



UNIVERSITÄTS-
BIBLIOTHEK
PADERBORN

Die Volksschulhäuser in den verschiedenen Ländern

Volksschulhäuser in Frankreich

Hintraeger, Karl

Darmstadt, 1904

E) Beleuchtung, Heizung und Lüftung.

[urn:nbn:de:hbz:466:1-76589](https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:hbz:466:1-76589)

In früherer Zeit war es in Frankreich üblich, bei gemischten Klassen im Lehrzimmer selbst eine Trennung der Mädchen von den Knaben durch eine volle und 1,20 bis 1,50^m hohe Abteilungswand in der Mitte des Raumes fenkrecht zum Lehrertische vorzunehmen. Diese Wand wurde jedoch als überflüssig erkannt und findet sich nicht mehr vor.

Alle Ecken zwischen den Wänden untereinander und zwischen den Wänden und der Decke werden mit einem Halbmesser von 0,30 bis 0,50^m abgerundet.

169.
Malerei
der Wände.

Für die Wände, welche zwischen den Fenstern, Türen u. f. w. frei bleiben, empfiehlt *Narjoux* aufser einer eintönigen Malerei die Herstellung einfacher Wandzeichnungen, als Landkarten, Gebrauchsgegenstände, einfache Geräte und Maschinen, welche den Anschauungsunterricht fördern und den Kindern Gelegenheit geben sollen, derlei Dinge in grossem Mafsstab kennen zu lernen.

Der Gemeinderat der Stadt Paris hat im Jahre 1875 fogar den Beschluß gefaßt (Berichterstatter: *Viollet-le-Duc*), die Wände der Schulen nicht kalt und nackt zu lassen, sondern mit Bildern zu schmücken, die geschichtliche oder Familienereignisse darstellen. Die Darstellung kann in einfachen Umriffen auf Wandflächen und Wandstreifen erfolgen und soll den Kindern durch Künstlerhand Darstellungen aus dem Familienleben, aus Fabeln, aus der Geschichte u. f. w. bieten, welche einen günstigen und bleibenden Eindruck hervorrufen.

E) Beleuchtung, Heizung und Lüftung.

Beleuchtung.

170.
Beleuchtungs-
arten.

Die Beleuchtungsfrage wurde in Frankreich von hervorragenden Hygienikern in eingehender Weise studiert. Während früher die zweiseitige Beleuchtung, von links und rechts kommend, bevorzugt wurde, wählt man jetzt vorwiegend die einseitige Beleuchtung. Bei der Gründlichkeit, mit welcher von berufener Seite das für und wider der zweiseitigen Beleuchtung erwogen wurde, erscheint es wichtig, die Hauptmomente dieser Frage auch eingehender zu betrachten³⁷⁾.

Man versuchte die Erzielung einer ausreichenden Beleuchtung auf verschiedene Arten:

- a) durch einseitige Beleuchtung von der linken Seite (*Éclairage unilatéral*),
- b) durch zweiseitige Beleuchtung von links und rechts oder von links und rückwärts (*Éclairage bilatéral*),
- c) durch zweiseitige ungleich starke Beleuchtung mit dem Hauptlichte von links und der geringeren Beleuchtung von rechts (*Éclairage bilatéral différentiel*).

Dr. *Emil Trélat* ist der energische Verfechter der einseitigen Beleuchtung. Er hält die einseitige, von der linken Langseite des Lehrzimmers kommende Beleuchtung für die einfachste und beste und verlangt, daß die Fensterfläche gegen Norden gerichtet sei und auch für den entferntesten Platz noch direktes Himmelslicht spende.

Das Licht soll reichlich und gleichmäfsig auf alle Schülerplätze gelangen. Dies erfordert eine bestimmte Fensterhöhe; die Höhe des Fenstersturzes über dem Fußboden soll mindestens $\frac{2}{3}$ der Tiefe des Lehrzimmers (einschließlich der Mauerstärke) betragen. Bei einer lichten Tiefe von 6,00^m wäre die Höhe des Fenstersturzes über dem Fußboden ungefähr 4,30^m und die lichte Höhe des Lehrzimmers mindestens 4,40^m.

Die Ausführungen *Trélat's* hatten im Jahre 1880 eine eingehende Diskussion in der Gesellschaft der Ärzte (*Société de médecine publique et d'hygiène professionnelle*) zufolge, bei welcher vornehmlich gegen die Nordlage, wegen mangelnder Durchsonnung der Lehrzimmer, Stellung genommen wurde,

³⁷⁾ PLANAT. *Les salles d'asile et les maisons d'école.*

Trélat ergänzte dabei seine Ausführungen, indem er für die Beleuchtung die Nordseite und für die Durchfonnung während der Unterrichtspausen die Südseite empfahl.

Nach dieser Anordnung sollen während des Unterrichtes die der Fensterwand gegenüberliegend angebrachten, gegen Süden gerichteten Flügel geblendet werden. Dem Schuldiener, bezw. dem Schullehrer obliegt dann die Aufgabe, für eine richtige Einstellung dieser nur für die Durchfonnung dienenden Fenster während der Unterrichtspausen zu sorgen, ein Umstand, der die Vorteile dieser Anordnung für die Praxis für den Fall ungenügender Bedienung fraglich macht.

Wie an anderer Stelle ausgeführt wurde³⁸⁾, haben einzelne Konstruktoren auch eine bessere Lichtverteilung bei einseitiger Beleuchtung durch eine elliptische oder parabolische Form der Decke und eine geringere Höhe der der Fensterwand gegenüberliegenden Wand versucht.

Die einseitige von der linken Seite kommende Beleuchtung ist entschieden die beste, einfachste und bequemste und gibt ein ruhiges Licht, während das von rechts kommende Licht, besonders beim Schreiben, durch den Schatten der Hand stört, das von vorne einfallende Licht die Augen der Kinder blendet und das von rückwärts kommende Licht durch die Körperschatten stört.

Die Fachabteilung von Ärzten der Schulbaukommission, welche sich mit der Verfassung der Bestimmungen für den Bau und die Einrichtung von Schulhäusern befasste, hat über Antrag des Dr. *Javal* bezüglich der Beleuchtung der Lehrzimmer nachstehende Punkte aufgestellt:

171.
Kommissions-
bericht
vom Jahre 1880.

1) Es ist erwiesen, daß die Kurzsichtigkeit durch anhaltendes Arbeiten bei ungenügender Beleuchtung entsteht.

2) In unferen Gegenden erreicht die Beleuchtung durch zerstreutes Licht selbst im Freien niemals eine schädliche Stärke.

3) Die Regeln, nach denen man die Größe der Fensterfläche von Lehrzimmern von der Schülerzahl oder von dem Fußbodenflächenmaß der Lehrzimmer abhängig macht, gründen sich auf ungenaue theoretische Grundlagen.

4) Durch einseitige Beleuchtung kann eine genügende Tageshelligkeit erreicht werden, falls die Tiefe des Lehrzimmers das Ausmaß der Höhe des Fenstersturzes über dem Fußboden nicht wesentlich übersteigt. Die Lehrzimmerhöhe soll nicht unter 4,00^m sein, bei einseitiger Beleuchtung soll sie 5,00^m nicht übersteigen.

5) Bei der zweifseitigen Beleuchtung kann die Lehrzimmertiefe bei derselben Fensterhöhe doppelt so groß sein als bei der einseitigen Beleuchtung.

Die Lichtstärke ist in der Lehrzimmermitte doppelt so groß als jene, welche bei derselben Fensterentfernung bei der einseitigen Beleuchtung erfolgt. Doch braucht die Lehrzimmertiefe das Maß der doppelten Fensterhöhe nicht zu übersteigen.

6) Es wurde bisher kein theoretisch begründeter Einwurf dagegen erhoben, daß die zweifseitige Beleuchtung den Augen schädlich ist.

7) Die Beleuchtung von rückwärts kann, wenn sie aus entsprechender Höhe kommt, die seitliche Beleuchtung unterstützen. Die Beleuchtung durch ein Glasdach ist vortrefflich.

8) Nach zahlreichen statistischen Erhebungen bestehen Schulen mit zweifseitiger Beleuchtung, wo die Kurzsichtigkeit weniger verbreitet ist und anderseits vorzüglich eingerichtete Schulen mit einseitiger Beleuchtung, bei denen die Kurzsichtigkeit ebenso verbreitet ist, wie in weniger gut eingerichteten. Wenn man auch die Statistik nicht für die zweifseitige Beleuchtung sprechen läßt, so ist doch gewiß, daß sie keinesfalls zugunsten der einseitigen Beleuchtung lautet.

9) Der Orientierung des Schulhauses mit der Achse von N.N.O. nach S.S.W. wird die größte Wichtigkeit beigelegt. Man soll keinesfalls eine größere Abweichung von der Nord-Südrichtung als um 40 Grad zulassen, außer bei ungewöhnlichen klimatischen Verhältnissen.

10) Die Lehrerwohnung kann gegen Süden liegen.

³⁸⁾ Siehe Abschnitt C dieses Kapitels.

11) Endlich erscheint es unentbehrlich, neben dem Lehrzimmer einen unveräußerlichen Grundstreifen von einer Breite zu belassen, die doppelt so groß ist als die voraussichtliche höchste Höhe der Nachbargebäude.

172.
Vergleich
der einzelnen
Beleuchtungs-
arten.

Im nachstehenden sollen die erwähnten drei Beleuchtungssysteme näher erörtert werden³⁹⁾. Im allgemeinen wird jede entsprechende Beleuchtung drei Hauptbedingungen erfüllen müssen:

- 1) Vermeidung ungenügend beleuchteter Schülerplätze;
- 2) Möglichste Vermeidung von Schatten, welche nach links oder nach vorn fallen;
- 3) Vermeidung des störenden Einfalles des direkten oder reflektierten Lichtes in die Augen und Anstrengung eines möglichst zerstreuten Lichtes (*Lumière diffuse*).

a) Einseitige Beleuchtung.

173.
Einseitige
Beleuchtung.

Bei der einseitigen Beleuchtungsart wird die vorgenannte zweite Bedingung gut erfüllt: Keine Schatten nach links und für die größte Zahl der Plätze auch keine Schatten nach vorn. Allerdings wird es auf den Plätzen der vordersten Bänke, welche die Fenster zum größten Teile im Rücken haben, nach vorn fallende Schatten geben. Um hierdurch keine Störungen zu erleiden, empfiehlt es sich, die Fensteröffnungen mindestens bis in die Höhe der ersten Bankreihe reichen zu lassen. Ein ähnlicher Übelstand tritt auf den letzten Bänken auf, falls die Fenster nicht mindestens bis in die Höhe dieser letzten Bänke reichen.

Die dritte Bedingung wird mit Ausnahme der Plätze auf den letzten Bänken auch gut erfüllt. Die erste Bedingung der Vermeidung ungünstig beleuchteter Schülerplätze soll auf Grund der Lichtstärkemessungen betrachtet werden.

Die Lichtstärke an einem beliebigen Punkte des Raumes mißt man nach der Größe des Raumwinkels an der Spitze eines Kegels oder einer Pyramide, deren Basis die lichtpendende Maueröffnung und deren Spitze der zu untersuchende Punkt ist.

Bei einem Lehrzimmer bestimmt sich die Helligkeit eines Punktes O durch den Raumwinkel an der Pyramiden Spitze, deren Basis die Lichtöffnung $ABCD$ ist, wobei zur Vereinfachung der Betrachtung die Fensterpfeiler sehr schmal angenommen werden (Fig. 88). Je mehr sich der Punkt O von der Fensterfläche entfernt, desto kleiner wird der Winkel an der Spitze der Pyramide, deren Basis $ABCD$ stets gleich bleibt. Diese Abnahme ist eine sehr rasche.

Die nachstehenden Betrachtungen beziehen sich auf einen Lehrsaal von 9,70 auf 7,30 m. Fig. 89 stellt sowohl den Grundriß als Quer- und Längenschnitt dar, wobei die Höhe $BB' = BB'' = 3,00$ m über den Pulten angenommen wird, was also einer Zimmerhöhe von 4,00 m entspricht.

Zieht man aus einem Punkte O die 4 Strahlen, so erscheinen selbe in der Horizontalprojektion in OA und OB , in der Vertikalprojektion im Querschnitt in $O'A$ und $O'B'$ und im Längenschnitt in $O''A$, $O''B$, $O''A''$ und $O''B''$.

Um den Raumwinkel zu messen, denkt man sich aus dem Mittelpunkt O

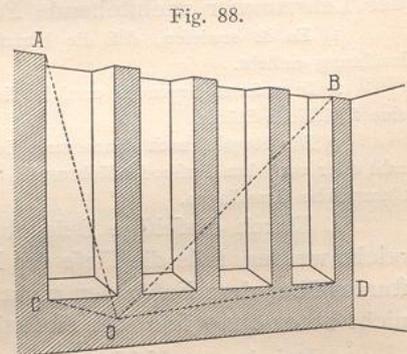
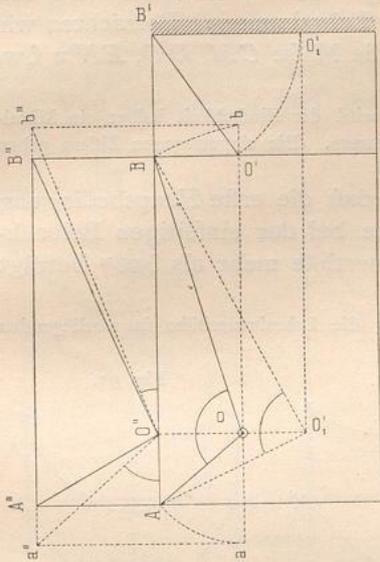


Fig. 88.
Ansicht der Fensterwand
eines Lehrzimmers.

³⁹⁾ Nach: PLANAT. *Salles d'asile et maisons d'école*. I. Vol.

Fig. 89.



Grundriß, Quer- und Längenschnitt eines Lehrzimmers mit Angabe der Hilfskonstruktionen zur Bestimmung des Raumwinkels. — $\frac{1}{250}$ w. Gr.

eine Kugelfläche mit dem Halbmesser = 1. Der Kugelabschnitt zwischen den Pyramidenflächen bestimmt die Größe des Raumwinkels.

Ziemlich genau erhält man die Größe dieser Kugelabschnittsfläche, indem man die halbe Summe der Durchschnittsbögen auf den Flächen AOB , $A''O''B''$ mit der halben Summe der Durchschnittsbögen auf den Flächen $B''O''B$ und $A''O''A$ multipliziert. Zieht man in O einen Bogen mit dem Halbmesser = 1, so erhält man in AOB die wahre Größe für die Ecke AOB , die wahre Größe des Winkels $A''O''B''$ erhält man durch Umlegung der Spitze nach O' , in $A'O', B$; man zieht in O' , den Bogen und bildet die halbe Summe der beiden ersten Bögen. Ferner bestimmt man die wahre Größe der Winkel $B''O''B$ und $A''O''A$, indem man B nach b und A nach a umlegt und b'' wie a'' mit O'' verbindet. Man erhält dann in $b''O''B$ und $a''O''A$ die wahre Größe der Winkel. Man bildet auch für diese beiden die halbe Summe. Beide Summen multipliziert geben dann die gefuchte Fläche oder das Maß des Raumwinkels.

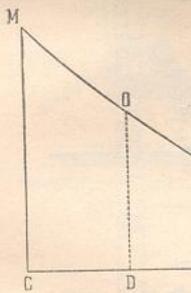
Zur Bestimmung der Lichtverhältniße sollen drei Punkte C, D und E in der Saalmittelachse betrachtet werden, von denen D in der Mitte liegt und C und E je einen Meter von der nächstliegenden Wand abstehen (Fig. 92).

Zur graphischen Darstellung der Lichtfärken in diesen 3 Punkten trägt man sich die gefundenen Maße CM, DO, EN in Fig. 90 auf. Zieht man durch MON eine Kurve, so stellt selbe graphisch die Beleuchtungsintensität nach dem Querschnitt CE dar.

Eine ähnliche Bestimmung läßt sich für die Querschnitte $C'D'E'$ und $C''D''E''$ vornehmen, welche an den Saalenden $1,00^m$ von den Stirnseiten abstehen. Fig. 91 stellt das Lichtstärkeverhältnis an den Saalenden dar. Man erfieht daraus, daß die Lichtstärke in E' nur $\frac{1}{3}$ jener in C' ist.

Nimmt man jedoch auch auf die Mauerstärke und Fensterpfeiler Rücksicht, so wird das Verhältnis noch ungünstiger und $\frac{1}{6}$ bis $\frac{1}{10}$ betragen.

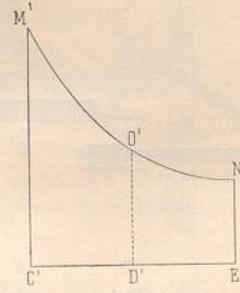
Fig. 90.



in der Saalmitte.

Lichtstärke
 $\frac{1}{250}$ w. Gr.

Fig. 91.



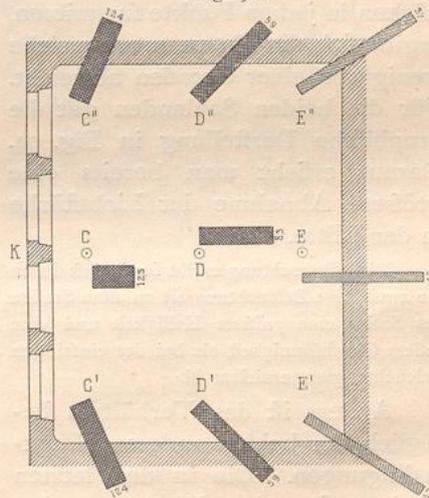
an den Saalenden.

$\frac{1}{250}$ w. Gr.

Graphische Darstellung der Licht- und Schattenstärken bei einseitiger Beleuchtung.

$\frac{1}{250}$ w. Gr.

Fig. 92.



Richtung, Länge und Stärke der Schatten.
 $\frac{1}{200}$ w. Gr.

Gleich wichtig wie die Lichtstärkebestimmung erscheint die Feststellung der Schattenfärken an den verschiedenen Stellen des Lehrzimmers. Betrachten wir dieselben 6 Punkte wie früher (Fig. 92), so geben die Masse CM, DO, EN u. f. w. gleichzeitig die Schattenfärken.

Zur Bestimmung der Richtung und Länge der Schatten wird der Einfachheit halber ein Mittelpunkt der Lichtfläche K als Ausgangspunkt des Lichtes angenommen. Die eingetragenen Ziffern geben die Intensität der Schatten bezw. des Lichtes an.

Die gemachten Ausführungen zeigen fomit, dass die erste Hauptbedingung der ausreichenden Beleuchtung aller Schülerplätze bei der einseitigen Beleuchtungsart schwer zu erfüllen ist, falls die Lehrzimmertiefe mehr als $5,00\text{ m}$ beträgt und die Höhe des Lehrzimmers eine normale ist.

Nach dem Reglement müsste bei einseitiger Beleuchtung die Lehrzimmerhöhe im vorliegenden Falle bei $7,30\text{ m}$ Tiefe mindestens $5,25\text{ m}$ betragen, ein Maß, welches aus ökonomischen und akustischen Gründen viel zu groß ist.

b) Die zweiseitige Beleuchtung.

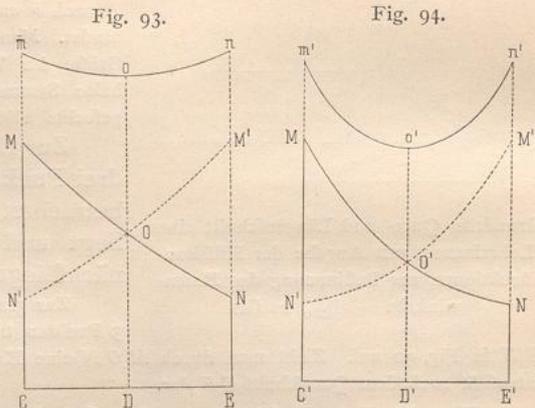
Der ersten Bedingung entspricht die zweiseitige Beleuchtung mit gleich großen Lichtflächen zur linken und rechten Seite besser als die einseitige Beleuchtungsart.

Die graphische Darstellung der Lichtstärke im Querschnitt durch die Saalmitte ist aus Fig. 93 ersichtlich. Die Stärke des von links kommenden Lichtes ist ebenso wie früher durch die Kurve MON dargestellt; die Stärke des von rechts kommenden Lichtes wird durch eine symmetrische Kurve $M'ON'$ veranschaulicht. Nachdem sich die beiden Lichtfärken in jedem Punkte summieren, ergibt sich die Kurve mon , welche wenig von einer Geraden abweicht. Für die beiden Saalenden gilt die graphische Darstellung in Fig. 94. Daraus erfieht man bereits eine grössere Abnahme der Lichtstärke in der Mitte.

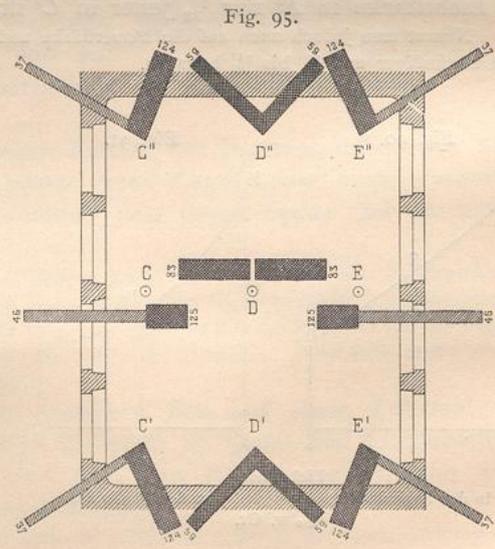
Diese Betrachtung ergibt fomit, dass durch die zweiseitige Beleuchtungsart an allen Stellen des Saales eine grössere Helligkeit und eine bessere Gleichförmigkeit als bei der einseitigen Beleuchtungsart erzielbar ist.

Anders ist das Verhältnis bezüglich der beiden anderen Hauptbedingungen. Die in den letzten Bänken sitzenden Kinder werden durch das mehr von vorn einfallende

174.
Zweiseitige
Beleuchtung.



Lichtstärke
in der Saalmitte. an den Saalenden.
 $\frac{1}{250}$ w. Gr.



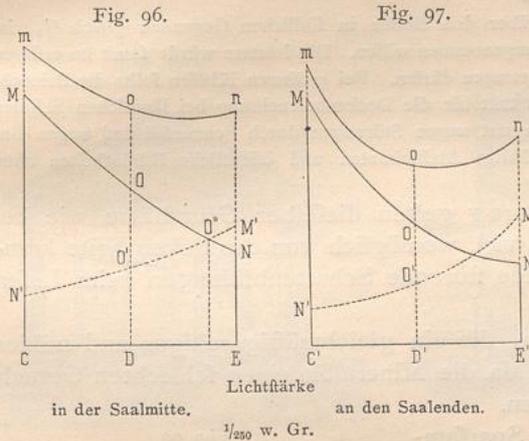
Richtung, Länge und Stärke der Schatten.
Graphische Darstellung der Luft- und Schattenfärken
bei zweiseitiger Beleuchtung.
 $\frac{1}{1000}$ w. Gr.

Licht beider Seiten etwas geblendet. Die in den ersten Bänken sitzenden Kinder erhalten viel Licht von rückwärts.

Man wird daher zur Verminderung dieser Übelstände ähnlich wie früher die Fensterflächen möglichst bis gegen die Saalenden reichen lassen.

Viel ungünstiger sind aber in diesem Falle die Schattenbildungen auf bestimmten Plätzen, besonders in der Mitte und vorn, wie aus der Fig. 95 ersichtlich ist.

Durch Anordnung von Fenstern an der Rückwand oder durch Ober- (Decken-)lichtern, welche beiden Beleuchtungsarten allerdings durch das Reglement unterfangt sind, könnte dem letzteren Übelstände bedeutend begegnet werden.

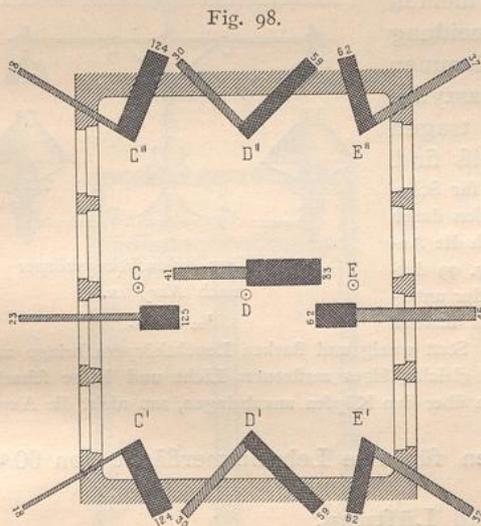


Lichtstärke
in der Saalmitte. $\frac{1}{200}$ w. Gr. an den Saalenden.

c) Zweifseitige ungleiche Beleuchtung.

Bei dieser Beleuchtungsart sind die Lichtöffnungen auf der rechten Saalseite bedeutend kleiner als jene der linken Seite. Die Verhältnisse bezüglich der dritten Bestimmung sind hierbei fast gleich mit jenen der vorgenannten Beleuchtungsart. Zur Betrachtung der beiden anderen Bedingungen soll die Annahme gelten, dass die Größe der zur rechten Seite angebrachten Fensterflächen halb so groß ist, wie jene zur linken und dass die Lichtstärke von beiden Seiten gleich sei. Danach ist die von rechts kommende Lichtmenge halb so groß wie die von links einfallende. Die Fig. 96 u. 97 zeigen die graphischen Darstellungen der Lichtstärken in der Mitte und an den Enden des Saales.

175.
Zweifseitige ungleiche Beleuchtung.



Richtung, Länge und Stärke der Schatten.
Graphische Darstellung der Licht- und Schattenflächen bei zweifseitiger ungleicher Beleuchtung.
 $\frac{1}{200}$ w. Gr.

Man sieht daraus, dass die nach vorn fallenden Schatten in C' D' E'' sehr störend wirken. Weniger störend sind die Schatten in C D E. Es ergibt sich aber aus der graphischen Darstellung (Fig. 96 u. 97), dass auch bei der ungleichen zweifseitigen Beleuchtung eine mittlere Zone (O') besteht, in der die Licht- und Schattenflächen von links und rechts gleich sind.

Die einseitige Beleuchtungsart hat den Nachteil ungenügender Beleuchtung der rechten Klaffenseite; die zweifseitige Art beleuchtet beide Seiten gleichmäßig; die ungleiche zweifseitige Beleuchtungsart hält die Mitte zwischen den vorgenannten.

Daraus erfieht man, dass die Beleuchtung nicht so gleichmäßig ist wie bei der zweiten Beleuchtungsart, jedoch besser als bei der einseitigen Beleuchtung.

Die Verhältnisse der Schattenbildungen auf den verschiedenen Plätzen sind in Fig. 98 dargestellt.

176.
Schlussfolgerung.

Planat zieht die Schlussfolgerung, daß ein Schulzimmer nie zu viel Licht bekommen kann, wobei daselbe von allen Seiten entnommen werden sollte. Die einseitige Beleuchtung soll seiner Meinung nach nur bei kleinen Lehrzimmern angewendet werden. Die Seitengänge neben den Lehrzimmern machen eine zeitweise Durchsonnung von dieser Seite unmöglich, weshalb die Nordlage der Fensterfront nicht empfehlenswert ist.

Planat will die Höhe des Fenstersturzes über dem Boden in südlichen Gegenden gleich $\frac{2}{3}$, im nördlichen jedoch gleich der ganzen Raumtiefe angenommen wissen. Die letztere würde somit im ersten Falle nur 6,00 m, im zweiten nur 4,00 bis 5,00 m betragen dürfen. Bei größeren Klassen sollte die Beleuchtung stets von mehreren Seiten erfolgen. *Planat* tritt für die Deckenbeleuchtung bei ländlichen Schulen ein und verneint den Nachteil dieser Beleuchtungsart wegen Störungen durch Schneefall und wegen Unannehmlichkeit der Sommerhitze, da doch unzählige Atelierbauten und öffentliche Bibliotheken ohne Anstand das vortreffliche Deckenlicht besitzen.

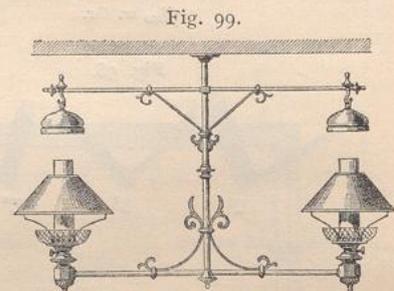
177.
Künstliche
Beleuchtung.

Bei der künstlichen Beleuchtung gelten dieselben Grundsätze wie bei der Tagesbeleuchtung. Man trachte viel, womöglich von der linken Seite kommendes Licht zu erhalten und vermeide störende Schattenbildungen beim Lesen und Schreiben.

Bei Anbringung von Öllampen, die ein gleichmäßig ruhiges und mildes Licht geben, nehme man Pflanzenöle, da die Mineralöle einen schlechten Geruch verbreiten und Explosionsgefahr bieten.

Aus Gründen der Einfachheit, Sparsamkeit und Reinlichkeit wird man in den meisten Fällen Gaslicht wählen und zur Vermeidung des unruhigen Brennens keine offenen Flammen benutzen, sondern Rundbrenner mit Glaszylindern. Zur Vermehrung des Lichtes tragen Schirme bei, die an der Innenfläche weiß sind.

Die einfachste Beleuchtungsanordnung wird für Schulen stets die beste sein. Zur Vermeidung von Unfällen durch herabfallende gesprungene Glaszylinder empfiehlt sich die Anbringung von kleinen Schutzgitterkörbchen, wie Fig. 99 darstellt⁴⁰⁾. Häufig werden Zylinder aus mattem Glas oder unterhalb der Zylinder konische kleine Glaschirme aus mattem Glas verwendet, wodurch das Licht zerstreut wird. Statt wenig und starken Leuchtkörpern bringe man besser viele und schwächere Flammen an, die ein gleichmäßiges zerstreutes Licht und keine scharfen Schatten geben. Die Lampen sind in passender Höhe über den Köpfen anzubringen, um nicht die Augen zu belästigen und zu blenden.



Zweiarmer Beleuchtungskörper
nach *Narjoux*.

$\frac{1}{25}$ w. Gr.

Man rechnet mindestens 8 Flammen für eine Lehrzimmerfläche von 60 qm.

Heizung und Lüftung.

178.
Beispiel
nach *C. Pompée*.

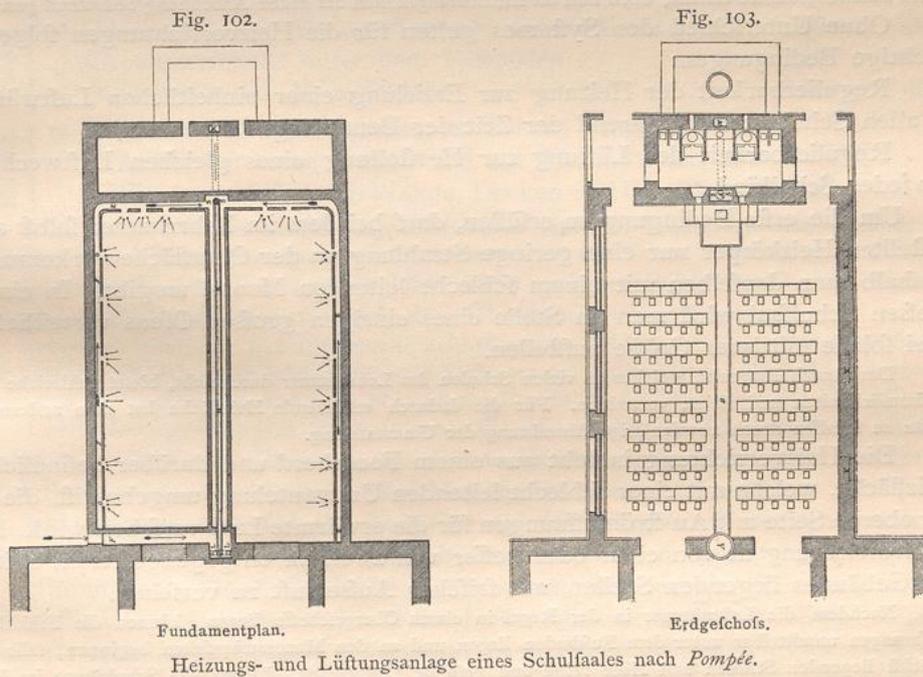
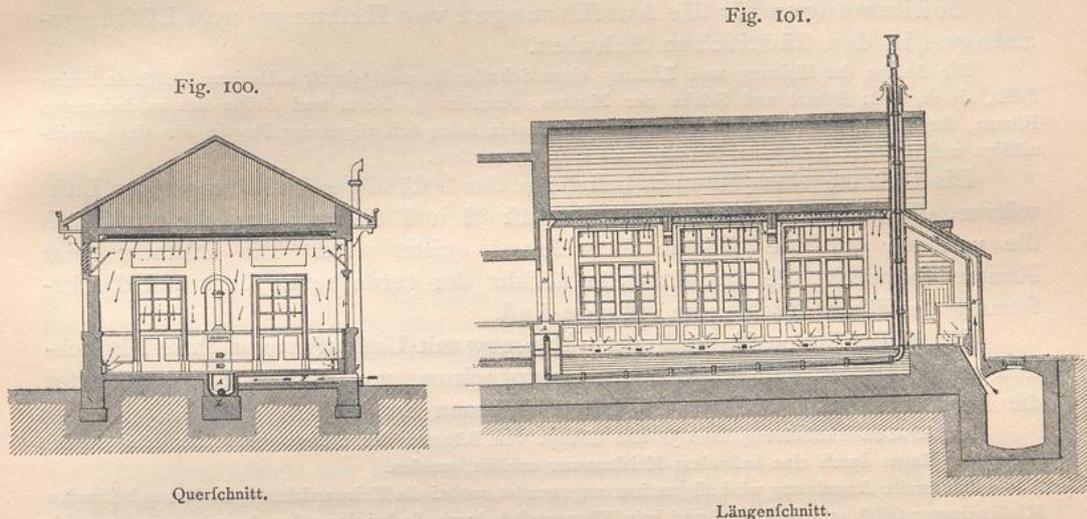
In den Fig. 100 bis 103 ist die Einrichtung für die Heizung und Lüftung eines Schulsaales dargestellt⁴¹⁾.

Der Calorifère *A* ist mit einem Mantel aus Blech oder Ton umgeben, das Rauchrohr *R* wird in einem gemauerten Kanal unter dem Fußboden bis zur gegenüberliegenden Wand geleitet, wo es in dem Abzugschlot *S* bis über Dach geführt wird. Der Kanal erhält eine Abdeckung durch gußeiserne Platten, die zum Zwecke der Reinigung und Unterfuchung abhebbar sind. Bei *T* befindet sich eine kleine Feuerung, um bei Beginn der Heizung den Zug zu fördern. Die Frischluft wird von außen an einer möglichst hochgelegenen Stelle fern vom Abzugschlot durch den Kanal *F* entnommen, durchfließt die Heizvorrichtung und wird erwärmt durch den lotrechten Kanal *H*, nach dem ringsum laufenden Verteilungskanal gebracht, der durch ein durchbrochenes Gitter die erwärmte Frischluft in das Lehrzimmer leitet. Die verdorbene Luft wird durch die Saugkraft des Rauchrohres an einem rings um den Fußboden

⁴⁰⁾ Nach: *NARJOUX. Les écoles publiques en France et en Angleterre.*

⁴¹⁾ Nach: *C. POMPÉE. La maison d'école rurale.*

laufenden, mit Öffnungen versehenen Kanal *E* nach dem Abzugschlote *S* gelockt, der durch das Rauchrohr erwärmt, abfugend wirkt. Die Menge der Abluft in der Sekunde ist gleich der Summe der Abluftkanalquerschnitte mal der Luftgeschwindigkeit. Kennt man die Menge der Abluft, die Höhe des Rauchschlotes, die Länge des Rauchrohres bis dorthin, die inneren und äußeren Temperaturen und eine von der Beschaffenheit des Rauchschlotes abhängige Konstante, so kann man die Größe der Abluftkanal-



Querschnitte bestimmen. In der Regel werden 12 Öffnungen von je 0,05 m Seitenlänge für die Abluft genügen. Die Frischluftkanäle erhalten den halben Querschnitt von jenem der Abluftkanäle und werden durch Schieber regulierbar eingerichtet. Man kann durch denselben Calorifère auch die Wohnräume des Lehrers heizen.

Für die Sommerlüftung genügt die kleine Lockfeuerung bei *T* zur Abfugung, während für die

Einblafung von Frifchlufft in das Lehrzimmer ein Ventilator im Kanal *H* aufgefellt werden kann, der durch einen kleinen Motor zu betreiben ift.

179.
Kommissions-
bericht
vom Jahre 1874. Im Jahre 1874 betraute die Stadt Paris eine Kommission von Fachleuten mit der Aufgabe, die Frage der Heizung und Lüftung von Schulgebäuden zu ftudieren. Das Ergebnis diefes Studiums war nachftehender Bericht:

Bestimmungen für die Ausführungen von Heizungs- und Lüftungsanlagen in den ftädtifchen Schulen.

Die Anlage der Heizung und Lüftung eines Schulhaufes wird durch zahlreiche Umftände beeinflufft, als da find: Bauart und Stärke der Mauern, Anordnung, Form und Gröfse der zu heizenden Räume, der Gänge, der Fensterflächen u. f. w. Immerhin laffen fich allgemeine Regeln für eine zweckmäßige und fparsame Anlage der Heizung und Lüftung angeben.

Die Heizung eines Raumes befteht in der befändigen Erhaltung einer Luftwärme, die größer als jene der Außenluft ift und dadurch erreicht wird, dafs die verloren gehende Wärme fortwährend erfezt wird. Die Lüftung eines Raumes bezweckt die fortwährende Abfuhr der verdorbenen Luft und die Erfeztung derfelben durch reine gefunde Luft.

Für Volkfchulen ift die Feuerluftheizung mit Umlauf wegen ihrer Einfachheit und Billigkeit der Waffer- oder Dampfheizung vorzuziehen; ferner gefattet die Feuerluftheizung beffer einen unterbrochenen Betrieb.

Bei der Feuerluftheizung kann je eine Gruppe von Räumen durch eine gemeinfame Heizkammer oder jeder Raum durch eine befondere Heizkammer erwärmt werden.

Die zweite Anordnung wird allgemeiner angewendet, wobei die Heizvorrichtung in dem zu heizenden Klaffenzimmer felbst aufgefellt wird und kein Wärmeverluft durch die bei der erften Anordnung unvermeidlichen Zuleitungskanäle eintritt; doch find die Einrichtungskosten der erften Anordnung bedeutend geringer.

Ohne Unterschied des Systemes gelten für die Heizvorrichtungen folgende wichtige Bedingungen:

Regulierbarkeit der Heizung zur Erzielung einer einheitlichen Luftwärme in allen Schulräumen während der Zeit der Benutzung.

Regulierbarkeit der Lüftung zur Herftellung eines gleichen Luftwechfels für jedes Schulkind.

Um die erste Bedingung zu erfüllen, darf bei dem im Lehrzimmer felbst aufgefellten Heizkörper nur eine geringe Strahlung an der Oberfläche vorkommen, weshalb man denfelben mit einem fchlecht leitenden Mantel umgibt. In einem großen Schulfaal wird man an Stelle eines einzigen großen Ofens vorteilhafter zwei folche mittlerer Gröfse aufstellen.

Das Rauchabzugrohr, welches in vielen Schulen das Lehrzimmer durchzieht, bietet zahlreiche Unzukömmlichkeiten und ift zu vermeiden. Für die dadurch entfallende Heizfläche hat man anderwärts Erfatz zu fchaffen durch zweckmäßige Anordnung der Ummantelung.

Die Heizvorrichtung befteht aus einem Feuerherd und darüber befindlicher Heizfläche, welche mit einer fchlecht leitenden Ummantelung umgeben ift, die an der oberen Seite mit Ausfrömöffnungen für die erwärmte Luft verfehen wird. Die Heizvorrichtung ift von einer oder beffer von zwei, an entgegengefezten Seiten des Gebäudes liegenden Stellen, mit frifcher Außenluft zu verfehen.

Nachdem die Lehrzimmer in der Regel in einem Obergefchoffe liegen, können die Frifchluffzuführen unmittelbar unter dem Fußboden liegen und an den Maueraußenfeiten beginnen, falls die zunächft liegenden Straßen und Höfe reine und gefunde Luft bieten. Liegen die Schulräume im Erdgefchoff, fo find die Verhältnisse ungünstiger und trachté man die Frifchluff aus möglichft hohen Lagen zu entnehmen.

Um einen regelmäßigen Luftwechfel für jeden Schüler zu erzielen, müffen in möglichft großer Zahl Öffnungen für den Luftabzug angebracht werden, die durch einen befonderen, im Fußboden liegenden Kanal zu einem Abzugsfchlot geführt werden.

Um eine gute Verteilung zu treffen, rechne man für je eine Gruppe von vier Schülern eine Abzugsöffnung. Die Form und Anordnung dieser Öffnungen soll weder die Reinhaltung noch den Luftwechsel unter den Gestühlen hindern. Die verschiedenen Kanaläste werden zu Hauptleitungen vereint, um schliesslich in den geräumigen lotrechten Abzugschlott zu münden, welcher durch die vollständige Gebäudehöhe reicht und an seinem über dem Dach endenden Kopfe eine Windkappe erhält. Damit dieser Abzugschlott regelrecht wirkt, muß die in demselben enthaltene Luft erwärmt werden, um die erforderliche Ausströmgeschwindigkeit zu erlangen, was am einfachsten dadurch erfolgt, daß man das Rauchrohr der Heizung in der Mitte dieses Schlotes durchleitet. Da die Zugkraft eines Schlotes mit der Höhe zunimmt, empfiehlt es sich, die Einmündung des Rauchrohres möglichst tief, also in der Höhe des Fußbodens des Lehrzimmers anzubringen. Um beim Anfeuern des Heizofens keine Schwierigkeit zu haben, kann man sich einer Lockfeuerung bedienen.

Um von den äusseren Luftströmungen unabhängig zu sein, empfiehlt es sich, die Abzugschlote der einzelnen Lehrzimmer nicht unmittelbar über das Dach zu führen, sondern dieselben in einem Hauptchlott zu vereinen, der mindestens 4,00^m über die Dachfläche reicht.

Zur Förderung des Zuges wird man in der Mitte dieses Schlotes die Rauchrohre der zunächst liegenden Heizungen durchleiten. Das Sammelrauchrohr muß die Kappe des Schlotes noch um 1,00^m überragen, damit kein Rauch in denselben zurückgeschlagen werde.

Die Ausmaße für die verschiedenen Teile der Lüftungs- und Heizungs- vorrichtungen hängen von der gewählten Bauart ab, können aber im allgemeinen folgendermassen angenommen werden:

		qcm für 1 Schüler.	
Luft- zuleitung.	{	1) Querschnitt der äusseren Frischluftöffnung	35 bis 45
		2) Querschnitt des lotrechten Warmluftkanales und der Einmündungsöffnungen an der Decke	35 „ 45
Luft- abfuhr.	{	3) Querschnitt der Abzugsöffnungen am Fußboden	60 „ 80
		4) Kanalquerschnitt unter dem Fußboden	40 „ 60
		5) Querschnitt des Abzugschlotes	30 „ 40
Heizung.	{	6) Heizfläche für die Lehrzimmer bei der Annahme von 4,00 ^{cbm} für einen Schüler und mit Rücksicht auf den Wärmeverlust durch Wände, Decken und Glasflächen	400 „ 800

Wenn bei den Heizvorrichtungen gerippte Heizflächen verwendet werden, sind nicht die entwickelten Flächen als vollwertige Heizflächen zu rechnen, sondern nur zum Teil in Rechnung zu bringen.

Dieselbe Kommission hat im Jahre 1879 mehrere Schulen mit Ofenheizung untersucht und dabei hauptsächlich drei Übelstände vorgefunden:

Erstens die schwierige und zeitraubende Beschaffung des Heizstoffes in die verschiedenen Stockwerke, zweitens die mangelnde Reinlichkeit durch Verstreuungen von Kohlenstücken auf Stiegen und Gängen und drittens die Unregelmässigkeiten beim Anfeuern und Unterhalten des Feuers so vieler Feuerstellen.

Diese Beobachtungen veranlassten die Kommission, für städtische Volksschulhäuser die Feuerluftheizung als Sammelheizung mit einer oder mehreren Heizstellen im Untergeschoß in Vorschlag zu bringen.

Im nachstehenden soll als Beispiel die Heizung und Lüftung eines Lehrzimmers für 50 Schüler eingehender beschrieben werden ⁴²⁾:

Nimmt man 1,20^{qm} Flächenmaße für einen Schüler an, so ergeben sich 60,00^{qm} für das Lehrzimmer. Die lichte Höhe soll 4,00^m betragen. Zwei Wände sollen als Abkühlungsflächen unmittelbar nach aussen frei liegen, während die beiden anderen Wände Zwischenwände ohne Abkühlung sind. Die gesammte Abkühlungsfläche der Wände ist somit 80,00^{qm} groß, wovon 60,00^{qm} voll und 20,00^{qm} verglast sind. Der Luftraum für ein Kind soll bei ausreichender Lüftung stündlich 15,00^{cbm} betragen; das ergibt für 50 Kinder 750,00^{cbm} oder für eine Sekunde 0,208^{cbm}.

⁴²⁾ Siehe: PLANAT. *Les salles d'afile et les maisons d'école.*

Es soll der allgemeinste und gebräuchlichste Fall, nämlich Ofenheizung angenommen werden und die Ableitung der verdorbenen Zimmerluft in der bereits geschilderten Art durch einen vom Rauchrohr erwärmten Abzugschlöt erfolgen. Die Luftgeschwindigkeit der abziehenden Luft wird nur die Hälfte der theoretisch auf Grund der Schlothöhe bestimmten betragen.

Beträgt die Höhe des Abzugschlötes $10,00\text{ m}$, so ergibt die Rechnung, daß zur Erzielung einer wirklichen Zuggeschwindigkeit von $2,00\text{ m}$ bei einer Außentemperatur von -10 Grad C. eine Erwärmung auf 20 Grad C. und bei einer Außentemperatur von $+5$ Grad C. eine Erwärmung auf 50 Grad C. erfolgen muß.

Die zu erreichende Wärmemenge hängt ab:

1) Vom Wärmeverlust der Wände.

Derselbe beträgt bei einer Außentemperatur von -10 Grad C. und einer zu erhaltenden Innentemperatur von $+15$ Grad C.:

Volle Wände	$60 \times 25 =$	1500 Kalorien
Verglaste Flächen	$20 \times 35 =$	700 „
Decke und Fußboden	$120 \times \frac{25}{2} =$	1500 „

Zusammen: 3700 Kalorien.

Im zweiten Falle bei $+5$ Grad C. Außentemperatur:

Volle Wände	$60 \times 10 =$	600 Kalorien
Verglaste Flächen	$20 \times 15 =$	300 „
Decke und Fußboden	$120 \times \frac{10}{2} =$	600 „

Zusammen: 1500 Kalorien.

2) Von der Luftwärme der in das Zimmer einzuführenden Luft. Das Gesamtvolumen beträgt stündlich $750,00\text{ cbm}$, bei einer Erwärmung auf 25 Grad C. und Annahme von $0,312$ Kalorien für $1,00\text{ cbm}$ ergeben sich:

$750 \times 0,312 \times 25 = 5850$ Kalorien für den ersten Fall der Außentemperatur von -10 Grad C. und

$750 \times 0,312 \times 10 = 2340$ Kalorien für den zweiten Fall der Außentemperatur von $+5$ Grad C.

3) Von der Erwärmung der abziehenden Luft. Dieselbe soll mindestens 23 Grad C. betragen.

Die Differenz ist in ersterem Fall $23 - 15 = 8$ Grad C., die entsprechende Wärmemenge somit:

$750 \times 0,312 \times 8 = 1870$ Kalorien. Im zweiten Falle bei der Differenz $50 - 15 = 35$ Grad C. ergeben sich $750 \times 0,312 \times 35 = 8190$ Wärmeeinheiten.

Die Gesamtmenge der erforderlichen Wärme beträgt somit:

a) Außentemperatur -10 Grad C.

Wärmeverlust durch Wände	3700 Kalorien
Erwärmung der eingeleiteten Luft	5850 „
„ „ abziehenden „	1870 „

Total: 11 420 Kalorien;

b) Außentemperatur $+5$ Grad C.

Wärmeverlust durch Wände	1500 Kalorien
Erwärmung der eingeleiteten Luft	2340 „
„ „ abziehenden „	8190 „

Total: 12 030 Kalorien.

Man sieht daraus, daß in beiden Fällen ein ähnliches Maß von ungefähr 12000 Wärmeeinheiten erforderlich wird, da bei größerer Kälte die einzuleitende, bei geringerer Kälte die abziehende Luft mehr zu erwärmen ist. In ersterem Falle hat der Ofen 9550 und der Rauch 1870, im zweiten Falle der Ofen 3840 und der Rauch 8190 Kalorien zu liefern. Der Ofen müßte somit eine den jeweiligen Verhältnissen anzupassende Heizfläche besitzen.

Nachdem diese Konstruktionen selten vorkommen werden, wird man sich damit begnügen, bei geringer Kälte den Ofen weniger stark zu heizen und den Abzugschlöt für die verdorbene Luft durch ein besonderes Lockfeuer zu bedienen.

4) Von der Größe der Heizfläche. Die Heizfläche wird unter Zugrundelegung des ersten Falles einer Außentemperatur von -10 Grad C. und bei der Annahme, daß 3000 Wärmeeinheiten 1 qm Heizfläche entsprechen, betragen:

$$\frac{9550}{3000} = 3.18 \text{ qm, d. i. für einen Schüler } \frac{3.18}{50} = 636 \text{ qcm. Dieses Maß stimmt mit der Forderung}$$

überein, welche von der Kommission mit 400 bis 800 qcm für einen Schüler angegeben wurde.

5) Von der Höhe des Schlotcs. Die Höhe des Abzugschlotes soll wenigstens $10,00 \text{ m}$ betragen, um ohne Schwierigkeit eine Geschwindigkeit der abziehenden Luft von $2,00 \text{ m}$ zu erhalten.

6) Von dem Eindringen der Außenluft durch Undichtheiten der Fenster und Türen. Diefem Einflusse wird man am sichersten durch ausreichende Bemessung und richtige Anordnung der Luftzuleitungsöffnungen begegnen.

In Fig. 104 u. 105 ist ein eiserner Ofen mit einfachem Mantel und in Fig. 106 u. 107 ein solcher mit doppeltem Mantel dargestellt⁴³⁾.

In beiden Fällen wird die Frischluft durch einen Zuleitungskanal am unteren Teile des Sockels zugeführt und erwärmt sich im Zwischenraum zwischen Ofen und Mantel, um am oberen Ende erwärmt in das Zimmer auszufrömen. Bei dem Ofen mit Doppelmantel wird die verdorbene Zimmerluft in dem Zwischenraum des äußeren und inneren Mantels abgefaugt und in das Abzugsrohr geführt, in welches das Rauchrohr mündet. Bei beiden Öfen sind am oberen Teile Wasserverdunstungsgefäße angebracht.

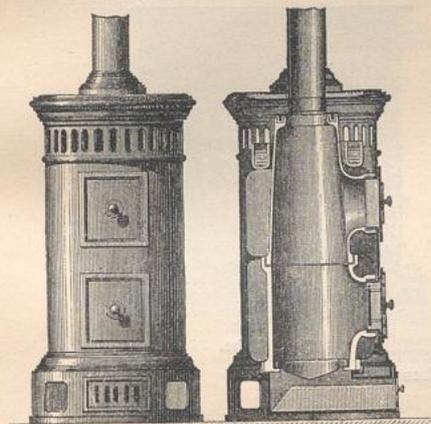
Beim Anheizen vor Schulbeginn wird die Zuleitung der Außenluft gedrosselt und die Zimmerluft zur Feuerung benützt, d. h. mit Umlauf geheizt, während beim Eintreffen der Schüler stets nur mit Lüftung, d. h. mit Zufuhr frischer Außenluft geheizt wird. Der Durchmesser dieser Öfen beträgt $0,40$ bis $0,60 \text{ m}$, die Höhe ist $0,95$ bis $1,30 \text{ m}$; der Preis eines solchen Ofens wechselt zwischen 110 bis 225 Franken.

Fig. 108 u. 109 stellen einen tönernen Lüftungsofen mit Kachelverkleidung dar. Die Heizgase werden durch eine Reihe von wagrechten und lotrechten Zügen

geleitet, woselbst sie ihre Wärme abgeben, um dann in einem Sammelrohr abzuziehen. Die von außen zugeführte Frischluft erwärmt sich an den Zügen

Fig. 104.

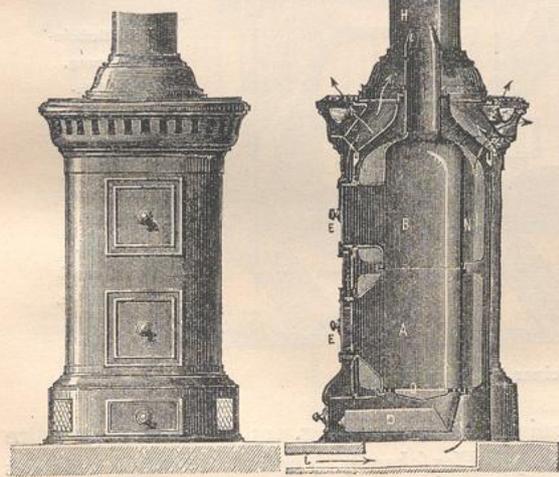
Fig. 105.



Anficht. Querschnitt.
Eiserner Ofen mit einfachem Mantel.
 $\frac{1}{25}$ w. Gr.

Fig. 106.

Fig. 107.



Anficht. Querschnitt.
Eiserner Ofen mit doppeltem Mantel.
 $\frac{1}{25}$ w. Gr.

18r.
Beispiele
von Öfen.

⁴³⁾ Nach: GAILLARD-HAILLOT.

der Feuergase und strömt an der Oberfläche des Ofens durch ein Gitter aus⁴⁴⁾.

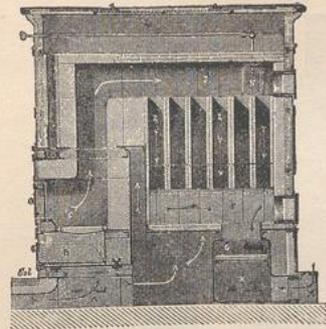
Es werden vierlei Größennummern dieses Ofens hergestellt, die eine Fläche von $1,10 \times 0,94$ bis $1,32 \times 0,68$ m bedecken und eine Höhe von 1,40 bis 1,70 m haben. Die Kosten wechseln zwischen 400 bis 700 Franken.

Fig. 108.



Anficht.

Fig. 109.



Querfchnitt.

 $\frac{1}{25}$ w. Gr.

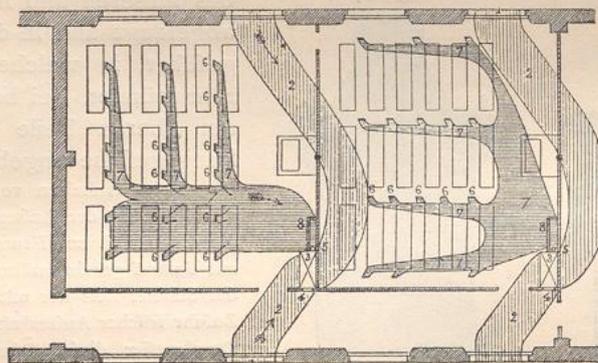
Tönerner verkachelter Lüftungsofen.

Fig. 110 gibt das Beispiel einer Lüftungsanlage in Verbindung mit einem Lüftungsofen⁴⁵⁾. Für je 4 Schüler ist eine Öffnung zum Abzuge der verdorbenen Zimmerluft angenommen. Die beiden Klaffenräume des Grundrisses in Fig. 110 zeigen eine verschiedene Anordnung des Sammelkanales für die verdorbene abziehende Luft.

Die Frischluft wird von zwei entgegengesetzten Seiten des Gebäudes entnommen.

Die Anordnung der Öffnungen in den Fensterbrüstungen gibt das Beispiel in Fig. 111 u. 112.

Fig. 110.

 $\frac{1}{250}$ w. Gr.

1. Frischluft-
eintrömung.
2. Frischluft-
kanal.
3. Ofen.
4. Heiztüre.
5. Rauchrohr.
6. Abluftöff-
nungen.
7. Abluftkanal.
8. Abluftschlot.

Beispiel einer Lüftungsanlage.

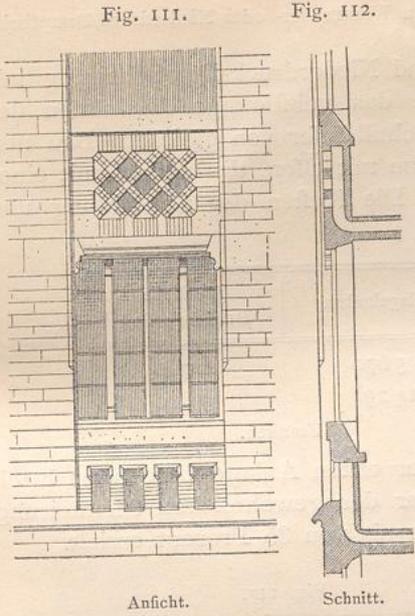
182.
System
Geneße-
Herfcher.

Eine eigenartige Anordnung zeigt die in den Fig. 113 bis 116 dargestellte Heizungsanlage nach dem System *Geneße-Herfcher*⁴⁵⁾. Diese Anordnung gründet sich auf die Annahme, daß es zweckmäßig erscheint, an der Stelle der größten Abkühlung, das ist an der Fensterwand, den Wärmeverlust durch eine unterhalb der Fenster angebrachte kanalartige Heizung zu ersetzen.

Der Ofen steht in einer Ecke des Schulzimmers in der Nähe des Lehrerplatzes und dient vermöge feiner Bauart nicht zur unmittelbaren Heizung, sondern zur Erwärmung der Heizröhren von elliptischer

⁴⁴⁾ Nach: PLANAT. *Les salles d'asile et les maisons d'école.*

⁴⁵⁾ Nach: NARJOUX. *Les écoles publiques en France et en Angleterre.*



Anordnung der Frischluftöffnungen
in den Fensterbrüstungen.
1/100 w. Gr.

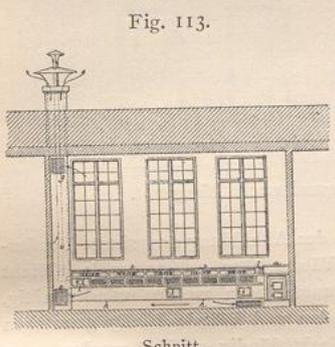


Fig. 113.

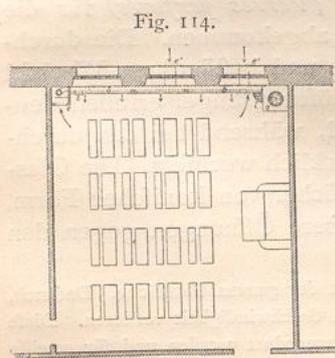


Fig. 114.

Kanalheizanlage nach *Geneste-Herscher*.
1/100 w. Gr.

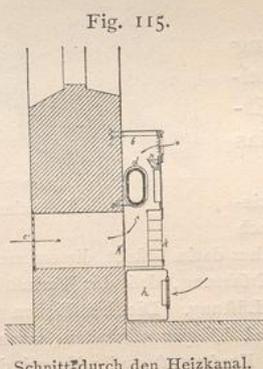


Fig. 115.

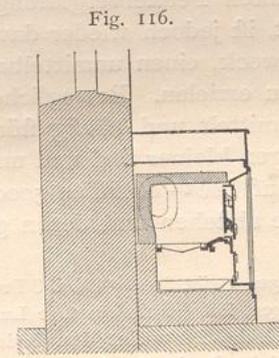


Fig. 116.

Schnitt durch den Ofen.
1/10 w. Gr.

C. Hinträger. Volksschulhäuser. III.

Querschnittsform, welche längs der Fenstermauer in einem Verkleidungssockel hingeleitet werden. Dieser kastenartige Wandsockel ist oben mit einem Holzverschluss abgedeckt, der gegen zu starke Erwärmung durch eine Sandlage geschützt ist. Die gegen das Zimmer gekehrte Seitenwand ist oben ihrer ganzen Länge nach mit vergitterten Öffnungen versehen, unten mit Ziegeln verkleidet und enthält eine Wafferrinne.

Die Frischluftzufuhr erfolgt unmittelbar von aussen durch Kanäle, die durch besondere Jalousien regelbar sind. Der Anfang des Heiz- und Rauchrohres am Ofen ist mit einer Isolierschicht umgeben, damit dort die Luft nicht zu stark erwärmt wird. Gegen das Ende des Kanales ist keine Frischluftzufuhr angebracht, um die Luft nicht zu kühl in das Zimmer zu bringen.

Am Ende des Zimmers biegt das Rohr nach oben und geht in einem Lüftungschlot über Dach. Unter dem Heizrohr liegt der Kanal für Abluft, der in den Lüftungschlot mündet; der letztere hat auch eine obere Abluftöffnung für die Sommerlüftung und kann für dieselbe unten mit einem Gasbrenner geheizt werden. Die jährlichen Betriebskosten betragen bei dieser Anlage 15 Franken für einen Schüler.

Gelegentlich einiger von dem Pariser Schularzt Dr. *Mangenot* erstatteten Vorschläge für die Bauausführung von städtischen Schulbauten wurde in der *Société de médecine publique et d'hygiène professionnelle* eine Befprechung über die zweckmässigste Art der Heizung und Lüftung eingeleitet, bei der sich bewährte Fachleute beteiligten⁴⁰⁾. *Trélat* fordert einen steten Luftwechsel während der Unterrichtszeit und die Entnahme der Frischluft von den gefündesten Orten der Umgebung.

Die Heizung sollte auf zweierlei Art erfolgen: durch leitende Wärme in Form einer Luftheizung mit sehr heißer Luft während der

⁴⁰⁾ Siehe: Dr. MANGENOT. *Essai d'hygiène des constructions scolaires. Discussion.* (Abgedruckt in der *Revue d'hygiène*. 1895.)

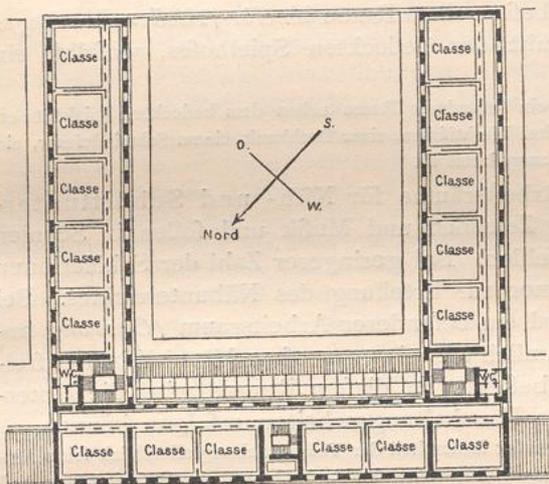
183.
Vorschläge
von *Trélat*
und *Herscher*.

fächlich auf die Bauart der an der Gangseite liegenden Lehrzimmerwand beziehen⁴⁷⁾.

Wie Fig. 117 darstellt, ist diese Wandfläche nur in ihrem mittleren Teile voll belassen, während der obere 1,00 m hohe Streifen mit verglasten Lüftungsfügeln, der untere 2,00 m hohe Teil mit 4 Türen versehen ist.

Nach jeder Unterrichtsstunde sollen die Kinder die Klassenräume verlassen und sich auf die bedeckten oder bei günstigem Wetter auf die offenen Erholungsplätze begeben. Während dieser Zeit erfolgt eine rasche und gründliche Durchlüftung der Lehrzimmer und der angrenzenden Gänge durch Öffnen der Fenster in den Lehrzimmern und auf den Gängen, sowie der 4 Türen jedes Zimmers, welche letztere sich beim Öffnen ganz an die Korridorwand anlegen und selbsttätig festhalten. Da diese Durchlüftung nur kurze Zeit währt, kühlen sich die Wände nicht zu stark ab und kann der Wärmeverlust durch eine zweckmäßige Sammelheizung, für die Dr. *Mangenot* Niederdruck-Dampfheizung empfiehlt, bald ersetzt sein.

Fig. 118.

Grundrissstyp für Stadtschulen nach *Mangenot*. $\frac{1}{1000}$ w. Gr.

Bei der Annahme einer Schülerzahl von 50 Schülern soll für einen Schüler 1,00 qm, bzw. 4,00 cbm gerechnet werden, wobei als Länge 8,00 m, als Tiefe 6,30 m und als Höhe 4,00 m erforderlich sind. Die Türen haben eine Breite von 1,00 m und eine Höhe von 2,00 m. Die Fläche dieser 4 Türen samt der Fläche der oberhalb befindlichen Lüftungsfügel beträgt 16,00 qm.

Bezüglich der Beleuchtung ist die zweifseitige ungleiche Beleuchtungsart gewählt, wobei die Stellung der Fensterseite gegen Nord, Nordost oder Nordwest angenommen erscheint, so dass während des Unterrichtes keine unmittelbare Sonnenbeleuchtung stattfindet, und sowohl die Anbringung von Schutzvorrichtungen gegen Sonnenlicht überflüssig wird, als auch eine grössere Hitze während

der Sommermonate ausgeflohen ist. Dieses ruhige Licht wird verstärkt durch das Licht, welches von der Gangseite durch die oberen Flügel der oben erwähnten Wand von der rechten Seite einfällt. Dieses letztere Licht wird nur zerstreut zugeführt und verbessert die Lichtverhältnisse durch Verminderung dunkler Ecken.

Die drei Fenster an der linken Seite haben je $2,00 \times 2,50$ m und geben zusammen 15,00 qm Lichtfläche. Das hohe Seitenlicht auf der rechten Seite fällt durch eine Fläche von $1,00 \times 8,00 = 8,00$ qm; da dasselbe als zerstreutes Licht einfällt, wird es nur halb gerechnet, das ergibt 4,00 qm. Die gesamte Lichtfläche ist somit $15 + 4 = 19,00$ qm oder mehr als ein Drittel der Fußbodenfläche.

Dr. *Mangenot* empfiehlt für Stadtschulen die in Fig. 118 dargestellte U-förmige Grundrissanlage, wobei die Stellung der Lehrzimmerfronten gegen Nordosten und Nordwesten erfolgt.

⁴⁷⁾ Siehe: Dr. MANGENOT. *Essai d'hygiène des constructions scolaires*. Abgedruckt aus der *Revue d'hygiène*. 1895.

Unterrichtspaufen und durch strahlende Wärme in Form von Warmwasser- oder Niederdruck-Dampfheizkörpern während des Unterrichtes.

Herscher empfiehlt die Warmwasser- und Niederdruck-Dampfheizung mit beständigem ununterbrochenem Betrieb, um das vollständige Auskühlen der Mauern zu verhindern. *Herscher* hat zwei Schulhäuser von gleichem Bau und Mafs in Vergleich gezogen, von denen das eine mit Öfen, das andere mit einer Niederdruck-Dampfheizanlage geheizt wird. Die Kosten der Einrichtung und des jährlichen Betriebes sind folgende:

	Anlagekosten	Jährliche Betriebskosten
I. Ofenheizung	5 670	2 700
II. Niederdruck-Dampfheizung.	14 292	1 800

Franken.

Es hatten sich daher die Mehrkosten der ersten Anlage bereits nach elf Jahren ausgeglichen und jetzt wird gegenüber der gewöhnlichen Ofenheizung bei der Sammelheizanlage ein jährliches Ersparnis von 35 Prozent erzielt.

Dabei ergibt sich bei letzterer Anlage noch der Vorteil, daß auch die Gänge und Treppenhäuser erwärmt werden, daß die Verteilung der Wärme in allen Räumen eine gleichmäßige ist, daß die Feuergefahr vermindert und eine Verunreinigung der Gänge und Treppen durch den Kohlentransport vermieden wird.

In der Frage der Heizung und Lüftung hat man trotz vielfacher Verbesserungen und Erfahrungen noch lange nicht das erwünschte Ziel erreicht.

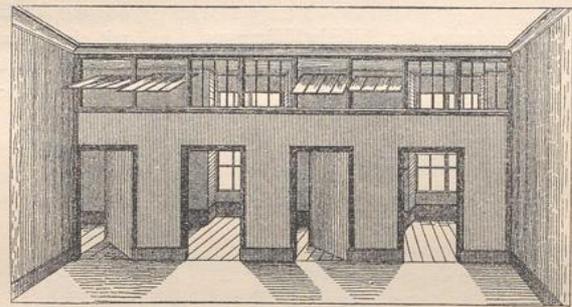
Eines der meist gerühmten Heizsysteme ist das früher beschriebene, nach *Geneste-Herscher* benannte System, welches darin besteht, die am meisten der Abkühlung ausgesetzte Fensterwand zu erwärmen; doch zeigte die Erfahrung, daß der Verlust an Wärme eher größer wurde. Nicht besser sind die Erfahrungen mit der Lüftung. Die künstlichen Lüftungsanlagen werden minder nötig, wenn Lehrer und Schüler Kleider und Körper reinhalten, wenn Boden und Wände häufig gewaschen werden, wenn während des Tages die Fenster oft und während der Nacht ständig geöffnet werden.

Man hat die durchlochten Fensterverglasungen (*Verres perforés*) für die Lüftung vielseitig verwendet, ist jedoch wieder davon abgekommen. Die durchlochten Gläser haben den Zweck, einen unmittelbaren und beständigen Wechsel der Innen- und Außenluft zu erzielen. Bewegliche Lüftungsflügel erfüllen denselben Zweck, jedoch unvermittelt und häufig störend, während bei den durchlochten Gläsern die Luftmengen kleiner sind und unmerklich wechseln. Die Glasstärke beträgt 2 bis 3 mm. Auf 1,00 qm entfallen 5000 Löcher von konischer Form, die 15 mm von Mitte zu Mitte abstehen und deren größere Öffnungen gegen den Raum gerichtet sind.

Die Gesamtfläche dieser Öffnungen ergibt 3,50 qdm, d. i. 3 Prozent der ganzen Glasfläche. Dadurch, daß die kleinen Öffnungen außen liegen, soll die einströmende Luft an Geschwindigkeit verlieren. Diese Gläser sollen an den oberen Fensterflügeln, 2,50 m über dem Boden angeordnet werden und für gewisse Fälle, wie zu große Kälte, Lärm auf der Straße etc., sollen volle Gläser zum Verschluss vorhanden sein.

Für die Beleuchtung und Lüftung von Lehrzimmern in städtischen Schulgebäuden hat Dr. *Mangenot* besondere Vorschläge erfindet, welche sich haupt-

Fig. 117.

Lehrzimmerwand nach *Mangenot*.

184.
Perforierte
Gläser.

185.
Vorschläge von
Dr. *Mangenot*.