Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung

Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine

Band: 49/50 (1907)

Heft: 7

Wettbewerbe

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: 09.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://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. Bahnbarrièren 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.

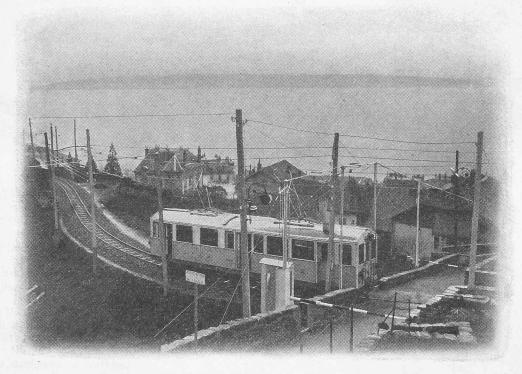


Abb. 3. Ansicht der elektrisch angetriebenen Barrière auf der M. B. O. bei Montreux.

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 prämiierte 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 prämiierten 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 Niveaukreuzungen 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 abzusperren, 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 Barrièren 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 T-Eisen ausgeführten Ständer, der oben eine Gusskonsole trägt, welch 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 ehem. Studierender: Stellenvermittlung.

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

Wettbewerb für ein Gymnasium mit Turnhalle in Biel.

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 rund 6000 m3 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 m³ 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 m³ 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 weitern

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

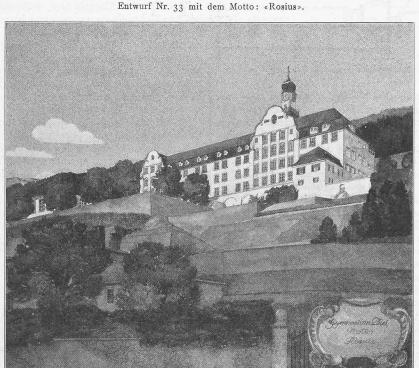
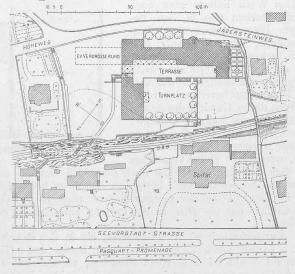


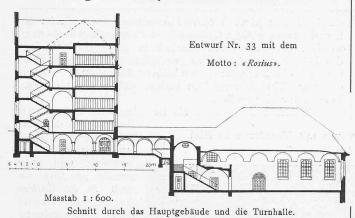
Schaubild der ganzen Anlage von Osten.

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



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.



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 ausgeströmten Gasvolumens und der Mittelwerte von Druck und Temperatur, konnte dann das Gewicht des ausgeströmten Gases berechnet werden.

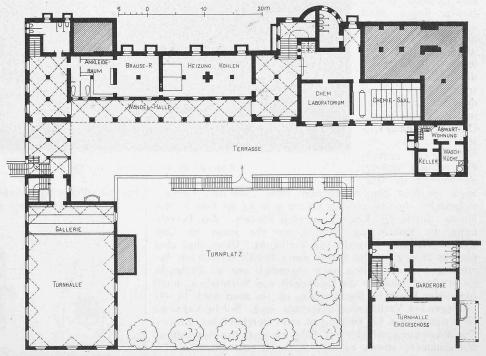
Das Werk lieferte aber auch ununterbrochen Gas in den Behälter. Dieses strömte durch Stationsuhren, und es konnte sein Gewicht aus den Volumenablesungen an den Uhren und aus gleichzeitigen Beobachtungen von Druckund Temperatur berechnet werden. Da auch dieses Gewicht durch den Behälter in die Leitung 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 arithmethischen Mittel aus je allen drei Bestimmungen benutzt.

An den Gebläsen 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.

grades ist jedenfalls

in Undichtheiten zu

suchen. Und da nun

das Gebläse II nie-

mals warm gelaufen ist, während I auch

beim VII. Versuche

Schwierigkeiten verursacht hat, so wird

wohl grössere Un-

dichtheit beim Ge-

bläse II dessen gegen-

über I geringern volu-

metrischen Wirkungs-

grad veranlasst haben.

kungsgrades mit wach-

sender Geschwindigkeit hat aber noch

einen andern Grund. Das Gas wird im Ge-

bläse verdichtet, er-

wärmt sich dabei und gibt einen Teil der

Wärme an die Wandungen ab. Gleich-

Die Abnahme des volumetrischen Wir-

Auch in Pferdestärken ausgedrückt findet sie sich in der 10. Zeile aufgenommen, N_m . Die 11. Zeile enthält dann den Quotienten Ne | Nm, also den Wirkungsgrad der ganzen Anlage. Beim raschesten Gange würde dieser Wert wahr- sachen für die Abnahme des volumetrischen Wirkungs-

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 m3, 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 Ur-

Wettbewerb für ein Gymnasium mit Turnhalle in Biel.

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

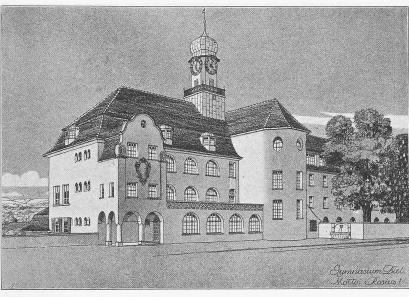


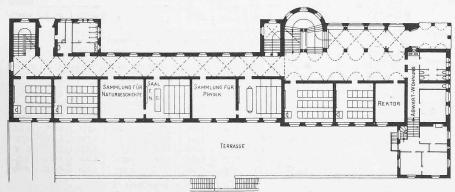
Schaubild der Anlage von Norden.

zeitig werden die Wandungen 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 Be-

harrungszustand 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-



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

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

Zahlentafel I.

1. Nummer des Versuches	I	IV	VI	V	II	VII	III
2. Nummer des benutzten Gebläses	ohne	II	1	. II	II	I	ı
3. Minutenumdrehungen des Gebläses	-	36,82	53,06	72,35	91,37	103,57	131,47
4. Durchgeströmt, Gasgewicht, kg Sek.	0,1738	0,1530	0,1984	0,2533	0,3068	0,3727	0,4566
5. Saugseite: absolut. Druck in kg m2	_	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/m2	11 - 12	9997	10081	10233	10458	10631	11066
8. desgl. Temperatur nach Celsius .	_	23,39	23,27	24,32	28,74	29,18	30,77
9. Vom Gebläse auf das Gas übertragene Arbeit, Ne in P.S.		0,186	0,821	1,782	3,432	6,342	12 430
 Dem Elektromotor zugeführte elek- trische Energie, N_m in P. S. 	_	3,604	5,052	6,800	10,050	14,428	30,175
11. Wirkungsgrad der ganzen Anlage in ⁰ / ₀	_	5,17	16,25	26,20	34,14	43,96	41,19
 Vom Gebläse bei einer Umdrehung gefördertes Gasvolumen, m³, gemes- sen im Saugzustand 		0,4617	0,4199	0,3805	0,3728	0,3968	0,3886
13. Volumetrischer Wirkungsgrad des Gebläses in $^0/_0$	_	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 Homogeneität verlor. Sie wurde daher nach dem III. Versuche mit der grössten Lieferungsmenge entfernt und durch Wasser ersetzt. Bei den drei ersten Versuchen besitzen infolgedessen die Druckbeobachtungen eine geringere Zuverlässigkeit.

Wettbewerb für ein Gymnasium mit Turnhalle in Biel.

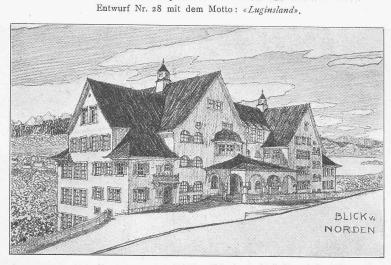
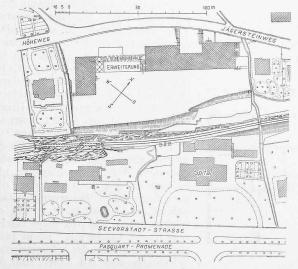


Schaubild der Anlage von Norden.

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



Lageplan. — Masstab I: 2500.

unmittelbar beobachtet, für die Messtellen dagegen proportional der Höhenlage dazwischen interpoliert. Dann ging der weiterhin nötige absolute Druck des Gases zu be-

rechnen, wobei die Manometerablesungen unter Berücksichtigung der Lufttemperatur auf o^oC reduziert wurden.

Die Druck- und Temperaturbeobachtungen an der Rohrleitung haben folgende Ergebnisse geliefert: Stärkere *Druck*- änderungen 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 Aenderungen 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

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 Boden-

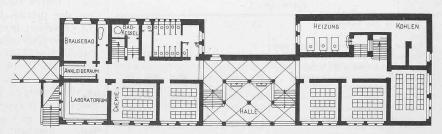
temperatur 19 bis 200 C. Zwischen den Wassertöpfen g und h läuft neben der Gasleitung auf einer Strecke von über 700 m eine Drainageleitung hin, wodurch das Gas auf 10 bis 120 C. abgekühlt wurde. Bis zum Wassertopfe i erwärmte es sich dann wieder, aber doch nicht mehr auf die frühere Höhe, sondern höchstens 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.

Mit den beobachteten Pressungen und Tempe-

raturen 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

Zahlentafel II.

				2011	CIIICIOI				
No. des Versuches	Bezeichnung der Strecken								
	a—b	b - c	c—d	d—e	e—f	f—g	g—h	h—i	Mitte
			1. L	änge der	Strecken	in Metern:			
	608	821	956	983	2100	1543	2272	709	_
		2. Erhe	bung der	Rohrach	se in Me	tern auf de	n Strecke	en:	
	24,665	11,900	38,450	43,100	87 200	43,100	18,700	-20,500	_
			3. Mittle	ere Gesch	windigke	ten in m/S	kd.:		
I	3,139	3,	154	3,176	3,195	_	3,192	3,166	3,172
IV	2,	839 2,84		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.	Rohrreit	ungskoef	fizient λ:			
I	0,03419	0,0	1835	0,02778	0,02033	negativ	0,04072	0,01954	0.02080
IV	0,0	0,02045 0,0		0,02005	0,01931	0,02691	0,02092	0,03465	0,02217
VI	0,02681	0,01658	0,02338	0,02049	0,02096	0,02331	0,02360	0,03362	0,02300
V	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	(0,00892)	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.

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

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 | wendeten Manometerflüssigkeit, Zinkchlorid, zu suchen. Für

das Uebergewicht, sodass trotz fortgesetzter Druckabnahme das spezifische Volumen und die Geschwindigkeit kleiner werden, als sie vorher waren. In der letz-ten 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 For-

mel für ansteigende Leitungen benutzt, nämlich:

 $v\,\delta p=h+\lambda\,rac{l}{d}\,rac{w^2}{2g}.$ Hierin bedeutet, ausser v und $w,\,\delta p$ die Abnahme des absoluten Gasdruckes h die Erbeit soluten Gasdruckes, h die Erhebung der Rohrachse auf den einzelnen Strecken, l die Länge der Strecken, d den RohrFür die Strecke f-g hat sich λ beim I. Veruche negativ ergeben, beim II. und III. Versuch unwahrscheinlich klein. Die Ursache hievon ist in der bei diesen Versuchen ver-

Wettbewerb für ein Gymnasium mit Turnhalle in Biel.

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

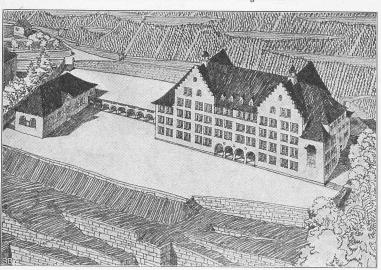
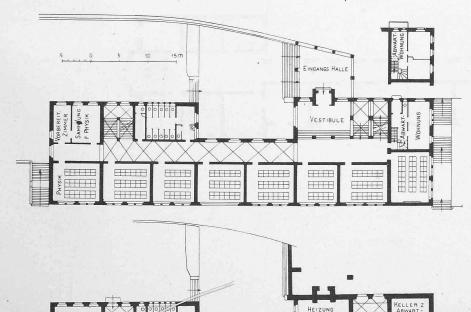


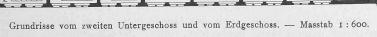
Schaubild der ganzen Anlage von Osten.

die drei letzten Wassertöpfe g, h und i war eine Korrektur wegen Inhomogeneität 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 fangenähert 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.

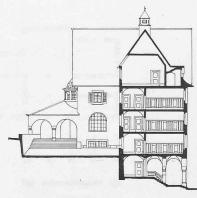
Die übrigen Werte von λ schwanken je bei demselben Versuche

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





durchmesser, g = 9.81 die Beschleunigung der Schwere. Die hieraus für die einzelnen Strecken und Versuche gefundenen Werte des Rohrreibungskoeffizienten λ sind in der Zahlentafel II unter 4. zusammengestellt.



Schnitt durch das Hauptgebäude. — 1:600.

ergeben haben, so erhält man doch keinerlei Ausgleichung der Werte von λ. 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 à 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

Verlegen hineingeraten sind.

Die Ursachen dieser Schwankungen von λ 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».

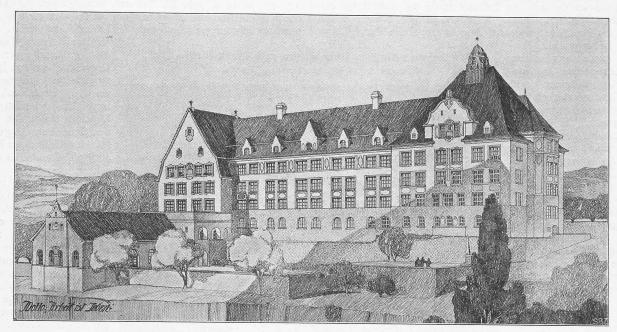
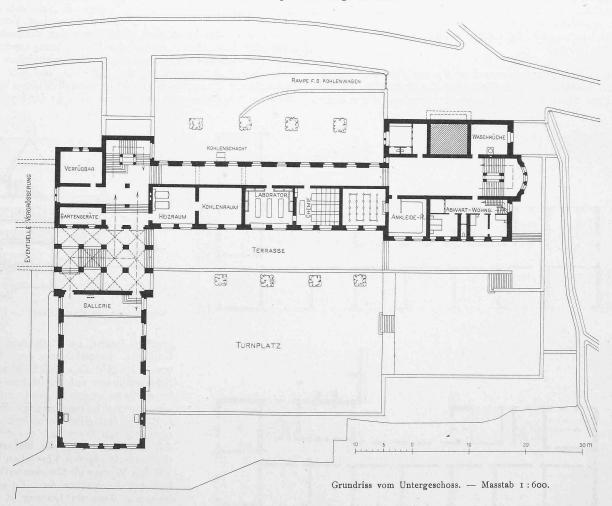


Schaubild der gesamten Anlage von Osten.



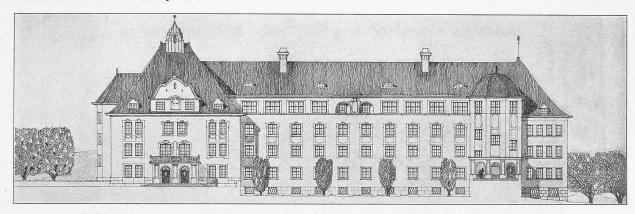
zu verwenden. Diese Mittelwerte sind in der letzten Spalte der Zahlentafel II angegeben, und zwar bestimmt unter Berücksichtigung der Länge der einzelnen Strecken. Nur beim I. Versuche wurde der Mittelwert anders berechnet, weil bei ihm die Manometerablesungen an den meisten Wassertöpfen zu unsicher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

wurde auch der Druck hinter dem nicht arbeitenden Gebläse beobachtet, unter Berücksichtigung der Korrektur wegen Inhomogeneität. 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 λ 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 λ 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.

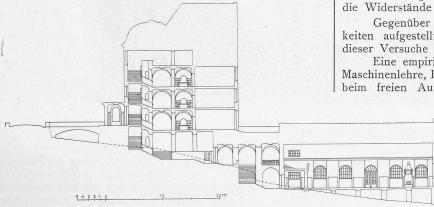
Gegenüber den sonst für Leitungen elastischer Flüssigkeiten aufgestellten Formeln stellen sich die Ergebnisse dieser Versuche verschieden.

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 λ 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.

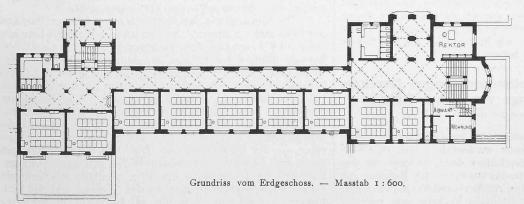
Aus einer Formel von Hans Lorenz (siehe Technische Wärme-

lehre, 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.



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



des Zusammenhanges zwischen λ 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

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 l mit dem wirklichen mitt-

lern 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