

**Zeitschrift:** Die Eisenbahn = Le chemin de fer  
**Herausgeber:** A. Waldner  
**Band:** 12/13 (1880)  
**Heft:** 16

## 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:** 21.12.2024

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

INHALT: Einfluss der Erdwärme bei Tunnelbauten. — Rückblicke auf die Pariser Weltausstellung. — Revue. — Statistisches. — Necrologie. — Vereinsnachrichten.

### Einfluss der Erdwärme bei Tunnelbauten.

Verhältnisse, welche beim Bau gewöhnlicher Tunnels vollständig ausser Berücksichtigung gelassen werden können, wie der Einfluss der Erdwärme auf die Arbeit im Tunnel, drängen sich uns bei den Hochgebirgstunneln mit aller Macht auf und haben die Aufmerksamkeit der Ingenieure am Gotthard in hohem Grade für sich in Anspruch genommen. Das plötzliche Ende Favre's, der, die Hand nach der ihm sicher winkenden Siegespalme ausgestreckt, auf dem Kampfplatz fiel, die Beschwerden und Leiden unserer Collegen, die unentwegt an seiner Seite gestanden und nun den Bau der Vollendung entgegen führen, die stets sich wiederholenden Berichte über den unerfreulichen Gesundheitszustand der Tunnelarbeiter, alle diese Erfahrungen, sie zwingen uns die Frage auf: Lässt sich die Grösse und Eigenart dieser feindlichen Macht erkennen und was besitzen wir an Mitteln, um ihr erfolgreich entgegenzutreten? Oder wo liegt die Grenze, an der wir derselben, bei den uns gegenwärtig zu Gebote stehenden Hilfsmitteln das Feld räumen müssen? Die Antwort auf diese Fragen, besonders auf die erste, ist nicht so leicht, die seltene Gelegenheit, einschlagende Beobachtungen zu machen, ist es, welche hier eine Lösung erschwert; um so mehr muss darauf Bedacht genommen werden, keine solche Gelegenheit zu versäumen. Beim Bau des Gotthardtunnels hat sich glücklicherweise in Hrn. Dr. F. M. Stapff, Ingenieur-Geolog der Gotthardbahn, ein Mann gefunden, der es verstanden hat, die Beobachtungen in reichem Maasse und systematisch vorzunehmen und der uns zweifelsohne, wenn einmal die Beobachtungsreihe geschlossen sein wird, sehr werthvolle Beiträge zur Erkenntniss dieser Verhältnisse des Inneren unserer Gebirgsmassive bieten wird. Herr Stapff hat übrigens bereits Ende 1879 im Leipziger Archiv für Anatomie und Physiologie eine Abhandlung über dieses Thema erscheinen lassen, aus der wir einige seiner vorläufigen Schlüsse und Reflexionen wiedergeben wollen, da die Materie uns gerade im gegenwärtigen Moment von hervorragendem Interesse zu sein scheint, wo im Arlberg und, in wohl nicht ferner Zukunft, im Simplon die am Gotthard gemachten Erfahrungen zu Ehren kommen sollen.

In dem erwähnten Aufsatz stellt sich Herr Stapff unter Anderm die Aufgabe zu ergründen, welche Höhe des Gebirges über dem Tunnel eine Temperatur erwarten lasse, welche die Fortsetzung der Arbeit hindern würde und strebt die Lösung derselben in ungefähr folgendem Gedankengang an:

Wollte man bei Beantwortung dieser Frage von jenem Wärmeezunahmegradien ausgehen, welchen z. B. die Versuche Reich's zu Freiberg (Grube Himmelfahrt) ergeben haben:  $1^{\circ}$  auf 33,4 m., oder von jenem, welcher sich aus Dunker's Beobachtungen im Spernberger Bohrloch zwischen 220 und 1064 m. Tiefe ableiten lässt, nämlich  $1^{\circ}$  auf 31,4 m., so würde man zu sehr unrichtigen Resultaten kommen und zwar zu unerträglichen Hitzegraden in geringeren Tiefen, als sie der Mont-Cenis- und Gotthard-Tunnel schon unterfahren haben.

Diese Wärmeezunahmegradien beziehen sich auf das verticale Eindringen unter fast ebene Flächen; ein Tunnel bleibt aber der Hauptsache nach auf seine ganze Länge in gleicher Entfernung vom Erdmittelpunkt; und auf die in ihm herrschende Gesteinstemperatur üben die über ihm liegenden, seitlich freien, Gebirgsmassen einen andern Einfluss aus, als eine geschlossene Schale der Erdkruste thun würde, deren Dicke der Höhe dieser Gebirgsmassen gleich wäre.

Ansted berechnet aus den von Giordano veröffentlichten Temperaturbeobachtungen Borelli's in der Südseite des Mont-Cenis-Tunnels einen Wärmeezunahmegradien für den Culminationspunkt des Profiles von  $1^{\circ}$  per 50 m.; fand aber, dass der

Gradient je nach Configuration der Oberfläche für verschiedene Punkte des Tunnels sehr verschieden sei, wie aus folgender Tabelle erhellt:

#### Temperatur-Beobachtungen im Mont-Cenis-Tunnel.

Nr. der Beobachtung.	Entfernung vom Südportal	Tiefe unter Oberfläche	Temperatur $^{\circ}$	Tiefe, in welcher die Temperatur $1^{\circ}$ zunimmt
		Meter		
3	1000	520	17,0	24 m.
5	2000	520	19,4	27
8	3000	520	22,8	33
9	4000	520	23,6	35
10	5000	910	27,5	36
11	6000	1370	28,9	46
12	6448	1609	29,5	50
14	7000	1447	27,0	51
Im Mittel: 37,75 m.				

Die von Herrn Dr. Stapff von 1873—77 im Gotthard-tunnel bis 4400 m. vom Nordportal und 4100 m. vom Südportal angestellten Temperaturbeobachtungen sind in *Studien über die Wärmevertheilung im Gotthard* (I. Theil, Bern 1877, Verlag der J. Dalp'schen Buchhandlung) zusammengestellt und aus denselben empirische Formeln hergeleitet worden, welche zunächst dazu bestimmt waren, eine begründete Vorstellung über die im Gotthard-Tunnel noch zu gewärtigenden Temperaturverhältnisse zu gewinnen. Da sich diese Formeln für die folgenden 2000—3000 m. des Tunnels bewährt haben, so wollen wir die Hauptresultate der Gotthardbeobachtungen hier in Kürze mittheilen.

Für einen Punkt in der Profillinie des Gotthard-Tunnels ist die mittlere jährliche Lufttemperatur

$$T = 5,359^{\circ} + 0,000066 D - 0,006839 (H - 1100),$$

wenn  $D$  seine Entfernung (in Metern) vom Göscherer Tunnelportale,  $H$  seine Meereshöhe (gleichfalls in Metern) bezeichnet.

Die (hier in Betracht kommende) mittlere Bodentemperatur des Profilkpunktes ist nahe unter der Oberfläche um

$$A = 4,032^{\circ} - 0,2718 T - 0,00174 T^2$$

grösser als die mittlere Lufttemperatur ( $T$ ).

Auf der Nordseite hat die rascheste Wärmeezunahme nach dem Inneren unter der Andermatten Ebene bei 2800—2900 m. vom Portal statt: nämlich  $1^{\circ}$  auf 20,5 m., die langsamste unter dem steil ansteigenden Abhang der Wannelen, 4300—4400 m. vom N.-P., nämlich  $1^{\circ}$  auf 42,6 m. Auf der Südseite hatte (zwischen 0 und 4100 m. vom Portal) die rascheste Wärmeezunahme statt unter der Thalmulde des Sellasees, 3800 bis 4200 m. vom Südportal, nämlich  $1^{\circ}$  auf 45 m.; die langsamste unter dem Steilkamm der Cima Loitamisura, 2000—2200 m. vom Portal, nämlich  $1^{\circ}$  auf 62,3 m.

Es ist zwar unverkennbar, dass Wasserzuflüsse und verschiedene Gesteinsbeschaffenheit einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf die localen Wärmeezunahmegradien ausüben. Ein Blick auf das Chtonisothermenprofil in der Ebene des Gotthard-Tunnels, welches Herr Stapff nach den directen Beobachtungen bis 5000 m. vom N.-P. und 4600 m. vom S.-P. im März 1878 für die Pariser Ausstellung entworfen hat, zeigt aber sofort, dass diese Gradienten vor Allem durch die Oberflächencontouren des über dem Tunnel liegenden Terrains modificirt werden.

In gleicher Tiefe ist es unter Bergspitzen kälter als unter Thälern und Ebenen, theils weil die Oberflächentemperatur mit zunehmender Meereshöhe des Terrains abnimmt, theils weil unter Bergspitzen die Gesteinstemperatur nach dem Erdinneren langsamer zunimmt, als unter Ebenen und Thälern.

Deshalb entfernen sich die Isothermallinien von einander unter allen Bergen, während sie sich unter allen Thälern nähern.

Es wäre für das Projectiren von Hochgebirgstunneln von Interesse, *a priori* die, verschiedenen Profilkpunkten zukommenden, Wärmeezunahmegradien nach dem Inneren ermitteln zu können; — und da die mittlere Bodentemperatur an einem gegebenen Punkte gleichzeitig von diesem Zunahmegradien und