

B. Südliche Anschlusslinien.

a) Bellinzona-Lugano.

(Monte Ceneri-Linie).

In dem Projecte, welches die Experten Beckh und Gerwig bearbeiteten, und welches die erste Grundlage für das Unternehmen der Gotthardbahn bildete, ist die Linie, welche Bellinzona mit Lugano verbinden und zugleich einen Anschluss der Gotthardbahn mit der Bahn Mailand-Como (Camerlata) herstellen soll, als eingleisige Bahn, und den Terrainverhältnissen entsprechend mit einem Maximalsteigungsverhältnisse von 25‰ und zwar von der Station Giubiasco der Hauptlinie ausgehend tracirt worden. An dieser Grundlage ist auch im Verlaufe der constituirenden Verhandlungen und durch die Bestimmungen der internationalen Conferenz Nichts geändert, es ist vielmehr diese Linie unter die eingleisigen Bahnen, ohne irgend eine Beschränkung in der Grenze des anzuwendenden Gefällsverhältnisses aufgenommen und die für dieselbe nach den angeführten Principien angegebene Baukostensumme ohne Weiteres in das Kapital eingesetzt worden.

Vorbemerkungen.

Erst später haben sich die Bestrebungen dahin gerichtet, der ganzen Linie Bellinzona-Lugano günstigere Bedingungen zu geben, indem man das Maximalsteigungs-Verhältniss auf 16.67‰ ($\frac{1}{60}$) festsetzte.

Dieses Steigungsverhältniss wurde dann auch schon beim Baue des im Betriebe stehenden Bahnzweiges Lugano-Chiasso angewendet, und um dessen Anwendung auch auf dem Zwischengliede Bellinzona-Lugano möglich zu machen, fasste man in's Auge, die Linie nicht von Giubiasco, sondern schon von Bellinzona abzweigen zu lassen, und gab den Bahnhöfen von Bellinzona und Lugano von vorneherein solche Höhenlage, dass die Durchführung dieses Vorhabens möglichst erleichtert werde. Die Station Bellinzona wurde aus der natürlichen Thallage an die Lehne verlegt, und um 18 Meter erhöht. Trotzdem aber kann die Rampe, welche von dort aus zum Uebergang — resp. dem Tunnel — des Monte Ceneri heraufzuführen ist, nur unter grossen Opfern mit 16.7‰ tracirt werden; es ist vielmehr, wie bereits in einem besonderen Bericht (October 1875) nachgewiesen worden ist, selbst für diese Linie das naturgemässe Steigungsverhältniss nicht 16.7‰, sondern mindestens 18‰.

Aus Anlass des erwähnten Berichtes wurde auch wirklich Seitens der Gesellschaftsbehörden bereits der Beschluss gefasst, bei den weiteren Projectsarbeiten der Linie Bellinzona-Lugano das Maximalsteigungsverhältniss von 18‰ in Anwendung zu bringen.

Die weiteren auf dieser Grundlage vorgenommenen Detail-Studien haben indessen ergeben, dass die Bauschwierigkeiten auf einer mit 18‰ tracirten Linie noch sehr bedeutend sind, und dass der Kostenaufwand, den sie verursachen, weit über das Verhältniss hinausgeht, welches die für diese Linie bei den früheren Berechnungen und bei der Constituirung der Gesellschaft festgesetzte Summe zu dem Gesamtkapital einnimmt.

Dieses Moment war wohl gewichtig genug, um Anlass zu geben, auf die Grundlagen der ursprünglichen Berechnungen zurückzugreifen. Es wurde demgemäss eine Linie, von Giubiasco ausgehend, und mit Anwendung desjenigen Steigungsverhältnisses, welches zur möglichst günstigsten Ersteigung der Sattelhöhe dienlich ist, auf dem Terrain selbst untersucht; hiebei ergab es sich, dass eine Linie, welche von Giubiasco ausgeht, und mit 25‰ den Monte Ceneri überschreitet, um mindestens 6½ Millionen Fr. billiger herzustellen sei, so zwar, dass die effectiven Baukosten, die sich für eine von Bellinzona ausgehende, mit 18‰ Maximalsteigung tracirte Bahn auf rund 20.300,000 Fr. berechneten, sich nun nur auf 13.800,000 Fr., also um mehr als 30% billiger stellten.

Diese enormen Mehrkosten resultiren vornehmlich aus der gesonderten Ausführung der über drei Kilometer langen Parallelstrecke Bellinzona-Giubiasco, zum Theile aber auch aus den schwierigen Terrainverhältnissen, in welche die weiteren 10 Kilometer bis an den Scheitel des Ceneri in der höheren, durch das schwächere Steigungsverhältniss bedingten Lage gerathen, ein Theil wurde end-

lich durch die auf der Strecke Monte Ceneri-Lugano eingeführten, dem Terrain nicht ganz entsprechenden Steigungsverhältnisse verursacht.

Durch die genannten Modificationen reducirte sich nun die Länge der noch zu erbauenden Linie von 27.8 auf 25.7 Kilometer, und die Gesamtanlagekosten von Fr. 25,380,000 auf Fr. 16,670,000, also die Kilometer-Kosten der ganzen in Betrieb kommenden Strecke Bellinzona-Lugano von Fr. 911,000 auf Fr. 648,600.

Dieser enorme Unterschied der Kosten muss wohl jeden Zweifel darüber verscheuchen, dass derselbe gänzlich ausser Verhältniss zu den Vortheilen steht, welche mit einer Verminderung der Maximalsteigung von 25‰ auf 18‰ für den Betrieb und den öffentlichen Verkehr etwa erreicht werden könnten.

Es ist im Eingange dieses Berichtes bereits darauf hingedeutet worden, dass die beiden von Bellinzona nach Italien gehenden Bahnlinien der Gotthardbahn im Transitverkehre ganz denselben Zwecken dienen, dass aber bei gleicher Länge die Linie über Pino der geringeren Steigungen wegen weitaus betriebsgünstiger ist. Es ist daher mit Sicherheit vorauszusehen, dass der Transit-Waarenverkehr und die transitirenden Personenzüge vorwiegend über die letztere Route gelenkt, und dass die Linie über Lugano wesentlich nur dem Localverkehre und den supplementären Zwecken der Hauptlinie (Rücklenkung der leeren Wagen etc.) dienstbar gemacht werden wird.

Wenn nun dieser Umstand in Betracht kommt, so ist um so weniger einzusehen, welche Gründe dazu bestimmen könnten, in Betreff der Monte Ceneri-Linie die Basis zu verlassen, welche durch die Staatsverträge gegeben und bei Begründung der Bahngesellschaft eingenommen worden ist, zumal die Principien, welche für diese Bahnlinie a priori festgestellt wurden, dieselben sind, welche auch für die Hauptlinie der Gotthardbahn gelten, also als zur Erfüllung des grossen Hauptzweckes ausreichend angesehen worden sind.

Es ist zudem noch zu bemerken, dass die Linie Bellinzona-Giubiasco schon als zweispurige Bahn angelegt und die Grundeinlösung, die Tunnels und die grösseren Objecte schon jetzt für zwei Geleise ausgeführt sind. Für den Fall also, dass es von Bedeutung werden wird, die Züge beider Linien von Bellinzona aus schon auf getrennten Geleisen verkehren zu lassen, kann die gemeinsame Strecke Bellinzona-Giubiasco ohne grossen Kostenaufwand mit einem zweiten Geleise versehen werden.

Würde aber die Linie Bellinzona-Lugano, von Bellinzona ausgehend tracirt, so ist eine Mitbenützung der auf der Linie Bellinzona-Giubiasco schon bestehenden grossen Bauten (des Tunnels durch den Festungsberg Schwyz, des Dragonato-Aquaductes etc.) nicht möglich; es müsste vielmehr eine selbstständige Bahn, unmittelbar vom Bahnhofe ausgehend, erbaut und alle diese Bauwerke neben den schon bestehenden noch einmal hergestellt werden, denn die Bahnsteigung um 16.7 oder 18‰ muss in der Richtung gegen Lugano sofort am Bahnhofe beginnen, während die bestehende Linie in der Richtung gegen Giubiasco-Pino den Bahnhof mit einem Gefälle von 10‰ verlässt.

Die grösseren Bauten, welche in der Nähe von Bellinzona doppelt herzustellen wären, sind: durch den Festungsberg ein Tunnel mit 350 Meter Länge, für den Dragonato ein Aquaduct von 30 Meter; dazu kommen noch neu durch den Monte Tabor zwei Tunnels, 95 und 35 Meter lang etc.

Alle diese Erwägungen haben den Entschluss zur Reife gebracht, für die Verbindungslinie zwischen Bellinzona und Lugano eine von Giubiasco ausgehende, mit dem Steigungsmaximum von 25‰ den Monte-Ceneri überschreitende Trace für eine eingleisige Bahn zu proponiren.

Terrain-
Beschreibung.

Fast parallel mit dem Tessinthale von Bellinzona bis Magadino und dem Lago maggiore verläuft circa 18 Kilometer weiter südlich eine Thalfalte, welche von Menazzo (am Comosee) nach Porlezza, Lugano, Agno, Luino (am Lago maggiore) verfolgt werden kann, und zwischen Porlezza und Lugano mit einem Arm des Luganer Sees ausgefüllt ist.

Den Kamm zwischen dem Tessinthale und der eben erwähnten Thalfalte nehmen Alpenketten ein, deren Gipfel bis 2000 Meter sich erheben. Durch Riegel vielfach unter sich verbunden, begrenzen diese Ketten kleine Wassergebiete, welche sich nach den verschiedensten Richtungen hin öffnen. Quer durch die Ketten zieht sich aber von Nord nach Süd eine Depression, welche von der Passhöhe des Monte Ceneri (553 Meter Meereshöhe) zum Luganer See bei Agno (271 Meter Meereshöhe) auf 18 Kilometer mit 15.7‰ mittlerem Gefälle 282 Meter abfällt. Dieser Depression folgt das Agnothal (weiter oben Leguanotal genannt), mit welchem parallel, circa 3 Kilometer weiter östlich das bei Lugano einmündende Cassaratethal verläuft.

Gegen das Tessinthal und den Lago maggiore stürzt die Cenerikette steil ab. Während das Agnothal zum Ceneripass mit 15.7 ‰ ansteigt, senkt sich das jenseitige Gehänge zum Tessinthalboden (205 Meter Meereshöhe) auf 1 Kilometer Länge 248 Meter, also mit 1:4.

An diesem Steilgehänge haben zahllose Wildbäche tiefe Runsen gerissen. Nur die längeren Bäche z. B. der bei Cadenazzo mündende und namentlich der Oro bei Giubiasco überschütten den Tessinthalboden mit Gerölle.

Viele dieser Bäche fliessen nicht geradenwegs dem Tessin zu, sondern vereinigen sich am Bergfusse in Gruben, welche durch den weiten sumpfigen Thalboden in vielen Krümmungen dem Flusse zuschleichen. Die Bachschluchten sind am unteren Thalgehänge überall in den Felsen eingeschnitten und zeigen in zahllosen Profilen, wie dünn die mit Kastanienwäldungen, Weinbergen, Wiesen bestandene Erdscholle auf den von Gletschern polirten und geriffelten Klippwänden lagert. Diese Gletscherspuren lassen sich auf beiden Seiten der Einsattlung des Monte Ceneri zu fast 1,000 Meter Meereshöhe verfolgen. Im ganzen Leguano- und Agnothal sind sie wahrnehmbar, besonders durch Moränenzüge, welche auch die mehrerwähnte Einsattlung zwischen Lugano und Agnothal theilweise bedecken. Am Nordabfalle der Cenerikette finden sich nur spärliche Moränenüberreste, z. B. hoch oberhalb St. Antonino.

Am nördlichen Absturze der Monte Cenerikette streift glimmerreicher Gneiss mit Zwischenlagen von Glimmerschiefer zu Tage. Gleich südlich vom Cenerisattel folgt fester Gneiss mit überwiegend braunem Glimmer, woran sich beim Bahnhofe Lugano Schichten von Quarzit- und Glimmerschiefer schliessen.

Geologische Beschaffenheit.

Die allgemeine ostwestliche Streichrichtung der Schichten mit anfangs schwächerem, später steilerem Einfallen in Süd lässt die ganze Bergparthie zwischen Tessinthal und Luganer See im Ganzen als eine Platte erscheinen, welche am südlichen Tessinthalgehänge gehoben, flach gegen Süd abfällt, während sie ihre schroffe Bruchkante dem Tessinthal zuwendet.

Im Bahnhofe Giubiasco hat die Hauptbahn die Höhe von 232.9 Meter über Meer. Die günstigste Höhe für die Scheitelstation Bironico liegt zwischen 474 Meter und 475 Meter; es sind also 242 bis 243 Meter zu ersteigen; und um dies mit dem Steigungsverhältnisse von 25 ‰ oder $\frac{1}{40}$ zu thun, ist eine Länge von nahezu 10 Kilometer erforderlich; die Bahnlinie gewinnt, wenn sie von Giubiasco an der Lehne, den Terraincurven angemessen folgend, aufsteigt, und den Bergrücken in der durch die Richtung vorgezeichneten Linie im Tunnel durchbricht, ungefähr 10.5 Kilometer Länge, — es bleibt also eine kleine Mehrlänge übrig, welche zur Ermässigung des Steigungsverhältnisses im Tunnel und zur Einschaltung einer geeigneten Steigung am Austritte aus der Station Giubiasco vortheilhaft verwendet wird.

Höhen-Verhältnisse.

Im Uebrigen sind sowohl Länge wie Höhe fast unabänderlich durch die besonderen Terrainverhältnisse vorgeschrieben, und es lässt sich daran so wenig etwas gewinnen, wie abmindern. Was die Länge anbetrifft, so könnte eine Vergrösserung derselben zur Erzielung eines geringeren Steigungsverhältnisses — nur durch weitere Entfernung und gleichzeitige Tieferlegung des oberen Endpunktes erzielt werden, da eine künstliche Entwicklung der Bahnachse durch Kehrschleifen oder Spiraltunnels natürlich von vorneherein ausser Frage bleiben muss; in Bezug auf die Lage und Höhe dieses oberen Endpunktes aber giebt die Terrainsgestaltung ganz bestimmte Grenzen.

Lage und Länge des Tunnels.

Der Leguanobach entspringt fast auf dem Grath der Lehne des Tessinthal in der Höhe von etwa 560 Meter über Meer. Der obere Lauf, etwa einen Kilometer lang bis zu der Stelle, welche jetzt als Scheitelpunkt für die Bahn angenommen ist, also bis zur Höhe von 475.5 — hat ein Gefälle von $8\frac{1}{2}$ ‰, ist daher für eine Bahn unbenützbare; — an diese steile Thalstrecke schliesst sich eine Thalstufe an, welche durch den Schutt zweier seitlich einbrechenden Wildbäche allmählich gebildet ist, und etwa auf einen Kilometer Länge ein Gefälle von nur 5—6 ‰ in das Thal einfügt; nach Passirung dieser Stufe nimmt das Leguanothal ein Gefälle von 14 bis 20 ‰ wechselnd an, welches sich bis Lamone fortsetzt.

Da nun die Thalrichtung des Leguano nahezu normal steht zu der Richtung der Thallehne des Tessin, also auch zu der an derselben liegenden Bahnlinie, und die letztere durch den zwischen beiden emporragenden Berggrath nicht anders, als mittelst Tunnel in Verbindung treten kann, so ist es in der Natur der Dinge gelegen, dass man mit der offenen Bahnlinie von beiden Seiten soweit gegen diesen Grath vorzudringen trachtet, als nur irgend möglich. Von Seite des Tessinthal ist

die Grenze durch die Höhengcurve gegeben, welche die Bahn ungefähr im Schnittpunkte mit der normalen Richtungslinie des Leguanothales gewinnen kann. Dies ist annähernd die Höhengcurve von 438 oder 440. Auf der entgegengesetzten Seite, im Leguanothale, ist — wie bereits gesagt, — die höchste Lage, welche mit der Bahn erreicht werden kann, die Thalstufe in der Meereshöhe von 470—475 Meter, und diese ist, direct gemessen, 1,670 Meter von jener Höhengcurve, d. i. von der Anschnittslinie der Bahn auf der Tessinthalseite entfernt.

Diese Entfernung bestimmt einerseits die Länge des Tunnels, welcher zur Durchdringung des Monte Ceneri-Rückens erforderlich ist, und andererseits wird durch diese beschriebenen Umstände bedingt, dass das Steigungsverhältniss, welches die Bahn an der Tessinlehne innegehabt, durch die ganze Tunnellänge fortgesetzt werden muss, um damit die auf der Leguanoseite erstiegene Bahnhöhe ebenfalls zu erreichen.

Der Höhenunterschied, welcher sich zwischen beiden Tunnelmündungen ergibt, beträgt 37 bis 38 Meter; um diese in der Tunnellänge von 1,670 Meter zu ersteigen, muss durch denselben das Bahngefälle von 22.5 ‰ angewendet werden.

Die Versuche, die Scheithöhe der Bahn geringer zu wählen, d. h. mit derselben im Leguanothale abwärts, also weiter vom Grath des Bergrückens wegzurücken, können bei den beschriebenen Verhältnissen nicht zu einem günstigen Resultate führen, denn der Umstand, dass der obere Theil des Thales zu flach ist, um ohne sehr bedeutende Horizontalentfernung überhaupt an der Höhe etwas profitieren zu können und dass unterhalb dieser verflachten Stufe, aber nur in geringem Grade, eine Abnahme der Höhe eintritt, hat zur Folge, dass der Tunnel bei Aufsuchung eines tieferen Punktes im Thale, für den Beginn des beidseitigen Bahngefälles, sehr rasch an Länge zunimmt, und ferner, dass der Tunnelmund aus dem Bereiche der anstehenden Felswand gelangt und sich der Thalsole zu sehr nähert, und endlich, dass der Tunnel eine Lage zum Thalbboden einnimmt, welche der eines Brunnens gleicht und die Gefahr in sich birgt, es könne das Wasser des Leguanobaches in denselben eindringen und in das Tessinthal abfliessen.

Aus diesem Grunde haben auch alle bisherigen Studien, gleichviel welches Steigungsverhältniss für die Bahn dabei angenommen wurde, ungefähr auf dieselbe Scheithöhe (470—475 Meter) und auf dieselbe Tunnellänge (von circa 1,600 Meter) geführt; und bei allen Studien hat sich ergeben müssen, dass schon bei einer Tieferlegung des Scheitelpunktes um nur 10 bis 15 Meter eine Mehrlänge des Tunnels um 1,000 Meter eintritt und es ist begreiflich, dass die damit entstehenden Mehrkosten von jedem weiteren Versuche abgeschreckt haben.

Eine wesentliche Verkürzung des Tunnels liesse sich nur durch Einführung eines noch grösseren Steigungsverhältnisses als 25 ‰, oder durch die Herabführung der Rampe von 25 ‰ bis Bellinzona anstatt bis Giubiasco erzielen.

Das erstere Mittel entspricht nicht den Grundbedingungen des Unternehmens, das zweite aber bringt keine ökonomischen Vortheile, denn was dabei an den Kosten des Tunnels erspart würde, wäre reichlich durch die Verlängerung der Linie und die grossen Bauschwierigkeiten in der Strecke Giubiasco-Bellinzona wieder preisgegeben.

Was nun die Linie vom Scheitel des Monte Ceneri bis Lugano betrifft, so würde, wenn einmal das Maximalsteigungsverhältniss von 25 ‰ auf der Monte Ceneri-Linie überhaupt in Anwendung kommt, wenn also eine entsprechende Beschränkung der Zugsleistung eintreten muss, durch eine ängstliche Begrenzung des Steigungsverhältnisses in einzelnen Theilen der Linie, welche nur durch beträchtliche Geldopfer erkaufte werden kann, gewiss der Zweck verfehlt werden, und es muss daher als wohlbegründete Consequenz der ersteren Massnahme angesehen werden, wenn nun in den übrigen Theilen der Linie dasjenige Gefällsverhältniss (natürlich innerhalb des Maximalgefälles) angewendet wird, welches sich dem Terrain am besten anschliesst und die billigste Bauausführung zulässt. Von diesem Gesichtspunkte ausgehend, sind nun auch auf der Linie im Leguanothale grössere Steigungen und zwar bis zu 21 ‰ in Anwendung gekommen.

Nach dieser allgemeinen Begründung der für die Trace der Monte Ceneri-Linie angewendeten Grundsätze folgt die Beschreibung der Trace selbst:

Die Station Giubiasco liegt fast einen Kilometer von der eigentlichen Berglehne entfernt am Fusse des Schuttkegels, welchen die Morobbia Oro in's Thal gebaut hat; um nun die Bahnlinie so rasch als möglich an die Berglehne zu führen, an der sie für das ansteigende Niveau Stütze suchen muss, wird die Bahnachse aus der mit dem Tessinthale gradlinig gegen Südwest fortschreitenden Hauptbahn mit einem Viertelkreisbogen in die südöstliche Richtung abgeleitet. Da sich das Terrain des Kegels nur langsam hebt, und die Bahn, wenn sie ihre Maximalsteigung sogleich am Bahnhofe beginnen würde, zu sehr hoher Dammanschüttung nöthigte, so wurde diese auf $\frac{1}{2}$ Kilometer Länge auf $12\frac{1}{2} \text{ ‰}$ ermässigt.

Innerhalb dieser Strecke dringt die Bahn zunächst durch die kleine vor Giubiasco erbaute Lurette, darauf wird die Morobbia mit einer 25 Meter weiten und sodann auch die Kantonalstrasse mit einer 8 Meter weiten Brücke überschritten; weiter tritt die Bahnachse mit einer ebenso scharfen Wendung, wie die erste, wieder in die alte südliche Richtung ein und setzt nun ihren Lauf an der Bahn fort.

Diese Lehne gehört zu den schwierigsten Terrainabschnitten, welche von den Linien der Gotthardbahn berührt werden. Dieselbe ist nicht nur sehr steil und felsig, sondern auch von unzähligen meist schuttführenden Wildbächen durchfurcht.

Der Neigungswinkel der Lehne erreicht vielfach 45 Grad und verflacht sich fast nirgends unter 30 Grad; um die Bahnstufe zu schaffen, sind also fast der ganzen Länge nach grosse Mauern erforderlich und die in den Schluchten herzustellenden Durchlässe erhalten starke Neigungen und bedeutende Längen.

Diese Verhältnisse werden, je höher die Bahn an dem Gelände heraufrückt, desto ungünstiger, zudem vermehren sich nach aufwärts die Bachgerinne wesentlich, da sich die meisten Wasserläufe oben in mehrere einzelne Furchen spalten.

Im Längenprofile der Bahn wechseln nur Abgrabungen und Aufdämmungen in rascher Folge.

Wenn deren Länge auch nicht gross ist, so nehmen die Böschungen derselben doch ausserordentliche Dimensionen an, und in jedem Damme ist eine Durchflussöffnung nöthig.

Auf der 8 Kilometer langen Rampe bis zum Haupttunnel kommen über 40 derartige Durchlässe vor, worunter die bedeutendsten, der über das Valle di Piantorino und über das Valle di Robasacco je 50 Meter, über den Riale di Vigana 30 Meter, Valle della Crotta und di Salvaccia 25 Meter und mehrere andere 16 und 10 Meter Lichtweite erhalten müssen. Durch die beidseitigen Thal-klippen des Valle di Piantorino sind Tunnels zu treiben, u. z. an der nördlichen ein 141 Meter, und an der südlichen ein 408 Meter langer Tunnel, an welch' letzteren sich ein kleinerer, nur durch das Valle di Meggiagna von jenem getrennter, von 74 Meter Länge anschliesst.

Bald nach Uebersetzung des Robasaccothales durchschneidet die Bahnachse die Kantonalstrasse in ihrer oberen Schleife im Niveau, und zieht nun unterhalb derselben hin, bis sie mit einer östlich gewendeten Curve von 400 Meter in den Tunnel eintritt.

Der Tunnel liegt, nachdem die Curve bis zu einem Viertelkreisbogen durchlaufen ist, in einer Geraden und im Gefälle von 22.5 ‰ , hat eine Länge von 1,670 Meter, wovon 700 Meter durch einen 85 Meter tiefen Schacht abgebaut werden können.

Das gegen die Nordseite gerichtete continuirliche Bahngefälle bricht erst 25 Meter vor dem Ostportale des Tunnels ab, und geht nun in entgegengesetztes Gefälle von 4 ‰ über, welches den Zweck hat, den Eintritt des Thalwassers in den Tunnelschlauch zu verhindern. Sodann beginnt eine 815 Meter lange Horizontale, in der Meereshöhe 474.86, in welcher die Station Bironico-Lamone liegt. Am Ende dieser Horizontalen beginnt das continuirliche Gefälle des Leguanothales, dem sich nun die Bahnlinie anschliesst. Sie bleibt nun in entsprechender Höhe über dem Hochwasserstande desselben an der linken Thallehne, Bach und Cantonalstrasse rechts liegen lassend.

Die seitlichen Wildbäche sind meistens ohne Geschiebe und mit mässigen Brückenöffnungen zu überschreiten; der Vedeggio bei Camignolo, einer der bedeutendsten, nach welchen nun der Fluss seinen Namen erhält, bekommt eine Brückenöffnung von 15 Meter.

Von St. Ambroggio bis Taverne verengt sich das Thal; an der linken Seite tritt der Monte Brena bis an den Fluss vor, mit steilen Klippen in denselben abfallend; über seiner Schwelle bildet sich eine Stromschnelle, welche auf 100 Meter Länge mit 8 bis 10 Meter abfällt. Die Bahn, welche bis dahin den Thalgefällen mit 11 bis 18 ‰ folgen konnte, geht hier, um diese Stufe wieder ein-

zuholen, in 21 ‰ Gefälle über; durch den Vorsprung des Brenaberges bricht sie mit einem 67 Meter langen Tunnel.

Dem nördlich gebogenen scharfen Knie des Flusses bei Taverne folgt die Bahnachse, immer auf dem linken Ufer bleibend, und zwischen diesem und dem Mühlbache der Molino Sala passierend, mit einem Radius von 300 Meter.

Lamone-Lugano.

Erst weiter unten überschneidet sie die Kantonalstrasse, und legt sich nun zwischen diese und den Fluss. Bei Lamone, wo sich das Thal erweitert, und sich die Strasse, welche bis nach Agno an den Lago di Lugano in demselben fortzieht, von der nach Lugano führenden abzweigt, folgt die Bahn dieser letzteren, tritt neben derselben in die Station Lamone (318—320 Meter) ein, und hebt sich sodann mit 11 ‰ bis zu dem Massagnetunnel empor, nach dessen Durchfahrung die Station Lugano erreicht ist.

Dieser letzte Tunnel ist 1,105 Meter lang, und ungefähr in der Mitte durch einen bereits von früher her vorhandenen 30 Meter tiefen Schacht getheilt. Gegen Westen hin liegt er im Gefälle von 3.5, gegen Osten von 8 ‰.

Bei der ganzen Trace — Giubiasco-Lugano — ist das Bestreben massgebend gewesen, die Baukosten dieser Bahnlinie ihren untergeordneten Verkehrsverhältnissen und der secundären Bedeutung für die Gotthardbahn entsprechend auf das geringst mögliche Maass herabzudrücken. Wie schon Eingangs angeführt, ist es gelungen, dieselben auf die Summe von 16,670,000 Fr., das ist 648,600 Fr. per Kilometer zu beschränken, während die Baukosten sich bei der früher in's Auge gefassten, von Bellinzona ausgehenden Trace, welche auf der Tessinseite die Maximalsteigung von 18 ‰ und auf der Lugano-Seeseite 15.5 ‰ einhielt, auf 25,380,000 Fr., also 911,000 Fr. per Kilometer stellten.

Die Differenz macht also 8,710,000 Fr. oder circa 34 ‰ aus.

Dieses Resultat rechtfertigt gewiss den Vorgang um so mehr, als durch die Einhaltung der früheren Steigungs- und Richtungsverhältnisse der Verkehr und die Ertragsfähigkeit der Bahn gewiss sehr wenig, keinesfalls aber um 34 ‰, gegenüber dem auf einer nach dem gegenwärtigen Project gebauten Bahn zu erzielenden, verbessert werden würde.

Die erzielten Erfolge sind in nachstehender Tabelle verzeichnet:

Elemente der Vergleichung.	Nach dem Projecte		
	der Experten 1864	Gerwig 1875	Hellwag 1876
Constructionselemente:			
	von Giubiasco Kilometer	von Bellinzona Kilometer	von Giubiasco Kilometer
Bahnlänge	25.700	29.050	25.726
Steigungsverhältnisse:			
a) Maximalsteigung	25.‰	16.67‰	25.‰
b) Summe der Steigungen	12.100	16.447	12.810
<i>In ‰ der ganzen Länge</i>	47.1‰	56.6‰	49.8‰
c) Summe der Gefälle	12.025	9.906	11.848
<i>In ‰ der ganzen Länge</i>	46.8‰	34.1‰	46.1‰
d) Summe der Horizontalen	1.575	2.697	1.068
<i>In ‰ der ganzen Länge</i>	6.1‰	9.3‰	4.1‰
Richtungs-Verhältnisse:			
a) Summe der Geraden	14.785	17.070	13.816
<i>In ‰ der ganzen Länge</i>	57.5‰	58.7‰	53.7‰
b) Summe der Curven	10.915	11.980	11.910
<i>In ‰ der ganzen Länge</i>	42.5‰	41.2‰	46.3‰
c) Summe der Curven mit dem Minimal-Radius von 300 M.	3.090	5.620	6.450
<i>In ‰ der ganzen Länge</i>	12.0‰	19.3‰	25.1‰
Länge der Tunnels	3.395	6.277	3.490
<i>In ‰ der ganzen Länge</i>	13.2‰	21.6‰	13.6‰
Länge der offenen Strecke	22.305	22.773	22.236
<i>In ‰ der ganzen Länge</i>	86.8‰	78.4‰	86.4‰
Kosten der Unterbauherstellung:			
	Fres.	Fres.	Fres.
Unterbau	10,972.560	17,972.560	8,950.000
<i>per Kilometer</i>	426.900	618.700	348.200
Offene Strecke	7,577.560	6,673.960	4,626.500
<i>per Kilometer</i>	211.800	293.100	208.100
Tunnels	3,395.000	11,298.600	4,323.500
<i>per Kilometer</i>	1,000.000	1,800.000	1,238.700