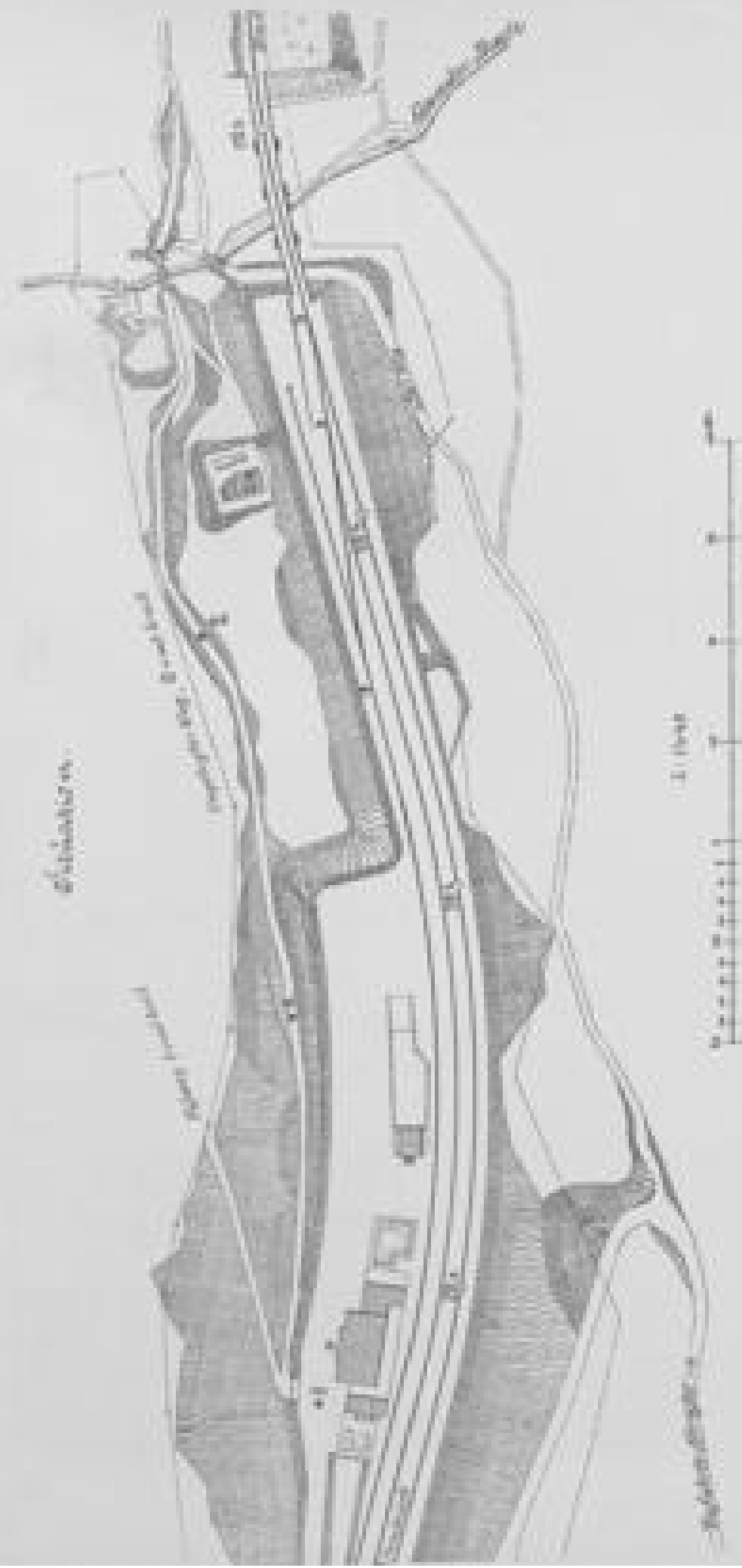
Beilage: XXXVII



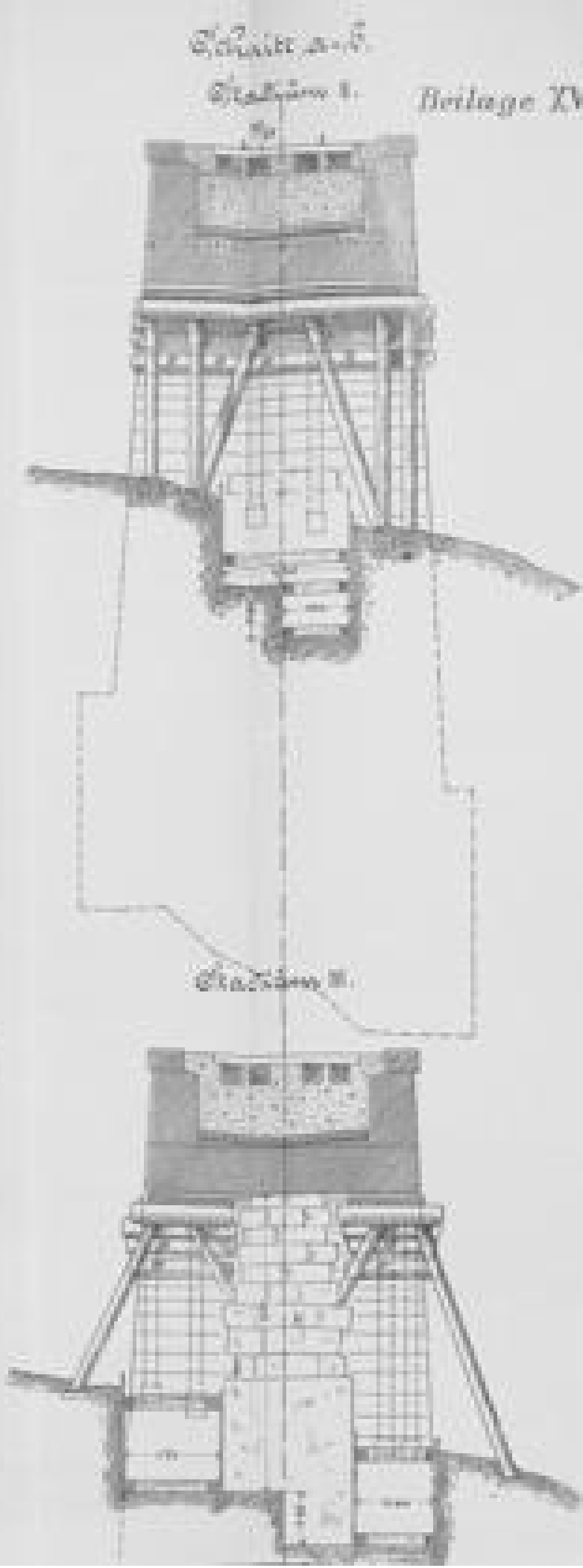
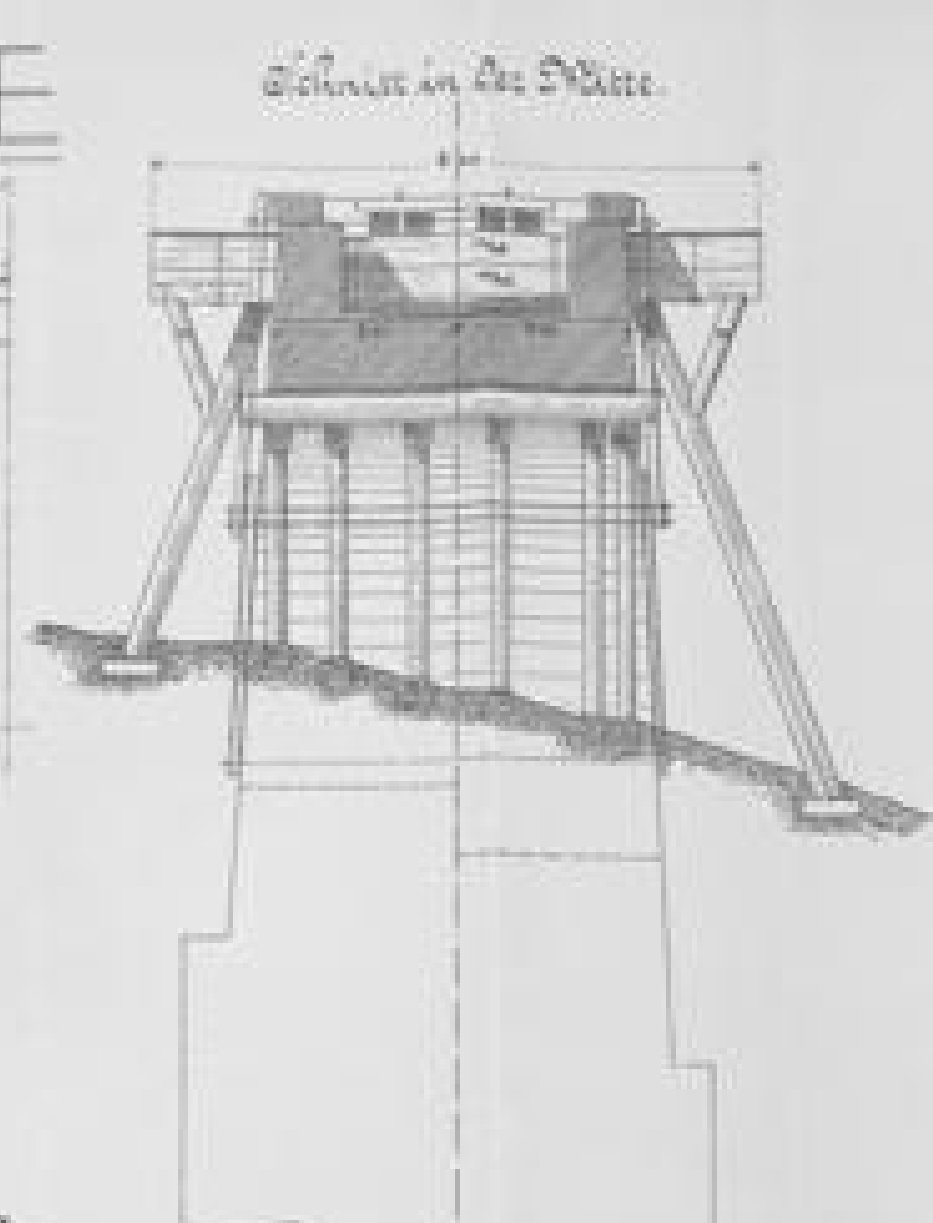
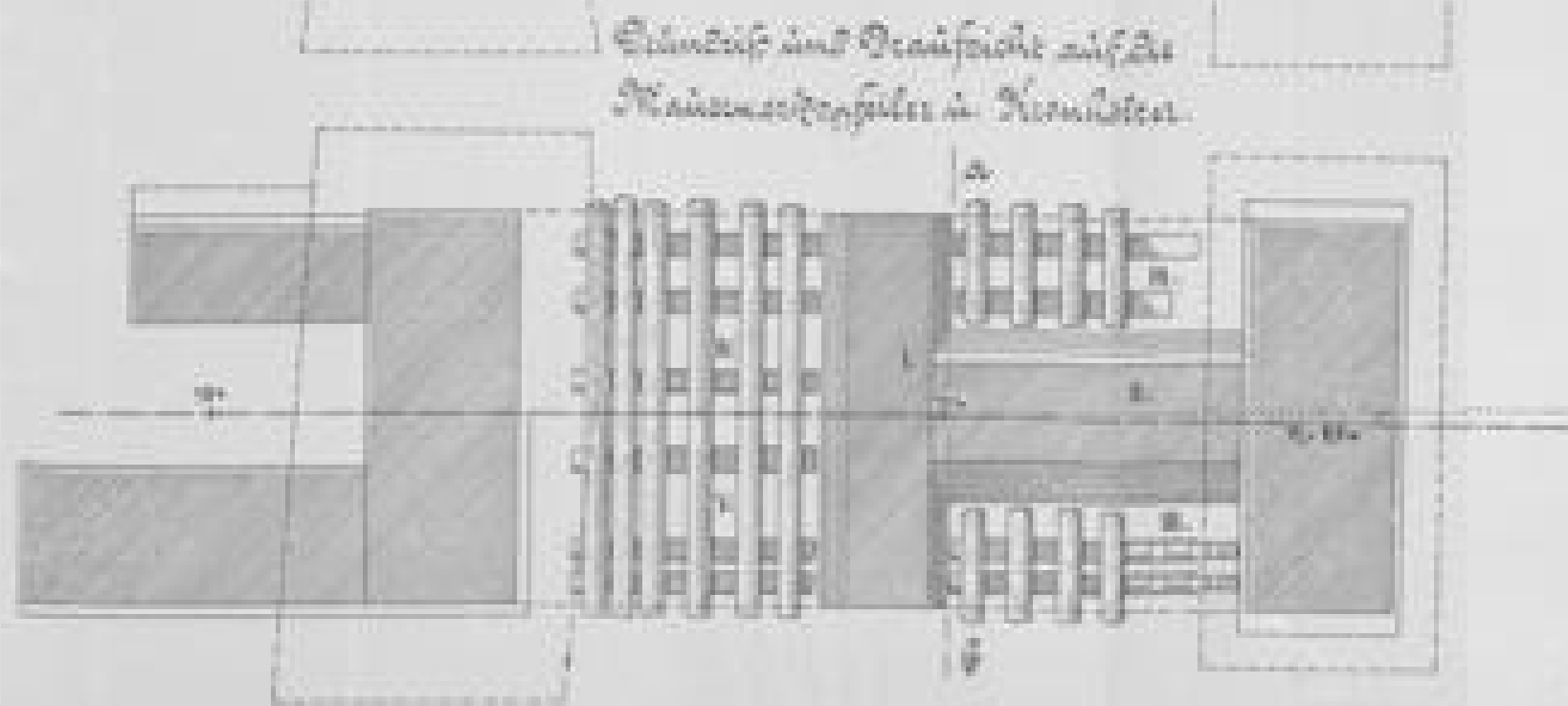
Temperaturprofile	am 1. Tag
"	" 2. "
"	" 3. "
"	" 4. " (im Tunnel)
"	" 5. " (")
"	" 6. " (")
"	" 7. " (")
"	" 8. " (in den Kammern)

Luftströmung	am 1. Tag (in den Kammern)
"	" 2. " (im Tunnel)
"	" 3. " (")
"	" 4. " (")
"	" 5. " (")
"	" 6. " (")
"	" 7. " (")
"	" 8. " (")

Strabich.

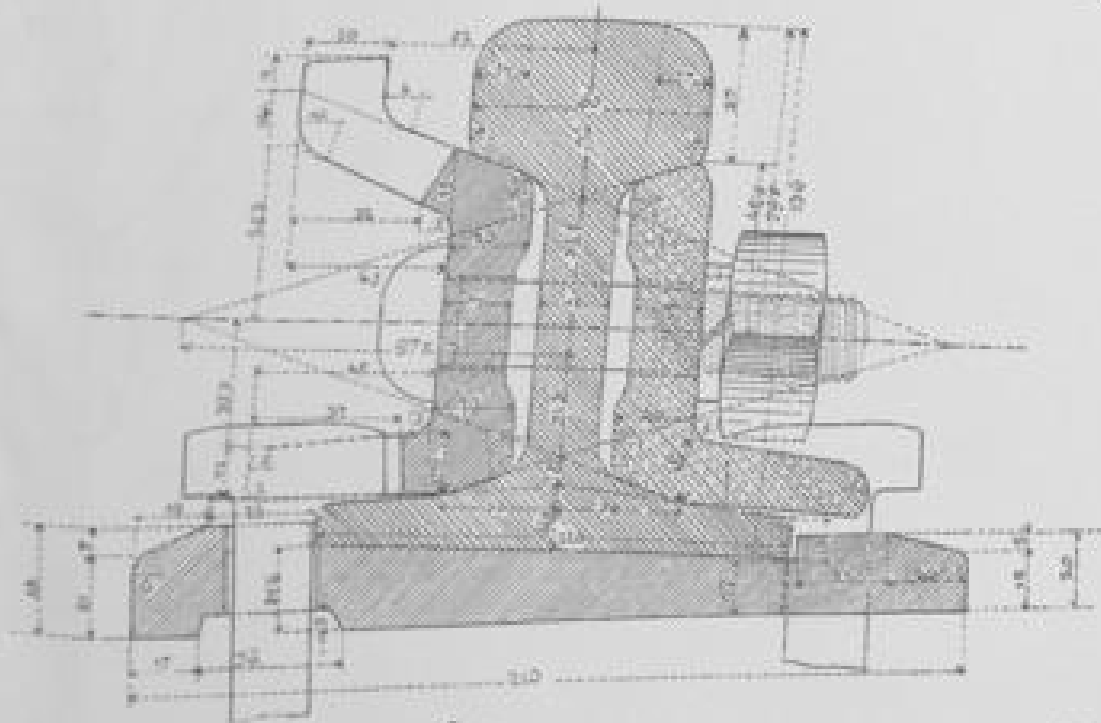


SANIRUNG DES GANDERBACH-VIADUCTES.

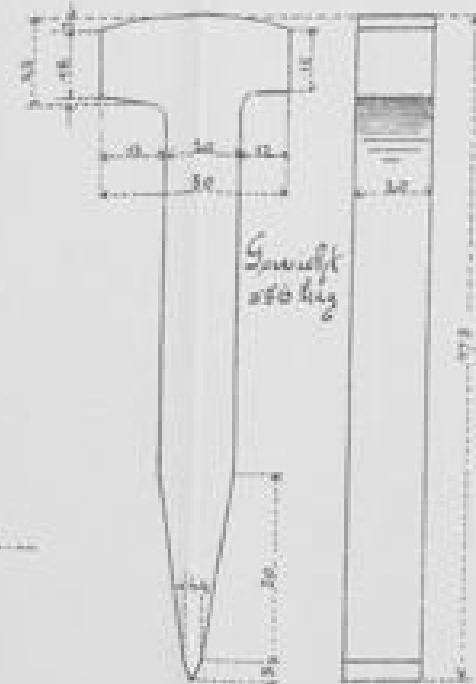


OBERBAU - SYSTEM „XXV“ MIT HOLZSCHWELLEN IM ARLBERG - TUNNEL.

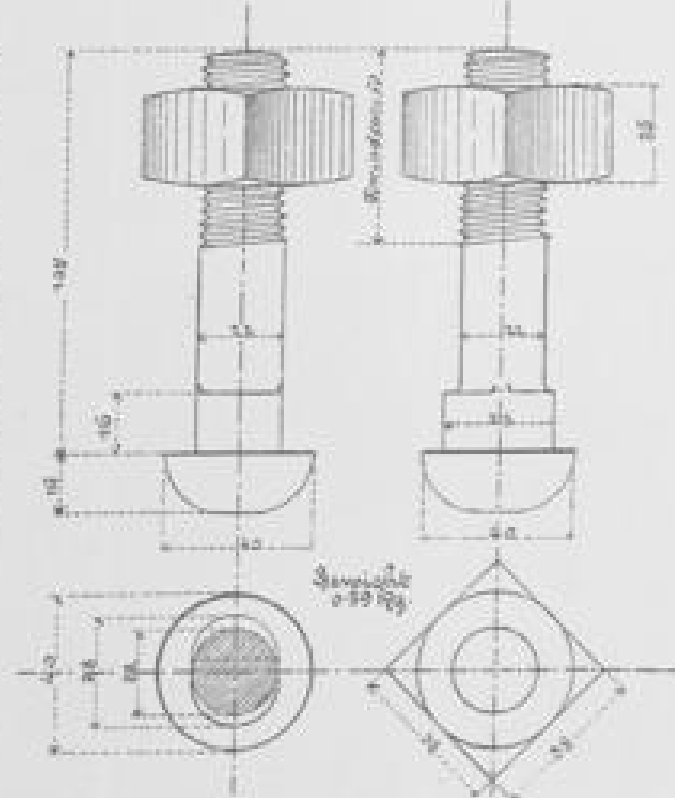
Querschnitt C-D, 1:2.



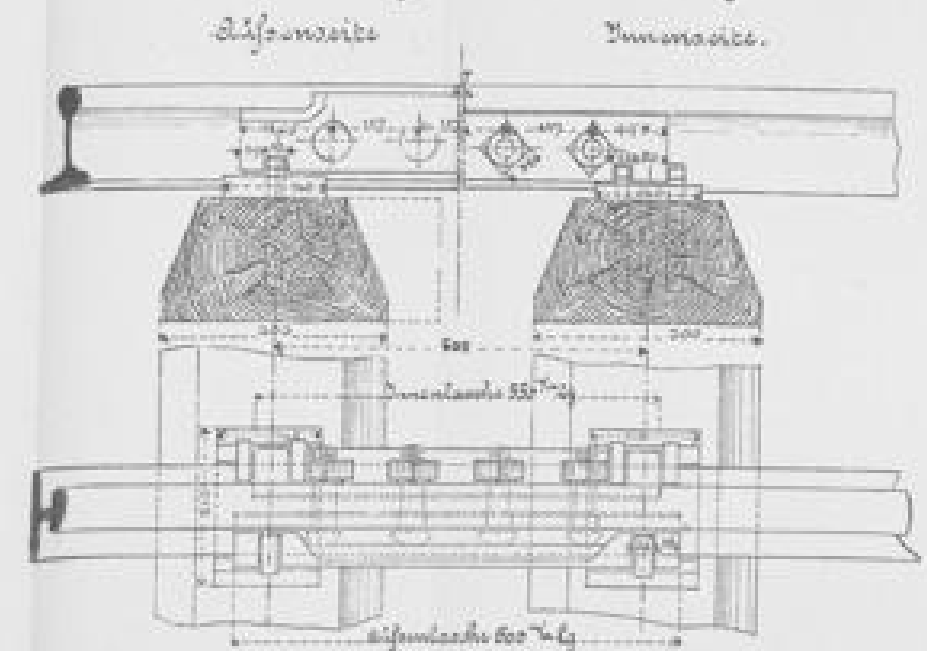
Keilnagel 1:2.



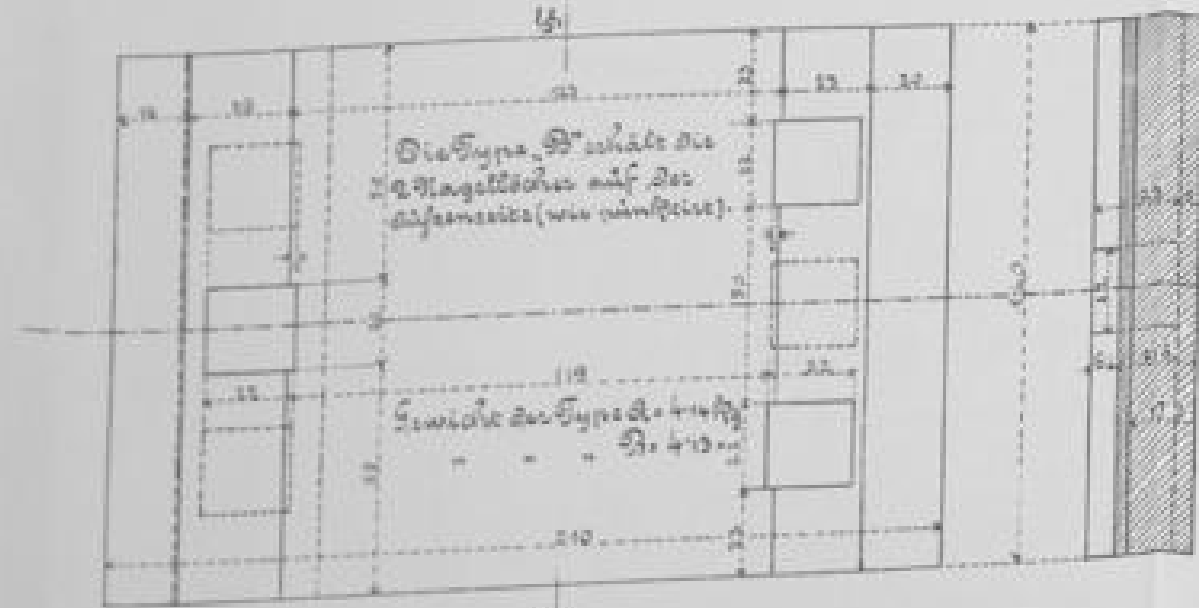
Lochschraube 1:2.



Schienenstabs - Verbindung 1:10.



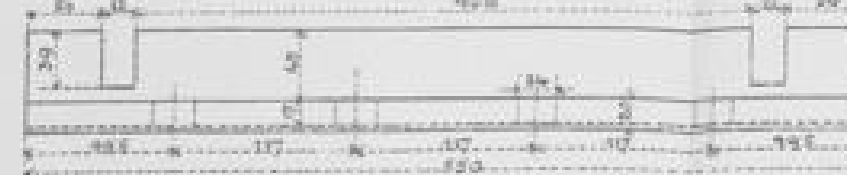
Keilplatte Typ A 1:2.



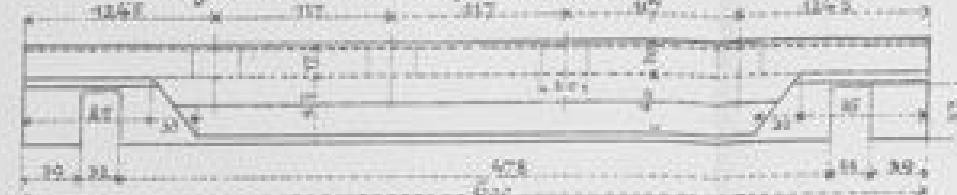
Querschnitt E-F.



Innenlasche 1:5, Gewicht 5.72 kg.



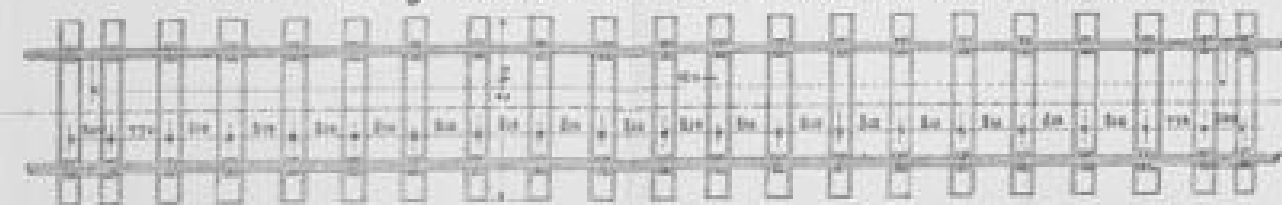
Äußenlasche 1:5, Gewicht 12.07 kg.



Schienenende 1:4.

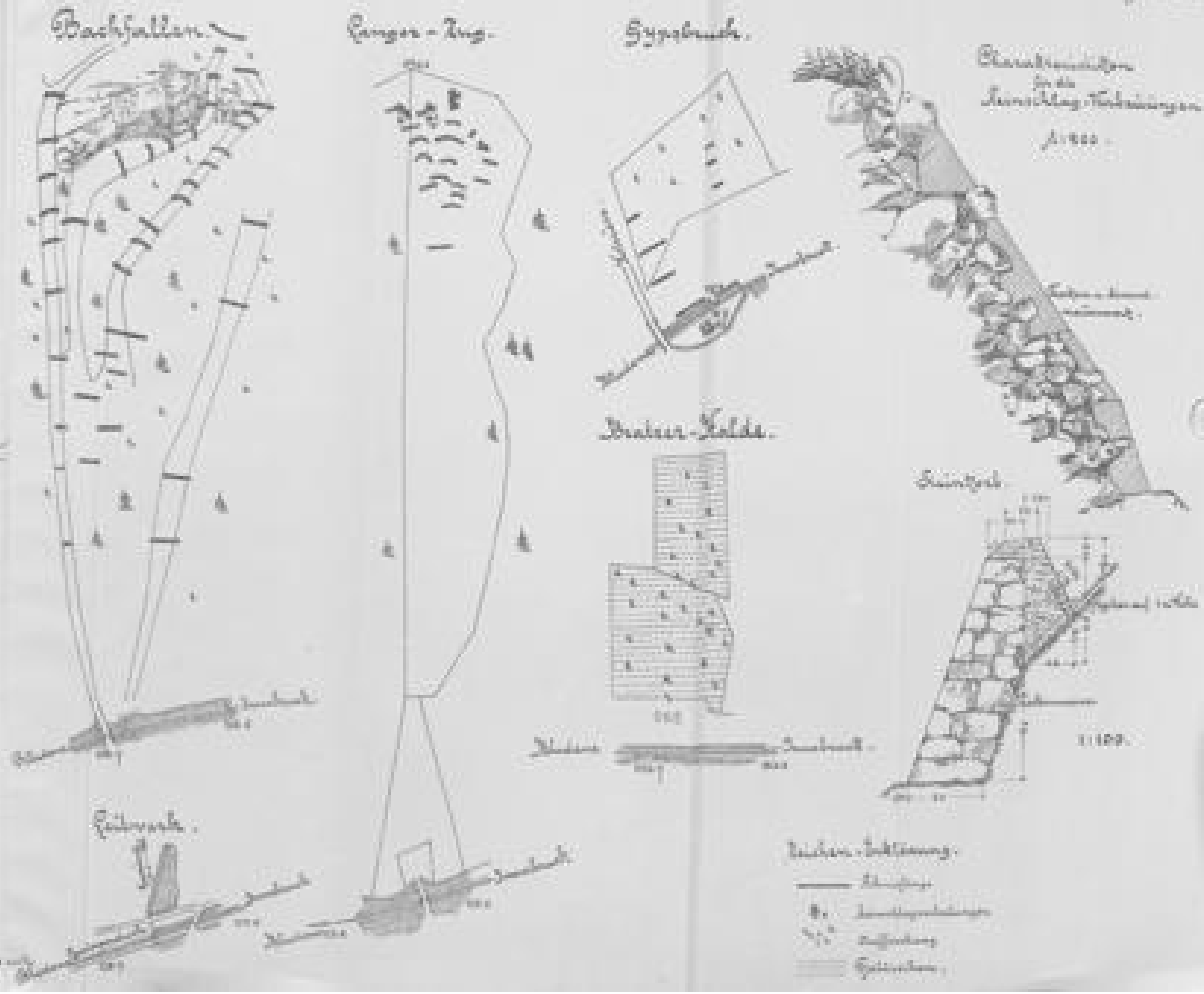
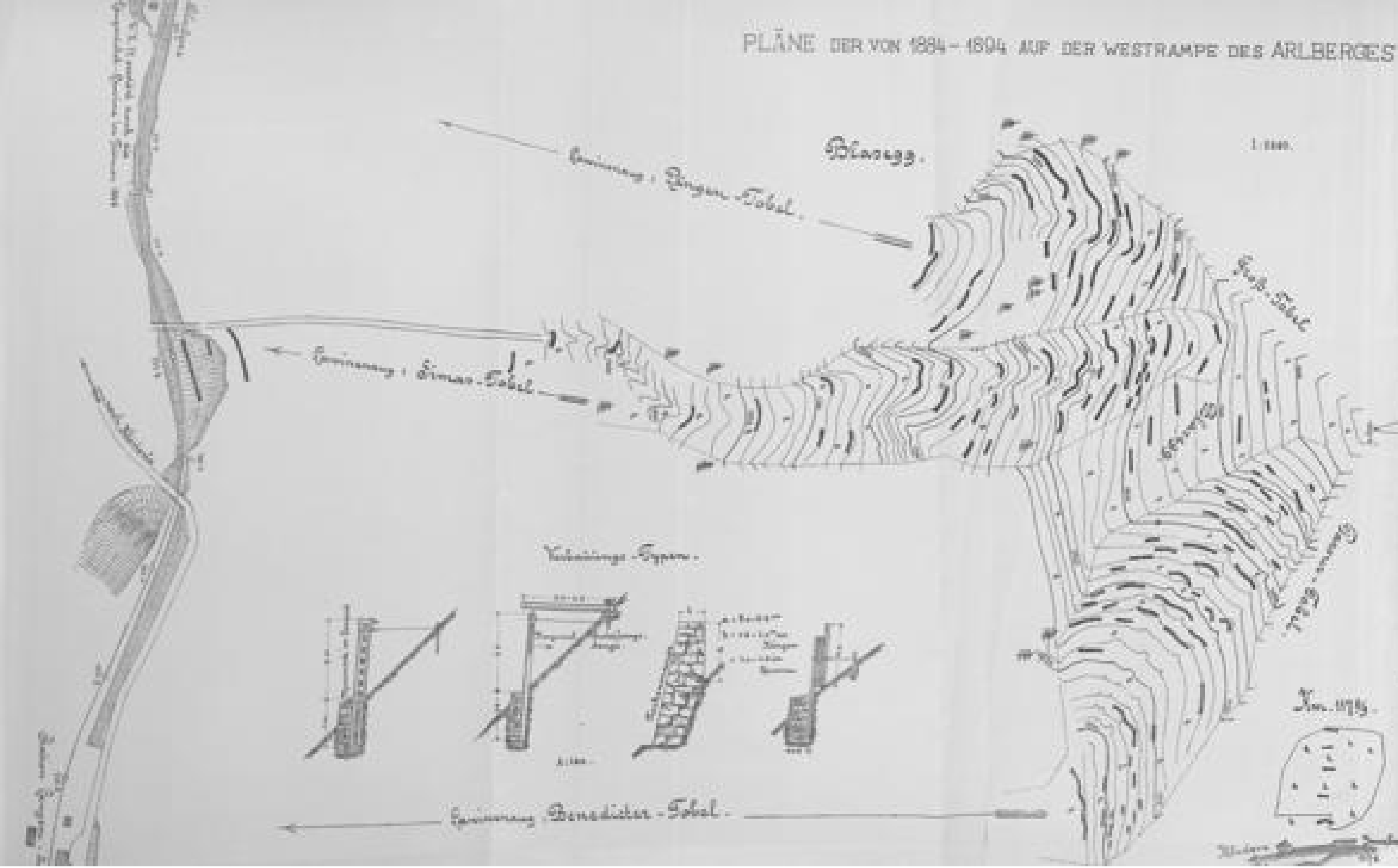


Verankerung des Oberbaumaterials. Schienenlänge 11.5 m.



1:100.

Bemerkung.
In jenem Teile des Tunnels, in welchem nur ein geringer Temperaturwechsel statt findet, ist der Zwischenraum bei den Schienen stößen beim Verlegen auf 4 mm zu verengen.



Typen - und Zeichen - Erklärung.

Ansichtsfäche d. Baues M^2

Trockenmieser

Schneebrücken.
Schnee- u. Steinfänge.

Schneerennen u. Verhaue.

Steinschlagverbauung (Trochanerance)

Steinschlagverbannung (in Cement)

K.u.K. Verpfählung u. Einlösung.

Verkaufsmittel im Museum

1. *Phytophthora* spp. (water molds)
 2. *Phytophthora* spp. (water molds)
 3. *Phytophthora* spp. (water molds)
 4. *Phytophthora* spp. (water molds)
 5. *Phytophthora* spp. (water molds)
 6. *Phytophthora* spp. (water molds)
 7. *Phytophthora* spp. (water molds)
 8. *Phytophthora* spp. (water molds)
 9. *Phytophthora* spp. (water molds)
 10. *Phytophthora* spp. (water molds)

Therapeutic use of the
 following is recommended:
 1. For the treatment of
 the following conditions:
 a. For the treatment of
 the following conditions:
 b. For the treatment of
 the following conditions:
 c. For the treatment of
 the following conditions:
 d. For the treatment of
 the following conditions:
 e. For the treatment of
 the following conditions:
 f. For the treatment of
 the following conditions:
 g. For the treatment of
 the following conditions:
 h. For the treatment of
 the following conditions:
 i. For the treatment of
 the following conditions:
 j. For the treatment of
 the following conditions:
 k. For the treatment of
 the following conditions:
 l. For the treatment of
 the following conditions:
 m. For the treatment of
 the following conditions:
 n. For the treatment of
 the following conditions:
 o. For the treatment of
 the following conditions:
 p. For the treatment of
 the following conditions:
 q. For the treatment of
 the following conditions:
 r. For the treatment of
 the following conditions:
 s. For the treatment of
 the following conditions:
 t. For the treatment of
 the following conditions:
 u. For the treatment of
 the following conditions:
 v. For the treatment of
 the following conditions:
 w. For the treatment of
 the following conditions:
 x. For the treatment of
 the following conditions:
 y. For the treatment of
 the following conditions:
 z. For the treatment of
 the following conditions:

Agropyronia intermedia sp. nov.

Бюджетный кодекс
1997 - 1999

1. The first step is to identify the problem or question that needs to be answered. This involves understanding the context and the specific requirements of the task.

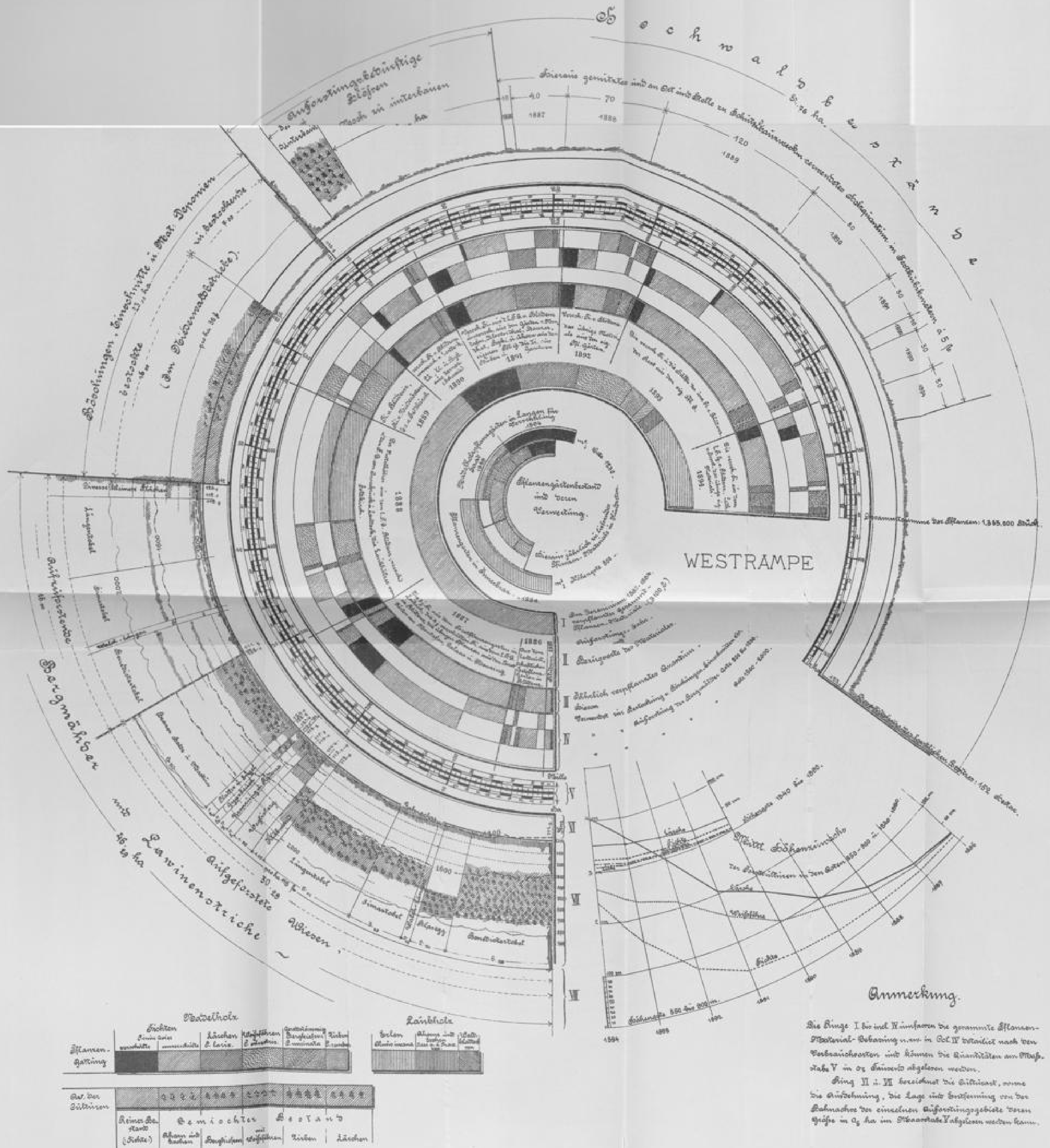
Amesbury, Mass. 01913
Tel. 863-2222
Fax 863-2222
E-mail: info@amesbury.com

Author: Antonie A. Lawrenz

End

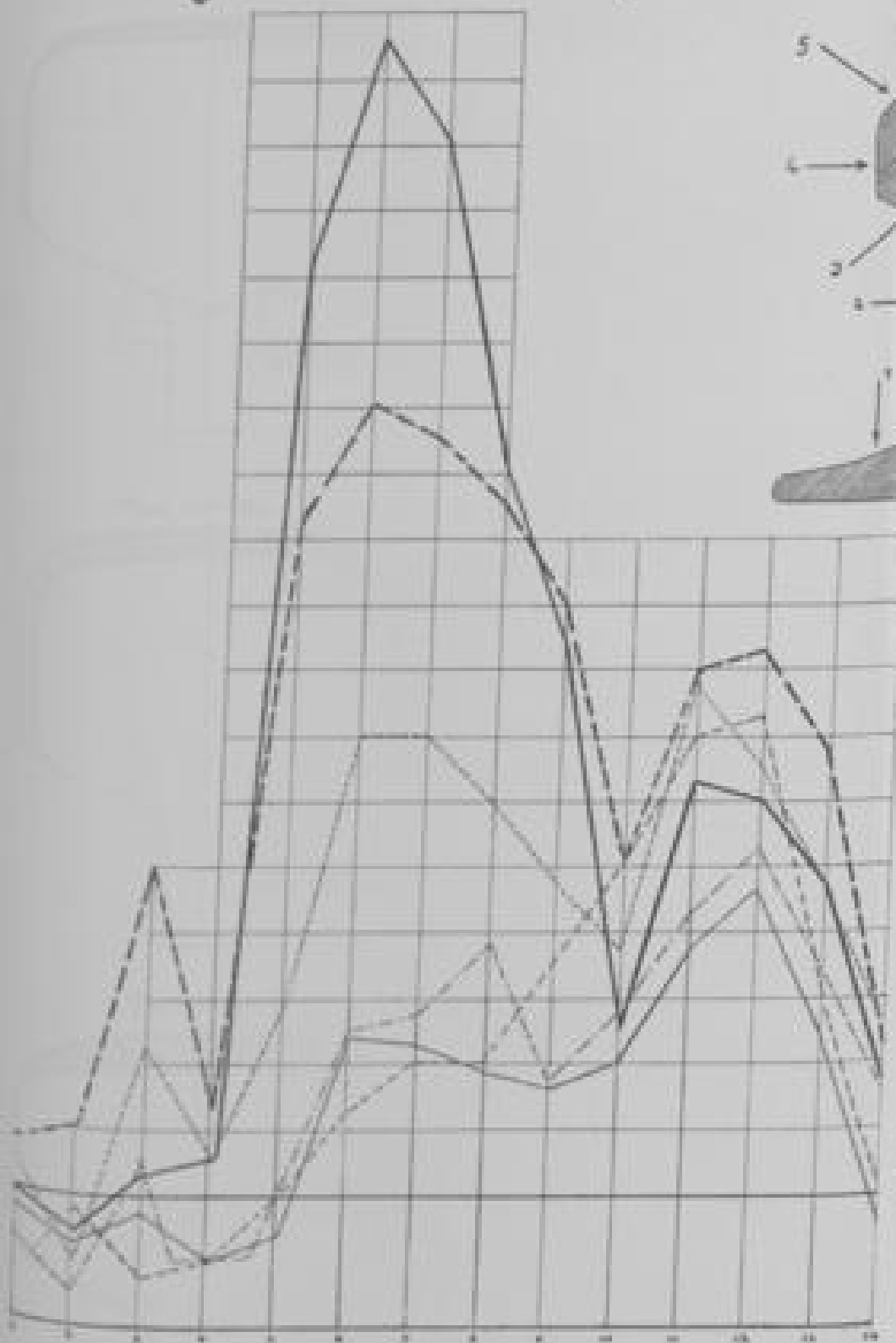
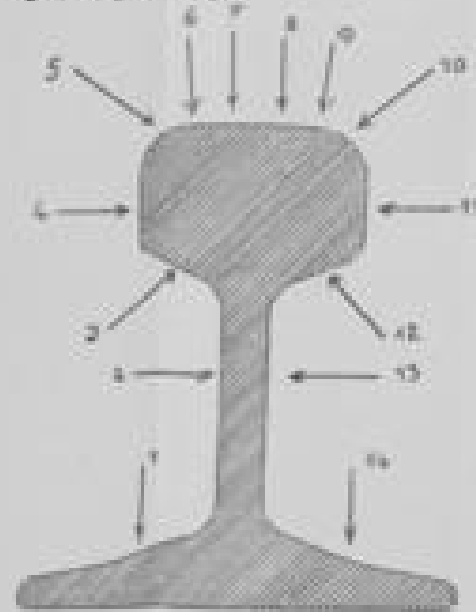
— 1/2 —
 — 1/2 —
 — 1/2 —

2000

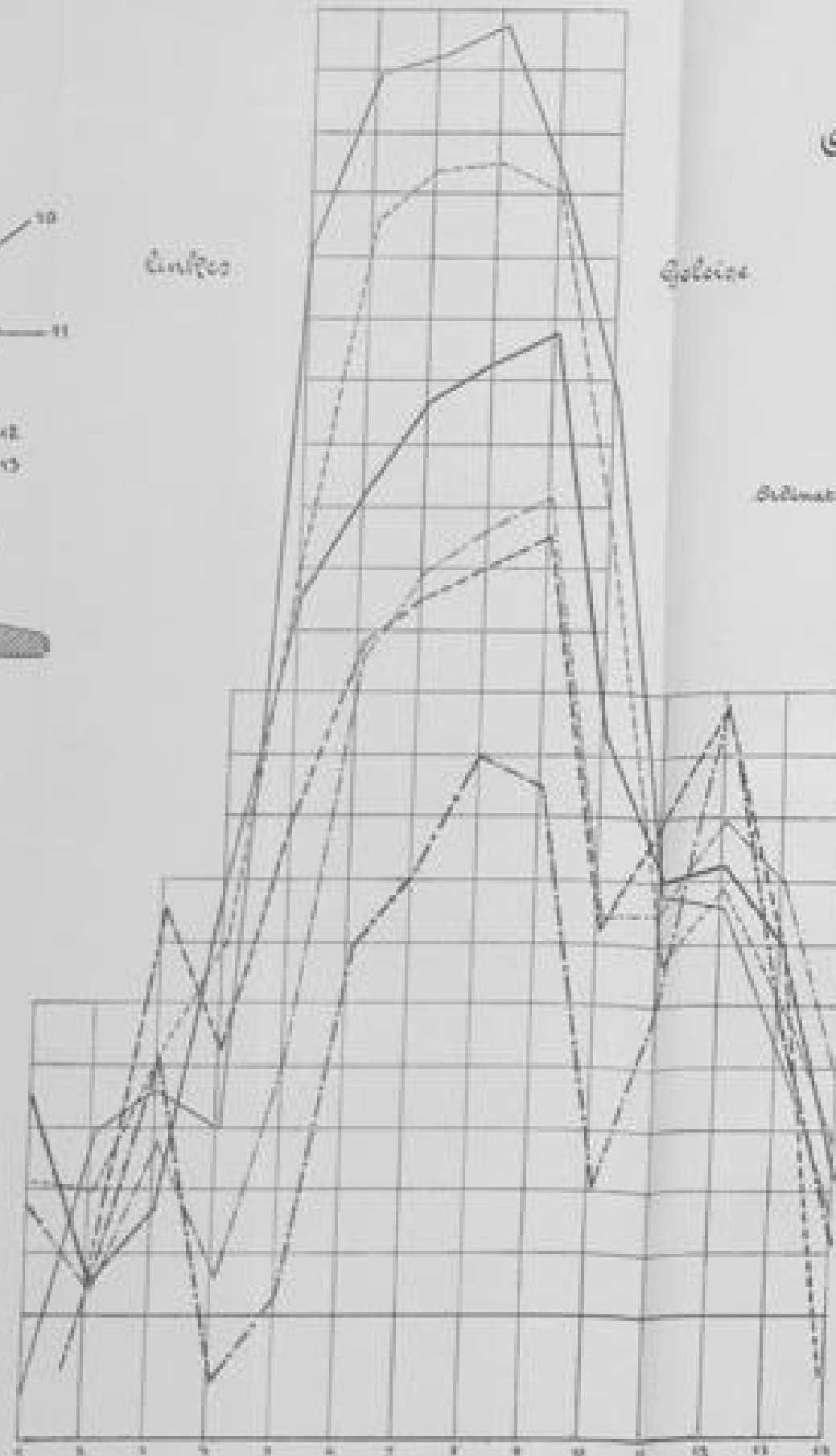


Beilage: XXI.

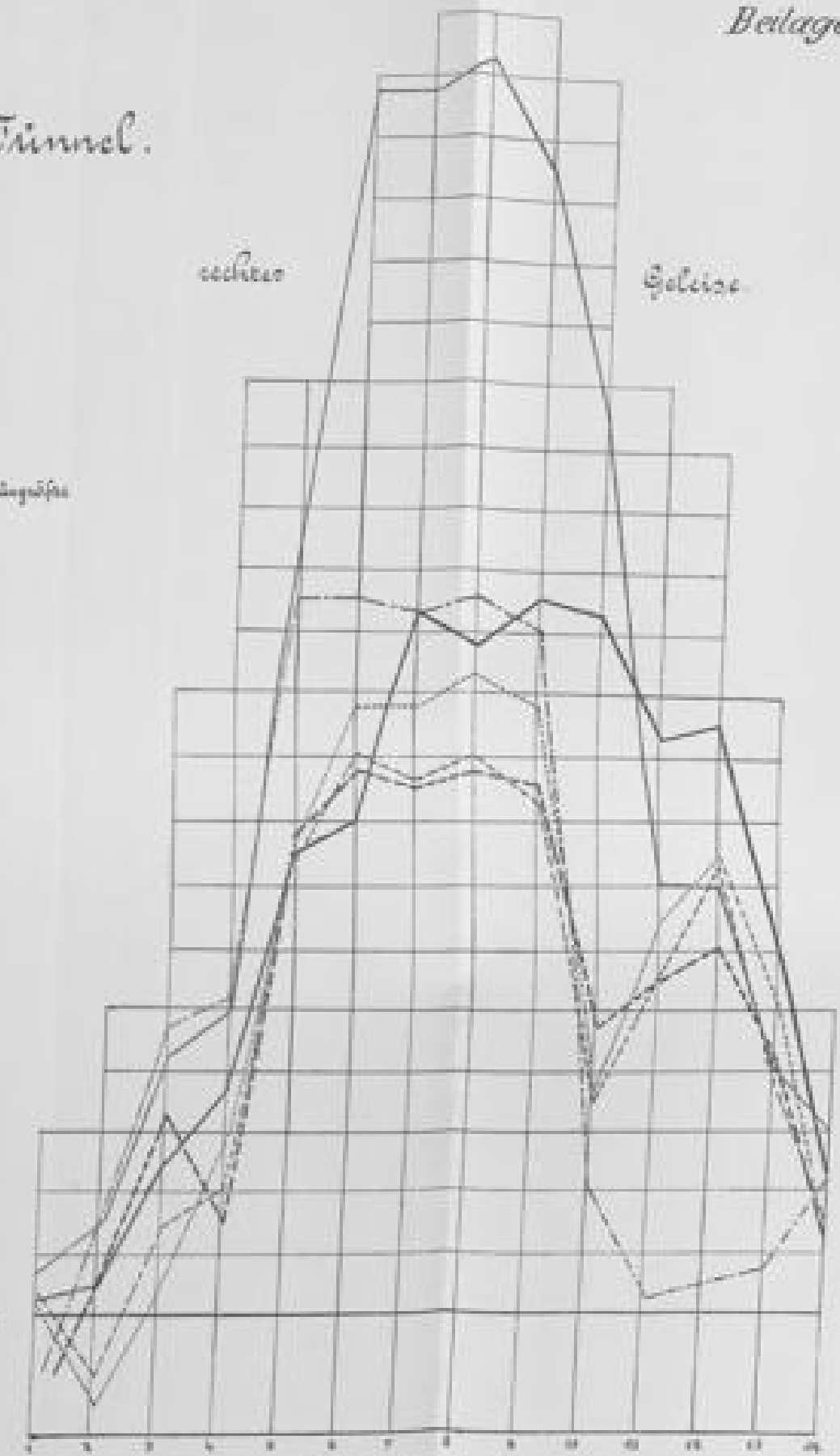
Adberg-Tunnel.



Staff time



Still Some



© 1999 by J. G. Kelly

15 " "
aber 15 meist Gefälle, Berrampe
" 15 " " , Plethorams
kleine Tälmale, Berrampe.

2	monill. Gefäße.	erhalten.
15	"	"
2	"	fehlend.
15	"	"
2	"	neu.

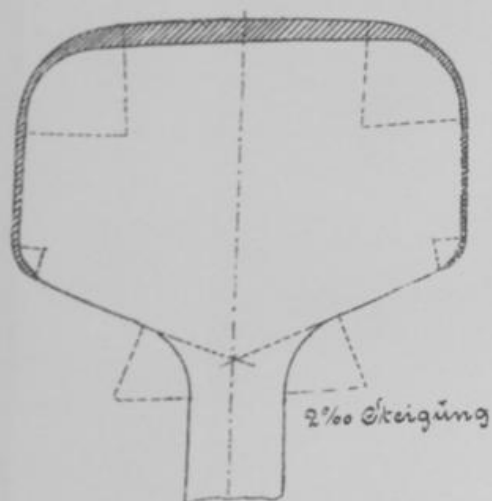
_____	2	memill	gefalle	cracken
_____	15	"	"	"
_____	2	"	"	Fische
_____	15	"	"	"
_____	2	"	"	male

DARSTELLUNG DER SCHIENENABNÜTZUNG IM ARLBERG-TUNNEL

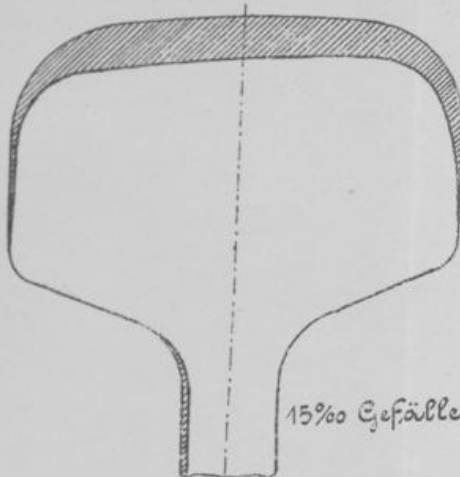
Beilage: XXII.

Aufnahme mit dem Schilling'schen Messapparat im Juni 1890.
Linkes Geleise, rechter Strang.

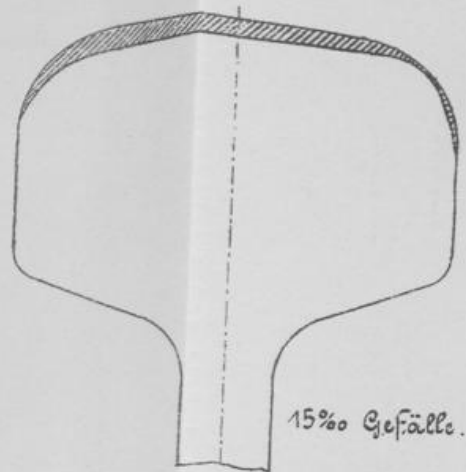
km: 100-137



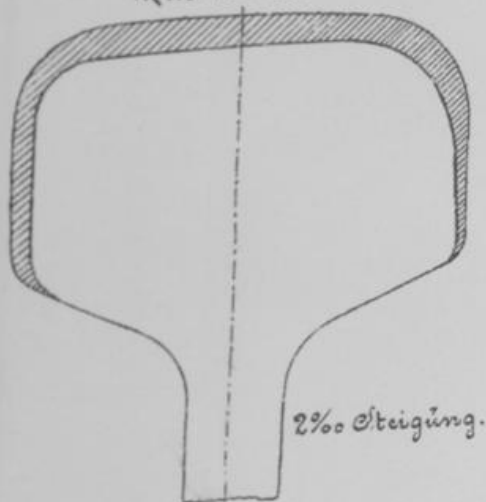
km: 108-163¹⁴



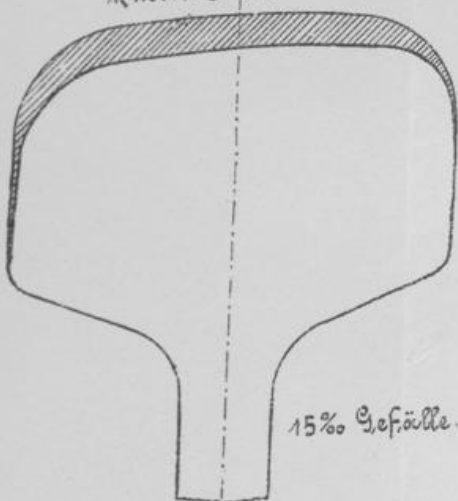
km: 110-240.



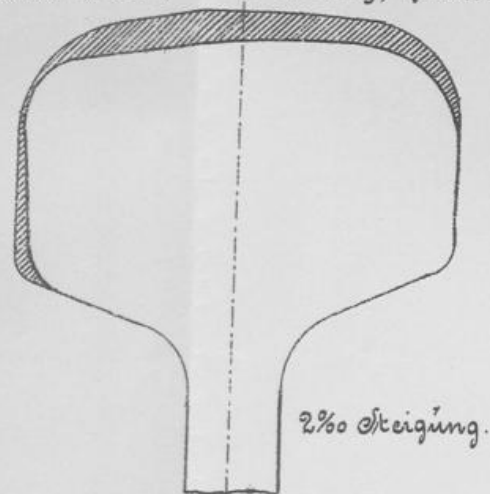
km: 101-550



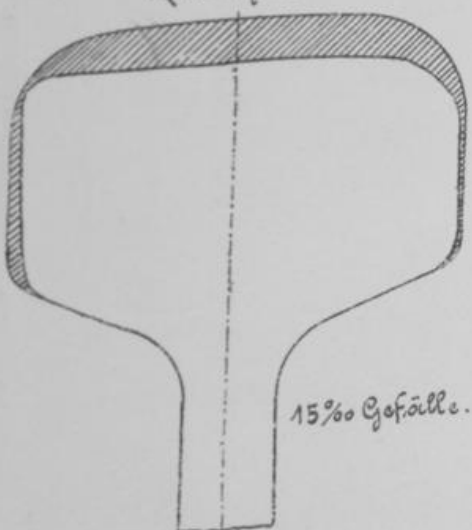
km: 109-810



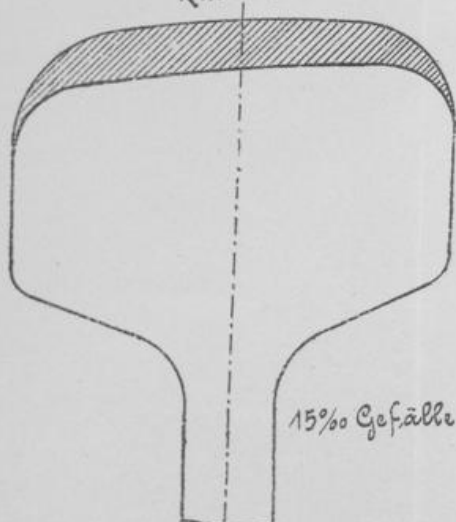
Rechtes Geleise, rechter Strang, km: 100-800



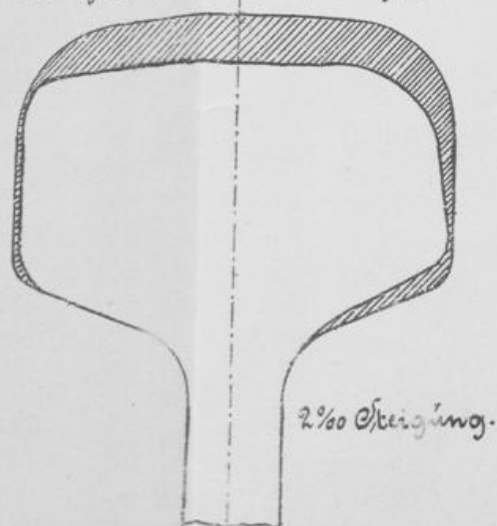
km: 107-10092



km: 109-400



Rechtes Geleise, rechter Strang, km: 102-850

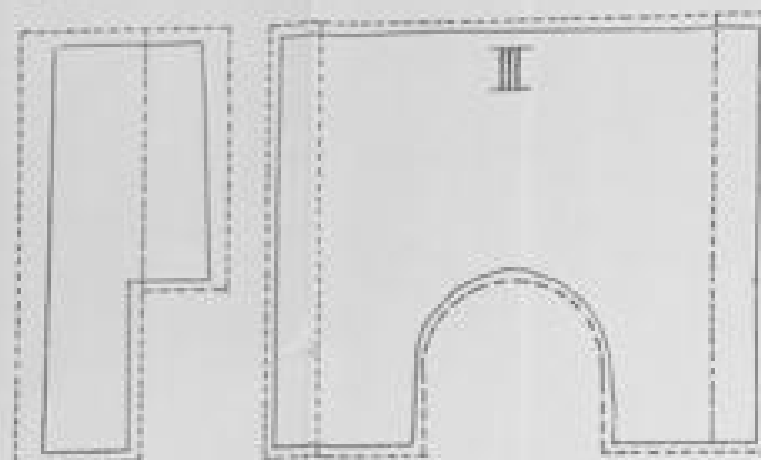
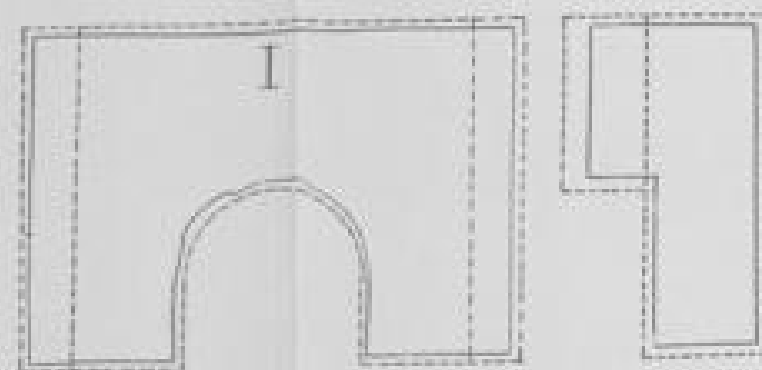


Natürliche GröÙe.

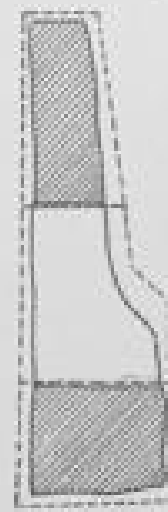
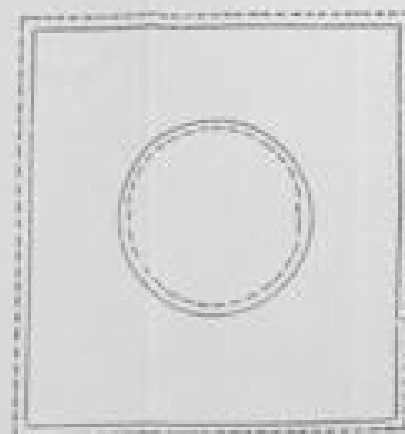
DARSTELLUNG DER ABNÜTZUNG DES OBERBAU-KLEINMATERIALES IM ARLBERG-TUNNEL.

Siemens-Hess. System Keindl.
Versuchsperiode v. 1892- incl. 1895.

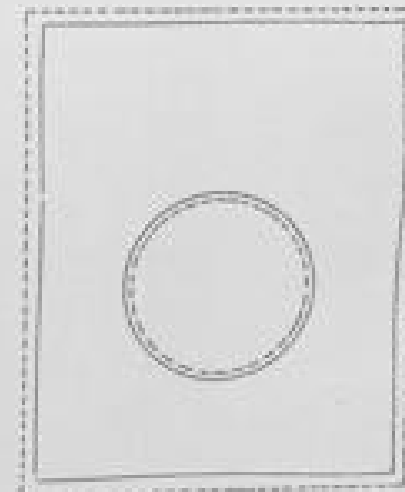
Boilagerstücke 1:1.



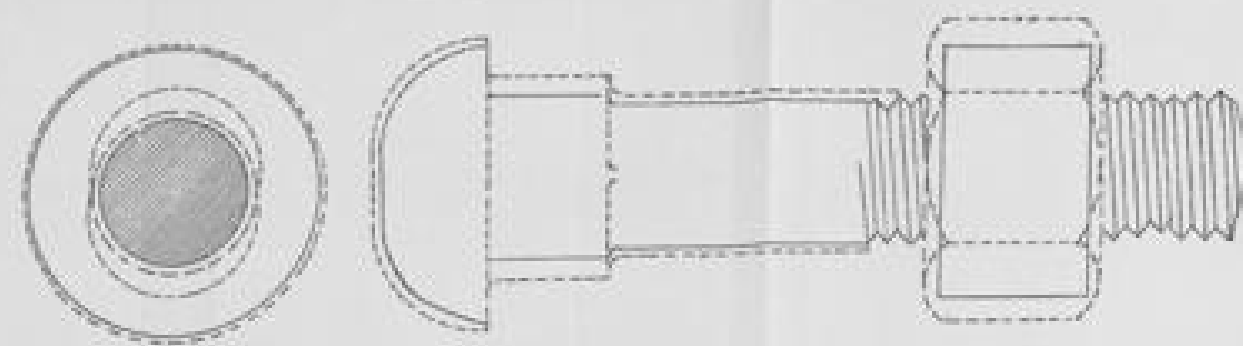
Innere Klemmplatte 1:1.



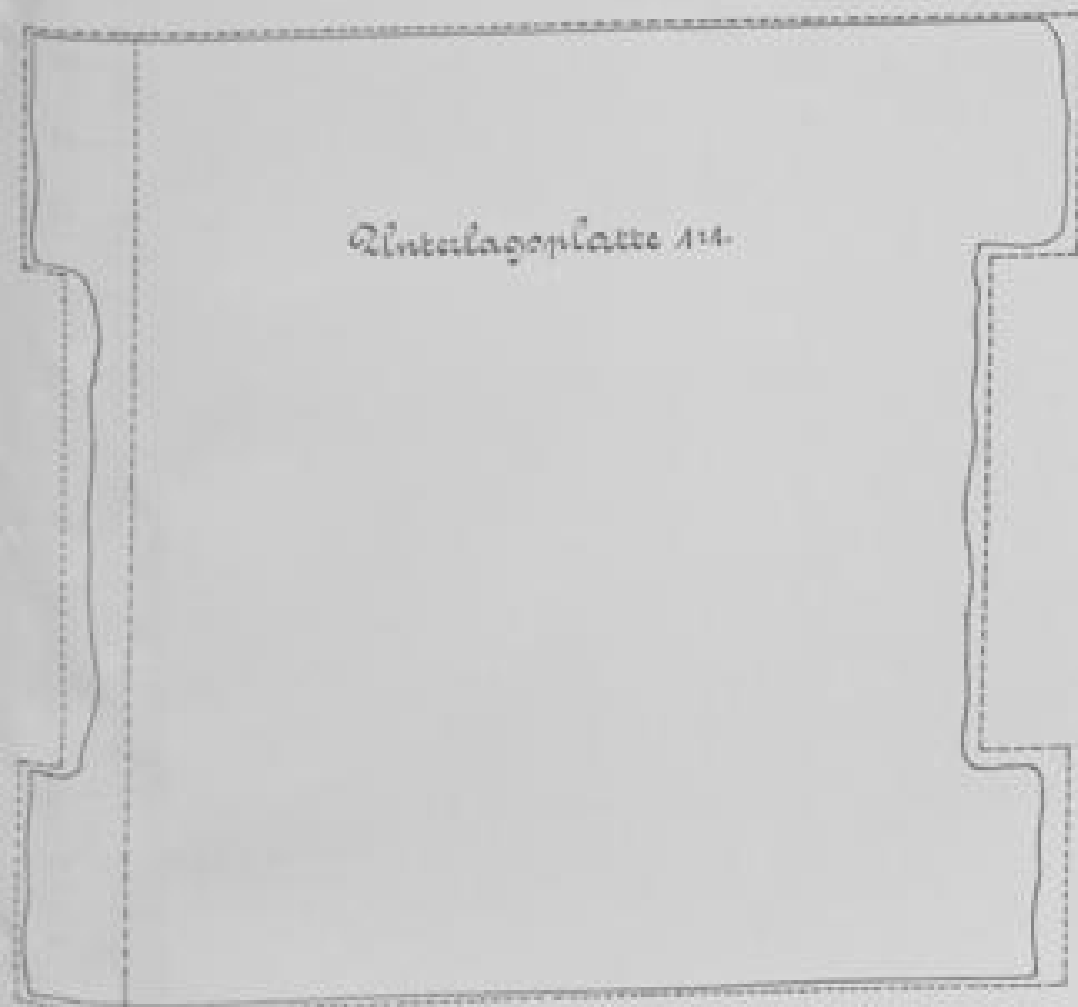
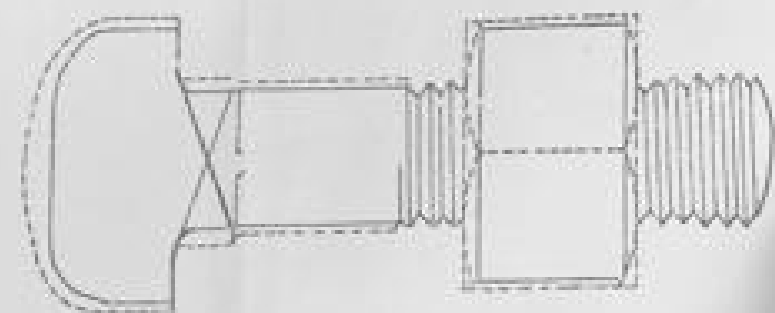
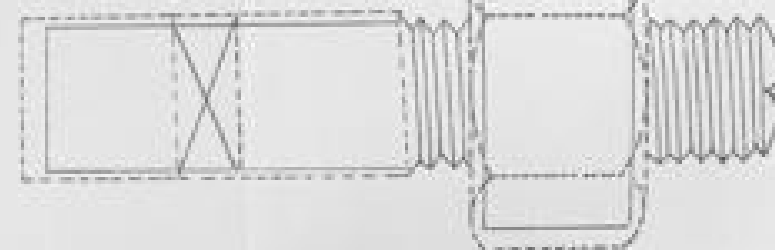
Äußere Klemmplatte 1:1.



Sechsschrauben 1:1.



Fajpschrauben 1:1.



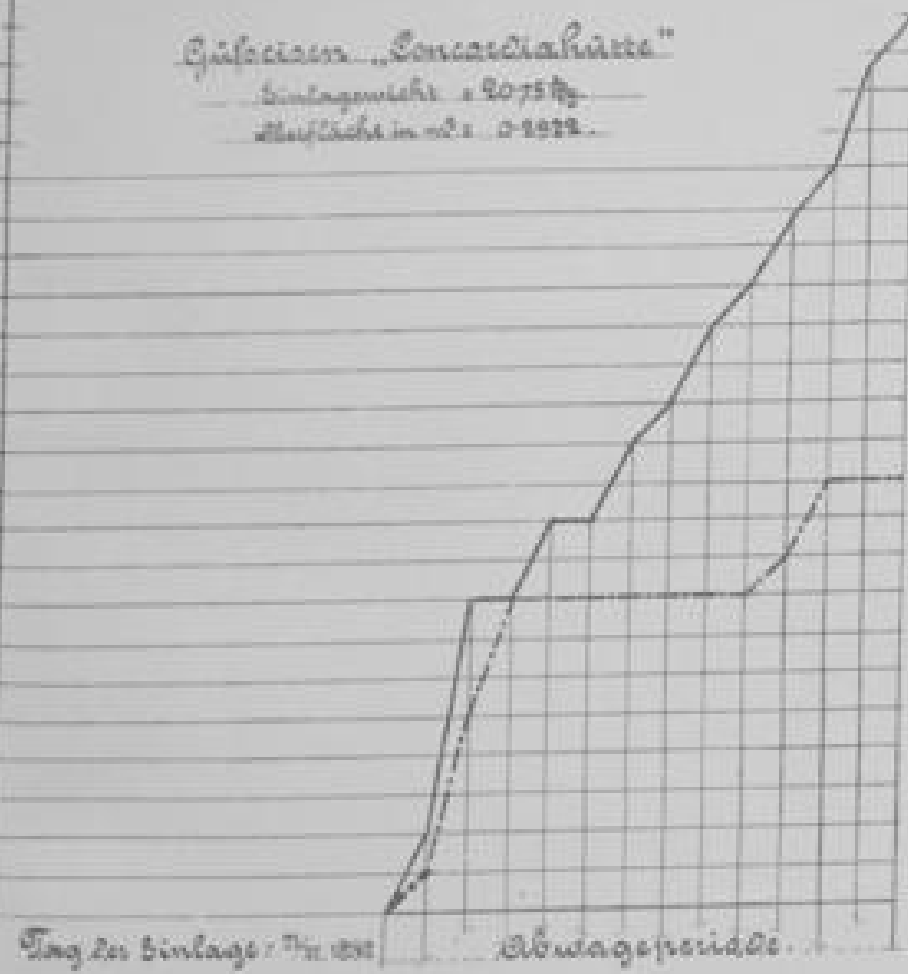
Rintulagenplatte 1:1.



GRAFISCHE DARSTELLUNG DER GEWICHTS-ABNAHMEN DER IM ARLBERG-TUNNEL ERLIEGENDEN VERSUCHS- METALL-PLATTEN.

Beilage XXIV

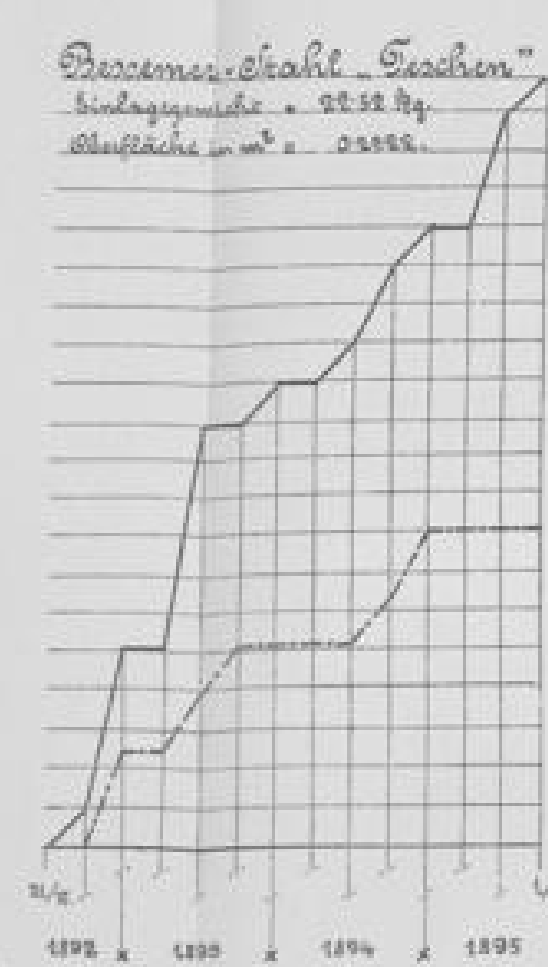
Eisencement „Concordiahütte“
Einlagegewicht = 2075 kg.
Oberfläche in m² = 0.2522.



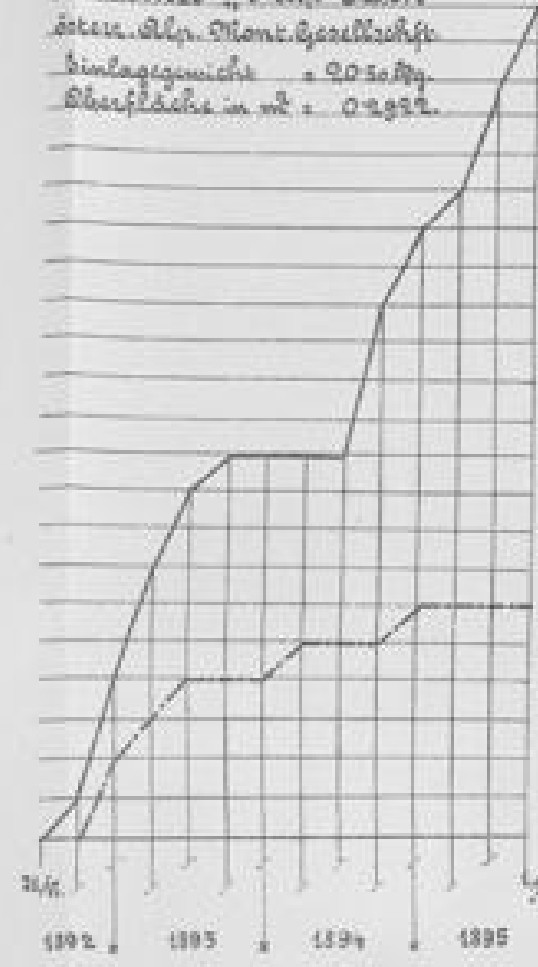
Schwefeleisen „Brennerei“
Einlagegewicht = 1950 kg.
Oberfläche in m² = 0.2522.



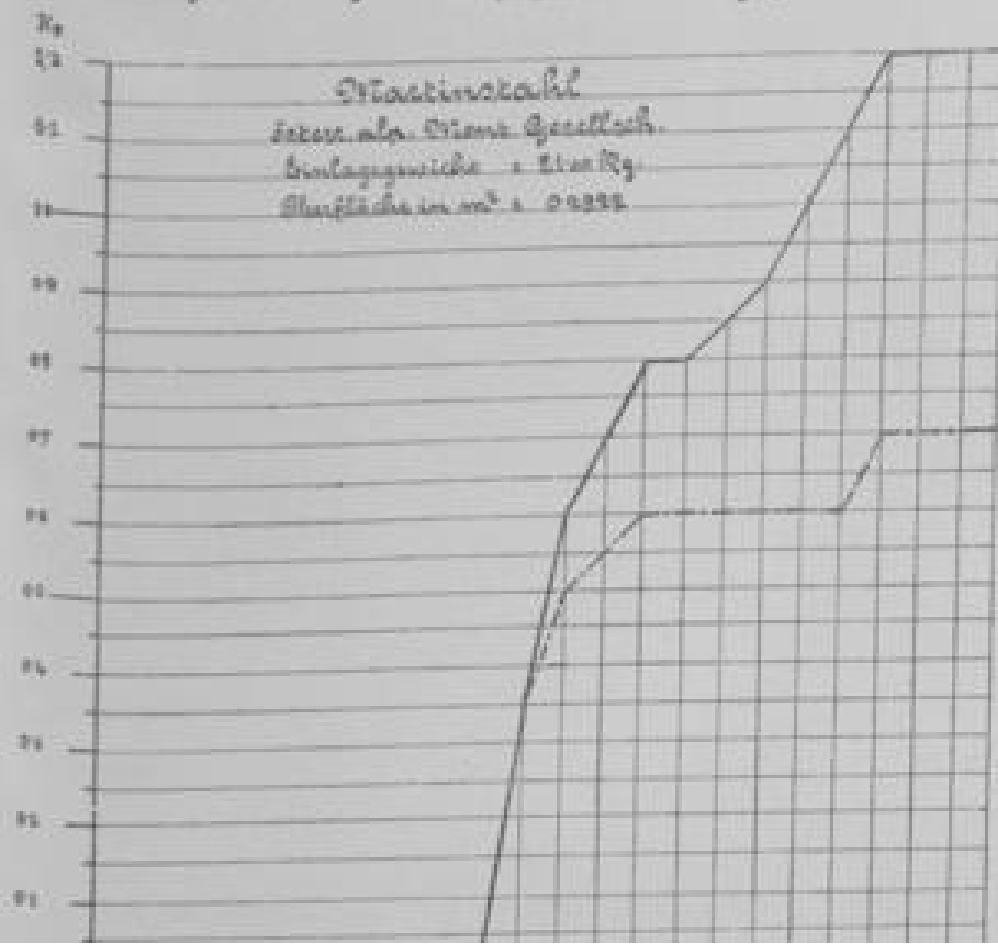
Bessemer-Stahl „Fischer“
Einlagegewicht = 2252 kg.
Oberfläche in m² = 0.2522.



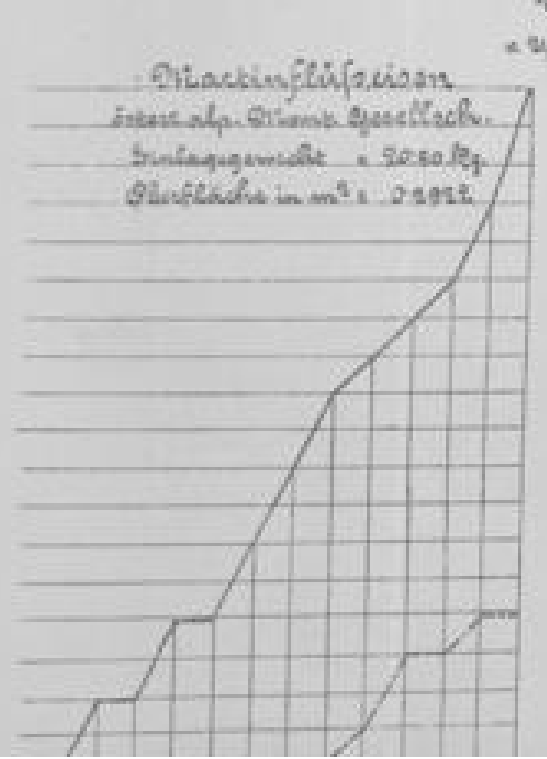
Bessemer „Fluß-Eisen“
öster. Alp. Mont. Gesellschaft
Einlagegewicht = 2050 kg.
Oberfläche in m² = 0.2522.



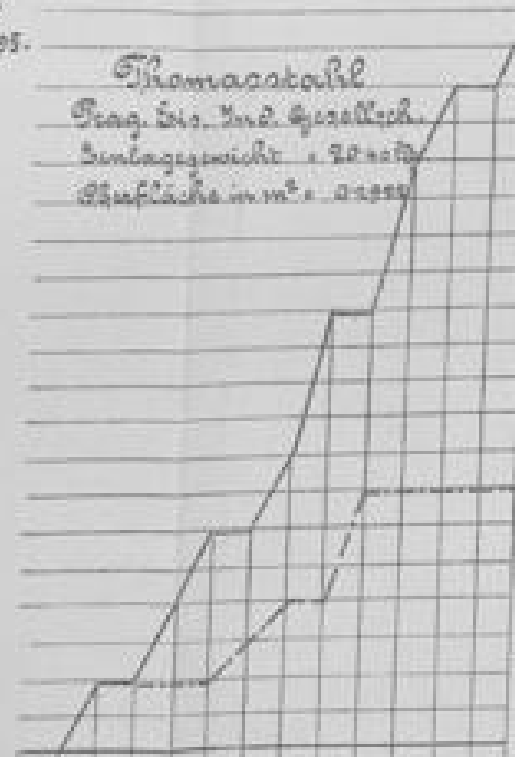
Marinestahl
öster. Alp. Mont. Gesellschaft
Einlagegewicht = 2100 kg.
Oberfläche in m² = 0.2522.



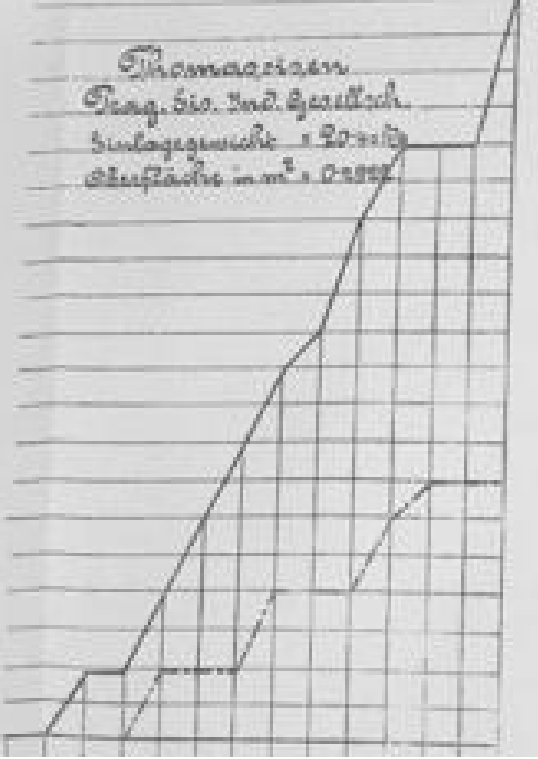
Marinflußeisen
öster. Alp. Mont. Gesellschaft
Einlagegewicht = 2050 kg.
Oberfläche in m² = 0.2522.



Thomastahl
Frag. des. Ind. Gesellschaft
Einlagegewicht = 2050 kg.
Oberfläche in m² = 0.2522.



Thomaseisen
Frag. des. Ind. Gesellschaft
Einlagegewicht = 2050 kg.
Oberfläche in m² = 0.2522.

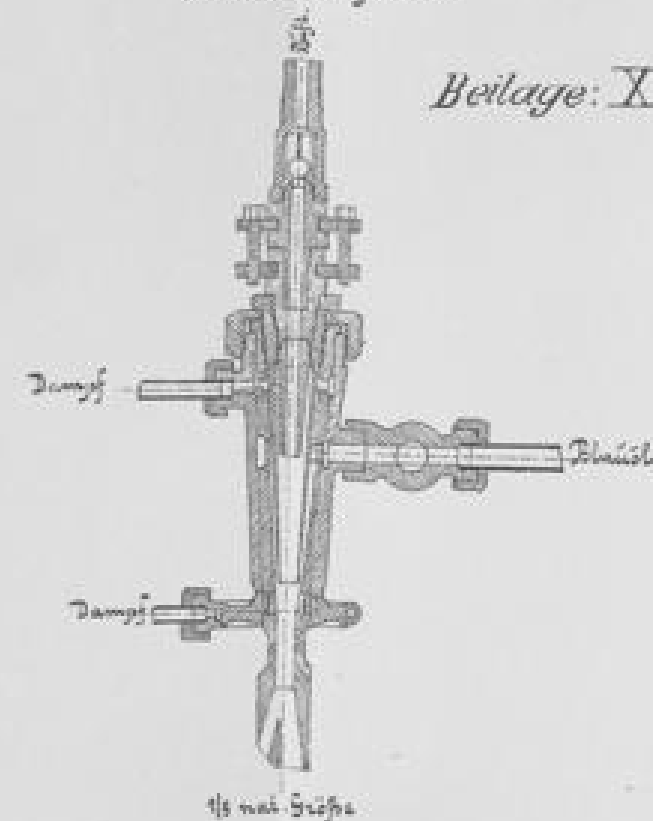


Gewichts-Abnahmen
in
Tunnel - Strecken.
Ausgangswert
= 25 kg des d. 1. d. 1895.

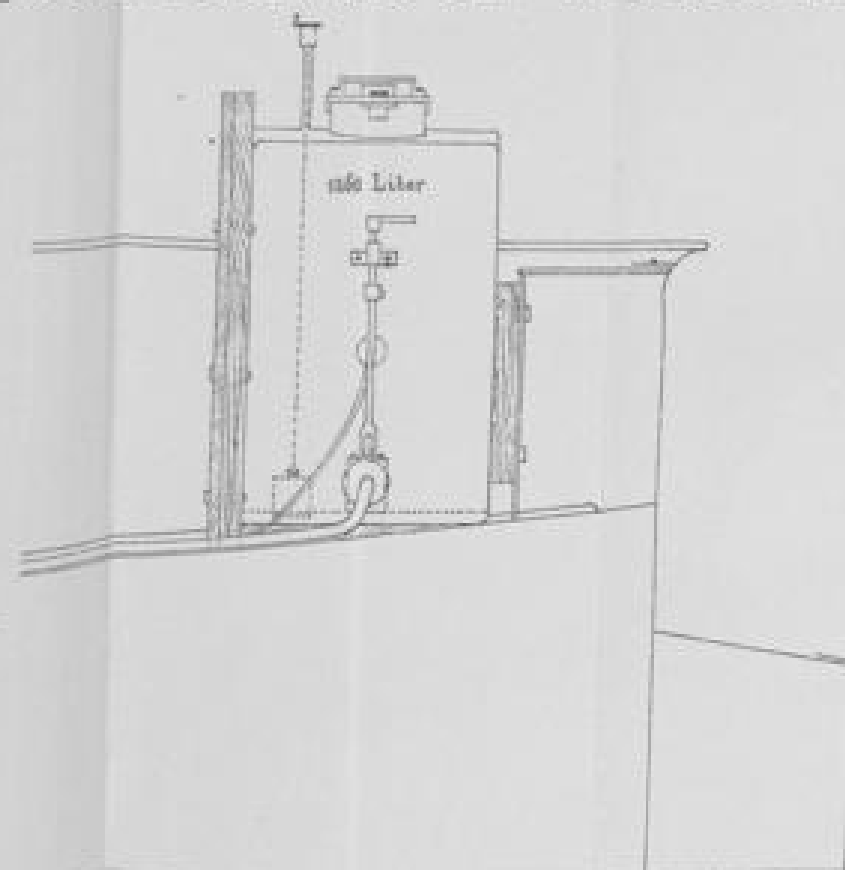
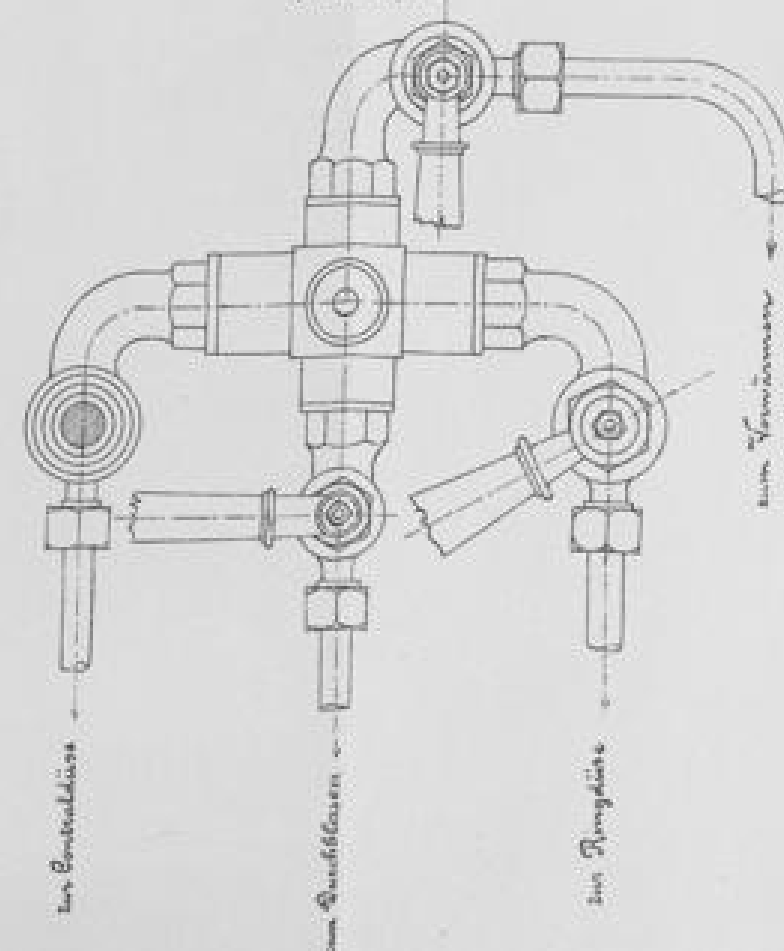
EINRICHTUNG ZUR BEHEIZUNG DER LOCOMOTIVEN MIT PETROLEUM. SYSTEM HOLDEN:

Blauöl-Injektor.

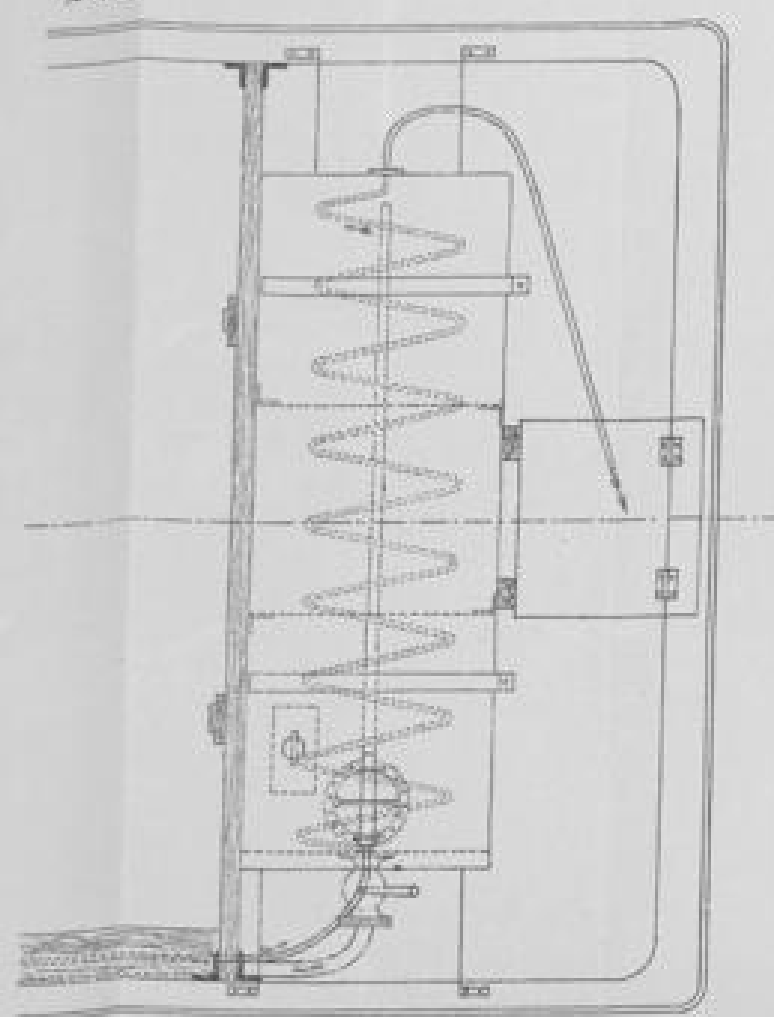
Beilage: *XXV*.



Dampf-Wechsel.
1/2 mal Größe.



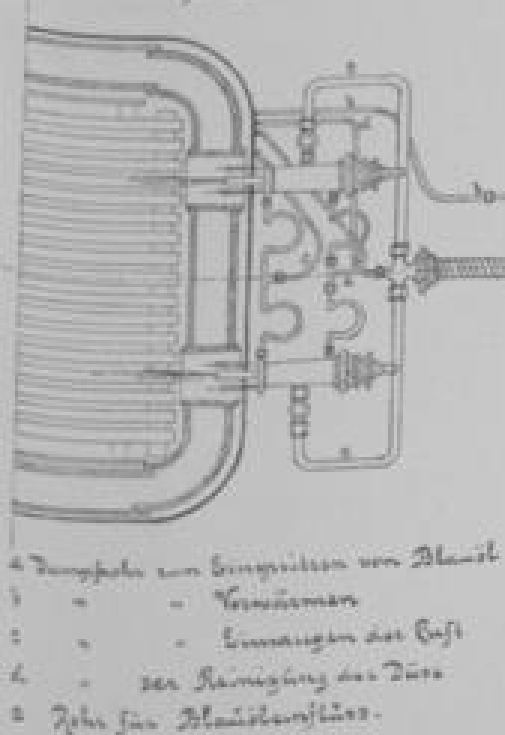
Situation des Blauölbehälters auf dem Tender.
1:20



Speisung mit Kohlenwasserstoff.

Kohlensäure.

Disposition
1:10.

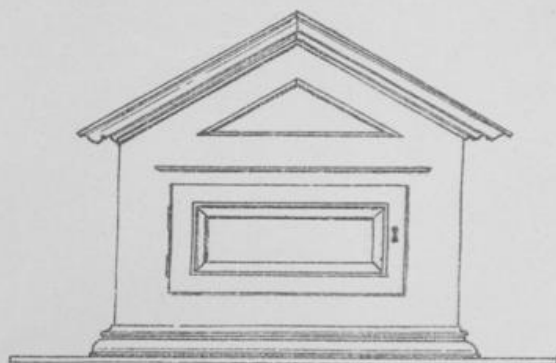


- 1 Dampfrohr zum Einblasen von Blauöl
- 2 - - - Ventilen
- 3 - - - Einblasen des Luft
- 4 - - - zur Reinigung des Dampfs
- 5 Rohr für Blauölauffluss.

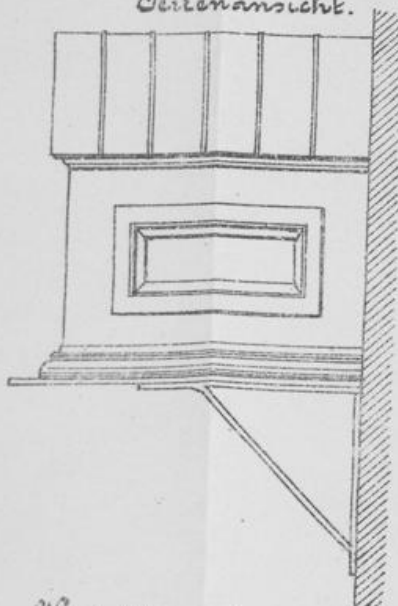
TELEFON- UND TELEGRAFEN-EINRICHTUNGEN IM ARLBERGTUNNEL.

Beilage XXVI

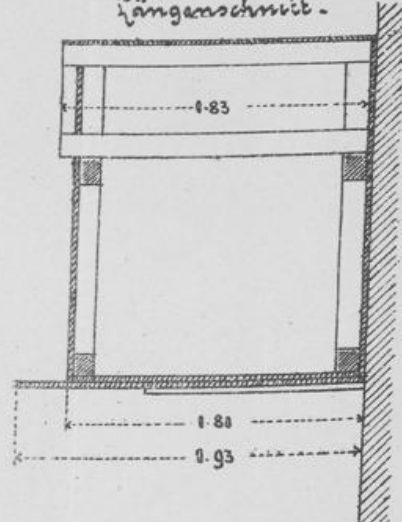
Vorderansicht.



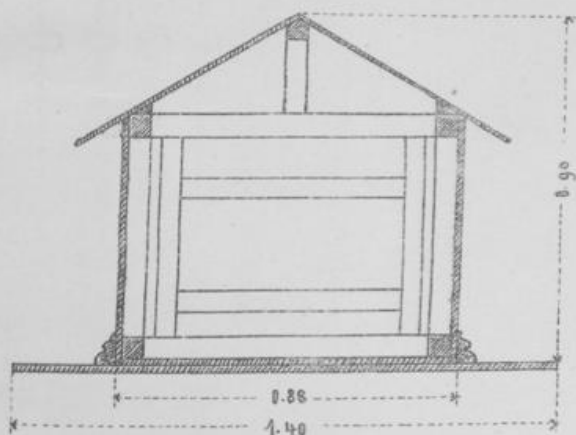
Seitenansicht.



Längenschnitt.



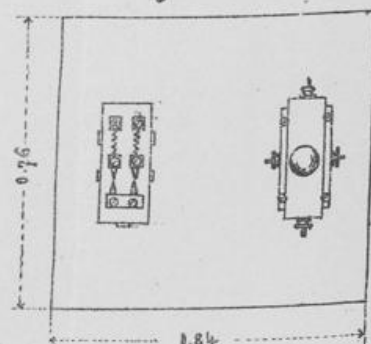
Querschnitt.



Kabelhäuschen
in
St. Anton und Längen.

Maßstab 1:20.

Grundriss.



Bleirohr-Kabel

mit Faser-Isolation in Asphalt
getränkt für Telephonzwecke.



12 mm

Bleirohr-Kabel

mit Guttapercha-Adern
für Telegraphenzwecke.



13 mm

Glockensignal-Kabel u. Distanzsignal-Kabel

mit Guttapercha isoliert, geschlossene Eisenarmatur
mit getränktem Hanfgarn bewickelt.



20 mm



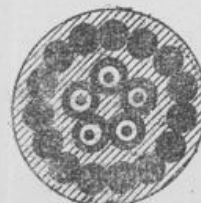
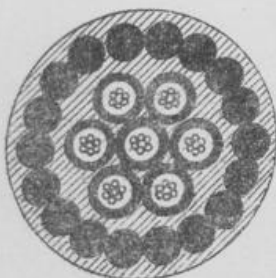
20 mm

Telegraphen-Kabel

mit vulkanisierter Kautschuk-
Isolierung und Kupferblecharmatur.



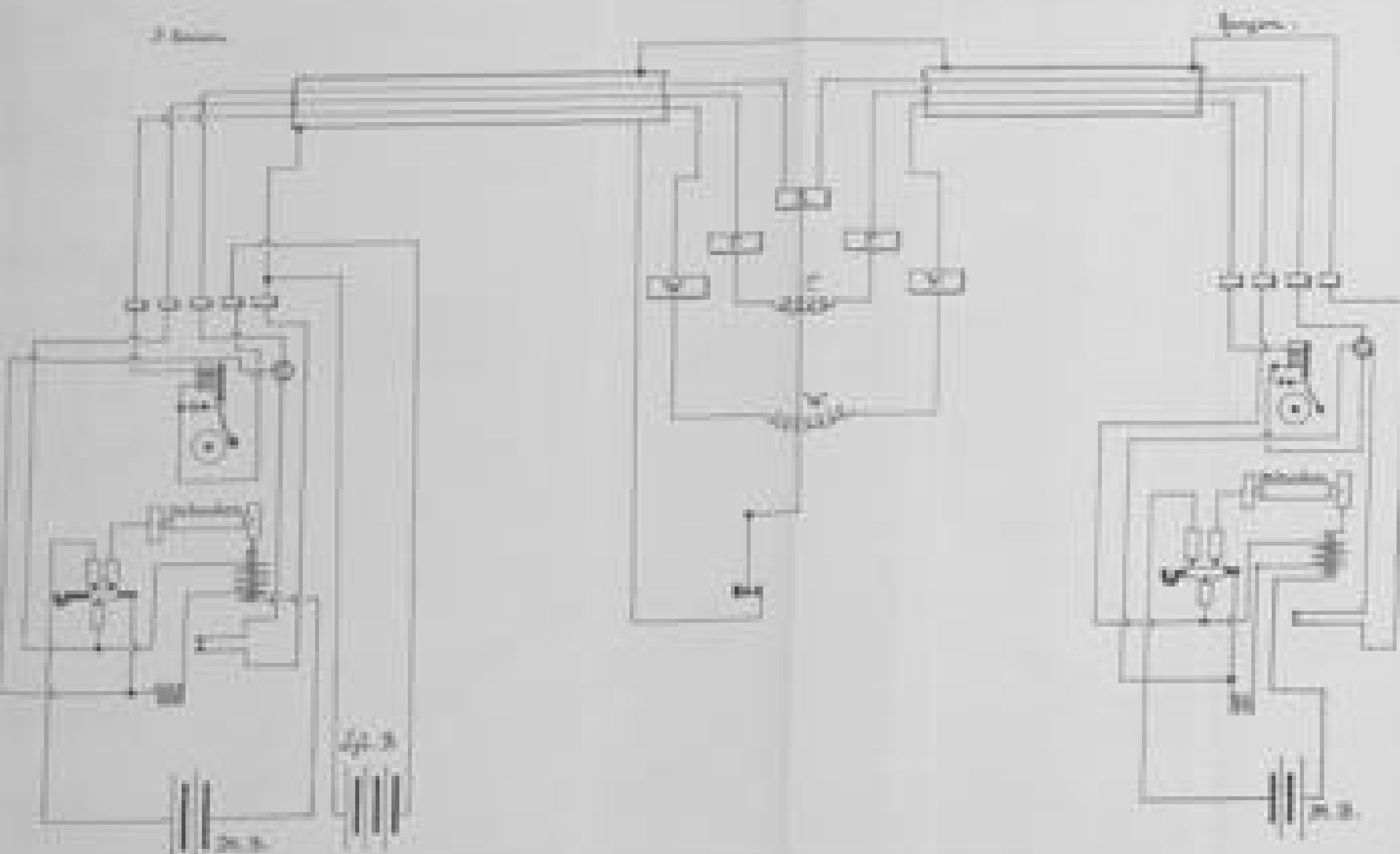
20 mm



25 mm

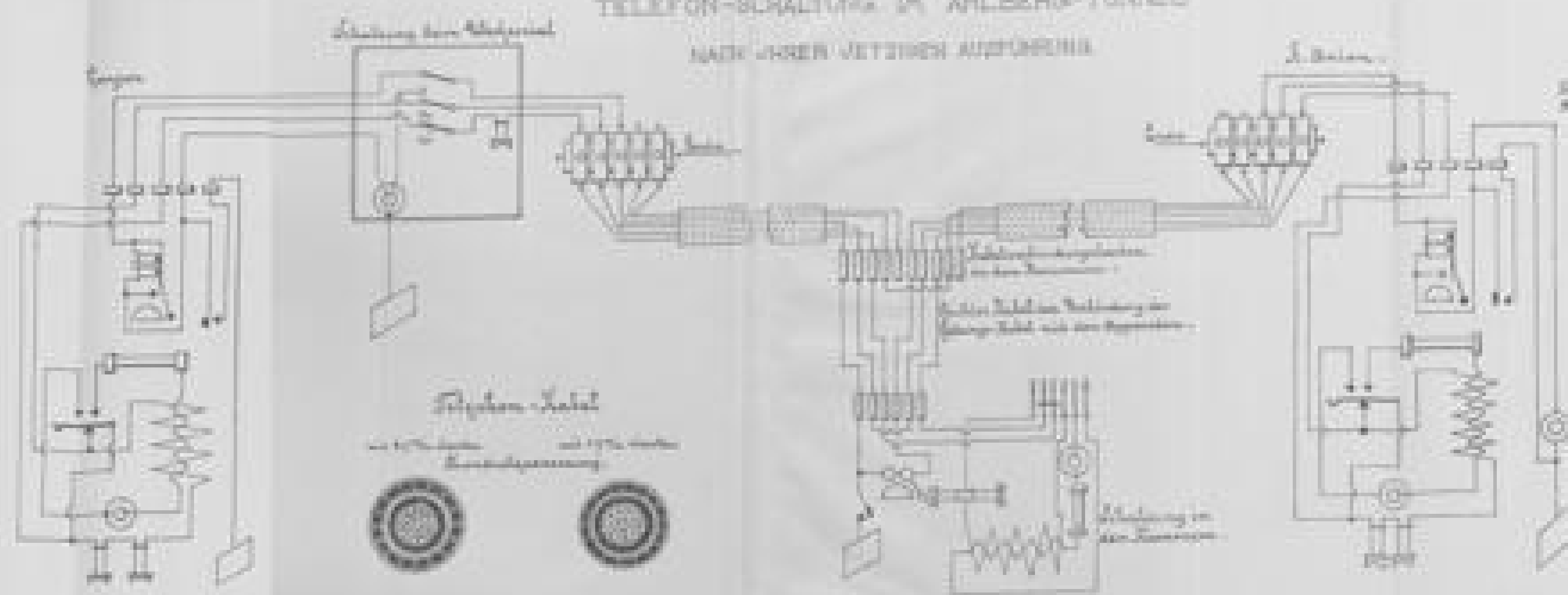
mit Guttapercha-Adern und verzinkter Stahldrahtarmatur.

TELEFON-SCHALTUNG ZWISCHEN SANTON-LANGEN IM JAHRE 1888.



TELEFON- UND TELEGRAPHEN-EINRICHTUNGEN

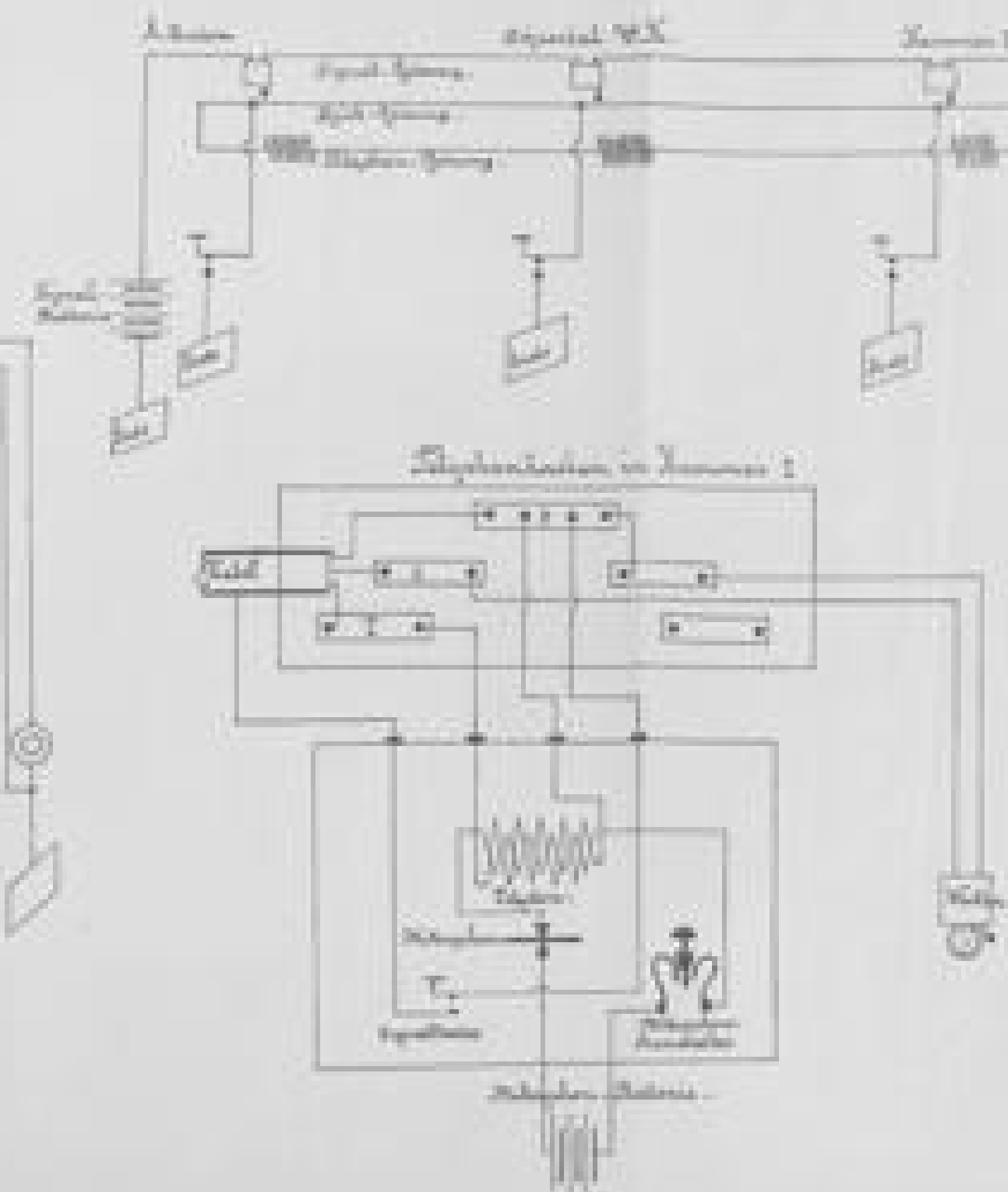
IM ARLBERG-TUNNEL



TELEFON-SCHALTUNG IM ARLBERG-TUNNEL

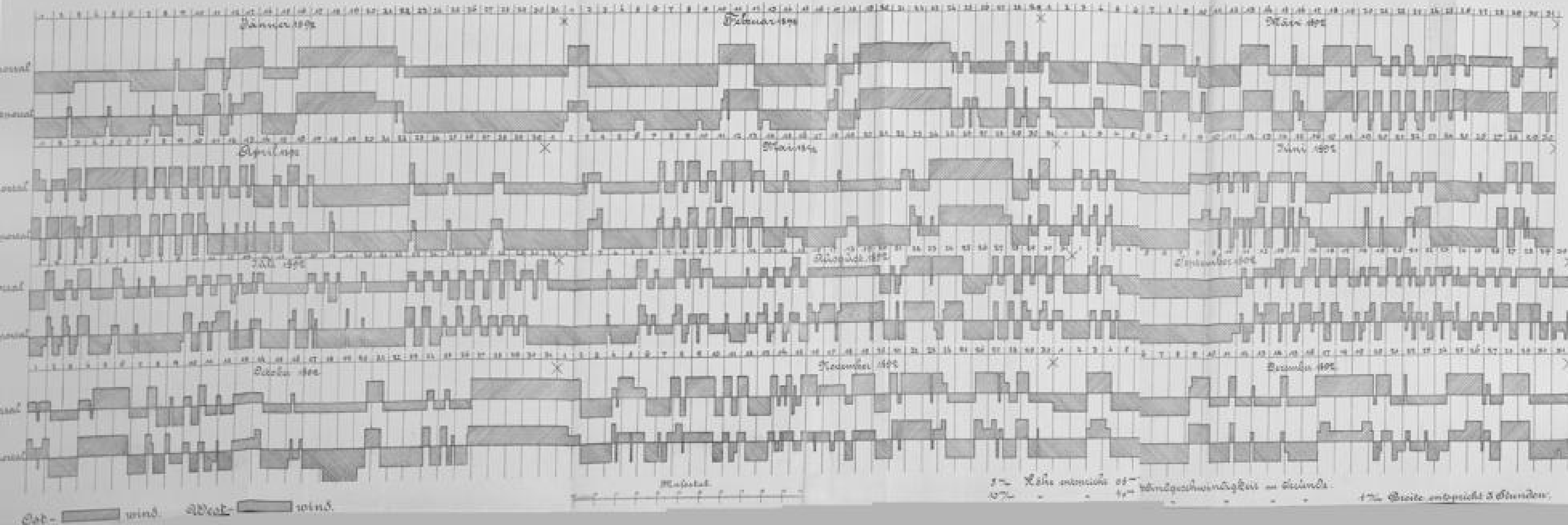
NACH JÄHREN VETERÄREN AUSFÜHRUNG

TELEFON-SCHALTUNG SANTON-KAMMER I



GRAFISCHE DARSTELLUNG ÜBER WINDSTRÖMUNGEN IM ARLBERG-TUNNEL VOM JAHRE 1892.

Beilage LXVI





NIEDERSCHLAGS- MENGEN in mm.
 FÜR DIE JAHRE 1884 bis 1894.

Langen, Arlberg.

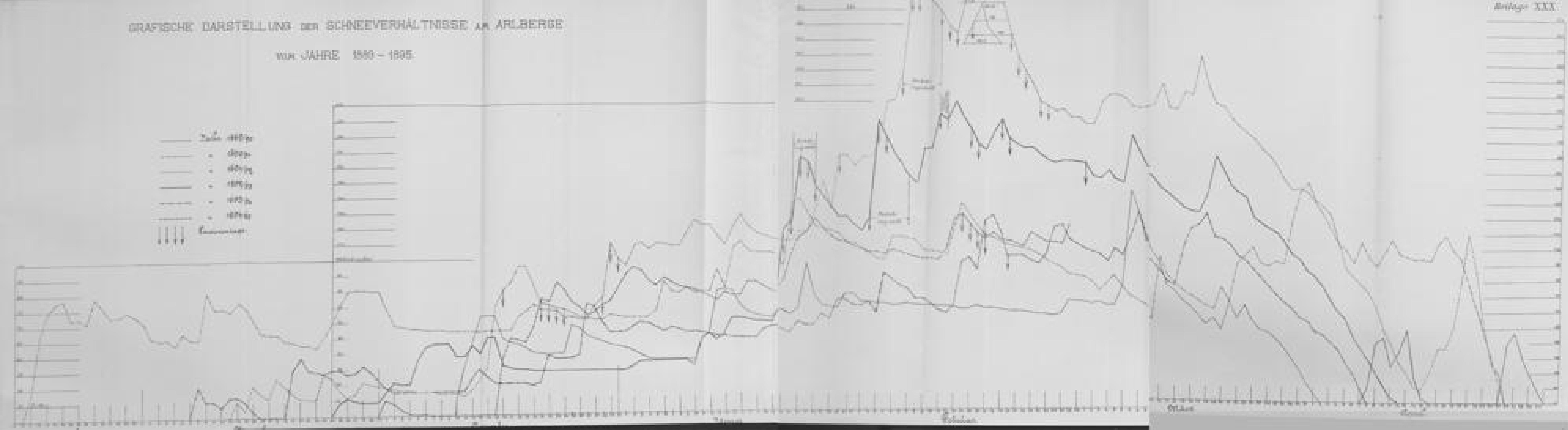


GRAFISCHE DARSTELLUNG DER SCHNEEVERHÄLTNISSE AM ARLBERGE

VOM JAHRE 1880 - 1895

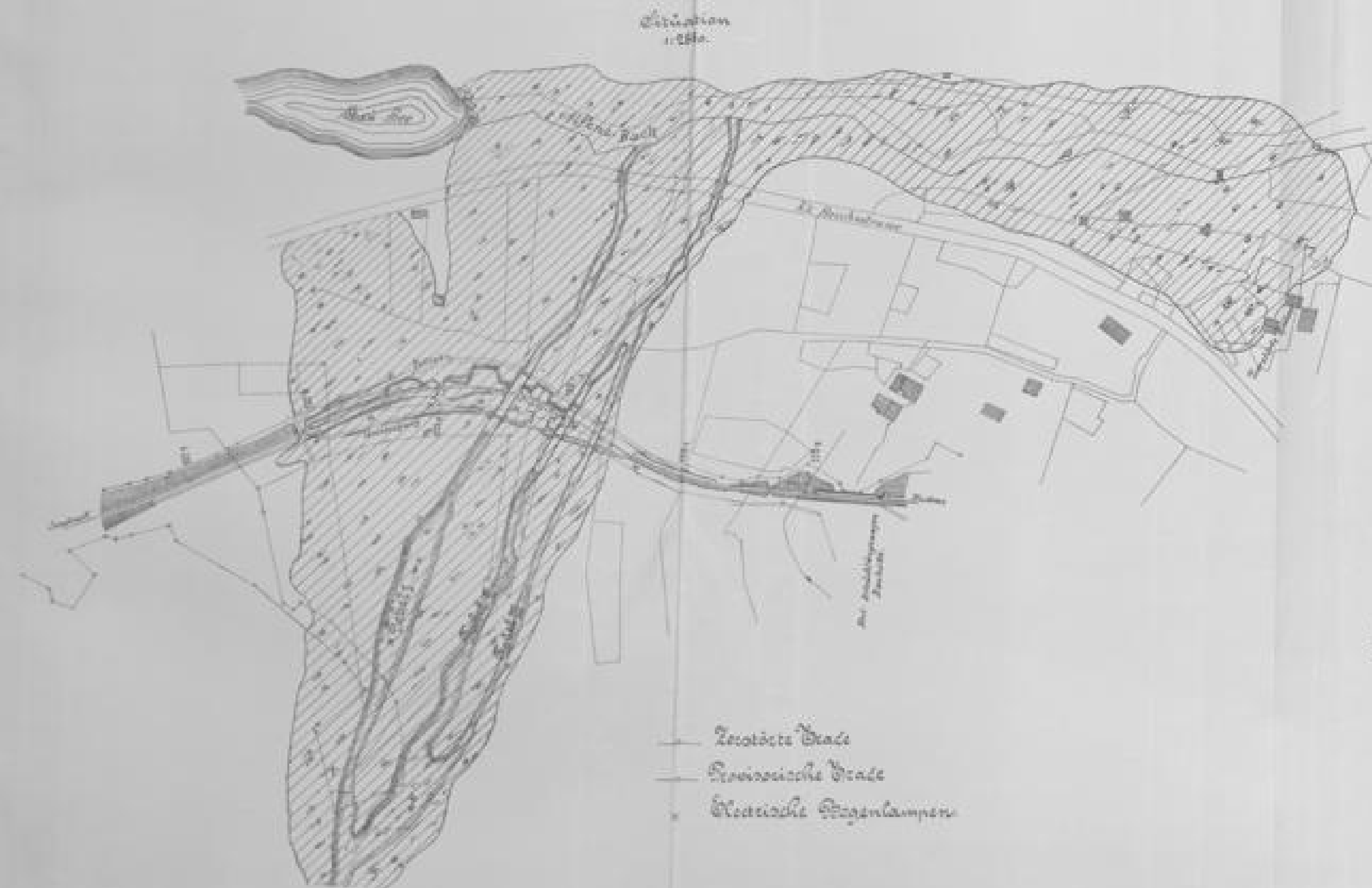
Anlage XXX

- Juli 1880
- „ 1881
- „ 1882
- „ 1883
- „ 1884
- „ 1885
- ||| Sommer



BERGSTURZ AM GROSS-TOBEL BEI LANGEN.

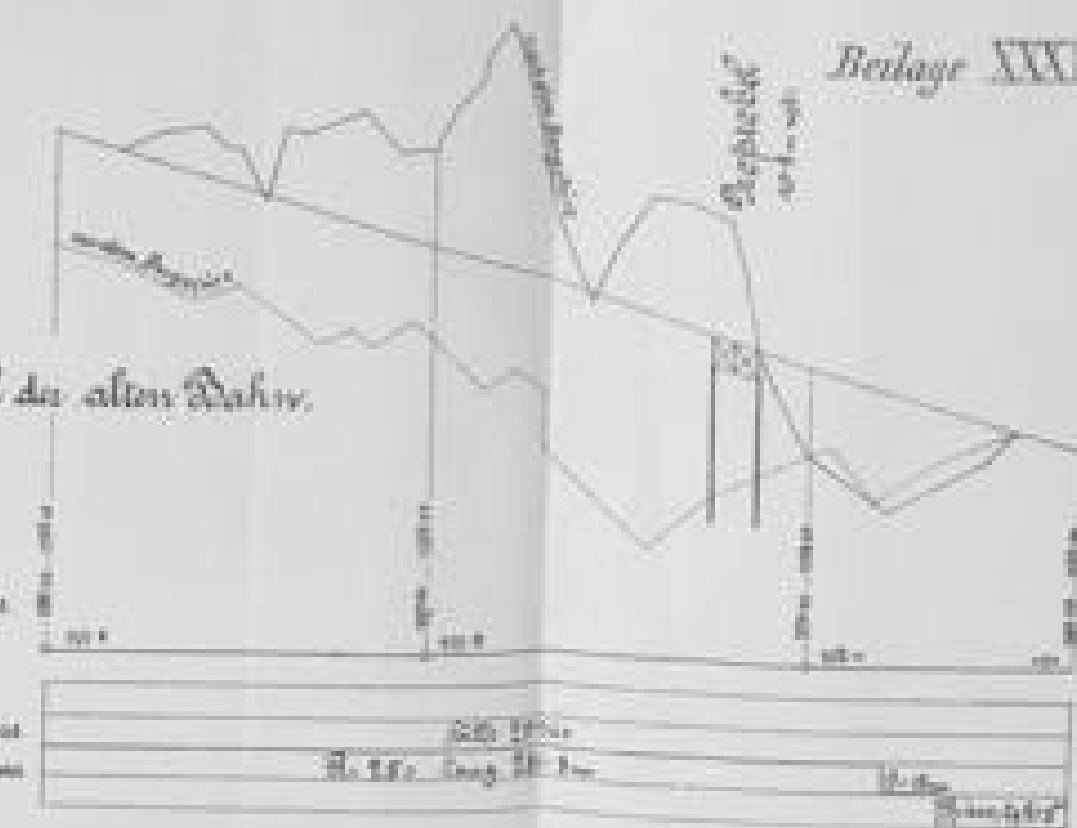
ZERSTÖRUNG DER BAHNSTRECKE VON Km 111+ - 112+ DURCH DEN BERGSTURZ AM 9. JULI 1892.



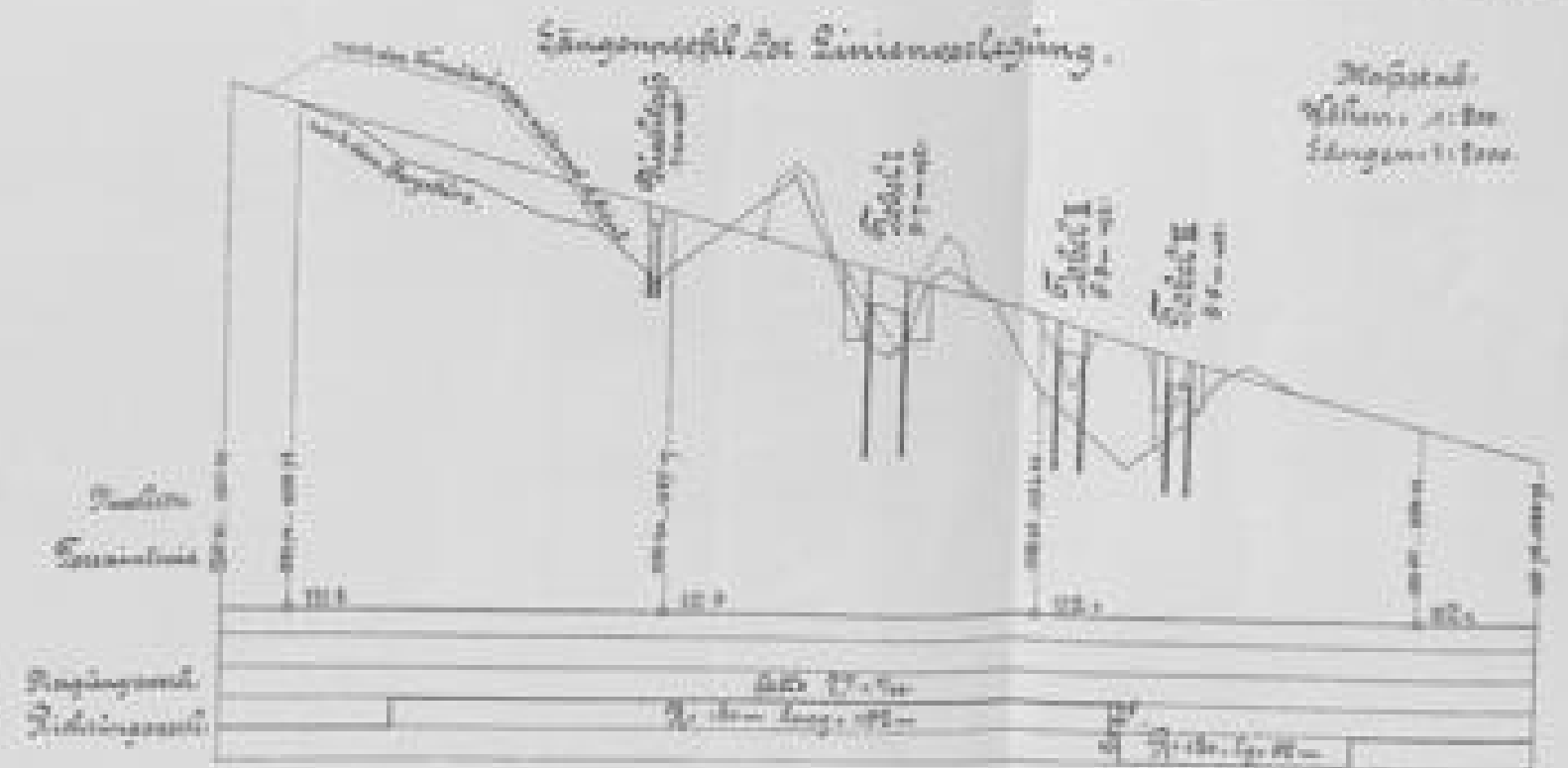
Längenprofil der alten Bahn.

Oben der Bahnhofs
Unten der Eisenbahn

Neigungswinkel
Höhenunterschied



Längenprofil der Eisenbahnanlage.



Typus für die provisorische Überbrückung der Felsgrinne.



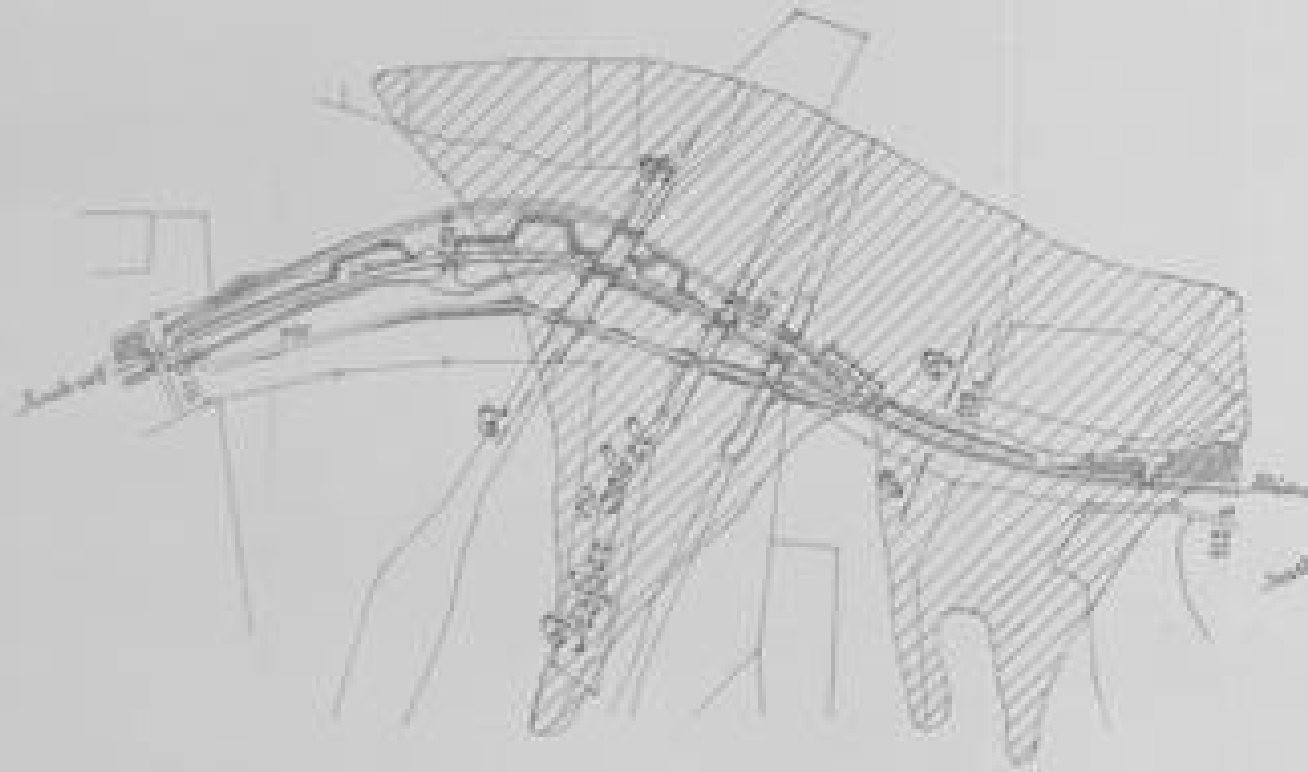
Ortsbefestigung in der Straße: Längen-Brücke
in der Zeit vom 23. März bis incl. 16. Februar 1893. Am 11. 1893.

Veränderung der 10-metigen eisernen Schneebachbrücke durch
die Lawinengänge am 2./s. 1888, 6./s. 1892 und 2./s. 1893. -

Veränderung der 16-metigen eisernen Brücke über den Glangetobel
durch den Lawinengang am 2. Februar 1893.

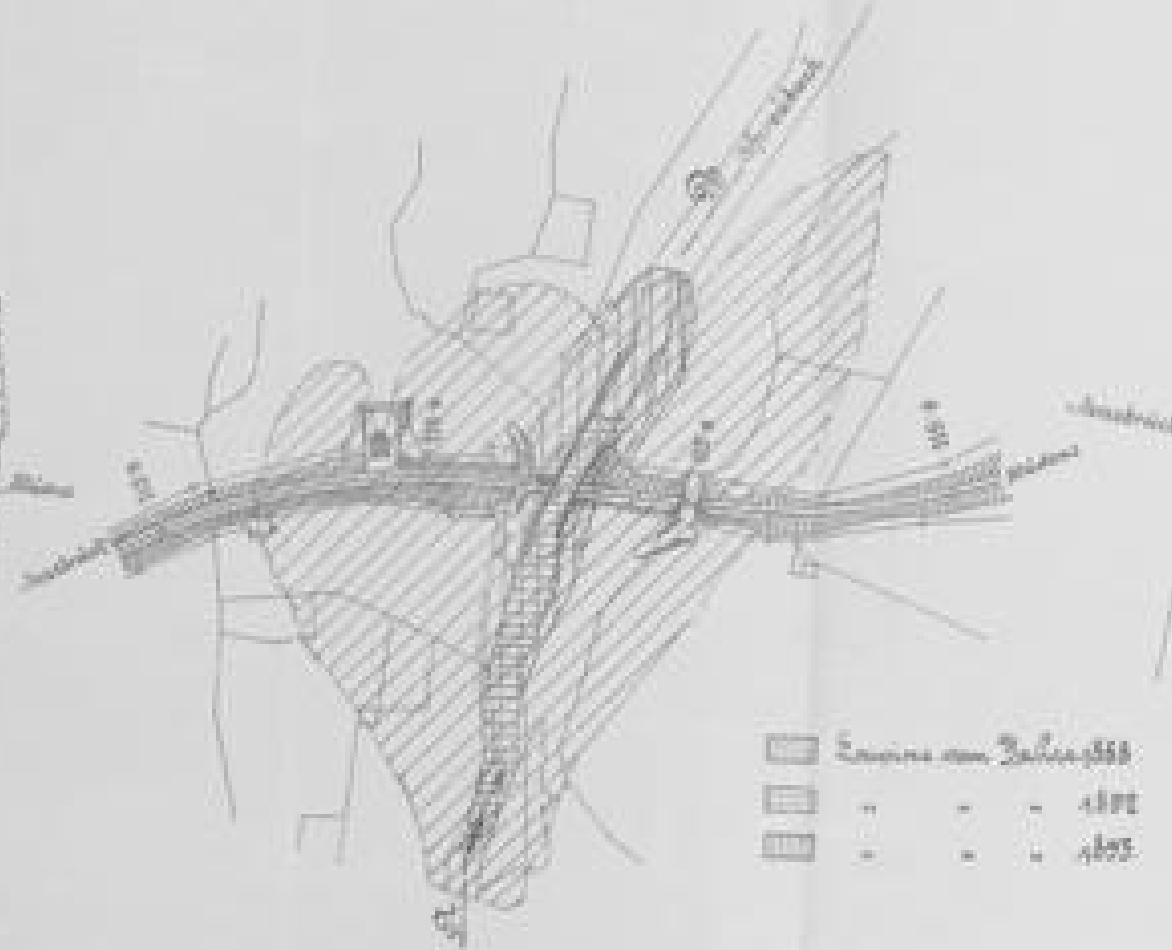
Situation.

1:2500



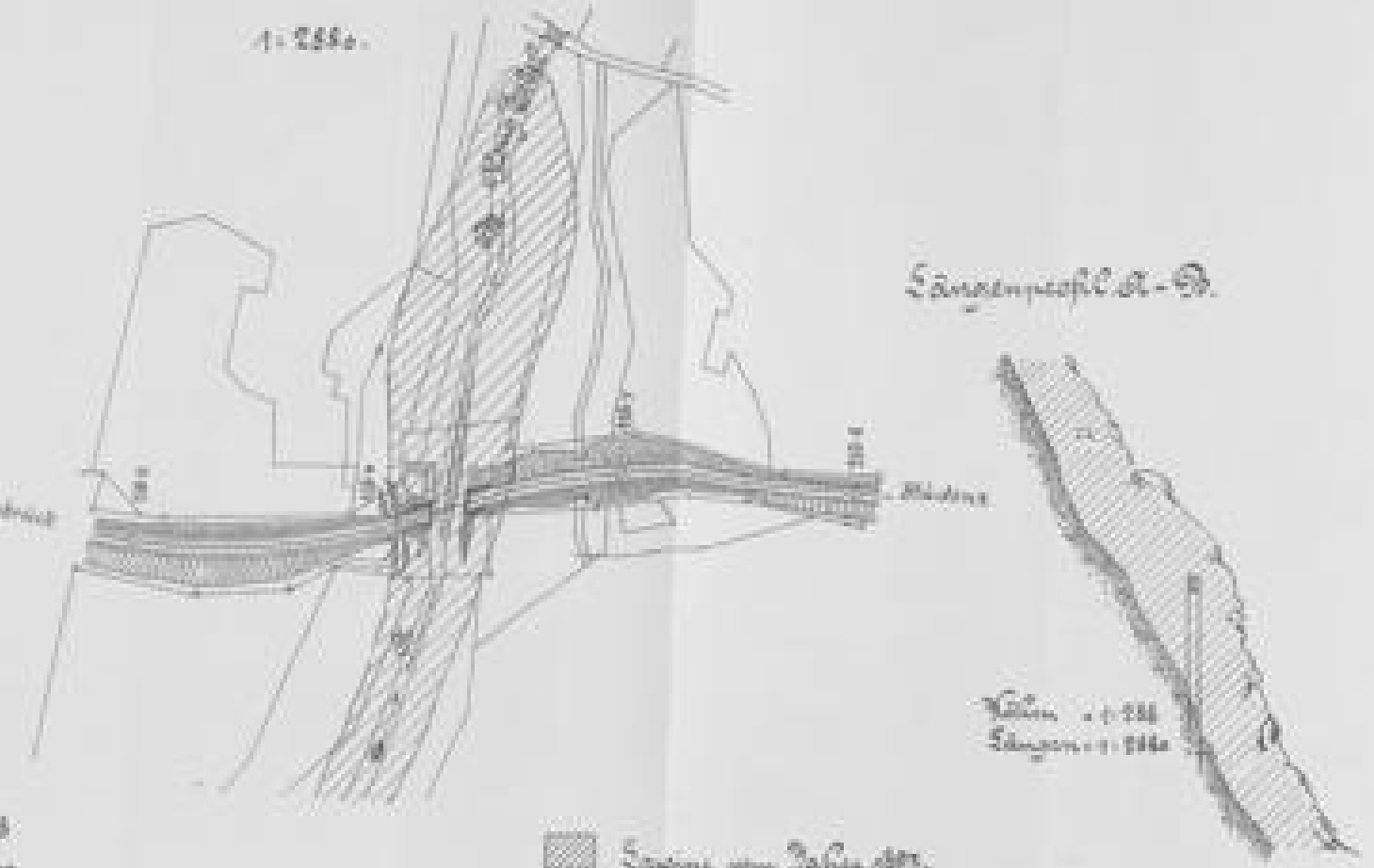
Situation

1:2500



Situation

1:2500



Längenprofil A-B.



Lawine am 23. März 1888
" " " " 1892
" " " " 1893

Lawine am 2. Februar 1893.

Schnitt A-B

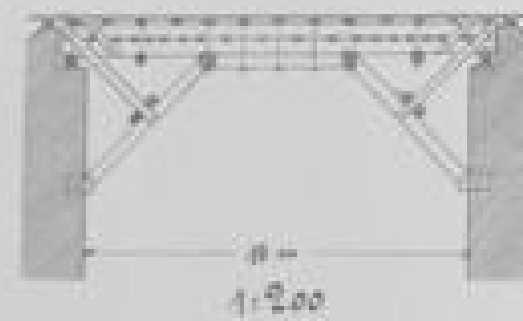


Lawine 1893

Schnitt B-C



Transversische Überbrückung.
Ansicht.

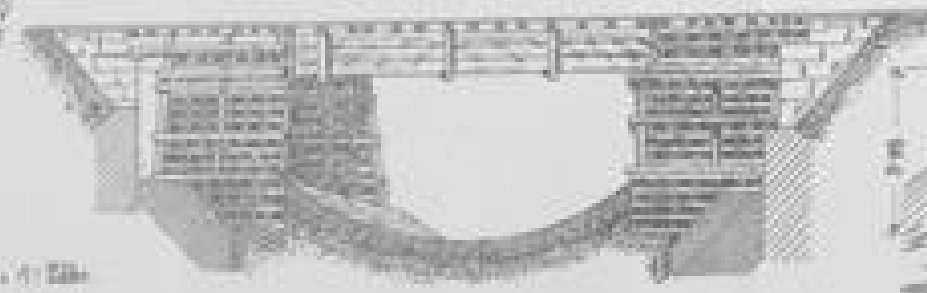


Längenprofil A-B

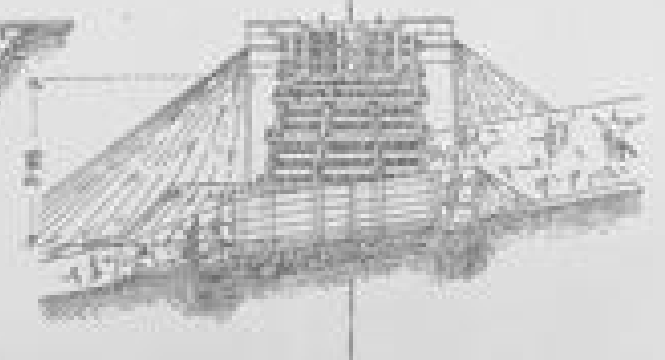


Transversische Brücke.

Ansicht
Südlich vom Baum.



Querschnitt.



1:200



