Feuilleton.

Prof. E. Voit u. Dr. J. Forster. Studien über die Heizungen in den Schulhäusern Münchens. Zeitschrift für Biologie. XIII. B. 1. Heft.

Diese in 3 Abschnitte zerfallende Arbeit ist eine Fortsetzung und Erweiterung der 1873 und 74 von v. Bezold und Voit ausgeführten Untersuchungen; gleichwohl ist sie nach dem eignen Ausspruch des Verf. als ein erster Bericht aufzufassen, und giebt sie nur Anfangsresultate. Die Beobachtungen über Heizung und Ventilation wurden wie früher in dem Schulhause in der Gabelsberger Strasse angestellt, und suchten die Verf. zunächst Anhaltspunkte zur Beurtheilung der Leistungen verschiedener Heizanlagen durch Betrachtung und Vergleichung des Brennmaterialaufwands sämtlicher Schulgebäude Münchens zu erlangen. Technische und hygienische Fragen greifen hierbei so ineinander, dass sie nicht getrennt zu behandeln sind.

I. Brennmaterialaufwand zur Beheizung eines Hauses.

Der jährliche Verbrauch von Brennmaterial wird auf Grund der Angaben der Behörden angegeben, u. z. sind alle Schulen Münchens, mit Ausnahme nur einiger, die bei wechselnder Inanspruchnahme zu complicirte Verhältnisse dargeboten hätten, in Betracht gezogen worden. Es wurde angenommen, dass

1 Ster	hartes Holz	=	1424000	Wärmeeinheiten
1 „	weiches „	=	1106000	„
1 Klafter	hartes „	=	4461000	„
1 „	weiches „	=	3465000	„
1 Ctr.	Torf	=	150000	„
1 „	Steinkohlen	=	250000	„

entwickeln. (Der Heizeffect der Kohle wurde aus ihrer chemischen Zusammensetzung berechnet.) Mit diesen Werthen wurden die für jedes Schulhaus verfügbaren Wärmemengen berechnet. Ein Vergleich des jährlichen mittleren Wärmeverbrauchs aus den Jahren 1868/74 aller Schulen mit der mittleren Wintertemperatur ergiebt einen deutlichen Zusammenhang, u. z. berechnet es sich aus diesen Daten, dass die mittlere Temperatur (drittel für den ganzen Tag und Raum) in den Zimmern 19,1° C. gewesen sein muss. Zur Beurtheilung der Leistungen der Heizanlagen in verschiedenen Schulhäusern wurden die für eine genügende Heizung der betreffenden Räume erforderlichen Wärmemengen nach der bekannten

Formel $W = f \left(\frac{mn}{ma + n} M + pT \right) (A - A_0)$ berechnet. In Anbe-

tracht der mittleren Tagestemperatur in München während der Heizperiode, + 2,79° C., der Normaltemperatur in den Schulzimmern 18,75° C., und 183 Heiztagen im Jahr à 10 Stunden, erhielt man folgende ziemlich sichere Resultate über die relative Güte der Heizanlagen: Die Vergleichung der erforderlichen mit der wirklich verbrauchten Wärmemenge ergiebt sofort einen bedeutenden Vortheil der Ofenheizung gegenüber der (Kelling'schen) Luftheizung; um jedoch bei den verschiedenen Heizungen nur den für die Erwärmung nothwendigen Brennmaterialverbrauch in Betracht zu ziehen, muss, als für Ventilation verwendet, bei den Kelling'schen Kaloriferen etwa $\frac{1}{4}$. bei den Heckmann'schen und Boyer'schen etwa $\frac{1}{5}$ des ganzen Wärmeverbrauchs abgezogen werden. Ferner fällt sogleich das geringe Güteverhältniss aller Heizanlagen auf; es wurde hierbei das Verhältniss der thatsächlich zur Beheizung nothwendigen Wärmemenge zu der von den Brennmaterialien gelieferten Wärme, „das effective Güteverhältniss“, berechnet. Die schon bei ein und derselben Heizanlage sich ergebenden auffallenden Differenzen kann man theils auf bauliche Verhältnisse, theils auf Differenzen in der Stärke der Ueberfüllung mit Schulkindern (100 Kinder mehr in einer Schule als in einer andern würde

in 183 Tagen bei 6 Stunden Aufenthalt, à 24 Wärmeeinheiten pro Kopf und Stunde = 26350 Wärmeeinheiten pro 1 = 2,6 Millionen Wärmeeinheiten für 100 Kinder geben) und andere Ursachen zurückführen. Auch die Mittelwerthe der verschiedenen Heiz-Systeme ergaben in dieser Beziehung keine wesentlichen Unterschiede; das unvermuthet erhaltene Tieferstehen des effectiven Güteverhältnisses der Centralheizungen wurde in einer unzweckmässigen Verwendung der gewonnenen Wärme vermuthet, und ergab in der That eine Untersuchung der Verwerthung der den Räumen gelieferten Wärmemengen einiger Centralheizungen bereits früher, dass sich die Temperatur sehr ungleichmässig vertheilen kann, und dadurch die Heizung ungünstig wird. Eine Gleichmässigkeit in der Temperatur ist bei der geringen Wirkung der Wärmeleitung nur durch eine genügende Luftmischung zu erwarten, und fällt die Frage der zweckmässigen Heizung mit der genügenden Luftmischung zusammen.

Es wurden zunächst die auf die Luftmischung wirkenden Einflüsse durch Beobachtung der Vertheilung der Temperatur, Feuchtigkeit und Kohlensäure im Raume studirt.

II. Temperaturvertheilung in Zimmern.

(Vergl. Ueber die Wärmevertheilung geheizter Räume von v. Bezold und Voit). Um den durch Heizung allein bewirkten Effect kennen zu lernen, wurden auch in ungeheizten Räumen Untersuchungen angestellt, u. z. im Sommer in Zimmern mit und ohne künstliche Ventilation; benutzt wurden 4 übereinanderliegende, für sich ein abgeschlossenes Ganze bildende Zimmer, bez. noch 3 andre ebenfalls übereinanderliegende, aber in Beziehung zu benachbarten Räumen stehende Zimmer der Schule in der Gabelsberger Strasse.

a) Temperaturvertheilung in nicht geheizten, nicht ventilirten Räumen. Es stellte sich heraus, dass auch ohne Heizung die Temperaturunterschiede in den übereinander befindlichen Stockwerken noch ziemlich bedeutend

sind, obwohl die äussere Temperatur im Mittel nur wenig von der mittleren Zimmertemperatur verschieden ist. Schon der Partererraum besitzt eine etwas höhere Temperatur als die mittlere der freien Luft, und in den übrigen Stockwerken stellt sie sich noch höher; diese Erscheinung kann als eine Wirkung der von aussen erfolgenden Bestrahlung angesehen werden. Die in den einzelnen Stockwerken an den Decken gefundenen höheren Temperaturen, und die durchschnittlich höhere Temperatur des Mittelbaus der Schule gegenüber der im Seitenflügel deuten jedoch auf eine innere Wärmequelle, die im Aufenthalt der Schulkinder in den Räumen gegeben ist.

b) Temperaturvertheilung in nicht geheizten, aber ventilirten Räumen. Gegenüber den Versuchen ohne Ventilation fand sich nur eine etwas höhere Temperatur der Wände, in denen die (geheizten) Ventilationskanäle liegen; die Temperaturschwankungen in den einzelnen Stockwerken sind wider Erwarten nicht geringer geworden, woraus hervorgeht, dass durch die Sommerventilation eine Mischung der Luft nur in geringem Grade erfolgt, obwohl die Menge der aus den Räumen entnommenen Luft nicht unbeträchtlich war.

c) Temperaturvertheilung in geheizten Räumen. Als Nachtrag zu der Arbeit von v. Bezold und Voit, wo nachgewiesen wurde, dass die Wärmevertheilung in den Räumen der Schule an der Gabelsberger Strasse ungleichmässig erfolge, u. z. in Folge der ungenügenden Luftmischung, wurde festgestellt, dass eine gewisse (a priori am Practischsten und Wirksamsten erscheinende Ref.) Modification (Ansatzrohr) an der Ausströmungsöffnung keine wesentliche Aenderung in der Temperaturvertheilung bewirkte, und dass auf diesem Wege eine ausreichende Luftmischung nie zu erwarten ist. Zweckmässiger erscheint es, die Luftmengung durch Strömungen zu erzielen, welche aus Temperaturunterschieden entspringen, was durch Anlegung der Ausströmungsöffnungen näher dem Boden erreicht werden kann, wobei selbstverständlich die

Bewohner gegen directe Strömungen zu schützen sind. Auch der Gedanke, die erhitzte Luft nicht nur am Boden eintreten zu lassen, sondern sie auch, wie bei den Mantelöfen zur Luftbewegung zu verwerthen, scheint nach neueren Versuchen von Bezold's leicht realisierbar.

III. Feuchtigkeitsgehalt in Zimmern.

Derselbe wurde mit August'schen Psychrometern gemessen. Ist, was sich bei nicht gerade erheblich wechselndem Wassergehalt der Atmosphäre häufig verwirklicht, der Beharrungszustand mit dem Wassergehalt der Mauertheile, d. h. der Zustand, in welchem die Mauern Feuchtigkeit weder aufnehmen noch abgeben, eingetreten, so werden nur die in den Räumen anwesenden Personen allein die Quelle für die Zunahme der Feuchtigkeit bilden, und könnten unter dieser Voraussetzung Beobachtungen über den wachsenden Feuchtigkeitsgehalt in übereinander liegenden Räumen zur Berechnung der diese Unterschiede bewirkenden Luftströmung dienen. Unter Umständen, bei ausgetrockneten Mauern, die Kohlensäure in erheblichem Maasse weder aufnehmen noch abgeben, gestattet die Zunahme im Kohlensäuregehalte der übereinander liegenden Räume eine Berechnung der vertikal strömenden Luftmenge. Gleichzeitige Beobachtungen über den Feuchtigkeits- und Kohlensäuregehalt unter Berücksichtigung sonstiger Bedingungen werden deshalb einerseits, wenn Beharrungszustand bezüglich der Feuchtigkeit eingetreten, controlirende Resultate ergeben, anderseits aber, wenn dieser Beharrungszustand nicht vorhanden, gerade aus den verschiedenen Resultaten auf die Aufnahme und Abgabe von Wasser durch Mauern etc. schliessen lassen.

a) Nicht geheizte, nicht ventilirte Räume. Es ergab sich, dass die absolute wie relative Feuchtigkeit in den höheren Stockwerken trotz der gleichzeitig steigenden Temperatur bedeutend zunimmt. Vergleiche mit dem Feuchtigkeitsgehalt der Luft im Freien ergaben nur einen geringen Zusammenhang, dass mithin die Feuchtigkeit in den Räumen vorzüglich

durch andere Quellen gespeist wird, u. z. durch die athmenden Kinder. Die Steigerung des Feuchtigkeitsgehalts mit den Stockwerken, den die Zahl und das Alter der Kinder nicht erklären, beruhen auf einer von unten nach oben in den untersuchten Räumen stattfindenden Luftbewegung, welche die Luftfeuchtigkeit der unteren Stockwerke zum Theil in die oberen führt.

b) Nicht geheizte, ventilirte Räume. Man erhielt hier ziemlich genau dieselben Differenzen im absoluten Wassergehalt wie ohne Ventilation, woraus zu schliessen, dass die durch die Sommerventilation bewirkte Luftströmung gegenüber dem in einem Gebäude von unten nach oben stattfindenden Luftaustausch nur gering ist (im Einklange mit dem gelegentlich der Temperaturbeobachtungen gezogenen Schlusse).

c) Geheizte Räume. v. Bezold und Voit haben schon gezeigt, dass der Feuchtigkeitsgehalt, durch die verschiedene Grösse der Wasserverdampfung in den einzelnen Heizkammern beeinflusst, nicht die Regelmässigkeit wie im Sommer zeigen kann. Es wurden Versuche in den Ferien gemacht, bei einer Versuchsperson, und nachdem die Zimmer längere Zeit nicht betreten waren. Vor der Heizung stieg der absolute Feuchtigkeitsgehalt — jedoch nur sehr wenig — noch immer mit der Höhe der Stockwerke; der relative Feuchtigkeitsgehalt zeigte dagegen nach oben hin eine Abnahme, was sich aus der grossen Temperaturzunahme gegenüber dem geringen Feuchtigkeitszuwachs erklärt. Nach der Heizung nimmt der absolute Wassergehalt rasch zu, aber die Regelmässigkeit ist gestört. Auch die von den Verf. gegebenen Zahlen beweisen, dass einer zweckmässigen Luftheizung nicht der Vorwurf der Trockenheit mit Recht gemacht werden kann, da mit ihr jeder beliebige Feuchtigkeitsgrad der Heizluft zu erreichen ist. Verf. sind damit beschäftigt, den für die Bewohner zuträglichsten (bei gewöhnlicher Zimmertemperatur zwischen 50—70 Proc. angenommenen) Feuchtigkeitsgehalt zu ermitteln.

Gehaltvolle Arbeiten, wie die vorliegende, eignen sich schwer zu Auszügen, und sollten ihrer Wichtigkeit und Tragweite wegen im Original gelesen werden, worin ausserdem die sorgfältige Ausscheidung alles Unsicheren und Störenden, die gewissenhafte und umsichtige Berücksichtigung aller Nebenumstände speciell interessiren werden.

V. und F. fassen die Ergebnisse ihrer Untersuchungen selbst in folgenden Sätzen zusammen:

ad I. „Das Hauptresultat der vorhergehenden Betrachtungen glauben wir darin erblicken zu dürfen, dass wir auf die sehr hohe Bedeutung des von uns „effectiv“ genannten Güteverhältnisses der Heizungen aufmerksam gemacht haben, dessen Bestimmung nach unserer Meinung, wenn alle zur Berechnung desselben nothwendigen Zahlen ausgemittelt sind, den Ausgangspunkt für alle Heizuntersuchungen bilden muss. Wir hoffen, dass es uns in der Folge gelingt, die oben erwähnte Lücke jener Zahlenwerthe auszufüllen. Ausserdem haben wir gezeigt, dass das effective Güteverhältniss der verschiedenen Heizanlagen nicht wesentlich differirt.“

ad II. „Fassen wir die allgemeinen Schlüsse, welche wir aus den Beobachtungen über die Temperaturvertheilung in den Schulzimmern ziehen können, in einzelne Sätze, so sind dieselben:

1. Im Sommer erwärmt sich ein Gebäude durch äussere Bestrahlung, wodurch die oberen und äusseren Räume desselben eine höhere Temperatur annehmen.
2. Die Ventilation mittelst Ansaugen bewirkt in der Temperaturvertheilung keine merkliche Aenderung.
3. Geheizte Räume verlieren einen grossen Theil ihrer Wärme an die darüber liegenden Theile des Gebäudes.
4. Das Eintreiben von Luft, die nicht durch Temperaturunterschiede zur Circulation veranlasst wird, bewirkt keine beträchtliche Luftmischung.“

ad III. „Die Beobachtungen über den Feuchtigkeitsgehalt hat somit bisher gezeigt, dass ein Gebäude durch einen Luftstrom von unten nach oben durchsetzt wird. Ferner konnten wir auf Grund derselben darauf hinweisen, dass die Grösse des Luftwechsels in Schulzimmern, auch durch Psychrometer-Bestimmungen gemessen werden kann und zwar im sogenannten Beharrungszustande, unter der Voraussetzung nämlich, dass die Mauern weder Wasser aufnehmen noch abgeben. Ist der Beharrungszustand im Feuchtigkeitsgehalt der Mauern noch nicht eingetreten, so ergeben die Psychrometer-Beobachtungen in Verbindung mit Kohlensäurebestimmungen die Wasseraufnahme oder -abgabe der Mauern. Aus den Feuchtigkeitsbestimmungen können wir sodann entnehmen, dass eine Ventilation durch Ansaugen eine beträchtliche Luftmischung nicht bewirkt. Endlich schliessen wir uns der Ansicht an, dass bei einer zweckmässig eingerichteten und geleiteten Luftheizung jeder gewünschte Feuchtigkeitsgrad der Heizluft zu erreichen ist.“

Schwarzenberg (Sachsen), 3. August 1877.

Bezirksarzt Dr. W. Hesse.