

Objektyp: **Competitions**

Zeitschrift: **Schweizerische Bauzeitung**

Band (Jahr): **49/50 (1907)**

Heft 7

PDF erstellt am: **21.07.2024**

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

### **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*  
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, [www.library.ethz.ch](http://www.library.ethz.ch)

<http://www.e-periodica.ch>

oder Behältern entnommen sind, in denen sich das Gas in einem andern Zustande befindet.

Die Frage nach den Widerständen in einer Leuchtgasleitung mit oder ohne Gebläse erscheint hiernach noch durchaus nicht vollkommen abgeklärt, und es wären weitere, in grossem Masstabe durchgeführte Versuche sehr erwünscht.

Bahnbarrieren gesorgt werden, was eine wesentliche Erhöhung der Betriebskosten bedingt.

Die Maschinenfabrik Oerlikon führt nun seit einiger Zeit eine selbsttätige Sicherheitsvorrichtung für elektrische Bahnen, eine Erfindung des Direktors der Montreux-Berner Oberland-Bahn, Herrn Zehnder-Spörry, aus (Schweiz. Pat. No. 32 399/611). Die genannte Einrichtung bezweckt, beim

### Selbsttätige Sicherheitseinrichtungen Oerlikon für Niveauübergänge.

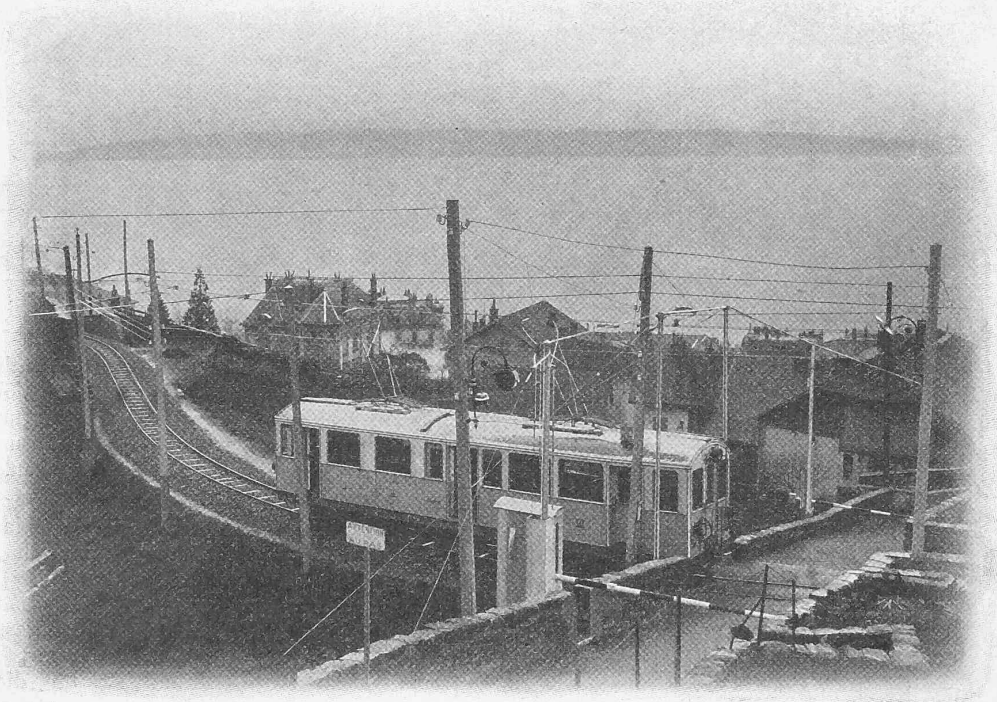


Abb. 3. Ansicht der elektrisch angetriebenen Barrière auf der M. B. O. bei Montreux.

### Wettbewerb für ein Gymnasium mit Turnhalle in Biel.

#### III.

Wie wir bereits auf Seite 61 dieses Bandes angekündigt haben, veröffentlichen wir auf den vorstehenden Seiten ausnahmsweise drei weitere, nicht prämierte Entwürfe dieses Wettbewerbs, und zwar die Arbeiten No. 33 mit dem Motto „Rosius“, No. 28 mit dem Motto „Luginsland“ und No. 14 mit dem Motto: „Arbeit ist Leben“. Wir verweisen dazu auf unsere Darstellung der prämierten Projekte auf den Seiten 50, 51 und 59 bis 63 dieses Bandes sowie auf das Wettbewerbsprogramm und das preisgerichtliche Gutachten, die wir in Band IL auf den Seiten 41 und 234 veröffentlicht haben.

### Selbsttätige Sicherheitseinrichtungen Oerlikon für Niveauübergänge von elektr. Bahnen.

(Patent Zehnder.)

Die zunehmende Ausdehnung der elektrisch betriebenen Bahnnetze und die stets wachsende Dichte des Verkehrs, zwingen die Betriebstechniker dazu, im Interesse der Betriebssicherheit den Niveaureisungen der Bahnen mit Strassenübergängen erhöhte Aufmerksamkeit zuzuwenden. Nur bei Bahnen mit ganz geringem Verkehr mag zur Not die primitivste Art der Sicherheitsvorrichtung, die Warnungstafel, genügen. Wird der Verkehr dichter und die Fahrgeschwindigkeit grösser, so sind zur Vermeidung von Gefahren entweder kostspielige Unter- oder Ueberführungen nötig, oder es muss für eine beständige Bedienung der

Herannahen des Zuges den Strassenübergang vollkommen automatisch mittels einer Barrière abzusperrern, und die Barrière nach dem Passieren des Zuges wieder automatisch zu öffnen. Auf diese Weise ist die ständige Ueberwachung der Barrière entbehrlich und es werden bei erhöhter Sicherheit die Betriebskosten der Anlage wesentlich vermindert.

Die im Folgenden beschriebene Einrichtung ist für elektrische Bahnen mit oberirdischer Stromzuführung bestimmt. Mittels geeigneten Abänderungen kann sie aber auch ohne weiteres auf Barriären für Dampfbahnen angewendet werden, sofern in der Nähe des betr. Niveauüberganges eine Stromquelle zur Verfügung steht.

Die Konstruktion der elektrisch angetriebenen Barrière geht aus Abb. 2 hervor. Sie besteht im Wesentlichen aus einem in  $\square$ -Eisen ausgeführten Ständer, der oben eine Gusskonsole trägt, welche letztere zur Aufnahme sämtlicher Bewegungsmechanismen ausgebildet ist. Oben auf der Gusskonsole befindet sich der die Schranke betätigende Motor mit Vorschalt- und Regulierwiderstand. Die Bewegung des Motors wird mittelst eines Zahnkolbens auf ein Stirnrad übertragen, dessen Nabe auf einer Seite als konische Rillentrommel ausgebildet ist. Diese Trommel wird von einer an der Gusskonsole des Ständers festsitzenden, am Ende mit Gewinde versehenen Welle getragen. Der gerillte Teil der Trommel ist inwendig ebenfalls mit Gewinde versehen; infolgedessen machen das Stirnrad und die Seiltrommel sowohl eine drehende, als auch eine in der Richtung der Trommelwelle fortschreitende Bewegung. Das mit Gewinde versehene Ende der Trommelwelle dient gleichzeitig als Aufhängepunkt des Seiles, das den Schlagbaum bewegt. Der Befestigungspunkt für das andere Seilende befindet sich an einem am Trommelrand angeschraubten,

INHALT: Versuche an der Leuchtgas-Fernleitung von Rorschach nach St. Gallen. — Wettbewerb für ein Gymnasium mit Turnhalle in Biel. Selbsttätige Sicherheitseinrichtungen Oerlikon für Niveauübergänge von elektr. Bahnen. — Miscellanea: Neues Wasserwerk am Doubs. Elektrische Lokomotive mit gekuppelten Achsen. Hydraulische Kraftakkumulierung am Glommen. Masut als Betriebsmittel für Dieselmotoren. Die Bodenschätze

Alaskas. VIII. internat. Architekten-Kongress in Wien. Monatsausweis über die Arbeiten am Rickentunnel. Internationale Motorlastwagen-Konkurrenz. Schwimmbad für Winterthur. Die Centovallistrasse. — Literatur. — Konkurrenzen: Bezirkskrankenhaus in Martigny. — Vereinsnachrichten: Bernischer Ingenieur- und Architekten-Verein. Gesellschaft chem. Studierender: Stellenvermittlung.

Nachdruck von Text oder Abbildungen ist nur unter der Bedingung genauester Quellenangabe gestattet.

## Versuche an der Leuchtgas-Fernleitung von Rorschach nach St. Gallen.

Von Prof. Dr. A. Fliegner in Zürich.

Die Stadt *St. Gallen* hat sich genötigt gesehen, ihr neues, Ende 1903 in Betrieb gesetztes Gaswerk, weil sich in grösserer Nähe kein geeigneter Platz finden liess, in das *Riet* bei *Rorschach* zu verlegen, dicht neben ihr dort schon bestehendes Wasserwerk. Das Gas wird im *Riet* zunächst in einem Ausgleichsbehälter von rund  $6000 m^3$  Inhalt aufgesammelt. Aus ihm strömt es durch eine Rohrleitung von  $0,35 m$  Durchmesser und mehr als  $10 km$  Länge nach *St. Gallen* in zwei Behälter von je  $9300 m^3$  Inhalt und wird erst aus diesen in der Stadt und deren Umgebung verteilt. Die Behälter in *St. Gallen* liegen rund  $250 m$  höher, als der im *Riet*, und es genügt daher bei dem jetzigen Bedarf noch der natürliche Auftrieb, um das Gas aus dem untern Behälter in die obern zu heben. Da aber mit einer spätern Zunahme des Verbrauches gerechnet werden musste, so wurden im Gaswerk im *Riet* von vornherein zwei *Enke'sche* Gebläse aufgestellt, die als grösste Leistung je  $54 m^3$  Gas in der Minute durch die Leitung pressen können. Zur Berechnung der Rohrleitung standen nur die sonst im Gaswesen benutzten Formeln zur Verfügung. Diese sind aber nur für Bewegung des Gases unter Behälterüberdruck bestimmt, und sie gelten auch eigentlich nur im Tieflande. Es erschien daher für die Gastechnik von Wichtigkeit, durch besondere Versuche festzustellen, ob sie auch noch für die vorliegenden Verhältnisse brauchbar sind. Solche Versuche sind nun vom 7. bis 10. August 1906 durchgeführt worden. Zur Mitwirkung aufgefordert, habe ich auch ihre Bearbeitung übernommen, soweit es sich nicht um rein gastechnische, chemische Fragen handelte.

Ausführlichere Angaben über diese Versuche finden sich im „Journal für Gasbeleuchtung und Wasserversorgung“, Jahrgang 1907, S. 629 u. Forts. Hier sollen nur kurz die wichtigsten Ergebnisse mitgeteilt werden.

Die Gebläse gestatten sechs verschiedene Geschwindigkeiten, die sämtlich untersucht werden sollten. Ausserdem war ein Versuch mit freiem Auftrieb, ohne Gebläse, beabsichtigt. Für jeden Versuch waren, sofern der Gasvorrat dazu ausreichte, etwa drei Stunden in Aussicht genommen, sodass an jedem Vor- und Nachmittage nur je ein Versuch

durchzuführen ging. Während desselben sollten alle für die Berechnungen nötigen Grössen je viertelstündlich beobachtet werden, um auch einen Einblick in die Gleichförmigkeit des Beharrungszustandes zu ermöglichen. Nur einige Temperaturbeobachtungen mussten halbstündlich gemacht werden, damit die Thermometer Zeit hatten, sich auf die richtige Temperatur einzustellen.

Zunächst wurde nun, als Grundlage für alle weiteren

Rechnungen, das *relative Gewicht des Gases gegenüber der Luft* bestimmt, und zwar sowohl im *Riet*, als auch in *St. Gallen*. Ausser den auch sonst immer vorhandenen Schwankungen in seiner Beschaffenheit zeigte sich das Gas, verglichen mit Luft, oben immer etwas *dichter* als unten.

Die Konstante der Zustandsgleichung für die verschiedenen Versuche fiel im *Riet* zwischen die Grenzen  $61,078$  und  $63,242$ , in *St. Gallen* zwischen  $57,529$  und  $61,906$ . Mit diesen Werten wurden alle Rechnungen durchgeführt, die sich nur auf das *Riet*, oder nur auf *St. Gallen* bezogen. Bei der Untersuchung der Rohrleitung wurde dagegen für jeden Versuch das Mittel aus dem jedesmaligen untern und obern Werte

benutzt; dieses lag zwischen den Grenzen  $59,737$  und  $62,441$ . Am schwierigsten war die Bestimmung der durch die

## Wettbewerb für ein Gymnasium mit Turnhalle in Biel.

Entwurf Nr. 33 mit dem Motto: «Rosius».

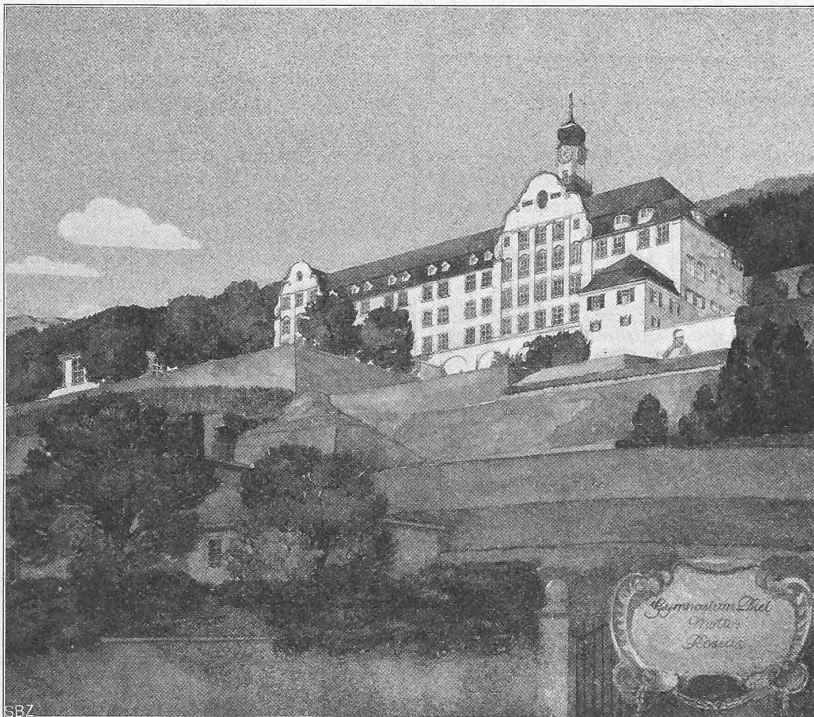
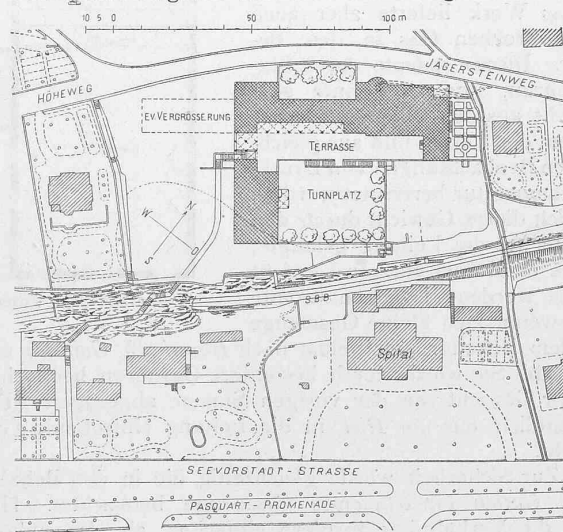
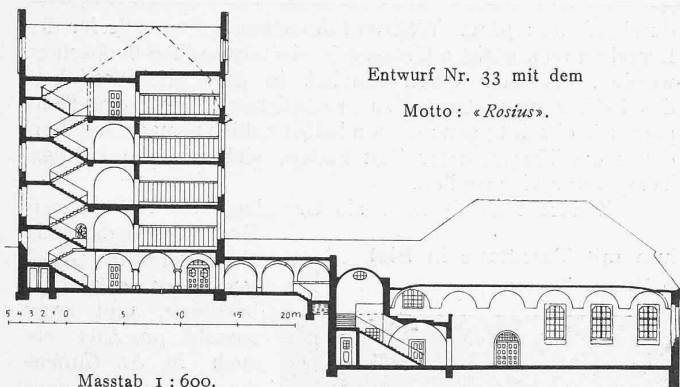


Schaubild der ganzen Anlage von Osten.



Lageplan. — Masstab 1 : 2500.

Leitung strömenden Gasmengen. Eine einfache Beobachtung der Volume an den Behältern und Gasmessern genügte nicht, weil sich das Gas an den verschiedenen Stellen in zu verschiedenen Zuständen befindet. Es mussten daher immer die *Gewichte* bestimmt werden, und das erforderte ausser der Kenntnis der *Volume* auch die Beobachtung der *Pressungen* und *Temperaturen*.



Entwurf Nr. 33 mit dem  
Motto: «Rosius».

Masstab 1:600.

Schnitt durch das Hauptgebäude und die Turnhalle.

Um die Bestimmung des bei den *Behältern* aus- und eingeströmten Gasvolumens von der stets etwas veränderlichen Neigung der Behälter unabhängig zu machen, waren an ihnen je *drei* am Umfange gleichmässig verteilte Millimetermasstäbe angebracht worden. Der Ueberdruck im Behälter konnte an den im Gaswerke zu diesem Zwecke schon vorhandenen Manometern abgelesen werden. Die Hauptschwierigkeit verursachte die Bestimmung der Temperatur. An den Behältern in *St. Gallen* konnten noch Vorrichtungen angebracht werden, um an mehrern Stellen Thermometer in das Innere einführen zu können. Im *Riet* ging es nicht an, diese Anordnung zu treffen, und man musste sich damit begnügen, die Temperatur in der Leitung bei deren Austritt aus dem Behälter zu beobachten, die auch annähernd als die Temperatur des ausströmenden Gases anzusehen ging, solange es sich noch im Behälter befand. Mit den gemessenen Grössen: des ausströmten Gasvolumens und der Mittelwerte von Druck und Temperatur, konnte dann das *Gewicht* des ausströmten Gases berechnet werden.

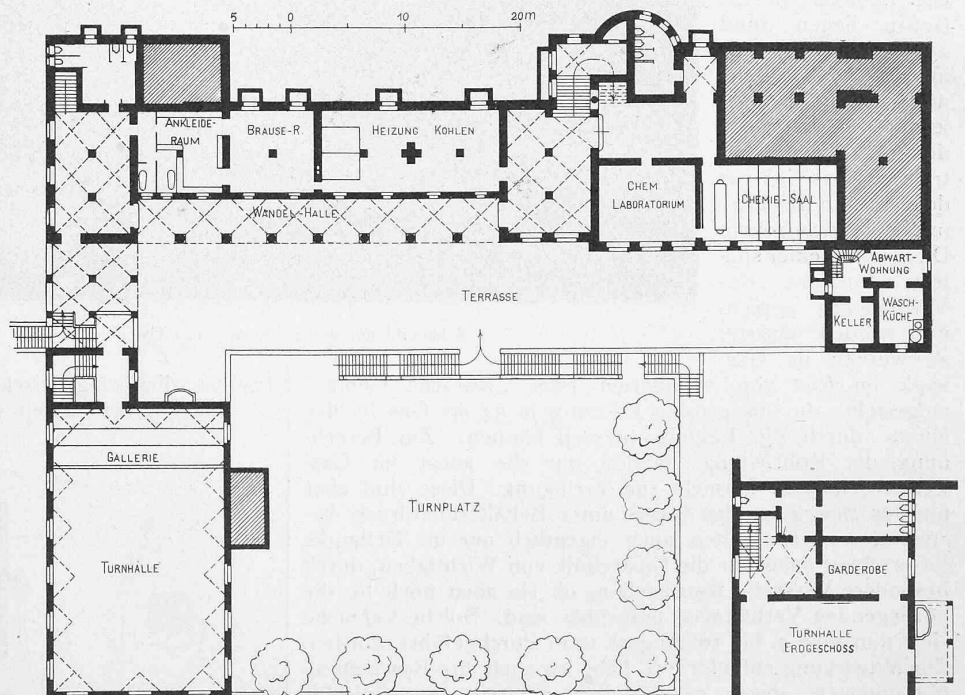
Das Werk lieferte aber auch ununterbrochen Gas in den Behälter. Dieses strömte durch Stationsuhren, und es konnte sein Gewicht aus den Volumenablesungen an den Uhren und aus gleichzeitigen Beobachtungen von Druck- und Temperatur berechnet werden. Da auch dieses Gewicht durch den Behälter in die Leitung gelangte, musste es zu dem vorigen Gewicht addiert werden. Dagegen strömte eine, wenn auch kleine Gasmenge aus dem Behälter unmittelbar nach *Rorschach, Goldach* und *Horn* ab. Sie wurde durch besondere Gasuhren beobachtet und ihr Gewicht von der vorigen Summe abgezogen. Das gab endlich das im *Riet* in die Leitung eintretende Gasgewicht.

Zur Sicherheit wurde gleichzeitig die in den Behälter in *St. Gallen* einströmende Gasmenge beobachtet. Hier lagen die Verhältnisse insofern einfacher, als das ankommende Gas ganz und nur in je einen der beiden Behälter

eintrat. Das Gewicht ging aber noch auf zwei Arten zu berechnen, einmal als das *Produkt aus der Volumenzunahme mal dem mittlern spezifischen Gewicht* des einströmenden Gases, also wesentlich gleich wie im *Riet*, das andere Mal als *Differenz der ganzen am Anfang und Ende im Behälter enthaltenen Gewichte*.

Die erste Art der Berechnung nimmt keine Rücksicht auf die Aenderung der Temperatur der übrigen im Behälter enthaltenen Gasmenge, und sie muss daher bei steigender Temperatur für das Ausströmen zu kleine, für das Einströmen zu grosse Werte ergeben und umgekehrt. Nun schwankte die Temperatur während jedes, nahezu drei Stunden andauernden Versuches gelegentlich recht stark, namentlich an sonnigen Vormittagen, je nach der Zeit und der Lage der Messtelle im Behälter zwischen 16 und fast 40° C. An solchen Vormittagen ergab sich auch in der Tat für das *Riet* eine kleinere Gasmenge als für *St. Gallen*. An den Nachmittagen, an denen die Temperatur sank, zeigte sich das Umgekehrte, während an bedeckten Tagen bessere Uebereinstimmung erreicht wurde. Die von diesem Fehler freie Bestimmungsart aus den Differenzen der ganzen im Behälter befindlichen Gasgewichte lieferte dagegen Zahlen, die meist zwischen die beiden andern fielen, die aber doch näher an den Ergebnissen der ersten Bestimmungsart für *St. Gallen* lagen. Als wahrscheinlich richtigste Werte wurden weiterhin die arithmetischen Mittel aus je allen drei Bestimmungen benutzt.

An den *Gebäsen* wurden zunächst die minutlichen Umdrehungszahlen beobachtet. Ihre Mittelwerte je für den ganzen Versuch sind in der *Zahlentafel I*, Zeile 3, zusammengestellt, geordnet nach wachsenden Geschwindigkeiten. Die 4. Zeile enthält die im Mittel in jeder Sekunde durch die Leitung geströmten Gasgewichte in *kg*. Zur Bestimmung der vom Gebläse nützlich auf das Gas übertragenen Arbeit wurden Druck und Temperatur gemessen: kurz vor dem



Grundrisse vom Untergeschoss des Schulgebäudes und von der Turnhalle. — Masstab 1:600.

Gebläse, das sind die Werte der Zeilen 5 und 6, und unmittelbar hinter ihm, die Werte der Zeilen 7 und 8. Bei der Berechnung der Arbeit wurden die Aenderungen der Geschwindigkeit und die Widerstände zwischen Messtellen und Gebläse berücksichtigt, obwohl diese Grössen ganz in den Hintergrund treten. Die gefundenen Arbeiten sind in der 9. Zeile in Pferdestärken,  $N_e$ , angegeben. Zum Antriebe der Gebläse dienten Elektromotoren, und es wurde an diesen die hineingeleitete elektrische Energie beobachtet.

Auch in Pferdestärken ausgedrückt findet sie sich in der 10. Zeile aufgenommen,  $N_m$ . Die 11. Zeile enthält dann den Quotienten  $N_e/N_m$ , also den *Wirkungsgrad der ganzen Anlage*. Beim raschesten Gange würde dieser Wert wahr-

scheinlich grösser ausgefallen sein, wenn das benutzte Gebläse nicht warm gelaufen wäre, sodass der Versuch vorzeitig abgebrochen werden musste. Wie sich die gesamten Arbeitsverluste über die einzelnen Teile der Anlage verteilen, liess sich aus den Versuchen nicht feststellen.

Die 12. Zeile der Zahlentafel I enthält ferner die bei jeder Umdrehung vom Gebläse gelieferte Gasmenge in  $m^3$ , gerechnet im *Saugzustande*. Beim langsamsten Gang ist weniger Gas durchgeströmt als beim freien Auftrieb. Die Druckerhöhung von der Saugseite nach der Druckseite blieb infolgedessen sehr klein, sodass beim Gebläse keine bedeutenden Verluste durch Undichtheiten aufgetreten sein können. Man darf daher das dabei gelieferte Volumen annähernd als das wirkliche Lieferungsvolumen des Gebläses

demselben Gebläse mit wachsender Geschwindigkeit ab, dagegen scheinen sich die beiden Gebläse gegenseitig in dieser Richtung verschieden zu verhalten. Eine der Ursachen für die Abnahme des volumetrischen Wirkungs-

grades ist jedenfalls in Undichtheiten zu suchen. Und da nun das Gebläse II niemals warm gelaufen ist, während I auch beim VII. Versuche Schwierigkeiten verursacht hat, so wird wohl grössere Undichtheit beim Gebläse II dessen gegenüber I geringern volumetrischen Wirkungsgrad veranlasst haben.

Die Abnahme des volumetrischen Wirkungsgrades mit wachsender Geschwindigkeit hat aber noch einen andern Grund. Das Gas wird im Gebläse verdichtet, erwärmt sich dabei und gibt einen Teil der Wärme an die Wandungen ab. Gleichzeitig werden die Wand-

ungen auch ununterbrochen durch Reibung erwärmt. Daher muss sich das Gas beim Eintritt in die Gebläse immer mehr erwärmen, sodass nur ein kleineres Gewicht angesaugt werden kann. Das dauert, bis einmal ein Beharrungszustand eingetreten ist, bei dem die ganze erzeugte Wärme durch Strahlung an die Umgebung verloren geht. Die Pressungen auf der Druckseite verlaufen nun zeitlich meist so, dass sie am Anfang eines Versuches, ebenso wie die angesaugten Gasgewichte, abnehmen, schliesslich aber um einen Mittelwert schwanken. Es ist also bei fast allen Versuchen dieser thermische Beharrungszustand nahezu, wenn auch nicht streng, erreicht worden, nur tritt er bei rascherem Gange später ein. Dann rührt aber die Abnahme des volumetrischen Wirkungsgrades mit daher, dass das angesaugte Gas bei rascherem Gang im Gebläse eine höhere Temperatur annimmt. Der IV. Versuch scheint allerdings eine Ausnahme zu bilden, da das Gas bei ihm auf der Saugseite wärmer war als auf der Druckseite. Bei diesem Versuche waren die Wandungen des Gebläses anfangs kälter als das Gas im Behälter, sodass der thermische Beharrungszustand während der Zeit des Versuches noch nicht erreicht werden konnte.

Die *Rohrleitung* wurde zu ihrer Untersuchung in eine Anzahl von Teilen eingeteilt, und es mussten an jedem Teilpunkte Druck und Temperatur beobachtet werden. Es wäre aber nicht zweckmässig gewesen, die Rohre für diese Messungen anzubohren; daher wurden als Teil- und Messtellen *Wassertöpfe* ausgewählt, die auf der ganzen Strecke in grösserer Zahl, wenn auch ungleich verteilt, hatten eingebaut werden müssen. Die benutzten sind vom *Riet* nach *St. Gallen* zu mit den Buchstaben *a* bis *i* bezeichnet. Zur Messung der Temperaturen wurden in die Saugrohre der Wassertöpfe besondere, unten geschlossene Rohre eingeschraubt, in welche die Thermometer bis zur Achshöhe des Leitungsrohres eingeführt wurden. Daneben wurde zur Druckmessung die Verbindung nach einem Ma-

Wettbewerb für ein Gymnasium mit Turnhalle in Biel.

Entwurf Nr. 33 mit dem Motto: «Rosius».

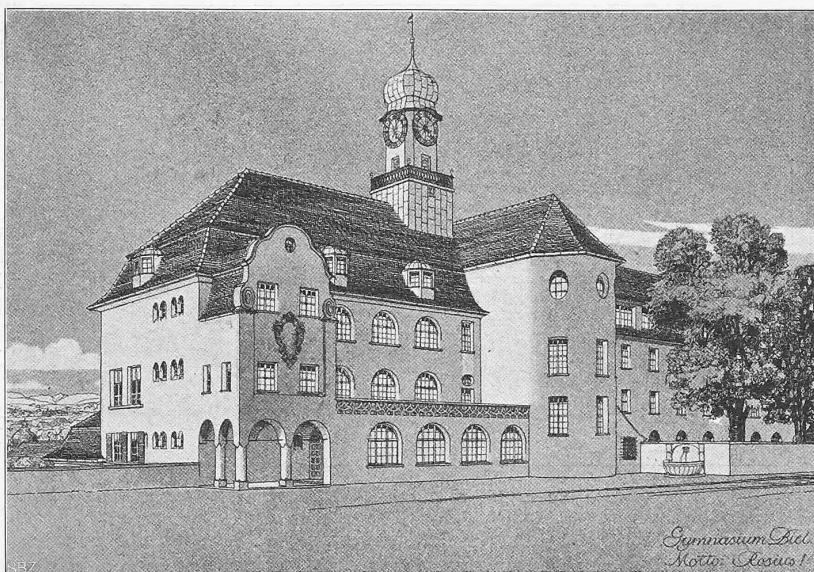
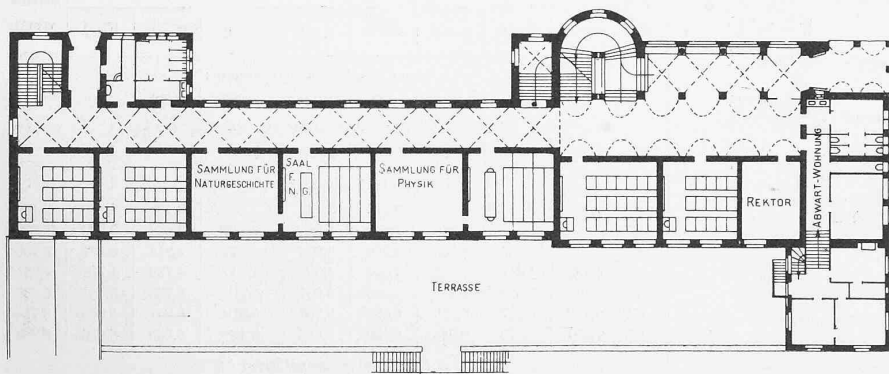


Schaubild der Anlage von Norden.



Grundriss vom Erdgeschoss des Schulgebäudes. — Masstab 1 : 600.

ansetzen. Dividiert man mit ihm in die übrigen Liefermengen der grössern Geschwindigkeiten, so wird der Quotient, Zeile 13, annähernd den *volumetrischen Wirkungsgrad des Gebläses* vorstellen. Dieser Wert nimmt bei

Zahlentafel I.

| I. Nummer des Versuches . .   | I      | IV     | VI     | V      | II     | VII    | III    |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| 2. Nummer des benutzten Gebläses  | ohne   | II     | I      | II     | I      | I      | I      |
| 3. Minutenumdrehungen des Gebläses  | —      | 36,82  | 53,06  | 72,35  | 91,37  | 103,57 | 131,47 |
| 4. Durchgeströmt. Gasgewicht, $kg/Sek.$   | 0,1788 | 0,1530 | 0,1984 | 0,2533 | 0,3068 | 0,3727 | 0,4566 |
| 5. Saugseite: absol. Druck in $kg/m^2$  | —      | 9948   | 9915   | 9942   | 10005  | 9937   | 9971   |
| 6. desgl. Temperatur nach Celsius   | —      | 23,57  | 22,05  | 21,87  | 24,84  | 22,82  | 21,01  |
| 7. Druckseite: absol. Druck in $kg/m^2$   | —      | 9997   | 10081  | 10233  | 10458  | 10631  | 11068  |
| 8. desgl. Temperatur nach Celsius   | —      | 23,39  | 23,27  | 24,32  | 23,74  | 29,18  | 30,77  |
| 9. Vom Gebläse auf das Gas übertragene Arbeit, $N_e$ in P. S. . . .                                   | —      | 0,186  | 0,821  | 1,782  | 3,482  | 6,342  | 12 430 |
| 10. Dem Elektromotor zugeführte elektrische Energie, $N_m$ in P. S. . .                               | —      | 3,604  | 5,052  | 6,800  | 10,050 | 14,428 | 30,175 |
| 11. Wirkungsgrad der ganzen Anlage in % . . . . .   | —      | 5,17   | 16,25  | 26,20  | 34,14  | 43,96  | 41,19  |
| 12. Vom Gebläse bei einer Umdrehung gefördertes Gasvolumen, $m^3$ , gemessen im Saugzustand . . . . . | —      | 0,4617 | 0,4199 | 0,3805 | 0,3728 | 0,3968 | 0,3886 |
| 13. Volumetrischer Wirkungsgrad des Gebläses in % . . . . .   | —      | 100    | 90,94  | 82,40  | 80,74  | 85,93  | 84,17  |

nometer hergestellt. Als Manometer dienten Flüssigkeits-Hebermanometer. Weil aber nach den gebräuchlichen Formeln für die grösste Leistung am Gebläse ein Ueberdruck von 1840 mm Wassersäule erwartet werden musste, erschien Wasser als Manometerflüssigkeit ausgeschlossen; die Manometer wären für Beobachtungen im Freien zu hoch ausgefallen. Es wurde daher eine rund 1,8 mal so schwere Zinkchloridlösung benutzt. Leider hat sie sich aber nicht bewährt, da sie, wahrscheinlich unter Einfluss des Gases, ihre Homogenität verlor. Sie wurde daher nach dem III. Versuche mit der grössten Liefermenge entfernt und durch Wasser ersetzt. Bei den drei ersten Versuchen besitzen infolgedessen die Druckbeobachtungen eine geringere Zuverlässigkeit.

Die Manometerablesungen geben nur den Ueberdruck des Gases über den Atmosphärendruck. Dieser selbst wurde nun nur im Riet und in St. Gallen mit Quecksilberbarometern

sie beim ersten untersuchten Wassertopfe, 102 m vom Gebläsehaus entfernt, merkbar. Bei allen übrigen Wassertöpfen blieb sie vom Gebläse ganz unabhängig. Auf dem grössten Teile der Leitung betrug die Gas- und Bodentemperatur 19 bis 20°C. Zwischen den Wassertöpfen g und h läuft neben der Gasleitung auf einer Strecke von über 700 m eine Drainageleitung hin, wodurch das Gas auf 10 bis 12°C abgekühlt wurde. Bis zum Wassertopfe i erwärmte es sich dann wieder, aber doch nicht mehr auf die frühere Höhe, sondern höchstens bis auf 14,8°C, weil die Rohrleitung auf der Strecke h-i stellenweise bis 8 m tief in den Boden gelegt werden musste, in welcher Tiefe eine niedrigere Bodentemperatur herrschte.

**Wettbewerb für ein Gymnasium mit Turnhalle in Biel.**

Entwurf Nr. 28 mit dem Motto: «Luginstrand».

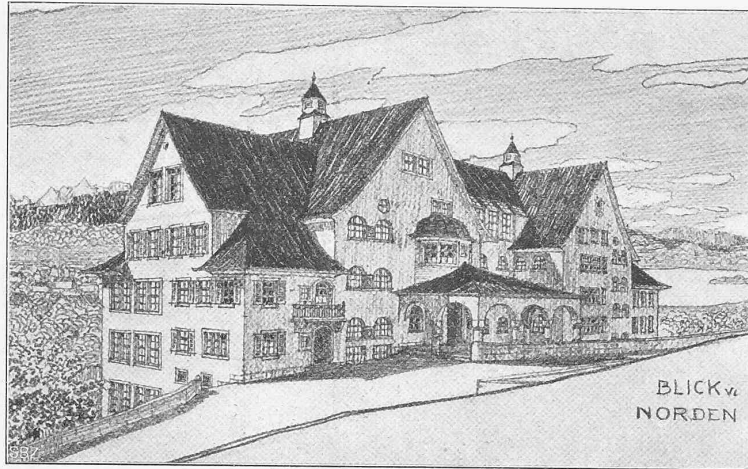
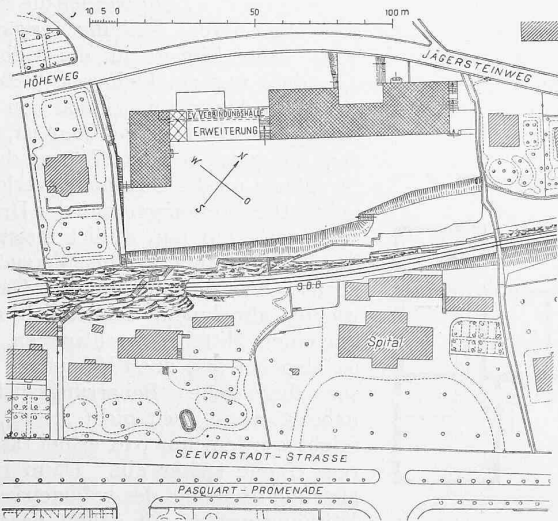


Schaubild der Anlage von Norden.

Mit den beobachteten Pressungen und Temperaturen des Gases konnte nun nach der Zustandsgleichung sein spezifisches Volumen  $v$  in den einzelnen Wassertöpfen berechnet werden. Aus je zwei benachbarten Werten wurde dann das arithmetische Mittel gebildet und dieses als das mittlere konstante spezifische Volumen des Gases



Lageplan. — Masstab 1:2500.

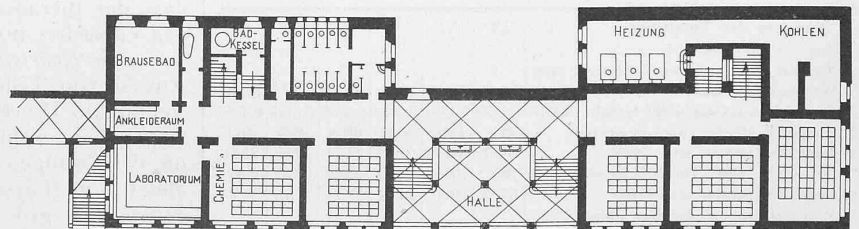
unmittelbar beobachtet, für die Messtellen dagegen proportional der Höhenlage dazwischen interpoliert. Dann ging der weiterhin nötige absolute Druck des Gases zu berechnen, wobei die Manometerablesungen unter Berücksichtigung der Lufttemperatur auf 0°C reduziert wurden.

Die Druck- und Temperaturbeobachtungen an der Rohrleitung haben folgende Ergebnisse geliefert: Stärkere Druckänderungen am Gebläse, bis zu 23 mm Wassersäule hinunter, liessen sich, natürlich allmählich abgeschwächt, noch über 9 km vom Gebläse entfernt in der Leitung nachweisen. Blieben dagegen die Änderungen am Gebläse kleiner, so wurde ihr Einfluss auf die Leitung durch zufällige Störungen und durch die unvermeidlichen Beobachtungsfehler verdeckt. Anders verhielt sich die Temperatur. Diese stellte sich immer sehr bald auf die Bodentemperatur ein, und nur bei den stärksten Erwärmungen im Gebläse stieg

auf der zwischenliegenden Strecke angesehen. Da die durchgeströmten Gewichte bekannt waren, so liessen sich auch die mittlern Geschwindigkeiten  $w$  des Gases auf den einzelnen Strecken berechnen. Diese Werte sind in der *Zahlentafel II*

Zahlentafel II.

| No. des Versuches                                     | Bezeichnung der Strecken |         |         |         |         |           |         |         | Mittelwerte |
|---|--------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------|---------|---------|-------------|
|   | a—b                      | b—c     | c—d     | d—e     | e—f     | f—g       | g—h     | h—i     |             |
| 1. Länge der Strecken in Metern:                      |                          |         |         |         |         |           |         |         |             |
|   | 608                      | 821     | 956     | 983     | 2100    | 1543      | 2272    | 709     | —           |
| 2. Erhebung der Rohrachse in Metern auf den Strecken: |                          |         |         |         |         |           |         |         |             |
|   | 24,665                   | 11,900  | 38,450  | 48,100  | 87,200  | 43,100    | 18,700  | —20,500 | —           |
| 3. Mittlere Geschwindigkeiten in m/Sek.:              |                          |         |         |         |         |           |         |         |             |
| I   | 3,139                    |         | 3,154   | 3,176   | 3,195   | —         | 3,192   | 3,166   | 3,172       |
| IV  |                          | 2,839   | 2,849   | 2,853   | 2,865   | 2,883     | 2,863   | 2,823   | 2,858       |
| VI  | 3,742                    | 3,754   | 3,765   | 3,776   | 3,803   | 3,835     | 3,814   | 3,791   | 3,796       |
| V   | 4,592                    | 4,612   | 4,631   | 4,647   | 4,687   | 4,736     | 4,726   | 4,716   | 4,684       |
| II  | 5,497                    | 5,523   | 5,562   | 5,595   | 5,657   | 5,715     | 5,723   | 5,721   | 5,638       |
| VII   | 6,490                    | 6,517   | 6,559   | 6,609   | 6,706   | 6,819     | 6,841   | 6,869   | 6,714       |
| III   | 7,904                    | 7,975   | 8,045   | 8,120   | 8,283   | 8,448     | 8,540   | 8,676   | 8,282       |
| 4. Rohrreibungskoeffizient $\lambda$ :                |                          |         |         |         |         |           |         |         |             |
| I   | 0,03419                  |         | 0,01835 | 0,02778 | 0,02033 | negativ   | 0,04072 | 0,01954 | 0,02080     |
| IV  |                          | 0,02045 | 0,01928 | 0,02005 | 0,01931 | 0,02691   | 0,02092 | 0,03465 | 0,02217     |
| V   | 0,02681                  | 0,01658 | 0,02338 | 0,02049 | 0,02096 | 0,02331   | 0,02360 | 0,03362 | 0,02300     |
| VI  | 0,02706                  | 0,01775 | 0,02362 | 0,02602 | 0,01871 | 0,02250   | 0,02335 | 0,02673 | 0,02254     |
| II  | 0,02164                  | 0,02649 | 0,01647 | 0,02440 | 0,01968 | (0,00692) | 0,02824 | 0,02982 | 0,02382     |
| VII   | 0,02113                  | 0,01546 | 0,02131 | 0,01951 | 0,01756 | 0,02101   | 0,02143 | 0,02658 | 0,02021     |
| III   | 0,02404                  | 0,02192 | 0,01442 | 0,02047 | 0,01837 | (0,01267) | 0,02466 | 0,02510 | 0,02118     |



Grundriss vom ersten Untergeschoss. — Masstab 1:600.

unter 3 angegeben. Bei der grössten Leistung, Versuch III, nimmt  $w$  im Verlaufe der Leitung stetig zu, eine Folge der stärkeren Druckabnahme. In allen übrigen Fällen erhält dagegen die Abkühlung auf dem letzten Teile der Leitung das Uebergewicht, so dass trotz fortgesetzter Druckabnahme das spezifische Volumen und die Geschwindigkeit kleiner werden, als sie vorher waren. In der letzten Spalte der Zahlentafel sind dann noch die Mittelwerte der Geschwindigkeiten für die ganze Leitung hinzugefügt.

Als *Widerstand* in der Leitung wurde, wie üblich, *nur Rohrreibung* angenommen und auch keine nützlich verwertete Druckhöhe eingeführt. Ausserdem wurde für jede Strecke zwischen zwei Wassertöpfen mit den oben angegebenen Mittelwerten von  $v$  und  $w$  gerechnet, also die einfache hydraulische Formel für ansteigende Leitungen benutzt, nämlich:

$$v \delta p = h + \lambda \frac{l}{d} \frac{w^2}{2g}$$

Hierin bedeutet, ausser  $v$  und  $w$ ,  $\delta p$  die Abnahme des absoluten Gasdruckes,  $h$  die Erhebung der Rohrachse auf den einzelnen Strecken,  $l$  die Länge der Strecken,  $d$  den Rohr-

Für die Strecke  $f-g$  hat sich  $\lambda$  beim I. Veruche negativ ergeben, beim II. und III. Versuch unwahrscheinlich klein. Die Ursache hievon ist in der bei diesen Versuchen verwendeten Manometerflüssigkeit, Zinkchlorid, zu suchen. Für die drei letzten Wassertöpfe  $g, h$  und  $i$  war eine Korrektur wegen Inhomogenität angegeben worden, durch Beobachtung des Standes bei Druckgleichheit in beiden Schenkeln. Dagegen fehlt für die übrigen Wassertöpfe eine solche Korrektur, obwohl sie dort jedenfalls auch nötig gewesen wäre. Daher geht es wohl noch an, die Pressungen in  $a$  bis  $f$  fangenäher miteinander zu vergleichen, die in  $f$  ist dagegen gegenüber der in  $g$  entschieden zu klein. Die erwähnten Werte von  $\lambda$  habe ich nicht weiter benutzt und sie eingeklammert.

**Wettbewerb für ein Gymnasium mit Turnhalle in Biel.**

Entwurf Nr. 28 mit dem Motto: «Luginland».

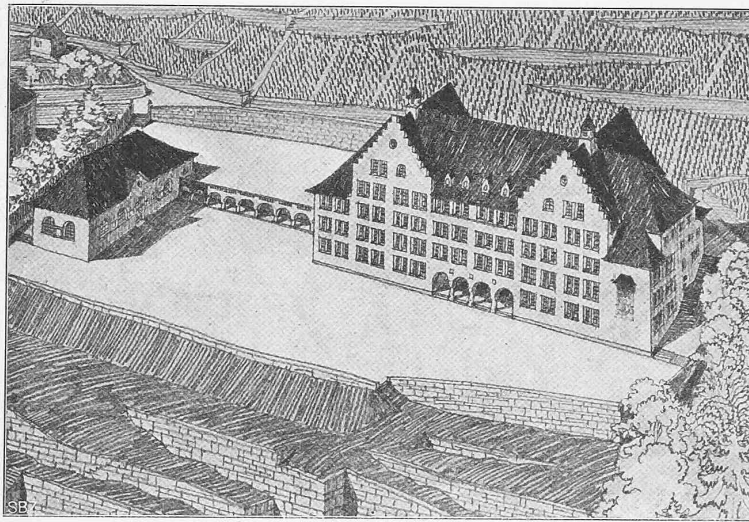
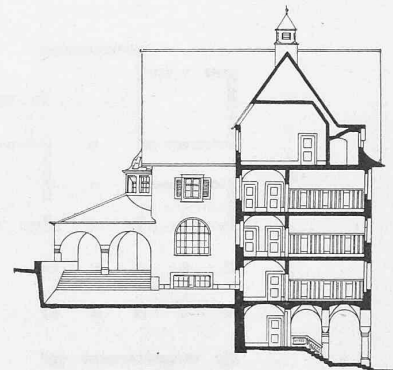
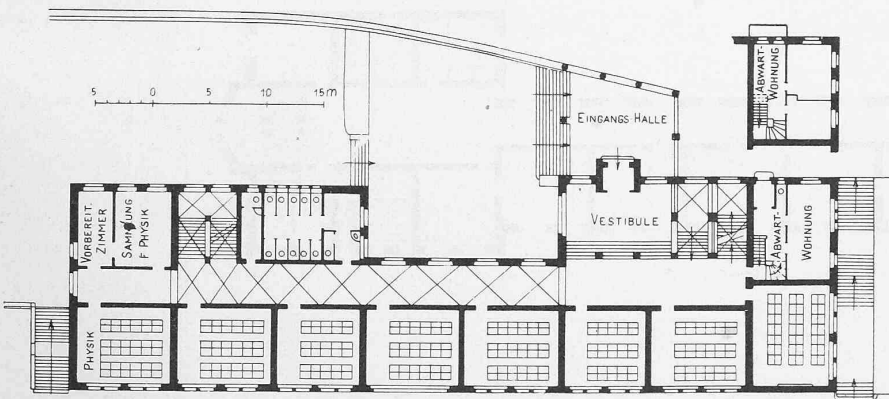


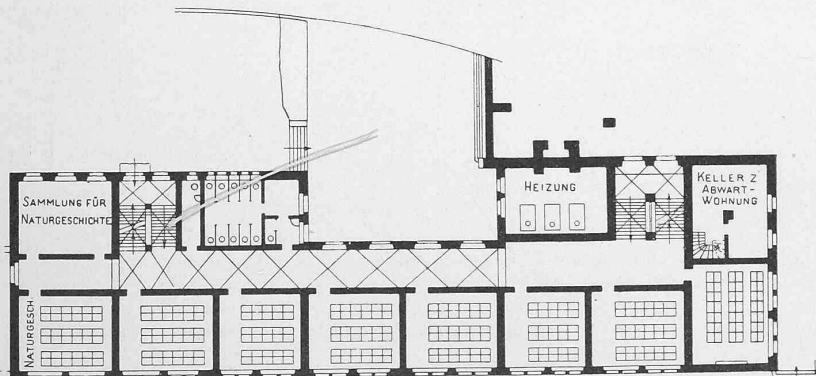
Schaubild der ganzen Anlage von Osten.

recht stark. Das kann aber nicht Folge der Vernachlässigung der besondern, ausser der Rohrreibung tatsächlich noch vorhandenen Widerstände sein: der zahlreichen Kurven, einiger Krümmungen, der Schieber und der nicht beobachteten Wassertöpfe. Führt man nämlich diese Widerstände mit Koeffizienten ein, wie sie sich in der Hydraulik

Die übrigen Werte von  $\lambda$  schwanken je bei demselben Versuche recht stark. Das kann aber nicht Folge der Vernachlässigung der besondern, ausser der Rohrreibung tatsächlich noch vorhandenen Widerstände sein: der zahlreichen Kurven, einiger Krümmungen, der Schieber und der nicht beobachteten Wassertöpfe. Führt man nämlich diese Widerstände mit Koeffizienten ein, wie sie sich in der Hydraulik



Schnitt durch das Hauptgebäude. — 1:600.



Grundrisse vom zweiten Untergeschoss und vom Erdgeschoss. — Masstab 1:600.

ergeben haben, so erhält man doch keinerlei Ausgleichung der Werte von  $\lambda$ . Es geht aber auch nicht an, die Schwankungen auf Beobachtungsfehler allein zu schieben, dazu verlaufen sie teilweise zu regelmässig. So hat z. B. bei fast allen Versuchen  $\lambda$  seinen grössten Wert auf der Strecke  $h-i$ , umgekehrt liegt der kleinste bei den zuverlässigeren Versuchen V bis VII mit Wasser als Manometerflüssigkeit auf der Strecke  $b-c$ . Es scheint hiernach, dass die Leitung in ihren einzelnen Teilen wirklich verschiedene Widerstände enthält, vielleicht veranlasst durch Fremdkörper, die beim

durchmesser,  $g = 9,81$  die Beschleunigung der Schwere. Die hieraus für die einzelnen Strecken und Versuche gefundenen Werte des Rohrreibungskoeffizienten  $\lambda$  sind in der Zahlentafel II unter 4. zusammengestellt.

Verlegen hineingeraten sind.

Die Ursachen dieser Schwankungen von  $\lambda$  gehen aber nicht näher festzustellen, und es genügt daher, weiterhin nur noch die Mittelwerte für die ganze Länge der Leitung

Wettbewerb für ein Gymnasium mit Turnhalle in Biel. — Entwurf Nr. 14 mit dem Motto: «Arbeit ist Leben».

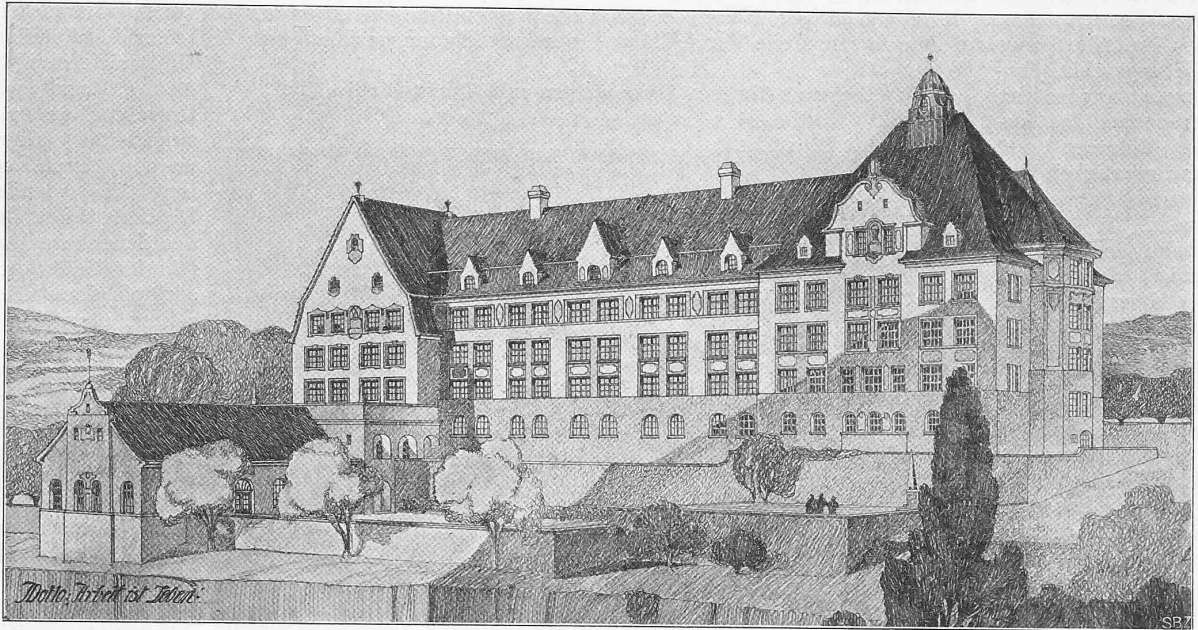
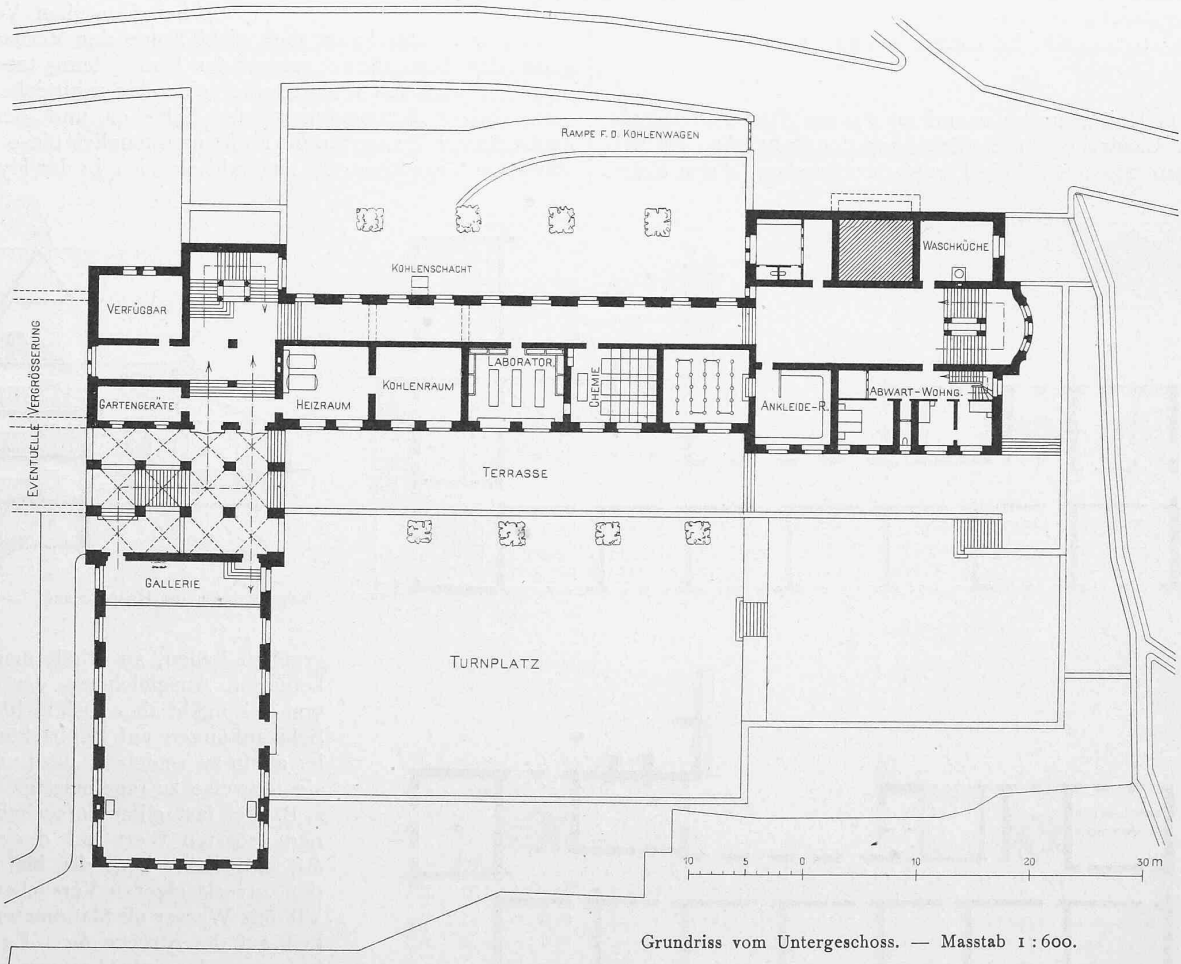


Schaubild der gesamten Anlage von Osten.



Grundriss vom Untergeschoss. — Masstab 1:600.

zu verwenden. Diese Mittelwerte sind in der letzten Spalte der Zahlentafel II angegeben, und zwar bestimmt unter Berücksichtigung der Länge der einzelnen Strecken. Nur beim I. Versuche wurde der Mittelwert anders berechnet, weil bei ihm die Manometerablesungen an den meisten Wassertöpfen zu unsicher waren. Für diesen Versuch

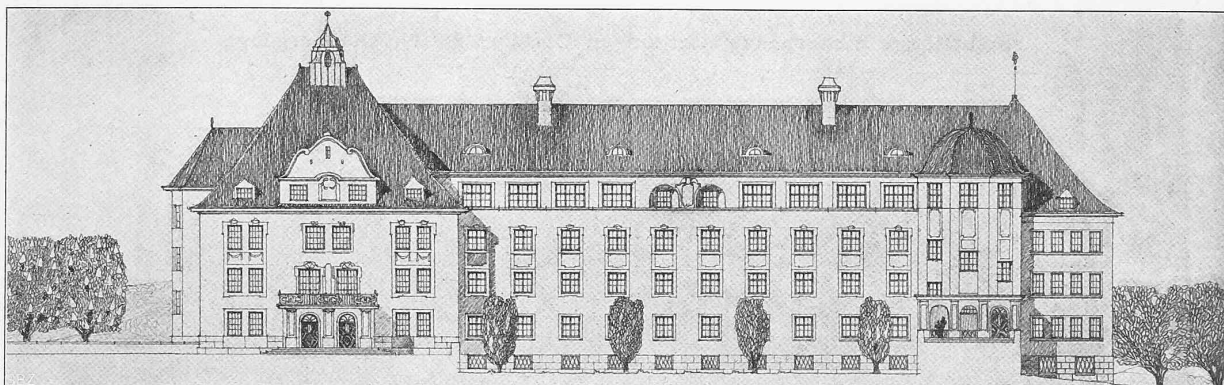
wurde auch der Druck hinter dem nicht arbeitenden Gebläse beobachtet, unter Berücksichtigung der Korrektur wegen Inhomogenität. Der Druck ging gleichzeitig als Druck in der Leitung beim Austritt aus dem Gebläsehaus anzusehen. Die dortige Temperatur wurde gleich der beim Austritt aus dem Behälter angenommen. Ferner war im



letzten Wassertopf *i* der Druck auch mit Korrektur bestimmt worden. Es konnten daher *w* und  $\lambda$  gleich für die ganze Leitung vom Austritt aus dem Gebläsehaus bis zum Wassertopf *i* berechnet werden. Dieser Wert ist in der Zahlentafel als Mittelwert für den I. Versuch angegeben.

$\lambda = 0,02215$ , während sich für den I. Versuch ohne Gebläse  $\lambda = 0,02080$  ergeben hat. Sofern die Versuche für solche Folgerungen genügende Genauigkeit besitzen, müsste man hieraus schliessen, dass das Gebläse die Widerstände in der Leitung vergrössert. Die Ursache davon würde die

**Wettbewerb für ein Gymnasium mit Turnhalle in Biel.** — Entwurf Nr. 14 mit dem Motto: «Arbeit ist Leben».



Geometrische Ansicht der Rückfassade auf der nordwestlichen Seite. — Masstab 1 : 600.

Bei den sichersten Versuchen V bis VII nehmen die Mittelwerte von  $\lambda$  mit wachsender Geschwindigkeit ab, wie es auch sonst für Luft und Wasser beobachtet worden ist. Die übrigen Versuche stimmen damit allerdings nicht überein;

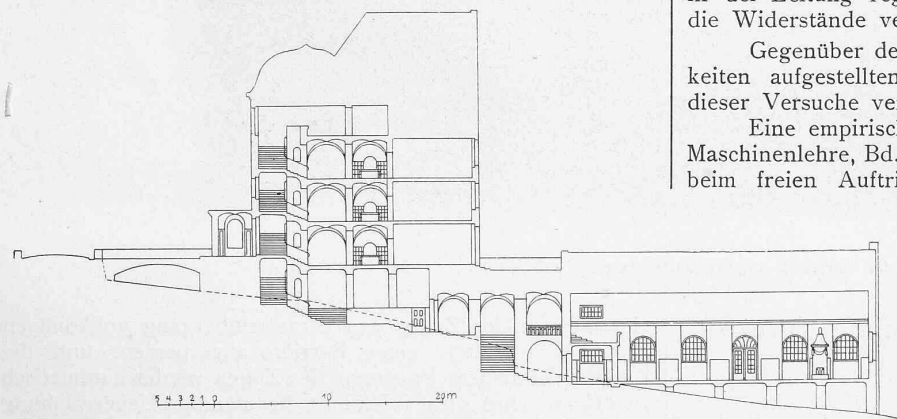
sein, dass das Gas im Gebläse nicht eigentlich komprimiert wird. Sobald daher ein angesaugtes Volumen mit der Druckseite in Verbindung tritt, strömt Druckgas rückwärts aus der Leitung in das Gebläse hinein, und das erzeugt in der Leitung regelmässige Druckschwankungen, welche die Widerstände vergrössern müssen.

Gegenüber den sonst für Leitungen elastischer Flüssigkeiten aufgestellten Formeln stellen sich die Ergebnisse dieser Versuche verschieden.

Eine empirische Formel, welche *Grashof* (Theoretische Maschinenlehre, Bd. I. S. 406, Gl. 10) aufgestellt hat, stimmt beim freien Auftriebe mit  $\lambda = 0,02115$  nicht schlecht, während sie für die Versuche mit Gebläse  $\lambda$  zwischen 0,02155 und 0,01825 ergibt, also zu kleine Werte. Für eigentliche Leuchtgasleitungen findet er nach Angaben aus der Praxis  $\lambda = 0,0252$  (a. s. O., S. 610), einen Wert, der, verglichen mit der untersuchten Leitung, genügende Sicherheit bieten würde.

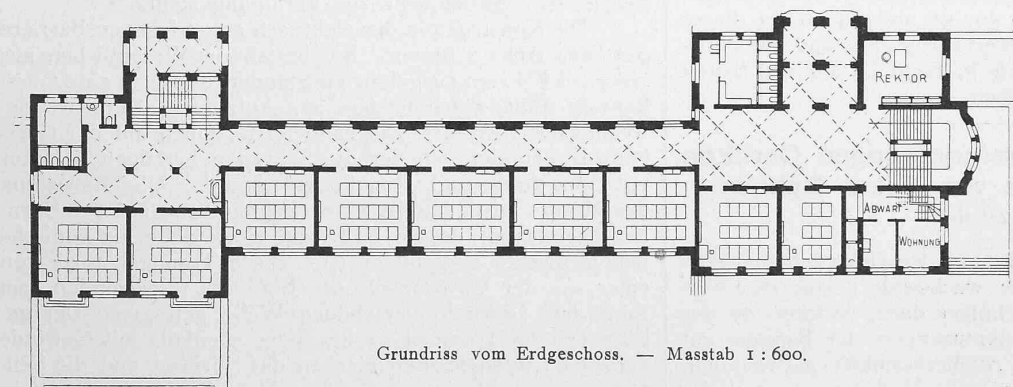
Aus einer Formel von *Hans Lorenz* (siehe Technische Wärmelehre, Seite 120, oben), die aus Versuchen mit Luft hergeleitet worden ist, berechnet sich für einen Rohrdurchmesser von 0,35 m:  $\lambda = 0,01327$ , das ist ein für den vorliegenden Fall viel zu kleiner Wert.

*Niemann* stellt in seinem Buche: „Die Versorgung der Städte mit Leuchtgas“ auf Seite 78 bis 83 die Formeln zusammen, die ausdrücklich für Leuchtgasleitungen bestimmt sind. Nach diesen Formeln müsste man bedeutend grössere Widerstände erwarten, als hier wirklich gefunden wurden. Ein Teil dieser Abweichung rührt allerdings wohl daher, dass bei der hier besprochenen Versuchsreihe *w* und  $\lambda$  mit dem *wirklichen mittlern Zustande des Gases in der Leitung* berechnet worden sind, wogegen jene Formeln das spezifische Gewicht des Gases für 760 mm Hg und 0° C enthalten, während die durchgeströmten Volume jedenfalls Messungen an Gasuhren



Schnitt durch das Schulgebäude und die Turnhalle. — 1 : 600.

ihre Druckmessungen sind aber weniger zuverlässig, bei II und III wegen der schwerern Manometerflüssigkeit, bei IV wegen der geringen Grösse des Ueberdruckes. Sie dürfen also nicht als Gegenbeweis angesehen werden. Das Gesetz



Grundriss vom Erdgeschoss. — Masstab 1 : 600.

des Zusammenhanges zwischen  $\lambda$  und *w* lässt sich aber aus den Versuchen doch nicht näher bestimmen; dazu bleibt die Anzahl der zuverlässigern Werte zu klein.

Als Mittelwert aus allen Versuchen mit Gebläse folgt