

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 Menaggio (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 LUNETTE, 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 welchem 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.

Bironico-
Lamone.

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 Durchföhrung 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 möglichste 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

b) Cadenazzo-Pino.

Terrainbe-
schreibung.

Von der Einsattlung des Monte Ceneri gegen Südwest verändert der Absturz des Gebirges nach dem Tessinthale und Lago maggiore hin seinen im Vorigen geschilderten allgemeinen Character nicht.

Die Wildbäche bei Quartino, Vira, Molinetto, Dirinella brechen aber aus Seitenthälern, deren Wasserscheiden südlicher liegen als der Kamm des Ceneripasses; sie haben deshalb grössere Sammelgebiete, und ihre bei Gewitterregen ausserordentlich rasch anschwellenden Wässer führen enorme Schuttmassen mit sich, welche sie als breite unregelmässige Schuttkegel zwischen den Ausfallpforten der Felsschluchten und dem Seestrände absetzen. Durch den Schuttkegel von Quartino, der sich noch im Tessinthale verflacht, hat der Quartinobach eine so dauernde Schale gewühlt, dass der Kegel auf ihren beiden Seiten längst vernarben konnte.

In die Ueberschüttungsgebiete von Magadino, Vira, Molinetto, Dirinella bringt aber jeder Wolkenbruch neues Leben, und zur Beweglichkeit jenes von Magadino trägt der seinen Fuss untergrabende Tessin auch das seinige bei.

Zwischen den genannten haben noch zahlreiche kürzere Tobel den Bergabhang durchfurcht, und gleichsam cannellirt.

An der Mündung eines jeden derselben, der mächtig genug ist, ein kleines Gebiet zu überschütten, kann man sicher sein, auch ein Dorf oder einen Weiler zu treffen.

Die Schluchtöffnungen, aus denen die Schuttmassen sich ergiessen, und oberhalb welcher alle Tobel überbrückt werden könnten, liegen fast im gleichen Horizonte, circa 20 Meter über dem Seespiegel, noch andere, gleichsam im Entstehen begriffene Runsen, beginnen in halber Berghöhe und enden, bevor sie noch die Thalsohle erreichen.

Geologische
Beschaffenheit.

Auf der gewöhnlich mit einer dünnen bewachsenen Erdkruste bedeckten, vielfach von Gletschern polirten und geriffelten Felsunterlage finden sich eigentlich nur südwestlich von Vira Ablagerungen von Moränenschutt.

Viele der Schluchten aber durchziehen in ihrem oberen Laufe Moränen, und manche derselben, z. B. gleich südwestlich von Simiana, sind durch geschichteten, mittelst sandigen Lettens verkitteten Schutt geschnitten, von welchem schwierig zu sagen ist, ob er unmittelbar abgesetzter oder oben weggeführter und unten wiederdeponirter Moränenschutt sei. Jedenfalls liefert dieser Schutt das Hauptmaterial, welches zu Thal geführt wird.

Das vorherrschende Gestein an diesem Abhange ist glimmerreicher Gneiss mit Lagen von Glimmerschiefer, beide häufig rostig und verwittert. Das Einfallen der Schichten ist bergabwärts, d. h. südwestlich im Mittel 62°. Die Streichrichtung aber ist conform der Richtung des Seestrandes Nordost.

Einer vorherrschend in Südsüdost gerichteten Klüftung hat man wohl die Entstehung der vielen Tobel zunächst zuzuschreiben. Deutliche ostwestlich gerichtete Piottinen mit 40° nördlichem Einfallen treten aber namentlich an einer nackten weissen Klippe südwestlich von St. Nazaro hervor.

Vor-
bemerkungen.

Die directe Fortsetzung der Gotthardbahn nach Italien (Genua) wird — wie bereits im Eingange dieses Berichtes dargethan — ohne Zweifel die am Lago maggiore entlang führende Bahn bilden.

Zu dieser Linie gehört die Theilstrecke der bereits im Betriebe stehenden Tessiner Thalbahnen von Biasca bis Cadenazzo.

Bei Ausführung derselben wurde die Station Cadenazzo schon so situirt und ausgestattet, dass dieselbe von der Zeit an, wo die Bahn bis dahin als Hauptverkehrslinie dienen wird, die Abzweigungsstation für den Flügel Locarno bildet.

Bahnbeschrei-
bung.

Neu zu erbauen ist die Bahnlinie von Cadenazzo nach Pino (Grenze).

Cadenazzo-
Magadino.

Die Station Cadenazzo liegt 211.30 Meter über Meer, ihre Entfernung von Bellinzona beträgt 8.675 Kilometer, das Maximalgefälle zwischen beiden Stationen 10‰. Die aus Cadenazzo auszweigende Flügelbahn nach Locarno verlässt die Station in gerader Fortsetzung der Stationsachse und behält die gerade Richtung auf 1,500 Meter Länge bei.

Das Gefälle dieser Strecke beträgt 10‰.

Da es von vorneherein nothwendig sein wird, dem Flügel von Locarno bis in die Station Cadenazzo ein eigenes Geleise zu belassen, und dass Richtung wie Gefälle dieser 1,500 Meter langen Strecke mit denen der Hauptlinie zusammentreffen, so ist angenommen, dass diese Bahnstrecke doppelgleisig hergestellt werde. Bei Kilometer 1.5 aber wendet sich der Flügel westlich, und die Hauptlinie gegen Pino wird von diesem Punkte aus anfangs noch geradlinig, dann aber einen Bogen gegen Osten einschlagend, selbstständig weiter geführt; das Gefälle wird zunächst auf 2‰ reducirt und dann eine Horizontale eingeschaltet, mit welcher die Bahn bis an die nach Magadino führende Cantonalstrasse gelangt. Diese übersetzt sie im Niveau, und wendet sich dann der Thallehne zu.

Die Führung der Trace bis Pino ist ihrer Richtung nach fast unabänderlich durch Thal und See vorgeschrieben, die Höhenlage aber zu bestimmen, besteht völlig freie Hand. Höhenlage der
Trace.

In dieser Beziehung ist in erster Linie die Entscheidung der Frage nothwendig, ob die Bahn so zu legen ist, dass ihre Stationen unmittelbar mit dem See in Verkehr treten können oder nicht. Verkehr mit
dem See.

Es scheint, dass die Nothwendigkeit eines solchen Verkehrs mit dem See nicht besteht. Magadino war wohl vor Bestand der Eisenbahn der nördliche Endpunkt der Dampfschiffahrt und hatte sowohl für den Touristenverkehr wie auch für den Handel besondere Bedeutung.

Bis hierher verkehrten die Posten über den Gotthard und Bernhardin und es hatten sich hier einige Magazine (namentlich für Käse) und Speditionsgeschäfte etablirt.

Seit Eröffnung der Bahnstrecke Biasca-Locarno sind aber die Verhältnisse gänzlich andere geworden. Der Touristenverkehr hat sich vollständig von Magadino weg und nach Locarno gewendet, und auch Handelswaren kommen kaum noch hierher. Aus den Käsemagazinen werden wohl noch die vorhandenen Vorräthe abgeführt, aber neue Sendungen treffen nicht mehr ein; auch die Posten, die nun mit dem Bahnzuge befördert werden, gehen in Locarno auf's Schiff.

Die sehr geringen Verkehrsbeziehungen zwischen Strasse und Schiff, welche gegenwärtig noch in Magadino bestehen, werden sicher in kürzester Zeit gänzlich aufhören, und werden auch schwerlich nach Eröffnung der ganzen Gotthardbahn, wenn also auch Magadino in den Besitz einer Bahnverbindung gelangt, wieder lebhaft werden, denn es fehlen die Bedingungen, welche dazu führen könnten: 1) ist die Landung der Schiffe in Magadino schon jetzt äusserst erschwert, und der Hafen wird durch den Tessin und den Molino-Wildbach einerseits und die Verzasca andererseits alljährlich mehr versandet; 2) ist die Umgegend von Magadino in sanitärischer Beziehung sehr ungünstig und endlich 3) ist es im Interesse der Bahn selbst gelegen, der Hauptbahn die Waren und Passagiere, welche in der Seerichtung verkehren, soviel als möglich zu erhalten, den Verkehr aber, welcher überhaupt auf das Schiff geht, auf den Flügel nach Locarno zu lenken, um diesen thunlichst zu alimentiren.

Noch weniger kann aber davon die Rede sein, dass in anderen Orten am See Verbindungen zwischen Bahn und Schiff Bedürfniss sind, oder befördert werden müssten, denn alle andern Orte sind höchst unbedeutend, haben gar keinen Handel und Verkehr; ihre Einwohner leben vorwiegend vom Fischfange und arbeiten meist in der Fremde. In denselben wird sich also gewiss kein Anlass finden, einen Warenumschlag zwischen See und Eisenbahn einzurichten.

Somit können es wohl lediglich technische Rücksichten sein, welche die Wahl der Höhenlage der Trace bedingen.

Gerwig hatte bei seinen Studien, welche er im Jahre 1874, also vor Eröffnung der Bahn machte, wohl noch die alten Verhältnisse von Magadino vor Augen, und diese mögen ihn bewogen haben, die Trace so zu legen, dass in Magadino eine Station am Ausflusse des Tessin in den See, unmittelbar am Ufer desselben, projectirt werden konnte. Diese Lage der Station war in vielfacher Beziehung ungünstig, und verursachte grosse Kosten, indem sie selbst den Angriffen von Fluss und See, in deren Hochwassergebieten sie lag, bedenklich ausgesetzt war, auch hatte die Stationsanlage zur Folge, dass die ganze Bahnlinie zwischen Contone und Magadino in gefährliche Nähe zum Tessin zu liegen kam.

Da nun aber diese Verhältnisse nicht mehr bestehen, konnte kein Zweifel darüber sein, dass die Trace so rasch als möglich dem Bereiche des Tessinhochwassers entzogen und in diejenige Höhe gebracht werden müsse, welche sie am Ufer des See's haben muss, um einestheils über die unmittelbar am Ufer liegenden Ortschaften zu gelangen, andererseits alle Einbauten in den See oder auch nur Anschüttungen auf die in denselben reichenden und zu Abrutschungen geneigten Uferwiesen zu

vermeiden, und endlich um die zahlreichen die Lehne durchfurchenden Wasserrinnen möglichst oberhalb der Schuttkegel zu übersetzen, welche sie vor ihren Mündungen aufbauen.

Die Bahn wird diesen Umständen gemäss am besten in ein Niveau von 220 bis 230 Meter, also 20 bis 30 Meter über den Hochwasserspiegel des See's gelegt; dasselbe kann jedoch je nach den localen Erfordernissen durch schwache Steigungen gesenkt oder gehoben werden.

In die höhere Lage geht die Bahn schon, sobald sie die Lehne erreicht hat, über, zunächst nur um den bei Quartino vorbrechenden Wildbach in geeigneter Lage passiren zu können. Derselbe führt grosse Schuttmassen mit sich und breitet dieselben, nachdem er sie bis zur Strasse, theilweise noch im eigenen Felsbette, theilweise in künstlichen Gerinnen mitgetragen, im Thalbecken aus.

Es ist deshalb nicht rathsam die Bahnachse so zu legen, dass der Schuttkegel des Baches mit einer Bahnbrücke zu passiren wäre; aber auch zur Ueberbrückung desselben im Bereiche seines enggeschlossenen Felsbettes lässt sich die Höhenlage nicht gewinnen, zudem hemmt das jenseits des Baches ausgebreitete Dorf die freie Bewegung; es musste daher, um der Bahn eine gesicherte Lage zu verschaffen, zur unterirdischen Führung geschritten und dieselbe in den unter der Mündung des Baches anstehenden Felsriff verlegt werden.

Der zur Unterfahrung des Quartino erforderliche Tunnel ist 320 Meter lang. Nach Passirung des Dorfes Partino zieht die Bahn neben der Strasse an der Lehne hin, anfangs im selben Niveau bleibend, dann allmählig sich hehend. Der Ort Ponte wird schon an der Bergseite umgangen, ebenso Magadino di Sopra.

Ueber den Brunobach wird eine Brücke mit 20 Meter, und den nächsten Wildbach eine solche mit 10 Meter erforderlich. Bei Magadino hat die Bahn schon die Höhe von 219 Meter erreicht. Die Passirung Magadino's muss wiederum im Tunnel geschehen, da für eine offene Uebersetzung des durch den Ort herabstürzenden Molinobaches, theils wegen des Umfanges der Geschiebemassen, welche derselbe führt, und mit denen er erst im Jahre 1874 den Ort grösstentheils verschüttet hat, theils wegen der Beschränkung des Raumes durch die Kirche und die Wohngebäude, welche den ganzen steilen Felsrand der Ufer einnehmen, keine geeignete und zugleich hinlänglich sichere Stelle gefunden werden kann.

Der Tunnel unter dem Molinobach ist 490 Meter lang.

Magadino-
Grenze.

Gleich nach Austritt aus dem Molinotunnel tritt die Bahn in die Station Magadino ein. Dieselbe liegt an der Lehne in der Höhe von 222.50 Meter parallel zur Strasse und ungefähr gleich weit (je 1 Kilometer) von Magadino und Vira — dem nächsten grossen Orte am See — entfernt.

Von der Cantonalstrasse, welche in der Höhe von 205 Meter liegt, ist der Stationsplatz auf an der Lehne ansteigenden Zufahrtswegen von beiden Seiten direct zu erreichen. Sollte es Bedürfniss sein, die Käsemagazine, welche gerade unterhalb des Stationsplatzes liegen, mit diesem zu verbinden, so kann dies durch directe Aufzüge auf das günstigste geschehen.

An dem Seegelände von Magadino bis an die Landesgrenze fallen unzählige Runsen und Wasserläufe in den See ab, welche die Bauherstellungen der Bahn ausnehmend erschweren und vertheuern. Es findet ein fortwährender Wechsel zwischen Abgrabungen und Aufdämmungen statt, und kaum eine der Runsen kann ohne Durchlass überdämmt werden.

Zwei der vorspringenden Terrainfalten, — diejenigen, welche das Becken von Vira einschliessen, — müssen sogar mit Tunnels durchbrochen werden, von denen der eine 70 Meter, der andere 190 Meter lang wird.

Unter den Durchlässen und Brücken sind die folgenden als die bedeutendsten anzuführen:

Der Valleggio di Carognola . . .	15—20 Meter.
Torrente di Vira	20 „
Valleggio di Vedeggio	15 „
Valleggio di Crana	15 „
Riale Pontiggia	15 „
„ di Piozogna	10 „
„ di Molinetto	60 „

Riale	di Contone	20 Meter.
„	di Gera	20 „
„	di Ranzo	20 „
„	di Ronco	20 „
„	di Isuella (Grenzbach)	15 „

Die Entfernung der Station Magadino bis zur Landesgrenze beträgt 8.9 Kilometer. Die erste Station auf italienischem Boden wird voraussichtlich nach Massagno um 8.5 Kilometer weiter zu liegen kommen, so dass die Entfernung Magadino — Massagno 17.4 Kilometer betragen wird.

Es ist die Einschaltung einer Station auf Schweizer Gebiet also schon in Rücksicht auf diese Entfernung motivirt; zudem scheint es aber auch nothwendig, der Bevölkerung des Seeufers noch einen Verkehrspunkt zu schaffen.

Die grösseren Ortschaften nächst den genannten (Magadino und Vira) sind am See: Molinetto-Contone-St. Nazzaro, zusammen 500—600 Seelen, Gera-Scimiane mit zusammen 700—800 Seelen, beide Ortschaftscomplexe sind nur 1 1/2 bis 2 Kilometer von einander entfernt; auf der Höhe von 900—1000 Meter liegen wohl noch eine Reihe kleiner Ortschaften, welche aber nur geringe Bedeutung und sehr mangelhafte Verbindungen zum Seeufer haben, nur Piazzogna hat eine Fahrstrasse.

Der Bedeutung des Lokalverkehrs nach — wenn von einem solchen überhaupt die Rede ist — sollte die Station zwischen die genannten beiden Hauptortscomplexe gelegt werden; es ist aber gerade in dieser Strecke die Lehne am steilsten und von den meisten Wasserläufen zerrissen, so dass die Anlage einer Station hier am meisten Kosten verursachen würde. Unter den bestehenden Umständen ist es aber gewiss gerechtfertigt, die Stationslage nicht nach etwaigen Ortsinteressen, sondern nach baulichen Rücksichten zu wählen. Nun bietet sich der günstigste Platz für eine Station — fast die einzige Parthie, wo die Terraineurven sich so erweitern, dass eine Stationsfläche ohne grosse Schwierigkeiten hergestellt werden kann, und an der auf Stationslänge kein bedeutendes Bergwasser abfällt, — bei St. Nazzaro, der Hauptfraction von Molinetto.

Hier ist deshalb eine Zwischenstation projectirt; — dieselbe liegt circa 4 Kilometer von Station Magadino und 5 Kilometer von der Grenze entfernt.

Sollte es zudem aus politischen Gründen oder aus Betriebsrücksichten erforderlich sein, unmittelbar an der Grenze noch einen Haltepunkt zu haben, so hat es durchaus keinen Anstand, gerade dort auf dem Schuttkegel des Grenzbaches bei Dirinella eine derartige Anlage auszuführen.

Die Linie überschreitet die Grenze in gerader Richtung und in einer horizontalen Höhe von 230 Meter.

Die günstige Fortsetzung auf italienischem Boden kann weder bezüglich der Richtung noch der Höhe irgend welchem Anstand begegnen.

Ueber die Längen-, Richtungs- und Niveauverhältnisse, sowie über die Kosten, im Vergleiche zu den früheren Projecten giebt die nachstehende Tabelle Aufschluss.

Elemente der Vergleichung.	Nach dem Projecte		
	der Experten 1864	Gerwig 1875	Hellwig 1876
Constructionselemente:			
Bahnlänge		Kilometer 16.0	Kilometer 16.0
Steigungsverhältnisse:			
a) Maximalsteigung			10 ‰
b) Summe der Steigungen			6.169
<i>In ‰ der ganzen Länge</i>			38.5 ‰
c) Summe der Gefälle			3.406
<i>In ‰ der ganzen Länge</i>			21.3 ‰
d) Summe der Horizontalen			6.425
<i>In ‰ der ganzen Länge</i>			40.2 ‰
Richtungs-Verhältnisse:			
a) Summe der Geraden			8.987
<i>In ‰ der ganzen Länge</i>			56.2 ‰
b) Summe der Curven			7.013
<i>In ‰ der ganzen Länge</i>			43.8 ‰
c) Summe der Curven mit dem Minimal-Radius von 300 M.			2.312
<i>In ‰ der ganzen Länge</i>			14.4 ‰
Länge der Tunnels		0.220	0.980
<i>In ‰ der ganzen Länge</i>		1.4 ‰	6.1 ‰
Länge der offenen Strecke		15.780	15.020
<i>In ‰ der ganzen Länge</i>		98.6 ‰	93.9 ‰
Kosten der Unterbauherstellung:			
Unterbau	Fres. —	Fres. 3,679.450	Fres. 2,865.000
<i>per Kilometer</i>	—	230.000	173.600
Offene Strecke	—	3,233.450	1,995.000
<i>per Kilometer</i>	—	204.900	128.700
Tunnels	—	446.000	870.000
<i>per Kilometer</i>	—	2,027.300	887.800