

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 7/8 (1886)
Heft: 8

Artikel: Versuche mit Gasmaschinen
Autor: Fliegner, Albert
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-13597>

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: 13.03.2025

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

INHALT: Versuche mit Gasmaschinen. Von Prof. Alb. Fliegner.
 — Concurrenz für eine höhere Töchterschule in Lausanne. — Pilatus-
 Bahn. — Patentliste. — Miscellanea: Application du système Abt. —

Concurrenzen: Lagerhaus in Frankfurt a. M. — Vereinsnachrichten:
 Stellenvermittlung.

Versuche mit Gasmaschinen.

Von *Albert Fliegner*, Professor der theoretischen Maschinenlehre
 am eidgenössischen Polytechnikum.

Die nachstehend mitgetheilten Versuche sind im Ver-
 laufe des vorigen Jahres (1885) mit drei verschiedenen Gas-
 maschinen angestellt worden und zwar mit

A., einem vierpferdigen Motor von *F. Martini & Co.* in
 Frauenfeld,

B., einem zweipferdigen Motor derselben Fabrik,

C., einem zweipferdigen Motor der Gasmotorenfabrik *Deutz*.

Der *Martini'sche* Motor findet sich in der „Eisenbahn“
 1882. XVI, S. 44 und 45 abgebildet und beschrieben. Der
Deutzer Motor ist in der Literatur schon so vielfach besprochen
 worden, dass hier eine Quellenangabe unterlassen werden
 kann. Beide Maschinen arbeiten übrigens mit Compression
 vor der Explosion.

Die Anzahl der in Folge Einwirkung des Regulators
 aussetzenden Füllungen wurde bei *A* und *C* durch öfteres
 Abzählen während des Versuches bestimmt. Die Zahlen in
 Zeile 13 der Tabelle geben daher für diese beiden Motoren
 nur angenäherte Werthe. Bei *B* konnte dagegen die Anzahl
 der Füllungen durch einen besonderen Tourenzähler genau
 ermittelt werden.

Der *Regulator* wirkte gewöhnlich in normaler Weise.
 Bei einem Versuche, *C*, 5, war er etwas stärker belastet,
 wenn auch nur wenig; während er bei *B*, 12 und *C*, 8 ent-
 lastet wurde, um einen langsameren Gang der Maschine zu
 erhalten. Der Hauptversuch 3 mit *B* sollte Sicherheit
 gegen jedes Aussetzen von Füllungen bieten, zu welchem
 Zwecke der Regulator unterbunden werden musste, so dass
 er überhaupt nicht mehr einwirken konnte. Eine für diese
 Maschine ungünstige Folge hiervon war ihr etwas zu rascher
 Gang: 172,2 Umdrehungen in der Minute anstatt nur 160.
 Dazu kam noch, dass bei der unmittelbar vor den Ver-

Tabelle I.

1. Bezeichnung des Motors	A			B												C							
	Juni			October						October						October							
2. Datum d. Versuches, 1885, Monat	22.	22.	23.	10.	10.	10.	26.	26.	26.	27.	27.	27.	28.	28.	28.	16.	14.	14.	14.	15.	16.	15.	16.
3. Datum d. Versuches, Tag	22.	22.	23.	10.	10.	10.	26.	26.	26.	27.	27.	27.	28.	28.	28.	16.	14.	14.	14.	15.	16.	15.	16.
4. Nummer des Versuches .	1.	2.	3.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
5. Versuchszeit Minuten	57,36	44,94	129,0	60,0	30,0	30,0	30,0	30,1	30,0	30,0	30,0	30,0	22,3	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	30,0	60,0	30,0	30,0	30,0
6. Hebelsarm der Bremsbe- lastung mm	816	816	833	716	716	716	716	716	716	716	716	716	716	716	716	757	757	757	757	757	757	757	757
7. Grösse der Bremsbe- lastung kg	7,18	5,04	19,98	13,27	13,77	11,35	0	4	7	10	12	13	13,3	11	7	0	4	7	10	12,5	13	13,8	13
8. Anzahl der Umdrehungen in 1 Minute	161,5	161,7	172,1	175,3	166,5	178,0	183,3	180,0	177,4	176,4	178,0	156,7	157,7	172,2	141,9	184,6	184,1	182,2	180,9	185,0	180,0	155,8	132,0
9. Bremsarbeit in Pfer- destärken	1,048	0,928	3,930	2,325	2,2,2	1,821	0	0,733	1,241	1,700	2,135	2,037	2,097	1,893	0,993	0	0,778	1,348	1,912	2,444	2,474	2,273	1,814
10. Stündlicher Gasconsum im Ganzen /	271,0	270,3	486,0	255,8	263,0	228,0	118,6	193,8	220,0	240,7	240,8	221,2	258,8	233,3	134,6	71,8	142,0	182,0	221,6	274,6	270,6	250,0	206,8
11. Stündlicher Gasconsum für die Hilfsflammen . /	98	107	153	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98	80	82	76	79	78	80	86
12. Stündlicher Gasconsum im Ganzen pro 1 Ne /	258,5	291,2	123,7	110,0	114,8	125,2	∞	264,5	177,2	136,7	112,8	108,6	123,4	123,2	135,5	∞	182,4	135,0	115,9	112,3	109,4	110,0	114,0
13. Vom Regulator verhin- derte Füllungen %	28	—	0	—	0	—	61,2	31,0	16,3	12,9	3,5	0,4	0	4,2	33,6	71	50	33	20	2	2	0	6
14. Belastung des Regulators	norm.	norm.	unter- bunden	norm.	norm.	norm.	norm.	norm.	norm.	norm.	norm.	norm.	norm.	norm.	entlast.	norm.	norm.	norm.	norm.	belast.	norm.	norm.	entlast.
15. Ueberdruck in der Gas- leitung mm Wassersäule	21	—	25	—	—	—	26	26	26	—	—	—	19	27	—	im Mittel etwa 25							
16. Stellung des Gasbannes an der Maschine	—	—	—	—	—	—	26	26	25	25	—	—	26	24 1/2	—	stets ganz offen.							

Weiterhin sollen die drei Maschinen kurz durch die
 oben benutzten Buchstaben unterschieden werden.

In Tabelle I wurden die wichtigsten Versuchsergebnisse
 zusammengestellt, zunächst soweit, als sie sich auf die Bremsung
 und den Gasconsum beziehen. Zu dieser Tabelle müssen
 noch folgende Bemerkungen hinzugefügt werden:

Die Bremsung wurde mit einem selbstregulirenden
Brauer'schen Differentialbrems am Schwungrade selbst vor-
 genommen. Der Bremshebel stand bei *B* und *C* vertical,
 so dass sein Eigengewicht ausser Betracht gelassen werden
 konnte; bei *A* musste er dagegen geneigt angeordnet werden
 und es ist sein Drehmoment bei der Bremsbelastung mit
 berücksichtigt. In allen Fällen wurde die Lage des freien
 Endpunktes des Hebels durch zwei feste, in geringem gegen-
 seitigem Abstände angebrachte Anschläge fixirt. Der Brems
 wurde stets so angezogen, dass der Hebel zwischen diesen
 beiden Anschlägen oscillirte.

suchen vorgenommenen Reinigung ein Kolbenring locker
 geworden war und während der Versuche nicht mehr fest-
 gemacht werden konnte, was beim Arbeiten ununterbrochen
 kleine Schläge zur Folge hatte. Ohne diese Vergrößerung
 der Eigenwiderstände würde sich der Gasconsum gegenüber
 der Leistung günstiger gestellt haben. Auch war die Tem-
 peratur im Versuchsraume ziemlich hoch, unterhalb der
 Gasuhr zeigte das Thermometer im Mittel 27° Celsius.

Mit *B* und *C* konnten Versuchsreihen bei *regelmässiger*
zunehmender Bremsbelastung durchgeführt werden. Dabei
 zeigte sich, dass die Belastung nie bedeutend über die
 dem normalen Gange entsprechende gesteigert werden durfte.
 Brachte man eine zu grosse Belastung bei rasch gehender
 Maschine auf, so verlangsamte sich ihr Gang sofort, blieb
 dann manchmal längere Zeit ziemlich gleichförmig, weiter-
 hin nahm aber die Geschwindigkeit doch wieder ab, bis
 die Maschine schliesslich still stand. Aus diesem Grunde

musste der Versuch *B*, 10 schon vor der ursprünglich beabsichtigten Zeit von 30 Minuten abgebrochen werden. Mit entlastetem Regulator, aber natürlich kleinerer Bremsbelastung, konnte dagegen ein langsamerer Gang andauernd erhalten werden. Allerdings war derselbe merklich ungleichförmiger, weil das Schwungrad für grössere Geschwindigkeit berechnet ist. Auch wurden dabei stets einzelne Versager bemerkt.

Ein gleichförmiger Gang dieser Maschinen scheint hiernach nur bei normalem oder überlastetem Zustande des Regulators gesichert und bei einer Beanspruchung, bei welcher noch vereinzelt Füllungen aussetzen, so dass die

war die Kühlung eine stärkere, im ersten Falle absichtlich. Die Anordnung der Kühlvorrichtung gestattete aber keine bedeutende Veränderung der Kühlwassermenge, so dass sich der Einfluss der Stärke der Kühlung in den Versuchsergebnissen nicht bemerklich macht. Eine Messung der Kühlwassermengen und der Temperaturerhöhungen konnte nicht vorgenommen werden.

Eine weitere Discussion der Tabellenwerthe erscheint unnöthig. Nur darauf möge hingewiesen werden, dass der stündliche Gasverbrauch pro Bremspferdestärke beim günstigsten Gange in allen Fällen innerhalb der Grenzen liegt, welche auch durch anderweitige zahlreiche Versuche für

Fig. 1.

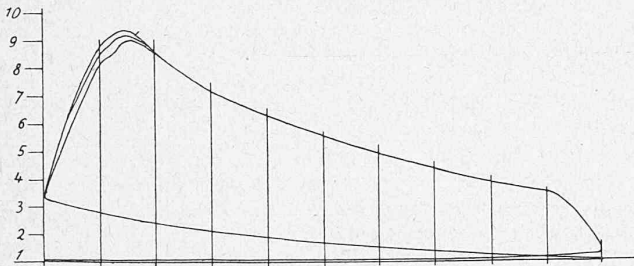


Fig. 3.

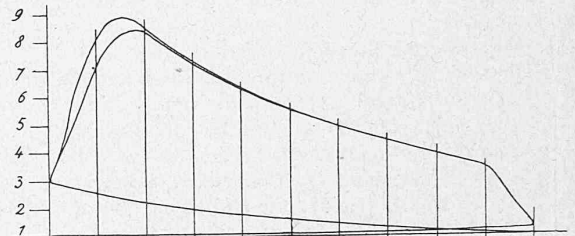


Fig. 2.

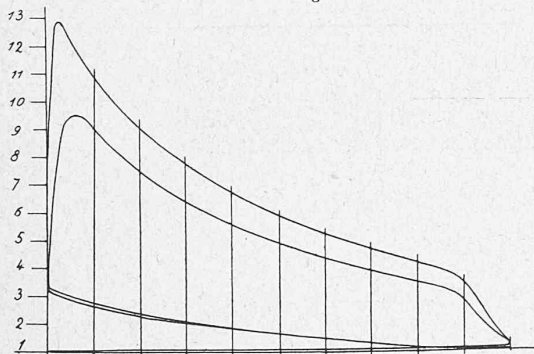


Fig. 4. *)

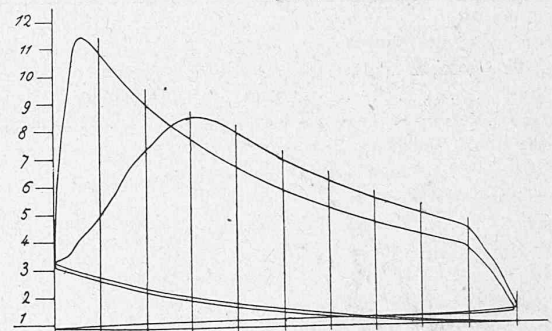


Fig. 5.

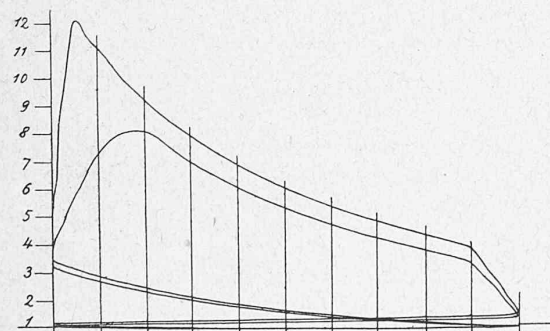
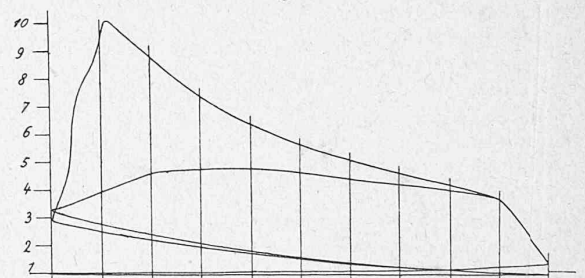


Fig. 6.



Maschine für zufällige Störungen des Beharrungszustandes eine kleine Arbeitsreserve besitzt.

Bei Maschine *C* wurde auch untersucht, wie weit beim Leergange der Regulator entlastet werden konnte. Es ergab eine

Entlastung um	3	3,5	4	4,5	5 kg
Umdrehungen	139	132	123	110	99

Die Umdrehungen sind mittlere; der Gang wurde aber mit zunehmender Entlastung immer ungleichförmiger. Bei 5 kg z. B. machte die Maschine unmittelbar vor einer neuen zu Stunde kommenden Füllung 10 Umdrehungen in 7 Sekunden, also in der Minute nur 85,7. Eine noch stärkere Entlastung hatte zur Folge, dass sich die Zündung nicht mehr in den Cylinder fortpflanzte; die Vermittlungsflamme erlosch zu früh.

Die Kühlung wurde meistens so eingestellt, dass man den vorderen Theil des Cylinders gerade noch mit der Hand berühren konnte. Nur bei den Versuchen *B*, 11 und *C*, 1

Gasmaschinen mit Compression vor der Explosion gefunden worden sind. Unter Berücksichtigung aller einschlagenden Verhältnisse erscheinen die drei untersuchten Maschinen in dieser Richtung auch unter sich ziemlich gleichwerthig.

Während des grösseren Theiles der Versuche wurden in regelmässigen Zwischenräumen von je fünf Minuten *Indicator*diagramme abgenommen, und zwar gewöhnlich während zwei bis drei aufeinanderfolgenden Spielen. Dieselben zeigen im Allgemeinen die bekannte Gestalt. Im Beharrungszustande stimmen die einzelnen Diagramme unter sich um so besser überein, je stärker die Maschine belastet ist, je seltener also durch den Regulator Füllungen ausgesetzt werden.

Die Figuren 1 bis 3 zeigen Indicatorcurven für den günstigsten Gang der Maschinen; 1 gehört zu *A*, 3; 2 zu *B*, 9; 3 zu *C*, 6. Bei *B*, 9 verliefen die meisten wie die

*) In dieser Figur ist die Scala links etwas zu hoch eingezeichnet.

beiden tiefer liegenden; Curven, wie die höhere, traten im Ganzen nur zweimal auf. In den Figuren 4 bis 6 sind einige Leergangdiagramme copirt, 4 *) und 5 zu B, 4, 6 zu C, 1 gehörend. In allen Fällen entspricht, wie eine getrennte Aufnahme der einzelnen Diagramme ergab, die flacher ansteigende Explosionscurve der früheren von mehreren aufeinanderfolgenden Füllungen. Bei C, 1 verlief eine erste Curve sogar vom Endpunkte der Compression aus fast genau horizontal.

Die Verschiedenheit der unter gleichen Verhältnissen abgenommenen Diagramme ist jedenfalls auf zwei Ursachen zurückzuführen. Da die bei jeder Füllung in den Cylinder gelangenden Mengen von Gas und Luft demselben nicht durch besondere, begrenzte Volumina zugemessen werden,

werden kann. Auch wird dadurch die Explosion verlangsamt. Die zweite Explosion findet besser erwärmte Wandungen vor, so dass sie einen angenähert normalen Verlauf der Diagrammcurve erzeugt. Folgt derselben noch eine dritte oder vierte, so werden die Wandungen immer wärmer, da die Kühlwassermenge auf einen mittleren Wärmeentzug eingestellt ist. Der Enddruck der Explosion muss daher mit jedem folgenden Spiele steigen.

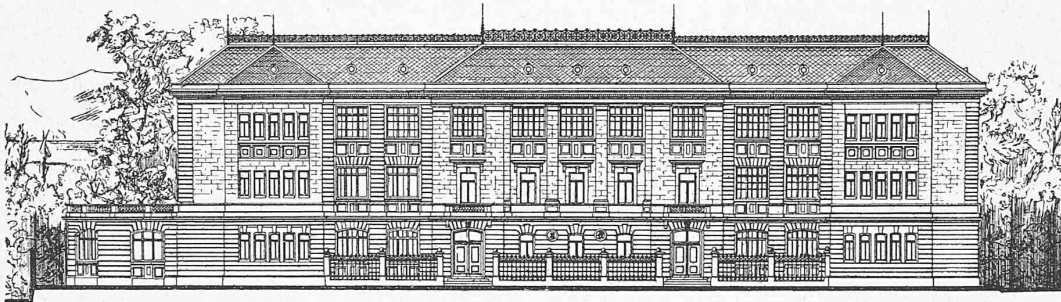
Eine Vergleichung der Diagramme der verschiedenen Maschinen lässt nur unwesentliche Abweichungen erkennen. Die bedeutendste ist das steilere Ansteigen der Explosionscurve bei Maschine B. In Folge desselben zeigt diese Maschine grössere Maximalpressungen; 12 Atmosphären Ueberdruck werden mehrmals überschritten, ein Diagramm steigt

Concurrenz für eine höhere Töchterschule in Lausanne.

Entwurf von *Léon Bétrix*, Architect in Lausanne.

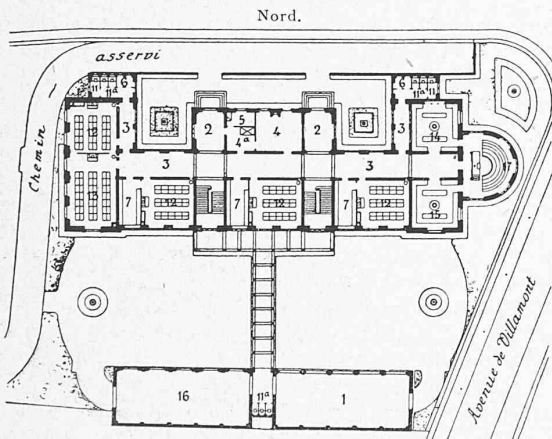
Dritter Preis. — Motto: „Lili“.

(Text auf Seite 50.)



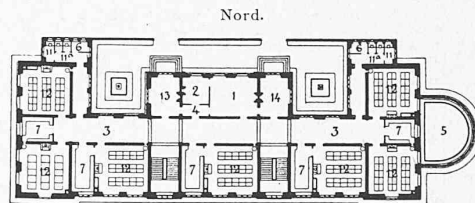
Hauptfàçade (Nord).

1 : 500.



Grundriss vom Erdgeschoss.

1 : 1000.



Grundriss vom ersten Stock.

1 : 1000.

Legende.

Erdgeschoss. 1. Gedeckter Hof. 2. Eintritt. 3. Corridor. 4. Loge des Abwärts. 4a. Wohnung des Abwärts. 5. Küche. 6. Lavabos. 7. Garderobe. 11. Abort. 11a. Abort für die Schülerinnen. 12. Classenzimmer für 30 Schülerinnen. 13. Classenzimmer für 42 Schülerinnen. 14. Chemiezimmer. 15. Physikzimmer. 16. Turnsaal. 17. Hörsaal für Physik und Chemie.

Erster Stock. 1. Director. 2. Arzt. 3. Corridor. 4. Vorzimmer. 5. Terrasse. 11. Abort. 11a. Abort für die Schülerinnen. 12. Classenzimmer für 30 Schülerinnen. 13. Lehrerzimmer. 14. Lehrerinnenzimmer.

so ist in erster Linie zu erwarten, dass das Gemenge nicht allemal genau gleich zusammengesetzt ist. Daher müssen die Zeiten für die einzelnen Explosionen und die bei denselben verfügbar werdenden Wärmemengen kleine Unterschiede zeigen, und mit ihnen auch die Explosions- und Expansionscurven. Bei geringer Beanspruchung der Maschine tritt hierzu aber noch ein anderer, weit einflussreicherer Umstand, nämlich die verschiedene Temperatur der Cylinderwandungen. So lange der Regulator ein Einströmen von Gas in den Cylinder verhindert, findet keine Explosion und keine Wärmeproduction statt, während das Kühlwasser ununterbrochen weiter um den Cylinder strömt. Die Wandungen müssen sich daher während dieser Zeit unter ihre mittlere Temperatur abkühlen. Bei der ersten Explosion muss in Folge dessen ein grösserer Theil der frei werdenden Wärmemenge in die kalten Wandungen übergehen, der dann natürlich nicht mehr auf Druckerhöhung ausgenutzt

sogar bis 13,7 Atmosphären. Bei den beiden andern Maschinen ist der höchste Druck nur ausnahmsweise, und auch dann nur wenig grösser, als neun Atmosphären Ueberdruck. Der Grund dieser Abweichung liegt wahrscheinlich in der Steuerung; bei Maschine B wird die Vermittlungsflamme schon etwas vor dem toden Punkte der Kurbel in den Cylinder hineinzuschlagen beginnen. Mit einem höheren Enddrucke der Explosion ist aber durchaus nicht immer auch eine grössere Arbeit verbunden, da dann häufig, wie z. B. in Fig. 4, die Expansionscurve rascher sinkt. Die Diagramme zeigen ausserdem auch einen ungleich frühen Beginn des Vorausströmens, wenn auch nicht so regelmässig. Maschine C scheint in dieser Richtung in der Mitte zu stehen. Bei allen Diagrammen fängt aber die Expansionscurve schon an, in die Ausströmungcurve überzugehen, wenn der Kolben ungefähr 90 % seines Weges zurückgelegt hat. Diagramme fast ohne alles Vorausströmen, wie sie in der oben angegebenen Quelle über den *Martini'schen* Motor mitgetheilt sind, zeigten sich bei diesen Versuchen nicht.

*) In dieser Figur ist die Scala links etwas zu hoch eingezeichnet.

Die umfangreichere Indicing der untersuchten Maschinen wurde in der Hoffnung durchgeführt, dass aus den Diagrammen vielleicht Schlüsse über den ganzen Process, namentlich über die noch streitige Frage des „Nachbrennens“ möglich werden würden. Diese Hoffnung ist aber nicht in Erfüllung gegangen. Die bei einer bestimmten Belastung der Maschine abgenommenen Diagramme zeigen zu grosse gegenseitige Unterschiede, und ihre Anzahl ist zu klein. Daher lassen die für die einzelnen Belastungen berechneten mittleren Diagramme keinerlei Regelmässigkeit in ihrem Verlauf erkennen. Zur Auffindung einer etwaigen Gesetzmässigkeit in dieser Richtung müssten jedenfalls alle Explosionen continuirlich aufgezeichnet werden. Einige zufällig herausgegriffene Diagramme genügen dazu nicht.

Bei dem Hauptversuch 3 mit dem Motor *A* sollte auch die angesaugte Luftmenge mit einer Gasuhr gemessen werden. Trotz bedeutender Grösse dieser Uhr und trotz Einschaltung eines allerdings nicht besonders grossen Reservoirs zwischen Uhr und Maschine gelang das aber nicht. Die Gasuhr liess die Luft nicht hinreichend rasch durch, so dass die Maschine überhaupt nicht in Gang kam. Versuche mit dem kleineren Motor *B* zeigten gleichfalls, dass die Messung der Luftmenge während des normalen Ganges nur mit einem sehr grossen abgeschlossenen Raume zwischen Uhr und Cylinder möglich sein würde. Ein so grosser Raum liess sich aber nicht herstellen.

Dagegen war es bei dem Versuch *A*, 3 möglich, die Explosionsproducte chemisch zu analysiren. Herr Prof. Dr. Lunge hatte zu diesem Zwecke mit freundlicher Bereitwilligkeit seinen Apparat für Rauchgas-Analysen, einen verbesserten Orsat, zur Verfügung gestellt. Die Analysen selbst wurden von seinem damaligen Assistenten, Herrn Burkhardt, während der Versuche ausgeführt.

Der benutzte Apparat gestattet die Bestimmung von Kohlensäure, Sauerstoff, Kohlenoxyd und Wasserstoff. Der Rest besteht aus Stickstoff. Allerdings ist es nicht ausgeschlossen, dass vielleicht Bestandtheile des Leuchtgases in ihrer ursprünglichen Form unverbrannt abströmen und bei der Analyse mit dem Stickstoff zurückbleiben. Das könnte in erster Linie mit dem schwerer entzündlichen Methan der Fall sein, und es soll daher bei der nachfolgenden Rechnung darauf Rücksicht genommen werden. (Forts. folgt.)

Concurrenz für eine höhere Töcherschule in Lausanne.

(Zeichnungen auf Seite 49.)

Mit heutiger Nummer schliessen wir unsere Veröffentlichungen über diese Concurrenz, indem wir auf Seite 49 die Hauptfacade und die beiden Haupt-Grundrisse des, ähnlich wie der Schneider & Hodler'sche Entwurf, mit einem dritten Preise bedachten Projectes von Architect Léon Batrix in Lausanne zur Darstellung bringen.

Pilatus-Bahn.

Die seit ungefähr einem Jahr schwebende Angelegenheit der Erbauung einer Zahnradbahn von Alpnach-Stad am Vierwaldstätter-See auf den Pilatus ist in den letzten Tagen zu so definitiver Gestaltung gelangt, dass es nunmehr möglich ist, über dieses, in vielen Beziehungen höchst interessante Project genauere Angaben zu machen.

Wie den Lesern dieser Zeitschrift nicht unbekannt ist, haben die Herren Locher & Co. und Eduard Guyer-Freuler in Zürich am 16. April 1885 das Concessionsgesuch für eine Zahnradbahn auf den Pilatus eingereicht und es ist diesem Gesuche am 24. Juni gleichen Jahres durch Bundesbeschluss entsprochen worden. Damals war jedoch die technische Seite des Projectes noch nicht vollkommen abgeklärt. Seither wurden von den Concessionären einlässliche

und sorgfältige Untersuchungen hierüber angestellt, die gegenüber dem ursprünglichen Projecte ganz erhebliche Verbesserungen zur Folge hatten. Nach dem früheren Project sollte der Oberbau aus einem von unten bis oben durchlaufenden, alle fünf Meter unterstützten kastenförmigen Balken von Stahl, circa 600 mm hoch und 300 mm breit, bestehen. Die obere Fläche dieses Balkens war als zweitheilige Zahnstange mit schiefen Zähnen gedacht, auf welchen die Zahnräder der Locomotive und der Wagen laufen. An den untern Kanten der Seitenflächen des durchlaufenden Balkens sollten kleine Laufschiene zur seitlichen Führung der Fahrzeuge dienen. Die einzelnen Balkenstücke sollten durch seitliche Latten mit einander verbunden und durch je zwei eiserne Säulen mit Streben und einer Zugstange in der Achsrichtung der Bahn in ihrer richtigen Lage erhalten werden. Auf diesem Oberbau dachte man sich eine zweirädrige Locomotive mit zwei Paar seitlichen Leitungsrollen, welche sich an den kleinen unteren Laufschiene des Oberbaubalkens abrollten und dadurch ein Kippen der Locomotive verhindern sollten, in Function. Aehnlich wie die Locomotive wäre der Wagen mit Zahnradern und Führungsrollen versehen gewesen. Der kastenförmige Oberbau war durch gut fundirte Säulen und Streben unterstützt; Dämme und Durchlässe waren nicht vorgesehen.

Bei dem umgearbeiteten, neuen Project, auf dessen technische Details wir später eintreten werden, besteht nun der Unterbau aus einer durchlaufenden, mit Granitplatten und Rollchar abgedeckten Mauerung, mit welcher der Oberbau in solider Weise verankert ist. Die Zahnstange, in der Mitte zwischen den Laufschiene und etwas über dieselben erhoben angebracht, ist aus weichem Stahl, und hat eine doppelte Reihe verticaler Zähne von 80 mm Theilung, welche aus der vollen Stahlstange ausgefräst werden. Die Zahnräder der Fahrzeuge, welche in die Zahnstange eingreifen, sind paarweise angeordnet, links und rechts der Zahnstange. Die Achsen dieser Zahnräder sind nicht horizontal wie bei den Rigimaschinen, sondern senkrecht zur Bahn-Nivelette. Durch diese Anordnung ist ein Aufsteigen der Zahnräder ausgeschlossen.

Locomotive und Wagen bilden ein Fahrzeug mit zwei Laufachsen und vier in die Zahnstange eingreifenden Zahnradern. Kessel und Maschine befinden sich, Bergfahrt vorausgesetzt, auf der hintern untern, der Wagenkasten mit 32 Sitzplätzen auf der vordern obern Seite des Fahrzeuges. Sämmtliche vier Zahnräder sind bremsbar, und ausserdem sind nächst der obern Laufachse zwei Klauen angebracht, welche die Köpfe der Laufschiene umfassen, und ein Umwerfen des Wagens durch Windstösse verhindern. Das Gewicht des beladenen Fahrzeuges beträgt 10 500 kg und in Folge dessen der Maximal-Zahndruck 4 600 kg. Die Fahrgeschwindigkeit ist approx. zu 1 m per Secunde = 3,6 km per Stunde angenommen und es wird demnach eine Fahrt (Berg oder Thal) ca. 80 Minuten erfordern.

Die Länge der Bahn beträgt nämlich 4 455 m. Sie beginnt in Alpnach-Stad zwischen dem dort bestehenden Hôtel Pilatus und dem Gasthause zum Adler, 441 m ü. M., steigt in nördlicher Richtung nach der Aemsigen-Alp, von da westlich zur Matt-Alp, 1 620 m ü. M., und erreicht in mehreren starken Windungen und durchschnittlich nordwestlicher Richtung, unter dem Kopfe des Esels hindurch, das Plateau des Hôtels Bellevue auf Pilatus, 2 076 m ü. M.

Die gesammte erstiegene Höhe beläuft sich somit auf 1 634 m, was bei der oben erwähnten Länge von 4 455 m einer mittleren Steigung von 40% entspricht. Die Maximalsteigung beträgt 48 und die Minimalsteigung 18%. Von der Gesamtlänge liegen 2 215 m in Geraden und 2 240 m in Curven von 80 bis 100 m Radius. —

Die Bahn schmiegt sich dem Terrain möglichst genau an. Ausser einem Viaduct über den Wolfortbach, drei kürzeren und einem etwa 3,5 km langen Tunnel kommen keine grösseren Bauobjecte vor. Wo die Bahn im Auftrag liegt, der selten höher als 6 m über dem Terrain sich erhebt, wird der gemauerte Unterbau viaductähnlich ausgeführt. In der Mitte der Bahn, auf der Alp Aemsigen, wird