Zeitschrift: Die Eisenbahn = Le chemin de fer

Herausgeber: A. Waldner

Band: 2/3 (1875)

Heft: 20

Artikel: Ueber die Ventilation des Gotthardtunnels vom Standpunkte der Meteorologie

Autor: R.B.

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-3782

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: 23.07.2025

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

DIE EISENBAHN — LE CHEMIN DE FER

Schweizerische Wochenschrift für die Interessen des Eisenbahnwesens.

Journal hebdomadaire suisse pour les intérêts des chemins de fer.

Bd. II. ZÜRICH, den 21. Mai 1875. No. 20.

„Die Eisenbahn" erscheint jeden Freitag. – Correspondenzen und Reclamationen sind an die Redaction, Abonnements und Annoncen an die Expedition zu adressiren.

„Le Chemin de fer" paraît tous les vendredis. — On est prié de s'adresser à la Rédaction du journal pour correspondances ou réclamations et au bureau pour abonnements ou annonces.

Abhandlungen und regelmässige Mittheilungen werden angemessen honorirt.

Les traités et communications régulières seront payées convenablement.

Abonnement. — *Schweiz:* Fr. 10. — halbjährlich franco durch die ganze Schweiz. Man abonnirt bei allen Postämtern u. Buchhandlungen oder direct bei der Expedition.
Ausland: Fr. 12. 50 = 10 Mark halbjährlich. Man abonnirt bei allen Postämtern und Buchhandlungen des deutsch-österreichisch. Postvereins, für die übrigen Länder in allen Buchhandlungen oder direct bei Orell Füssli & Co. in Zürich.
Preis der einzelnen Nummer 50 cts.

Abonnement. — *Suisse:* fr. 10. — pour 6 mois franco par toute la Suisse. On s'abonne à tous les bureaux de poste suisses, chez tous les libraires ou chez les éditeurs.
Etranger: fr. 12. 50 pour 6 mois. On s'abonne pour l'Allemagne et l'Autriche chez tous les libraires ou auprès des bureaux de poste, pour les autres pays chez tous les libraires ou chez les éditeurs Orell Fussli & Co. à Zurich.
Prix du numero 50 centimes.

Annoncen finden durch die „Eisenbahn" in den fachmännischen Kreisen des In- und Auslandes die weiteste Verbreitung. Preis der viergespaltenen Zeile 25 cts. = 2 sgr. = 20 Pfennige.

Les annonces dans notre journal trouvent la plus grande publicité parmi les intéressés en matière de chemin de fer. Prix de la petite ligne 25 cent. = 2 silbergros = 20 pfennige.

INHALT: Ueber die Ventilation des Gotthardtunnels. — Gotthardtunnel. — Bern-Luzern-Bahn (Probefahrt). — Stadteisenbahn in London und Berlin. — Russische Bergbauproduction im Jahr 1874. — Gefahrlose Kuppelung für Eisenbahnwagen. — La chambre obscure sur les chemins de fer. — Le nombre total de locomotives. — Aus den Bundesrathsverhandlungen. — Kleinere Mittheilungen. Unfälle. — Literatur. — Recettes du chemin de fer de Lausanne à Echallens. — Eisenpreise. — Stellenvermittlung. — Anzeigen.

Beilage: Aus dem Geschäftsbericht des Departementes des Innern an die h. Bundesversammlung betr. das Jahr 1874 (Schluss).

Ueber die Ventilation des Gotthardtunnels

vom Standpunkte der Meteorologie.

Die Frage betreffs der Ventilation des Gotthardtunnels ist eine so wichtige und wegen Mangels an Erfahrung in analogen Fällen so schwierige, dass es wohl an der Zeit sein dürfte, die dabei in Betracht kommenden Verhältnisse einer allseitigen Sichtung zu unterwerfen, sei es nun, um sich auf die nach letzterer zu erwartenden Erscheinungen vorbereiten oder auch allfällig zu befürchtende Uebelstände nach Möglichkeit heben zu können.

Es sei uns hier verstattet, auf einige allgemeine Gesichtspunkte hinzuweisen, die von anderer Seite als nicht speciell zur Technik gehörend wohl weniger berührt werden dürften und doch in hohem Maasse Berücksichtigung verdienen. Wir wollen in Kurzem und einstweilen ohne jeden Detail andeuten, was vom rein meteorologischem Standpunkte aus in der vorliegenden Frage sich etwa ergeben dürfte.

Es ist bekannt, dass die atmosphärische Luft, dem Gesetz der Schwere zu Folge, einen Druck auf ihre Unterlage ausübt. Auf jeder Luftschicht lastet das Gewicht der ganzen Luftmasse, welches zwischen jener Schicht und der obern Grenze der Atmosphäre liegt. Diesem Drucke des eigenen Gewichts wirkt die allen Gasen eigene Elasticität entgegen, indem ihre einzelnen Theile sich von einander zu entfernen streben. Gleichgewicht herrscht nur, wenn in einem Punkte der Atmosphäre diese Expansivkraft der Luft so gross ist, wie das Gewicht der darüber liegenden Luftmasse. Gemessen wird der Luftdruck oder also das Gewicht der Luftsäule gewöhnlich durch die Höhe einer Quecksilbersäule, der sie das Gleichgewicht hält. Dieselbe beträgt im Mittel auf dem Meeresniveau bekanntlich circa 760 Millimeter und nimmt natürlich ab, wenn man sich in höhere Regionen begibt. Auf dem Hospiz des St. Gotthard, in einer Höhe von 2093 Meter, beträgt das Mittel des Luftdruckes noch circa 600 Millimeter, auf dem St. Theodul-Pass, in 3330 Meter Höhe, nur noch ca. 505 Millimeter, also $^2/_3$ des Gewichtes der ganzen atmosphärischen Säule. Der Luftdruck nimmt nicht nur proportional mit der Höhe ab, sondern rascher, denn da die Luft elastisch ist, so wird sie sich in den obern Regionen, wo das Gewicht der drückenden Last abnimmt, mehr ausdehnen können, folglich dünner und also leichter werden. Eine Luftschicht der obern Regionen wird also einen weit geringern Druck ausüben, als eine gleich hohe der untern. In einer Höhe von 20 Kilometern kann der Luftdruck höchstens noch wenige Millimeter betragen, und die Atmosphäre ist dort demnach in einem äusserst verdünnten Zustand. Allerdings übt auch die Temperatur einen gewissen Einfluss auf den Luftdruck aus; eine Luftsäule von 10 Meter Höhe bei 0^0 hält am Meeresniveau einer solchen von 10,8 Meter bei 20^0 das Gleichgewicht. Mit der Temperatur ändert sich eben auch die Dichtigkeit der Luft.

Wenn nun in der Atmosphäre Ruhezustand herrschen soll, so muss der Luftdruck in derselben Höhe überall derselbe sein. Eine Verschiedenheit im Luftdrucke an verschiedenen Orten gleicher Höhe ruft eine Bewegung der Luftschichten hervor. Die ungleiche Erwärmung der Erdoberfläche und der Atmosphäre durch die Sonnenstrahlen erzeugt nun fortwährend solche Luftdruckdifferenzen und diesen verdanken wir auch die atmosphärische Circulation. Von den Stellen, welche einen höhern Barometerstand zeigen, wird die Luft durch den grössern Druck nach den Punkten hingetrieben, wo das Barometer niedriger steht.

Es hat sich nun auch gezeigt, dass die Heftigkeit der Luftströmungen in einem engen Verhältniss steht zu der Grösse der Luftdruckdifferenz, und es ist in der Meteorologie üblich, diese auf eine bestimmte Einheit der Entfernung (geogr. Meile) zu beziehen und sie den „barometrischen Gradienten" zu nennen. Man schliesst mit Erfolg bei den sogenannten Sturmwarnungen aus der Grösse des Gradienten auf die Heftigkeit des eintretenden Windes.

Es giebt wohl kein zweites Gebiet auf der Erdoberfläche, wo die Schwankungen des Luftdruckes zeitlich und räumlich so bedeutend sind, wie im Norden des atlantischen Oceans und in Nordwesteuropa. Die Hauptquelle dieser stetigen Störungen des atmosphärischen Gleichgewichts, jener sogen. Barometerdepressionen, jener cyclonenartigen Luftströmungen, ist wohl ohne Zweifel in dem Einfluss des warmen Golfstromes zu suchen. Durch die relativ intensivere Erwärmung der über ihm gelagerten Luftschichten gegenüber der Umgebung entsteht eine aufsteigende Strömung, die oft sehr weite Dimensionen annimmt und sich längs des Golfstromes nach Osten bewegt. In voller Kraft kommen diese sogenannten Wirbel auf den europäischen Continent an, um dann weiter im Innern allmälig sich aufzulösen.

In dem windstillen centralen Raum des Wirbels finden wir den geringsten Luftdruck, das Barometerminimum, gegen die Peripherie hin, wo die Winde in beinahe tangentialer Richtung wehen, wächst der Luftdruck (barom. Gradient) mit der Windstärke, zum Theil in Folge der Wirkung, den die Erdrotation auf den Luftstrom ausübt.

Es ist nun klar, dass bei der ziemlich raschen fortschreitenden Bewegung dieser Cyclonen auch eine rasche Aenderung des Luftdruckes für alle Orte erfolgen muss, die auf den von ihnen berührten Gebieten liegen.

Auf dem Meer und auf Ebenen vollziehen sich diese Aenderungen des Luftdrucks leicht und ungehindert, und um so rascher je intensiver die Luftströmungen sind. Anders verhält sich die Sache auf gebirgigem Terrain.

Rückt nämlich ein Areal relativ höhern Luftdrucks von Norden oder Süden gegen die Alpen vor, während auf der andern Seite in Folge einer eben vorübergezogenen Depression der Luftdruck geringer ist, so kann natürlich in den untern Schichten, wo die Luftcirculation sonst gerade besonders lebhaft ist, keine Ausgleichung durch die Alpen hindurch stattfinden. Es tritt vielmehr eine Stauung und Verdichtung der Luft ein, die sich allmälig bis zur Höhe der Alpenpässe erstreckt, wo dann die Luft in heftigen Strömungen und Stössen in die jenseitigen Thäler hinunterstürzt. Diese Erscheinungen sind es, welche hauptsächlich den Föhn unserer Alpenthäler bilden, namentlich den Nordföhn in den südlichen.

Mit der Durchbohrung des St. Gotthard aber, und hier

stossen wir endlich auf den Kern unserer Argumentationen, wird wenigstens einem geringen Theil jener aufgestauten Luftschichten ein kürzerer Weg geboten um zum luftverdünnten Raum zu gelangen. Dieser Weg liegt etwa 900 Meter tiefer als die Passhöhe, also in einer Höhe, wo der Dichtigkeitsunterschied der Luft auf beiden Seiten der Alpen weit beträchtlicher sein muss, als oben. Die Beobachtungsdaten der meteorologischen Stationen Airolo und Göschenen, die leider erst seit Kurzem und noch nicht mit der gehörigen Umsicht functioniren, zeigen, dass die Luftdruckdifferenz bezogen auf dieselbe Höhe, zwischen jenen Stationen sehr oft bis 3 Millimeter, in einzelnen Fällen noch höher ansteigt. Das gibt, da der Tunnel ziemlich genau 2 Meilen Länge hat, einen barometrischen Gradienten von 1.5 Millimeter.

In den stärksten europäischen Stürmen steigt der Gradient bis 0.3 mm., bei dem Orkan, der am 21. Aug. 1871 die Insel St. Thomas gänzlich verheerte, erreichte derselbe 0.86 mm. Könnte man in dem oben erwähnten Fall, wo die Luftdruckdifferenz bezogen auf dieselbe Höhe zwischen Göschenen und Airolo 3 mm. beträgt, die trennende Scheidewand der Alpen plötzlich entfernen, so würde ohne jeden Zweifel durch den Andrang des Areals von relativ höhern Luftdruck ein Orkan von durchaus verheerender Stärke eintreten. Haben wir aber nun statt eines breiten Passes den relativ engen Tunnel, so wird eine Tendenz zur raschen Ausgleichung der Dichtigkeits-Differenz der Atmosphäre an beiden Enden sich geltend machen.

Es wird ein Luftstrom ganz in derselben Weise entstehen, wie wenn man in einem Blasebalg die innere Luft zusammendrückt. In beiden Fällen haben wir am einen Ende der Oeffnung einen grössern Druck als auf dem andern; in Folge dessen strömt die Luft durch dieselbe nach der Seite des geringern Luftdrucks. Wenn nun auch die starke Reibung innerhalb des Tunnels die Intensität der Strömung erheblich vermindern dürfte, so ist doch keineswegs um den Schluss herum zu kommen, dass bei einer beträchtlichen Luftdruckdifferenz nördlich und südlich der Alpen eine solche Strömung wirklich stattfinden muss. Dieselbe wird vielmehr in einzelnen Fällen eine solche Stärke erreichen, dass sie den Arbeiten im Innern des Tunnels kein geringes Hinderniss entgegensetzen wird. Es dürfte desshalb sehr zweckmässig sein, dieselben vor dem gänzlichen Durchstich so sehr zu fördern, dass nach demselben nicht viel mehr übrig bleibt. Ob die erwähnte Strömung auch den Eisenbahnzügen ernstlich hinderlich sein dürfte, darüber wagen wir noch nicht uns auszusprechen; doch müssen wir hiebei bemerken, dass sogar die Thatsache des Umwerfens von solchen durch den Wind nicht neu ist. Es kamen solche Fälle mehrmals, allerdings unter etwas andern Umständen, in der Nähe von Perpignan in Südfrankreich vor.

Dagegen glauben wir, dass durch die Luftdruckdifferenzen, die wegen der Temperaturverschiedenheiten fast immer in höherm oder geringerem Grade bestehen, die Ventilation des Tunnels wohl den grössten Theil des Jahres hindurch gesichert ist. Es wird einzelne Fälle geben, zu gewissen Jahreszeiten oft 4—6 in einem Monat und 1—2 Tage anhaltend, wo dieselbe entschieden lebhafter sein dürfte als es gewünscht wird, zu andern Zeiten, namentlich im Sommer, wird sie wohl öfters mangelhaft sein, denn die Luftdruckdifferenzen auf beiden Seiten der Alpen reduciren sich nicht selten auf ein Minimum; aber im Allgemeinen wird man mit dieser natürlichen Ventilation zufrieden sein können. Von der künstlichen Herstellung einer solchen durch einen Schacht wird man sich nach andern Erfahrungen nicht viel versprechen dürfen, obschon gerade durch die grosse Tiefe, wie sie z. B. auch von Andermatt aus erforderlich wäre, (300 Meter) die Circulation wegen der grössern Temperaturdifferenz im Innern und oberhalb des Tunnels mehr befördert würde, als es bei niedern Schächten der Fall ist.

Noch erlauben wir uns die Bemerkung, dass bei der Beurtheilung unserer Zeilen, die Erfahrung, die man anderwärts, namentlich am Mont-Cenis gemacht hat, hier in keiner Weise mitsprechen dürfen. Die Verhältnisse des letztern genau zu studiren, haben wir leider noch nicht Gelegenheit gehabt; aber so viel wissen wir, dass dort die Terrain- und die meteorolog. Verhältnisse ganz anderer Art sind und demnach keinen Schluss nach Analogie gestatten.

Unser Fall ist in der That ganz ohne Analogie und es kann einstweilen nur die Theorie sprechen. Genaue Barometerbeobachtungen in Göschenen und Airolo und die Discussion derselben in möglichst viel einzelnen Fällen dürften einige weitere Anhaltspunkte für den Detail der Frage ergeben.

R. B.

* * *

Gotthardtunnel. Wir bringen heute die Uebersichtstabelle der seit Beginn der Bohrarbeit den 31. März 1873 in Göschenen und 23. Juni 1873 in Airolo erzielten Resultate (siehe Nr. 19).

Uebersicht der Fortschritte des Firststollens seit Beginn der mechanischen Bohrung.

Datum.	Monatlicher Stollenfortschritt.			Tages-Mittel	Stand Ende des Monats
	Göschenen	Airolo	Total		
	Meter	Meter	Meter	Meter	Meter
1873 April	29,90	—	29,90	—	—
Mai	44,10	—	44,10	—	—
Juni	45,50	—	45,50	—	—
Juli	52,55	46,80	99,35	3,20	526,15
August . . .	66,70	88,70	155,40	5,05	681,55
September . .	50,20	60,20	110,40	3,68	791,95
October . . .	70,75	60,00	130,75	4,28	922,70
November . .	74,20	51,15	125,35	4,17	1048,05
December . .	79,80	68,95	148,75	4,79	1196,80
1874 Januar. . . .	72,70	51,80	124,50	4,05	1321,30
Februar . . .	67,30	55,40	122,70	4,38	1444,00
März	78,40	63,00	141,40	4,56	1585,40
April	60,25	51,80	112,05	3,73	1697,45
Mai	81.05	44,90	125,95	4,06	1823,40
Juni	71,00	63,00	134,00	4,47	1957,40
Juli	94,30	62,10	156,40	5,04	2113,80
August . . .	120,40	60,65	181,05	5,83	2294,85
September . .	106,90	51,35	158,25	5,27	2453,10
October . . .	114,80	72,80	187,60	6,05	2640,70
November . .	82,90	84,30	167,20	5,57	2807,90
December . .	86,50	84,20	170,70	5,50	2978,60
1875 Januar. . . .	92,70	102,45	195,15	6,29	3175,75
Februar . . .	82,80	100,00	182,80	6,52	3358,55
März	92,40	86,65	179,05	5,75	3537,60
April	99,00	129,20	228,20	7,60	3765,80

Länge des Tunnels	14,920,00 Meter,
Länge des fertigen Stollens	3,765,80 „
Zu bohrende Stollenlänge	11,154,20 Meter.

Zur Vervollständigung dieser Tabelle geben wir das geologische Profil, welches vom Inspector des königlichen Bergwerkamtes, F. Giordano, geschätzt worden war:

	Meter
1. Granitischer, mehr oder weniger homogener Gneiss	2,200
2. Mehr oder weniger schiefriger Gneiss, mit fast senkrechter Schieferung	350
3. Glimmeriger, krystallinischer Kalk	130
4. Glimmerschiefer, welche in Gneiss und schwarze Schiefer übergehen	870
5. Glimmerreicher Gneiss, mit Hornblende-Lagen	6,310
6. Schiefriger Gneiss...	1,680
7. Mehr oder weniger hornblendehaltige Glimmerschiefer	2,910
8. Granithaltige u. quarzlagenführende Glimmerschiefer	620
Vermuthliche Länge des Tunnels beim Studium des geologischen Profils	15,070

* * *

Bern-Luzern-Bahn. Probefahrt. Letzten Dienstag fand auf der Linie Bern-Langnau-Luzern eine Probefahrt statt, man kann wohl sagen die Jura-Bern-Luzern-Bahn feierte ihren Einzug ins Innere der Schweiz, und ein Theil des Cantons Luzern, das schöne Entlebuch, athmete neu auf und hofft, dass ihm die Verkehrsströmung durch die Bahn wieder zukommen werde, die es früher hatte.

Morgens 7 Uhr 20 Min. trotz bewölkten Himmels verliess der Generalstab der Jura-Bern-Luzern-Bahn in 2 Wagen erster Classe Bern (Höhenquote 540 Meter) und erreichten um 8 Uhr 50 Min. Langnau (Höhenquote 673 Meter), von wo die neue Linie beginnt, und mit einer Maximalsteigung von 20 ‰ in Escholzmatt (Höhe circa 852 Meter über Meer) ihren Culminationspunct erreicht.

Auf der neuen Strecke Langnau-Escholzmatt wurde inclusive Halte mit einer Geschwindigkeit von ungefähr 11 Kilometer, von da bis Littau mit etwa 17 Kilometer gefahren. In Malters wurde die erste Locomotive mit besonderer Freude erwartet, und die Musik und Schuljugend kamen noch eben zur rechten Zeit um mit nach Littau zu fahren. Hier war für diesmal das Ziel der Fahrt erreicht, da der Zimmereggtunnel, der das Emmenthal mit dem Reussthal und Luzern verbinden soll, noch nicht vollendet ist. Die zahlreiche Gesellschaft be-