

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 5/6 (1885)
Heft: 3

Artikel: Die Ursache der Abrutschungen beim Fort de l'Ecluse auf der Eisenbahnlinie der P.-L.-M.-Bahn zwischen Bellegarde und Genf
Autor: Züblin, E.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-12835>

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: 06.04.2026

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

den Bremsbacken verkleinert. Findet weiterhin keine Aenderung des Reibungswiderstandes zwischen Backen und Scheibe, und auch keine solche der Kraft statt, so kommt der Bremshebel in einer neuen Lage zur Ruhe. Bei steten Schwankungen der betreffenden Kräfte dagegen spielt der Hebel um eine Mittellage hin und her.

Eine etwas umständliche Construction ist zur Anbringung des Gegengewichtes nöthig geworden. Die localen Verhältnisse zwangen nämlich dazu, die Rolle, über welche die das Gegengewicht tragende Schnur geführt werden musste, sehr nahe an den Brems her zu legen. Wäre nun die Schnur, wie es sonst allgemein geschieht, fest an dem einen Bremsbacken befestigt worden, so hätte sie bei einem Ausschlage des Bremshebels nach der einen oder anderen Seite ein bedeutendes Drehmoment auf den Brems ausgeübt und die Zuverlässigkeit der Versuche wesentlich vermindert. Es musste also dafür gesorgt werden, dass die Richtung des Zuges dieser Schnur bei jeder Stellung des Bremshebels durch die Drehachse hindurch geht. Zu diesem Zwecke ist an dem rechten Bremsbacken eine gebogene Schiene *n* angeschraubt, welche an ihrer inneren Fläche genau concentrisch mit der Bremscheibe ausgefräst ist. An diese Fläche legt sich eine mit Rändern versehene Rolle *o* an. Um diese, zur Verminderung der Widerstände bei ihrer Bewegung, möglichst gross machen zu können, wurde innen ein Theil ihres Umfanges weggeschnitten. Die Rolle wird von einer die Schiene umgreifenden Gabel *p* gehalten, an welcher die das Gegengewicht tragende Schnur *q* befestigt ist. Bei Schwankungen des Bremses rollt die Rolle auf der Schiene hin und her, so dass die Richtung der Schnur immer genau durch die Drehachse gehen würde, wenn nicht die Rolle in Folge der Reibungswiderstände und ihrer etwas gross ausgefallenen Masse einige Trägheit zeigen würde. Bei stärkeren Schwankungen des Bremshebels gleichen sich aber diese Störungen jedenfalls zum grössten Theile aus, und bei fast ruhig stehendem Brems stellt sich die Rolle in Folge der stets vorhandenen kleinen Erschütterungen des ganzen Bremses immer rasch richtig ein. Die Functionirung dieser Angriffsvorrichtung des Gegengewichtes kann also immerhin als befriedigend bezeichnet werden.

Was die Wirkung der Selbstregulirung anbetrifft, so ist es nur bei den *kleinsten* Bremshebelbelastungen gelegentlich nöthig gewesen, ununterbrochen von Hand nachzureguliren, während der Brems in anderen dieser Fälle sich selbst überlassen werden konnte. Ich habe noch nicht mit Sicherheit feststellen können, woher diese Verschiedenheit rührt. Uebrigens ginge mit steilerem Gewinde an der Regulirschraube *k* nachzuhelfen, wodurch eine energisichere Einwirkung der letzteren bewirkt würde. Dabei dürfte aber die Steilheit des Gewindes doch nicht zu gross genommen werden, sonst würde die Kraft zur Drehung der Schraube auch zu sehr anwachsen; die Schraube würde sich gar nicht mehr drehen, sondern den Brems festhalten. Sollte bei etwas steilerem Gewinde für einzelne Versuche die Energie der Einwirkung der Regulirschraube verringert werden, so wäre nur nöthig, den Stift *l* weiter aus dem Kopf von *k* herauszuziehen, so dass die Befestigungsdrähte *m* an einem längeren Hebelsarme angreifen würden.

Bei grösseren Bremsbelastungen, bis fast zu den grössten jedesmal überhaupt erreichbaren, stand der Bremshebel bisher stets *beinahe vollkommen still*. Eine kleine Drehung an den Muttern der Schrauben *g* bewirkte eine entsprechende Bewegung des Bremshebels, bis derselbe durch die entgegengesetzte Einwirkung der Regulirschraube *k* in einer neuen Lage zur Ruhe kam. Schwankungen des Druckes hatten sofortige kleine Aenderungen der Geschwindigkeiten der Turbinen zur Folge, die leicht an der sich auch ändernden Tonhöhe des Geräusches beim Arbeiten erkannt werden konnten. Den Brems beeinflussten dieselben um so weniger, je grösser seine Belastung war. Die Beeinflussung war aber eine verschiedene; manchmal folgte der Hebel dem Drucke, in anderen Fällen bewegte er sich im entgegengesetzten Sinne. Es hängt das wahrscheinlich mit verschiedener starker Schmierung der Reibungsflächen zusammen. Auffallend war

noch, dass bei den grösseren Belastungen oft während mehrerer aufeinanderfolgender Versuche die Schrauben *g* theils gar nicht, theils doch nur sehr wenig angezogen werden mussten. Da die Versuche sich stets mit wachsender Bremsbelastung folgten, so lässt sich diese Erscheinung vielleicht durch eine zunehmende Erwärmung der Bremscheibe erklären.

Wären die Belastungen des Bremses bis nahe an ihre obere Grenze gesteigert worden, so fing der Bremshebel wieder an zu schwanken, doch nie so stark, dass irgend welche Regulirung von Hand nöthig geworden wäre.

Die Geschwindigkeitsgrenzen, innerhalb welcher dieser Brems arbeitet, sind sehr bedeutende, da ich vom Leer gange beginnend seine Belastung in gleichen Intervallen steigere, bis die Turbinen stehen bleiben. Die grösste, noch gebremste Umdrehungszahl übersteigt, wie schon erwähnt, 1000 in der Minute. Auf der anderen Seite konnte ich auch bis gegen 30 Umdrehungen hinuntergehen. Die Wirkung des Bremses muss daher als eine zufriedenstellende bezeichnet werden. Jedenfalls hat derselbe die in ihn gesetzten Erwartungen reichlich befriedigt. Die Abnutzung der reibenden Flächen ist bis jetzt eine nur sehr geringe.

Zürich, Januar 1885.

Prof. A. Flieger.

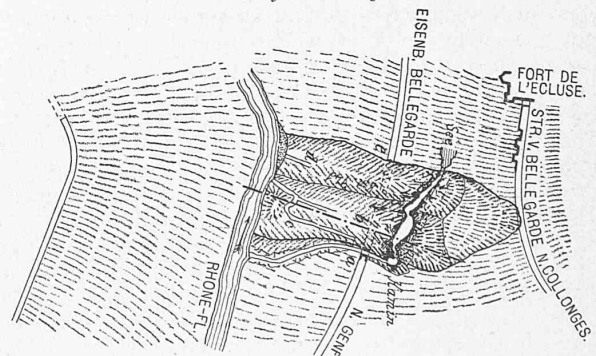
Die Ursache der Abrutschungen beim Fort de l'Ecluse auf der Eisenbahnlinie der P.-L.-M.-Bahn zwischen Bellegarde und Genf.

Von Ingenieur E. Züblin in Lausanne.

Es war Ende des Monates December 1882, als während mehreren Tagen unaufhörlich dauernder Regen Rutschungen der Bahnanlagen an verschiedenen Orten in der Schweiz verursachte, ohne jedoch ernstlichere Betriebsstörungen herbeizuführen. An der Linie Bellegarde-Genf der Paris-Lyon-Mittelmeer-Bahn jedoch führten die am Neujahr 1883 noch andauernden starken Niederschläge zu Abrutschungen an der Berglehne auf dem rechten Rhoneufer beim Fort de l'Ecluse (circa 11 km von der schweizerischen Grenze entfernt), deren enorme Dimensionen eine zweimonatliche vollständige Unterbrechung des Bahnbetriebes zur Folge hatten.

Abrutschungen beim Fort de l'Ecluse

am 6. Januar 1883.



Situationsplan im ungefähren Masstabe von 1:500.

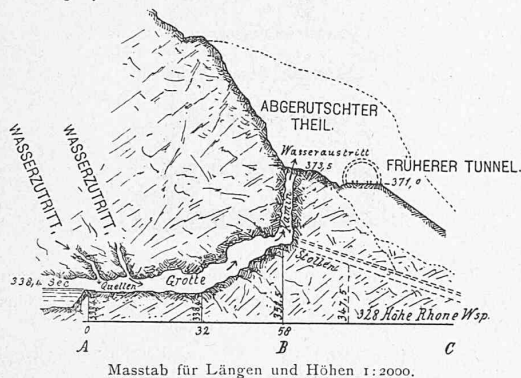
Das Ereigniss und die Art der Abrutschung sind in Bd. I Nr. 10 dieser Zeitschrift vom 10. März 1883 beschrieben worden und wir verweisen daher auf die damalige Darstellung und die darin enthaltenen Skizzen erwähnter Rutschungen, behufs Vervollständigung nachstehender Mittheilungen über die erst jüngst aufgefundenene Ursache dieser Terrainbewegungen. Schon damals wurde in dem besagten Artikel angedeutet, die Ursache der circa 1 000 000 m³ betragenden Abrutschungen (einen dabei gänzlich verschwundenen gemauerten ca. 50 m langen Tunnel mit inbegriffen) sei auf zu starkes Anschwellen und daheriges Ueberlaufen unterirdischer Wasserläufe zurückzuführen und es sei deshalb das einzige Mittel rationeller Consolidirung der Berglehne in der Anlage zweckmässiger Entwässerungen mittelst Stollen zu suchen.

Die Ingenieure der P.-L.-M.-Bahn griffen auch sofort zu diesem Mittel, nachdem sie vorerst die unregelmässige Abrutschungsböschung mittelst grossartigen Sprengungen von losem Gesteine gesäubert und in provisorischer Weise regulirt, ferner an Stelle des abgerutschten Tunnels des Fort de l'Ecluse (141 km) eine Dammschüttung von circa 40 m Höhe behufs provisorischer Circulation der Züge hergestellt hatten.

Letztere Arbeiten bedürfen der Erwähnung der eigenthümlichen Mittel wegen, deren man sich behufs der Consolidirung bediente, um möglichst rasch den Verkehr mit Güterzügen wieder eröffnen zu können.

Da die in Folge der Abrutschung sich gebildete Böschung bergwärts sehr steil, und da keine Zeit vorhanden

Längensprofil der unterirdischen Grotte nach A. B. C.



war, dieselbe in regelmässiger Weise auszuführen und zu bekleiden, so beschränkte man sich darauf, die schlechtesten und steilsten Mergelpartien mittelst Ziegelsteinmauerwerk trocken (0,30—0,40 m dick) zu verblenden und so dem Einflusse von Frost und Regen zu entziehen. Der gesammte übrige Theil dieser durch die Abrutschung gebildeten Böschung wurde mit einer wenige mm dicken Theerschicht überzogen, ebenso die vorerwähnten Ziegelmauerverkleidungen.

Dieser Theerüberzug sollte dazu dienen, die Infiltration des Regenwassers zu verhindern, resp. dessen rascheres Abfließen auf den durch den Theer geglätteten Böschungsfächen zu bewerkstelligen. Da die Böschung sich 25—30 m hoch über das Schienengeleise erhebt und deren Länge wol ca. 70 m beträgt, so bediente man sich einer Druckpumpe mit Spritze, um den erwähnten Theerüberzug auf die Böschungsfäche zu bringen. — Auf den im Zuge die Stelle passierenden Reisenden macht die hohe schwarze Wand einen eigenthümlichen, recht düsteren Eindruck. — Immerhin soll der Zweck der Verhinderung der Infiltration des Regenwassers und der Verminderung der Witterungseinflüsse auf die rohe Böschung zur Zufriedenheit der Bauleitung erreicht, mit anderen Worten dadurch ein momentaner Ersatz für die Andeckung oder Verkleidung derselben gefunden worden sein. Kleinere locale Abrutschungen, die sich seither in der Böschung bildeten, wurden immer wieder auf's Neue mit Theer bespritzt und überzogen. Von der Wärme und den hohen Temperaturen im vergangenen Sommer hat die Theerbekleidung nicht gelitten. Die betreffende Böschung ist aber auch den directen Sonnenstrahlen, bei der geringen Breite der Thalschlucht, nicht auf lange Dauer ausgesetzt. Sofort nach Beendigung der Dammschüttung auf 40 m Höhe wurde der Oberbau gelegt und zwar, der unvermeidlichen Dammsetzungen wegen, auf einem Roste, gebildet aus drei übereinander liegenden Lagen von Schwellen, eine dicht neben die andere und abwechselnd in der Längs- und Querrichtung zur Bahnaxe gelegt, wozu natürlich nur halbwerthige Schwellen verwendet wurden.

Erst nach Vollendung dieser Arbeiten, resp. nach Wiederaufnahme des Betriebes im März 1883 begann man mit der Anlage der Entwässerungstollen.

Dieselben, meistens mit eiförmigem Profile, 1,50—2,0 m hoch und 1,0—1,50 m breit, gemauert oder in Beton erstellt,

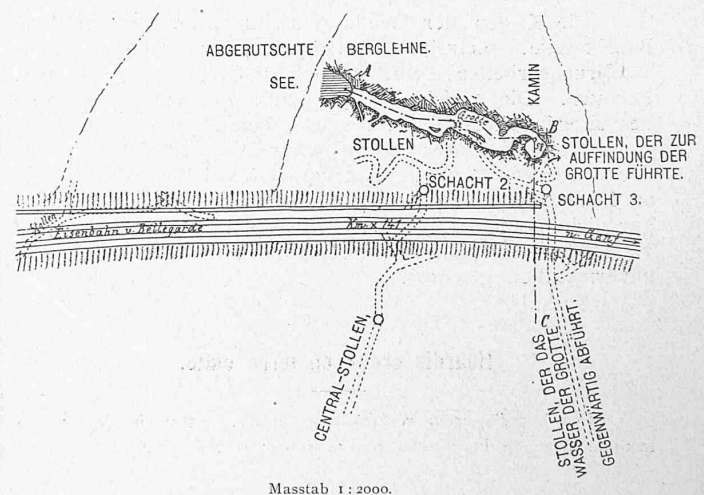
wurden in grossem Masstabe, nebst den nöthigen Uferschutzbauten der Rhone entlang, in Angriff genommen. Sie waren Anfangs November 1884 so zu sagen vollendet, ohne dass man von deren Wirkung so recht befriedigt war, indem fortwährend sich noch kleinere Terrainbewegungen fühlbar machten.

Man hatte auch in den bisher getriebenen ca. 1500 lfd. m messenden Stollen verhältnissmässig wenig Wasser gefunden. — Da war es einem glücklichen Vorstosse eines ca. 14 m langen Seitenstollens von Schacht 3 aus vorbehalten, die directe Ursache der bisherigen Rutschungen an den Tag zu bringen. Mitte November 1884 traf man mit besagtem Seitenstollen auf eine natürliche, im Kalkstein befindliche Felsenhöhle, die sich kaminartig in die Höhe zog und gleichzeitig auch in die Tiefe sich verlängerte. Bei näherer Untersuchung fand man, dass sich am Ende des Stollens (Höhe 351,50) ein natürliches Kamin bis an die Erdoberfläche (Höhe 373,5), also auf 22 m Höhe, gebildet hatte. Die Wandungen desselben waren ganz polirt von der Reibung der durch das Wasser in demselben in drehender Bewegung gehaltenen Steine; letztere alle, grosse und kleine, hatten vollkommen sphärische Gestalt angenommen und waren glatt abgerieben.

Die Ausmündung dieses Kamines ist in halber Höhe des früheren, nun verschwundenen Tunnels und verursachte den früher im Tunnel vorhandenen, häufig wechselnden Wasserzudrang, den man sich nie erklären konnte.

Ein noch interessanteres Resultat ergab die Untersuchung der Höhle vom Ende des Stollens aus in der Tiefenrichtung. Hier stiess man am Ende eines häufig im Profile wechselnden, etwa 60 m langen und 13 m tiefen, beinahe parallel zur Bahnaxe sich hinziehenden Ganges auf einen förmlichen kleinen See, dessen Länge noch nicht ermittelt werden konnte, dessen Tiefe aber gleich in der Nähe des Ufers etwa 5,0 m beträgt; alles im Kalkfelsen. Dicht beim See und etwa 12 m vor demselben befinden sich in

Situationsplan der unterirdischen Grotte und der jetzigen Bahnanlage.



dem hier zur Grotte erweiterten Gänge je eine Felsenspalte, aus denen starke Quellen springen. Der Seewasserspiegel hat die Höhe 338,40, befindet sich somit etwa 10,40 m höher als derjenige der Rhone daselbst mit 328 m.

Im Gange und in der Grotte sind häufig Kalksintergebilde (Stalaktiten) vorhanden, was sich in der bis 7,0 m breiten Höhle hübsch ausnimmt. Der ganze Hergang der Rutschung ist durch Auffinden dieser unterirdischen Wasserläufe erklärt.

Wir haben es hier mit einem Syphon zu thun, dessen eine Seite die beiden Felsenspalten in der Grotte bilden, wo das Wasser zutritt, den See und den unterirdischen Gang anfüllt und schliesslich durch den Felsenkamin, welcher den andern Theil des Hebers bildet, ausfließt (vide Fig. 2). Je nachdem weniger oder mehr Wasser in der Grotte zutritt, hebt sich das Wasser im Kamin auf geringere oder

grössere Höhe, hier jeweilen durch die vorhandenen Felsenschrunden einen Abfluss thalabwärts findend. Bei dieser Bewegung im Kamine wurden die Steine kugelförmig abgedreht und gleichzeitig die Wandungen dadurch polirt. Am Ende oder auf dem Grunde des kleinen See's müssen ebenfalls kleinere Oeffnungen (Kluftrisse) im Felsen vorhanden sein, die das Ausfliessen geringer Quantitäten von Wasser gestatten. Das Sinken des Seewasserspiegels bei trockenen Zeiten lässt wenigstens hierauf schliessen.

Am Tage der grossen Rutschung stieg das Wasser von 338.40 bis auf 373.5 m der Höhe des Auslaufes des Kamines an der Erdoberfläche, d. h. 35.1 m hoch, was einem Drucke von etwa 3 1/2 Atmosphären entspricht, wobei die Wassermasse eine enorme gewesen sein muss; haben doch seitherige Wassermessungen im Stollen, wo das Wasser nunmehr abfliessen muss, bei Schneeschmelze 10—15 m³, d. h. 10 000 bis 15 000 l pro Secunde ergeben, welches Quantum bei der jetzigen directen Zuleitung in die Rhone und bei der demselben innewohnenden, grossen Geschwindigkeit im Stände ist, den Stromlauf des Flusses zu schneiden, resp. etwas zu stauen.

Man beabsichtigt nun, den See bis auf dessen Grund mittelst eines directen, neu herzustellenden Stollens zu entleeren (laut einer Mittheilung des Herrn Sections-Ingenieur Charbonnier, dem wir die vorstehenden Angaben, die Grotte betreffend, sowie die Besichtigung derselben zu verdanken haben). Durch eine derartige Ableitung der unterirdischen Wasserläufe ist natürlich die Gefahr weiterer Rutschungen gründlich beseitigt und es werden dadurch auch die verschiedenen Projecte als da sind: Verlegung der Bahnlinie beim Fort de l'Ecluse auf das linke Rhoneufer, oder mittelst eines langen Tunnels unter dem Fort hindurch, ferner: gänzliche Aufgabe der bestehenden Linie zwischen dem Credotunnel und Genf und daherige directe Verbindung der Bellegarde-Evian-Linie mit der Stadt Genf, zu Grabe getragen. Besagte Projecte wurden vor dem Auffinden des von der Natur gebildeten Syphons erstlich in Erwägung gezogen, seither aber machen sie nicht mehr von sich reden.

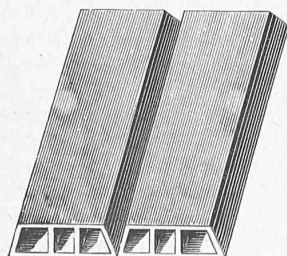
Die Kosten der Wiederherstellung der abgerutschten Bahnstrecke, inclusive Beendigung der nöthigen Consolidierungsarbeiten, dürften sich auf ca. 1 500 000 Fr. belaufen. Die gleiche Summe wurde wohl auch in Folge des unterbrochenen Betriebes eingebüsst.

Wäre erwähnter unterirdischer Wasserlauf früher entdeckt worden, so würde man voraussichtlich ca. 200 000 Fr. an Bauarbeiten erspart haben; hätte man den Syphon aber gar nicht gefunden, so wären eine der erwähnten Linienverlegungen und dadurch einige Millionen Franken Mehrkosten unvermeidlich gewesen.

Hourdis creux en terre cuite.

Les hourdis creux représentent certainement un important perfectionnement de la construction moderne; qu'ils soient exécutés en

Fig. 1.



Longueur de 55 à 70 cm. Largeur à la base de 20 cm. Hauteur de 10 cm.

terre cuite ou en plâtre, et quelles que soient les dispositions particulières employées par les inventeurs, ce système de hourdis offre de notables avantages sur les anciens hourdis, au point de vue de la légè-

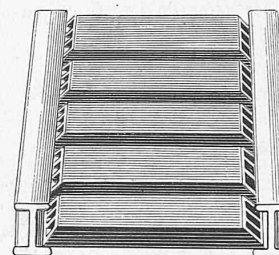
reté et de l'insonorité principalement. D'ailleurs, ils sont devenus à présent, d'usage assez répandu dans le bâtiment.

Le système connu sous le nom de hourdis Perrière consiste en pièces de terre cuite évidées dans leur longueur, que l'on pose sur l'aile inférieure des fers à T (fig. 1 et 2). La longueur des pièces peut varier selon l'écartement des solives, depuis 0,55 m jusqu'à 0,70 m, de centimètre en centimètre.

Pour la construction ordinaire, les extrémités de la pièce sont sans entailles et reposent simplement sur le fer. Si l'on veut que le hourdis arase le dessous du fer, on emploie des pièces dont les extrémités sont entaillées sur une épaisseur égale à l'épaisseur de l'aile du fer.

On se rend compte aisément que la mise en place des pièces est des plus simples; on rejointoie ou au plâtre ou au ciment.

Fig. 2.



Comme élément décoratif, le hourdis en terre cuite vernie ou émaillée est susceptible de jouer un rôle assez important. Plus n'est besoin alors de vernis, de peinture ou d'enduit.

Le mètre carré de hourdis du système Perrière pèse environ 50 kg; sa résistance à la charge peut être évaluée audessus de 2 000 kg per mètre carré, ainsi qu'il résulte d'expériences faites au Conservatoire des arts et métiers.

La nature de la terre employée à la confection des pièces de hourdis n'est pas indifférente à leur solidité; les fabricants, MM. Derain et Dinz emploient pour cet usage des marnes argileuses très riches en fer.

Le mètre superficiel de hourdis droits, avec ou sans entailles coûte, à Châlon-sur-Saône: 2 fr. 50; émaillés, le prix est le triple du prix ci-dessus. [La Semaine des Constructeurs]

Statistik

der eidgenössischen polytechnischen Schule in Zürich

(Wintersemester 1884/85).

Abtheilungen der polytechnischen Schule.

I. Bauschule	umfasst gegenwärtig	3 1/2	Jahreskurse
II. Ingenieurschule	" "	3 1/2	"
III. Mechanisch-technische Schule	" "	3	"
IV. Chemisch-technische Schule	" "	2	"
VA. Forstschule	" "	3	"
VB. Landwirthschaftliche Schule	" "	2 1/2	"
VI. Fachlehrer-Abtheilung	" "	4	"

I. Lehrkörper.	Abtheilung						Summa
	I	II	III	IV	VA	VB	
Professoren:							
1. speciell für Fachschulen . . .	7	4	5	3	3	3	7 50 (49)
2. für Naturwissenschaften . . .	—	—	—	—	—	—	
3. für mathematische Wissenschaften	—	—	—	—	—	—	
4. für Sprachen und Literaturen etc.	—	—	—	—	—	10	
Privatdocenten	—	—	—	—	—	—	38 (44)
Hülflehrer und Assistenten:							
1. speciell für Fachschulen . . .	—	2	2	5	—	4	1 10 (15)
2. für darstellende Geometrie . . .	—	—	—	—	—	2	
3. für Astronomie	—	—	—	—	—	—	
4. für Botanik	—	—	—	—	—	1	
5. für Mathematik	—	—	—	—	—	1	
6. für Physik	—	—	—	—	—	1	
Gesamtzahl des Lehrpersonals	—	—	—	—	—	—	99 (98)

(8 Privatdocenten sind zugleich als Assistenten und Hülflehrer thätig.)