

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 Reussthales.

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 eocenem 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 eocenem 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 zermalmnt 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 Geschiebemassen 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 Tunnels unterfahren, ein Mittel, welches in keinem Falle anzurathen ist, da die Erbauung solcher Tunnels in den wassergesättigten Geschiebemassen 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 Geschiebemassen 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 diesfälligen 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 Trümmermasse 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