

**Zeitschrift:** Die Eisenbahn = Le chemin de fer  
**Herausgeber:** A. Waldner  
**Band:** 2/3 (1875)  
**Heft:** 12

## Vereinsnachrichten

### **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>**

# 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 26. März 1875.

No. 12.

„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.

**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.

**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.

**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 Füssli & Co. à Zurich.

Preis der einzelnen Nummer 50 cts.

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:** Uetlibergbahn. — Bahnhof Winterthur. — Tunnel sous la Manche. — Bundesversammlung. — Aus den Bundesrathsverhandlungen. — Kleinere Mittheilungen. — Stellenvermittlung. — Anzeigen.

Beilage: Expropriationsgesetz. — Rechtsfall. — Eisenbahnlazarethzüge. — Eisenbahnbetrieb in England. — Die städtische Eisenbahn in London. — Wagenklassen.

## Mittheilungen

aus den

### Verhandlungen des Zürch. Ingenieur- und Architecten-Vereins.

Erster Bericht der für Proben auf aussergewöhnlichen Eisenbahnsystemen bestellten Commission.

#### Die Uetlibergbahn.\*)

**Historisches.** Als am 19. Februar 1872 von einer grösseren Versammlung von Einwohnern Zürich's ein Comité gewählt worden war, mit dem Auftrage, die nöthigen Schritte zur Förderung einer Eisenbahn auf den Uetliberg zu thun, trat demselben sofort als die wichtigste Frage diejenige entgegen, welches Bahnsystem dabei verwendet werden sollte. Davon hing nämlich wesentlich das Tracé und der Kostenpunkt ab. Um ein gründliches Studium dieser Hauptfrage zu ermöglichen, ging das Comité die Herren Professoren am Polytechnikum Culmann und Pestalozzi und Hrn. Obergeringenieur J. Tobler um ein bezügliches Gutachten an, welches auch unter dem 12. August 1872 in sehr einlässlicher Behandlung abgegeben wurde.

Eine besondere Schwierigkeit bei der Beantwortung dieser Frage bildeten die eigenthümlichen Terrainverhältnisse. Der Ausgangspunkt der Bahn musste natürlich möglichst nahe an die Stadt gerückt werden. Bis zum Fusse des eigentlichen Berges ist dann die Steigung so gering, dass sie ganz bequem mit dem gewöhnlichen Adhäsionsprincip bewältigt werden kann. Die Anwendung eines besonderen Bergbahnsystems war also bis dorthin nicht am Platze, weil unnöthig theuer. Zur Ersteigung des eigentlichen steilen Bergabhanges dagegen wären solche Systeme wol anwendbar gewesen. Wollte man aber die Bahn nicht als Versuchsfeld für practisch noch unerprobte Systeme hergeben, so blieb eigentlich nur das 1867 von Marsh am Mount-Washington bei Boston zuerst ausgeführte und

\*) Unter Benutzung des „Ersten Geschäftsberichtes der Direction der Uetlibergbahngesellschaft an die ordentliche Generalversammlung vom 4. Sept. 1874“ und des „Reiseberichtes an die Tit. Direction der Uetlibergbahn für sich und zu Händen des Verwaltungsrathes“ vom Präsidenten der Direction, Hrn. Major P. E. Huber-Werdmüller in Riesbach.

von den HH. Riggenbach, Naeff und Zschokke auch am Rigi angewandte Zahnstangensystem übrig. Die Benutzung dieses Systems hätte aber einen der beiden folgenden Uebelstände mit sich gebracht. Entweder hätte man den Fuss des Berges mit gewöhnlichen Locomotiven erreichen und erst von dort an mit einer Berglocomotive fahren müssen; das wäre aber ein Betrieb gewesen, der bei der Kürze der ganzen Strecke mit Rücksicht sowohl auf die Kosten, als auch auf die Annehmlichkeit der Passagiere für vollkommen unzulässig erklärt werden musste. Oder man hätte mit den Berglocomotiven bis in die Stadt fahren können. Solche Locomotiven sind aber für die nothwendig langsamere Fahrt auf den stärkeren Steigungen construirt und würden auf der Strecke von der Stadt bis zum Fusse des Berges auch nicht erheblich schneller fahren können. Diese ungewöhnlich langsame Eisenbahnfahrt in der Ebene liess eine solche Art des Betriebes auch als zu unvortheilhaft erscheinen.

Eine notwendige Folge solcher Erwägungen war es, dass die Experten untersuchten, ob man nicht auch mit gewöhnlichen, auf dem Adhäsionsprincip beruhenden Locomotiven bis auf die Spitze des Berges gelangen könne. Natürlich mussten dabei stärkere Steigungen, als die bei den bisherigen Bahnen üblichen, in Aussicht genommen werden, weil die Terraingestaltung weder längere Entwicklungen noch eine Vertheilung der Steigung erlaubte.

Die Experten schlugen denn auch vor, Locomotiven zu benutzen, wie sie z. B. die Nordostbahn auf der Strecke Zürich-Bülach-Dielsdorf und auch zum Rangirdienste auf den Bahnhöfen anwendet: Tendermaschinen mit zwei gekuppelten Axen von Krauss & Co. in München. Eine solche Locomotive sollte zwei Personenwagen zu je 32—40 Personen stossen, da eine Beförderung von mehr als 80 Personen auf einmal von Anfang an als nicht nöthig angesehen wurde. Ein Zug setzte sich danach zusammen aus

2 Personenwagen à 5 Tonnen	= 10 Tonnen.
80 Personen mit Gepäck à 75 Kilogr.	= 6 „
Locomotive	= 18 „

Summa 34 Tonnen.

Bei der angenommenen Geschwindigkeit von 19 Kilometern pro Stunde ist nach Harding der Zugwiderstand in der Horizontalen rund 5 Kilogramme pro Tonne Zuggewicht. Die Experten rechneten aber zur Sicherheit mit 6 Kilogr. Als grösste Steigung nahmen sie 75<sup>0</sup>/<sub>100</sub> an, welche den Widerstand um 75 Kilogr. pro Tonne vermehrt, denselben also auf 81 Kilogr. bringt. Das macht für den Zug von 34 Tonnen 2,754 Tonnen Zugwiderstand, welcher bei einem disponibelen Adhäsionsgewichte von 18 Tonnen einen Reibungscoefficienten von 0,153 nöthig macht. Bei günstigem Wetter steigt dieser bekanntlich bis 0,2, sinkt dagegen bei schlechtem bis 0,133. Im letzteren Falle ist aber kein so starker Zudrang von Passagieren zu erwarten, so dass dann voraussichtlich ein Wagen genügend wäre, der bei einer Steigung von sogar 80<sup>0</sup>/<sub>100</sub> einen Reibungscoefficienten von nur 0,124 erfordern würde. Die Experten mussten also eine Steigung von 75<sup>0</sup>/<sub>100</sub> als vollkommen sicher erklären, um so mehr, als man im ungünstigsten Falle mit Sanden nachhelfen kann. Sie empfahlen also einstimmig die Anwendung gewöhnlicher Locomotiven mit Steigungen bis zu höchstens 75<sup>0</sup>/<sub>100</sub>.

Im Gefühle seiner Verantwortlichkeit ordnete der unterdessen constituirte Verwaltungsrath die Herren Präsident Huber und Obergeringenieur Tobler ab, um in Frankreich, Ersteren auch, um in England Erfahrungen über den Betrieb von Bahnen zu sammeln, die bei stärkeren Steigungen auch nur das gewöhnliche Locomotivsystem benutzen.

Diese beiden Herren besuchten zunächst die steilste bisher zur Beförderung von Personen benutzte Bahn, nämlich diejenige von Enghien (Station der franz. Nordbahn in der Nähe von Paris) nach Montmorency. Diese Bahn ist normalspurig und hat eine Gesamtlänge von 3 Kilometern,

davon 1,1 in einer Steigung von 45 ‰. Sie wird durch dreiaxige Maschinen von 31,4 Tonnen Gewicht betrieben, die mit dem Lechatelier'schen Dampfbremsapparate versehen sind. Eine solche Locomotive kann sicher und ohne Abnahme des Dampfdruckes einen Zug von 54 Tonnen, also ihr 1,72-faches Eigengewicht, auf der Steigung von 45 ‰ mit 30 Kilometern Geschwindigkeit fortbewegen.

Der zweite besuchte Ort war Tavaux (Dep. de l'Aisne). Dort ist eine schmalspurige, aber nur für Waarentransport berechnete Bahn, die nominell eine Maximalsteigung von 75 ‰ haben sollte, wirklich aber auf einer Länge von 70 Metern eine solche von 81 ‰ hatte. Auf dieser Steigung zog eine durchaus nicht dafür berechnete Maschine — sie hatte z. B. nur eine Backenbremse an der Hinteraxe — einen gleich schweren Zug mit einer Geschwindigkeit von 8—10 Kilometern pro Stunde, allerdings mit gesandeten Schienen. Der ganze Betrieb auf dieser Bahn scheint aber nicht gerade mustergiltig zu sein.

Zur Vergleichung mögen noch einige andere Bahnen mit besonders starken Steigungen, bei gewöhnlichem Locomotivbetriebe, angeführt werden:

Provisorische Bahn über die „blauen Berge“ in Virginia, U. S.	56 ‰/00
Ponte Decimo-Busalla (Turin-Genua) ... ..	35 „
Mont-Cenis, Nordseite ... ..	35 „
„ Südseite ... ..	32 „
Lüttich-Ans ... ..	30 „
Andrezieux-Roanne (Frankreich) ... ..	29 „
Birmingham-Gloucester ... ..	27 „
Aachen-Ronheide ... ..	26,3 „
Semmering, Brenner, St. Gotthard ... ..	25 „

Von diesen Bahnen waren einige Anfangs für Seilbetrieb bestimmt, wurden dann aber doch mit gewöhnlichen, natürlich schweren Locomotiven befahren.

Die Herren Huber und Tobler haben sich auf ihrer Reise auch noch mit Locomotivbau-Ingenieuren besprochen, und ersterer fasst die gewonnenen Resultate in dem oben genannten „Berichte“ in folgende Sätze zusammen:

„1) Steigungen von 70 ‰/00 können mit Sicherheit mit Locomotiven befahren werden.

„2) Die Maximalsteigung soll auf möglichst kurze Strecken „reducirt werden und wäre es wünschenswerth, ebene Strecken „am Fusse dieser Rampen zu haben.

„3) Am meisten Aufmerksamkeit ist der Thalfahrt zu widmen, „da nur hier Gefahr entstehen könnte.

„4) Alle nicht absolut notwendigen Complicationen an „Maschinen und Wagen, wie z. B. Zusammenhängen von Locomotiven und Wagen, Omnibus-Locomotiven, Waggonn mit zwei „Etagen etc. sind auch bei Bahnen mit starken Steigungen so „viel als immer thunlich zu vermeiden.“

Gestützt auf die angegebenen Ermittlungen wurde dann für die Uetlibergbahn die Anwendung gewöhnlicher Locomotiven mit Steigungen von höchstens 70 ‰/00 beschlossen.

Tracé. Ohne auf eine genaue Beschreibung desselben einzugehen, soll hier nur angedeutet werden, dass die Bahn nach ihrer Vollendung vom Anfange der Station in Zürich bis zum Ende derjenigen auf dem Uetliberge eine horizontale Gesamtlänge von 9167 Metern haben wird. Die Steigung ist im Thale eine geringere, erst am Abhange des Berges wird sie grösser und erreicht in den letzten 810 Metern vor der Station Uetliberg 70 ‰/00. Dabei sind ziemlich scharfe Curven unvermeidlich gewesen. Als Minimalradius ist auch für die grösste Steigung von 70 ‰/00 derjenige von 150 Metern angenommen worden, doch musste an einer Stelle auf 135 Meter hinuntergegangen werden, und zwar in einer Steigung von 67 ‰/00. Die gesammte Höhendifferenz beträgt zwischen den beiden Endstationen 399 Meter.

Locomotiven. Dieselben wurden der Firma Krauss & Co. in München vergeben und sollten laut Vertrag einen Zug von 16 Tonnen ohne Anstand und zwar unter den ungünstigsten Witterungsverhältnissen mit einer mittleren Geschwindigkeit von 20 Kilometern per Stunde befördern; auf Steigungen von mehr als 60 ‰/00 und Curven von weniger als 180 Meter Halbmesser durfte die Geschwindigkeit auf 16 Kilometer heruntergehen.

Die Locomotiven sind, um etwas leichtere Schienen zuzulassen, als dreigekuppelte Tendermaschinen construirt. Der Raddurchmesser beträgt 0,910 Meter, der Radstand, wegen der scharfen Curven, nur 2 Meter, der Cylinderdurchmesser 0,320, der Kolbenhub 0,540 Meter, die Heizfläche 72 Quadratmeter, der Dampfdruck 13 Atmosphären absolut.

Sie wiegen leer ... .. 18,85 Tonnen,  
im Dienst ... .. 25 „

Um bei der Thalfahrt die Regulierung der Geschwindigkeit ganz dem Führer in die Hand zu geben, besitzt die Locomotive eine Luftbremse von principiell gleicher Construction, wie sie auch an den Rigibahnmaschinen angebracht ist. Solche Luftbremsen wirken mindestens ebenso gut, wie die Lechatelier'schen Dampfbremsen, kommen aber für den Betrieb billiger zu stehen, als jene, da sie keinen Dampf verbrauchen, sondern nur zur Vermeidung zu starker Erhitzung der Cylinder etwas kaltes Wasser in dieselben spritzen. Ausserdem können noch die Vorder- und Hinteraxe mit einer Backenbremse gebremst werden, die aber nicht, wie sonst, durch eine Schraube angezogen wird, sondern durch Umlegen eines Hebels. So kann man diese Bremse augenblicklich in Thätigkeit setzen; sie wird aber nicht zum Bremsen auf der Strecke, sondern nur zum Anhalten auf den Stationen benutzt.

Die Maschine befindet sich stets auf der Thalseite des Zuges, um Unfälle durch Brüche von Kuppelungen zu vermeiden. Auf diese Art ist die Fahrt vollkommen sicher gemacht. Bei der Bergfahrt nämlich hat die Adhäsion der Maschine nicht nur das Gewicht des Zuges zu heben, sondern auch die Bahnwiderstände desselben zu überwinden. Bei der Thalfahrt dagegen heben die Bahnwiderstände einen Theil des Einflusses der Schwerkraft auf, so dass der Druck gegen die Locomotive kleiner ausfallen muss. Und wenn sie im Stande war, den Zug hinaufzustoßen, so muss sie ihn in Folge dessen auch bei der Thalfahrt erst recht sicher halten können. Für alle Fälle wird übrigens jeder Wagen mit einer kräftigen Schraubenbremse versehen, welche ihn auch auf der stärksten Steigung anzuhalten gestattet.

Um bei ausnahmsweise schlechtem Schienenzustande doch die nöthige Adhäsion zu erhalten sind, wie auch bei anderen Locomotiven, Sandkasten vorhanden. Das Sanden ist aber für Schienen und Bandagen nachtheilig, und da bekanntlich ganz nasse und dadurch gereinigte Schienen beinahe den gleichen Reibungscoefficienten ergeben, wie ganz trockene, so sind vor und hinter den Rädern Röhren angebracht, mittelst deren man die Schienen durch Wasser säubern kann. Die thalseitige Stellung der Locomotive ist übrigens, wenigstens für die Bergfahrt, auch in dieser Hinsicht vortheilhaft, da die Räder der vorn befindlichen Wagen die Schienen einigermaassen reinigen.

Probefahrten. Der Zürcherische Ingenieur- und Architekten-Verein hatte schon früher eine Commission zur Vornahme von Proben auf aussergewöhnlichen Eisenbahnsystemen ernannt, welche bisher aber noch keine Gelegenheit hatte, in Thätigkeit zu treten. Auf Ansuchen des Vereinsvorstandes gestattete nun die Direction der Uetlibergbahn-Gesellschaft mit dankenswerthester Bereitwilligkeit dieser Commission, die Bahn zu Versuchen zu benutzen. Nur soll mit dem Beginne derselben bis zur gänzlichen Vollendung der Bahn gewartet werden.

Dagegen lud die Direction der Bahn, neben anderen Gästen, auch die Mitglieder der genannten Commission ein, an dem am 19. März. c. im Beisein des Herren Krauss aus München abgehaltenen Probefahrten Theil zu nehmen, welche feststellen sollten, ob die Locomotiven die vorgeschriebenen Bedingungen erfüllten. Die Ergebnisse dieser Versuche waren folgende:

Da der Beginn der Erdarbeiten auf dem der Stadt Zürich zunächst gelegenen Stücke bis in den Herbst 1874 verschoben werden musste, und daher dieser Theil noch nicht vollendet ist, so war für die Probefahrten nur die Strecke vom provisorischen Bahnhofe in Wiedikon auf dem linken Sihlfufer bis zur Station Uetliberg zur Verfügung. Diese Strecke hat in der Horizontalen gemessen eine Länge von rund 8 Kilometern. Die Höhendifferenz beider Endpunkte beträgt 394,9 Meter.

Bei der Probe wurden zwei Fahrten mit verschiedenen schweren Zügen ausgeführt.

Dieselben bestanden aus:

1 Personenwagen von ... ..	5,75 Tonnen.
30 Personen inclusive Zugpersonal à 70 Kilogr. ... ..	2,10 „
1 Materialtransportwagen ... ..	4,30 „
28 Schienen à 175 Kilogr. ... ..	4,90 „

Gesamtwicht des

I. Zuges ... .. 17,05 Tonnen.

Dazu kam dann noch:

1 Materialtransportwagen ... ..	3,85 Tonnen.
24 Schienen à 175 Kilogr. ... ..	4,20 „

Gesamtwicht des

II. Zuges ... .. 25,10 Tonnen.

Beide Züge wurden von derselben Locomotive mit Leichtigkeit, ohne dass die Räder auch nur im Mindesten geschleudert hätten, der erste in 21 Minuten 26,8 Sekunden, der zweite in 22 Minuten 31,6 Sekunden hinaufbefördert. Das entspricht bei der Länge von rund 8 Kilometern einer mittleren Geschwindigkeit von 22,38 resp. 21,31 Kilometern pro Stunde, also mehr, als verlangt war. Der Schienenzustand war dabei allerdings ein guter.

Um zu zeigen, dass man auch bei schwach nassen Schienen die Steigung überwinden kann, und dass es leicht möglich ist den Zug von der Locomotive aus auch auf starkem Gefälle anzuhalten, fuhr man nach der ersten Ankunft oben etwa 1,5 Kilometer wieder zurück. Das entspricht bei einem Gefälle von oben 70 ‰, unten 67 ‰ einem Höhenunterschiede von rund 100 Metern. Die Schienen wurden dabei wenig genässt. Beim Anfahren nach oben schleuderten die Räder etwas, kamen aber sofort in richtigen Gang, ohne dass Sand benutzt worden wäre. Die Schienen waren jedenfalls von in der Nähe beschäftigten Bahnarbeitern lehmig gemacht worden. Bei einem nochmaligen Halten und Anfahren auf der Steigung von 70 ‰ zeigte sich wenigstens nicht das geringste Schleudern.

Bei den schon seit vorigem Herbst ausgeführten Materialtransporten (Kies, Schwellen, Schienen) wurden ganz entsprechende Beobachtungen gemacht. Während bei einem in einer Steigung von 30 ‰ liegenden, nach einer Backsteinfabrik führenden Wegübergange die Triebräder öfters schleuderten, geschah das auch auf den stärksten Steigungen und bei sonst ungünstigem Wetter nicht, sofern nur die Schienen rein waren. Hervorgehoben muss noch werden, dass trotzdem die Locomotiven beinahe 1/2 Jahr, und zwar also während des Winters, in Thätigkeit waren, doch noch kein Körnchen Sand in die Sandkasten gekommen ist. Ein Anstand irgend welcher Art hat sich trotzdem noch nie gezeigt. Der Betrieb hat sich also, wie es nicht anders zu erwarten war, als vollkommen sicher herausgestellt.

Bei der ersten Fahrt sind auch Beobachtungen über den Wasser- und Kohlenverbrauch gemacht worden. Einschliesslich der Rückfahrt auf die 1,5 Kilometer ergab sich ein

Wasserverbrauch von	1,750 Tonnen
Kohlenverbrauch	0,327 „

also eine 5,35fache Verdampfung, womit noch nicht gesagt sein soll, dass die Verdampfungsfähigkeit wirklich das 5fache betrage, weil viel Wasser mechanisch mitgerissen wird. Bei anderen Locomotiven rechnet man im Mittel 6—7fache Verdampfung.

Das Gewicht der Locomotive, das unten 25 Tonnen betrug, ist also am Ende der ersten Fahrt um 2,077 oder rund 2 Tonnen kleiner geworden und hat sich dort nur noch auf 23 Tonnen belaufen. Dasselbe musste den eigenen Widerstand und denjenigen des Zuges von 17,05 Tonnen Gewicht überwinden, also von im Ganzen rund 40 Tonnen. Der Zugwiderstand ist für den ungünstigsten Fall zu berechnen, und der findet sich hier unmittelbar vor der Station Uetliberg auf einer Steigung von 70 ‰ mit gleichzeitiger Curve von 150 Metern Radius.

Den Widerstand auf gerader horizontaler Bahn setze ich nach Harding zu 5 Kilogr. pro Tonne Zuggewicht, obwohl dieser Werth jedenfalls reichlich gross ist. Nach den Versuchen von v. Weber ist der Widerstand in einer Curve von 150 Meter Radius etwa 3 Mal so gross, also 15 Kilogr. Dazu kommt noch der Widerstand der Steigung mit 70 Kilogr., so dass der Gesamtwiderstand per Tonne Zuggewicht  $15 + 70 = 85$  Kilogr. beträgt. Bei 40 Tonnen Zuggewicht macht das

$$3,4 \text{ Tonnen Zugwiderstand.}$$

Da die Adhäsion der Locomotive, die oben noch 23 Tonnen wog, gross genug war, um ein Schleudern der Räder zu verhindern, so folgt der Reibungscoefficient zwischen Radumfang und Schiene zu mindestens

$$\frac{3,4}{23} = 0,148.$$

Wirklich war er grösser, ist aber nicht mehr in Anspruch genommen worden.

Die effective Leistung der Maschine in Pferdestärken muss etwas anders berechnet werden. Zunächst beträgt das Locomotivgewicht am Anfang der Fahrt 25, am Ende 23 Tonnen, es muss also hier ein mittleres Gewicht von 24 Tonnen eingeführt werden. Das gesammte zu befördernde Gewicht beträgt dann  $24 + 17 = 41$  Tonnen. Da ungefähr die Hälfte der Bahn in Curven liegt, deren Radius von 1000 bis 135 Mtr. variirt, so wird man im Mittel einen Zugwiderstand von etwa 10 Kilogr. pro Tonne, zunächst ohne

Berücksichtigung der Steigung, einführen können. Dieser Widerstand ist mit Rücksicht darauf, dass die Lage der Schienen noch nicht überall genau adjustirt war, kaum zu hoch angenommen. Er absorbiert bei einer Bergfahrt von 8 000 Metern Länge eine Arbeit von  $41 \cdot 10 \cdot 8 \ 000 = 3 \ 280 \ 000$  Meterkilogr. Das Heben des Gewichtes von 41 Tonnen auf die Höhe von 394,9 Metern erfordert noch eine Arbeit von  $41 \ 000 \cdot 394,9 = 16 \ 190 \ 900$  Meterkilogr. Im Ganzen ist also in der Zeit von 21 Minuten 26,8 Sekunden eine Arbeit von  $19 \ 470 \ 900$  Meterkilogr. wirklich verrichtet worden. Das macht in Pferdestärken zu 75 Meterkilogr. in der Sekunde rund

$$200 \text{ Pferdestärken.}$$

Rechnet man die kurze Rückfahrt um 1,5 Kilometer und das nochmalige Heben auf etwa 100 Meter mit hinzu, so findet man eine Gesamtarbeit von  $24 \ 185 \ 900$  Meterkilogr. Danach ergibt sich für jedes Meterkilogr. Arbeit ein

Kohlenverbrauch von ... 0,000 013 52 Kilogr.

Wasserverbrauch „ ... 0,000 072 36 „

Auf die erste Bergfahrt kommt dann:

$$\frac{19 \ 470 \ 900}{24 \ 185 \ 900} = 0,805$$

der gesammten Arbeit, sowie des Kohlen- und Wasserverbrauches. Speciell für die Kohlen findet man 263,235 Kilogr. Danach berechnet sich der stündliche Kohlenverbrauch pro effectives Pferd zu 3,66 Kilogr., natürlich in Folge der eigenthümlichen Betriebs- und Constructions-Verhältnisse dieser Locomotiven ungünstiger, als bei anderen Locomotiven von gleich grosser Kraftentwicklung.

Bei der zweiten Bergfahrt wurden keine Beobachtungen über den Kohlen- und Wasserverbrauch gemacht. Man kann ihn aber mit genügender Genauigkeit ermitteln.

Der Zug wog rund ... 25 Tonnen

Mittleres Locomotivgewicht ... 24 „

$$\text{Summa } 49 \text{ Tonnen.}$$

Dieses Gewicht war auch bei einem mittleren Bahnwiderstande von 10 Kilogr. per Tonne und bei einer Länge von 8 000 Metern auf die Höhe von 394,9 Metern zu heben. Das erforderte eine Gesamtarbeit von

$$23 \ 270 \ 000 \text{ Meterkilogr.}$$

Beim gleichen Verbräuche pro Meterkilogr. Arbeit findet man für

Kohle ... 0,3146 Tonnen

Wasser ... 1,6838 „

$$\text{Summa } 1,9984 \text{ Tonnen,}$$

also auch rund 2 Tonnen, so dass die Locomotive am Ende der Bergfahrt wie bei der ersten Fahrt 23 Tonnen wog.

Bei der eben gemachten Arbeitsberechnung war also das Locomotivgewicht mit 24 Tonnen genügend genau eingeführt.

Die Adhäsionsverhältnisse stellen sich dann auf der obersten, in Bezug auf Steigung und Curve ungünstigsten Strecke so:

Zugwiderstand für die Curve in der Horizontalen à 15 Kilogramm pro Tonne ( $23 + 25$  Tonnen) ... 0,720 Tonnen

Widerstand für die Steigung 70 ( $23 + 25$ )

Kilogramm ... 3,360 „

$$\text{Summe } 4,080 \text{ Tonnen.}$$

Bei dem Locomotivgewichte von 23 Tonnen ergibt das einen nöthigen Reibungscoefficienten von 0,177. Die Grenze des Reibungscoefficienten war aber auch hier jedenfalls noch lange nicht erreicht, die Fahrt ging wenigstens ohne jede Tendenz zum Schleudern vor sich.

Die bei dieser zweiten Fahrt von der Maschine verrichtete Arbeit berechnet sich zu rund 230 effectiven Pferdestärken.

Der Kessel von im Ganzen 72 Quadrat-Metern Heizfläche, konnte dieser bedeutenden Arbeit genügen, der Dampfdruck blieb constant.

Die Thalfahrt erfolgte das erste Mal in fast genau der gleichen Zeit wie die Bergfahrt. Beim zweiten Male wurde unterwegs an mehreren Stellen gehalten, um Bahnarbeiter aufzunehmen. Dadurch wurde auch noch auf den stärkeren Gefällen die Belastung des Zuges nicht unerheblich vergrössert. Der Locomotivführer hatte aber doch mit der Luftbremse allein die Geschwindigkeit des Zuges ganz in der Gewalt. An keinem der Wagen war eine Bremse angezogen.

Aus diesen Versuchen ergibt sich zunächst, dass die Locomotiven die an sie gestellten Bedingungen sehr reichlich erfüllen. Für den späteren Betrieb kann man aber den Schluss daraus ziehen, dass bei gutem Wetter und normalem Schienenzustande — bei schlechtem Wetter wird die Frequenz der Bahn ohnedem

kleiner sein — ohne jede Gefahr drei Personenwagen zu je 40 Personen befördert werden können. Dieselben würden, voll besetzt, die Bremser, den Locomotivführer und Heizer mitgerechnet, 26 Tonnen wiegen, ein Gewicht, das bei der zweiten Thalfahrt jedenfalls erreicht war. Der dabei erforderliche Reibungscoefficient wäre 0,181. Bei gutem Schienenzustande steigt derselbe aber, nach anderweitigen Versuchen, bis auf 0,2 und höher. Da übrigens auch ein leichteres Modell von Personenwagen in Aussicht genommen ist, so hofft man das Zuggewicht noch zu reduciren und die Sicherheit zu erhöhen.

Am 21. März hatte die Direction der Uetlibergbahngesellschaft die Freundlichkeit, dem Ingenieur- und Architektenvereine einen Zug zu einer Probefahrt zur Verfügung zu stellen. Der Zug wog etwa 18,5 Tonnen und brauchte zur Bergfahrt 22 Minuten 21 Secunden. Diese, verglichen mit der vorigen Fahrt, lange Fahrzeit hat ihren Grund darin, dass, wie sich bei der Ankunft oben herausstellte, am Personenwagen die Bandagen von den Bremsbacken etwas gestreift worden waren. Rechnungen lassen sich also auf diese Versuche nicht gründen.

Die Thalfahrt wurde besonders langsam ausgeführt, sie dauerte 27 Minuten 35 Secunden (also eine mittlere Geschwindigkeit von circa 17,6 Kilometern per Stunde). Die Hauptverzögerung kam auf die steilsten Strecken, um zu beweisen, wie gut der Locomotivführer allein mit der Luftbremse den Zug in der Gewalt hat.

Die späteren, eingehenderen Versuche, zu deren Vornahme die Direction der Uetlibergbahngesellschaft ihre Genehmigung erteilt hat, versprechen bei den aussergewöhnlichen Verhältnissen dieser Bahn auch in wissenschaftlicher Beziehung wichtige Ergebnisse. Die bisherigen zeigen in dieser Hinsicht nur, dass die Theorie gegenüber allerlei Bedenklichkeiten und Einwänden ihr Recht behauptet hat. Das Befahren von Steigungen bis zu 70<sup>0</sup>/<sub>00</sub>, und auch noch etwas höher, durch gewöhnliche Adhäsions-Locomotiven, ist mit vollkommener Sicherheit möglich.

Fluntern, den 23. März 1875.

Prof. A. Fliegner.

\* \* \*

**Bahnhof Winterthur.** In unserer letzten Nummer gedachten wir einer Einsendung der „Schw. H. Z.“, die das Verhältniss der Nordostbahn zu den neuen in den Bahnhof Winterthur einmündenden Bahnen bespricht. Eine weitere Einsendung in dieselbe Zeitung vom 23. ds. gibt uns Aufschluss über den gegenwärtigen Stand dieser heiklen Frage. Der Planvorlage der Nordostbahn an der Conferenz der verschiedenen Verwaltungen und des Eisenbahndepartements wurde von mehreren Seiten die Deutung gegeben, als sei damit über das Ganze ein Vertrag zum Abschluss gekommen, in der Weise, dass die Nordostbahn baue, und dann nachher vom Bundesrathe resp. Bundesgericht die Beiträge der einzelnen Gesellschaften bestimmt würden.

Obwohl sich die Nordostbahn gegen eine solche offenbare Missdeutung durch den ganzen Gang der Angelegenheit und durch die bestimmtesten Erklärungen des Gegentheils hinlänglich sollte sichergestellt halten dürfen, so hat die Direction dieser Gesellschaft, um einem derartigen Manöver den letzten Schein-Vorwand zu entziehen, am 13. d. M. dem Bundesrathe die Erklärung zugehen lassen, dass sie, Angesichts der entschiedenen Weigerung der übrigen betheiligten Verwaltungen, die Beschaffung eines entsprechenden Theiles des erforderlichen Baucapitals zu übernehmen, „darauf verzichten müsse, den Bahnhof Winterthur zu einem grossen gemeinschaftlichen Bahnhof für sämtliche in Frage kommende Bahnen erweitert und umgestaltet zu sehen, vielmehr sich bei der gegenwärtigen Sachlage darauf beschränkte, dem hohen Bundesrathe einen Plan vorzulegen, der lediglich einerseits diejenigen Erweiterungen und Umänderungen in Aussicht nimmt, welche sich theils in Folge der gesteigerten Verkehrsbedürfnisse, theils in Folge der Einführung der eigenen Linie Winterthur-Koblentz als nothwendig herausstellen und welche andererseits die Correction der Tösser- und Wülflinger-Strasse ins Auge fasst (Art. 14 des Eisenbahngesetzes)“. Dagegen mögen die andern Eisenbahngesellschaften nunmehr selber die Pläne für die neuen Anlagen vorlegen, welche sie „zum Zwecke des technischen und des Betriebsanschlusses auszuführen gedenken“, um sodann auch die weitere Frage, inwieweit und unter welchen Bedingungen die Bahneinrichtungen der Nordostbahn nach Anleitung des Art. 30 mitbenutzt werden können, erörtern und erledigen zu können.“

Der Grund zu dieser Vorsicht von Seite der Nordostbahn liegt einerseits darin, dass sie nicht nach den gleichen Grundsätzen behandelt werden soll, wie die andern betheiligten Gesellschaften, und andererseits in dem Umstande, dass der Finanz-

ausweis einer Eisenbahnunternehmung genehmigt wurde, wo der Posten von 1 Million Fr., der für den unvermeidlichen Betriebsanschluss in Winterthur nöthig ist, fehlt, und diese Bahn, die noch in der Bauperiode steckt, bereits bis auf den Betrag von Fr. 5,000,000 verpfändet ist (weitere Fr. 2,200,000 stehen in näher Aussicht), ohne dass die betreffende Gesellschaft für die von der Nordostbahn für ihre Bahnzwecke geforderte Leistung in dem erforderlichen Betrage Deckung gewährt hat.

\* \* \*

**Le tunnel sous la Manche.** Notre époque est celle des grandes entreprises et, on peut ajouter des grandes réussites.

Le tunnel du Mont-Cenis et le canal de Suez sont heureusement achevés, et le percement du tunnel du St-Gothard, long de 15,000 mètres dans du granit, chemine avec une vitesse à peu près double de celle que l'on avait obtenue au Mont-Cenis. On se préoccupe maintenant de la possibilité de pratiquer un chemin de fer sous la Manche; ce projet n'offre rien d'impossible, il semble même qu'il pourrait être terminé en un petit nombre d'années. C'est de ce dernier projet que nous allons entretenir nos lecteurs.

Le projet d'exécution n'est pas encore complètement arrêté; il ne s'agit, pour le moment, que de l'autorisation d'une société d'études anglo-française, qui consacra quelques millions, à un ensemble de recherches plus variées et plus complètes que celles qui ont été exécutées, il y a cinq ans déjà, par des capitalistes et des ingénieurs anglais; mais cette société s'engage à construire immédiatement le tunnel dans le cas où, après un nouvel examen, la réussite paraîtrait assurée.

Le projet que nous allons esquisser n'est donc que provisoire; il est possible qu'il soit légèrement modifié; cependant, d'après les études géologiques et les nivellements étudiés, on peut prévoir que le projet final en différera très-peu.

Dans toute entreprise de ce genre, on peut distinguer deux parties bien distinctes. D'abord l'examen géologique et l'étude du tracé, afin de choisir la direction la plus rationnelle relativement à la nature des terrains, à la brièveté du tunnel et à la longueur des rampes d'accès; ensuite la recherche des machines et des procédés d'exécution les plus convenables et l'installation des chantiers et des appareils.

Si l'on avait entrepris un souterrain d'une pareille longueur au commencement de notre siècle, il est probable qu'il n'aurait pu s'achever. La mécanique n'offrait pas alors les ressources qu'elle possède aujourd'hui, la circulation était bien moins développée et, d'ailleurs, des obstacles politiques ou financiers auraient pu arrêter l'entreprise.

Il y a déjà bien des années que l'on s'est préoccupé des moyens de franchir le détroit de la Manche par un pont ou par un souterrain.

Quelques ingénieurs ont proposé de loger au fond de la mer un tube métallique continu appuyé sur le sol et aboutissant aux deux rives. La section de ce tube aurait été assez grande pour qu'on pût y faire circuler des wagons.

D'autres projetaient un pont gigantesque, soutenu à une grande hauteur par des piliers bâtis sur le fond de la mer et s'élevant d'une centaine de pieds au-dessus de sa surface.

Ces idées peu séduisantes ont fait place à un projet qui paraît aujourd'hui bien plus rationnel, celui d'un tunnel percé bien au-dessous du fond de la mer et terminé, à chacune de ses extrémités, par une rampe accessible aux locomotives et raccordant ce souterrain avec les lignes ferrées françaises et anglaises.

L'avancement assez rapide des deux grands tunnels des Alpes, les puissants moyens d'aération récemment inventés, démontrent que malgré l'excessive longueur, environ 50 kilomètres, de ce souterrain sous la Manche, en y comprenant ses deux rampes d'accès, il pourrait être achevé en peu d'années.

La percée du Gothard, longue de près de 15 kilomètres doit être achevée dans l'espace de huit ans. Le souterrain de la Manche, creusé dans une roche beaucoup plus tendre, que les outils d'acier entament avec facilité, pourra très-probablement, malgré une longueur triple, se terminer en un temps relativement très-court, à dater du jour où commenceront les travaux définitifs; climat plus doux, moyens d'abord plus commodes, prix des matériaux moins élevé, tout est beaucoup plus facile au bord de la mer qu'à une hauteur voisine de celles des neiges éternelles où les intempéries de l'hiver occasionnent parfois des retards obligatoires.

La mer, dans le détroit de la Manche, est peu profonde. La ligne de plus grande profondeur ne donne aucun sondage qui dépasse 58 mètres, tandis que dans le lac Léman, la sonde peut descendre jusqu'à 330 mètres. Quelques édifices de l'Europe,