

2. Subalpine Bahnen.

A. Nördliche Anschlusslinien.

a) Arth-Flüelen.

a. Arth-Brunnen.

Von Arth nach Brunnen zieht sich ein alter Thalgang, dessen Südwestrand im Rigi gipfelt, während Rossberg, Engelberg, Abhang der Mythen, sein anderes Gehänge bilden. Dieser Thalgang, durch welchen einst die Muotta und vielleicht selbst die Reuss geflossen sein mögen, verläuft bei Seewen in südwestlicher Richtung, von da bis Brunnen in der fast nordsüdlichen des jetzigen Reusstales.

Allgemeine Beschreibung des Terrains.

In dem Thalange befindet sich gegenwärtig eine Wasserscheide bei Goldau, von wo der Aabach aus circa 520 Meter Meereshöhe dem Zuger See (417 Meter Meereshöhe) zufliesst, während eine Menge kleinerer Bäche den 450 Meter hoch gelegenen Lowerzer See füllen, sich durch den Seewenbach mit der von West herzukommenden Muotta vereinigen und dann dem Vierwaldstätter See (437 Meter) zufließen.

Das Thal besitzt zwischen Arth und Lowerz ein regelmässiges parabolisches Querprofil; nur sein Boden ist durch die Bergsturzmassen des Rossberges unregelmässig contourirt. Von Lowerz bis Brunnen bildet es eine breite um die Zingelenegg gewundene Mulde.

Der Rigi fällt nach allen Seiten steil in das Thal ab.

Von Arth bis Seewen treten an beiden Thalgehängen von Südwest nach Nordost streichende, in Südost einfallende Schichten von Nagelfluh und eocenen Kalke zu Tage. Auf dem Thalboden aber sind dieselben zwischen Arth und Oberarth von aufgeschwemmtem Schutte, in der Umgebung von Goldau mit dem Bergsturzschutt des Rossberges, von Lowerz über Steinen, Seewen, Ibach nach Brunnen mit Alluvionen, zwischen Ottenbach und dem Ausfluss des Lowerzer Sees, dem südlichen Seestrand entlang endlich mit dem alten längst vernarbten und bewaldeten Bergsturzschutt des Ivanberges u. a. überdeckt.

Geologische Beschaffenheit.

Nur einzelne Rücken (Fluhen) anstehenden Gesteines ragen zwischen Oberarth und Goldau aus dem Schutte hervor, ebenso bei Bühlen, unmittelbar am Lowerzer See ein Kopf von eocenen Kalke, welcher jenseits des See's (Blatte) wieder auftaucht.

Die aus eocenen und Kreide-Kalksteinen zusammengesetzten Klippen des Rigi (Zingelenegg) sind aber nackt bis zum Fusse.

Von Steinen bis unterhalb Steinenberg liegt eine alte Moräne am Bergfusse, welche ebenso wie die Granit-Findlinge am Nordostabhange des Rigi etc. zwischen Arth und Lowerz beweist, dass seit der Eiszeit keine Bergstürze über die Grenzen desjenigen von 1806 gereicht haben.

Die Bergstürze des Rossberges können sich zwar immer wiederholen und auch noch seitlich erweitern, aber niemals Schichten, welche unterhalb der Thalsohle anstehen, ergreifen.

Die von Nordost dem Lowerzer See zufließenden Bäche haben durch Schutt ihre Betten über die umgebende Ebene von Steinen erhöht und Deltas in den See hinausgeschoben. Ebenso hat sich die Muotta ihren ehemaligen freien Ausfluss in den Vierwaldstättersee mit dem grossen flachen Delta zwischen Schrotten, Brunnen und Ingenbohl so verlegt, dass sie zu Hochfluthzeiten, über ihre Ufer tretend, den ebenen Thalboden mit Geröllen überschüttet.

Da die Vereinigung der von Norden zur Gotthardbahn führenden Linien südlich des Zuger-See's stattfindet, und — wie Eingangs auseinander gesetzt wurde — hier der geschlossene Durchgangsverkehr über den Gotthard voraussichtlich einen seiner Endpunkte findet, so ist hier auch die Anlage eines grossen Bahnhofes nöthig.

Beschreibung der Bahnlinien.
Bahnhof Arth.

Die Beschaffung des dazu erforderlichen Raumes hat einige Schwierigkeit; während nach einer Seite die Ausdehnung durch die nothwendige Ausgablung der Linien an die beiden Seiten des See's beschränkt ist, setzt andererseits die das Thal verdämmende Höhe des Goldauer Bergsturzes eine Grenze.

Das Expertenproject setzt sich über das Erforderniss eines grösseren Bahnhofes in Arth ganz hinweg, indem es eine Stationsanlage bei Goldau mit 325 Mtr. Länge, 60 Mtr. über dem Zuger See, an der Lehne des Rigi projectirt; daher die Gewohnheit, die Abzweigung der einzelnen Linien nach Goldau zu verlegen.

Auch Gerwig scheint auf die Bedeutung des Bahnhofes Arth kein grosses Gewicht zu legen; er stellt eine Reihe von Varianten auf, von denen er diejenige zur Ausführung empfiehlt, nach welcher sich die Station Arth am meisten der Ebene und dem See nähert, jedoch noch 30 Mtr. über demselben und an die Rigilehne angedrückt gelegen ist. Die schräg über die Thalrichtung gedrehte Achse erschwert die Abzweigung gegen Zug ungemein und giebt der Linie gegen Luzern entschieden den Vorzug, zudem macht diese Anordnung die Herstellung eines hinreichend langen Bahnhofes unthunlich.

Nach dem vorliegenden Projecte ist der Bahnhofachse eine Richtung gegeben, welche einerseits für die Fortsetzung der Linie durch den Höhenrücken des Goldauer Bergsturzes — von der später die Rede sein wird — am günstigsten ist, anderseits die ziemlich symmetrische Verzweigung der beiden Anschlusslinien und die weiteste Verschiebung des Osculationspunktes derselben, also auch die grösste Längenausdehnung der von da ausgehenden Tangente zulässt.

Zudem hat diese Richtung der Achse des Bahnhofes noch den Vortheil, dass die bestehenden Communicationen, nämlich die Strasse Goldau-Arth und die Arth-Rigibahn nur von dem Luzerner Zweige (mit Brücken) übersetzt zu werden brauchen, und endlich dass diese letztere Bahn ohne Anstand im Bahnhofs Anschluss findet. Die Höhe über den See konnte auf 26 Mtr., d. i. auf die Cote 442 herabgesetzt und dadurch die Bauarbeiten im Bahnhofs, wie auch in den Anschlüssen wesentlich verringert werden,

Goldauer
Tunnel.

Die Durchdringung des vom Goldauer Bergsturze überschütteten Terrains zwischen Rossberg und Rigi mittelst Tunnel gehört zu den schwierigsten Problemen, welche die Gotthardbahn zu lösen giebt.

Die Trümmermassen sind — darüber ist kein Zweifel — beim Sturze nicht in kleine Stücke oder in Sand zermalm worden, sondern bestehen grösstentheils aus grossen Blöcken, welche unregelmässig und unzählige Hohlräume bildend, übereinander geschichtet liegen.

Die ganze Masse ist zudem von Wasser durchtränkt. Der Bau eines Tunnels in solchem Gebirge würde selbst in kleinen Dimensionen fast unüberwindliche Schwierigkeiten mit sich bringen, da er Bewegungen unter den kaum im Gleichgewichte befindlichen Massen hervorrufen würde, gegen die keine Mauerung kräftig genug ist. Es ist daher unbedingt nöthig, den Tunnel von dem Gebiete des Sturzes fernzuhalten.

Wo sind aber die Grenzen desselben? Selbst in der Oberfläche sind sie nicht mit Sicherheit festzustellen, da die am weitesten vorgedrungenen Partikel längst verwittert und bewachsen sind, — geschweige denn in der Tiefe.

Ueber die Profillinie, welche der Thalboden vor dem Sturze gehabt, — geben keine zuverlässigen Dokumente und Pläne Auskunft, und die geologischen Hypothesen lassen dieselbe mindestens zweifelhaft.

Directe Untersuchungen (durch Schächte oder Bohrungen) endlich sind so kostspielig und schwierig (nicht viel weniger als der Tunnel selbst), dass es kaum möglich ist, sich durch solche völlige Gewissheit zu verschaffen.

Zudem liegt es durchaus nicht ausser der Möglichkeit, dass im Verlaufe der Zeit weitere Abstürze eintreten; — die Bedingungen, welche den ersten (?) Bergsturz von 1806 verursacht haben, bestehen auch gegenwärtig noch: die geneigten Schichtungsflächen, das verwitterbare Gestein, die lösbaren Einlagerungen von Letten und Thon, und endlich das von oben einsickernde Wasser.

Dieser Umstand macht sogar die Lage der offenen Bahn am Rande des Sturzes nicht ganz gefahrlos.

Die Achse des Tunnels ist aus allen diesen Gründen so gewählt, dass sie ganz in das bergfeste Gestein des Rossberges fällt. Sorgfältige Sondirungen haben ergeben, dass die gewählte Linie weder an den Mündungen noch im Inneren das Schuttgebiet berührt. Das nördliche Portal fällt in eine zu Tage stehende Fluh in der Nähe des Hummelhofes, das südliche ist in erhöhter Lage in den Winkel vorgeschoben, welcher bei Plattis zwischen der am

Lowerzer See fortlaufenden Lehne und dem Abhange des Rossberges gebildet wird; und um die Länge des Tunnels durch allzuweites Einbiegen der Achse gegen den Berg nicht unnöthig zu verlängern, ist derselbe zwischen zwei kurze aus der Bahnrichtung ablenkende Bogen in eine gerade Linie gelegt.

Die Bahn steigt in der Richtung von Norden gegen Süden mit 8 ‰ an, so dass sie beim Austritte aus dem Tunnel die geeignete Höhe am Lowerzer See erreicht, dessen Wasserspiegel 34 Meter höher liegt, als der des Zuger-See's.

Der Ausbruch des 2,507 Meter langen Rossberg- oder Goldauer-Tunnels erfolgt ganz in Nagelfluh; die Ergebnisse der Sondirstollen, welche an beiden Seiten eingetrieben wurden, lassen hoffen, dass ein grosser Theil der Tunnelröhre ohne Mauerung stehen gelassen werden kann.

1,200 Meter vom nördlichen Portale, also fast in der Mitte, werden durch einen 85 Meter tiefen Schacht weitere Angriffspunkte im Inneren geschafft, welche die rechtzeitige Vollendung dieses Bauwerkes erleichtern.

Von der südlichen Tunnelmündung senkt sich die Bahn, die Berglehne in einem Bogen umschliessend, in sanftem Gefälle herab und tritt neben der von Goldau nach Steinen führenden Strasse an den Lowerzer See; dort ist eine Station angeordnet, welche dem Verkehre der Orte Goldau, Lowerz, Steinen und Steinenberg, in deren Mitte sie liegt, dienen soll.

Da die Bahnachse auf ihrem weiteren Zuge, welcher sowohl durch das zu erreichende Ziel, wie durch locale Verhältnisse unabänderlich festgelegt ist, an keine Ortschaft unmittelbar oder auch nur näher herantritt, so muss der gewählte Platz als der den öffentlichen Interessen der gesammten Umgebung am besten und vollständigsten entsprechende gelten; ausserdem giebt er auch die für den Bahnbetrieb günstigste Theilung der Strecke.

Nicht weit von der Station entfernt durchkreuzt der Aabach die Richtung der Bahn. Dieser Bach bricht bei Steinen aus dem Gebirge vor und trägt sein Geschiebe direct herab in den Lowerzer See. Sein Bett ist der Richtung nach geregelt, liegt jedoch in beträchtlicher Höhe über den Wiesen auf dem eigenen Geschiebe, und erhöht sich nach jeder neuen Fluth. Die Uebersetzung dieses Wildbaches erfordert eine örtliche Hebung des Bahniveaus und eine Fluthöffnung von 25 Mtr. Lichtweite. Von Norden steigt die Bahn mit 7.5 ‰ auf hoher Dammschüttung zu der Brücke auf, und fällt gegen Süden ebenso mit 6.5 ‰ wieder in die Thalwiesen zurück. Einen Kilometer weiter durchbricht die Bahnachse eine isolirte bis zum See herabreichende schmale Felsrippe des Engelberges, Blatten genannt, und setzt dann ihren Lauf gegen Seewen, knapp am Rande des See's fort. Auf diesem Wege wird sie neuerdings durch erhöht fliessende Wildbäche durchkreuzt, welche ebenfalls in empfindlicher Weise zwingen, das Niveau der Bahn auf hohe Dammschüttungen zu heben, damit die Ueberbrückung ihrer Rinnsale möglich wird. Der grösste dieser Bäche, der Siechenbach, erfordert eine Brückenöffnung von 10 Mtr.; nach Ueberschreitung desselben tritt die Bahn zwischen die Häuser des Ortes Seewen, und hat damit das Ende des Lowerzer Seegebietes erreicht.

Von Seewen aus fliesst der Seewenbach um den Urmiberg, den äussersten Ausläufer des Rigi-stocks, herum, in die Muotta, und mit dieser in den Vierwaldstätter-See ab. Zwischen beiden Seen ist ein Niveauunterschied von 13 Mtr.

Das Expertenproject folgt unmittelbar dem Thallaufe, und hat bei Seewen die einzige Station der Linie Goldau-Brunnen; auch Gerwig schlägt diese Bahnlinie vor, und ordnet in Seewen eine Station an, welche den ganzen Verkehr der Umgegend, den Cantonshauptort Schwyz inbegriffen, zu befriedigen hat. Dass diese Anordnung sowohl in Bezug auf die Länge der Bahn, als auch auf die Bauökonomie die günstigste ist, leuchtet ein.

Indessen schien es angemessen, sich der stark bevölkerten und lebhaften Umgebung des Cantons-hauptortes besser zu nähern, und den lokalen Verkehrsbedürfnissen mehr Rechnung zu tragen. Es wurde die Trace deshalb knieförmig gegen Schwyz hin abgebogen und durch die Einfügung eines Viertelkreisbogens der Muottafuss an einer höher gelegenen Stelle überbrückt. Am linken Ufer desselben neben der Cantonsstrasse, welche von Schwyz nach Brunnen führt, ist der Platz für einen Bahnhof ausgemittelt, welcher in Mitten der Orte Schwyz, Ibach, Ingenbohl und Brunnen, die sich immer mehr zu einem einzigen zusammenhängenden Gebäudecomplexe verbinden, gelegen ist, und deshalb einen geeigneten und von allen Seiten leicht und bequem zu erreichenden Mittelpunkt für den Verkehr bildet.

Es würde vergeblich sein, eine weitere Annäherung an Schwyz zu erstreben, — selbst, wenn es gerechtfertigt wäre, den grossen Hauptzweck der Gotthardbahnlinie zu Gunsten localer Wünsche noch mehr zu beeinträchtigen, — denn die topographischen Verhältnisse der Situation werden weiter östlich in rascher Zunahme ungünstiger. Der Muottafluss und der Mythenbach, welche rechts und links von Schwyz aus schluchtenartigen Thälern in die Ebene einströmen, haben dieselbe mit ihren Geschiebmassen überschüttet und erhöht. Von Schwyz, welches 100 Meter über dem Bahnniveau liegt (514 Meter), fällt das Terrain in Folge dessen rasch ab; beide Bäche fliessen zudem in stark erhöhten Rinnen. Wollte man nun mit der Bahntrace noch weiter östlich vorrücken, so wäre es entweder nöthig, eine starke locale Hebung mit bedeutend grösseren Gefällsverhältnissen, als die normalen, in die Visirlinie zu bringen, um die Brückenhöhe für die Ueberschreitung dieser Bäche zu gewinnen, — dadurch würde man aber den einheitlichen Betrieb stören und wäre zudem zu riesigen Dammanschüttungen gezwungen, welche grosse Bau- und Unterhaltungskosten veranlassen, — oder man müsste die Schuttprismen der Bäche in der Höhe des umliegenden Terrains mit Tunneln unterfahren, ein Mittel, welches in keinem Falle anzurathen ist, da die Erbauung solcher Tunneln in den wassergesättigten Geschiebmassen unermessliche Schwierigkeiten und Kosten verursachen und stete Gefahren für die Sicherheit der Bahn mit sich bringen würde. Die Mehrkosten einer Verlegung der Station zwischen Ibach und Schwyz betragen nahezu $1\frac{1}{2}$ Millionen Fr. Diese Nachtheile und Kosten würden wohl ganz ausser Verhältniss zu den Vortheilen stehen, welche den Bewohnern der Stadt Schwyz damit geschafft würden.

Seewen-Schwyz.

In ihrem Zuge von Seewen zum Bahnhofe Schwyz, welcher natürlich auch für den regulären Verkehr von Brunnen zu dienen hat, — begegnet die Bahnlinie zunächst dem Mythenbache, einem Wildwasser, welches fast die ganze Niederung beherrscht. Die ungeheuren Schuttmassen desselben breiten sich weit aus, veröden und versumpfen die Umgegend. Er fliesst in mehreren Rinnen, unter denen er nach Laune seinen Lauf wechselt; — da man mit der Bahnlinie sein Gebiet jedoch so weit unten berührt, dass daselbst seine Gewalt bereits gebrochen und seine Geschiebmassen grösstentheils abgelagert sind, so genügt es, über seinem Hauptbette eine Brücke mit 15 Meter Oeffnung zu bauen, in welcher die seitwärts abfliessenden Strahlen leicht zusammengeleitet werden können.

Schwyz-Brunnen.

Die Muotta, wenn auch ihrer Natur nach vielleicht eben so schlimm, ist durch gediegene Uferbauten in ein regelmässiges Bett gewiesen und bietet desshalb keine so grossen Gefahren mehr. Um das ganze breite Bett dieses Flusses zu übersetzen, ist eine Brückenöffnung von 60 Meter erforderlich; und um die Höhe für diese Brücke zu gewinnen, muss die gegen Brunnen hin fallende Visirlinie der Bahn durch eine horizontale Strecke unterbrochen werden. Vom Niveau der Brückenbahn (453.60 Meter über Meer) fällt die Bahn mit 8‰ in den Bahnhof ab, welcher ein schwach geneigtes Niveau — 540 Meter lang, — in der mittleren Meereshöhe von 450.5 erhält. Von hier aus fällt die Bahn continuirlich mit 8‰, bis sie in Ingenbohl die Strasse in ihrem Niveau kreuzt, und sodann mit einem scharfen Bogen gegen den Gütsch bei Brunnen südliche Wendung nimmt, nachdem sie vorher dem Ibach und dem Mühlkanale bei Brunnen in entsprechenden Durchlässen Raum giebt.

Sommerhalte-
stelle Brunnen.

Durch den Gütsch wird ein Tunnel von 130 Meter Länge getrieben; am Austritte aus demselben wird die Axenstrasse vor der Pension Mythenstein auf einer Brücke über die Bahn hinweggeführt und diese tritt nun seeseits hinter das Pensionsgebäude.

Hier wird, ohne Erschwerungen im Baue herbeizuführen, eine Horizontale eingeschaltet, in welcher einige Local-Personenzüge zur Unterstützung des Touristenverkehrs im Sommer Halt machen können. Die Lage dieses Platzes ist derart, dass auch die Dampfschiffe daselbst anlegen können. Der Verkauf der Passagirkarten und der erforderliche sonstige Betriebsdienst kann allenfalls im Gebäude der Pension Mythenstein besorgt werden. Dabei ist aber die Meinung, dass der Güter- und der reguläre Personenverkehr in der Station Schwyz-Brunnen besorgt wird.

Die Resultate folgen in nebenstehender Tabelle:

Elemente der Vergleichung.	Nach dem Projecte		
	der Experten 1864	Gerwig 1875	Hellwag 1876
Constructionselemente:			
Bahnlänge	Kilometer 12.985	Kilometer 12.015	Kilometer 13.460
Steigungsverhältnisse:			
a) Maximalsteigung	12 ⁰ / ₀₀	10 ⁰ / ₀₀	8 ⁰ / ₀₀
b) Summe der Steigungen	6.557	2.920	3.970
<i>In % der ganzen Länge</i>	50.5 ⁰ / ₀	24.3 ⁰ / ₀	29.5 ⁰ / ₀
c) Summe der Gefälle	2.000	5.160	5.350
<i>In % der ganzen Länge</i>	15.4 ⁰ / ₀	42.9 ⁰ / ₀	39.8 ⁰ / ₀
d) Summe der Horizontalen	4.428	3.935	4.140
<i>In % der ganzen Länge</i>	34.1 ⁰ / ₀	32.8 ⁰ / ₀	30.7 ⁰ / ₀
Richtungs-Verhältnisse:			
a) Summe der Geraden	10.490	8.580	7.710
<i>In % der ganzen Länge</i>	80.8 ⁰ / ₀	71.4 ⁰ / ₀	57.2 ⁰ / ₀
b) Summe der Curven	2.495	3.435	5.750
<i>In % der ganzen Länge</i>	19.2 ⁰ / ₀	28.6 ⁰ / ₀	42.8 ⁰ / ₀
c) Summe der Curven mit dem Minimal-Radius von 300 M.	—	0.975	0.221
<i>In % der ganzen Länge</i>	—	8.1 ⁰ / ₀	1.6 ⁰ / ₀
Länge der Tunnels	1.660	2.375	2.500
<i>In % der ganzen Länge</i>	12.8 ⁰ / ₀	19.8 ⁰ / ₀	18.6 ⁰ / ₀
Länge der offenen Strecke	11.325	9.640	10.960
<i>In % der ganzen Länge</i>	87.2 ⁰ / ₀	80.2 ⁰ / ₀	81.4 ⁰ / ₀
Kosten der Unterbauherstellung:			
Unterbau	Fres. 4,150.496	Fres. 5,951.620	Fres. 5,625.000
<i>per Kilometer</i>	319.700	495.300	420.400
Offene Strecke	810.496	964.120	1,470.000
<i>per Kilometer</i>	71.500	100.000	135.100
Tunnels	3,340.000	4,987.500	4,155.000
<i>per Kilometer</i>	2,012.000	2,100.000	1,662.000

β) Brunnen-Flüelen.

Terrainbe-
schreibung.

Von Brunnen bis Sulzegg, circa 2 Kilometer nördlich von Flüelen bilden den Oststrand des Vierwaldstätter-See's die bekannten senkrechten aufstrebenden Felswände, an denen hin die Axenstrasse ihre mühsame Bahn gesucht hat.

Mit derselben steilen Böschung, welche die Wände über dem Wasserspiegel besitzen, setzen sie auch unter diesem zu mehr als 200 Meter Tiefe fort. Der Seeboden in dieser Tiefe soll eben sein von Strand zu Strand.

Durch die Klippwände haben nur wenige Bäche schluchtenartige Seitenthäler gebrochen, welche in kleinen, in die Bergwände einspringenden Winkeln ausmündend, noch nicht vermocht haben, vom Seeboden zur Wasseroberfläche reichende Schuttkegel aufzubauen. Nur der Grünbach bei Flüelen und der grosse bei Sisikon ausmündende Bach machen hievon eine Ausnahme. Der flache Schuttkegel des Letzteren bildet ein vernarbtes und cultivirtes Delta, über welches gegenwärtig der Bach in einer Schale dem See zugeführt wird.

Schmale und kurze, steilgeböschte, zwischen Klippen eingeklemmte Wiesen bilden die sogenannten Tellgüter oberhalb Tellskapelle.

Geologische Be-
schaffenheit.

Von den wenig festen, meist dünn geschichteten und vielfach verklüfteten Kalksteinen dieser Klippwände fallen häufig, namentlich im Frühjahr, Blöcke und Steine ab, welche die Strasse arg gefährden. Ein eigentlicher Bergsturz von Bedeutung hat in neuerer Zeit aber nur am Stuzeck nahe Sisikon stattgefunden. Die deutlich sichtbaren Ablösungsflächen lassen beurtheilen, wie weit er seitwärts und bergwärts mit der Zeit möglicherweise um sich greifen kann.

Die Kalksteine (Mergelschiefer und Sandstein), welche die Kalkwände zwischen Brunnen und Flüelen zusammensetzen, gehören der Jura-, Kreide- und Tertiärperiode an.

Einzelne diesen Formationen zugehörige Schichten repetiren sich aber so abnorm, dass die Deutung des durch eingezeichnete Biegungen und Knickungen an und für sich schon complicirten Schichtenbaues sehr schwierig wird. Zwischen Brunnen und Sisikon folgt auf Rudistenkalk und Gault (Kreide) mittelmässiger Kalkstein, dann wieder Rudistenkalk, Gault, Neocom (Atenberg), südlich unterer Jura (Lias am Sulzegg), welchem sich bei Flüelen Untertertiäre anschliesst.

Von Sulzegg bis Flüelen treten die Klippwände vom Seestrande zurück, so dass zwischen beiden der Grünbach seinen mächtigen Schuttkegel hat einschieben können.

Der südliche Theil desselben, welcher bis zum Urnerhof heranreicht, ist längst vernarbt, trägt Wiesen und Obstgärten.

Der mittlere Theil wird immer noch häufig über die Axenstrasse geschoben; das gegenwärtige Bachbett folgt am Nordabhange des Kegels dessen Grenze mit der Klippwand.

Allgemeine Vor-
bemerkungen
über die Bahn-
linie.

Von der Sommer-Haltestelle Brunnen an hält die Bahn beständig das Seeufer des Urner See's (des obersten Beckens des Vierwaldstätter-See's) ein, stets mit der Axenstrasse ziemlich parallel laufend.

Die 10 Kilometer lange Linie Brunnen-Flüelen gehört zu der schwierigsten und theuersten der Gotthardbahn. Das schroffe in unregelmässiger Linie vom See bespülte Felsufer lässt nur selten die offene Führung der Bahn zu; 5,100 Meter, also mehr als die Hälfte der Bahnlänge, müssen in Tunnels geführt werden, deren es 10 gibt.

Im Expertenprojecte kommen auf derselben Strecke 21 Tunnels mit einer Gesamtlänge von nur 3,222 Meter vor.

Gerwig bringt 17 Tunnels mit zusammen 5,700 Meter Länge in Vorschlag.

Zur Zeit der Bearbeitung des Expertenprojectes war die Axenstrasse noch nicht ganz ausgebaut, und es schien wohl vielfach noch zulässig, die Bahnachse auf den Felsstufen und dem Ufervorlande, welches jetzt diese Strasse einnimmt, zu ziehen. Darin liegt vornehmlich die Ursache, weshalb die Experten so viel weniger Tunnel angenommen haben, — zum Theil rührt die Differenz aber auch daher, dass die Herren Beckh und Gerwig noch nicht mit den Detailaufnahmen ausgerüstet waren, welche gegenwärtig zu Gebote stehen, denn, da dieselben lediglich nach den Plänen im Massstabe 1:10,000 die Bahnachse ausmittelten, so ist es nicht zu verwundern, dass sie an manchen Stellen annahmen, es wäre möglich, mit der Bahnlinie den Felsconturen zu folgen, sie also offen am Seerande entlang zu ziehen, — wo es sich nach den detaillirteren Plänen erweist, dass dies nicht

der Fall ist. Wenn auch die Abweichungen in den Formen der Bergcontouren von regelmässigen Curven nicht bedeutend sind, so lassen sich dieselben doch nicht ausgleichen, denn die Felsprofile sind nicht nur über dem Wasser so steil, dass bei grösserem Anschnitte der Bahn an vorspringenden Felsfalten die Böschungen oft erst hundert und mehr Meter hoch ausschneiden, sondern sie setzen sich auch unter dem Wasserspiegel in eben so schroff abfallender Linie fort, so dass es beim geringsten Herausgreifen der Bahn über den Felsrand unmöglich wird, den Boden zu fassen, worauf dem Bahnkörper eine stützende Mauer oder Böschung erbaut werden könnte. Zudem stürzen von den verwitternden Felswänden im Frühjahre continuirlich und fast nach jedem Regen grössere oder kleinere Brocken ab, welche den Verkehr einer offen an ihnen hinführenden Bahn sehr gefährden würden.

Es mussten also bei Ausmittlung der Bahntrace nicht allein die Formen des Gebirges, sondern vielfach auch Sicherheitsrücksichten in Betracht gezogen werden.

Was die Höhenlage der Bahn anbetrifft, so hat es sich nicht vortheilhaft erwiesen, mit dem Niveau der Bahn stets dem Wasserspiegel parallel zu bleiben, und sich demselben sehr nahe zu halten, — es wechselt vielmehr das Bahnniveau am besten in schwachen Steigungslinien und Horizontalen verschiedener Höhe ab, je nachdem es die Terrainverhältnisse günstig erscheinen lassen. An der höchsten Stelle erreicht die Bahn die Cote 449 Meter, liegt daselbst also circa 11 Meter über dem Hochwasserstande des See's.

Die Strasse steigt mehrmals am Felsabhange bis hundert Meter über den Seespiegel herauf, in anderen Parthien fällt sie wieder bis einige Meter zum Wasser hinab, und entfernt sich gleichzeitig bald mehr bald weniger vom Rande desselben.

Es ist also unvermeidlich, dass sie mehrmals von der Bahn sowohl der Richtung, wie auch der Höhe nach überschritten wird. Nur zweimal geschieht dies im Niveau, in der Regel aber in Tunnelstrecken.

Mehrfach werden kleine Correctionen der Strasse nöthig, wo die Bauconstructionen der Bahn in den Bereich derselben eingreifen.

In der als Haltestelle für Brunnen bestimmten Theilstrecke an der Pension Mythenstein hat die Bahn das Niveau 440.50, von demselben steigt sie mit 8 ‰ in das Niveau 448.50 auf und bewegt sich von da zwischen den Höhengrenzen 449 und 446 in mehrfach gebrochener Visur.

Die ersten 400 Meter der Bahn liegen offen, so nahe neben der Strasse, dass die Böschungen bis über die Gallerien der letzteren heraus greifen, jedoch ohne dass deshalb die Strassenbahn gänzlich geöffnet werden müsste. In dem schroffen Felsvorsprunge der Hochfluh, welchen die Strasse übersteigt, macht die Bahn den ersten Tunnel, 570 Meter lang, und tritt erst im sogenannten Wolfsprung unter der Strasse wieder in's Freie; nachdem sie nun den Petersort offen passirt hat, durchschneidet sie in drei kleinen Tunnels, 105, 30 und 30 Meter lang, die vorspringenden Felsnasen. Da diese Tunnels mit ihrem Scheitel nur 7 Meter unter der Strasse liegen, so kann es sich beim Detailstudium als nothwendig oder vortheilhaft herausstellen, anstatt derselben Einschnitte zu machen.

An dem einsamen Häuschen zum »Ort« zieht sie offen vorbei, dann folgt wieder ein kleinerer, 130 Meter langer Tunnel, und darnach tritt sie in den längsten, den Bockmätteli-Tunnel ein. Dieser Tunnel hat eine Länge von 1,830 Meter (Gerwig hat denselben auf 2,145 Meter ausgerechnet), und unterfährt den Bockmättelifels, den Oelberg, das Schieferneck und den Honistein.

Um die genannten runden Felskuppen hatten die Experten die Bahnlinie frei herumgezogen und gegenwärtig benützt die Strasse den schmalen durch Abwitterungsproducte entstandenen Uferrand.

Es konnte in Erwägung gezogen werden, ob sich nicht eine Verlegung der Strasse vornehmen lasse, um den gegenwärtigen Platz derselben für die Bahn wieder zu gewinnen; es haben jedoch die diesfällig vorgenommenen Studien erwiesen, dass eine Verlegung der Strasse sehr weitgreifend und kostspielig werden würde, denn dieselbe müsste bis auf das Plateau von Morschach hinauf geführt werden, und ferner, dass die Contour nicht entspricht, dass das bezügliche Vorland durchaus nicht solid genug wäre, um die Bahn vor Abrutschungen in den See zu sichern, und endlich, dass sie in offener Lage auch durchaus nicht vor Steinablösungen gesichert sein würde. Es musste daher von jedem weiteren derartigen Plane abgesehen werden.

Im ersten Theile des Tunnels ist das in mächtigen Schichten lagernde Gestein, obwohl im Allgemeinen schwach gegen Brunnen und fast unmerklich gegen den See abfallend, aber sehr stark zerklüftet, an vielen Stellen unregelmässig verdrückt und von dünnen Mergelschichten durchsetzt,

Beschreibung
der Bahnlinie.

während im zweiten Theile (im Honistein) die Schichten steil anstehen und in schwachen Blättern unter 70—80° in gerade entgegengesetzter Richtung gegen Flüelen einfallen.

Der plötzliche Lagewechsel findet am Schieferneckbach statt.

Dieser grosse Tunnel wird unter solchen Umständen der ganzen Länge nach ausgemauert und in der Uebergangsstrecke zwischen beiden Formationen mit grösster Vorsicht ausgeführt werden müssen. An beiden Portalen wird der Tunnel über die Anschnittswand verlängert, da einerseits die Flächen die Bahnachse sehr tief schneiden, und anderseits Abstürze von Steinbrocken häufig vorkommen. Auf beiden Seiten wird beim Austritte aus dem Tunnel die Strasse im Niveau überschritten. Die Bahn gelangt nun auf die Ebene von Sisikon, welcher Ort auf dem flachen, wohlbewachsenen alten Schuttkegel des gleichnamigen Baches liegt.

Gegen neuerliche Schuttauswürfe des Baches ist durch ein gut regulirtes und gepflastertes Rinnsal gesorgt, durch welches das Geschiebe bis in den See geleitet wird. Für den Sisikonbach ist eine Brücke von 25 Meter vorgesehen. Das Niveau der Bahn ist so beschaffen, dass man, sollte sich einmal das Bedürfniss danach herausstellen, hier eine Station ohne Anstand einschalten kann. Vorerst scheint dies nicht nöthig, da der Ort äusserst unbedeutend ist, und sein geringfügiger Verkehr durch die Dampfschiffe, die einmal täglich dort anlegen, vollkommen besorgt wird. Jenseits Sisikon tritt die Bahn (unter der Strasse) sofort wieder in den Tunnel, der 1,000 Meter lang das Buggieck, den Buggibach und das Stutzeck unterfährt. Die theilweise Offenführung der Bahn in dieser Strecke, welche sowohl Experten wie auch Gerwig proponiren, bringt keine Vortheile, sondern nur Schwierigkeiten und Gefahren mit sich; denn einestheils sind die Ausschnitte und die Portale der Tunnels in dem zerklüfteten schiefrigen Gestein stets schwierig und kostspielig in der Ausführung, und sodann sind die kurzen offenen, in die concaven Bergfalten fallenden Strecken von Schlammflächen und Steinriesen gefährdet; — zudem ist die Beschaffenheit des Stutzeck (wahrscheinlich Sturzeck) so bedenklich, dass man trachten musste, mit der Bahnachse tief genug in den Fels einzugreifen, um nicht in die Trümmernasse zu gerathen, welche dort im Jahre 1801 abgesehen ist. Durch Sondirstollen hat man das schlüpfrige feine Lettenblatt aufgefunden, auf dem die Absitzung erfolgt ist, und hat danach die Bahnrichtung bestimmt.

Nun folgt eine längere offene Strecke, nur durch einen 170 Meter langen Tunnel, welcher unter den Anlagen an Tellskapelle durchgeführt wird, unterbrochen, bis zum Axeneck.

Am Landungsplatze in den Tellengütern kann wie bei Sisikon eine Haltestelle jederzeit ohne Schwierigkeit eingeschaltet werden, einstweilen schien dieselbe jedoch nicht nöthig, da Strassenfuhrwerke und Dampfschiffe den Touristenverkehr beherrschen, und es der vielen unterirdischen Passagen wegen nicht wahrscheinlich ist, dass Neigung eintreten könnte, in den schönsten Parthien am Vierwaldstätter-See, der Bahnfahrt vor den anderen Verkehrswegen den Vorzug zu geben.

Der nächste 1,095 Meter lange Tunnel durchdringt den sogenannten Axenbandfels in directer Linie. Die Führung des Tunnels an der 300 Meter hoch senkrecht abfallenden Felsperipherie herum, welche Experten und Gerwig proponiren, hat keine Vortheile, sondern nur die bereits genannten Nachteile und verlängert überdies die Bahn.

Die Kalksteinschichten, 3—10 Meter stark, sind so vielfach zerdrückt und gefaltet, dass der Bau dieses Tunnels nicht ohne Schwierigkeiten ausgeführt werden wird, um so weniger, als sich über diesem Felsstocke ein kleiner See befindet, dessen Wasser das Bergmassiv wohl infiltriren dürfte.

Nach dem Axenbandtunnel ist nur noch ein 130 Meter langer Tunnel durch den steilen Sulzeckfelskopf zu treiben, dann tritt die Bahn beim Grünbachkegel in's Freie.

Zwischen Axenband und Sulzeck sind die reichen Wasserrinnen des Milchbaches mit entsprechenden Oeffnungen zu überbrücken. Die Bestimmung der Lichtweiten ist weiteren Beobachtungen vorbehalten.

Grünbach.

Die Passirung des Grünbachgebietes ist ein Problem, dessen Lösung Vieles zu erwägen giebt. Der Grünbach ist von jeher der Schrecken der Anwohnerschaft, seine Eruptionen bringen Vernichtung über den Boden, welchen sie erreichen. Der Sage nach liegt das alte Flüelen unter seinem Schutte begraben; — sehr ausgedehnte Aufnahmen und Untersuchungen des ganzen Bachgebietes erweisen auf das bestimmteste, dass die Gefahren, welche der Grünbach bringt, nicht etwa geringer, sondern immer grösser und häufiger werden. Das Niederschlagsgebiet, welches ihm gehört, ist 10 Quadrat-Kilometer gross, mit sehr steilen, meist unbewaldeten Felswänden um-

fasst; es liefert daher ein unermessliches Quantum von Verwitterungsgestein, welches trotz der grossen Massen, welche das Wasser davon wegträgt, gewaltig anwächst.

Nach ungefähren Berechnungen sind seit 1869 in 4 grossen Ausbrüchen etwa 180,000 C. M. Schutt am Seeufer abgelagert worden und hat sich das von demselben bereits bedeckte, früher hoch cultivirte und mit Wohnungen bebaute Areale bis auf 20 Hektaren (55 Juchart) ausgedehnt.

Der obere Lauf bis zum Austritte aus der Schlucht, hat ein Durchschnittsgefälle von 20—22%, welches sich auf dem Kegel bis zu 15—16% verflacht. Durch die Schlucht im nacktem Felsen schleppt das Wasser, obgleich dessen Menge sehr gering ist im Vergleiche zur Masse des Schuttes, welche es bringt, denselben anstandslos herab; auf dem schwächeren Gefälle und der rauhen Oberfläche des Kegels aber wirft es denselben ab, zuerst die grossen, dann immer kleinere Brocken; der Sand und Schlamm wälzen sich bis in den See herab.

Je nachdem die Regengüsse schwächer oder stärker sind, ist die Geschiebemasse grösser und gröber. Die Ausbrüche sind in den letzten Jahrzehnten meist nördlich aus der Hauptrichtung der Schlucht abgebogen und die Anwohner suchen den Fluss in dieser Richtung künstlich zu erhalten, um ihre auf dem südlichen Theile des Kegelmantels angebauten Gärten und Behausungen zu salviren; — sie haben zu dem Zwecke einen Steindamm am Mundloche aufgeführt. Wie lange dieses Werk dem Andringen Widerstand zu leisten vermag, ist nicht abzusehen.

Die nördliche Hälfte des Kegels ist preisgegeben und auf derselben sind in dem wüsten Steinmeer verschiedene Rinnen eingegraben, zwischen denen der wilde Bach wechselt und ihnen nach Belieben neue hinzufügt.

Diese Umstände lassen nicht viel Zweifel daran übrig, dass der ganze Umfang des Grünbach-Schuttkegels in steter Gefahr schwebt, von den Ausbrüchen desselben einmal erreicht zu werden, und es ist kaum daran zu denken, die Bahnlinie, bei offener Führung an dem Kegel herum, gegen die Angriffe solcher Ausbrüche sichern zu können. Eine Ueberbrückung der gegenwärtigen Rinnale reicht nur so lange aus, als es dem Bach beliebt, dieselben ferner zu benützen; verlässt er sie aber, — was jeden Augenblick geschehen kann — so ist es nicht zu verhindern, dass er sich neben den Brücken die Oeffnung im Bahndamme, falls man einen solchen herstellen würde, einreisst, die sein Lauf eben erfordert, — läge die Bahn im Einschnitte oder in der Oberfläche, so würde sie verschüttet werden, soweit sie betroffen wird.

Der Versuch endlich, ein regelmässiges hinlänglich versichertes Bachbett herzustellen, und eben nur dieses zu überbrücken, ist kaum zu wagen, denn ein solches Werk ist äusserst schwierig und kostspielig, ohne dass für dessen Gelingen eine Gewähr übernommen werden könnte; zudem erfordert es, wenn es wirklich durchgeführt ist, eine ununterbrochene Aufsicht und Unterhaltung und macht die Ausräumung nach jedem Ausbruche nöthig, wird also der Bahngesellschaft grosse, im Voraus nicht zu bemessende Kosten — und für alle Zeiten fortdauernde Sorgen und Ausgaben verursachen.

Eine Führung der Bahn am äussersten Seerande, welche noch am meisten Gewähr gegen die drohenden Angriffe des Wildbaches bietet, da derselbe daselbst schon an seiner Gewalt verloren hat, birgt dagegen die Gefahr der Abrutschung in den See, wie solche an dem Seeufer schon mehrfach vorgekommen sind, da die Schuttmassen unter dem Wasserspiegel steiler gelagert sind als oberhalb desselben, und bei starker Belastung der flacheren Bodenflächen über diesem leicht weiter abgleiten können. (Horgen)

Dieser Bestand der Verhältnisse musste wohl den Entschluss zur Reife führen, gegen die Angriffe des Grünbach durch unterirdische Führung völligen Schutz zu suchen, und es wurden zu dem Behufe die einlässlichsten Studien gemacht.

Dieselben richteten sich vornehmlich dahin, zu bestimmen, wo die Grenzen der Schuttmassen liegen, da die Ausführung eines Tunnels in diesen nicht rathsam ist. Aus den geologischen Analysen und den Ergebnissen einiger Sondirschächte wurde die Möglichkeit constatirt, mit einem Bogen des Minimalradius (300 Meter) den Fuss der Stützwand des Kegels zu erreichen und einzuhalten. Der Tunnel, in dem die Bahn den Grünbach auf diese Weise vollkommen gesichert passiren könnte, erhält eine Länge von 1,270 Meter, und erfordert einen Kostenaufwand von circa 2½ Millionen Francs.

Die Höhe dieser Summe ist indessen Ursache, weshalb die Ausführung dieses Tunnels ungeachtet der unbestreitbaren Vorzüge in das vorliegende Project nicht aufgenommen worden ist.

Es ist vielmehr die Offenführung der Bahn in mässiger Nähe des Ufers proponirt, und der Vorschlag geht dahin, die Rinnsale und gefährdeten Stellen des Bachgebietes einstweilen mit Brücken, welche auf reichlich vielen niedrigen, aber kräftigen Steinpfeilern ruhen, zu überschreiten und es der Zukunft zu überlassen, ob die Erfahrungen, welche man machen wird, es rathsam erscheinen lassen, die Bahn in dieser Lage definitiv herzustellen oder in den Tunnel zu verlegen.

Im Falle eines Durchbruches ist die Wiederherstellung eines Pfeilers oder die Einschaltung eines Brückenfeldes, — wofür einige Tragbalken in Vorrath gehalten werden können, in kurzer Zeit zu bewerkstelligen, und ist die Gefahr andauernder Betriebsunterbrechung nicht gross.

Die Bahnachse ist indessen so gezogen, dass die Einschaltung der Tunnellinie ohne weitere Umbauten erfolgen kann.

Grünbach-Flüelen.

Mit der offenen Bahn, deren Baukosten kaum mehr als 600,000 Fr. betragen, wird die Station Flüelen in einer doppelgewundenen Curve derart erreicht, dass die Bahn vor dem Urnerhofs an die Bergseite der Strasse tritt, und an dieser nach einer kurzen Correction derselben bis zum Dorf Flüelen verbleibt, woselbst sie dann am Seerande entlang fortzieht.

Bemerkungen über die Bauausführung der Bahn an der Axenstrasse.

In Bezug auf die Bauausführung der Strecke Brunnen-Flüelen ist zu erwähnen, dass man beabsichtigt, die Massen-Arbeiten jeweilen in den 4 Sommermonaten Juni—September zu unterbrechen.

An den Ufern des Vierwaldstätter-See's — gerade in dieser Parthie — liegen die Lieblingsaufenthaltsorte der Touristen, welche im Sommer in den zahlreichen Pensionen Erholung und Ruhe suchen; das Geräusch der Felssprengungen und die Nähe der Arbeiterbevölkerung würden von denselben vielfach unangenehm vermerkt werden und deshalb störend auf den Fremdenverkehr einwirken; zudem ist die Frequenz auf der Axenstrasse in den Sommer-Monaten so ausserordentlich stark, dass es kaum möglich wäre, ohne den Verkehr zu unterbrechen oder zu gefährden, die Eisenbahnarbeiten, die meist in unmittelbarer Nähe der Strasse liegen, überall durchzuführen.

Da nun die vielen Tunnels dieser Strecke, welche die Arbeitszeit bestimmen, an und für sich schon sehr viele Angriffspunkte darbieten, solche aber durch Eintrieb von Stollen durch die Aussenwand noch beliebig vermehrt werden können, so hat es gar keinen Anstand, eine derartige Beschränkung der Arbeitszeit eintreten zu lassen, selbst wenn dieselben erst im Herbst 1876 begonnen würden.

Die Haupt-Arbeiten in den Jahreszeiten, in denen kein Fremdenbesuch stattfindet, auszuführen, hat aber noch den Vortheil, dass die Vertheuerung des Aufenthaltes und des Lebensunterhaltes, welche während jener Sommermonate eintritt, die Arbeitskosten nicht vermehrt; es wird vielmehr zur Verminderung derselben beitragen, dass sich nach Abzug der Fremden manche vorhandene Localitäten für den Bau billig nutzbar machen lassen, welche im Sommer nur durch eigene Bauherstellungen beschafft werden müssten, auch wird die heimische Arbeitskraft, die Fuhrwerke und manches Andere, was im Sommer gänzlich absorbiert ist, ausser dieser Zeit günstig verfügbar sein.

Elemente der Vergleichung	Nach dem Projecte		
	der Experten 1864	Gerwig 1875	Hellwig 1876
Constructionselemente:			
Bahnlänge	Kilometer 10.400	Kilometer 11.815	Kilometer 11.025
Steigungsverhältnisse:			
a) Maximalsteigung	5 ⁰ / ₀₀	10 ⁰ / ₀₀	8 ⁰ / ₀₀
b) Summe der Steigungen	0.400	0.800	2.925
In ⁰ / ₀ der ganzen Länge	3.8 ⁰ / ₀	6.8 ⁰ / ₀	26.5 ⁰ / ₀
c) Summe der Gefälle	—	1.050	3.100
In ⁰ / ₀ der ganzen Länge	—	8.9 ⁰ / ₀	28.1 ⁰ / ₀
d) Summe der Horizontalen	10.000	9.965	5.000
In ⁰ / ₀ der ganzen Länge	96.2 ⁰ / ₀	84.3 ⁰ / ₀	45.4 ⁰ / ₀
Richtungs-Verhältnisse:			
a) Summe der Geraden	6.095	6.867	7.319
In ⁰ / ₀ der ganzen Länge	58.6 ⁰ / ₀	58.1 ⁰ / ₀	66.4 ⁰ / ₀
b) Summe der Curven	4.305	4.948	3.706
In ⁰ / ₀ der ganzen Länge	41.4 ⁰ / ₀	41.9 ⁰ / ₀	33.6 ⁰ / ₀
c) Summe der Curven mit dem Minimal-Radius von 300 M.	—	3.507	0.516
In ⁰ / ₀ der ganzen Länge	—	29.7 ⁰ / ₀	4.7 ⁰ / ₀
Länge der Tunnels	3.222	5.900	5.315
In ⁰ / ₀ der ganzen Länge	31.0 ⁰ / ₀	50.0 ⁰ / ₀	48.2 ⁰ / ₀
Länge der offenen Strecke	7.178	5.915	5.710
In ⁰ / ₀ der ganzen Länge	69.0 ⁰ / ₀	50.0 ⁰ / ₀	51.8 ⁰ / ₀
Kosten der Unterbauherstellung:			
Unterbau	Fres. 4,145.450	Fres. 8,366.800	Fres. 12,280.000
per Kilometer	398.600	709.000	1,113.330
Offene Strecke	923.450	1,286.800	3,161.750
per Kilometer	128.000	217.500	553.240
Tunnels	3,222.000	7,080.000	9,118.250
per Kilometer	1,000.000	1,200.000	1,715.500

b. Luzern-Immensee-Arth.

Terrain-
beschreibung.

Zwischen der schmalen Bucht des Vierwaldstätter-See's, in deren nordwestlichem Winkel Luzern liegt, der bis Küssnacht eingreifenden Bucht und dem Zuger-See, ziehen sich von Südwest nach Nordost zwei flache Bergrücken, getrennt durch die zum Luzerner-See abfallende Thalmulde des Würzenbaches, und dem in nordöstlicher Richtung nach dem Zuger-See geöffneten Böschenthal.

Der Bergrücken zwischen der gedachten Thalmulde einerseits, der Küssnachter Bucht des Vierwaldstätter-See's und der Einsattelung vom Vierwaldstätter zum Zuger-See (hohle Gasse) andererseits, erreicht seine grösste Höhe (500—600 Meter über Meer) in den sogenannten Kiemen, welcher, weit in den Zuger-See hineinragend, diesen in zwei Becken scheidet.

Vom Kiemen am Zuger-See zum Krentzbache am Luzerner-See bildet der Rücken eine gewellte Linie, und stürzt zwischen Seeburg und Sitten steil, wenn auch wenig hoch in den Vierwaldstätter-See ab.

Der südöstliche Abhang dieses Bergrückens nach der Küssnachter Bucht hin ist durch flache Einmündungen in Hügelreihen getrennt, welche in der Richtung des Hauptrückens parallel verlaufen. Die südlichste derselben, welche die Einmündung zwischen Wartenfluh und Meggenkappel vom Hauptrücken trennt, stürzt durch das Meggenhorn steil in den Vierwaldstätter-See ab.

Geologische
Beschaffenheit.

Der Bergrücken besteht vorherrschend aus Süswassermolasse, deren wechselnde Schichten bald als sandiger Mergelschiefer, bald als festerer Sandstein entwickelt sind. In der ganzen Länge von Seeburg bis Kiemen ist die Molasse von vielen Nagelfluhbänken in Schichten durchzogen.

Alle diese Schichten streichen von Südwest nach Nordost, fallen aber nordwestlich von einer zwischen Meggenhorn und Immensee gezogenen Linie in Südost; südöstlich von derselben Linie in Nordost bedeckt Moränenschutt von Mörlischachen bis Küssnacht den Fuss des Bergrückens, von Küssnacht bis Immensee die Einsattelung zwischen dem Bergrücken und dem Rigi.

Feiner, durch Mergel verkitteter Moränenschutt füllt auch den Boden und die Gehänge des Würzenthales, vor dessen Mündung der Bach ein mooriges Delta in den Seeschlamm hineingeschoben hat. Graublauer Seeschlamm mit dünnen sandigen Zwischenlagen, dessen Muschelreste noch jetzt im See lebenden Species angehören, bildet den Seeboden und das Ufer von Seeburg bis Luzern und ist nahe dem Strand mit 18 Meter tiefen Bohrlöchern nicht durchteuft worden. Recente Aufschwemmungen und Moore finden sich ferner in der erwähnten Mulde zwischen Wartenfluh und Meggenkappel, bei Sentibühl, Küssnacht und bei Ober-Immensee in circa 480 Meter Meereshöhe.

Von Ober-Immensee bis Arth bildet der Nordostabhang des Rigi den Strand des Zuger-See's.

Die Nagelfluhschichten des Rigi überlagern eine von Zinnen am Vierwaldstätter-See nach Rickenbach am Zuger-See verlaufende mächtige Schicht von rothen Molassesteinen und Mergeln; streichen von Südwest in Nordost und fallen in Südost ein. Die dem See zugewandte Bergseite ist also ein Querschnitt durch dieselben, steil und voller Runsen, welche, den Schichtenwechseln folgend, schief zu Thal laufen.

Schutt scheint zwar nur selten durch Tobel auf dieser Seite des Rigi dem See zugeführt zu werden, auch wird hier durch die Stellung der Schichten und durch die Richtung der Hauptverklüftung das Ablösen von Bergsturzmassen erschwert; hieraus erklärt sich, dass Findlinge aus der Gletscherzeit auf dieser Thalseite ungestört liegen geblieben sind. Vor der Mündung eines jeden Baches aber findet sich dennoch ein Delta, das grösste wohl bei Rickenbach.

Von Immensee bis Rickenbach ist übrigens das Thalgehänge des Zuger-See's aus festem, überall vernarbtem und cultivirtem Moränenschutte zusammengesetzt. Der flache Boden zwischen Arth und Oberarth ist ein aufgefüllter Busen des Zuger-See's.

Bahnhoffrage.

Die von Luzern ausgehende Zweiglinie der Gotthardbahn hat ihren natürlichen Endpunkt an der sogenannten Halde, östlich von der Stadt Luzern. Schwierigkeiten macht es indessen, von diesem Punkte aus die Verbindung mit den schon bestehenden in Luzern endenden Bahnen herzustellen. Dieselben (Centralbahn, Nordostbahn und Bern-Luzernbahn) treffen im Reussthale, westlich von Luzern, im sogenannten Untergrund zusammen, und zwar auf einem Terrainabschnitte (Säntimatte), welcher nicht den gehörigen Raum für einen gemeinsamen Bahnhof bietet, und auch wegen seiner Entfernung vom Mittelpunkte der Stadt, und vor Allem weil er die nothwendige Verbindung der Bahnen mit dem See nicht herstellt, für die Anlage eines Centralbahnhofes in Luzern nicht geeignet ist.

Im Untergrund fliessen gegenwärtig alle drei Bahnen, ohne jegliche Stationsanlage, in einen einzigen Geleisstrang zusammen, auf welchem sie den Gütschberg im eingeleisigen Tunnel durchfahren und dann in eine enge, direct gegen den See gerichtete Kopfstation einmünden.

Die Unzulänglichkeit dieser vor circa 20 Jahren für die Centralbahnlinie als Provisorium erbauten Station ist notorisch, und es ist ein seit langer Zeit beabsichtigter Umbau derselben immer nur in Hinblick auf die beim Baue der Gotthardbahn nothwendig werdende allgemeine Umgestaltung der Eisenbahnanlagen bei Luzern hingehalten worden.

Die Frage, wie diese Um- oder Neugestaltung des Bahnhofes oder mehrerer Bahnhöfe von Luzern zu geschehen habe, beschäftigt schon lange die Eisenbahngesellschaften und das Publikum.

Den Abschluss aller Linien im Untergrund zu suchen, selbst wenn daselbst der Raum zu einem grossen Bahnhofe durch Wegräumung vieler Gebäulichkeiten und durch grosse Flussregulirungen nothdürftig geschaffen würde, können weder die von Westen kommenden Bahnen, noch die Gotthardbahn wollen, denn die ersteren würden damit ihr Ziel nicht ganz erreicht haben die letztere aber über dasselbe hinausgefahren sein; — diese Lage befriedigt auch nicht die Interessen der Stadtbevölkerung, noch dient sie dem grossartigen Touristenverkehre, denn dieser gravitirt an den See, wo die Hôtels gelegen sind, und wo der unmittelbare Anschluss mit den Dampfschiffen besteht.

Eine direkte Verbindung aber aus dem bestehenden Bahnhofe, — oder auch nur von dem zu einer entsprechenden Erweiterung desselben in seiner Nähe befindlichen wohl geeigneten Terrain — mit der am anderen Seeufer liegenden Gotthardbahn könnte nur durch Ueberbrückung des See's erreicht werden; dahin gehende Projekte und Rathschläge finden indessen einerseits wegen ihrer grossen Kostspieligkeit, andererseits aus Besorgniss, eine Seebrücke könne der schönen Aussicht über den See Abbruch thun, — keinen Anklang.

So ist man denn zur Aufstellung eines Projectes gekommen, welches bezweckt, an der Halde einen grossen Centralbahnhof zu erbauen und diesen mit einer die Stadt Luzern nördlich umkreisenden, meist im Tunnel liegenden Doppelbahn mit den übrigen Bahnlinien im Untergrund zusammenzuführen, und dort eine für die Betriebszwecke dienende, jedoch auch für Personenaufnahme eingerichtete Sammel-Station anzulegen. Die bestehende Seestation sollte nach Herstellung dieser neuen Stationen eingehen und der von dieser durch den Gütsch führende Bahnstrang sollte für eine allenfals einmal vom Berner Oberland her über den Brünig zu erbauende Bahn reservirt werden. Dieses Project ist jedoch bisher nicht zu einer gedeihlichen Entwicklung gelangt, weil eine Einigung über die Beschaffung der grossen Kostensumme, welche die Herstellung des gemeinsamen Bahnhofes sammt Verbindungsbahn und der Station im Untergrund (Säntimatt) erfordert, unter den Bahngesellschaften nicht erzielt werden konnte. Da nun diese Streitfrage den Bau der Gotthardbahn nicht aufhalten und es dieser doch auch nicht conveniren und zugemuthet werden kann, den kostspieligen Bau der Verbindungsbahn aus alleinigen Mitteln auszuführen, eine Verbindung aber unter allen Umständen hergestellt werden muss, so geht das vorliegende Project darauf hinaus, an der Halde einstweilen eine Station in derjenigen Grösse zu bauen und mit denjenigen Anlagen zu versehen, welche den eigenen Bedürfnissen genügen, — dieselbe aber so zu situiren, dass die Fortsetzung zur Säntimatte in der früher projectirten Weise jederzeit ausgeführt werden kann. Für den Fall aber, dass die Ausführung wider Erwarten bis über die Zeit der Vollendung der Gotthardbahn Verzug erleiden sollte, wird die Einrichtung einer Trajectanstalt von der Haldenstation bis zu dem am entgegengesetzten Seeufer gelegenen Bahnhofe in's Auge gefasst. Es ist kein Zweifel, dass man mit einem solchen Traject, in derselben Weise, wie dies an mehreren Stellen am Rhein und seit Bestand der schweizerischen Nordostbahn auf dem Bodensee mit vollständig günstigem Erfolge geschieht, den Verkehr, welcher über Luzern in die Gotthardbahn eintritt, anstandslos bewältigen kann; dies ist um so gewisser anzunehmen, als die regelmässige Bewegung des Trajectschiffes über den See bei Luzern weder durch Strömung, noch durch Wasserstandswechsel, noch auch durch Eisgang irgendwie beeinträchtigt, und es möglich sein wird, in wenigen Minuten den nur 800 Meter weiten Wasserweg von einem Bahnhofe zum anderen zurückzulegen, auch mit jedem Schiffe bis sechs beladene Waggons zu transportiren; die Trajectrichtung lässt eine directe Fortsetzung der beidseitigen Geleise auf die Schiffe zu, so dass der Anschluss von einer Bahn zur anderen bei jedem Zuge ohne Zeitverlust stattfinden kann.

Traject zur Verbindung des neuen mit dem alten Bahnhofe.

Wenn man nun noch in Betracht zieht, dass der Güterverkehr der Gotthardbahn in ihrer Verbindung mit dem ganzen Norden ohnedies zum weitaus grössten Theile über Immensee und Zug seinen Weg nehmen wird, weil die dort einmündenden Bahnen in allen Verhältnissen günstiger sind, als die in Luzern einlaufenden, dass ferner die Bahnreisenden, welche im Sommer Luzern besuchen, fast ausschliesslich dort Aufenthalt nehmen, also keinen unmittelbaren Anschluss der Bahnzüge beanspruchen, so kann wohl angenommen werden, dass auf diesem Wege einstweilen eine befriedigende Lösung der Bahnhoffrage in Luzern gefunden werden kann.

Haldenbahnhof.

Der an der Halde projectirte Bahnhof für Luzern bekommt eine Gesamtlänge von 1,200 Meter und nimmt auf diese Länge den ganzen zwischen der Haldenstrasse und dem See gelegenen Terrainabschnitt in Anspruch.

Im Falle grösseren Bedarfes lässt sich derselbe sowohl durch Einbau in den See, als auch durch Verschiebung der Strasse gegen die Halde, und endlich auch noch durch Verlängerung in das Würzenthäl erweitern.

Das Areale dieses Platzes misst 16.3 Hektaren oder 35.3 Jucharten. Die Höhengcote der Bahnhoffläche ist auf 440 Meter über Meer bestimmt. Die bisherige, für den Bahnhof in den Projecten angenommene Höhe von 438.7 Meter liegt nicht mehr als 0,5 Meter über der Wasserhöhe, welche der See beim Zusammentreffen des Föhns mit grossem Wasserstande erreicht, kann also unmöglich als genügend angesehen werden, denn in dieser Höhe würde das Bahnhofniveau nur wenig über der Grasnarbe der nassen und sumpfigen Wiesen liegen, ja am obern Theile sogar noch eine Abgrabung derselben bedingen, so dass die Geleise kaum mehr Unterlage als den Schotter erhalten würden. Die Untersuchungen des Bodens haben nun ergeben, dass derselbe durch einen mehr als 20 Meter tiefen, durch und durch elastischen Seeschlamm gebildet wird, und dass schon eine mässige Belastung ihn zusammendrückt und gegen den See hin wellenförmige Erhebungen verursacht; wenn man diese letzteren nun auch — wie sich dies bei den Quaibauten in Luzern bisher bewährt hat — durch Ufermauern ziemlich unschädlich machen kann, so wird es doch nie möglich sein, ohne eine kräftige permanente und über die ganze Fläche ausgebreitete Belastung des Bodens durch Anschüttung, eine unnachgiebige Unterlage für die Bahnhofgeleise und die Betriebsanlagen zu erhalten, ohne welche ein sicherer und prompter Bahnhofdienst undenkbar ist.

Die Höhe von 440 Meter gewährt zudem den Vortheil, dass von ihr aus die projectirte Verbindungsbahn nach Untergrund mittelst Brücke über die Haldenstrasse beim Hôtel Beaurivage übersetzt werden kann, während nach dem bisherigen Projecte diese Strasse im Niveau überschritten werden muss.

Der Mittelpunkt des Bahnhofgebäudes für Luzern ist neben der Villa Zingg (stadtseitig) angenommen, während derselbe nach dem früheren Projecte um 220 Meter näher der Stadt zu gelegen war. Diese Verlegung hat theilweise den Zweck, dass die genannte Ueberbrückung der Strasse ermöglicht, theilweise, dass der Einbau des Bahnhofs in den See reducirt werde, da in der Umgebung dieses Platzes das Ufer so weit hinausgreift, dass daselbst behufs der Anlage eines Vorplatzes vor dem Aufnahmsgebäude kein Einbau in den See mehr nöthig ist. Die Fortsetzung des Stadtquais bis dahin kann in entsprechender Linie geschehen, so dass die günstige Verbindung sowohl der Halden- wie der Quaistrasse zum Bahnhofe sichergestellt ist.

Luzern-Küssnacht.

Was die Bahnlinie von Luzern bis Küssnacht betrifft, so könnte dieselbe selbstverständlich ohne Niveauveränderung am Seeufer fortgeleitet werden. Dagegen sprechen indess mehrere Gründe:

1. Dass dem See entlang die schönsten Anlagen der Villen und Hôtels gelegen sind, deren Durchschneidung und Trennung vom Wasser mit grossen Opfern erkaufte werden müsste;
2. dass die Begrenzungslinie und der Abhang des Seeufers sehr unregelmässig sind, und deshalb die Anlage der Bahn daselbst vortheuern;
3. dass durch die Führung am Seerande die Bahnlinie beträchtlich verlängert würde, und
4. dass die Ortschaften und öffentlichen Communicationen entfernt vom See auf der Anhöhe des Ufers liegen.

Angesichts dieser Umstände erscheint es geboten, die Bahntrace ebenfalls über diese Höhe zu führen.

Steigungsverhältnisse.

Da das passendste Terrain bei Meggen und Mörlischachen zwischen den Höhengcurven von 460 und 480 Meter gelegen ist, und der Uferrand zwischen Luzern und der Seewandung am Meggen-

Horn ziemlich gleichmässig ansteigt, so hat man es in der Hand, das Steigungsverhältniss für die Gewinnung dieser Höhe zu wählen.

Die Experten führen für diese Strecke eine Steigung von 15‰ in das Längenprofil ein, Gerwig ermässigt die Steigung bis auf 10‰. Es hat verhältnissmässig keine grossen Schwierigkeiten, dieselbe sogar bis auf 8‰ zu ermässigen. Vergleichende Studien ergaben indessen, dass die Kosten sich je mit der Vergrösserung des Steigungsverhältnisses vermindern. Wenn es nun die Aufgabe ist, das richtige Verhältniss zwischen dem Aufwande des Baues und dem damit zu erreichenden Zwecke einzuhalten, so musste bei der Wahl des Steigungsverhältnisses dieser Strecke hauptsächlich in Betracht kommen, dass die Züge, welche über diese Strecke verkehren, in keinem Falle den Umfang und das Gewicht haben werden, welches die Züge erhalten müssen, die von Arth über den Gotthard geleitet werden, und umgekehrt, — da in Arth jederzeit auch noch ein Anschluss von den beiden anderen Flügeln her erfolgt; es hat deshalb auch keinen besondern Werth und wenig innere Berechtigung, diesen supplementären Bahnstrang ebenso auszustatten, wie die Hauptbahn.

Die Grenze aber, wie weit man ohne Nachtheil den Flügel hinter der Hauptbahn nachstehen lassen kann, scheint am besten aus den Verhältnissen der in Luzern anschliessenden Bahnen entnommen werden zu können, da diese wohl den richtigsten Massstab für den Verkehr abgeben, welcher auf dem Luzerner Flügel zu bewältigen ist; auf den beiden Linien, welche hiebei in Betracht kommen, von Aarberg und von Bern, ist das Gefälle bis zu 12,5‰ gesteigert. Demgemäss glaubte man das Verhältniss von 12,5‰ einführen zu sollen, wodurch man gegenüber einer Linie mit 10‰ — 250,000 Fr. und von 8‰ — 300,000 Fr. an den Baukosten erübrigt. Entschliesst man sich jedoch zu Gunsten dieser Linie, einen solchen Mehraufwand zu machen, so stehen technische Hindernisse nicht entgegen.

Die Bahn tritt mit dieser Steigung von 12‰ unmittelbar aus dem Bahnhofe Luzern hervor, Luzern-Meggen. und hält dieselbe drei Kilometer lang bis zur Durchbrechung des Meggenhorns ein.

Das Würzenbachthal wird im Damme überschritten, durch den der Seeweg und der Würzenbach gemeinschaftlich in einer 4.4 Meter weiten Brückenöffnung durchgeleitet werden, und steigt nun an der Lehne hinter den Gebäuden von Unter-Seeburg, Seeburg, Salzfass, Rebstock und Wartenfluh hinauf. Dämme und Einschnitte wechseln rasch ab. In den Dämmen, mit welchen die tief eingerissenen Wasserrinnen überschüttet werden, sind die entsprechenden Durchlässe anzubringen; in zweien der Hügel senkt sich das Bahnniveau so tief ein, dass sie mit kurzen Tunnels (25 und 60 Meter) durchbrochen werden müssen.

Der Durchbruch des Meggenhorn erfolgt mit einem 260 Meter langen Tunnel (bei einer Steigungslinie von 10‰ wird derselbe 685 Meter, bei 8‰ 740 Meter lang); beim Austritte aus demselben ist die Cote 477.5 erreicht, aus der die Bahn nach kurzer Horizontalen mit einem 1000 Meter langen Gefälle von 5‰ in die Horizontale der Station Meggen (472.5 Meter) gelangt.

Die Station Meggen liegt in den Baumgärten zwischen Meggen-Kappel und Meggen-Wirthshaus, Meggen-Küssnacht. etwa 150 Meter unterhalb der Strasse, durch guten Weg mit dieser verbunden. Von der Station fällt die Bahn anfangs mit 5‰, dann mit 3‰ an der Lehne hinab, unter der Kirche und der Pension Gottlieben, stets am oberen Rande des gegen den See abfallenden, ziemlich steilen und wegen der quellenreichen lettigen Bodenbeschaffenheit unsicheren Gehänges hin.

An der Cantonsgrenze tritt die Bahn an die Bergseite der sich ganz an dem Seerande herab ziehenden Strasse, bleibt hinter den Häusern von Mörlischachen an derselben liegen, kehrt aber bald, nachdem die Strasse wieder ansteigt, auf die Seeseite zurück, passirt auf dieser Bischofswyl, überschreitet dann nochmals die Strasse, und bleibt nun in der Cote 460 Meter oberhalb der Strasse liegen.

Bei Litzli ist die Station für Küssnacht situirt, von dort etwa 1 Kilometer entfernt.

Auf dieser ganzen Strecke wird das Bahnniveau auf das günstigste an das Terrain angeschlossen, es sind jedoch eine Reihe tief in den Molassefels eingerissener Wassergräben zu übersetzen, die mehr oder weniger grosse Durchflussöffnungen erfordern.

Von Küssnacht aus, den vom See aufsteigenden Thalwiesen folgend, hält die Bahn ihr Niveau inne, bis sie diese Wiesen in der Nähe der hohlen Gasse mit einem 16 Meter hohen Damme überschritten hat; erst jenseits desselben steigt sie mit 5‰ an, um den quer vorliegenden sogenannten Küssnacht-Immensee.

Schwarzenbach-Gütsch, einen vom Rigi auslaufenden, auf dem Scheitel versumpften Kiesrücken, in einem 10 Meter tiefen Einschnitte etwas günstiger zu durchstechen.

Hier hat sie die Lehne des Zuger-See's erreicht, nachdem sie aus ihrer bisherigen nordöstlichen — mit einem Viertelkreis — in die südöstliche Richtung übergegangen ist. Noch in dieser Wendung schreitet die Bahn mit einer fünfmtrigen Brücke über die Strasse, welche nach Immensee hinab-
Immensee-Arth. führt, und gelangt dann in das für die Anschlussstation Immensee bestimmte Terrain. Für diese Station ist eine Länge von 500 Meter, in der Höhe von 463 Meter (früherer Vereinbarung gemäss) und nur diejenigen Anlagen in das Project aufgenommen, welche eine gewöhnliche Zwischenstation erfordert, in der Voraussetzung, dass die anschliessende Bahn den für den Anschluss nöthigen Anbau zu bestreiten haben wird.

Aus dieser Höhe von 463 Meter über Meer, welche die Bahn noch 600 Meter einhält, um den Ort Ober-Immensee zu passiren, gelangt dieselbe mit einem continuirlichen Gefälle von 5‰ bis an die Ebene von Arth herab, ruht 200 Meter lang in der Höhe von 438.1 Meter und hebt sich dann mit einer Gegensteigung von 5‰ in das Niveau des Bahnhofes Arth (442 Meter) hinauf.

Das Gelände des Zuger-See's, welches die Bahn durchzieht, ist ziemlich steil und von vielen Wasserrinnen durchfurcht; der Bau ist daher nicht einfach.

Eine grosse Anzahl von Durchlässen, deren grösster — für den Gurschbach — 10 Meter Oeffnung bekommt, und stets wechselndes Terrain, machen die Bauausführung dieser 6 Kilometer langen Strecke theuer.

Die Ebene von Arth wird in einem 8 Meter hohen, 800 Meter langen Damme im Viertelkreisbogen übersetzt. Am Eintritte in den Bahnhof werden die Strasse nach Schwyz und die Arth-Rigi-Bahn, jede in einem sechsmtrigen Durchlasse, unter den Schienen durchgelassen.

Die erzielten Resultate sind in nebenstehender Tabelle ersichtlich:

Elemente der Vergleichung	Nach dem Projecte		
	der Experten 1864	Gerwig 1875	Hellwag 1876
Constructionselemente:			
	Kilometer	Kilometer	Kilometer
Bahnlänge	23.428	19.900	20.495
Steigungsverhältnisse:			
a) Maximalsteigung	15 ⁰ / ₀₀	10 ⁰ / ₀₀	12.5 ⁰ / ₀₀
b) Summe der Steigungen	7.766	3.530	4.437
<i>In % der ganzen Länge</i>	33.3 ⁰ / ₀	17.7 ⁰ / ₀	21.4 ⁰ / ₀
c) Summe der Gefälle	6.080	4.000	9.456
<i>In % der ganzen Länge</i>	25.9 ⁰ / ₀	20.1 ⁰ / ₀	46.3 ⁰ / ₀
d) Summe der Horizontalen	9.582	12.370	6.602
<i>In % der ganzen Länge</i>	40.8 ⁰ / ₀	62.2 ⁰ / ₀	32.3 ⁰ / ₀
Richtungs-Verhältnisse:			
a) Summe der Geraden	15.185	11.931	11.357
<i>In % der ganzen Länge</i>	64.8 ⁰ / ₀	59.9 ⁰ / ₀	55.8 ⁰ / ₀
b) Summe der Curven	8.243	7.969	9.138
<i>In % der ganzen Länge</i>	35.2 ⁰ / ₀	40.1 ⁰ / ₀	44.2 ⁰ / ₀
c) Summe der Curven mit dem Minimal-Radius von 300 M.	0.922	2.785	3.169
<i>In % der ganzen Länge</i>	3.9 ⁰ / ₀	13.9 ⁰ / ₀	15.4 ⁰ / ₀
Länge der Tunnels	0.500	0.980	0.345
<i>In % der ganzen Länge</i>	2.1 ⁰ / ₀	4.9 ⁰ / ₀	1.7 ⁰ / ₀
Länge der offenen Strecke	22.928	18.920	20.150
<i>In % der ganzen Länge</i>	97.9 ⁰ / ₀	95.1 ⁰ / ₀	98.3 ⁰ / ₀
Kosten der Unterbauherstellung:			
	Fres.	Fres.	Fres.
Unterbau	2,944.508	4,129.110	3,090.750
<i>per Kilometer</i>	125.680	207.490	150.800
Offene Strecke	2,619.508	3,014.110	2,706.750
<i>per Kilometer</i>	114.250	159.300	134.300
Tunnels	325.000	1,115.000	384.000
<i>per Kilometer</i>	650.000	1,137.750	1,113.040

c) Zug-Arth.

Geologische
Beschaffenheit.

Am östlichen Strande des Zuger-See's lagern Quarzit-Bildungen von Zug bis Trubikon. Von da nach Arth folgen auf einander dieselben Schichten, welche jenseits zwischen Seeburg und Arth anstehen: Nagelfluh bei Lottenbach, jener des Kiemen am anderen Seeufer entsprechend, Süsswassermolasse mit Schichten von Mergel und Nagelfluh bis St. Adrian; rothe Molasse als Fortsetzung des jenseitigen Landes zwischen Zinne und Rickenbach von St. Adrian bis Gengigen. Hier beginnen die Nagelfluhbänke des Rüfiger, welche jenen des gegenüberliegenden Rigi genau entsprechen. Bei Tafelstadt und andern Punkten umschliessen sie Einlagerungen von Molassesandstein.

In Zug ist es wieder die Bahn-Anschlussfrage, welche noch einer Entscheidung harret.

Allgemeine
Bemerkungen.
Bahnhof Zug.

Für die Gotthardbahn liegt kein Anlass vor, weiter als bis zum Antritt an die Stadt vorzurücken, es könnte um so weniger dafür ein Anlass gefunden werden, als an der nördlichen Seite der Bahnhof nicht so situirt werden kann, dass aus demselben eine direkte Fortsetzung in die beiden in Zug einmündenden Bahnen zugleich erreicht wird, und dies muss doch als die anzustrebende Aufgabe angesehen werden.

Die gegenwärtig bestehende Bahn hat bekanntlich bei Zug eine Kopfstationslinie, in welche die von Luzern und Zürich kommenden Bahnflügel, etwa 3 Kilometer vom Stationsende entfernt, und 1 Kilometer vor der in dem Luzerner Flügel liegenden Station Cham sich vereinigen.

Dass diese vereinigten Linien ihren Anschluss an die Gotthardbahn bekommen, liegt doch offenbar im Interesse der letztern, — es kann sich dabei freilich nur um den Localverkehr des unmittelbaren Rayon's derselben handeln, denn der Luzerner Flügel bekommt entweder schon bei Rothkreuz eine kürzere Verbindung zur Gotthardbahn, oder es hätte doch, wenn die Aargauische Südbahn hier ohne Anschluss kreuzen sollte, die Stadt Luzern selbst den directen Weg nach Arth über Küssnacht. Von Zürich wird ebenfalls eine kürzere directe Linie nach Zug gebaut, es sind also auch hier nur die Ortschaften zwischen Zürich und Zug, welche auf der Reppischthalbahn zur Gotthardbahn gelangen — aber auch nur in dem Falle, wenn bei Rothkreuz kein Anschluss hergestellt wird, — andernfalls haben sie wenigstens die Wahl zwischen den Linien auf beiden Seeufern.

Das sonach äusserst beschränkte Verkehrsbedürfniss wird nun gewiss befriedigt, wenn die Züge der Reppischthalbahn von der Kopfstation Zug aus, oder — nach deren etwaigem Wegfalle — von dem Geleise derselben, auf der Nordseite von Zug in die Zürich-Thalweil-Zuger-Bahn eingelenkt werden und mit derselben in den südlich gelegenen Gotthardbahnhof gelangen.

Wie überhaupt bei Bahnanschlussfragen fast nie eine einzige ausschliessliche Verkehrsrücksicht obwaltet, so wird auch bei dem Bahnknoten in Zug nicht allein die innige Verbindung in der Richtung des Verkehrs der Gotthardbahn herzustellen gesucht, sondern es wird auch ein günstigerer Verkehr der Züge zwischen Luzern und Zürich erstrebt, als der gegenwärtig durch die Hin- und Rückfahrt nach Zug so sehr belästigte.

Es regt sich nämlich die Hoffnung, diesen Verkehr in Zukunft an Zug vorbei über die neue Linie Zug-Thalweil-Zürich führen zu können, und dazu würde die Anlage der Station Zug nördlich der Stadt günstiger sein.

Dieses Verkehrsinteresse liegt aber ausser dem der Gotthardbahn, und sie verlöre, wollte sie diesen Plan begünstigen, nicht allein den directen Anschluss der Reppischthalbahn, sondern es würde ihr auch noch die Aufgabe zufallen, ihre Linie um Zug herum bis zu einem jenseits liegenden Bahnhofe zu führen.

Es möge übrigens angedeutet werden, dass, wenn es wirklich bei diesem Anlasse auf eine Erleichterung des Verkehrs zwischen Luzern und Zürich ankommt, derselbe sich ganz von selbst und zwar auf der bestehenden Linie heraus gestalten wird. Es ist nämlich wohl vorauszusehen, dass — sowie der Verkehr von Zürich zum Gotthard in Zukunft ausschliesslich über Thalweil und Zug gehen wird — der Verkehr von Zürich nach Luzern auf der bestehenden Bahn nicht mehr den Weg auf dem Stockgeleise nach Zug und zurück, sondern direct, an demselben vorüber einschlagen wird, und dies allein schon deshalb, weil sonst die Reppischthalbahn ihren Verkehr fast gänzlich verlieren würde. Zwischen beiden derart durchgehenden Verkehrsrichtungen wird aber durch einen zwischen den Stationen Cham und Zug verkehrenden Localzug vollständig regelmässige Verbindung hergestellt und Zug auch mit Luzern verbunden werden.

Dies war die leitende Auffassung bei Anordnung des Bahnhofes für Zug an der Südseite der Stadt unmittelbar an derselben. Derselbe ist vorläufig für den eignen Bedarf der Gotthardbahn hinsichtlich des Verkehrs der Stadt Zug projectirt, übrigens so placirt, dass er nach jeder Richtung hin hinlänglich erweitert werden kann, um ihn auch zum Betriebs-Endbahnhofe für die beiden hier zusammenstossenden grossen Bahnen einzurichten, was indessen, wie schon im Eingange des Berichtes erwähnt, wohl vermieden werden sollte.

Bahnhofanlage
in Zug.

Die um Zug herumzuführende Verbindungslinie kann von dieser Lage aus ohne Tunnel ausgeführt werden.

Der Bahnhof Zug hat eine Länge von 700 Meter und liegt in der Meereshöhe von 433, also 16 Meter über dem Wasserspiegel des Zuger-See's.

Fast die ganze Linie bis Arth kann ohne Schwierigkeit horizontal geführt werden, nur beim Austritte aus der Station Zug und bei der Einfahrt in die Station Arth kommen kurze Steigungen vor. Auf 11,525 Meter Länge behält die Bahn das Niveau von 435, oder 18 Meter über dem See; dieses Niveau schneidet überall günstig an die Lehne des Seeufers an, und hält die Bahn sowohl von den Häusern der am See liegenden Ortschaften, wie von den Communicationen, und endlich auch vom Seeufer hinlänglich fern, um sie vor den Abrutschungen sicher zu stellen, welche nicht selten am Uferrande vorkommen. 9 Kilometer von Zug ist eine Station für Walchwil projectirt, und damit den Verkehrsanforderungen des Seeufers Rechnung getragen.

Zug-Arth.

Die Bauschwierigkeiten dieser Strecke sind nicht sehr bedeutend, 4 kleine Tunnels, 120, 220, 100 und 110 Meter lang, sind durch trockene Molasse-Felsnasen zu treiben, Einschnitte und Dämme wechseln rasch, ohne irgendwo grosse Dimensionen anzunehmen. Die Lehne ist überall trocken und fest. Die Böschungshöhen werden, ungeachtet die Lehne ziemlich steil ist, nicht sehr hoch, weil überall gesunde horizontal geschichtete Molasse sich vorfindet, welche senkrecht stehen bleibt. Die vielen Terrainfalten erfordern zwar eine grosse Anzahl — aber nirgends umfangreiche Bauobjecte. Der grösste Durchlass hat 10 Meter Weite, die meisten übrigen nur 6 oder weniger Meter Oeffnung.

Am Ende des See's bei Arth ist der Aabach mit einer 10 Meter weiten Brücke zu überschreiten, an der linken Seite desselben beschreibt die Bahnlinie einen Viertelkreisbogen, mit dem sie fast bis zur Arth-Rigi-Bahn heranreicht, diese aber nicht alterirt, und sodann in die Station Arth eintritt.

Die nachstehende Tabelle zeigt die erreichten Erfolge:

Elemente der Vergleichung	Nach dem Projecte		
	der Experten 1864	Gerwig 1875	Hellwig 1876
Constructionselemente:			
Bahnlänge	Kilometer 15.483	Kilometer 14.590	Kilometer 12.835
Steigungsverhältnisse:			
a) Maximalsteigung	15 ‰	10 ‰	10 ‰
b) Summe der Steigungen	5.750	1.983	0.900
In ‰ der ganzen Länge	37.1 ‰	13.5 ‰	7.0 ‰
c) Summe der Gefälle	1.500	—	—
In ‰ der ganzen Länge	9.7 ‰	—	—
d) Summe der Horizontalen	8.233	12.607	11.935
In ‰ der ganzen Länge	53.2 ‰	86.5 ‰	93.0 ‰
Richtungs-Verhältnisse:			
a) Summe der Geraden	10.053	7.398	7.447
In ‰ der ganzen Länge	64.9 ‰	50.7 ‰	58.0 ‰
b) Summe der Curven	5.430	7.192	5.388
In ‰ der ganzen Länge	35.1 ‰	49.3 ‰	42.0 ‰
c) Summe der Curven mit dem Minimal-Radius von 300 M.	0.720	5.375	2.121
In ‰ der ganzen Länge	4.5 ‰	36.8 ‰	16.5 ‰
Länge der Tunnels	0.750	1.360	0.170
In ‰ der ganzen Länge	4.8 ‰	9.3 ‰	1.3 ‰
Länge der offenen Strecke	14.733	13.230	12.665
In ‰ der ganzen Länge	95.2 ‰	90.7 ‰	98.7 ‰
Kosten der Unterbauherstellung:			
Unterbau	Fres. 2,192.076	Fres. 3,490.350	Fres. 1,796.000
per Kilometer	141.500	239.200	141.400
Offene Strecke	1,704.576	1,894.350	1,606.000
per Kilometer	115.700	143.200	128.000
Tunnels	487.500	1,596.000	190.000
per Kilometer	650.000	1,173.500	1,117.600

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 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.

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 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 vornherein 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 Warenumsatz 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	Hellwag 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