Zeitschrift: Bericht über die Thätigkeit der St. Gallischen Naturwissenschaftlichen Gesellschaft

Herausgeber: St. Gallische Naturwissenschaftliche Gesellschaft

Band: 20 (1878-1879)

Artikel: Die Luft im Wohnhause und im Blute des Menschen

Autor: Sonderegger

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-834695

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: 14.07.2025

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

III.

Die Luft im Wohnhause und im Blute des Menschen.

Von

Dr. Sonderegger.

Sind wir ein Spiel von jedem Druck der Luft? ruft entrüstet Göthe's Faust, der hochfahrende Idealist. Sind wir ein Spiel von jedem Druck der Luft? frägt spottend der nüchterne Formalist, der jeder neuen Idee instinctmässig aus dem Wege geht und den ganzen Apparat der modernen Gesundheitspflege als unnöthige Geschmackssache behandelt. Sie aber, Tit.! die Sie in diesem Saal und in dieser Stadt schon so viele Beweise Ihres verständnissvollen Wohlwollens für die angewandten Naturwissenschaften an den Tag gelegt haben, Sie stellen die Frage anders und verlangen vorläufig nicht mehr, als eine gedrängte Uebersicht über die gegenwärtige Lehre von der Luft und ihrer Beziehungen zum Leben und Leiden der Menschen.

Jedem Menschen, der überhaupt je gefragt hat und fragen mag, antwortet die Geschichte und die Naturwissenschaft: Du bist allerdings ein Spiel von jedem Druck der Luft. Jedes Volk und jedes Zeitalter nimmt Athmung und Leben für gleichbedeutend. Die mosaische Schöpfungsgeschichte sagt: „Gott blies dem Menschen den lebendigen Odem in die Nase, und also ward der Mensch eine

lebendige Seele.“ Der erste Athemzug setzt sich von Geschlecht zu Geschlecht ununterbrochen fort, das Individuum stirbt, aber die Function bleibt. Die Eigenwärme (das ἔμφυτον θερμόν), in welcher die alten Griechen ahnungsvoll die unzerstörbaren und unverlierbaren Spannkräfte der Natur erblickten, sie wird durch die Luft genährt und verzehrt. Der Naturwissenschaft unseres Jahrhunderts war es vorbehalten, vom Gefühle zum Begriffe, von der Wahrnehmung zur Rechnung fortzuschreiten. Galilei hat uns mit der Lehre vom Luftdrucke die Physik der Luft, Pristley, Lavoisier und Scheele haben uns (1774) mit der Entdeckung des Sauerstoffes die Chemie der Luft erschlossen, Humboldt und Dove haben uns die Luft in geographischer und meteorologischer Beziehung, Liebig ihren Einfluss auf das Leben der Pflanzen und Thiere, und Pettenkofer und seine Schüler die Beziehungen der Luft zur Wohnung des Menschen kennen gelehrt.

Die Physik der Luft ist bereits tief in das Bewusstsein der Gebildeten eingedrungen; man hat es sich gründlich abgewöhnt, die Luft für nichts und Gase für weiche und gelinde Dinge zu halten; der rollende Donner und die Gewalt des Orcans sind jedem Schüler als die Wirkungen des plötzlich gestörten Gleichgewichtes der Luft bekannt; ebenso weiss er, dass es Gase sind, sogar wesentlich die Gase unserer Stubenluft, welche, aus dem Dynamit urplötzlich entbunden, Felsen zerreissen.* Die Atome sind verkappte Riesen, die gasförmig hervorbrechenden die rasendsten und stärksten; das glaubt Jeder, ohne sich erst von denselben zu Boden schleudern zu lassen; aber die chemischen Wirkungen der Gase, insbesondere der atmo-

* Explodirender Dynamit liefert nur Stickstoff, Kohlensäure und Wasserdampf.

sphärischen Luft, sind dem Volksbewusstsein noch ein Geheimniss; wir haben keine Sinnesorgane für dieselben, sondern müssen sie auf dem langen Umwege der Wissenschaft und des Experimentes erschliessen. In der ungeheuren Kluft, die zwischen der wissenschaftlichen Erkenntniss und dem alltäglichen Leben liegt, geht auf allen Gebieten, insbesondere auf dem der Gesundheitspflege, sehr viel Menschenglück und Menschenleben verloren, und auch der geringste Arbeiter, der an der Ueberbrückung dieser Kluft mithilft, hat seine moralische Berechtigung. Das sei auch heute meine Legitimation, und ich versuche, mit Ihnen zu reden über:

I. die normale Zusammensetzung der Luft;
II. die gewöhnlichen und alltäglichen Verunreinigungen derselben;
III. die Bewegung und das Leben der Luft in der Wohnung des Menschen, und
IV. die Masse und Wege, in welchen die Luft in den Menschenleib eindringt.

I.

Die Luft, Atmosphäre oder Dunstkreis genannt, umgiebt die Erde bekanntlich als Hülle von 10 Meilen Dicke, stätig abnehmender Dichtigkeit und in ihren Normalbestandtheilen von äusserst gleichartiger Zusammensetzung.

Sie enthält: Stickstoff 78,3 Raum%, Sauerstoff 20,8 %, Wasserdampf 8,5 % und Kohlensäure 0,04 %. Diese Gase sind nicht chemisch verbunden, sondern bloss gemischt; jedes entfaltet, vom andern unbehindert, die ihm eigenthümliche chemische Wirkung, und jedes kann, ohne Zersetzung der Luft, aus derselben herausgezogen werden. Dieses Herausziehen, diese Luftaufnahme übt das kalte Wasser in hohem

Maasse; Flusswasser z. B. enthält bis 5 % Luft (auf 20 Flaschen Wasser kommt 1 Flasche Luft), und zwar absorbirt das Wasser den Sauerstoff in höherem Maasse als den Stickstoff, so dass, während unsere atmosphärische Luft $^1/_5$ ihres Volumens Sauerstoff enthält, die im Wasser gebundene Luft (die Lebensbedingung der Fische) zu $^1/_3$ ihres Volumens aus Sauerstoff besteht.

Der Sauerstoff hat an der ganzen Entwicklungsgeschichte unserer Erde den grössten Antheil, und die Erdrinde besteht fast zur Hälfte aus Sauerstoff, der sich mit ihren Erden und Metallen festverbunden; ferner bestehen die Meere, die über $^2/_3$ unserer Erde bedecken, dem Gewichte nach aus $^8/_9$ Sauerstoff und $^1/_9$ Wasserstoff.

Verbindet sich der Sauerstoff mit anderen Stoffen, so werden diese schwerer, wenn die Verbindung mit grosser Schnelligkeit vor sich geht, auch messbar wärmer; findet die Verbindung mit noch grösserer Schnelligkeit statt, so werden sie so warm, dass einzelne Theile sich in Dämpfe verwandeln, welche glühen und leuchten. Wir nennen gewöhnlich nur diesen Vorgang eine Verbrennung, obschon die langsam und für unser Auge dunkel verlaufende Sauerstoffverbindung (Oxydation) nicht weniger Verbrennung ist. So ist der kohlensaure Kalk des Säntisstockes eine Verbindung von verbranntem Kohlenstoff und verbranntem Kalk, alles Wasser der Erde aber verbrannter Wasserstoff. Alles thierische Leben, Athmung und Ernährung, die Arbeit der Muskeln und der Nerven, ist an die Verbrennung des Blutes und der Körpergewebe gebunden; die Verwesung ist eine langsame Verbrennung, — kurz, im Leben und im Tode erscheint die Wirkung des Sauerstoffes, die Verbrennung, ganz so als das Treibende wie bei der Leistung eines Ofens oder einer Dampfmaschine.

Woher soll denn aber bei diesem Weltbrande das Brennmaterial kommen, welches der allgegenwärtige und unendliche Sauerstoff ferner verzehren kann, der den Ocean und die Gebirge zu Oxyden (Sauerstoffverbindungen) gemacht hat und der täglich unser Blut verbrennt und dabei unsern Leib warm und unsere Seele für dieses Leben leistungsfähig macht?

Dieses Brennmaterial liefert auf unserer jetzigen Erde der Kohlenstoff, die Pflanzenwelt, die grünende und blühende, — aber nicht die chlorophylllosen Pilze. Die Pflanze nimmt verbrannten Kohlenstoff auf, zerlegt ihn, giebt den Sauerstoff wieder in das Luftmeer ab und behält den Kohlenstoff in tausendfältigen Verbindungen zurück, meist mit Wasserstoff verbunden, hier im Reis und in der Kartoffel, dort in Gras und Holz, in Torf und Steinkohle.

Das stille, wunderbare Leben der Pflanzenwelt ringt dem Sauerstoff seine Beute wieder ab, gestaltet den verbrannt (oxydirt) gewesenen Kohlenstoff, die Kohlensäure, wieder zu Verbindungen, welche als Nahrungsmittel für Dampfkessel, Thiere und Menschen abermals oxydirt oder verbrannt werden können und bei dieser Verbrennung alles höhere Leben so unterhalten und bedingen, wie das Kesselfeuer die Arbeit der Locomotive, die Nahrung die Arbeit des Menschen bedingt. Man kann nicht vom Sauerstoffe als dem belebenden und verzehrenden Elemente sprechen, ohne auch an den Kohlenstoff zu denken, dessen Kreislauf Alles umfasst, was wir Nahrung und Leben nennen. Wir dürfen heute nicht weiter von ihm sprechen, wenn wir uns nicht in ein ganz anderes und ebenso grossartiges Thema versenken wollen.

Der Sauerstoff ist ein farbloses Gas, 16 mal schwerer als Wasserstoff, wenig schwerer als Stickstoff, und wir

illustriren die grosse Anziehungskraft, welche er zu andern Elementen übt, dadurch, dass wir Eisen, welches in der ($^1/_5$ aus Sauerstoff bestehenden) Luft nur langsam und ohne Flamme verbrennt, d. h. rostet, in reinem Sauerstoff mit heller Flamme verbrennen lassen. Am Boden des Gefässes finden wir Eisen-Oxyd, populär genannt Rost.

Noch weit glänzender geht die Verbindung des Magnesium mit Sauerstoff vor sich: das Product dieser Verbindung ist Magnesium-Oxyd, ein Stoff, den wir in wohlfeilerer Darstellung als gebrannte Magnesia kennen und — häufig genug in der Kinderstube missbrauchen. *

Sehr populär, weil wenig bekannt und aller Phantasie zugänglich, ist eine eigenthümliche Form des Sauerstoffs, welche wir Ozon nennen und erfahrungsgemäss aus dem Geruche kennen, welcher dem Blitzstrahl, wenn er eingeschlagen und gezündet hat, folgt. Das Volk schwört, dass es „Schwefelgeruch“ sei — es ist Ozon. Viele bisher als Ozonwirkungen bekannte Erscheinungen gehören dem Wasserstoffsuperoxyd an. Wasser ist Wasserstoffoxyd, Wasserstoffsuperoxyd ist ein mit doppelter Menge Sauerstoff verbundener Wasserstoff, der unter Abgabe eines Sauerstoffantheils leicht wieder zu richtigem Wasser wird. Prof. Weith hat letzten Sommer in Weissenburg an Wasserfällen und in Wäldern und bei verschiedenen atmosphärischen Verdunstungsvorgängen, bei welchen man bisher Ozonwirkungen angenommen, gar kein Ozon, dafür aber relativ bedeutende Mengen von Wasserstoffsuperoxyd gefunden. Dieses scheint auch manche, unter Umständen alle Ozonwirkungen der Schönbein'schen Scala hervorbringen zu können.

* Wir verdanken unsere heutigen Experimente der freundlichen Arbeit unseres Kantons-Chemikers, des Herrn Dr. Ambühl.

Der Stickstoff ist nach unserem bisherigen Wissen als Gas vollständig indifferent und ungiftig, lässt sich leicht einathmen, tödtet aber, weil er eben kein Sauerstoff ist und keinen enthält. Wie die Gluth der Esse, die Flamme des Leuchtgases und die Wärme des Menschenleibes nur auf demselben Vorgange der Sauerstoffaufnahme beruhen und verschiedene Formen der Verbrennung darstellen, so beruht dieses Auslöschen der Gluth, der Flamme und des Lebens nur auf der Abwesenheit des Sauerstoffes: wir nennen das Auslöschen durch Sauerstoffabschneidung Ersticken und das Gas, von dem wir sprechen und welches zu $^4/_5$ unsere Luft ausmacht: Stickstoff. Der Tod durch reinen Stickstoff hat über eine Reihe ähnlicher Vorgänge Aufschluss gegeben. Der Ertrinkende oder der Strangulirte hat Blut, welches fähig wäre, Sauerstoff aufzunehmen, aber er gelangt nicht zu diesem; der Verblutende findet Sauerstoff genug, aber er hat kein Blut mehr, ihn aufzunehmen. Das Ende ist überall dasselbe und aus demselben Grunde: Erstickung.

Trägerin des organischen Lebens aber kann die Luft nur dann sein, wenn sie ausser Sauerstoff und Stickstoff auch noch Wasser enthält. Dieses fehlt in der That nirgends, und der Chemiker bedarf complicirter Vorkehrungen, um eine ganz wasserfreie Luft darzustellen. Bekanntlich entsteht die Farbe der Luft, das Blau des Himmels, dadurch, dass alle längeren Lichtwellen: roth, orange, gelb, grün, über die unendlich kleinen Wassertröpfchen unserer Atmosphäre hinweggehen, dass aber die kürzesten Lichtwellen, die blauen, an denselben anstossen und von denselben zurückprallen. Der Weltraum ist dunkel, und die Sterne glänzen auf schwarzem Grunde. Unser freundliches Himmelblau verdanken wir dem in der Luft enthaltenen

Wasser. Luft und Wasser sind die Grundbedingungen alles Erdenlebens; das Wasser enthält Luft und die Luft immer sehr viel Wasser. Die Meere steigen in die Wolken, diese tränken die Erde, speisen die Flüsse und ergänzen die Meere. In diesen Kreislauf der Luft und des Wassers taucht alles organische Leben und lässt sich von diesem Strome treiben. Die Wolken, sagt Tyndall, sind die Capitäle gewaltiger unsichtbarer Wassersäulen, in welchen wir leben und weben; wir sind nicht nur vom Drucke der Luft, sondern auch vom Wassergehalte der Luft abhängig.

Wir wissen genau, wie viel Wasser ein Cubikmeter Luft bei verschiedener Temperatur aufzunehmen vermag, und nennen dieses Maximum den Sättigungsgrad der Luft. Wir können ebenso bestimmen, wie viel Wasser in einem gegebenen Cubikmeter Luft wirklich vorhanden ist, und nennen das den absoluten Wassergehalt der Luft. Im Leben wird aber eine andere Frage wichtiger, die: wie weit ist der wirklich vorhandene, also der absolute Wassergehalt vom höchstmöglichen und bei der gegebenen Temperatur ohne tropfbaren Niederschlag noch zulässigen Wassergehalt entfernt, oder: wie gross ist die relative Feuchtigkeit? Am angenehmsten und gesundesten ist uns eine relative Feuchtigkeit von 60—75 %. Das ist schon viel mehr Wasser, als man sich gewöhnlich vorstellt. Wenn wir z. B. bei 760 mm. Barometerstand in diesem Saal eine Luft von 20° C. und 75 % relativer Feuchtigkeit haben, so enthält jeder Cubikmeter 13 Gramm Wasser und der ganze Saal von 1900 Cubikmeter nicht weniger als 24,700 Gramm, fast 25 Liter. Seit wir den Saal besetzt, hat aber das Wasserquantum bedeutend zugenommen; denn ein Mensch athmet in 24 Stunden wenigstens

1 Liter Wasserdampf aus, hier liefern also je 24 Zuhörer in einer Stunde ebenfalls 1 Liter. Wenn nicht zugleich auch die Temperatur anstiege, so müsste das Wasser an den Wänden herablaufen.*

Wir fragen ferner: wie schwer ist die Luft?

Man kann sie leicht wägen, indem man eine starke, durch einen Hahn verschlossene Flasche mit Luft füllt und wägt, dann sie auf die Luftpumpe aufsetzt, luftleer pumpt, durch Drehung des Hahnens verschliesst und dann wieder wägt. Sie ist um das Gewicht der Luft, welche sie enthalten, leichter geworden.

Man kann die Luft aber auch so wägen, dass man auf ein Gefäss mit Wasser oder Quecksilber, welches offen da liegt, eine Röhre setzt, in dieser durch Anziehen eines Kolbens oder Stempels einen luftleeren Raum erzeugt und dann nachsieht, wie weit der luftleere Raum die Flüssigkeit nachzuziehen vermag. Wasser steigt bekanntlich 10 Meter hoch, Quecksilber, 14 Mal schwerer, 76 Centimeter hoch, und da wir das Gewicht von Wasser und von Quecksilber genau kennen, wissen wir auch, wie viele Grammen Flüssigkeit einem Cubikcentimeter Luft entsprechen. In beiden Fällen finden wir das Gewicht von 1 Liter trockener Luft bei 0° und 760 mm. Barometerstand gleich 1,29 Gramm und den Druck der Atmosphäre gleich 1033,3 Gramm auf den Quadratcentimeter (oder alten Styles: 15 Pfund auf den Quadratzoll).

---

* Tit.! Sie sehen hier eine mit Kältemischung (Eis und Kochsalz) gefüllte Metallbüchse, welche die an sie heranströmende Luft so sehr abkühlt, dass sie fast kein Wasser mehr mitzuführen vermag und dieses desshalb fallen lässt. Auf der kalten Unterlage ist es zu dichtem Reif geworden. Diese Flasche wirkt auf die Luft unseres Saales genau so, wie ein Hochgebirge auf die Luft eines Landes. Wir sehen, wie aus warmer Luft sich Schneefelder absetzen.

Da die Luft schwer, dabei elastisch und in einer sehr mächtigen Schichte um die Erde gelagert ist, sind die unteren Theile derselben vom Gewichte der oberen zusammengedrückt, so stark, dass z. B. ein am Meeresgestade gefasster Liter Luft auf dem Montblanc den Raum von 2 Liter ausfüllt, in den Wolkenhöhen, welche der Luftballon erreicht, selbst 3 und 4 Liter. Für diese sehr verdünnte Luft ist aber der Menschenleib gar nicht mehr gebaut und eingerichtet. Die Blutgefässe werden undicht und lassen Blut durchschwitzen: zuerst in der Augenlidbindehaut und der Nase, dann in den Lungen, es folgen Blutungen; dann tritt die im Blut aufgelöste (gebundene) Luft als Bläschen aus, unterbricht die Arbeit des Herzens und tödtet dadurch rasch. Der englische Physiker Glaisher hat von Allen, die überhaupt wieder zum Erzählen kamen, diese Grenze des Lebens am nächsten berührt.*

Bei geringeren Höhen, die aber schon merklich über die gewöhnliche Zone des Culturlebens hinausragen — z. B. in unserem Hochgebirge, Davos, Engadin, oder im amerikanischen Hochland von Mexico — kommen diese gefährlichen Wirkungen des verminderten Luftdruckes allerdings nicht vor, wohl aber macht sich die Abnahme des Luftdruckes durch starke Verdunstung der Blutgase, durch entsprechende Vermehrung der Athmung und des Nahrungsbedürfnisses, durch gesteigerten Stoffumsatz und allgemeine Kräftigung bei noch leidlich guten, durch schnellen Zerfall bei sehr defecten Athmungswerkzeugen sehr bemerklich.

Wir betrachteten bisher die Luft als ein Gemenge von Sauerstoff, Stickstoff und Wasserdunst. Schon diese sind ungleich schwer. Noch grösser sind die Gewichts-

* Er erreichte in seinem Luftballon die Höhe von 9000 Meter.

unterschiede zwischen der Luft und verschiedenen andern gasförmigen Beimengungen derselben. Kohlensäure z. B. ist 22 mal schwerer als Wasserstoff. Und dennoch wird die Mischung in kurzer Zeit eine sehr gleichmässige sein. Jedes Gas, leicht oder schwer, strebt den ganzen vorhandenen Raum auszufüllen, das schwere dringt in das leichte hinauf, das leichte steigt in das schwere hinab und das mit einer Schnelligkeit, welche sich umgekehrt verhält, wie die Quadratwurzeln der Dichtigkeit der Gase. Wir verdanken dem Physiker Mariotte die Feststellung dieses wunderbaren Verhältnisses, welchem wir es wesentlich zuschreiben, dass wir hier nicht während einer einzigen Stunde an der von uns ausgeathmeten Kohlensäure ersticken.

Der Luftdruck ist eine der vielen physikalischen Thatsachen, in welchen der „unbefangene“ Augenschein und der unbewaffnete Menschenverstand Lügen gestraft wird. Die Luft ist schwer genug, um in die Zwischenräume von Körpern einzutreten, welche wir gewöhnlich als solid und luftleer behandeln. Unsere Baumaterialien sind alle mehr oder weniger porös und mit Luft erfüllt, gute Bausteine in geringerem, dafür der Mörtel in hohem Grade. Backsteine sind gleichmässig lufthaltig, und da die Luft kein guter Wärmeleiter ist, beruht auf dieser Porosität die schätzenswerthe Eigenschaft, im Winter die Zimmerwärme langsam abfliessen und im Sommer die Sonnenwärme langsam eindringen zu lassen; sie verbinden desshalb die Vorzüge des Holzes mit der Dauerhaftigkeit des Steins. Pettenkofer hat uns zuerst gezeigt, dass die Durchgängigkeit eines Mörtelsteines so gross sein könne, dass man durch eine fussdicke Masse hindurch ein Licht ausblasen kann.*

* Wir wiederholen hier dieses Experiment, indem wir durch einen $^1/_3$ Meter dicken Sandstein, auf welchem mit Klebwachs Glastrichter

Dieselbe Porosität, welche den Backstein zu einem äusserst soliden und werthvollen Luftschwamme macht, wird bei der ersten Verwendung desselben aber auch sehr schädlich und lästig. Damit der Mörtel hafte und binde, muss man den Stein erst mit Wasser tränken. Ein gewöhnlicher Backstein von 4200 Gramm Gewicht nimmt davon nicht weniger als 600 Gramm auf. Bedenken wir, dass man bei uns zu einem mittelgrossen Hause (Parterre und 3 Stockwerke) 106,000 Ziegelsteine verwendet, so wissen wir auch, dass dieselben 106,000 × 600 Gramm = 63,600,000 Gramm oder 63,600 Liter Wasser enthalten, welches die Poren erfüllt und aus einem schlechten lufthaltigen Wärmeleiter einen guten wasserhaltigen Wärmeleiter und damit die Wand kalt und feucht macht. Feucht wird die Mauer nicht lange bleiben, wenn die Luft eines Ortes sehr trocken ist; wenn aber, wie in St. Gallen, die durchschnittliche relative Luftfeuchtigkeit wegen der Nähe des Wasser verdunstenden Bodensee-Beckens statt der wünschbaren 50—75 % volle 80,3 % beträgt, braucht es lange, bis die Unterschiede ausgeglichen und die Mauern trocken geworden sind. Die rasche Folge der, wenn auch kleinen Ausgleichungen, also Windströmungen, können da am meisten helfen. Controle ist um so nothwendiger, als feuchte Räume sehr häufig die Veranlassungen zu Lungenkrankheiten mit nachfolgender Schwindsucht, zu Rheumatismus und Gelenkentzündungen mit nachfolgendem Herz-

aufgekittet sind, ein Licht ausblasen. — Ferner legen wir einen Ziegelstein in ein unten offenes, nach oben in eine Röhre auslaufendes Blechgefäss. Die Röhre führen wir in einen wassererfüllten Glascylinder, der in der pneumatischen Wanne steht, den eingepackten Stein aber werfen wir in's Wasser, wie es die Maurer thun, und beobachten nun die aus dem Stein entweichende Luft, welche das rothgefärbte Wasser verdrängt.

leiden und Wassersucht, und fast ausnahmslos auch zur Blutschwäche abgeben.

Viel poröser als das Baumaterial ist gewöhnlich der Baugrund — ausgenommen Lehm und Fels. Die sogen. Culturschicht unserer Städte und Dörfer enthält Humus und Schutt, und dieser führt 10—30 % seines Raumes Luft. Daher kommt es, dass Verschüttete, wenn sie nicht mechanisch verletzt worden, oft lange Zeit unter dem Schutt aushalten.* Bekannt ist die Geschichte des 1801 zu München im zusammenstürzenden Hause seines Meisters begrabenen und erst nach vielen Stunden herausbeförderten Glaserlehrjungen, welcher dazu aufbehalten war, ein grosser Optiker und Physiker zu werden; es war kein Geringerer als Josef Fraunhofer! **

Die grosse Porosität des Bodens ist eine Lebensbedingung des Pflanzenwuchses und die Ursache, warum pflanzliche und thierische Stoffe in demselben sich langsam mit dem Sauerstoffe der eingedrungenen Luft verbinden: verwesen. Ein Hauptproduct dieser dunkeln Verbrennung ist die Kohlensäure, und daher kommt es, dass das Regenwasser bei dem Durchsickern durch den Erdboden kohlensäurereich und für unsern Geschmack angenehm wird, und es wird verständlich, wie sehr unreine, mit Verwesungsstoffen

---

* Wir machen dasselbe Experiment, welches wir vorhin mit dem Ziegelstein ausgeführt, jetzt mit lockerer Gartenerde, und lesen an dem Cylinder voll rothen Wassers die aus derselben entweichende Luftmenge ab.

** Wir stellen Ihnen hier einen wohlbehaltenen Verschütteten vor, einen Vogel, welcher mitten in diesem weiten, unten durchlöcherten, oben offenen Glascylinder herumhüpft; unter seinem Käfig liegen 0,3 und über demselben ebenfalls 0,3 Meter Kies und Sand. Die Porosität des Verschüttungsmateriales gewährt dem Thierchen genügliche Luftzufuhr.

überladene Wasser oft sehr wohlschmeckend sind und sich eines guten Rufes erfreuen. Diese grosse Porosität des Bodens und die hohe Aufnahmsfähigkeit für Luft kommt den menschlichen Culturstätten sehr zu gute, weil sie die ganze ungeheure Masse der Auswurfsstoffe, die nur zum kleinsten Theile wirklich abgeführt werden und zum weitaus grösseren Theile versickern, durch Verwesung unschädlich macht; aber ebenso wird diese Porosität verhängnissvoll für alle unmittelbar bei Häusern und Stallungen liegenden Sodbrunnen; denn so wenig der Erdboden dicht ist, so wenig sind es die Hausgruben, und die Versicherungen der Maurergesellen werden durch die chemische Analyse des umliegenden Bodens regelmässig Lügen gestraft. Gelangen Keime des Typhus in die Gruben, so wird das klare und wohlschmeckende Wasser der Sodbrunnen zum ausgiebigsten Vermittler der Ansteckung, wie wir es gegenwärtig in Rheineck erleben, wo eine Epidemie von 30 bis 40 Fällen von der Kundschaft eines nachweisbar verunreinigten Sodbrunnens ausgegangen ist. St. Gallen hat vor wenigen Jahren ein ähnliches Unglück erlebt, weil der Boden zwischen der beschmutzten Steinach und der Neuwasserleitung eben porös und durchlässig war.

II.

Das Bild der Luft, wie wir sie bisher betrachtet haben, aus Stickstoff, Sauerstoff und Wasserdampf bestehend, dem Gesetze der Schwere gehorchend und dennoch in der Diffusion dieses Gesetz scheinbar wieder verläugnend, dieses Bild ist ein schematischer Umriss, und wir müssen uns beeilen, es durch Ausführung von Einzelnheiten der Wahrheit und Wirklichkeit näher zu bringen.

Von den Millionen Jahren, da die Erde ein leuchtender Dunst und ein glühender Ball gewesen, wissen wir nichts, aber das wissen wir, dass ein organisches Leben auf der Erde erst seit der Zeit möglich war, in welcher die Atmosphäre Kohlensäure enthielt, abgab und aufnahm. Wir kennen keine grünende Pflanze, welche ohne Kohlensäure-Aufnahme, und kein wirkliches Thierleben, welches ohne Kohlensäure-Abgabe bestehen könnte.

Unsere normale Luft enthält allerdings nur $^1/_2$ $^0/_{00}$ Kohlensäure, aber dennoch schweben in der gesammten Atmosphäre 3000 Billionen Kilogramm Kohlensäure.

Wie der Sauerstoff unser Kerzenlicht und unsere Lebensflamme zugleich nährt und verzehrt, so ist die Kohlensäure zugleich Nahrung und Gift im Haushalte der Natur.

Der reine Kohlenstoff erscheint bekanntlich schwarz als Kohle und wasserhell leuchtend als Diamant. Der Kohlenstoff in Verbindung mit dem Wasserstoff bildet die Masse der Pflanzen: Holz, Blätter, Blüthen und zum grössten Theil auch die Früchte; der Kohlenstoff mit Stickstoff verbunden bildet die Hauptmasse des Thierleibes; mit dem Sauerstoffe verbindet er sich in zwei Stufen, einmal zu gleichen Theilen: Kohlenoxyd, und dann 1 Atom Kohlenstoff mit 2 Atomen Sauerstoff: Kohlensäure. Beides sind Gase. Wenn die Natur den Kohlenstoff mit Sauerstoff verbindet, so thut sie das langsam, unter Entwicklung von Wärme, meist ohne Flamme und ganz, d. h. sie verbrennt ihn zu Kohlensäure. Wenn der Mensch den Kohlenstoff verbrennt, so thut er das rasch, unter Entwicklung von Wärme und Licht, dafür aber unvollständig, er verbrennt ihn zu Kohlenoxyd und zu Kohlensäure.

Wenn Sie fragen, wo wird die Kohlensäure gebildet, so müssen wir antworten, überall da, wo die Luft auf den

Kohlenstoff der Erde einwirkt. Die Steinkohle, die Kohlenwasserstoffe des Holzes und der Fette und der Nahrungsmittel, verbrennen zu Kohlensäure, und alle in den Schooss der Erde zurückgekehrten Pflanzen und Thiere geben ihre Kohlenstoffatome wieder in den grossen Haushalt der Natur zurück: als Kohlensäure. Athmung, Gährung und Verwesung, technische Verbrennung und directe Ausströmungen aus Vulcanen und Moffetten sind unsere jetzigen Kohlensäurequellen. Die Kohlensäure ist ein farbloses Gas, erheblich schwerer als Luft, daher wie Wasser umzuschütten; sie erstickt jede Flamme und jede Athmung sofort, wirkt nebenbei auf den menschlichen Körper auch noch als eigentliches Gift, indem sie die Ursprungsstelle der Athmungs- und der Herznerven (Lebensknoten im verlängerten Marke) lähmt. *

Menschen, welche in concentrirte Kohlensäure hineingerathen (in halbvollen Bütten gährender Weintrauben, in Brunnenschachte oder in stickende Wetter der Kohlenbergwerke) haben nicht mehr Zeit zurückzukehren oder auch nur ein Zeichen zum Aufziehen zu geben; das Gift wirkt blitzschnell.

Mit gleicher Sicherheit, aber langsamer, tritt der Tod ein, wo die Kohlensäure als Ausathmungsproduct rasch angesammelt und in verschlossenen Räumen aufgestaut wird. Beispiele von erstickten Thieren, die man der Wärme wegen in Ställen oder Eisenbahnwagen fest eingeschlossen, ereignen sich jeden Winter, ohne dass Andere, als die

---

* Tit.! Das Glas hier erscheint leer, d. h. von einem farblosen Gase erfüllt. Jedes Thierchen (Maus) und jede Flamme, welche wir eintauchen, erstickt sofort, wie im Stickstoff; aber auch ausgiessen kann man dieses schwere Gas und es über die Flamme schütten, dass sie sofort erlischt.

geschädigten Eigenthümer, sich viel Betrachtungen darüber machten. Etwas nachhaltiger ist der Eindruck, wenn der hygieinische Missgriff viele Menschen tödtet. Eine traurige Berühmtheit hat diesfalls das „schwarze Loch“ von Calcutta erlangt. Es war ein Waarenspeicher, in welchem 1756 von den Indiern 146 gefangene Engländer eingesperrt worden. Schon nach 6 Stunden waren 96 erstickt und am folgenden Morgen noch 23 theilweise bei Leben. — Nach der Schlacht bei Austerlitz sperrten die Franzosen 300 gefangene Oesterreicher in ein verschlossenes Zimmer ein, in welchem über Nacht 260 erstickten. — Im Jahre 1843 wurden auf dem Auswandererschiffe „Londonderry“ wegen Sturm alle Lucken verschlossen, und es erstickten von 150 Zwischendeckpassagieren 70 innert wenigen Stunden.

Ebenfalls sicher, aber noch weniger augenfällig, tritt die Wirkung der Kohlensäure ein in feuchten Wohnungen, in schlechtgelüfteten Gesellschaftslocalen und in überfüllten Schulen. Da haben wir leider niemals plötzliche und desshalb warnende Todesfälle, aber dafür heimtückische Krankheitszustände: Nervenschwäche und Blutleere, welche wesentlich dadurch veranlasst und verschlimmert werden, dass die kohlensäurereiche Stubenluft nicht mehr im Stande ist, den Lungen die auszuathmende Kohlensäure rasch abzunehmen, dass diese dann im Blute zurückgehalten wird und da die gleichen giftigen Wirkungen entfaltet, wie jeder andere nicht entleerte Auswurfsstoff. Niemand wundert sich, dass man stirbt, wenn die Absonderungen der Leber oder der Nieren im Blut aufgestaut werden; aber dass man ebenso sicher stirbt, wenn die nicht weniger giftige Kohlensäure-Ausscheidung der Lunge im Blute zurückgehalten oder nur sehr unvollständig fortgeschafft wird: darüber ist man sich noch nicht klar. Man spricht von

Sauerstoffverminderung, während doch diese nie erheblich zur Wirkung kommt, und unterschätzt die Kohlensäureanhäufung, diese positive Luftvergiftung.

Ganz wie die athmenden Menschen wirken auch Beleuchtungsflammen. Am wenigsten Kohlensäure liefert das Petroleum, dann kommt Leuchtgas, dann Brennöl, und am schlimmsten sind — bei gleicher Lichtstärke! — die Kerzen. Uebrigens ist schon jede mittlere Gasflamme (von 6 Lichtstärken) gleich 4—5 erwachsenen Menschen zu rechnen, und die 23 Gasflammen dieses Saales liefern also wenigstens so viel Kohlensäure wie 100 Menschen!

Die Chemie der Luft ist noch kein Jahrhundert alt, die Technik der Luftuntersuchungen ist geradezu neu, und alle ihre Folgerungen und Forderungen sind zu revolutionär, um sich beim Menschen, dem Sklaven der Gewohnheit, überhaupt zu empfehlen.

Da die Kohlensäure zu $^1/_2$—$^1/_4$ $^0/_{00}$ der unerlässliche Zeuge alles irdischen Lebens und Sterbens und somit ein Normalbestandtheil unserer jetzigen Atmosphäre, zugleich aber auch die allgemeinste und verhängnissvollste Verunreinigung der Luft ist, da sie sich ferner schon wegen ihrer verhältnissmässig grossen Menge am ehesten chemisch nachweisen lässt, ist man dazu gekommen, sie kurzweg als Repräsentanten und Maassstab der gasförmigen Luftverunreinigungen zu behandeln. So gut wie einer Branntweinkneipe eine ganze Gruppe verkommener Familien, oder einer unserer spanischen Weinhallen eine ganze Anzahl betrunkener Frauen entspricht, so gut entspricht einem hohen Kohlensäuregehalt unserer Hausluft auch eine Menge anderer Gifte: Schwefelwasserstoff, Ammoniak, Fettsäuren etc.*

* Wir können hier nicht näher auf die jetzt allgemein gültige Pettenkofer'sche Kohlensäure-Analyse eintreten, weil sie für unsere

Es ist am besten, hier auch vom Kohlenoxyd zu sprechen. Dieses ist ein eigentliches Product der Kunst, oder besser gesagt, der Unkunst, der mangelhaften Verbrennung unserer Leucht- und Heizstoffe. Jedes brennende Scheit ist eine kleine Gasfabrik, die Flamme ist brennendes Leuchtgas; aber bei dem stürmischen Vorgange entweicht ein Theil des Kohlenstoffes schon als Kohlenoxyd, um erst nachträglich zu Kohlensäure zu verbrennen; diesen Vorgang sehen wir über einer Lage glühender Kohlen als bläulich züngelndes Flämmchen, in grossem Maassstabe an den Hochöfen. Leider verbrennt nicht alles Kohlenoxyd in dieser Weise, sondern ein guter Theil geht unverbrannt ab; wir sehen nichts und riechen nichts davon, und es ist desshalb für die naive Anschauung einer richtigen Magd gar nicht vorhanden. Es gibt keine Kohle, welche kein Kohlenoxyd lieferte, und keine Maschine — am allerwenigsten ein Kohlenglätteisen —, welche dieses Gas zurückhielte oder verzehrte. Die einzige Hülfe ist eine kräftige Ableitung durch das Kamin, welche so lange dringend nöthig ist, als man überhaupt noch Gluth sieht. Schliesst man, wie so häufig, früher, so hat man — alle Zeitungen berichten davon — sehr oft Erkrankung oder Tod der Zimmerbewohner zu gewärtigen, und wenn solches Unglück nicht öfter geschieht, so hat man es lediglich dem schlechten Verschlusse der Ofenklappen zu verdanken. Das Kohlenoxyd ist kein Organgift für das Gehirn, wie die concentrirte Kohlensäure, sondern es wirkt als Blutgift, d. h. es verbindet sich mit dem Blute, verdrängt den Sauerstoff und tödtet schliesslich durch Erstickung.

Oft beginnt das Unglück mit heftigem Kopfweh, Röthung

---

heutige Aufgabe zu speciell und für eine grössere Versammlung schwer demonstrirbar ist.

des Gesichtes und Schwindel; der Schlafende erwacht, ahnt seine Lage, will gehen, sein Fenster zu öffnen, fällt aber um, weil, ähnlich wie bei schwerer Berauschung, die Beine gelähmt sind. Nicht selten findet man die Leichen zwischen Bett und Fenster am Boden liegend. Diese Todten sehen ruhig und rothwangig aus.

In leichteren Fällen geht diese Vergiftung mit Kopfweh, Brechen und Gliederzittern und allgemeiner Schwäche ab. Die Genesung ist langsam, und wo durch fehlerhaften Bau von Oefen, besonders eiserner, eine abtheilungsweise, tägliche, langdauernde Kohlenoxydvergiftung eintritt, zeigen sich Zustände, welche an Typhus erinnern. Ein derartiges Ereigniss wurde 1865 in Chambery genau beobachtet, wo 2600 Personen an einer Art Epidemie erkrankten, welche nachträglich auf Kohlendunstvergiftung hinauslief. Vereinzelte Fälle sind leider überall anzutreffen. Auch das an und für sich ungiftige Leuchtgas, besonders das Steinkohlengas, ist meistens mit Kohlenoxyd (10—25 %) verunreinigt und wird durch dieses gefährlich. Es sind Fälle bekannt, dass gesprungene Gasröhren durch langsame, noch nicht feuergefährliche Ausströmungen einzelne Zimmer und Wohnungen vergifteten und typhusähnliche Erkrankungen erzeugten. Leider haben sich in unsern Schulstuben sehr oft Meidinger und andere eiserne Oefen eingeschlichen, welche bei sehr aufmerksamer Behandlung unschädlich, bei gewöhnlichem Betriebe aber gefährlich sind. In einer unserer intelligentesten Ortschaften klagten diesen Winter die Schulkinder ohne Erfolg über tägliches Kopfweh und Brechreiz. Schliesslich fielen wiederholt einzelne ohnmächtig von der Schulbank, und es wurde dann Abhülfe versucht. Dass eine Ortsgesundheitsbehörde bei Erstellung einer Heizung berathen worden wäre, ist noch nicht vorgekommen.

Das Minenfieber der Artilleristen ist wesentlich Kohlenoxydvergiftung. Bei Tunnelarbeitern kommt ein ähnlicher Zustand nicht selten, aber in weit geringerem Grade vor. So abscheulich und unseres Vaterlandes unwürdig die Arbeiterquartiere am Gotthardtunnel bestellt sind, so vortrefflich ist die Ventilation des Stollens eingerichtet. Dessenungeachtet ist die Luft im Innern noch schlecht genug.

Die chemische Untersuchung auf Kohlenoxyd ist schwieriger als die auf Kohlensäure. In neuester Zeit hat man Palladiumchlorür dazu verwendet.

Wir sind bei dieser Betrachtung auf geradestem Wege an die grosse Menge der Luftverunreinigungen herangetreten. Diese sind zahllos. Wie das Wasser aus Meeren und Wolken und Bergen und Gründen von allen löslichen Stoffen mitnimmt, und, ähnlich dem Menschen, ein Product seiner Lebensgeschichte wird, so nimmt auch die Luft Alles auf, was sie überhaupt tragen kann. Ausser Kohlensäure und Kohlenoxyd, von welchen wir eben gesprochen, kommen noch eine Menge Verbrennungsproducte im Rauche vor. Wir nennen als Beispiel die schweflige Säure des Steinkohlenrauches, welche in der Luft zu Schwefelsäure verbrennt. Angus Smith, einer der sorgfältigsten und bewährtesten englischen Chemiker, hat nachgewiesen, dass in 1000 Cubikmeter Londoner Luft über $1{,}_{50}$ Gramm vom Steinkohlenrauch herrührende Schwefelsäure enthalten sind.

Wir übergehen hier die specifischen Dämpfe der Arsenikhütten, Zündholzfabriken und der Spiegelfabriken, die Essigsäuredünste der Buntdruckereien und die Salzsäuredämpfe vieler chemischen Fabriken, und betonen nur, dass der überall sehr überhandnehmende Steinkohlenrauch durch seinen Schwefelsäuregehalt die Pflanzen zum Absterben und die Menschen zum Husten und zur Schwindsucht bringt.

Wie weit nebenbei auch die spitzigen Kohlensplitter herumfliegen, können auch wir bei jedem frischgefallenen Schnee beobachten.

Die Menschen und Thiere liefern ausser der Kohlensäure eine Menge specifisch riechender Fettsäuren, und die Häuser und Stallungen eine Masse von Schwefelwasserstoff und ganz besonders von Ammoniak, welche so giftig wirken wie das Kohlenoxyd.

Uebelriechende Wohnungen verursachen reichlich Husten, und plötzliche massenhafte Ammoniak-Entwicklungen, wie sie bei dem in der Stadt leider noch geduldeten Anachronismus des Montlinger-Grubenentleerungssystems oft vorkommen, verursachen bei den Anwohnern der betreffenden Höfchen Kopfweh und Brechen — und den sündhaften Wunsch, dass die Vertheidiger dieser ekelhaften Methode es auch einmal haben möchten!

Zu allem gasförmigen Luftschmutze kommt noch der staubförmige. Wir wissen, dass die Möbel auch in verschlossenen Zimmern und in einsamen Häusern sich in kurzer Zeit mit dickem Staube belegen; wir wissen, dass das staubförmige Kochsalz der Meeresdünste so allgemein in unserer Atmosphäre herumwirbelt, dass es ohne sehr grosse Vorkehrungen ganz unmöglich ist, ein Spectrum ohne die Natronlinie zu erhalten. Ebenso allgegenwärtig sind die übrigen Sonnenstäubchen, die sich nur durch sorgfältiges Ausglühen der Luft entfernen lassen.

Der Staub enthält nicht weniger als Theile von Allem, was die Erde besitzt: Mineralien, Salze, sehr viel Stärkemehl (selbst auf den Spitzen der Pyramiden), Fasern aus Wolle, Hanf und Baumwolle, Trümmer von Thierleichen und von abgestorbenen Pflanzen, Blüthenstaub und Samen, Pilzsporen und Pilze. Unter diesen schwärmen auch die

mikroskopischen Gebilde, welche wir als die Träger und Vermittler unserer ansteckenden Krankheiten kennen gelernt haben: des Wundfiebers und des Kindbettfiebers, des Typhus und der Poken, des Scharlachs und der Diphtheritis, der Cholera und der Pest. Die ungeheure Menge dieser als Staub reisenden niederen Organismen bezweifelt und bestreitet Niemand mehr, wohl aber hält man uns die Frage entgegen: Habt Ihr den Cholerapilz, den Poken- oder den Typhuspilz jemals gesehen und botanisch bestimmt? Könnt Ihr ihn zeigen? Oder sind Euere Erklärungen nur naturphilosophische Phantasien und Euere Schutzmaassregeln, Desinfection der Personen, der Kleider und der Häuser, nur moderner Aberglauben, über welchen sich ein Mann von Geist lustig machen darf?

Auch hier hat die Praxis aller Theorie vorgearbeitet. Schon vor 30 Jahren hat Semmelweiss die Todesfälle durch Kindbettfieber in der Wiener Entbindungsanstalt auf den dritten Theil herabgebracht, und zwar durch die anfangs sehr verhöhnte Maassregel, alle dienstthuenden Hände und Instrumente mit Seife, Bürste und Chlorkalk auf's Peinlichste zu reinigen. Seither hat der Chirurg Lister in Edinburgh, der in seinem alten, überfüllten Stadtspitale sehr viele Verwundete und Operirte verloren, das Semmelweiss'sche Verfahren ausgebaut und in die Chirurgie eingeführt. Wie ehedem das Chlor, so wurden jetzt die Carbolsäure, Salicylsäure, Borsäure, Thymol u. s. w. zur Desinfection des Kranken und seiner Aerzte und Wärter verwendet; die Operationen werden unter einem feinen Sprühregen (Spray) desinficirender Carbollösung gemacht, die Verbandstoffe werden mit den Desinfectionsmitteln durchtränkt und mit derselben Genauigkeit angelegt, als gälte es, sie wasserdicht zu machen. Diese Jagd auf krankmachenden Staub,

diese Absperrung, oder besser, Filtration der Luft, diese pedantische Reinlichkeit, neben welcher unser gewöhnliches Haushalten als eigentliche Schmiererei erscheint, sie hat sich glänzend gerechtfertigt: Wunden, welche ehedem ihre 100—200 Gramm Eiter täglich lieferten, geben jetzt in 3—6 Tagen kaum 5—10 Gramm; Gelenkeröffnungen, welche sonst zum Tode oder zur Amputation führten, heilen jetzt, wenn von Anfang an exact nach Lister behandelt, in ihrer grossen Mehrzahl; der üble Geruch ist aus den chirurgischen Krankensäälen verschwunden, die Eitervergiftung ist eine Seltenheit, und die Gefahr für alle Verwundeten eine ganz bedeutend geringere geworden. Dieses Lister'sche Verfahren hat die ganze Chirurgie umgestaltet, Tausenden von Kranken das Leben gerettet, den Aerzten ihr Gewissen erleichtert, und allen Freunden der Naturwissenschaft die ernste Lehre gegeben, mit dem organischen Staube und den Ansteckungsstoffen der Luft zu rechnen. Wenn wir die specifischen Keime auch noch nicht haftbar gemacht haben, so kennen wir doch einige Gesetze ihrer Vermehrung und Beschränkung; wie wir Gesetze der Elektricität kennen und beobachten, obschon das elektrische Fluidum auch noch von Niemandem gesehen und eine Hypothese ist.

Der Glaube an die Ansteckungsfähigkeit der Luft ist unbequem und unpopulär, die Methode der wirklichen und erfolgreichen Desinfection, wie sie Lister gezeigt, erfordert eine aussergewöhnliche Sorgfalt und Arbeit; aber desswegen ist dennoch die Läugnung der Ansteckung wissenschaftlich betrachtet ein Unsinn, und die Vernachlässigung der Desinfection moralisch betrachtet ein Vergehen!

III.

Unsere Betrachtung hat bisher die Luft zergliedert und in ihrem todten Zustande betrachtet: aber sie lebt. Das Schöpfungswort des Lichtes macht sie lebendig. Sonnenlicht und Sonnenwärme ordnet das Chaos der Stoffe und Kräfte, die auch im Reich der Lüfte „auf- und niedersteigen und sich die goldenen Eimer reichen". Die Meteorologie zeigt uns in grossen Zügen, wie das Luftmeer strömt, ebbet und fluthet, und mit welchen gewaltigen Kräften die Gleichartigkeit der Luftmischung und die Stetigkeit und Reihenfolge der Niederschläge hervorgebracht werden. Wir dürfen hier nicht länger verweilen und müssen die Arbeit der Wärme im engen Kreise des menschlichen Hauses und des menschlichen Leibes betrachten.

Das Gesetz, nach welchem die Wärme wirkt, heisst Ausdehnung, Verdünnung der Masse. Die dünnere Luft ist leichter als die dichtere, und bei der unbeschränkten Verschiebbarkeit und der Elasticität der einzelnen Lufttheile steigt sie in die Höhe, reisst alles mit, was sie enthält, und zieht andere Luft nach mit allem, was diese wieder enthalten mag. Die Ausdehnung der Luft beträgt für jeden Centesimalgrad $^1/_{273}$ ihres Volumens, so dass also dieselbe Menge Luft, welche bei 0^0 273 C.-C. misst, bei 1^0 C. 274 C.-C., bei 2^0 C. 275, bei 25^0 C. $273 + 25 = 298$ C.-C. Raum einnimmt. Diese Unterschiede sind gross genug, um lebhafte Strömungen hervorzurufen. Nehmen wir eine Rinne von der Länge eines Hauses, welche am einen Ende 298 Cm., am andern aber 283 Cm. über dem Boden liegt und giessen Wasser hinein, so wird es lebhaft und mit einer seinem Gewicht entsprechenden Kraft vom höhern Ende zum niedrigeren laufen. Ebenso geht es aber einer Luftschicht von

der Länge eines Hauses, welche z. B. vor dem Hause 25° C. und hinter dem Hause 10° C. warm ist. Der Temperaturunterschied von 15° bewirkt einen Volumenunterschied von 298 : 283 und damit ebenfalls eine entsprechend starke Strömung.

Ausser den kleinen örtlichen Strömen, welche durch Temperatur-, d. h. Dichtigkeitsunterschiede benachbarter Luftschichten verursacht werden, wirken auch die Temperaturunterschiede sehr entfernter Orte, und der ausgleichende Strom ist ein Windzug, der in der That niemals fehlt, und dessen Schnelligkeit auch in sogenannter ruhiger Luft noch 1 Meter per Secunde beträgt. Dass die Diffusion der Gase durch diese Vorgänge mächtig gefördert wird, ist selbstverständlich.

Treten wir mit diesen Voraussetzungen an die Betrachtung unserer Wohnstätten heran, so finden wir, dass wir der Luftdurchlässigkeit der Wände, den Ritzen und Spalten unserer Fensterrahmen und Böden das Leben verdanken. Wären unsere Zimmer aus gut genietetem Kesselblech gemacht, wie Pettenkofers Versuchskammer, so reichte der Luftgehalt eines mittelgrossen Zimmers nicht aus, die Athmung von 2—3 Menschen auch nur für eine Nacht zu bestreiten, und diese müssten in ihrer eigenen Athmungsluft ersticken, wie die gefangenen Engländer und Oesterreicher, von welchen wir vorhin gesprochen.

Wir erfahren aber, dass diese Luftdurchlässigkeit der Wände eine sehr beschränkte und desshalb die Hausluft unter allen Umständen eine viel schlechtere ist, als die Aussenluft. Sie ist schlechter: weil sie die Ausathmungsproducte der Bewohner und die Verbrennungsproducte der Lampen, die Zersetzungsproducte des an allen Wänden und Decken festhaftenden und faulenden Staubes, herumfliegende

Sonnenstäubchen, oft giftige Farben von Tapeten und Vorhängen, und dazu noch alle möglichen gewerblichen Ausdünstungen enthält; sie ist schlechter ganz besonders desswegen, weil sie eine grosse Menge von Gasen aus dem Baugrund und aus den Hausgruben mitführt. Man hat diese Factoren früher viel zu gering angeschlagen. Forster in München hat eine grosse Reihe von Untersuchungen über Kellerluft gemacht und gefunden, dass von dem Grunde, auf welchem wir wohnen, beständige Luftströmungen in unsere Wohnungen eindringen, und dass wir mit der Kellerluft in viel stärkerem Verkehre stehen, als unsere durch Gewohnheit abgestumpften Nasen vermuthen. Die Grundluft enthält ausser allen andern Producten der Verwesung des Bodenschmutzes nur an Kohlensäure 3—20 ‰, und auch ohne Heizung im Hause und ohne besondere Windströmung enthält die Luft des zweiten Stockwerkes noch 20—30 ‰ Grundluft.

Unser Landsmann Erismann hat ferner, ebenfalls in München und nach Pettenkofer'schen Methoden, die Ausdünstungen gutgedeckter und wohlbeleumdeter Hausgruben gemessen und gefunden, dass eine Grube von 6 Cub.-M. Inhalt, halbvoll, in 24 Stunden an die darüber befindliche Luft etwa 3500 Gramm Fäulnissproducte abgibt, und zwar 1860 Gramm Kohlensäure, 340 Gramm Ammoniak, 6 Gramm Schwefelwasserstoff und 1250 Gramm verschiedene übelriechende Fäulnissproducte, Indol u. s. w. Die Abfallröhren liefern im Mittel täglich 1000 Cub.-M. Gase in's Haus.

Zu allem dem kommt die Thatsache, dass während der ganzen kalten Jahreszeit das Haus wärmer ist als die Aussenluft und daher wie ein Schröpfkopf ansaugend auf den Baugrund und auf die Gruben wirkt. Aehnlich wie die Wärme der Häuser wirken auch die Schwankungen des

Luftdruckes. Wenn z. B. bei Föhn oder Westwind das Barometer sinkt, entweichen aus Boden und Gruben eine Menge von Gasen, welche sich bei höherem Barometerstande dort aufgestaut hatten, und manches sogenannte „nervöse“ Uebelbefinden ist auf diese erzprosaische und unappetitliche Verschlechterung der Hausluft zurückzuführen.*

Die Hausgänge sind die grossen Canäle und Behälter, in welchen sich die schmutzige Grundluft zunächst ansammelt,** und aus welchen sie in die Zimmer dringt, zumal wo die Unsitte besteht, dieselben durch die Thüre, anstatt durch die Fenster zu lüften. Besser als die Mahnung: „Die Hausthüre zu!“ wäre die dringende Bitte: „Um Gottes Willen, lasst diese Thüre offen!“

Die Hausgänge mit ihrer Moderluft und ihren Fäulnissgasen, mit ihrem Dunkel und ihren Winkeln sind überhaupt und in allen Ländern eine grosse Sünde unserer bürgerlichen Baukunst, welche für alle möglichen Zwecke und Interessen arbeitet, ausgenommen für die Gesundheit und das Leben der Hausbewohner. Die fensterlosen Zwischengemächer der kleinen Häuser und nicht selten auch

---

* Tit.! Sie sehen hier ein Glasgefäss mit ammoniakhaltigem Wasser: nehmen wir es für eine kleine präsentable Hausgrube; auf demselben steht eine Glasröhre: nehmen wir sie als Abfallröhre. Sowie wir über dieselben einen Stab halten, welcher mit Salzsäure befeuchtet ist, die mit Ammoniak einen Nebel von Salmiak bildet, so sehen Sie auch sofort diesen Nebel als Beweis der Ammoniakverdunstung.

** Ferner sehen Sie an dem Pettenkofer'schen Experimente, dass eine tief in einen Cylinder voll Erde gesteckte Glasröhre Luft entweichen lässt, sowie ein Luftstrom über diese Erde wegstreicht. Die Luftbewegung in der Röhre zeichnet sich am Manometer weithin leserlich ab und zeigt uns augenfällig, wie tief die Wirkung eines oberflächlichen Windzuges ist, wie er die Grundluft bewegt, hinabdrückt oder heraufzieht (ansaugt).

die Portierwohnungen der Paläste sind vom Standpunkte der Physik und von dem der Gesundheitspflege gleich verabscheuungswürdig, und auch die rührende Sorgfalt, mit welchen die Hausgruben nebst ihren Gemächern wo immer möglich gegen die Sonne gekehrt werden, damit sie sich besser erwärmen und sicherer duften, lässt sich nur dadurch erklären, dass man die Luft für einfach nichts und wieder nichts betrachtet.

Alle bisher besprochenen Schädlichkeiten wachsen in rascher Progression mit der Anhäufung von Menschen. Heerlager, Casernen und Gefängnisse sind die sprichwörtlichen Brutstätten der Krankheit und des Siechthums und die furchtbarsten Herde der Seuchen. Ihnen schliessen sich folgerichtig die übrigen Massenwohnungen und die vollgepfropften schmutzigen Armenquartiere an. Ja sogar in den Schulen kämpfen wir, aber leider noch nicht überall und am allerwenigsten auf dem Lande, gegen die bei Menschenanhäufungen unausweichliche Luftverschlechterung. Während der Menschenleib für eine Luft von $^1/_2$—1 ‰ Kohlensäure eingerichtet ist, finden wir sogar in den Schulhäusern von Zürich und Basel noch 2—8 ‰ am Ende des mit normaler Luft begonnenen halben Tages. Wie es damit in so manchem stolzen Kantone und mancher stolzen Gemeinde aussieht, welche ihrem Lehrer eine Aversalsumme für die Heizung bezahlen, und ihm bei einem langen oder strengen Winter die Lüftung ökonomisch unmöglich machen, kann man sich denken. Auch da heisst es noch, „die Luft ist nur Chimäre“. Und doch ist der ganze Jammer unserer zarten, blutschwachen, cur- und ferienbedürftigen Jugend nicht Folge der Wissenschaft, noch der Pädagogik — sondern gemeine „Einpferchungskrankheit“, wie sie die Gefängnissärzte nennen.

Am schlimmsten sind die Kneipen bestellt, die man oft Restaurants nennt, weil man sich darin zu Grunde richtet, und deren Uebermaass nicht nur ein sociales Unglück, sondern deren Betrieb auch eine sanitäre Schädlichkeit ist. Die Luft vieler Trinklocale, in welchen sich, wie Fritz Reuter sagt: „Branntwein, alter Käse und Häring streiten, wer am tollsten duften könne," sie ist der Inbegriff alles Luftschmutzes, und nach Pettenkofers Untersuchungen erheblich unreiner als Cloakenwasser.

Wer in der Werkstätte und in der Schreibstube sein Blut in Arbeit und Stubenluft verbrauchte, der vergiftet es jetzt bei der sogenannten Erholung. Das „Kneipgenie" ist desshalb, mit wenigen unzerstörbaren Ausnahmen, ein frühalter, geistig matter Mensch, und der Wirth büsst sein gefährliches Gewerbe, auch wenn er von der Alkoholvergiftung verschont bleibt, durch frühen Kräfteverfall und ein vorzeitiges Ende. Die Todesstatistik hat schlimme Resultate für die unglückseligen Kleinwirthe herausgerechnet. Die gleichen Betrachtungen finden sich auch in den meisten Jahresberichten der Bezirksärzte unseres Kantons, welche schon vom sanitären Standpunkte wenigstens die Beobachtung der Polizeistunde verlangen. Wann wird sie kommen?

Unsere Zeit gefällt sich in juridischen und theologischen Disputationen, ist aber in Fragen des Lebens und der Gesundheit noch allzusehr auf dem kindlich naiven Standpunkte der — bekanntlich kurzlebenden! — Naturvölker! Tausende trinken eine ganze Flora und Fauna von Infusorien nebst Auswurfsstoffen aus dem nächsten Sodbrunnen und wundern sich über einen gelegentlichen Typhus; Tausende athmen Cloakenluft und trinken dann Mixtur gegen die Folgen derselben; Tausende holen sich in einem feuchten Parterre die Wassersucht — und laufen dann, wie Indianer, zum „Medicinmann".

IV.

„Paule, du rasest!“ so lautet in verschiedenen Variationen der mitleidige Einwurf, mit welchem man jeden unbequemen Hygieiniker beschwichtigt, und da wir Alle vom Vorwurfe der Schwärmerei frei bleiben möchten, verlegen wir uns zum Schlusse noch ein wenig auf's Rechnen.

„Des Menschen Leben liegt im Blute,“ sagt schon Moses. Die Aderlässer vergangener Jahrzehnte haben das Blut wie ein Excrement behandelt und entfernt. Die Naturwissenschaften aber führen uns auf den mosaischen Standpunkt zurück und sagen: das Blut ist der flüssige Menschenleib, der Anfang und das Ende aller Ernährung und alles Stoffwechsels, der Träger und Vermittler aller leiblichen und geistigen Leistungen.

Ein Erwachsener von 70 Kilo Gewicht hat etwa 5—6 Kilo Blut, ein wohlgenährter Mann am meisten, ein abgezehrter oder ein sehr fetter am wenigsten. Das herausgelassene Blut scheidet sich in Blutwasser und Blutkuchen. Das Blutwasser enthält Eiweiss, Salze und reichlich Kohlensäure. Der Blutkuchen wird aus den rothen Blutzellen, oder, wie sie ihr Entdecker Leeuwenhoek (1690) nannte, Blutkügelchen gebildet. Diese sind aus Eiweissstoffen zusammengesetzt und enthalten das Haematin oder Blutroth, einen für sich darstellbaren und herausziehbaren Farbstoff, welcher, im lebendigen Leibe wie im Laboratorium, die Eigenschaft zeigt, viel Sauerstoff aufzunehmen und ihn leicht wieder abzugeben. Diese Träger des Sauerstoffes werden in den Lungen geladen und geben auf ihrer schnellen, weiten Wanderung durch alle Körpertheile denselben wieder an die verschiedenen Organe und Gewebe ab. Diese oxydiren sich, verbrennen — im Sinne der Chemie gesprochen —,

erzeugen dabei die wunderbare gleichmässige Körperwärme, die Bewegungen der arbeitenden Muskeln und die Functionen der Sinnesorgane und des Gehirns. Die Verbrennungsproducte aber, als deren Repräsentanten wir auch hier nur die Kohlensäure aufführen, werden an das Blutwasser abgegeben und fortgespült.

Der Apparat ist grossartig. Die einzelnen Blutzellen haben einen Durchmesser von $0,_{007}$ Millimeter und eine Dicke von $0,_{001}$ bis $0,_{002}$ Millimeter, aber ihre Zahl beträgt 250 Tausend Millionen (250 Milliarden), wovon eine Milliarde weisse Blutkörperchen sind, nicht mit der Phantasie, sondern durch sehr sinnreiche und mathematisch stichhaltige Versuche gezählt.* Die Sauerstoff aufnehmende Oberfläche aller Blutzellen stellt eine Fläche von 2816 Quadratmeter dar, d. h. eine Quadratfläche von 80 Schritt Seitenlänge. Ein volles Dritttheil der gesammten Blutmasse liegt in den Lungen. Mit jedem Pulsschlage werden aus der rechten Herzhälfte 176 Gramm nachgeschoben, und ebenso viel geht aus den Lungen in das linke Herz, um von dort den grossen Kreislauf durch den ganzen Körper anzutreten.

In der Lunge wird das Blut in viele Milliarden kleinster Gefässe vertheilt, welche, dünnwandiger als Spinnengewebe, die Luftbläschen umspinnen, wie das Seidengewebe eines Handschuhes den Finger umspinnt. Durch diese Gefässe hindurch tritt der Sauerstoff der eingeathmeten Luft an die Blutzellen heran, und durch dieselbe Gefässwand dunstet die Kohlensäure aus der Blutmasse ab und in die Lungenbläschen hinein. Die Einathmungsluft hat die früher gegebene Zusammensetzung von: Sauerstoff $20,_{8}$, Stickstoff $79,_{2}$, Wasserdampf, Kohlensäure $0,_{005}$. Die Aus-

* Die bekanntesten sind die Arbeiten von Welker.

athmungsluft enthält 5 % Sauerstoff weniger und gibt dafür $4^1/_2$ % Kohlensäure ab.

Das Blut, welches aus dem ganzen Körper in das rechte Herz und von da in die Lunge strömt, kommt hier dunkelroth an. Nachdem es seine Kohlensäure abgegeben und dafür Sauerstoff aufgenommen, wird es hellroth.

Der Gasgehalt des Blutes ist ein bedeutender und wechselt zwischen 30 und 40 % der gesammten Blutmasse. Also ein volles Dritttheil unseres Blutes ist Luft! Gute oder schlechte, gesunde oder giftige! Was der Lunge geboten und in ihr anfgenommen wird, circulirt im Leibe und wirkt dort weiter, genau nach chemischen Gesetzen.

Die Lunge aber ist ein Gewebe, dessen Zettel Luftröhren und dessen Einschlag Blutgefässe heissen;* das Gerüste, welches beide verbindet und trägt, ist elastisches Gewebe.** Die Luftröhre, durch welche wir zunächst athmen, gabelt sich in Millionen von Aestchen aus, welche an ihren Enden Haufen von Lungenbläschen tragen. Diese haben einen Durchmesser von 0,10 Millimeter, und finden sich in einer Zahl von 1800 Millionen. Sie stellen eine Fläche von 60 bis 80 Quadratmeter, 20 Mal die Körperoberfläche! dar. So wird es uns handgreiflich klar, warum alle möglichen Gifte, der Bleiweissstaub einer Werkstätte, wie der Poken-

---

* Sie sehen hier zwei Gefässe mit frischem Ochsenblut. Es enthält von der Athmung herstammenden Sauerstoff und Kohlensäure. Wir lassen in das eine Gefäss Sauerstoff einströmen; das Blut wird davon hellroth. In das andere Gefäss lassen wir Kohlensäure eintreten; das Blut wird dunkelroth. In beiden Fällen aber sehen Sie ein gewaltiges Aufbrausen und Schäumen, welches davon kommt, dass die massenhaften, aber verdünnten Blutgase von den eingeleiteten concentrirten Gasen ausgetrieben werden.

** Schematische, farbige Zeichnungen der Lunge und ihrer Gefässe.

staub oder die Diphtheritis oder Keuchhusten-Schleimtröpfchen eines Krankenbettes so rasch und wirkungsvoll durch die Lungen, durch die Athmung aufgenommen werden.

Beim ersten Athemzuge des Neugebornen hebt sich der Brustkasten, sein Raum wird erweitert, die Luft stürzt durch Mund und Nase in die Luftröhre und ihre millionenfachen Verästelungen hinein, überwindet das elastische Gewebe, welches das Organ wie einen zusammengefalteten Fächer gehalten hatte und durch das ganze Leben seine Neigung, sich zusammenzuziehen, behält, das Herz fängt an zu schlagen, der Kreislauf hat begonnen, und das Kind wird sich entwickeln und aufbauen, je nach dem Material, welches ihm in Luft und Nahrung und Erziehung dargeboten wird.

Wie viel Luft verbraucht der Mensch?*

Ein Erwachsener nimmt mit jedem Athemzuge wenigstens $1/2$ Liter normale Luft auf und gibt $1/2$ Liter sehr kohlensäurehaltige Luft wieder ab.

In der Minute machen wir 16 Athemzüge und verbrauchen also 8 Liter Luft.

In der Stunde $60 \times 8 = 480$ Liter.

In 24 Stunden $24 \times 480 = 11{,}520$ Liter.

Ein Liter zu $1{,}29$ Gramm macht 14,860 Gramm Luft.

Diese 11,520 Liter Luft, welche ein Mensch in 24 Stunden verbraucht, sind in diesem Saale von 1900 Cubikmeter fast genau 165 Mal enthalten. Bei Ausschluss aller Venti-

* Tit.! Ich athme durch eine Waldenburg'sche Maske und Gummiröhre in einen mit rothem Wasser erfüllten, oben geschlossenen, in der pneumatischen Wanne stehenden Glascylinder. Sie sehen, dass ich bei einer mittelstarken Ausathmung 500 Cubikcentimeter Wasser verdränge und bei einer Einathmung jene 500 Cubikcentimeter Luft wieder zurückziehe, dass also eine Ausathmung = $1/2$ Liter zu berechnen ist, ebenso eine Einathmung, ein „Athemzug".

lation würde also ein Mensch in 165 Tagen, oder würden 165 Menschen in einem Tag diesen Raum mit einer Luft von 40 ‰ Kohlensäure erfüllen. Sie müssten aber schon bei 20 ‰ in die Lage der Eingesperrten von Calcutta gerathen, und es ist anzunehmen, dass 82 ($^{165}/_{2}$) Personen innert 24 Stunden in diesem Saale sterben müssten, wenn er hermetisch verschlossen wäre.

Also beinahe 15 Kilo = 30 Pfund Luft werden täglich von $^{1}/_{2}$ ‰ auf 40—45 ‰ Kohlensäure gebracht und durch diese und die sie begleitenden Gase so verunreinigt, dass ohne die natürliche oder künstliche Ventilation der Wohnräume der Mensch in seinen eigenen gasförmigen Ausscheidungsstoffen zu Grunde gehen müsste, weil die Luft des Wohnraumes zu sehr mit Kohlensäure beladen würde, um dem Lungenblute solche noch weiter abnehmen zu können.

Die Grösse des Luftbedürfnisses und die natürlichen Mittel, demselben annähernd zu genügen, sind noch nicht lange bekannt, und in das Bewusstsein der Gebildeten und in den Gedankenkreis der Schule und des täglichen Lebens ist diese Anschauung noch ganz und gar nicht eingedrungen. Für den Grönländer in seiner Schneegrube, für den Lappen oder den Indianer in seiner Fellhütte, für unsern armen Mann in seinem übelriechenden und für manchen reichen Mann in seinem parfümirten Stübchen gibt es keine Luft, d. h. keine Luft zum Leben und Gesundsein, sondern nur eine Luft zum Krankwerden und Sterben.

Parkes, einer der objectivsten und berühmtesten Hygieiniker Englands, sagt: Unreine Luft ist weitaus die häufigste aller Krankheits- und Todesursachen, und überall steigt die Mortalität mit der Wohnungsdichtigkeit und mit der Luftverschlechterung.

Die Gesundheitspflege stellt demnach wesentlich zwei grosse Forderungen an das Culturleben:

I. Verhütung der Luftverunreinigung: Reinhaltung des Baugrundes und der Grundluft unserer Wohnungen und der Wohnungen selber.

II. Beschaffung einer möglichst grossen Menge reiner Luft durch beständige Lüftung unserer Wohn- und Schlafräume.

Grosse Locale und milde Jahreszeit erleichtern, enge Räume und kalte Jahreszeit erschweren die Erfüllung dieser Forderungen; unmöglich wird sie nie.

Die gegenwärtige Einrichtung der meisten Wohnhäuser aber ist so ziemlich das Gegentheil: dunkle Gänge, grosse Zimmer für die Albums und die Polstermöbel, zum Schlafen enge Winkel, viel zu klein als Schlafzimmer, etwas zu gross als Särge! Und vor Allem unsere allerneuesten Fenster, welche man oben nicht aufmachen kann, wo sie einer beständigen, ausgiebigen und nicht erkältenden Lüftung so vortrefflich dienten! Wir arbeiten eben für die Vorhänge, nicht für die Gesundheit!

Justus Liebig, der Vater der neueren Chemie, hat gesagt, dass die Cultur eines Landes sich an dessen Seifenverbrauch direct messen lasse. Ihm schliesst sich der Hygieiniker an, der uns lehrt, dass überhaupt unsere Cultur, unsere Gesundheit und Lebenskraft durch unsere Reinlichkeit bedingt und gemessen wird, und da wir viel mehr Luft verbrauchen als Nahrung, so ist auch die Reinheit der Luft für uns viel maassgebender und entscheidender, als selbst die Reinheit der Nahrung. Wir sind nicht nur ein Spiel von jedem Druck der Luft, sondern wesentlich ein Product der geistigen und der leiblichen Atmosphäre, in welcher wir freiwillig oder unfreiwillig leben.

Nicht nur in Wissenschaften und Gewerben, sondern auch im Kampf um Leben und Gesundheit dürfen wir uns nicht träge mit den ererbten Waffen unserer Vorfahren behelfen, sondern wir müssen alle Hülfsmittel unserer Zeit gewissenhaft benützen. Wie in politischen und socialen, so gilt auch in gesundheitlichen Fragen die ernste Mahnung des Dichters:

„Nur der verdient die Freiheit und das Leben,
Der täglich sie erobern muss.“