Zeitschrift: Schweizerische Polytechnische Zeitschrift

Band: 5 (1860)

Heft: 1

Rubrik: Bau- und Ingenieurwesen

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 11.08.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Der Taucherapparat ist mit Sorgfalt aufzubewahren; Helm, Kragen und Pumpe sind zu reinigen; der wasserdichte Anzug aber ist zu trocknen, ohne ihn direct der Sonne auszusetzen; alles wird trocken aufbewahrt. Zum Flicken kleiner Risse gibt der Fabrikant die Materialien gleich mit. Durch dreifaches Ueberstreichen des Risses und Flicklappens mit Gummilösung und Zusammenpressen derselben soll dieselbe Wasserdichtigkeit wie vorher erzielt werden.

Bau- und Ingenieurwesen.

Eisenbahnen über die Alpen.

Nach E. Flachat.

Von dem bekannten französischen Ingenieur Eugène Flachat ist kürzlich eine Broschure erschienen unter dem Titel: De la traversée des Alpes par un chemin de fer, welche manches Neue enthält und die Beachtung der für diesen Gegenstand sich interessirenden Techniker in hohem Grade verdient. Wir theilen in Nachstehendem das Wesentlichste daraus mit.

Der Verfasser durchgeht zuerst die Alpenübergänge vom mittelländischen Meere bis an die Ostgrenze der Schweiz. Die beiden ersten, die Strasse von Toulon nach Genua längs der Seeküste (wenn man diese einen Alpenübergang nennen darf) und der Uebergang über den Mont-Cenis haben für die Verbindung Frankreichs mit Italien eine solche politische Wichtigkeit, dass über die Nothwendigkeit ihrer Herstellung kein Zweifel mehr obwaltet. Die Eisenbahn längs der erstern Strasse ist in der Ausführung begriffen; in Bezug auf die letztere hat man sich nach gründlichen Studien für ein System entschieden, *) welches nach des Verfassers Ansicht darum falsch ist, weil es Jahrzehnde zur Ausführung brauchen wird und weil bis zu dessen Vollendung die Technik Fortschritte machen wird, welche dieses eben so theuere als langwierige System völlig überflüssig machen werden.

Anders verhält es sich mit den Alpenübergängen, welche aus der Schweiz nach Italien führen. Hier tritt, so lange wenigstens die schweizerische Neutralität von kriegführenden Mächten respektirt wird, die politische Bedeutung völlig in den Hintergrund gegenüber den commerziellen, als Handelsstrassen, welche die italienischen Seehäfen mit den Handelsstädten der Schweiz, Frankreichs und Deutschlands verbinden. Das Zurücktreten der politischen Rücksichten lässt hier auch weniger erwarten, dass die Regierungen für die Herstellung von Eisenbahnen über diese Pässe solche Opfer bringen werden, wie sie für den Mont-Cenis-Uebergang in Aussicht gestellt sind. Es fragt sich daher, ob die Ausführung dieser Bahnen ohne solche Opfer möglich ist nur vermöge ihres commerziellen Werthes, d. h. des Verhältnisses zwischen den Anlagekosten und dem zu erwartenden Verkehr. Offenbar kann nur die Concentration der Interessen aller hierbei betheiligten Länder auf einem einzigen dieser Alpenpässe die Möglichkeit darbieten, die bedeutenden finanziellen Hülfsmittel herbeizuschaffen, welche jedenfalls die Ausführung eines solchen Projektes erfordern wird.

Von den Alpenpässen, auf welche sich die Aufmerksamkeit der Techniker bis jetzt gerichtet hat, nämlich: grosser St. Bernhard, Simplon, Grimsel mit Albrun, St. Gotthard, Lukmanier, Bernhardin und Splügen, würden die vier ersten den Interessen Frankreichs am besten dienen; die Interessen Deutschlands würden sich eher für die östlich gelegenen Pässe, vom St. Gotthard bis zum Splügen, aussprechen; die centrale Lage des St. Gotthards entspricht auch dem Verkehr der Schweiz mit Italien am besten, und es vereinigt somit der Alpenübergang über den St. Gotthard am vollkommensten die Interessen der genannten drei Länder.

Technische Verhältnisse.

Die zu übersteigende Höhe beträgt bei den verschiedenen Alpenübergängen 2000 bis 2100 Meter über dem Meere und 1300 bis 1600 Meter über dem benachbarten Hochlande. Sie sind bis zur Höhe von 1000 Meter über dem Meere mittelst Steigungen von 25 bis 30 pro mille leicht zugänglich; von dieser Höhe an werden entweder Schlangenlinien (lacets), wie bei den jetzigen Strassen etc. kreisförmige Windungen nothwendig, und die Länge der Bahnlinien hängt nur von der Stärke der Steigungen ab; sie wird um so kleiner, je stärker die Steigungen angenommen werden. Wird der obere Theil des Passes mittelst eines Tunnels abgeschnitten, so wird natürlich die Bahn entsprechend abgekürzt. Es ist aber bei allen oben erwähnten Pässen möglich, eine Eisenbahn ohne Tunnel hinüberzuführen. Die Hindernisse, welche einer solchen Anlage entgegentreten, sind: die Schuttkegel (cônes d'éboulements); die Lawinen; der während sechs Monaten des Jahres liegen bleibende, den grössten Theil des Jahres hindurch häufig fallende Schnee; die Kälte, welche oben nicht selten bis zu 26° C. beträgt; endlich die Steigungen

*) Man vergleiche Jahrgang 1857, p. 147. Mittheilungen über die Durchbohrung des Mont-Cenis von F. Reuleaux.

und Curven, welche bei einer solchen Bahn nöthig werden.

Diese Hindernisse treten schon von der Höhe von 1000 Fuss über dem Meere an dem Bau und noch mehr dem Betrieb der Eisenbahnen entgegen. Um ihnen auszuweichen, hat man beim Mont-Cenis das System eines Tunnels von bisher ungewohnter Länge gewählt, welcher zu beiden Seiten in Höhen von 12—1300 Meter in den Berg eintritt, und das gleiche System wird auch bei den andern Pässen vorgeschlagen; der Unterschied besteht einzig in der Länge des Tunnels, welche beim Mont-Cenis 12,700 Meter beträgt, bei den andern Alpenübergängen zwischen 10,000 und 17,000 Meter varirt, also bei weitem Alles übersteigt, was bisher von ähnlichen Arbeiten ausgeführt worden ist.

Es soll damit nicht gesagt werden, dass die Ausführung solcher Tunnels eine Unmöglichkeit sei; im Gegentheil lässt sich annehmen, dass die Beharrlichkeit und der Erfindungssinn des menschlichen Geistes über diese Schwierigkeiten triumphiren werden, wenn die nöthigen finanziellen Hülfsmittel dazu geboten werden. In Bezug auf die Zeit aber, welche die Ausführung erfordern wird, darf man sich nicht den sanguinischen Hoffnungen hingeben, wie sie in Bezug auf den Mont-Cenis gehegt worden sind, dass nämlich ein Tunnel von 12½ Kilometer Länge in 6 Jahren fertig sein werde, statt in mindestens 36 Jahren, wie es bei der Anwendung der bisher üblichen Methoden des Tunnelbaues der Fall wäre. Es ist vor Allem erlaubt zu zweifeln,*) ob die im Bericht über diesen Tunnel angenommene Quantität comprimirter Luft genügen wird. Der Querschnitt des Tunnels muss nämlich mit Rücksicht auf den Betrieb bei 12½ Kilometer Länge nothwendig bedeutend grösser angenommen werden, als bei einem Tunnel von gewöhnlicher Länge. Ferner ist die angenommene Quantität Pulver zum Lossprengen eines Cubikmeters Gestein merklich kleiner, als man sie gewöhnlich berechnet. Endlich wird, bei der sehr geringen Geschwindigkeit, welche die Luftsäule im Tunnel erhalten wird, da wo er seinen vollen Querschnitt hat, die Mengung der eintretenden frischen Luft mit den unathembaren Gasen sehr langsam vor sich gehen; alles Gründe, welche die Nothwendigkeit einer bedeutend grössern Quantität frischer Luft zuzuführen wahrscheinlich machen.

Man hat bei der Berechnung der Zeit, welche die Ausführung des Tunnels durch den Mont-Cenis erfordern wird, den weiteren Fehler begangen, dass man von den dabei vorkommenden bergmännischen Arbeiten nur das Bohren der Sprenglöcher in Betracht gezogen, und aus der Beobachtung, dass ein Loch durch die neuerfundene Maschine zwölfmal schneller gebohrt wurde, als von Hand, den Schluss gezogen hat, die sämmtlichen vorkommenden Arbeiten werden in gleichem Masse beschleunigt werden. Man bedenke aber, dass zuerst ein Wagen mit 17 Bohrmaschinen in Richtstollen vorgeschoben und durch zwei Mann diese 17 Maschinen richtig eingestellt werden müssen. Bricht einer von den 17 Bohrern während der Arbeit, so werden entweder alle übrigen aufgehalten, oder das fehlende Loch muss später nachgebohrt werden; das Verhältniss der Geschwindigkeit von 12 zu 1 wird daher beim gleichzeitigen Bohren von 17 Löchern kaum anzunehmen sein. Noch ungünstiger stellt sich die Sache, wenn die Sprenglöcher gebohrt sind. Dann müssen die zwei Mann die vielen Löcher ausputzen, laden, den Wagen mit den Maschinen sowie die luftzuführende Röhre auf eine ziemliche Entfernung zurückschieben; es folgt das Anzünden der Sprengladungen, das Abwarten, bis die Schüsse losgegangen sind und die Zuführung frischer Luft das Athmen wieder möglich gemacht hat; es müssen die durch die vielen Schüsse losgesprengten Steine entfernt, die unvollständig abgelösten oder ganz stehen gebliebenen Stücke, welche der fernern Arbeit der Maschinen hinderlich wären, von Hand entfernt werden. Es wird sich wohl kaum behaupten lassen, dass alle diese Arbeiten für 12 mit der Maschine gebohrte Löcher ebenso schnell werden ausgeführt werden können, als sonst für ein Loch, indem die Enge des Raumes nicht erlaubt, die Zahl der Arbeiter entsprechend zu vermehren, und verschiedene Arbeiten, wie das Heranrücken, in Gangsetzen und Entfernen der Bohrapparate ganz neu hinzutreten. Ehe man daher mit einiger Wahrscheinlichkeit den Zeitgewinn bestimmen kann, welcher durch die neuen Apparate erzielt wird, müssen noch längere Versuche und Erfahrungen gemacht werden. Bis diese ausgeführt sind, muss man, um sicher zu gehen, die zum Bau des Tunnels erforderliche Zeit nach den Resultaten berechnen, welche man bei den bisherigen bewährten Baumethoden erhalten hat.

Nach Vollendung des Tunnels wird auch der Betrieb auf allerlei Hindernisse stossen, die zwar ohne Zweife sich werden beseitigen lassen, aber vielleicht auch wieder geraume Zeit kosten werden, ehe der regelmässige Betrieb wird beginnen können.

Bei so colossalen Arbeiten, deren Ende die Generation, welche sie beginnt, nur theilweise erleben wird und die vielleicht die Grenze dessen überschreiten, was eine Generation der nachfolgenden schuldig ist, darf man sich wohl fragen, ob denn die Hindernisse, denen man dadurch auszuweichen sucht, gehörig untersucht worden, ob sie wirklich so unübersteiglich sind. Diese Frage ist um so mehr gerechtfertigt, da, wie oben bemerkt wurde, diese Hindernisse schon bei der Höhe von 1000 Meter über dem Meere hervortreten, also von da bis zum Eintritt der Bahn in den grossen Tunnel, welcher bei sämmtlichen Gebirgspässen bedeutend höher als 1000 Meter liegen würde, gleichwohl zu überwinden sein werden.

Erfahrungen über Eisenbahnbetrieb in eigentlichen Gebirgsgegenden bietet bis jetzt nur die Semmeringbahn dar, deren höchster Punkt nur 698 Meter über dem Meere liegt,*) und deren klimatische Verhältnisse, da keine sehr

*) Note D, pag. 67 der vorliegenden Brochure.

*) Nach der Brochure: »Die Locomotive der Staats-Eisenbahn über den Semmering, von W. Engerth,“ deren Angaben wohl als authentisch zu betrachten sind, liegt der höchste Punkt der Semmeringbahn 464 Wiener Klafter oder 880 Meter über dem Meere. Unsers Wissens ist die höchste im Betrieb befindliche Eisenbahn diejenige durch den

hohen Berge in der Nähe liegen, viel milder sind als bei den schweizerischen Alpenpässen. Da also Erfahrungen, unter analogen Verhältnissen gemacht, nicht vorliegen, so handelt es sich hier darum, die Schwierigkeiten zu untersuchen, welche der Ausführung einer Bahn unter folgenden Verhältnissen entgegentreten werden:

Bau einer Eisenbahn durch die Region der Schuttkegel und der Lawinen, des während des ganzen Winters liegen bleibenden und in dieser Jahreszeit oft Wochen lang fortwährend fallenden Schnees;

Schutz einer solchen Bahn gegen die Gebirgswasser und Ueberschwemmungen;

Uebersteigung des Gebirgspasses ohne Tunnel oder höchstens mittelst eines Tunnels von 2-3000 Meter Länge;

Betrieb der Bahn in einer Gegend, wo die Temperatur nicht selten bis zu 25 und 30° C. unter Null fällt;

Anwendung langer Steigungen von 30 bis 50 pro mille, mit Curven von 20 bis 25 Meter Radius.

Es ist nicht zu vergessen, dass diese Untersuchungen auch auf das System der Alpenübergänge mittelst grosser Tunnels sich beziehen, und zwar bei diesen auf die Strecke von 1000 Meter über'm Meer bis zum Eintritt der Bahn in den grossen Tunnel.

Schuttkegel. Es sind dies kegelförmige, an die natürlichen Berghalden angelehnte Trümmeranhäufungen mit sehr steiler Böschung, welche sich bei der Ausmündung eines kleinen Seitenthales in ein Hauptthal vorfinden, gebildet aus Felstrümmern, die in den höhern Regionen durch atmosphärische Einflüsse sich losgetrennt haben und dann in der Regel durch Schneelawinen bis in's Hauptthal fortgerissen werden. Diese Schuttkegel haben oft eine Basis von 3—400 Meter Breite und eine gleiche Höhe. Sie treten in besonderer Mächtigkeit in den schieferartigen Formationen hervor und haben dort auch einen für die Anlage einer Strasse oder Eisenbahn bösartigen Charakter, indem die glatten Flächen, welche die Bruchstücke dieser Gesteine darbieten, oft plötzliche und ausgedehnte Abrutschungen in den aus solchen Gesteinen gebildeten Trümmerhalden veranlassen. Es scheint fast unmöglich, beim Bau einer Eisenbahn einen solchen Schuttkegel anzuschneiden, ohne dass die oberhalb des Anschnittes gelegene Böschung nachrutscht; ebenso gefährlich erscheint es, einen Bahnzug einem Boden anzuvertrauen, welcher bei der geringsten Erschütterung in Bewegung gerathen kann.

Was die Gefährlichkeit dieser Schuttkegel vermindert, ist ihr hohes Alter. Diejenigen, welche noch in der Region des Pflanzenwuchses liegen, sind meist mit Bäumen, Sträuchern und Gräsern oft sehr reichlich bewachsen; es hat sich durch das successive Entstehen und Zersetzen dieses Pflanzenwuchses gute Erde gebildet, welche sowohl durch sich selbst als durch die Wurzeln der Gräser und Sträucher die Stabilität dieser Trümmerhalden sehr erhöht; daher auch die ungewöhnlich steile Böschung derselben sich erklärt.

Viele von diesen Schuttkegeln können daher als ganz stabile Auffüllungen betrachtet werden, bei welchen keine Bewegung zu befürchten ist und welche die Last eines Bahnzuges und nöthigenfalls auch weitere Auffüllungen mit Sicherheit tragen können. Andere, namentlich die aus schieferartigen Gesteinen bestehenden, müssen als eigentliche Kunstbauten behandelt werden. Ihre Basis und ihre Seiten müssen mittelst Probegruben untersucht werden und sie müssen, wenn sie steiler ansteigen, als die natürliche Böschung, welche ihrer Zusammensetzung entspricht, auf diese natürliche Böschung zurückgeführt werden.

Soll aber durch einen Schuttkegel, gleichviel von welcher Art, eine Eisenbahn mittelst eines Einschnittes geführt werden, was soviel möglich zu vermeiden ist, so muss stets die Gefahr als vorhanden angenommen werden, dass die oberhalb des Einschnitts gelegene Böschung nachrutschen könnte. Man wird dann entweder diesen obern Theil auf seine natürliche Böschung zurückführen, oder ihn durch Stützmauern halten. Jedenfalls wird es gelingen, in der Regel ohne sehr ausgedehnte Arbeiten, die Bahn gehörig zu sichern, und die Schuttkegel können also nicht als unübersteigliches Hinderniss für den Bau einer Eisenbahn betrachtet werden.

Lawinen, Schnee. Die Lawinen sind das bedeutendste Hinderniss und verdienen eine sehr sorgfältige Beachtung, da sie die Sicherheit und Regelmässigkeit des Betriebs bei einer Eisenbahn über die Alpen in hohem Grade zu gefährden drohen. Ihre Zeit ist vorzugsweise die des beginnenden Schneeschmelzens im Frühling; der Augenblick ihres Herunterkommens ist natürlich unvorhergesehen, daher auch die Gefahr. Die stärksten und daher gefährlichsten Lawinen sind diejenigen, welche sich wie Ströme aus einem Seitenthale in's Hauptthal ergiessen, die Schneemassen von den verschiedenen Abhängen des Seitenthales in sich vereinigend. Ihr Weg ist bekannt; ihre Wirkungen stehen im Verhältniss zu der sogenannten lebendigen Kraft der in Bewegung gerathenen Schneemassen theilweise auch zu der Zahl und Grösse der Felstrümmer und Eisblöcke, welche sie mit sich fortreissen. Weniger mächtig und daher auch weniger gefährlich sind diejenigen Lawinen, welche nicht aus einem Seitenthale, sondern über eine Berghalde herunter kommen, indem die Flächen, deren Schneemassen sie in sich vereinigen, weniger ausgedehnt sind.

Die Lawine bildet sich selbst gleichsam eine ebene Bahn; da wo sie eine Vertiefung, einen durch eine Strasse gebildeten einspringenden Winkel antrifft, füllt sie dieselben mit Schnee aus und die nachfolgende Masse gleitet über diese Auffüllung weg. Es ist daher bekannt, dass oft ganz leichte Schutzmittel, blosse hölzerne Dächer, in geeigneter Neigung angebracht, genügen, um die Strassen gegen das Verschütten durch Lawinen zu schützen.

Nicht weniger hinderlich als die Lawinen ist der massenhafte Schnee, welcher im Winter oft Wochen lang fallend,

---

industriellen Jura von Neuenburg nach Locle. Die Strecke Locle-La-Chauxdefonds liegt mit ihrem höchsten Punkte 1017 Meter über dem Meere und wird seit Juli 1857 regelmässig betrieben; der höchste Punkt der ganzen Bahn, 1047 Meter über dem Meere, liegt in dem noch nicht vollendeten 3260 Meter langen Tunnel des Loges.

Anm. des Uebersetzers.

die Alpenstrassen bedeckt. An die Stelle der Räderfuhrwerke treten daher im Winter die Schlitten, und die Bewohner der umliegenden Ortschaften stellen, sowie neuer Schnee gefallen ist, die Schlittbahn wieder her. Diese Arbeit kostet auf dem St. Gotthard jeden Winter 40,000 bis 60,000 Franken; sie wird bei einer Eisenbahn ungleich mehr kosten, indem dann nothwendig das Geleise blossgelegt werden muss, während bei den Strassen die Schlittbahn oft 1 bis 2 Meter über dem Niveau der Strasse liegt, dieselbe auch manchmal gänzlich verlässt, um sich einen geeigneteren Weg zu suchen.

Der Schnee fällt auch oft in ganz feinem, staubähnlichem Zustande, und vermag dann selbst in gedeckte und geschlossene Räume durch die kleinsten Ritzen einzudringen; in diesem Zustande glättet er, wie eine Schmiere, die Oberfläche der Schienen und der Räder, vermindert dadurch die Adhäsion der Triebräder und kann das Vorrücken eines Zuges auf starken Steigungen unmöglich machen.

Als Schutzmittel gegen die Lawinen werden bei den jetzigen Strassen Gallerien angewandt, theils aus den Felsen gesprengt, theils aus Mauerwerk, oft auch nur aus Holz construirt; sie werden an den Orten angebracht, welche als gewöhnlicher Weg der Lawinen bekannt sind. Bei einer Eisenbahn müssten solche Gallerien viel solider und in weit grösserer Ausdehnung angelegt werden, würden daher bedeutend mehr kosten, als bei den jetzigen Strassen. Nach einer ungefähren Schätzung müsste auf dem St. Gotthard der dritte oder vierte Theil der ganzen Länge zwischen Göschenen und Airolo durch solche Gallerien geschützt werden. Die Herstellungskosten werden dadurch vermindert, dass das Construktionsmaterial immer dicht bei der Baustelle sich vorfindet; der laufende Meter Gallerie ist auf etwa 200 Franken zu veranschlagen und man müsste daher für diese Arbeiten, wenn der dritte Theil der ganzen Länge gedeckt wird, 70,000 Franken per Kilometer rechnen.

Mehr Schwierigkeiten wird das Wegräumen des Schnees im Allgemeinen verursachen. Es muss da die ganze Länge der Bahn gedeckt werden, ähnlich wie die Zufluchtshäuser in jenen Gegenden, nämlich mit grossen Steinplatten, welche mittelst eines Gebälkes auf steinernen Pfeilern ruhen; es würde diess ungefähr 60,000 Franken per Kilometer kosten, und man hätte dann nur den Schnee wegzuräumen, welcher durch den Wind auf die Bahn geweht wird.

Ehe man jedoch zu diesem sehr theuern Mittel greifen würde, sollte versucht werden, ob man nicht mittelst sogenannter Schneepflüge, natürlich durch Locomotiven getrieben, den Schnee bemeistern könnte; die Oberfläche derselben müsste mittelst Röhren, durch welche beständig Dampf circulirt, warm gehalten werden, so dass der Schnee sich nicht ansetzen könnte. Da, wo der Schneepflug nicht hinreichte, um die Bahn auf die gehörige Breite von Schnee zu säubern, müsste mit Handarbeit nachgeholfen werden. Nimmt man an, dass an 120 Wintertagen Schnee fällt und der Schneepflug achtmal täglich die Bahn durchläuft, so würde jeder Kilometer jährlich 960 Mal vom Schneepflug befahren, was eine Ausgabe von höchstens 1250 Franken per Jahr und Kilometer ergibt. Fügt man 300 Franken für Handarbeit hinzu, so würde also das Wegräumen des Schnees während eines Winters 1550 Franken per Kilometer kosten.

Das Hinderniss der verminderten Adhäsion durch den in staubförmigem Zustande fallenden Schnee lässt sich ohne grosse Schwierigkeit heben, z. B. durch den Apparat von Clegg und Samuda, welcher bei der atmosphärischen Eisenbahn angewandt wird, um jeweilen von dem Kolben das Fett zu schmelzen, mit welchem die Klappen gedichtet sind. Dieser Apparat würde in ähnlicher Weise die dünne Schnee- oder Eisschichte auf den Schienen schmelzen.

Gebirgswasser, Ueberschwemmungen. Diese werden nur geringe Hindernisse darbieten. Da die Thäler meist eine sehr veränderliche Steigung haben, so wird die Bahn selten in der Thalsohle bleiben. Die Gebirgswasser haben sich meist tiefe Betten gegraben, so dass sie selbst bei Hochwasser nicht über die Ufer austreten. Die aus Seitenthälern hervorkommenden Bäche, über welche die Bahn geführt werden muss, werden Kunstbauten von gewöhnlichen Dimensionen erfordern.

Kälte. Eine Temperatur von 20 bis 30° C. unter Null kann hinderlich werden einmal durch das Einfrieren des Wassers im Tender, des Oels und der Schmiere in den Achsenbüchsen und andern reibenden Maschinenbestandtheilen; sie würde auch die Reisenden sehr belästigen. Es müssten daher geeignete Vorrichtungen angebracht werden, um das Tenderwasser, die betreffenden Theile des Mechanismus und der Achsen, sowie auch das Innere der Personenwagen zu erwärmen.

(Fortsetzung folgt.)