

Zeitschrift: Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Schulgesundheitspflege
= Annales de la Société Suisse d'Hygiène Scolaire

Herausgeber: Schweizerische Gesellschaft für Schulgesundheitspflege

Band: 6/1905 (1906)

Artikel: Heizung und Ventilation von Schulhäusern und Turnhallen

Autor: Sulzer

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-90987>

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: 17.07.2025

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

1. Heizung und Ventilation von Schulhäusern und Turnhallen.

Von Gebrüder Sulzer in Winterthur.

I. Die verschiedenen Heizsysteme.

Die Zeit, wo jeder Schüler durch tägliches Mitbringen von ein paar Holzscheitern seinen Beitrag zur Erwärmung des Unterrichtslokals direkt liefern musste, liegt für die meisten Schulgemeinden ziemlich weit hinter uns, ist aber noch nicht aus dem Gedächtnis der ältern Generation verschwunden. Die Öfen der Schulzimmer, meist Kachelöfen, auch eiserne, wurden entweder vom Gang aus oder im Zimmer selbst geheizt, im letzteren Falle war wenigstens eine kleinere Lüfterneuerung, aber auch eine Verunreinigung des Zimmers damit verbunden. Die Unzulänglichkeit derartiger Einrichtungen für Lokale, in denen eine Menge Schulkinder Stunden lang versammelt sind, bedarf weiter keiner Begründung. Ein erster Schritt zur Besserung war, dass nicht nur der Ofen, sondern auch das dazu erforderliche Brennmaterial auf öffentliche Kosten geliefert wurde.

Bei solchen Reminiszenzen wollen wir nicht lange verweilen. Heutzutage besitzt in unserm Lande beinahe jede, auch die kleinste Gemeinde, ein gut eingerichtetes Schulhaus, und in den Städten mit stark wachsender Bevölkerung finden wir zahlreiche Schulhaus-Neubauten, die sowohl durch ihr stattliches Äussere als auch namentlich durch ihre stetig verbesserten innern Einrichtungen die erfreulichsten Fortschritte aufweisen und in der neuern Architektur einen sehr bedeutenden und wichtigen Rang einnehmen.

Mit Bezug auf die Heizung und Lüftung der Schulhäuser hat, als einer der ersten, der unlängst verstorbene Geh.-Rat Professor Dr. Pettenkofer in München sich grosse Verdienste erworben. Durch eingehende Versuche wies er die gesundheitsschädlichen Wirkungen der früher in den Schulhäusern gebräuchlichen Heizeinrich-

tungen nach, insbesondere den Mangel an Vorrichtungen zur kontinuierlichen Lüftung von stark besetzten Schulräumen und die Notwendigkeit von solchen für die Gesundheit der Schulkinder. Seither haben auch andere Autoritäten im Fache der Heizung und Lüftung, voran Geh.-Rat Professor Rietschel in Berlin, durch zahlreiche, gründliche Untersuchungen die Verbesserung der Heizung und Ventilation sowohl im allgemeinen als speziell auch von Schulhäusern sich zur Aufgabe gemacht und in anerkanntester Weise in diesem Fache aufklärend und bahnbrechend gewirkt.

In der Schweiz ist man bei grösseren Schulbauten schon im zweiten Viertel des vorigen Jahrhunderts dazu gekommen, mehr oder weniger zweckmässige Zentralheizungen verschiedener Systeme einzurichten.

Eines der ersten war die Luftheizung mit direkt gefeuerten Zentralöfen (Calorifères), je nach Ausdehnung des Gebäudes mit einer oder mehreren Heizstellen im Kellergeschoss. Da bei diesem System die Luft der einzige Träger der Wärme in die Schulzimmer ist, so war eine ziemlich ausgiebige Ventilation notwendig damit verbunden und in dieser Hinsicht ein wesentlicher Fortschritt erreicht. Die Nachteile bestanden aber darin, dass die Luft mit den stark erhitzten Flächen der direkt gefeuerten eisernen Öfen in Berührung kam und auf hohe Temperatur erwärmt werden musste, ferner dass bei stärkeren Winden die denselben ausgesetzten Zimmer nicht genügend erwärmt werden konnten. Für Ableitung der verdorbenen Luft wurde bei den frühern Ausführungen nur unvollkommen gesorgt. Dieses Heizungssystem hat sich immerhin ziemlich lange erhalten, aber doch nach und nach bessern weichen müssen und wird gegenwärtig nur noch selten angewendet.

Heisswasserheizung ist bei schweizerischen Schulbauten auch schon frühe zur Anwendung gekommen, aber seit längerer Zeit ganz verschwunden.

Dampfheizung. Eine der ersten, wenn nicht die erste Anwendung dieses Systems, wurde im Jahre 1841 von Gebrüder Sulzer im damaligen Knabenschulhaus, jetzt Gymnasium, in Winterthur eingerichtet und ist im wesentlichen noch ziemlich unverändert. Von dem im Kellergeschoss befindlichen Kessel gehen horizontale Verteilungsleitungen durch das Gebäude, und die Schulzimmer werden durch vertikale Heizsäulen erwärmt, welche nicht abschliessbar sind, sodass es zur gleichmässigen Erwärmung der Räume einer sehr sorgfältigen Verteilung der Heizflächen bedarf. Die Wärmeregulie-

rung bei diesem System ist selbstverständlich eine unvollkommene. Es hatte aber den Vorteil der Einfachheit, billiger Erstellungskosten und war immerhin, wenn einmal gut reguliert und gut bedient, als ein Fortschritt zu betrachten, sodass die in den 40er und 50er Jahren darnach erstellten Einrichtungen auch heute noch meistens unverändert funktionieren.

Eine sehr wesentliche Verbesserung der einfachen Dampfheizung brachte anfangs der 60er Jahre die Dampfwasserheizung. An Stelle der vertikalen Heizsäulen traten hübsch dekorierte Zylinderöfen, mit einem Rohrnetz von kleinerem Kaliber derart verbunden, dass jeder Ofen für sich abgeschlossen werden konnte. Ein im Ofen zurückgehaltenes Quantum Wasser, welches, durch Dampf schnell erwärmt, seine Wärme auch nach Abstellen des Dampfes noch während mehreren Stunden behält und nachhaltig ausstrahlt, dient als Wärme-Reserve. Dieses System, zum ersten Male im Jahre 1863 im Polytechnikum Zürich von uns eingerichtet, hat sich, wegen seiner praktischen Vorzüge und Annehmlichkeiten, sehr weit verbreitet und ist in grösseren Schulgebäuden des In- und Auslandes während der 60er und 70er Jahre vielfach zur Anwendung gekommen. Der Betrieb der Dampfwasserheizung machte immerhin eine vollständig ausgerüstete Kesselanlage notwendig, erforderte einen erfahrenen Heizer und war deshalb für kleinere Anlagen weniger geeignet.

Neben der Dampfwasserheizung kam gleichzeitig auch schon die Warmwasserheizung in Anwendung. Die Feuerung der Warmwasserkessel konnte schon ähnlich den heutigen Füllfeuerungen eingerichtet werden und stellte an den Heizer weniger grosse Anforderungen. Es war keine Speisepumpe nötig, kein Wasserstand, kein Dampfdruck zu beobachten. Diese Einfachheit verschaffte der Warmwasserheizung schon in den 60er Jahren mehrfache Anwendung. Beispielsweise wurde das Klara-Schulhaus in Basel 1875 nach diesem System eingerichtet und zwar in Verbindung mit starker Ventilation als Wasser-Luftheizung, und hat sich diese wie andere gleichartige Anlagen gut bewährt.

In der ersten Hälfte der 80er Jahre gelang es, für Niederdruck-Dampfkessel die bisher gebräuchliche Feuerungsweise, welche öftere Beschickung des Feuerherdes und daher stete Anwesenheit des Heizers erforderte, umzuwandeln in eine selbstregulierende Dauerfeuerung, welche bedeutend geringere Anforderungen an die Bedienung stellte und die Möglichkeit bot, den Heizungsbetrieb ohne besondere Aufsicht während des ganzen Tages und auch während

der Nacht aufrecht zu erhalten. Solche selbstregulierende Feuerungen hatte man schon einige Jahre vorher in Amerika, ihre Einführung in Europa ist das Verdienst der Firma Bechem & Post in Hagen. Damit war ein grosser Schritt zur Einführung der zentralen Dampfheizung, auch für kleinere Gebäude, getan. Gleichzeitig wurde von der genannten Firma eine neue Art der Wärmeregulierung der einzelnen Heizkörper eingeführt. Die Heizkörper, aus Rippenelementen bestehend, wurden in gut isolierende Mäntel eingeschlossen, die letzteren mit Regulierringen versehen, welche je nach dem Wärmebedarf mehr oder weniger geöffnet wurden. Es zeigte sich indessen, dass dieses System weiterer Verbesserungen bedürfe, teils weil die Heizkörper schwer zugänglich und deshalb schwer zu reinigen waren, teils weil bei geringem Wärmebedarf wegen Undichtheit der Isoliermäntel es schwer war, Überheizung der Räume zu vermeiden. Man ist gegenwärtig ziemlich allgemein wieder davon zurückgekommen und zu freistehenden Heizkörpern zurückgekehrt.

Das System der Dauerfeuerung mit Selbstregulierung wurde von der Dampfheizung bald auch auf die Warmwasserheizung übertragen. Zur Zeit kommt für Heizung von Schulgebäuden im wesentlichen nur noch in Betracht: die Niederdruckdampfheizung und die Warmwasserheizung, als die beiden Systeme, welche, dank den vielfachen Verbesserungen, die sie in neuerer Zeit erfahren, den heutigen Anforderungen am besten entsprechen.

Beide Systeme haben in ihrer Anlage und äusseren Erscheinung viel ähnliches. Die Frage, welches den Vorzug verdiene, lässt sich nicht allgemein und absolut, weder zu gunsten des einen noch des andern Systems, beantworten, sondern hängt von mancherlei Erwägungen ab, die im gegebenen Falle mehr oder weniger Bedeutung haben. Bei grossen und wichtigen Anlagen, wo hohe Anforderungen sowohl bezüglich Heizung als Lüftung gestellt werden, kommen öfters beide Systeme zugleich und gemischt zur Anwendung.

In hygienischer Beziehung sind beide als einwandfrei und ungefähr gleichwertig zu bezeichnen. Die Heizkörper der Niederdruck-Dampfheizung haben eine Temperatur, welche diejenige des kochenden Wassers nie mehr als um einige Grade übersteigt. Eine schädliche Einwirkung solcher mässig erwärmter Heizflächen auf die mit ihnen in Berührung kommende Zimmer- oder Ventilationsluft ist gänzlich ausgeschlossen. Noch wesentlich tiefer sind die Temperaturen der Warmwasser-Heizkörper bei mittlerem Betrieb und erreichen auch bei Maximalbeanspruchung diejenige kochenden Wassers

nicht. Ansammlung von Staub oder Unreinigkeiten ist bei beiden Systemen leicht zu vermeiden, wenn die Heizkörper, wie gewöhnlich, offen aufgestellt und ihre Formen so gewählt werden, dass sie leicht rein zu halten sind. Lüftung und Luftbefeuchtung, wo solche als nötig erachtet werden, können mit beiden Systemen verbunden werden.

Betriebssicherheit ist sowohl der Niederdruck-Dampfheizung als der Warmwasserheizung in hohem Grade eigen; irgend welche Gefahr von Explosionen, Entzündung von Baumaterial durch Berührung mit der Heizung etc. ist ausgeschlossen, und bei richtiger Anlage und Behandlung funktionieren beide Systeme sicher und geräuschlos. Die gewöhnlich im Kellergeschoss aufgestellten Heizkessel nehmen wenig Raum ein, und ihre Bedienung ist sehr einfach und beansprucht wenig Zeit.

Beiden Systemen ist gemeinsam, dass jeder Heizkörper, unabhängig von allen andern, jederzeit für sich abgeschlossen und reguliert werden kann, so dass die Temperatur jedes einzelnen Raumes nach Belieben einzustellen ist.

Von diesen gleichartigen Eigenschaften abgesehen, bestehen zwischen den beiden Systemen immerhin gewisse Verschiedenheiten.

Der wichtigste Unterschied liegt in der Art und Weise der Temperaturregulierung und ist begründet durch die Natur der beiden Wärmeträger, einerseits Dampf, andererseits Wasser.

Dampf von der niedrigen Spannung von $\frac{1}{20}$ bis $\frac{1}{5}$ Atmosphäre, welche bei Niederdruck-Dampfheizung gewöhnlich zur Anwendung kommt, hat die nahezu konstante Temperatur von 100—104° C. Die Wärmeabgabe des Heizkörpers entspricht direkt dem Quantum des zugelassenen Dampfes, und je nach den Schwankungen der Aussentemperatur, der Einwirkung von Sonne, Wind etc. ist das Regulierventil jedes Heizkörpers danach zu handhaben. Eine zentrale, auf sämtliche Heizkörper zugleich wirkende Regulierung kann zwar stattfinden durch zeitweise Erhöhung oder Verminderung des Druckes im Heizkessel, jedoch nur in beschränkter Masse.

Dem gegenüber hat die Warmwasserheizung den Vorteil, ausser der Regulierung des einzelnen Heizkörpers eine zentrale, auf sämtliche Heizkörper gleichzeitig wirkende Temperaturregulierung in weitgehendem Masse zu gestatten, weil der Wärmeträger Wasser im Heizkessel innerhalb der weiten Grenzen von 30° bis nahezu 100° C. erwärmt werden, und schon von der unteren Grenze an die Zirkulation durch die ganze Heizung beginnen kann. Bei mildem Wetter

stellt man den automatischen Wärmeregler im Heizkessel auf niedrige, bei kaltem Wetter auf höhere Wassertemperatur. Dadurch wird die Heizung als Ganzes dem wechselnden Wärmebedarf je nach der Aussentemperatur angepasst, während gleichwohl jeder einzelne Heizkörper noch für sich regulierbar bleibt; selbstverständlich ist diese Einzel-Regulierung bei zentraler weniger nötig. In der letzteren liegt daher eine grosse Annehmlichkeit, die insbesondere zur Geltung kommt in den Übergangszeiten Herbst und Frühling, wo der Wärmebedarf noch gering ist, und wo man die Räume gerne etwas temperieren wird, ohne sie eigentlich heizen zu wollen. Mit der Möglichkeit, schon bei niedriger Wassertemperatur heizen zu können, ist auch der Vorteil verbunden, dass dabei an Brennmaterial gespart werden kann.

Die Warmwasser-Heizkörper enthalten vermöge ihrer Wasserfüllung eine gewisse Wärmereserve und erkalten nur langsam, wenn sie abgeschlossen werden oder die Heizung des zentralen Kessels unterbrochen wird. Dagegen erkalten die Dampfheizkörper sofort, nachdem die Wärmezufuhr abgestellt ist, können aber ebenso schnell wieder erwärmt werden. Wasserheizung eignet sich daher mehr für Räume, die anhaltend beheizt werden sollen, Dampfheizung für solche mit ununterbrochenem Heizbetrieb.

Bei der Warmwasserheizung bleibt das ganze System, Leitungsnetz und Heizkörper, beständig mit Wasser gefüllt. Dieses darf nie so weit abgekühlt werden, dass es einfrieren könnte, weil dadurch sofort Undichtheiten und als deren Folge grosse Unannehmlichkeiten entstehen könnten. Wenn also in einem Gebäude einzelne Zimmer oder Räume zeitweise unbeheizt bleiben sollen, so ist sorgfältig darauf zu achten, dass ihre Temperatur nie unter Null sinke. Es ist ein Vorzug der Dampfheizung, in dieser Hinsicht weniger empfindlich zu sein, weil das aus dem Dampf kondensierte Wasser, ohne sich anzusammeln, sofort zum Heizkessel zurückfliesst.

Da die Heizflächen der Warmwasserheizung auch bei ihrer höchsten Beanspruchung immer noch eine niedrigerere Temperatur erhalten als die des Dampfes, so folgt daraus die Notwendigkeit, die Heizkörper für Wasser grösser zu machen und zwar um ungefähr einen Drittel. Sie nehmen also entsprechend mehr Raum ein, und auch die Rohrleitungen erhalten etwas grössere Durchmesser als bei Dampfheizung.

Ein Unterschied, welcher in baulicher Hinsicht sehr in Betracht fallen kann, besteht in der Tiefenlage der Heizkessel. Die

Dampfkessel sollten stets so tief gestellt werden, dass das kondensierte Wasser durch sein eigenes Gewicht, ohne künstliche Vorrichtungen, in den Kessel zurückfliessen kann. Bei Andrang von Grundwasser oder bei schlechtem Baugrund ist diese Bedingung aber schwer zu erfüllen und kann erhebliche Schwierigkeiten und Kosten bereiten. In solchen Fällen hat die Warmwasserheizung den Vorteil, dass ihre Kessel weniger tiefe Lage erfordern, unter Umständen sogar auf gleicher Höhe mit den Heizkörpern stehen können.

Über Anlage- und Betriebskosten beider Systeme in Anwendung auf Schulhausbauten folgen weiter unten einige Angaben. In dieser Hinsicht zeigt sich zwischen den beiden Systemen an und für sich kein grosser Unterschied.

Für die Lösung der Frage, welches System im gegebenen Falle für ein Schulgebäude zu wählen sei, dürfte das vorstehende einige Wegleitung enthalten. Im allgemeinen eignet Dampfheizung sich mehr für Gebäude von grosser Ausdehnung und solche, deren Räume nicht konstant beheizt werden sollen, welche reichlicher Ventilation bedürfen, oder wo mehrere Gebäude von einer zentralen Stelle aus geheizt werden sollen. Warmwasserheizung mehr für kleinere Gebäude, wo die Mehrzahl der Räume andauernd und gleichmässig zu beheizen ist. Für Schulen wird ferner in Betracht fallen, ob sie nur für Lehrzwecke und nur während der Tagesstunden benutzt werden oder auch für Abendkurse, Sitzungen, Versammlungen etc., und ob Wohnungen damit verbunden sind. Bei grösseren Anlagen können beide Systeme oft in zweckmässigster Weise miteinander kombiniert werden.

Wenn Turnhallen nicht allzuweit vom Schulgebäude entfernt sind, können sie an dessen Zentralheizung angeschlossen werden, sofern diese Dampfheizung ist, und die Terrainverhältnisse das Zurückführen des Condenswassers gestatten. Bei Wasserheizung ist ein Anschluss der Turnhallen wegen Frostgefahr nicht unbedenklich und für dieselben in diesem Fall gute Dauerbrandöfen eher zu empfehlen.

Die Heizanlagen beider Systeme bestehen der Hauptsache nach aus folgenden Teilen:

dem Heizkessel zur Erzeugung der Wärme,

den Rohrleitungen, welche die Wärme den zu beheizenden Räumen zuführen, und den für die Zirkulation erforderlichen Rückleitungen,

den eigentlichen Heizkörpern, welche die Wärme ausstrahlen und an die Luft der zu beheizenden Räume abgeben.

II. Die Hauptbestandteile der Niederdruckdampf- und der Warmwasserheizung.

a. Die Heizkessel.

Die Besorgung eines Heizkessels darf an das Bedienungspersonal keine höhern Anforderungen stellen, keinen gelernten Heizer erfordern, sondern muss derart beschaffen sein, dass man sie jeder Person anvertrauen kann, welche die gegebenen einfachen Vorschriften befolgt, einige Intelligenz besitzt und Sinn für Ordnung hat. Es ist daher nötig, den Kessel mit Apparaten zu versehen, welche, automatisch wirkend, sowohl die Bedienung vereinfachen, als auch jeder Gefahr vorbeugen.

Bei den Dampfkesseln braucht man einen Apparat, um den Dampfdruck zu regulieren und dauernd auf der gewünschten Höhe zu erhalten, welches auch der Verbrauch an Dampf sei, der momentan für die Heizung erforderlich ist. Der automatische Druckregulator erfüllt diesen Zweck, er vermehrt oder vermindert die Intensität des Feuers im Kessel durch Veränderung des Luftzutritts unter den Rost.

Wenn aber, durch irgend ein Versehen, auf einem anderen Wege Luft zum Feuer gelangen könnte, etwa durch Offenlassen von Aschenfalltüre oder Füllschachtdeckel, so würde der Dampfdruck steigen. Die Bedienung wird dann durch eine Alarmpfeife sofort aufmerksam gemacht, der Ursache nachzuforschen. Gewöhnlich ist diese leicht zu beseitigen, sollte dies aber nicht rechtzeitig geschehen, so wirkt ein Standrohr, welches in die freie Luft mündet, als nie versagender Sicherheitsapparat, welcher dem Dampf Austritt ins Freie verschafft, sobald er eine gewisse Spannung erreichen sollte.

Bei der Wasserheizung sorgt ein automatischer Zugregulator dafür, dass die Wassertemperatur im Heizkessel stets auf dem gewünschten Grad, der zwischen 30 und 100° C. eingestellt werden kann, erhalten bleibt.

Als Brennmaterial ist vorzugsweise staubfreier Gas- oder Hüttenkoks anzuwenden. Die Bedienung beschränkt sich auf täglich ein- bis zweimaliges Lösen der Schlacken, Reinigen des Rostes und Auffüllen des Füllschachtes. Der letztere ist immer so bemessen, dass ein zweimaliges Füllen in 24 Stunden bei gewöhnlicher Kälte genügt.

Je nach der Menge der zu erzeugenden Wärme, dem verfügbaren Platz, der Lage und Höhe des Heizraums, sind diese Kessel

von verschiedener Konstruktion, freistehend oder eingemauert, stehend oder liegend, von Gusseisen oder schmiedbarem Eisen.

Gusseiserne Gliederkessel eignen sich besonders für Anlagen mit beschränktem Heizraum und erschwerter Zugänglichkeit, wo das Einbringen eines Kessels von grösserem Volumen nicht möglich wäre. Der Kessel besteht aus einer Anzahl hufeisenförmiger Glieder, welche durch Nippel miteinander verbunden sind. Bei

Gusseiserne Gliederkessel.

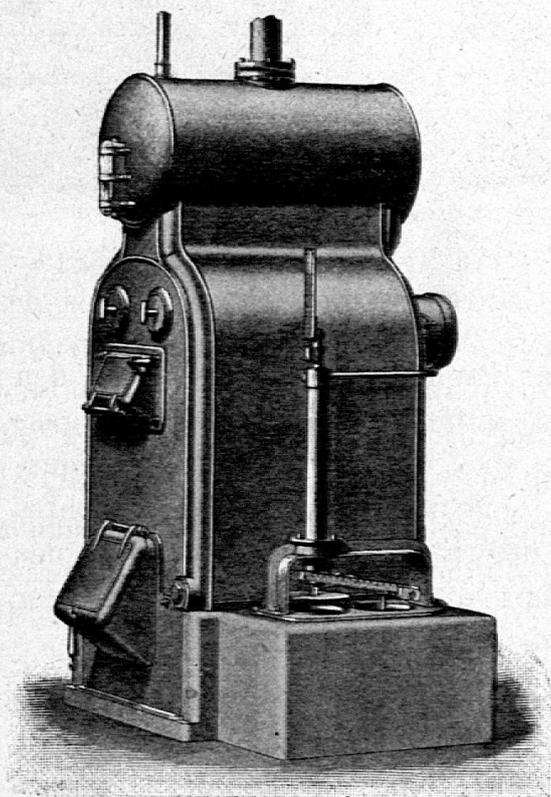


Fig. 1. Dampfessel.

(Modell S. M.)

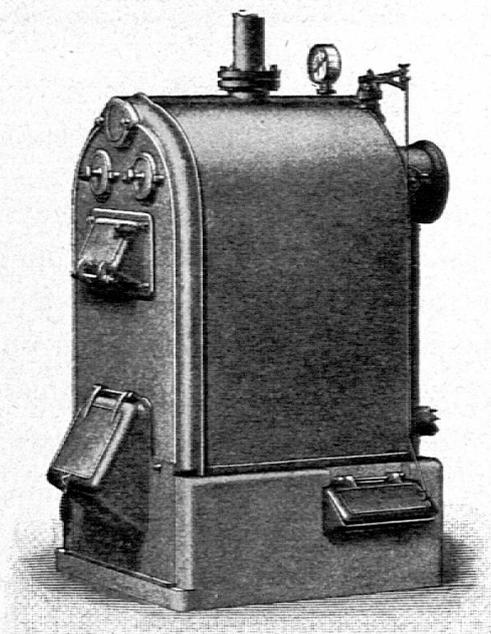


Fig. 2. Warmwasserkessel.

Dampfheizung ist er mit einem Oberkessel versehen, welcher bei Wasserheizung wegfällt. Die Roststäbe sind hohl und durch Wasserzirkulation gekühlt. Die ringsum mit Wasser gespülten Feuerzüge und sorgfältig isolierten Aussenflächen machen Einmauerung des Kessels entbehrlich.

Kessel aus schmiedbarem Eisen. Horizontale Röhrenkessel zum Einmauern werden für grössere Dampfheizungsanlagen verwendet. Der Kessel besteht aus einem cylindrischen Mantel, in welchem der Länge nach ein Flammrohr liegt, das unten offen ist.

Horizontale Röhrenkessel zum Einmauern.

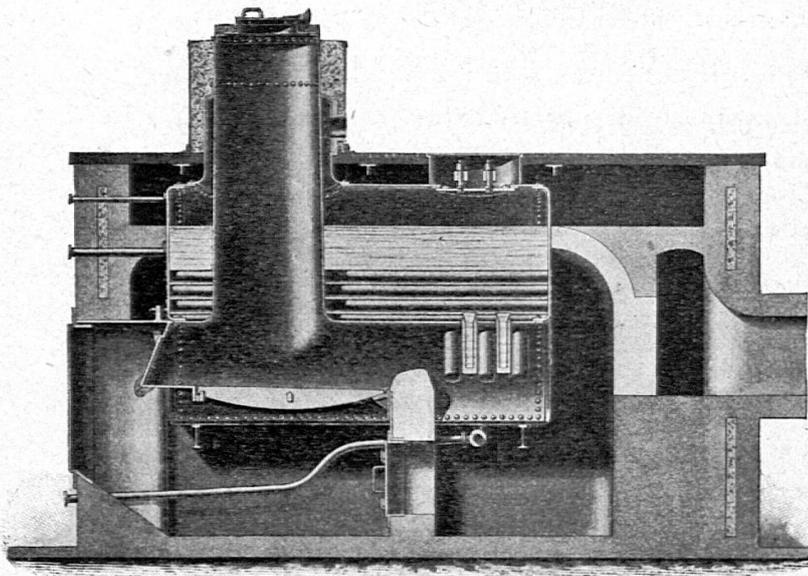


Fig. 3. Längenschnitt.

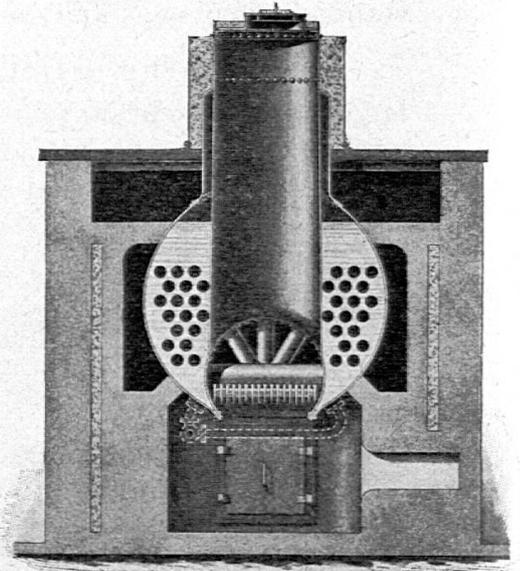


Fig. 4. Querschnitt.

In diesem ist der Rost gelagert. Das Brennmaterial wird durch den vertikalen Füllschacht von oben her aufgeschüttet. Die Feuergase bestreichen hinter der Feuerbrücke eine Gruppe von Zirkulationsröhren, sodann die Siederöhren zu beiden Seiten des Füllschachtes und schliesslich den Aussenmantel des Kessels, um zuletzt in das Kamin zu gelangen. Der Raumbedarf dieser Kessel ist infolge der Einmauerung grösser als für die freistehenden Typen.

Vertikale Röhrenkessel ohne Einmauerung werden in gewissen Fällen sowohl für Dampf- als für Wasserheizung angewendet und unterscheiden sich bezüglich Effekt und Bedienung in nichts Wesentlichem von den oben beschriebenen Kesseln.

b) Die Rohrleitungen.

Vom Heizkessel aus gehen die Leitungen zur Verteilung des Dampfes resp. des Wassers nach den verschiedenen Räumen, in welchen Heizkörper aufgestellt sind. Von diesen gehen Rückleitungen zum Heizkessel zurück, in welchen bei der Niederdruck-Dampfheizung das durch Kondensation des Dampfes gebildete Kondenswasser zurückfliesst, bei der Warmwasserheizung das in den Leitungen und Heizkörpern durch Wärmeabgabe um ca. 20° C. kälter gewordene zirkulierende Wasser.

Die horizontalen Hauptverteilungen der Dampfheizungen werden gewöhnlich an der Decke des Kellergeschosses aufgehängt. Ihr Durchmesser entspricht der Dampfmenge, welche in einer gewissen Zeit durchströmen soll, ohne an Spannung wesentlich zu verlieren; er nimmt daher nach den Enden zu stufenweise ab. Bei langen Leitungen werden an passenden Stellen elastische Verbindungen eingeschaltet, um die Wirkung der Ausdehnung und Zusammenziehung beim Erwärmen und Erkalten unschädlich zu machen.

Bei Warmwasserheizung können die Hauptzuleitungen ebenfalls im Keller liegen, oder aber es wird vom Kessel aus ein Steigrohr möglichst direkt bis zur höchsten Stelle des Gebäudes geführt, wo das Expansionsgefäß sich befindet. Die horizontalen Zuleitungen verzweigen sich dann im Dachboden oder unter der Decke des obersten Stockwerkes.

Von den horizontalen Leitungen verzweigen sich eine Anzahl Röhren kleineren Kalibers, welche zu den Heizkörpern in den verschiedenen Räumen und Stockwerken führen. Diese meist vertikalen Röhren können offen und sichtbar montiert sein, was den Vorteil hat, dass sie stets leicht zugänglich sind, oder sie werden, falls man sie unsichtbar wünscht, in Mauerschlitze von 12 cm Breite und 15 cm Tiefe untergebracht, nach bestandener Dichtungsprobe mit einem schlechten Wärmeleiter umhüllt und mit Verputz überdeckt. Besser ist es, die Mauerschlitze mittelst abnehmbarer Abdeckung (Blech, Holz) zu schliessen.

Die von den Heizkörpern ausgehenden, meist vertikalen Rückleitungsröhren vereinigen sich im Kellergeschoss zur horizontalen Hauptrückleitung, welche das Kondens- resp. Zirkulationswasser dem Heizkessel zuführt.

Isolation. Sämtliche Leitungen, welche keine Wärme abgeben sollen, müssen sehr sorgfältig isoliert, d. h. vor Wärmeverlust geschützt werden. Dadurch sollen einerseits die Räume, welche sie durchziehen, namentlich die Kellerräume, möglichst kühl erhalten bleiben, andererseits wird der Brennmaterialverbrauch durch gute Isolierung sehr fühlbar vermindert. Beispielsweise würde bei Niederdruck-Dampfheizung jeder nicht isolierte Quadratmeter Oberfläche der Zuleitungsrohre während eines Winters den Verbrauch um zirka 1000 kg Koks vermehren. Eine wirklich gute Isolierung erspart davon mindestens 80 % und macht sich gegenüber einer geringeren Isolierung in wenigen Monaten bezahlt, abgesehen von den anderen Vorteilen.

c) Die Heizkörper.

Je nach der Art der zu beheizenden, eventuell zu ventilierenden Räume, dem verfügbaren Platz und den Ansprüchen, welche mit Bezug auf ihr Aussehen gestellt werden, sind die Heizkörper verschieden nach Aufstellung, Form und Ausstattung.

In Schulgebäuden ist es immer zweckmässig, die Schulzimmer mit direkten Heizkörpern zu versehen, d. h. mit solchen, welche in dem zu beheizenden Raume selbst stehen. Dieselben sollen freistehend, gut zugänglich, ohne Verkleidung und so beschaffen sein, dass man sie leicht rein halten kann, sie müssen also glatte Ober-

Radiatoren.

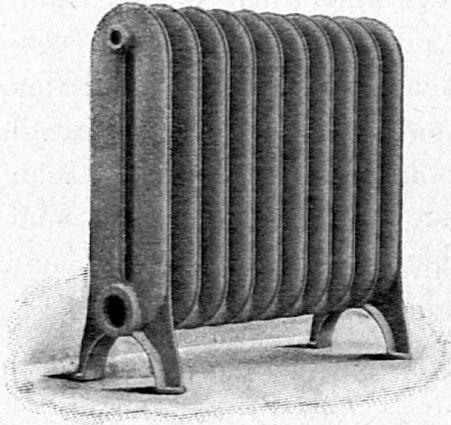


Fig. 5.

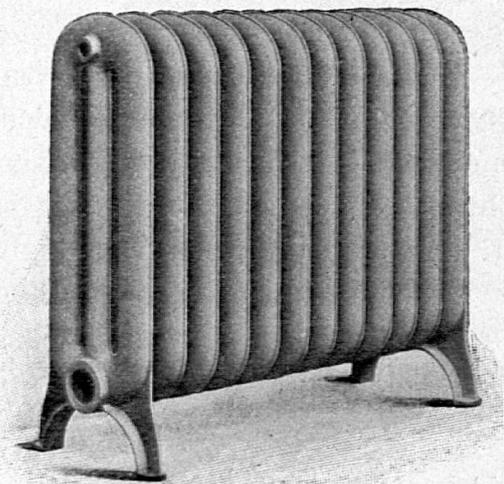


Fig. 6.

flächen haben, ohne Ecken und Winkel, wo sich Staub ansammeln könnte. Diesen Bedingungen entsprechen sowohl glatte Radiatoren (Fig. 5—8), als auch glatte Röhren (Fig. 9), welche, in parallelen Strängen liegend, den Wänden entlang angeordnet sein können. Um auch in der Reinigung des Fussbodens unter Radiatoren nicht behindert zu sein, werden dieselben zweckmässig an den Wänden aufgehängt.

Rippenheizfläche ist nicht leicht rein und staubfrei zu erhalten und deshalb für Schulzimmer nicht empfehlenswert.

Die Radiatoren werden aus einer Anzahl gusseiserner Elemente gebildet, die je nach der erforderlichen Heizfläche und Stellung in Zahl und Höhe verschieden sind. Die Elemente werden mittelst schmiedeiserner Nippel, welche rechtes und linkes Gewinde

haben, miteinander verschraubt. Die Dichtungsflächen werden durch Spezialmaschinen absolut genau bearbeitet und sitzen Metall auf Metall ohne Zwischenlagen. Diese Art Verbindung hält vollkommen dicht und ist auf die Dauer die einzig gute. Jedes Element

Radiatoren.

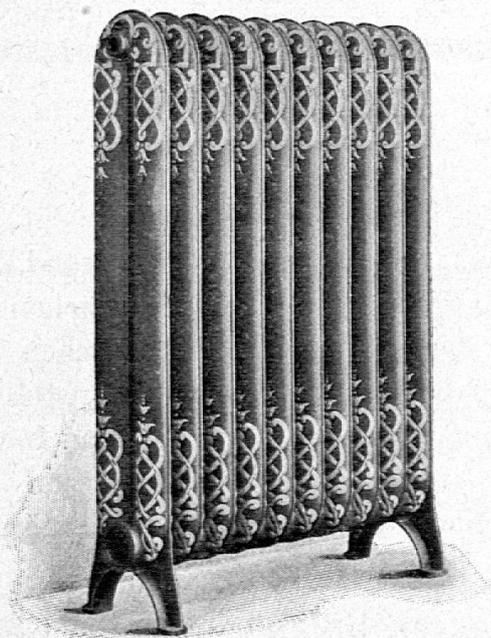


Fig. 7.

erhält diese Verbindung sowohl unten als oben, ob der Heizkörper für Dampf- oder Wasserheizung diene. Nach dem Zusammenstellen wird jeder Heizkörper auf sechs Atmosphären Druck mit Wasser und Dampf probiert.

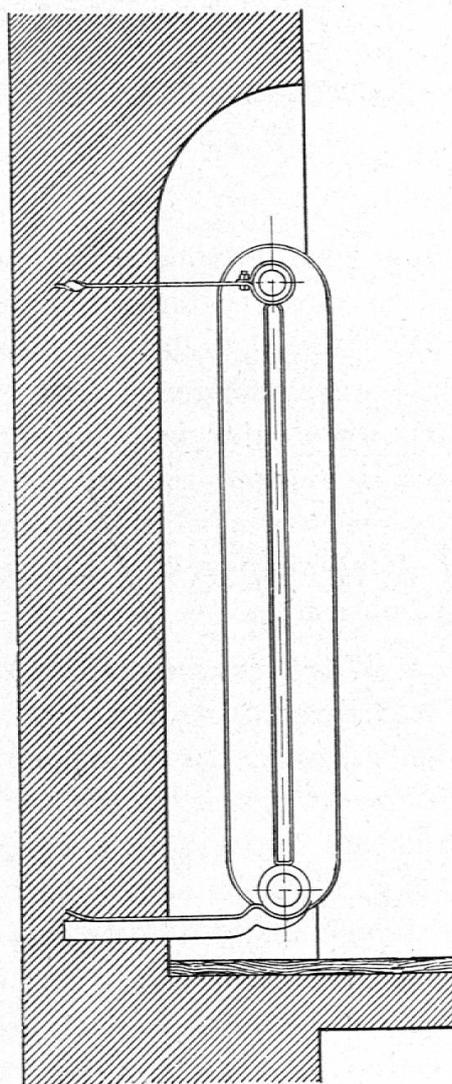


Fig. 8.

Der Aufstellungsort der Heizkörper ist für Schulzimmer keineswegs gleichgültig. Die Fensterflächen sind verhältnismässig gross, die Abkühlung der Zimmerluft an denselben entsprechend stark, es wird daher abgekühlte Luft an diesen Flächen niedersinken. Diese würde sich über den Fussboden verbreiten, die Temperatur im Raume eine ungleiche werden, und Zugserscheinungen sich bemerkbar machen, wenn nicht dadurch entgegengewirkt wird,

Radiatoren.

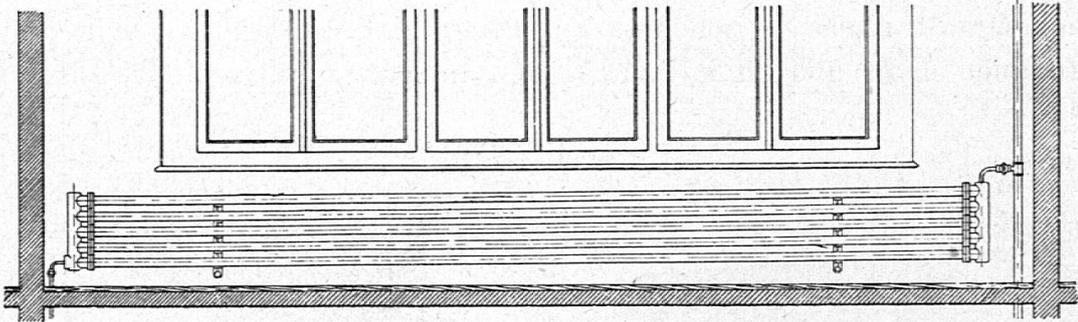


Fig. 9.

dass man die Heizkörper unmittelbar unter die Fenster verlegt, sei es in die Fensternischen oder längs der ganzen Fensterwand, wo eine solche besteht. In diesem Fall wird die an den Heizflächen erwärmte aufsteigende Luft sich mit der niedersinkenden mischen und die Temperatur im Schulzimmer sich besser ausgleichen. Aufstellung der Heizkörper an den Aussenwänden ist daher derjenigen an Innenwänden entschieden vorzuziehen. Hinter dem Heizkörper an der Fensterbrüstung wird zweckmässig eine Isolierschicht aus Korkplatten angebracht.

Wärmeregulierung der direkten Heizkörper. Die Grösse eines Heizkörpers muss so bemessen sein, dass er imstande ist, bei der kältesten Aussentemperatur den Innenraum auf den gewünschten Temperaturgrad zu erwärmen und zu erhalten. Beim Steigen der Temperatur im Freien würde der volle Wärmeeffekt des Heizkörpers lästig fallen, er muss daher vermindert werden können, und da die Aussentemperatur fortwährend wechselt, muss eine gute Vorrichtung zum Regulieren der Wärme an jedem Heizkörper vorhanden sein. Dazu dient ein Regulierventil, welches nach der Montierung auf eine bestimmte maximale Durchgangsöffnung bleibend eingestellt wird. Bei der Dampfheizung derart, dass in den Radiator nur so viel Dampf einströmen kann, als bei gegebenem Maximaldruck und bei normaler Raum-Temperatur derselbe zu kondensieren vermag, sodass die dem Heizkörper angeschlossene Kondensleitung nur Wasser, aber keinen Dampf abführt. Die Kondenswasserleitung wird sodann an einem zentralen Punkt, gewöhnlich im Raum des Heizkessels, mit der äusseren Luft in Verbindung gebracht, wodurch die Entlüftung und Wiederbelüftung der Heizkörper auf einfachste Weise und ohne besondere Apparate, Luftventile oder dergl., stattfindet.

Bei der Warmwasserheizung, wo das Leitungsnetz von vornherein so angelegt und dimensioniert sein soll, dass eine gleichmässige und gleichzeitige Zirkulation des Wassers durch das ganze System zu sämtlichen Heizkörpern stattfindet, gleichviel ob dieselben höher oder tiefer, näher oder weiter vom Kessel entfernt liegen, hat das bleibende Einstellen der Ventile den Zweck feinerer Regulierung der Zirkulation durch die einzelnen Heizkörper.

Ist eine Heizung nach vollendeter Montierung richtig eingestellt (ausreguliert), so können die Regulierventile der Heizkörper beliebig benutzt, geöffnet oder geschlossen werden, ohne dass irgendwelche Störungen im Gang der Heizung vorkommen.

Zum Ablesen der Temperatur gehört in jedes Schulzimmer ein Thermometer, der etwa $1\frac{1}{2}$ m über Bodenhöhe und nicht in der Nähe der Fensterwand anzubringen ist.

Ist die Wärmeregulierung dem Schulabwart übertragen, was sich in der Regel empfiehlt, so soll der Thermometer in einem Schlitz der Innenwand so angebracht werden, dass er auch vom Korridor abgelesen werden kann, gewünschtenfalls kann auch die Handhabung der Regulierventile von da aus stattfinden.

Die Temperatur der Schulzimmer wird gewöhnlich zu 18° C. vorgeschrieben, Korridore und Treppenhäuser 13° C., Badräume mit Brausebädern 22 — 25° C., Turnhallen 10 — 12° C.

Oberflächentemperatur der Heizflächen. Bei Dampfheizung und voller Füllung der Heizkörper beträgt dieselbe rund 100° C., gleich der Temperatur kochenden Wassers. Bei teilweiser Füllung erwärmt sich ein Radiator nur bis zu einer gewissen Entfernung von der Dampfeintrittsstelle auf 100° C., der noch mit Luft gefüllte Teil bleibt kalt und zwischen beiden bildet sich eine Zone mittlerer Erwärmung. Das sog. Luftumwälzungsverfahren bezweckt Mischung des Dampfes mit der im Radiator zurückbleibenden Luft, und erreicht damit eine ziemlich gleichmässig verteilte verminderte Oberflächentemperatur. Die gleiche Wirkung lässt sich bei jedem mehrschenkligen Radiator erreichen, wenn der Dampf von unten eingeführt und auf die Elemente gleichmässig verteilt wird. Legt man auf niedrigere Oberflächentemperatur besondern Wert, so erscheint dann Warmwasserheizung als das gegebenere, wo die Heizkörper im Maximum ca. 85° C., im Mittel kaum über 50° C. warm werden. Immer aber wird zur Vermeidung von Staubzersetzung und daraus entstehendem üblem Geruch gute Reinhaltung der Heiz-Oberflächen das wesentlichste Erfordernis sein.

Nachtbetrieb. Abends nach Schluss der Schulstunden kann die Heizung abgestellt werden, bei Dampfheizung so, dass der Regulator am Heizkessel zurückgestellt wird, und der Dampfdruck auf Null sinkt, bei Wasserheizung durch Einstellen der Zirkulation auf den niedrigsten Grad; in beiden Fällen, ohne das Feuer ausgehen zu lassen. Von der Aussentemperatur hängt es ab, wie früh am Morgen der normale Gang wieder aufzunehmen ist, um beim Schulbeginn die richtige Zimmertemperatur zu haben. Bei ausnahmsweiser Kälte und Wind kann es nötig werden, die Nacht durchzuheizen, um allzu-grosse Abkühlung der Schulräume zu vermeiden.

Die Ventilation ist über Nacht immer abzustellen, darüber näheres weiter unten.

III. Ventilation oder Lüftung der Schulgebäude, in Verbindung mit der Heizung.

Während für gewöhnliche Wohnräume, in denen sich wenige Personen aufhalten, ein ganz mässiger Luftwechsel vollständig genügt und besondere Vorrichtungen dafür gewöhnlich nicht getroffen werden, müssen an die Lüftung weit höhere Anforderungen gestellt werden, wo es sich um Lokale handelt, in denen sich viele Leute versammeln, oder wo andere spezielle Ursachen die Verunreinigung und Verschlechterung der Luft bewirken. Das letztere trifft für Schullokale in besonderem Masse zu und deren ausreichende und zweckmässige Lüftung ist daher ein unbedingtes Erfordernis.

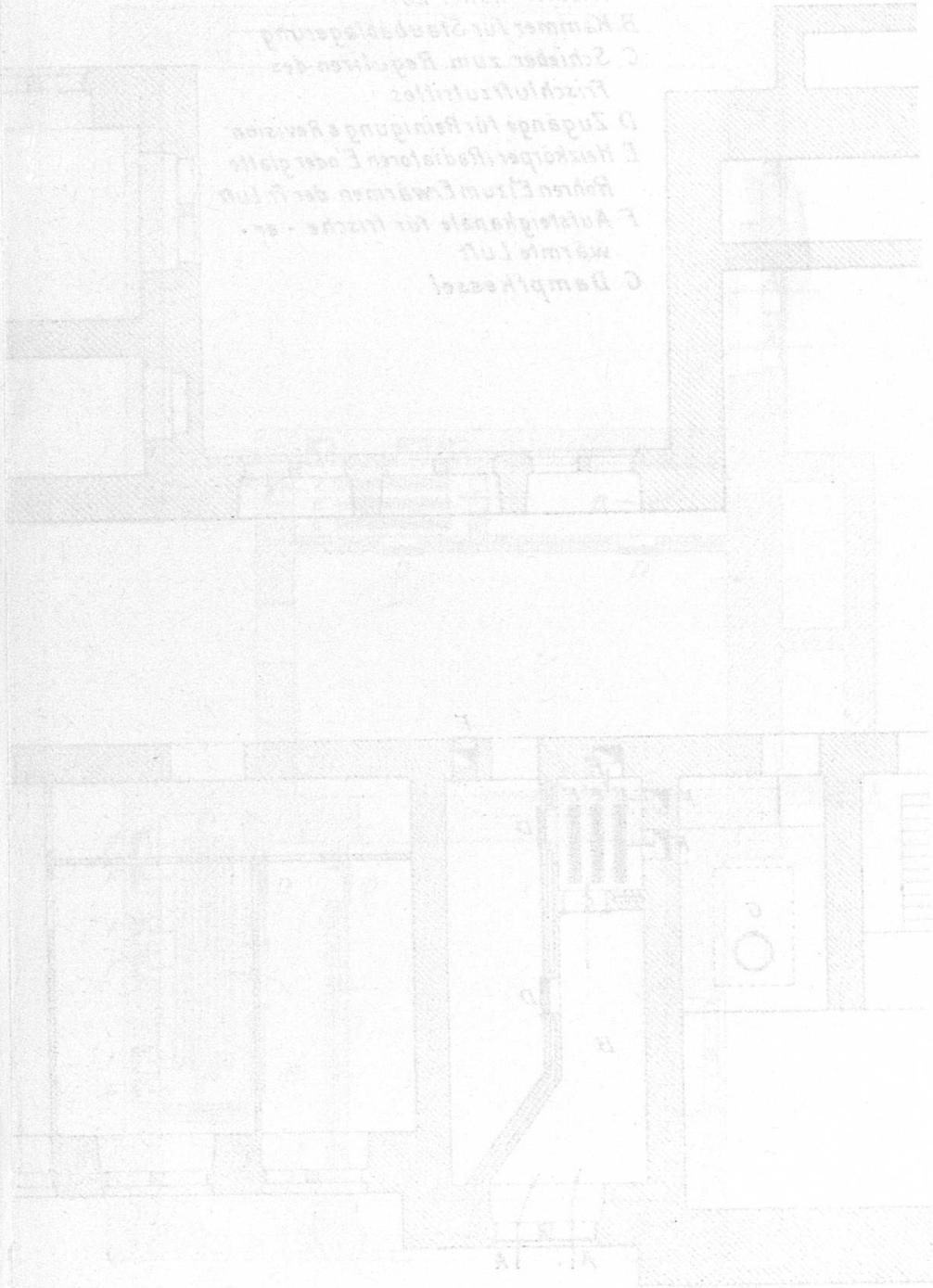
Der Atmungsprozess des Menschen entzieht der Luft Sauerstoff und ersetzt denselben durch Kohlensäure. In einem stark besetzten Zimmer ohne Luftwechsel nimmt daher der Kohlensäuregehalt stetig zu. Die Beleuchtung, sofern dabei Verbrennung stattfindet, erzeugt ebenfalls Kohlensäure, welche zu der durch Atmung entstandenen hinzukommt. Kohlensäure ist nicht die einzige Ursache der Luftverunreinigung, der Kohlensäuregehalt der Luft kann aber als Masstab der Gesamtverunreinigung dienen. Zahlreiche Untersuchungen in Schulräumen, welche Herr Geh. Rat Rietschel in seiner Praxis vornahm, ergaben, dass die Luft noch zufriedenstellend ist, so lange der Kohlensäuregehalt 1,5 pro Mille nicht überschreitet. Unter der Annahme, dass die zulässige Grenze zwischen 1 und 1,5 ‰ liege, berechnet sich für Schulzimmer der nötige Luftwechsel per Stunde:

	für Schüler bis	10 Jahre	auf	10 bis	15 m ³
	"	"	über	10	" 15 " 20 "

KELLERRAUM

EINES SCHULHAUSES MIT NIEDRIGEM
NATÜRLICHEM LUFT

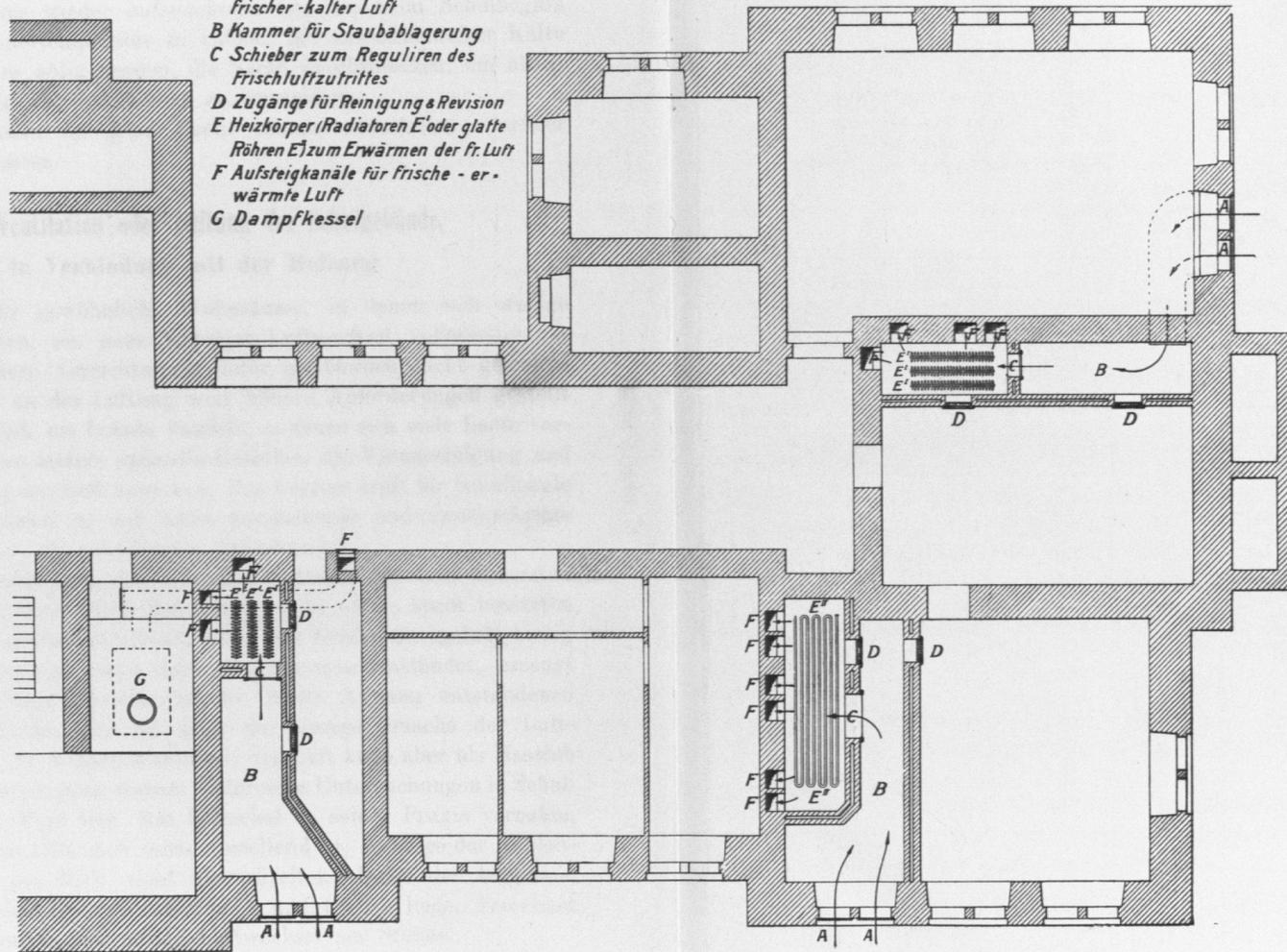
- A Verschleißige Güter für Einfall
- Bischer - Keller Luft
- B Kammern für Staubabgabe
- C Schieber zum Regulieren des
Frischluftzuflusses
- D Zugänge für Reinigung & Revision
- E Heizkörper (Radialen) E oder glatte
Röhren (zum Erwärmen der Luft)
- F Austragskanäle für trockene & -
wärmte Luft
- G Dampfheizer



KELLERGRUNDRISS

EINES SCHULHAUSES MIT NIEDERDRUCK - DAMPFHEIZUNG & UNABHÄNGIGER -
NATÜRLICHER VENTILATION

- A Verschlussbare Gitter für Eintritt
frischer - kalter Luft
- B Kammer für Staubablagerung
- C Schieber zum Regulieren des
Frischluftrtrittes
- D Zugänge für Reinigung & Revision
- E Heizkörper (Radiatoren E' oder glatte
Röhren E'') zum Erwärmen der fr. Luft
- F Aufsteigkanäle für frische - er -
wärmte Luft
- G Dampfkessel



TAFEL I.

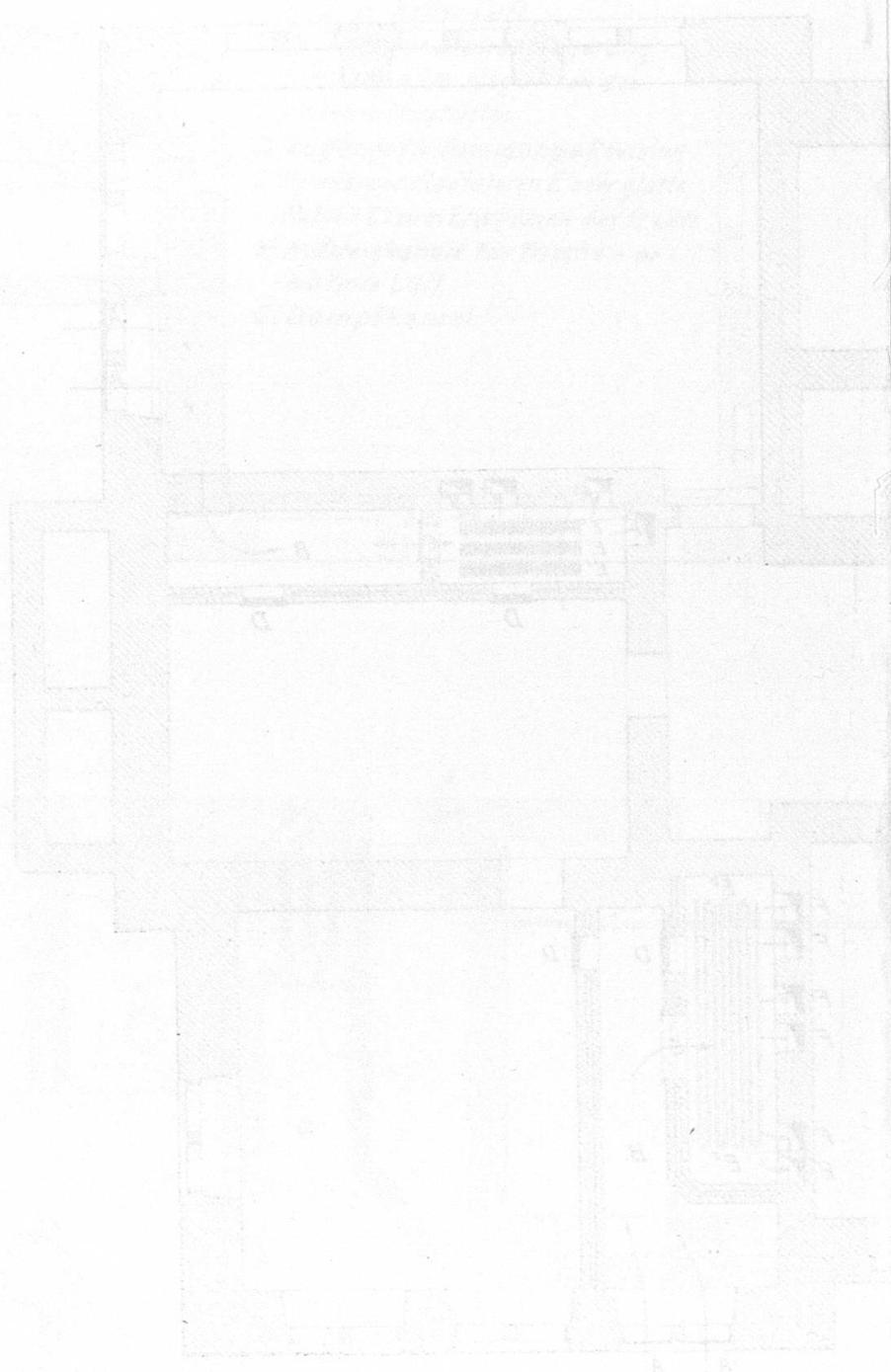


TABLE 1

Das Schnittbild



Erklärung

HEIZKAMMER

FÜR NATURLICHE VENTILATION

1. Einströmöffnung für die Eintritt frischer kalter Luft
 2. Kamin für Rauchabfuhr
 3. Abzug für Reinigung und Revision
 4. Abzug für Abgaswechsel zum Rechen des
 Kamin
 5. Abzug zum Erwärmen der frischen Luft
 6. Abzug zum Belüften der erwärmten Luft
 7. Abzug zum Abzug von warmer und kalter Luft

1. Einströmöffnung für die Eintritt frischer kalter Luft

2. Kamin für Rauchabfuhr

3. Abzug für Reinigung und Revision

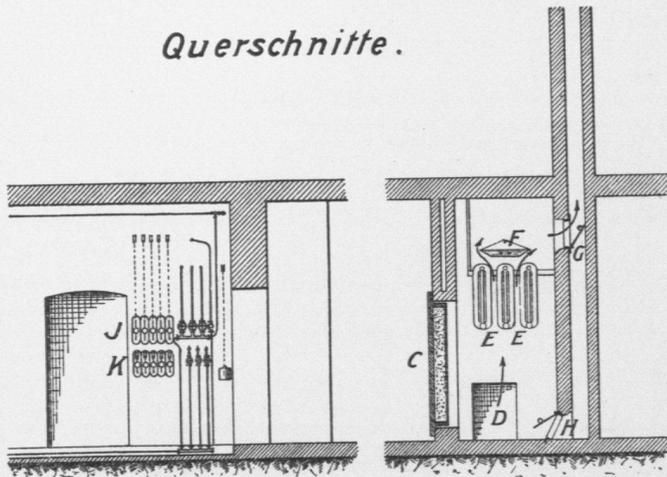
4. Abzug für Abgaswechsel zum Rechen des Kamin

5. Abzug zum Erwärmen der frischen Luft

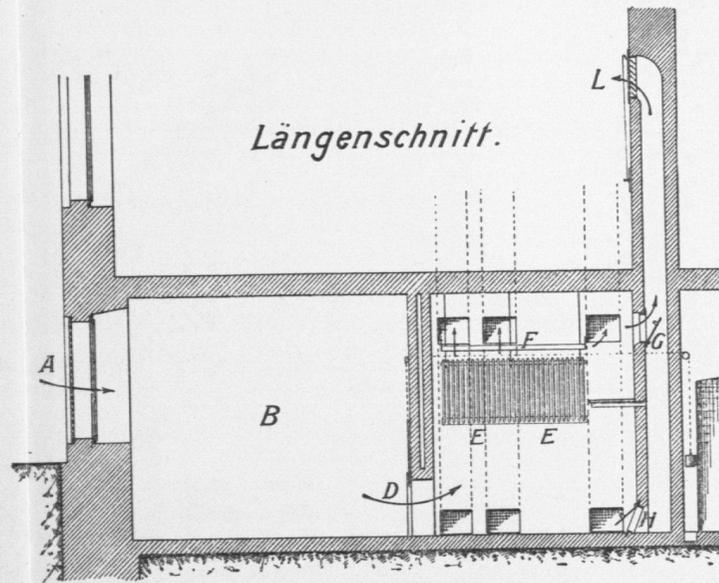
6. Abzug zum Belüften der erwärmten Luft

7. Abzug zum Abzug von warmer und kalter Luft

Querschnitte.



Längenschnitt.

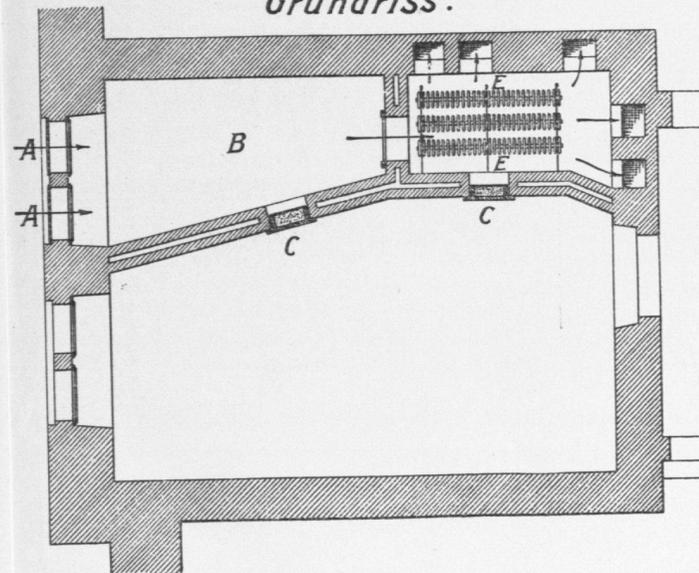


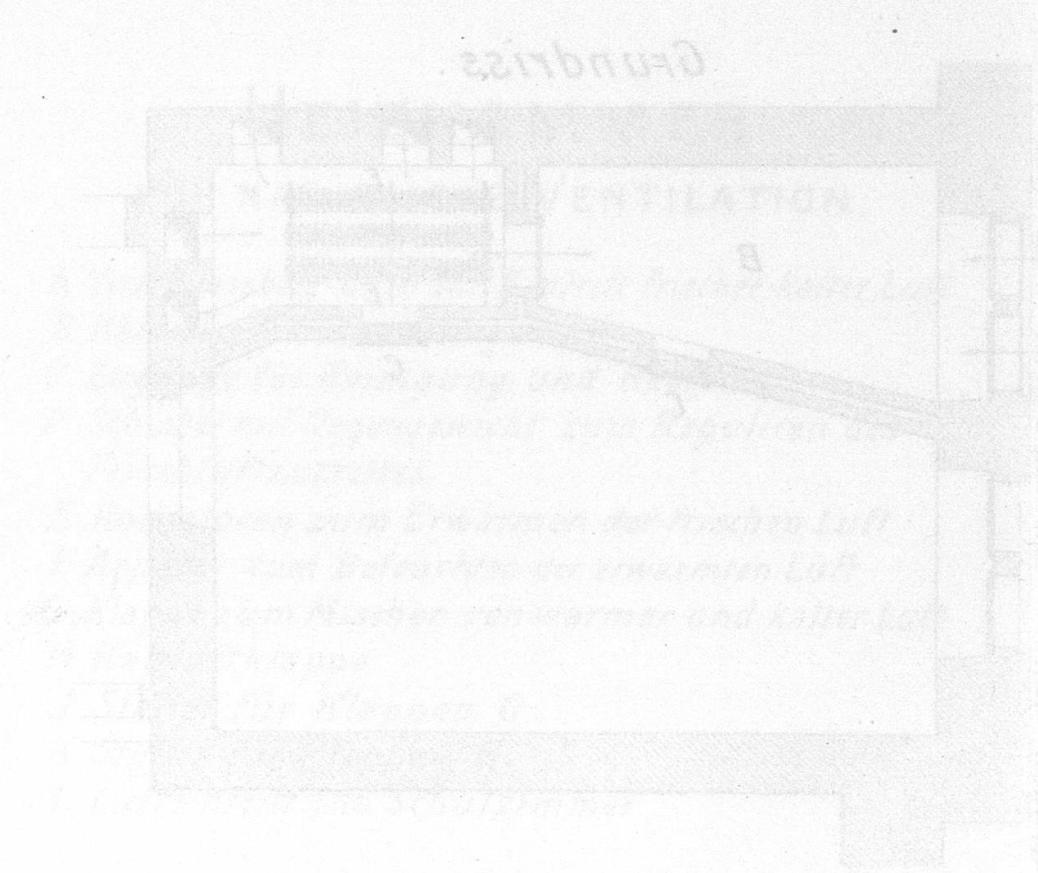
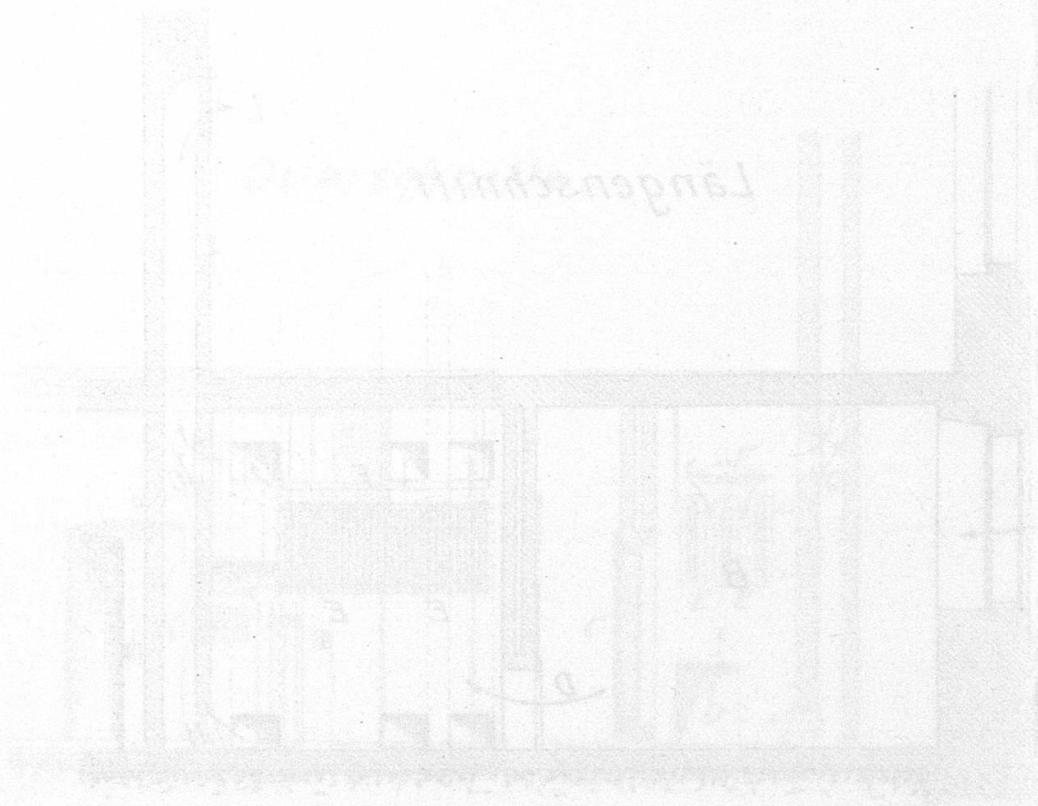
HEIZKAMMER

FÜR NATÜRLICHE VENTILATION

- A* Verschlussbare Gitter für Eintritt frischer-kalter Luft
B Kammer für Staubablagerung
C Zugänge für Reinigung und Revision
D Schieber mit Gegengewicht zum Regulieren des Frischluftzutrittes
E Radiatoren zum Erwärmen der frischen Luft
F Apparat zum Befeuchten der erwärmten Luft
G Klappe zum Mischen von warmer und kalter Luft
H Kaltluftklappe
J Steller für Klappen *G*
K Steller für Klappen *H*
L Lufteintritt ins Schulzimmer.

Grundriss.

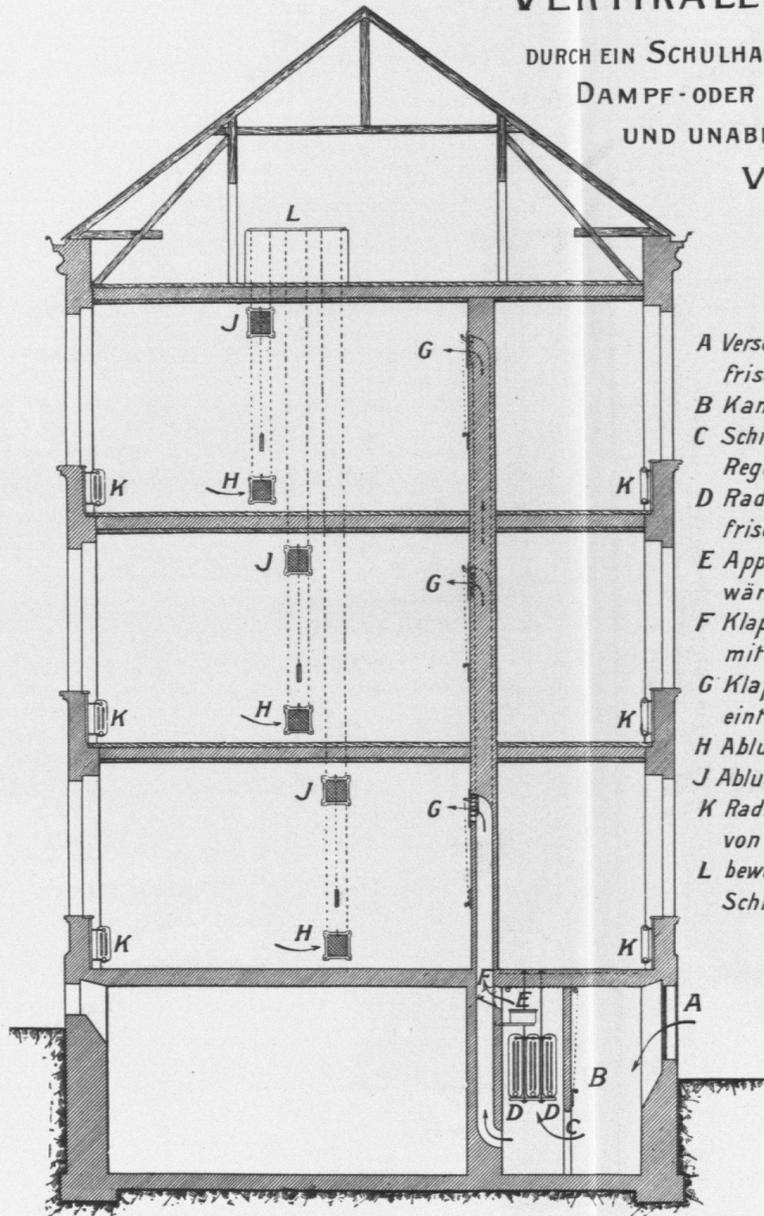




TAFEL II

VERTIKALER QUERSCHNITT

DURCH EIN SCHULHAUS MIT DIRECT WIRKENDER
DAMPF- ODER WARMWASSERHEIZUNG
UND UNABHÄNGIGER NATÜRLICHER
VENTILATION



- A Verschlussbare Gitter für Eintritt frischer-kalter Luft
- B Kammer für Staubablagerung
- C Schieber mit Gegengewicht zum Regulieren des Frischluftzutrittes
- D Radiatoren zum Erwärmen der frischen Luft
- E Apparat zum Befeuchten der erwärmten Luft
- F Klappe zum Mischen von warmer mit kalter Luft
- G Klappe mit Steller für Warmluft-eintritt im Schulzimmer
- H Abluftklappe für Benützung im Winter
- J Abluftklappe für Benützung bei Beleuchtung
- K Radiatoren zu directer Erwärmung von Zimmern und Corridoren
- L beweglicher Deckel zu gruppenweisem Schliessen der Abluftkanäle

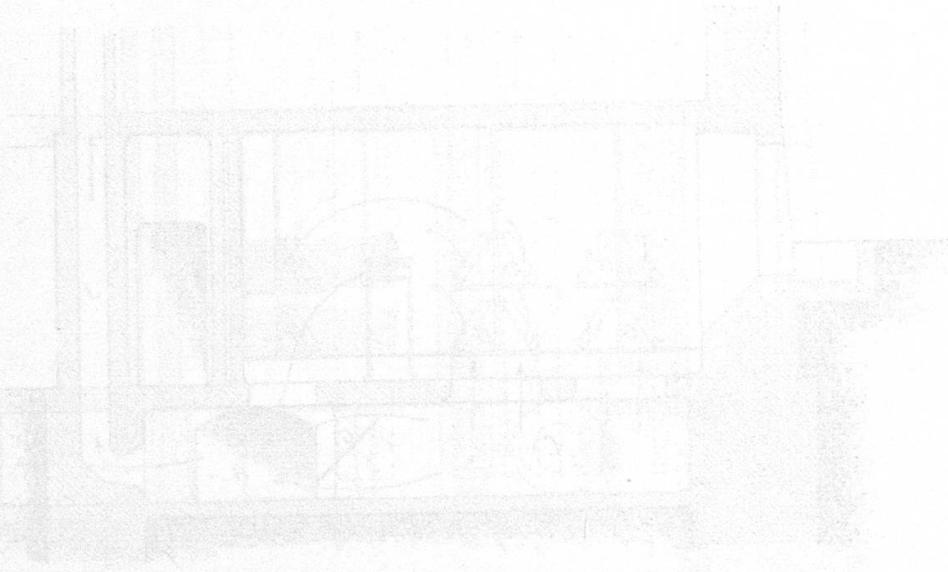
TIKALER QUERSCHNITT

IN SCHLUSSE MIT DIRECT WIRKENDER
MPE ODER WARMWASSERHEIZUNG
UND UNABHÄNGIGER NATÜRLICHER

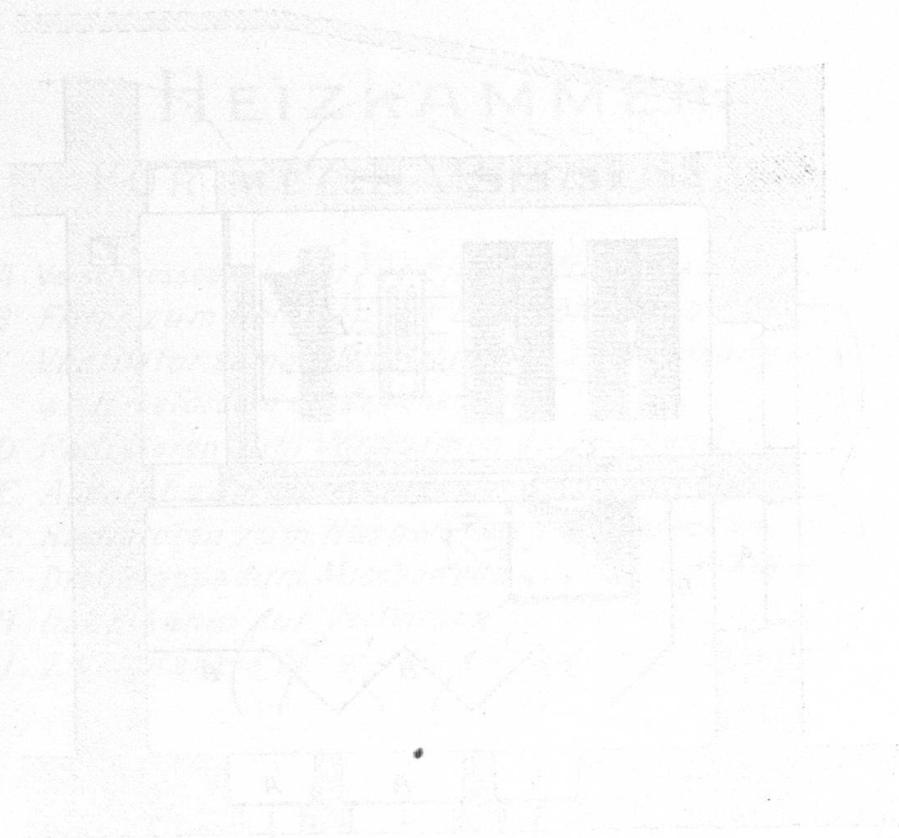
VENTILATION

- A. Verschiebbare Gitter für Einlass
frischer kalter Luft
- B. Hammer für Staubablagerung
- C. Schieber mit Gegengewicht zum
Regulieren des Frischluftstromes
- D. Radiatoren zum Erwärmen der
frischen Luft
- E. Apparat zum Befeuchten der er-
wärmten Luft
- F. Klappe zum Mischen von warmer
mit kalter Luft
- G. Klappe mit Steiler für Warmluft,
eintritt im Schlafzimmer
- H. Abluftklappe zur Beseitigung im Winter
- I. Abluftklappe zur Beseitigung bei Belüftung
- K. Radiatoren zu directer Erwärmung
von Zimmern und Corridoren
- L. beweglicher Deckel zu gruppenweisem
Schliessen der Abluftkanäle

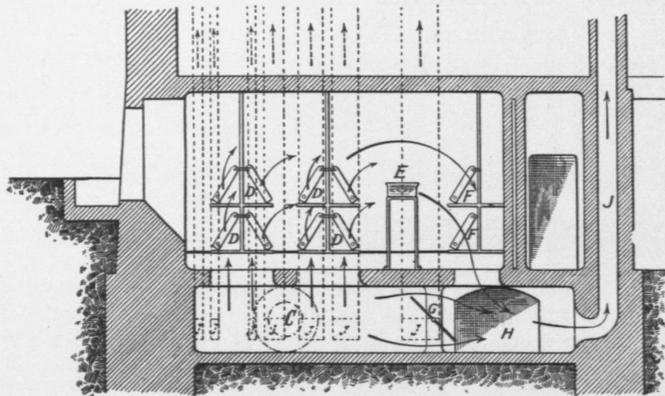
Querschnitt



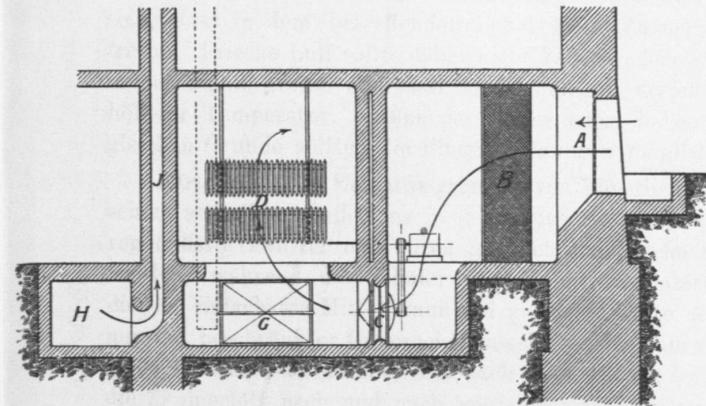
Grundriss



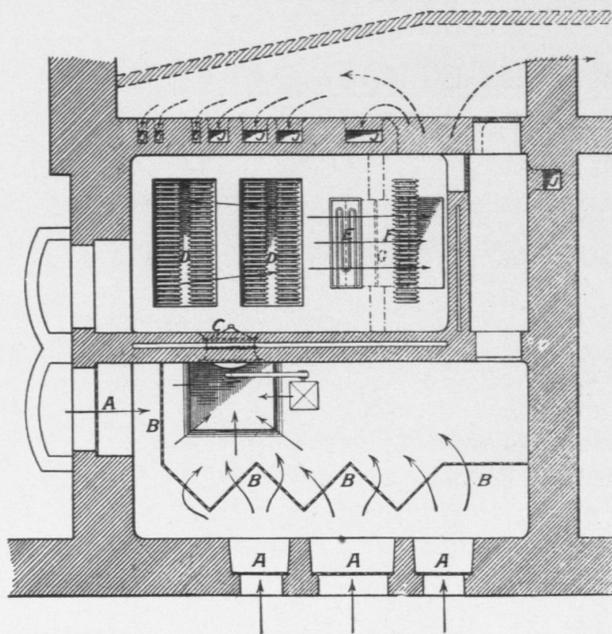
Längenschnitt



Querschnitt

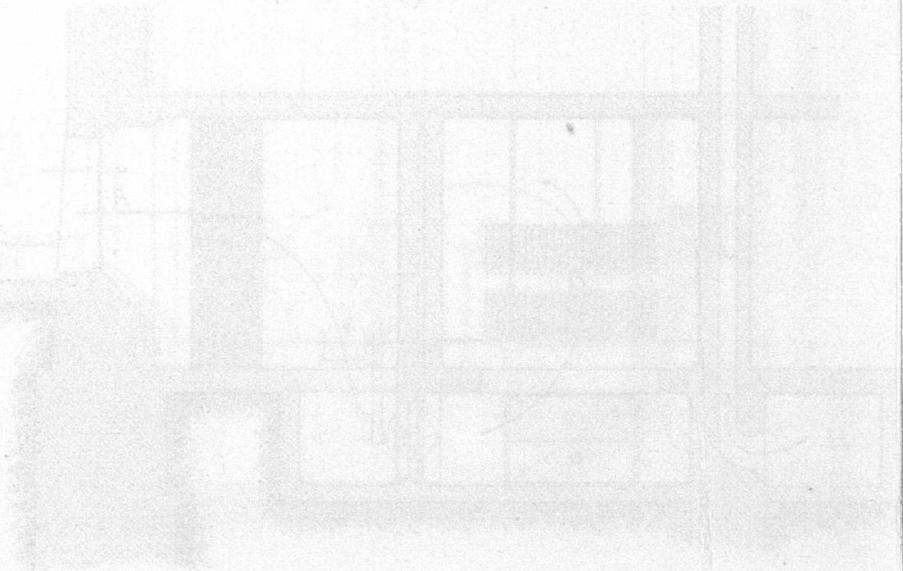


Grundriss



HEIZKAMMER FÜR MECH. VENTILATION

- A Verschlussbare Gitter für Eintritt frischer-kalter Luft
- B Filter zum Reinigen der Luft von Staub
- C Ventilator sammt Electromotor zum Ansaugen und weiterbefördern der frischen Luft
- D Radiatoren zum Vorwärmen der frischen Luft
- E Apparat zum Befeuchten der erwärmten Luft
- F Radiatoren zum Nachwärmen der befeuchteten Luft
- G Drehklappe zum Mischen von warmer und kalter Luft
- H Hauptkanal zur Verteilung der warmen Luft
- J Zweigkanäle für warme Luft nach den Zimmern .



HEIZKAMMER FÜR MECH. VENTILATION

Wärmeübertragungsfläche für die Heizkammer ist durch
 die Heizkammerfläche F_{HK} gegeben, die sich aus
 der Heizleistung Q_{HK} und dem Temperaturunterschied
 ΔT_{HK} ergibt:

$$F_{HK} = \frac{Q_{HK}}{\Delta T_{HK} \cdot K}$$

Die Heizleistung Q_{HK} ist die Summe aus der
 Heizleistung der Heizkammer $Q_{HK,1}$ und der
 Heizleistung der Heizkammer $Q_{HK,2}$:

$$Q_{HK} = Q_{HK,1} + Q_{HK,2}$$

Die Heizleistung der Heizkammer $Q_{HK,1}$ ist
 die Summe aus der Heizleistung der Heizkammer
 $Q_{HK,1,1}$ und der Heizleistung der Heizkammer
 $Q_{HK,1,2}$:

$$Q_{HK,1} = Q_{HK,1,1} + Q_{HK,1,2}$$

Die Heizleistung der Heizkammer $Q_{HK,1,1}$ ist
 die Summe aus der Heizleistung der Heizkammer
 $Q_{HK,1,1,1}$ und der Heizleistung der Heizkammer
 $Q_{HK,1,1,2}$:

$$Q_{HK,1,1} = Q_{HK,1,1,1} + Q_{HK,1,1,2}$$

Die Heizleistung der Heizkammer $Q_{HK,1,1,1}$ ist
 die Summe aus der Heizleistung der Heizkammer
 $Q_{HK,1,1,1,1}$ und der Heizleistung der Heizkammer
 $Q_{HK,1,1,1,2}$:

$$Q_{HK,1,1,1} = Q_{HK,1,1,1,1} + Q_{HK,1,1,1,2}$$

Für Klassen von 50 Schülern beträgt der Kubikinhalt des Zimmers etwa 300 m^3 und es ergibt sich aus obiger Rechnung, dass derselbe $1\frac{1}{2}$ bis 3mal per Stunde gewechselt werden sollte.

Eine gute Ventilation oder Lüftung soll immer so eingerichtet sein, dass in dem betreffenden Lokal keine Zugerscheinungen auftreten. Frische Luft sollte daher nicht kalt, sondern stets vorgewärmt in den Raum treten und zwar am besten mit derjenigen oder etwas höherer Temperatur, welche der Raum selbst haben soll. Aus dem gleichen Grunde sollten die Eintrittsöffnungen möglichst verteilt sein.

Muss man aus Ersparnisgründen von künstlicher Ventilation absehen, so sollen mindestens in der Pause zwischen den Schulstunden regelmässig Fenster und Türen geöffnet und frische Luft eingelassen werden, während die Schüler das Zimmer verlassen haben. Von diesem einfachsten Mittel kann bei grösserer Kälte selbstverständlich nur ein beschränkter Gebrauch gemacht werden, um das Schulzimmer nicht zu sehr auszukühlen, und nach jeder solchen Lüftung muss sich die Zimmerluft nach und nach wieder verschlechtern, weil die natürliche Ventilation, welche zwischen kalter Aussenluft und warmem Innenraum, infolge der Porosität der Wände und der Undichtheit von Fenstern und Türverschlüssen stets stattfindet, genügende Lufterneuerung nicht bewirkt. Jedenfalls empfiehlt es sich, die Fenster mit oberen Klappflügeln zu versehen, die bequem und sicher zu regulieren sind, und der eintretenden Aussenluft Richtung gegen die Decke geben müssen. Damit kann in den oberen Schichten eine Mischung der Zimmerluft mit der kälteren Aussenluft bewirkt werden, immerhin ist bei grösserer Kälte vorsichtige Handhabung nötig, damit keine unleidlichen Zugerscheinungen auftreten.

Richtiger ist es immer, wie bereits gesagt, wenn die frische Luft nicht kalt in den Raum eintritt, sondern vorgewärmt, sie muss also vor ihrem Eintritt in innige Berührung mit Heizflächen gebracht werden. Solche können sowohl im Schulzimmer selber stehen (direkte Heizkörper) oder auch ausserhalb desselben, in besonderen Heizkammern im Kellergeschoss untergebracht werden.

Das Ventilieren durch direkte Heizkörper (Fig. 10) hat zwar den Vorteil ganz kurzer Eintrittskanäle, ist jedoch unter Umständen dem störenden Einfluss von Wind und Staub ausgesetzt, und für Warmwasserheizung deshalb nicht ratsam, weil bei grosser Kälte und mangelnder Vorsicht im Handhaben der Ventilationsklappen die Heizkörper der Gefahr des Einfrierens ausgesetzt sind. Selbstverständlich

Radiatoren mit Ventilation.

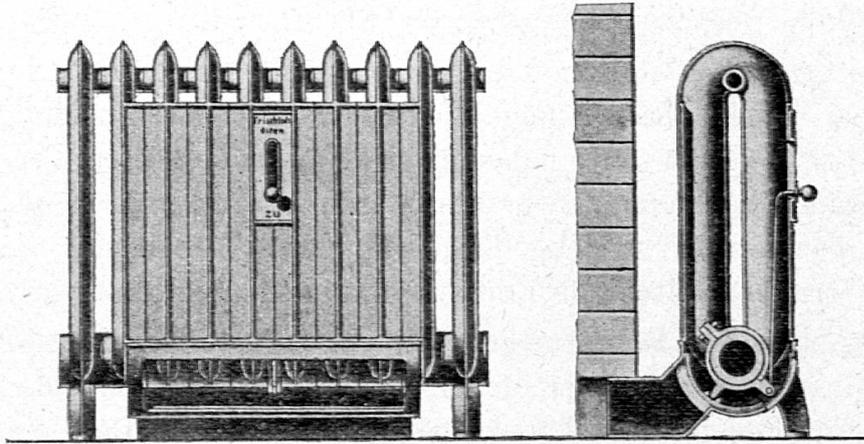


Fig. 10.

muss bei der Berechnung darauf Rücksicht genommen werden, die Heizfläche um den Betrag der Ventilationsleistung zu vermehren.

Wo es möglich ist, besondere Heizkammern im Kellergeschoss anzulegen, verdient diese Anordnung zum Erwärmen der Ventilationsluft für Schulzimmer im allgemeinen den Vorzug, und kann bei Dampf- und Wasserheizung angewendet werden. (Tafel I.) Dabei wird die Ventilation von der Heizung getrennt und unabhängig und kann unter Umständen, d. h. bei milder Witterung, für sich allein im Betrieb sein, ohne Mitwirkung der in den Schulzimmern stehenden Heizkörper. Diese werden nur so gross gemacht, dass sie bei der minimalen Aussentemperatur den Raum genügend zu erheizen vermögen. Die Heizkammern können je einer Gruppe von mehreren Schulzimmern dienen, unter Umständen auch in Form eines grossen Heizkanals angelegt werden, von welchem aus sämtliche Zimmer ventilert werden. In die Heizkammern wird so viel Heizfläche verlegt, als nötig ist, um den vorgeschriebenen Luftwechsel kontinuierlich zu erhalten, so lange die Aussentemperatur nicht unter eine bestimmte Grenze sinkt. Diese Grenze wird gewöhnlich zu 10° C. angenommen. Wird die Kälte intensiver, so wird das Luftquantum entsprechend reduziert, also für die gewöhnlich nicht lange andauernde Periode grosser Kälte die Ventilation etwas eingeschränkt. Es geschieht dies, um die Ventilationsanlage nicht allzugross machen zu müssen und um die Betriebskosten zu vermindern.

Die frische Luft wird von aussen an Stellen entnommen, wo sie möglichst rein ist und zuerst in eine grössere Staubkammer, sodann nötigenfalls durch Luftfilter der Heizkammer zugeleitet.

Filter sind nötig, wenn die Luftentnahmestelle sich unweit von staubigen Strassen, rauchenden Fabriken oder Bahnhöfen etc. befindet. Durchlässiges Filtertuch in grossen Flächen auf leichte, bewegliche, hölzerne Rahmen aufgespannt, fängt die Staub- und Russteilchen auf und verhindert das Verstauben der Heizkammern und Luftkanäle. Die Filter sollen zum Reinigen ausgewechselt werden können.

Die Heizkammer selbst muss bequem zugänglich sein, womöglich Tageslicht erhalten. (Tafel II.) Die Wände werden am besten von glasierten Ziegeln, eventuell von Beton mit glattem Verputz erstellt. Die Heizkörper sind in der Kammer so anzuordnen, dass man überall zum Reinigen leicht zukommt. Glatte Heizflächen — glatte Röhren oder Radiatoren — sind stets vorzuziehen, Rippenheizkörper nur da anzuwenden, wo der beschränkte Raum es nicht anders zulässt. Die Heizfläche einer Kammer wird zweckmässig in Gruppen von verschiedener Grösse untergeteilt, um je nach der Aussentemperatur sie mehr oder weniger in Benützung zu nehmen. Der Zutrittskanal der Aussenluft muss reguliert und für die Zeit, wo nicht ventiliert wird, ganz abgeschlossen werden können.

Die Heizkammer soll auch Vorrichtungen zur Verdunstung von Wasser enthalten — am besten eiserne oder kupferne Tröge mit Heizspiralen — um der Ventilationsluft, nachdem sie vorgewärmt ist, den gewünschten Feuchtigkeitsgrad, als welcher gewöhnlich 50 % angenommen wird, beizubringen.

Die so vorbereitete Ventilationsluft wird sodann von der Heizkammer auf dem kürzesten Wege den vertikalen Kanälen zugeleitet, welche sie in die Schulzimmer führen, und welche in die Innenwände eingebaut sind. Jeder aufsteigende Zug soll beim Austritt aus der Heizkammer eine Mischklappe zum Mischen warmer und kalter Luft erhalten, und diese von ausserhalb der Heizkammer regulierbar sein.

In die Schulzimmer soll die Ventilationsluft mit einer Temperatur von 20 bis 25° C. eintreten. Die Eintrittsöffnungen müssen mindestens 3 m über Fussboden liegen, damit sich kein Zug fühlbar mache. Sie sind mit eisernen Gittern und Klappen versehen (Fig. 11), deren Handhabung dem Schulabwart zu übertragen ist; vor Beginn des Unterrichts sollen sie geöffnet und nach dessen Beendigung geschlossen werden. (Tafel III.)

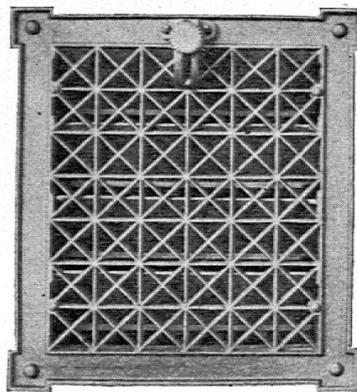


Fig. 11. Eisernes Gitter.

Der Abzug der verbrauchten Luft wird durch vertikale Abluftkanäle bewirkt, deren Zahl und Verteilung sich nach den Verhältnissen richtet, wenn möglich sollen sie in die Innenwände verlegt werden, um vor Abkühlung besser geschützt zu sein. Mit dem zu lüftenden Raum steht jeder Abluftkanal in der Regel durch zwei Öffnungen in Verbindung, diese sind ebenfalls mit eisernen Gittern und stellbaren Klappen versehen zur Regulierung des Luftaustritts. Die untere der beiden Öffnungen befindet sich dicht über dem Fussboden und dient zum Abzug im Winter während der Tages-Schulstunden, die obere Öffnung dicht unter der Decke dient abends während der Beleuchtung, namentlich wenn mit Gas oder Petroleum beleuchtet wird.

Die Abluftkanäle werden einzeln bis ca. 1 m über Boden des Dachraumes geführt, in welchen sie ausmünden, und von wo die Abluft in der Regel durch die Bedachung genügend Abzug ins Freie findet. Wo dies nicht zutrifft, oder wegen Schnee- und Eisverhältnissen nicht ratsam ist, müssen die Abluftkanäle über Dach geführt werden, wozu mehrere in einem gemeinschaftlichen Schacht vereinigt werden können. Im Interesse sparsamen Betriebs empfiehlt es sich, auch die Abzüge für die Zeit, wo die Ventilation nicht im Gang ist, durch Klappen gruppenweise verschliessbar zu machen.

Abluftkanäle aus den Aborten sind nie mit denen der Schulzimmer zu vereinigen, sondern stets direkt über Dach zu führen.

Die Räume der Schulbäder bedürfen einer besonders kräftigen Ventilation, vier- bis sechsmaligen Luftwechsel per Stunde. In ihre Abluftkanäle werden daher, um die Wirkung zu verstärken, öfters kleine Ventilatoren eingesetzt und durch elektrische oder Druckwasser-Motoren betrieben.

Lüftung mittelst Pulsion.

Schulgebäude werden gewöhnlich so eingerichtet, dass sich der Luftwechsel unter der Einwirkung der Temperaturdifferenz zwischen der eintretenden kälteren und der abgehenden wärmeren Luft während der Heizperiode genügend vollziehen kann. Im Sommer, resp. der wärmeren Jahreszeit ist diese Differenz aber nicht vorhanden oder zu gering, und ein regelmässiger Luftwechsel könnte nur durch mechanische Mittel — Ventilatoren — erzeugt werden. Man wird aber dann die Schulräume meistens durch das einfache Mittel des Öffnens der Fenster lüften, und von besonderen Einrichtungen zur Sommerventilation absehen können. Jedoch kann es infolge be-

sonderer Umstände — z. B. ungünstiger Lage des Gebäudes an engen Strassen, anstossender anderer Baulichkeiten etc. — nötig werden, mechanische Ventilation einzurichten. Dieselbe hat den Vorzug, unter allen Temperaturverhältnissen sicher zu wirken und vollständig in der Hand des Leitenden zu sein. Der oder die Ventilatoren saugen die Aussenluft an und befördern durch Heizkammern und Verteilungskanäle, nach Art der vorstehend beschriebenen, die warme Luft in die zu ventilierenden Räume, wo sie durch Pulsion wirken, d. h. derart, dass im Zimmer ein leichter Luft-Überdruck entsteht, unter dessen Einwirkung auch die Abluft in früher beschriebener Weise ins Freie geht. Auf Tafel IV ist eine Heizkammer mit Ventilator dargestellt. Eine Anwendung dieses Systems findet sich u. a. seit 1875 im Schulhaus Neuwiesen in Winterthur. Die Ventilationswirkung ist eine tadellose, aber die Betriebskosten ziemlich hohe, weil bei grösserer Kälte und Wind stärker als nötig ventiliert werden muss, um die nötige Wärme in die der Abkühlung am meisten ausgesetzten Zimmer zu bekommen, ein Beweis, dass es immer zweckmässig ist, auch direkte Heizfläche im Schulzimmer zu verlegen, welche deren Erwärmung unabhängig von der Ventilation besorgt.

Die Anwendung von Ventilatoren kann auch partiell nötig sein, z. B. um überschüssige Wärme abzuführen, wo stark besetzte Abendkurse bei Beleuchtung stattfinden, man wird sie dann auf die betreffenden Räume beschränken können. Die zunehmende Verbreitung der Elektrizität trägt dazu bei, solche partielle Anwendungen zu erleichtern.

IV. Anlage- und Betriebskosten von Schulhaus-Heizungen.

Die Anlagekosten werden durch so mancherlei Faktoren beeinflusst, die an dem einem Ort so und am anderen anders liegen, ferner auch dadurch, ob der Bau in eine Periode hoher oder niedriger Material- und Baupreise fällt, dass nur ganz approximative Zahlen auch für gleichartige Anlagen genannt werden können. Die nachstehenden beziehen sich auf eine Anzahl annähernd normaler Ausführungen der neueren Zeit.

Die Einheit von 100 m³ vollbeheizten Zimmerraum, als Massstab angenommen, Korridore, Treppenhäuser und andere Nebenräume im Kubikinhalte nicht, wohl aber in den Kosten eingerechnet, ergeben sich, inklusive der durch die Heizung und Ventilation bedingten

baulichen Arbeiten, für mittlere und grössere Schulhäuser ungefähr folgende Ziffern per 100 m.³:

Niederdruck-Dampfheizung ohne künstliche Ventilation	Fr. 200—250
Niederdruck-Dampfheizung mit Ventilation durch direkte Heizkörper	„ 300—350
Niederdruck-Dampfheizung mit getrennter Ventilation (Heizkammern)	„ 350—400
Warmwasserheizung ohne künstliche Ven- tilation	„ 250—300
Warmwasserheizung mit getrennter Ven- tilation (Heizkammern)	„ 450—500

Die Betriebskosten, worüber eine Menge älterer und neuerer Aufzeichnungen vorliegen, ergeben ein sehr wechselvolles Bild. Hier zeigt sich namentlich der grosse Einfluss von mehr oder weniger intelligenter und sorgfältiger Bedienung. In unseren Gegenden kann man für Schulen durchschnittlich 165 Heiztage jährlich rechnen. Für Heizungen ohne künstliche Ventilation beträgt der Brennmaterialverbrauch per 100 m³ vollbeheizten Raum (Zimmertemperatur) per Tag durchschnittlich 3—4 kg Koks von guter Qualität, bei Dampf- und Wasserheizungen ziemlich gleich. Für Heizungen mit guter Ventilation müsste der Verbrauch naturgemäss höher sein und ist es auch in manchen Fällen, doch kennen wir Anlagen — Dampfheizungen mit getrennter Ventilation (Heizkammern) — wo man mit 2¹/₂—3 kg auskommt, bei sehr gutem Lüftungs- sowohl als Heizungseffekt. Bei diesen liegt der Grund des sparsamen Betriebs ausser der guten Bedienung darin, dass in den Übergangszeiten Herbst und Frühling an manchen Tagen die Ventilations-Heizung allein genügt, die direkte Zimmerheizung erst, wenn es kälter wird, in Betrieb gesetzt werden muss.

Rechnet man den Preis der Koks per 100 kg im Mittel Fr. 4.—, so stellen sich also die jährlichen Auslagen für Brennmaterial per 100 m³ vollbeheizten Raum auf Fr. 17—26. Die übrigen Betriebskosten: Bedienung, Unterhalt und Reparaturen können zu ungefähr 20—25 % des Brennmaterialverbrauchs angenommen werden.