

**Zeitschrift:** Die Eisenbahn = Le chemin de fer  
**Herausgeber:** A. Waldner  
**Band:** 14/15 (1881)  
**Heft:** 8

## Inhaltsverzeichnis

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 02.04.2025

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

INHALT: Ueber Temperatur- und Ventilationsverhältnisse im Pfaffensprung-Tunnel. Von Ingenieur A. Trautweiler. — Die electriche Eisenbahn in Lichterfelde bei Berlin. (Mit 16 in den Text gedruckten Zeichnungen.) — Continuirliche Bremsen. — Aus dem Bericht über die Arbeiten an der Gotthardbahn im Monat Juni 1881. — Miscellanea: Verein deutscher Ingenieure; Quaproject; Technische Hochschule in Darmstadt. — Necrologie: Wilhelm Bandel; Professor Spangenberg. — Vereinsnachrichten: Generalversammlung des Vereins ehemaliger Polytechniker; Adressänderungen; Stellenvermittlung.

## Ueber Temperatur- und Ventilations-Verhältnisse im Pfaffensprung-Tunnel.

Von Ingenieur A. Trautweiler.

(Mit einer Tafel.)

Es ist eine bekannte Thatsache, dass beim Baue längerer Tunnels die Leistungsfähigkeit der Arbeiter in dem Maasse abnimmt, als mit dem Vordringen in das Erdinnere die Temperatur an den Arbeitsstellen sich steigert und der Zutritt frischer Luft zu denselben gehemmt ist. Die Schlawheit, mit welcher in schlechter Luft und unter Umständen schon bei Temperaturen über  $20^{\circ}\text{C}$ . gearbeitet wird, entgeht keinem aufmerksamen Beobachter. Dessenungeachtet wird der Einfluss jener Umstände auf die Baukosten leicht unterschätzt. Die Herstellung eines Kilometers Tunnel erfordert, je nach den Verhältnissen, einen Aufwand von 100 000 bis 200 000 Arbeiterschichten. Wenn dabei die Leistungsfähigkeit der Arbeiter durch die genannten Umstände nur um  $\frac{1}{10}$  herabgedrückt wird, so hat dies den Mehraufwand einer Löhnungs-Summe von 40 000 bis 100 000 Fr. zur Folge. Ein Effectverlust von  $\frac{1}{10}$  ist zudem noch nicht ausserordentlich und dürfte sich oft und beinahe unvermerkt geltend machen. Es ist damit die grosse Bedeutung der Ventilations-Frage für den Tunnelbau ausser Zweifel gestellt und diese mag es wiederum rechtfertigen, wenn wir in der vorliegenden Abhandlung einige Beobachtungen veröffentlichen, die desshalb namentlich einiges Neue bieten dürften, weil sie bei einem Tunnel von namhafter Tiefenlage und erheblicher Steigung angestellt wurden.

Wir geben vorerst im Folgenden die Resultate von Beobachtungen über Richtung und Intensität der natürlichen Luftbewegung, sowie über Temperaturen im Pfaffensprung-Tunnel. Es sind solche Beobachtungen sowohl in verschiedenen Baustadien, als auch bei verschiedenen Witterungsverhältnissen gemacht worden. Die Luftgeschwindigkeiten wurden dabei mit Hilfe einer mit dem Luftstrom vorwärts bewegten Kerzenflamme annähernd bestimmt. Für die Gebirgstemperaturen wurden die Temperaturen einer Anzahl schwächerer Quellen im Tunnel als maassgebend angenommen. Weil dieselben das Gestein langsam durchfliessen, so ist vorauszusetzen, dass sie auch annähernd dessen Temperatur besitzen.

Der Pfaffensprung-Tunnel durchsetzt in spiralförmiger Curve eine ziemlich steil abfallende Bergwand aus grösstentheils sehr zähem, grobkörnigem Gneisgranit. Ueber ihn hinweg gehen ein kleinerer und ein grösserer Wildbach. Das Bett des letztern folgt einer Schieferschicht, die auch den Tunnel durchschneidet und demselben Wasser zuführt. Im Längenprofil zeigt der Tunnel eine Maximal-Überlagerung von 430 m. Die Temperaturzunahme nach kürzesten Abständen von der Oberfläche ergab sich zu  $1^{\circ}\text{C}$ . auf ungefähr 32 m. In der Tunnelrichtung gemessen, gibt dies in der ersten Tunnelhälfte auf 60 m, in der zweiten, über der das Terrain steiler abfällt, auf 45 m  $1^{\circ}$ .

Wir bringen die Ergebnisse der im interessantesten Stadium des Baues, gegen Ende Januar d. J., gemachten Beobachtungen in einem Längenschnitt durch den Tunnel (Fig. 1, Längen 1 : 10 000, Höhen 1 : 500) zur Anschauung. Die Abstände der D-förmigen Curven von den punktierten Verticallinien sind  $= \frac{1}{100}$  der Luftgeschwindigkeiten an den betreffenden Stellen. Die Längslinie, ungefähr in der halben Höhe des Profils, bezeichnet eine, in Bezug auf die Luftbewegung neutrale Region. Gebirgs- und Lufttemperaturen sind an den bezüglichen Stellen eingeschrieben (in Centigraden). Unterhalb dieser Figur befindet sich eine schematische Darstellung der in den Tunnel führenden Luft- (L) und Druckwasserleitungen (W) mit eingeschriebenen Dimensionen, Geschwindigkeiten (u) und atmosphärischen Drücken.

### Die natürliche Ventilation.

Die Lebhaftigkeit des natürlichen Luftwechsels im Tunnel ist abhängig von der Differenz zwischen der mittleren Temperatur im Tunnel, resp. der diese bestimmenden Gebirgstemperatur und der äusseren Lufttemperatur. Diese Differenz ist maassgebend für den Gewichtsunterschied der Luftsäule im Tunnel und einer communicirenden äusseren Luftsäule von gleicher Höhe. Je grösser diese Differenz, desto grösser die bewegendende Kraft. Aus Fig. 1 ist zu ersehen, dass die mittlere Temperatur im Tunnel-Eingang etwa  $17,5^{\circ}$  beträgt. Dieselbe bleibt sich stets annähernd gleich; denn die in den Tunnel strömende Luft nimmt rasch die Temperatur des Gesteins, mit dessen grosser Oberfläche sie in Berührung kommt, an. Die in der Figur wiedergegebenen Beobachtungen werden für die Eingangsseite bei  $+3^{\circ}$ , für die Ausgangsseite bei  $0^{\circ}$  äusserer Lufttemperatur gemacht. Die kältere äussere Luft strömt an der Tunnelsohle ein, wird im Tunnel erwärmt und fiesst schliesslich an der First wieder ab. Nur ein Theil der einströmenden Luftmenge gelangt indessen bis zum Ende des Vollausbruches, denn an der Berührungsfläche mit dem oberen, zurückkehrenden Luftstrom findet fortwährend ein Uebergang genügend erwärmter Theile in diesen statt, so dass die Quantität der einen bestimmten Querschnitt in der Zeiteinheit durchströmenden Luft sich nach hinten zu verringert, resp. die Geschwindigkeit abnimmt. Auf diese Weise erhalten wir im Eingang gegen das Ende des Vollausbruches hin nur noch etwa  $3\text{ m}^3$  Luft per Secunde. Diese Luft ist auch nicht mehr frisch zu nennen, denn sie hat unterwegs viel Feuchtigkeit aufgenommen, wodurch einer lebhaften abkühlenden Verdunstung an der Körperoberfläche Eintrag gethan ist; sie hat auch mehrere Arbeitsstellen passirt und dasebst Sprenggase und Lampenrauch mitgenommen. Auf dem Rückwege an der Tunnelfirst nimmt die Geschwindigkeit des Luftstromes wieder zu in dem Maasse, als die Quantität durch hinzukommende Theile der unteren einströmenden Schicht vermehrt wird. Wenn dann diese erwärmte Luft sich wieder der Tunnelmündung nähert, so kühlt sie sich allmählig ab und die Wasserdämpfe, mit denen sie sich gesättigt hat, verdichten sich, so dass an der Tunnelfirst ein dichter Nebel hinstreicht. Die Firststollenpartie bei 600 m vom Eingangsportal bleibt natürlich von diesem Luftstrom unberührt; die schlechte Luft stagnirt hier sozusagen.

Im Ausgang, wo beim Mundloch erst die beiden Stollen ausgebrochen sind, ist die Luftcirculation dessen ungeachtet eine viel lebhaftere. Wir benutzen die hier ziemlich klar liegenden Verhältnisse zu einer graphischen Darstellung in Fig. 3. Dabei sind die Abwicklungen einer Mittellinie des Luftstromes als Abscissenlängen angenommen. Die mittlere Luftquantität, welche per Secunde sowohl ein- als ausströmt, beträgt, wie aus der Figur ersichtlich,  $12\text{ m}^3$  (im Eingang  $5\text{ m}^3$ ). Bei 500 m vom Portal tritt die für den Betrieb der Wasserpumpen künstlich eingetriebene Luft zum natürlichen Luftstrom hinzu und es ist ihre Quantität durch den schmalen Streifen dargestellt, welchen die bei 300 beginnende Doppellinie einschliesst. Da diese Luft ungefähr den dritten Theil der gesammten durch die Compressoren in den Tunnel getriebenen Luft ausmacht, so springt sofort in die Augen, wie die natürliche Ventilation ungleich ausgiebiger wirkt, als die künstliche. Das Diagramm zeigt ausserdem, wie sich die Temperatur des Luftstromes fortwährend der Gesteinstemperatur anschmiegt. Aus dem Grade, in welchem die beiden bezüglichen Curven mit der zunehmenden Entfernung vom Mundloch convergiren, lässt sich schliessen, dass schon bei circa zwei Kilometer Tunnellänge die Gebirgs- und Lufttemperatur gleich würden.

Bei niedriger äusserer Temperatur, wie sie bei den zur Darstellung gelangten Beobachtungen vorhanden war, ist der Luftwechsel ein ganz befriedigender, namentlich im Ausgang, wo auch die Temperatur, wegen der geringen Länge der Tunnelröhre, eine sehr mässige ist. Im Eingang sind schon die  $20^{\circ}$  im Firststollen bei 600 m vom Portal recht drückend, wahrscheinlich, weil eben hier gar keine Luftbewegung stattfindet und der Körper sich nicht genügend durch Verdunstung abkühlen kann. Wenn nun aber im Freien eine Temperatur von über  $15^{\circ}$  herrscht, so haben die hinteren Tunnelpartien eine kaum wahrnehmbare Luftbewegung, und die stagnirenden Sprenggase und der Lampenrauch belästigen sehr. In den vorderen Tunnelpartien findet dabei eine Luftcirculation in umgekehrter Richtung wie bei niedriger Temperatur statt. Die