Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 53/54 (1909)
Heft: 22

Artikel: Lüftungseinrichtungen in schweizerischen Schulhäusern
Autor: Hottinger, Max
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-28155

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: 15.07.2025

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

für das Scheitelprojekt eine Mehrausgabe für den Fahrdienst von $1\,900\,000 \times 54 \times 0{,}01 = 1\,025\,000$ Fr. statt 468 000 Fr. nach unserer Rechnung, wonach eine grössere Wirtschaftlichkeit für das Basisprojekt herauskommen müsste.

Die Fahrdienstkosten pro Bruttotonne und virtuellen Kilometer sind aber mit 0,01 Fr. zu hoch angenommen, sie sind zudem in Wirklichkeit gar keine unveränderliche Grösse und können somit nicht als Masstab benutzt werden. Bei den Bundesbahnen (Statistik 1904) z. B. kommen die Fahrdienstkosten pro Bruttotonne und Nutzkilometer auf 0,0082 Fr., während sie bei der Gotthardbahn mit einem virtuell viel ungünstigeren Längenprofil auf 0,0080 Fr. zu stehen kommen. Also gerade das Gegenteil dessen, was die Formeln der virtuellen Längen voraussetzen! Da diese Formeln aber mancherorts als unbeschränkte Wahrheit betrachtet und darauf folgenschwere Grundsätze und Entschlüsse aufgebaut werden, so schien uns obige Untersuchung, die nur den Anstoss zu weiterer Vertiefung in dieses Gebiet geben soll, angezeigt.

Tabelle II. **Zusammenstellung der Fahrdienstkosten schweiz. Normalbahnen.**
(Konstante Widerstandsziffer 4,5 *kg/t*.)

Bahn	Fahrdienstkosten pro Nutzkilometer		Gesamt-Zugsgewicht pro Nutzkilom.	Mittlere Steigung	Hebungskosten	
	total	Material-Verbrauch			Material-Verbrauch allein	Totale Fahrdienstkosten
1900	Fr.	Fr.	*t*	‰	Fr.	Fr.
S. C. B.	1,32	0,523	215	5,3	0,248	0,625
G. B.	1,22	0,538	216	9,3	0,181	0,410
J. S.	0,93	0,335	198,5	7,1	0,145	0,405
N. O. B.	1,00	0,468	171	4,8	0,295	0,630
V. S. B.	1,02	0,380	169,5	5,1	0,233	0,625
E. B.	0,64	0,322	105	6,0	0,293	0,580
J. N.	1,02	0,580	110	19,8	0,216	0,380
L. H. B.	0,60	0,387	95	11,8	0,250	0,386
H. W. B.	0,58	0,363	94	12,3	0,230	0,370
S. O. B.	0,90	0,504	72	25,1	0,236	0,420
Uetliberg	1,06	0,488	37	44,7	0,268	0,600
1904	Fr.	Fr.	*t*	‰	Fr.	Fr.
S. B. B.	1,15	0,390	192,6	6,2	0,189	0,540
E. B.	0,58	0,237	93,4	6,0	0,243	0 590
G. B.	1,29	0,558	225,2	9,3	0,179	0,415
J. N.	1,18	0,610	120,8	19,8	0,208	0,405
L. H. B.	0,64	0,365	100,1	11,8	0,224	0,393
H. W. B.	0,56	0,301	94,0	12.3	0,190	0,355
S. O. B.	0,88	0,452	75,7	25,1	0,203	0,392
Uetliberg	0,95	0,386	37,5	44,7	0,210	0,515
Betriebsgruppe der Thunerseebahn:						
T. S. B.	1,08	0,610	143,1	6,2	0,400	0,705
B. N.	0,98	0,515	135,2	6,9	0,333	0,630
E. Z. B.	0,88	0,550	94,2	13,8	0,320	0,510
G. T. B.	0,82	0,445	110,1	5,7	0,397	0,730
S. E. B.	0,85	0,502	101,1	7,2	0,427	0,718
S. F. B.	0,85	0,494	92,6	11,2	0,341	0,585
1906	Fr.	Fr.	*t*	‰	Fr.	Fr.
S. B. B.	1,13	0,410	224,8	5,9	0,176	0,485
E. B.	0,61	0,270	96,0	6,0	0,267	0,605
G. B.	1,29	0,580	229,8	9,3	0,183	0,408
J. N.	1,21	0,600	120,8	19,8	0,205	0,410
L. H. B.	0,68	0,380	104,1	11,8	0,224	0,402
H. W. B.	0,59	0,330	94,6	12,3	0,208	0,372
S. O. B.	0,90	0,450	76,3	25,1	0,198	0,400
Uetliberg	0,89	0,380	35,8	44,7	0,216	0,505
Betriebsgruppe der Thunerseebahn:						
T. S. B.	1,12	0,600	159,0	6,2	0,352	0,660
B. N.	1,02	0,560	138,1	6,9	0,352	0,640
E. Z. B.	0,92	0,570	110,1	13,8	0,282	0,457
G. T. B.	0,87	0,470	126,9	5,7	0,364	0,670
S. E. B.	0,85	0,490	118,9	7,2	0,352	0,610
S. F. B.	0,80	0,440	92,7	11,2	0,303	0,550

Lüftungseinrichtungen in schweizerischen Schulhäusern.

Von *Max Hottinger*, Ingenieur bei Gebrüder Sulzer, Winterthur.

Notwendigkeit des Luftwechsels.

Die Schulfreundlichkeit des Schweizervolkes ist weit über die Grenzen seines kleinen Landes hinaus bekannt und wenn man die Prachtbauten von städtischen Schulhäusern wie auch die einfachern Schulhäuser auf dem Lande, oft bis hinauf in kleine Alpdörfer, betrachtet, so wird man erkennen, dass der Schule in der Schweiz grosse Opfer gebracht werden [1]). Ein grosses Kapital ist in den öffentlichen Schulen angelegt, das seine Verzinsung finden soll in der Volksbildung. Aber nicht nur der Bildung, auch der Gesundheit des heranwachsenden Geschlechts muss Rechnung getragen werden. Daher sind in allen neueren Schulen die Räume hoch und luftig gebaut und grosse Fenster gestatten reichliche Lichteinströmung. Vielerorts ist den Kindern durch Brausebäder Reinigungsmöglichkeit geboten, in Milchküchen wird für kräftigende Erfrischung in den Pausen gesorgt und als notwendige Ergänzung dieser hygienischen Einrichtungen wird jetzt allgemein eine gute Zentralheizung verlangt. Langsam bricht sich aber auch die Erkenntnis in weitern Kreisen Bahn, dass die mehr im Verborgenen wirkenden *Lüftungsanlagen* nicht minder segensreich auf die Gesundheit der Schulkinder wirken und daher bei Neuanlage von Schulhäusern erhöhte Berücksichtigung verdienen.

Einer der massgebendsten Hygieniker, *Max von Pettenkofer*, sagt: „Ich bin auf das lebendigste überzeugt, dass wir die Gesundheit unserer Schulkinder wesentlich stärken würden, wenn wir in den Schulhäusern, in denen sie durchschnittlich fast den fünften Teil des Tages verbringen, die Luft stets so gut und rein erhalten würden, dass ihr Kohlensäuregehalt nie über 1 ‰ anwachsen könnte [2]). Alle Väter und Mütter wissen, dass die Gesundheit ihrer Kinder durchschnittlich häufige Störungen zu erleiden beginnt, sobald sie anfangen, die öffentliche Schule zu besuchen. Wenn sie sich in den Ferien erholt und wieder ein blühendes Aussehen gewonnen haben, so bleichen sie bald ab und kränkeln häufiger, wenn die Schule wieder begonnen hat". Reg.- u. Baurat *Th. Oehmcke* fügt diesen Worten in seiner Broschüre: „Mitteilungen über die Luft in Versammlungssälen, Schulen und in Räumen für öffentliche Erholung und Belehrung" bei: „Für diese Tatsachen sind auch noch andere Ursachen verantwortlich zu machen, der Einfluss der verschlechterten Schulluft ist aber ein vorwiegender und macht sich bei einem in der lebhaftesten Entwicklung begriffenen Organismus in viel schädlicherer Weise geltend, als bei einem ausgebildeten". In ähnlicher Weise äussern sich eine Reihe der einsichtsvollsten Männer zu dem Thema.

Auf Grund wissenschaftlicher Erkenntnis müssen an die Luftbeschaffenheit eines Schulraumes folgende Anforderungen gestellt werden:

1. Die Temperatur soll im Winter in Kopfhöhe gemessen 15 bis 18 °C betragen, im Sommer 23 °C nicht übersteigen.
2. Der Kohlensäuregehalt der Luft darf 1,5 ‰ nicht überschreiten.
3. Der relative Feuchtigkeitsgehalt hat in den Grenzen zwischen 40 und 75 % zu bleiben.
4. Die Luft muss rein, also staubfrei und geruchlos sein.
5. Zugerscheinungen dürfen im Raum nicht auftreten.

Diese Bestimmungen sind nur erfüllbar durch eine zweckentsprechend angelegte und sachgemäss betriebene Lüftungsanlage. In richtiger Erkenntnis der Wichtigkeit dieser Umstände sind z. B. im Staate New-York Gesetze erlassen worden, in denen es beispielsweise heisst: „Es

[1]) Vergl. die Arbeit «Volksschulhäuser in der Schweiz» von Prof. *Karl Hinträger*. (Unter Literatur S. 94 dieses Bandes.)

[2]) Neuere Hygieniker wie *Rietschel* u. a. geben für Schulen 1,5 ‰ als obere zulässige Grenze an.

darf in diesem Staate in Zukunft in keiner Stadt dritter Klasse und in keinem inkorporierten Orte oder Schuldistrikte ein Schulhaus mit einem Kostenaufwand von mehr als 500 Dollars erbaut oder erweitert werden, bevor die Pläne und Beschreibungen dazu dem Regierungskommissar für das Unterrichtswesen vorgelegt und von ihm genehmigt worden sind. Der Regierungskommissar darf die Genehmigung nicht erteilen, wenn nicht in den Plänen für jeden Platz eines Schülers in jedem Studier- oder Lehrraume mindestens 15 Quadratfuss (1,4 m^2) Grundfläche nebst mindestens 200 Kubikfuss (5,66 m^3) Luftraum vorgesehen sind und dafür gesorgt ist, dass jedem Schüler in jeder Minute wenigstens 30 Kubikfuss (0,85 m^3) reine Luft zugeführt werden und wenn nicht die Möglichkeit besteht, die unreine oder verdorbene Luft aus den Räumen *unabhängig von dem Wechsel der atmosphärischen Verhältnisse* abzuführen" [1]). Und in einer amtlichen Verfügung des Niederösterreichischen Landesschulrates [2]) heisst es u. a.: „Zur Lufterneuerung dienen zunächst Fenster und Türen. . . . . Jeder Schulraum muss noch eine besondere Vorrichtung zur stetigen Lüftung während der Heizperiode haben, die bei jeder Witterung eine stündlich dreimalige Lufterneuerung verbürgt. Diese Lüftungseinrichtungen müssen in jedem einzelnen Falle durch einen Fachmann projektiert und aus den Bauplänen vollständig ersichtlich gemacht werden".

Derartig bestimmte Gesetze besitzt die Schweiz noch nicht. Die bestehenden Schulverordnungen und Normalvorschriften, die übrigens dieses Jahr laut Mitteilung der Schweizerischen Gesellschaft für Schulhygiene eine Ergänzung erfahren sollen, lauten in lüftungstechnischer Hinsicht meist recht unbestimmt, andeutend oder blos wünschend, haben aber nicht zwingenden Charakter [3]).

Um so beachtenswerter sind die trotzdem in so vielen Schulhäusern angebrachten erstklassigen Lüftungsanlagen, nicht durch den Zwang der Gesetze entstandene Einrichtungen, sondern Anlagen, die ihre Erstellung einem gefühlten Bedürfnis gebildeter Bürger und dem verständnisvollen Wunsche des Volkes, seinen Kindern auch in hygienischer Beziehung nur das Beste zu bieten, entstanden sind.

In der Lüftungstechnik unterscheidet man zwischen „natürlicher" und „künstlicher" Ventilation. Mit ersterer bezeichnet man den Luftaustausch zwischen Raum und Atmosphäre, der durch die Poren der Mauern, Ritzen und Spalten der Fensterrahmen, durch offene Fenster und Türen erfolgt. In Privathäusern, bei Anwesenheit nur weniger Personen in entsprechend grossen Zimmern genügt diese geringe Lufterneuerung meist den gesundheitlichen Anforderungen an gute Luft, nicht aber in Lokalitäten wie Schulzimmern, die von Menschen angefüllt sind. Hier vermag die natürliche Lufterneuerung mit der Luftverschlechterung nicht oder höchstens durch Oeffnen der Fenster Schritt zu halten, was aber bei ungünstigen Witterungsverhältnissen unmöglich ist, wenn nicht kalte Luftströmungen und andere gesundheitsschädliche Erscheinungen auftreten sollen.

Die Grösse des natürlichen Luftwechsels ändert sich mit der Temperaturdifferenz zwischen Raum- und Aussenluft, mit der Richtung und Stärke des Windanfalles sowie mit der Durchlässigkeit der Baumaterialien. Wie eben bemerkt, kann bei guter Witterung die natürliche Lüftung durch Oeffnen von Fenstern oder kleiner, in der obern Hälfte der Fenster angebrachter Jalousieflügel unterstützt werden. In diesem Fall spricht man von „Fensterlüftung". Solche Fensterlüftung in Schulräumen darf aber nur als Unterstützung der Ventilation, nicht aber als ausschliessliche Lüftungsmöglichkeit dienen, da sie, wenn Schüler und Lehrer nicht schädlicher Zugluft ausgesetzt werden sollen, bei kaltem, windigem Wetter ausgeschlossen ist. Viele Kinderkrankheiten mit scheinbar unerklärlicher Ursache dürften darauf zurückzuführen sein, dass die Lehrer in Schulzimmern ohne künstliche Ventilation, durch die Luftverpestung gezwungen, auch in ungünstigen Zeiten die Fenster öffnen müssen. Bei der natürlichen Raumlüftung tritt noch der Umstand störend in die Erscheinung, dass man nicht imstande ist, der Zu- und Abluft ihren Weg vorzuschreiben. Herrscht Unterdruck in einem Raume, so strömt demselben nicht nur Luft aus der Atmosphäre, sondern auch aus umliegenden Räumen, Gängen, eventuell Aborten usw. zu und tritt von da manchmal verseucht, infiziert ein, welcher Umstand sich zu der Luftverschlechterung im Raum durch Atmung und Beleuchtung hinzugesellt.

Es ist natürlich wertvoll, ein Schulhaus in gesunder Lage zu erbauen, sodass die Kinder auf dem Schulwege, beim Spielen im Freien, zu Zeiten offener Fenster gesunde, reine Luft einatmen können. Die gute Aussenluft aber auch bei kaltem, windigem Wetter den Rauminsassen zu gute kommen zu lassen vermögen ausschliesslich künstliche Lüftungsanlagen, bei denen durch Kanäle der Frischluft Zutritt in den Raum und der verbrauchten Zimmerluft Abzug ins Freie ermöglicht wird.

Einteilung der Lüftungsanlagen.

Bei den Lüftungsanlagen hat man als Hauptsysteme zwischen *„Pulsions- oder Drucklüftung"* und *„Aspirations- oder Sauglüftung"* zu unterscheiden. Bei den ersten wird die Luft mittels Druckventilators in den Raum hineingepresst, der Abluft wird der Weg durch Kanäle über Dach bezw. nach dem Dachboden und von da ins Freie gewiesen (Abb. 1, S. 286) oder es wird von künstlichen Abluftöffnungen abgesehen und der im Raum erzeugte Ueberdruck zur Entlüftung durch die Poren der Mauern, Ritzen und Spalten der Fensterrahmen, sich öffnende Türen usw. benützt (Abb. 2).

Als sehr zweckmässiges System hat sich die Kombination beider Anordnungen erwiesen, indem wohl Abluftkanäle angelegt, die Querschnitte derselben aber mindestens $^1/_3$ kleiner als diejenigen der Zuluftkanäle gemacht werden, sodass ein geringer Ueberdruck im Raum entsteht und anderseits ein gehöriger Luftwechsel gesichert ist.

Erhitzt man bei Drucklüftung mit Abzugskanälen die Luft auf 30 bis 50° C und sieht von direkter Warmwasser- oder Dampfheizfläche ab, so spricht man von „Luftheizung", die aber in modernen Schulhäusern vor allem ihres teuern Betriebs wegen selten mehr zur Anwendung kommt; Luftheizungen mit direkter Feuerheizfläche sind aus hygieinischen Gründen verwerflich.

Den Uebergang zu den Sauglüftungen bildet das System, bei dem die Zuluft in einer meist im Keller gelegenen Heizkammer erwärmt wird und von da infolge des Auftriebes durch Zuluftkanäle in den Raum und durch Abluftkanäle aus diesem nach dem Dachboden aufsteigt (Abb. 3). Ein Ventilator ist hierbei nicht vorhanden, sodass die Anlage abhängig ist von der Witterung und bei hohen Aussentemperaturen sogar rückläufige Strömungen von oben nach unten auftreten können.

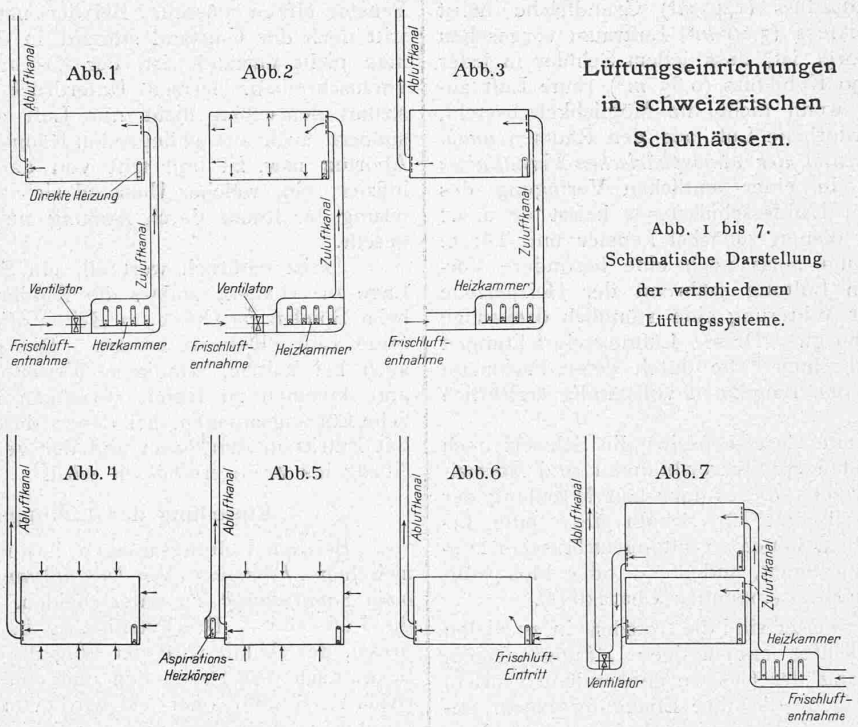
Den genannten Uebelständen sind auch die Sauglüftungen ohne Ventilatorbetrieb unterworfen. Bei denselben wird entweder abgesehen von bestimmten Zuluftöffnungen, man begnügt sich mit Anlegung von Abluftkanälen und überlässt dem natürlichen Auftrieb der warmen Abluft den Betrieb der Anlage, indessen die Zuluft durch die Undichtheiten der Umfassungswände zuströmt (Abb. 4). Die Wirkung solcher, auf dem Auftrieb der Abluft beruhenden Anlagen kann erhöht werden durch künstliche Erwärmung der Abluft mittels sogenannter Aspirationsheizkörper (Abb. 5). Doch ist diese Betriebsart weder zu-

[1]) Die amerikanischen Gesetze bezüglich Ventilation von Schulen und andern öffentlichen Gebäuden sind für die Staaten Massachusetts, New Jersey, New York und Pennsylvania zusammengefasst in einer kleinen Broschüre: «Ventilation Laws», herausgegeben von der «Heating and Ventilating Magazine Company» in New York.

[2]) Abgedruckt in der «Zeitschrift für Schulgesundheitspflege» 1906 No. 9.

[3]) Vergl. «Die schulhygienischen Vorschriften in der Schweiz», zusammengestellt von *Dr. Fr. Schmid* auf das Jahr 1902.

verlässig noch ökonomisch. Bisweilen erweitert man, unter Beibehaltung der Abzugskanäle, die Undichtheiten der Umfassungswände absichtlich zu künstlichen, mittels Klappen verschliessbaren und mit Gittern zur Abhaltung grober Unreinigkeiten und Insekten versehenen Zuluftöffnungen, die man zumeist in den Fensternischen hinter Heizkörpern der direkten Warmwasser- oder Niederdruckdampfheizung anbringt. Dadurch soll erreicht werden, dass sich die eintretende Luft im Winter unmittelbar an der Heizfläche erwärmt. Man nennt das Sauglüftung mit direkter Frischluftzuführung (Abb. 6). Wenn das Hochführen der einzelnen Abluftkanäle in den Dachboden bezw. über Dach aus baulichen Gründen Schwierigkeiten bereitete, hat man dieselben auch schon absteigend angeordnet, im Keller vereinigt und einen Saugventilator angebracht, hinter dem ein einziger Sammel-Abluftkanal hochführt (Abb. 7). Ventilatoren im Dachboden aufzustellen ist der Schallübertragung und der Unübersichtlichkeit des Betriebes wegen nicht zu empfehlen.



Lüftungseinrichtungen in schweizerischen Schulhäusern.

Abb. 1 bis 7. Schematische Darstellung der verschiedenen Lüftungssysteme.

Allgemeines über die Erstellung von Lüftungsanlagen in Schulhäusern.

Bei jeder Lüftungsanlage ist die richtige Wahl des Entnahmeortes der den Räumen zuzuführenden Frischluft von besonderer Wichtigkeit. An der Schöpfstelle soll die Aussenluft möglichst rein, d. h. staub-, russ- und geruchfrei sein. Erfüllt sie diese Bedingung mit Sicherheit, so bedarf sie keiner Reinigung; ein einfaches Gitter an der Eintrittsöffnung zur Abhaltung von Verunreinigungen durch Menschen, Tiere, den Wind usw. genügt dann. Vorsichtiger ist es aber immer, die Luft bei ihrem Eintritt ins Gebäude in einer geräumigen Staubkammer *D* (Abb. 8) zur Ruhe kommen zu lassen, was bezweckt, dass schwere Partikel sich ablagern. Noch vollkommener wird die Reinigung durch Anbringung eines Filters *F* aus Barchent, Nesseltuch oder einem andern Gewebe. Je feiner dasselbe, um so weitgehender die Reinigung, um so grösser aber auch der dem Luftstrom entgegenstehende Widerstand. Diese Filter müssen leicht reinigungsfähig, auswechselbar, zum mindesten an Ort und Stelle ausklopfbar sein. Ist ein Ventilator *G* vorzusehen, so wird derselbe mit Vorteil zwischen Filter und Heizkammer angeordnet. Seine Geschwindigkeit muss den Bedürfnissen und Witterungsverhältnissen entsprechend regulierbar sein. Steht elektrische Kraft zur Verfügung, so kann bei Gleichstrom der Ventilator mit dem Elektromotor direkt gekuppelt und die Regulierung mittels Regulierwiderstandes besorgt werden. Bei Wechselstrom sind mindestens zwei- bis dreistufige Antriebsscheiben erforderlich. Für richtige Temperierung der Luft wird in der Heizkammer *J*, bezw. im Mischraum *N* gesorgt. Die Heizkörper *O* der erstern werden mit Vorteil gruppenweise von aussen her abstellbar angeordnet. Diese Gruppeneinteilung ist namentlich bei Niederdruckdampf notwendig, da bei Warmwasserheizung eine entsprechende Wärmeabgabe auch durch verschieden hohe Temperierung des Heizwassers zu erlangen ist. Erwärmung macht die Luft relativ trockener. Da aber in Aufenthaltsräumen von Menschen ein rel. Feuchtigkeits-Gehalt zwischen 40 und 75 % gesichert bleiben muss, ist der Ventilationsluft im Winter nach Massgabe des Wassergehaltes der Aussenluft und ihrer Erwärmung Wasser zuzuführen. Das geschieht zumeist ebenfalls in der Heizkammer durch Dunstgefässe *K*, in denen Wasser erwärmt und verdampft wird. Diese sollen automatisch oder von ausserhalb von Hand zu speisen sein. Im letztern Falle muss ein neben dem Speisehahn angebrachtes Wasserstandsglas das Niveau des Wassers im Gefäss erkennen lassen, sodass die Heizkammer ausser zu Reinigungszwekken nicht betreten werden muss. Meist wird parallel der Heizkammer eine Umführung *M* so angeordnet, dass man mittels eines Schiebers *C* die Frischluft entweder nur die Heizkammer oder nur die Umführung oder zum Teil die Heizkammer, zum Teil die Umführung passieren lassen kann, sodass sich bei *N* eine Mischtemperatur zwischen kalter und erwärmter Luft einstellt. Von hier aus wird die Luft in Kanälen *P* den zu lüftenden Räumen zugeführt. Der Lufteintritt in ein Gebäude ist für die Zeiten der Nichtbenützung der Anlage mit einem dichtschliessenden Schieber *C* oder mit Rollladen zu versehen und die Luftverteilung ist durch in den Kanälen *P* angebrachte Regulierklappen *S* einstellbar zu machen. Mit Vorteil verwendet man hierzu bei grossen Anlagen Fernstellvorrichtungen, die man gemeinsam mit den zentralen Regulier- und Absperrvorrichtungen der Heizung in einem zentralen Regulierraum unterbringt, übersichtlich anordnet und mit entsprechenden Aufschriften versieht. Sämtliche Teile der Anlage: Staub-, Filter-, Heiz- und Mischkammer, sowie die Kanäle werden bei guten Ausführungen durch Türen *E* und Putzöffnungen *T* leicht

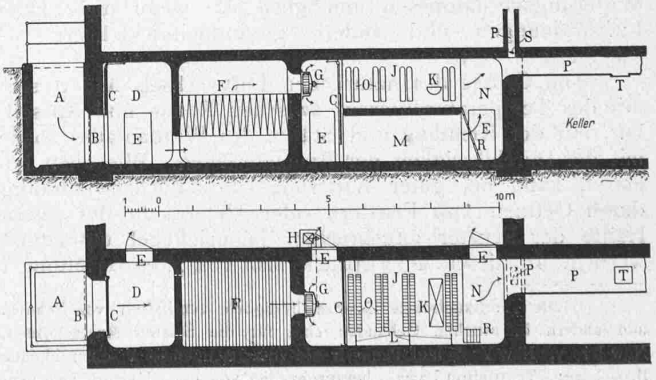


Abb. 8. Schematische Darstellung einer Heizkammer. — 1 : 200.

Legende: *A* Lufteintritt, *B* Gitter, *C* Schieber, *D* Staubkammer, *E* Türen, *F* Filter, *G* Ventilator, *H* Elektromotor dazu, *J* Heizkammer, *K* Dunstgefäss, *L* Chikanen, *M* Umführung, *N* Mischraum, *O* Heizkörper, *P* Zuluftkanäle, *R* Treppe, *S* Regulierklappen, *T* Putzöffnungen.

reinigungsfähig und soweit möglich begehbar gemacht. Ecken und Kanten sind durchgehends gut abzurunden, so dass sich weder Luftwirbel noch Staubablagerungen bilden können; auch sind die Wandungen dicht zu erstellen, damit der Luftverlust auf dem Wege vom Ventilator nach den Räumen möglichst klein ausfalle. Als Herstellungsmaterial der Deckenkanäle kann Blech in Betracht kommen, das dichte, glatte, allen Krümmungen sich mit Leichtigkeit anschmiegende Kanäle sichert, aus welchem Grunde es z. B. in Amerika mit Vorliebe verwendet wird und auch bei uns grössere Beachtung verdiente. Nachteile sind verhältnismässig hohe Kosten und grosse Wärmeverluste der warmen Luft bei Leitung derselben durch unbeheizte Räume. Isolation vermindert diesen Nachteil, erhöht aber die Anlagekosten erheblich. Vielfach findet man Gypsdielen angewendet, die glatt, ziemlich dicht und wärmeisolierend, aber ebenfalls teuer sind. Wo auf Billigkeit nicht zu sehen ist, oder Feuchtigkeit und Modergeruch gefürchtet werden müssen, sind zur Auskleidung von begehbaren Frischluftkanälen und Staubkammern glasierte Tonplatten zu empfehlen. Das billigste aber auch schlechteste sind Rabitzwände, die aus einem in Form des Kanales gespannten und mit Mörtel verputzten Drahtgeflecht bestehen. Sie sind selten dicht und innen meist sehr uneben, sodass sie grosse Reibungsverluste bedingen und dem Staub Gelegenheit zur Ablagerung bieten, ohne genügend reinigungsfähig zu sein. Wird eine derartige Anlage nach längerem Stillstand in Betrieb genommen, so bläst der Luftstrom den inzwischen angesammelten Staub in die Zimmer; diese Erscheinung kann sogar auftreten, wenn die Luftgeschwindigkeit während des Betriebes plötzlich gesteigert wird.

Die vertikalen Zu- und Abluftkanäle werden gewöhnlich in den Gebäude-Innenmauern hochgeführt; die Abluftkanäle lässt man oft im obersten, unbenützten Teil des Dachbodens 0,5 bis 1 *m* über Fussboden frei ausmünden. Auf das Dach gesetzte Deflektoren oder einfach Undichtheiten und Lücken im Dach haben sodann für Abführung der Luft ins Freie zu sorgen. Zur Vermeidung von Schallübertragung und Feuersgefahr werden die vertikalen Abluftkanäle auch bisweilen durch einen horizontalen Sammelkanal gefasst, der über Dach führt. Abzüge aus Aborten, Küchen, Laboratorien usw., die mit übeln Gerüchen geschwängerte Luft führen, sind stets direkt über Dach zu leiten und mit gut wirkenden Deflektoren zu versehen, die das Eindringen von Regen, Schnee, Wind und andern Witterungseinflüssen zu vermeiden haben. Als Erstellungsmaterial für vertikale Luftkanäle kommen auch glasierte Tonröhren und Schilfbretter in Betracht. Zur Vermeidung von Schallübertragungen dürfen nie zwei oder gar mehr Räume an denselben Kanal angeschlossen werden.

Für zufriedenstellendes Arbeiten einer Lüftungsanlage ist sodann die sachgemässe Führung der Luft in den Räumen besonders wichtig, da die auftretenden Luftströmungen zu berücksichtigen sind, wenn auch ihre Einwirkung auf die im Raum anwesenden Personen dadurch herabgemindert wird, dass die Zuluft im Winter mindestens auf Raumtemperatur vorgewärmt, im Sommer nicht unter ein bestimmtes Mass abgekühlt werden soll. Prof. Rietschel stellt als Grundsatz auf, dass zur Vermeidung von Zugerscheinungen und zur Erzielung gleichmässiger Wärmeverteilung die Einströmung der Luft unter der Decke mit grosser Geschwindigkeit die vorteilhafteste Anordnung bilde. Als maximale Einströmungsgeschwindigkeit, wobei störende Geräusche beim Durchgang durch die Gitterverkleidungen noch nicht auftreten, gibt Rietschel 2 bis 2,5 *m/sek* an [1]). Sind die Eintrittsöffnungen aus irgend welchen Gründen (z. B. Unterzüge an den Decken) über Boden anzuordnen, so muss die Eintrittsgeschwindigkeit bedeutend kleiner gehalten werden. Den notwendigen Luftmengen und der zulässigen Geschwindigkeit entsprechend ist die Grösse der freien Gitterquerschnitte zu berechnen. In den Kanälen darf mit der Luftgeschwindigkeit bis auf 3 *m/sek*, eventuell noch höher gegangen werden.

Sehr gut hat sich bei Schulzimmern die Anordnung bewährt, die Zuluftöffnungen an der Decke anzubringen, die Abluftöffnungen an der gegenüberliegenden Wand dagegen sowohl an der Decke als auch am Fussboden vorzusehen und sämtliche Oeffnungen durch Jalousieklappen abschliessbar zu machen. Die Benützung der obern Abzugsöffnungen empfiehlt sich dann namentlich im Sommer, sowie bei Benützung der Schulräume an Winterabenden, wenn zufolge Wärmeabgabe von Menschen und Gas- oder Petroleumbeleuchtung die heisse, verdorbene Deckenluft abgeführt werden soll. Tagsüber wird man dagegen im Winter, also zu Zeiten, in denen die Wärme nach Möglichkeit zusammen gehalten werden soll, die untern Abzüge öffnen.

Durch richtige örtliche Wahl der Ein- und Austrittsstellen vermag man die Luft zu zwingen, alle Teile der Räume in vollkommener Weise zu durchspülen. Der stündliche Luftwechsel darf den fünffachen Rauminhalt zur Vermeidung von Zugerscheinungen auf keinen Fall überschreiten. Berechnungen ergeben für die z. Z. in der Schweiz üblichen Raumdimensionen und Besetzungen meist eine etwa zweieinhalbmalige Lufterneuerung in der Stunde.

Im Folgenden soll anhand einiger, durch *Gebrüder Sulzer* in Winterthur ausgeführten Lüftungseinrichtungen die praktische Ausbildung der verschiedenen Systeme näher erläutert werden. (Schluss folgt.)

[1]) «Leitfaden zum Berechnen und Entwerfen von Lüftungs- und Heizungsanlagen», Berlin 1902, bei *Jul. Springer*. Vergl. Literaturbesprechung in Bd. XL, Seite 279.

Zwei Eisenbeton-Bogenbrücken in Ungarn.

Die siebenbürgischen Städte Hermannstadt und Kronstadt sind durch die Eröffnung der neu erbauten Teilstrecke Fogaras-Kronstadt, einer Bergstrecke mit 515 *m* langem Scheiteltunnel, in direkte Eisenbahnverbindung gebracht worden. Bemerkenswert an dieser neuen Bahnlinie erscheinen u. a. zwei Bogenbrücken in Eisenbeton mit 36 und 60 *m* Spannweite, die ersten grössern Bauwerke dieser Art in Ungarn. Ueber ihre Verhältnisse hat uns Prof. Dr. *Konstantin Zielinsky* vom Budapester Polytechnikum, der die Brücken entworfen und berechnet hat, in zuvorkommender Weise berichtet; auch verdanken wir ihm die Unterlagen zu den hier wiedergegebenen Bildern. Wie diesen zu entnehmen ist, handelt es sich um je eine mit zwei Bogenrippen überspannte Hauptöffnung, an die sich beidseitige Anschluss-Viadukte aus einer Anzahl von Jochen mit darübergelegten Längsträgern schliessen. Beachtenswert erscheint die Klarheit der Konstruktion, die jeweils die drei Hauptbestandteile jeder Brücke sofort erkennen lässt, indem die notwendigen Dilationsfugen zwischen Bogenträgern und den Anschlussviadukten konstruktiv und unverschleiert bis auf die Sockel der Widerlagerpfeiler herabgeführt sind.[1]) Als Gesamtlänge der Brücken ergibt sich für die in Abbildung 1 dargestellte aus der Summe der Pfeilerabstände bezw. Spannweiten von $3 \times 10{,}5 + 14{,}0 + 10{,}5 + 2{,}5 + 60{,}0 + 2{,}5 + 10{,}5 + 14{,}0 + 2 \times 10{,}5 = 166{,}5$ *m*, bezw. $2 \times 11{,}8 + 2{,}0 + 36{,}0 + 2{,}0 + 10{,}5 + 14{,}0 + 10{,}5 = 98{,}6$ *m* für die kleinere Brücke in Abbildung 2. Die Konstruktion beider Bauwerke stimmt im Wesentlichen überein, für die kleinere der Brücken ist sie in den Abbildungen 3 und 4 dargestellt. Die beiden Bogenrippen sind durch Stege von rechteckigem Querschnitt überall dort verbunden, wo die Joche zur Uebertragung der Fahrbahnlasten auf sie aufgesetzt sind. Die Fahrbahntafel wird getragen durch ein Paar Längsträger, die sich ihrerseits mittelst kräftiger Querträger auf die Joche stützen.

Beide Brücken haben durchgehende Beschotterung erhalten, zu deren Aufnahme die Fahrbahn einen kanalartigen Aufsatz trägt, dessen Seitenwände je 1,4 *m* links und rechts der Bahnachse parallel zu dieser laufen. Es muss noch bemerkt werden, dass die kleine Brücke ganz, die grössere zum Teil in einer Kurve, und beide in 15 ‰ Ge-

[1]) Vergl. *J. A. Lux* «Technik und Schönheit» auf S. 160 und 190 dieses Bandes, insbesondere S. 194.