

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

Herausgeber: Schweizerische Gesellschaft für Schulgesundheitspflege

Band: 14/1913 (1914)

Artikel: Staubuntersuchungen in einigen Zürcher Schulen

Autor: Kaszubski, Thaddäus

DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-91211>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

Download PDF: 11.02.2026

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

5. Staubuntersuchungen in einigen Zürcher Schulen.

Von Dr. **Thaddäus Kaszubski** aus Warschau.

Zu denjenigen Faktoren, welche auf dem Gebiete der Schulhygiene noch wenig erforscht sind, gehört der Luftstaub.

In den letzten Jahren haben sich unsere Ansichten über die Schädlichkeit der chemischen Beimengungen der Luft bedeutend geändert. Wir schreiben der Bestimmung der Kohlensäuremenge nicht mehr so große Bedeutung zu, wie dies von Pettenkofer getan worden ist; wir wissen nicht, ob Ermüdungsstoffe tatsächlich in der Luft enthalten sein können: in der Erforschung der chemischen Verschlechterung der Luft in geschlossenen Räumen ist ein gewisser Stillstand eingetreten. Bei der Beurteilung der Luft rückt die Wichtigkeit der physikalischen Momente immer mehr in den Vordergrund. Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftbewegung werden jetzt mit Recht in erster Linie berücksichtigt.

Eine besondere Stellung muß heute noch den trockenen und feuchten Beimengungen, vor allem dem Staub auch in Schulzimmern eingeräumt werden. Die Gefahr der Tröpfcheninfektion wird wohl allgemein anerkannt; die Bedeutung des Staubes als trockener Beimengung der Luft ist aber noch nicht in befriedigender Weise aufgeklärt.

Auch die Schule von Flügge hat die Untersuchung von Cornet nicht völlig widerlegt.

Dem trockenen Staub dürfen wir bei der direkten Verschleppung der Keime keine besondere Rolle zuschreiben. Immerhin sei daran erinnert, daß im Schulstaub beträchtliche Mengen von Mikroorganismen gefunden worden sind! Einige Untersuchungen in Zürich haben z. B. in 1 g Schulbodenstaub eine Million Keime ergeben. Meyrich, Rute und Henoch fanden in den Leipziger Schulen bis drei Millionen, Cacace in Capua, der seine Versuche während eines ganzen Jahres machte, wies in einzelnen Monaten

sogar bis 40 Millionen Keime in demselben Quantum Schulbodenstaub nach.

Nun läßt sich in Klassen von 30, 50 und mehr Schülern ein Aufwirbeln des Bodenstaubes nicht vermeiden. Dadurch aber können auch gelegentlich pathogene Keime übertragen werden und dazu macht sich noch eine weitere durch den Staub bedingte unangenehme, wenn nicht geradezu schädigende Eigenschaft solcher Schulluft geltend.

Das Gefühl der Trockenluft, das bekanntlich auch in Räumen von 50 und mehr Prozent relativer Feuchtigkeit empfunden wird, ist meistens auf Luftstäubchen zurückzuführen.

Unsere Nasen- und Rachenorgane stellen äußerst wertvolle Schutzeinrichtungen dar und verhindern das Einatmen zu großer Mengen Staub in die Lungen. Dennoch ist der Luftstaub in geschlossenen Räumen sehr schädlich. Seine schädliche Wirkung läßt sich dadurch erklären, daß die Schleimhäute durch die eingedrungenen Staubpartikelchen gereizt werden und so eine Prädisposition zu Entzündungen im Rachen und Kehlkopf, wie auch in den Konjunktiven geschaffen wird. Der Nachweis dieser Schädigung ist in einzelnen Fällen äußerst schwierig; doch läßt sich nicht leugnen, daß zu großer Staubgehalt der Luft die Insassen direkt und indirekt schädigt und daß daher die Beurteilung der Staubverhältnisse in den Schulzimmern eine nicht unwichtige Aufgabe der Schulhygiene ist. In Ansehung der Bedeutung des Staubes in der Luft soll sich die vorliegende Arbeit mit der Staubfrage in den Schulen befassen.

Es drängt mich, an dieser Stelle Professor Dr. Silberschmidt meinen ergebensten Dank dafür auszusprechen, daß er mich auf dieses aktuelle und wichtige Thema hingewiesen und mir Gelegenheit geboten hat, in der Dissertation die Ergebnisse meiner Untersuchungen über diese Frage darzulegen. Ferner danke ich den Rektoren: Prof. Dr. Boßhard, Prof. Dr. Bernet, Prof. Dr. Fiedler und Schularzt Dr. Kraft, daß sie mir die Untersuchung der vier Zürcher Schulen bewilligt haben.

Die Versuche konnten hauptsächlich vor und nach dem Unterricht ausgeführt werden; da ich zudem ohne Assistenz zu arbeiten genötigt war, so mußte ich notgedrungen die Anzahl der Untersuchungen auf ein gewisses Maß beschränken.

Die Menge des Staubes in der Schulluft hängt von verschiedenen Umständen ab. Hauptsächlich kommen in Betracht: die Natur des Bodens, die Beschaffenheit der benachbarten Straßen und die Stärke des Verkehrs auf ihnen, der Schulhof, die Bauart der Schule, die Fußböden, sowohl in den Zimmern als auch in den Korridoren, die Art der Reinigung und nicht zum mindesten die Disziplin. Die wichtigste Rolle kommt der unmittelbaren Umgebung des Schulhauses zu; ihr Einfluß macht sich, solange die Fenster geschlossen bleiben und die Straßen feucht oder mit Schnee bedeckt sind, nur indirekt geltend, d. h. nur durch den Straßenkot, der von den Schülern an den Schuhen mitgebracht wird. Dagegen ist der Einfluß der unmittelbaren Umgebung ein direkter bei warmem Wetter, wenn die Fenster meistens geöffnet sind, da durch den Wind und Straßenverkehr aufgewirbelter Staub zu jeder Zeit durch die geöffneten Fenster in die Schulräume eindringen kann.

Mit Rücksicht auf diese Verhältnisse gliederten sich meine Untersuchungen in zwei Teile: der erste Teil behandelt die Staubuntersuchungen in den ersten Frühjahrsmonaten bei geschlossenen Fenstern in geheizten Räumen, der zweite betrifft die Untersuchungen bei geöffneten Fenstern während der warmen Witterung.

Bodenstaub.

Zuerst befaßte ich mich mit der Untersuchung des von den Straßen eingebrachten Staubes, also mit dem Schulkehricht.

Es kam darauf an, festzustellen, wieviel Staub sich auf dem Fußboden der Schulzimmer anhäuft, und zwar in welchem Verhältnis in den Zimmern der verschiedenen Stockwerke und ob in irgendeiner Proportionalität zur Entfernung der Zimmer vom Eingang. Ferner war die Beschaffenheit und Zusammensetzung dieses Staubes zu untersuchen. Der Beschreibung der gemachten Untersuchungen mag hier eine Darlegung über die Lageverhältnisse und die Einrichtung der betreffenden Schulen vorausgehen!

Die folgende Tabelle (S. 121) gibt darüber die nötige Aufklärung.

Die Untersuchung erstreckte sich auf mehrere Zimmer in jedem einzelnen Stockwerke. Um das Verhältnis des Straßenstaubes zu beurteilen, wurde in jedem Stockwerke ein Zimmer neben der Eingangstreppe, ein zweites am entgegengesetzten Ende und ein mittleres zwischen den beiden erstgenannten befindliches ausgewählt. Das oberste Stockwerk jedoch — abgesehen von

| Name und Lage der Schule | Unmittelbare Umgebung | Art des Fussbodens | Lüftung | Heizung | Schulhof | Höhe des Hauses | Reinigung der Schule |
|--------------------------------|---|---|---|----------------|-------------------|-----------------|--|
| Höhere Töcherschule Kirchgasse | Enge, dicht bebaute und gepflasterte Straßen | In den Zimmern Parkett-, in den Korridoren Steinboden | Keine spezielle Einrichtung vorhanden | Mantelofen | Steinpflaster | 2 Stockwerke | Trockenes Kehren täglich, nachher Abstauben der Klassengegenstände mit trockenem Tuch. Gründliches, trockenes Fegen mit Verschiebung der Bänke allwöchentlich. Waschen der Fussböden mit nachherigem Anstreichen mit Bodenöl zweimal jährlich. Tägliches Kehren der Korridore und der Treppen. Allwöchentliches Waschen der Treppen. |
| Alte Kantonsschule Rämistraße | Wenig bebaute, mit Kies bestreute Straßen | In den Zimmern Parkett-, in den Korridoren Plattenboden | Abluftkanal wenig gebraucht | Zentralheizung | Asphaltiert | 3 Stockwerke | Die Zimmer werden mit feuchten Sägespänen jeden zweiten Tag, die Korridore mit geölten Sägespänen täglich gekehrt. Alles übrige wie in der Töcherschule. |
| Neue Kantonsschule Rämistraße | do. | do. | Abluft- und Zuluftkanal wenig gebraucht | do. | Nicht vorhanden | do. | do. |
| Volksschule Rietlistraße | Großer, freier Platz, Straßen unbebaut, mit Kies bestreut | In den Zimmern Linoleum, in den Korridoren Plattenboden | Abluftkanal wenig gebraucht | do. | Mit Kies bestreut | do. | Klassen werden mit geölten Sägespänen gekehrt. Alles übrige wie oben. |

der Höheren Töcherschule — machte hiervon eine Ausnahme, denn entweder war die Anzahl der Zimmer kleiner als in den anderen Etagen, oder es waren diese Zimmer wegen zu geringer Benutzung oder einer anderweitigen Bestimmung für die Untersuchung nicht geeignet. Alle diese Zimmer waren für meine Untersuchungen während einer Woche (in der Töcherschule sogar 14 Tage lang) trocken gekehrt. Der peinlich gesammelte Kehricht wurde zweimal gewogen — einmal in seiner ursprünglichen Gestalt, zum zweiten Mal, nachdem er durch ein Sieb, dessen Maschen ungefähr $4\frac{1}{2}$ mm² groß waren, abgesiebt worden war.

Auf dem Siebe blieben die gröberen Abfälle wie z. B. Papier, Federn und Bleistiftstücke, Brosamen und dergleichen. Den an den Schuhen mitgebrachten Staub ließ das Sieb durchfallen. Auf diese Weise erhielt ich täglich zweierlei Zahlen — das Gewicht des gesammelten Kehrichts und des abgesiebten Staubes.

Anfangs schien es, als bestände keine Regelmäßigkeit; denn bei gleichem Wetter wiesen dieselben Zimmer ganz verschiedene Kehricht- und Staubmengen auf. Diese scheinbare Unregelmäßigkeit hatte ihren Grund in der verschiedenen Besucherzahl der einzelnen Zimmer; denn häufig wurde ein und dasselbe Unterrichtslokal im Laufe des Tages von verschiedenen Klassen mit verschiedener Schülerzahl besucht. Außerdem wurden die Schulzimmer tagsüber, was die Zeit anbelangt, in verschiedenem Maße beansprucht. Die Verhältnisse wurden klarer, und es ergab sich eine gewisse Regelmäßigkeit, als ich dazu überging, die Menge des Kehrichts und des abgesiebten Staubes pro Schüler und pro Stunde zu berechnen.

Die Berechnung bot keinerlei Schwierigkeiten, dagegen war es unmöglich, zu berücksichtigen, wie oft jeder Schüler in die Klasse ein- und austrat.

Dieser Umstand hätte bei täglicher Berechnung der Kehricht- und Staubmenge pro Schüler und Stunde zu Unzuverlässigkeit der Resultate führen müssen; hiervoor schützte die Berechnung der gewünschten Werte auf Grund der erhaltenen Wochenzahlen. Auf diese Weise glichen sich zweifellos etwa vorkommende Differenzen in befriedigender Weise aus, insofern, als die Schüler den einen Tag mehr, den anderen Tag weniger ein- und ausgingen. Die Rechnung wurde so ausgeführt, daß die Gesamtmenge des Kehrichts- und des abgesiebten Staubes durch die Zahl der Schülerstunden dividiert wurde.

Der an einem Tage gewonnene abgesiebte Staub der verschiedenen Zimmer eines jeden einzelnen Schulgebäudes wurde nach dem Wägen gemischt und je 100 gr dieser Mischung im Brutofen bei 80° während zwei Stunden ausgetrocknet, um verdunstbares Wasser abzdampfen.

Höhere Temperatur war nicht zulässig, wenn man eine Zersetzung vermeiden wollte.

Um eine Kontrolle zu haben, ob bei diesem Verfahren tatsächlich alles verdunstbare Wasser entfernt wurde, änderte ich die Art der Austrocknung einige Male in der Weise ab, daß der Staub 4—5 Stunden lang in einem hermetisch geschlossenen Gefäße im Wasserbad auf 80° erhitzt wurde und gleichzeitig durch das Gefäß mittelst der Wasserstrahlpumpe ein durch Chlorkalk getrockneter Luftstrom hindurchgeleitet wurde. Auch wurde der Staub mehrere Male im Brutofen statt zwei Stunden sogar bis 10 Stunden ausgetrocknet. Ich erhielt bei allen Verfahren übereinstimmende Resultate, weshalb ich mich bei weiteren Versuchen mit dem erstgenannten Verfahren begnügte. Die Gewichtsabnahme gab mir jeweilen die Menge des verdunstbaren Wassers.

25 gr des auf diese Weise getrockneten Staubes wurden nun in einem Platintiegel $\frac{1}{2}$ Stunde über dem Bunsenbrenner ausgeglüht. Der Glührückstand gab mir die Menge der glühbeständigen Stoffe an.

In den Zürcher Schulen sind drei Reinigungsarten üblich: erstens mit feuchten, zweitens mit geölten Sägespänen und schließlich einfaches trockenes Kehren. Die hiesige Art des Kehrens mit feuchten Sägespänen entspricht nicht der unter dem Namen Kopenhagener und Hamburger Verfahren bekannten. Meine Absicht war nun, zu untersuchen, ob die Art der Reinigung auf die Menge des Kehrichts einen Einfluß hat und eventuell welchen. Ich verfuhr hiebei nach dem oben dargelegten Prinzip. In jeder Schule wurde mir von dem Hauswart das Gewicht des verwendeten Sägemehls mitgeteilt, welches ich dann von dem Gesamtgewichte des Kehrichts abzog. Pro Zimmer wurden 250 gr Sägespäne benutzt, gleich, ob man mit feuchten oder geölten Sägespänen kehrte. Nicht überall konnte ich alle drei Verfahren erproben. In der Töcherschule, wo man nur trocken kehrt, wäre es unmöglich gewesen, zu fordern, daß man eine Woche mit

feuchten und nachher noch eine zweite mit geölten Sägespänen fegte. Meinem Wunsche, eine Zeit lang mit feuchten Sägespänen zu kehren, wurde in der Volksschule nicht entsprochen, angeblich aus dem Grunde, weil auf dem Linoleum zu großer Schmutz entstanden wäre. Infolge eines Mißverständnisses konnte ich auch in der Alten Kantonsschule nicht alle drei Arten des Kehrens durchsetzen. So prüfte ich denn schließlich in der Volksschule den Einfluß des Kehrens mit geölten Sägespänen, in der Neuen Kantonsschule dagegen mit feuchten und daselbst auch während vier Tagen mit geölten Sägespänen. Die Osterferien unterbrachen weitere Versuche.

Der Bodenstaub in geheizten Räumen.

Die Menge des Kehrichts und des abgesiebten Staubes war in den ersten Frühlingsmonaten beträchtlich. Die Wochenmengen sind aus untenstehender Tabelle ersichtlich:

Gesamtmenge von Kehricht und gesiebttem Staub einer Woche.

| Höhere Töchterschule | | | Volksschule | | | Alte Kantonsschule | | | Neue Kantonsschule | | |
|----------------------|----------|-------------------|-------------|----------|-------------------|--------------------|----------|-------------------|--------------------|----------|-------------------|
| Zimmer | Kehricht | Abgesiebter Staub | Zimmer | Kehricht | Abgesiebter Staub | Zimmer | Kehricht | Abgesiebter Staub | Zimmer | Kehricht | Abgesiebter Staub |
| | gr | gr | | gr | gr | | gr | gr | | gr | gr |
| Parterre | 2 | 925 | I. Stock | 13 | 846 | Parterre | 21 | 574 | Parterre | 22 | 587 |
| | 8 | 486 | | 16 | 791 | | 29 | 1272 | | 25 | 290 |
| | 11 | 705 | | 18 | 929 | | 34 | 737 | | 33 | 633 |
| | 13 | 413 | | 19 | 652 | | 41 | 667 | | 40 | 516 |
| I. Stock | 14 | 525 | II. Stock | 23 | 606 | I. Stock | 42 | 714 | I. Stock | 47 | 575 |
| | 18 | 609 | | 26 | 591 | | 50 | 710 | | 52 | 507 |
| | 20 | 658 | | 28 | 849 | | 52 | 636 | | 56 | 266 |
| | 25 | 408 | | 29 | 688 | | 53 | 508 | | 63 | 392 |
| II. Stock | 26 | 348 | III. Stock | 33 | 770 | II. Stock | 55 | 759 | II. Stock | 68 | 518 |
| | 30 | 391 | | 36 | 541 | | 61 | 665 | | 72 | 191 |
| | 32 | 393 | | 38 | 582 | | 65 | 667 | | 75 | 379 |
| | | 268 | | 39 | 561 | | 66 | 552 | | | 311 |
| | | | IV. Stock | 43 | 223 | III. Stock | 69 | 517 | | | |
| | | | | 47 | 253 | | 75 | 187 | | | |

Es läßt sich ein ziemlich großer Unterschied in der Menge des Kehrichts und des abgesiebten Staubes bei schönem und bei schlechtem Wetter nachweisen. Es wurde in der Höheren Töchter-

schule die Menge des Kehrichts und des abgesiebten Staubes an einem sonnigen Tage nach langem, schönem Wetter und an einem regnerischen Tage nach langdauernder Regenwitterung ausgerechnet (Tab. 3). In den unteren Etagen betrug der Unterschied 0,1 bis 0,2 pro 1 Schüler in 1 Stunde. Diese Differenz verschwindet allmählich in den höher gelegenen und vom Eingang weiter entfernten Zimmern.

Trotz der Verschiedenheit der Lage, der Einrichtung und des Charakters der Schulen war die Menge des Kehrichts und des abgesiebten Staubes in gleicher Etagenhöhe auf 1 Schüler in 1 Stunde fast gleich (Tabelle 1).

Die Menge des Kehrichts im Verhältnis zur Lage und Höhe des Zimmers schwankt von 1,4 bis 0,4 gr, die des abgesiebten Staubes von 1 bis 0,3 gr pro 1 Schüler in 1 Stunde. Der Schmutz resp. die größeren Abfallspartikelchen der Schüler selber, wie Papier, Federn usw. betragen ungefähr 0,1 gr in derselben Zeit.

Das Reinigungsverfahren hat entweder keinen oder doch nur einen minimalen Einfluß auf die Kehrichtsmenge. Die Zahlen beim Fegen mit geölten oder feuchten Sägespänen gleichen fast den bei der trockenen Kehrart gewonnenen Zahlen (Tabelle 1).

Die Feuchtigkeit des Staubes war für jede Schule fast konstant (Tabelle 4). Das ist so zu erklären, daß in dieser Zeit noch überall geheizt wurde, also die Feuchtigkeit der Außenluft nur einen geringen Einfluß ausüben konnte. Die Menge der glühbeständigen Stoffe schwankte mehr (Tabelle 4), war jedoch auch für jede Schule ziemlich gleich. Am feuchtesten war der Staub in der Töcherschule, enthielt aber die kleinste Menge glühbeständiger Stoffe resp. die größte Menge organischer Substanz.

Umgekehrt in der Volksschule — hier fand ich die größte Menge der glühbeständigen Stoffe, die kleinste des verdunstbaren Wassers.

Die Feuchtigkeit des Staubes in den beiden Kantonsschulen war dieselbe und glich auch derjenigen der Volksschule. Auch die Menge der glühbeständigen Stoffe war in den letzten Schulen fast gleich groß. Die Lage der Schule erklärt die Tatsache vollständig. Die Töcherschule liegt dem See am nächsten, um sie herum ziehen sich enge, gepflasterte Straßen hin, die oft sogar im Sommer feucht sind; die Volksschule liegt hoch auf freiem Platze und weit vom See entfernt. Die umgebenden Straßen sind fast nicht bebaut und reichlich mit Kies bestreut. Die beiden

Kantonsschulen nehmen die Mitte zwischen der Volks- und Töchter-
schule ein und liegen sich gegenüber. Auf die Feuchtigkeit des
Staubes hat allerdings auch die Art der Heizung Einfluß — in
der Töcherschule sind einfache Mantelöfen, in den übrigen drei
Schulen ist Zentralheizung vorhanden.

Bodenstaub im Sommer.

Die Versuche wurden auf gleiche Weise wie im Frühjahr an-
gestellt. Selbstverständlich wiederholte ich die Versuche über den
Einfluß des Kehrens auf die Kehrichtmenge nicht mehr. Diese
Frage habe ich schon bei den ersten Versuchen beantwortet und
zwar im negativen Sinne. Mit vorgerückter Jahreszeit konnte in
dieser Hinsicht keine Veränderung eintreten.

Die Kehricht- und Staubmenge pro 1 Schüler in 1 Stunde
war ein wenig kleiner (der Schmutz auf den Straßen war nicht
so groß [Tabelle 2]). Es war ferner keine Rede mehr von Kon-
stanz der Feuchtigkeit. Diese wechselte offenbar mit dem Feuch-
tigkeitsgrad der Außenluft und war an den gleichen Tagen in
allen Schulen fast gleich. Die Menge der glühbeständigen Stoffe
stieg ziemlich bedeutend. Auch jetzt, wie früher, war die Quan-
tität der glühbeständigen Stoffe in der Töcherschule am geringsten,
in den übrigen drei Schulen fast gleich (Tabelle 2 und 4).

Staub- und Keimgehalt in der Schulluft.

Methodik.

Nachdem ich über die Quantität und die Eigenschaften des
Bodenstaubes einigermaßen orientiert war, konnte ich nunmehr
zu der Untersuchung des Staubes und gleichzeitig der Keime in
der Luft übergehen.

Es gibt viele Methoden zur Untersuchung der Luft auf Staub-
und Keimmenge.

Man kann sie im Grunde auf zwei reduzieren. Nach der
einen fängt man auf einer Unterlage aus einer bestimmten Luft-
menge sämtliche Keime resp. Stäubchen auf (Absatzmethode); die
zweite besteht darin, daß die Luft filtriert wird, wobei Keime oder
Stäubchen durch das Filter zurückgehalten werden sollen.

Das Abfiltrieren des Staubes macht keine besondere Schwierigkeiten. Es genügt, für das Filter eine Substanz zu wählen, welche die Luft leicht passieren läßt, aber so dicht ist, daß alle Stäubchen darin zurückbleiben.

Das Keimfilter dagegen muß auch anderen Bedingungen genügen: es muß alle Keime zurückhalten können, es muß selbst leicht sterilisierbar sein, die Keime sollen darin lebensfähig bleiben, endlich soll man die Substanz in dem Nährboden entweder leicht aussäen oder auflösen können.

Darum tritt erklärlicherweise bei den Keimfiltern die Verschiedenheit der einzelnen Methoden in erster Linie zutage.

Eine gänzlich einwandfreie Methode gibt es bis jetzt nicht. Darum lassen sich die Resultate, die man bei verschiedenen Verfahren gewinnt, untereinander nicht vergleichen.

Verschiedene Autoren haben zu der Untersuchung auf Keime feste Filter, andere flüssige Filter gebraucht. Der Filtration durch eine trockene Substanz haftet der Fehler an, daß die Keime durch Austrocknen leicht geschädigt werden.

Darum aspirierten andere Autoren die Luft durch eine Flüssigkeit. Da die Keime nur von der Oberfläche der die Flüssigkeit passierenden Luftbläschen abgewaschen werden, so können die in der Mitte der Bläschen befindlichen Mikroorganismen nicht aufgefangen werden. Immerhin bietet diese Methode wegen ihrer Zuverlässigkeit bei aller Einfachheit die größten Vorzüge.

Von den bekannten Verfahren war dasjenige von Miquel das beste. Er gebrauchte als Filtrationsflüssigkeit sterilisiertes Wasser, welches jedenfalls den Nachteil hat, daß die Keime darin ziemlich rasch zugrunde gehen.

Um diesen Nachteil zu beseitigen, ersetzte ich das Wasser durch physiologische Kochsalzlösung. Ihre Vorzüge vor dem sterilisierten Wasser hat der vergleichende Versuch deutlich erwiesen.

Ich leitete $1\frac{1}{2}$ Stunde die gleichen Luftvolumina nacheinander durch 5 cm^3 Wasser und physiologischer Kochsalzlösung. Die Flüssigkeit wurde nach $\frac{1}{2}$ Stunde, nach 1 Stunde, nach 2 Stunden, nach 4 und 6 Stunden mit Gelatine gemischt und zu Platten ausgegossen. Wie die nebenstehende Tabelle zeigt, waren die Mengen der Keime beim Zählen nach 4 Tagen immer auf den Platten mit der physiologischen Kochsalzlösung größer:

| Die Flüssigkeit ausgegossen zu Platten | Keimzahl auf den Platten mit Wasser | Keimzahl auf den Platten mit physiolo- gischer Kochsalzlösung |
|---|--|---|
| nach $\frac{1}{2}$ Stunde | 480 | 491 |
| „ 1 „ | 507 | 542 |
| „ 2 Stunden | 461 | 563 |
| „ 4 „ | 281 | 410 |
| „ 6 „ | 250 | 389 |

Zu den Versuchen in den Schulen werden jeweilen im Autoklav 5 cm^3 physiologische Kochsalzlösung samt Reagensglas, in welches durch einen Gummipfropf zwei Röhrchen führten, sterilisiert. Das eine Röhrchen reichte nur bis zu der Mitte des Reagensglases, das andere fein zugespitzte mit kleiner Öffnung — Zuführungsrohr — war tief in die Flüssigkeit getaucht.

Fein zugespitzt mußte es sein, damit die Luft aus ihm innerhalb der Lösung nur in Form sehr kleiner Bläschen austreten konnte, um die Umspülung einer möglichst großen Oberfläche des Luftquantums zu ermöglichen. Die Luft wurde dann durch das kürzere Rohr angesaugt. Nach dem Versuch mischte ich die physiologische Kochsalzlösung mit 10 cm^3 Gelatine, goß das Gemisch zu Platten und zählte die Kolonien nach 4 Tagen. Zu vergleichenden Versuchen ist diese Methode viel zu umständlich. Viel besser eignet sich dazu die vereinfachte Kochsche Absitzmethode. Die Vereinfachung besteht darin, daß man auf die Bestimmung des Luftvolumens, aus welchem die Keime ausfallen, verzichtet.

Zu den Versuchen mit dieser Methode gebrauchte ich Petrischalen von 64 cm^2 Oberfläche mit zirka 10 cm^3 Gelatine.

Die Verwendung der anderen Nährböden war überflüssig, denn nach der Erfahrung der Hamburger Kommission zur Schulreinigungsfrage wird die größte Keimzahl stets auf der Gelatine gezüchtet. Ich zählte die Keime nach Bühring 4 Tage nach der Exposition. Manchmal waren einzelne Schalen schon nach dem dritten Tage verflüssigt, doch niemals bis zu solchem Grade, daß man die Kolonien nicht hätte zählen können.

Zu der Bestimmung des Gewichtes des Luftstaubes wählte ich das Verfahren von Fodor, Hesse und Ahrens. Ich aspirierte nach diesen Autoren die Luft durch die Watte, die ich in ein Rohr von $1\frac{1}{2}\text{ cm}$ Durchmesser in 4—5 cm dicker Schicht legte.

Das Rohr samt der Watte wurde $\frac{1}{2}$ Stunde in dem Brutofen bei 60° vor und nach dem Versuche ausgetrocknet und rasch gewogen. Die Differenz gegen das ursprüngliche Gewicht zeigte das Gewicht des Staubes an. Die Watte wurde auch allein gewogen. Die Differenz bei diesem Wägen stimmte mit dem obigen ganz überein.

Zu den vergleichenden Versuchen auf Staubgehalt der Luft gebrauchte ich die Methode von Stich, bei welcher die aus der Luft ausfallenden Stäubchen auf einer schwarzen Lackfläche festgehalten und unter dem Mikroskop unter auffallendem Licht als helle Pünktchen gezählt wurden.

Nach Stich goß ich nun in kleine, halbkugelförmig ausgehöhlte Glasklötzchen, deren größte Oberfläche $8,04 \text{ cm}^2$ betrug, ein Gemisch von 10 Teilen Asphaltlack und 8,5 Teilen Kolophonium, bestrich die Ränder mit Fett und bedeckte sie mit einem Schutzgläschen. Beim Versuch wurde die Lackfläche eine bestimmte Zeit exponiert. Nachher sah man unter dem Mikroskop bei auffallendem Licht auf der Lackfläche eine Anzahl von hellen Pünktchen — die lichtreflektierenden Stäubchen. Um unter stets gleichen Bedingungen zu arbeiten, zählte ich die Stäubchen in einem Dunkelmzimmer, stets bei derselben Auergaslampe, deren Strahlen durch eine etwa 40° geneigte s. g. Schusterkugel auf die zu prüfende Fläche geworfen wurden. Die Lampe war bei jeder Zählung 75 cm von dem Mikroskop entfernt. Das so beleuchtete Gesichtsfeld war bei schwacher, stets gleicher Vergrößerung $4,262337 \text{ mm}^2$ groß. In der Rechnung habe ich es als rund 4 mm^2 angesetzt.

Wie Stich nachgewiesen hat, genügt es, um eine richtige Durchschnittszahl zu bekommen, die Stäubchen von 10 Gesichtsfeldern zu zählen. Nach dem Beispiel der Hamburger Kommission zur Schulreinigungsfrage zählte ich diese 10 Felder in drei Reihen derart, daß in die obere und untere je 3, in die mittlere 4 Gesichtsfelder zu liegen kamen.

Zur Umrechnung der Staubpartikelchen auf 1 cm^2 wurde die Stäubchenzahl durch die Zahl der Felder dividiert und mit 25 multipliziert.

Zur Aspiration der Luft bei den quantitativen Versuchen gebrauchte ich den Apparat von Hahn, der allen Anforderungen genügt. Er saugt die Luft mit intermittierendem Strome, notiert automatisch die Zahl der Aspirationen und ist verhältnismäßig klein, also leicht transportabel. Die Raschheit der Aspirationen läßt sich innerhalb gewisser Grenzen nach Belieben regulieren.

Er hat nur zwei Unbequemlichkeiten: erstens kann man nicht lange Zeit damit arbeiten, und zweitens muß man das Aspirationsvolumen vor jedem Versuch messen, denn es ist, wie auch die Raschheit der Aspirationen, von der jeweiligen Ladung der Akkumulatoren abhängig.

Der Apparat kann mit einer Aspiration 10—25 cm³ ansaugen und in einer Minute bis 200 Aspirationen machen.

Bei den Versuchen auf Keime wurde langsam, bei den Versuchen auf Staub möglichst rasch gesaugt; ich wollte, da ich vermutete, daß die Staubmenge verhältnismäßig klein sei, möglichst große Volumina gewinnen.

Von Keimen aber werden die Luftblasen um so gründlicher abgespült, je langsamer sie durch die Flüssigkeit hindurchgehen.

Soll die Luft eines Zimmers untersucht werden, so muß man schnell arbeiten, weil sich die Beschaffenheit der Luft durch Absetzen des Staubes rasch verändert; auch muß man an verschiedenen Stellen und in verschiedenen Höhen experimentieren.

Infolgedessen stellte ich die Petri- und Stickschen Schalen an mehreren Plätzen auf: jeweilen in der Mitte der vier Grenzlinien des rechteckigen Bänkebereiches — also in der Mitte der ersten und letzten Bankreihe, ferner etwa 50 cm von Fenster- und Gangwand entfernt, in der Mitte der Längsseiten des Rechteckes. Außerdem plazierte ich noch Schalen in der Mitte des gesamten Bänkeblocks, d. h. dort, wo sich die Verbindungslinien jener ersteren kreuzförmig aufgestellten Platten schneiden. Ferner standen Schalen auf und neben dem Lehrertisch.

Jede der bezeichneten Stellen war doppelt besetzt: es befanden sich immer gleichzeitig Schalen auf dem Fußboden und etwa 30 cm über den Bänken, ungefähr in der Höhe von 110 cm über dem Boden. Im Gegensatz zu der Hamburger Kommission zur Schulreinigungsfrage, die ähnliche Versuche gemacht hatte, stellte ich die Petri- und Stickschen Schalen nur in zwei Höhen hingegen an mehreren Stellen auf, weil diese Methode, wie aus den Tabellen hervorgeht, eine bessere Übersicht gestattete. Sie scheint mir auch deswegen besser, weil eine größere Zahl von Schülerplätzen berücksichtigt werden konnte. Die Versuche machte ich dreimal im Tage: morgens um $\frac{1}{2}$ 8 Uhr (im Sommer um $\frac{1}{2}$ 7 Uhr) vor dem Beginn des Unterrichts, um 12 Uhr nach Mittagsschluß und gleich nach dem Kehren, ungefähr um $1\frac{1}{4}$ Uhr, in der Höheren Töcherschule ungefähr um $\frac{1}{2}$ 5 Uhr. Ausnahmsweise wurden die

Experimente, wenn die Schüler schon früher nach Hause gingen, statt um 12 Uhr schon um 11 Uhr gemacht.

Ich wiederholte die Untersuchungen dreimal bei jeder der drei Kehrarten, erstens in den ersten Frühjahrsmonaten, zweitens am Anfang des Sommers.

Um den Einfluß der Luftströmung fernzuhalten, machte ich die Versuche immer bei geschlossenen Fenstern.

Auf diese Weise bekam ich ein gutes Bild von dem Zustand der Luft in bezug auf Staub- und Keimgehalt und in bezug auf diejenigen Staub- und Keimmengen, die bei den verschiedenen Reinigungsverfahren aufgewirbelt werden.

Bei dem ersten Probeversuch in der Töchterschule dauerte die Exposition 10 Minuten. Doch die Zahlen, die ich erhielt, waren so klein, daß bei weiteren Versuchen die Exposition um 5 Minuten verlängert wurde.

Angesichts der Unmöglichkeit, mehrere Zimmer gleichzeitig zu untersuchen, wählte ich für die Prüfung in jeder Schule ein Zimmer, das bei der ersten Untersuchung die Mittelzahlen ergeben hat — in der Töchterschule Zimmer 18, in der Alten Kantonschule Zimmer 50 und in der Volksschule Zimmer 26.

Auch ein amphitheatralisch eingerichtetes Zimmer wollte ich haben. In der Neuen Kantonsschule sind solche nur im Parterre und im dritten Stock vorhanden. Da die oben genannten Zimmer in den anderen Schulen sich im ersten und zweiten Stockwerke befanden, wählte ich in der Neuen Kantonsschule Zimmer 75 im dritten Stock, weil ich annahm, daß zwischen drittem, erstem und zweitem Stockwerk ein geringerer Unterschied bestehe, als zwischen Parterre und erstem und zweitem Stock. Es war aber mein Bestreben, die Zimmer unter möglichst gleichen Verhältnissen zu untersuchen.

Von den 4 gewählten Zimmern läßt sich folgendes mitteilen:

| Name der Schule | Orientierung | Vor den Fenstern liegt | Zahl der Fenster | Flächeninhalt | Stockwerk | Art des Fußbodens |
|----------------------|--------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------|-----------|-------------------|
| Höhere Töchterschule | Süd-Ost | Enge Straßen m. hohen Häusern | 8 je 4 in 2 Wänden | 57 m ² | I | Parquet |
| Alte Kantonschule | Nord-Ost | Straße mit Garten | 3 große Fenster in 2 Wänden | 60 m ² | I | „ |
| Neue Kantonschule | Süd-West | „ | 3 große Fenster | 64 m ² | III | „ |
| Volksschule | Süd | Freier Platz | „ | 56 m ² | II | Linoleum |

Luftstaub und Luftkeime am Anfang des Frühlings in geheizten Räumen.

In den ersten Frühlingsmonaten fand sich die größte Stäubchenzahl, wie aus den Tabellen 7, 8, 9 und 10 ersichtlich ist, in der Volksschule, eine um wenigstens geringere in den beiden Kantonsschulen und die kleinste in der Töcherschule.

Entgegengesetzt sind die Resultate in bezug auf den Keimgehalt: die größten Zahlen fand ich in der Töcherschule, mittlere Werte ergab die Volksschule, und die geringsten Mengen wiesen die beiden Kantonsschulen auf.

Interessant ist der scheinbare Gegensatz zwischen Staubpartikelchen und Keimen in den einzelnen Schulen. In dem Schulgebäude, das sich im Stadtzentrum befindet und zwischen engen, gepflasterten Straßen angebaut ist, in der Töcherschule, war die kleinste Menge der glühbeständigen Stoffe, die größte des verdunstbaren Wassers in dem Bodestaub, die Luft enthielt die kleinsten Stäubchen — aber die größten Keimzahlen.

Umgekehrt in der Volksschule, deren Gebäude sich auf freiem Platze zwischen unbebauten, mit Kies bestreuten Straßen befindet; dort fanden sich im Bodestaube die größten Mengen der glühbeständigen Substanzen und die geringsten Mengen des verdunstbaren Wassers; in der Luft schwebten sehr viele Stäubchen, dagegen war die Luft verhältnismäßig arm an Bakterien.

Was nun den Einfluß der Reinigungsart auf Staub- und Keimgehalt der Luft anbetrifft, so werden beim Kehren mit geölten Sägespänen am wenigsten Staubpartikel und Keime aufgewirbelt — beinahe um die Hälfte weniger als am Mittag durch die ausgehenden Schüler.

Beim Kehren mit feuchten Sägespänen sinkt dieses Verhältnis zu Ungunsten des feuchten Kehrens. Bei dem trockenen Kehren wurden Staub und Keime in gleichem Maße wie während des Mittagsschlusses aufgewirbelt. In der Volksschule wuchs beim trockenen Kehren die Menge des Staubes und der Keime im Vergleich zu den Mittagsszahlen um fast das dreifache, beim Kehren mit geölten Sägespänen waren sie den Mittagsszahlen etwa gleich.

Der große Unterschied in der Menge der aufgewirbelten Keime und des Staubes in den einzelnen Schulen hängt nicht von der verschiedenen Einrichtung, sondern vom Dienstpersonal ab. In

den größeren Schulhäusern, wo der Hauswart mit seiner eigenen Familie eine große Zahl von Zimmern besorgen muß, sind die Verhältnisse entsprechend ungünstiger.

Soweit die wichtigsten Schlußfolgerungen. Die Tabellen zeigen aber noch andere interessante Tatsachen. Morgens war z. B. die Stäubchen- und Keimzahl in der Höhe von 110 cm zwei- bis dreimal geringer als auf dem Fußboden. Dieser Unterschied war noch auffallender in dem amphitheatralischen Zimmer 75 der Neuen Kantonsschule.

Nach dem Unterricht wuchs die Anzahl der Staubkörner gegenüber der vor den Stunden festgestellten um das sieben- bis achtfache, die der Keime um etwa das zehnfache. Um einen Vergleich zu haben, wiederholte ich die beschriebenen Versuche im Freien und in einer Privatwohnung. Es ergab sich, daß im Freien und in der Höhe der untersuchten Zimmer die Keim- und Stäubchenzahl fast gleich groß war, wie die in der Höhe von 110 cm in den Schulzimmern am Morgen.

In der Privatwohnung fand ich am Morgen auch keine geringeren Werte. Dagegen ergaben sich in einem Zimmer, das zwei Personen bewohnten, am Mittag Zahlen, welche die am Morgen gefundenen nur um das zweifache übertrafen, während sich in den Schulen das Verhältnis auf 1 : 8 resp. 1 : 10 stellte (Tabelle 7, 8). Bei dieser Untersuchung benutzte ich die Gelegenheit, noch einmal sicher zu ermitteln, ob und was für einen Einfluß die Art des Kehrens auf die Kehrrichtmenge habe.

Ich ließ auf das sorgfältigste den Kehrricht in den untersuchten Zimmern sammeln und siebte den Staub ab, von dessen Gewichte zog ich das Gewicht der feuchten oder geölten Sägespäne, die durch mein Sieb unbehindert passierten, ab und berechnete das Quantum auf 1 Schüler in 1 Stunde.

Wieder erwies sich, daß die Art der Reinigung keinen oder einen unbestimmbaren Einfluß auf die zu ermittelnden Werte hat (Tab. 3).

Luftstaub und Luftkeime am Anfang des Sommers.

Wider Erwarten zeigten die Versuche am Anfang des Sommers keine größeren Unterschiede gegenüber den in den Monaten März und April gewonnenen Resultaten. Die Tatsache ist der Witterung zuzuschreiben, die manchmal am Anfang des Sommers ähnlich wie im Frühling ist.

Während der letzten Versuche hat es ebenso wie bei der ersten Versuchsreihe die ganze Zeit über (zwei Tage ausgenommen) geregnet. Es war nur viel wärmer als im März und April, weshalb die Fenster in den Schulen beständig offen blieben. Auf diese Weise stand die Luft in den Schulzimmern fortwährend unter dem Einfluß der Außenluft, konnte infolgedessen gegen die letztere keine großen Unterschiede aufweisen. Aus demselben Grunde mußte die Beschaffenheit der Luft in den verschiedenen Schulen beinahe ohne Unterschied sein.

Die Versuche wurden auf die gleiche Weise wie am Anfang des Frühjahrs angestellt. Die Staub- und Keimmengen vor Beginn des Unterrichts waren im Juni größer, dabei in allen Schulen fast gleich. Die Mittagszahlen und die Keim- und Staubmenge, die beim Kehren aufgewirbelt wurden, wuchsen gegenüber den entsprechenden Werten vor dem Unterricht nicht in solchem Maße wie im März und April. Während damals bei geschlossenen Fenstern sich der Staub- und Keimgehalt am Mittag gegenüber den Morgen Zahlen um das acht- bis zehnfache vergrößert hatte, wuchsen die Mittagszahlen bei geöffneten Fenstern höchstens um das vierfache. Dieser Unterschied ist nicht uninteressant, weil er sich dadurch erklären läßt, daß die Fenster während der letzteren Untersuchungen meistens geöffnet waren, also die Lüftung besser war.

Die Art der Reinigung hatte auf Staub- und Keimmenge der Luft den gleichen Einfluß wie früher. Es ergab sich auch hier, daß die beim trockenen Kehren aufgewirbelten Staub- und Keimmengen den s. g. Mittagszahlen glichen; dagegen waren die beim Fegen mit feuchten Sägespänen erhaltenen Zahlen entschieden kleiner und die beim Kehren mit geölten Sägespänen um das doppelte kleiner als die Mittagszahlen (Tabelle 7, 8).

Es ist beachtenswert, daß bei den Versuchen im Juni auf den Schalen niemals verflüssigende Kolonien sich vorfanden.

Daß das Kehren mit geölten Sägespänen das beste ist, ist klar genug. Dennoch haben sich einige Bedenken dagegen erhoben. Man behauptet, daß beim Kehren mit geölten Sägespänen die Kleider der Schüler schmutzig werden, und daß das Verfahren zu kostspielig ist.

Auch wurde der Vorwurf gemacht, daß bei dem Gebrauch der Bodenöle der Fußboden schlüpfrig wird, was in der Schule nicht angehe.

Auf Grund der durchaus einwandfreien Versuche von Prof. Lüdin, der mir liebenswürdigerweise die Benutzung seiner noch nicht veröffentlichten Resultate zur Verfügung stellte, kann ich letzteres Bedenken als grundlos erklären.

Nachdem die Behörden dem Hauswarte das Kehren der Korridore mit geölten Sägespänen verboten hatten, weil angeblich die Schlüpfrigkeit des Bodens dadurch zu sehr erhöht würde, bestimmte Professor Lüdin den Reibungskoeffizienten nach dem Kehren mit feuchten und geölten Sägespänen.

Die Versuche wurden mit verschiedenen Gegenständen gemacht. Der Reibungskoeffizient war immer nach dem Kehren mit geölten Sägespänen kleiner. Endlich wurde der Reibungskoeffizient zwischen Leder und Korridorboden bestimmt. Es wurde der Korridor im Parterre mit geölten Sägespänen, im ersten Stock mit feuchten Sägespänen gekehrt. Gleich nach dem Kehren wurde der Hauswart selbst mittelst eines Dynamometers auf dem Boden stehend entlang gezogen. Der Versuch wurde während acht Tagen angestellt. Man mußte immer eine größere Kraft zur Überwindung der Reibung nach dem Kehren mit geölten als nach dem Kehren mit feuchten Sägespänen anwenden (Tabelle 6).

Der Vorwurf der hohen Kosten ist berechtigt. Zu den 150 bis 200 gr Sägespänen, die zu dem Kehren eines Zimmers von zirka 60 m² nötig sind, gebraucht man ungefähr 30 gr Öl. Die Kosten des Öls selber beim täglichen Kehren nur eines einzigen Zimmers betragen zirka 4 Cts. in der Woche.

Auf Grund der geschilderten Versuche kann also für die Schule das Kehren mit geölten Sägespänen aufs wärmste empfohlen werden. Noch ein Wort über den Gebrauch der feuchten Sägespäne. Bei ihnen ist die Staubaufwirbelung auch nicht groß. Die Späne verbleiben aber unter den Bänken, in den Rissen, Bodenfugen und Löchern, trocknen aus und werden dann leicht aufgewirbelt und vergrößern auf diese Weise die Menge des Luftstaubes beträchtlich.

Quantitative Versuche auf Staub- und Keimgehalt der Luft mit dem Apparat von Hahn.

Sowohl die Stichsche als auch die Absitzmethode sind nur für vergleichende Untersuchungen brauchbar. Sie geben über absolute Mengen keinen Aufschluß. Die Zahl der Keime, die man

bei der vereinfachten Absitzmethode erhält, ist zu sehr von den jeweiligen Luftströmungen abhängig. Die Methode von Stich, die im Grunde auch eine Absitzmethode ist, hat überdies noch den Nachteil, daß sie keine Angaben über das Gewicht des Luftstaubes macht.

Es war daher nötig, die bisherigen Untersuchungen durch die absoluten Angaben über Staub- und Keimgehalt zu vervollständigen.

Die quantitativen Untersuchungen konnte ich nicht auf zwei Zeitabschnitte verteilen. Sie mußten wegen ihrer langen Dauer kontinuierlich gemacht werden.

Trotzdem ist aus den Resultaten ersichtlich, daß die Staub- und Keimmengen wuchsen je wärmer das Wetter wurde.

Während des Unterrichts waren diese Mengen ums fünf- bis sechsfache größer als in den unbenutzten Zimmern, gleichgiltig, ob der Versuch in der ersten, dritten oder sogar in der fünften Unterrichtsstunde gemacht wurde. Bei geöffneten Fenstern war die Zunahme viel geringer — die oben genannten Mengen wuchsen höchstens um das vierfache, aber nur dann, wenn das Wetter feucht war. Dagegen vergrößerte sich bei trockener Witterung die Staubmenge manchmal auch ums sechsfache.

Solange geheizt wurde und die Fenster geschlossen blieben, waren die größten Staubmengen in der Volksschule, dagegen die größten Keimmengen in der Töcherschule; bei geöffneten Fenstern haben sich die Unterschiede in den verschiedenen Schulen ausgeglichen, also alles wie bei der Stichschen und Absitzmethode (Tabelle 9, 10).

Man muß die Luft in den von mir untersuchten Schulen in bezug auf Keim- und Staubgehalt als durchaus gut erklären. In anderen Städten sind die Verhältnisse viel schlimmer. So fand Ahrens im Winter in Würzburg während des Unterrichts in einer Klasse von 50 Schülern in 1 cm^3 Luft 8 mg Staub, während meine größte Zahl 5 mg beträgt. Zwar sind die Zimmer in den hiesigen Schulen niemals so wie in der Schule in Deutschland im Falle von Ahrens überfüllt, in jeder anderen Hinsicht war übrigens das von Ahrens untersuchte Zimmer den von mir untersuchten ähnlich.

Die Hamburger Kommission zur Schulreinigungsfrage fand an einem feuchten Tage im Januar 1910 in vier Schulen zu Hamburg durchschnittlich vor Beginn des Unterrichts pro 64 cm^2 große Gelatineschalen, beim Zählen schon am zweiten Tage nach dem Versuch 12—24 Kolonien und 118—198 Stäubchen pro 1 cm^2 auf

den Stickschen Schalen, trotzdem man dort die Schalen in drei Höhen, z. B. auf den Schränken aufgestellt hat, und bekanntlich die Keim- und Stäubchenzahl sich mit der Höhe ganz bedeutend vermindern.

Die von mir bei ähnlichem Wetter gefundenen Zahlen sind entschieden kleiner. Sie sind noch günstiger, wenn man in Betracht zieht, daß ich die Kolonien erst vier Tage nach dem Anlegen der Kulturen zählte.

Die Reinheit der Luft überhaupt und in den Schulen insbesondere verdankt Zürich seiner hohen Lage und dem sehr geringen Straßenverkehr in der Umgebung der Schulen. In nicht geringem Grade tragen zur Reinheit der Schulluft die musterhaften Schuleinrichtungen bei.

Die wichtigsten Resultate meiner Arbeit lassen sich folgenderweise zusammenfassen:

1. Die Menge des Kehrichts, die in den einzelnen Zimmern gesammelt wurde, schwankte

| | |
|----------------------------|--|
| in der Töcherschule | zwischen 302—48 gr pro Tag, 925—348 gr pro Woche |
| in der Volksschule | „ 320—57 „ „ „ 929—223 „ „ „ |
| in der Neuen Kantonsschule | „ 260—53 „ „ „ 633—191 „ „ „ |
| in der Alten Kantonsschule | „ 375—49 „ „ „ 1272—187 „ „ „ |

Die Menge des abgesiebten Staubes, die in den einzelnen Zimmern gesammelt wurde, schwankte

| | |
|----------------------------|--|
| in der Töcherschule | zwischen 209—29 gr pro Tag, 761—236 gr pro Woche |
| in der Volksschule | „ 257—53 „ „ „ 736—163 „ „ „ |
| in der Neuen Kantonsschule | „ 208—41 „ „ „ 465—149 „ „ „ |
| in der Alten Kantonsschule | „ 315—32 „ „ „ 1051—126 „ „ „ |

Die entsprechenden Werte vergrößerten sich bedeutend an Regentagen. So erreichten sie in der Töcherschule an einem Regentag, dem langes Regenwetter vorausgegangen war, 302—72 und 253—61, während ich an einem schönen Tag in der Schönwetterperiode die entsprechenden Werte zwischen 110—79 und 86—40 fand.

2. Die Menge des Kehrichts auf 1 Schüler in 1 Stunde schwankte je nach der Lage des Zimmers zwischen 1,4 und 0,4 gr, die des abgesiebten Staubes zwischen 1 und 0,3 gr. Trotz der Verschiedenheit der Lage, der Einrichtung und des Charakters der untersuchten Schulen waren diese Mengen in gleicher Etagehöhe fast gleich.

Bei Regenwetter vergrößerten sich die entsprechenden Werte um 0,1 gr. Dieser Unterschied verschwand allmählich in den höher gelegenen und mehr von der Eingangstreppe entfernten Zimmern. Der Schmutz resp. die gröberen Abfallpartikel, die die Schüler selber verstreuen, betrug ungefähr 0,1 gr pro Schüler und Stunde.

3. Solange die Fenster meistens geschlossen blieben und die Zimmer geheizt wurden, war die Menge des verdunstbaren Wassers im Bodestaub für jede Schule fast konstant. Die größte Menge, bis 3,4 ‰, wurde in dem Schulhause, das in engen Straßen eingebaut ist und in welchem keine Zentralheizung vorhanden ist, in der Töchterschule gefunden; die geringere Menge, etwa 2,0 ‰, in den übrigen Schulen, die Zentralheizung haben, und die sich zwischen wenig bebauten Straßen mit Macadam befinden.

Im Sommer, bei geöffneten Fenstern, wechselte die Menge des verdunstbaren Wassers entsprechend der Feuchtigkeit der Außenluft. In dieser Zeit war sie in allen Schulen fast gleich und erreichte bei Regenwetter bis 2,1 ‰, an sonnigen Tagen etwa 1,0 ‰.

4. Die Menge der glühbeständigen Stoffe war am größten in der Volksschule — im Frühling bis 81,5 ‰, im Sommer bis 90 ‰, am geringsten in der Töchterschule — im Frühling bis 73,5 ‰, im Sommer bis 81 ‰. Die beiden Kantonsschulen nahmen mit ihren 75 ‰ im Frühling und 87 ‰ im Sommer die Mitte ein. Die Unterschiede in der Menge der glühbeständigen Stoffe im Bodestaube waren von der Beschaffenheit der nächsten Umgebung abhängig.

5. Bei geschlossenen Fenstern in geheizten Räumen fand sich der größte Keimgehalt der Luft in der Töchterschule. Nach der Absitzmethode vor dem Unterricht pro Petrischale bei viertelstündiger Exposition durchschnittlich in der Höhe von 110 cm 13 Kolonien, auf dem Fußboden 26 Kolonien; nach dem Unterricht in der Höhe von 110 cm 125, auf dem Fußboden 144.

Im unbesetzten Zimmer waren, direkt quantitativ gemessen, 2000 Keime pro 1 m³ Luft.

Die kleinsten Mengen wiesen die beiden Kantonsschulen auf. Nach der Absitzmethode war in der Alten Kantonsschule vor dem Unterricht die Zahl der Kolonien pro Petrischale durchschnittlich in der Höhe von 110 cm 10, auf dem Fußboden 19; nach dem Unterricht entsprechend in beiden Höhen 60 und 107. Im un-

besetzten Zimmer, direkt quantitativ gemessen, waren 1020 Keime pro 1 m^3 Luft, während des Unterrichts 4800 Keime.

In der Neuen Kantonsschule waren die entsprechenden Werte vor dem Unterricht 8 und 17, nach dem Unterricht 97 und 117. Im unbesetzten Zimmer waren 980 Keime pro 1 m^3 Luft, während des Unterrichts bis 4697 Keime.

6. Den größten Staubgehalt wies die Luft in der Volksschule auf: vor dem Unterricht setzten sich durchschnittlich in der Höhe von 110 cm auf 1 cm^2 80 Stäubchen, auf dem Fußboden 97 Stäubchen ab. Nach dem Unterricht waren die entsprechenden Zahlen 500 und 750. Im unbesetzten Zimmer war in 1 m^3 Luft 0,7 mgr Staub, während des Unterrichts 5,02 mgr.

Die kleinsten Staubmengen wurden in der Töcherschule gefunden: vor dem Unterricht setzten sich dort durchschnittlich in der Höhe von 110 auf 1 cm^2 26 Stäubchen ab; nach dem Unterricht waren die entsprechenden Zahlen 132 und 259. In 1 m^3 Luft im unbesetzten Zimmer war 0,5 mgr Staub.

Die beiden Kantonsschulen nahmen die Mitte zwischen den erwähnten Schulen ein. In der Neuen Kantonsschule waren die entsprechenden Stäubchenzahlen vor dem Unterricht 57 und 82, in der Alten Kantonsschule 38 und 62; nach dem Unterricht waren die entsprechenden Werte in der Neuen Kantonsschule 517, in der Alten Kantonsschule 60 und 107.

In der Neuen Kantonsschule fand ich im unbesetzten Zimmer 0,64 mgr Staub pro 1 m^3 Luft, während des Unterrichts 3,5 mgr.

In der Alten Kantonsschule: im unbesetzten Zimmer war pro 1 m^3 Luft 0,66 mgr Staub, während des Unterrichts 0,3 mgr pro 1 m^3 Luft.

7. Der Staub- und Keimgehalt stieg entsprechend der Temperatur der Außenluft.

8. Bei geschlossenen Fenstern in geheizten Räumen nahmen die Staubmengen während des Unterrichts ums fünf- bis sechsfache, nach dem Unterricht um das sieben- bis achtfache gegenüber den am Morgen vor dem Unterricht gewonnenen Zahlen zu; die Keimmenge wuchs entsprechend während des Unterrichts viermal, nach dem Unterricht bis zehnmal. Bei geöffneten Fenstern nahmen die Staubmengen während des Unterrichts ums vierfache, nach dem Unterricht höchstens ums fünffache zu.

Die entsprechenden Keimzahlen vergrößerten sich um das vierfache.

9. Was die Art des Kehrens anbetrifft, so wurde die kleinste Staub- und Keimmenge beim Kehren mit geölten Sägespänen gefunden; etwas größer waren die Zahlen beim Kehren mit feuchten Sägespänen, und am größten beim einfach trockenen Kehren.

Die Art der Reinigung hat auf die Kehrrichtmenge keinen Einfluß.

Der Fußboden wurde nach dem Kehren mit geölten Sägespänen nicht schlüpfriger als nach dem Kehren mit feuchten Sägespänen.

Tabelle 1. Die Mengen des Kehrichts und des abgesiebten Staubes pro Schüler in einer Stunde bei verschiedenen Reinigungsverfahren.

In der Töcherschule wurde der Kehrricht gesammelt vom 28. II. bis 12. III.

Rubrik 1 gibt die Klassenzimmer,

„ 2, 4 gibt die Kehrrichtmengen pro 1 Schüler in 1 Stunde,

„ 3, 5 „ „ Mengen des abgesiebten Staubes in 1 Stunde an.

In der Volksschule wurde der Kehrricht gesammelt vom 1. III bis 7. III.

Rubrik 1, 2, 3 wie in der Töcherschule,

„ 4 Kehrrichtmengen auf 1 Schüler in 1 Stunde beim Kehren mit geölten Sägespänen.

In der Alten Kantonsschule wurde der Kehrricht gesammelt vom 6. III bis 12. III.

Rubrik 1, 2, 3 wie in der Töcherschule.

In der Neuen Kantonsschule wurde der Kehrricht gesammelt vom 6. III bis 12. III.

Rubrik 1, 2, 3 wie in der Töcherschule,

„ 4 gibt die Kehrrichtmenge beim Kehren mit feuchten Sägespänen an,

„ 5 „ „ „ „ „ „ „ geölten „ „

| Töcherschule | | | | | Volksschule | | | | Alte Kantons- schule | | | Neue Kantonsschule | | | | | | | | |
|-----------------------------------|-----|-----|-----|-----|-------------|--|-----|-----|-------------------------|-----|---|--------------------|-----|-----|---|-----|-----|-----|-----|-----|
| Parterre I. Stock II. Stock | 2 | 1,0 | 0,8 | 1,0 | 0,9 | Hochpart. (I. St.) II. Stock III. Stock IV. Stock | 13 | 0,7 | 0,6 | 1,0 | Parterre I. Stock II. Stock III. Stock | 21 | 0,8 | 0,6 | Parterre I. Stock II. Stock III. Stock | 22 | 1,0 | 0,8 | 1,2 | 1,0 |
| | 8 | 0,8 | 0,5 | 0,8 | 0,6 | | 16 | 0,7 | 0,7 | 1,1 | | 29 | 1,2 | 1,0 | | 25 | 0,8 | 0,6 | 1,0 | 0,9 |
| | 11 | 0,6 | 0,5 | 0,8 | 0,6 | | 18 | 0,7 | 0,6 | 1,0 | | 34 | 1,3 | 1,2 | | 33 | 1,4 | 0,9 | 1,0 | 1,0 |
| | 13 | 0,6 | 0,5 | 0,7 | 0,5 | | 19 | 0,6 | 0,6 | 0,7 | | 41 | 1,0 | 0,9 | | 40 | 1,1 | 1,0 | 1,0 | 1,1 |
| | 14 | 0,5 | 0,4 | 0,7 | 0,5 | | 23 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | | 42 | 0,3 | 1,0 | | 47 | 0,8 | 0,6 | 1,0 | 0,9 |
| | 18 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | | 26 | 0,7 | 0,4 | 0,7 | | 50 | 0,8 | 0,7 | | 52 | 0,7 | 0,6 | 0,7 | 0,8 |
| | 20 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0,4 | | 28 | 0,5 | 0,6 | 0,8 | | 52 | 0,9 | 0,8 | | 56 | 0,8 | 0,7 | 0,8 | 0,7 |
| | 25 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,4 | | 29 | 0,6 | 0,6 | 0,8 | | 53 | 0,5 | 0,4 | | 63 | 0,7 | 0,6 | 0,9 | 0,7 |
| | 26 | 0,5 | 0,4 | 0,6 | 0,4 | | 33 | 0,5 | 0,6 | 0,6 | | 55 | 0,8 | 0,7 | | 68 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 0,6 |
| | 30 | 0,5 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | | 36 | 0,6 | 0,3 | 0,6 | | 65 | 0,7 | 0,6 | | 72 | 0,5 | 0,4 | 0,3 | 0,5 |
| 32 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,3 | 38 | 0,4 | 0,3 | 0,7 | 61 | 0,6 | 0,4 | 75 | 0,4 | 0,3 | 0,3 | 0,4 | | | | |
| | | | | | 39 | 0,5 | 0,3 | 0,6 | 69 | 0,6 | 0,4 | | | | | | | | | |
| | | | | | 43 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 66 | 0,5 | 0,3 | | | | | | | | | |
| | | | | | 47 | 0,4 | 0,4 | 0,3 | 75 | 0,3 | 0,2 | | | | | | | | | |

Tabelle 2. Die Mengen des Kehrichts und des abgesiebten Staubes pro Schülerstunde im Sommer (1.—7. Juni).

Rubrik 1 gibt die Zimmer,

„ 2 „ „ Kehrichtmenge,

„ 3 „ „ Menge des abgesiebten Staubes an.

| Töchterschule | | | Volksschule | | | Alte Kantonschule | | | Neue Kantonschule | | | | | | |
|-----------------------------------|----|-----|-------------|--|----|-------------------|-----|---|-------------------|-----|-----|---|----|-----|-----|
| Parterre I. Stock II. Stock | 2 | 0,9 | 0,7 | Hohepart. (I. St.) II. Stock III. Stock IV. Stock | 13 | 0,7 | 0,6 | Parterre I. Stock II. Stock III. Stock | 21 | 0,8 | 0,6 | Parterre I. Stock II. Stock III. Stock | 22 | 0,8 | 0,6 |
| | 8 | 0,9 | 0,7 | | 16 | 0,8 | 0,7 | | 29 | 0,9 | 0,7 | | 25 | 0,7 | 0,6 |
| | 11 | 0,9 | 0,8 | | 18 | 0,7 | 0,6 | | 34 | 0,8 | 0,7 | | 33 | 0,8 | 0,7 |
| | 13 | 0,7 | 0,6 | | 19 | 0,7 | 0,6 | | 41 | 0,8 | 0,6 | | 40 | 0,8 | 0,7 |
| | 14 | 0,7 | 0,6 | | 23 | 0,8 | 0,6 | | 42 | 0,7 | 0,6 | | 47 | 0,6 | 0,5 |
| | 18 | 0,8 | 0,6 | | 26 | 0,5 | 0,4 | | 50 | 0,6 | 0,5 | | 52 | 0,6 | 0,5 |
| | 20 | 0,7 | 0,6 | | 28 | 0,7 | 0,6 | | 52 | 0,6 | 0,5 | | 56 | 0,5 | 0,4 |
| | 25 | 0,6 | 0,5 | | 29 | 0,7 | 0,6 | | 53 | 0,5 | 0,4 | | 63 | 0,5 | 0,4 |
| | 26 | 0,5 | 0,5 | | 33 | 0,6 | 0,6 | | 55 | 0,5 | 0,4 | | 68 | 0,5 | 0,3 |
| | 30 | 0,5 | 0,4 | | 36 | 0,4 | 0,3 | | 61 | 0,5 | 0,4 | | 72 | 0,4 | 0,3 |
| | 32 | 0,4 | 0,3 | | 38 | 0,5 | 0,3 | | 65 | 0,4 | 0,4 | | 75 | 0,4 | 0,3 |
| | | | | | 39 | 0,4 | 0,3 | | 66 | 0,5 | 0,3 | | | | |
| | | | | | 43 | 0,5 | 0,4 | | 69 | 0,4 | 0,3 | | | | |
| | | | | | 47 | 0,4 | 0,3 | | 75 | 0,4 | 0,3 | | | | |

Tabelle 3.

Rubrik 1 gibt die Art des Kehrens und das Datum,

„ 2 „ „ Menge des abgesiebten Staubes pro Zimmer,

„ 3 „ „ „ „ „ „ „ 1 Schüler in 1 Stunde an.

| | Töchter Schule | | | Volksschule | | | Alte Kantonschule | | | Neue Kantonschule | | |
|------------------------------------|----------------|-----|------|-------------|-----|------|-------------------|-----|------|-------------------|-----|------|
| Trocken. Kehren | 8. III | 150 | 0,6 | 9. III | 162 | 0,6 | 18. III | 230 | 0,77 | 20. III | 107 | 0,43 |
| Kehren mit geöl- ten Sägespänen | 12. „ | 97 | 0,64 | | | | 16. „ | 195 | 0,7 | 18. „ | 97 | 0,4 |
| Kehren m. feuch- ten Sägespänen | 14. „ | 140 | 0,63 | 23. „ | 130 | 0,55 | 21. „ | 229 | 0,73 | 22. „ | 111 | 0,44 |

Tabelle 4. Die Beschaffenheit des Bodenstaubes.

Die erste Rubrik gibt die Menge des verdunstbaren Wassers,
 „ zweite „ „ „ „ der glühbeständigen Stoffe an.

Oberhalb des Striches befinden sich die Ergebnisse der am Anfang des
 Frühjahrs, unterhalb des Striches die Ergebnisse der am Anfang des Sommers
 ausgeführten Versuche.

| | Töchterschule | | Volksschule | | Alte Kantons- schule | | Neue Kantons- schule | |
|------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------|-------------------------------|
| | Ver- dunstbar. Wasser | Glühbe- ständige Stoffe | Ver- dunstbar. Wasser | Glühbe- ständige Stoffe | Ver- dunstbar. Wasser | Glühbe- ständige Stoffe | Ver- dunstbar. Wasser | Glühbe- ständige Stoffe |
| Montag | 3,1 | 73,5 | 2,0 | 81,0 | 2,0 | 75,5 | 2,0 | 75,5 |
| Dienstag | 3,1 | 74,5 | 2,0 | 85,0 | 2,4 | 75,5 | 2,0 | 71,5 |
| Mittwoch | 3,2 | 73,7 | 2,2 | 82,0 | 2,0 | 77,6 | 2,4 | 75,3 |
| Donnerstag | 3,0 | 73,8 | 2,4 | 85,0 | 2,0 | 66,3 | 2,0 | 75,7 |
| Freitag | 3,4 | 73,6 | 2,0 | 86,2 | 2,3 | 75,2 | 2,0 | 75,6 |
| Samstag | 3,4 | 73,3 | 2,0 | 81,5 | 2,4 | 75,3 | 2,3 | 76,6 |
| Montag | 1,0 | 80 | 1,0 | 91 | 1,0 | 87 | 1,0 | 87 |
| Dienstag | 1,2 | 80 | 1,2 | 91 | 1,3 | 87 | 1,1 | 87 |
| Mittwoch | 2,4 | 79 | 2,5 | 90 | 2,5 | 87,5 | 2,6 | 86 |
| Donnerstag | 2,0 | 78 | 2,3 | 90 | 2,1 | 86 | 2,2 | 85 |
| Freitag | 1,8 | 78 | 1,5 | 89 | 1,4 | 86 | 1,6 | 85 |
| Samstag | 2,0 | 78 | 2,1 | 90 | 2,0 | 86 | 2,0 | 86 |

**Tabelle 5. Die Mengen des Kehrichts und des abgesiebten Staubes
pro Schüler und Stunde
an einem schönen und an einem regnerischen Tage.**

Untersuchung in der Töcherschule.

| Zimmer | Sonnig | | Regenwetter | |
|--------|----------|-------|-------------|-------|
| | Kehricht | Staub | Kehricht | Staub |
| 2 | 1,0 | 0,8 | 1,2 | 1,0 |
| 8 | 0,7 | 0,5 | 0,8 | 0,6 |
| 11 | 0,7 | 0,6 | 0,9 | 0,7 |
| 13 | 0,6 | 0,5 | 0,8 | 0,7 |
| 14 | 0,5 | 0,4 | 0,6 | 0,5 |
| 18 | 0,5 | 0,4 | 0,6 | 0,5 |
| 20 | 0,5 | 0,4 | 0,5 | 0,4 |
| 25 | 0,5 | 0,3 | 0,6 | 0,5 |
| 26 | 0,4 | 0,3 | 0,5 | 0,5 |
| 30 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,3 |
| 32 | 0,4 | 0,3 | 0,4 | 0,3 |

**Tabelle 6. Schlüpfrigkeit des Bodens bei verschiedenen Arten
des Kehrens.¹⁾**

| Zugkraft zur Überwindung der Reibung | | Reibungskoeffizient | | Witterung |
|---|---|---------------------|-------------|-----------|
| nach d. Kehren mit geölten Sägespänen im Parterre | nach d. Kehren mit feucht. Sägespänen im I. Stock | im Parterre | im I. Stock | |
| 17,5 | — | 0,35 | — | Schön |
| 18,5 | 16,0 | 0,37 | 0,32 | " |
| 19,0 | 16,0 | 0,38 | 0,32 | " |
| 17,5 | 13,0 | 0,35 | 0,26 | " |
| 17,0 | 14,0 | 0,34 | 0,28 | " |
| 19,5 | 15,5 | 0,39 | 0,31 | " |
| 18,0 | 14,5 | 0,36 | 0,29 | " |
| 16,0 | 14,5 | 0,32 | 0,29 | Regen |

¹⁾ Nach den Versuchen von Herrn Professor Lüdin.

Tabelle 7. Vergleichende Versuche auf Staub- und Keimgehalt mit Stichscher und Absitzmethode in der Volksschule.

| Art des Kehlrens | Datum und Zeit des Versuches | In der Höhe von 110 cm | | | | | | | | | | Auf dem Fussboden | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------------------------------|------------------------------|------------------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|------------|-------|-------------|-------|-------------------|-------|------------|-------|-------------|-------|------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|------------|-------|-----|------|-----|-----|-----|
| | | Erste Bank | | Letzte Bank | | Fensterwand | | Gangwand | | Lehrertisch | | Mittelzahlen | | Mitte | | Lehrertisch | | Gangwand | | Fensterwand | | Letzte Bank | | Erste Bank | | | | | | |
| | | Stäubechen | Keime | Stäubechen | Keime | Stäubechen | Keime | Stäubechen | Keime | Stäubechen | Keime | Stäubechen | Keime | Stäubechen | Keime | Stäubechen | Keime | Stäubechen | Keime | Stäubechen | Keime | Stäubechen | Keime | Stäubechen | Keime | | | | | |
| Einfaches trockenres Kehlren | 19. III | 1/2 8 Uhr | 160 | 10 | 50 | 20 | 170 | 10 | 46 | 29 | 40 | 9 | 90 | 12 | 90 | 15 | 150 | 26 | 150 | 25 | 90 | 40 | 60 | 31 | 300 | 23 | 100 | 9 | 200 | 24 |
| | | 11 " | 450 | 40 | 300 | 50 | 350 | 43 | 600 | 40 | 600 | 35 | 400 | 39 | 700 | 40 | 700 | 80 | 950 | 95 | 650 | 41 | 550 | 90 | 600 | 80 | 500 | 79 | 900 | 85 |
| | | 1/2 1 " | 1400 | 320 | 1000 | 495 | 350 | 30 | 1500 | 400 | 1500 | 403 | 1300 | 252 | 1200 | 361 | 1600 | 561 | 1500 | 400 | 900 | 72 | 1200 | 579 | 2000 | 450 | 1000 | 610 | 200 | 729 |
| Kehlren mit geölten Sägespänen | 23. III | 1/2 8 Uhr | 100 | 8 | 70 | 3 | 50 | 4 | 50 | 10 | 25 | 9 | 85 | 8 | 80 | 7 | 140 | 25 | 150 | 24 | 160 | 23 | 120 | 18 | 210 | 37 | 100 | 27 | 200 | 24 |
| | | 11 " | 720 | 20 | 650 | 17 | 420 | 21 | 560 | 20 | 670 | 65 | 550 | 50 | 600 | 31 | 800 | 81 | 750 | 89 | 780 | 60 | 615 | 63 | 600 | 60 | 105 | 40 | 900 | 85 |
| | | 1/2 1 " | 550 | 51 | 450 | 60 | 620 | 32 | 410 | 40 | 445 | 40 | 525 | 47 | 500 | 45 | 970 | 75 | 850 | 70 | 1025 | 64 | 1200 | 71 | 540 | 64 | 800 | 118 | 200 | 729 |
| Einfaches trockenres Kehlren | 10. VI | 1/2 7 Uhr | 105 | 17 | 70 | 23 | 75 | 15 | 100 | 2 | 65 | 20 | 87 | 18 | 85 | 17 | 94 | 30 | 99 | 25 | 64 | 21 | 108 | 41 | 79 | 24 | 80 | 27 | 124 | 42 |
| | | 12 " | 153 | 57 | 226 | 34 | 244 | 47 | 162 | 32 | 180 | 70 | 250 | 37 | 203 | 57 | 250 | 55 | 250 | 40 | 190 | 65 | 210 | 63 | 300 | 51 | 253 | 57 | 310 | 50 |
| | | 1/2 1 " | 300 | 35 | 275 | 43 | 180 | 43 | 265 | 55 | 175 | 91 | 150 | 50 | 225 | 53 | 300 | 52 | 250 | 35 | 200 | 68 | 350 | 70 | 200 | 52 | 400 | 34 | 400 | 45 |
| Kehlren mit geölten Sägespänen | 12. VI | 1/2 7 Uhr | 100 | 15 | 45 | 8 | 45 | 11 | 55 | 3 | 45 | 17 | 70 | 15 | 60 | 14 | 85 | 25 | 105 | 20 | 60 | 15 | 120 | 17 | 90 | 39 | 75 | 30 | 150 | 30 |
| | | 11 " | 300 | 101 | 200 | 72 | 180 | 70 | 100 | 67 | 180 | 100 | 254 | 73 | 240 | 61 | 300 | 79 | 250 | 80 | 401 | 50 | 200 | 160 | 350 | 67 | 200 | 41 | 400 | 76 |
| | | 1/2 1 " | 140 | 60 | 72 | 53 | 35 | 180 | 20 | 98 | 31 | 80 | 43 | 101 | 40 | 140 | 53 | 135 | 55 | 110 | 22 | 80 | 60 | 170 | 71 | 145 | 20 | 200 | 93 | |

Die Namen über den Rubriken bedeuten den Ort der Aufstellung der Platten. In jeder vertikalen Rubrik bedeutet die erste Zahlenreihe die Zahl der Kolonien pro 1 Petrischale, die zweite Zahlenreihe bedeutet die Zahl der Staubchen pro 1 cm². In der Mitte der Tabelle befinden sich die Mittelzahlen, links die in der Höhe von 110 cm, rechts die auf dem Fussboden gewonnenen Zahlen.

Tabelle 8. Vergleichende Versuche auf Staub- und Keimgehalt der Luft in Stichscher und Absitzmethode in der Töchter-, Alten und Neuen Kantonsschule.

Die Tabelle gibt die Mittelzahlen von den Versuchen an (siehe Tabelle 7.)

| Art des Kehrens | Datum und Zeit des Versuches | | Staubchen | | Keime | | Datum und Zeit des Versuches | | Staubchen | | Keime | | Datum und Zeit des Versuches | | Staubchen | | Keime | | Datum und Zeit des Versuches | | Staubchen | | Keime | |
|--------------------------------|------------------------------|---------------------|-----------|-----|-------|-----|------------------------------|---------------------|-----------|----|-------|-----|------------------------------|---------------------|-----------|-----|-------|-----|------------------------------|--|-----------|--|-------|--|
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Einfaches trockenes Kehren | 11. III | $\frac{1}{2}$ 8 Uhr | 26 | 15 | 60 | 28 | 16. III | $\frac{1}{2}$ 8 Uhr | 45 | 10 | 100 | 19 | 20. III | $\frac{1}{2}$ 8 Uhr | 50 | 7 | 85 | 21 | | | | | | |
| | | 12 " | 137 | 146 | 293 | 193 | | 12 " | 315 | 57 | 705 | 111 | | 12 " | 350 | 78 | 400 | 120 | | | | | | |
| | | $\frac{1}{2}$ 5 " | 109 | 127 | 302 | 202 | | $\frac{1}{2}$ 1 " | 419 | 60 | 720 | 101 | | $\frac{1}{2}$ 1 " | 370 | 65 | 380 | 45 | | | | | | |
| Kehren mit feuchten Sägespänen | 12. III | $\frac{1}{2}$ 8 Uhr | 30 | 12 | 55 | 24 | 19. III | $\frac{1}{2}$ 8 Uhr | 40 | 12 | 97 | 18 | 18. III | $\frac{1}{2}$ 8 Uhr | 100 | 22 | 100 | 22 | | | | | | |
| | | 12 " | 141 | 120 | 269 | 120 | | 12 " | 280 | 75 | 679 | 115 | | 12 " | 750 | 132 | 750 | 132 | | | | | | |
| | | $\frac{1}{2}$ 5 " | 73 | 74 | 207 | 93 | | $\frac{1}{2}$ 1 " | 139 | 53 | 335 | 90 | | $\frac{1}{2}$ 1 " | 500 | 95 | 560 | 95 | | | | | | |
| Kehren mit geölten Sägespänen | 14. III | $\frac{1}{2}$ 8 Uhr | 23 | 13 | 50 | 27 | 21. III | $\frac{1}{2}$ 8 Uhr | 22 | 10 | 88 | 19 | 22. III | $\frac{1}{2}$ 8 Uhr | 43 | 5 | 60 | 18 | | | | | | |
| | | 12 " | 120 | 107 | 215 | 120 | | 11 " | 294 | 58 | 620 | 97 | | 11 " | 480 | 80 | 500 | 100 | | | | | | |
| | | $\frac{1}{2}$ 5 " | 93 | 50 | 100 | 60 | | $\frac{1}{2}$ 1 " | 80 | 29 | 156 | 34 | | $\frac{1}{2}$ 1 " | 206 | 40 | 200 | 40 | | | | | | |
| Einfaches trockenes Kehren | 3. VI | $\frac{1}{2}$ 7 Uhr | 50 | 10 | 80 | 20 | 1. VI | $\frac{1}{2}$ 7 Uhr | 55 | 10 | 111 | 21 | 3. VI | $\frac{1}{2}$ 7 Uhr | 50 | 11 | 95 | 21 | | | | | | |
| | | 12 " | 200 | 33 | 252 | 53 | | 12 " | 251 | 64 | 300 | 70 | | 12 " | 140 | 52 | 259 | 75 | | | | | | |
| | | $\frac{1}{2}$ 5 " | 180 | 44 | 200 | 60 | | $\frac{1}{2}$ 1 " | 275 | 65 | 350 | 80 | | $\frac{1}{2}$ 1 " | 100 | 68 | 200 | 70 | | | | | | |
| Kehren mit feuchten Sägespänen | 7. VI | $\frac{1}{2}$ 7 Uhr | 44 | 10 | 65 | 20 | 4. VI | $\frac{1}{2}$ 7 Uhr | 50 | 14 | 80 | 24 | 5. VI | $\frac{1}{2}$ 7 Uhr | 60 | 10 | 90 | 27 | | | | | | |
| | | 12 " | 165 | 54 | 230 | 60 | | 11 " | 200 | 54 | 305 | 62 | | 11 " | 301 | 48 | 385 | 101 | | | | | | |
| | | $\frac{1}{2}$ 5 " | 100 | 45 | 170 | 47 | | $\frac{1}{2}$ 1 " | 150 | 30 | 210 | 42 | | $\frac{1}{2}$ 1 " | 220 | 27 | 235 | 55 | | | | | | |
| Kehren mit geölten Sägespänen | 10. VI | $\frac{1}{2}$ 7 Uhr | 49 | 16 | 70 | 25 | 6. VI | $\frac{1}{2}$ 7 Uhr | 45 | 8 | 80 | 15 | 8. VI | $\frac{1}{2}$ 7 Uhr | 57 | 12 | 78 | 24 | | | | | | |
| | | 12 " | 130 | 50 | 162 | 61 | | 12 " | 150 | 46 | 201 | 61 | | 12 " | 170 | 51 | 203 | 193 | | | | | | |
| | | $\frac{1}{2}$ 1 " | 80 | 30 | 100 | 36 | | $\frac{1}{2}$ 1 " | 80 | 21 | 161 | 40 | | $\frac{1}{2}$ 1 " | 100 | 30 | 104 | 62 | | | | | | |

Tabelle 9. Quantitative Versuche auf Staub- und Keimgehalt mit dem Apparat von Hahn.

Versuche in den unbesetzten Zimmern: Die Fenster wurden immer geschlossen, Kolonien 4 Tage nach dem Versuch gezählt. Apparat stand immer in der Mitte des Bänkbereiches, 110 cm über dem Boden.

| Auf Keimgehalt | | | | | | Auf Staubegehalt | | | | | |
|--|-----------------|---------------|--------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------------|-----------------|-------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|------------------------------|
| Datum | Wetter | Versuchsdauer | Volumen der aspirier- ten Luft | Kolonien- zahl pro Platte | Keimzahl in 1 m³ Luft | Datum | Wetter | Versuchsdauer | Volumen der aspirier- ten Luft | Gewichts- zunahme der Watte | Staubegehalt in 1 m³ Luft |
| In der Töchanterschule, Zimmer 18. | | | | | | | | | | | |
| 26. III | feucht, bewölkt | von 6—7 Uhr | 40 l | 48 | 2000 | 26. III | feucht, bewölkt | von 4—6 Uhr | 400 l | 1/5 mgr | 0,5 mgr |
| 31. III | " | " 11—12 " | 72 " | 81 | 1134 | 31. III | " | " 9—11 " | 450 " | 1/5 " | 0,48 " |
| 9. IV | Regen | " 11—12 " | 60 " | 78 | 1326 | 9. IV | Regen | " 8 ¹⁵ —10 " | 350 " | 1/5 " | 0,7 " |
| In der Neuen Kantonsschule, Zimmer 75. | | | | | | | | | | | |
| 25. III | Regen | von 6—7 Uhr | 50 l | 49 | 980 | 27. III | feucht, bewölkt | von 6—8 Uhr | 350 l | 1/5 mgr | 0,64 mgr |
| 7. V | feucht, bewölkt | " 9—10 " | 45 " | 51 | 1122 | 28. IV | " | " 9—12 " | 600 " | 2/5 " | 0,72 " |
| 8. VI | " | " 1—2 " | 70 " | 58 | 1248 | 8. VI | " | " 2—4 " | 480 " | 2/5 " | 0,8 " |
| In der Alten Kantonsschule, Zimmer 50. | | | | | | | | | | | |
| 27. III | schön | von 5—6 Uhr | 70 l | 12 | 840 | 24. III | schön | von 2—5 Uhr | 900 l | 3/5 mgr | 0,66 mgr |
| 10. III | Regen | " 2—3 " | 50 " | 51 | 1020 | 1. VI | bewölkt | " 6—8 " | 750 " | 5/10 " | 0,75 " |
| 1. IV | sonnig | " 1—2 " | 40 " | 67 | 1407 | 27. V | " | " 2—5 " | 600 " | 1/2 " | 0,85 " |
| In der Volksschule, Zimmer 26. | | | | | | | | | | | |
| 20. III | feucht, bewölkt | von 12—1 Uhr | 60 l | 67 | 1139 | 20. III | feucht, bewölkt | von 1—4 Uhr | 700 l | 5/10 mgr | 0,7 mgr |
| 23. III | " | " 12—1 " | 72 " | 82 | 1239 | 14. V | " | " 4—7 " | 500 " | 5/10 " | 0,8 " |
| 28. VI | " | " 5—6 " | 50 " | 74 | 1480 | 29. VI | " | " 3—5 " | 350 " | 3/10 " | 0,84 " |

Tabelle 10. Versuche während des Unterrichts.

| Auf Keimgehalt | | | | | |
|--|-----------------|-----------------------------|----------------------------------|--------------------------------------|---|
| Datum und Zeit des Versuches | Wetter | Volumen der aspiriert. Luft | Kolonienzahl pro Platte | Keimzahl in 1 m ³ Luft | Bemerkungen |
| In der Töcherschule. | | | | | |
| 10. VI von 11 ¹⁵ — ⁰⁵ 12 Uhr | feucht, bewölkt | 44 l | 157 | 3611 | Der Apparat stand auf dem Lehrertisch. In der Klasse waren 28 Schüler. Fenster offen. Vierte Unterrichtsstunde. |
| In der Neuen Kantonsschule. | | | | | |
| 21. III von 3 ¹⁵ —4 Uhr | feucht, bewölkt | 90 l | 427 | 4697 | Apparat auf dem Lehrertisch. Im Zimmer 22 Schüler. Fenster geschlossen. Zweite Unterrichtsstunde. |
| 8. VI „ 9 ¹⁵ —10 „ | Regen | 45 „ | 200 | 4422 | Wie oben. Im Zimmer 24 Schüler. Fenster offen. Dritte Unterrichtsstunde. |
| In der Alten Kantonsschule. | | | | | |
| 11. V von 9 ¹⁵ —10 Uhr | feucht | 54 l | 280 | 4800 | Apparat stand auf dem Fensterbrett. Im Zimmer 28 Schüler. Fenster geöffnet. Dritte Unterrichtsstunde. |
| 1. VI „ 8 ¹⁵ —9 „ | Regen | 67,5 „ | 307 | 4605 | Alles wie oben. |
| In der Volksschule. | | | | | |
| 19. III von 10 ¹⁵ —11 Uhr | Regen | 54 l | 300 | 5400 | Apparat vor den Bänken. Im Zimmer 30 Schüler. Fenster geschlossen. Zweite Unterrichtsstunde. |
| 29. V | feucht, bewölkt | 90 „ | 381 | 4191 | Wie oben. Im Zimmer 33 Schüler. Fenster offen. |
| Auf Staubgehalt | | | | | |
| Datum und Zeit des Versuches | Wetter | Volumen der aspiriert. Luft | Gewichtszunahme d. Watte | Staubgehalt in 1 m ³ Luft | Bemerkungen |
| In der Töcherschule. | | | | | |
| 10. VI von 10 ¹⁵ —11 ⁰⁵ Uhr | feucht, bewölkt | 200 l | ³ / ₅ mgr | 3 mgr | Apparat auf dem Lehrertisch. Im Zimmer 26 Schüler. Fenster offen. Vierte Unterrichtsstunde. |
| In der Neuen Kantonsschule. | | | | | |
| 21. III von 2 ¹⁵ —3 Uhr | feucht, bewölkt | 200 l | ⁷ / ₁₀ mgr | 3,5 mgr | Apparat auf dem Lehrertisch. Im Zimmer 23 Schüler. Fenster geschlossen. Erste Unterrichtsstunde. |
| 8. VI „ 10 ¹⁵ —11 „ | Regen | 225 „ | ³ / ₅ „ | 2,6 „ | Wie oben. Im Zimmer 23 Schüler. Fenster offen. Vierte Unterrichtsstunde. |
| In der Alten Kantonsschule. | | | | | |
| 11. V von 10 ¹⁵ —11 Uhr | feucht | 157,5 l | ⁷ / ₁₀ mgr | 4,48 mgr | Apparat auf d. Fensterbrett. Im Zimmer 28 Schüler. Fenster geschlossen. Chorsprechen. Dritte Unterrichtsstunde. |
| 1. VI „ 9 ²⁰ —10 „ | Regen | 200 „ | ³ / ₅ „ | 3,0 „ | Alles wie oben. Fenster geöffnet. |
| In der Volksschule. | | | | | |
| 19. III von 11 ¹⁵ —12 Uhr | Regen | 157,5 l | ⁴ / ₅ mgr | 5,02 mgr | Apparat stand vor den Bänken. In der Klasse 30 Schüler. Fenster geschlossen. Zweite Unterrichtsstunde. |
| 29. III „ 10 ¹⁵ —11 „ | feucht, bewölkt | 225 „ | ³ / ₅ „ | 3,5 „ | Alles wie oben. Im Zimmer 33 Schüler. Zweite Unterrichtsstunde. |

**Die Witterung an den Tagen, an welchen die Versuche
gemacht wurden:**

| | | | |
|--------|-----------------|---------|-----------------|
| 28. II | Sonnig | 18. III | Feucht, bewölkt |
| 29. " | " | 19. " | Regen |
| 1. III | Feucht, neblig | 20. " | Sehr feucht |
| 2. " | Regen | 21. " | Feucht |
| 4. " | " | 22. " | Regen |
| 5. " | " | 23. " | " |
| 6. " | " | 31. " | Sonnig |
| 7. " | " | 3. VI | " |
| 8. " | " | 4. " | Feucht, wolzig |
| 9. " | Sonnig | 5. " | Regen |
| 11. " | Regen | 6. " | " |
| 12. " | Feucht, bewölkt | 7. " | " |
| 13. " | Regen | 8. " | " |
| 14. " | Feucht, bewölkt | 10. " | " |
| 15. " | Regen | 11. " | Feucht, bewölkt |
| 16. " | " | 12. " | Regen. |

Literatur.

- Ahrens, Quantitative Staubbestimmung in der Luft nebst Beschreibung eines neuen Staubfängers. Archiv für Hygiene, Band 21.
- Andés, L. E., Die Beseitigung des Staubes auf Straßen und Wegen, in Fabrik- und gewerblichen Betrieben und im Haushalt. Hartlebens Verlag 1908.
- Brauchlin, Schweizerische Rundschau in Schulhygiene und Jugendfürsorge für das Jahr 1909 und 1910. Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Schulhygiene, Jahrgang X, XI.
- Bürckhard, A., Bekämpfung der ansteckenden Krankheiten in der Schule. Ebenda, Jahrgang 1902.
- Cacace, Bakterien der Schule. Zentralblatt für Bakteriologie und Parasitenkunde, Band XXX.
- Engels, Staubbundene Öle und ihre Verwendung. Zeitschrift für Hygiene, Band XVI.
- Feilchenfeld-Charlottenburg, Epidemische Augenentzündung in Schulen. Ebenda, Band XX.

- Ficker, Über Resistenz von Bakterien gegenüber dem Trocknen. Ebenda, Band 59.
- Fraenkel, Tuberkulose und Schule.
- Hahn, Zur Methodik der Bestimmung des Staubgehaltes in der Fabrikluft. Bericht über den XIV. Internationalen Kongreß für Hygiene und Dermatologie.
- Heymann, Über die Ausstreuung infektiöser Tröpfchen beim Husten der Phthisiker. Zeitschrift für Hygiene, Band XXX.
- Kirstein, Über die Dauer der Lebensfähigkeit von Krankheitserregern in der Form feinsten Tröpfchen und Stäubchen. Ebenda, Band 39.
- Kugler, Heizung, Lüftung und Reinigung der Schulen. Ebenda, Band XVI.
- Lehmann und Saito, Über die quantitative Absorption von Staub aus der Luft durch den Menschen. Ebenda, Band 75.
- Lode, Atmosphäre. Handbuch der Hygiene, herausgegeben von Rubner.
- Majima, Über die quantitative Absorption von Flüssigkeitströpfchen als Grundlage der Lehre der Tröpfcheninfektion. Zeitschrift für Hygiene, Band 75.
- Meyer, Die Methoden der bakteriologischen Untersuchung und die Brauchbarkeit für die Praxis.
- Meyrich, Die Staubplage in der Schule und Vorschläge zu ihrer Beseitigung. Zeitschrift für Hygiene, Band VII.
- Neißer, M., Über Luftstaub-Infektion. Ebenda, Band 27.
- Nenninger, Über das Eindringen von Bakterien in die Lungen durch Einatmung von Tröpfchen und Staub. Ebenda, Band 38.
- Rambousek, J., Staub und Staubkrankheiten.
- Staub-Oetiker, Tuberkulose und Schule. Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Schulhygiene, Jahrgang XI.
- Silberschmidt, Schulluft und Schulstaub. Ebenda.
- Schmid, Systematische Zusammenstellung der schulhygienischen Vorschriften in der Schweiz.
- Schnetzler, L'air, la poussière. le nettoyage dans les bâtiments scolaires. Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Schulhygiene, Jahrgang XI.
- Sticker, Über die Infektiosität in die Luft übergeführten tuberkelbazillenhaltigen Staubes. Zeitschrift für Hygiene, Band 30.
- Trautmann, Die Reinigung von Schulzimmern. Gesundheits-Ingenieur, Seite 439, Jahr 1910.
- Welz, Bakteriologische Untersuchung der Luft in Freiburg. Zeitschrift für Hygiene, Band XI.
- Zangermeister, Zur Frage der Wandinfektion. Münchner Medizinische Wochenschrift Nr. 1, Jahr 1912.
- Zollinger, Schweizerische schulhygienische Rundschau. Jahrbuch der Schweizerischen Gesellschaft für Schulhygiene, Jahrgang VI, VII.