

Universitäts- und Landesbibliothek Tirol

Die Alpenbahnen und deren Bedeutung für Deutschland und Österreich

Memminger, Anton

Zürich, 1878

Die Arlbergbahn und das Zahnradsystem

Die Arlbergbahn und das Bahnradsystem.

Um von Innsbruck nach Lindau zu gelangen, muß man über Rosenheim und München eine Strecke zurücklegen, welche nahezu mehr als dem Doppelten der wirklichen Entfernung dieser beiden Punkte entspricht und auch der Weg nach Ulm und damit jener für den Verkehr nach Westdeutschland ist um 152 Kilometer länger als die Luftlinie.*)

Die Nothwendigkeit einer Fortsetzung der Brennerbahn in westlicher Richtung wurde schon früher erkannt und die österreichische Regierung ließ bereits zu Anfang der sechziger Jahre ein Projekt für eine Linie von Innsbruck über den Fernpaß nach Züssen und Kempten zum Anschluß an die bayerischen Staatsbahnen verfassen. Allein die bayerische Regierung fürchtete einerseits, diese Bahn möchte ihre Kufstein-München-Augsburger Linie brach legen, andererseits betrachtete sie den Bau der Gotthard- und Arlbergbahn als unmöglich. Das Fernbahnprojekt scheiterte, und die österreichische Regierung wurde dadurch veranlaßt, den Bau der viel schwierigeren und kostspieligeren Linie über Landeck nach Bludenz in Aussicht zu nehmen.

Nach langen Vorbereitungen wurde im Jahre 1872 eine Kommission**) von Fachmännern berufen, welche sich für die An-

*) Otto Riß, die Bedeutung der Häfen am adriatischen Meere.

Otto Riß, die Fernbahn.

**) Technischer Bericht über das Projekt der Arlbergbahn, herausgegeben im Auftrage des k. k. Handelsministeriums.

Lage eines 12,4 Kilometer langen, zweimal gebrochenen Tunnels durch den Arlberg entschied. Die Maximalsteigung beträgt 29 und die Durchschnittssteigung 18,6 per mille.*) Die Kosten der zweigeleisigen, 63,6 Kilometer langen Bahn von Landeck bis Bludenz wurden auf 89 und die der Sektion Landeck-Zunsbruck auf 22 Millionen Mark veranschlagt.**)

Es ist als ein Glück für Oesterreich zu betrachten, daß der Reichsrath auf die Wünsche des Ministeriums nicht eingetreten ist. Denn die Arlbergbahn ist ein technisches Monstrum, welches der Gotthardbahn würdig zur Seite steht. Ja es gibt Sachverständige Männer, welche die Schwierigkeiten der Durchbohrung des Arlberges für viel größer halten als jene des Gotthard. Bei diesem konnte man wenigstens aus dem Charakter des Urgebirgsstockes, aus dem starken Wasserabflusse an der Außenseite des Berges, aus den sichtbaren Gesteinsarten und deren Lage mit einiger Sicherheit auf das Innere des Berges schließen; allein selbst hier haben die Drahtsel der Geologen nur ganz

*) Kulminationshöhen:

Arlbergtunnel	1276	Meter.
Fernpaß	1250	"
Gotthardtunnel	1152	"
Brenner	1367	"
Mont-Cenis-Tunnel	1338	"
Appenninen	617	"
Semmering	895	"
Kaukasus	975	"
N. Pacific	1625	"
E. "	2140	"
N. "	2513	"

**) Vergleichung von Baukosten:

Mont-Cenis-Tunnel	per Kilometer	5,773,000	Mk.
Tessinische Thalbahnen	"	640,000	"
Brennerbahn (Sektion Zunsbruck)	"	602,000	"
Gotthardbahn exklusive Tunnel (nach Voranschlag Hellwag)	per Kilometer	601,000	"
Gotthardbahn-Tunnel (nach Voranschlag Hellwag)	"	3,392,000	"
Arlbergbahn (Landeck-Bludenz)	"	1,037,000	"
" (Tunnel)	"	4,530,000	"

theilweise ihre Bestätigung erfahren. Dagegen ist beim Arlberg zu befürchten, daß in Folge der vertikalen Lage der Schichten — noch dazu meist Schieferformationen — der allzugroße Wasserzudrang den Tunnel erfäulen werde. Die Erfahrung hat uns nämlich gelehrt, daß die senkrechte Scheidung der Gesteine, welche an der Außenseite zu Tage tritt, sich in den Kern des Berges mit einer Regelmäßigkeit fortsetzt, welche z. B. beim Mont-Cenis bis in eine Tiefe von 1000 Meter nicht einmal um 1 Meter verrückt gefunden wurde.

Die Geologen haben amoch Vieles mit den römischen Auguren gemein. Während diese aus den Eingeweiden der Thiere die ungewisse Zukunft deuteten, ziehen jene aus der Oberfläche der Berge Schlüsse auf deren Eingeweide. Die Auguren lächelten, wenn sie einander begegneten. Die Geologen des Arlberges thun wohl das Gleiche, obgleich sie versichern, der große Tunnel führe, vorausgesetzt, daß er an zwei Punkten gebrochen werde, ohne häufigen Schichtenwechsel größtentheils durch Kalkstein. Wenn nun die Annahme der Gelehrten sich nicht bewahrheiten und häufiger Schichtenwechsel stattfinden sollte, so wird der Tunnel, nachdem vielleicht schon viele Millionen auf denselben verwendet worden sind, in Folge der Wasseransammlung unausführbar werden. Diese Gefahr wird auch dann nicht beseitigt, wenn der Tunnel weiter nach oben gelegt wird, wobei wir gar nicht einmal in Betracht ziehen wollen, wie sehr in Folge der lang andauernden und großen Steigungen die Leistungsfähigkeit beeinträchtigt würde.

Schon Robert Stephenson hat in seinem 1850 erschienenen Werke über den Bau der Eisenbahnen in der Schweiz auf die lokalen Bedingungen hingewiesen, von denen der Gebrauch der Lokomotiven abhängig ist. Er berechnet, daß sich die mittlere Ausgabe für die Zugkraft bei 27 per mille Steigung auf einer kurzen Strecke

und bei einem ganz normalen Klima im Vergleich zu den Betriebskosten auf der horizontalen Bahn um das Dreifache steigere. Trotz der seither in Maschinen- und Betriebsweisen erzielten Verbesserungen ergibt sich auch heute noch folgendes Verhältniß der Steigungen zu den Transportkosten:

Steigung.	Scala der Transportkosten.
bis zu 10 per mille	1
" " 15 " "	1,38
" " 20 " "	1,80
" " 25 " "	2,24
" " 30 " "	2,70
" " 35 " "	3,22
" " 40 " "	3,78
" " 45 " "	4,38
" " 50 " "	5

Die Voraussetzungen, unter denen obige Verhältnisse maßgebend sind, treffen jedoch auf die Arlbergbahn nicht zu; denn es ist keine zweite Bahn in Europa aufzutreiben, die einer derartig ungünstigen Witterung ausgesetzt wäre.

Die mittlere Temperatur der Luft und die Menge des Schneefalles an einem bestimmten Orte hängen bekanntlich nicht allein von der Breite des Himmelsstriches ab, unter welcher er sich befindet, sondern auch von der Höhe über dem Meer und von verschiedenen anderen Ursachen. Beim Arlberg tritt zu der bedeutenden Massenerhebung des ganzen Gebirgszuges noch die Richtung der herrschenden Winde, von denen weitaus die meisten aus Norden wehen. Die mittlere Temperatur, welche in Bludenz im Monat Januar auf 9,2 Grad Réaumur herabsinkt, erreicht am Arlberg nicht selten — 30 Grad. Die mittlere Schneehöhe am Arlberg beträgt auf der Höhe des Passes fast 7 Monate lang 4 Meter; ja es hat schon Jahre gegeben, in denen der Schnee in der Höhe

von 7 und 8 Meter durch 8 Monate liegen geblieben ist; beträgt ja die durchschnittliche Dauer der permanenten Schneelage bei den Mündungen des projektierten Tunnels beinahe 7 Monate. Ueberhaupt währt dort nach einem ziemlich wahren Sprichworte der Winter nahezu 9 Monate und die übrigen 3 Monate ist es kalt.

Man hat darauf hingewiesen *), daß in den nördlichen Zonen Europa's und Amerika's Bahnen ähnlichen klimatischen Verhältnissen und zwar auf sehr lange Strecken ausgesetzt sind, ohne daß eine nennenswerthe Unterbrechung des Betriebes stattfindet. Dagegen ist einzuwenden, daß im russischen Tiefland die Uebung herrscht, den Bahnkörper so hoch aufzufüllen, daß der Schnee mit Leichtigkeit seitwärts abgelagert werden kann, wenn er nicht von den scharfen Winden weggefegt wird. An Stellen, wo Einschnitte nicht zu vermeiden waren, wurde den Schneeverwehungen durch Anlage von Pflanzungen vorgebeugt. Zudem sind die Schwierigkeiten, auf welche der Bau und Betrieb von Eisenbahnen im russischen Flachland sowie in den kanadischen Ebenen gestoßen sind, nicht entfernt denen in den Alpen ähnlich, wo die jährlich fallenden Schneemassen mit der zunehmenden Höhe steigen und bei 800 Metern über dem Meer schon 1 Meter, bei 1100—1300 Meter das Zwei-, Drei- und Vierfache betragen; und wo die Bahn nicht wie in jenen Ländern frei gelegt werden kann, sondern bald in Tunneln und Gallerieen, bald in Einschnitten von unaufhörlich wechselnder Tiefe an den steilen Abhängen aufwärts geführt werden muß! Wenn sich nun in jenen Einschnitten kolossale Schneemassen, wie sie am Arlberge nichts Seltenes sind, zusammenballen, so ist der Schneepflug und die Kraft der Menschenhand wohl nicht immer im Stande, Hindernisse von solcher Mächtigkeit fortwährend zu bemeistern.

*) C. Schmid, Ueberschreitung der Alpen mittelst einer Eisenbahn.

Die Errichtung von hölzernen Schutzdächern, wie sie bei der Pacificbahn in Amerika angewendet werden und bei der Fellschen Mont-Cenis-Bahn im Gebrauche waren, würde zwar einige Gewähr für die Unge störtheit des Bahnbetriebes im offenen Terrain geben, allein bei der in Oesterreich herrschenden Schablone würde sie aus betriebspolizeilichen Gründen kaum zugelassen werden, es müßte denn sein, daß die Ersetzung des Holzes durch Eisen Gnade fände. Nicht zu vergessen ist, daß bei der Pacificbahn die Terraininformation der Entwicklung der Trace, trotzdem die Bahn einen Kulminationspunkt von 2513 M. über Meer erreicht, allen Vorschub leistete. Höhere Einschnitte und Dämme konnten meist vermieden, sowie eine Maximalsteigung von 20 per mille beibehalten werden. Außerdem beeinflusst die Temperatur in Folge der warmen Westwinde und der südlicheren Lage, sowie die Richtung der Gebirgszüge von Süd nach Nord, ungeachtet der höheren Terrainerhebung, den Betrieb nicht in der gleich störenden Weise wie es bei der Arlbergbahn der Fall sein würde.

Bekanntlich sinkt ja die Leistungsfähigkeit der Maschine bedeutend herab, wenn die Schienen, wie es in Tunneln vorkommt, naß oder wenn sie mit Glatteis überzogen sind. In solchen Fällen verringert sich die Adhäsion, das ist die Haftung der Räder an den Schienen, häufig auf die Hälfte ihres berechneten Werthes und der Betrieb vertheuert sich ganz außerordentlich.

Auf der Gioviabahn zwischen Genua und Turin, die auf der freien Linie eine Maximalsteigung von 35 per mille hat, sind schon alle erdenklichen Maschinen in Anwendung gebracht worden. Das Ende vom Lied ist, daß ebenso wie bei der Kaukasusbahn Poti-Tiflis an den Umbau der Bahn gedacht wird, um die Steigung auf 25 per mille zu ermäßigen. Die Arlbergbahn soll nun allerdings blos — 29 per mille Maximalsteigung

erhalten; obendrein hat sie mit den schlimmen Wirkungen eines üblen Klima's zu kämpfen, welche die Nachteile der größeren Steigung der Gioviabahn weit aufwiegen. Und selbst bei letzterer Bahn, deren höchster Punkt 617 Meter über Meer und unter einem südlicheren Himmelsstriche liegt, gibt der Betrieb sogar auf den Strecken mit 28 per mille Steigung zu unaufhörlichen Klagen Anlaß, zumal in dem Tunnel von Bujalla, in welchem der Nugeffekt der vorzüglichen Achtkuppler-Lokomotiven Gottschalk's (Maschinendirektors der Oesterreichischen Südbahn in Wien) im Vergleich zu jenem, der auf der offenen Strecke bei der nämlichen Steigung erzielt wird, um 7—10 Prozent sich vermindert.

Zwar ist es unbestritten, daß Bahnen mit größeren Steigungen, so die Bahn von Enghien nach Montmorency mit 45 und die Netlibergbahn bei Zürich mit 70 per mille, noch mit Erfolg betrieben werden. Allein die Steigung von 45 per mille kommt bei der kleinen Flügelbahn Enghien-Montmorency nur auf einer kurzen, etwa 1 Kilometer langen Strecke vor. Darin liegt ein Hauptgrund für die Regelmäßigkeit und Ungefährlichkeit des Betriebes. Eine so kurze Strecke, die überdies klimatisch so günstig situiert ist, kann nicht allein in vorzüglichem Stand erhalten werden, sondern es läßt sich auch mit Leichtigkeit die erforderliche Dampfspannung zur Ueberwindung der kurzen, scharf angefahrenen Rampe erzeugen.

Auf der Netlibergbahn ziehen die Maschinen ihr doppeltes Gewicht über Steigungen von 70 per mille. Diese Thatfache gestattet jedoch keinen Schluß auf den Betrieb einer Alpenbahn, denn die Netlibergbahn ist eine Touristenbahn, welche ihre Leistungsfähigkeit nicht nach den Bedürfnissen des größeren Verkehrs zu richten hat.

Ein Anderes ist es mit der Wädensweil-Einsiedeln-Bahn.

Auf dieser fördern die Maschinen 45—50 Tonnen*), ungefähr das Doppelte ihres Eigengewichtes, mit einer Schnelligkeit von 15 Kilometer per Stunde auf Steigungen von 42—50 per mille. Diese Bahn hat aber erst die Erfahrungen eines Sommers hinter sich, so daß sie einen untrüglichen Anhaltspunkt nicht liefert. Unleugbare Thatsache ist, daß bei der im November 1876 stattgehabten Probefahrt die Lokomotive**) auf dem Rückwege nicht mehr zu bändigen war und mit der Geschwindigkeit des Blitzes in's Thal hinabrazte, Tod und Verderben verbreitend. Auch bei der Netlibergbahn hätte vor etwa zwei Jahren in Folge der Unachtsamkeit des Lokomotivführers beinahe ein ähnliches Unglück sich ereignet, trotzdem die Maschinen, wie nun auch bei der Wädensweil-Einsiedeln-Bahn mit ganz vorzüglichen Luft- und Schraubenbremsen ausgerüstet sind. Solche Vorkommnisse mahnen zur Vorsicht.

Aber selbst wenn wir alle erdenkliche Sicherheit beim Betriebe derartiger Bahnen voraussetzen, kann deren Leistungsfähigkeit nicht zur Nachahmung großer Steigungen, namentlich nicht bei internationalen Linien, am allerwenigsten bei einer Arlbergbahn, ermuntern. Ist es ja ausgemacht, daß die gleichen Lokomotiven am Brenner um 15 per mille weniger leisten als am Semmering. In solchem Maße schwächen die ungünstigen klimatischen Verhältnisse die Adhäsion ab, trotzdem der Brennerbahn bessere Richtungsverhältnisse als der Semmeringbahn***) zu Statten kommen.

Der Gotthard hat ungefähr das gleiche Klima wie der Brenner, aber statt einer Maximalsteigung von 25 eine solche

*) 1 Tonne = 20 Zentner = 1000 Kilogramm.

**) Die Maschine war mit dem Wetli'schen Schraubenrade versehen; allein bei der Thalfahrt war diese außer Dienst gesetzt und die Lokomotive nach dem Adhäsionsprinzip in Thätigkeit.

***) Minimalradius am Semmering 189, am Brenner 284 Meter.

von 27 per mille. Die Arlbergbahn steht in Bezug auf Klima noch hinter der Gotthardbahn zurück und gleichwohl wird derselben eine Maximalsteigung von 29 per mille ins Taufseifen eingebunden! *Difficile est, satyram non scribere!*

Freilich, wenn Oesterreich Geld im Ueberflusse hat, um beim Bau der projektirten Arlbergbahn einige 50 Millionen Mark mehr oder weniger nicht ansehen zu müssen und, im Falle der Tunnelbau nicht durch Wasserzudrang verunmöglicht wird, nach Eröffnung der voraussichtlich unrentablen Linie jährlich Millionen zur Deckung der Betriebskosten zu verausgaben, dann mag das technische und finanzielle Experiment riskirt werden. Wir geben zwar gerne zu, daß Oesterreich die direkte Verbindung der durch das Gebirge getrennten Provinz Vorarlberg aus politischen, militärischen und volkswirthschaftlichen Gründen für wünschenswerth erachtet, allein, indem wir diese patriotischen Erwägungen würdigen, lassen wir uns nicht zu Uebertreibungen hinreißen und bezweifeln, ob die aus der beabsichtigten Schienenverbindung erwachsenden Vortheile die enormen Opfer, welche dafür gebracht werden müssen, aufwiegen. Allerdings wird Vorarlberg nach Eröffnung der Arlbergbahn mit seinen Getreidebezügen nicht mehr auf Bayern reflektiren müssen; jedoch ist es noch sehr fraglich, ob trotz der Arlbergbahn dem ungarischen Marke das Absatzgebiet im Vorarlberg treu bleiben wird, nachdem in den letzten Jahren auf den schweizerischen Plätzen, von wo aus sich Vorarlberg verproviantiren kann, Marseille die Konkurrenz mit Pest zc. erfolgreich aufgenommen hat.

Die ferner an die Arlbergbahn geknüppte Erwartung,*) die

*) N. v. Waldheim, die Arlbergbahn.

Cäsar Aftfalk, die Projekte der Arl- und Fernbahnen.

Denkschrift der Handels- und Gewerbeakademie in Innsbruck betr. die Herstellung einer Lokomotiv-Eisenbahn von Innsbruck nach Bludenz.

wichtigsten österreichischen Eisenbahnlinien von der bayerischen Tarifpolitik unabhängig zu machen, dürfte möglicher Weise böse Früchte tragen. Bayern könnte sich, in Folge der Konkurrenz der Arlbergbahn, im Verein mit den westlichen Anschlußbahnen zu Tarifexperimenten verstehen, welche dem Lande Oesterreich einen empfindlichen Schaden verursachten, für den der volkswirtschaftliche Gewinn der Arlbergbahn keinen Ersatz böte. Die Mißstimmung, welche in österreichischen Kreisen gegen die Tarifpolitik der bayerischen Staatsbahnen schon wiederholt geäußert wurde, sollte die tonangebenden Politiker des Kaiserstaates nicht zu einer Maßregel drängen, deren Tragweite nicht abzusehen ist. Wohl ist etwas Wahres an dem Vorwurfe, daß die bayerischen Staatsbahnen bureaukratisch schwerfällig operiren und nicht jene kaufmännische Beweglichkeit und Gelenkigkeit zeigen, welche zur vollkommenen Leitung eines industriellen Geschäftes von dem Umfange, wie es die bayerischen Transportanstalten sind, nothwendig erscheinen. Hingegen sollte man in Oesterreich nie vergessen, daß Bayern namentlich mit Rücksicht auf die günstigen Steigungsverhältnisse seiner Eisenbahnen einen vernichtenden Konkurrenzkampf wider die österreichischen Linien aufnehmen und außerdem bei seinen nördlichen, westlichen und südwestlichen Anschlußbahnen gegen gewisse Zugeständnisse jeden Augenblick Allianzen werben kann, mittelst deren es nach Eröffnung der Gotthardbahn der Aktionsphäre und den internationalen Beziehungen des Handels und der Industrie Oesterreichs ernstlich Abbruch zu thun vermag.

Endlich sehen wir nicht ein, wie durch die Bahn von Bludenz nach Innsbruck die Hoffnung auf Entlastung des Fiskus, den die in Vorarlberg bestehenden Bahnen schwer bedrücken, sich realisiren soll. Im Gegentheil haben wir Grund zu der Annahme, daß Oesterreich bei Ausführung des technischen Monstrums der Arl-

bergbahn ein finanzielles Risiko laufen wird, welches im günstigsten Falle die Last des Staates nur vermehren kann.

Uebrigens würde die Ausgabe des Fiskus für die bestehenden Vorarlbergerbahnen sich bedeutend reduzieren lassen, wenn man nur ernstlich wollte. Soweit wir Gelegenheit gehabt haben, Einsicht in die Geschäftsgabahrung jener Anstalt zu nehmen, konnten wir bei ihr keineswegs die Eigenschaften bemerken, welche eine tüchtig geleitete und ökonomisch verwaltete Transportgesellschaft kennzeichnen. Eine durchgreifende Reformation an Haupt und Gliedern wäre hier ehestens am Plage und jedenfalls für die österreichischen Finanzen von größerem Vortheil als das große Loch durch den Arlberg, das auch ein gewaltiges Loch in den Staatsfädel reißen wird.

Zimmerhin läßt sich nicht leugnen, daß die Arlbergbahn eine politisch-militärische Bedeutung und den Vortheil hat, einen ausschließlich auf österreichischem Boden führenden direkten Weg zur Schweiz, dem Bodensee und Oberrhein zu bilden; außerdem kommt sie den Bedürfnissen Vorarlbergs und eines Theils von Tyrol nach. Aber andererseits scheuen wir vor den technischen Monstrositäten und den finanziellen Erfordernissen zurück. Zimmerhin könnte uns dieser Umstand allein nicht bestimmen, gegen das Projekt aufzutreten. Wir würden es gleichwohl befürworten, wenn sich nur die Baukosten mit einiger Bestimmtheit im Voraus fixiren ließen und wenn die Leistungsfähigkeit und der Nutzen der Bahn annähernd ein Aequivalent für die zu bringenden enormen Opfer in Aussicht stellten.

Leider sind auch die Betriebsergebnisse der bestehenden Alpenbahnen wenig ermunternd. So hat es die 307 Kilometer lange Brennerbahn erst nach zehnjährigem Betriebe zu einer kilometrischen Einnahme von 30,000 Mark gebracht. Für eine Thalbahn wäre dieses Resultat ein gutes zu nennen; bei einer Gebirgsbahn

jedoch erreichen die Ausgaben eine Höhe, welche bei dem üblichen Bau- und Betriebssystem selten eine Rendite des Anlagekapitals ermöglichen.

Wenn schon auf Steigungen von 25 per mille oft genug Adhäsions-Lokomotiven ihren Dienst mitten in der Fahrt zu versagen beginnen, die bergauf fahrenden Züge in Folge zufälliger Ereignisse nur stockend und ruckweise vorwärts kommen, momentan stehen bleiben oder die abwärts gehenden in eine unheimliche Geschwindigkeit verfallen, wie erst auf noch größeren Steigungen!*) Nun ließe es sich bei der Arlbergbahn wohl bewerkstelligen, die Maximalsteigung von 29 auf 25 zu reduzieren, aber die Kosten des Baues würden dadurch um ungezählte Summen vermehrt.

Die ausgezeichneten Maschinen mit 4 gekuppelten Achsen, welche auf der Giovi-, Semmering- und Brennerbahn in Verwendung stehen, sind im Stande, auf einer Steigung von 35 per mille 140 Tonnen zu schleppen. Allein bei ungünstiger Witterung und in Tunnels kann diese Belastung der Züge jedenfalls nicht beibehalten werden. Auf der Linie Olten-Läufelfingen in der Schweiz ziehen die Lokomotiven bei einer Steigung von 26 per mille wegen der Fahrt durch den Hauensteintunnel durchschnittlich nur je 100 Tonnen, während sie bei gutem Wetter und außerhalb des Tunnels eine um $\frac{1}{3}$ größere Last befördern könnten.

Alle diese Umstände — die kostspieligen Entwicklungen und die schwierigen Betriebsverhältnisse bei Gebirgsbahnen — haben schon längst die Nothwendigkeit anderer Bahnsysteme dargethan, und das Verlangen nach weiteren Gebirgsbahnen kann nur dann erfüllt werden, wenn ein System zur Anwendung gelangt, das

* Th o m m e n, die Gotthardbahn.

M ü l l e r, über die Erstellung einer Höllenthalbahn zwischen Freiburg i./Br. und Neustadt.

für's Erste die Baukosten, für's Zweite die Betriebskosten verringert und zugleich alle Gewähr für große Leistungsfähigkeit sowie erhöhte Sicherheit und Regelmäßigkeit des Betriebes gibt. Ein System, welches diese Anforderungen in vielen, wenn auch nicht in allen Fällen befriedigt, muß nicht erst erfunden werden, es ist bereits da. Wir meinen das Zahnradsystem des Ingenieurs Riggenbach in Aarau.*)

Der von Robert Stephenson empfohlene Seilbetrieb wird wohl für einen beschränkten Verkehr, für Lokal-, Bergwerks- und Industriebahnen passend, aber kaum jemals für die Verhältnisse einer bedeutenden Alpenbahn verwendbar werden. Im Beginne des Eisenbahnbaues sind solche Bahnen, auf welchen feststehende Maschinen die Wagen an Seilen emporziehen, im Gebrauche geblieben. Anlagen dieser Art befinden sich zu Glasgow, Liverpool, Lyon, Lüttich, Hochdahl (bei Elberfeld) 2c. Indessen steigerten sich die Ansprüche an die Leistungsfähigkeit der Seilbahnen und deshalb werden jetzt viele derselben mit Lokomotiven befahren, so z. B. die zu Leeds, zu Cowlairs, La Renardière, Aachen und namentlich die schon früher erwähnte Gioviabahn. In neuerer Zeit hat der Seilbetrieb durch eine Erfindung Agudio's, Professor in Turin, eine erhöhte Beachtung gefunden. Zwischen den Schienen liegt ein unbewegliches Seil, das Schleppseil, welches sich um die Rollen eines an der Spitze des Zuges befindlichen Kollwagens legt. Diese Rollen werden durch ein schwaches endloses Seil, das Treibseil, welches durch feststehende Maschinen in Bewegung gesetzt wird, gedreht und somit in Folge der Reibung zwischen

* Roman Abt, das Zahnradsystem.

Thommen, über Bergbahnen mit künstlicher Adhäsion (in Nr. 17, Jahrgang 1877 der Wochenschrift des österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereins).

Rollen und Schleppseil eine Fortbewegung des Wagens bewirkt. Allein ein rationeller, durchlaufender Bahnbetrieb wird nicht zu geben können, daß der bewegende Apparat vom Zuge getrennt wird, weshalb wir vom System Agudio für die großen Alpenbahnen absehen müssen; für Gebirgsbahnen minderer Ordnung mag es immerhin noch in Frage kommen.

Das System Fell war für die provisorische Eisenbahn über den Mont-Cenis bei Steigungen von 83 per mille in Anwendung gekommen; deren Betrieb ist jedoch seit Eröffnung des Mont-Cenis-Tunnels eingestellt. Dieses System bestand darin, daß zwischen den Schienen eine etwas höher gelegene Mittelschiene angebracht war, gegen welche von beiden Seiten, mit Hilfe von Pressapparaten, horizontal gelegene Triebräder (also mit vertikalen Drehachsen) gepreßt wurden, um die Reibung und damit die Zugkraft zu erhöhen. Allein dieses System wird in Folge seines großen Arbeitsverlustes schwerlich eine weitere Verwendung finden.

Das System Wetli besteht in einer Walze mit schraubenförmigen Felgen auf der Oberfläche. Dieser Schraubenzylinder ist zwischen den gewöhnlichen Triebrädern der Maschine eingeschaltet und mit denselben gekuppelt. Zwischen den Schienen sind eiserne dreieckförmige Fangschienen angebracht, in welche die Felgen des Schraubenrades eingreifen. Der Theorie nach ist dieses System eine ganz geistreiche Konstruktion, allein es lebte nur wenige Stunden, um wohl für immer zu den Todten gelegt zu werden. Freilich hatten die zur Rekonstruktion der Gotthardbahn berufenen Oberingenieure Wetli, Maey und Moser im September 1876 für die Gotthardbahn, im Falle das Baukapital für eine Abhäsionsbahn mit 25 per mille Steigung nicht aufzubringen sei, außer dem Zahnradsystem das System Wetli oder die Anwendung eines Steigungsverhältnisses von 40 per mille empfohlen. Zehn Wochen nach

diesem Spruche aber purzelten dieselben drei Herren bei einer Probefahrt mit der Wetli-Maschine den Wädensweiler Berg herunter, was ihnen wohl die Ueberzeugung beigebracht haben mag, daß Irren menschlich und daß sowohl das System Wetli als solche starke Steigungen der Adhäsionsbahn sich nicht für eine Bahn eignen, die unter so schwierigen Verhältnissen arbeiten muß wie die Gotthard- oder Arlbergbahn.

Das bisher einzig bewährte Lokomotivsystem mit künstlicher Adhäsion ist der Riggerbach'sche Fahrradmotor.*)

Die Versuche, starke Steigungen (Steilrampen), auf welchen die gewöhnliche Zugkraft nicht mehr ausreichte, durch Anwendung von Vorrichtungen, welche eine stärkere Haftung (Adhäsion) auf der Bahn und damit eine größere Zugkraft erzeugten, sind nicht neuesten Datums. So legte Trevethin neben die Schienen noch eine Holzbahn, in welche sich vorragende Nagelköpfe der Räder eindrückten. 1811 ließ sich Blenkinshaw eine Maschine patentiren, die sich durch ein gezahntes Rad, welches in eine gezahnte Schiene griff, bewegte; Gordon und Gurney gaben zu gleicher Zeit der Lokomotive eine Art von mechanischen Beinen, durch welche dieselbe vorwärts geschoben wurde, indem sich diese Beine abwechselnd treibend auf den Weg zwischen den Schienen stemmten. Später nahm Marsh die Idee Blenkinshaw's wieder auf und baute auf den Mount Washington bei Pittsburg eine Bahn mit Steigungen von 333 per mille. Auch Engerth wandte die Fahrradkuppelung bei der Maschine an, welche er 1851 für die Semmeringbahn konstruirte. Man gab jedoch dieselbe auf,

*) Ingenieur Brown, Direktor der Lokomotivfabrik in Winterthur, beschäftigt sich momentan mit der Konstruktion einer Lokomotive, bei welcher die Adhäsion durch eine über drei Räder laufende Stahlkette verstärkt wird, deren Zähne in ein auf beiden Seiten gezahntes T-Eisen eingreifen. Ob sich diese Modifikation des Riggerbach'schen Systems Anerkennung verschaffen wird, lassen wir dahingestellt.

bis endlich Riggenbach das Zahnrad in verbesserter Gestalt wieder zur Geltung brachte.

Die erste Zahnradbahn in Europa wurde 1870 in den Steinbrüchen in Ostermündingen eröffnet; sie hat eine Steigung von 100 per mille. Ihr folgte 1871 die Bizau-Nigibahn mit Steigungen bis zu 250 per mille. Dann kamen die Kahlenbergbahn bei Wien, die Schwabenbergbahn bei Buda-Pest, die Arth-Nigibahn und die Bahn von Rorschach nach Heiden, letztere mit 90 per mille Maximalsteigung. Die erstgenannte Bahn ist eine Industriebahn, alle anderen sind Touristenbahnen, nur die Rorschach-Heidenbahn unterhält einen regelmäßigen Personen- und Frachtenverkehr. Zu diesen Linien kamen endlich noch 1876 die Bergwerksbahn in Wasseralfingen (Württemberg) mit 78 per mille Maximalsteigung und die Verbindungsbahn zwischen dem großen Honegger'schen Fabriketablissement in Rüti (Kanton Zürich) mit dem dortigen Bahnhofe.

Das System Riggenbach besteht in einer zwischen die Schienen gelegten leiterartigen Zahnstange, an welcher das von den Zylindern direkt in Bewegung gesetzte Zahnrad emporklettert. Der ganze Apparat wird am besten durch die Wirkung einer einfachen Wagenwinde versinnbildlicht. Das Abwärtsfahren geschieht mit Hilfe komprimirter Luft und mittelst Zahnradbackenbremsen, welche so kräftig und sicher wirken, daß der Zug fast plötzlich zum Stillstande gebracht werden kann. Eine Entgleisung der Maschine ist kaum denkbar, da das Zahnrad nicht aus den Zähnen der Stange heraus kann; ja selbst bei Hebung oder Bruch eines Zahnes müßte der nächste sogleich wieder eingreifen.

Der Dampf wird bei den Maschinen der Nigibahn, entsprechend ihren eigenthümlichen Verhältnissen in einem stehenden Röhrenkessel erzeugt, der in starken Steigungen vertikal, in den schwächeren aber geneigt steht. Die aufrechte Stellung des Kessels

wurde deshalb gewählt, weil in einem liegenden Kessel die Differenz des Wasserstandes am vorderen und hinteren Ende mit Rücksicht auf die Siederöhren eine zu große gewesen wäre; die schiefe, respektive lothrechte Lage des Kessels macht diese Differenz weniger fühlbar. Bei der Korschach-Heidener und anderen Zahnradbahnen haben die Kessel dieselbe Lage wie bei gewöhnlichen Lokomotiven.

Eine weitere Eigenthümlichkeit der Rigibahn-Lokomotiven besteht darin, daß die vom Dampfkolben in Bewegung gesetzte Aze nicht wie bei anderen Maschinen zugleich Triebaxe ist, sondern auf letztere wird erst mittelst Zahnrädern die Bewegung übertragen. Auf die Endzapfen der Triebaxe sind Räder gewöhnlichen Systems aufgesteckt und in der Mitte derselben befindet sich ein gußstähleres Zahnrad, dessen Zähne in die oben erwähnte Zahnstange eingreifen, womit ein Erklimmen der Steilrampen möglich wird.

Um das Aufsteigen und das heftig stoßende Einfallen der Lokomotive bei der Einfahrt in die Zahnstange zu vermeiden, ist am oberen und unteren Ende derselben ein $2\frac{1}{2}$ Meter langes, auf zwei starken Federn ruhendes Zahnstangenstück angebracht.

Die erhöhte Lage der Zahnstange bewirkt, daß der Schnee durchfällt oder durch das Zahnrad unter der Zahnstange hindurch nach beiden Seiten ausgequetscht werden kann.

Die Zahnrad-Lokomotive hatte übrigens bis vor kurzer Zeit einen großen Mangel. Wegen der Einrichtung des Triebwerkes konnte sie auf der normalen Spur die Adhäsionsmaschine nicht ersetzen. Zudem mußte die Einstellung derselben in das Geleise durch Schiebebühnen bewerkstelligt werden.

Durch Verbesserungen in der Konstruktion der Maschinen und Weichen brachte es Riggensbach dahin, daß seine Lokomotive ebenso auf der Zahnstange wie auf der normalen Spur funktioniert.

Endlich werden jetzt, wie schon in Wasseralfingen *) geschehen, statt der Langschwelen, auf welchen die Zahnstange lagerte, Gußfättel verwendet, die zugleich zur Verlastung der Zahnstange dienen.

Die neue Zahnradlokomotive, welche jedenfalls auf der Pariser Weltausstellung die Aufmerksamkeit der Techniker auf sich ziehen wird, hat in dienstfähigem Zustande ein Gewicht von 34 Tonnen und zieht, abzüglich ihres eigenen und des 12 Tonnen wiegenden Tenders bei

25—30 Kil.	Schnelligkeit	100 Tonnen	auf	18—20	per mille	Steig.
15—20	"	"	"	120	"	"
10—15	"	"	"	100	"	50
8—10	"	"	"	120	"	50

Auf der normalen Spur wird das Zahngetriebe ausgeschaltet; an der Zahnstange arbeitet bloß das Zahnrad und die gekuppelten Adhäsionstriebäder nur als Laufräder.

Der Ausrückungs-Mechanismus, mittelst dessen die Maschine nach Bedarf auf Adhäsion oder auf Zahnantrieb gestellt werden kann, läßt an Einfachheit Nichts zu wünschen übrig. Noch zweckdienlicher möchte es sein, den Zahnrad-Mechanismus von dem auf Adhäsion eingerichteten Mechanismus gänzlich zu trennen.

Eine einzige derartige Maschine vermag Lastzüge von 120 Tonnen über eine Steigung von 50 per mille zu ziehen, während auf der Wädensweil-Einsiedeln-Bahn bei der gleichen Steigung eine Lokomotive von demselben Gewichte nur circa 60 Tonnen, das ist das Doppelte ihres Eigengewichtes, befördern kann. Die Leistung der Adhäsions- zur Zahnradlokomotive auf

*) Morlock, die Zahnradbahn bei Wasseralfingen.

Steiltrampen verhält sich bei gleicher Steigung und gleichem Adhäsionsgewicht der Maschine wie 1: 2.

Dazu arbeitet die Fahrrad-Lokomotive viel sicherer, präziser und regelmäßiger. Auch Regen, Schnee und Eisbildungen üben auf die Leistungsfähigkeit derselben keinen nachtheiligen Einfluß. Die Korbach-Heiden-Bahn war, obschon jene Gegend eine sehr schneereiche genannt werden kann, seit ihrem dreijährigen Bestehen noch keinen Viertelstag im Betrieb eingestellt. Durch einen Schneepflug, dessen Wirksamkeit durch die Thalfahrt auf den starken Gefällen wesentlich erhöht wird, werden die angehäuften Schneemassen beseitigt. Die Lokomotive hinter dem Schneepflug stanz den Schnee aus den Zahnluken aus und treibt ihn unter der Zahnstange durch. Sind die Zahnluken mit Eis gefüllt, so wird es durch die scharf einschneidenden Getriebszähne der Lokomotive total zermalmt und seitwärts ausgequetscht. Die Bahn ist in Folge dessen sofort dienstfertig, und zwar gerade so dienstfertig wie zur besten Sommerszeit, weil der Zahndruck sofort wieder in volle Wirksamkeit tritt, während auf den gewöhnlichen Adhäsionsbahnen erst die an den Schienen angefrorenen Eiskrusten, welche die Maschine zum Schleudern bringen, beseitigt werden müssen, so daß z. B. auf sehr frequenten schweizerischen Bahnen der Betrieb oft längere Zeit große Noth leidet.

Diese Taktfestigkeit der Zugsbewegung, welche weder durch große Steigungen noch durch die Zufälligkeiten der Witterung alterirt wird, und die von keinem anderen Systeme gebotene Sicherheit und Regelmäßigkeit — gleich groß bei der Auf- wie der Thalfahrt — kann nicht hoch genug angeschlagen werden. Dazu kommt, daß die Erhaltung der Zahnstangenbahn nicht mehr kostet als die der normalen Adhäsionsbahn. Im Gegentheil sind bei der Fahrradbahn Geleise-Verschiebungen oder Vertreibungen wegen des kompakteren Oberbaues und der gleichmäßigeren und

ruhigeren Bewegung des Zuges ausgeschlossen. Ueberdies nützen sich Zahnstange und Schienen, wie die Erfahrung lehrt, in weit geringerem Maße ab wie bei der gewöhnlichen Bahn. Bei der seit drei Jahren im Betriebe stehenden Korschach-Heiden-Bahn ist die Abnutzung fast gar nicht zu erkennen, wogegen das Gleiche von der auf Adhäsion betriebenen Bergbahn Wädensweil-Einsiedeln, trotzdem diese eine um 40 per mille geringere Steigung hat und kaum seit einem Jahre eröffnet ist, nicht behauptet werden kann. Auch die Abnutzung des Zahnrades und der Laufräder fällt wenig in's Gewicht.

Die Kosten des Lokomotiv-Kilometers der Zahnschienenbahn stellen sich verhältnismäßig billiger als jene der Adhäsionsrampen, weil viel weniger todes Gewicht zu schleppen ist und die Zugkraft besser ausgenützt werden kann. Auf der Gioviabahn mit einer Steigung von 28—35 per mille müssen drei je 70 Tonnen schwere Maschinen verwendet werden, um einen größeren Lastzug bergauf zu befördern, der von zwei nur 34 Tonnen schweren Zahnradmaschinen über eine Steigung von 45—50 per mille gezogen würde. Bei der gleichen Leistung verbrauchen die Zahnradlokomotiven der Korschach-Heiden-Bahn auf einer Maximalsteigung von 90 per mille nicht viel mehr Kohlen wie die Adhäsionslokomotiven der Wädensweil-Einsiedeln-Bahn auf einer Maximalsteigung von 50 per mille, nur mit dem Unterschiede, daß auf der Zahnradbahn durchschnittlich um 4 Kilometer per Stunde weniger zurückgelegt werden als auf der minder steilen Adhäsionsbahn.

Die verminderte Fahrgehwwindigkeit wird jedoch durch die erzielte Wegverkürzung vollständig ausgeglichen; eben deshalb lassen sich auch, trotz der geringeren Geschwindigkeit, dieselben Frachtmengen in derselben Zeit befördern, wie auf einer normalen Adhäsionsrampe, gar nicht zu gedenken, daß in Folge der exakten Zug-

Bewegung eine viel größere Zahl von Zügen dicht hintereinander abgelassen werden kann. Außerdem ist es wegen der geringeren Fahrgewindigkeit möglich, den Krümmungshalbmesser auf 240 Meter herabzusetzen, ein Vortheil, der sich bei Gebirgsbahnen durch seinen großen Einfluß auf die Bau- sowohl als die Betriebskosten dokumentirt; bekanntlich fällt die Abnutzung des Materials in kleinen und häufigen Kurven und Gegenkurven selbst bei Stahlschienen vorzüglichster Qualität nicht wenig in's Gewicht, wenn sie auch hie und da überschätzt wird.

Die Zahnradbahn hat den weiteren Vorzug, daß sie die künstlichen und kostspieligen Entwicklungen der normalen Bahn, als Kreiskehren, Schleifen, große Tunnel 2c. ganz oder theilweise entbehrlich macht. Sie gestattet möglichst lange der Thalsohle zu folgen und dann die querüber ziehenden Terrain-erhebungen mittelst außergewöhnlichen Steigungen zu überschreiten. Dadurch wird die Dauer des Baues abgekürzt, die unproduktive Verzinsung des Anlagekapitals während der Bauzeit verringert, die Baukostensumme erheblich reduziert und die Bahn eher ihrer Bestimmung anheimgegeben. Rechnet man dazu noch die größere Dekonomie im Betriebe, so erhält man ein Bild von der volkswirtschaftlichen Nützlichkeit des leider bis jetzt viel zu wenig gewürdigten Systems Riggerbach.

Ingenieur Hellwag hat in einem Memoriale vom 2. April 1876 die Ersparniß, welche bei der Gotthardbahn durch Aus-führung von Steiltrampen mit 50 per mille Steigung statt der normalen Bahn resultirte, auf der Strecke Silenen-Bodio an die 25 Millionen Mark beziffert. Die Ursachen, welche jenen bestimmten, gleichwohl die Zahnradbahn zu bekämpfen, sind nicht in den wirklichen oder vermeintlichen Mängeln des Systems, sondern in den Einflüssen zu suchen, welche von anderer maßgebenden Seite auf ihn eingewirkt haben. Die im vorigen

Sommer tagende Konferenz von Vertretern Deutschlands, Italiens und der Schweiz hat, den Einflüsterungen der offiziellen Schablonentechniker nachgebend, gleichfalls das Zahnradsystem als für die Gotthardbahn ungeeignet erklärt. Vielleicht aber bringen die finanziellen und technischen Schwierigkeiten das Zahnrad auch bei der Gotthardbahn noch zu Ehren.

Die Kosten der nach dem gewöhnlichen System tracirten Höllenthalbahn (Freiburg i./B.: Neustadt) sind auf rund 20 Millionen Mark veranschlagt. Durch Anwendung des Zahnrades mit Steigungen bis auf 50 per mille ließe sich nach den Berechnungen des Oberingenieurs Müller nicht bloß eine sehr erhebliche Wegverkürzung, sondern eine Ersparniß von 12 Millionen Mark erzielen.

Die Arlbergbahn (Bludenz-Landeck) kommt nach dem Berichte des österreichischen Handelsministeriums auf 89 Mill. Mark zu stehen. Würde man den Tunnel vermeiden, so könnte dieser höchst unsichere Voranschlag der offiziellen Techniker nach den Berechnungen des Ingenieurs Zschokke auf 57 Mill. Mark reduziert werden. *) Wir stellen die charakteristischen Merkmale der beiden Projekte nebeneinander.

*) Zschokke, project du chemin de fer de montagne de l'Arlberg.

Zirfergebahn. Strecke Mubens-Sandef.

Öffizielles Projekt.

	Ränge der Bahn Mubens-Sandef 63,6 Kilometer.
" bes Tunnels durch den Zirberg	12,4 "
Gößter Punkt	1276 Meter.
Größte Steigung	29 per mille.
Mittlere Steigung	19 "
Kleinster Strömungshalbmesser	250 Meter.
Bauzeit	8 1/2 Jahre.
Kosten des Tunnels	56,242,116 Mark.
Gesamtkosten für Mubens- Sandef	89,000,000 "

Projekt Eschöcke.

	Ränge der Bahn 67 Kilometer.
" " Bahnrabbahn	15,6 "
Gößter Punkt	1790 Meter.
Steigung der Bahnrabbahn	80 per mille.
Größte Steigung der normalen Bahn	25 "
Kleinster Strömungshalbmesser	250 Meter.
Bauzeit	3 Jahre.
Kosten der Bahnrabbahn	24,566,018 Mark.
Gesamtkosten für Mubens- Sandef	57,000,000 "

Der Voranschlag Zschokke's wäre noch einer weiteren Reduktion fähig, wenn nicht die Bergbahn mit Rücksicht auf Lawinen und atmosphärische Niederschläge mit gemauerten oder eisernen Gallerien geschützt werden müßte.

Die Kosten für Bewältigung eines Verkehrs von jährlich 450,000 Tonnen (9 Mill. Zentner) werden für die Strecke Landeck-Bludenz folgendermaßen angegeben:

	Offizielles Projekt.	Projekt Zschokke.
Betriebskosten	1,408,820 Mark	1,153,125 Mark.
5 ¹ / ₂ prozentige Verzinsung und Amortisation	4,895,000 „	3,135,000 „
Gesamtausgabe	6,303,820 Mark	4,288,125 Mark.

Bei Eruirung der vorstehenden Berechnungen muß ein Irrthum unterlaufen sein. Denn die Betriebskosten sind offenbar in beiden Rubriken zu niedrig angesetzt. Vergleichen mit den Betriebsausgaben der Giovibahn und der Brennerbahn ergeben, daß die offiziellen Techniker bei Aufstellung der Betriebsrechnung durch gefärbte Gläser gesehen haben. Ebenso erscheint die Basis, auf welcher Zschokke seine Verkehrsrechnung aufgebaut hat, nicht wohl haltbar.

Die k. k. General-Inspektion der österreichischen Eisenbahnen hat der Arlbergbahn einen Güterverkehr von 450,000 Tonnen verheißen — ein großes Wort gelassen ausgesprochen! Die Experten der Gotthardbahn haben dieser ursprünglich nur 270,000, später 500,000 Tonnen versprochen. Die Brennerbahn hat, ihren Einnahmen nach zu schließen, nach zehnjährigem Betriebe über ihre ganze Länge circa 350,000 Tonnen befördert. Und doch zieht diese Bahn durch theilweise sehr bevölkerte, wohlhabende und gewerthätige Gegenden; ihr Lokalverkehr repräsentirt ungefähr 33 Prozent ihres Gesamtverkehrs, während die Arlbergbahn zu meist auf den Transitverkehr angewiesen ist; denn die Gegend

von Landeck bis Bludenz ist blutarm und wenig entwickelungsfähig; erst in der Gegend von Imst abwärts gegen Innsbruck wird es etwas besser; aber das allein kann den mageren Verkehr nicht fett machen.

Die Bözbergbahn in der Schweiz (Zürich- respektive Brugg-Basel) hat im Jahre 1876 aus dem Güterverkehr eine Einnahme von zirka 20,000 Mark per Betriebskilometer und von 6,56 Mkpf. per Tonnenkilometer erzielt. Daraus ergibt sich, daß über die ganze Länge der Bözbergbahn $(0,0656 : 20,000) = 305,000$ Tonnen befördert worden sind. Wenn die Brennerbahn 8 Mkpf. per Tonnenkilometer ertrüge, so würden über deren ganze Länge, da sie aus dem Güterverkehr ungefähr die gleiche Einnahme (20,000 Mark per Betriebskilometer) zieht wie die Bözbergbahn, nicht mehr als $(0,08 : 20,000) = 250,000$ Tonnen transportirt worden sein. Wir wollen der Arlbergbahn in Anbetracht des ihr vielleicht zuströmenden Verkehrs aus Ungarn nach der Schweiz 350,000 Tonnen zuerkennen; alsdann erhalten wir für die Linie Innsbruck-Bludenz mit einer Tariflänge von 140 Kilometer an

Einnahmen:

Güterverkehr:	Mark	Mark
350,000 Tonnen \times 140 Kilometer		
\times 8 Mkpf.	3,920,000	
Uebriger Verkehr:		
Laut Bericht des k. k. Handelsministeriums	985,244	
Summa der Einnahmen		4,905,244
Uebertrag der Einnahmen		4,905,244

	Mark	Mark
Uebertrag der Einnahmen		4,905,244

Ausgaben:

Betriebskosten:

140 Kilometer \times 17,000 Mark 2,380,000

Verzinsung u. Amortisation eines Anlagekapitals von
22,000,000 Mk. f. Zinsbrück-Landeck
57,000,000 „ „ Landeck-Bludenz
(Projekt Bschoffe)

79,000,000 Mk. zu 5 1/2 % 4,345,000

Summa der Ausgaben 6,725,000

Somit ergibt sich als jährliches

Betriebsdefizit: 1,819,756

In Wirklichkeit wird sich das Ergebnis noch schlechter stellen. Für's Erste wird die Durchschnittstare von 8 Mkpf. pro Tonnenkilometer wohl nicht erreicht werden. Es ertrugen.

Bahnen	Betriebsjahr	Markpfennige per Tonnenkilometer.
Badische Staatsbahnen	1874	5,5
Württembergische Bahnen	„	6,6
Bayerische	„	5,7
Schweizerische Nordostbahn	1875	8,0
„ Centralbahn	„	8,4
Vereinigte Schweizerbahnen	„	9,6

Die Arlbergbahn wird hauptsächlich aus dem Massenverkehr mit Getreide und dgl. sich alimentiren; jenem aber können schon mit Rücksicht auf die Konkurrenz hohe Taxen nicht konveniren. Bei der Brennerbahn ertragen nicht 10 Prozent der Transitgüter eine Durchschnittstare von 9 Mkpf. per Tonnen-

Kilometer. Die Tarife der alten Schweizerbahnen erklären sich dadurch, daß die großen Transporte (Getreide, Baumwolle, Roheisen etc.) meist für den einheimischen Konsum bestimmt sind, der höhere Taren verträgt als der Durchgangsverkehr. Jeder Massenverkehr aus Ungarn nach der Schweiz und weiter ist zudem ein einseitiger Verkehr, weil die meisten Wagen leer retour laufen. Erwähnenswerth ist noch, daß die Experten der Gotthardbahn die Durchschnittstare der letzteren auf 6,5—7 Mkpf. per Tonnenkilometer angenommen haben.

Für's Zweite ist der Ansat der General-Inspektion für die Einnahmen aus dem übrigen Verkehr entschieden zu hoch, was sowohl aus dem unbedeutenden Lokalverkehr zu schließen, als auch aus der vergleichenden Statistik leicht nachzuweisen ist.

Für's Dritte werden 17,000 Mk. per Kilometer schwerlich zur Deckung der Betriebskosten hinreichen. Bei der Bözbergbahn (Brugg-Basel), welche bei einer Länge von 57 Kilometer nur 12 per mille Maximalsteigung, einen 2526 Meter langen Tunnel mit 8 per mille Steigung, einen kleinsten Krümmungshalbmesser von 345 Meter und eine kilometrische Gesamteinnahme wie die Brennerbahn (30,000 Mk.) hat, erreichen die Betriebskosten die Höhe von 20,000 Mk. per Jahr und Kilometer. Aus dieser Ziffer kann auf die Betriebskosten der Brenner- und auch jener der Arlbergbahn gefolgert werden. Allerdings mag der Einwand erhoben werden, daß die Durchschnittsziffer der Betriebskosten sich mit der größeren Länge der Linie vermindert. Allein die Erfahrung lehrt, daß diese Annahme in der Regel nicht zutrifft. So hat bei den bayerischen Staatsbahnen im Jahre 1875 der Nutzkilometer eine Ausgabe von rund 2,50 Mk. verursacht, also um etwa 10 Prozent mehr als bei den württembergischen und badischen Bahnen, obschon die bayerischen Bahnen im Allgemeinen nicht unter ungünstigeren Bedingungen stehen, als deren westliche Nachbarbahnen.

Wie sehr der Betrieb bei Bahnen, die unter abnormalen Verhältnissen stehen, im Verhältniß zu den normalen Bahnen sich vertheuert, das mögen folgende Zahlen veranschaulichen:

	Größte Steigung. Ausgaben per Zugskil.	
Böszberg-Bahn	12	2,50 Mk.
Korschach-Heiden-Bahn	90	4,30 "

Allerdings würde sich bei der Korschach-Heiden-Bahn die Ausgabe per Betriebskilometer geringer stellen, wenn sie statt 90 eine Steigung von 80 hätte und die Verlegung der allgemeinen Kosten zc. auf eine größere Anzahl Kilometer stattfände. Hinwiederum ist wohl zu erwägen, daß, wenn die Korschach-Heiden-Bahn einen Verkehr wie die Böszbergbahn bewältigen müßte, die Kosten des Lokomotiv-Kilometers sich sicher verdoppeln würden.

Zur Beförderung von 350,000 Tonnen sind auf einer Bahn, welche auf eine bedeutende Länge Steigungen bis zu 25 per mille hat, täglich 10 Züge nöthig. Auf der Strecke Innsbruck-Landeck dürfen wir die Betriebskosten zu 2,50 Mark per Zugskilometer ansetzen. Von Landeck bis Bludenz beträgt nach dem Projekt Jshofke die Maximalsteigung auf einer Strecke von 52 Kilometer 25 per mille, was den Betrieb mit Rücksicht auf die klimatischen Verhältnisse u. dgl. um das Doppelte vertheuert. Die Betriebsausgabe für einen Zug von 100—120 Tonnen auf Steigungen bis zu 80 per mille beziffert Jshofke in seinem „Projet du chemin de fer de montagne d'Arlberg“ zu 8 Mark per Zugskilometer. Demnach erhalten wir bei täglich 10 Zügen à 100 Tonnen Nutzlast — bei der günstiger situirten Böszbergbahn ist die mittlere Belastung der Güterzüge, abzüglich der todtten Last, eine viel geringere — folgende tägliche Ausgabe:

Strecke	Ausgabe per Tag
Innsbruck-Landeck 72 Kil. × 10 Züge × 2,50 Mk. =	1800 Mk.
Landeck-Bludenz 52 " × 10 " × 5,— " =	2600 "

Uebertrag 4400 Mk.

	Uebertrag 4400 Mk.
Zahnradbahn	15 Kil. \times 10 Züge \times 8,— Mk. = 1200 "
Betriebskosten per Tag	5600 Mk.
" " Jahr: 365×5600 Mk. =	2,044,000 Mk.

Außerdem verkehren noch täglich mindestens 2 Personenzüge nach jeder Richtung. Rechnen wir die Kosten eines solchen Zuges auf 2,50 Mk. per Kilometer, so ergibt sich:

$$2 \times 2 \text{ Züge} \times 365 \text{ Tage} \times 139 \text{ Kil.} \times 2,50 \text{ Mk.} = 507,350 \text{ "}$$

Somit betragen die Betriebsausgaben per Jahr auf der ganzen Strecke: 2,551,350 Mk.
 " " und per Kilometer 18,355 "

Nach der vom k. k. Handelsministerium publicirten Verkehrsrechnung sollen jährlich auf der Arlbergbahn 450,000 Tonnen über deren ganze Länge verkehren. Bei einer Tariflänge von 140 Kilometer würden alsdann 63,000,000 Tonnenkilometer zurückgelegt werden, genau so viel, als die seit 20 Jahren im Betriebe stehende schweizerische Centralbahn (Basel-Aarau-Olten-Luzern-Bern) im Jahre 1876 auf einer durchschnittlichen Betriebslänge von 278 Kilometer ausgeführt hat. Die Centralbahn hat demnach im Jahre 1876 an 250,000 Tonnen über die ganze Länge ihres Netzes befördert. Ihre Ausgaben betragen über 20,000 Mark per Betriebskilometer, und dies Resultat wurde erreicht in einem Jahre, in welchem die Centralbahn in der Ausnützung ihres Personals und Materials ziemlich bis an die äußerste Grenze des Zulässigen gegangen ist.

Allerdings hat die Centralbahn aus dem Personen-, Gepäck- und Viehverkehr einen Ertrag abgeworfen, welcher gleich groß ist wie jener aus dem Güterverkehr und sich zu der vom k. k. Handelsministerium für die Arlbergerbahn budgetirten Einnahme

aus dem übrigen Verkehr — auf den Betriebskilometer berechnet — wie 8:3 verhält. Die kilometrische Ausgabe für den Personen-, Gepäc- und Viehtransport war demgemäß bei der Centralbahn entsprechend höher, als z. B. bei der Brennerbahn. Dagegen ist wohl zu beachten, daß der Betrieb der Arlbergbahn viel schwieriger und kostspieliger sein wird als jener der durch dichtbevölkerte und hochzivilisirte Landschaften ziehenden Centralbahn, deren höchster Punkt ungefähr 550 Meter über Meer liegt und bei welcher die Einflüsse des Klima's und der Temperatur nicht entfernt die Bedeutung haben wie bei den Gebirgsbahnen über den Brenner und Arlberg.

Endlich haben wir in die Rubrik „Anlagekapital“ den um 32 Millionen Mark niedrigeren Voranschlag Zischoffe's eingestellt. Würde dagegen das Projekt des k. k. Handelsministeriums zur Ausführung gelangen, so käme, immer vorausgesetzt, daß der Kostenvoranschlag inne gehalten werden kann, folgendes Resultat zum Vorschein:

	Einnahmen.	Mark	Mark
Güterverkehr:			
350,000 Tonnen \times 136 Kil. \times 8 Wtsp. =		3,808,000	
Uebriger Verkehr		985,244	
Summa der Einnahmen			4,793,244
Ausgaben.			
Betriebskosten:			
136 Kilometer \times 17,000 Mark		2,312,000	
Verzinsung u. Amortisation eines Anlagekapitals von 89 + 22 =			
111 Millionen Mark zu $5\frac{1}{2}$ %		6,105,000	
Summa der Ausgaben			8,417,000
Somit ergibt sich beim Projekte des k. k. Handels-			
ministeriums als jährliches Betriebsdefizit: 3,623,756			

Wer angesichts eines solchen Ergebnisses gleichwohl in der imaginären Größe des politischen und strategischen Werthes der Arlbergbahn das Zeichen erblickt, in dem die Zukunft des Kaiserstaates liege, wahrlich, der muthet Oesterreich zu, das Faß der Danaiden zu werden, in welches das steuerzahlende Volk unaufhörlich seinen Schweiß hineingieße, damit ihn die unerfättlichen Sickerungen der Arlbergbahn auffaugen könnten. —

Aus Allem resultirt, daß auch beim Bau und Betriebe der Arlbergbahn mit dem Zahnrad namhafte Ersparnisse erzielt würden. Gleichwohl ist nicht zu verkennen, daß die von Fichofke angenommene Steigung von 80 per mille bei einer Linie, wie es die Arlbergbahn werden soll, weder der Oekonomie noch den Verkehrsbedürfnissen entsprechen kann, des Umstandes nicht zu erwähnen, daß durch jenes Projekt die Trace um 4 Kilometer verlängert wird.

Wenn bei einer Steigung von 70 oder 80 per mille noch mit Nutzen gearbeitet werden soll, so muß die eigene Last der Lokomotive von 34 auf 20—25 Tonnen reduziert werden. Die Sicherheit ist zwar auch dann noch ebenso groß wie bei minderen Steigungen, allein die Leistungsfähigkeit ist eine viel geringere. Eine Steigung, welche bei Bahnen mit bescheidenem Verkehr nicht übertrieben erscheint, dürfte für Bahnen von internationaler Bedeutung nur dann empfohlen werden, wenn die Ausbildung des Zahnradsystems vorerst noch wesentliche Fortschritte gemacht haben wird.

Eines paßt sich nicht für Alle. Würde der Arlbergbahn der Charakter einer Bahn minderer Ordnung vindizirt, dann allerdings möchte eine Steigung von 80 per mille nicht übermäßig erscheinen; und gewiß ließe sich unter dieser Voraussetzung eine Form des Baues und Betriebes finden, welche den Steuerfädel des Volkes wenig oder auch gar nicht belasten würde.

Von einer Rentabilität der Arlbergbahn kann also, wenn sie nicht auf das Bescheidenste ausgerüstet und von dem Bahne einer „Weltlinie“ befreit wird, nie eine Rede sein, und es mag selbst dem simpelpsten Mitgliede der misera contribuens plebs Austriae die Befürchtung gestattet sein, daß die Millionen, welche sie ad majorem Dividendam der stamischen Eisenbahnbrüder zu bezahlen hat, zu nicht viel Anderem als beim Gotthard dienen werden, nämlich dazu, einige haultustige Ingenieure ebenso reich zu machen als sie vorher berühmt waren.

