

II. Theil.

Beschreibung der Bahntrace.

I. Alpenbahn.

A. Nördliche Rampe.

Flüelen-Göschenen.

Oberste Thal-
stufe Göschenen-
Pfaffensprung.

Die Reuss hat bei Göschenen ihren zweiten grossen Katarakt, aus der Ebene von Andermatt 300 Meter tief mit einem Gefälle von 15 Procent herabstürzend, zurückgelegt.

In dem von hier bis zum Vierwaldstätter See sich erstreckenden Thalabschnitte hat die nördliche Rampe der Gebirgsbahn die Länge zu gewinnen, welche erforderlich ist, um von der Höhe des Tunnels, 1109 Meter über Meer, in die Thalebene, 437 Meter über Meer, herabzusteigen. Um die für dieselbe gewählte Richtung und Höhenlage zu erklären und zu begründen, bedarf es einer eingehenden Schilderung des Thales.

REUSSTHAL

Seiner Charakteristik nach zerfällt es in 4 Abschnitte. Schon in dem oberen nimmt die Reuss, in fast direct nördlicher Richtung fliessend, ein bedeutend geringeres Gefälle an, als sie bis dahin hatte. Dasselbe beträgt nur mehr 5.7% im Durchschnitte und bald sogar 4.2%. Die Länge dieser Stufe, welche von Göschenen beginnt, und bis zum Pfaffensprung (unterhalb Wasen) reicht, ist 6 Kilometer.

Allgemeine Be-
schreibung.

Während in der oberen aus unzähligen Katarakten gebildeten Strecke (den Schöllenen) beide Thalwände aus schroffen Klippen und Riffen bestehen, und der Thalboden wie die Felsgehänge mit grossen Sturzblöcken und Trümmern übersät sind, welche fast jegliche Vegetation und menschliche Wohnung unmöglich machen, haben von Göschenen an die Abhänge beider Thalseiten bis auf mehrere 100 Meter Höhe sanftere Neigungswinkel.

Der Thalboden selbst ist meist schon gegen 100 Meter breit, trägt Matten und Häuser, auch die Halden sind ziemlich weit hinauf begrast, und in den oberen Regionen bewaldet.

Seitenthäler.

An der oberen Grenze dieser Stufe unmittelbar bei Göschenen tritt von Westen die Göschener Reuss, an der unteren Grenze ebenfalls von Westen her die Maienreuss in die (Gotthard)Reuss ein. Ausser diesen langgestreckten, in ihren unteren Parthien aber schluchtenartig eingegrabenen, und desshalb gegen das Reussthal eng versperrten Hochthälern, welche dem letzteren viel und constant fliessendes Wasser zuführen, fallen nur noch eine Reihe von Bergwässer von beiden Seiten in die Reuss ab, welche ihren Lauf in den Runsen und Falten der Thalabhänge nehmen und nur periodisch gefüllt sind. Die bedeutendsten derselben sind — der Göschener Reuss gegenüber — von Osten her der Rienbach, und bei Wattingen von Westen kommend der Rohrbach.

Klimatische
und elementare
Zustände.

Die Firnen des östlichen Bergkammes, des Riemerstocks, erheben sich bis zu 2980 Meter, die des westlichen — des Rohr- und Schwarzenstocks, bis zu 3223 Meter über Meer und steigen unmittelbar aus dem Thalboden auf.

Die gewaltige Höhe der Thalwände macht die klimatischen Verhältnisse sowie auch die elementaren Zustände dieser Thalstufe, welche von 1100 bis zu 800 Meter über Meer herabreicht, äusserst ungünstig.

Bei einer jährlichen Mitteltemperatur (im Thale) zu Göschenen von + 6 bis 8° C., dauert der Winter mit —4 bis 5° C. Mitteltemperatur vom October zum Mai. Vom November zum April ist der Thalboden häufig mit einer meterhohen Schneeschicht ständig bedeckt.

Dieser Thalschnee kommt in muldenförmigen Vertiefungen der glatten und steilen Bergwiesen häufig genug in Bewegung und bildet Lawinen, welche trotz wenig imponirender Ausdehnung und

Gewalt sehr beschwerlich sind, weil sie ihren Gang oft launenhaft ändern und zu jeder Zeit des Winters kommen können, wenn bei geringer Kälte und starkem Sturme viel nasser Schnee fällt. Solche Lawinengänge überschütten z. B. bei Wasen fast jährlich die Landstrasse. Heftige Schneestürme (Kux) können ausserdem sogenannte Staublawinen fast an jedem steilen Gehänge veranlassen und treiben oft genug grosse Schneewehen, fast immer an denselben Punkten zusammen.

Das jährliche Niederschlagsquantum von 1,010 Millimeter ist in dieser Thalstufe geringer als irgendwo in der Umgebung, überhaupt das niedrigste an der ganzen Gotthardbahnstrecke. Seine Vertheilung auf nur wenige Niederschlagsperioden hat aber zur Folge, dass die Wasserstände im Hauptflusse und den Seitenbächen sehr rasch wechseln. Ausserdem werden diese Wasserstände hauptsächlich von der Schnee- und Gletscherfirnschmelze beeinflusst. Im Winter ist die Periode des Tiefwasserstandes; im April schwellen Flüsse und Bäche durch den von den unteren Thalgehängen abschmelzenden Schnee an; von Juli zum September fliessen die trüben Gletscherwässer, häufig durch Gewitterregen vorübergehend verstärkt; im Herbst endlich tritt meist heftiges Regenwetter ein, welches häufig genug in Schneefall unmittelbar übergeht.

Witterungs- und
Temperaturver-
hältnisse.

Das grosse Gefälle der Seitenbäche und die Nacktheit ihres Wassersammelgebietes macht diese Bäche, welche man gewöhnlich trockenen Fusses passiren kann, zu Zeiten äusserst ungestüm.

Die mittlere Winterkälte ist 4 bis 5 ° Celsius; der Schneefall beginnt zumeist schon im October und hält bis zum April an; als grösste Schneehöhe im Thalboden wird 3 Fuss angegeben, an den Gehängen hinauf nimmt dieselbe aber rasch zu. — An beiden Thalgehängen stürzen daher die Lawinen zahlreich und alljährlich mit grossen Schneemassen ab und erreichen fast alle das Thal; die Tagwässer des Sommers sind häufig und in Folge der hohen Lage des Niederschlagsgebietes und des grossen Gefälles aller Wasserläufe äusserst ungestüm.

Das Gebirge gehört zum Finsteraarhorn-Massiv und besteht aus compactem Gneiss-Granit, dessen Parallelstructur fast ostwestlich verläuft, während vielfache Verklüftungen Verplattung und sekundäre Schieferung in anderen Richtungen erzeugen. Der Gneissgranit umschliesst weichere, glimmerreiche, oft glimmerschieferähnliche Schichten, in denen vorzugsweise das Bett der Seitenthäler ausgeschnitten ist.

Geologische Be-
schaffenheit.

An den Thallehnen finden sich mehr oder weniger zusammenhängende Moränenüberreste, welche an den einzelnen Felsvorsprüngen und Riffen hängen geblieben sind, und die abgerundeten Falten und Flügel der niederen Thalgehänge bilden.

Die bedeutendste Moränen-Ablagerung zieht sich am linken Thalgehänge von Göschenen bis Wasen, wo sie an die Südwand des Kirchberges sich anlehnt und die abgerundeten Hügel oberhalb des Dorfes bildet.

An der Bergkuppe, welche die Göschener Reuss an der Einmündung in das Reussthal nördlich begrenzt, und an deren äusserstem Vorsprunge das Dorf Göschenen liegt, lagert, einige hundert Meter thalabwärts ausgebreitet, ein Bergsturz, dessen grösste Blöcke vereinzelt umherliegen und bis zur Reuss herabreichen, während sich die kleineren am Fusse der Sturzhalde auf ziemlich flacher Grundfläche dicht aneinander aufgeschichtet haben. Der Sturz ist alt, und nur selten rollt noch ein Block weiter ab.

Die beiden grösseren Ortschaften dieses Thalabschnittes, Göschenen und Wasen, sind an den Endpunkten desselben gelegen, — zwischen beiden befinden sich nur einzelne, auf dem Thalboden zerstreute Weiler, auf halber Höhe Schöni, in der Nähe von Wasen, Wattingen und Meiggeten. Die Poststrasse zieht sich von Göschenen abwärts bis Schöni am linken, von dort bis Wattingen am rechten Reussufer hin, tritt hier wieder auf das linke über, und kehrt erst beim Pfaffensprung auf das rechte zurück, stets der Thallinie direct folgend; — nur bei Wasen, wo sie sich bis zu einer Höhe von 80 Meter vom Thalboden entfernt hatte, ist sie genöthigt, in mehreren Schlingen, welche sich am Wasener Kirchberg abwickeln, den Thalboden wieder zu suchen.

Ortschaften und
Strassenzug.

Beim Pfaffensprung stürzt der Fluss über einen 30 Meter hohen Katarakt hinab, indem er sich tief und scharf in sein Bett einsägt, so dass die Felswände sich fast über ihm schliessen. An diesem Katarakte beginnt die zweite, 5 Kilometer lange Thalstufe, welche bis Meitschlingen reicht.

Zweiter Thal-
abschnitt
Pfaffensprung-
Meitschlingen.

Das Flussgefälle dieser Stufe beträgt in ihrem oberen Drittheile nur 2.5 ‰, geht dann nach einem kurzen 15 Meter hohen Katarakte in 2.9 ‰, und im unteren Drittheile in 3.9 ‰ über; damit

Flussgefälle.

senkt sich die Reuss von 800 Meter bis zu 620 Meter Meereshöhe herab, indem sie in ziemlich geradgestrecktem Laufe eine nordöstliche Richtung einschlägt.

Thalabhänge.

Die allgemeine Schilderung des Charakters der ersten Thalstufe passt auch für die zweite. Die das Thal einschliessenden Bergrücken sind aber weniger hoch, als die des oberen Laufes; östlich erhebt sich aus dem Thale der gestreckte Kamm des Rienzerstockes in einer Höhe von 2000—2300 Meter über Meer, westlich wird dasselbe durch die Gehänge des Schynstockes (2448 Meter) und Geisberges (2394 Meter) — Ausläufern der Titlisgruppe — begrenzt; zwischen beiden letzteren tritt das Gornerenthal vor; — von Osten mündet oberhalb Meitschlingen das Fellithal ein, ein Hochthal, welches den Bergrücken des Rienzerstocks umschliesst. Ueber die östliche Thalwand ergiessen sich ausserdem eine Menge mehr oder weniger bedeutender Bergwässer herab; die westlichen Thalabhänge bestehen aus zwei, die Ausmündung des Gornerenthales begrenzenden, terrassenförmig abfallenden massigen Bergkuppen.

Seitenthäler und Zuflüsse.

Kultur.

An beiden Seiten des Reussthalles dieses Abschnittes reichen die Wälder bis zum Thalboden; westlich kommen Wiesen und einzelne Kartoffeläcker noch in ziemlicher Höhe über Thal vor. — Der ganzen Länge nach liegen Weiler und Sennhütten nicht nur auf dem Thalboden und an dem unteren Gelände der Abhänge zerstreut, sondern auch auf dem Rande des ehemaligen Thalbodens z. B. Felliberg, Gorneren, welche den Nachweis geben, dass in diesem Thalabschnitte die klimatischen Umbilden nicht mehr mit solcher Strenge auftreten, als oberhalb des Pfaffensprunges.

Naturereignisse.

Von Lawinen ist nur die östliche Thalwand heimgesucht, während die westliche Seite schon durch die Abwesenheit vieler Seitenschluchten und ihre terrassenförmige Gestaltung vor dem massenweisen Abgleiten des Schnees aus grosser Höhe geschützt ist, zudem auch noch die Vortheile der sonnigeren Lage geniesst, welche ein allmähliges Abschmelzen des Schnees befördert.

Geologische Formation.

In der geologischen Formation dieses Abschnittes ist im Allgemeinen kein anderer Unterschied gegenüber dem höheren Thalabschnitte zu vermerken, als dass der Gneissgranit reicher an Glimmer, deutlicher geschiefert, auch stärker verklüftet ist. Im Einzelnen treten jedoch wesentliche Unterschiede hervor. Am östlichen Abhänge — dem sogenannten Wyler Wald — lagert auf einem mächtigen Moränenrest, welcher vom Rande des ehemaligen Thalweges bis zum Thalboden herabreicht, und eine Bruchhalde aus groben Blöcken bildet, welche sich mit den geschliffenen, durch verwaschenen Gletschersand locker gebundenen Blöcken der Moräne vermischen. Diese Halde wird durch Gerölltobel und Bergstürze, welche beim Schmelzen des Schnees und bei starkem Sommerregen reichlich auftreten, häufig durchfurcht, ausserdem aber an ihrem Fusse durch die Reuss angewaschen, so dass die Gefahren der Abstürze gross sind und ständig zunehmen.

Wyler Wald-Lehne.

Strassenzug und Ortschaften.

Die Poststrasse liegt in diesem ganzen Thalabschnitte auf dem rechten Reussufer, und verlässt den Boden des Thales nur selten. Sie wird alljährlich, oft mehrere Male im selben Jahre — durch die Murgänge und die Lawinen, welche in den Runsen der Thallehne im Wyler Wald abgehen, überschüttet oder durchbrochen. Ungefähr in der Mitte des Abschnittes liegen an der Strasse — also rechtseitig — einige Häuser, « Im Wyler » genannt; an der linken Thalseite liegt die Ortschaft Gurtneilen, aus einzelnen zerstreut am Thalabhänge liegenden Bauernhäusern und Sennhütten bestehend.

Dritter Thalabschnitt Meitschlingen-Amsteg. Thalgefälle.

Der nun folgende Thalabschnitt, von Meitschlingen bis Amsteg reichend, — ist nur etwa 4 Kilometer lang; er bildet die letzte Stufe des Thals. Im oberen Theile desselben hat die Reuss ein Gefälle von 7.75 %, welches weiter abwärts plötzlich in nur mehr 1.8 % verläuft; auf die ganze Länge stürzt der Strom durch eine enge Schlucht zwischen steilen Felswänden in vielfach gewundenem Laufe herab.

Alter Thalboden.

Etwa 100 Meter über der Flusssohle aber liegt eine flache Terrainstaffel, welche, wie vielfache auf derselben vorfindliche Ueberreste von Moränen und Rundhöcker deutlich erweisen, der ehemalige Gletscherboden ist, in den sich der Strom erst später allmählig eingesägt hat; bei Amsteg ist diese Terrainstaffel plötzlich abgebrochen; der versenkte Strom hat aber das Werk der Zerstörung noch nicht eingestellt, er fährt vielmehr fort, sein Bett zu vertiefen und die Felswände, welche ihn einengen, zu unterspülen und zu Fall zu bringen; dieselben sind rostig, verwittert, schroff und vielfach zerklüftet, fortwährend lösen sich noch grössere oder kleinere Parthien oder einzelne Brocken von ihnen ab, welche sodann den Fluss verlegen und zu erneuerten Angriffen gegen sein Ufer anschwellen. Theilweise erhalten sich auf den Vorsprüngen

und in den Felsklüften dieser Thalschlucht noch Bäume und Gestrüpp, im Ganzen aber bietet sie ein Bild der Wildniss und der Zerstörung! Das Plateau indessen, welches sich über den Rändern der Schlucht ausbreitet, und welches von Meitschlingen abfallend, bis zu dem plötzlichen, 80 Meter hohen Absturz oberhalb Amsteg in der Thalrichtung etwa eine Neigung von 2% hat, und von der Flusslinie beiderseitig sanft ansteigt, hat eine mittlere Breite von mehr als 500 Meter.

Die Richtung des Thales ist hier im Ganzen nordöstlich.

An der rechten Seite steigt aus dem Thale der Bristenstock (3075 Meter) unmittelbar auf, links begrenzen allmählig abfallende Ausläufer der Titlisgruppe das Thal, deren zunächstgelegene Kuppen nur 1300—1400 Meter hoch sind. Dem entsprechend ist der rechte Thalabhang rau und den Gefahren des Hochgebirges mehr ausgesetzt, als der linke; rechts sind nur einzelne hinter schützenden Bergvorsprüngen verborgene Weiler (Ried, Tiefthal, Bristenberg) gelegen, links hingegen ist die ganze Lehne bis auf 1300 Meter bebaut (Richteigen, Wolfbühl, Ober- und Unter-Inschi, Schwandenegg, Bruni etc.); rechts findet sich nur spärliche Vegetation, vereinzelte Tannenwäldchen, links kommen auf 6—700 Meter Höhe noch Nuss- und Kastanienbäume vor.

Thalabhänge.

Kultur.

Von rechts her münden an den beiden Grenzen des Thalabschnitts grössere Thäler ein, oben das Fellithal, unten das Maderanerthal; beide Thäler haben in ihren oberen Läufen gestreckte Hochthalmulden, verengen sich aber bei ihrem Austritte ins Reussthal zu wilden fast unzugängigen Schluchten.

Seitenthäler und Zuflüsse.

Zwischen diesen beiden Thälern fallen 3 der gefährlichsten Lawinengänge vom Bristenstocke ab, das Tiefthal, der Langlauri und der Bristenlauri, deren scharf eingerissene Rinnen selten die ganze Masse des Schnees zu fassen vermögen, so dass namentlich in ihren unteren Läufen die Lawinen über die Ränder hinausdrängen und auch die Thalgehänge überschütten.

Naturereignisse.

Von Westen her (links) fliessen der Reuss zwei Bergwässer zu: der Inschialpbach und der Inschibach, beide mit tief eingeschnittenem und regelmässigem Bette, weder Lawinen noch viel Schutt und Geröll mit sich bringend.

In diesem Gebiete des Reussthales ist das Schiefergestein (Glimmerschiefer) und glimmerreicher Gneiss vorherrschend. Die Schieferung entspricht der Hauptrichtung der Seitenthäler, von denen das Tiefthal im losen weissen Talkschiefer eingeschnitten ist.

Geologische Formation.

Die Strasse hält das linke Thalufers inne und bleibt bis nahe vor Amsteg auf der Höhe der weiter oben beschriebenen Thalbodenstaffel, erst am Ende derselben rasch abwärtsziehend und nahe vor dem Dorfe auf's rechte Ufer übertretend. Der alte Gotthardsaumweg zieht am rechten Ufer quer über alle Lawinengänge hin, ebenfalls auf dem Niveau jener Staffel.

Strassenzug.

Vom Amsteg beginnt die unterste Thalstufe der Reuss bis zu ihrem Eintritte in den Vierwaldstätter-See. Die Höhe des Thales ist bei Amsteg 530 Meter, die des Vierwaldstätter-Sees 437 Meter über Meer. Dieser Abschnitt ist 17 Kilometer lang, hat anfänglich bis Erstfeld — 8‰ Gefäll, und verläuft dann allmählig in Gefällen von 4 bis 1‰ in den Seespiegel.

Vierter Thalabschnitt Amsteg-Flüelen.

Thalgefäll.

Zwischen Amsteg und Erstfeld ist die Thalbodenfläche nur noch 5—600 Meter, später aber 1000—2000 Meter breit. Das Thal hat nord- und nordwestliche fast geradlinige Richtung und wird östlich von der kleinen Windgälle (3001), dem hohen Faulen (2418) und dem Hagelstock (1863 Meter) begrenzt; zwischen ersteren beiden bricht der Evibach, zwischen den letzteren der Schächenbach vor. Westlich sind es Ausläufer der Titlis- und Urirothstock-Ketten, der Ottersbalm (2513 Meter), der Böckli (2075), der Giebelstein (1851) und der Gitschen (2540), welche aus dem Thale aufsteigen, und zwischen denen der Bodenbergbach, der Bocktobel und der Balankenbach hervorströmen.

Thalabhänge.

Geologisch ist dieses Gebiet dadurch ausgezeichnet, dass in demselben der Wechsel zwischen den Glimmerschiefer-Gneisssschichten und den Sedimentärformationen stattfindet. Bis unterhalb Klus bestehen die unteren Thalgehänge noch aus Schiefergesteinen, welche aber von den, dem unteren Jura angehörigen Kalkklippen überragt werden. Nordöstlich von diesen lagern mitteljurassische Kalksteine, welche die steilen Klippwände östlich von der Strasse bis Rütli bilden und schon vor Schatdorf untertertiären Schichten Platz machen. Die Seitenthäler bei Schatdorf durchschneiden meist mehrere dieser nordwestlich gerichteten Schichtenbänder, und deshalb bestehen die Schuttschliebe

Geologische Formation.

der Gebirgsabhänge dieses Abschnittes auch vorwiegend aus Kalkstein; die Masse dieser Geschiebe ist bedeutend grösser als im Gebiete des Urgebirges.

Seitenthäler
und Zuflüsse.

Beide Thalgelände sind von einer Menge von Runsen und Wasserrinnen durchfurcht, die in kurzen, jäh abfallenden und tief eingerissenen Betten nach jedem starken Gewitterregen und bei der Schneeschmelze den Bergschutt bis zur Reuss herabwlzen. An der östlichen Seite sind in der oberen Strecke die bedeutendsten: der Schpfenbach, der Kirchbach, der Selderbach, der Evibach und der Weidbach, welche zwischen Silenen und Erstfeld vordringen; in der unteren treten bei Schatdorf der Gangbach und bei Bürglen der Schächenbach in das Thal. Lawinen bringt nur der Weidbach, jedoch sehr vereinzelt und nicht mehr bis zum Reussthal herab. Diesen Wildbächen völlig verschieden entspringt die stille Reuss unmittelbar am Fusse der steilen Kalkklippen und sucht durch die Thalwiesen in vielgekrmmter Bahn ihren Weg zur Reuss.

Gestalt der
Schutthalden
an der rechten
Thalseite.

Die meisten dieser Wildbäche lagern ihr Schuttmaterial kegelförmig vor ihrer Mündung ab, die Kegel haben sich indessen schon so sehr erhöht und verflacht, dass das Wasser die groeren Stücke nicht mehr über sie herabzutragen vermag und schon an der Mündung liegen lässt, während es die kleineren Stücke bis zur Strasse herabschleppt. — Manche dieser Schuttkegel sind daher auf dem grossten Theile ihrer Oberfläche längst vernarbt, und mit einer fest verkitteten Humusschichte überdeckt, auf welcher sich jetzt die üppigste Vegetation ausgebreitet hat, und auf denen die Orte Silenen, Buchholz, Klus und Erstfeld, inmitten der herrlichsten Obst-, Nuss- und Kastanienbäume gelegen sind.

Kultur.

Von Erstfeld an bis zur Mündung des Schächenbaches nimmt das Gelände eine andere Form an; hier steht das Kalksteingebirge steil aus dem Thalboden auf, und die Verwitterungsproducte stemmen sich bald haldenfrmig, bald in Form einzelner Kegel an dasselbe an, vielfach mit einer Grasnarbe und mit Gestrup bewachsen, vielfach aber auch nackt und lebendig. Vom Schchenbache bis zum See ist das Thalgelände wieder staffelförmig abgedacht, üppig und schön bewachsen.

Linke Thalseite.

Die linke Thalseite aber ist der ganzen Länge nach von Amsteg bis zum See wild und unzugngig.

Die Gebirgsabhnge steigen hier bis zur Höhe von 800—900 Meter steil auf und sind von einer grossen continuirlich fortziehenden Schutthalde umgeben, — eine Menge Runsen und Risse zerklften sie, — vor den meisten derselben sowie vor den Wildbächen sind mächtige Schuttkegel aufgebaut, die durch die häufigen Eruptionen der Bäche stetig über ihre ganze Oberfläche wachsen, — vielfach berühren sich ihre Grundflächen bereits. Mächtige Lawinen ergiessen sich aus denselben Wildbachthlern bis hinab zur Reuss. Es finden sich an dieser Thalseite deswegen auch bis zu dieser Höhe weder Vegetation noch menschliche Wohnungen, nur auf dem Thalboden sind einzelne Gebäude aus den rechtseitig gelegenen Ortschaften und Pflanzungen bis an die Schutthalden vorgeschoben.

Der Thalboden ist, soweit ihm nicht der Schutt erreicht oder das flache Bett der Reuss in Anspruch nimmt, mit Wiesen und Auen bedeckt.

Strassenzug.

Die Poststrasse zieht auf der rechten Thalseite hin, — von Silenen bis Erstfeld meist den Fuss der Schutthalden überschreitend, später den Rand derselben einhaltend.

Schächenbach.

Der Schächenbach hat sich allmählig durch seinen Schutt das Bett hoch über den Boden des Reussthalles aufgebaut, und fliesst nun auf einem Schuttdamme, der in Mitte des Thales 2500 Meter breit und 40 Meter hoch ist; damit durchdmmt dieser gewaltige Wildbach bei Altdorf das Reussthal in seiner ganzen Breite, und hat den Fluss aus seinem ursprünglich an der rechten Thalseite gelegenen Bette bis fast an den Fuss der linkseitigen Bergwand hinüber gedrängt.

Die Orte Altdorf, Bürglen und Schatdorf breiten sich über den oberen Theil desselben aus, der untere Theil gestaltet sich zu einer allmählig schmal und nieder werdenden lokalen Erhebung, welche das sonst continuirliche Thalgeflle der Reuss quer durchschneidet. Unterhalb des Schächenbaches ist das Reussthal 2 Kilometer breit und trägt eine Vegetation höchster Cultur, welche sich hoch an dem rechtseitigen Thalgelände herauf erstreckt.

Von der Station Flüelen (439 Meter) bis zur Station Göschenen (1109 Meter über Meer) hat die Bahn eine Höhe von 670 Meter zu ersteigen.

Berücksichtigung der Gestaltung und der Beschaffenheit des Thales bei der Tracirung.

Das Thal der Reuss hat zwischen beiden Punkten eine Längenausdehnung von ungefähr 30 Kilometer.

Da nun bei Anwendung einer continuirlichen Steigung von 25‰, und unter der Annahme, dass 4 Stationen mit je 450 Meter Horizontallänge einzuschalten sind, und dass in den grösseren Tunnels entsprechende Gefällsermässigungen eintreten, eine Länge von circa 28 Kilometer zur Ersteigung dieser Höhe genügend ist, so liegt es nahe, in Betracht zu ziehen, ob nicht mit der Steigung beim Eintritte der Bahn in das Reussthal zu beginnen sei, indem man die Trace sofort an eine der Thallehnen heranzieht und an derselben sich mit der Thalsteigung allmählig erheben lässt. Ein Versuch dazu wurde auch von Seite der italienischen Vertreter bei den internationalen Verhandlungen angerathen.

Directe Linie im Reussthale.

Es musste sich indessen schon nach den ersten dahingehenden Recognoscirungen erweisen, dass in der Strecke Flüelen-Erstfeld sich absolut keine der beiden Thalwände zur Aufnahme einer Eisenbahn eigne, denn die Beschaffenheit derselben ist, wie früher eingehend beschrieben, so ungünstig, dass der Bauausführung einer an ihnen aufsteigenden Linie unendliche Schwierigkeiten entgegen-treten, und die Kosten des Baues zu unermesslicher Höhe anwachsen würden.

Die Experten — und später auch Gerwig — haben daher schon in ihrem Projecte den Ausgangspunkt für die Steigung bis Erstfeld, um 10 Kilometer weiter, in das Thal hinein verlegt.

Die Herren Beckh und Gerwig haben für den Beginn der Maximalsteigung die Stationshöhe in Erstfeld mit 481 Meter über Meer gewählt. Es blieb ihnen also für eine Höhe von 627 Meter 20 Kilometer Thallänge, während für diese Höhe 27,000 Meter Länge erforderlich sind; sie mussten sonach für eine künstliche Verlängerung der Bahnlinie um circa 7 Kilometer vorsorgen, welche sie durch eine rückkehrende Linie zwischen Pfaffensprung und Gurtellen gewannen; im Uebrigen aber folgten sie möglichst der directen Thallinie.

Ausgangspunkt der Maximalsteigung nach dem Experten-Projecte.

Gerwig ging in seinem — Anfangs des Jahres 1875 — aufgestellten Projecte von dieser Linie wesentlich ab, indem er die Station Erstfeld um nahezu 2 Kilometer weiter thalabwärts rückt und dort in die Höhe von 468.1 Meter über Meer legt, dann mit schwächeren Steigungen beginnt und in die Maximalsteigung von 25‰ erst an dem Punkt übergeht, wo die Experten die Horizontale der Station Erstfeld anfangen lassen.

Ausgangspunkt Maximalsteigung nach Gerwig.

Durch diese Anordnung gewinnt Gerwig einen Höhenvorsprung von 20 Meter vor der Expertenlinie, welchen er bei Amsteg durch eine Einbiegung in das Thal des Kerstelenbaches noch um 20 Meter vermehrt, so dass er im Ganzen nur eine Länge von 6 Kilometer künstlich zu erzeugen hatte. Diese gewinnt er ebenfalls durch eine rückkehrende Linie, die er nun aber naturgemäss weiter thalaufwärts schieben konnte, und, viel günstiger, zwischen Pfaffensprung und Wattingen bei Wasen angeordnet hat.

Höhenlage beider früheren Projects.

Nach dem Expertenprojecte entfernt sich die Bahntrace, an den Schuttkegeln des rechten Thalgehanges aufsteigend, rasch vom Thalboden der Reuss und hat schon bei Amsteg eine relative Höhenlage von 90 Meter erreicht; — von hier convergirt sie wieder mit demselben, da die Thalsteigung weit grösser ist, als die der Bahn, und erreicht das Thal bei der Reussbrücke am Pfaffensprung. Hier wendet sie gegen die Thalrichtung um, und kehrt am linkseitigen Gelände bis Gurtellen zurück, erreicht da selbst eine relative Höhenlage von 190 Meter, welche sie auf 3.5 Kilometer Länge bis zum Punkte am Pfaffensprung, wo sie sich umwendet, einhält, und von da bis Göschenen nur allmählig wieder vermindert, da das Thal inzwischen kleineres und erst wieder in den oberen Parthien wesentlich grösseres Gefäll hat, als die Bahn (s. vergl. Längenprofil).

Die Trace Gerwig's hat indessen bei Amsteg schon eine Höhe von 120 Meter über dem Thalboden erreicht und hält diese, bis zur Meitschlinger Stufe ziemlich parallel mit demselben ansteigend, ein; — oberhalb der Stufe ist sie dem Thale bis auf 80 Meter nahegekommen und convergirt nun mit diesem, hat jedoch bei Pfaffensprung noch eine relative Höhe von 50 Meter; — erst bei Mattingen erreicht sie den Thalboden und ersteigt von hier in einer der Thalsteigung entgegenlaufenden Richtung die Höhe, von der aus sie zur Station Göschenen in directer Linie gelangen kann. Diese Höhe beträgt am sogenannten Leggistein oberhalb Pfaffensprung, in dem der Kehrtunnel liegt, 160 Meter. Nach Durchfahrung desselben tritt Gerwig's Linie erst in die der Experten ein.

Wenn diese Aenderungen, welche Herr Gerwig am Expertenprojecte vorgenommen hat, nun auch nach einer Seite hin von grosser Bedeutung sind, indem er nämlich diejenige Parthie des Expertenprojects, welche ihrer exorbitanten Höhenlage wegen die grössten Schwierigkeiten und Uebelstände mit sich bringt, um 4 Kilometer verkürzt, so geräth er doch nach anderer Seite in ebenso grosse Schwierigkeiten, indem er den ganzen, nach abwärts führenden Theil seiner Trace mit der beträchtlich grösseren relativen Höhe in bedeutend ungünstigere Lage, als das Expertenproject, verlegt.

Nachteile
derselben.

Je mehr man nun durch das Detailstudium des Terrains zu der Ueberzeugung gelangte, dass die Schwierigkeiten der Bauausführung an den Bergabhängen des Reussthalcs in eben dem Verhältnisse zunehmen, in welchem sich die Bahntrace von dem Boden des Thales und von der Poststrasse und den Ortschaften entfernt, desto ernstlicher musste man bestrebt sein, eine möglichste Annäherung beider zu erzielen.

Die Nachteile der höheren Lage bestehen vorwiegend in der ungünstigeren Gestalt, welche die Plastik der Berglehnen fast überall mit Zunahme der Höhe erhält.

Die Gelände werden oben steiler, die vorspringenden Felsköpfe häufiger und breiter, die Wände zerrissener und schroffer. Dadurch wird es natürlich schwieriger, das Querprofil der Bahn herzustellen, die Einschnittswände und Dammböschungen werden höher, die Stützmauern und Steinbauten häufiger und umfangreicher, — die Tunnels vermehren sich und erfordern grössere Längen. Zudem sind aber alle Verhältnisse des Baues bedeutend erschwert; der Zugang zu dem Bahnniveau ist kaum noch anders als in der Längenrichtung zu gewinnen, die Beischaffung der Baumaterialien und Hilfsmittel muss entweder ebenfalls in der Richtung der Bahn geschehen, und dann müssen Wege und Hilfsbahnen hergestellt werden, oder es müssen Aufzugsvorrichtungen geschaffen werden, welche nicht ohne Maschinenkraft zu betreiben sind, — sodann ist die Unterbringung und Versorgung der Arbeiter erschwert, und endlich werden die Witterungsverhältnisse, Schnee, Regen, Kälte und Sturm rasch ungünstiger, wenn man sich von der geschützteren Lage der Thalsole erhebt.

Alle diese Unterschiede treten in den concreten Fällen prägnant vor die Augen.

Auf der Strecke von Erstfeld gegen Amsteg bewegt sich die Trace der Experten — noch mehr aber die des Herrn Gerwig — nahe an der steil aufsteigenden Felswand, geräth vielfach in den lockeren Schutt und ist den von da abstürzenden Steinbrocken, Eiszapfen, Schnee und sonstigen Ablösungen ausgesetzt, — während 20 bis 30 Meter tiefer die Schuttkegel flach, vollkommen consolidirt und gegen alle Angriffe geschützt liegen.

Bei Amsteg liegt die Linie der Experten, wie schon erwähnt, 90 Meter hoch über der Reuss, und 75 Meter über der Ortschaft; dadurch werden über den Kerstelenbach ein Viaduct von 66 Meter Höhe und 135 Meter Weite, und durch die beiden Thalwände desselben je Tunnels mit 230 und 301 Meter Länge erforderlich.

Nach Gerwig's Projekt steigt die Höhenlage sogar bis zu 160 Meter über dem Thale, und durch die Erweiterung, die er in dem Kerstelenthale sucht, werden ein Viaduct von 130 Meter Höhe und 35 Meter Weite, sowie beidseitig Tunnels von 860 und 660 Meter Länge erforderlich.

Nur durch die Höhenlage und die zu einer Schleife ausgezogene Achse der Bahn werden diese langen Tunnels herbeigeführt, bei tieferliegender und sich an die Hauptthalrichtung mehr anschliessender Trace lässt sich fast gänzlich offener Bau erzielen, der Viaduct in seinen Dimensionen ermässigen, und die Bahn aus der engen unwegsamen Schlucht bis an den Ort Amsteg hervorziehen.

Nachteile der
rechten Thal-
seite.

Auch in der weiteren Strecke von Amsteg bis Pfaffensprung bewegen sich beide früheren Tracen in ungünstigem Terrain; sie liegen hoch am rechten Thalgelände — am Abhange des Bristenstock's und weiter oben an den Sturzhalden im sogenannten Wylerwald, — haben auf dieser 7 Kilometer langen Strecke 6 grosse Lawinengänge zu passiren und sind allen sonstigen Unbilden, welche die unmittelbare Nachbarschaft eines so gewaltigen Hochgebirgsstockes und die Lage an der Schattenseite des engen Thales mit sich bringen, in erster Hand ausgesetzt.

Vorteile der
linken Thal-
seite.

Die gegenüberliegende Thalseite hingegen ist sonnig und bietet volle Sicherheit gegen Lawinen und sonstige Gefahren, — denn die Berggipfel treten terrassenförmig zurück — und ein Terrain, dessen Plastik in der Höhe der mehrfach erwähnten Staffel über der Reusschlucht und überhaupt in den unteren Regionen der Thalgehänge nicht allzu unregelmässige, nur einzeln von Thalschluchten durchfurchte oder durch aufsteigende Felsriffe unterbrochene Formen zeigt, aber durchwegs fest und

trocken ist. Das mit der Thalrichtung ziemlich regelmässig ansteigende Niveau der Lehne gestattet günstigen Anschluss der Bahntrace an das Terrain.

Diese Verhältnisse sprechen so gewaltig für die Führung der Bahn auf dem linken Thalufer und in entsprechender Höhenlage, dass alles Bestreben darauf gerichtet werden musste, die Trace aus der ungünstigen Lage, an welche sie auf der rechten Thalseite durch die mit Rücksicht auf die zu gewinnende Höhe gezogene Steigungslinie gebunden erschien, herauszuleiten, und soweit als möglich in das in jeder Beziehung vortheilhaftere Terrain der linken Thalseite zu verlegen. Dazu bedurfte es zuvörderst bedeutender Tieferlegung, denn aus der Höhe, welche sowohl die Experten- wie die Gerwig'sche Linie einnimmt, ist eine Ueberschreitung auf das linke Ufer ohne colossalen Viaduct und unverhältnissmässige Vermehrung der Kosten nicht möglich, auch verliert das Terrain mit der Höhe rasch an den beregten Vortheilten der Gestaltung und an der Sicherheit der Lage.

Als geeignetster Punkt für die Ueberführung der Bahn von der rechten Thalseite auf die linke zeigt sich eine Verengung der Felsschlucht, durch welche die Reuss ihren Austritt in die freiere Thalmulde bei Amsteg findet; an dieser Stelle macht der Fluss eine kurze Biegung gegen West, welche ihn in eine zur Bahn normale Richtung bringt.

Geeigneter Punkt für die Ueberführung der Bahn von der rechten auf die linke Seite.

Die vorspringenden Felsköpfe nähern sich bis auf 35 Meter, sind gesund und stützen eine nach beiden Seiten ansteigende, alt bewachsene Landzunge, deren früherer Zusammenhang deutlich erkenntlich ist. Die Meereshöhe derselben beträgt am oberen Rande der Felsen 600 Meter.

Diese Situation, wie auch die entsprechende Terrainhöhe, bildeten den Zielpunkt für die weiteren Studien. Wenn die Bahnlinie hier von einem auf's andere Reussufer überführt wird, so ist dies mit einer einzigen Oeffnung zwischen zwei vom Felsrand entsprechend entfernt gestellten Landpfeilern und in einer Höhe zu bewerkstelligen, welche auf beiden Seiten rasch in die harmonirende Terraincurve eintritt. Von hier aus lässt sich — nach abwärts — auf der rechten Thalseite in directer dem Terrain folgender Gefällslinie schon bei Silenen die Thalebene, — nach aufwärts auf der linken Thalseite durch eine mit 25 ‰ ansteigende, meist in der Terraincurve bleibende Niveau-linie bei Pfaffensprung der Boden des Reussthals gewinnen, und es ist wohl kein Zweifel, dass eine derartig gezogene Trace in diesem ganzen Thalabschnitte das günstigste Terrain occupirt, welches überhaupt einer Bahnlinie von so gegebenen Elementen durch die Natur geboten ist.

Eine ähnliche Trace hat Herr Gerwig in einer Variante studirt, kommt aber auf kein günstiges Resultat, weil die von ihm construirte Linie, in Folge des zu entfernt gewählten Ausgangspunktes der Steigung viel zu hoch gelegen ist.

Vom Pfaffensprung aus kehrt die Linie der Experten, wie bereits erwähnt, da das ansteigende Bahnniveau hier in den Thalboden einschneidet, gegen die Thalrichtung zurück und geräth nun auf dem linken Thalabhänge aufsteigend in jene unpracticable Höhenlage, welche schon an und für sich den Bahnbau im äussersten Masse erschwert, und in ein Terrain, welches nicht allein wegen der steilen und vielfach zerklüfteten Gestaltung, sondern auch wegen der, den häufigen Eis- und Steinabstürzen ausgesetzten Situation, der Bauausführung die grössten Schwierigkeiten entgegengesetzt.

Dieser höchst schwierigen Parthie weicht Herr Gerwig in seinem Projecte dadurch aus, dass er dem ganzen Tracé von Erstfeld an eine circa 30 Meter höhere Lage giebt; damit schiebt er den Punkt, wo das Bahnniveau den Thalboden erreicht und kehren muss, bis nach Wattingen hinauf und erreicht für die Kehre in dem Terrainabschnitte um Wasen in der That weitaus geeignetere Verhältnisse.

Es ist zu bedauern, dass die grossen Vorthteile, welche Herr Gerwig mit dieser Modifikation der Expertentrace — wohl im wichtigsten Theile der Lösung des in der Ersteigung der nördlichen Tunnelportalthöhe gestellten Problems — erreicht, durch noch schwerer wiegende Nachtheile aufgehoben werden, indem nämlich durch die Höherlegung der Trace um 30 Meter die Bauausführung auf der ganzen übrigen 16 Kilometer langen Strecke von Erstfeld bis Pfaffensprung in demselben Verhältnisse erschwert und vertheuert wird.

Auf der Linie von Erstfeld bis Pfaffensprung kommen im Expertenprojecte 3,878 Meter, im Project Gerwig 4,400 Meter Tunnels vor; in dem vorliegenden Projecte, welches nach den angegebenen Tendenzen an der linken Thalseite ermittelt wurde, reducirt sich die Gesamtlänge der

Einfügung einer Kreiskehre bei Pfaffensprung.

Tunnel dieser Strecke auf 1,135 Meter, so dass gegen das Expertenproject 2,743 Meter und gegen Gerwig's Project 3,265 Meter Tunnel erspart werden.

Diesem eclatanten Gewinne des vorliegenden Projectes gegenüber weist das Project Gerwig's allerdings einen Höhenvorsprung von 50 Meter auf, — welcher nun von jenem durch eine künstliche Verlängerung der Bahnlinie wieder eingeholt werden muss. Zu diesem Ende wird nun eine Kreiskehre eingeführt, von der 1509 Meter in einem Tunnel zurückgelegt werden; — nach Durchlaufung derselben kehrt die Trace aber an derselben Lehne wieder in die frühere Richtung ein, und zwar nunmehr nach kurzem Zwischenglied genau in die Richtung und Höhenlage, welche Gerwig's Trace nach ihrem Uebertritte auf die linke Thalseite beim Pfaffensprung inne hat.

Günstige Lage
der Trace im
obern Thalab-
schnitt nach
Gerwig.

Auf dem weiter anschliessenden oberen Theile der Bahnlinie entspricht die von Herrn Gerwig ermittelte Trace den Terrainverhältnissen im Ganzen vollständig, und das Detailstudium führte nur zu einzelnen geringen Modificationen.

Das Princip, das Bahnniveau so nahe wie möglich an der Thalsole zu halten und die in der Ausdehnung des Thales zur Hebung des Bahnniveau's mangelnde Länge an denjenigen Stellen zu gewinnen, wo die ansteigende Niveaulinie der Bahn mit der Steigungslinie des Thalbodens convergirt und von diesem zurückgewiesen wird, ist gewiss richtig und führt in der Regel zu der öconomischsten Anlage, — es lässt sich jedoch nicht immer und überall zur Anwendung bringen, und namentlich ist man in Bezug auf Ort, Gestalt und Länge der Entwicklungscurven von der Form und Beschaffenheit des Terrains abhängig. Wo sie in offenes, sonst practicables Terrain gelegt werden kann, ist es natürlich am günstigsten und am wenigsten kostspielig; wo sie im Tunnel gesucht werden muss, trachtet man Felsvorsprünge oder Bergkuppen zu gewinnen, an deren abgerundeter Aussenfläche man die Bahnachse möglichst lange offen anschliessen und damit die Tunnellängen verringern kann.

Wo das Thalprofil durch einzelne plötzliche Gefällsstufen dem continuirlichen Bahngefälle rasch vorausseilt, und dann wieder Gefällsverhältnisse aufweist, welchen man mit der Bahn folgen kann — wie dies im Reussthal am Pfaffensprung und im Tessinthal bei beiden Stufen der Fall ist — liegt das Bestreben nahe, die Hebungscurven ebenfalls an die Thalstufen zu legen und ihrer Länge nach der zu ersteigenden Stufenhöhe zu bemessen; — wo aber das Thal mit andauernd grösseren Steigungen das Bahnniveau hinter sich lässt, ist man wohl darauf angewiesen, die nöthige Höhe für grössere Thalabschnitte auf einmal zu gewinnen und die erforderliche Hebungslänge womöglich durch offenen zwischen zwei Kreiskehren einzufügenden Bahnstrecken zu schaffen.

Dies letztere Verhältniss besteht auf der Strecke Wattingen-Göschenen. In derselben steigt das Thal mit 5.7% an und hat nur eine Länge von 4 Kilometer; die von der Bahn einzuholende Höhe beträgt aber 220 Meter, wozu sie — mit Berücksichtigung der inzwischen einzulegenden Station Wasen und der Gefällsermässigung in den Tunnels — eine Länge von 9 Kilometer bedarf.

Um die fehlende Bahnlänge von 5 Kilometer in einzelnen Spiralecurven zu gewinnen, würden deren drei erforderlich sein, während sie in der That durch das Project Gerwig durch eine gestreckte doppelte Kehrlinie geschaffen wird, deren untere Kreiskehre bei Wattingen unter Benutzung einer sehr geschickt gelegenen Thalwendung am rechten Reussufer, und deren obere an der rechten Reuss-thalseite am Leggistein äusserst günstig gezogen wird.

Zwischen beiden zunächst in Tunnels fallenden Kreiskehren liegt eine 2,500 Meter lange offene Bahnstrecke. Beim Austritte aus dem oberen Kehrtunnel hat die Bahn diejenige Höhe eingenommen, von der aus sie in directer Linie das Stationsniveau von Göschenen erreichen kann. Die auf dieser letzten Section der nördlichen Rampe dem Bahnbaue bevorstehenden Schwierigkeiten sind zwar ausserordentlich gross, aber es lässt sich kein Mittel finden, denselben aus dem Wege zu gehen. Die Anwendung einzelner Kreiskehren in der Art, wie sie bei Pfaffensprung mit grossem Erfolge Platz greifen konnte, würde hier vollkommen wirkungslos sein, weil der Höhenunterschied im Verhältnisse zur Bahnstrecke, für welche eine günstigere Lage gewonnen werden soll, zu gross ist, als dass die Kosten des Mittels mit dem Werthe des Erfolges in Einklang zu bringen wären. Eine Hebung des Bahnlevels endlich in der Nähe der Station Göschenen, etwa durch Ausweichung in das Thal der Göschener Reuss oder des Rienbaches, ist nicht möglich, weil der Boden beider Thäler schon gleich am Eingange höher liegt, als die Bahn.

Zudem würde die Bahn, selbst bei beträchtlicher Annäherung an den Thalboden, in grossen Strecken dieses Abschnittes nicht einmal in bessere Lage gelangen, als sie sie oben inne hat, denn die

vielen Lawinengänge, welche die Thalabhänge daselbst durchziehen, reichen bis zur Reuss hinab, und bedingen in jeder Lage eine unterirdische Führung der Bahn.

Bei Wasen ist die Trace bereits in eine Höhe von 150 Meter über das Niveau der Reuss gehoben, und convergirt nun ohne weitere Entwicklung allmählig bis zur Station Göschenen mit dem Thale, immer am linken Gehänge hinziehend.

Dem im vorstehenden entwickelten Gedanken folgend, ist die Trace in den Plänen und auf dem Terrain ausgemittelt. Beschreibung der ermittelten Bahntrace.

Bei Flüelen biegt die Bahnlinie, vom östlichen (rechten) Ufer des Vierwaldstätter See's vortretend, in das Reussthal ein, sofort die Hauptrichtung desselben einschlagend. Eintritt in das Reussthal bei Flüelen.

Die Station Flüelen beginnt am Seerande und erstreckt sich unmittelbar dem Orte entlang und ziemlich parallel zur Strasse ins Thal hinein, so dass die Stationsgeleise über ihr eines Ende hinaus unmittelbar auf die Landungsdämme der Schiffe geführt werden können, während der Verkehr der Ortschaft zu diesen letzteren, ohne den Bahnhof zu überschreiten, auf einem Niveauübergange in offener Bahn wie bisher bestehen bleibt. Station Flüelen.

Die Verbindung der Ortschaft zum Stationsplatze ist von jedem Punkte der ersteren aus leicht und in kürzester Linie herzustellen.

Die Station ist in eine Höhe von 439.2 Meter, also 1 Meter über den höchsten Wasserstand des See's gelegt. Dies schien genügend, da der Uferplatz und die Landungsdämme die gleiche Höhenlage haben.

Von Flüelen nimmt die Bahn eine gerade Richtung am linken Ufer der Reuss bis zu dem Punkte ein, welcher zur Ueberbrückung des in erhöhtem Bette fliessenden Schächenbaches gewählt werden muss, um nicht mit dem Bahnniveau, welches ohnedies beiderseits bis zur Brücke beträchtlich zu heben ist, ungebührlich hoch über das sonst ebene Terrain zu gerathen. Flüelen - Altorf-
Erstfeld.

Die Verlängerung dieser Geraden trifft bei Erstfeld den Punkt, wo die Linie der Thallehne zur weiteren Ansteigung bedarf.

Altorf bleibt genau 1 Kilometer westlich liegen. Sollte es nothwendig sein, dieser Ortschaft, in Anbetracht ihrer Bedeutung als Sitz der Cantonsregierung, näher zu rücken, so lässt sich dies durch eine seitliche Abbiegung der Trace erreichen. Die Verhältnisse gestatten aber nicht weiter, als höchstens bis auf 400 Meter aus der geraden Richtung abzugehen; dadurch würde die Linie jedoch schon um 200 Meter länger und das Längenprofil ungünstiger, — sowie auch die Erdarbeit und die Baukosten wesentlich grösser werden. Station Altorf.

Zur Ueberschreitung des Schächenbaches muss die Bahn bis zur Höhe von 460 Meter gehoben werden. Dieselbe erfolgt mittelst einer Brücke von 25 Meter Lichtweite. Schächenbach-
und Stille-
Reuss- Brücke.

Von der Brücke fällt das Niveau der Bahn mit 5 ‰ bis auf die Cote 440 zurück, um dem Thalniveau soweit nahe zu kommen, wie es die höchsten Wasserstände der Reuss, welche die ganze Ebene beherrschen, gestatten. Das Bett der »Stillen Reuss«, welches die tiefsten Zonen des Thalbodens durchzieht, und das Austrittswasser der Reuss sammelt und abführt, wird mit einer Oeffnung von 20 Meter überbrückt. Die Bahn folgt weiter der Thalbodenneigung mit einem sich allmählig bis zu 9.3 ‰ vergrössernden Steigungsverhältnisse, immer die gerade Richtung einhaltend, und erreicht unterhalb Erstfeld die rechte Thallehne, an deren Fusse sie nun der Richtung der Strasse folgend, und westlich neben derselben hinziehend, mit 10 ‰ ansteigt. Beim Evibach, unterhalb Silenen, hat die Bahn das Niveau 510 Meter über Meer erreicht, überschreitet in dieser Höhe die Strasse im Niveau und den Bach mit einer 40 Meter weiten Brücke, und tritt in die Station Silenen ein, welche den Abschluss der Thalbahn und den Ausgangsbahnhof für die nördliche Rampe der Gebirgsbahn bildet. Erstfeld-Silenen.

Das Terrain für diese Bahnhofanlage befindet sich zwischen der Strasse und dem Uferrande der Reuss, ist reichlich 800 Meter lang, durchschnittlich 50 Meter breit und durchaus günstig. Die Gebäude an der westlichen Seite der Strasse, welche von keinem besondern Werthe sind, müssen grösstentheils weggeräumt werden. Mitten durch den Bahnhof fliesst der Seldenbach in einem 5 Meter weiten Durchlasse; beim südlichen Austritte übersetzt die Bahn den Kirchbach, ebenfalls mit einer 5 Meter weiten Brückenöffnung. Evi- Selden-
und Kirchbach.

Alle drei genannten, bei Silenen vordringenden Wildbäche lassen ihr Geschiebe schon oberhalb der Strasse liegen, und fliessen unterhalb derselben rein und ungefährlich, — nur der Evibach

Silenen-Amsteg. erfordert auch da eine grosse Oeffnung, da er seine Ufer angreift. — Von der Station Silenen beginnt die Steigung mit 25 ‰. Dieselbe trägt die Bahnachse — bis zu dem Dörfchen Sieben Nothhelfer noch unterhalb der Strasse bleibend, dann das Dorf umfahrend — allmählig an der flachen Schutthalde bis in die Einsattlung empor, welche den Bergkegel, auf dem die Ruinen von Zwing-Uri stehen, vom Freuschenberg trennt; nachdem sie diese durchschritten, beschreibt sie an Amsteg vorbeiziehend einen kurzen Bogen an den Schutthalden des Freuschenberges, durchbricht mit einem 184 Meter langen Tunnel den Felsriff «Brugen» genannt, und tritt nun, in die südliche Richtung umwendend, an das Kerstelenbach-Thal vor.

Kerstelen-
Bach.
Kerstelenbach-
Viaduct

Ueber dieses führt bei den ersten Häusern Amsteg's ein Viaduct mit zwei Oeffnungen à 50 Meter, dessen Mittelpfeiler circa 40 Meter Höhe erhält, während die Landpfeiler nur geringe Mauerhöhen erfordern.

Bristenlani-
Tunnel.

Nach Ueberschreitung des Kerstelenthales befindet sich die Bahn am Abhange des Bristenstockes, und kaum 300 Meter oberhalb Amsteg beginnt schon der Bereich des «Bristenlani» — des gewaltigsten Lawinenganges im unteren Reussthal, den Thalabhang auf mehr als 600 Meter Länge occupirend. In der ganzen Ausdehnung dieser Lawine muss die Bahn gedeckt geführt werden, 277 Meter lang im Tunnel und 346 Meter lang in gewölbtem Einschnitte (Gallerie).

Erst nach Passirung des Bristenlani-Bereiches ist es möglich, die Bahnachse auf die linke Thalseite hinüberzuführen, und damit den anderen Lawinen des Bristenstocks auszuweichen.

Reussbrücke bei
Inschi.

Die Ueberbrückung der Reuss findet bei Inschi an der schon früher genannten Verengung des Felsenthals am Ausschnitte der Schlucht in günstigster Weise Statt. Es sind nur eine Brückenöffnung von 75 Meter, und Landjoche von nur wenigen Meter Höhe erforderlich.

Die Höhengcote der Brücke ist in der Mitte 605 Meter über Meer.

Inschi-Meit-
schlingen.

Am linken Reussufer bleibt die Bahnachse nun stets unmittelbar neben der Strasse, bis diese bei Meitschlingen wieder auf die rechte Thalseite hinüber tritt. Drei der kleinen Felsnasen, welche die Strasse unfährt, durchbricht die Bahn mit Tunnels — 70 Meter, 140 Meter und 48 Meter lang; über den Inschibach wird eine Brücke von 10 Meter, über den Inschialpbach von 40 Meter, über den Zraggenbach von 8 Meter erforderlich. Alle diese Bäche fliessen in tief eingeschnittenen Felsbetten, führen kein Geschiebe mit sich, und treten nie über ihr Ufer. Die Strasse wird mehrmals überbrückt oder unterfahren.

Hilfswasser-
station Inschi.

Bei Inschi, neben dessen zerstreut liegenden Häusern die Bahn vorbeizieht, gestattet die Gefällslinie der Bahn die Einschaltung einer gewöhnlichen Station nicht; indessen ist daselbst die Einfügung einer Hilfswasserstation nöthig, welche bei den gemischten Zügen auch als Haltestelle für den Localverkehr benutzt werden kann.

Meitschlingen-
Pfaffensprung.

Von der Meitschlinger Strassenbrücke an bis zur Strassenbrücke am Pfaffensprung liegt die Bahnachse in den Thalwiesen, links neben der Reuss, anfangs 25 Meter über deren Wasserspiegel, sich demselben aber allmählig bis auf 10 Meter nähernd; am anderen Ufer zieht ziemlich in gleicher Höhe die Poststrasse hin. Einzelne vorspringende Felsriffe werden in mässigen Einschnitten, einer mit einem Tunnel von 70 Meter Länge, durchbrochen.

Die Bäche, welche den Zug der Bahn durchkreuzen, sind unbedeutend und in keiner Weise gefährlich; für den Morchlisthalbach ist eine Oeffnung von 9 Meter, für den Gornerenbach von 30 Meter Lichtweite nöthig. Der Hägrigenbach wird auf einem 8 Meter breiten Aquaduct über die Bahn hinweggeleitet.

Gegen die Lawinen, welche von der entgegengesetzten Thallehne herabstürzen und sich zuweilen bis über die Reuss vorschieben, oder deren Luftdruck doch bis über den Fluss wirkt (Tiefthal, Hundthal, Steinthal, Hausthal und Plangerthal), lässt sich die Bahn durch kräftige Steindämme, wie man sie im Gebirge vielfach ausgeführt findet, genügend und ohne grossen Kostenaufwand schützen.

Kreiskehre am
Pfaffensprung.

Etwa 400 Meter unterhalb des Pfaffensprungs trifft die mit 25 ‰ ansteigende Bahnlinie das Gebiet des Reussthal, dessen Steigungsverhältniss dasjenige der Bahn bei Weitem übertrifft, und hier beginnt zuerst die Nothwendigkeit, auf künstlichem Wege Verlängerungen der Bahnachse zu schaffen. Das Resultat, welches erzielt wird, wenn diese Verlängerung durch eine einzige grosse Kehrschleife in dem Masse gesucht wird, dass die dadurch gewonnene Höhe für die Fortsetzung der Bahnsteigungslinie bis zum Tunnelportal ausreicht, zeigt das Expertenproject, welches ebenfalls am Pfaffensprung seine Entwicklung beginnt. — Zu welchen Consequenzen man gelangt, wenn die Höhe

nur zum Theile durch eine Doppelkehrkurve, zum anderen Theile aber durch Höherlegung des Niveaus der ganzen übrigen Rampe gesucht wird, ist in dem Gerwig'schen Project nachgewiesen, — durch beide Lösungen wird die Linie in gefährdetes Terrain verlegt und beide führen zu fast unüberwindlichen Bauschwierigkeiten; — im vorliegenden Projecte wird die Lösung durch Einführung einer Einzel-Kehrcurve am Fusse der Thalstufe gesucht, welche die Bahn bis zu jener von Gerwig proponirten doppelten Kehrlinie emporhebt, im übrigen aber eine tiefere Lage gestattet.

Die mit continuirlicher Steigung vorwärtsschreitende Bahnachse wendet sich an dem Punkte, wo ihr durch den rascher ansteigenden Thalboden Halt geboten wird, zu einer gegen die Bergwand gerichteten Curve um, beschreibt eine spiralförmige Kreisl Linie, von der etwa 245° in einen Tunnel von 1,509 Meter Länge fallen, und kehrt dann in die alte Richtung zurück. Im Tunnel ist die Steigung auf 23‰ ermässigt, und die Curve zu einem Korbbogen von 300, 500 und 300 Meter erweitert.

Durch diese Entwicklung werden 52.5 Meter an Höhe gewonnen; der fast 30 Meter hohe Katarakt am Pfaffensprung wird erstiegen und die Bahn kann noch bis Wattingen — 3 1/2 Kilometer — weiter thalaufwärts gelangen. Vom Austritte aus dem Kehrtunnel an bis zur Strassenbrücke am Pfaffensprung — 1 Kilometer lang — bewegt sich die Bahn ungefähr 50 Meter über dem Niveau des Flusses, bleibt aber in flachem, nur durch einzelne ungefährliche Bachrinnen durchschnittenem Schutthalde-Terrain. Am Pfaffensprung tritt auch die Strasse wieder auf das ~~rechte~~ *linke* Reussufer über, und nun laufen beide Linien parallel, die Bahn 10 Meter höher als jene, neben einander her. Kurz vor Ausmündung der Maierreuss, welche mit einer Brücke von 35 Meter überschritten wird, ist ein Tunnel von 62 Meter Länge, — und nach derselben unter dem Wasener Kirchberg ein Tunnel von 240 Meter Länge erforderlich. Nachdem sodann Wasen in den Wiesen dem Flussrande entlang passiert ist, muss die Bahn über das Lawinenbett des Entschigthalbaches geführt werden. Dies kann nicht in offener Lage geschehen, da sich gegen die weiter oben abstürzenden, aber häufig bis zur Reuss nachdrängenden Schneemassen kein hinlänglicher Schutz gewinnen liesse; es ist deshalb ein Tunnel von 140 Meter Länge in's Project aufgenommen, der sich aber zum grössten Theile in einem Einschnitte ausführen lassen wird.

Pfaffensprung-
Wattingen.

Die Bahn wendet sich nun gegen eine scharfe concave Krümmung der Reuss, übersetzt diese auf einer Brücke von 40 Meter Lichtweite in einer Höhe, welche genau den Hochwasserständen des Flusses entspricht. Unmittelbar jenseits der Brücke beginnt die untere Kehrkurve der Wasener Doppelkehre. Die Bahnachse beschreibt in dem Wattinger Kegel am rechten Ufergelände eine Kreisl Linie von etwa 210° im Tunnel, in welchem das Gefälle auf 22‰ ermässigt wird, — setzt vor dem oberen Tunnelportale wieder über den Fluss, abermals auf einer 40metrigen, nicht höher über dem Wasserspiegel liegenden Brücke, als dieser es bedingt, und nimmt sodann am linken Ufer ihren Lauf in rückkehrender Richtung.

Wattinger
Kreiskehre.

Die beiden nun an derselben Lehne übereinander liegenden, aber in divergirender Richtung ansteigenden Bahnlinien nähern sich einander in der Form eines Flaschenhalses bis zu 75 Meter, während der Höhenunterschied zwischen ihnen an der engsten Stelle 43 Meter beträgt.

Wiederkehr an
der Wasener
Lehne.

Die Achse hat sogleich nach ihrer Rückkehr auf die linke Thalseite den Rohrbach zu passiren, einen Lawinengang der gefährlichsten Gattung; dies geschieht in einem 300 Meter langen Tunnel; dann erreicht sie in der Cote 930.94 die Station Wasen, welche unmittelbar an der Poststrasse und in gleichem Niveau mit derselben zu liegen kommt, 550 Meter lang und horizontal ist. — Dies ist die letzte Station vor der nördlichen Tunnelportalstation, — von hier sind noch 178 Meter Höhe zu ersteigen, wozu eine Länge von 7,550 Meter verwendet wird, so dass sich eine mittlere Steigung von 23.6‰ für diese Strecke ergibt.

Station Wasen.

Um diese Länge zu erhalten, muss die Bahn in der rückkehrenden Richtung, aber stets gleichmässig ansteigend, von der Station Wasen an noch einen Weg von 1,700 Meter beschreiben, ehe sie ihre eigentliche Richtung fortsetzen und die Höhe des Tunnelportals gewinnen kann.

Am Punkte des Richtungswechsels hat die Bahnachse eine Höhenlage von 970 Meter erstiegen und befindet sich 170 Meter über dem Wasserspiegel der Reuss und 125 Meter über ihrem unteren Zuge, welcher im Punkte der grössten Annäherung aber nur 150 Meter (horizontal) von dem oberen entfernt ist.

Kreiskehre am
Eggstein.

Die Wendung erfolgt auch hier in einer flaschenförmig verengten Kreiskehre, nach deren Be-

2.28 23
2.16 5
1.12 6
409 4

schreibung die Bahn zu ihrem bisherigen Zuge in ziemlich parallele, (horizontal) nur 120 Meter von dieser entfernte Lage kommt, so dass sich nun, auf circa 2 Kilometer Länge, an der linken Thallehne drei Bahnzüge über einander befinden, jeder mit dem anderen im vertikalen Sinne gleichmässig divergirend. — Zwischen den beiden unteren Bahnzügen liegt der Ort Wasen. An der Station Wasen, wo die Lehne am steilsten ist, nähern sich die drei Linien bis auf 120 Meter Abstand (horizontal) zwischen der unteren und oberen Linie, bei einem Höhenunterschiede von 130 Meter zwischen beiden.

Von der Station Wasen in nördlicher Richtung auslaufend, hat die Bahn zunächst wieder den Entschigthal-Lawinengang mit einem Tunnel von 120 Meter zu passiren, — dann übersetzt sie die Maïenreuss auf einem 3 Oeffnungen von 30, 40 und 30 Meter Lichtweite haltenden Viaducte, dessen beide Mittelpfeiler sich 10 bis 18 Meter hoch auf den Felswänden der Thalschlucht aufbauen, während die Landpfeiler nur noch eine Höhe von 6 Meter gebrauchen; die Bahnfläche erhält eine Höhe von 80 Meter über dem Boden dieses Wildwassers.

Nun schlingt sich die Bahn, schon in der Kreislinie der Kehrcurve laufend, noch etwa 600 Meter aussen an der schroffen Felswand des sogenannten Leggistein's herum, tritt sodann in den Tunnel ein, beschreibt in demselben noch circa 210° Kreisbogen und verlässt das Innere des Berges in gerader gegen Süden gerichteter Linie.

Der Leggisteintunnel ist 1100 Meter lang und liegt in einem Gefälle von 22 ‰, — das Gebirge, welches er durchdringt, ist compacter äusserst fester Gneiss, so dass zu hoffen steht, dieser Tunnel werde theilweise unausgemauert stehen bleiben können.

Wasen - Gösche-
nen,

Die Bauschwierigkeiten der nun folgenden ganzen Strecke von der Station Wasen bis zur Station Göschenen sind ausserordentlich gross. Der Gebirgsabhang, den die Bahn zu durchziehen hat, hat nur selten mehr als 45° Neigung, häufig aber weit weniger; er ist von 8 meist lawinenführenden Wildbächen der ärgsten Gattung durchschnitten, so dass die Bahn etwa 3,200 Meter (von 7,500 Meter) unterirdisch geführt werden muss, und in ihren offenliegenden Strecken fast ununterbrochen auf Stützmauern ruht.

Grosser Lawi-
nentunnel.

Vom Pfaffensprung an fällt die Bahnachse des hier proponirten Tracé's im Wesentlichen mit der vom Herrn Gerwig ermittelten, — und vom Leggistein an auch mit der des Expertenprojectes zusammen. Die Abweichungen von dem Projecte des Herrn Gerwig sind gering, von dem der Experten weicht das vorliegende Project bedeutender und hauptsächlich desshalb ab, weil diese glaubten, die Lawinengänge zwischen Wasen und Schöni offen überschreiten zu können; indem sie dies thun, dringen sie mit kurzen Tunnels in die zwischen den Rinnsalen vorspringenden Bergnasen ein; — die umgekehrte, weit richtigere Tendenz verfolgt Gerwig: — er sucht mit der Bahnachse an den Bergvorsprüngen in offene oder doch der Aussenfläche möglichst nahe Lage zu gelangen, während er im Bereiche der Lawinen die Bahn ganz unterirdisch führt.

So wichtig, ja nothwendig das Letztere ist, so wird mit dem ersterwähnten Bestreben auch nicht einmal ein ökonomischer Erfolg erzielt, denn die kurzen Strecken offener Führung und das Vorrücken der Tunnels an die Aussenwand sind dazu angethan, nur Schwierigkeiten zu erzeugen, da die Tunnels an ihren Ausgängen und wo sie sich in den immer mehr zerklüfteten und verwitterten äusseren Schichten der Berglehne bewegen, bedeutend schwerer auszuführen sind, stärkere und — (abgesehen von den Kosten der Portale), — kostspieligere Mauerwerks-Konstruktionen erfordern, und endlich nicht so gut gegen Schneewehen etc. gesichert sind, als im Innern. Es wird deshalb auch die gewundene, den Contouren des Gebirges folgende Trace Gerwig's verlassen, und die ganze Lawinenparthie in einem einzigen, jedoch überall leicht von Aussen anzufahrenden geradlinigten und in einem Gefälle von 23 ‰ liegenden Tunnel von 1,563 Meter Länge passirt; nur den Rohrbach glaubt man in der oberen Linie offen überschreiten zu können, weil dieser an der Stelle, wo die Bahn seinen Lauf schneidet, so tief (25 Meter) in die glattgeschliffenen jähren Felswände eingegraben ist, und die Felsvorsprünge denselben derartig günstig unterbrechen, dass die Lawinen schon oberhalb der Uebersetzungsstelle im Sturze aufgehalten werden und diese nur mehr gleitend passiren, also auch weder gefährliche Luftcompression mehr verursachen, noch auch so grosse Dimensionen annehmen können, dass eine Gefahr bestände, sie könnten je die Brückenconstruction erreichen oder schädigen.

Zwischen dem Leggisteintunnel und dem grossen Lawinentunnel überbrückt die Bahn zunächst noch einmal (zum drittenmal) die Maïenreuss mit einer einzigen Oeffnung von 50 Meter, deren

Landpfeiler die Felswände bilden, auf der die Bahn aber 45 Meter hoch über dem tosenden Bache, 40 Meter über der mittleren und 130 Meter über der unteren Brücke liegt; dann dringt sie noch zweimal mit Tunnels von 80 und 287 Meter in den Boden ein. Die Rohrbachbrücke ist 50 Meter weit und greift unmittelbar von Fels zu Fels.

Oberhalb des Lawinentunnels sind nun noch fast 2 Kilometer an der Berglehne zurückzulegen.

Beim Austritte aus dem Tunnel liegt die Bahn 100 Meter über dem Reusswasser, 90 Meter über und (horizontal) 200 Meter entfernt von der Strasse, die gerade an dieser Stelle auf die linke Thalseite zurückkehrt, nachdem sie dieselbe bei Wattingen verlassen hatte, um den von der Bahn unterirdisch passirten Lawinen auszuweichen, und nun mit einer Durchschnittssteigung von $7\frac{1}{8}\%$ ebenfalls Göschenen zustrebt; beim Eintritte in das Dorf (50 Meter über der Reuss) wird sie von der mit ihr in Höhe und Richtung convergirenden Bahn erreicht und im Niveau überschritten.

Nachdem in Göschenen noch die Göschenen-Reuss mit einer 50 Meter weiten Brückenöffnung übersetzt wird, tritt die Bahn in die 450 Meter lange Horizontale der Station Göschenen ein, von der aus sie nach Ueberbrückung der Reuss in den grossen Tunnel einmündet.

Auf dieser Strecke hat die Bahn eine sterile meist nackte Felslehne, die sogenannte Schöni zu passiren, an welcher, wie bereits geschildert, die Trümmer alter Bergstürze zerstreut liegen.

Station Göschenen.

Schöni lehne.

Dem Baue der Bahn stehen hier keine besonders grossen Schwierigkeiten entgegen, weil es möglich ist, mit derselben der Bodenplastik fast gänzlich zu folgen. Die Lehne ist fest und trocken, von der Sonne beschienen und von keinen Runsen und Wasserläufen durchzogen, — die Felsblöcke liegen in dem Bereiche der Bahn noch ziemlich vereinzelt, so dass es möglich sein wird, dieselben aus der Achse zu verschieben, ohne Nachstürze hervorzurufen oder in Hohlräume zu gerathen; — weniger günstig ist es indessen um die Sicherheit der Bahn bestellt.

Es ist nicht vorauszusehen, ob nicht hie und da noch ein Felstrümmer von den in nicht allzu-grosser Entfernung von der Bahn steil aufsteigenden Felswänden abstürzt und die Bahn erreicht. Dann wird es kaum zu verhindern sein, dass nicht der Schnee, welchen die Stürme in dieser exponirten Oede allwinterlich in grossen Massen über die nackten Thallehnen treiben, zeitweilig den Verkehr der Züge stört und hemmt, und es kann vielleicht einmal die Nothwendigkeit in Frage kommen, diese Bahnstrecke ganz einzudecken, falls die Erfahrungen, welchen man indessen erst entgegenzusehen hat, Ungünstiges erweisen.

Mit der proponirten Linie Flüelen-Göschenen sind nun die nachstehenden Erfolge erzielt:

1. Die Bahn folgt dem Thalboden so lange mit dem Maximalsteigungsverhältnisse der Thalbahnen (10%), als die Thalsteigung selbst nicht grösser wird als dieses. (Flüelen-Silenen)
2. Sie beginnt erst mit dem Maximalgefälle der Gebirgsbahn (25%), wo dieses nöthig ist, um mit dem Durchschnittsgefälle des Thales aufzusteigen. (Silenen anstatt Erstfeld)
3. Sie bleibt stets in leicht erreichbarer Nähe am Thalboden und der Poststrasse.
4. Sie vermeidet zwischen Amsteg und Pfaffensprung die ungünstige durch elementare und geologische Zustände vielfach gefährdete und wenig von der Sonne erreichte rechte Thalseite, und nimmt von dem entgegengesetzten festen trockenen und sonnigen, ungefährdeten Gelände Besitz.
5. Sie gewinnt die, nicht in der directen Thallinie, sondern durch künstliche Achsverlängerung zu gewinnende Höhe nicht durch Hinaufrücken der ganzen Trace in unwegsames, der Lage und Formation nach ungünstiges Terrain, sondern durch einzelne an den Thalstufen concentrirte spiralförmige Hebungscurven.
6. Sie beschränkt den Lehnbau auf die Strecken Siebennothhelfer-Inschibrücke und Wasen-Göschenen, im Ganzen 10 Kilometer.

Erfolge des proponirten Projectes Flüelen-Göschenen.

Vergleichs-
tabelle.

Der Vergleich mit den früheren Projecten ergibt folgende Daten:

Elemente der Vergleichung	Nach dem Projecte		
	der Experten 1864	Gerwig 1875	Hellwag 1876
Constructionselemente:			
Bahnlänge	Kilometer 37.900	Kilometer 37.043	Kilometer 38.100
Steigungsverhältnisse:			
a) Maximalsteigung	Beginnt bei Erstfeld mit 20 ⁰ / ₀₀ ; von Amsteg dann mit 25 ⁰ / ₀₀	Beginnt mit 25 ⁰ / ₀₀ bei Erstfeld.	Beginnt mit 25 ⁰ / ₀₀ bei Si- lenen.
b) Höhe beim Beginn der Maximal-Steigung.	482.0	468.1	510.0
c) Länge der Maximalsteigung	25.850	26.310	24.377
<i>In ‰ der ganzen Länge.</i>	68.21 ⁰ / ₀	71.02 ⁰ / ₀	63.96 ⁰ / ₀
d) Summe der Steigungen.	30.750	30.533	34.832
<i>In ‰ der ganzen Länge.</i>	81.13 ⁰ / ₀	82.43 ⁰ / ₀	91.42 ⁰ / ₀
e) Summe der Gefälle	—	0.400	0.540
<i>In ‰ der ganzen Länge.</i>	—	1.08 ⁰ / ₀	1.42 ⁰ / ₀
f) Summe der Horizontalen	7.150	6.110	2.728
<i>In ‰ der ganzen Länge.</i>	18.87 ⁰ / ₀	16.49 ⁰ / ₀	7.16 ⁰ / ₀
Virtuelle Länge (10 Meter Höhe = 800 Meter Länge der Maximal-Steigung)	88.100	88.315	86.000
Richtungs-Verhältnisse:			
a) Summe der Geraden	21.655	19.826	17.248
<i>In ‰ der ganzen Länge</i>	57.16 ⁰ / ₀	53.52 ⁰ / ₀	45.27 ⁰ / ₀
b) Summe der Curven	16.245	17.217	20.852
<i>In ‰ der ganzen Länge.</i>	42.84 ⁰ / ₀	46.48 ⁰ / ₀	54.73 ⁰ / ₀
c) Summe der Curven mit dem Minimal-Radius von 300 M.	10.845	11.998	15.710
<i>In ‰ der ganzen Länge</i>	26.61 ⁰ / ₀	32.39 ⁰ / ₀	41.23 ⁰ / ₀
Länge der Tunnels	9.564	9.145	7.301
<i>In ‰ der ganzen Länge.</i>	25.23 ⁰ / ₀	24.60 ⁰ / ₀	19.17 ⁰ / ₀
Länge der offenen Strecke	28.336	27.898	30.799
<i>In ‰ der ganzen Länge.</i>	74.77 ⁰ / ₀	75.40 ⁰ / ₀	80.83 ⁰ / ₀
Kosten der Unterbauherstellung:			
	Fres.	Fres.	Fres.
Unterbau	21,768.048	24,788.713	28,574.360
<i>per Kilometer</i>	574.300	699.100	762.500
Offene Strecke	9,616.698	8,270.463	15,049.620
<i>per Kilometer.</i>	339.300	296.400	407.500
Tunnels	12,151.350	16,518.250	13,524.740
<i>per Kilometer</i>	1,270.490	1,806.200	1,852.400

B. Südliche Rampe.

Airolo-Biasca.

TESSINTHAL.

Der Tessin folgt einem Thalsysteme, welches (südlich vom Gotthard) gewissermassen die Fortsetzung des grossen Querriesses durch die Alpen bildet, den die Gotthardbahn zu ihrem Zuge benützt.

Allgemeine
Charakteristik.

Dies Thalsystem ist kein einfaches Querthal, wie sein nördlicher Zwillingsbruder (das Reussthal), sondern stückweise aus Längen- und Querthälern zusammengesetzt. Dieser Umstand allein erklärt schon den Bogen, welchem das Hauptthal, im Grossen betrachtet, folgt. Derselbe steigt von den Tessinquellen am Nuffenenpasse in westnordwestlicher Richtung bis Airolo an, krümmt sich darin in O. S. O. bis Faido; in S. O. bis Biasca; in S. S. O. bis Castione, von wo seine Richtung bis zur Einmündung in den Lago maggiore allmählig eine ostwestliche wird.

Thalrichtung.

Vom Nuffenen bis nach Stalvedro, 1 Kilometer unterhalb Airolo, ist das Tessinthal (hier Bedrettothal genannt) ein Längenthal, dem Urserenthal auf der Nordseite des Gotthard genau entsprechend.

Es findet in dem von W. in O. aufsteigenden Canariathal seine Fortsetzung, während der Tessin in der Stalvedroschlucht die südliche Thalwandung durchbricht, um unterhalb in einem zweiten, etwas divergirenden Längenthale seinen Lauf bis Dazio grande fortzusetzen. Hier durchbricht er den Monte Piottino, d. h. die N. O. Wandung des Längenthales, welches sich noch einige Kilometer weiter bis Dalpe erstreckt.

Das Querthal des Tessin durch den Monte Piottino erweitert sich aber unterhalb der wilden Schlucht von Dazio grande allmählig und bildet von Faido bis Biasca eine Thalmulde, welche wegen schwebender Lage der durchschnittenen Schichten sowohl Längenthal als Querthal genannt werden kann.

Diese Thalmulde ist zwischen Nivo und der Strassenkehre, 3 Kilometer oberhalb Giornico zusammengeschnürt und abgestuft. Im Längenprofil zeigt mithin das Tessinthal, von Airolo abwärts, die Stufen von:

Airolo-Stalvedro (Bedrettothal),

Stalvedro-Dazio grande

Dazio grande-Giornico

Giornico-Biasca

Leventinerthal

{ Oberes
{ Mittleres
{ Unteres.

Auf eine Gesamtlänge von 38 Kilometer fällt die Thalsole zwischen Airolo und Biasca von 1,125 Meter auf 287 Meter ab, d. h. überhaupt 838 Meter mit 22‰ durchschnittlichem Gefälle.

Im Querprofile des Tessinthales lassen sich zwei Abstufungen erkennen, welche ehemaligen höheren Thalwegen entsprechen und an den Gehängen als schmale Terrassenstreifen erscheinen. Sie fallen sofort in die Augen: durch ihre Form, durch das frische Grün ihrer Bergmatten, durch die Dörfer und Sennhütten, welche auf diesen angenistet sind. Nur die tieferen derselben haben ein besonderes Interesse für die Bahntrasse.

Abgesehen also von dem obersten Thalrande, welcher in etwa 2,000 Meter Meereshöhe, an den Hochgebirgsgraten hinverlaufend, den Gotthardpass trifft, und nur wenige Monate während des Sommers bewohnt ist; abgesehen auch von einem nächst tieferen, welcher in dem sogenannten Tremolaplateau oberhalb Airolo in 1,536 Meter Meereshöhe ansetzt, und auf beiden Gehängen/durch eine oft unterbrochene Reihe von Alpen markiert ist, fällt namentlich jener Rand auf, der dem heutigen Böden des Bedrettothales entsprechend, sämtliche Dörfer trägt, welche von Airolo bis Sobrio, 1,200 Meter mittlerer Meereshöhe, am linken Thalgehänge eine fortlaufende Linie bilden. Dieser — von Stalvedro an — wenigstens 100 Meter hohe Rand senkt sich thalabwärts allmählig um 200 und 300 Meter. Ueberreste der Gehänge eines niederen Thalweges endlich setzen in circa 900 Meter Meereshöhe oberhalb Polmengo in der jetzigen Thalsole an, und umfassen das Thal oberhalb und seitwärts von Faido. Der Absatz von Tortegno gehört hieher; ferner der Wiesenstreif am rechten Thalgehänge, welchem der Pfad von Piunogna nach Comone folgt; die Stufen in der steilen linksseitigen Klippwand bei Chiggiogna, das Plateau von Chironico und des Monte Pellegrino.

28/8.28/22
76
78

Von einem tiefsten ehemaligen Thalwege, welcher sich in circa 600 Meter Meereshöhe in der Einschnürung oberhalb Giornico an den jetzigen Thalboden anschliesst, sind nur noch wenige Spuren vorhanden. Die deutlichsten bildet in halber Höhe des Monte Pellegrino ein leicht wahrnehmbarer schmaler Terrassenstreifen.

Im Allgemeinen treten die hier beschriebenen Ränder deutlicher am linken als am rechten Thalgehänge hervor; die unteren derselben verschwinden fast völlig da, wo das Thal von Klippwänden eingefasst ist, an welchen hin sie nur als schmale oft abgebrochene Bänke erscheinen.

Obere Thalstufe,
Airolo-Dazio.

Der oberste Theil der Thalstufe — von Airolo bis Stalvedro — hat auf 1 Kilometer Länge ein Bodengefälle von $13\frac{1}{3}\%$. Die Canaria (Madarano)-Thalschwelle, welche ursprünglich wenigstens 55 Meter Höhe besass, ist gegenwärtig in der Schlucht von Stalvedro vom Tessin fast völlig durchsägt. In Folge dieser tiefen Aussägung halten sich auch Erosion und Alluvion zwischen Airolo und Stalvedro ziemlich im Gleichgewichte, so dass sich hier die Thalsohle in relativem Ruhezustande befindet. Die Aussägung bei Stalvedro ist schon so weit fortgeschritten, dass das Gefälle in der noch etwa 400 Meter langen Schlucht jetzt nur mehr circa 75% beträgt.

Wegen Kürze und geringer Höhe der Schwelle kann dieses kurze Stück der obersten Thalstufe im Zusammenhange mit der folgenden, von Stalvedro bis Dazio reichenden, betrachtet werden.

Von Stalvedro bis Piotta fällt der Thalboden auf $4\frac{2}{3}$ Kilometer Länge noch mit 14% , das ist 65 Meter, von da zur Thalschwelle bei Dazio grande auf 6 Kilometer Länge mit 11% , das ist 66 Meter ab.

Auf der ersteren Theilstrecke befinden sich, — wie oberhalb Stalvedro — Alluvion und Erosion noch im Gleichgewichte; auf der zweiten aber, wo der Fluss im flachen breiten Thalboden strömt, — von Piotta bis Quinto — wird entschieden weit mehr Schutt abgesetzt als weggeführt, während wieder von Varenzo bis Dazio das Thal in seinem Schuttboden mit Vertiefung der Dazioschlucht fortschreitend gesenkt wird.

Linke Thalseite.

Die unteren Thalgehänge, deren Beschaffenheit und Gestaltung für die Tracirung der Bahn in Betracht kamen, werden von Airolo bis Stalvedro durch die oben erwähnten Terrassen des ehemaligen Thalweges gebildet, und nur auf der rechten Seite treten unterhalb Airolo Klippen unmittelbar an das Flussufer heran. Von Stalvedro bis Quinto bilden vielfach steile und hohe Klippen das linke Gehänge. Dessen Fuss ist aber auf der ganzen Strecke von (unterhalb) Stalvedro bis (oberhalb) Scruengo mit einer nur wenig unterbrochenen, zwar hie und da bewaldeten, aber dennoch beweglichen Sturzhalde eingefasst, welche unmittelbar vom Flussrande aufsteigt und von diesem angespült wird. Von Scruengo bis Fossa folgt ein ziemlich steil geböschtes aber festes Wiesengehänge; dann, — bis Quinto, — wieder eine Einfassung morscher Klippen, zwischen welchen viele kleinere Sturzhalden sich abgelagert haben. Bei Quinto erreicht das Thal seine grösste Breite in einer Ausbuchtung, welche bis Varenzo wiederum aus Wiesengehängen besteht. Eine mächtige aber vernalbte und grossentheils bewaldete Halde mächtiger Sturzblöcke, zwischen denen die Thalwiesen sich bergaufwärts einfügen, nimmt dann das linke Gehänge bei Fiesso ein. Hier treten schon die hohen Klippwände des Monte Piottino bis an den Thalboden heraus, theils durch thalwärts fallende Ablösungsflächen (Piottinen) scharf contourirt, theils aber auch zerrissen und durch Bergschlüpfe ausgehöhlt, welche grosse Sturzhalden herabgeschüttet haben und noch nicht zur völligen Ruhe gekommen sind.

Rechte Thal-
seite.

Den Fuss des rechten Thalgehänges bilden, abgesehen von einer schwach berasten flachen Einbuchtung, durch welche die Calcaccia herabkommt, von Stalvedro bis unterhalb Piotta schroff ansteigende Klippwände, jedoch ohne Sturzhalden.

Von Ambri an setzt diese Klippwand zwar ohne Unterbrechung bis Mascengo fort, aber, die Richtung des Längenthals beibehaltend, entfernt sie sich vom Thalboden mehr und mehr, und den Raum zwischen Klippwand und Thalboden füllt eine mächtige, oben bewaldete, unten mit Bergwiesen bekleidete flache Schutthalde.

Seitenthäger.

Dem bei Albinasca, ausserhalb des Bahngebietes einmündenden Tremolathal folgen am linken Thalgehänge die Bachschluchten des Chiesso, Riale di Jenni und das wasserreiche Val Canaria (Maderano), welches eine westliche Fortsetzung des Tessin-Längenthales ist.

Dem Riale di Jenni gegenüber werden durch eine gewöhnlich trockene Schlucht dem Tessin nicht unbedeutende Schuttmassen zugeführt; der auf gleicher Thalseite von Coliscio herabkommende

Bach ist nur dadurch merkwürdig, dass er vor seiner Mündung in den Tessin in Höhlen verschwindet, die er sich selbst in dem Gypse ausgewaschen hat.

Zwischen Stalvedro und Dazio grande ist das bedeutendste linksseitige Seitenthal jenes der Fossa, durch welches sich der Lago Ritom entleert. Es bildet eine enge wilde Querschluht zwischen zwei nur wenig divergirenden Längenthälern. Vom Lago Ritom im Piorathale stürzt das Wasser durch die nur 2 Kilometer lange Fossaschlucht über 800 Meter tief in den Tessin herab; die Schuttmassen, welche es mit sich führt, sind ohne Belang.

Mehr zu fürchten sind in dieser Hinsicht einige wenig bedeutende Bäche, welche gleichfalls auf dem linken Thalgehänge bei Ronco, Quinto, Catto herabkommen; und am gefährlichsten erscheint der fast stets trockene Tobel des Vallone rosso, gegenüber Fiesso. Er durchzieht den oben erwähnten Bergsturz und setzt, wenn er einmal ausbricht, sein Material wie einen Muhrgang in Bewegung.

Vom rechten Gehänge fließen zwischen Stalvedro und Dazio dem Tessin nur zwei Seitenbäche von Belang zu: die Calcaccia und der Bach, welcher von Prato und Mascengo bis Dazio herab der südöstlichen Fortsetzung des Tessin-Längenthales folgt. Beide Thäler erscheinen als Ausmündungen des gegenwärtigen Tessinthales.

Ausser den genannten Seitenthälern debouchiren zwischen Piotta und Rodi am rechten Thalgehänge 3 tiefe Tobel, welche nahe der Tessinthalsohle gewöhnlich trocken sind, obwohl durch den letzten derselben der Lago Tremorgio abfließt.

Sie haben sich durch die Schutthalden zwischen Ambri und Rodi gewühlt, und reissen bei jedem Wolkenbruche Material aus demselben in's Tessinthal hinab, wobei sie gelegentlich wohl auch kleine Muhrgänge veranlassen.

Das Stück des Längenthales, welchem die Trace bei Stalvedro folgt, scheint eine Mulde, deren Achse Rauhkalk und Dolomitschichten mit Gyps- und Anhydritstöcken folgen, während die Thalgehänge rechts aus Kalkglimmerschiefer, links vorzugsweise aus Granitglimmerschiefer zusammengesetzt sind. Auf beiden Seiten fallen die Schichten bergewärts, auf der rechten in Süd, auf der linken in Nord.

Geologische Beschaffenheit.

Die bei Stalvedro durchbrochene Wand zwischen diesem oberen und dem nächsten Längenthale besteht aus fast vertikalen Schichten von Glimmerschiefer, sehr glimmerreichem Gneiss, Bänken von Quarzit und grünem chlorithaltigem Schiefer.

Das zweite, etwas in S. O. divergirende Längenthal, welches von Stalvedro bis Cornone, kaum merklich gebogen, gleichfalls als eine Schichtenmulde aufgefasst werden kann, ist auf dem rechten Gehänge aus Kalkglimmerschiefer, auf dem linken aus Gneiss zusammengesetzt.

Im Kalkglimmerschiefer eingebettet, liegen hier gleichfalls Schichten von Rauhkalk und Dolomit, aber seitlich von der Thalachse, und mit dieser so convergirend, dass sie erst bei Fiesso am rechtsseitigen Thalgehänge, bei Prato in der Thalmitte erscheinen.

Der Gneiss des linken Thalgehanges ist zwischen Ponte sordo und Quinto auf lange Strecken rostig verwittert. Bei Quinto legen sich auf denselben Schichten von Glimmerschiefergneiss, Glimmerschiefer, Quarzit, welche in der Nähe von Prato als wesentliche Glieder der Schichtenmulde wieder erscheinen.

Auf den beiden Thalgehängen fallen die Schichten durchwegs bergewärts, d. h. in S. W. auf der rechten Seite, in N. O. auf der linken. Von Varenzo an abwärts tritt aber, neben der Parallelstructur des Gneisses, eine falsche Schieferung sehr deutlich hervor, welche bei südwestlichem Einfallen der Schichtung des rechten Gehanges entspricht, und welcher sich die Glimmerschiefer- und Quarzitschieferschichten bei Prato accommodiren.

Diese falsche Schieferung veranlasst die grossen ebenen Ablösungsflächen auf der Südwestseite des Monte Piottino, denen der Berg sowohl diesen als auch den volkstümlichen Namen «Platifer» verdankt.

Der Stufe von Stalvedro entspricht zwar keine scharfe klimatische Grenze. Die vom Gotthard niederstürzenden Schneestürme werden aber doch häufig daselbst gebrochen, so dass der Schnee bis Stalvedro die Thalsohle bedeckt, während er weiter abwärts nur am rechten Thalgehänge hängen bleibt, so dass die Thalsohle und das linke Gehänge bis hinauf zur Waldgrenze bar liegen.

Von Airolo findet deshalb Schlittenverkehr thalabwärts auch nur ausnahmsweise und immer nur ganz kurze Zeit statt.

Klimatische Verhältnisse.

Das mittlere jährliche Niederschlagsquantum des Tessinthales zwischen Faido und dem Gotthard ist mit 1,520 und 1,600 Millimeter jenem des Reusstales bedeutend überlegen. Niederschlagsmaxima

treten im März (125 Millimeter), Mai (206 Millimeter), September und October (230 und 235 Millimeter) ein; Minima im Februar (49 Millimeter), April (105 Millimeter), Juli (114 Millimeter). Aus den geringen Niederschlägen während der Wintermonate folgt schon, dass andauernder Schnee selten sein muss, wenn auch einzelne Schneestürme binnen Kurzem bei Airolo halbmeterdicke Schneelagen abbürden können.

Diese erzeugen mitunter an den Wiesengehängen bei Airolo, Scrungo, Deggio und Catto Lawinen ohne Belang.

↙ Aber an den höheren Hängen der Thalseiten sammelt sich während schneereicher Winter immerhin so viel Schnee, dass fast jedes Frühjahr grosse Grundlawinen durch die oben angeführten und zwischenliegenden Tobel herabbrechen und, mit Bäumen und Steinen beladen, selbst das Dorf Airolo gefährden.

Gleich unterhalb Ponte sordo kommt auf der linken Thalseite nur, zwar sehr selten, eine gewaltige Grundlawine herab, welche sogar schon den Tessin überschritten hat. Auch die Runsen des rechten Gehänges zwischen Ambri und Rodi werden häufig zu Lawinengängen.

Die bedeutenden Niederschläge der Frühlings- und Herbstperiode veranlassen Hochwasserstand.

Obwohl mit den Frühlingsregen die Zeit der Gebirgsschneeschmelze zusammenfällt, bringen sie doch nur selten Ueberschwemmungen zu Stande. Viel gefährlicher sind in dieser Hinsicht die oft wolkenbruchartigen Gewitterregen des Spätsommers und die anhaltenden Herbstregen, welche durch alle Tobel dem Thale Wasser- und Schuttmassen zuführen, und dem Tessin Kraft verleihen, in seinem Thalboden neue Bette auszuwählen.

Die mittlere Jahrestemperatur zu Airolo ist circa 7° C.; die mittlere Winter-Temperatur circa -1° C., die Sommertemperatur circa 16° C.

Vegetation und
Cultur.

Unter diesen klimatischen Verhältnissen gedeihen bis zu 1,600 und 1,700 Meter Meereshöhe Nadelwälder vortrefflich. Unter dem Waldgürtel ziehen sich Wiesengehänge hinab zur Thalsohle, über demselben und hinauf bis zu 2,000 Meter Meereshöhe Alpenweiden. Korn und Kartoffeln gedeihen vom Thalboden aufwärts bis zu circa 1,400 Meter Meereshöhe; Obstbäume eigentlich nur noch in den Dörfern unterhalb Stalvedro.

Merkbar ist der Unterschied in Klima und Vegetation am linken und rechten Thalgehänge. Ersteres geniesst auch im tiefen Winter der Sonnenstrahlen, welche die hohe südliche Thalwand von dem rechtsseitigen Gehänge und den Dörfern an seinem Fusse zeitweilig absperrt. Deshalb reicht auch ^{schon} ~~der~~ Wald fast zum Thalboden herab, während links Bergwiesen und kleine Aecker über den ehemaligen Thalbodenrand in 1,200 Meter Meereshöhe hinaufsteigen. Mit einziger Ausnahme von Nante sind auch die älteren Dörfer auf diesem Rande am linken Thalgehänge hin angebaut; die Dörfer im Thale, am Fusse des rechten Berggehänges, verdanken dem Strassenverkehre ihre Entstehung und sind jüngere Colonien der sonnig gegenüberliegenden Bergdörfer.

Strassenzug.

Die Poststrasse von Airolo nach Dazio folgt dem linken Thalgehänge, durchsetzt die Schlucht von Stalvedro in mehreren Gallerien, passirt, nach einem oft gefährdeten Laufe, an den Schutthaldden hin, 2 Kilometer weiter den Tessin mittelst des Ponte sordo und verläuft sodann am Fusse des rechtsseitigen Thalgehänges durch die Dörfer Piotta, Ambri, Fiesso und Rodi.

Mittlere Thal-
stufe, Dazio
grande bis
Chironico.

Durch den Monte Piottino fällt die Thalschlucht des Tessin auf 1.25 Kilometer Länge (von 934 bis 820 Meter über Meer) 114 Meter tief mit 94.3 ‰ ab; in den folgenden 1.5 Kilometer zum Ponte di Polmengo (von 820 bis 750 Meter über Meer) 70 Meter tief mit 21.5 ‰. Die ersten und letzten Theilgefälle dieses unteren Abschnittes sind aber steiler (24 ‰) als das Gefälle des mittelsten Theiles (16 ‰). (siehe Planbeilage)

Die eng zusammengezogene Schlucht von Dazio ist ersichtlich erst nach der Gletscherzeit ausschliesslich vom Wasser eingesägt worden.

Der von Stufe zu Stufe herabstürzende Tessin setzt noch jetzt seine Arbeit ununterbrochen fort, und unterwäscht, durch die Schichtung des Gesteins geleitet, namentlich die rechte Schluchtwand; in vorliegenden Spalten wirbelnd, bohrt er aber auch Kessel in das Bett selbst und an der linken Wand.

Unterhalb der Schlucht ist der Fluss in eine enge Schlucht eingezwängt, die er im Boden des etwas erweiterten Thales auszuschneiden beschäftigt ist.

in starker Zeit

Von Ponte di Polmengo bis Lavorgo durchheilt der Tessin, von hie und da vortretenden Klippen geleitet, das wenigstens 500 Meter weite Thal, dessen rechtes Felsgehänge steil zum Flusse abstürzt, während das linke soweit von der Thalachse zurücktritt, dass zwischen demselben und dem Flusse Schutthalde Platz finden konnten. Unterhalb Lavorgo endlich treten die Thalgehänge wieder näher aneinander, und der Fluss bildet Stromschnellen in felsigem Bette.

In dieser ganzen Thalstufe ist die Wirkung der Erosion jener der Alluvion überlegen. Besonders in den Schnellen in- und unterhalb der Schlucht von Dazio und oberhalb der Enge von Chironico wird das Bett continuirlich vertieft, und Ablagerungen, die zwischen Faido und Lavorgo gegenwärtig vielleicht statthaben, werden bei fortwährender Vertiefung der Schwelle von Chironico (Nivo) wieder abgetragen werden.

Unterhalb der Felsschlucht von Dazio ist das linksseitige, durch das einmündende Seitenthal des Legnano etwas ausgebuchtete Gehänge, fest bis zur alten Tessinbrücke. Von hier hinab aber zum Ponte di Polmengo — in der Umgebung von Osco — erstreckt sich ein Gebiet voller Sturzhalden, deren Fuss vom Tessin ständig abgetragen wird, während von oben nachstürzende Blöcke das weggeführte ersetzen.

Die periodische Bewegung dieser Schutthalde und eines Theiles ihrer felsigen Unterlage, vereinigen die Fährlichkeiten einer Bergsturzhalde mit denen eines Schuttkegels in sich.

Zwischen Ponte di Polmengo und Chiggiogna zieht sich links ein ziemlich steil geböschtes Thalgehänge, dessen Ränder und Falten durch den Tessin und seine Seitenthäler in dem Schutte des ehemaligen höheren Thalbodens ausmodellirt sind. Berast und mit Bäumen bestanden, macht dies Gehänge den Eindruck der Sicherheit.

Von Chiggiogna bis zur Breite von Calonico treten schroffe Klippwände nahe zur Thalsohle heran. Schmale Rasenbänke verlaufen fast horizontal an ihnen hin und erscheinen wie die Ränder von Terrassen, deren hohe Stufen von den Klippwänden gebildet werden.

Die Ausmündung des Seitenthales von Calonico ist mit den hausgrossen Trümmern eines uralten Bergsturzes verlegt, welcher bis zum Tessin hinabreicht. In seinem unteren Theile sind keinerlei Spuren von fortwährender Bewegung oder nachstürzenden Blöcken mehr wahrzunehmen.

Bei Lavorgo nehmen die bis zum Thalboden reichenden Klippwände jene eigenthümliche Contour an, welche durch der Thalrichtung fast parallel streichende, dem Thal zufallende, ebene Kluftflächen (Piottinen) veranlasst wird. So sicher auch der eine solche Piottine unterlagernde und im Thalboden fussende Fels ist, ebenso drohend sind die weiter oben noch auf ihm hängenden, von anderen Piottinen begrenzten Felsscheiben, von deren Rändern grosse Blöcke zeitweilig abbrechen.

Auf dem rechten Thalgehänge reichen die Klippwände vielfach zur Thalsohle, bilden aber zwei deutliche Absätze, deren unterer vom Tessin bespült ist, während der obere eine fast senkrechte bis 300 Meter hohe Wand bildet. Zwischen beiden Absätzen zieht sich der Eingangs besprochene Rand eines ehemaligen Tessinthalbodens, welcher vom Ausgange der Dazioschlucht bis zur Piumogna von einer steilen, bewaldeten, aber immer noch durch Steinfälle vermehrten Schutthalde bedeckt ist. An einigen Punkten zwischen der Dazioschlucht und Ponte di Polmengo greifen durch die Schutthalde Felsvorsprünge von der hinteren zur vorderen Felswand, wo sie bis in's Thal treten; an anderen Stellen greift die Halde durch Gellen in den vorderen Klippabsatz zum Thalboden hinab.

Von der Piumogna, circa 1½ Kilometer abwärts ist der besprochene Rand nicht mit Halden bedeckt, sondern der feste Boden eines schmalen schiefen Wiesensaumes.

Auf dem linken Gehänge mündet durch die Porta Legnana gleich unterhalb der Dazioschlucht ein zweiarmiger, von Freggio und Brugnasco herabkommender Bach, welcher keinen Schutt von Belang führt und dessen Thalmulde allein die Gelegenheit zu einer seitlichen Entwicklung bietet. Der dann folgende Riale di Vigera tritt als Wasserfall in den Schuttkessel von Osco ein, verschwindet in diesem, und erscheint erst am Tessinufer durch starke Quellen wieder. Nur nach anhaltendem Regen wird er in seinem Tobel durch den Schuttkessel sichtbar, und bei Wolkenbrüchen führt er durch diesen Tobel solche Massen der Schutthalde dem Tessin zu, dass die Halde selbst in partielle Bewegung geräth.

Gleich am Südwestrande des Schuttgebietes kommt am Ponte di Polmengo der Riale di Osco herab, welcher über einen festen Klippabsatz reichlich mitgeführten Schutt in das Thal schiebt und in einem breiten aber flachen Schuttkegel absetzt.

Linke Thal-
seite.

Rechte Thal-
seite.

Seitenthäler.

Riale di Vigera
und die Lehne
von Osco.

Die von Mairengo herabkommenden Seitenbäche führen ihren Schutt direct zum Thalboden. Der Faïdo nächst gelegene Nadro überschüttet aber ein breites und langes Gebiet mit Material, welches hauptsächlich einer Auskesselung unterhalb Roveredo entnommen ist.

Die bei Chiggiogna einmündenden Chinchengo, Tengin, Sosselle-Bäche lagern namentlich gleich unterhalb der Cascaden, durch die sie in's Thal treten, Schuttmassen ab, welche als Schuttkegel im ersten Bildungsstadium erscheinen. Die Wasserkraft dieser Bäche ist aber zu gross, als dass der in kleinen Brocken mitgeführte Schutt selbst auf dem flachen Thalboden ihr widerstehen und sich in Kegeln aufthürmen könnte.

Der durch das Seitenthal von Calonico herabkommende Bach hat aber nicht vermocht, den ihm vorliegenden Bergsturzschutt zu durchbrechen.

Von da abwärts beginnen die frei herabkommenden Wildbäche, welchen keine eigentlichen Seitenthäler entsprechen.

Auf dem rechten Thalgehänge fehlen von Dazio bis Piumogna Seitenthäler völlig. Die Wässer folgen dem schiefen Abhänge des Monte Piottino in Südwest und haben den scharfen Rand zwischen diesem Abhänge und dem Steilabsturze des Monte Piottino in das Tessinthal nirgends merklich durchschnitten. Dies hat aber die wasserreiche Piumogna vermocht, welche von Dalpe herabkommend der Falte der obern Tessin-Thalmulde ein Stück folgt, dann aber in einer engen, quer durch die Thalwand gesägten Schlucht, circa 400 Meter tief, zum Tessinboden (Faïdo gegenüber) abstürzt. Von der Piumogna mitgeführter Schutt wird an ihrer Mündung in den reissenden Tessin nur in geringer Menge abgesetzt.

Mehrere andere zwischen Piumogna und Nivo am rechten Thalgehänge als Schluchten ausmündende Seitenthäler entleeren ihre Wildbäche durch Wasserfälle, an deren Fusse Schuttkegel im Entstehen begriffen sind.

Geologische
Verhältnisse.

Die Wände der mittleren Thalstufe werden ausschliesslich von Gneiss gebildet, dessen anfänglich gefaltete Parallelstructur und Schichtung — mit Einfallen in Südwest — thalabwärts schwebender Richtung Platz macht.

Der gewöhnliche wulstige Feldspath und quarzreiche Gneiss umschliesst eine Einlagerung von dünnchiefrigem glimmerreichem Gneiss — der sich von der alten Tessinbrücke (unterhalb der Dazioschlucht) thalabwärts bis unterhalb Faïdo verfolgen lässt und wegen seiner geringen Festigkeit wohl zunächst das Einsägen des Tessinthaies bis zu seiner jetzigen Tiefe, das heisst das Abbrechen an der Schwelle von Dazio provocirte.

Auch an der Entstehung und inneren Bewegung des Schuttgebietes von Osco dürfte diese vom Tessin ausgewählte weichere Gneisssschicht wesentlich Schuld sein.

Klimatische
Verhältnisse.

Der Monte Piottino ist eine ebenso scharfe klimatische, als geotektonische und geologische Grenze im Thalsysteme des Tessin.

Die mittlere Jahrestemperatur in der Thalstufe nächst unterhalb des Falles erreicht 8 und 9°; die mittlere Wintertemperatur + 1 und 2°; die Sommertemperatur 18° C.

Von länger auf der Thalsole liegenbleibendem Schnee ist also keine Rede mehr, obwohl Schneestürme noch hohe Wehen zusammentreiben können.

Mit einem mittleren jährlichen Niederschlage von circa 1,520 Millimeter sind die Niederschlagsperioden denen der oberen Thalstufe conform, das heisst die Herbstregen vorherrschend, Schneefall aber seltener. Deshalb zeigen sich in diesem Gebiete bis zur Thalsole hinabgreifende Lawinen auch nur sporadisch. Durch die Porta Legnana unterhalb der Dazioschlucht kommt z. B. nur vereinzelt nach schneereichen Wintern eine Grundlawine.

An den Punkten, wo Wildbäche frei die Felsen hinabfliessen, bilden sich aber alljährlich massenhafte Eishänge, deren Absturz und Neubildung sich in einem stetigen Gleichgewicht halten.

Vegetation und
Cultur.

Unmittelbar unter der Dazioschlucht beginnt die Zone der Kastanien. Sonderbarer Weise treten diese Bäume, deren man in der oberen Thalstufe keinen einzigen wildwachsend trifft, von der rampa degli arberi an, sofort in Menge auf und steigen am linken Thalgehänge zu Höhen, welche die Sohle der oberen Thalstufe weit überragen. Am rechten Thalgehänge aber trifft man keine Kastanien; Nadelwaldungen bekleiden hier bis hinab zur Thalsole die Halden zwischen den vereinzelt schroffen Klippwänden. Wiesenbau und Viehzucht ist die Hauptbeschäftigung der Bauern; denn obwohl Cerealien aller Art gedeihen, so bieten die steilen Thalgehänge doch nur wenig Gelegenheit

zu ihrem Anbaue im Grossen. Reben kommen fort, werden aber hier noch mehr als Zier- und Spaliergewächse gepflegt, als in Weinbergen kultivirt.

Sämmtliche Dörfer von Belang liegen auf der linken Thalseite, theils an der Strasse, theils an dem mehrbesprochenen ehemaligen Thalbodenrand in circa 1,000 Meter Meereshöhe.

Die Poststrasse überschreitet den Tessin gleich unterhalb Dazio und ist in der Schlucht in die linke Klippwand eingehauen, streckenweise selbst auf Arkaden am Strom hingeführt.

Strassenzug.

Der durch Ueberkreuzung einer Querspalte mitten in der Schlucht erzeugte Winkel wird zu einer kleinen Strassenentwicklung benutzt, die Hauptentwicklung aber findet unterhalb der Schlucht auf der rampa degli arberi statt, einer Terrasse, wo die ersten Kastanien wachsen. Von hier folgte die Strasse ehemals dem linken Ufer, sie konnte aber dem Schuttgebiete von Osco ebensowenig Widerstand leisten, als dem Tessin eine Brücke, welche die Strasse gleich oberhalb des Schuttgebietes wieder auf's rechte Ufer führte. Die neue Poststrasse überschreitet deshalb den Tessin unterhalb der Schlucht von Dazio auf der Ponte de la Vicinanza, folgt dem rechten Ufer zum Ponte di Polmengo, dann ununterbrochen dem linken, durch Polmengo, Faido, Chiggiogna, Lavorgo. Auf dieser Strecke wird sie nur zu Zeiten von den Schutt führenden Wildbächen belästigt.

An die nicht einmal 1 Kilometer lange Terrassenstufe, über welche der Tessin mit 114.9‰ Gefälle von circa 550 auf 450 Meter zwischen Nivo und den Chironico-Strassenkehren herabsteigt, schliesst sich eine fast 3 Kilometer lange Stromschnelle mit 14.7‰ Gefälle; — in den dann folgenden circa 6 Kilometern erreicht der Thalboden mit anfangs 9.1, später 5.2‰ Gefälle die Meereshöhe des Brennothales von 287 Meter. In der Terrassenstufe und Stromschnelle wirkt der Fluss noch ständig abtragend, in dem dann folgenden Thalboden aber auftragend.

Untere Thal-
stufe.
Chiggiogna-
Biasca.

Das linke Thalgehänge ist von Klippwänden eingefasst, welche theils die schon beschriebenen, durch Piottinen bedingten Contouren besitzen, theils aber durch Gletscher polirt, gerundet und geriffelt sind.

Zwischen den einzelnen Absätzen dieser Klippen finden nur noch kurze und schmale Rasenbänke Platz; die weniger steilen, von Gletschern gerundeten Klippgehänge sind aber häufig mit einer dünnen und trügerischen, berasten und bewaldeten Erdschichte bedeckt. Unterhalb Poleggio endet dies Gehänge mit einem steilen kegelförmigen Kopfe, dem Thorpfosten zwischen Tessin- und Brennothal.

Kleine Halden grosser Blöcke (z. B. bei Grotto, Sassi grossi u. a.) beweisen die Unsicherheit wenigstens der von Piottinen durchschnittenen Klippgehänge.

Auf dem rechten Thalgehänge streckt sich zwischen Nivo und Altiolo eine Moräne, auf deren Plateau, am Fusse der überragenden Felswände, Chironico liegt und deren südwestliche Fortsetzung den terrassirten, zuoberst mit Bergsturzschutt bedeckten Monte Pellegrino bildet.

Von da thalabwärts trennt nur ein Sturzhaldenfuss die steilaufstrebenden Klippwände von der Thalsohle.

Auf dem linken Gehänge dieser Thalstufe haben die in der Einleitung erwähnten Wildbäche ohne bestimmtes Bett ihren eigentlichen Tummelplatz. Nicht nur jener, welcher 1868 Bodio so arg beschädigte, gehört hieher, sondern noch eine ganze Reihe zwischen Anzonico und Giornico, welche in flachen Mulden auf polirtem Gneiss Schutt durch die Kastanienwälder und Weinberge schleppen, gelegentlich aber auch aus ihren Mulden schreiten und die Rundhöcker scalpiren.

Seienthähler.

Im Winter hängen diese Berglehnen voll Eis, welches sich so lange über den Kappen und Höckern anhängt, bis es in grossen Massen abstürzt, um dann rasch durch neue Krusten und Zapfen ersetzt zu werden.

Zwischen diesen aber finden sich noch tief eingeschnittene schluchtenartige Seienthäler, durch welche Wildbäche, für ihren kurzen Lauf, erstaunlich grosse Schuttmassen thalabwärts fördern. Die berühmtesten derselben sind La Lume und Trave, welche bei der Thalsperre einmünden, Riale dei Vignei bei Chironico und Dragone (Vallone grande) bei Bodio.

Die zahlreichen rechtsseitigen Seienthäler sind viel länger und wasserreicher, als die linksseitigen. Ihre Mündungen in das Thal sind durch mächtige Schuttkegel bezeichnet, welche sich mit ihren Basen fast berühren. Sie allein machen hier eine Tracirung am rechten Gehänge unpracticabel.

Einiges direkte Interesse unter ihnen allen haben hier nur der Ticinotto di Chironico und die von Altiolo vereinigt fliessenden R. Osadigo und R. Folda. Zwischen ihnen liegt der Monte Pelle-

grino. Sie bewegen sich in ihrem unteren Laufe durch die Moräne und führen deshalb zu Zeiten grosse Schuttmassen. Ueber die Moräne, auf welcher Chironico steht, fliesst zur Regenzeit das Wasser in zahlreichen Tobeln, welche das Gehänge ständig durchfurchen und auskesseln und das Material direct dem Tessin zuführen.

Geologische
Beschaffenheit.

Durch schwebende Schichten von Gneiss, welche auf beiden Gehängen als ehemals zusammengehörige sich wiedererkennen lassen, ist das Thal geschnitten.

Die Gneissstrahlen haben etwas ungleiche Zusammensetzung und Festigkeit.

Wenig Abwechslung in dieselben bringen auch dünne Lagen von fast dichtem Granit und Fettquarz, welch' Letzterer z. B. oberhalb Bodio für eine Glashütte in Pessonico gebrochen wurde, bis ein Muhrgang diese verschüttete. Die schwebende Schichtung befördert in hohem Grade die Entstehung der schmalen Bänke zwischen den einzelnen Klippabsätzen.

Klimatische
Verhältnisse.

Die Thalstufe von Giornico abwärts gehört schon der klimatischen Zone des Lago Maggiore an; höhere nördliche Lage, Abwesenheit eines Wasserbeckens, freier Zug der Nordwinde durch das Thal, dessen Felswände die Wärmestrahlen reflectiren, erzeugen aber etwas grössere Winterkälte neben heissen Sommertagen.

Das mittlere jährliche Niederschlagsquantum ist etwas grösser als in der vorgehenden Stufe, die Vertheilung desselben auf die verschiedenen Jahreszeiten aber wesentlich dieselbe. Schnee fällt zwar noch, bleibt aber im Thale nur kurze Zeit liegen.

Vegetation und
Cultur.

Lawinen sind kaum bekannt, Eishänge und Eisfälle an den Piottinengehängen aber Regel.

Von der Thalsperre bei Chironico abwärts ist der Weinbau zu Hause, zieht sich auch hier hoch über das Niveau der vorgehenden Thalstufe, eben so wie sich die Kastanien in letzterer über das Niveau der obersten Stufe zogen. Kastanienwälder bedecken die vernarbten Sturzhalden und berasten Bänke beider Thalgehänge; Nadelwaldungen krönen die obersten vom Thalboden sichtbaren Felszinnen.

Wo der Thalboden vor den Verheerungen des entfesselten Tessin geschützt ist, wird neben anderen Cerealien schon Mais angebaut; die Dörfer auf den oberen Thalrändern treiben aber hauptsächlich Viehzucht.

Die Thaldörfer sind ebenso wie die Weinberge zu beiden Seiten des Tessin meist auf vernarbten Schuttkegeln angelegt, und deshalb auch den Verheerungen der dann und wann wieder ausbrechenden Wildbäche sehr ausgesetzt.

Strassenzug.

Die Poststrasse folgt dem linken Tessinufer. In der Enge unterhalb Chironico (Grenze der mittleren und unteren Thalstufe) hat man aber auf dem rechten Ufer eine etwa 1 Kilometer lange Nothstrasse angelegt (von welcher der Fahrweg nach Chironico abzweigt), da die Schuttströme der La Lume die Poststrasse hier häufig verwüsten.

Das rechtsseitige Strassenstück ist aber den von der Moräne herabkommenden Blöcken und Schuttmassen sehr exponirt. Mittelst einer doppelten Kehre steigt gleich unterhalb dieser Enge die Strasse zur unteren Thalstufe hinab und führt durch Giornico, Bodio, Poleggio über die Brennobrücke nach Biasca.

Begründung
der Trasse.
Verhältniss der
Höhen zu der
Thallänge.

Die Station Biasca hat eine Höhe von 296 Meter über Meer, das Stationsniveau von Airolo ist 1,145 Meter. Die Länge des Tessinthales zwischen beiden Stationen beträgt reichlich 36 Kilometer; diese Länge würde also an und für sich genügend sein, um die Höhendifferenz beider Stationen von 849 Meter mit einem Bahngefälle von 25 ‰ zu überwinden, die Stufe, welche das Profil des Thales bei Dazio grande bildet, hindert aber eine derartige Totalausnützung der Länge, denn eine von Biasca heraufgezogene Steigungslinie schneidet etwa 50 Meter unter dem Niveau von Dazio grande, und eine von Airolo herabfallende schon bei Piotta in den Thalboden ein; beide laufen parallel aneinander vorbei, — und selbst wenn man sich auch von unten durch Erhöhung des Steigungsverhältnisses in den unteren Strecken (auf 26 ‰ — welche Eventualität schon vorgesehen ist —) in einer continuirlichen Rampe bis auf die Stufe bei Dazio erheben wollte, hätte man keinen Anlass, sich nun auch zwischen dort und Airolo an ein gewisses Steigungsverhältniss zu binden.

Sonach besteht keine Abhängigkeit in Bezug auf das Gefälle zwischen der Theilstrecke Airolo-Dazio und Dazio-Biasca, und für alle weiteren Erörterungen kann — wie auch bei den Terrain-

ch. 88-91

studien geschehen — der Punkt von Dazio als ein abschliesslicher Ausgangspunkt des Gefälles nach abwärts angesehen werden.

Die Stufenhöhe bei Dazio beträgt p. p. 940 Meter und die Entfernung von Biasca 24.5 Kilometer; die zwischen beiden bestehende Höhendifferenz von 644 Meter liesse sich also nicht völlig in einer einzigen Steigungslinie, selbst mit 26 ‰, gewinnen, es würde immer noch ein Theil der Stufe — etwa 30 Meter — abzuschneiden sein.

Directe Linie
Biasca-Dazio.

Allein das ist es nicht zuerst, was gegen eine nach diesem Principe gezogene Trace spricht, sondern die bis zur Unausführbarkeit führenden Terrainschwierigkeiten, welche sich in derselben darbieten und welche nun im Nachstehenden beschrieben werden sollen. Die directe Bahnlinie müsste unmittelbar aus der Station Biasca mit einer Rampe von 26 ‰ ansteigen, welche, um an die Berglehne zu gelangen, das Brennothal im allmählig ansteigenden Damme zu überschreiten hätte; dieser Damm, in welchen für den Brennofluss eine Brücke von 24 Meter und mehrere Strassenbrücken zu erbauen wären, würde auf diesem etwa 1.5 Kilometer langen Wege eine Höhe von nahezu 40 Meter erreichen.

Die Lehne, an welcher die Bahn nun weiter zu führen ist, besteht, wie schon früher beschrieben, bis Giornico, also etwa 8 Kilometer weit, aus nackten Gneisswänden, welche zu einer Höhe von circa 600 Meter über dem Thale, vielfach senkrecht anstehen, — kaum irgendwo aber flacher geneigt sind, als in einem Verhältnisse von $\frac{2}{3}$. Von derselben lösen sich vielfach Felsstücke ab, und bei starkem Regen fliesst das Wasser fast überall frei über die Wände, im Winter aber hängt sich eine gewaltige Eiskruste an dieselbe an.

Diese Verhältnisse würden nur in kleinen Theilstrecken eine Freiführung der Bahn gestatten, und es wären deshalb, den Ergebnissen der Studien nach, — auf diese 8 Kilometer 7,400 Meter Tunnel herzustellen.

Dazu bewegt sich diese Bahnlinie meist in einer Höhe von 150 Meter über dem Thalboden und ist weder von diesem, noch auch von der etwa 400 Meter höher liegenden Bergstufe aus irgendwie zugänglich. Dadurch ist nicht allein der Bau auf das äusserste erschwert, sondern auch die Bahnerhaltung und der Betrieb; endlich ist auch die Bahn dieser ihrer Lage wegen für die Thalbewohner gänzlich unbenutzbar.

Unter solchen Umständen muss von einer von Biasca direct ansteigenden Bahntrace, wenn gleich durch dieselbe eine Achsabkürzung von 5—6 Kilometer erzielt werden würde, — abstrahirt werden; und es muss die Länge der Bahnachse durch Entwicklungen um so viel künstlich vermehrt werden, als, je nach der Wahl des Ausgangspunktes für die continuirliche Steigung, zur Gewinnung der preisgegebenen Höhe nöthig ist.

Nöthige Achs-
verlängerung.

Sowohl die Experten wie auch Gerwig bestimmen diesen Punkt $4\frac{1}{2}$ Kilometer oberhalb Biasca zwischen Bodio und Poleggio und ziehen von hier aus die Bahn mit 25 ‰ Steigung in der Thalrichtung soweit, bis sie in der Stufe bei Lavorgo, — nach ersteren etwa 70 Meter, nach letzterem 100 Meter unter dem Fusse derselben, — den Boden anschneiden. Dann wenden sie die Trace, (wie im Reussthale) in einer Kreiskehre thalabwärts zurück, und zwar bis zu einer Höhe, von wo aus sie das Bahnniveau nicht allein über die Stufe von Lavorgo, sondern auch über diejenige von Dazio grande mit continuirlicher Steigung von 25 ‰ hinaufheben können.

Die Verlängerung des Expertenprojectes beträgt 5.4 Kilometer, — die Gerwigs 5.9 Kilometer.

Dieses ganze Vorgehen hat aber denselben Nachtheil, — wenn auch nicht in dem gleichen Masse — den auch die directe Linie aufweist, dass nämlich die Bahnlinie bis Dazio, also in einer Ausdehnung von 18 Kilometer, dem Thalboden entrückt wird, und in äusserst schwieriges und gefährdetes Terrain geräth. Das Expertenproject schleift die Linie bei Giornico in eine relative Höhe von 180 Meter, das Gerwig'sche bis 160 Meter. Nach ersterem bleibt sie nach Ersteigung der Lavorgostufe durchschnittlich noch 120 Meter, nach letzterem 100 Meter über dem Thale.

Nachtheile der
Concentrirung
der Verlänge-
rung für beide
Stufen.

Dass aber Gerwig durch Verkürzung der Entwicklungsschleife seine Bahnlinie um 20 Meter weniger hoch führt, — was allerdings von grossem Werthe ist, — erkaufte er damit, dass er sie einen Theil der Dazio-Stufe durch einen Tunnel abschneiden lässt, welcher mehr als tausend Meter lang unter dem Wasserspiegel des Tessin, (an tiefster Stelle 18 Meter) durchgeführt werden muss.

Der Gerwig'sche Tunnel
unter dem
Tessinbette.

Diese Lösung konnte nicht als befriedigend angesehen werden, um so weniger, als sich das Terrain, in welches diese Linie trotz ihrer verringerten Höhenlage fällt, nach den Ergebnissen

unmittelbarer Aussteckung und einiger Detailconstructionen des Längen- und Querprofiles dennoch als im höchsten Grade ungünstig, schwierig und zudem noch als vielfach unsicher erwies.

Gefährliches
Gebiet am
linken Tessin-
ufer bei Osco.

Bezüglich des Gebietes von Osco an der linken Thalseite von der Dazio-Schlucht bis gegen Faido ergaben, wie schon früher geschildert, die geologischen Untersuchungen, dass dasselbe eine Auskesslung sei, in der nur die äusseren Felsränder bergfest sind, während der innere Theil des Gebirges offenbar aus seiner ursprünglichen Lage gerathen, und in grosser zusammenhängender Masse abgerutscht und überkippt ist.

Diese Felsmasse ist so durch und durch zerrüttet, dass die darüber fliessenden Wildbäche die Digerä und Bamarisca darin versiegen und erst unten am Tessin wieder hervortreten. Zudem verfällt das Gestein leicht und das ganze Sturzgebiet befindet sich periodisch in Bewegung.

Es konnte also kein Zweifel darüber bestehen, dass die Bahn von dort unter jeder Bedingung verlegt werden müsse.

Rechte Thal-
seite zwischen
Dazio u. Faido.

Das Studium richtete sich daher zunächst auf die Uebertragung der Achse auf die rechte Thalseite, und ergab, dass eine Uebersetzung des Tessin in der Dazio-Schlucht leicht mit einer einzigen etwa 25 Meter weiten, auf Felswiderlagern ruhenden Brückenöffnung zu bewerkstelligen sei, auch das Terrain erwies sich an dieser Seite als nicht ungünstig. Das Niveau der Bahn erreicht nirgends die steile anstehende Felswand, sondern die Bahnachse schreitet an der festen mit hochstämmigem Walde bewachsenen Schutthalde in trockenem, weniger als einfüssig geböschtem Boden; in der ganzen Länge der Lehne bis Faido finden sich keine Bäche oder Runsen, auch ist nirgends eine Spur neuer Felsabbröcklungen vorgefunden worden, so dass die Nachtheile, welche man der Schattenseite des Thales sonst zuzuschreiben wohl geneigt war, hier nicht bemerkbar wurden.

Dies Alles konnte aber nur für den Lehnabschnitt bis Faido gelten; — unterhalb Faido bis zum Ticinethale (bei Lavorgo) ist das rechtsseitige Ufergelände des Tessin seiner ganzen Gestaltung nach so ungünstig, dass für diese letztere Thalstrecke unbedingt wieder die linke Seite genommen werden muss; nun ist aber eine Ueberführung der Bahnachse von einem Thalgelände zum anderen in der von ihr eingehaltenen relativen Höhe (100—120 Meter), nicht wohl zu bewerkstelligen, und aus diesem Grunde mag wohl bei den früheren Projecten das Auge über die Gefahren der Oscolehne leichter hinweggegangen sein, als es sonst gewiss der Fall gewesen sein würde.

War es nun aber einmal als nothwendig erkannt, der Oscolehne auszuweichen, und zwischen Dazio und Faido die rechte Thalseite zu benutzen, hier jedoch auf die linke zurückzukehren, so musste bei Faido zu einer entsprechenden Tieferlegung der Bahn behufs des Thalüberganges geschritten werden.

Einschaltung
einer Kreiskeh-
re bei Faido.

Zu einer Tieferlegung der Bahn durch künstliche Verlängerung ist die Bodengestaltung der rechten Thalseite bei Faido nicht ungünstig, denn mit einer zu einem Kreise geschlossenen Kehrlinie jenseits der Piumogna, von der 1,440 Meter im Tunnel entfallen, lässt sich die Höhe um 45 Meter vermindern, und damit ein, wenn auch immer noch hoher, aber doch ausführbarer Thalübergang (55 Meter über dem Flusse) erzielen.

Ungenügende
Resultate des-
selben.

Nun schien mit dieser Lösung wohl ein Ersatz für die verlassene Bahnstrecke gefunden zu sein, und zwar musste derselbe für um so günstiger gelten, als man damit zugleich in die vortheilhafte Lage gelangt war, die ganze folgende Parthie der Trace von Faido bis Giornico um nahezu 50 Meter tiefer zu führen, aber die auf die Terrainaufnahmen sich stützenden, allmählig Einblick in die Constructions- und Ausführungseinzelheiten des Baues und in die Baukosten gewährenden Studien führten fortgesetzt und überall noch zu so unbefriedigenden Resultaten, dass man immer mehr zu der Tendenz gedrängt wurde, die Bahnachse überhaupt aus den hohen Parthien der Thalabhänge in die flacheren und zugänglicheren Abschnitte der unteren Thalgehänge herabzuziehen.

Zu ganz monströsem Umfange wuchsen bei der Detailbearbeitung die Constructionen an, welche der Bau der Bahn an der für die Doppelkehrlinie bei Giornico in Aussicht genommenen Felswand erfordert und um namentlich diese Parthie zu vermeiden mussten alle Anstrengungen gemacht werden.

Versuche der
Entwicklung
unterhalb Gior-
nico.

Ein Versuch, von unten her in der Thalerweiterung zwischen Giornico und Altiolo durch S förmige Ausweitung der Linie an Länge zu gewinnen, führte zu keinem Resultate, weil die dadurch erzielte Hebung des Bahnniveaus zu weit entfernt von der zu ersteigenden Stufe liegt, in Folge

dessen also das Zwischenglied der Bahn wiederum in zu hohe Lage gelangt, was sowohl des Terrains, als auch der beiden Tessinüberbrückungen wegen, welche hineinfallen, nicht befriedigen konnte, und weil eine solche Entwicklung auch nicht weit genug ausgedehnt werden konnte, um die Lavorgo-stufe damit zu ersteigen.

Eine Erweiterung der bei Faido eingefügten Hebungcurve über das Ergebniss von 45 Meter, um damit von oben herab zu wirken, lässt wiederum das dortige Terrain nicht zu.

Zudem blieben, wenn man wirklich in den Strecken Faido-Lavorgo und Lavorgo-Bodio eine Tieferlegung erreicht hätte, — die Nachtheile der übergrossen Höhenlage der Bahn in der Strecke Dazio-Faido, und dazu noch, wenn man diese nicht noch mehr steigern wollte, das Wag-niss, die Bahn in der Dazioschlucht in einem Tunnel unter dem Bette des Tessin durchzuführen, unverändert.

Was speciell dieses letztere Mittel zur Herabminderung der Höhenlage der Bahn anbetrifft, so ist für dessen Gelingen keine Garantie zu gewinnen.

Gefahren des
Tunnels unter
dem Tessin.

Einestheils führen die geologischen Forschungen auf einen Formationswechsel und auf Zerklüf-tungen unter dem Boden der Dazioschlucht, welche einem Tunnelbau unabsehbare Schwierigkeiten entgegensetzen können, andererseits ergeben auch die Sondirungen keine solchen Resultate, dass man aus denselben mit Beruhigung den Schluss ziehen könnte, eine Communication des Tessinwassers mit einem unter sein Felsenbett reichenden Tunnel werde nicht stattfinden.

Ein wirklich tiefgreifendes und bis an die Grenze des überhaupt Erreichbaren führendes Mittel zur Gewinnung besseren Terrains für die Bahn und zur Vermeidung der geschilderten Uebelstände, lag unter allen diesen Umständen, auch im Tessinthale, nur in der Anwendung des Principes der localisirten Hebungcurven, welches schon des Weiteren bei der Beschreibung der nördlichen Rampe erörtert worden ist.

Mittel zur Ab-
hülfe.

Ein Blick auf das angeschlossene Thalprofil des Tessin zeigt diesbezüglich evident die Gunst der Verhältnisse.

Alle drei Thalabschnitte haben — je für sich — ein Durchschnittsgefälle, welches dem der Bahn vollständig anpassend ist, und welches nur durch die beiden jähren Stufen unterbrochen wird. Beim Anschlusse der Bahn an diese Form der Natur kann für dieselbe fast in ganzer Ausdehnung des Thales die entsprechende Höhe zum Anschlusse an die Terraincurven der Thalränder und zu den Ueberbrückungen des Tessin und der Seitenbäche gewählt werden, und es lassen sich die ab-normalen Constructionen und Bauten auf die Längenausdehnung der Hebungcurven an den grossen Katarakten zusammendrängen.

Wenn nun auf einer Seite die Vortheile solcher Ausnützung des Terrains durch Tiefer-legung der Bahn wohl von Niemandem verkannt werden, so dürften doch auf anderer Seite Ein-wendungen gegen die spiralförmigen Kreiskehren erhoben werden, und es wird gut sein, diesen von vornherein zu begegnen. Solche Bedenken lassen sich gegen die Vermehrung der Länge der Bahn überhaupt, dann speciell gegen die Vermehrung der Umdrehungcurve derselben, und endlich gegen die grosse Länge der Tunnels in den Spiralcurven richten.

Einwendungen
gegen die
spiralförmigen
Kreiskehren.

Was die ersten beiden Punkte betrifft, so geben die Schlusstabellen der Beschreibung der beiden Rampen über die Geringfügigkeit solcher Verlängerung Auskunft, und es dürfte darin kein Grund zum Verwerfen der Anlage liegen; der Form nach ist die Curve einer Richtung jedenfalls günstiger, als die in den bisherigen Projecten in den Kehrtunnels vorkommenden Contrecurven. Was aber die Frage anbelangt, ob die Länge der einzelnen Tunnels nicht zu gross wird, um sie innerhalb der verfügbaren Bauzeit durchbrechen zu können, so lässt sich dieser Besorgniss durch den Hinweis auf die bereits an anderer Stelle kundgegebene Absicht, an Stelle der drei grossen Flussgefälle die Wasserkraft nutzbar zu machen, entgegentreten, und es wird hier am Platze sein, zu erwähnen, dass man darauf Rechnung macht, im Reussthale am Pfaffensprung, und im Tessinthale an der Dazio- und an der Lavorgo-Stufe je eine Installation zur Erzeugung von 400 Pferdekraften aus der Wasserkraft in Ausführung zu bringen, welche je für den Ausbruch der beiden benachbarten Tunnels mit Bohrmaschinen und daneben für die Be-schaffung anderer an diesen Plätzen zu bewältigenden Arbeiten, namentlich zum Aufzug der Baumaterialien in die hochgelegenen Bahnstrecken, zur Beseitigung des Wassers bei den Pfeilerbauten der Brücken und zu dergleichen mit Maschinenkraft zu betreibenden Arbeiten benutzt werden sollen.

Verwendung der
Wasserkraft zur
Ausführung der
langen Tunnels
mit Maschinen.

Es mag auch noch, um dem Einwand zu grosser Kostspieligkeit solcher Anlagen zu begegnen, Erwähnung finden, dass zur complete Einrichtung einer Installation einschliesslich einer mässigen Zahl durch sie in Betrieb zu setzender Bohr- und sonstiger Hilfsmaschinen (Krahnen etc.) nach den dafür aufgestellten Entwürfen und vorliegenden Offerten nicht mehr als 400,000 Fr. erfordert werden, so dass jede Pferdekraft 1,000 Fr., oder bei einer Baudauer von 1,400 Tagen à 24 Stunden per Tag in der Anlage 0.61 Fr. kostet, welcher Betrag sich gewiss anderweitig reichlich in Ersparung bringen lassen wird. Sollten indessen diese Anlagen trotzdem nicht zu einer billigeren Arbeitsleistung, als die durch Menschenkraft zu beschaffende führen, so werden sie jedenfalls, — soviel stellen die bisherigen Erfahrungen sicher fest, — zu einer wesentlichen Reduction dieser Letzteren und zu einer sehr beträchtlichen Reduction der Arbeitszeit dienen, und so indirect grosse allgemeine und ökonomische Vortheile gewähren.

Beschreibung der Bahntrace. Nach Voraussendung der Gründe, welche zur Wahl der vorliegenden, von den bisherigen Projecten radical abweichenden Bahntrace bewogen haben, wird nun zur Beschreibung dieser selbst geschritten.

Station Airolo. Unmittelbar vor dem südlichen Portale des grossen Tunnel an der linksseitigen Thallehne in der Cote 1.145 Mtr. über Meer liegt die Station Airolo.

Airolo-Piotta. Die Bahn verlässt beim Eintritte in dieselbe die gerade nordsüdliche Richtung und wendet sich mit einem zur Hälfte noch in den Tunnel entfallenden Viertelkreisbogen östlich. Beim Austritte aus der Station, deren geradlinige Achse 450 Mtr. lang ist, beginnt das Gefälle von 25‰. Mit demselben folgt die Bahn dem Gehänge, überschreitet die Poststrasse im Niveau und bald darauf nochmals in Brückenhöhe, und setzt sodann auf die rechte Thalseite über. Zwischen beiden Strassenkreuzungen wird der Dragonebach auf einem 8 Mtr. breiten Aquaducte über die Bahn geleitet.

Die Tessinbrücke erhält eine Lichtweite von 60 Mtr. und eine Pfeilerhöhe von 10 Mtr.

Wahl der rechten Thalseite. Der Thalübergang wird bei Stalvedro oberhalb der Ausmündung des Val Canaria bewerkstelligt; auf dem rechten Ufer tritt die Bahn sogleich in einen 190 Mtr. langen Tunnel und senkt sich sodann an dem, theilweise steilen Thalgehänge, in die Hochebene von Piotta herab, deren flachgeböschten Uferrand sie an diesem Orte erreicht und nun bis zur Dazioschlucht inne hält. Nach den früheren Projecten verfolgt die Bahn das linke Thalgehänge, welches, wenngleich mehr der Sonne zugewendet, doch bei Weitem nicht so günstige Verhältnisse darbietet, als das rechte, und namentlich deshalb schwierigere Bauanlagen erfordert, weil es ohne Vorland unmittelbar in den Tessin abfällt, so dass die Bahn 10 Kilometer lang — also 6 Kilometer länger als rechts — an steiler nicht ungefährdeter Lehne fortzuziehen genöthigt ist.

Ausser einigen unbedeutenden Bergwässern hat die Bahn oberhalb Piotta nur die Calaccia, einen über die Felswand frei herabstürzenden Wasserfall zu passiren; dies geschieht in einem 200 Mtr. langen Tunnel.

Piotta-Fiesso. Am Orte Piotta findet die Bahn noch neben der gleich hinter demselben aufsteigenden Felswand Platz. Zwischen Piotta und Ambri sopra wird eine Station für den Verkehr der Ortschaften des oberen Thalabschnittes errichtet.

Die Poststrasse ist wenig unterhalb der Bahnüberbrückung des Tessin ebenfalls auf die rechte Thalseite übergegangen und bleibt nun in geringem Abstände nördlich neben der Bahn.

Zwischen den beiden Ambri geht die Bahnachse, um den zeitweilig bis an die Strasse vorschiebenden Lawinen auszuweichen, auf die andere Seite der Strasse und gelangt auf einem bis 4 Meter hohen Damme, über eine Serpentine des Tessin, nach kaum 1 Kilometer wieder auf den Thalrand zurück.

Der Tessin wird auf 400 Mtr. Länge corrigirt und in ein altes halbverlassenes Bett verlegt.

Station Fiesso. Kaum 2 Kilometer weiter wird unmittelbar an der Strasse eine Station (Fiesso) errichtet, welche hauptsächlich Betriebszwecken dient, da von ihr die grosse Rampe der Gotthardbahn beginnt, während sich zwischen Piotta und Fiesso das Gefälle bis auf 5‰ ermässigt. Fiesso liegt 940 Mtr. über Meer und erhält eine horizontale Länge von 450 Mtr.

Fiesso-Faido. Nach dem Austritte aus der Station geht die Bahnachse — mit 25‰ fallend — auf einer 60 Mtr. weiten und 10 Mtr. hohen Brücke wieder an das linke Ufer des Tessin zurück, folgt dem

Uferrande und nähert sich der Hochwasserlinie bis auf 5 Mtr., dann durchbricht sie die linksseitige Felswand der Dazioschlucht in einem 500 Meter langen Tunnel.

Beim Austritte aus demselben schneidet die Achse bereits in einer Höhe von 50 Meter über der Sohle des Flusses die Thalwand an und, um das jäh voraneilende Gefälle des Thales wieder einzuholen, wendet sie sich zu einem Kreisbogen um, den sie anfangs an der Aussenfläche der Bergkuppe, dann aber 260 Grad lang im Inneren derselben beschreibt.

Der Kreistunnel wird 1,552 Meter lang und erhält ein Gefälle von 23‰. Mit einer Geraden aus dem Tunnel austretend übersetzt die Bahn sofort den Tessin, dem sie sich nun wieder bis auf 10 Meter genähert hat, mit einer 20 Meter breiten, ihre Widerlager in den Felswänden der Thalschlucht findenden Bogenbrücke.

Auf der rechten Thalseite schneidet das Bahniveau an der unteren Felsterrasse das Gelände an, zwei Vorköpfe desselben mit Tunnels von 120 und 270 Meter Länge durchbrechend. Auf einem kaum 1½ Kilometer langen Zuge ist die Höhendifferenz zwischen der Bahn und dem noch immer rasch abstürzenden Flusse schon wieder auf 80 Meter angewachsen, und die Bahn beschreibt, um demselben nachzufolgen, abermals nun in der entgegengesetzten Richtung eine Kreislinie, von der ungefähr 270 Grad in einen Tunnel fallen, dessen Länge 1,512 Meter, dessen Gefälle aber auf 23‰ ermässigt wird.

Aus dem Tunnel austretend, hat sich die Bahn dem Thalboden auf 20 Meter genähert und wieder die Richtung des Thales angenommen, hält aber nur noch 800 Meter lang die rechte Seite desselben ein, und tritt sodann, nachdem sie noch zwei Felsvorköpfe in Tunnels von 158 Meter und 60 Meter Länge durchbrochen hat, auf das andere Flussufer über. Gleichzeitig kehrt auch die Strasse an die linke Thalseite zurück; auch sie sah sich genöthigt, den Zerstörungen aus dem Wege zu gehen, welche die Bergwand am entgegengesetzten Thalrande erfasst haben.

Der Tessin wird bei Polmengo mit einer Durchflussöffnung von 70 Meter auf 25 Meter hohen Landpfeilern übersetzt.

Das Tessinthal ist in 200 Meter Länge auf 25 Meter hohem Damme zu überschreiten, dann erst hat die Bahn die Schutthalde erfasst, welche eine Reihe von Wildbächen vor die steil aufsteigenden Felswände aufgedämmt haben und auf deren flachen Rändern sie nun fortzieht, den Riello, Cecera, Formigaro mit Brücken von 20—25 Meter Lichtweite überschreitend, und den Nadro auf einem Aquaducte von 15 Meter Breite über sich hinweglassend.

Alle diese Bäche führen bei ihren periodisch vorkommenden Ausbrüchen grosse Schuttmassen mit sich, lassen aber die gröberen Stücke in den höheren Parthien ihres Laufes liegen und wälzen nur den Sand in ziemlich concentrirten Rinnsalen bis in den Bereich der Bahnlinie mit sich.

Ausser den grossen Brückenöffnungen werden noch Schutzbauten an den Rinnen entlang nothwendig sein, um den Abfluss durch die Bahn zu regeln und sie gegen seitliche Ausbrüche sicherzustellen.

Nachdem die Bahn ferner die Stadt Faido bergseitig in einem tiefen Einschnitte durch den hinter derselben liegenden Schutt umfahren hat, tritt sie südlich von derselben wieder an die Strasse heran, und findet unterhalb dieser im Niveau von 716 Meter über Meer ein günstiges Terrain für eine Stationsanlage.

Zwischen Faido und Lavorgo bleibt die Bahn stets am Fusse der Berglehne neben der Poststrasse, weit genug von Ersterer entfernt, um vor etwa abstürzenden Steinbrocken gesichert zu sein, und die Riali, welche auch auf dieser Strecke in grosser Zahl aus den Felsklüften hervorbrechen, in der Ebene mit der entsprechenden Höhe überbrücken zu können.

Der Ort Chiggiogna wird auf einem Damme durchschritten, dessen Höhe die Durchführung der erforderlichen Communicationen in Brücken-Öffnungen zulässt.

So unberechenbar auch die Vorthelle sind, welche mit dieser Lage vor den früheren Projecten gewonnen sind, so bleiben doch immer noch die Bauschwierigkeiten sehr beträchtliche, da das Terrain auch in den untersten Zonen der Berglehne noch sehr unregelmässige Plastik hat, und vielfach durch Wildbäche und Steinstürze beunruhigt wird.

Wesentlich würde man zu einer Umgehung und Bewältigung localer Hindernisse erst dann gelangen, wenn die Bahnsteigung auch über Lavorgo hinaus, und zwar bis Fiesio auf 26‰ erhöht würde, was nach den Bestimmungen der internationalen Conferenz bisher nicht zulässig ist, aber

gewiss geschehen könnte, ohne damit eine bedeutende Ungleichheit der Adhäsionsverhältnisse gegenüber der obersten Bahnstrecke des Tessinthal und den Strecken der nördlichen Rampe hervorzurufen.

Lavorgo-Bodio,
Lavorgo-Thal-
schlucht.

Die Station Lavorgo liegt nur mehr 617 Meter über Meer und 5 Meter über dem Hochwasserstande des Tessin. Das Bahngefälle, welches von hier aus 26‰ beträgt, kann bei directer Weiterführung der Achse in der Thalrichtung nur noch 2 Kilometer dem Flussgefälle folgen, dann wird es aber schon im dritten Kilometer durch den in mächtigen Katarakten abstürzenden Fluss um 100 Meter überholt. Die Bahn gelangt also sofort in eine so schwindliche Höhe, dass es geboten ist, die zur Senkung des Niveau's nöthigen Curven nun sofort einzuschalten. Auf dem Wege bis zu diesen liegt die Bahn, nachdem sie die Station Lavorgo verlassen hat, neben der Strasse am untersten Fusse des Bergabhanges, gelangt dann auf eine früher von dem Gotthardsaumweg benützte Terrasse und geräth in weiterem Laufe in den Bereich des La Lume-Wildbaches, welcher sich, wie geschildert, durch seine gewaltigen und häufigen Ausbrüche auszeichnet, und zwischen mehreren Läufen wechselnd, seine Wasser- und Schuttmassen, vielfach auch grosse Felstrümmer mit sich führend, mehrere hundert Meter tief über steile Gneisswände herabschüttet.

Dieses unnahbare Wildbachgebiet unterfährt die Bahn in einem Tunnel von 480 Meter Länge, geräth aber bald in einen fast ebenso argen Riale, — di Piano Tondo genannt, — dessen Gebiet aber auf einem Viaducte von drei Oeffnungen von 30, 40 und 30 Metern überschritten werden kann; erst dann gelangt die Bahn in den obern Kehrtunnel, der einen Bogen von 280° beschreibt, und eine Länge von 1,555 Meter erhält; — nachdem die Bahn das Innere des Berges verlassen hat, umkreist die Achse den Felsvorsprung aussen in Strassenhöhe, überschreitet diese und den Riale di Piano Tondo nochmals, jetzt auf einem Viaducte mit 50, 70 und 50 Meter Oeffnung, und tritt auf's Neue 600 Meter vorwärts mit dem zweiten Kehrtunnel in den Berg ein. Dieser Tunnel beschreibt eine Kreislinie von 280° und hat eine Länge von 1,690 Meter. — Nach Durchfahrung desselben ist die Bahn wieder in das Niveau des Flusses herabgelangt, den sie nun, um auf die günstigere rechte Thalseite zu gelangen, in derjenigen Höhe zu übersetzen vermag, welche die Wasserstände des Tessin nöthig machen. Die unmittelbar vor dem Tunnelportale zu erbauende Tessinbrücke erhält eine Oeffnung von 65 Meter; die Bahnachse findet von hier an auf der rechten Thalseite am Fusse der grossen Moränelagerung des St. Peregrinoberges ein sanft ansteigendes festes und den günstigen Anschluss der Bahn bestens zulassendes Terrain, in dem sie sich 3 Kilometer, ohne wesentliche Terrainarbeiten und ohne irgendwelche Wasserläufe und Communicationen zu durchschneiden, hinzieht.

Am Ende dieser äusserst günstigen Strecke kehrt die Bahn auf einer durch zwei Inundationsöffnungen von 20 und 35 Meter erweiterten Tessinbrücke von 85 Meter zum linken Thalufer zurück; auf demselben nimmt sie sodann auf Dämmen von 3—4 Meter Höhe das durch die Hochwasserstände erforderte Niveau ein, und passirt die Steinstürze Sassi grossi in einem weiten Bogen, sich von denselben soweit zurückziehend, als es der Tessin gestattet, in dessen Gebiet sie überdies mit dem thalseitigen Dammfusse hineinreicht.

Nach Passirung dieser gefährlichen Felskuppe ist die Bahn in einem Niveau (338 Meter über Meer) angelangt, von dem aus sie ohne Anstand mit einem den Thallinien accommodirten Gefälle herabgeführt werden kann; es kann also kaum einen Grund geben, den Abschluss der Gebirgsbahn, sei es bezüglich der Bauausführung, sei es im Betriebe, weiter herabzuverlegen, als bis hieher, wo er sich von selbst ergiebt, — um so weniger, als sich hier das genügende und geeignete Terrain zur Anlage eines grossen Betriebsbahnhofes vorfindet, und dieser Ort von der bestehenden Station Biasca noch 6.7 Kilometer entfernt ist, eine Stations-Länge also, um welche der theuere Bergbahnbetrieb reduziert werden kann.

Bahnhof Bodio.

Der Bahnhof Bodio erhält eine Länge von mindestens 800 Meter und nimmt den Fuss eines längst vernarbten, mit alten Nussbäumen bewachsenen Abschnittes des Vallone-Schuttkegels ein.

Der Vallone zählt zu den schlimmsten Wildbächen des Tessinthaales. Seine Schuttmassen hatten noch im Jahre 74 einen grossen Theil der Ortschaft Bodio begraben. Seine Eruptionsrichtung wendet sich aber von dem Terrain ab, welches für den Bahnhof benützt wird, und es wird, für den zwar unwahrscheinlichen Fall, dass ein Ausbruch auch einmal wieder nach dieser Richtung hin erfolgen würde, am Rande des Bahnhofeinschnittes ein hinlänglich starker Steindamm aufgeführt werden.

Bodio-Biasca.

Der Vallone wird auf einer 20 Meter weiten Brücke überschritten. Die Bahn fällt sodann, unter

Bodio fortziehend, mit 10‰. Die bedeutende Höhenlage der Bahn zwischen Bodio und Biasca ist theils durch das Hochwasser des Tessin und die Constructionshöhen der Durchlässe, theils durch die Steigungslinie bedingt. Es ist fast durchgehends eine Dammhöhe von 5—6 Meter erforderlich, wozu das Anschüttungsmaterial aus den Geschiebebänken des Tessin, zum Theile von den Schuttkegeln der Berghalde herbeigeführt werden muss.

Kurz vor Biasca ist der Brennofluss mit einer Hauptöffnung von 80 Meter und einer Inundationsöffnung von 50 Meter zu überbrücken. Von der auf der Brennobrücke des Hochwasserstandes wegen eingenommenen Höhe fällt die Bahn gegen die Station Biasca anfangs mit 6.6‰, im letzten Kilometer aber mit 12.5‰. Zu diesem letzteren sonst vermeidlichen Steigungsverhältnisse nöthigt das zu niedrige Niveau der Station Biasca.

Diese Station ist nicht nur der Richtung nach verfehlt angelegt, indem sie eine Fortsetzung in das Brennothal, nicht aber in das Tessinthal erleichtert, sondern auch der Höhenlage nach.

Ihr nördliches Ende schneidet nämlich gegen die Thalsteigung gerichtet bereits beträchtlich in den Thalboden ein, und geräth dadurch unter das Niveau der daneben führenden Poststrasse und des ebenfalls parallel fliessenden Riale Dragonato. Eine directe Fortführung der Bahnlinie bedingt daher eine Tieferlegung sowohl der Strasse als auch des Bachbettes; — wenn das erstere auch durchzuführen wäre — wenngleich es leicht vermeidlich gemacht werden konnte — so ist das letztere geradezu undurchführbar. Die locale Tieferlegung eines viel Geschiebe führenden, sich also selbst erhöhenden Wildbaches ist ein erfolgloses Beginnen, weil jede darin künstlich eingeschaltete Gefällsstufe sich nach jeder Eruption wieder ausgleicht, daneben aber unfehlbar Ueberschwemmungen verursacht. Aus diesen Rücksichten konnte man, um die Bahn aus der Station Biasca weiter zu leiten, — zu keinem anderen Mittel gelangen, als schon fast aus der Mitte der Station mit der Steigung von 12.5‰ und mit einer in der Richtung des Tessinthaales abbiegenden Curve auszuweichen. Wenn nun auch die Einschränkung der Dimension der Station in Anbetracht der Verlegung des Maschinenwechsels nach Bodio, wonach Biasca nur mehr dem Lokalverkehre dienstbar werden wird, ohne Nachtheil für den Betrieb geschehen kann, so ist die locale Erhebung des Steigungsverhältnisses auf 12.5‰ immerhin doch für die Zugsförderung ein empfindlicher Uebelstand.

Die Erfolge, welche mit der vorbeschriebenen Trace erzielt wurden, sind nachstehende:

Resultate.

- 1) Der Ausgangspunkt der Bergstrecke (26‰) ist nach Bodio verlegt, und dadurch die Gesamtsteigungshöhe derselben um 41.7 Mtr. verringert.

- 2) Die Bahn hält in den Strecken:

Biasca-Ticinetto	12 Kilomtr.,
Lavorgo-Polmengo	7 » und
Fiesso-Piotta	5 »

zusammen 24 Kilomtr.

den Thalboden inne.

- 3) Der Lehnbau beschränkt sich auf die Strecken:

Ticinetto-Lavorgo	7 Kilomtr.,
Polmengo-Fiesso	9 »
Piotta-Airolo	5 »

im Ganzen 21 Kilomtr.

Im Uebrigen giebt die nachstehende Tabelle die Resultate im Vergleichungswege kund.

Elemente der Vergleichung.	Nach dem Projecte		
	der	Gerwig	Hellwig
	Experten 1864	1875	1876
Constructionselemente:			
Bahnlänge	Kilometer 43.600	Kilometer 43.355	Kilometer 45.335
Steigungsverhältnisse:			
a) Maximalsteigung	Beginnt bei Bodio mit 22 ⁰ / ₁₀₀ , lang 1000 Meter, dann 25 ⁰ / ₁₀₀	Beginnt bei Bodio mit 20 ⁰ / ₁₀₀ , dann 25 ⁰ / ₁₀₀	Beginnt bei Bodio mit 26 ⁰ / ₁₀₀ , lang 6,360 Meter, dann 25 ⁰ / ₁₀₀
b) Höhe beim Beginn der Maximal-Steigung.	318.0	322.5	337.65
c) Länge der Steigung:			
Zwischen Bodio und Fiesso Ganze Länge	33.255	32.785	34.472
Länge der Maximal-Steigung	25.000	25.516	23.815
In ⁰ / ₁₀₀ der ganzen Länge	75.3 ⁰ / ₁₀₀	77.8 ⁰ / ₁₀₀	69.1 ⁰ / ₁₀₀
Zwischen Fiesso und Airolo Ganze Länge	10.345	10.570	10.863
Länge der Maximal-Steigung	6.400	6.700	6.320
In ⁰ / ₁₀₀ der ganzen Länge	61.8 ⁰ / ₁₀₀	63.4 ⁰ / ₁₀₀	58.2 ⁰ / ₁₀₀
d) Summe der Steigungen.	37.800	38.900	42.918
In ⁰ / ₁₀₀ der ganzen Länge	86.7 ⁰ / ₁₀₀	89.8 ⁰ / ₁₀₀	94.6 ⁰ / ₁₀₀
e) Summe der Gefälle	—	0.500	0.300
In ⁰ / ₁₀₀ der ganzen Länge	—	1.1 ⁰ / ₁₀₀	0.6 ⁰ / ₁₀₀
f) Summe der Horizontalen	5.800	3.955	2.117
In ⁰ / ₁₀₀ der ganzen Länge	13.3 ⁰ / ₁₀₀	9.1 ⁰ / ₁₀₀	4.8 ⁰ / ₁₀₀
Virtuelle Länge (10 Meter Höhe = 800 Meter Länge der Maximal-Steigung)	112.000	111.275	109.903
Richtungs-Verhältnisse:			
a) Summe der Geraden	24.775	24.255	20.949
In ⁰ / ₁₀₀ der ganzen Länge	56.9 ⁰ / ₁₀₀	55.9 ⁰ / ₁₀₀	46.2 ⁰ / ₁₀₀
b) Summe der Curven	18.825	19.100	24.386
In ⁰ / ₁₀₀ der ganzen Länge	43.1 ⁰ / ₁₀₀	44.1 ⁰ / ₁₀₀	53.8 ⁰ / ₁₀₀
c) Summe der Curven mit dem Minimal-Radius von 300 M. In ⁰ / ₁₀₀ der ganzen Länge	10.685 24.5 ⁰ / ₁₀₀	11.228 25.9 ⁰ / ₁₀₀	13.659 30.1 ⁰ / ₁₀₀
Länge der Tunnels	4.494	7.250	8.416
In ⁰ / ₁₀₀ der ganzen Länge	10.3 ⁰ / ₁₀₀	16.7 ⁰ / ₁₀₀	18.5 ⁰ / ₁₀₀
Länge der offenen Strecke	39.106	36.105	36.919
In ⁰ / ₁₀₀ der ganzen Länge	89.7 ⁰ / ₁₀₀	83.3 ⁰ / ₁₀₀	81.5 ⁰ / ₁₀₀
Kosten der Unterbauherstellung:			
Unterbau	Fres. 18,797.435	Fres. 23,435.653	Fres. 36,054.500
per Kilometer	431.130	540.620	791.700
Offene Strecke	12,501.210	10,446.553	20,167.600
per Kilometer	319.720	289.390	543.240
Tunnels	6,296.225	12,989.100	15,886.900
per Kilometer	1,399.160	1,791.600	1,887.700