

Die Zahnradbahn

von Zell am See auf die Schmittenhöhe.

Mit besonderer Rücksichtnahme
auf Bergbahnen und die geologischen Verhältnisse
längs der Schmitten-Trace.

*Vortrag, gehalten im Wissenschaftlichen Club in Wien
am 7. März 1887*

von

Prof. Dr. Gustav Adolf Koch,

kaiserl. Rath, Honorar- und Privatdocent an der k. k. Hochschule für
Bodencultur in Wien.

Mit drei Tafeln.

Wien, 1887.

Spielhagen & Schurich,

Verlagsbuchhandlung,

I., Kumpfgasse 7.

(Separatabdruck der Beilage Nr. V zu Nr. 9 der Monats-
blätter des Wissenschaftlichen Club in Wien,
vom 15. Juni 1887.)

Ein Rückblick auf die zwei letztverflossenen Decennien zeigt uns in ganz eindringlicher Weise, dass für die Erschliessung unserer Gebirgsländer, für die Hebung des allgemeinen Verkehrs und des Fremdenzuflusses, sowie für die Entwicklung der Industrie und des Handels gar Manches geschehen ist.

Entlegene Productionsorte und Alpengebiete, die sonst kaum von Touristen begangen wurden, sehen wir heute dem grossen Weltverkehre einverleibt, und zurückgebliebene oder von Natur aus wenig begünstigte Landstriche sind allmählig durch Förderung der materiellen Interessen einer erhöhten Cultur zugeführt worden. Gerade in der jüngsten Zeit wurden durch das Salzkammergut, durch die Kronländer Salzburg, Tirol und Vorarlberg gewaltige Verkehrsadern gelegt, die uns unter dem Namen der Salzkammergutbahn, Gisela- und Arlbergbahn geläufig sind. Mit der Eröffnung der Arlbergbahn hat das Hauptnetz unserer ‚Gebirgsbahnen‘ vorläufig einen ruhmwürdigen Abschluss gefunden, nachdem mit der im Jahre 1854 eröffneten Semmering-

das Project einer Eisenbahn von Lend in's *Gasteiner Thal* bis nach Böckstein (1127 M.) realisirt und damit ein Stück der künftigen Tauernbahn vollendet sein. Ob und wann einmal die Finanzierung einer Bahn auf den 1780 M. hohen *Schafberg* in Oberösterreich gelingt, der schon so oft nach den verschiedensten Seiten als Tracirungsobject gedient hat, lässt sich heute noch gar nicht voraus bestimmen.

Handelt es sich nicht um die Erbauung einer bedeutenden Alpen- oder Gebirgsbahn, sondern nur um die Herstellung einer Bergbahn in unserem Sinne, so wird zur Bewältigung des beschränkten Verkehrs, der doch nur für locale, industrielle, touristische oder montanistische Zwecke auszureichen hat, ganz gut ein *Bahnsystem* gewählt werden können, welches kostspieligen Entwicklungen der Trace und schwierigen Betriebsverhältnissen möglichst aus dem Wege geht. Gelingt es mit dem bei einer Bergbahn zur Anwendung gelangenden System, die einzelnen Berge, Höhenplateaux und Thalstufen auf kürzester Linie zu ersteigen oder zu überschreiten, ohne dass dabei die Leistungsfähigkeit, Sicherheit und Regelmässigkeit des Betriebes eine Einbusse erleidet, so reduciren sich dadurch auch natürlich von selbst die Bau- und Betriebskosten einer kleinen Bergbahn im Vergleich zu denen einer gross angelegten Gebirgsbahn um ein Bedeutendes.

Von den zur Anwendung kommenden Bahnsystemen eignete sich der von *Robert Stephen-*

son seinerzeit so warm empfohlene *Seilbetrieb* am allerwenigsten.

I. Seilbahnen.

Das System der Seilbahnen ist überhaupt das älteste, welches entweder zur Thalförderung oder zum Bergtransport von Lasten und Personen benützt wurde. Im Dienste der Montanistik, Land- und Forstwirthschaft kam der Seilbetrieb als einfache ‚Drahtseilriese‘ seit jeher in primitivster Form zur Geltung. Das auf dem Berge verankerte und ins Thal gespannte Drahtseil diente als *Bahn* oder *Geleise*. Anders ist es bei den sogenannten ‚Bremsbergen‘ und ‚Drahtseilbahnen‘ im weiteren Sinne des Wortes, bei denen als Basis zum Rollen der Wagen ein solides Bahngeleise vorausgesetzt wird.

Bei den ‚Bremsbergen‘ ziehen die auf *einem* Geleise ins Thal hinablaufenden *vollen* Wagen an einem Drahtseil *leere* Wagen auf einem zweiten Geleise den Berg hinan. Eine Ausweichstelle in der Mitte des Berges kann allenfalls das zweite Geleise ersetzen. In mancherlei Formen der Ausbildung haben sich diese höchst billig herzustellenden Transportmittel noch bis heute in vielen Gegenden des Hochgebirges erhalten.

Eine wesentliche Verbesserung erfuhr dieser primitive Seilbetrieb erst dadurch, dass die Drahtseilbahnen durch Anbringung von geeigneten Vorrichtungen auch zum *Empor-*

ziehen von Lasten und zur Personenbeförderung eingerichtet wurden.*)

Man belastete die thalwärts gehenden Wagen mit Wasser, welches man dann auf der Thalstation aus den Behältern abrinnen liess. Fand sich jedoch auf dem Berge kein Wasser vor, so musste ein im Thal angebrachtes Wasserrad oder eine feststehende Dampfmaschine als Motor functioniren, um auf dem zweiten Geleise die vollen Wagen am Seil emporzuziehen. Der Seilbetrieb, der es möglich macht, mit den geringsten Kosten die denkbar grössten Steigungen bis zu $700\frac{0}{00}$ zu überwinden, hat zwar eine Reihe von Verbesserungen erfahren, aber er erfreute sich bei dem fahrenden Publicum niemals einer besonderen Beliebtheit. Als *Robert Stephenson* seinerzeit zur Bewältigung der auf der Semmeringbahn vorkommenden bedeutenden Steigungen von $25\frac{0}{00}$ die Anlage einer Seilrampe empfahl und der beharrliche *Ghega* schliesslich doch eine gewöhnliche Adhäsionsbahn über den Semmering herstellte, gelang es, der Locomotive, die Seilbahnen nach und nach fast gänzlich zu verdrängen'. (*F. A. Birk* l. c. p. 4).

Die nebenstehende Tabelle gibt uns eine Uebersicht der bekannteren grösseren Drahtseilbahnen, von denen einigen nur eine bescheidene Lebensdauer beschieden war.

*) Siehe hierüber: *Berth. Curant*, 'Die Bergbahnen der Neuzeit etc.'. Wien, 1876, p. 5 ff.; ferner *A. Memminger*: 'Die Alpenbahnen . . .'. Zürich, 1878, p. 62 ff.; *F. A. Birk*: 'Die Zahnradbahnen etc.'. Wien, 1881, p. 4 und 19; Prof. *Fr. Kreuter*: 'Ueber Eisenbahnen im Gebirge'. Zeitschr. des Deutschen und Oesterr. Alpen-Vereins, 1884, p. 246 ff.

Name der Bahn (A in Oesterreich-Ungarn, B im Ausland)	Bahnlänge in Metern	Höhendifferenz in Metern	Mittlere Stei- gung pro mille	Dicke des Seiles in Millimetern	Zahl der auf einmal beförder- ten Personen	Eröffnungsjahr	Name des Erbauers
A.							
1. Drahtseilbahn auf den Ofner Schloss- berg	80	50	620	26	48	1869	H. Wohlfahrt
2. Drahtseilbahn auf den Leopoldsberg bei Wien	725	343	340	50	200	1873	Frz. Felbinger
3. Drahtseilbahn auf die Sophienalpe bei Wien	606	108	180	20	48	—	Sigl
B.							
4. Drahtseilbahn zum Giessbach am Brienzersee im Canton Bern	347	—	280	—	—	1879	R. Abt
5. Auf den Gütsch bei Luzern	—	—	530	—	—	—	—
6. Auf den Croix-rousse bei Lyon	489	70	160	60	648	—	—
7. Seilbahn auf den Vesuv	820	—	560	25	10	1880	Olivieri und Dall'Ongaro

Anmerkung. Zu 1: Kostete 182.000 fl. — Zu 2: † Im Jahre 1873 wurden 300.000 Personen befördert; kostete 860.000 fl. ohne Grundeinlösung. — Zu 3: † Betrieb mit Seil ohne Ende, kostete 50.000 fl. ohne Grundeinlösung. — Zu 4: 320⁰/₁₀₀ Maximalsteigung; Wasserbetrieb. — Zu 7: 630⁰/₁₀₀ Maximalsteigung.

II. Zahnradbahnen.

Das überraschend günstige Resultat, welches sich im Jahre 1851 bei dem auf dem Semmering *) veranstalteten Wettfahren mit ‚Adhäsionslocomotiven‘ ergeben hatte, trug wesentlich dazu bei, dass man in Europa dem Seilbetrieb und Zahnradsystem nur mehr eine geringe Aufmerksamkeit zuwendete. Erst auf dem weiten Umwege über Amerika ist das ursprünglich in England aufgetauchte Zahnradsystem in verbesserter Form wieder nach Europa gekommen.

Das sogenannte Zahnrad- oder Zahnstangensystem erfreut sich eigentlich eines ziemlich hohen Alters. Als man zu Anfang unseres Jahrhunderts die ersten ‚Dampfwagen‘ baute, **) glaubten alle Mechaniker und Constructeure: *dass zwischen Rad und Schiene keine genügende Adhäsion (Haftung) existire und demnach die Reibung zwischen Schienen und Rädern künstlich hergestellt werden müsse.* Es wurden daher alle möglichen Auskunftsmittel erprobt. *Trevethick*

*) Nach der Eröffnung der Semmeringbahn kamen beim Bau von Gebirgsbahnen kurze, hochgelegene Tunnel und offene Ueberschienenungen der Gebirgskämme in Mode. Heute baut man lieber möglichst tief gelegene und lange Tunnels, seit man es gelernt hat, dieselben nicht nur rasch, sondern auch sehr billig und mit Leichtigkeit herzustellen. Näheres darüber in Dr. G. A. Koch: ‚Tunnelfrage bei der Arlbergbahn‘. Wien, 1880, p. 16 ff., und Dr. Koch: ‚Erdwärme und Tunnelbau im Hochgebirge‘. Separatabdruck aus der Zeitschr. des Deutschen und Oesterr. Alpen-Vereins. Wien, 1882, p. 3 ff.

**) *Trevethick* und *Vivian* bauten im Jahre 1804 den ersten Dampfwagen, der auf einer Eisenbahn in Süd-Wales verwendet wurde und 10.000 Kilogr. mit 7·5 Kilom. Geschwindigkeit zog.

brachte neben den Eisenschienen noch eine Holzbahn an, in die sich vorspringende Nagelköpfe der Räder eindrücken sollten. Mit Querrippen auf den Schienen und Rädern — Rauhmachung der Radreifen — dem Anbringen einer eigenen Art von ‚mechanischen Beinen‘ u. s. w. haben es andere Techniker versucht, ohne das angestrebte Ziel zu erreichen.

Da that *Blenkinshop*, Maschinist in dem englischen Kohlenwerk Midleton, einen glücklichen Griff. Er nahm im Jahre 1811 ein Patent auf eine Locomotive mit einem unter dem Kessel befindlichen Zahnrad, welches in eine *mittlere*, d. h. zwischen beiden Schienen laufende gezahnte Stange (Zahnstange oder Leiter) eingriff. Durch volle zwei Jahrzehnte leistete die Dampf-Zahnradmaschine von *Blenkinshop* ganz gute Dienste. Sie zog mit 5·2 Kilom. Geschwindigkeit pro Stunde auf der 5600 M. langen Kohlenbahn von den Midletoner Gruben nach Leeds 30 beladene Kohlenwagen im Gewichte von fast 100 Tonnen.

Trotz ihrer Constructionsängel und den sich daraus ergebenden Betriebsschwierigkeiten diente dennoch diese Maschine dem berühmten *George Stephenson* *) zum Vorbild, als er seine ersten Versuche vornahm, um eine bessere Maschine zu bauen. *George Stephenson* liess das Zahnrad gänzlich fallen, als *Blackett* — Besitzer einer Kohlengrube — im Jahre 1813 durch Probefahrten und Experi-

*) *George Stephenson*, geboren 1781, baute in seiner Fabrik zu New-Castle 1814 den *ersten* Adhäsionsdampfwagen.

mente nachgewiesen hatte, dass eine Locomotive auch *ohne Zahnrad, ohne Kette,*)* ohne mechanische Beine u. s. w. laufen könne. Blackett zeigte, dass das Gewicht der Locomotive vollauf genüge, um die nöthige Reibung hervorzurufen und das gefürchtete Gleiten und Drehen der Räder hintanzuhalten. Ja, es ergab sich sogar, dass die Reibung vollständig ausreiche, um nicht nur die Locomotive, sondern auch noch mehrere belastete Wagen bei mässiger Steigung in fortschreitender Bewegung zu erhalten. Der grobe Irrthum, in dem man sich so lange Zeit über den Mangel an Reibung zwischen Rädern und Schienen befand, hatte lähmend auf die Verbesserung der Locomotiven gewirkt. Jetzt erst war der Bann gebrochen. Sowohl dem Vater *George Stephenson* als auch dem Sohne *Robert Stephenson**)* und vielen anderen Technikern gelang es, zahlreiche und tief eingreifende Verbesserungen an den nunmehr verwendeten Adhäsionslocomotiven anzubringen. Allein die grossartigen Leistungen,

*) Von *W.* und *Edw. Chapman* wurde im Jahre 1812 eine Kette zwischen die Schienen gelegt und um ein Trieb-
rad der Locomotive geschlungen. Wegen allzugrosser
Reibung und Abnützung der Kette und der oftmaligen Ent-
gleisung des Dampfwagens wurde diese Idee bald wieder
aufgegeben. Ebenso auch die mechanischen Beine der vier-
rädri- und eincylindrigen Maschine von *Brunton* aus dem
Jahre 1813.

***) *Robert Stephenson* siegte am 8. October 1829 mit seiner
Maschine ‚Rocket‘ (Rakete) bei einer von der Liverpool-
Manchester-Eisenbahn-Gesellschaft ausgeschriebenen Preis-
bewerbung über die Locomotiven von mehreren Concur-
renten in der glänzendsten Weise. Die ‚Rocket‘ zog bei
einer Maximalgeschwindigkeit von 30 Kilom. pro Stunde
(15 Kilom. waren beim Concurrenzfahren nur verlangt) einen
Tender und zwei beladene Wagen von circa 20 Tonnen
Gewicht.

welche mit letzteren erzielt wurden, liessen den originellen Dampf-Zahnradwagen von *Blenkinshop* beinahe gänzlich in Vergessenheit gerathen.

Während bei uns gerade die Ueberschreitung des Semmering mit Adhäsionslocomotiven inscenirt wurde, nahm der amerikanische Laie — kein Techniker von Haus — *Sylvester Marsh* aus Chicago die Idee *Blenkinshop's* wieder auf. Er baute auf den 1916 M. hohen und stark zerklüfteten *Mount Washington*, welcher als schönster Aussichtspunkt in der zwischen Boston und Quebec im Staate New-Hampshire gelegenen Gruppe der ‚Weissen Berge‘ gilt, eine für den Touristenverkehr bestimmte Zahnradbahn. Die mittlere Steigung derselben betrug $375\frac{0}{100}$ bei einer Länge von 5·4 Kilom. Im Jahre 1855 fasste *Marsh* den Plan. Sein später in Boston ausgestelltes Modell des Oberbaues und der Maschine wurde gänzlich ignorirt, ein Concessionsgesuch (1857) *ad acta* gelegt und *Marsh* von manchen Leuten für wahnwitzig gehalten. Aber dennoch gelang das kühne Unternehmen in der überraschendsten Weise.

Im Jahre 1866 wurde eine kurze Probestrecke gelegt, sodann das Capital beschafft und endlich successive bis zum Jahre 1869 die ganze Bahn auf den Gipfel des *Mount Washington* *) eröffnet.

*) Auf dem benachbarten, nordöstlich davon gelegenen *Mount Madison* (1635 M.) wurde schon im Jahre 1847 eine Zahnradbahn mit mässiger Steigung ($60\frac{0}{100}$) eröffnet. Siehe *Birk* l. c. p. 5.

Wir haben also hier die erste grössere Bergbahn mit Zahnradbetrieb vor uns. Dem Amerikaner *Marsh* gebührt die Priorität der Erfindung und nicht dem schweizerischen Ingenieur *Riggenbach*, der allerdings im Jahre 1869 das Zahnrad in verbesserter Gestalt in *Europa* zur Geltung brachte.

Die Schwierigkeiten, welche sich mit Adhäsionslocomotiven beim Betrieb der mit $26^{0}/_{00}$ ansteigenden schweizerischen Centralbahn ergeben haben, brachten *Riggenbach* auf die Idee*,) diese Steigungen mittels Zahnradlocomotiven und Zahnstange zu bewältigen. Auf letzteres System nahm *Riggenbach* im Jahre 1862 in Frankreich und später auch in Amerika Patente, ohne in Europa eine wesentliche Unterstützung, noch in Amerika eine Anfeindung durch *Marsh* zu erfahren. Als nun gar *Riggenbach* 1868 Nordamerika zu Studienzwecken durchreiste, wird ihm wohl kaum das interessanteste Studienobject: die nahezu vollendete Zahnradbahn auf den Mount Washington, entgangen sein! Doch davon schweigt die Geschichte.**)

*) *Engerth* wandte schon im Jahre 1851 die Zahnradkuppelung bei einer für den *Semmering* construirten Maschine an.

***) In *Memminger's* Werk l. c. p. 167 wird von einer englischen Autorität, das Zahnradsystem des Herrn *Riggenbach* im Ganzen und Grossen als eine Nachbildung der auf dem Mount Washington in Anwendung befindlichen Zahnradmaschine' von *Marsh* bezeichnet. Desgleichen wird an derselben Stelle (p. 167) ,die vom Ingenieur *Thommen* zuerst empfohlene Combination des Zahnrades mit dem Adhäsions-system ebenfalls eine amerikanische Erfindung' genannt. *F. A. Birk* (l. c. p. 6) legt für *Riggenbach's* Originalität eine Lanze ein. Solche Streitfragen lässt selbstverständlich ein Geologe die Herren Techniker allein austragen.

Thatsache ist es, dass *Riggenbach* schon vor seiner Reise nach Amerika, im Verein mit dem schweizerischen Ingenieur *Zschokke*, im Jahre 1865 dem schweizerischen Bundesrath für die Ueberschreitung des St. Gotthard ein Project vorgelegt hat, nach welchem statt der Durchtunnelung das Zahnradsystem mit einer Maximalsteigung von $50^0/00 = 1/20$ zur Ausföhrung gelangen sollte.

Trotz der warmen Fürsprache von *A. Thommen* wurde dieses Project refusirt. Auch die österreichische Regierung verhielt sich neun Jahre später gegenüber dem von *Riggenbach* und *Zschokke* (1874) eingereichten Projecte einer mittels Zahnradbahn zu bewerkstelligen *Ueberschienenung**) des Arlberges — ein Project, das auch im Jahre 1880 noch von anderen Technikern in milder glücklicher Form aufgewärmt wurde — ablehnend.

Riggenbach erzielte inzwischen mit seinem System bei kleineren Industrie- und Touristenbahnen in Europa die durchschlagendsten Erfolge. Nach seinem System wurde 1870 die *erste* Zahnradbahn in den Steinbrüchen von Ostermündingen bei Bern eröffnet. Als zweite Zahnradbahn**) folgte die Touristenbahn auf

*) Siehe Dr. *Koch*: 'Tunnelfrage . . .', p. 16 und 22 ff. Ich habe mich aus klimatischen, orographischen, commerciellen (p. 16) und geologischen Verhältnissen (p. 22) auf das Entschiedenste gegen eine Ueberschienenung ausgesprochen. Vergleiche dagegen die sachgemässen Erwägungen des Herrn Oberinspectors *F. A. Birk* an citirter Stelle p. 8 und 17 aus dem Jahre 1881.

**) Genaueres darüber bringt *Roman Abt*: 'Die drei Rigibahnen und das Zahnradsystem'. Zürich, 1877, p. 4 ff.

Name der Bahn	Spurweite in Metern	Bahnlänge in Kilometern	Höhe in Metern		Steigung pro mille		Kleinster Ra- dius in Metern	Eigentümer der Bahn	Eröffnet
			erstige über dem Meere	?	Maximal	Mittlere			
1. Ostermündinger- Steinbruch bei Bern	1'435	1'53	33	?	100	—	300	Ostermündinger Steinbr.-Ges.	1870
2. Vitznau-Rigi . .	1'435	{ 5'32 } { 1'68 }	1311	1750	250	188	180	Vitznau-Rigi Ges. in Luzern	21. Mai 1871
3. Nussdorf - Kahlen- berg	1'435	5'50	285	463	100	56	180	Kahlenberg-Ges.	7. März 1874
4. Schwabenberg- Budapest	1'435	3'03	260	392	103	96	180	Internat. Ges. für Bergbahnen	24. Juni 1874
5. Arth-Rigi . . .	1'435	9'80	1332	1750	212	131	180	Arth-Rigi-Ges.	3. Juni 1875
6. Rorschach-Heiden (Bodensee) . . .	1'435	5'50	390	792	90	71	240	Rorsch.-Heiden- Ges.	6. Sept. 1875

7. Wasseralfingen	1'000	1'79	75	—	78·5	78	120	Königreich Württemberg	28. Oct. 1876
8. Rüti im Canton Zürich.	1'435	1'13	12	—	100	—	105	Honegger'sche Fabrik	1877
9. Laufen	—	0'04	2	—	50	—	—	—	1878
10. Friedrichsseen	1'000	2'50	117	—	100	—	145	Ges. d. Blei- und Silberbergwerks Friedrichsseen	8. Nov. 1880
11. Gaisberg bei Salz- burg	1'000	5'5	846	1286	250	154	100	Command.-Ges. Soenderop & Cie. in Berlin	25. Mai 1887
12. Zell am See- Schmittenhöhe	1'000	{7'750 7'100	1145 1195	1915 1945	175 210	148 168	100	Concessionär K. Lukrits in Wien	?

Anmerkung. Zu 1: Nur für Transport von Bausteinen. — Zu 2: Touristenbahn. Die 1·68 Kilom. gehören der Arth-Rigi-Bahngesellschaft. — Zu 3, 4, 5: Touristenbahn. — Zu 6: Personen- und Güterbahn. Kleinster Radius in Schiebweichen 120 M. — Zu 7: Bergwerksbahn. — Zu 8: Fabriksbahn. — Zu 9: Für Bausteine. — Zu 10: Erste Zahnradbahn in Preussen. Für Bergwerksproducte. Die billigste. — Zu 11: Touristenbahn, von *F. Seligmann* tracirt. — Zu 12: Touristenbahn, zwei Projecte.

den Rigi von Vitznau über Kaltbad bis zur Grenze des Cantons Schwyz. Am 21. Mai 1871 fand die Eröffnung statt. Bald folgte eine ganze Reihe von Zahnradbahnen in der Schweiz, in Oesterreich-Ungarn und Deutschland, von denen ich die bekanntesten nach den besten Quellen, die allerdings in vielen Angaben etwas differiren, auf der vorstehenden Tabelle übersichtlich zusammengestellt habe.

Die als Touristenbahnen aufgeführten Bahnen sind ‚reine‘ Zahnradbahnen, während die übrigen zum Theil auch ‚Adhäsionsstrecken‘ enthalten und daher auch als Zahnradbahnen ‚gemischten Systems‘ bezeichnet werden können. Darnach sind auch die Maschinen construirt.

Als die billigste Zahnradbahn gilt die Friedrichsseggen-Bahn in Preussen, bei welcher der Kilometer einschliesslich der Betriebsmittel auf 60.000 Mark zu stehen kam. Die theuerste Zahnradbahn der Welt besitzen wir in der allerdings zweigeleisig hergestellten Kahlenbergbahn, bei welcher der Kilometer rund 350.000 Gulden kostete, wovon aber in der ‚Krachperiode‘ 100.000 Gulden pro Kilom. auf die Grundeinlösungen kamen, da das Expropriationsrecht nicht erwirkt werden konnte. Ein Kilometer auf der schwierigen Vitznau-Rigibahn kostete nur 127.000 Gulden. Im Allgemeinen wird wohl immer etwas *verdient* bei den Zahnradbahnen. Es fragt sich nur, ob beim Bau oder Betrieb. Diese beiden Fälle

pflügen jedoch zum Bedauern der Actionäre gewöhnlich in einem allzu verkehrten Verhältniss zu stehen!

III. Adhäsionsbahnen.

Ausser den *Drahtseil-* und *Zahnradbahnen**) finden aber auch noch Locomotiven mit mehrfach gekuppelten Rädern auf Bahnen mit glatten Schienen ihre Verwendung zur Ersteigung von Höhen. Man verschmäht in diesem Falle die künstlichen Hilfsmittel zur Vermehrung der natürlichen Adhäsion.

Eine der interessantesten Adhäsionsbahnen, welche eine Steigung von $70\frac{0}{100}$ überwindet, ist die vom Ingenieur *Tobler* in Zürich auf den Uetli (873 M.) erbaute Bergbahn, welche auf einer Gesamtlänge von 9.167 Kilom. eine Höhendifferenz von 465 Meter bei einem kleinsten Curvenradius von 135 M. bewältigt und 80 bis 100 Personen den Berg hinan- oder herabbefördert. Der aus drei leichten Wagen bestehende Zug wird, wie bei Zahnradbahnen, von der Maschine geschoben. Die Anlagekosten dieser durch ein zum Rutschen geneigtes Terrain geführten Bergbahn beliefen sich trotz vieler Kunstbauten pro

*) Atmosphärische, pneumatische und elektrische Bahnen kommen vorderhand noch ganz ausser Betracht, sobald es sich darum handelt, zwei an Höhe stark differirende Punkte auf kürzestem Wege durch einen Schienenstrang zu verbinden. Das neueste Project von elektrischen Drahtseilbahnen nach dem System des Prof. *Fleeming-Jenkin* ist noch nicht spruchreif.

Kilometer nur auf ca. 69,000 Gulden. Das Reinerträgniss stellt sich auf 4⁰/₁₀.

Als Adhäsionsbahn mit 50⁰/₁₀₀ Steigung wurde auch die 6·72 Kilom. lange Rigi-Scheideckbahn — die dritte Bahn auf dem Rigi — erbaut. Wir kommen nun zur Besprechung des Bergbahnsystems der Zukunft.

IV. Combinirtes Abt'sches Adhäsions- und Zahnradsystem.

In dem combinirten *Abt'schen* System tritt uns eine der neuesten Errungenschaften auf dem Gebiete der Eisenbahntechnik entgegen. Es vereinigt alle Vortheile des Zahnrad- und Adhäsionssystems, eignet sich für Personen- und Güterverkehr und lässt sich jeder normalspurigen Adhäsionsbahn *einschalten*, sobald es gilt, in kurzer Linie bedeutende Höhenunterschiede zu überwinden. Nur die Locomotive läuft in der Zahnstange und schiebt auf den eingeschalteten Zahnstangenstrecken den Wagenzug auf glatten Schienen bergan oder hält ihn thalab zu unterst zurück. Wie wir der eingehenden und hübschen Studie des Herrn Ingenieurs *J. Mutinelli**) entnehmen, hat die nach diesem System erbaute normalspurige

*) *J. Mutinelli*: „Die Bahn von Blankenburg nach Tanne auf dem Harze und die Schlepfbahn nach Oertelsbruch in Thüringen nach dem combinirten Abt'schen Adhäsions- und Zahnradsystem“. Separatabdruck aus der Wochenschrift des österr. Ingenieur- und Architekten-Vereins, Nr. 11, Wien, 1886. Aehnliche Bahnen sind in Bosnien, Ungarn, Steiermark und anderen Orten projectirt.

Bahn von Blankenburg nach Tanne den *Harz**) erschlossen, der keine durchlaufenden Thäler besitzt und sich als gewaltiges Massiv aus der norddeutschen Tiefebene bis zu 600 M. mittlerer Höhe über den Spiegel der Nordsee erhebt. Ueber 7 Kilom. der 27 Kilom. langen Bahn sind an zehn Stellen als *Zahnstangenstrecke* gebaut. Die grösste erreicht eine Länge von 1550 M. Auf 5 Kilom. der Zahnstangenstrecke beträgt die Maximalsteigung $60\frac{0}{100}$. Die grösste Steigung der Adhäsionsstrecke erreicht $25\frac{0}{100}$. Für erstere gilt als Minimalradius 250 M., für letztere 180 M. Die Hälfte der Bahnlänge bewegt sich in Bögen. Auf der neuen *Abt'schen* Zahnstange arbeitet die Maschine sanft und stossfrei. Die Fahrgeschwindigkeit kann auf der Zahnstangenstrecke bis über 20 Kilom. pro Stunde gebracht werden. Nach *Mutinelli's* Bericht verspürt man nicht einmal, dass man auf einer Zahnstangenstrecke fährt. Bei Schneefällen verhütet die freie Lage der Zahnschiene jede Verstopfung.

Es kommt überdies bei diesem *Abt'schen* System — wie beim Zahnradsystem überhaupt**) — die Zugkraft der Locomotive in Folge des Zahndruckes immer unabhängig vom Zustand des Geleises zur vollen Wirkung.

*) Die Harzbahn bringt aus dem an Hüttenproducten, Forsten und Steinbrüchen so reichen Harz jährlich 180.000 Tonnen Frachten heraus, von denen $44\frac{0}{100}$ an das preussische Eisenbahnnetz abgegeben werden. Die Strecke ist 27 Kilom. lang. Es werden zwei bedeutende Wasserscheiden überschritten. Die höchste liegt 503 M. über dem Nordseespiegel und 305 M. über dem Blankenburger Bahnhof.

**) Vergleiche *Memminger* l. c. p. 68 und *Mutinelli* p. 4.

Bei Adhäsionsmaschinen wird hingegen nach Schneefällen oder Uebereisung der Schienen, häufig die Adhärenz kleiner als die Zugkraft, die Räder beginnen zu schleudern, d. h. der Zug kommt nicht mehr von der Stelle.

Die Schlepfbahn von Lehesten nach Oertelsbruch in Thüringen besitzt eine 1250 M. lange Zahnstangenstrecke mit einer Maximalsteigung von 80‰ . Die grösste Steigung der Adhäsionsstrecke beträgt 30‰ .

Auf beiden Bahnen functioniren die von *Abt* eigens construirten Maschinen vortrefflich. Sie forciren Steigungen von 80‰ mit Leichtigkeit und gestatten auch die Ausnützung der natürlichen Adhäsion. Das Zahnrad wird hiedurch entlastet und muss nur das leisten, was die natürliche Adhäsion der Locomotive nicht mehr bewältigen kann. Diese *Abt*-Locomotive entfaltet aber auch auf den gewöhnlichen Adhäsionsstrecken ihre volle Leistungsfähigkeit wie auf der Zahnstange und fährt bei gleichem Zugsgewicht mit entsprechend grösserer Geschwindigkeit.*) Die Maschine besitzt vier Cilinder. Das eine Paar arbeitet mit getrennter Dampfleitung für die Adhäsionsmaschine, das andere für die Zahnradmaschine. Zwei Luftbremsen der Maschine besorgen die Bremsung in so vollkommenem Maasse, dass die Bremswagen des Zuges bei der Thalfahrt nach Anordnung des Bahndirectors *Schneider* gar nicht gebremst zu werden brauchen.

*) Siehe *Mutinelli* l. c. p. 4.

Das Problem, Zahnstangenstrecken auf gewöhnlichen Adhäsionsbahnen einzuschalten, kann heute als gelöst angesehen werden.

Es wird dadurch bei grösster Sicherheit des Betriebes nicht nur eine Steigerung der Geschwindigkeit ermöglicht, sondern auch eine Herabminderung der Baukosten im Vergleiche zur Anlage einer Berg- oder Zahnradbahn älterer Construction erzielt.

Bei Anwendung des *Abt'schen* Systems lassen sich mit der klugen Einschaltung von Zahnstangenstrecken viele Kilometer ‚todter Entwicklung‘ in unseren Alpenländern ersparen und auch mit relativ geringen Kosten manche Bergbahnen ausführen, an deren Realisirung aus rein finanziellen Schwierigkeiten bis heute noch nicht gedacht werden konnte. Statt noch auf andere in Vorschlag gebrachte Bergbahnsysteme einzugehen und dem *technischen* Theil der Frage, der mir als Geologen gänzlich ferne liegt, mehr Berücksichtigung zu schenken, wende ich mich nunmehr dem bereits concessionirten und von Herrn Ober-Ingenieur *Koloman Lukrits* ausgearbeiteten Projecte einer Zahnradbahn von *Zell am See* auf die *Schmittenhöhe* zu.

V. Die Zahnradbahn auf die Schmittenhöhe.

Der Markt *Zell am See* hat durch die Eröffnung der *Gisela-* und *Arlbergbahn* einen kaum geahnten Aufschwung genommen. Seine

unvergleichlich schöne Lage an dem grünen Zellersee, dieser Perle des Pinzgaus, steht einzig da. Eine Weltbahn zieht zwischen See und Markt vorüber. Die unmittelbar benachbarten stillen Thäler der Tauernkette laden zum Besuche ein. Bergriesen und Gletscher blicken aus bläulichen Höhen so verlockend herab. Nahe liegt das steinerne Meer — das Kaisergebirge — das bairische Hochgebirge, nahe sprudeln die Weltbäder von Gastein und Fusch. Das Alles und die gute Aufnahme, die man in Zell am See findet, hat diesen idyllischen Fleck Land zwischen Wasser, Wildbach und Felsgehänge zum Mittelpunkt des regsten Touristenverkehrs und zum Lieblingsaufenthalt für zahlreiche Sommerfrischler gemacht.

Als vor wenigen Jahren, dank der weisen Fürsorge des Präsidenten der k. k. Staatsbahnen und Sectionschefs Herrn *Alois Freiherrn von Czedik*, knapp am Zeller Bahnhof und See das im grössten Stile angelegte prächtige Hôtel, 'Elisabeth' erstand, glaubten die biederen Zeller, es sei mit ihren Sommergästen und dem Touristenzuflusse zu Ende. Sie fürchteten, dass das Bahnhof-Hôtel den ganzen Fremdenzufluss absorbiren werde, und Gäste, die dieses feine Hôtel einmal besucht haben, nie mehr nach Zell zurückkehren würden. Natürlich täuschten sich die besorgten Zeller. Es ergoss sich über Zell am See im Gegentheil ein Touristenstrom, der zu einer niemals erwarteten Stärke anwuchs. Aber dessenungeachtet huldigen auch

heute wieder viele Zeller der spießbürgerlichen Ansicht, dass eine Zahnradbahn auf die Schmittenhöhe den Fremdenverkehr von ihrem Markte gänzlich ablenken werde!

Und gerade die Schmittenhöhe bildet seit Eröffnung der Giselabahn einen der Hauptmagnete für die vielen Fremden. Sie ist einer der beliebtesten und besuchtesten Aussichtspunkte in den Nordalpen geworden.

Die grossartige Rundschau *) über die in nächster Nähe dominirenden Eisfelder und Riesengipfel der Tauern, die fernen Spitzen des Salzkammergutes, die übergossene Alm, das steinerne Meer . . . , der friedliche Blick ins Salzachthal, in den Hintergrund des Kaprunerthales und auf den grünen glänzenden Spiegel des Zellersees lockt alljährlich Tausende von Touristen hinauf.

Die Schmittenhöhe liegt genau *westlich* von Zell am See, 1956 M. über dem Meere **) und c. 1210 M. über dem Spiegel des Zellersees (745 M.). In der Luftlinie beträgt die Entfernung zwischen dem primitiven Hôtelgebäude auf der Schmittenhöhe und dem Markte Zell gut 4·5 Kilom.

*) Siehe A. Baumgartner's 'Panorama von der Schmittenhöhe'. Salzburg, H. Dieter's Verlag.

**) Die Angabe der österreichischen Spezialkarte 1935 M. ist fehlerhaft. Das trigonometrisch gerechnete Bahnnivellement ergab 1956 M. für den höchsten Punkt. Der Markt Zell liegt ca. 754 M. über dem Meere. Die ältere Schreibweise lautet: 'Schmidtenhöhe', was auch der Wirklichkeit, nämlich einer Höhe hinter der 'Schmidt'n' (Schmiede) besser entspricht.

Zell am See dürfte während der letzten Saison (1886) von mindestens 60.000 Fremden, und zwar grösstentheils von Passanten*) besucht worden sein.

Wie viele von diesen Fremden zur Reisezeit die Schmittenhöhe besuchen, lässt sich nicht genau eruiren. In dem von Herrn Oberingenieur *K. Lukrits* im März 1886 sorgfältigst ausgearbeiteten, 'Technischen Bericht zur Begründung und Erläuterung einer schmalspurigen Zahnradbahn von Zell am See zur Schmittenhöhe' finden wir die Annahme vertreten, dass bis 1885 die Schmittenhöhe jährlich von 6000—8000 Personen besucht wird, obwohl es 'zu Fuss sehr anstrengend, mit Benützung eines Tragthieres oder eines der eigens construirten Wagen sehr kostspielig ist'.

Mir scheint diese Zahl etwas zu niedrig gegriffen zu sein, da doch schon vor *zehn* Jahren für den *Schafberg* in Oberösterreich, der weitab von einer Bahn liegt und auf den damals noch sehr schlechte Fusswege, aber kein Fahrweg, wie auf die Schmittenhöhe, führte, die gleiche Anzahl von Besuchern angenommen wurde.**)

*) Die genaue Zahl wird sich aus localen Gründen (Privatquartiere, Furcht vor Erhöhung der Steuern u. s. w.) niemals genau ermitteln lassen. Im Jahre 1885 wurden von der Bahn ab Zell am See, wie ich höre, 34.000 Personen befördert. Nur die ständigen Sommergäste lassen sich der Zahl nach genauer in Zell fixiren.

***) Siehe *B. Curant* l. c. p. 11. Im Sommer 1886 war der Besuch der Schmittenhöhe ein viel regerer als sonst. Entschieden ist die Frequenz der Schmittenhöhe stärker als die des Schafberges.

Die Zahl der in Aussicht zu nehmenden jährlichen Besucher spielt natürlich bei der Rentabilitätsberechnung einer derartigen Touristenbahn eine Hauptrolle. Dass sich aber die Frequenz von Zell am See und der Schmittenhöhe nach Eröffnung der Zahnradbahn ganz gewaltig steigern wird, darf man nach den am *Rigi* gemachten Erfahrungen mit Sicherheit annehmen. Daran zweifelt auch kein Mensch — ausgenommen etliche Pinzgauer!

Wie *R. Abt* (l. c. p. 2.) hervorhebt, wurde der weltberühmte *Rigi*, mit dem allerdings die Schmittenhöhe nicht so leicht concurriren kann, schon *vor* dem Bau der *Rigibahn* jährlich von ca. 40.000 Personen besucht. Die meisten gingen zu Fuss, wenige ritten oder liessen sich in Tragsesseln hinaufbefördern. Gepäck, Lebensmittel und aller sonstige Bedarf musste auf die Höhe ‚getragen‘ werden. Als nun im Jahre 1875 alle *drei* *Rigibahnen* während der viermonatlichen Saison in Betrieb standen, wurden 134.000 Personen mit 10.000 Centner Gepäck und 96.000 Centner Gütern befördert und eine Einnahme von 711.000 Franken erzielt. Die beiden Zahnradbahnen Vitznau-*Rigi* und Arth-*Rigi* beförderten allein 57.000 Personen auf den Berg *hinauf*.

Ist einmal die Bahn zur Schmittenhöhe eröffnet und findet der Reisende da oben in ähnlicher Weise wie auf dem schweizerischen *Rigi* für Unterkunft und Comfort, entsprechend den hochgespannten Anforderungen der Gegenwart, gesorgt, so wird dieser salzburgische

Rigi gewiss auch vom *Gros* jener Touristen befahren werden, denen die jetzige Art der Beförderung zu kostspielig oder umständlich ist. Das gilt aber am meisten von jenen Menschen, die dem mühsamen Bergsteigen keinen sonderlichen Reiz abgewinnen können, oder denen es — wie älteren Herren und der Mehrzahl der Damenwelt — hiezu an physischer Eignung gebricht.

VI. Oroplastische Configuration.

Der Markt Zell am See ist gänzlich auf dem Schwemmkegel des als Wildbach gefürchteten Schmittenbaches *) aufgebaut.

Dieser Schuttkegel ragt wie eine fächerartige Halbinsel bereits mehr als einen Kilometer weit über den westlichen Uferstrand in den Zellersee hinein, den er mit der Zeit in eine nördliche und südliche Hälfte abzdämmen trachtet. Das Wasserbecken des ehemals viel *grösseren* Sees dehnt sich heute mit seiner 4 Kilom. einnehmenden Längsachse von Nord nach Süd aus, also parallel zur Uferstrecke der Giselabahn.

Die 2 Kilom. breite Querachse fällt in die Verlängerung des Schmittenbaches und läuft, wie der Wildbach, von West nach Ost.

*) Der letzte grössere Ausbruch dieses Wildbaches erfolgte am 18. Juli 1884 zwischen 4 und 5 Uhr Nachmittags, also genau um anderthalb Stunden früher als der Ausbruch des Hallstätter Wildbaches. Siehe hierüber Dr. G. A. Koch: 'Ueber die Ursachen der Wildbachverwüstungen in Hallstatt'. Monatsblätter des Wissenschaftlichen Club, VI. Jahrg., Nr. 5. Wien, 1884.

Bahnhof und Markt nehmen somit die Mitte des westlichen Seeufers ein und breiten sich auf einem flachconvexen Terrain aus, welches die Schuttablagerungen des Wildbaches allmählig dem Zellersee abgewonnen haben.

Weiter gegen Westen hin wird das Seebecken, sammt Markt und Schmittenbach mit all' seinen Zuflüssen, von einem *hufeisenförmig* verlaufenden und berasten Höhenkamm eingesäumt, dessen bedeutendste Erhebung (1956 M.) den Namen Schmittenhöhe führt. Ein einfaches Hôtelgebäude krönt diesen Aussichtspunkt.

Es zieht sich nämlich vom Pass Thurn (1275 M.) in westöstlicher Richtung zwischen dem von der Saalach durchflossenen Glemmthal und dem durch die Salzach theilweise versumpften *Ober-Pinzgau*, über den Zirm- (2212 M.), Maurer- (2041 M.) und Hahnkogel (1863 M.) zu unserer *Schmittenhöhe* ein ausgesprochener *Längskamm* der sogenannten ‚Kitzbüchler Alpen‘ herab. Seine mittlere Erhebung beträgt etwas über 1880 M. Hier also, genau eine Wegstunde westlich von Zell am See, gabelt sich der Kamm in zwei hufeisenförmig verlaufende Arme, die allmählig an Höhe abnehmen und auf dem beigegebenen Situationsplan (Tafel I) als gestrichelte Linie erscheinen.

Der *eine* Arm wendet sich von der Schmittenhöhe nordöstlich über den Kaserkopf (1930 M.), das Schrabacher-Köpfl (1856 M.) und den Wag'radkopf (1760 M.)

dem Nordrande des Zellersees zu, an dem er mit seinen östlichen Ausstrahlungen abbricht.

Der *andere* zieht südöstlich über den Dürnberg (1706 M.) gegen den Plettsaukopf (1275 M.) herab. Seine östlichsten Verzweigungen endigen am Westufer der südlichen Seehälfte und reichen bis an das Zeller Moos und den Schüttgraben.

So wird einerseits durch diese beiden Arme das muschelartig ausgerissene ‚Sammelgebiet‘ (Aufnahmebecken) des Schmittener-Wildbaches umschlossen und andererseits mit den äussersten östlichen Ausläufern auch das westliche Gestade des Zellersees gänzlich eingesäumt.

Von dem gegabelten Kamm der Schmittenhöhe werden überdies noch sowohl nach *aussen*, d. h. gegen das Salzach- und Glemthal, als auch nach der gegen Zell am See geöffneten *Innenseite* der Abdachung eine Reihe von secundären Abzweigen geschickt. (Ebenfalls gestrichelt auf dem Situationsplan.) Gegen das Sammelbecken und die Thalfurche des Schmittenbaches nehmen alle Ausstrahler einen fächerförmig zusammenstrebenden Verlauf an. Sie bilden gleichsam erhabene Rippen, zwischen denen eben so viele ‚Wasserrunsen‘ des Wildbaches ganz nahe an der Kammlinie ihren Ursprung nehmen. (Ausgezogene Linien.) Auf ihrem weiteren Thalwege schneiden sich diese Runsen in Form von schluchtartigen Gräben in den Massen des Gehäng- und Gla-

cialschuttes, sowie in den weichen Schiefern immer tiefer ein, bis sie successive nach convergentem Verlaufe ihre schliessliche Vereinigung in dem eigentlichen Schmittenbach finden. Die Achse desselben scheidet den ganzen, zwischen Schmittenhöhe und Zell liegenden Thalgrund*) ziemlich symmetrisch in eine nördliche und südliche Hälfte. Für die Traceführung einer Zahnradbahn kann jedoch nur *letztere* mit Einschluss des von der Schmittenhöhe in südöstlicher Richtung abzweigenden Seitenkammes in Betracht kommen.

Dieser südöstliche Schenkel der Gabelung schickt aber nach der *Aussenseite*, d. h. gegen das Salzachthal hinab, noch *drei* secundäre Queräste in nahezu südlicher Richtung ab. Zwischen ihnen haben sich der Reihe nach mehrere Gräben eingeschnitten, die als typische Querthäler entwickelt sind und den Namen Piesendorfer-, Fürther- und Aufhausener-Graben führen.

Der letzte, vom Mühlbach durchflossene Graben zeigt noch deutlich den Charakter eines Querthales. Aber beim *Schüttgraben*, der zwischen Dürnberg und Plettsaukopf entspringt und einen vorherrschend südöstlichen Verlauf gegen das Zeller Moos einhält, verwischt sich dieser Charakter nahezu vollständig.

*) Das Infiltrationsgebiet umfasst einen Flächenraum von etwa 15 Quadratkilometer. Es ist auf dem nach Nord orientirten Situationsplan deutlich ersichtlich gemacht und von der gestrichelten Kammlinie eingesäumt.

VII. Der allgemeine geologische Bau.

In der orographischen Configuration eines Terrains kommt der *geologische* Bau der Gegend am besten zu einem *sichtbaren* Ausdrucke. Es muss daher die richtige Auffassung der geologischen Verhältnisse nicht nur für die Wahl der Trace bestimmend wirken, sondern sie gestattet es auch, die zu gewärtigenden Bauschwierigkeiten nach grösster Möglichkeit zu taxiren.

Mit Rücksicht auf den Umstand, dass die projectirte Trace der Zahnradbahn ‚durchwegs in der Thonschieferformation liegt‘, verlangte das hohe k. k. Handelsministerium durch einen Erlass der k. k. General-Inspection vom 31. October 1886 von Herrn Oberingenieur *K. Lukrits*, zum Zweck der Klarstellung über die Sicherheit des künftigen Bahnbestandes‘ die Beibringung eines diesbezüglichen geologischen Gutachtens. Ich habe daher im vorigen Herbst an Ort und Stelle die entsprechenden Studien vorgenommen. Das Ergebnis fiel viel günstiger aus, als es nach den von Laien in Circulation gesetzten Befürchtungen zu erwarten stand.

Mit dem früher beschriebenen und vom Pass Thurn bis über die Schmittenhöhe verlaufenden Längskamm fällt genau ein etwa 9 Kilom. breiter Zug von oft hochkrystallinisch aussehenden *Schiefern* zusammen.

Dieser Schieferzug streicht zwischen der Gneisszone der Tauernkette im Süden und

der Kalkalpenzone des Kaisergebirges und steinernen Meeres im Norden mit constant östlicher Richtung, begrenzt vom Glemm- und Salzachthal, in unser Gebiet herein. Das Becken des Zellersees unterbricht ihn nur scheinbar. Er setzt sich jenseits des Sees wieder weiter nach Osten fort. Wir begegnen diesem Schieferzug bereits in einzelnen schmalen Fetzen auf der West- und Ostseite des Arlberges, bei Wiesberg an der Mündung des Paznaunerthales, bei Landeck u. s. w. Trotz mehrfacher Unterbrechung streicht er, oft zu stärkerer Mächtigkeit anschwellend, aus dem tirolischen Innthalgebiete ins Salzburgische herein.

Auf geologischen Uebersichtskarten finden wir diesen Schiefercomplex gewöhnlich als Thonschieferzug ausgeschieden. Er gehört der sogenannten, Quarzphyllit-Gruppe *'Stache's* an und dürfte in unserem Gebiete grösstentheils dem *Silur* zufallen.

Die *petrographische* Zusammensetzung und Ausbildung der in ihm auftretenden Gesteinsarten ist ausserordentlich mannigfaltig. Der Wechsel der einzelnen Gesteinsvarietäten erfolgt oft so rasch, dass sich scharfe Grenzen nicht fixiren lassen. Ja es geht eine Gesteinsart in die andere förmlich über. Neben echten Thonschiefern, graphitischen Schiefen und Thonglimmerschiefern sehen wir auch Talk- und Chloritschiefer, sowie echte Glimmerschiefer mit Anklängen an den Habitus der phyllitischen Gneisse vertreten.

Im Allgemeinen neigt sich der Charakter der Schiefer auf der *südlichen*, d. i. dem Salzachthal und den Tauern zugewendeten Kammabdachung, mehr den hochkrystallinischen Glimmerschiefern und phyllitischen Gneissen zu. Am Nordabfalle des Kammes dominiren gegen den Schmittenbach herauf mehr die Thonschiefer, graphitischen Schiefer und Thonglimmerschiefer.

Diese an und für sich *weicheren* Schieferarten unterliegen auch in höherem Grade den Angriffen der Verwitterung und der Erosionsthätigkeit des fließenden Wassers. In ihrem Bereiche liegt das ‚Sammelbecken‘ des Wildbaches. Die Wasserrunsen desselben haben sich um so leichter tief einschneiden können, weil die Schiefer noch von gewaltigen Massen *Glacial-* und *Gehängschuttet* überlagert werden. Der ausfurchenden Wirkung des nach Wolkenbrüchen und Hochgewittern zu Thal stürzenden Wassers können die Schuttmassen absolut keinen Widerstand entgegensetzen. Im Gegentheil bilden sie mit den Verwitterungsproducten der Schiefer an den ziemlich waldlosen und steilen Gehängen des Sammelbeckens eine unerschöpfliche Fundgrube für den Materialtransport des Wildbaches, der den Markt Zell am See schon so oft zu verschütten drohte.

Die gesammten *Schiefer* streichen nahezu *westöstlich* durch und schiessen zwischen Schmittenbach und Salzach vorherrschend steil nach Norden ein. Nur in zwei Fällen konnte

ich ein südwestliches und südliches Einfallen*) constatiren. Das deutet auf einen enggefalteten Schichtencomplex hin, der an diesen Stellen zwei kleine Aufbrüche von Antiklinalen erkennen lässt. Bemerkenswerth ist noch das in Form eines Lagerganges zu beobachtende Auftreten von *Diabas*. Derselbe erscheint massig ausgebildet und nimmt nur an der beiderseitigen Grenze gegen die Schiefer einen mehr schiefrigen Charakter an. Der Lagergang liegt im Streichen der Schiefer. In der Mitte desselben zeigt der *Diabas* bei grau-grüner Färbung eine grob- bis feinkörnige Structur. Sein Vorkommen wurde bis jetzt im Salzburgischen noch nicht constatirt.

Nach meinen Beobachtungen treten also im Bereiche des zwischen Zell am See und der Schmittenhöhe liegenden Gebietes, das von der künftigen Zahnradbahn durchschnitten werden soll, nebst *Diabas vorherrschend* Thonglimmerschiefer, Thonschiefer, graphitische Schiefer, Glimmerschiefer und andere verwandte Schiefervarietäten auf. Diese bilden unter Umständen**) ein höchst unbequemes, ja gefährliches Gestein bei Tunnelbauten, oder erschweren, besonders an wasserreichen und steilen, eventuell gar von Flüssen bespülten Lehnen, die offene Traceführung. Um Gleiterscheinungen und Rutschungen zu verhindern,

*) Beim Steinbruch nächst der ‚Schmidt’n‘ vor der ersten Serpentine des Fahrweges zur Schmittenhöhe und zwischen Kilom. 3 und 4 der ‚Trace‘ jenseits des Schüttgrabens.

**) Siehe: ‚Taxenbach-Lend‘; Westseite des Arlbergtunnels u. s. w.

muss vor Allem den kleinsten oberirdischen Wasserläufen und den unterirdischen Abzugscanälen der Sickerwässer ein besonderes Augenmerk zugewendet werden, nachdem man sich vorher auch eingehend über die Schichtenstellung des Gesteins informirt hat.

Die einzelnen Schiefervarietäten bedingen schon durch ihre meist schuppig-blätterige, blätterig-schieferige, selten plattige *Structur*, sowie auch durch ihre *petrographische Zusammensetzung* allerlei Bauschwierigkeiten. Durch einen grossen Reichthum an Thon, Glimmerschüppchen und fein vertheiltem Quarz, sowie durch graphitische und chloritische Beimengungen sind nahezu alle Schiefer der Umgebung von Zell am See ausgezeichnet. Dazu gesellen sich noch accessorische, oft reichlich vertretene Beimengungen von leicht zersetzbaren Mineralien, wie Schwefelkies, Kupferkies, Titaneisen, Eisenglanz und Spatheisenstein.

Dessenungeachtet kann die *Gesteinsbeschaffenheit* für eine weit *bessere* erklärt werden, als überhaupt in diesem Schiefercomplex zu erwarten stand. Denn es wechseln mit den blätterig-schuppigen Thonschiefern oder mit den weicheren graphit- und eisenkiesreicheren Schiefeln rasch und häufig Straten von quarzreicheren, *härteren* Thonglimmerschiefern und glimmerschieferartig ausgebildeten festen Schiefeln ab, die oft in Folge ihres Feldspathgehaltes das Ansehen von phyllitischen Gneissen bekommen.

Diese *härteren* Schiefervarietäten verleihen bei ihrer oftmaligen Wechsellagerung mit Lagen *weicheren* Schiefers dem ganzen Schiefercomplex südlich von Zell am See eine gewisse Festigkeit, die nur dadurch eine kleine Beeinträchtigung erfährt, dass sich zwischen Zell am See und dem Schüttgraben am Ostabhang des Plettsaukopfes von der Ebenbergalpe herab gegen den Zellersee mehrere Wasseradern und Gräben ihren Weg zwischen den Schichtenblättern der weicheren Schiefer ausgegagt haben.

Der graugrüne *Diabas* zieht, eingebettet in härteren Thonglimmer- und Glimmerschiefern, in nahezu westlicher Richtung (O 20° S, 70° N) vom Süden des Zellersees,*) zwischen dem Schüttgraben und Plettsaukopf zur nördlichen Abdachung des Dürnberges gegen den Kamm der Schmittenhöhe herauf. Nächst der ‚Mittelstation‘ am Schmittenweg erreicht der Diabas auf dem Alplateau der Keil- und Griessaualm seine grösste Mächtigkeit.

Eine durch Herrn *C. v. John* an der k. k. geol. Reichsanstalt vorgenommene mikroskopische Untersuchung hat ergeben, dass sich der Diabas in einem Stadium partieller Zersetzung befindet. Sein *Augit* verwandelt sich in Strahlstein und theilweise in Epidot; das Titaneisen in Leukoxen. Beim ersten Ansehen

*) Zwischen Kilom. 1·5 und 2 der ‚Trace‘. Hier nur 30—50 M. mächtig.

kann man also wirklich diesen in Umwandlung begriffenen Diabas für einen echten Diorit halten. In der Mitte des Lagers mehr massig und grobkörnig ausgebildet, wird er zu beiden Seiten gegen die Schiefer hin mehr feinkörnig bis nahezu dicht und vorherrschend grünlich, bis er endlich in einen mehr *schieferigen* Diabas übergeht, der unter dem Mikroskop noch zahlreiche Nadeln von Aktinolith (Strahlstein) erkennen lässt. Erzführende Gänge, Klüfte und Adern durchsetzen meist senkrecht auf das Streichen den Diabas. Sie sind mit hübschen Krystallausscheidungen von Quarz, Calcit, Epidot und Helminth erfüllt, welche ich in der Nähe der Mittelstation und bei Brunner's Restauration unterhalb des Dürnberges in schöner Ausbildung angetroffen habe.

Zahlreiche verlassene Schächte und Stollenlöcher deuten auf die alten, hier jedenfalls ziemlich erfolglos betriebenen Bergbaue hin. Schlackenreste fanden sich noch beim Bau der Mittelstation.

Trotz des Umwandlungsprocesses, in dem sich der Diabas befindet, kann sich dieses prächtige Gestein doch ganz gut zur Gewinnung von Quadersteinen und als Schlägelschotter für Bau- und Bahnzwecke verwenden lassen. Neben den als ‚Findlingen‘ im Glacialschutte der Almböden überall vorkommenden grossen Blöcken *) von *krystallinischen Massen-*

*) Die im Glacialschutt auf der Ebenbergalpe und im ganzen Schmittengebiet vertheilten erratischen Blöcke wurden von einem Laien als das Product eines Bergsturzes

gesteinen wird der Diabas gewiss das beste Baumaterial abgeben.

Ausser der petrographischen Zusammensetzung, der Structur und den allgemeinen Lagerungsverhältnissen muss jedoch mit Rücksicht auf den Bahnbau noch die schon ange deutete *Schichtenstellung*, d. h. das Streichen und Fallen der einzelnen Gesteinsvarietäten in Betracht gezogen werden.

Zu diesem Zwecke erscheint es aber geboten, vorerst die Führung der Trace in Kürze zu erörtern.

VIII. Die Führung der Trace.

Bei der in der Luftlinie nur 4·5 Kilom. be tragenden Entfernung und dem Höhenunter schied von gut 1200 M. zwischen Zell und der Schmittenhöhe wäre dem Laien wohl die naheliegende Vermuthung gestattet, dass man die Trace einer Zahnradbahn direct durch das Schmittenthal oder wenigstens längs der inneren Abdachung des gegabelten Schmitten kammes legt.

Bei einer derartigen directen Traceführung würde sich eine ganz bedeutende *mittlere* Stei gung von mehr als 267⁰/₁₀₀ ergeben, die bis jetzt bei keiner Zahnradbahn Europas*) ange-

angesehen. Es hat sich daher bis ins Handelsministerium nicht nur das Gerücht von gewaltigen Rutschungen, sondern auch die Fabel von ‚Bergstürzen‘ verbreitet, die den Bahnbau gefährden könnten.

*) Die Bahn auf den ‚Pilatus‘ in der Schweiz soll 480⁰/₁₀₀ Steigung bekommen, während die auf den Mount Washington in Amerika 375⁰/₁₀₀ aufweist. Vitznau-Rigi- und Gaisbergbahn haben 250⁰/₁₀₀ Maximalsteigung.

wendet wurde. Beträgt doch die *mittlere* Steigung bei der Bahn Vitznau-Rigi 188⁰/₀₀ und bei der Gaisbergbahn nur 154⁰/₀₀. Das bei der Schmittenbahn unter diesen Umständen freilich nur *theoretisch* angezeigte *Drahtseil-system* würde aber bei dem reisenden Publicum in Oesterreich absolut keinen Anklang finden.

Die gehörige Entwicklung der Trace für eine *Zahnradbahn* hätte unter allen Umständen auf der dem Markte Zell zugekehrten *Innen-seite* des Schmittenkammes ganz bedeutende Schwierigkeiten verursacht. Vom *geologischen* Standpunkte wäre unbedingt schon *a priori* jede Trace zu verwerfen gewesen, welche sich *durchwegs* in einem ausgesprochenen und in seinen Tücken unberechenbaren *Wildbach-terrain* bewegt hätte, das von zahlreichen Wasserrunsen und Gräben durchfurcht wird, die alle tief im Gehäng- und Glacialschutt oder in durchweichten Schiefeln eingeschnitten sind.

Gegenwärtig wird wohl der Schmittenbach von staatswegen nach den modernsten Principien unter tüchtiger Leitung des Herrn k. k. Forstinspections-Commissärs *A. Pokorny* verbaut. Mit der Zeit dürfte dieser arge Wildbach sogar noch unschädlich gemacht werden. Man müsste aber demselben nicht nur ‚technisch‘ von unten her, sondern auch ‚culturell‘ von *oben herab* durch Anpflanzungen, Berasungen, Flechtzäune u. s. w. so energisch zu Leibe gehen, wie es *Pokorny* plant und wie ich es im Allgemeinen schon vor mehr als zwölf

Jahren zu einer Zeit sagte, als in Oesterreich die Frage der Wildbachverbauung noch nicht durch eine posaunenhafte Reclame zum privilegierten Patent von Persönlichkeiten gestempelt wurde, die erwiesenermassen das *Sammelbecken* eines Wildbaches kaum flüchtig betreten, geschweige denn eingehend bis zu oberst abgeklettert haben.

Kein Traceur der Welt würde es also wagen, seine Trace von Anfang bis zu Ende durch ein Wildbachterrain nach dem Muster des Schmittenbaches zu legen, das sich für den Bau bedenklich, für den Betrieb gefährlich gestalten müsste. Hauptsächlich hätte die Trace im *zweiten* Drittel ihrer Entwicklung lockere Lehnen und mächtige Schuttmassen vorgefunden, die bei jedem Wildbachausbruche durch Unterwaschungen, Aufwühlungen und Kolkungen ins Rutschen gekommen wären. Dazu würde die directe Trace nahezu auf ihrer ganzen Erstreckung im westöstlichen *Streichen* des Thonschieferzuges verblieben sein, dessen blätterig-schieferige Gesteinsvarietäten mit wenigen Ausnahmen immer unter 70—75° nach *Nord*, d. h. *gegen* die Sohle des Schmittenbaches und seiner Hauptrunnen einfallen. Das Anschneiden der mit Schutt überlagerten Lehnen hätte somit in der Richtung des *Streichens* der Schiefer erfolgen müssen. Da letztere jedoch vom Berge ‚recht-sinnisch‘ abfallen, so wären nachhaltende Rutschungen des Bahnkörpers am Gehänge kaum ausgeblieben.

Die Existenz des Wildbaches und die Nothwendigkeit, das Terrain behufs Entwicklung der Trace gehörig auszunützen, hat demgemäss die mit der Tracirung betrauten und erfahrenen Ingenieure, Herrn *K. Lukrits* *) und *L. Wieser* veranlasst, eine Linie zu wählen, die auch in *geologischer* Hinsicht die allerbeste Garantie bietet. Um diesen Zweck zu erreichen, blieb nur der einzig rationelle Weg offen, dass man die *Trace, so weit und so lange es überhaupt angeht, auf der Aussenseite jenes Abzweigers vom Schmittenkamme führt*, der die Wasserscheide zwischen dem Wildbachgebiet und den der Salzach direct zufallenden Gräben des Piesendorfer-, Fürther- und Aufhausener-Mühlbaches bildet.

Zur Ersteigung der Schmittenhöhe wurden deshalb von Seite des Concessionärs *zwei* Linien vorgeschlagen. Eine ‚Trace‘ mit einer Länge von 7·750 Kilom. und einer grössten Steigung von $175\frac{0}{00}$ oder ca. $\frac{1}{6}$. (Vergleiche den beigegebenen Situationsplan: Tafel I, und die zwei Profile: Tafel II und III.)

Gleichzeitig wurde noch eine ‚Variante‘ mit 7·100 Kilom. Länge ausgearbeitet, welche wohl um 650 M. kürzer ausfällt, aber trotzdem bei einer Maximalsteigung von $210\frac{0}{00}$ oder $\frac{1}{5}$ die Meereshöhe von 1945 M. erreicht und

*) Herr Oberingenieur *K. Lukrits*, Chef eines renomirten Tracirungsbureaus in Wien, hat sich bei der Tracirung der Arlbergbahn und speciell bei der Fixirung der Tunnelaxe die grössten Verdienste erworben. Ich verdanke der Güte des Herrn *Lukrits* die für den Vortrag beigegebenen Profile und Pläne, sowie die dem Texte beigegebenen Skizzen.

daher mit ihrer Endstation auch ganz knapp an das Hôtel auf der Schmittenhöhe (1956 M.) herantritt. Die ‚Trace‘ bleibt dagegen mit ihrer Station ‚Schmittenhöhe‘ um 30 M. tiefer und etwa zweihundert Schritte südwestlich vom jetzigen Hôtelgebäude entfernt.

Der Verlauf der auf dem Plane kräftig ausgezogenen ‚Trace‘ lässt sich kurz in nachfolgender Weise skizzieren. Als Ausgangspunkt der Zahnradbahn ist bei der Trace die *Station Zell am See* am südwestlichen Ende des Marktes an einer Wiesenlehne mit einer Meereshöhe von 770 M. (d. i. circa 25 M. über dem Spiegel des Zellersees) projectirt. Der Stationsplatz bekäme bei horizontaler Lage eine Länge von 150 M. und befände sich kaum zwei bis drei Minuten vom Bahnhof der Giselabahn entfernt. Die Trace verfolgt sodann erst eine *südliche* Tendenz und läuft ein gutes Stück nahezu parallel mit der Giselabahn; natürlich in entsprechend höherer Lage, bei stetigem Ansteigen.

Mit einer Steigung von 175‰ führt sie vom Stationsplatz aus über die von kleinen trockenen Runsen und erhabenen Felsrippen durchzogene Wiesenlehne und tritt an der östlichen Abdachung des Plettsaukopfes in geschlossenen Wald. Hier passirt sie mehrere kleine und auch einige grössere wasserführende Gräben. Der Böschungswinkel des Gehänges beträgt gegen den See hinab im Mittel 40° . Nach oben hin, d. i. gegen den Staffel der Ebenbergalpe, wird der Neigungs-

winkel der Abdachung etwas flacher (ca. 36°). In Folge dessen haftet an der Lehne nur eine sehr dünne Kruste von Schutt. Man stösst sofort auf anstehenden Fels. Nach Einschaltung einer kurzen (100 M. langen) Strecke mit $100^{\circ}/_{00}$ Steigung wendet sich die Trace bei Kilom. 1.55 nach *Südwest*, umfährt die Felsenecke von Entwiesen und gelangt über Weideboden an der linken Lehne des Schüttgrabens von Kilom. 2 an in *nordwestlicher* Richtung mit der Steigung von $175^{\circ}/_{00}$ zur projectirten Kreuzungs- und Wasserstation ‚Schüttgraben‘. Die Mitte dieser Station fällt genau in den Kilom. 3 hinein, besitzt eine Länge von 100 M. und liegt in einer Steigung von $100^{\circ}/_{00}$, welche sich sofort wieder bei Uebersetzung des Schüttgrabens auf $175^{\circ}/_{00}$ erhöht, um zwischen Kilom. 3.4 und Kilom. 3.9 auf $165^{\circ}/_{00}$ herabzugehen.

Unmittelbar nach Kilom. 3 wendet sich die Trace von der Station Schüttgraben mit einem Bogen von 100 M. Radius direct bis gegen Kilom. 4 nach *Süden*. Es muss hier, knapp vor Kilom. 4, jener Seitenkamm umfahren werden, der sich zwischen Schütt- und Aufhausenergraben gegen das Salzachthal vom Schmittenkamme her einschiebt.

Nach Kilom. 4 behält die vielfach im Walde hinziehende Trace bis Kilom. 5.4 wieder eine ausgesprochene *nordwestliche* Richtung bei. Ihre Steigung ermässigt sich von Kilom. 3.9 bis Kilom. 4.4 auf $125^{\circ}/_{00}$, erhöht sich sodann bis Kilom. 5.0 auf $150^{\circ}/_{00}$, um dann gar nur

mit 100‰ und 110‰ bis Kilom. 6·1 anzu-
steigen.

Die Trace übersetzt in der Nähe der Restauration, Brunner, den Schmittenfahrweg und tritt nach Passirung einer hier befindlichen Einsattelung des Schmittenkammes bei Kilom. 5 bis gegen Kilom. 6 auf die *Innenseite* der Abdachung des Schmittenkammes ein. Sie bewegt sich daher fast auf eines Kilometers Länge im obersten Zuflussgebiet des Sammelbeckens vom Schmittener-Wildbach. Bei Kilom. 6 wird der Schmittenfahrweg zum zweiten Male an einer zwischen Dürnberg und Breitenneck situirten Einsattelung in westnordwestlicher Richtung übersetzt und die Trace betritt neuerdings die *Aussenseite* des Schmittenkammes an der linksseitigen Lehne des Fürthergrabens.

Mit einer Steigung von 165‰ führt sie an dieser Lehne durch Wald- und Weidetermin erst in nordwestlicher (bis Kilom. 6·6) und dann fast westlicher Richtung (bis Kilom. 7) aufwärts. Nach Uebersetzung der obersten Verzweigungen des Fürthergrabens, die ihren Ursprung knapp unter dem Schmittenkamm nehmen, wird das von letzterem nach Süd abzweigende und zwischen Fürther- und Piesendorfergraben eingeschobene Kammstück des seitlichen Ausstrahlers umfahren. Von Kilom. 7 an wendet sich die Trace direct nach Norden, erreicht bei Kilom. 7·3 den Schmittenkamm selbst und geht mit einer Steigung von 125‰ längs desselben bis zur Endstation Schmittenhöhe fort. Diese liegt in der Nähe des Fahr-

weges auf der Côte 1915 M. horizontal. Ihre Länge beträgt 150 M. Die Höhendifferenz zwischen Endstation und dem Culminationspunkt der Schmittenhöhe beträgt 41 M. Es lässt sich demnach mit einer mittleren Steigung von 148‰ ganz gut die Schmittenhöhe erreichen.

Für die gestrichelte ‚Variante‘ hat man zur Erzielung einer wesentlichen Betriebserleichterung die Ausgangsstation in den Bahnhofraum der Giselabahn*) gelegt. Die Station *Zell* der ‚Variante‘ liegt ca. 2 M. über den Schienen der Giselabahn in einer Meereshöhe von 750 M., oder um 20 M. tiefer als der projectirte Stationsplatz der ‚Trace‘. In Folge dessen steigt die um 650 M. kürzere und dazu am Schmittenkamm noch um 30 M. höher (bis 1945 M.) hinaufgehende ‚Variante‘ beim Verlassen der Station *Zell* sofort mit ihrer Maximalsteigung von 210‰ an, die sie auch bis Kilom. 3·5 nahezu durchwegs beibehält. Es ist nur bei Kilom. 1·4 bis Kilom. 1·5 und bei Kilom. 2·8—2·9 eine kurze Steigung von 100‰ und 110‰ eingeschaltet, welche in eine Horizontale übergeht, auf welcher bis Kilom. 3·1 die Station ‚Plettsaukopf‘ nächst der Restauration ‚Mittelstation‘ liegt.

Variante und Trace laufen also fast *parallel* nebeneinander her. Zuerst steigt die Variante

*) Da die Betriebsübernahme der Zahnradbahn durch die Generaldirection der k. k. österr. Staatsbahnen bereits gesichert ist, so wird sich hier zum ersten Male der Staatsbetrieb an einer Zahnradbahn in Oesterreich bewähren können. Der Bequemlichkeit des reisenden Publicums ist durch die Lage des Stationsplatzes der ‚Variante‘ in bester Weise Rechnung getragen.

wie die Trace bis gegen Kilom. 1·5 in vorherrschend *südlicher* Richtung mit dem einen Unterschied an, dass die Variante etwas tiefer im Gehänge, d. h. zwischen See und Trace läuft. Etwa bei Kilom. 1·5 wendet sich die Variante scharf nach *WWS.* und kreuzt bei Kilom. 2 der Trace die *Trace* selbst und zieht von hier ab in ausgesprochen nordwestlicher Richtung bei entsprechend höherer Lage am Abhang zwischen Plettsaukopf und Schüttgraben zu dem Almplateau*) nächst der ‚Mittelstation‘ hinauf, wo der Diabas seine grösste Mächtigkeit und die geplante Station ‚Plettsaukopf‘ genug Raum zur Anlage findet.

Nach Passirung des Schmitzenweges tritt die Variante unweit der Restauration ‚Mittelstation‘ bei einer Seehöhe von 1320 M. in das Sammelgebiet des Wildbaches ein. Bis Kilom. 3·6 behält sie noch ihre Maximalsteigung von 210⁰/₀₀ und ihre nordwestliche Tendenz bei. Mit einer Steigung von 165⁰/₀₀ wendet sie sich zuerst bis Kilom. 4 nach Südwest und dann bis Kilom. 4·5 nach West. Nach Einschaltung einer kurzen Steigung von 100⁰/₀₀ wird mit der Steigung von 165⁰/₀₀ erst in nordwestlicher und dann in wieder fast westlicher Richtung Kilom. 5 der Variante passirt, die obere Einsattelung des Schmitzenkammes erreicht und bei Kilom. 5·25 der Variante

*) Hier würde sich die Anlage von Sommerfrischen, die Schaffung eines klimatischen Curortes u. s. w. bestens empfehlen. Ringsum Wald und überall würzige frische Luft. Höhe über dem Meer 1310 M., also gut über 4000 Fuss.

(oder = Kilom. 6 der Trace) vereinigt sich die Variante mit der Trace in einer Seehöhe von etwa 1671 M. zu *einer* Linie. Nach Kilom. 6·1 der Variante ermässigt sich die Steigung auf 125^{0/00} und von Kilom. 6·6 steigt sie mit 120^{0/00} bis zur Endstation Schmittenhöhe auf die Côte von 1945 M. empor. Um diese 30 M. über der Endstation der Trace liegende Höhe zu erreichen, trennt sich die Variante von der Trace bei Kilom. 7 (= Kilom. 6·2 der Variante) ab und geht mit vorwiegend *nördlicher* Tendenz bis zum Hôtel auf der Schmittenhöhe empor.

Es ergibt sich daher für die kürzere Variante eine mittlere Steigung von 168^{0/00}.

Obwol man sich hauptsächlich aus *technischen* Gründen bereits dafür entschieden hat, den Bau der ‚Variante‘ in Angriff zu nehmen, so gebe ich zum Schlusse doch noch eine übersichtliche Zusammenfassung der geologischen und aller jener Momente, welche die Frage: ‚Ob Trace — ob Variante‘ beeinflussen konnten. Ein Mittelweg bliebe noch offen: Die Variante bei der Station Plettsaukopf abzweigen zu lassen und sie bereits in der Gegend von Kilom. 5 der Trace mit dieser zu vereinigen.

IX. Schlussbetrachtungen.

Die Schichtenstellung der gesammten anstehenden Gesteinsarten erweist sich für die Traceführung einer Zahnradbahn insofern

höchst günstig, als gut die Hälfte der Trace und Variante das westöstliche Streichen der Schichten nahezu *senkrecht* verquert. Das unter einem Winkel von 60—80° nach Nord erfolgende Einfallen der Schichten muss besonders dort als ausserordentlich günstig angesehen werden, wo sowohl Trace als Variante sich an den gesunden Lehnen längs der *Aussen-
seite* des Schmittenkammes entwickeln. Hier fallen mit einer einzigen Ausnahme alle Schichten *gegen* den Berg ein. Daher wird auch der Bahnkörper keinen nennenswerthen Rutschungen ausgesetzt sein, selbst wenn sich die Linie im Streichen der Schichten entwickelt oder dieselben unter einem spitzen Winkel angeschnitten werden müssen.

Mit Rücksicht auf das nahezu westöstliche Streichen der Gesteine werden jene Partien von Trace und Variante, die einen nordsüdlichen oder südnördlichen Verlauf nehmen, mehr oder weniger *senkrecht* die Schichten durchschneiden. Das gilt von den zwei ersten Kilometern und Kilom. 3—4 der Trace und von Kilom. 0 bis Kilom. 1·5 der Variante; ebenso trifft das beim letzten Stück Kilom. 7 bis 7·75 der Trace und Kilom. 6·25 bis 7·1 der Variante zu. Aus dem geologischen Aufbau ergibt sich aber noch ferner, dass Trace und Variante auf den zwei *ersten* und zwei *letzten* Kilometern ganz genau *dieselben* Gesteine durchfahren; denn die Schiefer, welche zwischen Schmittenhöhe und Dürnberg in unser Gebiet eintreten, streichen unter Beibehaltung desselben Streichens

und Fallens sammt dem Diabas mit geringer Abweichung ziemlich genau nach *Osten* gegen den Zellersee durch, an dessen westlichem Gestade beide Linien ihren Ausgangspunkt besitzen. Auf den ersten drei Kilometern von Trace und Variante, die ganz nahe *übereinander**) laufen, bleiben für *beide* in geologischer Hinsicht die Verhältnisse ganz gleich und werden dieselben Bauschwierigkeiten zu gewärtigen sein. Man stösst sofort auf anstehendes Gestein, Schiefer oder Diabas, wenn man die dünne Lage des Gehängschuttes an den steilen Lehnen mit dem Fuss oder Bergstock hinwegräumt. Nur auf den schwach geneigten Almböden (Staffeln) lagert eine mächtigere Decke von älterem Glacialschutt. Zieht sich die Linie (Trace oder Variante) am steilen Gehänge hinan, so muss der Bahnkörper nur entsprechend tief in die Lehne gelegt werden. Desgleichen müssen alle Objecte genügend tief und stark fundirt werden. Vor Allem aber wäre es angezeigt, den sämtlichen Wasserläufen durch Schaffung von ordentlichen Gerinnen einen geregelten Abfluss zu ermöglichen, um partielle Rutschungen und die allzu intensive Durchweichung der Schiefer hintanzuhalten. Bei der Uebersetzung von den, durchge-

*) Bis Kilom. 2 der Trace läuft die Trace in der höheren Lage. Hier wird die *Trace* von der *Variante* geschnitten. Letztere entwickelt sich nun in der höheren Lage in nordwestlicher Richtung und betritt bald die Innenseite des Schmittenkammes. Erstere verbleibt 20—50 M. tiefer und übersetzt mit mässiger Steigung den Schüttgraben nach Passirung von der bei Kilom. 3 liegenden gleichnamigen Wasserstation.

hends in weicheren Thonschiefern ausgegagten grösseren Wassergräben, muss für eine entsprechende *Weite* der Durchlassgewölbe gesorgt werden und die Umgebung der fundirten Objecte nach *aussen* hin, d. h. gegen die atmosphärische Luft, Frost und Feuchtigkeit, durch eine Art von ‚Schutzpflaster‘ vor allzu intensiver Verwitterung und Zersetzung bewahrt werden.

Bis zu Kilom. 3 von Trace und Variante könnte man aus geologischen Rücksichten zu Gunsten der Variante nur den einen Umstand hervorheben, dass die Variante schon nach Kilom. 1.5 den festen Diabas anschneidet und in demselben zwischen Kilom. 2 und 3 auf grösserer Erstreckung verbleiben wird. Aus Betriebsrücksichten würde aber die gut situirte Lage der Station Zell entschieden *für* die Variante sprechen.

Die schwierigste Partie der Trace liegt zwischen Kilom. 3 und 4. Hier muss nämlich der zeitweilig als Wildbach functionirende ‚Schüttgraben‘ übersetzt werden, an den sich ein sumpfiger Weideboden und später ein Wassergraben mit localen Rutschungen anschliesst. Da jedoch die Trace zwischen Kilom. 3 und 4 von Nord nach Süd ansteigt, so werden die Schiefer senkrecht verquert, ein Umstand, der *wesentlich zur Verminderung* der sonst hier zu erwartenden *Bauschwierigkeiten* beiträgt.

An den beiden Wänden des Schüttgrabens stehen vorwaltend eisenschüssige, graphitische Thonschiefer an. Am linken Ufer, welches

etwas unterwaschen wird und zeitweilig gegen die Sohle abbröckelt, sind die Schiefer weicher. Sie streichen bei einem nördlichen Einfallen von $60-70^{\circ}$ in der Richtung gegen $O 10^{\circ} S$ längs des Grabens herab. Die mit Schuttresten theilweise verlegte Sohle desselben ist gänzlich in der Richtung des Streichens im Schiefer eingeschnitten. An der rechten Grabenwand werden die Schiefer successive gegen Kilom. 4 hin fester und auch quarzreicher. Sie gehen schliesslich in einen Thonglimmerschiefer und in ein glimmerschieferartiges Gestein über. Am rechten Ufer des Schüttgrabens erfolgen locale Rutschungen des daselbst auf dem Schiefer lagernden Schuttes. Ein seitlich zusickerndes Wasser durchweicht nämlich die gegen die Bachsohle einfallenden Schieferplatten. Auf dieser schmierigen Unterlage rutschen Findlingsblöcke des Glacialschuttes, Gehängschutt und sogar zwei dem Windanprall ausgesetzte mächtige Tannen langsam dem Schüttgraben zu. Durch Abfangen und Ableiten der Quell- und Sickerwässer, durch Reinhaltung und Auspflasterung der bisher verlegten Gerinne, sowie durch gehörige Fundirung der mit einer Weite von 8—10 M. zu errichtenden Durchlassobjecte liesse sich die Uebersetzung des Schüttgrabens immerhin ganz gut bewerkstelligen. Die Baukosten würden hauptsächlich dadurch eine Erhöhung erfahren, dass auch die bachaufwärts zu treffenden Schutzvorkehrungen einen gerade nicht minimal zu nennenden Betrag beanspruchen

dürften. Auf Kilom. 4 bis 5 läuft die Trace in nordwestlicher Richtung grösstentheils durch gut gehaltenen ärarischen Waldbestand. Der Bahnkörper ruethier, wie auch von Kilom. 6 bis 7·75, vollkommen sicher auf den Schichtenköpfen von festen Schiefeln, die zwischen Kilom. 4 und 5 etwas weniger steil nach Nord einfallen und frei ausgeschiedenen Quarz in grösserer Menge enthalten.

Unmittelbar nach Kilom. 5 betritt die Trace in einer Meereshöhe von ca. 1557 M. das oberste Zuflussgebiet des Sammelbeckens vom Schmittener-Wildbach und verlässt dasselbe erst bei Kilom. 6.

Dieses Sammelbecken lässt sich absolut nicht umgehen, wenn man die Linie nicht unnöthig verlängern will. Aber es wird dasselbe wenigstens von der Trace bereits in solcher Höhenlage (1557—1671 M.) passirt, dass sich für den Bau und Bestand der Bahn nichts von Bedeutung besorgen lässt, falls die Linie stets möglichst tief in das Terrain, d. h. in den unter dem Schutt anstehenden Schiefer der Lehne gelegt wird. Immerhin müsste in diesem Kilometer auch jederzeit während des Baues darauf Rücksicht genommen werden, dass die Schiefer gegen die Thalsohle geneigt sind und jeder kleinste Wasserzufluss Störungen hervorrufen kann.

Ein ungleich schwierigeres Gebiet hat die Variante nach dem Verlassen der Station ‚Plett-saukopf‘ von Kilom. 3·2 bis Kilom. 5·25, wo die Vereinigung mit der Trace (= Kilom. 6) er-

folgt, zu durchmessen, wenn nicht im letzten Moment noch an den oben angedeuteten ‚Mittelweg‘ gedacht wird. In der Seehöhe von 1320 M. tritt die Variante nach Uebersetzung des Schmittenweges in das engere Sammelgebiet des Wildbaches ein, während die Trace um rund 237 M. *höher* durchzieht und demgemäss mit weniger Schutt und Rutschgefahr zu kämpfen hätte, falls sie zur Ausführung käme.

Bis Kilom. 3·65 verfolgt die *Variante* noch die nordwestliche Richtung auf einem breiten Querriegel, den die Gabelung des Schmittenkammes nach Norden gegen den Schmittenbach ausschickt, wo er plötzlich mit einem Böschungswinkel von 42 bis 45⁰ abbricht.

Obwohl hier durchgehends die Verwitterungsproducte von graphitischen Thonschiefern, compacten Thonglimmerschiefern und quarzreichen Thonschiefern das anstehende Gestein verhüllen, so findet die *Variante* links gegen den Schmittenweg und Gemeindewald hin genug *sicheres* Terrain, um sich bis zu dem grossen *muschelförmigen* Einriss durchzuarbeiten, der den unteren Theil des Sammelbeckens vom Schmittenbach charakterisirt. Aber bei Kilom. 3·65 wendet sich die Variante scharf nach Südwest, um sich in einer nach Süd gerichteten Ausbuchtung der steilen Lehne des *Thalkessels* anzuschmiegen und schliesslich die Abhänge des Dürnbergs bis zur Einsattelung (1671 M.) in nordwestlicher und westlicher Richtung zu umfahren.

Die ganze Partie ist heutzutage viel zu wenig bewaldet und bestraucht, um den dasselbst angehäuften Schuttmassen einen dauernden Halt zu bieten. Zahlreiche Wasserrunsen sehen wir in dem Schutt eingeschnitten und fächerartig dem Thal zustreben. Einige dieser Runsen werden in ihren obersten kleinsten Anfängen von der Variante geschnitten.

Bei vorsichtiger Bauführung wird selbst dieses *bedenklichste* Stück der *Variante* von Kilom. 3.65 bis Kilom. 5 ohne spätere Gefährdung des Bahnbestandes zu passiren sein. Je höher dann die Variante gegen die oberste Einsattelung (1671 M.) ansteigt und je mehr sie sich dadurch auch der unterhalb des Reichsforstes von Dürnberg durchziehenden Trace nähert, desto besser gestalten sich die geologischen Verhältnisse. Der Schutt nimmt an Mächtigkeit ab, die Aussicht, anstehendes Gestein zu treffen und die Variante durchaus in Schiefer legen zu können, erhöht sich. Kleinere Aufforstungen müssen wohl hin und wieder längs des Bahnkörpers vorgenommen werden, um das Terrain zu festigen und die Erosionsthätigkeit des Schmelz- und Regenwassers, besonders nach starken Wolkenbrüchen, auf ein Minimum zu reduciren.

Wenn ich als Geologe die von der *Variante* eingeschlagene Passirung des Sammelbeckens vom Wildbach in einer *tieferen* Lage, *als es die Trace bewerkstelligt*, gerade nicht als unbedingt gefährlich erklären muss, so möchte ich doch der Variante bei der Passage von

Kilom. 3'65 bis gegen Kilom. 5 *nicht alle Unbedenklichkeit absprechen!*

Das Sammelgebiet eines Wildbaches bleibt unter allen Umständen ein *tückisches* Terrain, wenn auch dem Schmittenbach, als Wildbach, durch die bald zum Abschluss kommenden Verbaubarbeiten vielleicht schon ein grosser Theil seiner Gefährlichkeit genommen zu sein scheint.

Bausteine und Baumaterialien findet man längs der *Variante*, so gut wie bei der *Trace*, überall in geeigneter Lage und hinreichender Menge. Nächst der Station ‚Plettsaukopf‘ der *Variante* werden sich die Diabase in mehr als genügender Quantität und auch vorzüglicher Qualität vorfinden. An erratischen Blöcken wird es auch im Glacialschutte der Almböden nirgends mangeln. Wohl wird man das *Wasser* zum Stationsplatz ‚Plettsaukopf‘ der *Variante* zuleiten müssen, da es sich bis jetzt daselbst nur in geringer Quantität vorfindet und zur Vermoorung des dortigen Wiesbodens beiträgt. An anscheinend *kalkfreiem* Wasser würde jedoch die Wasserstation ‚Schüttgraben‘ der *Trace* sicherlich keinen Mangel leiden.

Die Schwierigkeiten, welche sich bei der *Trace* an die Uebersetzung des Schüttgrabens knüpfen, kommen mir nicht ärger vor als jene, die sich für die *Variante* bei der Passirung des Sammelbeckens vom Schmittenbach ergeben.

Als Geologe würde ich mich viel lieber für den Bau der *Trace* entscheiden, wenn ich auch die Ausführbarkeit der *Variante* gar nicht

in Frage stelle und dabei nur auf die Bedenklichkeit einiger Stellen im Thalkessel des Schmittenbaches hinweise.

Einen Vortheil hat jedoch die Trace weit vor der Variante voraus. Der Ausblick, den die *Trace* besonders bei der Umfahrung der Ausläufer des Plettsaukopfes bietet, ist gegen den Zellersee, das Salzach- und Kaprunerthal, gegen das steinerne Meer und die schneebedeckten Spitzen der Tauernkette geradezu überraschend. Wenn es gestattet ist, für die *Zahnradbahn*, die doch nur als vielbenützte Touristenbahn einer Rentabilität entgegensehen kann, auch *landschaftliche Momente* ins Treffen zu führen, so müsste man sich unbedingt für die *Trace* entscheiden.

Die *Variante* bietet aber in dem Augenblick, als sie in einer viel tieferen Lage als die Trace in das Sammelbecken des Wildbaches eintritt und dasselbe durchzieht, eher einen traurig-düsteren als erhaben-schönen Naturanblick.

Wohl besitzt die Variante auf dem von Wäldern eingesäumten Alplateau rings um die Station ‚Plettsaukopf‘ ein ausgedehntes Terrain, das sich zur Anlage von Villen, Pensionen — kurz zur Schaffung eines klimatischen Curplatzes vorzüglich eignen würde. Nur müsste das nöthige Wasser zugeleitet werden. Die Trace hingegen erfreut sich im Schüttgraben der Vortheile für die Anlage einer derartigen Sommerfrische nicht.

Trace und Variante sind derartig nivellirt, dass sich bei beiden noch ganz gut je zwei Haltestellen einschalten lassen. Die obere würde nächst der Restauration ‚Brunner‘, die untere bei der Felsenecke von Entwiesen errichtet werden.

Die Zahnradbahn ist eingleisig mit einer Spurweite von 1 M. geplant. Die Kronenbreite des Unterbaues wird mit 3·5 Meter angenommen. Ob man sich für das System Riggerbach oder das Abt'sche System entscheidet, wird die Zukunft lehren. Die Schienen und die Zahnstange werden aus Flusstahl hergestellt. Der laufende Meter der Schiene wiegt 23 Kilogramm und jener der Zahnstange 57·8 Kilogramm.

Als Fahrbetriebsmittel sind 3 Locomotiven, 7 Personen- und ein Lastwagen in Aussicht genommen. Nachdem für den Betrieb eine Maximalgeschwindigkeit von 10 Kilom. pro Stunde angenommen wird, so lässt sich von Zell am See die Schmittenhöhe in drei Viertel Stunden erreichen.

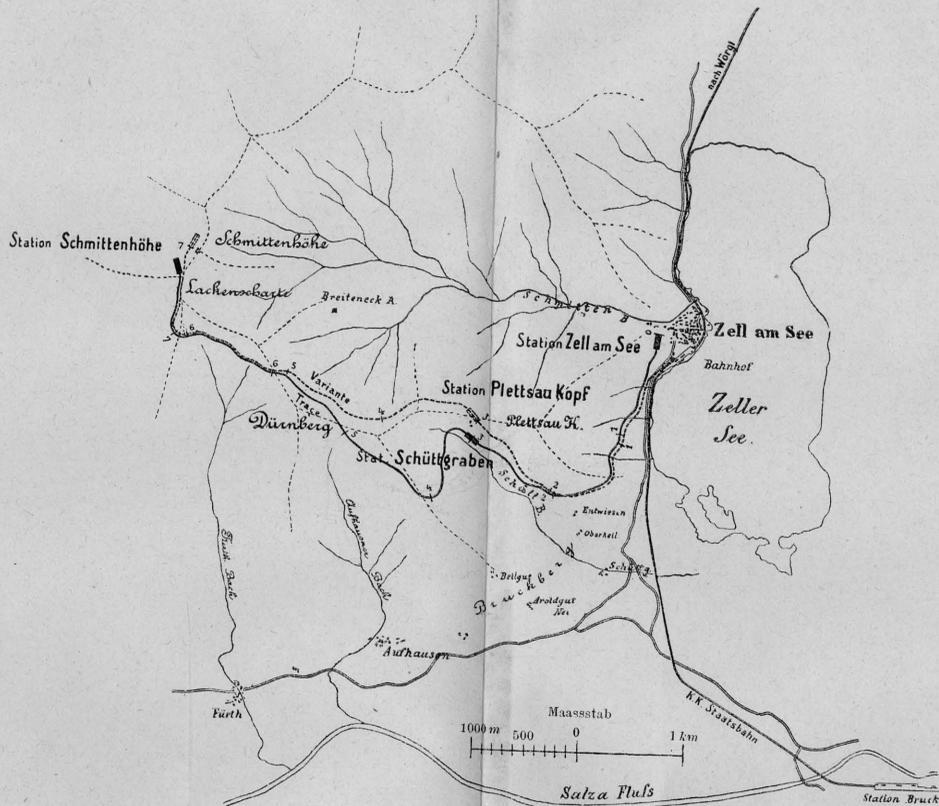
So hat denn das allerneueste Bergbahnproject alle Aussicht, in der nächsten Zukunft verwirklicht zu werden.

Das Unternehmen wird ganz gewiss reussiren, wenn die Unternehmung auch darauf achtet, dass auf der Gipfelstation für Unterkunft, Verpflegung und Bequemlichkeit der Fremden in jener grossartigen und vollendeten Weise gesorgt wird, die Einen auf den frischen Höhen des Rigi absolut nichts ver-

müssen lässt. Wohl wird dann in Zukunft so mancher stille Wanderer die Schmittenhöhe meiden, wie seinerzeit *Richard Wagner* den Rigi floh, als ihm befrackte Kellner und allerlei andere Dinge . . . den liebgewordenen Aussichtspunkt nach Eröffnung der Rigibahn verleiteten.

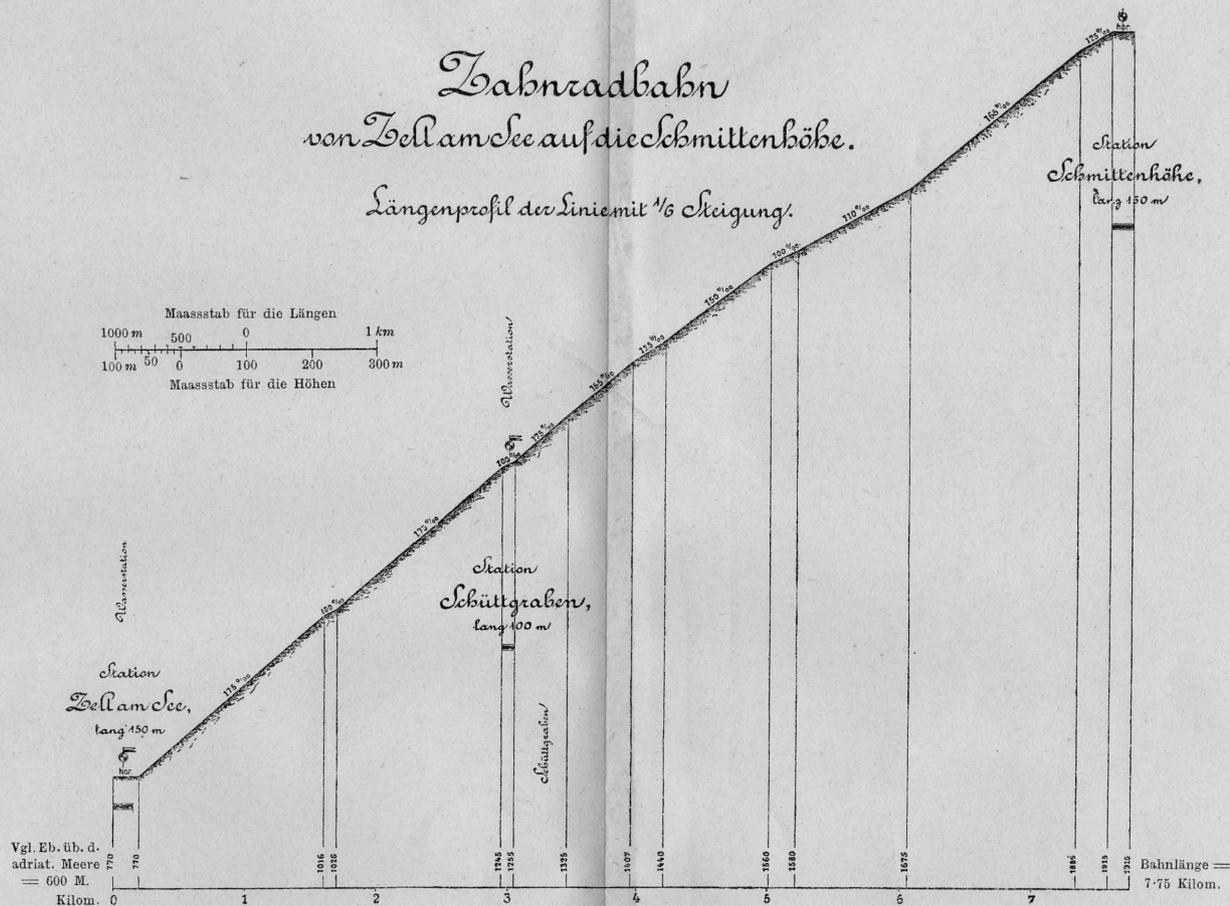
Aber es wird dafür eine schwere Menge von solchen Fremden zuströmen, die in der Zahnradbahn auf die Schmittenhöhe den längst ersehnten Schienenstrang sehen, der sie von den guten Hôtels im Markte und Bahnhofs Zell am See bis zu einem noch besseren Hôtel auf die Meereshöhe von 1945 Meter emporzieht.





Zahnradbahn von Zell am See auf die Schmitzenhöhe.

Längenprofil der Linie mit $\frac{1}{6}$ Steigung.



Zahnradbahn.

von Zell am See auf die Schmittenhöhe.

Längenprofil der Variante mit $\frac{1}{3}$ Steigung.

