









# Die Hygiene des Schulgebäudes

VON

Dr. MAXIMILIAN MUNK,

k. und k. Regimentsarzt, Chefarzt und Lehrer an der  
.. k. und k. Infanterie-Kadettenschule in Königsfeld. ..



Mit 16 Illustrationen.



Alle Rechte vorbehalten.

BRÜNN 1905.

Verlag von Karafiat & Sohn. — Druck von Georg Karafiat.

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299279

# Die Hygiene des Schulgebäudes

von

Dr. Maximilian Munk

k. u. k. Regimentsarzt

Chefarzt und Lehrer an der k. u. k. Infanterie-Kadettenschule  
in Königsfeld.



A/514

Brünn 1905.

Verlag von Karafiat & Sohn.

Druck von Georg Karafiat.





II 6368

Alle Rechte vorbehalten.

## Einleitung.

Die Zukunft der Medizin liegt in der Hygiene; wir Ärzte müssen uns bemühen, uns entbehrlich zu machen.

*Nothnagel.*

Die große Bedeutung der Hygiene für die Förderung und Erhaltung der Gesundheit, der Einfluß einer hygienischen Lebensweise auf die Lebensdauer der Menschen ist derzeit wohl so unbestritten anerkannt, daß es überflüssig erscheint, die Notwendigkeit der Kenntnisse dieser Disziplin nicht allein für Fachmänner, sondern auch für weitere Kreise erst erweisen zu müssen.

Denn erst dann werden die Lehren dieser so überaus segensreichen Wissenschaft ihre Früchte ganz zeitigen, bis es gelungen sein wird, sie zum Gemeingute des Volkes gemacht zu haben; wenigstens insoweit, daß den hygienischen Anordnungen der berufenen Organe das richtige Verständnis und Vertrauen entgegengebracht werden wird.

Das Heilen der Krankheiten kann immer nur die Aufgabe des wissenschaftlich geschulten Arztes sein. Das Verhüten der schädlichen Einflüsse der Umgebung auf unseren Organismus muß eine auf richtiger Erkenntnis derselben beruhende Tätigkeit jedes Einzelindividuums werden.

Insolange wir uns jedoch nicht verhehlen dürfen, von der Erfüllung dieser idealen Forderung noch weit entfernt zu sein, ist es zunächst unser Streben, darauf

hinzuwirken, daß wenigstens allen Personen, denen die Verantwortlichkeit für die physische Integrität anderer obliegt oder dem Wesen nach mit anvertraut ist, die Möglichkeit geboten wird, hygienische Kenntnisse zu erlangen.

Der Lehrer, der Offizier, der mit der Aufsicht über ein Gewerbe betraute Beamte müssen allgemeine und die für ihren speziellen Beruf notwendigen hygienischen Kenntnisse besitzen.

Sie werden dadurch befähigt, von dem ihnen anvertrauten kostbaren Menschenmaterial viel Unheil abzuwenden. Die bei den ihnen unterstellten Personen zur Verhütung von Erkrankungen vorzunehmenden Untersuchungen bleiben selbstverständlich Sache des den Sanitätsdienst versehenden Arztes, sowie die Kontrolle des Betriebes in sanitärer Richtung natürlich nur einem Arzte überlassen werden kann.

Fortschritt und Weiterentwicklung der Kultur basieren auf Arbeitsteilung und auf gegenseitiger Vermittlung, respektive Verbindung der durch höchste Anspannung der individuellen Fähigkeiten gewonnenen Einzelresultate.

In jeder hochentwickelten Wissenschaft und Technik können wir diesen Werdegang beobachten, nicht zumindest auf dem Gebiete der Medizin. Die jüngste Tochter derselben, die Hygiene, hat aber selbst bereits einen so großen, ihrer hohen Bedeutung entsprechenden Umfang erreicht, daß von der breiten Basis ihrer allgemeinen Lehren ausgehend abermals eine Spezialisierung sich von selbst ergibt.

Die Gewerbe-, die Schulhygiene sowie die Militärhygiene können mit vollem Rechte sowohl ihrer volkswirtschaftlichen Wichtigkeit als auch zum Teile wenigstens ihres Umfanges wegen als hygienische Spezialgebiete behandelt werden.

Sie lehren uns, wie wir die Menschen, die wegen ihres Berufes und ihrer Beschäftigung besonderen Lebensbedingungen unterworfen sind, von den mit den steigenden Anforderungen des Unterrichtes, der Industrie und des Militärdienstes einhergehenden Gesundheits-schädigungen wirksam schützen können.

Leider können wir jedoch auch hier, wie auf so vielen anderen Gebieten geistigen Fortschrittes beobachten, wie lange Zeit es braucht, um durch Erfahrung und Forschung gewonnene Resultate für das allgemeine Wohl zugänglich zu machen.

Unser hochentwickeltes Schulwesen hat sich bisher nur in wenigen Ländern die „Schulhygiene“ zu eigen gemacht. Was wir speziell in unseren österreichischen Schulen nach dieser Richtung hin vorfinden, sind mehr oder weniger schüchterne Anfänge zu einer solchen. An gutem Willen mag es ja nicht fehlen, aber sowohl der Staat als die Kommunen finden noch immer andere Schulauslagen wichtiger und dringender, als die für eine reelle, unter Leitung eigener Schulärzte durchzuführende Gesundheitspflege in der Schule. Wenn z. B. beamteten Ärzten zu ihren sonstigen Funktionen noch die sanitäre Beaufsichtigung der Schulen übertragen wird, dann mag ja immerhin mit einem solchen billigen Auskunftsmittel begonnen werden, der wirkliche Nutzen desselben ist jedoch immer nur sehr gering.

Vom Schularzte fordern wir, daß er nicht nur ein tüchtiger Hygieniker, sondern auch ein in gewissen Untersuchungsmethoden, so namentlich in Augenuntersuchungen, sehr versierter Arzt sei. Ihm obliegt die Mitwirkung beim Neubau von Schulen in hygienischer Beziehung und die sanitäre Kontrolle im Schulgebäude, so namentlich bezüglich der Beleuchtung, Beheizung und Ventilation. Er hat ferner nicht nur die neueintretenden

Schüler zu untersuchen, sondern regelmäßige Untersuchungen sämtlicher Schüler auf ihren Allgemeinzustand vorzunehmen und überdies von Zeit zu Zeit Revisionen wegen Kurzsichtigkeit und Beschaffenheit der Zähne durchzuführen.

Der Schularzt ist weiters der berufenste Lehrer für den dem Verständnisse der Schüler anzupassenden Unterricht in der Gesundheitspflege; er hat bei der Verfassung des Stundenplanes mitzuwirken und noch viele andere Agenden zu erledigen, wozu nicht allein Kenntnisse allgemein ärztlicher Art genügen, sondern innige Vertrautheit mit den Verhältnissen der Schule notwendig ist.

Diese Tätigkeiten beanspruchen aber vor allem sehr viel Zeit, die dem praktizierenden Arzte oder dem mit vielen anderen wichtigen Agenden betrauten Amtsarzte fehlt.

Selbst Lehrer zu sein ist für den Schularzt ein unermeßliches Hilfsmittel für die gründliche Ausübung seines Berufes.

Seit einer Reihe von Jahren als Arzt und Lehrer in einer Militärerziehungs- und Bildungsanstalt tätig, wurde der Verfasser nicht nur zum intensiven Studium der schulhygienischen Literatur angeregt, sondern konnte auch eine Summe praktischer Erfahrungen auf diesem Gebiete sammeln. Gewiß liegen in einem Schulinternate und speziell in einer militärischen Anstalt andere Verhältnisse vor als in den öffentlichen, von Externisten besuchten Schulen. — Allein die Grundzüge für eine reelle Schulhygiene sind hier wie dort die gleichen. Mögen daher die folgenden Abhandlungen von Ärzten, Schulmännern und Baumeistern, für die sie in erster Linie bestimmt sind, in wohlwollender Beurteilung als ein gutgemeinter Versuch hingenommen werden, in bündiger Form die wichtigsten Momente der Schulhygiene besprochen zu haben.

# Das Schulgebäude.

Beim Neubau einer Schule sind in Betracht zu ziehen:

1. Die Beschaffenheit des Baugrundes.
2. Die Lage und Größe des Bauplatzes.
3. Der Bauplan und die Bauausführung.

## Beschaffenheit des Baugrundes.

Der Baugrund soll fest, porös, luft- und wasserdurchgängig, trocken und rein sein.

Die Festigkeit oder Tragfähigkeit eines Bodens unterliegt wohl keiner hygienischen, sondern einer technischen Untersuchung und kann auch auf künstliche Weise vergrößert werden.

In der Regel sind jedoch nicht feste Bodenarten auch hygienisch minderwertig, wie z. B. Lehm- und Humusboden, besonders bei starker Durchfeuchtung.

Die Porosität des Bodens ist von der Struktur desselben abhängig. Diese bedingt die in hygienischer Beziehung wichtige Porengröße und das Porenvolumen.

Die beiden letztgenannten Faktoren bestimmen in einer aus der nachfolgenden Besprechung ersichtlichen Weise die Wasserkapazität sowie den Luftgehalt und den Luftwechsel des Bodens, die ihrerseits wiederum

für den Feuchtigkeitsgrad, insbesondere aber für die Reinheit des Bodens von maßgebender Bedeutung sind.

Die oberflächlichen Erdschichten bestehen entweder aus Alluvium oder Diluvium, mithin vornehmlich aus Kies, Sand, Lehm, Ton und Humus. In Städten ist auf dem natürlich gewachsenen Boden eine mehr oder minder hohe Schichte von sogenanntem „Aufschuttboden“ vorhanden, der aus Kehricht, Bauschutt und Straßenschmutz entstanden ist. Dieser Aufschuttboden ist namentlich in seinen oberen Schichten voll organischer, in Zersetzung begriffener Stoffe und daher wie der ihm ähnliche Humusboden als Baugrund nicht geeignet. Man muß, um den Platz für diesen Zweck benützlich zu machen, den Aufschuttboden entweder ganz oder mindestens bis zu jener Tiefe abführen, in welcher durch die Selbstreinigung des Bodens die organischen Stoffe mineralisiert sind.

Kies, Sand, Ton, Lehm haben Körner verschiedener Größe, und zwar betragen nach Prausnitz die Durchmesser derselben bei:

Grobkies . . .	über	7 mm
Mittelkies . . .	„	4—7 mm
Feinkies . . .	„	2—4 mm
Grobsand . . .	„	1—2 mm
Mittelsand . . .	„	0·3—1 mm
Feinsand . . .	unter	0·3 mm

Ton, Lehm und Humus sind Feinsandarten mit verschiedenen Beimengungen, und zwar ist der Ton mit Partikelchen von kieselsaurer Tonerde, der Lehm mit solchen von eisenhaltigem Ton, Quarz, Kalk und Glimmer, der Humus von Pflanzen und Tierresten durchsetzt.

Die Porengröße eines Bodens steht nun im geraden Verhältnisse zur Körnergröße. Das gesamte Porenvolumen aber hängt nicht so sehr von der Größe der einzelnen

Poren als vielmehr davon ab, ob der Boden gleichmäßig gekörnt ist und beträgt bei den verschiedenen aus gleichartigen Körnern zusammengesetzten Bodenarten zirka 38 0/0 des Gesamtvolumens. Sind die den Boden zusammensetzenden Partikel verschieden groß, dann lagern sich die kleineren Körner in die zwischen den größeren gelegenen Poren ein und es nimmt dementsprechend das Porenvolumen ab.

Bestimmen läßt sich das Porenvolumen, indem man in einem Meßzylinder zuerst eine bestimmte Menge Wasser und in dieses ein genau abgemessenes Volumen der Erde gibt. Verdrängen z. B. 1000  $cm^3$  Erde nur 800  $cm^3$  Wasser, so beträgt das Porenvolumen 200  $cm^3$  = 20 0/0.

Wie verhalten sich nun Wasser- und Luftkapazität, Wasser- und Luftdurchgängigkeit zum Porenvolum und Porengröße?

Das Wasser dringt in den Boden entweder von oben ein, z. B. bei Niederschlägen oder wird in die dem Grundwasser zugewendete Schichte durch Kapillarelevation aufgesogen.

Die Fähigkeit des Bodens, Wasser an den Wänden seiner Poren zurückzuhalten, beruht auf der Adhäsion und diese hängt von der Gesamtoberfläche der Poren und der mineralogischen Beschaffenheit der Bodensubstanz ab. Ein großporiger Boden hat aus diesem Grunde eine geringere Wasserkapazität als ein kleinporiger von demselben Porenvolumen. Denn die Oberfläche einer großen Kugel von demselben Inhalte wie mehrere kleinere zusammengenommen, ist geringer als die Summe der Oberflächen letzterer. Es steht daher die Wasserdurchlässigkeit im geraden Verhältnisse zur Porengröße.

Wichtig ist nun diese Wasserdurchlässigkeit deshalb, weil von derselben die Fähigkeit des Bodens abhängt, das Meteorwasser mehr oder minder rasch aufzusaugen und zum Grundwasser abzuleiten. Ein gewisser Feuchtigkeitsgrad wieder befördert das Wuchern derjenigen Pilze, die durch ihre Lebenstätigkeit an der Mineralisierung der in den Boden gelangten organischen Substanzen, mithin an jenem Vorgange mitbeteiligt sind, den wir als die „Selbstreinigung“ des Bodens bezeichnen und der für die wichtigste Eigenschaft eines Baugrundes, nämlich für die Reinheit, ausschlaggebend ist.

Je mehr Wasser die Poren verstopft, desto weniger Raum bleibt für Luft übrig. Der Boden soll aber auch für Luft durchlässig sein, um einen Austausch der Bodengase zu ermöglichen, und weil die Luft für das Gedeihen der die Mineralisierung organischer Stoffe unterstützenden Pilze unerlässlich ist.

Mithin ergibt sich, daß für die Wasser- und Luftverhältnisse am günstigsten ein Boden mit großem Porenvolum, jedoch mit nicht allzu kleinen Poren ist.

Die Trockenheit eines porösen Baugrundes ist stets nur eine relative. Wir unterscheiden in dem über dem Grundwasser gelegenen Boden drei Schichten oder Zonen, u. zw.:

1. Die Verdunstungszone, in welcher durch den Austausch der Bodenluft mit der atmosphärischen Luft eine Austrocknung bis unter die Wasserkapazität eintreten kann. In dieser Zone wird je nach dem Grade des jeweiligen Wassergehaltes der Regen aufgesaugt und wandert von hier in die Tiefe mit einer von der Porengröße abhängigen Geschwindigkeit.

2. Die Durchgangszone. Dieselbe enthält eine der absoluten Wasserkapazität entsprechende Wassermenge.

3. Die Zone des kapillaren Grundwasserstandes. Dieselbe reicht vom Grundwasser aus so hoch, als die Kapillarwirkung des Bodens es ermöglicht, mithin in feinporiger Erde höher als in grobporiger.

Das einzige Mittel, um über die Bodenfeuchtigkeit einen zwar nicht absoluten, jedoch immerhin genügenden Aufschluß zu erlangen, geben uns längere Zeit an dem Orte vorgenommene Messungen des Grundwasserstandes und die dabei beobachteten Schwankungen desselben. Die Perioden tiefen Grundwasserstandes entsprechen jenen Zeitpunkten, in denen die oberen Bodenschichten trockener sind und umgekehrt.

Die Forderung, daß das Gebäudefundament 0·3 bis 0·5 *m* über dem höchsten bekannten Grundwasserstande stehen soll, darf nur so aufgefaßt werden, daß dieser Abstand als ein Minimum betrachtet werde, umsomehr, als man nie mit Sicherheit behaupten kann, daß das an einem Orte im Verlaufe einer Zeit gefundene Maximum des Grundwasserstandes auch tatsächlich der höchste mögliche Grundwasserstand dieses Ortes ist.

### Die Reinheit des Bodens.

Wenn wir heute an die Zulässigkeit eines Bodens als Baugrund die Bedingung knüpfen, daß derselbe nicht mit in Zersetzung befindlichen organischen Substanzen überladen sei, so geschieht dies nicht auf Grund der früher bestandenen Anschauung, daß die Entstehung und Verbreitung gewisser Infektionskrankheiten, namentlich des Typhus und der Cholera, direkt vom Boden aus unter gewissen Bedingungen erfolgt.

Bekanntlich war es Pettenkofer, der auf Grund seiner ausgebreiteten epidemiologischen Beobachtungen die Theorie aufstellte, daß zum Entstehen einer

Epidemie eine örtliche und zeitliche Disposition am betreffenden Orte notwendig sei.

Die örtliche Disposition sei in einem porösen, für Luft und Wasser durchgängigen Boden gegeben, der zugleich mit organischen Substanzen durchtränkt ist. In diesem könnten sich die Infektionserreger des Typhus und der Cholera entwickeln.

Die zeitliche Disposition beruhe auf Schwankungen des Grundwasserstandes. Ein Sinken des Grundwassers begünstige die Ausbreitung der Erkrankung, indem aus den oberen, nun trockenen Erdschichten die Infektionserreger mit der Bodenluft in die Atmosphäre gelangen.

Es ist zweifellos, daß die Beobachtungen Pettenkofers bezüglich des Zusammenfallens der Ausbreitung und Abnahme von Cholera- und Typhusepidemien mit dem Sinken und Steigen des Grundwassers richtig sind. Aber ebenso zweifellos ist es, daß die dafür gegebene Erklärung Pettenkofers nicht richtig sein kann.

Weder Luft noch Wasser enthalten zwar so viel Mikroorganismen als der Boden in seinen oberflächlichen Schichten, doch handelt es sich in den wenigsten Fällen um pathogene, sondern fast ausschließlich um saprophytische Arten, vorzugsweise Bakterien, schon seltener Mikrokokken.

Mit Sicherheit sind an der Erdoberfläche der Tetanusbazillus, der Bazillus des malignen Ödems sowie resistente Dauersporen nachgewiesen. Der Typhusbazillus könnte nur ganz ausnahmsweise im Boden gefunden werden, der unmittelbar vorher mit Typhusdejekten verunreinigt wurde. Choleravibrionen wurden im Boden überhaupt noch nicht gefunden.

Mithin fehlt für die Pettenkofersche Theorie schon die Richtigkeit der einen Voraussetzung, daß die

Typhus- und Choleraerreger im Boden tatsächlich vorkommen.

Die Mikroorganismen gelangen wohl mit Dejekten und Abfällen auf die Bodenoberfläche oder auch von undichten Senkgruben oder Kanälen in die tieferen Schichten. Durch das Filtrationsvermögen des Bodens können sie nicht tief eindringen. C. Fraenkel fand, daß in einer Tiefe von 3—4 m der Boden fast steril ist. Pathogene Bakterien würden ferner nur in den obersten Bodenschichten noch die für ihre Entwicklung günstigen Bedingungen, wie z. B. die nötige Temperatur, vorfinden. Durch das Überwuchern der Saprophyten wird ihnen jedoch in diesen Schichten der Nährboden strittig gemacht. Die Fäulniserreger zersetzen nämlich die organischen Substanzen und mithin fehlt schon hier den pathogenen Arten ein passender, aus hochkonstituierten Verbindungen zusammengesetzter Nährboden. Daher kommt es, daß selbst im stark verunreinigten Boden Cholera- und Typhusbazillen nicht fortkommen können.

Ebensowenig ist es jedoch jemals gelungen, in der aufsteigenden Bodenluft Mikroorganismen nachzuweisen.

Der Pettenkoferschen Bodentheorie über die Entstehung und Verbreitung der Infektionskrankheiten steht die Wassertheorie gegenüber (siehe Wasser) und scheint sie mit Recht verdrängt zu haben.

Die Saprophyten des Bodens haben auch sonst für die Reinigung desselben eine hervorragende Bedeutung. Wie bereits erwähnt, werden die in die Erde gelangten organischen Substanzen mineralisiert, d. h. es wird der in ihnen enthaltene Kohlenstoff in  $\text{CO}_2$ , der Stickstoff in  $\text{HNO}_3$  übergeführt. Bei unvollständiger Mineralisierung finden wir mehr intermediäre Produkte dieses Umsetzungs Vorganges  $\text{NH}_3$  und  $\text{HNO}_2$ .

Dieser Prozeß, der als Oxydation und Nitrifikation der organischen Substanzen aufzufassen ist, ist eine Folge sowohl der Flächenattraktion des Bodens und wird daher namentlich im feinporigen und lufthältigen Boden begünstigt, als auch der biologischen Verhältnisse der Saprophyten, da ein steriler Boden eine nur mangelhafte Mineralisierung aufweist. In Erdschichten, in denen der Luftzutritt gehindert ist, übernehmen gewisse Saprophytenarten, deren Lebenstätigkeit mit Reduktionsvorgängen einhergeht, sogar allein die Mineralisierung organischer Substanzen.

Die Verunreinigung des Bodens hat man früher nach dem Gehalte desselben an  $\text{CO}_2$  bestimmt. Der Kohlen säuregehalt an und für sich sollte nur den Zweck eines Indikators für den Grad der Bodenunreinheit haben. Als solcher ist er aber schon deshalb nicht zu gebrauchen, weil in permeabler Erde ein fortwährender Austausch der  $\text{CO}_2$  mit atmosphärischer Luft stattfindet. Einen richtigen Maßstab für die Reinheit des Bodens können wir nur bekommen, wenn wir sowohl die organischen Substanzen als auch den Gehalt an  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{HNO}_2$  und  $\text{NH}_3$  quantitativ bestimmen, wobei wir zugleich einen Aufschluß erhalten, inwieweit der Boden mineralisierungsfähig ist.

Nachdem wir nun gesehen haben, daß dem Boden, und zwar auch dem unreinen, nicht jene Rolle bei der Verbreitung gewisser Infektionskrankheiten zukommt, die ihm früher zugeschrieben wurde, drängt sich die Frage auf, warum wir dennoch einen möglichst reinen Boden als Baugrund fordern müssen. Zunächst deshalb, weil, wie oben erwähnt, manche Infektionserreger, wie z. B. die des malignen Ödems und des Tetanus vorwiegend in den oberflächlichen Bodenschichten vorkommen, so-

dann aber auch aus dem Grunde, weil eine mit Fäulnisgasen verunreinigte Bodenluft unangenehmen Geruch verbreitet und manchmal auch einen direkt toxischen Einfluß haben kann. Ein unreiner Baugrund kann ferner das aus ihm stammende Wasser unter gewissen Voraussetzungen in bakteriologischer Beziehung, noch häufiger jedoch durch seine chemische Beschaffenheit genußunfähig machen. Dadurch würde eine eventuell unbedingt notwendige lokale Wasserversorgung unmöglich sein.

Bei Schulbauten ist auch darauf Rücksicht zu nehmen, daß der nicht bebaute, als Spiel- und Erholungsort bestimmte Teil der Bauarea mit einer eventuell unreinen Oberfläche alle die erwähnten Schädlichkeiten leichter äußern kann als der bedeckte Boden, zumal dortselbst auch viel Staub aufgewirbelt wird.

## **Die Lage und Größe des Bauplatzes.**

Vor allem muß der Bauplatz die Sicherheit einer reichlichen und unbehinderten Versorgung der Schule mit Luft und Licht gewähren. Im Prinzipie ist daher eine allseitig freie, gegen die Umgebung etwas erhöhte Lage am vorteilhaftesten. Am Lande dürfte es nicht schwer fallen, dieser Forderung entsprechen zu können. In Städten ist jedoch auch darauf Rücksicht zu nehmen, den Schülern einen zeitraubenden Weg zu ersparen. Daher wird die Schule hier aus diesem Grunde am zweckmäßigsten im Zentrum des betreffenden Schulbezirkes situiert sein. In dem Bebauungsplane neu angelegter Stadtteile werden für Schulen die entsprechenden Baustellen von vornherein an günstig situierten großen Plätzen oder breiten Straßen auszuwählen sein, wobei jedoch wieder zu berücksichtigen

ist, die verkehrsreichen Stellen zu meiden. Bei neu zu erbauenden Schulen in bereits ganz ausgebauten Stadtteilen wird man besser tun, die Forderung nach Luft, Licht und Ruhe gegenüber der nach zentraler Situierung voranzustellen. Das Gebäude darf der herrschenden Windrichtung nicht zu stark ausgesetzt sein und nicht in der Nähe solcher gewerblichen Betriebe liegen, die eine Verschlechterung der Luft bedingen. Diese Gefahr ist mehr oder minder bei allen Fabriken gegeben, während z. B. Holzlager wieder der Ausgangspunkt für Brände sein können oder Schmiedewerkstätten durch ihren Lärm den Unterricht stören.

Für die Größe des Bauplatzes ist die Zahl der unterzubringenden Schüler und das Bausystem maßgebend. Hygienisch am günstigsten ist das Pavillon-system, da dieses der Verbreitung von Infektionskrankheiten nicht so Vorschub leistet als die Unterbringung sämtlicher Schul- und eventuell auch Wohnräume in einem Gebäude. Doch ist dieses System gerade bei großen Schulen, wo es am meisten indiziert wäre, infolge des großen Erfordernisses an Baugrund und der hiedurch bedingten hohen Kosten kaum durchführbar. Bei zentralisierter Anlage des Schulbaues ist natürlich ein geringeres Ausmaß an Bodenfläche nötig.

In den bauhygienischen Bestimmungen verschiedener Staaten finden wir demgemäß für Schulbauten nur allgemeine Direktiven für die Platzgröße und in einzelnen auch nur annähernde Minimalgrößen für den auf einen Schüler entfallenden Flächenraum.

In Österreich regeln der Ministerialerlaß vom 9. Juni 1873 und die Verordnung des Ministers für Kultus und Unterricht vom 17. Juli 1875 die Bestimmungen für den

Bau von Volksschulen, für Mittelschulen die Ministerialverordnung vom 12. März 1898.

In Preußen bestimmen die vom 15. November 1895 erlassenen Bauvorschriften für Landschulen, daß der Platz genügend Raum gewähren muß, um Schulhaus, Wirtschaftsgebäude, Brunnen, Abort, Wirtschaftshof und Garten des Lehrers in entsprechender Entfernung voneinander und den Nachbargrenzen zu errichten und um noch einen freien Raum als Spielplatz zu erübrigen, der für jeden Schüler mindestens  $3 m^2$  und nur in eng bebauten Orten nicht unter  $1\cdot5 m^2$  groß sein soll.

In Frankreich hat die zur Prüfung der Volksschulbauprojekte eingesetzte Kommission am 8. Juni 1880 die Bestimmung getroffen, daß für Landschulen der Bauplatz mindestens eine Größe von  $500 m^2$  und der auf einen Schüler entfallende Mindestraum  $10 m^2$  betragen muß.

Die bauhygienischen Vorschriften in England enthalten auch keine ziffernmäßigen Forderungen für die Größe des Schulbauplatzes.

Nach jetzt bestehenden mustergültigen Schulbauten ergibt sich als Durchschnittsgröße des Bauplatzes für je einen Schüler in Landschulen, die meist eingeschößig erbaut werden, mit  $6\cdot6$ — $9\cdot2 m^2$ , in mehrgeschoßigen Schulen mit  $3\cdot5$ — $4\cdot0 m^2$ , wobei je eine Lehrerwohnung, im letzteren Falle auch eine Schuldienervohnung, ferner je ein Turnplatz und ein Spielplatz mit einberechnet sind. Bei sehr großen Schulen mit etwa 2000 Schülern und vier Geschoßen kommt man sogar mit  $2\cdot5 m^2$  pro Schüler leidlich aus. Je größer die Zahl der Schüler und der Stockwerke ist, desto geringer ist das auf den einzelnen entfallende Ausmaß der zum Schulbaue benötigten Grundfläche. Soll auch ein Schulgarten angelegt werden,

dann vergrößert sich das Raumbedürfnis derart, daß man für je eine Klasse noch  $500\text{ m}^2$  als Minimum hinzurechnet.

Die Lage des Bauplatzes, insbesondere dessen nächste Umgebung ist für die Orientierung des Schulgebäudes nach den Himmelsrichtungen in den meisten Fällen maßgebend. Von welcher Himmelsrichtung aus das Sonnenlicht sowohl für das Auge als auch für das Allgemeinbefinden als das günstigste angesehen werden kann, darüber differieren die Anschauungen derart, daß man nur von Fall zu Fall unter Berücksichtigung der speziellen Verhältnisse die günstigste Grundrißanordnung bestimmen kann.

In erster Linie sollen die Klassenzimmer günstig gelegen sein, wobei nicht nur eine möglichst gute, nicht blendende Tagesbeleuchtung, sondern noch viele andere Faktoren, wie die herrschende Windrichtung, Abhaltung störender Geräusche, ausreichende Zufuhr guter Luft etc. in Betracht zu ziehen sind.

Die Morgensonne bietet angenehme, nicht lästige Wärme, blendet aber meist.

An der Nordseite sind die Klassenzimmer kalt und wegen der mangelhaften Durchwärmung und Durchleuchtung mit Sonnenstrahlen auch im allgemeinen für einen längeren Aufenthalt ungesund. Dagegen ist das von Norden kommende Licht bei nicht zu großer Intensität gleichmäßig und eignet sich daher z. B. für Zeichensäle, in denen die einzelnen Klassen sich nur einige Stunden in der Woche aufhalten.

Die Nachmittagssonne sendet heiße und flach einfallende, daher stark blendende Strahlen.

Von der Südseite herkommendes Sonnenlicht ist ebenfalls heiß und intensiv, doch fallen hier die

Strahlen nicht senkrecht, sondern schief auf, wirken daher nicht mit ihrer ganzen Intensität, sondern nur mit einer Komponente. Deshalb wird von vielen Seiten die Südlage der Klassenzimmer empfohlen.

Empfehlenswerter ist jedoch, wenn einer beliebigen Orientierung sonst kein Hindernis im Wege steht, die Hauptachse des Gebäudes nicht direkt von Ost nach West, sondern von NO nach SW zu stellen und die Klassenzimmer in die Richtung gegen SO zu bringen.

In südlichen Gegenden dürfte dagegen die Achsenstellung von Ost nach West mit direkter Nordlage der Zimmer vorteilhafter sein.

## **Der Bauplan und die Bauausführung.**

Beim Bauplane und der Bauausführung sind zu berücksichtigen:

1. Die Grundrißanordnung;
2. die Fundamentierung und Unterkellerung;
3. die äußeren und inneren Wandungen;
4. das Dach;
5. die Anlage der Schornsteine;
6. die Treppenhäuser, Treppen, Fluren und Korridore;
7. die Zwischendecken;
8. die Fußböden;
9. der Feuerschutz;
10. die Art, Zahl und Größe der Schulhausräume;
11. die Beleuchtung;
12. die Beheizung;
13. die Ventilation;

14. die Wasserversorgung;
15. die Entfernung der Abfallstoffe und der Abwässer.

### **Die Grundrißanordnung.**

Bei der Besprechung der „Bauplatzgröße“ wurde bereits erwähnt, daß der Anwendung des als hygienisch am günstigsten zu bewertenden Pavillonsystems der Kostenstandpunkt entgegensteht, der es für große Stadtschulen fast unmöglich macht. Und doch wäre es gerade in solchen Schulen von besonderer Wichtigkeit, der Anhäufung einer zu großen Menschenzahl unter einem Dache entgegenzuwirken, da uns die Erfahrung und auch eine einfache Überlegung lehrt, daß die Gefahr der Ausbreitung von Infektionskrankheiten in dem Maße wächst, als die Zahl der in einem Gebäude zusammenwohnenden oder verkehrenden Menschen zunimmt, selbst wenn auch der auf den einzelnen entfallende Flächenraum und kubische Inhalt jenen bei dezentralisierter Anlage gleich ist.

Fehler haften dem Pavillonsystem wohl auch an, wie z. B. die Schwierigkeit der Überwachung des Schulbetriebes, höhere Instandhaltungs- und Beheizungskosten. Doch sind dieselben nicht hygienischer Natur.

Dem Pavillonsystem gegenüber stehen die sogenannten zentralisierten Anlagen. Jedoch auch bei diesen müssen wir noch unterscheiden, ob alle Schulräume unter einem Dache sich befinden oder für bestimmte Räume, wie Turnsaal, Festsaal, Zeichensaal, Wohnungen, Aborte, eigene Gebäude aufgeführt und dadurch gewissermaßen ein Übergangssystem geschaffen wird.

Vom hygienischen Standpunkte sind aus mehrfachen, noch näher zu begründenden Momenten, die an den

entsprechenden Stellen ihre Würdigung erfahren werden, solche wenigstens teilweise Dezentralisationen nur dringend zu empfehlen.

Das Hauptgebäude wäre dann ein reines Klassengebäude oder wenigstens nur für Lehrzimmer im engeren Sinne reserviert, in dem auch noch die Räume für Lehrmittelsammlungen und Bibliothek untergebracht werden können.

Die häufig gestellte Forderung, daß das Schulgebäude nur aus zwei Stockwerken bestehe, ist eine vom Standpunkte des Hygienikers gewiß zu billigende. Es muß jedoch zugestanden werden, daß bei sonst richtiger Bauart und Einteilung sowie beim Vorsorgen für tadellose Ordnung in Gebäuden mit drei, respektive unter Mitrechnung des Erdgeschosses auch vier Geschossen nennenswerte Gefahren für die Gesundheit der Schüler nicht bestehen.

Dann müssen aber unbedingt die jüngeren Schüler die unteren Geschosse bekommen und das oberste Stockwerk sollte in so hohen Gebäuden überhaupt keine Klassenzimmer haben. Der Baugrund in Städten steigt so rapid im Preise, daß wir Ärzte, ob wir es wollen oder nicht, damit rechnen müssen, trotzdem wir immer bestrebt sind, überall zu verkünden, daß dort, wo die Gesundheit unserer Jugend in Frage steht, das Teuerste und Beste gerade noch gut genug ist. Eine Verminderung für Infektionsgefahren kann ferner bei großen Gebäuden auch durch Vermehrung der Eingänge und Treppen, der Garderoben, der Wasch- und Trinkgelegenheiten erzielt werden, wobei zugleich durch erstere eine rasche Entfernung der Schüler bei Bränden gefördert wird.

In der Grundrißanordnung zentralisierter Schulbauten finden wir zwei Typen, den linearen und

den Vaubanschen, mit zahlreichen Variationen, von denen die folgenden am häufigsten zur Anwendung kommen:

1. Der Linearbau mit seitlichem Korridor.

2. Der Linearbau mit einem oder zwei Seiten-, eventuell auch einem Mittelflügel und einem seitlichen, sich in die Endflügel erstreckendem Korridor.

Oft ist bei diesem Typus noch ein Querkorridor vorhanden, der, von dem im Mittelflügel gelegenen Treppenhaus ausgehend, durch die ganze Tiefe des Hauses gelegt wird.

3. Der Viereckbau mit seitlichem Korridor, der längs des vom Gebäude umschlossenen Hofes läuft.

Durch einen den Hof durchsetzenden Zwischenbau kann bei diesem Typus eine vollständige Trennung des Gebäudes in zwei Hälften stattfinden, wie dies oft bei Doppelschulen für Knaben und Mädchen üblich ist, oder die Kontinuität der seitlichen Korridore kann auch bei dieser Trennung aufrechterhalten bleiben.

4. Der Linearbau ohne oder mit Flügeln und mit einem Mittelkorridor.

Diese letztere Grundrißform wird als zweibündige bezeichnet, während die drei erstgenannten Grundformen einbündige genannt werden.

Hygienisch ist die einbündige lineare Anlage viel günstiger. Die Klassenzimmer können durchwegs nach der für den betreffenden Ort günstigsten Himmelsrichtung situiert werden, während bei der zweibündigen Anlage ein Teil derselben gewöhnlich eine ungünstige Situierung haben muß. Die Licht- und Luftzufuhr zu den Korridoren ist bei der letzteren eine beschränkte. Dagegen bietet sie in ökonomischer Hinsicht Vorteile. Der Viereckbau ist natürlich der relativ billigste, doch genügt der Hof

gewöhnlich als Spielplatz nicht und es ist dann nötig neben der Schule einen solchen anzulegen.

Ferner lassen sich Anbauten, die durch Vermehrung der Schülerzahl nötig werden, hier schwer anbringen, während dies bei einfachen Langbauten keinen Schwierigkeiten begegnet.

Für die Bedachtnahme auf spätere Erweiterungen sei erwähnt, daß von dem Gesamtzuwachs an Bevölkerung zirka 10—15<sup>0</sup>/<sub>0</sub> auf das Alter zwischen 6 und 14 Jahren entfallen.

### **Das Fundament.**

Das Fundament soll das Gebäude gegen das Eindringen von Bodenfeuchtigkeit von unten und von der Seite her schützen. Man erreicht dies am sichersten durch Einsetzung von isolierenden Schichten aus Zement, Beton, Asphalt etc. Daß die Forderung, die Kellersohle mindestens 0·3—0·5 *m* über den bekannten höchsten Grundwasserstand zu legen, als eine nicht immer genügende angesehen werden muß, wurde bereits erwähnt. Gut funktionierende Dachrinnen, Pflasterung vor dem Gebäude mit richtigem Gefälle tragen zur Sicherung der Trockenheit der Fundamentmauern sehr viel bei.

Ob unterkellert werden soll oder nicht, hängt vielfach vom Baugrunde und vom Bedarfe nach Kellerräumlichkeiten ab. Die Schule bedarf Keller höchstens als Depotraum für Heizmaterial oder dort, wo die Anlage eines Schulbades beabsichtigt wird, für dieses. Häufig wird das Kellergeschoß auch zur Wohnung für den Schuldiener verwendet. Diese Verwendung ist hygienisch unrichtig, nicht minder aber auch für die dem Schuldiener obliegende Beaufsichtigung des Verkehrs in der

Schule unzweckmäßig. Bei trockenem Baugrunde könnte in manchen Fällen von der Unterkellerung abgesehen werden. Doch, da die im Keller befindliche Luft eine Isolierschichte für die Wärmeleitung bildet, ist schon aus diesem Grunde ein solcher zu empfehlen.

### **Die äußeren und inneren Wandungen.**

Besprochen wird hier nur der Massivbau, und zwar der bei uns fast ausschließlich, namentlich in Städten gebräuchliche Ziegelbau. Holz- und Eisenbau dürfte nur in einzelnen Gegenden für Schulen verwendet werden. Dem Massivbau gegenüber sind beide hygienisch inferior.

Die äußeren Wandungen sollen die Wärmebeständigkeit des Gebäudes sichern, Schutz gegen Wind und Feuchtigkeit gewähren und schalldämpfend wirken.

Für die inneren Mauern ist die letztere Eigenschaft die wichtigste.

Der durch die Mauern erzielte Temperaturschutz hängt ab: von der Mauerdicke, von dem Wärmeleitungsvermögen und der spezifischen Wärme des Baumaterials, von der Wasserkapazität desselben und der Verdunstungsgröße des aufgenommenen Wassers.

Bekanntlich erhöht eine in die Mauer eingeschlossene Luftschichte infolge des ihr innewohnenden minimalen Wärmeleitungsvermögens den durch die Mauer zu erzielenden Temperaturschutz.

Der damit angestrebte Zweck wird jedoch tatsächlich nur dann erzielt, wenn die isolierende Luftschichte vollkommen trocken und ruhend, d. h. weder den von außen noch von innen kommenden Luftströmungen ausgesetzt ist, während sie bei Verlust obiger Eigenschaften das Wärmeleitungsvermögen der Wand nur noch erhöht. Dies könnte sich namentlich beim Zuströmen kalter oder

feuchter Luft ereignen. Auch die in dieser Schichte liegenden Traversen können als Wärme- und Feuchtigkeitsleiter die Trockenheit und Ruhe der isolierenden Luftmasse wesentlich beeinträchtigen.

Somit ergeben sich für die Anlage wirksamer isolierender Luftschichten eine Menge von Schwierigkeiten, denen allerdings durch eine sehr präzise Bauausführung begegnet werden kann.

Leichter und sicherer schafft man eine solche isolierende Schichte durch Verwendung durchlochter oder künstlich stark porös gemachter Ziegel. Die Wände müssen von innen und außen einen luft- und wasserundurchgängigen Abputz erhalten.

Der Einwand, daß dadurch die Ventillation durch die Wandungen aufgehoben werde, ist belanglos, da wir auf diese Ventilation heutzutage gar keinen Wert mehr legen.

Asche, Kieselgur, Torfmull und andere poröse schlecht leitende Körper, die statt Luft als isolierende Schichten zur Verwendung gelangen, haben ihrer Porosität das mindere Wärmeleitungsvermögen zu verdanken und behalten es auch nur dann, wenn ein sicherer Schutz gegen ihre Durchfeuchtung vorhanden ist.

Ob überdies noch an den Wetterseiten zum Schutze gegen Wind und Regen sogenannte Hohlmauern oder Wettermäntel aus Schiefer anzubringen sind, hängt von lokalen Verhältnissen ab. Epheu und wilder Wein leistet in dieser Richtung auch Gutes.

Die in Wohnräumen und öffentlichen Lokalen wie z. B. Gastwirtschaften übliche Bekleidung der unteren inneren Wandhälfte mit Holz oder sonstigem wärmeundurchlässigen Materiale ist für Schulräume nicht empfehlenswert.

Für die Schalldämpfung, die in Lehrzimmern eine möglichst große sein soll, dürften feinporige Wände geeigneter sein als solche aus dichtem Materiale.

In und an den Wänden könnten auch Mikroorganismen eine günstige Brutstätte finden, namentlich dann, wenn, wie oben empfohlen wurde, poröses Material zur Verwendung kommt. —

Erhalten die Mauern jedoch einen dichten Verputz und einen glatten, waschbaren Anstrich, so wird dadurch diese Möglichkeit verringert. Am besten eignet sich ein lichtgrüner, giffreier Ölfarbenanstrich, der, so wie manche Emailfarben, auch noch eine desinfizierende Eigenschaft haben soll.

### **Das Dach.**

Das Dach dient wie die Mauern zum Wetterschutze und im Vereine mit der im Dachboden gewissermaßen als Isolierschichte eingeschlossenen Luft durch sein möglichst geringes Wärmeleitungsvermögen als Schutz gegen jähem Temperaturwechsel. In hygienischer Beziehung wäre also von diesen Gesichtspunkten aus das Material, aus welchem das Dach verfertigt wird, sowie zum Teile auch seine Form zu beurteilen. Doch erfährt diese Beurteilung eine oft wesentliche Korrektur durch die Rücksichtnahme auf Feuersicherheit und auf die Verwendung des Dachgeschosses.

Stroh- und Schindeldächer sind auszuschließen, trotzdem sie ein sehr geringes Wärmeleitungsvermögen haben, Metaldächer wiederum ihres umgekehrten Verhaltens wegen.

Am besten eignen sich Ziegel- oder Schieferdächer, nicht minder aber auch Holzzementdächer, da diese Materialien schlechte Wärmeleiter sind.

In den Schulen wird der Dachboden zumeist nur wie in Wohngebäuden als Depot- und Wäschetrockenraum benützt. Doch sind gegen die Verwendung desselben zu Schulräumen, wie etwa zu Zeichensälen mit Oberlicht, keine hygienischen Bedenken vorhanden. Je nach dem Bedarfe an Dachbodenraum wird auch das Dach mehr oder weniger steil gelegt. Steile Dächer haben außer der Raumvergrößerung auch den Vorteil des besseren Regenabflusses. Daß tadellose, in Kanäle einmündende Regenrohre vorhanden sein müssen, sei nur nebenbei erwähnt, wie auch, daß stark überstehende Dächer die Zimmer finster machen und daher bei Schulen keine Anwendung finden dürfen.

### **Anlage der Schornsteine.**

Eine richtige Anlage der Schornsteine ist für die Reinheit der Luft in der Schule ungemein wichtig. Die bei den Schülern so beliebten „Rauchferien“ könnten wohl ganz vermieden werden, wenn möglichst für jeden Ofen ein genügend breites Rohr angelegt wird. Ist das jedoch nicht durchführbar, so sollen an ein Rohr nur Öfen desselben Geschosses angeschlossen werden, jedoch in etwas verschiedener Höhenlage. Bei Benützung eines Rohres für Öfen verschiedener Stockwerke kann es leicht aus einem dieser Beheizungskörper rauchen, wenn er mit den anderen nicht gleichzeitig geheizt wird. Die Rohre müssen auch derart geführt werden, daß ihre Wandungen keiner starken Abkühlung ausgesetzt sind, daher insbesondere nicht an Außenmauern. Für den Rauchabzug sind bei Schulschornsteinen unbedingt Aufsätze mit Aspirationswirkung anzubringen.

### **Treppenhäuser, Treppen, Flure und Korridore.**

Die Treppenhäuser in Schulen müssen, wie in allen Gebäuden, möglichste Widerstandsfähigkeit gegen

Feuer bieten. Vor dem unteren Ende des Treppenhauses soll sich ein geräumiger Vorflur befinden, woselbst ein in den Boden eingelassenes Gitter zur Reinigung der Schuhe anzubringen ist. Das Tageslicht soll durch direkt ins Freie mündende Fenster in reichlicher Menge eindringen können, welcher Forderung beim Korridor-system keine Schwierigkeit entgegensteht. Behufs guter Lüftung muß der Vorflur unmittelbar zu einer Außentür führen. Ob Windfänge nötig sind, ergibt die Lage des Treppenhauses. Gegen Dachboden und Keller ist dasselbe fest abzuschließen.

Die Treppen in Schulgebäuden sind aus einem feuersicheren, schwer abnutzbaren Materiale herzustellen und müssen leicht begehbar sein. Am besten sind gerade Stufen, bei denen nach je 12—15 ein Podest folgt. Die Breite betrage je nach der Geschoßanzahl, daher größerer oder minderer Frequenz, 1'0—2'0 m.

Eine günstige Steigung resultiert aus dem richtigen Verhältnisse von Stufenhöhe zur Breite des Auftrittes, und zwar nach der Formel  $2h + b = 64 \text{ cm}$ .

Treppen mit Wangen sind den Freitreppen vorzuziehen, Wendeltreppen erweisen sich für den Aufgang zu Schulräumen als ungeeignet. Die Höhe der Handläufer ist dem Alter, respektive der Größe der Schüler entsprechend zu wählen. Die ersteren endigen an den Podesten mit Knäufen und sind bei freiliegenden Treppen an der freien Seite mit Hindernissen zu versehen, damit das beliebte Hinunterrutschen unterbleibe.

Die Schulkorridore sind nicht allein als Verbindungsgänge der in einem Geschoße untergebrachten Schulräume, sondern auch als zeitweilige Aufenthaltsorte für die Schüler bestimmt und daher entsprechend breit anzulegen.

Nach preußischen Vorschriften für Landschulen soll die Flurbreite, wenn die Zimmertüren nach außen geöffnet sind, nach Abrechnung des dadurch für den Verkehr außer Betracht kommenden Raumes für je 100 Schüler  $0.7\ m$  betragen. Befinden sich mehrere Schulzimmer an einem Korridor, dann ist die gesamte Flurbreite mit mindestens  $2.5\ m$ , bei einem Schulzimmer im ganzen mit wenigstens  $2\ m$  zu bemessen.

Da jedoch gewöhnlich die Korridore gleichzeitig Garderobezwecken dienen, so ist es ratsam, ihnen eine über die obigen Maße hinausgehende Breite zu geben.

Die oben erwähnte Verengerung der Korridore durch die nach außen sich öffnenden Zimmertüren ist sehr unpraktisch und kann in besonderen Fällen, wie bei Feuersgefahr, verhängnisvoll werden. Daher sind sämtliche Türen in Wandnischen zu legen, die sie beim Öffnen nicht überragen.

Dort, wo es die Raumverhältnisse gestatten, ist eine Umwandlung der Korridore in breite Wandelgänge aus hygienischen Rücksichten sehr zu begrüßen.

Vorsorgen für reichlichen Luftwechsel und gute Tages- wie Abendbeleuchtung der genannten Räume sind selbstverständliche Erfordernisse.

Zur Verhütung von Erkältungen der Schüler sind die Korridore mit Heizanlagen zu versehen.

### **Die Zwischendecken.**

Die Zwischendecken haben als Wände zunächst den an diese gestellten Anforderungen zu entsprechen.

Sie müssen daher möglichst luftdicht und schalldämpfend sein, ein schlechtes Wärmeleitungsvermögen haben, aus durchwegs trockenen und reinen Materialien bestehen, deren Wasserdurchlässigkeit gering ist.

In bautechnischer Beziehung wird ferner große Tragfähigkeit und Feuersicherheit gefordert.

Ohne weiter auf die technische Konstruktion der verschiedenen Deckenbauarten einzugehen, wollen wir diejenigen, die am häufigsten zur Verwendung gelangen, vom Standpunkte der erst erwähnten hygienischen Anforderungen prüfen, wobei zunächst erwähnt wird, daß in Lehrzimmern nur gerade Decken zur Anwendung kommen sollen, da diese für die Wärmeverteilung im Raume und aus noch anderen Gründen den Deckengewölben vorzuziehen sind.

Gegen die Holzbalkendecke spricht nebst der Feuergefährlichkeit die Möglichkeit einer leichteren Wasserdurchlässigkeit und Verunreinigung. Doch sind diese Einwände nur bedingungsweise bei nicht tadelloser Bauausführung begründet.

Unrein wird diese Decke nur dann, wenn auf die Auswahl der Füllung nicht die nötige Sorgfalt verwendet, schlechte Balken und Fußböden benützt werden oder letztere eine mangelhafte Dichtung haben. Das sind aber dann keine der Holzbalkendecke an und für sich zukommende Mängel, sondern zumeist Materialfehler.

Das Füllmaterial muß absolut frei von organischen Stoffen sein und darf selbstverständlich nicht Mikroorganismen in zu großer Zahl, vor allem aber keine pathogenen Arten enthalten.

Sand, Kies, Kieselgur, Torfmoor sind gute Füllmaterialien. Kohle und Koksschlacke sowie Asche sind zwar auch rein, enthalten jedoch kohlen-saures Kali und besitzen eine große Wasserkapazität. Auf letztere ist besonders zu achten sowie darauf, daß die Deckenmaterialien vollständig ausgetrocknet zur Verwendung gelangen.

Legt man oberhalb des Blindbodens noch eine wasserundurchlässige Schichte, z. B. wasserdichte Pappe, so sind die der Holzbalkendecke zugeschriebenen hygienischen Mängel zum größten Teile als beseitigt zu betrachten.

Eisenkonstruktionen sind gewiß dauerhafter, doch ist ihr Widerstand gegen Feuer nicht zu überschätzen. Sie müssen, um darin den Holzkonstruktionen viel überlegener zu sein, in feuerbeständige Substanzen, wie Zementbeton, eingebettet werden.

Ein weiterer Vorteil dieser Konstruktion ist, daß die Entwicklung des Hausschwammes vermieden wird.

Einen die Gesundheit direkt schädigenden Einfluß besitzt zwar der durch einen Schimmelpilz erzeugte Hausschwamm nicht. Er zeigt nur an, daß der Raum respektive das Material zu feucht ist. Eingeschleppt wird der Pilz mit schlechtem Baumaterial, besonders mit den Balken.

Quer gelegte Holzbalken vermindern die Höhe der Fensterlichtung, ein Umstand, der gerade für Schulzimmer nachteilig ist und mithin ebenfalls für Eisenkonstruktion der Zwischendecken spricht.

Die Beeinträchtigung der Fensterhöhen entfällt jedoch auch bei Holzbalkendecken, wenn die Balken auf nicht zu hohe, am besten eiserne Querträger gelegt werden.

### **Fußböden.**

Ein guter Fußbodenbelag ist in Schulen, wo derselbe einer viel stärkeren Abnutzung als in Wohnhäusern unterliegt, von großer Bedeutung.

Der Fußboden kann in gewissem Sinne als die am intensivsten benützte Wand des betreffenden Raumes angesehen werden und gelten daher für diesen im erhöhten Maße die an Wandungen gestellten Forderungen

bezüglich der Undurchlässigkeit für Wasser und Luft sowie des geringen Wärmeleitungsvermögens und leichter Reinigungsfähigkeit. Überdies soll der Fußboden widerstandsfähig, soweit als tunlich feuersicher sein und einen geringen Eigenklang haben.

Allen diesen Bedingungen kann mit einem Materiale nicht entsprochen werden. Man wählt daher je nach der Bestimmung der Räume verschiedene Fußbodenmaterialien.

Für Lehrzimmer eignen sich am besten Holzfußböden oder Linoleumbelag auf Holzunterlage.

Zu ersteren liefern Kiefer, Eiche und Buche das Rohmaterial. Während jedoch das Kiefernholz am wenigsten schwindet, reißt und sich wirft, kommen diese Eigenschaften beim Eichenholze und noch mehr beim Buchenholze vor, die aber wieder den Vorteil der Härte haben.

Der dichteste und daher undurchlässigste Holzfußboden für Wasser ist ein Parkettboden aus guten Eichen- oder Buchenbretteln. Der Umstand, daß er teuer ist, sollte bei der Verwendung in Lehrzimmern nicht in Frage kommen. In unserer Kadettenschule steht er in allen Lehr- und Schlafzimmern in Verwendung und bewährt sich für diese vorzüglich.

Ein Fußbodenbelag mit weichen, breiten oder ästigen Brettern ist zu verwerfen. Schmale, harte, gut ausgetrocknete Dielen bewähren sich ebenfalls, nur ist dafür zu sorgen, daß, wenn sie später einen Schwund zeigen, die Fugen teils durch Zusammenschieben der alten, teils durch Einschieben neuer schmaler, dicht einzulegender Dielen ausgebessert werden können. Verstreicht man solche Fugen z. B. mit Kitt, so wird der Verstaubung aus ihnen nicht ganz vorgebeugt.

Die Dielen und Parkettbretter sind auf einen sogenannten Blindboden aus weichem, trockenem Holz zu

legen, und zwar am besten ihrer Länge nach, senkrecht zur häufigsten Bewegungsrichtung der im Zimmer verkehrenden Personen. Nimmt man Dielen von 10—15 *cm* Breite, so heißen sie Riemen, die nach Emmerich in eine Asphalt-schichte eingelagert werden, unter der sich noch eine Schichte von Sand und dann der Blindboden befindet.

Eine Abart der Riemenfußböden ist der Stabfußboden, bei dem die einzelnen Bretter höchstens einen Meter lang sind.

Gut hergestellte Holzfußböden sind genügend stand-sicher, luft- und wasserundurchlässig, haben wenig Eigen-klang und geringes Wärmeleitungsvermögen.

Dieselben Eigenschaften zeigt auch Linoleum, das besonders schalldämpfend wirkt. Es muß auf einer gut getrockneten Holzbodenunterlage aufgeklebt werden.

Diejenigen Schulräume, wie Aborte, Korridore, Vor-räume, Keller und Bodenraum, die nur zu kürzeren Auf-enthalten dienen und wo eine stärkere Befeuchtung des Fußbodens zu gewärtigen ist, erhalten besser als Belag Fliesen oder Estriche, die allerdings stark wärmeleitend, daher kalt sind und einen mehr oder minder starken Eigenklang haben. Hellfärbige Sorten sind dunkelfärbigen vorzuziehen, weil sie mehr zur Reinhaltung auffordern.

Auch in Laboratorien leisten derartige Fußböden wegen ihrer Wasserundurchlässigkeit und Feuersicherheit gute Dienste.

Bezüglich des bei Dielenböden erforderlichen An-striches sei erwähnt, daß ein solcher mit heißem Leinöl relativ am praktischesten ist.

### **Feuerschutz.**

Bei der Besprechung über die Lage des Bauplatzes, ferner über Mauern, Dachboden, Schornsteine, Treppen-

häuser und Treppen sowie den Fußboden wurde bereits vielfach auf die Rücksichtnahme gegen Feuersgefahr hingewiesen.

Es wäre daher ergänzend nur noch folgendes anzuführen: Für die Dachbedeckung, Treppen, Keller und Korridore, soll massives, feuersicheres Material verwendet werden, wie überhaupt überall, wo es nicht umgangen werden muß. Der Dachraum ist durch Brandmauern entsprechend abzuteilen.

Die Balkengerüste des Daches sind mit feuersicherem Anstriche zu versehen.

In Kellern, Fluren und Treppenhäusern sind Deckengewölbe anzubringen.

Die Schornsteine sind vom Dache und nicht von im Dachbodenraume befindlichen Reinigungstüren aus zu reinigen. An Brandmauern dürfen Schornsteine nicht direkt angebaut werden.

Dort, wo keine Wasserleitung besteht, ist wenigstens dafür Sorge zu tragen, daß für den ersten Moment einer Feuersgefahr an verschiedenen den Schülern nicht zugänglichen Stellen des Gebäudes in Bottichen Löschwasser vorrätig gehalten werde, insbesondere auf Dachbodenräumen.

Von den oberen Stockwerken ist an einer Außenwand eine überdachte Rettungsstiege anzulegen.

Sehr zweckmäßig ist die Abhaltung von Feueralarmen in der Schule, damit die Schüler es erlernen, möglichst rasch und geordnet die Schule zu verlassen.

Schulgebäude sind mit Blitzableitern, die häufig von Sachverständigen zu visitieren sind, zu versehen. Ein schadhafter Blitzableiter trägt mehr zur Erhöhung als zur Verminderung der Blitzgefahr bei.

## Art, Zahl und Größe der Schulräume.

Die Art der Schulräume richtet sich nach der Schulgattung, die Zahl und Größe derselben nach der Frequenz. Als die wesentlichsten Schulräume sind zu bezeichnen:

1. Das Lehrzimmer.
2. Der Zeichensaal.
3. Der Lehrsaal für Physik und Chemie mit einem chemischen Laboratorium und Räumen für die physikalischen und chemischen Lehrmittel.
4. Der Turnsaal.
5. Der Gesangsaal.
6. Der Festsaal.
7. Garderoben.
8. Räume für Lehrmittelsammlungen.
9. Lehrerzimmer, Sprechzimmer, Konferenzzimmer.
10. Amträume für den Schulleiter.
11. Besondere Aufenthaltsräume für Schüler.
12. Wohnungen.
13. Ärztliches Untersuchungszimmer, zugleich Zimmer für erste Hilfeleistung.

Dazu kommen noch in Mädchenschulen:

14. Zimmer für Handarbeitsunterricht.

Auf die Besprechung weiterer Räume, wie sie in besonderen Fachschulen, z. B. in Textil- und Gewerbeschulen notwendig sind, kann hier nicht eingegangen werden. —

### 1. Das Lehrzimmer.

Wenn wir daran festhalten, daß für das Schreiben der günstigste Lichteinfall außer dem von oben der von der linken Seite ist, so ergibt sich schon daraus bei einer größeren Schülerzahl die Form des Lehrzimmers als Langzimmer. Denn die dadurch bedingte Lage der

Fenster an der linken Wand gestattet nur eine solche Zimmerbreite, bei welcher die von der Fensterwand entferntesten Bänke noch genügendes Licht erhalten.

Bei einer Länge des Lehrzimmers von über 10 *m* können die in den hintersten Bänken sitzenden Schüler Schriften auf der Tafel nicht mehr deutlich unterscheiden, somit ist diese Länge nicht zu überschreiten.

Für die Höhe des Zimmers kommen verschiedene Momente in Betracht. Hohe Zimmer mit den entsprechend großen Fensterflächen begünstigen natürlich die Beleuchtung. Hierbei ist jedoch zu beachten, daß an und für sich die Fensterscheiben schon wegen der an ihnen erfolgenden starken Abkühlung einen gewissen Prozentsatz der Wandflächen nicht überschreiten sollen.

Für eine Vermehrung des kubischen Inhaltes ist eine große Zimmerhöhe wohl günstig, sehr ungünstig dagegen für die Beheizung und für den Vortrag des Lehrers.

Es geht aber auch schon deshalb nicht an, den nötigen Luftraum nur durch eine möglichst große Zimmerhöhe zu gewinnen, da unter einen bestimmten Flächeninhalt für die Schulsitze, die freizulassenden Gänge, für Pult und Ofen im Lehrzimmer ja ohnehin nicht hinuntergegangen werden kann.

Während also nach Obigem, und wie noch weiter gezeigt werden wird, für die Länge und Breite des Schulzimmers sich Maximalgrenzen ergeben von etwa Länge : Breite = 10 : 7, dürfte bei diesen Maßen eine Höhe von etwa 4 *m* sowohl der Rücksichtnahme auf den Kubikinhalte, als auch auf die anderen für die Höhe in Betracht kommenden Momente entsprechen. Derart proportionierte Ausdehnungen entsprechen auch am besten bezüglich der ästhetischen Wirkung der Zimmerform.

Die Länge und Breite, mithin der Flächenraum des Zimmers, richtet sich nach der Schülerzahl, die Höhe dagegen vorwiegend nach seiner Breite und vice versa.

Der Grund hiefür liegt in folgendem: Die Beleuchtung eines Arbeitsplatzes ist dann noch gut, wenn dessen horizontale Fläche mit den von der Unterkante des Fensters ausgehenden Lichtstrahlen einen Winkel von mindestens  $30^{\circ}$  bildet.

Nehmen wir nun nach Büsing („Das Schulgebäude“) folgendes Beispiel (Fig. 1):

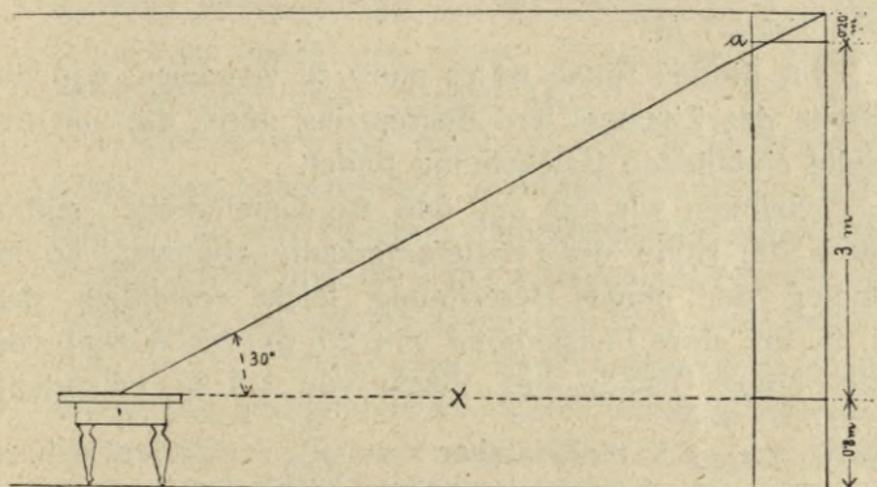


Fig. 1.

In einem Schulzimmer mit linksseitigem Lichteinfalle betrage die Höhe  $4\text{ m}$ , die Fensterunterkante  $a$  liege  $3,8\text{ m}$ , die Fensterbank  $0,8\text{ m}$  über dem Fußboden. Mithin hat das Fenster eine Höhe von  $3\text{ m}$ . Der Schultisch habe eine Länge von  $0,6\text{ m}$  und schneide in gleicher Höhe mit der Fensterbank ab.

Schließt der von der Fensterunterkante zur Tischmitte gezogene Lichtstrahl mit der Tischfläche und ihrer

Verlängerung zur Fensterbank einen Winkel von  $30^\circ$  ein, so ist:  $\frac{3}{x} = \operatorname{tg} 30 = 0.577$ , mithin  $x = \frac{3}{0.577} = 5.2 \text{ m}$ ,

d. h. die Mitte des der rechten Zimmerwand am nächsten stehenden Schultisches darf in diesem Falle höchstens  $5.2 \text{ m}$  von der Fensterwand entfernt sein, damit jener noch die für einen Arbeitsplatz nötige Tagesbeleuchtung erhält.

Unter Zurechnung der halben Tischbreite und eines an der rechtsseitigen Längswand frei zu lassenden Ganges von etwas mehr als  $1 \text{ m}$  Breite ergibt sich in diesem Beispiele eine verwertbare Maximalbreite des Schulzimmers von zirka  $7 \text{ m}$ .

In diesem Sinne ist es auch zu verstehen, daß die Breite des Zimmers ihre Begrenzung durch die von der Seite einfallende Beleuchtung findet.

Nehmen wir nun an, daß die Zimmerhöhe, mithin auch die Höhe der Fensterunterkante abnimmt, so ist analog der obigen Berechnung leicht ersichtlich, daß z. B. bei einer Fensterhöhe von  $2.5 \text{ m}$  der Winkel von  $30^\circ$  einer Distanz des Sitzes von  $4.3 \text{ m}$  entspricht.

$\operatorname{tg} 30 = \frac{2.5}{x} = 0.577$ , daher  $x = \frac{2.5}{0.577} = 4.3 \text{ m}$ , d. h. es

müssen die äußerst rechts befindlichen Sitze jetzt um ungefähr  $1 \text{ m}$  näher der Fensterwand liegen. Bei einer Zimmerhöhe von  $4.2 \text{ m}$  und einer Fensterhöhe von  $3.2 \text{ m}$  beträgt diese Distanz  $6.06 \text{ m}$ .

Für einen Mehrbedarf von  $1 \text{ m}$  Zimmerbreite genügen etwa  $30 \text{ cm}$  Höhezunahme.

Nun haben wir aber gehört, daß Höhen von viel über  $4 \text{ m}$  der Beheizung hinderlich sind. Ebenso ist es einleuchtend, daß auch in kleinen und dementsprechend schmalen Zimmern die Fenster- und Deckenhöhen unter ein gewisses Maß aus Rücksicht für den kubischen Inhalt

und den ästhetischen Eindruck nicht gehen können. Deshalb ist es berechtigt, wenn für Schulzimmer z. B. in Österreich nur eine Höhendifferenz von 3·8 — 4·5 *m* zugelassen wird.

Ist daher für eine große Schülerzahl eine Vermehrung des kubischen Inhaltes notwendig, so muß dieser auf Kosten des Flächenraumes geschaffen werden.

Durch eine einfache Berechnung läßt sich jedoch nachweisen, daß bei einer Höhe von 4·2 *m*, einer Länge von 10 *m* und einer Breite von 7 *m* für die gesetzlich maximal zulässige Zahl von 80 Schülern in einer Volksschulklasse wohl der nötige Flächenraum, aber nicht der kubische Inhalt erreicht wird.

Nehmen wir an, daß von der 10 *m* betragenden Länge des Schulzimmers 2 *m* auf den Raum vor den Bänken, für das Podium, das Lehrerpult, einen kleinen Waschapparat und die Tafel entfallen, daß ferner an der rechten Längswand ein Gang von 1·2 *m*, an der linken und an der rückwärtigen Wand Gänge von je 0·5 *m* Breite und ein den letzteren gleich breiter Gang zwischen den in zwei Reihen aufgestellten Bänken belassen werde. Die Länge eines Banksitzes soll als Mittel aus den bei verschiedenen Körpergrößen erprobten Sitzmaßen mit 0·6 *m*, die Sitztiefe mit 0·75 *m* angenommen werden. Es entsprechen diese Sitze Schülergrößen von ungefähr 145 *cm*. Der Flächenraum eines Banksitzes beträgt dann 0·45 *m*<sup>2</sup>. Zur Plazierung der 80 Schüler sollen 2 Bankreihen à 10 Bänken mit je 4 Sitzen als verwendet angenommen werden.

In der Längsrichtung haben wir 10 Bankreihen = 10 · 0·75 *m* = . . . . . 7·5 *m*  
 Breite des vorderen und hinteren Ganges . . . . . 2·5 *m*  
 Gesamtlänge . . . . . 10·0 *m*

In der Breitenrichtung erhalten wir von links nach rechts:

Linker Seitengang . . . . .	0·5 m
Linke Bankreihe mit 4 Sitzen à 0·6 m =	2·4 m
Mittelgang . . . . .	0·5 m
Rechte Bankreihe mit 4 Sitzen à 0·6 m	2·4 m
Rechter Seitengang . . . . .	1·2 m
Gesamtbreite . . . . .	<u>7·0 m</u>

Die Mitte der am weitesten nach rechts gelegenen Schülerpulte ist dann von den Fenstern 5·5 m entfernt, es fällt also hier das Licht unter einem Winkel von 30° auf, wenn wir eine Fensterhöhe mit 3·2 m und die Fensterunterkante 4 m über dem Fußboden annehmen.

Der Flächeninhalt des Zimmers = . . . 70·0 m<sup>2</sup>

Die Sitzfläche für 80 Schüler = 0·45 m<sup>2</sup> × 80 = 36·0 m<sup>2</sup>

Der Flächeninhalt der Längsgänge = 2·2 m × 7·5 m = 16·5 m<sup>2</sup>

„ „ „ Quergänge = 2·5 m × 7 m = 17·5 m<sup>2</sup>

Mithin würde der vorhandene Flächenraum des Zimmers für die Anzahl von 80 Schülern gerade genügen.

Wie verhält es sich jedoch mit dem Luftkubus?

Von den 294 m<sup>3</sup> entfallen bei 80 Schülern und einem Lehrer auf eine Person 3·63 m<sup>3</sup>.

Soll der Kohlensäuregehalt der Zimmerluft nicht 1 pro mille übersteigen, so müßte, wenn wir die stündliche Kohlensäureausatmung eines Schülers mittlerer Größe mit 10 Litern berechnen, bei obigem, auf einen Schüler entfallenden Luftkubus mehr als viermal per Stunde die Luft im Zimmer erneuert werden, da selbst bei einem viermaligen Wechsel die Kohlensäuremenge noch 1·1<sup>0</sup>/<sub>00</sub> der Raumluft einnehmen würde.

Ein solcher häufiger Luftwechsel ist wohl mit künstlichen Ventilationsanlagen zu erreichen, aber er erzeugt bereits schädlichen Luftzug.

(Das Nähere darüber siehe „Ventilation“.)

Bei  $6 m^3$  Luftraum pro Schüler und zweimaliger Lufterneuerung pro Stunde beträgt noch immer der Kohlensäuregehalt  $1.23 \text{ ‰}$ , bei  $5 m^3$  und dreimaligem Luftwechsel  $1.07 \text{ ‰}$ .

Da es der Kosten wegen leichter durchführbar ist, eine Ventilationsanlage mit der letzten Ventilationsgröße zu schaffen als mit dem für einen Schüler erforderlichen Luftkubus zu steigen, der, wie wir gesehen haben, zum größten Teile durch Vermehrung der Grundfläche geschaffen werden müßte, so ließe sich am ehesten der Luftkubus von  $5 m^3$  als Einheit für einen Schüler mittlerer Größe annehmen.

In diesem Falle würde das Schulzimmer mit den oben angegebenen Maßen für 57 Schüler und 1 Lehrer genügen. In höheren Klassen muß der bedeutenderen Exhalationsgröße entsprechend die Schülerzahl eine kleinere sein.

Wir können daher sagen, daß die aus pädagogischen Gründen geforderte Maximalzahl von 50 Schülern in einer Volksschulklasse durch die angeführte Berechnung eine sehr wesentliche und dringende Unterstützung erhält.

Die Eingangstür soll  $1 m$  in ihrer lichten Weite und mindestens  $2 m$  in ihrer lichten Höhe haben und ist am besten in der den Fenstern gegenüberliegenden Wand zwischen der vordersten Schulbankreihe und der Kathederwand anzubringen. Die Türe ist in eine Nische zu legen, muß sich nach außen öffnen lassen und darf dabei nicht über die Nische hinausragen.

## 2. Der Zeichensaal.

Auch der Zeichensaal ist bei linksseitiger Beleuchtung ein Langsaal, dessen Längenausdehnung jedoch nicht wie beim Lehrzimmer auf  $10 m$  beschränkt ist. Doch

ist zu beachten, daß bei zu langen Sälen auch die Beleuchtung ungünstig wird. Für die Aufstellung der Zeichentische ist das Vorhandensein einer etwas stärkeren Beleuchtung maßgebend, als sie für die Tischplatten in Lehrzimmern gefordert wird. Hohe, breite Fenster sind daher notwendig, um den Saal auch in einer entsprechenden Breite benützen zu können. Die Fenster sollen, wenn nur möglich, an der Nordseite liegen.

Viel günstiger stellen sich die Verhältnisse für die Größe und die Form des Saales bei Oberlicht, da bei diesem namentlich die Breitenausdehnung keine Beschränkung erfährt.

Daraus resultiert der Vorteil einer Verlegung des Zeichensaales unter das Dach oder die Unterbringung desselben in einem ebenerdigen Anbaue.

Der auf einen Schüler entfallende Flächenraum muß im Zeichensaale viel größer sein als im Lehrzimmer, etwa  $1,5 m^2$ , da schon die Zeichentische bedeutendere Dimensionen aufweisen als die Tischplatten der im Lehrzimmer. Letztere haben eine mittlere Breite von  $45 cm$ , erstere besitzen Breiten von  $60—80 cm$ .

### 3. Der Lehrsaal für Physik und Chemie.

Die nach dem Lehrplane für Volksschulen vorzuführenden Demonstrationen und Experimente in den obigen Lehrgegenständen können in den Lehrzimmern erfolgen und dürfte in diesen Schulen ein den vorgeschriebenen Lehrmittelsammlungen entsprechender Raum mit der Bezeichnung „physikalisch-chemisches Kabinett“ genügen. Eine Trennung der beiden Lehrmittelsammlungen auf dieser Lehrstufe ist nicht dringend notwendig.

In den höheren Schulgattungen ist ein eigener Lehrsaal für Naturlehre unerlässlich. Die Ausstattung und Größe

dieses Raumes sowie der dazu gehörigen Nebenräume als: physikalisches Kabinett, Kabinett für chemische Lehrmittel, chemisches Laboratorium, richten sich nach der Unterrichtsstufe dieser Gegenstände in der betreffenden Schule sowie auch zum Teile nach der Schülerzahl. Von diesen Momenten wird es auch abhängen, ob es sich als empfehlenswert herausstellt, das Lehrzimmer gemeinsam für beide Gegenstände zu benützen oder für jeden einzelnen getrennte Lehrsäle mit Nebenräumen zu schaffen.

Der auf einen Schüler entfallende Flächenraum in diesem Lehrzimmer ist mindestens so groß als im Zeichensaale zu bemessen.

Die Beleuchtung muß eine möglichst reichliche sein und kann auch von den zwei gegenüberliegenden Langseiten aus erfolgen. Das Seitenlicht hat hier gegenüber dem Oberlichte den Vorteil, eine bei Experimenten erforderliche Verdunkelung leichter bewerkstelligen zu können, ebenso gestattet es die Anbringung seitlicher kreisförmiger und spaltförmiger Lichteinlässe von beliebiger Größe.

Gegen die in manchen Schulen übliche Aufstellung der Kasten für physikalische Lehrmittel im physikalischen Lehrsäle läßt sich, sofern genügender Raum hiefür vorhanden ist, nichts einwenden. Sie hat den Vorteil, daß die Schüler diese Lehrmittel öfter sehen.

Chemikalien dürfen aber niemals in diesem Raume untergebracht werden.

#### 4. Der Turnsaal.

Der hohe Wert des Turnunterrichtes in physischer und geistiger Beziehung hat dazu geführt, denselben nicht mehr wie früher als stiefmütterlich behandeltes Anhängsel des allgemeinen Unterrichtes als sogenannten „unobligaten Gegenstand“ zu betrachten.

Dementsprechend fordern die gesetzlichen Bestimmungen über Schulbauten fast ausnahmslos für jede Schule einen heizbaren Turnraum und einen Turnplatz.

Wenn möglich, sollen diese nahe nebeneinander liegen, um die Übertragung der Turngeräte zu erleichtern.

In manchen Städten haben einige Schulen zusammen eine Turnhalle. Billiger ist wohl dieser Modus, erschwert jedoch bei Aufstellung der Stundenpläne wesentlich die Durchführung der Forderung, auf Stunden größerer, solche minderer Denkanstrengung folgen zu lassen.

Übrigens läßt sich der Turnsaal auch als Festsaal verwenden und es ist wohl leichter auf einen eigenen Raum für letzteren, als für ersteren im Schulgebäude zu verzichten. Ob der Turnsaal im Schulhause selbst oder in einem Anbaue desselben unterzubringen ist, hängt meist von der Größe des verfügbaren Bauplatzes ab.

Wo es nur irgendwie angeht, entschieße man sich zu einem eigenen Baue für den Turnsaal, schon aus dem Grunde, weil der Turnunterricht mit stärkerem Geräusche verbunden ist. Um Erkältungen zu verhüten, ist es dann empfehlenswert, vom Schulgebäude aus zum Turnsaal einen gedeckten Gang zu führen. Bei der Flächenberechnung des Saales können  $3-4 m^2$  pro Schüler angenommen werden; die Höhe soll  $5-9 m$  betragen.

Das Verhältnis der Länge zur Breite wird gewöhnlich wie  $3 : 2$  oder  $5 : 3$  angenommen.

Das Tageslicht kann entweder durch ein Glasdach oder durch längs der beiden Langseiten angebrachte große hohe Fenster einfallen, die nur durch schmale Mauerpfeiler getrennt sind. Die unteren Fensterkanten sollen gegen  $2 m$  über dem Fußboden liegen.

Dieser besteht am besten aus guten festgefügt Dielen oder aus solchem mit Linoleumbelag. Im ersteren

Falle wird er mit heißem Leinöl getränkt oder auch mit Stauböl bestrichen. Parkettböden sind ebenfalls gut, doch dürfen sie nicht gewichst werden.

Alle anderen Fußböden sind für Turnsäle mehr oder minder ungeeignet.

Wird der untere Teil der Wandungen mit Holzverschalung versehen, so muß dieselbe einen dichten Anschluß haben, um der Staubansammlung an der rückwärtigen Seite vorzubeugen.

In der nächsten Nähe des Turnsaales müssen Garderoben, Waschvorrichtungen und Aborte vorhanden sein. Ein Zimmer für erste Hilfeleistung mit der nötigen Einrichtung, das in keiner Schule fehlen sollte, ist auch am besten in der Nähe des Turnsaales situiert. Ferner ist ein entsprechend großer Geräteraum notwendig.

Wird für den Turnsaal ein eigener Anbau aufgeführt, so sind in diesem alle die genannten Nebenräume wie auch ein Zimmer für den Turnlehrer unterzubringen.

Die Decke kann gerade oder auch gewölbt sein.

Galerien für Zuschauer bei den üblichen festlichen Produktionen, dem sogenannten Schauturnen, sind sehr empfehlenswert und können leicht oberhalb der an beiden Enden des Turnsaales befindlichen Nebenräume angebracht werden.

### 5. Der Gesangsaal.

Ein eigener Gesangsaal ist deshalb zu fordern, weil beim Singen ein größerer Luftraum zur Verfügung stehen soll als wir ihn selbst in noch entsprechenden Klassenzimmern finden und überdies der Gesang in einer Klasse den Unterricht in den angrenzenden Räumen stört.

Der Verwendung des Turnsaales oder des Festsaales als Gesangsaal soll nicht widersprochen werden, sofern, namentlich im ersteren, die Akustik nicht eine ungünstige ist.

In Lehrerbildungsanstalten und anderen Schulen, in denen nicht nur Gesang-, sondern auch Musikunterricht stattfindet, ist selbstverständlich ein eigener Gesang- und Musiksaal nicht zu umgehen. Aus diesem Grunde finden wir auch ausnahmslos einen solchen in Internaten.

Am günstigsten ist der Gesangsaal im obersten Stockwerke situiert.

#### 6. Der Festsaal.

Das Schulgebäude darf weder von außen noch innen den Eindruck eines Mietshauses machen, woselbst mit jedem Fleckchen gegeizt wird. Die Schule soll auch ihrer hohen Bedeutung entsprechend repräsentieren können. Dies kann ohne architektonische Übertreibungen und ohne Raumverschwendung erreicht werden, wie wir es bei vielen neueren städtischen Schulbauten und auch bei solchen auf dem Lande sehen.

Das Gebäude selbst, seine Räume und deren Ausstattung sollen auf die Schüler ästhetisch wirken.

Gewisse Gedenktage, wie Geburts- und Namensfeste des Landesfürsten, Schulanfang und Schulende müssen ihrer Bedeutung entsprechend gemeinsam von Lehrern und Schülern feierlich begangen werden. Zu diesem Zwecke, aber auch bei manchen anderen Gelegenheiten ist das Vorhandensein eines großen, einfach, aber würdig ausgestatteten Raumes notwendig.

Von diesen Gesichtspunkten aus betrachtet, stellt sich die Forderung nach einem Festsaale nicht als Luxus dar.

Der Flächenraum desselben richtet sich natürlich nach Schulfrequenz und Schulgattung, wobei etwa  $0.5-0.6 m^2$  auf die Schülereinheit zu entfallen haben. Das unter „Turnsaal“ angegebene Verhältnis von Länge und Breite kann auch hier Geltung haben.

Ob an einer oder zwei Langseiten den Raumverhältnissen entsprechend große Fenster vorhanden sind, ist nur dann von Belang, wenn der Festsaal noch zu anderen Zwecken dienen sollte.

Vom hygienischen Standpunkte aus kann nichts dagegen eingewendet werden, wenn, wie dies in Schulen mit beschränktem Raume geschieht, der Turnsaal oder Zeichensaal als Festsaal benützt wird, oder anstoßende Arbeitsräume mit verschiebbaren Zwischenwänden zeitweilig in einen solchen umgewandelt werden.

Situiert ist ein eigener Festraum am besten im obersten Geschosse an einem Ende der Langseite des Gebäudes oder eines Gebäudeflügels, weil dadurch die Grundrißanordnung am wenigsten gestört wird.

### 7. Garderoben.

Als Garderoben werden fast ausschließlich Teile der vor den Klassenzimmern liegenden Korridore verwendet. Es wird zu diesem Behufe die Wand bis zu einer Höhe von  $1.5-2 m$  mit wasserdichter Leinwand oder mit Holz verkleidet und darüber werden Holzlatten mit Haken angebracht. Jedem Schüler ist ein numerierter Haken zuzuweisen. Für Schirme befinden sich am unteren Teile der Wand klappbare Schließen in welche die Schirmstöcke hineingesteckt werden, während die Spitzen derselben in verzinnte Blechrinnen zu stehen kommen, die längs der unteren Wandenden angebracht sind.

Für die Durchlüftung und Trocknung der Kleider ist es jedoch besser, von der Wand abstehende, zweiseitig zu benützende Kleidergerüste aufzustellen.

Gelegentlich der Besprechung der Korridore wurde darauf hingewiesen, daß diese bei Benützung als Garderoben eine größere Breite haben müssen. Um Erkältungen beim Aus- und Anziehen vorzubeugen, sind die Korridore mit Heizvorrichtungen zu versehen, aber auch aus dem Grunde, weil im Winter die Schüler sich daselbst in den Zwischenpausen aufhalten.

Vor den Fenstern dürfen Kleidergerüste nicht aufgestellt werden.

Sehr praktisch für die Schaffung eigener Garderobräume ist die Vertiefung der Korridore in etwa 2 m breite Zwischenräume zwischen je zwei Klassen.

Daß von diesen Korridornischen Türen direkt in die Klassenzimmer führen, halte ich nicht für angezeigt, weil erstens diese Türen dann an den Breitseiten der Zimmer liegen und zweitens durch sie auch Teile des Garderoberaumes weggenommen werden.

Ist der Korridor im Winter geheizt, so hat der geringe Umweg von der am Hauptkorridor liegenden Türe bis zum Garderobekorridor nichts zu bedeuten.

Die für den Turnsaal nötigen Garderobräume erhalten ihren Eingang am günstigsten vom Saale aus.

Immer muß jedoch für genügende Luftzufuhr und Licht in solchen Räumen vorgesorgt sein.

In manchen gewerblichen Betrieben stehen heute Garderobräume in Verwendung, in welchen die Überkleider mittels Rollen gegen die Decke gezogen werden, dort freihängen und durch Ventilationsvorrichtung gelüftet

werden. Diese Methode ist entschieden die hygienisch beste, doch dürfte ihre Einführung in Schulen kaum möglich sein.

---

Über die sub 8, 9 und 10 angeführten Räume für Lehrmittelsammlungen, Lehrerzimmer, Sprechzimmer, Konferenzzimmer und Amtsräume ist in hygienischer Beziehung nichts zu erwähnen. Ihre Notwendigkeit, Zahl und Größe richtet sich nach der Größe und Gattung der Schule.

---

### **11. Besondere Aufenthaltsräume für Schüler.**

Solche sind namentlich für Schüler notwendig, die während der Zeit zwischen Vormittags- und Nachmittagsunterricht der großen Entfernung wegen nicht nach Hause gehen können.

Dort, wo solche Verhältnisse vorhanden sind, oder arme Kinder, namentlich in den Wintermonaten, zu Hause kein Mittagessen finden, sollte von amtswegen für die Verköstigung vorgesorgt werden und die nötigen Räume in der Schule dafür vorhanden sein.

### **12. Wohnungen.**

Im Prinzipie wäre zu fordern, daß innerhalb des Schulhauptgebäudes Wohnungen nicht untergebracht werden. Dafür spricht schon vor allem die Gefahr der Ausbreitung infektiöser Erkrankungen von diesen aus.

Andererseits ist es untunlich, das Schulgebäude ohne ständige Beaufsichtigung für Sicherheit und Ordnung zu belassen und daraus ergibt sich die Notwendigkeit, wenigstens eine Wohnung, und zwar die des Schuldieners, in das Schulgebäude zu verlegen.

In kleineren Schulen, namentlich auf dem Lande, die keinen Schuldiener haben, muß die Lehrerwohnung im Schulgebäude liegen, zumal aus Rücksichten für die Bau- und Instandhaltungskosten es schwer zu erreichen ist, ein eigenes Wohngebäude für den Lehrer zu errichten.

Die Wohnung des Schuldieners soll unbedingt in der Nähe des Haupteinganges sich befinden, damit jener den Verkehr von und zu der Schule überwachen kann und von fremden Personen, die Auskunft wünschen, leicht aufgefunden werde.

Diese und jede andere im Schulgebäude gelegene Wohnung ist aber von den Schulräumen streng zu separieren, erhält eigenen Eingang und eigenen Korridor. In den bauhygienischen Bestimmungen z. B. für das Kronland Mähren und auch in denen der meisten andern Länder wird gefordert, daß die Wohnung keine direkte Verbindung mit Lehrzimmern haben dürfe, höchstens ist eine Verbindungstür zwischen Wohn- und Schulkorridor gestattet.

Liegt eine Schulwohnung in einem der oberen Geschosse, so hat der Zugang von einer eigenen Treppe aus zu erfolgen.

Unter- und oberhalb der Lehrzimmer sollen keine Wohnungen liegen und wenn sich dies nicht vermeiden ließe, so müssen besonders gute Zwischendecken angebracht werden.

Schulwohnungen sollen selbstverständlich allen an eine Wohnung gestellten hygienischen Anforderungen entsprechen und es darf bei ihnen, um die größte Reinhaltung zu ermöglichen, nicht an Raum gespart werden.

### 13. Ärztliches Untersuchungszimmer, zugleich Zimmer für die erste Hilfeleistung.

In Schulen, die einen Schularzt haben, ergibt sich von selbst das Bedürfnis nach einem eigenen Untersuchungszimmer. Denn abgesehen davon, daß Untersuchungen der Schüler, bei denen sich dieselben entkleiden müssen, aus Rücksichten für das Schamgefühl nicht vor den anderen vorgenommen werden sollen, erfordern manche derselben, wie z. B. Augenspiegeluntersuchungen, einen Raum, der verdunkelt oder in dem wenigstens eine dunkle Zelle hergerichtet werden kann, nebst einer Vorrichtung zum Aufstellen der Lampe.

Jedoch auch Schulen, die keinen Schularzt haben, bedürfen eines eigenen Zimmers, in dem sich die nötigen Requisiten für die erste Hilfeleistung bei den so häufig vorkommenden mehr oder minder bedeutenden Verletzungen und plötzlichen Erkrankungen der Schüler befinden, und woselbst die Durchführung dieser Hilfeleistung ungestörter und besser erfolgt als z. B. im Turnsaale oder im Klassenzimmer. Den kleinen Weg von diesen Räumen zum „Rettungszimmer“, wie man vielleicht auch passend diesen Raum nennen könnte, wenn er nicht, wie oben erwähnt, auch als ärztliches Untersuchungszimmer dient, in welchem Falle die letztere Bezeichnung zu wählen wäre, kann in den meisten Fällen von den Verletzten oder plötzlich Erkrankten selbst zurückgelegt werden, zumindest unterliegt es keinen besondern Schwierigkeiten, sie dorthin zu bringen.

Aber auch dann, wenn es sich als unumgänglich notwendig herausstellen sollte, einen Verband am Orte, wo die Verletzung erfolgte, anzulegen oder einen Ohn-

mächtigen vorderhand nicht zu transportieren, können die Kranken nachher in das Rettungszimmer gebracht werden, um sich dortselbst soweit zu erholen, bis man sie entweder nach Hause oder in vielen Fällen leichteren Unwohlseins, Blutens aus der Nase, kurz dauernder Zahnschmerzen, ebenso nach leichten Verletzungen zum Unterrichte wieder gehen lassen kann. Auf diese Weise wird der Unterricht der Mitschüler am wenigsten gestört und verlieren auch oft die Erkrankten oder Verletzten nicht unnötigerweise Unterrichtsstunden.

Der besprochene Raum wird am besten im Erdgeschosse in der Nähe des Turnsaales untergebracht. Bei eigenen Turnsaalgebäuden kommt er in diese zu liegen. Dient er als ärztliches Untersuchungszimmer, so soll er einen Vorraum als Warteraum erhalten.

Der Form nach ist er in diesem Falle am besten quadratisch mit 6 m Seitenlänge, sonst muß er diese Dimension zumindest von der Fensterwand aus zur gegenüberliegenden Wand gerechnet haben, da man bei Augenuntersuchungen eine solche Distanz benötigt.

Die Einrichtung könnte folgende sein:

1. Eine Chaise longue mit verstellbarem Kopfgestell. Dieselbe muß frei von der Wand aufgestellt sein.

2. Ein kleiner Verbandtisch mit Irrigatorgestell. Auf der oberen Platte des Verbandtischchens 2 kleine Tassen aus Glas oder Steingut für Tupfer und Instrumente und ein Tiegel mit Vaseline. Auf der unteren Platte eine Flasche mit 2<sup>o</sup>/<sub>o</sub> Karbollösung, eine Flasche mit Sublimatlösung 1:2000 und eine Eiterschale.

3. Ein Rettungskasten.

4. Ein Schreibtisch.

5. Ein Waschtisch.

6. Einige Stühle.

An den Fenstern sind Läden und an einer Wand, entsprechend der Höhe des Kopfes eines sitzenden Schülers Wandbretter anzubringen, auf denen die Augenuntersuchungslampe aufgestellt wird.

Der Inhalt des Rettungskastens besteht aus:

1. Verbandstofftypen, das sind Päckchen von verschiedener Größe, die alles in luftdichter Verpackung enthalten, was zu einem Verbandsverbande notwendig ist. Man bekommt auch solche schon mit der Bezeichnung „Fußverband“, „Armverband“ etc. zu kaufen.

Dadurch wird verhütet, daß das Verbandmaterial verstaubt, infiziert und daher eigentlich unbrauchbar gemacht wird. Nur darf ein einmal geöffnetes Päckchen nicht später benützt werden.

2. Dreieckigen Tüchern. 3. Kompressen. 4. Einigen Mullbinden. 5. Sicherheitsnadeln. 6. Holzwolle. 7. Einer Verbandschere. 8. Einem Schnitzer. 9. Einer elastischen Binde. 10. Mehreren geformten und ausgefüllten Schienen.

Von Medikamenten wären vorbereitet zu halten: Hoffmannsche Tropfen, Kalium hypermanganicum, Natrium hydrocarbon., Lysol.

Am Waschtische müssen Seife, 3% Lysollösung, eine Bürste zur Reinigung der Hände und Handtücher vorhanden sein.

Diese Ausstattung des Zimmers stellt natürlich nur ein Schema dar, das nach lokalen Bedürfnissen eingeeignet oder erweitert werden kann.

Die Schlüssel zum Zimmer und Rettungskasten müssen gut verwahrt und stets rasch auffindbar sein.

Die erste Hilfe ist von den Lehrern zu leisten, die in den Pädagogien darin auszubilden sind.

Daß der Kranke oder Verletzte, von ganz leichten Fällen abgesehen, möglichst bald der ärztlichen Be-

handlung zuzuführen ist, ist selbstverständlich und wird ja bei dem Unterrichte über erste Hilfe immer scharf eingeprägt.

#### **14. Zimmer für Handarbeitsunterricht in den Mädchenschulen.**

Diese Zimmer können von zwei gegenüberliegenden Seiten einfallendes Licht haben. Die Lehrzimmerbänke passen für diesen Unterricht nicht, sondern viel besser Sessel mit Einzeltischen.

### **Beleuchtung.**

Wir besitzen bisher nur ein Licht, das allen idealen Forderungen, die wir an eine Beleuchtungsquelle stellen, vollauf zu entsprechen vermag, nämlich das Tageslicht. Die Bezeichnung desselben als „natürliches Licht“ entspricht daher ebensogut seiner Provenienz als seiner Wirkung.

Dagegen haftet jeder „künstlichen Lichtart“ eine mehr oder minder große Summe von Fehlern an, die sie teils vom hygienischen Standpunkte aus, teils infolge hoher Beschaffungskosten nichts weniger als „ideal“ erscheinen lassen.

In den Schulräumen kommt glücklicherweise das Tageslicht fast allein oder nahezu allein zur Verwendung. Nur an trüben Wintertagen ist es morgens und nachmittags nötig, die Räume künstlich zu beleuchten. An Hochschulen und Fachschulen bestehen allerdings diesbezüglich andere Verhältnisse.

Unsere Betrachtungen über Beleuchtung wollen wir daher zunächst nur mit Rücksicht auf die

### **Tagesbeleuchtung**

beginnen.

Die allgemeine Forderung, die wir selbst in manchen gesetzlichen Bestimmungen noch finden, das Lehrzimmer solle ein gutes Tageslicht haben, genügt vielleicht be-

züglich der Einwirkung des Lichtes auf das Allgemeinbefinden. Wir wissen, daß das Sonnenlicht den Stoffwechsel wesentlich beeinflusst, und zwar sowohl durch direkte Reizwirkung auf das Protoplasma, als auch indirekt, indem wir infolge anhaltenden, trüben Wetters bei vielen Menschen Verdauungsstörungen und nervöse Affektionen beobachten können. Ferner sei auch auf die Entwicklungshemmung zahlreicher Mikroorganismenarten durch Belichtung hingewiesen.

Für den Grad der Helligkeit, der an jedem Arbeitsplatze vorhanden sein muß, um ohne Schädigung des Auges stundenlang dortselbst zeichnen, schreiben oder lesen zu können, ist eine solche Bestimmung ungenügend.

Als Einheit für die Helligkeit wird bekanntlich die Meterkerze angenommen (*MK*), d. h. jene Helligkeit, die eine weiße Fläche besitzt, welche in einem Meter Entfernung von einer Normalkerze beleuchtet wird.

Die letztere ist eine Stearinkerze vom Schmelzpunkte  $55^{\circ}$  C, einem Durchmesser von 22 mm und einer Flammenhöhe von 20 mm. Dieselbe Lichtstärke hat auch das Hefnerlicht, das ist eine in reiner Luft brennende Amylacetatflamme von 40 mm Flammenhöhe.

Mit den in verschiedenen Ländern außerdem gebräuchlichen Lichteinheiten verglichen ist:

1 Normalkerze = 1.224 deutschen Vereinskerzen  
= 1.12 englischen Parlamentskerzen = 0.1 bec Carcel.

H. Cohn hat nun auf Grund zahlreicher Helligkeitsmessungen gefunden, daß eine Helligkeit von mindestens 10 Meterkerzen die unterste zulässige Grenze für einen Arbeitsplatz ist.

Die Methoden, die zur Ermittlung der Helligkeit eines Platzes angewendet werden, sind teils direkte, teils indirekte.

Die unbestritten beste Art dieser Messungen ist die mit dem Weberschen Photometer. Die Beschreibung desselben wird als aus dem physikalischen Unterrichte herrührend bekannt vorausgesetzt.

Mit dem Photometer sind wir allein imstande, die Helligkeit des Platzes zahlenmäßig anzugeben.

Der Lichtprüfer von Cohn besteht aus einem Satze grauer Gläser mit bekannter Absorptionsgröße. Nach der Anzahl von solchen Gläsern, die hintereinander eingeschoben werden können, ohne daß die Lesbarkeit einer in bestimmter Distanz angebrachten Kleinschrift aufhört, wird die Helligkeit als genügend oder ungenügend bezeichnet.

Die Helligkeitsuntersuchung eines Platzes mit Snellenschrift beruht darauf, daß von einem normal seh-scharfen Auge Buchstaben unter einem Schwinkel von 5' deutlich wahrgenommen werden. Für die verschieden großen Typen der Snellenschrift sind die Distanzen, in welchen jene noch gelesen werden müssen, in Metern angegeben. Nimmt die Helligkeit im Raume ab, dann ist auch für Zeichen, die unter dem oben angegebenen Schwinkel in der Netzhaut sich abbilden, das Erkennungsvermögen herabgesetzt. Besitzt das untersuchende Auge nicht die normale Sehschärfe, dann muß der dabei ermittelte Helligkeitsbefund erst eine Korrektur erfahren. Die Snellentafeln bieten ein sehr einfaches Orientierungsmittel, um zu wissen, ob z. B. an trüben Tagen die Helligkeit im Schulzimmer nicht so weit gesunken ist, daß das Lesen und Schreiben die Augen zu sehr anstrengt. Werden nämlich an solchen im Zimmer aufgehängten Tafeln von normalen Augen die Schriften in den dabei angegebenen Distanzen nicht mehr deutlich gesehen, so ist dies eine Aufforderung an den Lehrer,

die Beschäftigung dementsprechend zu ändern oder für künstliche Beleuchtung zu sorgen.

Im Gegensatz zu diesen bisher besprochenen Messungsmethoden, die wir als direkte bezeichnen wollen, weil durch sie die ganze an dem Arbeitsplatze vorhandene Helligkeit entweder in objektiver Weise wie durch das Photometer oder in subjektiver Weise wie durch die Snellenschrift ermittelt wird, stehen die Hellig-

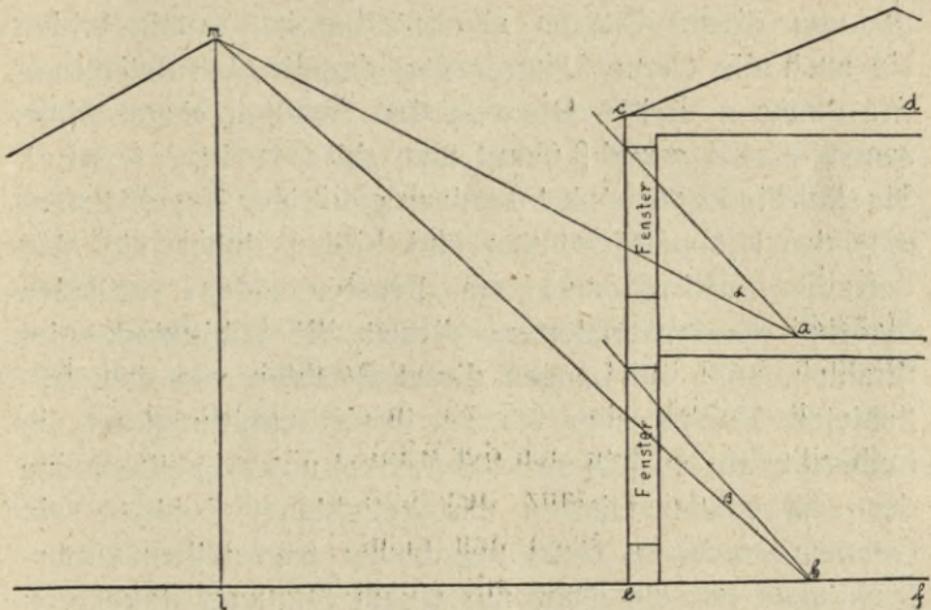


Fig. 2.

keitsmessungen mittels des Öffnungs- und Einfallswinkels nach Foerster und mit Hilfe des Raumwinkelmessers nach Weber.

Sie ergeben immer nur einen annähernden Wert für die Helligkeit, weil sie nur jenen Grad derselben berücksichtigen, die der Raum oder Platz durch direkte Belichtung von Seite des Himmelsgewölbes erhält, dagegen den Teil der Helligkeit unberücksichtigt lassen, welchen das von den umgebenden Objekten reflektierte Licht erzeugt.

*Lm* und *cdef* seien Längsprofile gegenüberliegender Häuser. Ziehe ich von den Punkten *a* und *b*, die Plätze in übereinander liegenden Zimmern darstellen, je einen Strahl durch die Unterkanten der oberen Fensterumrahmungen und dann je einen Strahl in den Verbindungsgeraden zum höchstliegenden Punkte des gegenüberliegenden Hauses, so schließen diese Strahlen in einer Ebene denjenigen Teil des Himmelsgewölbes ein, der von diesen Plätzen aus sichtbar ist, mithin bilden sie auch die ebene Umgrenzung der direkten Belichtung der Plätze *a* und *b*. Die von den Strahlen eingeschlossenen Winkel  $\alpha$  und  $\beta$  nennt man die Öffnungswinkel. Sie sind die Zentriwinkel der dazu gehörigen Kugelflächenteile des Himmelsgewölbes und bilden daher ein Maß derselben. Bringt man am Fenster einen vertikalen Maßstab an, und visiert an diesem die Schittpunkte der Strahlen, mißt die Längen dieser Strahlen von dem belichteten Punkte aus bis zu ihren Schnittpunkten am Maßstabe ab, so läßt sich der Winkel unter Zuhilfenahme der senkrechten Distanz des belichteten Punktes vom Fenster berechnen. Nach den bisher angestellten Untersuchungen hat ein Platz mit einem Öffnungswinkel von  $5^{\circ}$  eine brauchbare Helligkeit.

Aus dieser Darstellung ist es ersichtlich, daß der Öffnungswinkel umso größer ist, je weiter ein gegenüberliegendes Gebäude absteht und je niedriger es ist, daß die gleichliegenden Stellen der Zimmer in den untern Geschossen eine viel geringere direkte Belichtung als die der oberen haben. Ebenso ist es ersichtlich, daß die Höhenlage der oberen Fensterumrahmung auf die Beleuchtung einen wesentlichen Einfluß hat, daher diese Umrahmung möglichst gegen die Decke gerückt werden soll.

Die Gebäudehöhe sollte nicht mehr als zwei Drittel der Straßenbreite betragen, doch wird meist auf das Verhältnis von  $h:b = 1:1$  und noch weiter zu Ungunsten der Straßenbreiten hinuntergegangen.

In diesen letzteren Fällen sollten Schulgebäude von der Straßenflucht nach innen gerückt werden. Doch ist wieder zu bedenken, daß die zu beiden Seiten nun vorstehenden Gebäude einen Teil des Lichtes wegnehmen. Ein weißer Anstrich der um- und gegenüberliegenden Baulichkeiten vermag noch da einigermaßen durch reichliches indirektes Licht Abhilfe zu schaffen.

Die Lichtmessung mittels des Öffnungswinkels hat deshalb einen besonderen Wert, weil mit dieser Methode schon im Bauplane die Belichtung der Räume wenigstens annähernd bestimmt werden kann, indem man ein genaues Längsprofil des Hauses, die Straßenbreite und die Höhe der gegenüberliegenden Bauten einzeichnet. Steht das Schulhaus auf einem noch sonst freien Platze, so läßt sich auch durch solche Messungen nachweisen, wie weit die Nachbargebäude mit Rücksicht auf ihre zu erreichende Höhe jeweilig werden abstehen müssen.

Ist der Bau beendet, dann müssen die im Bauplane berechneten Helligkeiten der Arbeitsplätze mittels Photometer oder wie später gezeigt werden wird, mit dem Raumwinkelmesser kontrolliert werden.

Es wurde bereits erwähnt, daß die Messung mit dem Öffnungswinkel einer Korrektur durch Hinzurechnung der indirekten Belichtung des Platzes bedarf.

Aber auch dann gibt noch immer dieser Winkel nicht das richtige Maß der Helligkeit, da er uns keinen Aufschluß bietet über die Richtung respektive über den Winkel, unter welchem das Licht auf die Tischplatte auffällt.

Nennen wir  $I$  die Intensität des Lichtes am Fenster und wäre  $i$  die Lichtintensität des Platzes,  $r$  die Entfernung der beiden Objekte (Fenster und Platz), dann ist  $i = \frac{I}{r^2}$ , aber nur in dem Falle, als die Strahlen senkrecht auffallen; für schief einfallende Strahlen  $i = \frac{I}{r^2} \cdot \sin \beta$  (Fig. 3), wobei  $\beta$  den Winkel bedeutet, den der einfallende Strahl mit der Ebene der Tischplatte bildet. Für weiter vom Fenster abstehende Plätze wird der Winkel kleiner als für näher liegende; erreicht er

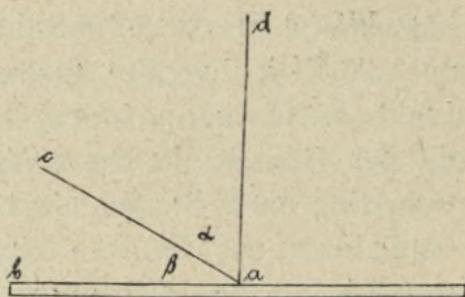


Fig. 3.

den Wert von  $0^\circ$ , d. h. fallen die Strahlen parallel zur Tischplatte auf, dann ist  $i = 0$ . Da jedoch auf den Tisch sehr viele Strahlen mit verschiedenen großen Winkeln auffallen, so wählen wir als Mittel denjenigen Winkel, der von der Halbierungslinie des Öffnungswinkels mit der Ebene der Tischplatte gebildet wird. Dieser Winkel soll mindestens  $28^\circ$  betragen (Einfallswinkel nach Foerster).

Jedoch ist unter diesem Winkel nicht der physikalische Einfallswinkel gemeint, d. h. derjenige, den der Strahl mit dem auf dem Einfallspunkte errichteten Lote bildet, sondern die Ergänzung desselben auf  $90^\circ$ . Ist in Fig. 3  $ac$  der Lichtstrahl,  $ad$  das Einfallslot,  $ba$  die Tischplatte,

so ist  $\beta = 90 - \alpha$ , wobei  $\beta$  der Foerstersche Einfallswinkel ist,  $\alpha$  jedoch der sonst als solcher bezeichnete.

Es ist ersichtlich, daß auch für die Größe dieses Einfallswinkels namentlich die Höhe der oberen Fensterkante maßgebend ist. Je höher diese liegt, umso steiler können die Lichtstrahlen einfallen, umso kleiner ist  $\sphericalangle \alpha$  mithin wächst der  $\sphericalangle \beta$ . Daraus erhellt wieder die schon beim Öffnungswinkel deduzierte Forderung, den oberen Fenstersturz so hoch als möglich zu legen. Ist der innere untere Rand desselben nicht gerade, sondern bogenförmig, so wird ebenfalls die Größe des  $\sphericalangle \beta$  und überdies die Menge der obersten, wie wir sehen, zugleich auch ausschlaggebendsten Lichtstrahlen beeinträchtigt.

Für den Helligkeitsgrad ist es ferner auch nicht gleichgiltig, von welcher Himmelsrichtung und zu welcher Jahres- und Tageszeit die Lichtstrahlen eindringen.

Die von Süden kommenden Strahlen sind zwar sehr steil, haben also einen günstigen Einfallswinkel, dringen aber gerade aus diesem Grunde nicht tief in den Raum ein. Es werden daher bei Belichtung von dieser Himmelsrichtung her die von der Fensterwand entferntesten Plätze, auf denen die Helligkeit ja ohnehin mit dem Quadrate der Entfernung vom Fenster abnimmt, auch noch aus diesem Grunde schlecht beleuchtet. Von Osten und Westen kommende Lichtstrahlen sind wieder in den Morgen- und Abendstunden sehr flach, haben mithin bei zwar großer Eindringungstiefe kleine Einfallswinkel. Strahlen aus dem Norden würden wohl diese Fehler nicht aufweisen, sind jedoch lichtschwach. Daher ist die Situierung einseitiger Fenster nach Südost am passendsten.

Alle Lichtstrahlen, die in der Ebene der Tischplatte einfallen und nochmehr die, welche aus einer

tiefern Lage kommen, haben für die Helligkeit des Arbeitsplatzes keinen Wert, letztere schaden im Gegenteile durch Blendung.

Mithin ist es angezeigt, die Fensterbank und die Tischhöhe in gleiches Niveau zu bringen. Nun wird aber in Schulen die erstere aus dem Grunde mit Vorliebe höher als 80 *cm* gelegt, damit die Schüler keinen Ausblick auf die Gasse haben.

Da aber in diesem Falle eine Summe von Licht abgehalten wird, welches für die Helligkeit der Arbeitsplätze noch wirksam ist, so ist es wohl besser, den untersten Teil des Fensters abzublenden, als mit der Fensterbank hinaufzurücken.

Bisher war nur von den Grenzen der Fenster in vertikaler Richtung die Rede.

Wie es sich mit jenen in horizontaler Richtung verhält, davon soll später gesprochen werden. Vorläufig sei nur Folgendes festgestellt: Je größer die Lichte eines Fensters ist, desto größer ist natürlich die eindringende Lichtmenge, desto größer daher bei sonst gleichbleibendem Einfalls- und Öffnungswinkel die Helligkeit der Plätze.

Sollen mithin die genannten Winkel ein wirkliches Maß für die Helligkeit bilden, so ist dieses an die Voraussetzungen geknüpft, daß die Fenster nicht nur die entsprechende Höhe, sondern auch die nötige Breite haben und durch die zu ihrem Gerüste verwendeten Materialien nicht übermäßig viel Licht abgehalten wird.

Nicht unbeabsichtigt haben wir die Foerstersche Lichtmessung so eingehend besprochen.

Denn soll sie dazu geeignet sein, schon im Bauplane verwendet zu werden, dann ist es unbedingt notwendig zu wissen, daß die durch dieselbe gewonnenen

Winkelmaße nur dann eine brauchbare Helligkeit verbürgen, wenn auf alle Korrekturen dieser Methode Rücksicht genommen wird. Sonst kann es geschehen, daß im fertiggestellten Hause ganz andere Helligkeitsverhältnisse sich herausstellen als die ursprünglich bestimmten.

Mit dem Raumwinkelmesser von Weber (Fig. 4) messen wir die Helligkeit eines Arbeitsplatzes ebenfalls

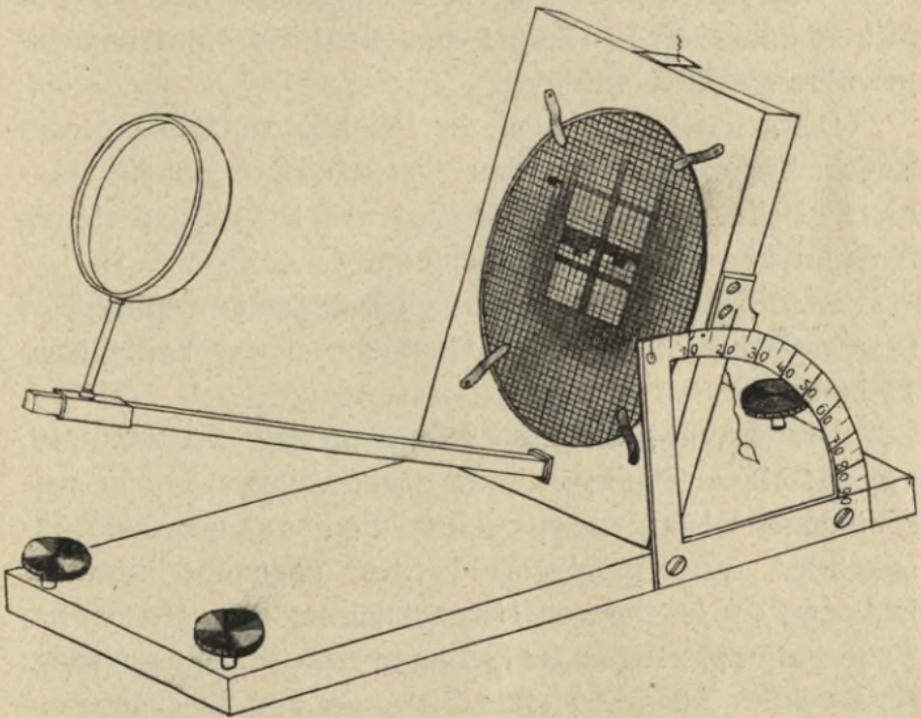


Fig. 4.

nur nach der Größe jenes Stückes vom Himmelsgewölbe, das von diesem Platze aus sichtbar wird, indem wir den Apparat auf der Tischplatte aufstellen und ein umgekehrtes verkleinertes Bild dieses Himmelsstückes entwerfen lassen.

Blicken wir durch ein Fensterstück auf den Himmel, so bilden die Lichtstrahlen, die von der Umgrenzung des sichtbaren Himmelsstückes zu unserem Auge gelangen,

eine Raumfigur, deren Form zwar von den Umgrenzungslinien des Fensterstückes abhängt, die wir aber der Einfachheit halber als Kegel ansehen wollen. Den an der Spitze, also im Auge liegenden Winkel dieses Kegels nennt man den Raumwinkel, der ersichtlich größer oder kleiner wird, je nachdem wir uns dem Fenster nähern oder von diesem entfernen.

Die Spitze des Kegels können wir uns als den Mittelpunkt einer Hohlkugel vorstellen, die vom Himmelsgewölbe gebildet wird.

Denken wir uns, das die sphärische Basis dieses Kegels bildende Stück Himmelsgewölbe in gleiche Quadrate geteilt, so können wir die Anzahl der Quadrate als Maß für den Raumwinkel nehmen.

Als Einheit desselben gilt diejenige sphärische (quadratische) Fläche des Himmels, deren Seitenlänge  $1^\circ$  beträgt.

Der Raumwinkelmesser besitzt eine Sammellinse, die auf einem Papierschirme, gegen welchen sie in verschiedene Distanzen eingestellt werden kann, ein umgekehrtes, verkleinertes Bild des gegenüberliegenden Fensters, des sichtbaren Himmelstückes und der oberen Teile gegenüberstehender Gebäude entwirft. Die genauere Konstruktion des Apparates ist aus der beigegebenen Fig. 4 ersichtlich. Auf dem Meßschirme befindet sich ein aus gleich großen Quadraten gezeichnetes Netz. Jedes Quadrat entspricht einem Raumwinkelgrade oder stellt einen reduzierten Raumwinkelgrad dar. Die dem freien Himmelsstücke entsprechenden Quadrate sind hell. Wird der beim Beginne der Messung zur Tischplatte parallel stehende Schirm derart gedreht, daß das helle Bild gleichmäßig um den Mittelpunkt verteilt ist, dann fallen die Strahlen senkrecht auf und der Winkel, um den diese

Drehung erfolgte, ist der Einfallswinkel, dessen Sinusfunktion bei der Messung des Raumwinkels in Betracht zu ziehen ist. Dieser Winkel kann am Gradbogen direkt abgelesen werden.

Nach zahlreichen, von H. Cohn mit dem Apparate angestellten Untersuchungen wird angenommen, daß ein Platz für Lesen und Schreiben auch noch an sehr trüben Tagen genügende Helligkeit bietet, wenn er bei senkrechtem Einfall der Strahlen 50 Raumwinkelgrade aufweist, weil er dann noch eine Helligkeit von 10 Meterkerzen hat.

Bei Berücksichtigung des Einfallswinkels reduziert sich ein gefundener Raumwinkel von  $n^0$  auf  $n \cdot \sin \alpha$ , d. h. wir müssen die bei senkrechtem Lichteinfall gefundenen Grade mit dem Sinus des Einfallswinkels multiplizieren.

Der Raumwinkelmesser gibt uns ebenfalls nur ein Maß für das direkte Licht. Der damit gewonnene Wert ist daher bei großen Mengen indirekten, d. h. reflektierten Lichtes ungenau, namentlich wenn stark reflektierende Wände vorhanden sind, z. B. hellgelbe.

Ein sehr einfaches und sinnreiches Verfahren zur Lichtmessung hat Wingen vorgeschlagen. Man lege lichtempfindliche Papiere auf die Arbeitsplätze, woselbst sie durch eine gewisse Zeit dem Lichte ausgesetzt sind. Unter diesen Plätzen wurden einige vorher photometrisch gemessen und der Verfärbungsgrad der auf ihnen gelegenen Papiere dient zum Vergleiche mit dem der anderen.

Werden aber solche Messungen an verschiedenen hellen Tagen vorgenommen, so wäre zu bedenken, ob an diesen Tagen auch das Verhältnis der sichtbaren Lichtstrahlen und der chemischen Strahlen, welche letztere allein die Verfärbung hervorrufen, dasselbe geblieben ist.

Wir haben gesehen, daß bei allen Lichtmessungsmethoden<sup>f</sup> die untersten noch zulässigen Grenzwerte angegeben sind,<sup>f</sup> dagegen keine oberen.

Darin könnten wir wohl keinen Fehler erblicken, wenn nicht ein Platz, der bei einer Helligkeitsuntersuchung als gut belichtet befunden wird, unter gewissen Verhältnissen wegen Blendung durch zu reichliches Licht unbrauchbar werden könnte.

Der Grund für eine so große Differenz in der Belichtung eines Platzes liegt, außer in den bereits angeführten Änderungen in der Einfallsrichtung der Strahlen, vorwiegend in den ganz enormen Helligkeitsdifferenzen des Himmels, die sich sowohl zwischen verschiedenen Tageszeiten als zwischen den einzelnen Monaten ergeben.

Nach von H. Cohn angestellten Messungen findet man die Helligkeit des Himmelsgewölbes

an trüben Tagen mit 305 bis 4.444 NK,  
an lichten Tagen mit 906 bis 11.430 NK.

Nach Weber beträgt für Kiel die mittlere Himmels-  
helligkeit: Im Jänner . . . . . 11.140 NK,

„ März . . . . . 34.760 „

„ Mai . . . . . 60.950 „

„ Juli . . . . . 60.020 „

„ September . . . . . 38.080 „

„ November . . . . . 9.743 „

Für Blendungen durch zu große Lichtintensität können wir uns durch passende Vorhänge, für solche, die z. B. durch flache Strahlen aus den unteren Fenster-  
teilen herrühren, durch Ablendung der unteren Fenster-  
scheiben schützen. Wir müssen daher stets auf die  
trübsten Tage Bedacht nehmen und demgemäß für  
möglichst viel Licht vorsorgen.

Für die Anlage der Fenster ergibt sich unter Berücksichtigung der oben gewonnenen Gesichtspunkte folgendes:

1. Der Fenstersturz soll möglichst nahe der Decke sein und eine gerade Unterkante haben.
2. Die untere Fensterbank soll eine mit den Arbeitsplätzen gleiche Höhe besitzen.
3. Die Fenster sollen möglichst breit, ihre Zwischenpfeiler sehr schmal sein; die inneren Pfeilerkanten sind zu diesem Behufe abzuschrägen.

Je besser diesen Forderungen entsprochen wird, desto kleiner ist derjenige Teil der Zimmergrundfläche, welcher kein direktes Licht erhält.

Den wievielten Teil der Grund- oder Wandfläche die Fensterfläche ausmachen soll, darüber schwanken die Angaben. 20% der erstgenannten dürfte in den meisten Fällen entsprechen.

Für die durch das Fenster eindringende Lichtmenge ist ferner die wirkliche Glasfläche desselben und das Absorptionsvermögen des Glases maßgebend.

Bei Holzfassung wird durch das Gerüste zirka ein Viertel der Fensterfläche weggenommen. Durch Verwendung eiserner Rahmen kann man wohl an Glasfläche gewinnen, doch leidet bei Eisenkonstruktion sehr bald die Dichtheit des Verschlusses.

Daher ist es besser, bei Holz zu verbleiben und durch Verwendung großer Fensterscheiben das Gerüste zu verkleinern.

Bei Anwendung von Doppelfenstern werden die günstigsten Beleuchtungsergebnisse erzielt, wenn beide Fenster nach innen zu öffnen sind, da bei dem Umstande, daß in diesem Falle die inneren Scheiben größer als die äußeren sind, auch schräg an den Rändern der letzteren einfallende Strahlen in das Zimmer gelangen.

Um bei ungünstiger Belichtung die von den Fensterflächen weit abstehenden Zimmerteile mit Tageslicht zu versehen, werden heute mit gutem Erfolge Luxferprismenscheiben verwendet. Für Schulzimmer kommen diese als Hilfsmittel wohl nicht in Betracht, da eine so mangelhafte Tagesbeleuchtung, welche die Verwendung solcher Scheiben notwendig macht, überhaupt für diese Räume nicht zulässig ist.

Zur zeitweiligen Ablendung gegen zu intensive Beleuchtung werden Vorhänge verschiedenster Form und aus verschiedenen Stoffen benützt. Was zunächst die letzteren anbelangt, so sind nur solche als gut anzusehen, die nicht unnötig viel Licht absorbieren. Nach Jungmann sind brauchbare Vorhängstoffe: weißer Dowlas, Shirting, lamafarbener und cremefarbiger Köper.

Die vorteilhafteste Anbringungsart der Vorhänge dürfte wohl die sein, bei welcher dieselben, wenn sie nicht gebraucht werden, hinter dem oberen Fensterkreuz zusammengerollt liegen. Eine solche Anordnung gestattet auch leicht, nur denjenigen Teil des Fensters abzublenden, für den dies notwendig ist. Zuggardinen, die unter dem oberen Fenstersturz zusammengerollt liegen, nehmen gewöhnlich gerade die wichtigsten Lichtstrahlen weg. Marquisen und Jalousien entsprechen nicht vollständig.

Eine viel erörterte Frage ist die, von welcher Seite die Schüler das Licht erhalten sollen. Unzweifelhaft ist Oberlicht am günstigsten, dasselbe kann jedoch nur in solchen Räumen zur Anwendung gelangen, die entweder direkt unter dem Dache oder in ebenerdigen Anbauten sich befinden.

Für Schreib- und Zeichenarbeiten ist der Lichteinfall von der linken Seite, wegen Vermeidung von Schattenbildung auf den Vorlagen, der dem Oberlichte

nächstbeste. Doppelseitiges, d. h. von links und rechts kommendes Licht wäre nur dann zulässig, wenn auf jeden Arbeitsplatz von beiden Seiten dieselbe Lichtmenge fallen würde, was wohl nie zu erreichen ist. Dagegen ist z. B. für Handarbeiten und auch zum Lesen Lichteinfall von zwei entgegengesetzten Seiten irrelevant, unter Umständen sogar günstiger.

Von vorne kommendes Licht blendet, ist daher unzulässig. Von rückwärts einfallendes Licht könnte für nicht zu lange Zimmer und unter folgenden Bedingungen gestattet werden: Die Fenster müssen hoch hinaufreichen, während ihr unterster Teil bei intensivem Lichteinfall abzublenden ist. Dadurch erzielt man die Beleuchtung des Zimmers in möglichst großer Tiefe und verhindert die Schattenbildung auf den Arbeitsplätzen durch die Köpfe der Schüler. Zu empfehlen ist aber der Lichteinfall von rückwärts schon deshalb nicht, weil durch einen solchen der Lehrer geblendet wird.

### **Künstliche Beleuchtung.**

Von einer künstlichen Beleuchtung fordern wir:

1. Die erforderliche Helligkeit.
2. Eine dem Tageslichte gleiche oder nahe kommende Zusammensetzung.
3. Die Flamme soll konstant sein und nicht flackern.
4. Die Umgebung der Flamme soll möglichst wenig durch dieselbe erwärmt werden und keine gesundheitschädliche Verunreinigung erhalten.
5. Die Beleuchtung soll keine Explosions- oder Brandgefahr in sich bergen.

6. Die Beleuchtungskosten sollen niedrige sein.

Für Schulräume kommt Petroleum-, Gas- und elektrisches Licht in Betracht, und zwar in Form der direkten und indirekten Beleuchtung.

Das Brennpetroleum, welches durch fraktionierte Destillation aus dem Rohpetroleum gewonnen wird, hat den Siedepunkt bei  $150\text{--}250^{\circ}\text{C}$ . und ein spezifisches Gewicht von 0.81.

Die bei niedrigerer Temperatur vergasenden Kohlenwasserstoffe des Rohstoffes verdampfen beim Verbrennen des Leuchtöles und verbinden sich mit der Luft zu einem explodierbaren Gemenge. Daher ist für die Güte des Petroleums der Entflammungspunkt, d. i. diejenige niedrigste Temperatur, bei welcher sich entflammbare Gase bilden von großer Wichtigkeit. Dieser soll nach deutschem Gesetze bei einem Barometerstande von  $760\text{ mm}$  nicht unter  $21^{\circ}\text{C}$ ., nach österreichischem nicht unter  $30^{\circ}\text{C}$ . betragen. Die zur Petroleum-Beleuchtung verwendeten Lampen sind entweder Flachbrenner oder Rundbrenner. In neuerer Zeit wird auch Petroleumglühlicht verwendet.

Leuchtgas ist im wesentlichen ein Gemenge aus leichten und schweren Kohlenwasserstoffen, Kohlenoxyd und Wasserstoff. Die zu Beleuchtungszwecken in Schulzimmern mit Leuchtgas verwendeten Brenner sind: Argandbrenner, Regenerativbrenner und Bunsenbrenner mit Glühstrumpf. Schlitz- und Zweilochbrenner sind für diese Räume ungeeignet, da sie eine offene, stark flackernde Flamme haben.

Das elektrische Licht wird als Bogenlicht und Glühlicht verwendet sowie in Form der Nernstschen Glühlampe, bei welcher durch den galvanischen Strom gewisse

Körper weißglühend gemacht werden. Diese Körper müssen, um leitend zu werden, zuerst auf elektrischem Wege vorgewärmt sein.

Wir wollen nun untersuchen, inwieweit die angeführten Beleuchtungsarten den oben gestellten Bedingungen entsprechen.

Die erforderliche Helligkeit vermögen wir wohl für Schulräume mit jeder der genannten Beleuchtungsarten herzustellen. Wichtig ist es jedoch, daß durch den Glanz der betreffenden Lichtart keine Blendung eintritt. Unter Glanz verstehen wir nach E. Voit die von der Flächeneinheit der Lichtquelle ausgehende Lichtmenge.

Von 1  $mm^2$  Leuchtfläche erhalten wir in Kerzen ausgedrückt folgende Lichtstärken:

Bei Argandbrennern . . . . .	0·0030 Kerzen
„ Regenerativbrennern . . . . .	0·0030—0·0060 „
„ Glühlampen . . . . .	0·4000 „
„ Bogenlampen . . . . .	4·8400 „

Gegen einen zu großen Glanz und die damit verbundene Blendung können wir uns entweder durch Ablendung der Flammen oder durch Verteilung der aufgewendeten Energie auf einen größeren Umfang derselben helfen, was auch dadurch zu erreichen ist, daß wir statt einer größeren mehrere kleinere Flammen erzeugen. Zur Ablendung verwendet man Augenschützer aus verschiedenen Gläsern. Sie stellen abgestumpfte, mit der Basis nach oben gewendete Hohlkegel dar.

Da die Helligkeit des Arbeitsplatzes von der Intensität der Leuchtquelle, ferner von der vertikalen und horizontalen Entfernung von dieser abhängt, die Anbringung der leuchtenden Flamme unmittelbar über dem Arbeitsplatz schon der von ihr ausgehenden strahlenden Wärme wegen nicht angezeigt ist, so müssen

zur Konzentrierung der Strahlen auf die Arbeitsplätze, d. h. zur Ausnützung einer gegebenen Lichtintensität Reflektoren angewendet werden. Diese Reflektoren sollen jedoch der Eigenart der verschiedenen Flammen angepaßt sein. Die letzteren entsenden nämlich nicht wie leuchtende Punkte nach allen Richtungen dieselbe Lichtintensität, sondern gar oft eine verschiedene. So z. B. entsendet elektrisches Bogenlicht in wagrechter Richtung etwa nur ein Drittel der Lichtmenge, welche von ihm unter einem Winkel von  $45^{\circ}$  ausgeht. Auch die Lichtabsorption durch die Reflektoren ist verschieden groß, erreicht jedoch fast nie 20<sup>0</sup>/<sub>0</sub> der gesamten Lichtmenge.

Wir sind in Schulzimmern, um jedem Platze eine Helligkeit von mindestens 10 MK. zu verschaffen, darauf angewiesen, nicht eine Flamme mit sehr großer Helligkeit, sondern mehrere Flammen mit geringerer Helligkeit und minderem Glanze zu verwenden.

Die Hanghöhe und der seitliche Abstand der Lampen müssen der Intensität der Flamme entsprechend geregelt werden. Um der Belästigung infolge Wärmestrahlung und Blendung nicht ausgesetzt zu sein, sollten diese Distanzen durchschnittlich nicht weit unter 1,5 m hinuntergehen. Bei solchen Entfernungen vom Arbeitsplatze gibt: eine elektrische Glühlampe mit 16 NK eine Helligkeit von 2,6 MK, eine Gasglühlampe mit 50 NK eine Helligkeit von 8 MK.

Wir haben früher auf Seite 40 gezeigt, daß bei einer Besetzung des Lehrzimmers mit 80 Schülern die auf die Bänke entfallende Zimmergrundfläche 36 m<sup>2</sup> beträgt.

Hängen wir über letztere 6 Gasglühlampen in gleichmäßiger Verteilung derart auf, daß ihre Höhendistanz zu den Banktischen 1,5 m beträgt, so beleuchtet je eine solche Lampe die auf einer Kreisfläche von 6 m<sup>2</sup>

gelegenen Arbeitsplätze. Der Radius der Kreise beträgt 1,37 *m*.

Mithin erhalten nach Obigem die an der Peripherie der beleuchteten Flächen befindlichen Teile der Plätze eine Helligkeit von zirka 8 MK. Sie würden demnach die für einen Arbeitsplatz geforderte Helligkeit von 10 MK nicht erreichen.

Die 6 Gasglühlampen dürften jedoch gerade genügen, da zur Beleuchtung der vorher erwähnten Stellen auch die von ihnen weiter abstehenden Lampen etwas beitragen.

Durch Reflektoren wird natürlich der beleuchtete Umfang noch eingeengt, dagegen die Helligkeit etwas vermehrt. Hat die Flamme keine konstante, sondern wie in den meisten Fällen eine mit der Brenndauer abnehmende Lichtintensität, so müßte die Hanghöhe nach einiger Zeit vermindert werden, worauf sich aber die früher genannten Belästigungen und Schlagschattenbildung auf den Arbeitsplätzen einstellen.

Allen diesen Nachteilen kann durch eine indirekte Beleuchtung, d. h. durch Anwendung diffus reflektierten Lichtes begegnet werden. Zu diesem Behufe müssen die Zimmerdecke und die oberen Teile der Wandflächen einen weißen, glänzenden Anstrich erhalten. Die Lampen werden nahe der Zimmerdecke aufgehängt. Unter der Flamme wird ein nach oben offener Schirm befestigt, von dessen Innenfläche das Licht zuerst gegen die Decke und die oberen Teile der Wände reflektiert. Von hier aus gelangt dasselbe in diffuser gleichmäßiger Verteilung auf die Arbeitsplätze. Bei der gewöhnlichen Höhe der Schulzimmer von 4 *m* genügt eine 0,5 *m* unter der Zimmerdecke befestigte Auerlampe für 5 *m*<sup>2</sup> Bodenfläche,

respektive für die auf dieser Fläche befindlichen Tische. Bei der Verwendung der Wand als reflektierende Fläche wird fast die gesammte strahlende Wärme von der ersteren nach außen geleitet.

Wohl ist bei dieser Beleuchtungsart eine größere Lichtenergie notwendig. Es ist jedoch zu bedenken, daß bei direkter Beleuchtung durch die dabei in Verwendung kommenden Reflektoren ebenfalls ein Teil der aufgewendeten Energie infolge Absorption verloren geht und der sich etwas höher stellende Lichtverlust der indirekten Beleuchtung bei weitem durch andere, teilweise bereits angeführte Vorzüge aufgewogen wird.

Die zweite Forderung, das künstliche Licht solle eine dem Sonnenlichte möglichst gleiche Zusammensetzung haben, trifft am meisten beim elektrischen Bogenlichte zu.

Die natürliche Beschaffenheit des Flammenlichtes wird auch wesentlich verändert durch Augenschützer und Kugeln, da in diesen einzelne Farben zurückgehalten werden. Glas und Porzellan halten vorwiegend die grünen und blauen Strahlen ab, wodurch die Flamme gelblich erscheint.

Stark flackernd ist das Licht offener Flammen, daher sind solche für Arbeitsräume ungeeignet. In Schulen sind ungeschützte Flammen aus noch anderen Gründen unbrauchbar.

Auch das elektrische Bogenlicht weist diesen Fehler auf. Dagegen ist dieses wieder das einzige Licht, welches nach langer Brenndauer noch eine konstante Helligkeit hat.

Die von den verschiedenen Lichtgattungen ausgehende Wärme weist, auf dieselbe Leuchtstärke und Brenndauer

bezogen, sehr wesentliche Differenzen auf. Es kommt hiebei nicht nur auf das Leuchtmaterial, sondern auch sehr wesentlich auf die Lampe an. Am wenigsten Wärme produziert das elektrische Glühlicht. Setzen wir die von einem solchen in einer Stunde produzierte Wärmemenge mit 1 an, so erhalten wir für die von Flammen derselben Kerzenstärke in gleicher Zeit ausgehenden Wärmemengen anderer Lichtquellen folgende Werte:

Auerlicht . . . . .	3·5—4
Rundbrenner Petroleumflamme . . . . .	11
Schnittbrenner „ . . . . .	24
Rundbrenner Gasflamme . . . . .	16
Schnittbrenner „ . . . . .	40
Regenerativbrennerflamme . . . . .	6—18

Hiebei wurde angenommen, daß ein elektrisches Glühlicht von 16 Kerzen Leuchtkraft in einer Stunde 50 Kalorien erzeugt. Es ist dies das Mittel der von verschiedenen Untersuchern gefundenen Werte, die Angaben zwischen 25—70 Kalorien machen.

Die Belästigung für die Umgebung rührt jedoch hauptsächlich von dem Teile der Gesamtwärmemenge her, der als strahlende Wärme abgegeben wird.

In dieser Beziehung stellt sich nach den von Rubner angestellten Versuchen das elektrische Bogenlicht als das günstigste heraus. Nehmen wir dessen Strahlungswärme als Einheit, so ergeben sich bei derselben Brenndauer und Flammenoberfläche für die strahlende Wärme anderer Lichtarten folgende Verhältniszahlen.

Auerlicht . . . . .	4
Elektrisches Glühlicht . . . . .	9
Schnittbrenner Gasflamme . . . . .	18—25
Rund- und Schnittbrenner-Petroleumflamme . . . . .	44—56

Nach den Untersuchungen von Cohn entfallen von der gesamten produzierten Wärmemenge auf die Strahlungswärme:

beim Sonnenlicht . . . . .	50 0/0
„ elektrischen Licht . . . . .	80 0/0
„ Gaslicht . . . . .	90 0/0
„ Petroleumlicht . . . . .	94 0/0

Bei einem Vergleiche der Cohn'schen Angaben mit denen über die gesamte produzierte Wärmemenge verschiedener Lichtquellen ergibt sich, daß die absolute Menge der strahlenden Wärme am geringsten beim elektrischen Glühlichte ist, an welches sich die übrigen Beleuchtungsarten nach dieser Richtung hin in folgender Reihenfolge anschließen: Auerlicht, Petroleumrundbrenner, Gasrundbrenner, Regenerativgasflamme, Petroleumschnittbrenner, Gasschnittbrenner.

Da Glas und Glimmer sehr viel Wärme absorbieren, so bieten Zylinder aus diesen Materialien einen wesentlichen Schutz gegen die strahlende Wärme, besonders wenn man Doppelzylinder mit einer dazwischen zirkulierenden Luftschichte anwendet.

Die chemische Verunreinigung der Raumluft beruht in erster Linie in der Aufnahme der Endprodukte der Verbrennung der Leuchtstoffe, d. h. von Wasser und Kohlensäure.

Nach F. Fischer entwickelt elektrisches Bogen- und Glühlicht kein Wasser, letzteres auch keine Kohlensäure, während bei ersterem Spuren von  $\text{CO}_2$  in die Luft übergehen.

Nach demselben Autor werden bei den verschiedenen Beleuchtungsarten bei einer stündlichen Brenndauer mit der Intensität von 100 deutschen Vereinsparaffinkerzen folgende Mengen von Wasser und Kohlensäure erzeugt:

Beleuchtungsart	Wasser kg	CO <sub>2</sub> m <sup>3</sup> bei 0°
Elektrisches Bogenlicht . . . . .	0	Spuren
„ Glühlicht . . . . .	0	0
Leuchtgas: Siemens-Regenerativ- brenner . . . . .	—	—
Argandbrenner . . . . .	0·86	0·46
Glühlicht . . . . .	0·64	0·70
Petroleum: Größter Rundbrenner .	0·22	0·32
Kleiner Flachbrenner . .	0·80	0·95

Demnach würde sich, wenn wir die Verunreinigung mit CO<sub>2</sub> als die bedeutungsvollere ansehen, und die Güte der Beleuchtung nach dem Grade der von ihr ausgehenden Verunreinigung der Raumluft schätzen, bezüglich des Wertes der Beleuchtungsarten in hygienischer Beziehung folgende absteigende Reihenfolge ergeben: Elektrisches Glühlicht, elektrisches Bogenlicht, Petroleumrundbrenner, Leuchtgas-Argandbrenner, Auerlicht, Petroleumflachbrenner.

Berücksichtigen wir zugleich die früher bezüglich der Strahlungswärme erwähnten Verhältnisse, so können wir sagen, daß das elektrische Licht das hygienisch günstigste ist, vor allem das Glühlicht, dem dasjenige der Nernstlampen wahrscheinlich zumindest gleichgestellt werden kann. Von den Beleuchtungsarten mit Leuchtgas gebührt dem Auerlichte der Vorzug, trotzdem es etwas mehr CO<sub>2</sub> entwickelt als z. B. der Argandbrenner. Dafür erzeugt es weniger Hitze, ist dem Sonnenlichte in seiner Zusammensetzung viel ähnlicher und verhältnismäßig billig.

Die Siemensschen Regenerativbrenner haben wieder den Vorzug, daß die Verbrennungsgase durch die mit den Lampen verbundenen Ventilationskanäle direkt nach außen geschafft werden und daß sie, infolge der großen Flammen, die man in ihnen erzeugen kann, mit einer Lampe einen großen Raum erleuchten. In Schulen eignen sie sich daher besonders für den Festsaal.

Von Petroleumlampen sind nur Rundbrenner verwendbar.

Außer durch  $\text{CO}_2$  und Wasser kann die Raumluft durch die Beleuchtung noch andere chemische Verunreinigungen erleiden.

Am gefährlichsten ist bekanntlich in dieser Hinsicht das Ausströmen von Leuchtgas infolge des Gehaltes von  $\text{CO}$  in letzterem. Zum Glück gibt sich dieses Ausströmen sofort durch den charakteristischen Geruch des Gases zu erkennen, doch kann dieser auch gänzlich fehlen, wenn jenes zuvor einen porösen Boden passiert hat. Leuchtgasrohre sollten daher in Schulen, wie überhaupt in allen Gebäuden nur unter undurchlässigem Boden liegen.

Bei der Verbrennung des Leuchtgases kann, wenn dasselbe nicht ganz von Ammoniak gereinigt ist, Ammoniumcyanid, eine äußerst giftige Substanz, gebildet werden. Ferner entstehen beim Verbrennen von Leuchtgas schwefelige Säure und Schwefelsäure, salpeterige Säure, Salpeter- sowie Untersalpetersäure.

Eine Explosionsgefahr ist beim Petroleum und beim Leuchtgas möglich. Die Explosionsfähigkeit des ersteren wurde bereits besprochen (siehe Entflammungspunkt des Brennpetroleums). Leuchtgas bildet mit dem 4—10fachen Volumen Luft ein explodierbares Gemenge.

Dringt daher Gas in einen Raum ein, so ist die Eröffnung der Fenster von außen das sicherste Mittel,

um vor Explosion oder anderen Schädlichkeiten zu schützen. Sehr gut bewähren sich auch Sperrvorrichtungen, durch welche die Flamme nicht ganz zum Verlöschen gebracht wird, soweit nämlich das Ausströmen von Gas aus der Lampe selbst in Betracht kommt. Auch sogenannte Selbstzünder, die über dem Zylinder der Lampe angebracht sind und aus Platinschwamm bestehen, können ein solches Ausströmen verhüten, werden aber erfahrungsgemäß schon nach kurzer Zeit schadhafft.

Zur Vermeidung von Feuergefahr, die bei elektrischen Leitungen durch einen sogenannten Kurzschluß droht, werden in die Leitungen „Sicherungen“ aus Blei oder anderen leicht schmelzbaren Metallen bzw. Metallegierungen eingefügt. Indem diese Sicherungen bei Erwärmung der Leitung über das Normale hinaus früher abschmelzen als die umgebenden Materialien zur Entzündung kommen, wird die Leitung unterbrochen und hiemit der Gefahr vorgebeugt.

Die Kalkulation über die Kosten der Beleuchtung ist nicht Sache des Hygienikers. In praxi ist man jedoch meist nicht imstande, eine Beleuchtungsart, die andere in hygienischer Beziehung weit überragt, durchzusetzen, wenn sich dieselbe den letzteren gegenüber viel teurer stellt. Man ist aber auch heute nicht in der Lage, eine Berechnung über die Kosten der verschiedenen Beleuchtungen aufzustellen, von der man annehmen könnte, daß sie nicht nach ganz kurzer Zeit wieder hinfällig wird. Deshalb sei der Kostenpunkt mit diesen wenigen Worten abgetan.

Diejenigen Beleuchtungsarten, die fast nie oder höchst selten in Schulen Anwendung finden, werden nicht besprochen. Es sind dies die verschiedenen Kerzen, Rüböl, Spiritus, Wassergas und Azetylen.

### **Beheizung.**

Die Beheizung der Räume, in denen wir uns aufhalten, ist ein Mittel, um die durch niedrige Temperaturen erschwerte Wärmeregulierung unseres Körpers zu unterstützen. Das Gefühl der Kälte und Unbehaglichkeit bekommen wir dann, wenn wir an unsere Umgebung durch Leitung und Strahlung so viel Wärme abgeben, daß dadurch die Konstanz unter Eigentemperatur ins Schwanken gerät. Es wird dies der Fall sein, sobald wir zur selben Zeit in unserem Körper selbst nicht so viel Wärme zu erzeugen vermögen als der Wärmeverlust beträgt. Der vermehrten Wärmeproduktion des Organismus dient der im Winter gewöhnlich reichlichere Stoffwechsel, der Herabsetzung des Wärmeverlustes erstens die wärmere Kleidung und zweitens die Heizung.

Soll diese letztere ihren Zweck vollkommen erfüllen, so muß sie die Raumlufte jeweilig auf diejenige Temperatur bringen, die für die Wärmeregulierung der darin sich aufhaltenden Menschen am günstigsten ist.

Nun ist es ersichtlich, daß bei der Abhängigkeit der in geschlossenen Räumen vorhandenen Temperatur von jener im Freien die von der Heizanlage zu liefernde Wärmemenge regulierungsfähig sein muß. Aber auch unabhängig von einem Wechsel in der Außentemperatur ist die Regulierungsfähigkeit der Heizanlage notwendig, weil nach der Art der Beschäftigung entweder mehr oder weniger Wärme im Körper selbst erzeugt wird. In Schulzimmern sollte die Heizung einige Zeit nach dem Unterrichtsbeginne um soviel weniger Wärme liefern, als die Schüler durch ihren Atmungsprozeß selbst Wärme produziert haben.

Für das Lehrzimmer kommt der Wechsel in der Beschäftigung kaum in Betracht, da hier die Schüler

nahezu fortwährend ruhig sitzen. In demselben ist eine ständige Temperatur von 17—20° Celsius zu fordern. Je jünger die Schüler sind, desto mehr müssen sie vor Wärmeabgabe geschützt werden, weil kleinere Organismen eine im Verhältnisse zu ihrem Körpergewichte relativ große Oberfläche haben und mithin auch einen großen Wärmeverlust an die Umgebung erleiden.

Schwieriger noch als eine den obigen Angaben entsprechende ständige Temperatur im Schulzimmer während der Unterrichtszeit zu erhalten ist es, die Raumluft derart gleichmäßig zu erwärmen, daß die Schüler von allen Seiten von derselben Temperatur umgeben sind. Es hängt dies vorwiegend damit zusammen, daß die von den meisten Heizanlagen ausgehende Wärme zum großen Teile strahlende Wärme ist, die sich erst allmählich in Leitungswärme umsetzt. Die Wärmestrahlung erfolgt aber namentlich bei unterbrochener Heizung, besonders in der Richtung vom Ofen zur Außenwand.

Bei diskontinuierlicher Beheizung kühlt natürlich nach dem Aufhören derselben die Außenwand sehr stark ab. Beim Anheizen dauert es deshalb sehr lange, bis jene mit ihrer hohen spezifischen Wärme auf die gewünschte Temperatur gebracht wird. Gewöhnlich steht aber in Schulräumen der Ofen dieser Wand gegenüber. Die Schüler empfangen daher auf der einen Seite Wärme, auf der anderen strahlt aber von ihrem Körper solche gegen die Außenwand ab und dadurch kommt es zu einem sehr unbehaglichen Gefühl, besonders für die der Fensterwand Nahesitzenden und es können gerade auf diese Weise Erkältungskrankheiten am leichtesten entstehen.

Wird erst kurze Zeit vor dem Unterrichte angeheizt und zwar recht stark in der Absicht, die Mauern rasch zu erwärmen, so wird der Fehler noch vergrößert. Dann ist

die Zimmerluft beim Unterrichtsbeginne heiß, die Mauern haben aber trotzdem noch nicht die entsprechende Temperatur erlangt und die Abstrahlung von der einen Körperseite der Schüler gegen die Außenwand ist dann umso intensiver. Es müßte also sehr lange vor dem Unterrichte eingeheizt oder noch besser, es müßte verhütet werden, daß die Wandungen abkühlen. Diesem geschilderten hygienischen Kardinalfehler der meisten Ofen-Schulheizungen kann nur dann abgeholfen werden, wenn man die aus übertriebenen Sparsamkeitsrücksichten beibehaltene diskontinuierliche Beheizungs-methode aufgibt und zur Dauerheizung übergeht. Dabei ist es überhaupt gar nicht wahr, daß die Kosten, wie immer eingewendet wird, sich gar zu hoch stellen würden. In jedem Haushalte, in dem Dauerbrandöfen zur Verwendung kommen, zeigt es sich, daß bei richtiger Ofenkonstruktion und sorgfältiger Bedienung gar kein oder höchstens ein nur unwesentlicher Mehraufwand gegen die früher in Verwendung gestandene diskontinuierliche Heizung eintritt. Sind bei kontinuierlicher Heizung die Wände und der Raum einmal erwärmt, so braucht nur die Abkühlung verhütet zu werden und es wird dazu nicht viel mehr Brennmaterial verwendet, als wenn bei jedesmaligem Anheizen erst Luft und Wände von tiefen auf hohe Temperaturen gebracht werden müssen.

Bei nur auf die Unterrichtszeit beschränkter Heizung könnte dem erwähnten Übelstande auch dadurch abgeholfen werden, wenn der Heizkörper nicht wie gewöhnlich gegenüber, sondern an der Fensterwand selbst angebracht würde. Bei Ofenheizung stellen sich in diesem Falle der Anlage der Abzugsrohre und Kamine große, jedoch technisch wahrscheinlich zu überwindende Schwierigkeiten entgegen. Dagegen lassen sich Gasöfen, die

sehr enge Abzugsrohre haben, an der Fensterwand leicht aufstellen.

Ebenso leicht können die Heizkörper gewisser zentraler Heizanlagen an dieser Wand untergebracht werden und finden namentlich in den Fensternischen geeigneten Raum.

Nicht nur in der Tiefen-, sondern auch in der Höhenausdehnung des Schulzimmers soll die Temperatur eine möglichst gleichmäßige sein. Der Übelstand, daß die Luftschichten unmittelbar über dem Fußboden kälter sind als die oberen macht sich namentlich dann geltend, wenn der unter dem Lehrzimmer befindliche Raum ungeheizt ist. Strömt die Wärme eines der Fensterwand gegenüberliegenden Ofens über Kopfhöhe ab, wie dies z. B. bei Mantelöfen immer der Fall ist, dann senken sich die gegen die Fensterwand hinfließenden und dort abgekühlten Luftschichten gegen den Boden und gehen gegen die Feuerungsstelle zurück. Erst nach einiger Zeit werden die unmittelbar über dem Boden liegenden Luftschichten erwärmt, natürlich nach kürzerer, wenn der unten liegende Raum auch beheizt ist, jedoch erst nach längerer, wenn dies nicht der Fall ist. Liegt die Feuerungsstelle des Ofens hoch, dann kommt es überhaupt gar nicht oder erst sehr spät zur Herstellung einer entsprechenden Temperatur in den mehrfach genannten Schichten und dann frieren die Schüler nicht nur zu Beginn des Unterrichtes, sondern fortwährend an den Füßen. Auch darin erweisen sich Dauerheizungen mit tiefer Feuerungsstelle als praktisch, weil sie die vollständige Abkühlung der über dem Boden gelagerten Luftschichten verhindern.

Wesentlich besser gestalten sich die Verhältnisse nach dieser Richtung bei tiefliegenden Heizkörpern wie

sie bei Dampf-Warm- und Heißwasser-Heizungen verwendet werden, weil dann die warmen Luftschichten von unten nach oben steigen. Doch hat diese Lage der Heizkörper den großen Nachteil, daß der auf diese sich niedersenkende Staub bei etwaiger Versengung die Raumluft verunreinigt. Fußbodenheizung jedoch, wie sie z. B. im Hamburger Krankenhause existiert, dürfte für Schulen kaum Anwendung finden können.

Die Forderung, daß die Heizung die im Raume erforderliche Temperatur während der ganzen Unterrichtszeit auf derselben Höhe erhalte, mithin regulierungsfähig sei, ist wohl die erste, die wir an eine solche stellen müssen, keineswegs aber die einzige.

Von einer nach jeder Richtung hin entsprechenden Beheizung müssen wir weiter verlangen, daß sie keine Luftverunreinigung erzeuge, weder feuer- noch explosionsgefährlich, möglichst billig sei und die Ventilation weitgehendst fördere.

Die mehr oder minder vollständige Erfüllung dieser Forderungen hängt nicht allein von der Art der Heizanlage, sondern auch von der des verwendeten Heizmaterials ab.

Wir wollen nun untersuchen, inwieweit die gebräuchlichen Heizstoffe und die zumeist in Verwendung stehenden Heizanlagen den geforderten Bedingungen entsprechen.

Um einen Maßstab für den Wert der Heizmaterialien zu gewinnen, wurde die Anzahl der Kalorien bestimmt, die je 1 kg derselben bei vollständiger Verbrennung liefert und danach berechnet, wie hoch z. B. 1000 Kalorien bei dem einen oder dem anderen Material zu stehen kommen.

Diese Berechnungen können natürlich bei den wechselnden Preisen nur für eine kurze Zeitdauer Giltigkeit behalten.

So dürfte nach den derzeit bestehenden Preisverhältnissen die Beheizung mit Steinkohle die billigste, die mit Leuchtgas die teuerste sein.

Wenn wir jedoch nicht vom Kostenstandpunkte als Wertmesser für die Beheizung ausgehen, sondern z. B. die Reinlichkeit und die Raschheit der Benützung des Heizmaterialies als solchen ansehen, so wäre bei Lokalheizungen gerade der Gasheizung der Vorzug zu geben.

Im Vorhergehenden wurde der theoretische Heizwert, d. i. die gesamte Verbrennungswärme des Heizmaterialies der Bewertung desselben zu Grunde gelegt. Maßgebend für die Wertschätzung ist aber eigentlich der Heizeffekt, d. i. derjenige Teil der theoretischen Verbrennungswärme, welcher wirklich ausgenützt werden kann und der einzig und allein von der Heizanlage abhängt.

Mit der Bewertung der Heizanlagen verhält es sich ähnlich wie mit jener der Heizmaterialien. Den fast jeder von ihnen zukommenden Vorzügen steht eine mehr oder weniger in Betracht kommende Summe von Nachteilen gegenüber und es muß daher unter Rücksichtnahme für jeden speziellen Fall erwogen werden, welche Heizanlage den größten Vorteil bietet.

Einige dieser Gesichtspunkte wurden in prinzipieller Weise für die Beheizung von Schulzimmern bereits oben hervorgehoben. Im Nachfolgenden wollen wir daher die Heizanlagen einzeln besprechen und bei jeder die Vor- und Nachteile, die sie im allgemeinen und im speziellen für Schulzimmer aufweisen, einander gegenüberstellen.

Zuvor seien jedoch noch einige für alle Heizkörper geltende Momente erwähnt.

Die Erwärmung eines Raumes und der in ihm befindlichen Gegenstände beruht auf dem Prinzip des Temperatenausgleiches zwischen der Luft und den im Raume sonst befindlichen Körper einerseits und dem Heizkörper andererseits.

Die Temperatur, auf die der Heizkörper gebracht wird, hängt außer von der durch die Verbrennung des Heizmaterialies hervorgebrachten Wärmemenge von der spezifischen Wärme des den Heizkörper bildenden Materialies und von der Menge des letzteren ab. Ein eiserner Ofen wird daher, wenn in ihm eine gewisse Wärmemenge erzeugt wurde, infolge der geringeren spezifischen Wärme des Eisens auf eine höhere Temperatur gebracht als z. B. ein Ofen von Backstein, der ebensoviel Material hätte als ersterer. (Die spezifischen Wärmen der beiden Materialien sind 0.114 und 0.189.)

Die Abgabe der Wärme vom Heizkörper an die Umgebung erfolgt teils durch Strahlung, teils durch Leitung.

Die Menge der Strahlungswärme hängt ab: von dem Material des Heizkörpers, von der Beschaffenheit und der Form seiner Oberfläche und von der Temperaturdifferenz gegen die Umgebung. Metalle haben ein relativ großes Strahlungsvermögen. Rauhe Körper zeigen eine viel größere Wärmestrahlung als glatte.

Wir unterscheiden die innere Wärmeleitung von einem Querschnitt eines Körpers auf den anderen und die äußere Wärmeleitung von einem Medium auf das benachbarte.

Das innere Wärmeleitungsvermögen eines Körpers hängt ab: vom Materiale, vom Querschnitt, von der Tem-

peraturdifferenz zwischen den einzelnen Stellen des Leiters und der Länge des letzteren.

$$Q = k \cdot qu \cdot \frac{t_1 - t_2}{l},$$

wobei  $Q$  die Wärmemenge bedeutet, die durch den Querschnitt  $qu$  des Körpers von der Länge  $l$  in einer Sekunde durch Leitung hindurchgeht, wenn die Temperaturen an den Enden des Stückes  $t_1$  und  $t_2$  sind.  $k$  ist die Konstante der inneren Wärmeleitung, die eben vom Material abhängt. Sie ist jene in Kalorien ausgedrückte Wärmemenge, die in jeder Sekunde durch  $1 \text{ cm}^2$  des Leiterquerschnittes hindurchgeht, wenn die Temperaturdifferenz auf  $1 \text{ cm}$  Länge  $1^\circ \text{ C.}$  beträgt. Diese Konstante ist für Metalle bei weitem größer als z. B. für gebrannten Ton, daher bei Heizkörpern aus letzterem Material die Wärmeaufnahme vom Heizmaterial aus langsam erfolgt, während andernteils auch die Wärmeabgabe sowohl durch Leitung als auch durch Strahlung von einem solchen Ofen aus nur allmählich vor sich geht.

Gerade entgegengesetzt verhält es sich bei Heizkörpern aus Eisen oder anderen Metallen, die infolge ihres großen Wärmeleitungsvermögens und ihrer geringen spezifischen Wärme sehr rasch auf eine hohe Temperatur gebracht werden können, sodann aber auch durch starke Wärmestrahlung und durch vermehrte äußere Wärmeleitung rasch die Wärme an die Umgebung abgeben.

Ist nämlich der Heizkörper gegen die umgebende Luft sehr warm, so wird auch die Ableitung von Wärme an diese rascher stattfinden.

Für die äußere Wärmeleitung gilt die Formel:  $Q_1 = \alpha \cdot O \cdot t$ , wobei  $Q_1$  die durch äußere Leitung vom Ofen an die Luft in einer bestimmten Zeit abgegebene Wärmemenge bedeutet. Sie ist gerade proportioniert der

Größe der Oberfläche  $O_1$ , der Temperaturdifferenz zwischen Ofen und Luft  $t$  und dem äußeren Leitungsvermögen  $\alpha$ , d. i. jene Wärmemenge, welche die Oberflächeneinheit des Ofens an die Umgebung abgibt, wenn die Temperaturdifferenz  $1^{\circ}$  C. beträgt.

Wir unterscheiden Einzelheizungen und Zentralheizungen, je nachdem für jeden Raum eine separate Beheizung besteht oder von einer Heizstelle aus mehrere Räume beheizt werden.

### **Einzelheizungen.**

Kamine sind für Schulzimmer ungeeignet. Ihr Heizeffekt ist ein außerordentlich geringer.

Eiserne Kanonenöfen erwärmen rasch, kühlen aber ebenso schnell ab. Sie sind wenig regulierungsfähig, geben außerdem vorwiegend stechende Strahlungswärme ab. Bei halbwegs stärkerer Heizung geraten sie ins Glühen und verunreinigen die Luft durch die Verbrennung des aufliegenden Staubes. Eine Wärmeretention ist nur durch Anbringen von Klappen im Abzugsrohre möglich. Durch zu frühen Verschuß der Klappe kann es aber zur Bildung von Kohlenoxydgas und zum Übertritte desselben in die Zimmerluft kommen. Daher sind solche Klappen fast überall gesetzlich verboten.

Um das Glühendwerden des Eisens zu vermeiden, kleidet man eiserne Öfen mit Chamottesteinen aus. Solche Öfen haben weniger strahlende Wärme und kühlen auch nicht so rasch ab.

Für Schulräume sind die bisher genannten Öfen schon ihrer mangelhaften Regulierfähigkeit wegen ungeeignet.

Mantelregulierfüllöfen weisen den bisher genannten Ofengattungen gegenüber schon große Vorteile

auf. Durch Aufnahme großer Brennmaterialmassen ist ihre Bedienung müheloser und gibt nicht so sehr zur Verschmutzung und Verstaubung Gelegenheit. Andererseits muß sie aber eine genaue und fachkundige sein, da sonst die Öfen bald ruiniert werden. Schlechte Füllöfen können aber die Zimmerluft leicht durch giftige Verbrennungsgase verunreinigen. In den oberen Schichten verbrennt das Material ohne Flamme und wir finden neben- und übereinander im Ofen alle Verbrennungsstadien, mithin auch viel Kohlenoxydgas, das aus schlecht bedienten Öfen ins Zimmer gelangen kann. Die Füllöfen sind durch mehr oder minder weites Öffnen der Feuerungstüre gut regulierbar, durch das Vorhandensein des Mantels wird die strahlende Wärme zum größten Teile abgehalten. Steht der Mantelraum mit einem Luftzufuhrkanal in Verbindung, so wird bei genügend intensiver Heizung die Ventilation des Raumes vollständig besorgt.

Solche Öfen guter Konstruktion könnten wohl zur Heizung in Schulräumen schon zugelassen werden. Eine absolut gute Heizanlage für dieselben bilden sie jedoch ins solange nicht, als sie zur diskontinuierlichen Beheizung dienen, deren Nachteile wir oben auseinandergesetzt haben. Außerdem geben sie noch immer zu viel Strahlungswärme.

Wesentlich besser sind die als Dauerbrenner eingerichteten Mantelregulierfüllöfen.

Da wir heute Dauerbrandöfen haben, die nicht wie die ursprünglich konstruierten nur mit Koks oder Anthracitkohle, sondern mit gewöhnlicher Kohle geheizt werden können, so ist die Verwendung derselben fast überall möglich.

Während eiserne Öfen sich rasch anheizen lassen, dafür aber auch rascher erkalten, verhält es sich bei den Kachelöfen umgekehrt. Das Anheizen letzterer dauert

auch deshalb länger, weil zu ihrem Aufbaue große Materialmassen verwendet werden. Die bedeutende Wärmemenge, die im Ofen aufgespeichert wird, kann den Raum dagegen lange warm halten.

Soll jedoch nach erfolgtem Anheizen die Verbrennung nicht zu rasch vor sich gehen und Wärme im Ofen aufgestaut werden, so müssen die Heiz- und Aschetüren geschlossen werden, damit hört aber jede Regulierfähigkeit und zugleich jede Ventilation durch den Ofen auf.

Wie man eiserne Öfen, um ihre rasche Erhitzung zu vermeiden, innen mit einem schlechten Wärmeleiter z. B. mit Chamotteziegeln verkleidet, so werden Kachelöfen, um die Dauer des Anheizens herabzusetzen, innen mit Gußeisen versehen. Werden solche Öfen außerdem als Dauerbrenner eingerichtet, so stellen sie eine Gattung derselben dar, die sich für Schulheizungen sehr gut eignen würde, besonders wenn man sie mit einem Mantel umgibt, in den ein Luftzufuhrkanal führt, da dann die Heizung auch einen hohen Ventilationswert besitzt.

Die Beheizung mit Gasöfen hat sehr viele Vorzüge. Es braucht kein Brennmaterial vorrätig gehalten und zugebracht zu werden. Die Anheizung ist die möglichst einfachste, die Regulierfähigkeit die beste. Die Heizung ist eine sehr reinliche und bei entsprechender Genauigkeit in der Anlage ist der Übertritt von Gas in das Zimmer oder in den Kamin und dadurch eine Vergiftungs- und Explosionsgefahr ausgeschlossen. Die Enge der Abzugsrohre und der Kamine der Gasöfen lassen die Wärme gut auszunützen. Die Luftzufuhr zur Feuerungsstelle sei eine reichliche, da Gas nur in einem bestimmten Verhältnisse mit Luft explosionsfähig ist. Übrigens existieren verschiedene Hahnkonstruktionen am Brenner, die das Aus-

strömen von Gas außerhalb der Beheizungszeit automatisch verhindern sollen.

Durch Wasser, das auf der Ofenwand sich kondensiert oder vom Schornstein eindringt, kann die erstere rosten und dann für Gas durchlässig werden. Dieser Eventualität lässt sich sowohl durch konstruktive Maßnahmen als auch durch häufige Revisionen begegnen.

Ob man leuchtende oder nicht leuchtende Flammen verwendet, ist nicht so sehr von Belang. Die nicht leuchtenden rußen nicht, können aber eher unbemerkt verlöschen.

Da alle Gasöfen dünne Mantelwandungen haben, um rasch die Heizwirkung zu erzielen, so sind sie für Schulräume behufs Verminderung der Strahlungswärme nur mit Mantel versehen zu verwenden.

Der große Nachteil der Gasheizung besteht in den hohen Gaspreisen. Wir haben erwähnt, daß die Gasheizung derzeit die teuerste ist. In den Schulen jener Städte, die eigene Gaswerke haben, dürfte gewiß diese Heizung leichter einführbar sein, zumal die Erhaltung der Volks- und Bürgerschulen den Kommunen obliegt und zum Selbstkostenpreise berechnet, die Gasheizung sich durchaus nicht als so teuer erweist.

#### **Zentralheizungen.**

Die Anlage von Sammelheizungen ist sehr kostspielig und demgemäß ist ihre Rentabilität selbst für große Schulen, für die sie allein in Betracht kommt, eine geringe. Die Bedienung kann nur durch ein geschultes Personal erfolgen. Als weitere Nachteile werden mit Recht von vielen hervorgehoben, daß Störungen in der Anlage oft die Einstellung der Heizung in allen Räumen selbst für längere Zeit nach sich ziehen und daß die Schalleitung in den Schulräumen durch die Leitungskörper in nachteiliger Weise beeinflußt

wird. Beim Einfrieren von Wasser- und Dampfheizungen können Beschädigungen des Gebäudes vorkommen.

Diesen und auch noch anderen Nachteilen der Zentralheizungen stehen bei einigen Arten derselben jedoch so große Vorzüge gegenüber, daß diese, wenn wir von den Kosten absehen, vom Standpunkte der Hygiene aus für Schulheizungen nur empfohlen werden könnten. Vorwiegend bezieht sich dieses Urteil hervorragender Hygieniker, wie Büsing u. m. a., auf die Luft- und Warmwasserheizung.

### Die Feuerluftheizung.

Durch einen Kanal wird frische Luft in die Heizkammer geführt und dortselbst durch einen Ofen erwärmt. Für jedes Zimmer geht von hier aus ein Warmluftkanal ab. Dieser letztere steht mit einem Mischkanal in Verbindung, durch den kalte Luft zugeführt werden kann. In dem zu beheizenden Raume mündet der Warmluftkanal etwa 2 m über dem Fußboden. In der der Einmündung des Heizkanales gegenüberliegenden Wand befindet sich ein Luftableitungskanal mit je einer nahe dem Fußboden und der Decke befindlichen Öffnung, deren Weite regulierfähig ist.

Gegen die Luftheizung sind vielfache Einwände erhoben worden, die jedoch nicht in der Heizart, sondern nur in einer mangelhaften Anlage und einem fahrlässigen Betriebe ihren Grund haben und daher hinfällig sind, sofern die nach diesen Richtungen bekannten Fehlerquellen ausgeschlossen werden.

Die zugeführte Warmluft soll oft gas- und staubförmige Verunreinigungen mit sich führen, zu trocken und zeitweilig zu heiß sein.

Wird die Luft von einem Orte entnommen, an dem sie möglichst rein ist und werden in dem Luftleitungskanale noch überdies Luftfilter angebracht, dann kommt sie unverdorben in den Heizraum. In dem letzteren muß peinlichste Sauberkeit herrschen, namentlich soll jegliche Staubansammlung auf dem Ofen vermieden werden. Sonst verbrennt der demselben aufliegende Staub und die Verbrennungsprodukte gehen in die Heizluft über. Der Ofen hat daher seine Heizöffnung außerhalb der mit einer dicht schließenden Türe versehenen Heizkammer zu erhalten. In der letzteren ist überdies möglichst häufig eine gründliche Staubreinigung vorzunehmen.

Die Trockenheit der Heizluft läßt sich dadurch vermeiden, daß man entweder in der Kammer Wasser verdunsten läßt oder im Warmluftkanale Wassergefäße anbringt, über die die erwärmte Luft streicht. Oft wird in dem letztgenannten Kanale ein Schaufelrädchen aufgestellt, das durch den Luftstrom bewegt wird. Die Schaufeln des Rades tauchen in Wasser ein und verspritzen dasselbe.

Die Temperatur der Heizluft läßt sich sowohl durch die Stärke der Beheizung als durch Beimischung von kalter Luft aus dem Mischkanale regeln. Diese Regulierungsfähigkeit ist aber, wie wir noch sehen werden, keine vollständige.

Den wie eben nachgewiesen korrigierbaren Fehlern gegenüber besitzt die Luftheizung eine Menge von Vorzügen.

Die zugeführte Wärme ist ausschließlich Leitungswärme und verteilt sich gleichmäßig im Raume. Anlage und Betrieb sind verhältnismäßig billig, besonders infolge des Wegfalles von Heizkörpern in den Schulräumen.

Das Brennmaterial wird gut ausgenützt, die Feuergefährlichkeit ist eine geringe, Explosionsgefahr ist nicht vorhanden.

Demnach kann die Luftheizung als ein hygienisch empfehlenswertes Heizsystem bezeichnet werden.

Diese Empfehlung soll aber nicht als absolute, sondern als relative angesehen werden.

Denn Fehler, die im System selbst begründet sind, hat diese Beheizungsart auch.

Die Ausdehnungsfähigkeit in wagrechter Richtung ist sehr gering, ungefähr 12 *m*, mithin müssen bei größeren Schulgebäuden mehrere Heizkammern angelegt werden.

Bei Wind und starkem Temperaturwechsel leidet die Regulierbarkeit.

### Die Dampf- und Wasserluftheizung

haben gegenüber der Feuerluftheizung nur den Vorteil einer größeren Ausdehnungsfähigkeit, dagegen aber sehr viele Nachteile.

Von den Dampf- und Wasserheizungen können für Schulen nur die Niederdruckanlagen in Betracht kommen, also die Niederdruckdampfheizung und die Warmwasserheizung.

Bei der

#### Niederdruck-Dampfheizung

nach dem System Bechem und Post wird der Dampfdruck im Kessel durch eine automatische Vorrichtung geregelt, indem beim Steigen des Dampfdruckes eine Klappe, welche sich vor der Öffnung des zur Feuerungsstelle führenden Luftzufuhrkanales befindet, gegen jene gedrückt wird. Dadurch wird die Luftzufuhr und mithin

die Kesselheizung beschränkt. Der umgekehrte Vorgang geht beim Sinken des Druckes im Kessel vor sich.

Aus dem Kessel führt das Steigrohr, das am höchsten Punkte in das Verteilungsrohr übergeht. Von letzterem aus zweigen die Fallrohre zu den einzelnen Räumen ab. Ist die Heizung eine kontinuierliche, dann gehen die Fallrohre in Heizschlangen über, von denen die Wärme an den Raum abgegeben wird. Das Kondenswasser wird gegen den Kessel abgeleitet.

Ist die Beheizung eine diskontinuierliche, dann geht der Dampf durch den Mantelraum mit Wasser gefüllter Öfen, dient also auch zur Erwärmung des Wassers, das nach Einstellung der Heizung die zu rasche Abkühlung der Raumluft verhindert.

Die Niederdruck-Dampfheizung ist eine hygienisch empfehlenswerte Anlage, deren Herstellungskosten jedoch bei weitem größer sind, als die einer Luftheizung. Dieser gegenüber hat sie den Vorteil einer größeren Regulierbarkeit. Die abgegebene Wärme ist vorwiegend Strahlungswärme. Ihr Ventilationswert ist äußerst gering.

### Warmwasserheizung.

Aus dem im Souterrain befindlichen Kessel strömt das erwärmte Wasser durch das Steigrohr in das am Dachboden befindliche offene Expansionsgefäß, von hier aus durch das Verteilungsrohr und die Fallrohre zu den Heizkörpern. Durch die Rücklaufrohre vollendet es seinen Kreislauf zum Kessel. Alle die genannten Behältnisse und Rohre sind fortwährend mit Wasser gefüllt.

Als Heizkörper stehen verschiedene Öfen, ferner Rippenelemente und Radiatoren in Verwendung.

Wiewohl Anlage und Betrieb der Warmwasserheizung die kostspieligsten der bisher beschriebenen

Sammelheizanlagen sind, so muß sie doch, speziell für Schulräume, als die beste von ihnen angesehen werden. Der Umstand, daß sie neben Leitungswärme auch Strahlungswärme gibt, wird durch ihre absolute Regulierfähigkeit und dadurch aufgewogen, daß der auf den Heizkörpern aufgelagerte Staub, da die Wärme nicht zu hoch ist, durch Verbrennung die Luft nicht verunreinigen kann. Bei Lokalheizungen und Luftheizungen kann in ersterem Falle der Ofen, in letzterem der Warmluftkanal schwer oder gar nicht an die Fensterwand verlegt werden. Die Anbringung der Heizkörper an dieser Wand ist aber, wie eingehend nachgewiesen wurde, richtiger als an der gegenüberliegenden. Bei Warmwasser- und Dampfheizungen unterliegt es keinem Anstande die Heizkörper in die Fensternischen zu verlegen. Bleibt die Wahl zwischen den zwei letztgenannten Systemen, so spricht noch zu Gunsten der Warmwasserheizung die Wärmeaufspeicherung in den Öfen, die allerdings ebenfalls bei Dampfheizungen, sobald Öfen als Heizkörper verwendet werden, wenn auch in etwas geringerem Grade erreicht wird.

Ein kurzes Resumé ergibt:

Kommt in Lehrzimmern Lokalheizung zur Anwendung, dann ist zunächst die Verwendung von Gasöfen oder Dauerbrandöfen zu empfehlen. Mantel-Regulierfüllöfen sind die nächstbesten.

Gegen einfache Kachelöfen spricht vorwiegend der Umstand, daß sie fast gar nichts zur Ventilation beitragen, was umso schwerer in die Wagschale fällt, als dort, wo solche Öfen angewendet werden, in der Regel auch keine Ventilationsanlagen bestehen.

Einfache eiserne Öfen sind ganz auszuschließen.

Bei Einführung von Zentralheizungen rangieren ihrem hygienischen Werte nach die drei besprochenen Systeme in der Reihenfolge: Warmwasserheizung, Luftheizung und Niederdruck-Dampfheizung.

Bezüglich der Erwärmung der anderen Schulräume sei erwähnt, daß für Turnsaal und Korridor eine Temperatur von  $12^{\circ}$  C. die richtige ist, ferner sei für Internate angegeben, daß Schlafzimmer auf zirka  $15^{\circ}$  C., Badezimmer auf  $20$ — $22^{\circ}$  C. zu erwärmen sind.

### Ventilation.

Zu den normalen Bestandteilen der im Freien befindlichen Luft rechnen wir: Sauerstoff, Stickstoff, Kohlensäure, Ozon, Wasserdampf, Wasserstoffsuperoxyd, Ammoniak, Salpetersäure, salpetrige Säure, Riechstoffe, ferner organischen und anorganischen Staub sowie verschiedene Arten nicht pathogener Mikroorganismen.

Sauerstoff und Stickstoff finden wir überall in dem Verhältnisse von  $21 : 79$  in hundert Raumteilen Luft. Der Gehalt an Kohlensäure schwankt in der Freiluft nur in geringen Grenzen, und zwar von  $0.3$ — $0.5$  pro mille. Eine fast immer vorhandene Luftbewegung verhindert das weitere Steigen des Kohlensäuregehaltes selbst an Orten, wo dieses Gas durch massenhafte Verbrennung organischer Substanzen, wie in der Umgebung von Fabriken, in großen Mengen der Luft zuströmt. Wasserstoffsuperoxyd und Ozon sind immer nur in sehr geringen Mengen vorhanden. Die Wasserdampfmenge variiert in bedeutenden Grenzen. Der Gehalt an Ammoniak, Salpeter- und salpeteriger Säure ist zumeist nur minimal und nimmt nur dort bedeutend zu, wo Fäulnis organischer Substanzen in größerem Umfange stattfindet. Auch

der Staubgehalt der Luft sowie die Menge der in ihr vorkommenden Mikroorganismen ist ein sehr wechselnder. Riechstoffe kommen im Freien ebenfalls nur in geringer Quantität vor.

Wir sehen also, daß schon die Luft im Freien, mit Ausnahme ihres fixen Gehaltes an Sauerstoff und Stickstoff, eine schwankende quantitative Zusammensetzung ihrer sonstigen noch als normal anzusehenden Bestandteile hat. Wir wissen ferner, daß die Luft auch durch andere gas- und staubförmige Stoffe sowie gelegentlich durch pathogene Mikroorganismen in nicht unerheblichem Grade verunreinigt werden kann.

Für die in einem geschlossenen Raume befindliche Luft besteht aber nicht nur die Möglichkeit einer bedeutenden Schwankung des Gehaltes an allen jenen normalen Substanzen, die auch in der Freiluft nicht fixe Raummengen einnehmen, es kann vielmehr auch der Sauerstoff erheblich vermindert, die Kohlensäuremenge bedeutend vermehrt werden und überdies können Krankheitserreger in die Luft daselbst gelangen, die wir im Freien in derselben fast nie vorfinden.

Diese Änderung in der qualitativen und quantitativen Zusammensetzung einer im geschlossenen Raume befindlichen Luftmenge kann aus verschiedenen, zumeist gleichzeitig wirkenden Ursachen hervorgehen. In mit Menschen besetzten Räumen entsteht sie in erster Linie durch den Atmungsprozeß.

Nehmen wir an, daß ein erwachsener Mensch bei jeder Einatmung ungefähr  $\frac{1}{2}$  Liter Luft aufnimmt und bei jeder Ausatmung ebensoviel abgibt, so ergibt dies, 16 Atemzüge in der Minute vorausgesetzt, pro Stunde 480, pro Tag 11.520 Liter Luftwechsel.

Schon dieses große Quantum an täglichem Luftbedarf zeigt, daß die Beschaffenheit der uns umgebenden Luft für unsere Gesundheit nicht gleichgültig sein kann. Auch in sehr geringen Mengen vorkommende giftige Stoffe könnten bei der Aufnahme so bedeutender Luftmengen deletäre Wirkungen ausüben.

Vorausgesetzt, daß die Raumlufte ursprünglich normal zusammengesetzt sei, tritt beim Aufenthalte von Menschen schon nach kurzer Zeit eine wesentliche Verschlechterung derselben dadurch ein, weil Ein- und Ausatemungsluft eine verschiedene Zusammensetzung haben.

Das Quantum von 11.520 Litern enthält:

	bei der Einatmung	bei der Ausatmung
Sauerstoff . . . .	2419 Liter (21 <sup>0</sup> /o)	1843 Liter (16 <sup>0</sup> /o)
Stickstoff . . . .	9101 „ (79 <sup>0</sup> /o)	9101 „ (79 <sup>0</sup> /o)
Kohlensäure . . .	4·6 „ (0·04 <sup>0</sup> /o)	542 „ (4·7 <sup>0</sup> /o)

Die Berechnung der CO<sub>2</sub>-Menge bei der Ausatmung basiert darauf, daß von einem erwachsenen Menschen stündlich 22·6 Liter CO<sub>2</sub> ausgeschieden werden. Doch hängt diese Menge wesentlich davon ab, ob sich der Mensch ruhig verhält oder arbeitet. Bei Kindern ist sie, auf das Körpergewicht berechnet, verhältnismäßig größer als bei Erwachsenen.

Bei der studierenden Jugend männlichen Geschlechtes schwankt die stündliche Kohlensäureproduktion annähernd zwischen 9—18 Litern, bei Mädchen zwischen 8—16 Litern.

Die Differenz der aus- und eingeatmeten Wasserdampfmenge ist wegen des wechselnden Wassergehaltes der Einatemungsluft sehr verschieden. Die Ausatemungsluft ist mit Beziehung auf ihre Temperatur, die stets nur um weniges geringer ist als die Körpertemperatur, mit Wasserdampf gesättigt.

Die Verunreinigung der Raumluft mit Kohlensäure und Wasserdampf stammt jedoch nicht nur von der Atmung, sondern auch von der transpiratorischen Tätigkeit der Haut her. Die auf letzterem Wege in die Luft gelangende Kohlensäuremenge ist allerdings nur eine geringe.

Durch die Verdunstung des Hautschweißes nimmt die Zimmerluft eine Reihe teils bekannter, teils bisher ihrem Wesen nach noch unbekannter Stoffe auf, die wir gewöhnlich mit dem Sammelnamen Riechstoffe zu belegen pflegen. Diese sowie ähnliche von dem Schmutze der Haut und der Kleider herrührenden Substanzen, zu denen sich Darmgase verschiedener chemischer Zusammensetzung hinzugesellen, können namentlich in Schulräumen die Luft in sehr unangenehmer Weise beeinträchtigen. Eine direkt krankmachende Wirkung kommt ihnen kaum zu. Allein abgesehen davon, daß sie zu vorübergehendem Unwohlsein Veranlassung geben können, erzeugen sie Ekel und beeinträchtigen dadurch die Atmung sowie die Verdauung.

Endlich erfährt die Luft im Schulzimmer eine sehr wesentliche Verunreinigung durch den beim Vorhandensein so vieler Menschen aufgewirbelten Staub, der teils dem Fußboden, teils der Kleidung, namentlich der Beschuhung, anhaftet. Ebenso bringen die Schüler mit ihren Lehrmitteln oft große Mengen Staub mit. Den aufgewirbelten Staubteilchen können Mikroorganismen anhaften, die mit ihnen, sobald die Luftbewegung aufhört, sich wieder zu Boden senken.

Hiebei sei vor allem auf pathogene Mikroorganismen hingewiesen, deren Träger die Schüler infolge eigener Erkrankung, z. B. bei Eiterungen und

Tuberkulose, sind, oder die sie vom Hause an ihren Kleidern mitschleppen, wenn Infektionskrankheiten dortselbst herrschen. Solche pathogene Bakterien werden beim Husten oder Schneuzen in die Luft verspritzt oder trocknen mit den auf die Erde und die Einrichtungsgegenstände gelangten Sekreten ein und verstauben mit ihnen in die Luft.

Durch die in den Schulzimmern im Winter notwendige Beheizung und auch zeitweilig erforderliche Beleuchtung erfährt die Raumluft eine Verunreinigung, die vorwiegend auf einer Erhöhung des Gehaltes an Kohlensäure und Wasserdampf beruht. Ferner kann bei Lokalheizungen im Zimmer eine Verstaubung des Heizmaterials und der Asche stattfinden. Der auf eisernen Heizkörpern abgelagerte Staub verbrennt bei starker Erhitzung der ersteren und gibt dann seine Destillationsprodukte an die Luft ab. Auch die bei Warmluftheizung eingeführte Luft führt oft solche Stoffe mit sich, wenn in der Heizkammer, besonders auf dem Heizofen, Staub aufgelagert ist.

Bei unvollständiger Verbrennung in Öfen kann Kohlenmonoxyd, ein äußerst giftiges Gas, infolge seiner Schwere in das Zimmer gelangen. Daher sind Abzugsklappen, wie sie früher zur Wärmekonservierung an den Öfen angebracht wurden, absolut unzulässig.

Ob beim Glühendwerden eiserner Öfen Kohlenmonoxyd durch die Wand passieren kann, ist nicht sicher erwiesen. Aus Regulierfüllöfen könnte dieses Gas entweichen, da in den oberen Schichten Verbrennung ohne Flamme stattfindet; doch ist sein Eindringen in das Zimmer bei gut konstruierten Öfen dieser Gattung nur dann möglich, wenn diese durch schlechte Bedienung ruiniert wurden.

Bei Gasheizung können sowohl unverbranntes Gas als auch Verbrennungsprodukte desselben die Quelle einer gefährlichen Luftverunreinigung werden. Rostet die Metallwand des Gasofens infolge von aufgelagerter oder vom Kamin eindringender Feuchtigkeit, so kann ebenfalls Gas in die Raumluft gelangen.

Da zur Beleuchtung von Schulzimmern außer Petroleum, Leuchtgas und elektrischem Licht kaum andere Leuchtmaterialien verwendet werden, das letztgenannte die Luft fast gar nicht verunreinigt, die Gefahren durch Leuchtgas zum großen Teile schon früher erwähnt wurden, so sei nur noch auf die Rußbildung hingewiesen, die bei leuchtenden Leuchtgasflammen und bei Petroleumflammen zur Luftverunreinigung Veranlassung geben kann.

Bei der Verbrennung des Leuchtgases bilden sich auch schweflige Säure, Schwefelsäure, Salpeter-, Untersalpeter- und salpeterige Säure, endlich kann es, wenn das Gas nicht vollständig von Ammoniak befreit ist, auch zur Bildung des sehr giftigen Ammoniumzyanids kommen.

Wir haben bisher von den chemischen Veränderungen gesprochen, die eine ursprünglich normal zusammengesetzte Raumluft durch die in diesem Raume sich aufhaltenden Menschen sowie auch aus den anderen angeführte Quellen erfährt.

Wir sehen dabei, daß schon nach kurzer Zeit die Luft eine solche qualitative und quantitative Zusammensetzung erhält, die schädigend auf den Organismus einwirken muß.

Menschen, Beheizung, Beleuchtung verändern jedoch nicht nur die chemische Beschaffenheit der Luft, sondern auch deren Temperatur.

Unsere Wärmeregulierung, d. h. die Erhaltung der konstanten Eigenwärme ist ein komplizierter Prozeß, der von einer großen Zahl in und außer uns liegender Faktoren bedingt wird. Einer der wichtigsten dieser Faktoren ist die Wärmedifferenz unseres Körpers gegen die umgebende Luft. Ist diese Differenz sehr groß, ohne daß wir uns bei sehr niedriger Außentemperatur gegen eine zu intensive Wärmeabgabe schützen können, vermögen wir ferner bei höherer Temperatur die Wärmebildung in unserem Körper nicht zu verringern, oder steigt gar die Außentemperatur über die unseres eigenen Körpers, so können in dem einen wie in dem anderen Falle Störungen in der Wärmeregulierung eintreten, die je nach ihrer Größe und Dauer Unbehagen, Unwohlsein, akute und chronische Erkrankungen verschiedener Organe sowie auch plötzlichen Tod, z. B. infolge von Wärmestauung, herbeizuführen vermögen.

Auf den Grad und die Art der durch hohe Außentemperaturen hervorgerufenen krankhaften Störungen hat neben der Temperatur auch der Wasserdampfgehalt der Luft einen entscheidenden Anteil.

Zu große Trockenheit ebenso wie zu große Feuchtigkeit der Luft werden schlecht vertragen. Doch dürfte in besetzten Schulräumen selten und dann nur zu Beginn des Unterrichtes das Sättigungsdefizit des Wasserdampfes übermäßig groß sein. Die durch die Atmung, Schweißbildung und eventuelle Beleuchtung gebildeten Wasserdampfmengen sind so bedeutend, daß zum Schlusse des Unterrichtes zumeist eine eher zu große als zu kleine Luftfeuchtigkeit vorhanden ist. Infolge starker Heizung, namentlich bei unrichtiger Anlage einer Luftheizung, kann es dennoch zu einer die Atmungsorgane beim Sprechen und Singen belästigenden Lufttrockenheit kommen.

Aus dem bisher Gesagten ist es ersichtlich, daß beim Aufenthalte von Menschen in geschlossenen Räumen für eine stetige Fortschaffung der verunreinigten Luft und Ersetzung derselben durch frische gesorgt werden muß.

Diesen Vorgang nennt man die Ventilation.

Soll dieselbe eine rationelle sein, so muß das Quantum der in einer gewissen Zeit zugeführten Luft zumindest so groß sein, als die in dieser Zeit unbrauchbar gewordene und daher zur Abfuhr bestimmte Luftmenge. Es ist mithin zunächst das Ventilationsquantum festzusetzen. Ließe sich jeder der früher angeführten und sonstigen Faktoren der Luftverunreinigung rasch und leicht qualitativ und quantitativ bestimmen und wäre ferner für jeden derselben eine genau bestimmbare Grenze gegeben, bei der er eine schädliche Wirkung auf den Organismus auszuüben beginnt, dann müßte als Ventilationsquantum jene Luftmenge angenommen werden, in der der eine oder der andere die Luft verunreinigender Faktoren seinen Grenzwert erreicht hätte.

Diese Methode ist, soweit es sich um die Feststellung der chemischen Verunreinigung handelt, am leichtesten bezüglich des Kohlensäuregehaltes der Luft anzuwenden und Pettenkofer nimmt auch diesen als Maßstab für die Luftverunreinigung an. Er bezeichnet eine Luft als schädlich, deren Kohlensäuregehalt  $1^0/00$  übersteigt. Nun wissen wir jedoch aus Erfahrung, daß Menschen wenigstens durch einige Zeit auch einen viel größeren Kohlensäuregehalt vertragen und es ist auch diese Angabe von Pettenkofer nicht so zu verstehen, daß gerade der Gehalt der Luft von  $1^0/00$  Kohlensäure schon an und für sich die Gesundheit schädigt.

Wenn trotzdem an diesem Grenzwerte für Kohlensäure festgehalten wird, so geschieht dies nur auf Grund

der Erfahrung, daß eine Luft, die durch Atmung, Heizung und Beleuchtung, vorwiegend aber durch ersteren Prozeß verunreinigt wurde, beim Vorhandensein von  $1^{0/100}$  Kohlensäure andere Arten nicht leicht bestimmbarer Verunreinigungen in solcher Menge enthält, die schädigend auf den Organismus einwirken. Die  $\text{CO}_2$ -Menge hat daher mehr den Wert eines relativen Index für die Brauchbarkeit oder Unbrauchbarkeit der Atmungsluft.

Man hat auch versucht, auf Grund der quantitativen Bestimmung aller organischen, in der Luft enthaltenen Stoffe das Ventilationsquantum festzusetzen. Diese Methode hat sich als unbrauchbar erwiesen.

Etwas besser wohl, aber auch für sich allein nicht verwendbar ist der Vorschlag von Rietschl, die Temperatur als Maß der Luftverunreinigung anzusehen. Da in diesem Falle das einzuführende Luftquantum von der Temperatur der Außenluft abhängen würde, so erhellt schon daraus allein, daß diese Methode praktisch nicht verwertbar ist. Dagegen ist es wichtig hervorzuheben, daß die durch Ventilation erzielte Temperatur der Raumluft mit einem Wertmesser für die Leistung der Ventilationsanlage gibt. Nachdem auch die Keimzählung der Luft allein nicht zur richtigen Ermittlung des Ventilationsquantums führt, bleibt die besprochene Pettenkofersche Methode derzeit die beste.

Ein erwachsener Mensch produziert, wie bereits erwähnt wurde, stündlich 22·6 Liter Kohlensäure. Vermengt sich diese mit der Frischluft, die z. B.  $0\cdot3^{0/100}$   $\text{CO}_2$  enthält, so ist das Luftquantum, auf das verteilt der ganze Kohlensäuregehalt  $1^{0/100}$  beträgt, nach folgender Gleichung

$$\text{berechenbar: } \frac{22\cdot6 + x \cdot 0\cdot0003}{x} = \frac{1}{1000} = 32\cdot000 \text{ Liter,}$$

d. h. das stündliche Ventilationsquantum für einen

erwachsenen Menschen beträgt  $32 m^3$ . Bei einem Gehalte von  $4^{0/100}$   $CO_2$  der Ventilationsluft steigt dasselbe auf  $38 m^3$ , woraus ersichtlich ist, daß der Ventilationsbedarf sehr wesentlich von der Beschaffenheit der Frischluft beeinflußt wird. Daraus ergibt sich schon, wie wichtig es ist, Schulen an Orten zu erbauen, an denen die Luft im Freien möglichst rein ist.

Für Volksschüler kann als mittlere  $CO_2$ -Produktion ungefähr 10 Liter pro Stunde angenommen werden. In die obige Gleichung eingesetzt, beträgt daher das Ventilationsquantum für einen Schüler  $14 m^3$ .

Für ältere Schüler wächst dieses nach der Größe ihrer  $CO_2$ -Produktion.

Würde daher eine stündlich einmalige Lüfterneuerung im Schulzimmer erfolgen, so müßte jedem Schüler ein dem Ventilationsbedarfe gleicher Luftkubus zukommen.

Das wäre jedoch zu kostspielig und ist auch gar nicht notwendig. Mit guten Ventilationseinrichtungen läßt sich die Raumlufte bis zu einer gewissen Grenze beliebig oft wechseln. Geschieht dies aber mehr als dreimal in einer Stunde, so entsteht ein für die meisten Menschen empfindlicher, für viele schon schädlicher Luftzug. Einen dreimaligen Luftwechsel vertragen aber die Schüler auch wenn sie ruhig sitzen, ganz gut. Daher genügt dem obigen Beispiele nach für Volksschulen ein Luftkubus von  $5 m^3$  pro Schüler, sobald die Raumlufte eine stündlich dreimalige Erneuerung erfährt.

Das maximal größte Lehrzimmer hat aus Gründen, die an einer anderen Stelle eingehend gewürdigt wurden, eine Länge von  $10 m$ , eine Breite von  $7 m$  und eine Höhe von  $4.2 m$ , mithin einen Luftkubus von  $294 m^3$ . Daher sollte jenes in Volksschulen mit höchstens 57 Schülern

besetzt werden, die inklusive des Lehrers bei dreimaliger Ventilation in der Stunde dieses Luftquantum brauchen.

An eine richtige Ventilation stellt Flügge folgende Anforderungen:

1. Die Entnahmestelle muß genau bekannt sein und wir müssen Garantie für die Reinheit der zugeführten Luft haben.

2. Müssen wir die Lage der Zufuhr- und Abfuhröffnungen so wählen können, daß eine möglichst vollständige Durchlüftung des bewohnten Teiles des Zimmers erfolgt und daß unter keinen Umständen eine Belästigung der Bewohner eintritt.

3. Muß die Ventilation quantitativ ausreichen, d. h. über kräftige und konstant wirkende Motoren verfügen und sie muß zu jeder Zeit leicht regulierbar sein;

dazu ließe sich als weitere Forderung aufstellen:

4. Die Temperatur der Ventilationsluft soll regulierbar sein.

Diese Forderung ist deshalb notwendig, weil die Entwärmung der Raumlufte im Sommer mit der sehr hoch temperierten Freiluft nicht möglich ist und die zu hohe Temperatur im geschlossenen Raume nicht selten viel schwerer erträglich ist als die gasige Luftverunreinigung. Die Vorwärmung der Ventilationsluft im Winter hat wieder den großen Vorteil, daß wir mit einer solchen Luft häufiger ventilieren können als mit der sehr kalten äußeren Luft, da die Zugempfindlichkeit umso größer wird, je niedriger die Temperatur der Ventilationsluft ist.

Daraus nun, wieweit die verschiedenen Ventilations-einrichtungen — natürliche und künstliche — den obigen Anforderungen entsprechen, läßt sich ein Maßstab für den Wert derselben gewinnen, wobei jedoch gleich zu bemerken ist, daß selbst solche Ventilationsanlagen, die

den obigen Bedingungen vollkommen genügen, noch nicht imstande sind, die Raumlucht von allen Verunreinigungen zu befreien.

Wir unterscheiden gewöhnlich die natürliche und die künstliche Ventilation.

### Die natürliche Ventilation

ist der Luftaustausch der in den Räumen des Gebäudes eingeschlossenen Luft durch die Poren der Wandungen, ferner durch die Ritzen und Spalten der Fenster, Türen und Böden.

Die Größe dieses Luftwechsels wird zunächst bedingt durch die Druckdifferenz der äußeren und inneren Luft, hängt daher vorwiegend von Winden sowie von dem Temperaturunterschiede zwischen der Luft im Freien und in dem geschlossenen Raume ab. Maßgebend für diese Größe ist ferner der Gesamtquerschnitt der vorhandenen Poren, Ritzen und Spalten, nicht minder aber auch die Höhenlage derselben an den Wänden.

Recknagel hat experimentell nachgewiesen, daß in einen Raum, dessen Temperatur höher ist als die der umgebenden Luft, nur vom Boden und von den unteren Teilen der vertikalen Seitenwände Luft einströmt, dagegen von der Decke und dem oberen Teile der vertikalen Wände nach außen geht. Zwischen den beiden Sphären ist eine Zone, in der keinerlei Druckdifferenz zwischen der äußeren und der inneren Luft herrscht, die sogenannte neutrale Zone. Je größer der Querschnitt der im oberen Teile des Gebäudes liegenden Poren ist, desto höher rückt die neutrale Zone, desto mehr Fläche gewinnt die Zone, in der die Luft einströmen kann.

Diesem experimentellen Nachweise Recknagels steht die Erfahrung gegenüber, daß in den Gebäuden die

natürliche Ventilation fast ausschließlich durch die Fugen und Ritzen an den Fußböden und Decken stattfindet, dagegen fast gar nicht durch die vertikalen Wandungen. Im Winter, wo das Gebäude wärmer ist als die Außenluft, haben wir es daher mit einem nach aufwärts, im Sommer gelegentlich mit einem umgekehrt gerichteten Luftstrome zu tun, der nur zum Austausch der Luft zwischen den übereinanderliegenden Räumen führt, mit-hin manchmal die Raumluft eher verschlechtern als verbessern kann.

Im Interesse der Wärmebeständigkeit der Schulräume brauchen wir in den äußeren Mauern eine ruhende Luftschichte. Dieselbe muß nach außen und innen luftdicht abgeschlossen sein, weshalb wir für die Wände luftundurchlässige Anstriche wählen. Es ist uns also eine Porenventilation durch die Wandungen nicht einmal erwünscht und wir können auf dieselbe auch ganz ruhig verzichten. Dort, wo sie aber doch vorhanden sein sollte, ist sie viel zu gering, um das Ventilationsquantum zu decken. Sie entspricht aber auch allen anderen, für eine richtige Ventilation aufgestellten Bedingungen nicht.

Vielfach wird gegen den Verzicht auf die natürliche Ventilation eingewendet, sie könne trotz ihrer eigenen Unzulänglichkeit sehr gut eine auf andere Art, z. B. durch Heizung bewirkte Ventilation unterstützen. Wir müssen jedoch darauf dringen, besonders in Schulen über Ventilationsanlagen zu verfügen, die jederzeit vollkommen entsprechen und nicht gelegentlich einer Aushilfe durch eine so unzuverlässige Einrichtung als es die beschriebene natürliche Ventilation ist, bedürfen. Haben wir aber eine tadellos funktionierende Ventilationsanlage, dann kann die natürliche Ventilation durch Störung

der Regelbarkeit eher schaden als nützen, da sie eine von Temperaturdifferenzen, Winden u. s. w. abhängige, ganz variable Größe und nicht einmal eine ständig gleiche Bewegungsrichtung besitzt.

Gewissermaßen den Übergang von der natürlichen zur künstlichen Ventilation bildet die Lüftung durch Fenster und Türen. Sie ist heute ebenso im Hause als auch in der Schule die am häufigsten gebräuchliche Ventilationsart, indem in gewissen Zeitabständen entweder das Fenster allein oder auch gleichzeitig die gegenüberliegende Türe geöffnet werden. Man bezeichnet die letztere Ventilationsart auch als Zuglüftung.

Mit dieser Lüftungsart kann, wenn sie in den Zwischenpausen regelmäßig durch kurze Zeit erfolgt, auch im Winter ohne eine wesentliche Beeinflussung der im Raume notwendigen Temperatur das Ventilationsquantum gedeckt werden. Sonst aber weist sie eine Reihe von Mängeln auf, indem sie keine Garantie für die Reinheit der zugeführten Luft bietet, eine nur ganz geringe Regelbarkeit durch mehr oder minder weites Öffnen der Fenster und Türen hat und auch die gleichmäßige Durchlüftung des ganzen Raumes nicht verbürgt.

Die Luftverunreinigung wird ferner durch Zuglüftung nur periodisch und nicht kontinuierlich korrigiert. Befinden sich während der Lüftung die Schüler im Korridor, so atmen sie die schlechte, aus den Zimmern ausgeführte Luft ein; bleiben sie aber im Lehrzimmer, so müssen sie in die Ecken flüchten, wo sie am wenigsten von Zugluft getroffen werden.

Etwas geringer werden namentlich die letztangeführten Mängel der Zuglüftung, wenn man in den oberen Teilen der Fenster und dem unteren Abschnitte

einer diesen gegenüberliegenden Türe Öffnungen einschneidet, die durch Schieber in ihrer Größe veränderlich sind. Aber auch in diesem Falle bleibt die Regelbarkeit der Lüftung nur gering und es besteht keine Gewißheit für die Reinheit der Luft.

Ist die in der Türe befindliche Öffnung kleiner als die Fensteröffnung, so entsteht nächst der Türe ein empfindlicher Zug.

Oft finden wir auch nur in den oberen Fensterflügeln kreisförmige Öffnungen, in denen sich bewegliche Rädchen befinden. Durch die einströmende Luft werden diese in Bewegung versetzt und dadurch wird die vor sich gehende Lüftung hör- und sichtbar. Für den Ventilations-effekt sind die Rädchen, da sie das Einströmen der Luft hindern, nur schädlich. Überdies wirkt das Geräusch störend und die Schüler wenden bekanntermaßen diesem Spielzeuge mehr als notwendig ihre Aufmerksamkeit zu.

Wird nebstbei die verbrauchte Luft im Winter durch ventilierende Öfen abgeführt, so vermag diese Ventilationsart gewiß der Luftverunreinigung bis zu einem gewissen Grade vorzubeugen. Ob aber das Ventilationsquantum gedeckt wird, hängt von der Größe und Zahl der Öffnungen für den Lufteinlaß, sowie von der Stärke und Richtung der außen vor sich gehenden Luftbewegung ab. Im Sommer findet oft eine Umkehrung des Luftstromes statt.

Viel besser ist schon die Einrichtung, die oberen Fensterflügel um horizontale Achsen drehbar zu machen und sie durch eine im Zimmer angebrachte Vorrichtung beliebig weit nach innen umlegen zu können. Die bei der Öffnung des oberen Fensterteiles zu beiden Seiten vorhandenen dreieckigen Lücken erhalten dann gewöhnlich eine Blechverkleidung, damit die einströmende Luft zu-

nächst den Weg gegen die Zimmerdecke nimmt. Dadurch ist eine Belästigung der an der Fensterseite sitzenden Schüler durch Zug ausgeschlossen. Zur Erzielung einer raschen und reichlichen Lüftung kann man auch die unteren Fensterflügel in derselben Weise mit Drehvorrichtungen versehen.

Es ist möglich, das Ventilationsquantum durch eine derartige kontinuierliche Fensterlüftung zu decken, die anderen im vorhergehenden angeführten Fehlerquellen einer solchen bleiben jedoch bestehen. Als Vorteil muß es aber angesehen werden, daß Fehler in der Bedienung einer derart einfachen Ventilationsvorrichtung ausgeschlossen sind, während zur Bedienung von künstlichen Lüftungsanlagen Personen notwendig sind, die über den Mechanismus und den Ventilationsvorgang genau Bescheid wissen. Deshalb soll in Schulzimmern, in denen derartige Einrichtungen bestehen, dafür gesorgt werden, daß niemals die Schüler selbst die Ventilation besorgen. Wir werden darauf bei Besprechung dieser Anlagen noch zurückkommen.

#### **Künstliche Ventilation.**

Eine vollständige Ventilationsanlage besteht im wesentlichen aus: Luftzufuhrkanal, Luftabfuhrkanal, ferner einer Kraftquelle, die den Luftstrom durch den Zufuhrkanal ins Zimmer leitet und schließlich die verbrauchte Luft durch den Abfuhrkanal entfernt.

Diese Kraftquelle hat entweder hinter dem zu ventilierenden Raume ihren Sitz und entfernt die unreine Luft durch Aspiration oder sie befindet sich vor der Lufteströmungsöffnung und drückt die Frischluft in den Raum.

Nach diesem Prinzipie werden die Ventilations-systeme als Aspirations- und Pulsionssysteme bezeichnet.

Eine Art des Aspirationssystems ist die Ventilation durch Lokalheizung.

Die Luftmengen, welche die verschiedenen Brennmaterialien zur vollständigen Verbrennung bedürfen, sind ermittelt, so daß man nach der Menge des verbrauchten Materiales den Ventilationseffekt berechnen kann.

Diese Luftmengen betragen für:

1 kg Holz . . . . .	3·5— 7·5 m <sup>3</sup>
1 kg Steinkohle . . . . .	8·0—17·5 m <sup>3</sup>
1 kg Braunkohle . . . . .	5·0 m <sup>3</sup>
1 kg Koks . . . . .	7·9 m <sup>3</sup>
1 kg Leuchtgas . . . . .	10·9 m <sup>3</sup>

Vorausgesetzt wird natürlich die vollständige Verbrennung, so daß der Wert der Lokalheizung für die Ventilation auch von der Art und Güte des Ofens abhängt. Kachelöfen z. B., deren Türen nach dem Anheizen zum Zwecke der Wärmeaufspeicherung geschlossen werden, verlieren von diesem Momente an ihren ventilatorischen Wert. Die Reinheit der Frischluft ist bei dieser Ventilationsart nicht verbürgt. Im Sommer fällt diese Lüftung ganz weg.

Als im engeren Sinne nach dem Aspirationssystem eingerichtete Ventilationsanlagen finden wir:

1. Einen Luftabzugskanal allein; derselbe mündet in einer Zimmerwand mit zwei Öffnungen, von denen die eine nahe der Decke, die andere nahe dem Boden liegt. Der Kanal wird über das Dach geführt.

Die Öffnungen haben regulierbare Klappen. Zur Erzielung der Aspiration wird die Luft im Ableitungs-

schachte erwärmt. Dies erreicht man entweder dadurch, daß man im Schachte eine Gasflamme brennen läßt oder das Ventilationsrohr neben den Rauchfang legt. Oft führt man einen eisernen Rauchkamin mitten durch den gemauerten Ventilationsschacht der Länge nach durch. Der Ventilationseffekt hängt in den letzten beiden Fällen natürlich von der Größe der Hausheizung ab und wird demgemäß im Sommer viel geringer sein als im Winter.

Statt der Wärmedifferenz zwischen der Luft im Raume und im Abzugskanale benützt man oft auch den Wind als Aspirator. Zu diesem Behufe wird an das äußere Ende des Schachtes ein sogenannter Wolpertscher Sauger aufgesetzt, dessen Wirkung im wesentlichen darauf beruht, daß der an seinen Wandungen vorbeistreichende Wind eine Luftverdünnung erzeugt, die das Nachströmen von Luft aus dem Kamine veranlaßt. Dieselbe Wirkung erzeugen den Preßköpfen ähnliche Rohre, deren oberer Teil rechtwinkelig abgebogen ist. Die Rohre sind beweglich an das obere Ende der Ventilationskamine aufgesetzt, mit einer Windfahne versehen und drehen sich mit ihrer Öffnung vom Winde weg.

Bei dem besprochenen System wird nur Rücksicht auf die Entfernung der verbrauchten Luft genommen. Die Frischluft strömt dann entweder nur durch die Poren, Fugen und Ritzen oder durch Fenster und Türen ein. Das System besitzt daher eine nur sehr geringe Einflußnahme auf die Menge und Beschaffenheit der Frischluft. Das ist ein so bedeutender Fehler, daß wir eine solche Anlage nicht empfehlen können. Ganz anders verhält es sich, wenn

2. Luftzufuhr- und Luftabfuhrkanal vorhanden sind und an letzterem die Aspiration in einer der oben bezeichneten Arten bewirkt wird.

Den Luftzufuhrkanal läßt man gewöhnlich hinter den Ofen oder, wo Mantelöfen vorhanden sind, in den Mantelraum münden. Dadurch besitzen wir im Winter hinter dem Zufuhrkanale eine neue Aspirationsquelle, die das Ventilationsquantum wesentlich fördert.

Oft begnügt man sich bei der letzt geschilderten Einrichtung mit dem in den Mantelraum einmündenden Luftzufuhrkanale, die Luftabfuhr überläßt man dann dem Ofen selbst. Die Frischluft geht durch den Mantel, strömt durch die im oberen Teile desselben befindlichen Öffnungen als Warmluft in das Zimmer, senkt sich nach Abkühlung an den Wänden und geht zur Feuerungsstelle zurück. Ist aber kein Abluftkanal vorhanden, dann ist man im Sommer wieder auf die Türen- und Fensterventilation angewiesen, daher sich die Anlage als eine unvollständige erweist.

Beim Pulsionssystem wird als Motor zumeist die herrschende Luftbewegung benützt. Bei der früher besprochenen Ventilation durch Öffnungen in den oberen Fensterteilen, sowie durch Drehfenster, bewirkt die Druckdifferenz das Einströmen der Luft. Im Winter kann dann die Lokalheizung die Luftabfuhr übernehmen. Es ist aber aus den schon genügend erörterten Gründen besser, für diese durch einen mit Aspiration versehenen Luftabfuhrkanal Sorge zu tragen.

Wir kommen mithin zu dem Resultate, daß im Interesse einer gründlichen, von äußeren Witterungsverhältnissen unabhängigen Lüftung der Schulzimmer künstliche Ventilationsanlagen mit Luftzufuhr- und Abfuhrkanälen gefordert werden müssen. Die Zuglüftung, die Heizlüftung sind zu wenig regelbar und letztere überhaupt nur im Winter vorhanden. Nur eine vollständige Anlage vermag jenen Forderungen möglichst

nahe zu kommen, die wir an eine richtige Ventilation gestellt haben. Die Anlage muß aber auf ihren Ventilationseffekt wiederholt geprüft werden.

Diesen mißt man, indem man den Kohlensäuregehalt der Raumlufte vor und nach der Durchlüftung bestimmt.

Nach Seidel ist  $x = 2.303 \cdot m \cdot \log \frac{p^1 - a}{p^2 - a} m^3$ , wenn  $x$  die Ventilationsgröße,  $m$  der Kubikinhalte des Raumes,  $p^1$  und  $p^2$  der  $\text{CO}_2$ -Gehalte vor, beziehungsweise nach der Durchlüftung und  $a$  der  $\text{CO}_2$ -Gehalt der eingeströmten Luft ist. Von dem gefundenen Werte ist aber die Ventilationsgröße der natürlichen Ventilation abzuziehen, die für sich bestimmt werden muß.

Beim Aspirationsysteme kann als Maß der Ventilationsgröße auch das Produkt aus dem Querschnitte des Luftabzugsrohres mit der durch das Anemometer gemessenen Ausströmungsgeschwindigkeit der Luft angenommen werden, während bei Pulsionsanlagen der Ventilationseffekt in analoger Weise an der inneren Öffnung des Luftzufuhrkanales ermittelt wird.

Es ist jedoch klar, daß wir bei Benützung dieser Messungsmethode keinen Einblick darüber gewinnen, inwieweit sich die verdorbene mit der zugeführten Luft wirklich vermengt hat. Um die vollständige Vermengung der Frischluft mit der Raumlufte herbeizuführen, muß eine richtige Anordnung bezüglich der Lage von Ein- und Ausströmungsöffnungen getroffen werden.

Im Winter soll die eingeführte Luft vorgewärmt werden. Das kann man dadurch erreichen, daß der Luftzuführungskanal in den Mantelraum des Ofens mündet. Die Frischluft erwärmt sich, steigt auf und geht

über Kopfhöhe in das Zimmer, nimmt ihren Weg zur Decke und zur gegenüberliegenden Wand, senkt sich infolge der Abkühlung und wird, wenn hier ein Abluftkanal vorhanden ist, durch eine nahe dem Boden befindliche Öffnung abgeleitet. Oder es wird die Luft in einer Heizkammer vorgewärmt, strömt durch eine über Kopfhöhe befindliche Öffnung in das Zimmer und nimmt den vorhin angegebenen Weg.

Im Sommer strömt kältere Luft durch eine nahe dem Boden befindliche Öffnung ein, steigt infolge von Erwärmung in die Höhe und strömt an der entgegengesetzten Wand durch eine nahe der Decke befindliche Öffnung des Abluftkanales ab. Daraus folgt, daß der Einfuhr- wie der Abfuhrkanal je 2 Öffnungen haben müssen, und zwar der erstere eine nahe dem Boden und eine in der Höhe von etwa 2 m, der letztere eine nahe dem Boden und eine nahe der Decke. Nur in dem Falle, als der Einfuhrkanal in den Mantelraum eines Ofens mündet, würde an diesem die untere Öffnung allein genügen.

Bei der Winterventilation ist am Einfuhrkanale nur die obere und an dem an der entgegengesetzten Wand gelegenen Abfuhrkanale nur die untere Klappe geöffnet. Bei der Sommerventilation ist dies umgekehrt.

Derjenige, der eine solche Ventilation bedient, muß in den Mechanismus genau eingeweiht sein.

Es kann nämlich geschehen, daß, wenn gleichzeitig Fenster und Türen beim Bestehen der beschriebenen Ventilationsanlage geöffnet werden und eine Klappe des Abluftkanales offen steht, aus diesem verdorbene Luft in das Zimmer eindringt. Sind an den Schacht noch andere

Zimmer angeschlossen, so kann die Menge der einströmenden schlechten Luft eine ziemlich bedeutende sein.

Bei der Besprechung der Kraftquellen für die Aspiration und Pulsion wurden bisher die maschinellen Motoren nicht erwähnt. Der Grund hiefür ist, daß solche Motore für Schulen kaum angewendet werden. Sie werden bisher fast ausschließlich nur in Fabriken, Theatern und Kaffeehäusern benützt, woselbst das Ventilationsquantum ein sehr erhebliches ist.

Der Vollständigkeit halber sei angeführt, daß solche Motoren, soweit sie zur Pulsion dienen, als Bläser, soweit sie zur Aspiration bestimmt sind, als Exhaustoren bezeichnet werden.

Ihre Bewegung wird durch Wasserkraft, Dampfmaschinen, Gas oder Elektrizität bewirkt. Auch komprimierte Luft kann sowohl zur Pulsion wie auch zur Aspiration dienen.

In letzterem Falle erzeugt sie, tangential um die äußere Öffnung des Abluftkanales streichend, in dessen Umgebung eine Luftverdünnung, welche die im Raume befindliche Luft in den Kanal hineinzieht.

Nebst der Deckung eines großen Ventilationsbedarfes haben die Motoren noch den Vorteil einer größeren Regelbarkeit und nur die kostspielige Beschaffung verhindert bisher ihre häufigere Verwendung.

Dagegen ist der Betrieb von Motoren nicht gar so teuer, als gewöhnlich angenommen wird.

Prausnitz berechnet, daß die Bewegung eines Schraubenventilators durch einen kleinen Wassermotor bei einer stündlichen Lieferung von  $100\text{ m}^3$  Luft im Jahre nur 12·5 Mark kostet.

(Nach dem Münchner Wasserpreis:  $1\text{ m}^3$  Wasser = 5 Pf.)

Wenn wir die im vorhergehenden als vollständig bezeichneten Ventilationsanlagen daraufhin untersuchen, inwieweit sie imstande sind, die die Luft verunreinigenden Substanzen und die sonstigen auf die Verderbnis der Raumlufte Einfluß nehmenden Faktoren zu beseitigen, so kommen wir zu der Erkenntnis, daß ihre Wirksamkeit fast ausschließlich auf die Beseitigung der gasförmigen Verunreinigungen beschränkt ist.

Im Sommer ist die Entwärmung der Raumlufte und der Wände durch die zugeführte Frischluft bei hohen Temperaturen im Freien ziemlich schwierig. Die Luft hat eine sehr geringe spezifische Wärme und es müßten daher sehr bedeutende, durch Kühlanlagen geleitete Luftmengen in den Raum eingeführt werden.

Die Entfernung des Staubes ist bei der zulässigen Ventilationsgeschwindigkeit undurchführbar. Nur in unmittelbarer Nähe der Ausströmungsöffnung kann Staub mit fortgerissen werden. Durch starke Zuglüftung wäre es wohl möglich, natürlich bei Abwesenheit der Schüler, den Staub aufzuwirbeln und ihn zunächst in den Korridor zu schaffen. Daß sich aber ein solches Verfahren zur Entstaubung des Schulzimmers nicht empfiehlt, ist selbstverständlich. Überdies würde in den Ecken, an den Möbeln und sonstigen Gegenständen noch immer sehr viel Staub haften bleiben.

Da die Mikroorganismen der Luft fast immer an den Staubpartikelchen haften, so leistet die Ventilation für die Desinfektion des Raumes wenig oder gar nichts.

Gerade das letzterwähnte Verhalten der Mikroorganismen macht es zur dringenden Pflicht, im Schulse jede Staubaufwirbelung peinlichst zu verhüten. Das kann nur durch Maßnahmen bewirkt werden, die

erstens darauf hinzielen, das Einbringen von Staub in die Schule und namentlich in das Schulzimmer auf ein Minimum zu beschränken, zweitens den doch vorhandenen Staub ohne Aufwirbelung zu entfernen.

Die Schüler müssen daher angewiesen werden, mit reinen Kleidern und Schuhen in die Schule zu kommen und auch ihre Lehrbücher und Hefte vom Staube frei zu halten. Für das Reinigen der Schuhe sind beim Schuleingange und an der Treppe Abstreifer zu legen. Ein sehr wesentliches Mittel zur Reinhaltung der Luft in der Schule bilden auch die Schulbäder.

Harte Dielenböden, besonders aber Linoleumbelag, lassen sich durch feuchtes Aufwischen ohne Staubentwicklung gut reinigen. Daher ist Linoleum sehr zu empfehlen. Um die Verstaubung von Fußböden zu vermeiden, wird in neuerer Zeit Stauböl oder Dr. Buchmans Lignolstreu angewendet. Das erstere hält den Staub am Boden fest und soll ihn auch desinfizieren. Die Entfernung desselben erfolgt dann ebenfalls auf nassem Wege.

Das letztere, aus Holzsägemehl, das mit Terpentin, Ölen und Paraffinen imprägniert ist, bestehend, nimmt den Staub auf und wird dann zusammengekehrt und verbrannt.

Von den Schulmöbeln darf der Staub ebenfalls nur feucht abgewischt werden. Kleider sollen in den Schulzimmern nie abgelegt werden.

Ein giffreier, waschbarer Ölfarbenanstrich der Wände verhindert wesentlich die Verstaubung von den letzteren aus.

Die Reinhaltung der Luft in der Schule erfordert daher

1. möglichste Einschränkung der Luftverunreinigung;

2. ausgiebige Ventilation durch künstliche Ventilationsanlagen;

3. rationelle Entfernung des Staubes, der Abfallstoffe und Abwässer.

### **Wasserversorgung.**

Bei der Auswahl eines Grundstückes als Baustelle für ein Schulgebäude in Orten, die keine zentrale Trinkwasseranlage besitzen, bildet die Möglichkeit der lokalen Beschaffung tadellosen Trinkwassers in einer dem Bedarfe entsprechenden Menge die Vorbedingung für die Eignung des Bauplatzes.

In Schulen ist es weit schwieriger als im Wohnhause, die Wasserentnahme zu überwachen. Daher muß es als prinzipiell unzulässig angesehen werden, neben einer Trinkwasseranlage auch eine solche für Nutzwasser zuzulassen. Es dürfte sich hiefür auch die Notwendigkeit umso weniger ergeben, als der Wasserverbrauch pro Kopf und Tag gewöhnlich kein so großer als in Wohngebäuden ist.

Während man diesen in Städten durchschnittlich mit 150 Litern pro Kopf und Tag berechnet, reicht man in Schulen schon mit dem Einheitsquantum von 4 Litern aus, weil daselbst das Wasser meist nur zum Trinken und zur Hausreinigung benötigt wird. Bei Klosett- und Pissoirspülung, bei der Errichtung von Brausebädern sowie dann, wenn in dem Schulgebäude sich Lehrerwohnungen befinden, steigt der Wasserbedarf allerdings um ein Beträchtliches.

Brausebäder und die erwähnten Spülungen werden jedoch gewöhnlich nur dort eingeführt, wo zentrale Wasserleitungsanlagen vorhanden sind.

Man rechnet für

eine einmalige Klosettspülung . . . . .	5 — 10	Liter
„ „ Klappenklosettspülung . . . 1/2 — 2		„
Pissoirspülung pro Stunde und Stand . . .	50 — 100	„
ein Brausebad . . . . .	30	„

An ein qualitativ tadelloses Wasser stellen wir folgende Forderungen:

1. Es soll farblos, klar, geruchlos sein und einen erfrischenden Geschmack haben.

2. Es soll das ganze Jahr hindurch eine möglichst gleichbleibende Temperatur von mindestens 7° und höchstens 12° C. besitzen.

3. Es darf keinen zu hohen Härtegrad haben.

4. Es muß frei von metallischen Giften, wie z. B. Arsen- und Bleisalzen, sein.

5. Die Menge der im Wasser enthaltenen Chloride, der organischen Substanzen sowie der durch Oxydation aus den letzteren entstandenen anorganischen Verbindungen — Ammoniak, salpetrige Säure und Salpetersäure — muß eine beschränkte sein.

6. Das Wasser darf weder pathogene Mikroorganismen, noch solche organisierte Elemente enthalten, die auf eine Verunreinigung durch Fäkalien schließen lassen.

7. Die Zahl der im Wasser fast stets vorhandenen nicht pathogenen Bakterien ist nur bis zu gewissen Grenzen zulässig.

Die in den Punkten 1. und 2. angeführten Forderungen bedingen die Appetitlichkeit und den Wohlgeschmack des Wassers. Der letztere hängt außerdem von dem Gehalte an freier Kohlensäure ab. Der schlechte Geschmack des Flußwassers rührt daher, daß es erstens keine freie Kohlensäure enthält und zweitens infolge dieses Mangels weich

geworden ist, d. h. seine doppelkohlensäuren Kalzium- und Magnesiumsalze durch Fällung eingebüßt hat.

Die oben geforderten Temperaturverhältnisse weist ein Wasser gewöhnlich dann auf, wenn es aus einer Tiefe von 8 bis 10 Metern entnommen wird. Aus diesem Grunde und weil, wie später gezeigt werden soll, die Reinheit des Wassers umso eher verbürgt ist, aus einer je größeren Tiefe dasselbe stammt, ist eine Brunnen-tiefe von der angegebenen Größe sehr wünschenswert. Um diese von vornherein feststellen zu können, ist jedoch eine einmalige Messung des Grundwasserstandes ganz ungenügend, es muß vielmehr darauf Rücksicht genommen werden, welchen höchsten Stand das Grundwasser am Orte der Brunnenanlage erreichen kann.

Unter Härte verstehen wir den Gehalt des Wassers an Bikarbonaten des Magnesiums und des Kalziums sowie an Chloriden, Nitraten und Sulfaten. Die erstgenannten Salze sind nur im Wasser löslich, das freie Kohlensäure enthält, weshalb sie, wie bereits erwähnt, im Flußwasser fehlen. Ebenso verliert das Wasser diese Salze durch Kochen. Sie machen daher jenen Teil der Gesamthärte aus, den wir als temporäre Härte bezeichnen, während die Menge der Chloride, Nitrate und Sulfate, welche Substanzen auch in gekochtem Wasser gelöst bleiben, den Grad der sogenannten permanenten Härte bedingen.

Durch lange Zeit fortgesetzten Genusses zu harten Wassers können die Verdauungsorgane affiziert werden. Für die Zubereitung mancher Speisen wie Leguminosen und zum Waschen ist ein solches Wasser theils ganz ungeeignet, theils minder brauchbar.

Man bezeichnet die Härte nach Graden, wobei 1 cg Kalziumoxyd in einem Liter Wasser als ein Härte-

grad gilt. Das vorhandene Magnesiumoxyd wird in Kalziumoxyd umgerechnet.

Als oberste zulässige Grenze werden 20 Härtegrade angesehen.

Besser ist es, wenn man statt die obige Umrechnung vorzunehmen und Härtegrade anzugeben, sowohl das Kalziumoxyd als auch das Magnesiumoxyd für sich quantitativ bestimmt.

Der Gehalt des Wassers an Bleisalzen rührt fast ausschließlich von der Benützung bleierner Wasserleitungsrohre her. Man hat daher versucht, diese ganz auszuschalten. Es ist bis jetzt jedoch noch nicht gelungen, ein gleich biegsames und zugleich ungefährliches Material für Hausleitungen herzustellen.

Lösliches Bleihydrat bildet sich bei Luftzutritt in die Rohre, daher sollten diese stets mit Wasser gefüllt sein und man vergesse überdies nie die Vorsicht, das über Nacht oder sonst durch längere Zeit in den Rohren gestandene Wasser vor dessen Entnahme ablaufen zu lassen. Sind im Wasser viel Chloride und Nitrate vorhanden, so können auch diese lösliche Bleisalze bilden, während Bleikarbonat und Bleisulfat im Wasser unlöslich sind. Doch können auch suspendierte Bleisalze Vergiftungen erzeugen.

Arsen kommt fast nur in Flußwässern vor, wohin es mit Abwässern aus Fabriken gelangt. Da der lokale Wasserbedarf für eine Schule niemals aus einem Flusse direkt entnommen werden dürfte und dort, wo die zentrale Wasserversorgung mit Flußwasser erfolgt, arsenhaltiges Wasser von der Verwendung ausgeschlossen ist, wäre nur darauf aufmerksam zu machen, daß in der Nähe von Anilinfabriken auch der Boden mit Arsen verunreinigt werden kann. Der Bau von Schulhäusern

in der Nähe von Fabriken ist jedoch prinzipiell zu vermeiden.

Aus eisenhaltigem Boden stammendes Wasser trübt sich und wird unappetitlich. Das Eisenkarbonat verliert nämlich seine Löslichkeit, wenn die freie Kohlensäure des Wassers entwichen ist und verwandelt sich durch Einwirkung des Luftsauerstoffes in braunflockiges Ferridhydrat. Ein solches Wasser ist nur nach Filtration genießbar.

Piefke hat ein Verfahren angegeben, um die chemische Umwandlung des Eisenkarbonats in Ferridhydrat und die Filtration des Wassers rasch durchzuführen.

Der Chlorgehalt des Wassers rührt teils von den in dem Boden direkt enthaltenen oder z. B. mit größeren Harnmengen in denselben hineingebrachten Kochsalzmengen, teils aber von der Zersetzung organischer Substanzen her, hat also in letzterem Falle eine symptomatische Bedeutung für die Reinheit des Bodens, dem das Wasser entnommen wird.

Daher soll die gesamte Chlormenge nicht über 20—30 *mg* im Liter Wasser gehen.

Dieselbe Bedeutung, wie oft dem Chlor, kommt auch dem Ammoniak, der salpeterigen Säure und der Salpetersäure zu. Deshalb sind Ammoniak und salpeterige Säure nur in Spuren zulässig. Die Salpetersäure als das Endprodukt der Oxydation organischer Substanzen weist überdies darauf hin, daß der mit diesen imprägnierte Boden sie vollständig zu mineralisieren vermag. Geringe Mengen Salpetersäure, etwa 5—15 *mg* im Liter, sind zulässig. Aber selbst etwas größere Mengen schließen noch nicht unbedingt den Genuß des Wassers aus, vorausgesetzt, daß dieses tatsächlich aus einem porösen Boden stammt, der keine größeren Öffnungen hat und

jeder Zufluß von der Oberfläche oder von der Seite her unmöglich ist.

Wo solche Zuflüsse vorhanden sind, können mit den Fäulnisprodukten organischer Substanzen auch pathogene Mikroorganismen in das Wasser gelangen, zumindest jedoch Fäulnisbakterien in einer die Genußfähigkeit desselben ausschließenden Menge. Hierüber kann uns nur eine genaue Lokalinspektion der Wasserspense sowie die bakteriologische Untersuchung Aufschluß geben. Filtriert dagegen das Oberflächenwasser durch einen mit nicht zu groben Poren versehenen Boden in einer Dicke von nur ungefähr 4 *m* hindurch, dann kann das Grundwasser beim Vorhandensein großer Mengen in Zersetzung begriffener organischer Substanzen im Boden, sobald eine vollständige Oxydation der letzteren stattfindet, wohl entsprechend große Mengen von Salpetersäure enthalten, nie aber pathogene Keime, die an und für sich im Boden sehr ungünstige Bedingungen für ihre Vermehrung vorfinden. Auch Fäulnisbakterien werden in einem solchen Wasser in nicht gar zu großer Zahl vorhanden sein. J. Fraenkel fand sogar in einer Tiefe von 4 *m* den Boden fast steril.

Hiemit ist auch schon das wichtigste über die Bedeutung der im Wasser vorkommenden organischen Substanzen gesagt. Auch bei diesen ist die Kenntnis des Weges, auf welchem sie in das Wasser gelangt sind, von größerer hygienischer Bedeutung als die Konstatierung ihres Vorhandenseins und ihrer Menge allein. Stammen sie von der Oberfläche her und haben von da ihren Weg durch eine entsprechend dicke, filtrierende Schichte genommen, dann können sie wohl durch ihre größere Menge das Wasser unappetitlich machen, weil dadurch bewiesen ist, daß das Oberflächenwasser durch eine sehr stark

verunreinigte Erdschichte gegangen ist, in der es nicht einmal zur teilweisen Oxydation sämtlicher organischer Substanzen kam. Pathogene Bakterien haben sie aber auf diesem Wege gewiß nicht bis in das Grundwasser mitgeführt und einen günstigen Nährboden geben sie für diese im Wasser ebensowenig ab als im Boden. Ist der Boden aber rissig oder hat ein Zufluß von der Oberfläche oder von der Seite her in den Brunnenschacht stattgefunden, dann allerdings hat der Nachweis organischer Substanzen die gleiche symptomatische Bedeutung, wie wir es oben für den der Salpetersäure ausgeführt haben.

Der direkte Nachweis pathogener Mikroorganismen im Wasser gelingt auch heute trotz der vervollkommneten Methoden der bakteriologischen Untersuchung seltener, als gemeinhin angenommen wird.

Mit Sicherheit wurden bisher Cholera- und Typhusbazillen im Wasser gefunden. Der Grund, warum man diese Krankheitserreger nicht jedesmal in Wässern vorfindet, die nach vielen anderen Anzeichen fast mit Sicherheit als der Ausgangspunkt von Typhus und Choleraepidemien angesehen werden müssen, liegt wahrscheinlich darin, daß sie erstens in fließendem Wasser bald sehr verdünnt werden und in ruhendem sich rasch zu Boden setzen, zweitens, daß sie daselbst keine günstigen Bedingungen zu ihrer Fortentwicklung finden. Die immer mit den spezifischen Krankheitserregern vorkommenden Fäulnisbakterien entziehen ihnen den im Wasser ohnehin spärlichen Nährboden, dessen hoch konstituierte organische Verbindungen sie zersetzen. Die bakteriologische Untersuchung erfolgt aber zumeist nicht gleich nach der ersten Infektion, sondern bestenfalls nach Ausbruch der ersten Krankheitsfälle, oft noch viel später. In diesem

Zeitpunkte ist natürlich die Auffindung der Infektionserreger, wenn nicht immer neue Mikroorganismen spezifischer Art in das Wasser gelangen, schwer möglich.

Daß aber die Infektionen wirklich vom Wasser ausgehen, haben verschiedene Epidemien der angeführten Art fast zur Evidenz erwiesen. Es erkrankten z. B. nur solche Personen, die aus einer bestimmten Wasseranlage kommendes Wasser getrunken hatten, während die Bewohner desselben Ortes, die jenes nicht genossen hatten, vollständig verschont blieben; die Epidemie fand aber rasch ihr Ende, sobald das als Infektionsquelle beschuldigte Wasser entweder ganz vom Genusse ausgeschlossen, oder zu letzterem Zwecke nur gekocht oder gut filtriert zugelassen wurde.

Dieser Trinkwassertheorie über die Entstehung der Cholera und des Typhus steht die Bodentheorie von Pettenkofer gegenüber, nach welcher die Infektionen von dem die spezifischen Keime des Typhus und der Cholera enthaltenden Boden ausgehen sollen. Ein mit organischen Substanzen stark verunreinigter Boden, wie er in Orten ohne gute Kanalisation sich vorfindet, begünstigt nach der Annahme dieses Forschers die Entwicklung der Krankheitserreger im Boden und bildet die örtliche Disposition für die Möglichkeit der Übertragung auf den Menschen. Gesellt sich hiezu die zeitliche Disposition, die dann eintritt, wenn das Grundwasser in einem solchen Boden sinkt, so steigen die Mikroorganismen mit der Bodenluft auf und bewirken die Infektion. Pettenkofer stützt diese Theorie auf die Erfahrungen mehrerer von ihm genau beobachteter Epidemien.

Allein es sprechen so gewichtige Bedenken gegen diese Annahme, daß heute die Trinkwassertheorie fast

ausschließlich Geltung hat. Denn weder ist es richtig, daß im verunreinigten Boden pathogene Mikroorganismen eine günstige Stätte für ihre Entwicklung finden, da sie hier sowie im Wasser gar bald im Kampfe ums Dasein mit den Fäulnisbakterien unterliegen, noch konnten jemals in der aufsteigenden Bodenluft Mikroorganismen nachgewiesen werden.

Ob in einer Wasserspende voraussichtlich Typhus- oder Cholerakeime vorzufinden sein dürften, respektive ob sie in dasselbe hineingelangt sein können, darüber belehrt uns eine Lokalinspektion, die nie unterlassen werden sollte. Denn wenn auch die bakteriologische Untersuchung aus den früher erörterten Gründen negativ ausfällt, dann sind wir noch immer berechtigt, das Wasser eines Brunnens als Infektionsquelle anzusehen, sobald der Nachweis geliefert wird, daß ein unreiner Zufluß von der Oberfläche, das Eindringen eines solchen von der Seitenwand aus oder infolge Durchsickerns durch Ritze und Spalten des Bodens wirklich stattgefunden hat oder möglich war.

Organisierte Elemente, die auf einen Zufluß von Fäkalien in das Wasser hindeuten, wie die Eier von Darmparasiten und Muskelfasern, schließen den Genuß desselben aus, und zwar nicht nur weil ein solches Wasser Ekel erregt, sondern noch mehr aus dem Grunde, weil auf demselben Wege wie jene Elemente auch Krankheitskeime, die in menschlichen Dejekten vorkommen, in das Wasser gelangt sein können.

Weniger Bedeutung hat der Detritus von Küchenabfällen, wie Stärkekörnchen; doch ist er ebenfalls nicht zuzulassen. Dagegen finden sich Infusorien und andere Wassertierchen meist in großer Anzahl, ohne dadurch die Güte des Wassers zu beeinträchtigen.

Nicht pathogene Keime werden im Wasser fast immer gefunden. Ihre Zahl schwankt zwischen 2—100.000 und noch darüber im Kubikzentimeter. Ihrer Art nach sind sie teils ganz unschädliche Wasserbakterien, teils Fäulnisbakterien. Hier und da findet man auch Schimmelpilze. Ein zu grosser Keimgehalt deutet auf andere Verunreinigungen hin und ist daher unzulässig. Gewöhnlich werden 100 Keime im Kubikzentimeter als zulässig erklärt, womit jedoch nicht gesagt ist, daß ein gelegentliches Steigen über diese Grenze hinaus das Wasser schon immer als unbrauchbar erscheinen läßt. Wird die Vermehrung der Keime z. B. nur durch Temperaturverhältnisse herbeigeführt, so hat sie gewiß eine andere Bedeutung, als wenn Undichtheiten in den Wasseranlagen bemerkt werden, oder wenn z. B. bei Benützung von Filtern trotz gleichbleibender Keimzahl im Rohwasser die des Filtrats bedeutend zugenommen hat, mithin nur das Filter schlecht funktioniert.

Immer kommen wir wieder darauf zurück, daß die zuerst von Hueppe geforderte genaue Inspektion der Wasseranlage eines der wesentlichsten Momente für die Bewertung der durch die chemische, mikroskopische und bakteriologische Untersuchung eines Wassers gewonnenen Resultate ist.

In vielen Fällen ist man gezwungen, ein Wasser selbst dann zum Trinken benützen zu müssen, wenn es nicht allen den beschriebenen Anforderungen genügt. Vorausgesetzt wird natürlich, daß in solchen Fällen nicht etwa behebbare Fehler in der Wasserversorgungsanlage die Ursache bilden. Solche sind unter keinen Verhältnissen zu dulden.

Es kann sich um Trübungen durch suspendierte mineralische Substanzen, wie sie oft nach stärkeren

Niederschlägen auftreten, handeln, oder um solche, die im eisenhaltigen Wasser vorkommen; ferner um einen zu großen Keimgehalt an nicht pathogenen Keimen, schließlich sogar um mit Krankheitskeimen infiziertes Wasser. Steht uns in diesen Fällen kein einwandfreies Wasser zur Verfügung, dann sind wir genötigt, das unreine von seinen unangenehmen oder schädlichen Beimengungen zu befreien.

Hiefür stehen uns verschiedene Mittel zur Verfügung, die entweder jedes für sich allein oder auch kombiniert angewendet werden können. Beruht die Trübung nur auf massenhaft suspendierten Mineralsubstanzen, dann genügt die Klärung durch Stehenlassen in mehr oder minder großen Behältern. Rascher erfolgt die Reinigung in diesem Falle durch Filtrieren. Auf die Konstruktion der verschiedenen Filter wollen wir hier nicht eingehen. Sand, Kies, Asbest und Holzkohle sind die am häufigst gebrauchten Filtersubstanzen. Für Schulen kommen nur die aus diesen Substanzen hergestellten Hausfilter in Betracht. Auch zur Verminderung der Keimzahl des Wassers genügen derartige Filter. Nur ist zu beachten, daß die in ihnen zurückgehaltenen Keime dort fortwuchern und dann durchwachsen. Es ist daher eine Reinigung der Filter von Zeit zu Zeit die nicht zu umgehende Voraussetzung für ihre Leistungsfähigkeit bei längerem Gebrauche. Für die Entfernung von Krankheitskeimen aus dem Wasser durch Filtration eignen sich nur das Berkefeldsche Kieselgurfilter und das Pasteur-Chamberlandsche Tonfilter. Auch diese müssen zeitweilig gereinigt werden.

Ein sonst klares, aber bakterienhaltiges Wasser kann durch Kochen genußfähig gemacht werden. Der schlechte Geschmack gekochten Wassers ist durch Zusatz von etwas

Tee, Kaffe etc. korrigierbar. Durch Aufgießen wird das Wasser nach dem Kochen lufthältig gemacht.

Endlich besitzen wir in einigen Chemikalien wie Chlorkalk, Brom und namentlich im Ozon die Handhabe, um Wasser keimfrei zu machen.

Hygienische Anordnungen werden erfahrungsgemäß von den Laien nur dann gewürdigt und befolgt, wenn ihnen durch Belehrung und Beispiel das Verständnis für dieselben beigebracht wird.

Die Bedeutung eines qualitativ guten Wassers für die Gesundheit ist so enorm, daß die Schule nicht nur die Pflicht hat, die heranwachsende Jugend darüber eingehendst zu belehren, sondern auch durch die Art ihrer eigenen Wasserversorgung beispielgebend zu wirken.

Das letztere Moment kommt besonders dort in Betracht, wo das Wasser einem Brunnen entnommen wird oder eine sonstige lokale Wasserversorgung der Schule besteht.

Diese Gesichtspunkte waren auch dafür maßgebend, daß bei der Besprechung der Wasserversorgung eines Schulhauses die hygienischen Forderungen, die wir an ein qualitativ gutes Wasser stellen, eingehendst erörtert wurden.

Brunnen sollen nie im Schulhause selbst, sondern stets an einem leicht zugänglichen, vor Verunreinigung möglichst geschützten Orte vor oder hinter dem Gebäude angelegt werden.

Von Senkgruben, Düngerhaufen müssen sie so weit als nur tunlichst, mindest aber 8—10 Meter, entfernt sein.

Kesselbrunnen sind mit Pumpvorrichtungen zu versehen. Die Wände sind gegen das umgebende Erdreich wasserdicht abzumauern, so daß nur vom Grunde aus der Wassereintritt erfolgen kann. Der Brunnenkranz ist 15—20 *cm* über das umgebende Erdreich zu erhöhen.

Die Brunnenöffnung ist mit einer Platte abzuschließen, die nur eine zentrale Öffnung für den Durchlaß des Brunnenrohres hat. Das Brunnenhäuschen soll Regen und Staub abhalten, dabei durch genügend große Öffnungen die Ventilation des Schachtes gestatten. Das umgebende Terrain muß vom Brunnen weg schräg abfallen, für den Abfluß von Wasser sind Ableitungsrohre anzulegen.

Ein derart konstruierter und erhaltener Kesselbrunnen garantiert die Fernhaltung verunreinigender Zuflüsse.

Noch leichter ist die Reinhaltung bei Röhrenbrunnen, daher diese den Kesselbrunnen vorzuziehen sind.

Wohl selten dürfte sich in der unmittelbarsten Nähe der Schule eine Quelle befinden, die für die Wasserversorgung benützt werden kann. Eine solche Quelle wäre zu fassen und mit einem Auslaufe zu versehen, welcher die Wasserentnahmestelle bildet. Wo es die Lage der Quelle gestattet, kann von ihr aus eine kurze Leitung in das Schulgebäude geführt werden. Von einer solchen oder von zentralen Leitungen sind Ausflußstellen in jedem Geschoße in möglichst großer Zahl anzulegen. Je mehr Trinkstellen in der Schule vorhanden sind, desto größer ist die Gewähr, daß durch die zumeist gemeinsam benützten Trinkgefäße nicht Erkrankungen von einem Schüler auf die anderen übertragen werden.

Daß die Auslaufrohre und die unter ihnen befindlichen Abflußtroge peinlichst sauber gehalten werden müssen, bedarf wohl keiner Begründung. Neben jedem Auslaufe ist ein kleines Tischchen aufzustellen, auf dem Gläser zur Benützung bereit stehen. Emaillierte Gefäße sind wohl dauerhafter und daher verhältnismäßig billiger, aber nicht so leicht in ihrem Reinheitszustande zu überwachen. Die Schüler müssen darüber belehrt werden, vor und nach dem Gebrauche die Gläser gut auszuspülen,

ohne dabei unnötig Wasser zu verspritzen. Schüler, die im Munde oder an der Umgebung desselben flechtenartige oder geschwürige Erkrankungen zeigen, dürfen nie mit anderen gemeinsam Trinkgefäße benutzen. Gewiß ist es anzustreben, daß jeder Schüler sein eigenes Trinkgefäß habe, es ist jedoch sehr schwer, dieser Forderung in der Praxis nachzukommen.

### **Entfernung der Abfallstoffe.**

In Schulgebäuden kommen als Abfallstoffe in Betracht:

1. Die festen und flüssigen Exkrememente;
2. das Abflußwasser aus Wasserleitungen und Regenrohren;
3. Kehricht;
4. beim Vorhandensein von Wohnungen Abwässer aus Küchen und Waschküchen, eventuell auch von Badeeinrichtungen.

Die Prinzipien und Methoden der Entfernung der genannten Abfallstoffe sind selbstverständlich dieselben wie in Wohngebäuden.

Eine eingehendere Besprechung erfordert nur die Anlage der Aborte und Pissoirs, da für die Zweckmäßigkeit dieser Anlage nicht allein die Rücksichtnahme auf den hygienischen Zustand des Gebäudes, sondern auch auf das Alter der Schüler sowie auf die jedem Schulmanne bekannte Tatsache maßgebend ist, daß diese Stätten oft ein Tummelplatz für disziplinwidrige und unmoralische Handlungen der Schüler abgeben können.

Die Ästhetik erfordert vor allem für die Entfernung der menschlichen Exkrememente Einrichtungen zur Aufnahme derselben, durch welche sie nicht nur dem Anblicke

entzogen werden, sondern durch die auch jegliche Belästigung unserer Geruchsnerve ausgeschlossen ist.

Diese ästhetischen Forderungen bilden jedoch nur einen Teil, und zwar nicht gerade den wesentlichsten derjenigen, die aus gesundheitlichen Rücksichten an solche Einrichtungen gestellt werden müssen.

Wohl vermag der Ekel vor sicht- und riechbaren Exkrementen in indirekter Weise die Gesundheit zu schädigen, direkt nur dann, wenn von ihnen auch giftige Fäulnisgase aufsteigen.

Weit gefährlicher können jedoch diese Abfallstoffe dadurch werden, daß sie gelegentlich Infektionskeime enthalten, die mit ihnen auf der Erdoberfläche abgelagert werden und von hier aus auf verschiedenen Wegen in den menschlichen Organismus gelangen. Solche Wege sind z. B.: Eintrocknung mit darauffolgender Verstaubung in die Luft oder Abfluß der Dejekte in Wasser, die zu Genußzwecken oder auch nur zur Körperreinigung dienen.

Der Zutritt zum Wasser ist jedoch nicht nur von der Erdoberfläche, sondern auch von undichten Gruben und Kanälen aus möglich. Es ist daher ebenso wichtig, die Oberfläche des Bodens als auch dessen tiefere Schichten vor einer Verunreinigung mit Exkrementen zu schützen. Inwieweit dies durch die derzeit bestehenden Systeme zur Entfernung der Dejekte durchführbar ist, wird später gezeigt werden.

Zunächst wollen wir an die Besprechung der Abort- und Pissoiranlagen gehen, und zwar, wie bereits erwähnt, unter Rücksicht auf hygienische, sittliche und erzieherische Momente.

In den Landschulen findet man fast überall die Aborte außerhalb des Schulgebäudes. Dadurch kann

das Eindringen übelriechender Gase in die Schulräume am leichtesten verhindert werden, weshalb in neuerer Zeit auch Stadtschulen derartige Abortanlagen aufweisen. Dort, wo die Abfuhr aus Gruben oder mittels Tonnen erfolgt, ergibt sich dabei außerdem der große Vorteil, daß diese ohne Belästigung für die im Schulgebäude verkehrenden Menschen durchgeführt werden kann.

Beim Grubensystem darf die Grube nie unter den Gebäudemauern, sondern erst in einiger Entfernung von denselben angelegt werden. Das unterste Stück des Abfallrohres erhält hiebei eine Knickung, die sehr leicht zur Verstopfung desselben und mithin zur Verunreinigung der Luft in den Aborten und den anstoßenden Räumen führt. Vollkommen geruchlose Aborte ermöglicht überhaupt nur die Schwemmkanalisation. Bei den Abfuhrsystemen ist dieser Erfolg, da eine Abschwemmung des Klosetts nur in beschränktem Maße möglich ist und Siphonverschlüsse fehlen, kaum ganz zu erreichen. Daher ist eine getrennte Abortanlage, insbesondere bei Abfuhrsystemen, aus den angeführten Gründen sehr vorteilhaft.

Gegen eine Verlegung der Aborte in ein abgesondertes Gebäude sind folgende Bedenken eingewendet worden:

In großen Schulen ist der Weg dahin, namentlich von einigen Klassenzimmern aus, zu weit. Denn es ist schwer, dem abgetrennten Gebäude eine gegenüber allen Lehrsälen zentrale Lage zu geben.

Die Schüler brauchen demgemäß zur Befriedigung ihrer Notdurft zu lange Zeit. Eine Kontrolle ist schwer durchführbar und dadurch können verschiedene Unzukömmlichkeiten einreißen. Im Winter kann der Weg recht unangenehm werden, wenn das Abortgebäude

nicht durch gedeckte Gänge mit dem Schulgebäude in Verbindung steht. Die genannten Einwände sind vollaufberechtigt.

Maßgebend für eine abgetrennte Lage ist aber gewiß auch die Form und Größe des Schulgebäudes.

Beim Viereckbaue dürfte es kaum durchführbar sein, in dem Hofraume das Abortgebäude mit viel geringerem Schaden unterzubringen, als die Verlegung der Anstandsorte in das Gebäude nach sich zieht. Denn eine allseits freie Lage der Aborte, die noch dazu den Hof als Erholungsort nicht beeinträchtigen sollen, ist in diesem Falle schwer zu erreichen. Beim Langbaue liegen nach dieser Richtung hin die Verhältnisse etwas günstiger.

Es darf auch nicht vergessen werden, daß, trotzdem es wünschenswert erscheint, die Schüler unter Kontrolle zu erhalten, dennoch das Aufsuchen der Anstandsorte nicht unter den Blicken aller erfolgen soll, da namentlich Mädchen sich dann oft scheuen, dieselben zu betreten.

Je mehr Stockwerke ferner das Schulgebäude hat, umsoweniger wird sich ein abgesondertes Abortgebäude empfehlen.

Für die Aufstellung eines solchen ist ein Platz zu wählen, der der Besonnung nicht stark ausgesetzt ist und von dem aus die herrschende Windrichtung nicht gegen das Schulgebäude führt. Brunnen dürfen in der Nähe nicht vorhanden sein.

In Schulen, die gemeinsam von Knaben und Mädchen besucht werden, ist eine möglichst weitgehende Trennung der Abortanlagen durchzuführen, die sich unbedingt auch auf die Zugänge zu erstrecken hat.

Dort, wo die Verlegung der Aborte in ein eigenes Gebäude aus einem oder mehreren der angeführten

Gründe oder sonstigen Ursachen nicht empfehlenswert erscheint, kann ihre Zentralisierung in einem mit dem Gebäude unmittelbar verbundenen Anbaue erfolgen. Bei Langbauten liegen diese Anbauten an den Enden der Flügel oder in der Mitte der rückwärtigen Front. In hygienischer Beziehung ist eine solche Anlage nur um wenig besser, als wenn in jedem Stockwerke die daselbst nötige Zahl von Aborten und Pissoirständen in einem Raume vereinigt werden. Da in letzterem Falle den sittlichen und erziehlichen Momenten besser entsprochen wird, so wäre z. B. beim Vorhandensein der Schwemmkanalisation mit der Verlegung der Aborten in einen Anbau wenig gewonnen, während durch eine solche beim Abfuhrsystem sich immerhin noch hygienische Vorteile ergeben.

In keinem der letztangeführten Fälle ist es jedoch zulässig, daß der Abortraum direkt in den Korridor mündet. Immer soll zwischen beiden ein entsprechend großer, heller, luftiger Raum mit automatisch dichtschießender Türe liegen.

Der Fußboden in den Aborträumen muß wasserundurchlässig sein. Dieser Forderung entsprechen am besten Estriche und Fliesen, doch dürfen sie nicht zu glatt sein, damit die Schüler auf dem frisch gewaschenen Boden nicht hinfallen. Dunkle Farbe des Fußbodens erschwert dessen Reinhaltung.

Die Abortsitze müssen in Zellen eingeschlossen sein, die etwa bis Manneshöhe Scheidewände aus Mauerwerk mit einem giffreien Ölfarbenanstriche erhalten. Darüber hinaus werden die Scheidewände aus Holz- oder Eisengitter oder aus Brettern und Latten verfertigt. Gittergewähren einen Luftabzug nach außen und verhindern genügend den Verkehr zwischen den Abortzellen.

Jede Abortzelle soll reichlichen Licht- und Luftzutritt haben. Zu diesem Behufe sind entweder an der Rückwand Fenster anzubringen, die mit Milchglas versehen, den Einblick von außen verhindern, oder es werden in den Türen Fenster eingeschnitten, und zwar in einem vom Fußboden genügend großen Abstände, daß die Schüler selbst nicht hineinblicken können. In letzterem Falle bleibt überdies die Vorderseite über der Türe unbekleidet oder erhält ebenfalls nur eine Latten- oder Gitterverkleidung, damit die Zelle von den Fenstern des Abortraumes aus lüftbar ist. Das Mauerwerk findet man oft mit einem rauhen Verputze verkleidet, um das übliche Bekritzeln der Wände zu verhindern. Solche Wände lassen sich aber sehr schwer desinfizieren, während waschbare, glatte Ölfarbenanstriche nicht nur leicht zu reinigen sind, sondern sogar selbst desinfizierend wirken.

Die Lüftung der Aborte muß eine reichliche sein und wird, falls keine anderen Ventilationsanlagen vorhanden sind, zweckmäßig durch Drehfenster bewirkt, durch deren stets geöffneten Oberteil die Luft einströmt. Ein Luftableitungskanal darf nie fehlen. Unterstützend für die Entlüftung können manchmal auch die über das Dach verlängerten und oben mit einem Aspirationsansatze oder im Innern mit einer Feuerung versehenen Abortfallrohre wirken, indem zur Zeit, wenn die Abortdeckel geöffnet sind, die Luft durch offene Aborttrichter gegen das Fallrohr abfließt.

Als Abortsitze empfehlen sich am besten hölzerne Sitzringe auf freistehenden Sitztrichtern. Man findet sie fast nur bei Anwendung von Auswaschklosetts, doch dürften sie auch bei anderen Klosettformen nicht schwer anzubringen sein. Die Sitzringe verhindern das Hocken auf den Abortsitzen, womit stets eine eklige Verun-

reinigung der letzteren verbunden ist. Werden kastenförmige Sitze errichtet, so kann man der Unsitte des Hockens nur durch Anbringen von Querstangen in einer gewissen Höhe über und hinter dem Sitze vorbeugen, wodurch aber eine Belästigung beim Sitzen schwer zu umgehen ist. Nach vorne schräg abfallende Sitze, die ebenfalls das Hocken erschweren, haben auch den vorerwähnten Nachteil, während ein in Sitzkopfhöhe angebrachtes und mit einem halbkreisförmigen Ausschnitte versehenes Brett wohl gerades Sitzen gestattet, jedoch unter sich einen schwer lüftbaren und zur Staubansammlung geeigneten Raum schafft.

Die Höhe, Breite und Tiefe der Sitze müssen dem Alter der Schüler angepaßt sein. Die Abortöffnung sei nicht rund, sondern eiförmig, mit dem breiteren 25 bis 30 *cm* betragenden Querdurchmesser nach hinten gerichtet. Im vorderen Teile genügt ein solcher von 20 bis 25 *cm*.

Eine glatte Polierung der Sitze erleichtert ihre Reinhaltung bedeutend.

Die Art der zu verwendenden Klosette hängt zum großen Teile davon ab, ob Kanalisation mit Wasserleitung oder ein Abfuhrsystem besteht. Bei dem letzteren können Wasserklosetts mit Siphon nicht zur Anwendung kommen.

Nach Camerer beträgt bei Knaben vom 5.—14. Lebensjahre die Jahresmenge an festen Exkrementen beiläufig 44 *kg*, an flüssigen 342 *kg*, bei Mädchen dieses Alters ist sie geringer (29 *kg*, resp. 309 *kg*). Dieser Autor nimmt an, daß von dieser Ausscheidungsmenge 30% auf die Schulzeit, die er mit  $\frac{8}{10}$  Teilen eines Jahres berechnet, entfallen. Danach läßt sich die von der Grube oder der Tonne aufzunehmende Exkrementenmenge

berechnen. Eine halbwegs genügende Wasserspülung erfordert das Sechsfache der festen Exkreme und man ersieht leicht, daß die Gruben entweder sehr groß sein oder zu oft geleert werden müßten.

Daher finden wir beim Gruben- und Tonnensystem entweder ganz offene Trichter oder mit einfachen Klappen verschließbare. Durch offene Aborttrichter dringt die Grubenluft in den Abort und kann nur teilweise durch gut schließende Abortdeckel abgehalten werden. Es entsteht auch häufig ein für den Benützer unangenehm fühlbarer Zug. Deshalb wird der Trichter oft mit einer durch einen Hebel beweglichen Klappe verschlossen, die nach der Defäkation geöffnet wird. Es bleiben aber an dieser feste Kotmassen kleben, die ebenso unangenehme Gerüche verbreiten, wie sie beim Fehlen der Klappen entstehen.

Deshalb ist es erfolgreicher, die Grube oder Tonne mit Eisenvitriol oder Manganchlorür zu desodorisieren.

Den gleichen Zweck erreicht man durch Erde, Asche, Torfmull oder gepulverte Holzkohle, doch sind die zur Erzielung einer vollständigen Geruchlosigkeit des Grubeninhaltes nötigen Mengen dieser Substanzen sehr bedeutende, so daß dadurch hohe Kosten entstehen. Überdies fehlen auch häufig die Räume zur Aufbewahrung.

Eine Desinfektion ist mit diesen Mitteln nicht zu erzielen. Mit Torfmull höchstens dann, wenn derselbe mit verdünnter Schwefelsäure oder Superphosphat bis zum Sauerwerden versetzt wird.

Billiger aber als mit derart präpariertem Torfmull kommt die Desinfektion mit roher Salzsäure und Ätzkalk.

Von den bei Schwemmkanalisation angewendeten Klosettformen gebührt dem bereits erwähnten Auswasch-

klosette vor den älteren Klappen- und Pfannenklosetten der Vorzug.

Auch ist es aus vielen Gründen empfehlenswert, zwischen Wasserleitung und Klosett in entsprechender Höhe einen Wasserkasten mit Schwimmerhahn anzubringen, der durch Zug an einer herabhängenden Kette sich automatisch entleert und füllt.

Das zwar sehr unwahrscheinliche, doch immerhin mögliche Eindringen von Verunreinigungen in die Wasserleitung ist dann ausgeschlossen; der Mechanismus ist ein sehr einfacher und die zu verwendende Wassermenge ist vom Willen des Benützers ziemlich unabhängig.

Damit sind auch die wesentlichsten Mängel der anderen Spülklosette charakterisiert, welche letztere überdies infolge des komplizierteren Mechanismus der Wasserspülung leicht beschädigt werden können.

Ziemlich häufig findet man in Schulen auch Trogklosette, bei welchen die offenen Sitztrichter in einen mit Wasser teilweise gefüllten Trog oder eine Röhre einmünden, deren Inhalt zeitweilig entleert wird. Bei der Defäkation in diese Troge spritzt aber das Wasser auf, verunreinigt den Sitz und auch den Benutzer desselben, weshalb diese Klosette sich keiner Beliebtheit erfreuen.

Bei allen Wasserklosetts besteht im Winter die Gefahr des Einfrierens. Am besten schützt dagegen die Aufstellung von Öfen im Abortraume.

Transportable Torfmull-, Erd- oder Aschenklosette dürften in Schulgebäuden nur ausnahmsweise Verwendung finden.

Sie sind durch die Beschaffung, Aufbewahrung der Materialien und durch die häufig notwendige Entleerung zu kostspielig. Dagegen läßt sich vom hygienischen Standpunkte aus gegen sie nicht viel einwenden.

Daß in jedem Abort Papier vorhanden sein muß, ist selbstverständlich.

Die für die Schüler bestimmten Aborte sind aus disziplinären Gründen den Klassen gesondert zuzuweisen.

Dadurch wird ihre Reinhaltung wesentlich gefördert. Die Schlüssel zu den von außen sperrbaren und von innen durch einen Riegel abschließbaren Aborttüren sollen sich im Klassenzimmer befinden. Ein Schüler wird wöchentlich zur Klasseninspektion ernannt und überwacht unter anderem auch das stete Vorhandensein der Schlüssel sowie die Reinhaltung der zugewiesenen Aborte.

Mit den vorstehenden Ausführungen sind die wesentlichsten Anforderungen an Schulaborte besprochen.

Es erübrigt noch, die eigentlichen Einrichtungen für die Entfernung der Exkreme namentlich nach der Richtung hin zu untersuchen, inwieweit sie die Eignung besitzen, diese Abfallstoffe ohne Verunreinigung des Bodens und sonstige Schädigungen aus dem Bereiche des Schulgebäudes zu bringen.

#### a) Das Grubensystem.

Die stets außerhalb der Grundmauern anzulegenden Gruben müssen vollständig durch Zement gegen das umgebende Erdreich abgedichtet sein. Ihre Größe richtet sich nach der mit den Angaben von Camerer zu berechnenden Exkrementenmenge, die sie in einer Entleerungsperiode aufzunehmen haben. Letztere darf nicht zu lange sein, weil durch das bei der Fäulnis der Exkreme sich entwickelnde Ammoniumkarbonat das Zement angegriffen wird. Die Grube soll abgerundete Ecken und einen gegen die Mitte geneigten Boden erhalten. Sie ist dicht abzudecken, mit einem Entleerungsloche zu versehen, durch welches die Entfernung der Exkreme

auf pneumatischem Wege zu erfolgen hat, wobei die austretenden Gase durch eine Feuerung geleitet und verbrannt werden. Nach der Entleerung ist die Grube behufs gründlicher Reinigung der Wände zu öffnen.

Wird dieser Modus der Grubenanlage und Entleerung eingehalten, dann kann das Grubensystem der Forderung nach vollständiger Reinhaltung des Bodens entsprechen.

Ein wenigstens vermindertes Ausströmen von Grubengasen in den Abortraum läßt sich durch Führung des Fallrohres über das Dach erreichen. Zur Aspiration der Grubenluft wird an das obere Ende des Fallrohres ein Sauger aufgesetzt oder in dem Rohre eine Feuerung unterhalten.

Weniger empfiehlt sich die Legung dieses Rohres neben den Kamin, da bei eventueller Undichtheit beider es zum Eindringen von Grubengasen in die Wohnung kommen könnte.

Die Fallrohre müssen breit und glattwandig sein. Die Aborttrichter sollen unter einem Winkel von  $25-28^{\circ}$  in dieselben einmünden. Bei mehrgeschossigen Gebäuden ist das Anhaften von Fäkalmassen an der Innenfläche obiger Rohre schwer zu vermeiden. Das ist mit ein Grund, der beim Vorhandensein des Grubensystems die Anlage ebenerdiger Abortgebäude angezeigt erscheinen läßt.

#### *b)* Das Tonnensystem.

Das Fallrohr, dessen Beschaffenheit und Anlage die gleichen wie beim Grubensystem sind, ist an seinem unteren Ende an eine aus verzinntem Eisenblech bestehende Tonne mit einem dichten Verschlusse angefügt. Die Tonne wird je nach ihrer Größe in gewissen Zeiten umgewechselt. Die Tonnenkammer muß von außen zugänglich, hell und gut ventilierbar sein. Ihr Fußboden

und ihre Wände sollen wasserdichte Bekleidung haben. Auch dieses System ist hygienisch zulässig, wenn es in der geforderten Weise durchgeführt wird.

Die Mängel sind ähnlich wie beim Grubensystem.

### c) Die Schwemmkanalisation.

Die Schwemmkanalisation ist bei richtiger Anlage den Abfuhrsystemen weit überlegen. Eine Verunreinigung des Bodens ist ausgeschlossen. Außer den Exkrementen werden auch alle Abwässer abgeleitet. Die Aborte können vollkommen geruchlos gemacht werden. Dieses System ist aber an das Vorhandensein einer Wasserleitung gebunden.

Die Klosetts gehen nicht direkt in das Fallrohr über, sondern durch ein sogenanntes Siphon, in dem sich stetig Wasser befindet. Dieses verhindert den Eintritt von Kanalgasen in den Abortraum. Hiezu ist jedoch zu bemerken, daß gewisse Gase wie das im Wasser lösliche Schwefelwasserstoffgas in das Siphonwasser aufgenommen werden können, ferner daß der Siphonverschluß unter Umständen leergesogen oder auch gebrochen werden kann. Liegen nämlich mehrere Aborte übereinander und gelangt plötzlich von einem dieser eine das ganze Volumen des Fallrohres ausfüllende Wassermenge in dasselbe, so kann in diesem Momente, wenn das Rohr oben geschlossen ist, das Wasser aus den höher liegenden Siphons in das luftleer gewordene Fallrohr hineingesaugt, aus den tieferliegenden aber in den Aborttrichter hineingestoßen werden.

Deshalb sollen die Fallrohre genügend weit sein, um nie ganz von dem herabstürzenden Wasser angefüllt zu werden und offen über dem Dache endigen. Die letztere Maßnahme dient gleichzeitig zur Ventilation

des Kanales, der auch in den in ihn mündenden Regenrohren Abluftkanäle hat, während frische Luft durch die Straßeneinläufe und die Abortöffnungen in den Kanal eindringt.

Es gibt noch andere Systeme zur Entfernung von Exkrementen wie das pneumatische System von Liernur, bei dem die Fäkalmassen direkt aus den Abortröhren gegen ein gemeinsames Reservoir angesaugt werden oder das Feuerklosett, bei dem der Klosettinhalt an Ort und Stelle verbrannt wird. Da dieselben bisher nur eine beschränkte Anwendung gefunden haben, so wird auf sie nicht näher eingegangen.

### *Pissoirs*

sind in dem Abortraume für Knaben zu errichten.

Wir unterscheiden Standpissoirs und Beckenpissoirs.

Bei den ersteren wird die Wand bis zu einer Höhe von 1·5—2 m mit undurchlässigem Materiale wie Portlandzement-Beton oder verzinktem Eisenblech verkleidet. Die Breite für jeden Pissoirstand beträgt 0·5 m. Längs des unteren Endes der Wand verläuft eine offene Rinne, die an einer Seite eine Abflußöffnung hat. Der in dieselbe abfließende Harn wird entweder in einen Kanal abgeleitet oder, wo kein solcher vorhanden ist, in ein Sammelgefäß. Das letztere muß oft entleert und mit roher Karbolsäure versehen werden, wodurch der durch den zersetzten Harn entstehende üble Geruch wenigstens eingeschränkt wird. Die Wand wird entweder permanent oder in Zwischenräumen durch herabfließendes Wasser abgewaschen. Der aus wasserundurchlässigem Materiale bestehende Fußboden ist

von der Rinne weg etwas geneigt. Aus Sittlichkeitsrücksichten ist es geboten, die Stände durch ungefähr 1.5 m hohe, bis zu einer Tiefe von 10—15 cm über dem Fußboden hinuntergehende Scheidewände voneinander zu trennen.

Da mit der Wasserbespülung ein großer Wasserverbrauch verbunden ist, die vollständige Abspülung des Harnes jedoch mit Sicherheit nicht erreicht wird und mithin die Geruchlosigkeit der Anlage nicht verbürgt erscheint, wendet man jetzt zumeist die Öl-Pissoirs von Beetz an. Eine Mineralölmischung, mit welcher Wand und Rinne versehen werden, bewirkt das sofortige Abfließen des Harnes und verhindert zugleich die Zersetzung zurückbleibender Reste. Ein sogenanntes Ölsiphon in die Abflußöffnung eingesetzt, schließt diese durch eine Ölschicht ab, so daß auch den aus dem Ableitungsrohre aufsteigenden übelriechenden Gasen der Eintritt in den Pissoirraum verwehrt ist.

Bei den Beckenpissoirs wird das Verfahren von Beetz nach demselben Prinzip zur Anwendung gebracht.

### **Das Schulmobilar.**

Das eingehende Studium verschiedener Schulerkrankungen, so namentlich dasjenige über die sogenannte Schulkurzsichtigkeit und die habituelle Skoliose (seitliche Rückgratverkrümmung) haben zu der überzeugenden Erkenntnis geführt, daß eine durch lange Zeit geübte unzweckmäßige Körperhaltung beim Schreiben die Entstehung der ersteren Erkrankung wesentlich unterstützt, der letzteren nahezu allein veranlaßt.

Daß es sich bei den genannten Leiden nicht um bedeutungslose und vereinzelte Fälle handelt, zeigen am

deutlichsten die Angaben von H. Cohn, Combe Scholder und Weith.

Der erstere fand, daß die Kurzsichtigkeit von den Elementarschulen gegen die oberen Klassen der Mittelschulen sowohl an Intensität als auch an Zahl stetig zunimmt. In der obersten Klasse der letztgenannten Anstalten sind 58<sup>0</sup>/<sub>0</sub> der Schüler kurzsichtig, während in der ersten Klasse der Dorfschulen nur 1·4<sup>0</sup>/<sub>0</sub> und in der ersten Klasse der Elementarschulen 3·5<sup>0</sup>/<sub>0</sub> aller Schüler zumeist nur geringe Grade von Kurzsichtigkeit aufweisen.

Combe, Scholder und Weith wiederum konstatierten bei 2314 von ihnen untersuchten Schulkindern 547 Fälle seitlicher Rückgratverkrümmungen und fanden, daß diese Erkrankung ebenfalls der Zahl und dem Grade nach von den unteren gegen die oberen Klassen zunehme.

Diese Tatsachen bilden gewiß eine eindringliche Warnung, dafür vorzusorgen, alle jene Momente, die erfahrungsgemäß solche Erkrankungen begünstigen, von unserer Schuljugend abzuhalten.

Zur unrichtigen Haltung während des Unterrichtes geben bekanntlich vorwiegend unzweckmäßig konstruierte Schulbänke Veranlassung, während solche von richtiger Konstruktion es nicht nur ermöglichen, sondern es sogar teilweise erzwingen können, daß die Schüler die für das Schreiben richtige Körperhaltung annehmen.

Wir sehen daher, daß in neuester Zeit die Schulverwaltungen bemüht sind, hygienisch richtige Schulbänke zu beschaffen, wobei jedoch gleich hervorgehoben werden mag, daß es eine große Anzahl von Typen derselben gibt, ohne daß es bisher gelungen wäre, eine

Bank zu konstruieren, die neben ihren Vorteilen nicht auch mehr oder minder bedeutende Nachteile hätte.

In hygienischer Beziehung fordern wir von einer Schulbank:

1. Sie soll die Schüler veranlassen, in der richtigen Sehdistanz vom Schreibhefte, unter Einhaltung einer geraden, ungezwungenen Körperhaltung, sitzen zu müssen.

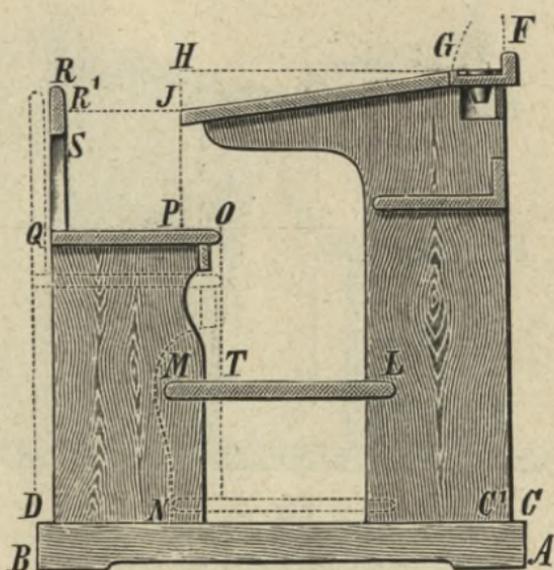


Fig. 5.

Schulbank von Buchner.

2. Sie soll das Aufstehen in der Bank sowie das Ein- und Austreten aus dieser leicht möglich machen.

3. Sie soll ein Ausruhen in sitzender Stellung dann zulassen, wenn weder geschrieben noch gelesen wird.

4. Sie darf die Reinigung des Schulzimmers nicht wesentlich erschweren.

5. Sie darf nicht derart konstruiert sein, daß die Schüler sich an ihr leicht verletzen können.

Dazu kommen noch pädagogische Forderungen mannigfacher Art wie Geräuschlosigkeit bei der Benutzung, gegenseitige Sichtbarkeit von Lehrer und Schüler.

Alle heute empfohlenen Schulbänke bestehen aus dem Banksitze, dem Tische und der Lehne. Dazu kommen noch bei den meisten die Schwellstücke zur Vereinigung der Bank mit dem Tische und das Fußbrett.

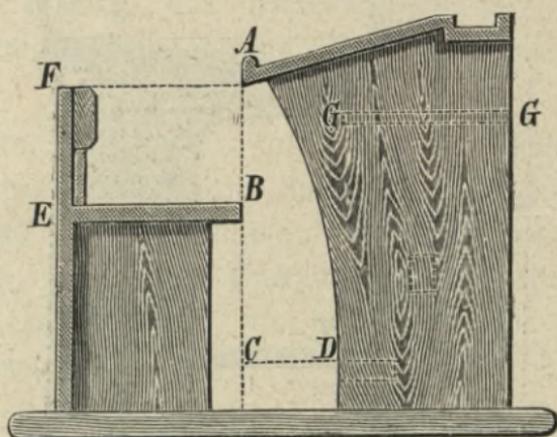


Fig. 6.

Schulbank von Fahrner.

Der Banksitz muß eine der Größe und dem Umfange des Schülers entsprechende Höhe, Breite und Länge haben; er muß ferner, damit ein aufrechtes Sitzen beim Schreiben eingehalten wird, die richtige Distanz und Differenz zum Tische besitzen.

Die beiden letzten Begriffe wurden von Fahrner eingeführt und man versteht unter Distanz die horizontale Entfernung der zwei Lote, die man sich von der vorderen Sitz- und der hinteren Tischkante gezogen denkt, unter Differenz den vertikalen Abstand der hinteren Tisch-

kante vom Banksitze. In beistehender Zeichnung (Fig. 5) ist  $IP$  die Differenz,  $OP$  die Distanz. Die letztere heißt Minusdistanz, wenn, wie in vorliegendem Beispiele, die vordere Bankkante unter der Tischplatte liegt, Nulldistanz, wenn beide Lote zusammenfallen, Plusdistanz, wenn die genannte Bankkante noch weiter nach rückwärts rückt. Bänke mit letzteren Distanzen zeigen die Figuren 6 und 7.

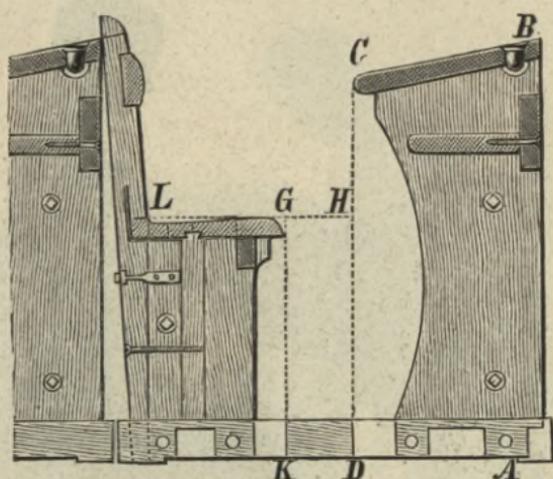


Fig. 7.

Schulbank von Zwer.

Es ist natürlich in öffentlichen Schulen unmöglich, für jeden einzelnen Schüler nach den an ihm abgenommenen Maßen eine Schulbank anzufertigen. Ja es würde, selbst diese ideale Einrichtung vorausgesetzt, ein Wechsel schon gewöhnlich nach  $1/2$  oder längstens einem Jahre notwendig sein, wollte man Differenzen zwischen Körper- und Bankmaßen ganz vermeiden, da in dem Zeitraume zwischen dem 6. und dem 17. Lebensjahre nach von Carstädt ausgeführten Messungen das Wachstum in einem Jahre  $4.2-5.9$  cm beträgt.

Man hat die am häufigsten vorkommenden Körperlängen und die diesen entsprechenden Dimensionen einzelner für die Bankmaße maßgebender Körperteile der Schüler statistisch festgestellt und auf Grund aller dieser Maße eine Abstufung in den Bankgrößen getroffen. Wir gelangen auf diese Weise zu einer Reihe von Banknummern, die natürlich umso eher entsprechen werden,

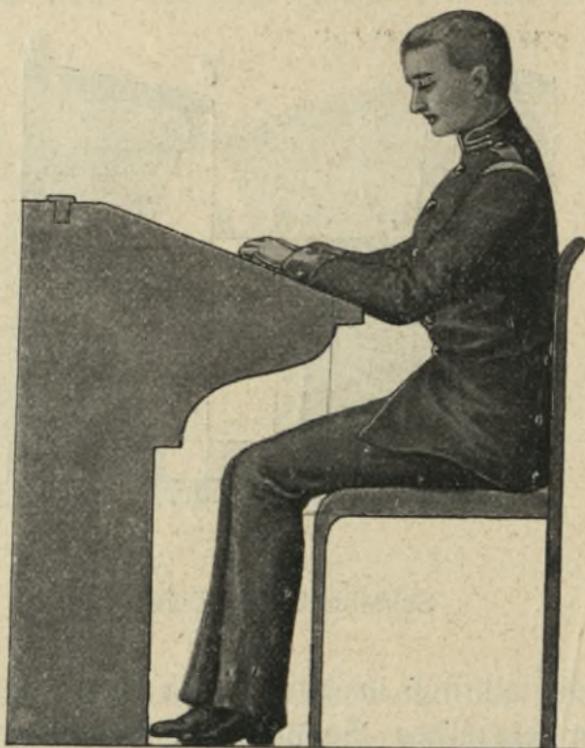


Fig. 8.

Richtige Körperhaltung beim Schreiben.

je größer ihre Zahl ist. Zur Erzielung eines praktischen Erfolges ist es jedoch nicht notwendig, die Zahl der Banknummern zu groß zu wählen und wir finden daher, daß die meisten Schulbankfabrikanten 6—8 Bankgrößen erzeugen und auch die Schulverwaltungen sich damit begnügen.

Das Ideal ist schon aus dem Grunde schwer erreichbar, weil nicht immer zu jeder bestimmten Körperlänge sich vollkommen gleichbleibende Maße der einzelnen Körperteile gehören.

Wählt man die von vielen Autoren festgestellten mittleren Größen der Schüler in den verschiedenen Lebensaltern als Grundlage für die Herstellung einer gewissen Zahl von Bankgrößen, so wäre es gewiß

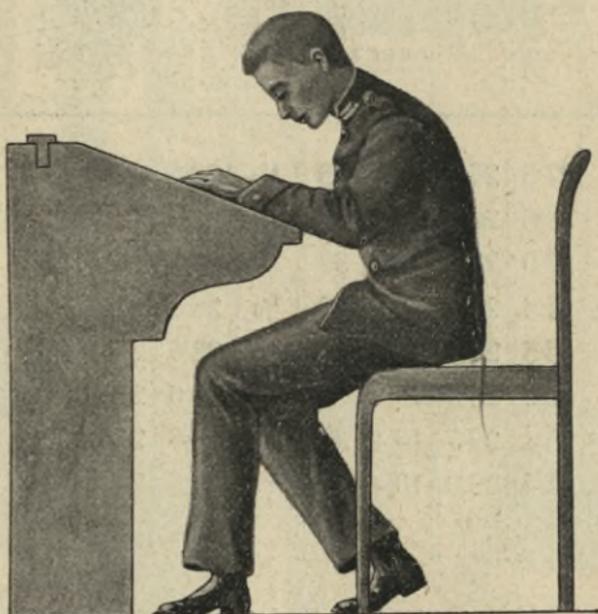


Fig. 9.

Fehlerhafte Körperhaltung beim Schreiben.

unrichtig, alle gleichalterigen Schüler auf Bänke derselben Größe zu setzen, da sehr bedeutende Größenunterschiede gleichalteriger Schüler bestehen.

Nach Carstädt betragen diese Differenzen in den genannten Lebensjahren 17·8—44 *cm*.

Zu Beginn des Schuljahres müssen daher die Schüler gemessen werden und es hat dann der Lehrer nach den

gefundenen Größen und nicht nach dem Alter der Schüler die entsprechenden Banknummern in der notwendigen Anzahl derselben anzufordern und die Besetzung vorzunehmen.

Als Beispiel einer aus 8 Banknummern bestehenden Zusammenstellung seien die Abmessungen der Buchnerschen Bank angeführt (Fig 5):

Banknummer	Körperlänge	O T Sitzhöhe	O Q Sitztiefe	Tischplatte		Neigung der Tischplatte	Breite des Fußbrettes	Differenz	Distanz	I R' Lehnen- Distanz	Lehnenhöhe
				wag- rechter	ge- neigter						
				Teil							
1	107	27·3	26·0	10·4	39	1/6	28·6	18·2	5·2	18·2	20·8
2	112	28·6	26·6	10·4	39	1/6	28·6	19·6	5·2	18·8	21·6
3	117	29·9	27·3	10·4	39	1/6	28·6	19·9	5·2	19·5	22·5
4	122	31·4	27·7	10·4	39	1/6	28·6	20·8	5·2	19·9	23·4
5	127	32·5	28·1	10·4	39	1/6	28·6	21·9	5·2	20·4	24·5
6	133	33·8	28·8	10·4	39	1/6	28·6	22·7	5·2	21·0	25·3
7	138	35·1	29·5	10·4	39	1/6	28·6	23·8	5·2	21·7	26·4
8	143	36·4	29·9	10·4	39	1/6	28·6	24·7	5·2	22·1	27·3

Diese Maße gelten mit Ausnahme der Differenz für Knaben und Mädchen. Die Differenzen sind für erstere um 1·3 cm niedriger als oben angegeben anzunehmen.

Beim richtigen Sitzen soll der Unterschenkel senkrecht stehen; der Fuß soll mit der ganzen Trittfläche auf dem Boden, der Oberschenkel horizontal auf dem Sitze aufruhcn. Dabei darf die Kniekehle nicht ganz an die Vorderkante des Banksitzes anschließen, vielmehr muß zwischen beiden ein Zwischenraum von einigen Zentimetern frei bleiben.

Demnach ist für die Sitzhöhe die ganze Unterschenkellänge, für die Sitztiefe etwa zwei Drittel der Oberschenkellänge des Schülers das richtige Maß.

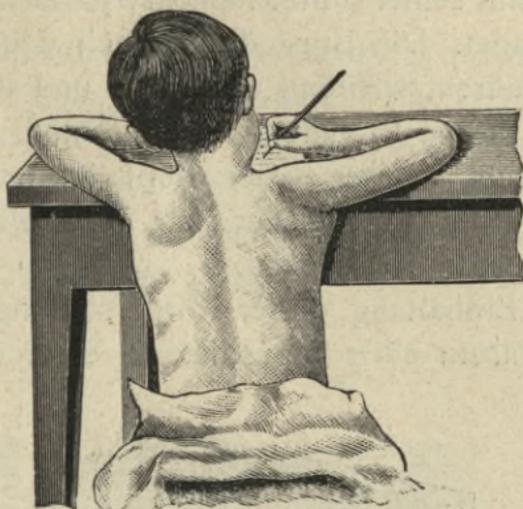


Fig. 10.

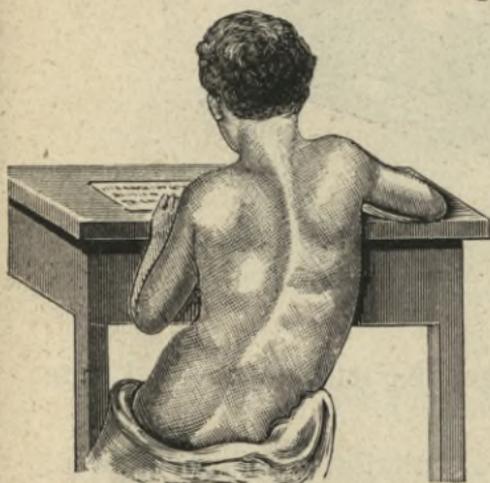


Fig. 11.

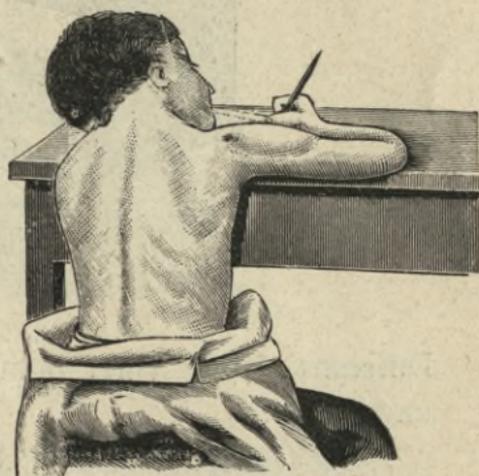


Fig. 12.

Drei Arten fehlerhaften Sitzens.

(Nach Wiel und Grehms „Lehrbuch der Hygiene“.)

Auf die Körperlänge bezogen, beträgt die Länge des Unterschenkels 0·275 bis 0·285, die des Oberschenkels 0·285 bis 0·315 der Gesamtgröße des Schülers.

Die richtigste Haltung des Oberkörpers beim Schreiben ist die, bei welcher der Rumpf vollkommen aufrecht, mit seiner Horizontalachse paralell zur Tischkante sich befindet. Die Brust darf jedoch dabei diese Kante nicht berühren, während das Kreuz und der Rücken, um eine zu rasche Ermüdung zu verhüten, an der Lehne gestützt sein müssen. Der Kopf ist leicht vorgeneigt zu halten, die Augendistanz zur Schreiblinie hat 30 bis 40 Zentimeter zu betragen.

Die Einhaltung dieser Körperstellung erfordert das Vorhandensein einer Minusdistanz, einer entsprechenden

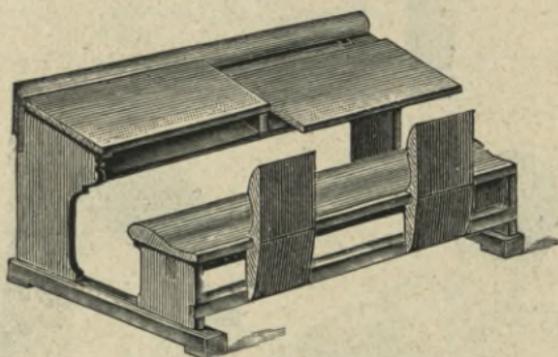


Fig. 13.

Schulbank von Kunze.

Differenz, ferner einer richtigen Konstruktion von Lehne und Tisch.

Fig. 8 zeigt die richtige Körperhaltung beim Schreiben, Fig. 9 ist ein Beispiel einer fehlerhaften Körperhaltung, die durch die Plusdistanz der Bank veranlaßt wird. Die zu geringe Augendistanz von der Schreiblinie begünstigt das Entstehen von Kurzsichtigkeit.

Die drei Arten fehlerhaften Sitzens in den Figuren 10, 11 und 12 sind vorwiegend die Folgen unrichtiger Differenzen und veranschaulichen den Einfluß solcher

Körperhaltungen sowohl auf die Entstehung von Verkrümmungen der Wirbelsäule als auch auf jene der Kurzsichtigkeit.

Die Minusdistanz betrage zweckmäßig nur zirka 5 cm. Ist sie nicht veränderlich, so können die Schüler in der Bank nicht aufrecht stehen, das Ein- und Austreten ist ebenfalls sehr erschwert. Daher sollten Bänke mit fester Minusdistanz entweder gar nicht verwendet werden oder höchstens als zweisitzige zulässig sein.

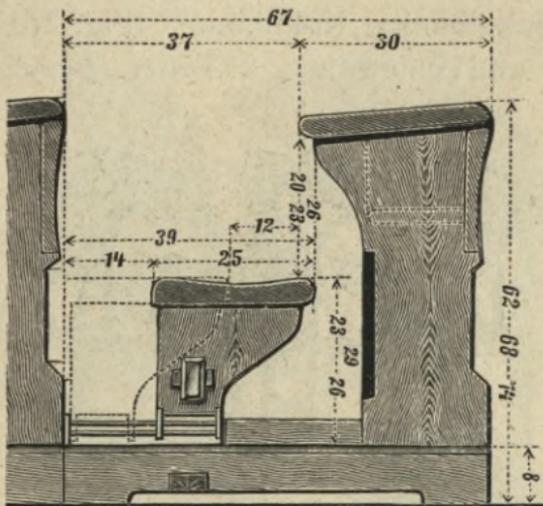


Fig. 14.

Schulbank von Bayer.

Mit Nulldistanz sind die eben berührten Mängel nicht zu beheben. Bei fester Plusdistanz entfallen sie wohl, wir begeben uns aber dann der Vorteile, die eine Minusdistanz für die als gut erkannte Körperhaltung beim Schreiben verbürgt.

Es bleibt daher wohl nichts anderes übrig, als Bänke zu verwenden, deren Distanz durch einen leicht zu handhabenden oder auch automatischen, unter allen

Verhältnissen jedoch möglichst geräuschlosen Mechanismus veränderlich ist. Die Lageveränderung kann sowohl am Tische, als auch am Sitze oder auch an beiden vorgenommen werden.

Bei der Schulbank von Kunze (Fig. 13) wird die Änderung der Distanz durch Verschiebung der Tischplatte erreicht.

Die Schulbank von Bayer (Fig. 14) zeigt einen auf Eisenstangen parallel verschiebbaren Sitz.

Die Schulbank „Kolumbus“ (Fig. 15) hat einen Klapp Tisch und einen aus 2 Teilen bestehenden Sitz.

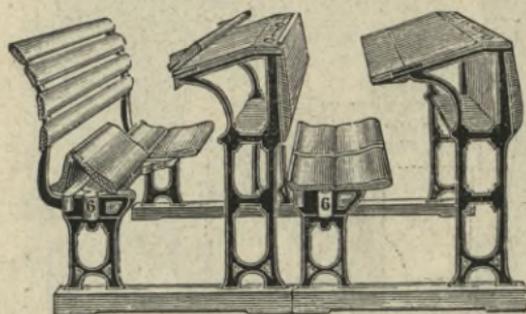


Fig. 15.

Schulbank „Kolumbus“.

Diese werden durch einen Hanfgurt derart mit einander zusammengehalten, daß der Schüler beim Aufstehen durch den Druck mit dem Unterschenkel den Sitz in die aus der Zeichnung ersichtliche Stellung des rückwärtigen rechten Bankplatzes bringt.

Die Schulbank von Vogel (Fig. 16) hat einen Klapp-tisch und einen Pendelsitz.

Von geringerer Bedeutung als die Höhe, Tiefe und die Distanz des Banksitzes zum Tische ist die Form des ersteren. Entweder ist die Sitzplatte ganz eben oder

nach rückwärts geneigt. Um in letzterem Falle das Abrutschen gegen die Lehne zu verhüten, erhält der Sitz eine Ausrundung und wird nicht aus einem einzigen, sondern aus mehreren abgerundeten Brettern hergestellt, die in geringen Distanzen von einander liegen.

Sitzt der Schüler bei vollkommen aufrechter Haltung des Oberkörpers mit senkrecht herabhängenden Oberarmen und mit horizontal in den Ellbogengelenken

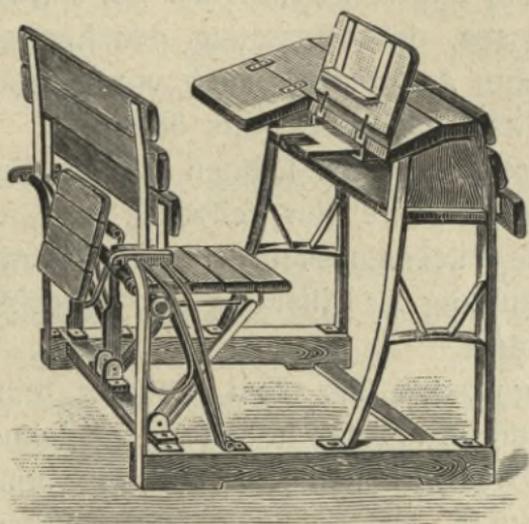


Fig. 16.

Schulbank von Vogel.

abgebogenen Vorderarmen, dann ist die vertikale Entfernung der Ellbogen vom Sitze das Maß der Differenz. Um ein geringes kann diese größer genommen werden.

Ist die Differenz zu groß, dann muß der Schüler entweder beide Arme zu hoch heben, um sie auf den Tisch legen zu können, oder er hebt nur den rechten Arm, läßt den linken sinken, sitzt also schief. Ist die Differenz zu klein, dann wird der Oberkörper stark nach

vorne geneigt. In beiden Fällen ist auch die Sehdistanz zu gering.

Nach Fahrner soll die Differenz der Schulbänke bei Knaben . .  $\frac{1}{8}$  der Körperlänge + 3·0 bis 4·6 *cm*, bei Mädchen . .  $\frac{1}{8}$  der Körperlänge + 4·5 bis 6·5 *cm* betragen.

Die Lehnen der Schulbänke sind sowohl ihrer Länge als auch ihrer Form nach verschieden. Kreuzlehnen unterstützen nur den Kreuzteil, Kreuzlendenlehnen diesen und den Lendenteil der Wirbelsäule. Die letzteren müssen, der Krümmung des Lendentheiles entsprechend, eine Ausrundung nach vorne und im Kreuzteile eine solche nach rückwärts haben.

Bei diesen niedrigen Lehnen ist die Unterstützung des Oberkörpers eine nur teilweise und es erübrigt daher für die Rückenmuskeln eine nicht unbedeutende aktive Anspannung zur Erhaltung der aufrechten Stellung des Oberkörpers.

Dafür gestatten sie dem Schüler eine größere Bewegungsfreiheit als die hohen Rückenlehnen, welche auch den Brustwirbelteil zu stützen vermögen. Die letzteren Lehnen bieten, wenn sie senkrecht stehen, eine weniger gute Stütze als bei einer geringen Neigung nach rückwärts. Doch darf dann der Sitz nicht eben sein, sondern muß schief gegen die Lehne abfallen.

An der Tischplatte wird der vordere, etwa 10 *cm* breite Teil horizontal gelegt, der übrige Teil schwach gegen den Sitz geneigt. Gewöhnlich wird die Neigung mit  $\frac{1}{6}$  angenommen, d. h. auf je 6 *cm* Tischbreite kommt 1 *cm* Höhendifferenz. Wird jedoch bei schiefer Lehne und geneigtem Sitze auch beim Schreiben eine Schiefelage des Oberkörpers nach rückwärts angestrebt, dann muß die Neigung der Tischplatte

auf  $\frac{1}{3}$  oder  $\frac{1}{2}$  erhöht werden, da sonst die Stellung der Augen zu letzterer eine ungünstige wäre. Das bedingt wieder eine Einengung des als Schublade benutzten Raumes unter der Tischplatte und läßt eventuell auch zu wenig Raum für die Kniee übrig.

Die Fußbretter bestehen am besten aus einem vorderen schiefen und einem rückwärtigen geraden Teile. Sind schiefe Lehnen vorhanden, dann ist eine derartige Teilung des Fußbrettes unbedingt nötig. Sonst findet sie ihre Berechtigung darin, daß beim Ausruhen ein Anlehnen der Füße auf dem vorderen Teile von Vorteil ist. Man darf nur nicht zugeben, daß in diesem Falle die Füße auch beim Schreiben auf dem geneigten Teile stehen.

Eine Neigung des ganzen Fußbrettes beeinträchtigt das Stehen in der Bank.

Um den Fußboden leichter reinigen zu können, ist eine Hochlage des Fußbrettes über dem Boden angezeigt.

Bei einigen Schulbankgattungen fehlen aus Rücksicht für die Bodenreinigung die Fußbretter ganz.

Mit diesen Ausführungen ist wohl nicht alles erschöpft, was in der Konstruktion und Ausstattung der Schulbank bisher geleistet wurde. Das Genauere findet der Interessent in der unten angegebenen Litteratur.

In den Zeichensälen werden meist Einzeltische mit flachen oder schwach geneigten Platten verwendet. An der Vorderkante der Tischplatten werden verstellbare Rahmen zur Aufstellung der Vorlagen angebracht. Die Sitze sind entweder einfache Stühle oder Drehsessel.

Zum Zeichnen auf Reißbrettern eignen sich am besten die sogenannten Reißbrettstühle, die aus einem Reitsitze und einem um eine Horizontalachse drehbaren Rahmen zur Aufnahme des Reißbrettes bestehen.

Für Handarbeitssäle der Mädchen eignen sich am besten einfache Tische mit Sesseln.

Die Schultafel soll nach Silex matt tiefschwarz sein. Die auf der Tafel gezeichneten Zahlen und Buchstaben müssen, um in der Entfernung von 9 m noch deutlich gesehen werden zu können, in welcher Distanz in Lehrzimmern mit maximaler Länge die letzte Bankreihe steht, mindestens 4 cm hoch und dick mit Kreide aufgetragen sein. Sobald die schwarze Farbe abzublassen beginnt, ist der Farbenüberzug zu erneuern.

Über Kleiderablagen wurde das Nötige in dem Kapitel „Garderoben“ erörtert.

Von größter hygienischer Bedeutung ist das Vorhandensein von Spucknäpfen in allen Räumen des Schulhauses. Die Öffnung der Näpfe muß genügend weit sein, damit das Hineinspucken nicht erschwert wird.

Das Aufstellen derselben auf dem Fußboden macht ihre Benützung etwas umständlich und gibt leicht Veranlassung zum Verschütten der in ihnen vorhandenen Flüssigkeit. Es ist daher am zweckmäßigsten, sie in einer Höhe von ungefähr 1 m an der Wand in Ringe einzusetzen.

Sie sind zur Hälfte mit Wasser oder einer antiseptischen Lösung zu füllen und müssen häufig entleert werden.

Ein Zusatz von kohlen saurem Kalium verhütet das Einfrieren der Flüssigkeit im Winter.

Eine Vernichtung der Keime durch desinfizierende Flüssigkeiten ist im Spucknapfe nicht erreichbar, weil das Desinfektionsmittel kaum in die Sputaballen eindringt. Da das Verspritzen von Flüssigkeit bei ganz offenen Spucknäpfen nicht verhütet werden kann, auf

dem Deckel der nur mit einer zentralen Öffnung versehenen Näpfe aber der Auswurf leicht anklebt, verwendet man häufig auch als Füllmittel feste Materialien, die die Sputa aufsaugen. Hiezu eignen sich jedoch Sägespäne nicht, da sie leicht verstauben und dann zur Infektion Veranlassung geben können.

Viel geeigneter ist Holzwolle, die nach dem Gebrauche verbrannt wird.

Alle übrigen Schulmobilarien haben ein nur gelegentliches und untergeordnetes hygienisches Interesse.

Von nicht unwesentlicher Bedeutung für eine tadellose Gesundheitspflege in der Schule ist der Zustand der mit dem Schulgebäude in Zusammenhang stehenden Schulhöfe, Turn- und Spielplätze oder etwa bestehender Schulgärten und Schulbäder.

Deshalb wird die Besprechung dieser Objekte unmittelbar hier angeschlossen.

### **Der Schulhof.**

In das Areale, welches für den Schulbau ausgewählt wird, ist ein der Größe des Gebäudes, oder besser gesagt, ein der zu erwartenden Normalfrequenz der Schule entsprechender Flächenraum zur Anlage eines Schulhofes miteinzubeziehen. Die Größe des letzteren hängt auch wesentlich davon ab, ob der Schulhof nur den Zweck hat, in den längeren Zwischenpausen den Schülern als Erholungsort zu dienen oder ob er zugleich auch als Spiel- und Turnplatz bestimmt ist. Wird ein eigenes Abortgebäude errichtet, so kann dieses wohl auf den Schulhof zu stehen kommen. Es darf dadurch jedoch weder eine Einengung des Platzes, noch eine Ver-

schlechterung der Luft geduldet werden. In diesem Falle ist auch dafür zu sorgen, daß der Einblick in die Abortanlage vom Hofe aus behindert ist. Durch Gesträuche, die um die Abortgebäude angepflanzt werden, wird diesem Zwecke genügend gedient.

Ist der Schulhof nur Erholungsort, dann dürften 3  $m^2$  pro Schüler genügen.

Bei Viereckbauten liegt der Hof inmitten, bei Langbauten jedoch an der Vorder- oder Hinterfront des Gebäudes. Die letztere Lage ist vorzuziehen, wenn nicht etwa die Hinterfront ebenfalls gegen einen Strassenzug gewendet ist. Der Hof ist immer mit einer Mauer oder Planke zu umfrieden, die den Ein- und Ausblick von und zu der Straße nicht gestattet. Der Platz soll möglichst regelmäßig und eben sein. Um das Stehenbleiben von Regenwasser zu verhindern, empfiehlt es sich, insoferne eine sanfte Neigung des Bodens diesem Zwecke nicht entsprechen könnte, bis zu einer gewissen Höhe grobporöses wasserdurchlässiges Materiale aufzuschütten und die darunter befindlichen Erdschichten zu drainieren.

Zur Aufschüttung eignen sich Glas- oder Kohlen- schlacke mit einer Oberflächenschichte von grobem Kies und einer Zwischenschichte von magerem Lehm.

Der Schulbauausschuß der Hamburger Schulsynode empfiehlt, unter die Kies- und Schlackenschichte eine 10 *cm* starke Schichte von Zementbeton zu legen. Das Terrain ist in mehrere gegen die Mitte geneigte Felder zu teilen, woselbst je ein Abflußrohr das Wasser in die Tiefe führt.

Zweckentsprechend ist die Aufstellung von Ruhebänken an oder in der Nähe der Umfassungswände sowie die Errichtung eines Flugdaches, welches zeitweilig

Schutz vor Sonnenbrand bietet. Weniger zu empfehlen ist nach Büsing zu diesem Zwecke die Bepflanzung mit Bäumen, da ihr Wachstum durch Angriffe von Seiten der Schüler leicht behindert wird und sie auch zu viel Raum wegnehmen. Nur wenn viel Platz zur Verfügung steht, kann der vom Schulhause abgewendete Teil des Hofes mit rasch wachsenden und stark schattenspendenden Bäumen wie Ahorn, Linden, Rüstern oder Kastanien bepflanzt werden. Im Sommer soll der Schulhof zur Verhütung von Staubentwicklung öfter mit Wasser bespritzt werden. Dazu würde sich auch das Westrumitverfahren empfehlen, so benannt nach seinem Erfinder, dem Holländer Westrum. Dasselbe besteht in einer Besprengung des geschotterten und gestampften Bodens mit einer 10<sup>0</sup>/<sub>0</sub> wässerigen Lösung, deren Hauptbestandteile Teer und Petroleum mit einem Zusatze von Ammoniak und Ätzammoniak sind. Der Boden wird vollkommen fest, durch Regen nicht aufgeweicht, braucht nur selten gekehrt zu werden und bekommt eine schöne gelbliche Farbe. Das Verfahren ist auch billig, da die für einen Quadratmeter nötige Flüssigkeitsmenge nur wenige Heller kostet. Die Aufspritzung mit der obigen Lösung soll auf Straßen höchstens fünfmal im Jahre nötig sein.

### **Der Turnplatz.**

Um bei günstiger Jahreszeit das Turnen im Freien zu ermöglichen, soll jede Schule in der Nähe der Turnhalle einen Turnplatz besitzen. Diese Lage hat den Vorteil der leichteren Übertragbarkeit der Turngeräte. Ein Gerüste für Klettergeräte (Leiter und Stangen), ferner Barren und Reck können auch auf dem Turnplatze ständig angebracht sein.

Nach der Verordnung des österreichischen Ministers für Kultus und Unterricht vom 17. Juli 1875 sind Turnplätze im Freien so zu errichten, daß sie vom Schulhause übersehen werden können und sie sind, damit der Boden nach dem Regen rasch abtrocknen kann, mit Gefälle anzulegen und mit Kies zu bedecken.

Auch sind sie mit einer Hecke zu umgeben und an den Grenzen mit schattenspendenden Bäumen zu bepflanzen.

Zur Verhütung von Verletzungen beim Geräteturnen ist eine stellenweise Aufschüttung von Gerberlohe zu empfehlen.

### **Der Spielplatz.**

Im Gegensatze zum Gymnasion der Griechen, der Pflegestätte der körperlichen Gewandtheit, war das Gymnasium der Neuzeit die Stätte der rein geistigen Ausbildung der Jugend geworden, woselbst der Turnunterricht als unobligater Gegenstand wenig Beachtung fand.

In der jüngeren Zeit wurde darin allerdings in fast sämtlichen Schulen der meisten Länder Wandel geschaffen. Man konnte sich für die Dauer der Einsicht nicht verschließen, wie wichtig körperliche Übungen für das physische Gedeihen der heranwachsenden Generation sind und daß eine richtige Erziehung des Geistes und Gemütes nur Hand in Hand mit der körperlichen Ausbildung gehen können.

Als jedoch der Turnunterricht zu einem schematischen, geistestötenden Drill auszuarten begann, machten sich alsbald Stimmen geltend, die an die Tradition der Griechen sowie an jene des Turnvaters Jahn (1811) und GutsMuts (1784) anknüpfend, die Bewegungsspiele an die Stelle des Geräteturnens zu setzen, forderten. Diese äußerst nützliche Agitation führte zu dem erfreulichen

Resultate, daß fast überall einerseits der Turnunterricht auf eine reellere Basis gestellt wurde, andererseits die Jugendspiele Einführung fanden, bei denen die Schüler Gelegenheit finden, in frischer Luft ihre Muskelkraft zu erhöhen, Geschicklichkeit, Mut und Ausdauer sowie nicht minder Disziplin zu erwerben.

In Österreich war es insbesondere der Erlaß des Unterrichtsministers Gautsch vom 15. September 1900, der den Schulbehörden die Pflege der Jugendspiele zur Pflicht machte und so sehen wir, daß derzeit fast in allen unseren Schulen den Schülern zu diesen Spielen Gelegenheit geboten wird.

Auf dem Lande ist es nicht schwer, den Spielplatz in der Nähe der Schule zu errichten. In größeren Städten wird zu diesem Zwecke oft der Schulhof benützt, genügt aber wegen seines geringen Flächenraumes meist nicht, da zu Ballspielen ungefähr  $30 m^2$  pro Schüler erforderlich sind.

Daher werden Spielplätze nicht selten außerhalb der Stadt entweder angekauft oder gepachtet. Auch die Überlassung von Teilen eines Exerzierplatzes an gewissen Stunden der schulfreien Nachmittage ist ein günstiges Auskunftsmittel. Die Herrichtung eines Spielplatzes erfordert keinen großen Aufwand. Ein ebener Rasenplatz eignet sich am besten. Eine Einfriedung ist nicht immer nötig und kann durch eine lebende Hecke erreicht werden. Von großer Wichtigkeit ist das Vorhandensein schattengebender Bäume entweder der Einfriedung entlang oder an einer anderen passenden Stelle des Spielplatzes, woselbst auch Bänke zum Ausruhen aufzustellen sind. Ist der Spielplatz außerhalb der Stadt, dann empfiehlt es sich, durch Errichtung einer gedeckten Halle Schutz vor Regen zu schaffen.

### Der Schulgarten.

Zur Förderung des botanischen Unterrichtes werden, entweder unmittelbar an das Schulgebäude anschließend, oder örtlich von denselben getrennt, Schulgärten angelegt. Die Demonstration der daselbst gezüchteten wichtigsten Pflanzenarten erfolgt teils im Garten selbst, teils im Lehrzimmer.

Auf die körperliche Erziehung und zugleich auf die Erwerbung praktischer Kenntnisse in der Gartenkultur zielt die Heranziehung der Schüler zur Bestellung des Gartens ab. Es empfiehlt sich, hiebei jedem Schüler ein kleines Areale von etwa  $2 m^2$  zum Anbaue zu überlassen.

Diese Arbeiten sind von einem Lehrer zu überwachen, der es entweder den Schülern anheimstellt, ihre Beete mit den ihnen am meisten zusagenden Pflanzengattungen zu bebauen, oder zur Erzielung einer an Arten reicheren Vegetation die Zuteilung der Samen und der zum Einsetzen bestimmten jungen Pflanzen an die Schüler nach eigenem Gutdünken vornimmt.

Die Gartenarbeiten sind erfahrungsgemäß bei den Schülern sehr beliebt. Sie geben ihnen Gelegenheit, sich viel in frischer Luft zu bewegen. Die Überwachung des Wachstums der Pflanzen schärft ihre Beobachtungsgabe ungemein, und es entsteht ein edler Wettstreit, schöne, reingehaltene Beete zu haben.

So wünschenswert es demnach wäre, neben jeder Schule einen derartigen Garten anzulegen, dürfte es dennoch nur auf dem Lande oder in mittelgroßen Städten gelingen, den hiefür nötigen Platz daselbst auch zu finden. Ist dies nicht möglich, dann ist die Anlage eines solchen Gartens außerhalb der Stadt zu empfehlen.

Nebst dem angegebenen Raume für die Beete der Schüler ist ein weit größerer noch für die Wege und

Bäume sowie für eine Gerätekammer notwendig. Für etwa 50 Schüler stellt sich der Flächenbedarf schon auf mindestens  $500\text{ m}^2$ , daher die Kosten eines Gartens ziemlich hohe sind.

Deshalb sehen wir, daß in großen Städten von der Errichtung eines solchen zwar meist abgesehen wird, dafür aber den Schülern junge Topfpflanzen zur Aufzucht nach Hause gegeben werden, die sie nach einiger Zeit zu einer Preiskonkurrenz zurückzubringen haben.

Für die sittliche Erziehung der Jugend wird auch dadurch etwas geleistet. Die großen hygienischen und ethischen Vorteile der Schulgärten mögen jedoch nicht außer acht gelassen und die Anlage solcher, wo nur immer möglich, angestrebt werden.

### **Das Schulbad.**

Viele der in letzter Zeit entstandenen Schulbauten, insbesondere in Deutschland, sind in der richtigen Erkenntnis der Bedeutung einer rationellen Hautpflege mit eigenen Badeanstalten ausgerüstet.

Die Reinhaltung der Luft in den Schulzimmern ist wesentlich abhängig von der Reinlichkeit der Schüler. Eine noch so gute Ventilation vermag nur dann die Reinheit die Luft zu verbürgen, wenn die Produktion der Luftverunreinigung eingeschränkt wird.

Wir wissen, daß eine Summe gasförmiger und auch staubförmiger Produkte teils durch die Verdunstung des Hautschweißes, teils durch die Abstoßung von Schmutzpartikeln und Epithelien von der Haut in die Luft gelangen. Die lästigen Riechstoffe sind vorwiegend flüchtige Fettsäuren, die aus dem Hautschweiß herkommen.

Schon die Rücksicht also auf die Luftbeschaffenheit in den Schulräumen würde allein die Berechtigung von

Schulbädern dartun, da ja bekanntlich die Schüler zu Hause nicht immer zur Reinlichkeit angehalten werden.

Die Vernachlässigung der Hautpflege führt jedoch auch direkt zu Gesundheitsstörungen.

Die Haut ist ein wichtiges Organ für die Wärmeregulierung unseres Körpers, die dieser ihr zukommenden Funktion nur dann vollauf nachkommen kann, wenn sie frei ist von aufgelagertem und die Ausführungsgänge der Schweiß- und Talgdrüsen verstopfendem Schmutze. Eine mangelhafte Reinigung erzeugt ferner Erkrankungen der Haut, wie Ekzeme u. s. w., die, abgesehen von der durch sie bedingten spezifischen Gesundheitsstörung, ebenfalls die Aufgabe der Haut nach der oben bezeichneten Richtung hin behindern.

Durch zweckmäßige Waschungen, Douchen und Bäder erreichen wir ferner jene Abhärtung, welche die Widerstandsfähigkeit des Körpers gegen die sogenannten „Erkältungen“ bedeutend erhöht. Ebenso ist der günstige Einfluß der Bäder auf das zentrale Nervensystem und auf die Zirkulationsorgane ein unbestrittener.

Das Baden in der Schule soll selbstverständlich nicht für jeden Schüler als obligat betrachtet werden, sondern höchstens für solche, bei denen offenkundig eine rationelle Reinigung zu Hause nicht durchgeführt wird. Ist irgendein körperliches Leiden, namentlich eine Hautkrankheit, vorhanden, dann kann nur der Arzt entscheiden, ob gebadet werden darf oder nicht.

Indirekt erzeugt das Baden in der Schule auch eine Einflußnahme auf die Reinheit der Wäsche der Schulkinder, da doch die meisten Eltern, auch die ärmsten, darauf achten werden, ihre Kinder nicht mit stark verschmutzten Hemden oder Unterhosen die Schule besuchen zu lassen, wenn ihnen bekannt ist, daß eine Lehrperson

das Baden überwacht. Diese Aufsicht ist aber schon zur Aufrechterhaltung der Ordnung im Bade unbedingt notwendig.

Was die Art der zu verabreichenden Schulbäder anbelangt, hat man sich aus verschiedenen Gründen fast überall für Brausebäder, verbunden mit Fußbädern, entschieden.

Der beabsichtigte Zweck wird durch diese vollauf erreicht. Die vor dem Verlassen des Bades notwendige Abkühlung erfolgt auf rasche Weise dadurch, daß man der warmen eine kalte Douche folgen läßt. Es können in sehr kurzer Zeit viele Personen abgedadet werden und schließlich erfordert sowohl die Errichtung als der Betrieb von Brausebädern keine bedeutenden Kosten.

Eine Klasse mit 50 Schülern z. B. kann ganz gut in einer bis  $\frac{5}{4}$  Stunden mit dem Baden fertig sein, wenn nur 10 Schüler auf einmal im Baderaume Platz finden, dafür aber im Ankleideraume etwa 20 Plätze vorhanden sind. Bei Knaben kann man für das Auskleiden 5, für das Ankleiden 10, für das Douchen höchstens 5 Minuten rechnen. Wenn man daher in Zwischenräumen von 10 Minuten je 10 Schüler in den An- und Auskleideraum einläßt, so genügt die oben angegebene Zeit.

Bei Mädchen dauert allerdings die Toilette etwas länger.

Badet täglich nur eine Klasse, so kann z. B. in einer Schule mit 10 Klassen jeder Schüler nach 10 Tagen, bei stärkerer Benützung der Badeanstalt auch wöchentlich einmal baden.

Um von der Unterrichtszeit möglichst wenig zu verlieren, könnten als Badestunden auch jene Unterrichtsstunden benützt werden, die zu graphischen Arbeiten

oder zu Handarbeiten bestimmt sind. Die Schüler entfernen sich dann in Gruppen von je 10 und kehren gleich nach beendetem Baden wieder zurück. Es soll damit keineswegs eine geringere Wichtigkeit diesen Gegenständen beigemessen werden, sondern dieser Modus findet darin seine Begründung, daß es ohnehin nicht gut ist, wenn die Schüler ununterbrochen eine oder gar zwei Stunden zeichnen, schreiben oder mit Handarbeiten beschäftigt sind.

Für ein Brausebad genügen 25—30 Liter Wasser. Die Auslagen, die Erwärmung mit eingerechnet, betragen kaum mehr als einen Heller.

Ein Schulbrausebad muß folgende Räume besitzen:

1. Das An- und Auskleidezimmer.
2. Den Baderaum.
3. Den Heizraum.
4. Eine Waschküche.
5. Einen Trockenraum für die Wäsche.

Der letztere kann entfallen, wenn die Wäsche am Dachboden getrocknet wird.

Die Badeanstalt soll entweder im Schulgebäude selbst oder in einem mit diesem durch einen geschlossenen Korridor verbundenen Anbaue liegen. Zumeist wird das Souterrain zu diesem Zwecke benützt. Bürgerstein empfiehlt dagegen, das Bad in das Dachgeschoß zu verlegen, woselbst die Räume luftiger und heller herzustellen sind. Soll das Gebäude dabei keinen Schaden erleiden, so müßte durch eine vollständig wasserdichte Konstruktion das Eindringen von Feuchtigkeit nach unten verhindert werden. Auch die Erwärmung der Badelokalitäten würde in diesem Falle höher zu stehen kommen.

Der vor dem Ankleidezimmer liegende Korridor soll heizbar sein, damit von ihm aus beim Ein- und Ausgehen auf die in diesem Zimmer befindlichen, ganz oder zum Teil entkleideten Schüler kein kalter Luftzug komme.

Der Toilettenraum soll etwas höher als der Bade-  
raum liegen, da sonst leicht Wasser von letzterem hinein-  
gelangt. Hiefür ist ein helles, luftiges, gut ventilierbares  
Zimmer nötig, dessen Fußboden aus wasserundurch-  
lässigem Materiale herzustellen ist, so z. B. aus Fliesen,  
Terazzo oder Asphaltanstrich mit Betonunterlage. Böden  
aus den letztgenannten Materialien müssen aber, da sie  
zu kalt und befeuchtet sehr glatt sind, mit Lattenrosten  
oder Kokosmatten belegt werden. Besser noch ist eine  
Belag mit Linoleum, doch darf kein Wasser unter das-  
selbe kommen, da es sonst nicht kleben bleibt. Die  
Wände erhalten einen hellgrünen Ölfarbenanstrich.

Die Kleiderablagen bestehen entweder nur in ein-  
fachen Bänken, die längs der Wand aufgestellt sind  
und außerdem auch in der Mitte des Zimmers in zwei  
Reihen mit den Rücklehnen gegeneinandergekehrt stehen  
können, oder es werden Zellen errichtet, die an der der  
Zimmermitte zugewendeten Seite Stoffvorhänge haben.

In jedem Falle müssen an den Wänden in ent-  
sprechender Höhe Spiegel hängen, unter denen kleine  
Wandtischchen für die Ablage von Kamm und Kopf-  
bürste sich befinden. Zwischen Ankleideraum und  
Brauseraum muß eine gut schließende Türe sein.

Der Fußboden des Brauseraumes ist ebenfalls  
wasserundurchlässig herzustellen und muß an einer  
oder mehreren Stellen Wasserablaufrohre besitzen, gegen  
die hin der Boden sanft geneigt ist. Mit Ausnahme der  
unter den Brausen befindlichen Stellen wird er mit

Lattenrosten belegt. Um mit dem Brausebade jedesmal ein Fußbad verbinden zu können, ist der Fußboden unter den Brausen selbst napf- oder rinnenförmig vertieft oder es stehen unter denselben flache Gefäße aus Zinkblech.

In der Badeanstalt der Infanterie-Kadettenschule in Königsfeld befindet sich längs einer Wand ein rinnenförmiger Trog für Fußbäder, an dessen Rand die Zöglinge sich hinsetzen können. Besser ist aber die oben angegebene Verbindung von Brause- mit Fußbad.

Die Wände sind aus Wellblech, Schiefer, glasierten Tonplatten oder sonstigem, glatten, wasserundurchlässigen Materiale herzustellen, da Ölfarbenanstrich im Baderaume nicht genug widerstandsfähig ist. Die Brausen befinden sich entweder frei im Raume oder in abgetheilten Zellen und können sowohl nur für einen oder für mehrere Badende konstruiert sein. In letzterem Falle haben sie die Form von an der Unterseite durchlochtem Rohren. Das Wasser soll nicht senkrecht, sondern in einem Winkel von  $45^{\circ}$  und nicht mit zu starkem Drucke herabströmen. Erst nachdem die Badenden am Rande der Rinne sitzend durch etwa 2—3 Minuten ein Fußbad genommen haben, stellen sie sich in der Rinne auf und öffnen durch einen Zug an einer herabhängenden Kette die Brause. Diese Kette kann auch, um nicht fortwährend in der Hand gehalten werden zu müssen, an einem Haken angehängt werden. Nach oder noch vor der Beendigung der warmen Douche ist das Ventil für das Einlassen des kalten Wassers auf gleiche Weise zu öffnen. Das Schließen und Öffnen der Ventile kann wohl den Schülern überlassen werden, ebenso der Wasserverbrauch.

Die Temperatur der Warmdouche soll ungefähr  $28^{\circ}$ , die der Kaltdouche  $20^{\circ}$  C betragen. Die Mischung

des kalten mit dem warmen Wasser erfolgt entweder in einem Mischgefäße oder erst in der Brause.

Die Notwendigkeit eines eigenen Heizraumes für die Erwärmung des Wassers in einem Kessel entfällt bei gewissen Formen von Badeöfen mit Gasheizung, die im Brauseraume selbst aufgestellt werden können.

Alle notwendigen Badeutensilien wie Kopfkappen, Hosen, Schürzen, Hand- oder Leintücher, Kämmе, Bürsten, sind von den Eltern der Schüler zu beschaffen oder für ganz mittellose Schüler von der Schule beizustellen. In letzterem Falle sind sie den Schülern zu Beginn des Schuljahres zuzuteilen und werden wie die vom Hause mitgebrachten in Kasten verwahrt, die zweckmäßig auf dem Korridore vor dem Ankleidezimmer aufgestellt werden.

Die Ausgabe und Übernahme der Badeutensilien vor, respektive nach dem Bade besorgt der Schuldiener oder ein Badediener.

Die Reinigung der Wäsche obliegt der Schule, zu welchem Zwecke, wie bereits erwähnt, der Badeanstalt eine Waschküche mit den nötigen Utensilien und ein Trockenraum angegliedert werden.



## Literaturangaben.

- Altschul, Zur Schularztenfrage. Prag 1890.  
Baginsky, Handbuch der Schulhygiene. Stuttgart 1898.  
Burgerstein, Der Schularzt. Zeitschrift für Realschulwesen.  
Band 13.  
Burgerstein und Netolitzky, Handbuch der Schulhygiene.  
Jena 1902.  
Cohn, Lehrbuch der Hygiene des Auges. Wien und Leipzig.  
1892.  
Cohn, Tageslichtmessungen in Schulen. Deutsche medizinische  
Wochenschrift. 1884.  
Daiber, Die Schreib- und Körperhaltung. Stuttgart 1884.  
Erismann, Das Musterschulzimmer. Berlin 1890.  
Erismann, Die künstliche Beleuchtung für Schulzimmer. Zeit-  
schrift für Schulgesundheitspflege. 1897. Band 10.  
Flügge, Grundriß der Hygiene. Leipzig 1891.  
Januschka, Handbuch der Reichs- und Landesgesetze, Ver-  
ordnungen und Vorschriften für das Volksschulwesen in  
Mähren. Brünn 1883.  
Kermauner und Prausnitz, Untersuchung über indirekte  
Beleuchtung von Schulzimmern mit Auerlicht. Archiv für  
Hygiene. 1897. Band 20.  
Kirchner, Die Aufgaben des Schularztes. Ärztliche Sach-  
verständigen-Zeitung. 1900. Nr. 1.  
Maresch, Der Schulgarten. Wien 1894.  
Oslender, Schulbrausebäder mit besonderer Berücksichtigung  
des Kölner Systems. München und Leipzig 1897.  
Prausnitz, Grundzüge der Hygiene, München 1901.  
Recknagel, Theorie der natürlichen Ventilation. Zeitschrift  
für Biologie. Band 15.  
Rietschel, Schulheizung. Berlin 1880.  
Rietschel, Lüftung und Heizung von Schulen. Berlin 1886.  
Rubner, Lehrbuch der Hygiene. Leipzig und Wien 1895.  
Rubner, Die strahlende Wärme irdischer Lichtquellen in  
hygienischer Hinsicht. Archiv für Hygiene. 1895. Band 23.  
Seggel und Eversbusch, Beleuchtungsanlagen in den Er-  
ziehungs- und Unterrichtsans'talten. Münchner medicin.  
Wochenschrift. 1901. Nr. 29 und 30.  
Suck, Die Hygiene der Schulbank. Berlin 1902.  
Wehmer, Enzyklopädisches Handbuch der Schulhygiene. Wien  
und Leipzig 1904.  
Wingen, Zur Frage der Grenze für ausreichende Tages-  
beleuchtung von Schulplätzen. „Das Schulhaus“. 3. Jahr-  
gang. 1901.
-

# Inhaltsverzeichnis.

---

	Seite
Einleitung . . . . .	3
Beschaffenheit des Baugrundes . . . . .	7
Lage und Größe des Bauplatzes . . . . .	15
Bauplan und Bauausführung . . . . .	19
Grundrißanordnung . . . . .	20
Fundamentierung und Unterkellerung . . . . .	23
Äußere und innere Wandungen . . . . .	24
Das Dach . . . . .	26
Anlage der Schornsteine . . . . .	27
Treppenhäuser, Treppen, Flure und Korridore . . . . .	27
Zwischendecken . . . . .	29
Fußböden . . . . .	31
Feuerschutz . . . . .	33
Art, Zahl und Größe der Schulräume . . . . .	35
Beleuchtung . . . . .	54
Beheizung . . . . .	80
Ventilation . . . . .	97
Wasserversorgung . . . . .	121
Entfernung der Abfallstoffe und der Abwässer . . . . .	134
Schulmobilar . . . . .	147
Schulhof . . . . .	163
Turnplatz . . . . .	165
Spielplatz . . . . .	166
Schulgarten . . . . .	168
Schulbad . . . . .	169

---

ANNEXATION

S. 61

POLITECHNIKA KRAKOWSKA  
BIBLIOTEKA GŁÓWNA



L. inw.

6368

Kdn 452/57

Im  
**Karafiát &**  
ist erschienen und dort s  
z

Die Zahnpflege in Schule ur  
k. und k. Regimentsarzt.  
Preis 30 h.

Die Hygiene des Schulgebäudes von Dr. Maximilian Munk, k. und k.  
Regimentsarzt. Oktav mit 16 Illustrationen. Preis K 2-50.

Schulkrankheiten von Dr. Maximilian Munk, k. und k. Regiments-  
arzt. Heft I. (Kuzsichtigkeit und Rückgratsverkrümmungen.) Oktav,  
illustriert. Preis K 1-50.

Die neue allgemeine Erwerbsteuer. Für jedermann leichtfasslich — in  
Frage und Antwort — dargestellt von S. Berstl, k. k. Steuer-  
Ober-Inspektor. Oktav. Preis 60 h.

Die Erwerbsteuer von den der öffentlichen Rechnungslegung unter-  
worfenen Unternehmungen. Für jedermann leichtfasslich — in  
Frage und Antwort — dargestellt von S. Berstl, k. k. Steuer-  
Ober-Inspektor. Oktav. Preis K 1.—.

Die Rentensteuer. Für jedermann leichtfasslich — in Frage und Ant-  
wort — dargestellt von S. Berstl, k. k. Steuer-Ober-Inspektor.  
Oktav. Preis 60 h.

Die Personaleinkommensteuer. Für jedermann leichtfasslich — in Frage  
und Antwort — dargestellt von S. Berstl, k. k. Steuer-Ober-  
Inspektor. Oktav. Preis 80 h.

Leitfaden zur Konversation der deutschen und böhmischen Sprache  
mit kurzer Grammatik nach neuer analytisch-graphischer Methode.  
Von Robert Kregcz, Professor. Preis K 1-20.

Mähren in Wort und Bild. Ein Gedenkalbum für Einheimische und  
Fremde. Text von Professor O. Stoklaska in Brünn. 12 Bilder  
und 12 Texttafeln. Quer-Quart. Preis K 1-80.

Schlesien in Wort und Bild. Ein Gedenkalbum für Einheimische und  
Fremde. Text von Professor J. Matzura in Brünn. 12 Bilder  
und 12 Texttafeln. Quer-Quart. Preis K 1-80.

Pferde- und Rinderkrankheiten, erste Hilfeleistung bei denselben und  
über Geburtshilfe von Sigismund Berstl, k. k. Bezirkstierarzt.  
Oktav. Pr

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



100000299279









Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**II-6368**

Biblioteka Politechniki Krakowskiej



**10000299279**