

Gute und schlechte Luft.

Von

Hofrath Prof. Dr. A. Bauer.

Vortrag, gehalten den 4. November 1896.

I.

Die schönen Tage der Sommerferien waren vorüber, und alles eilte der Heimat zu; so auch ich, der jedoch, um auch die letzten Stunden noch in „guter Luft“ zu verbringen, zur Rückreise nach Wien von Linz aus das Dampfboot benutzte. In Nussdorf muss man bekanntlich umsteigen, um, auf einem kleinen Localschiff den Donaucanal herabfahrend, zur Landungsstelle zu gelangen; da wurde denn die ganze Reisegesellschaft, die zumeist aus Personen bestand, die aus ähnlichen Gründen wie ich die Wasserstraße benutzte, enger aneinander gerückt und angesichts des nahenden Abschlusses der Reise redseliger. Allgemein bedauerte man den während des raschen Hinabgleitens unseres Fahrzeuges immer fühlbarer werdenden Mangel an „guter Landluft“ und die mit jeder Minute mehr hervortretende üble Wirkung der „schlechten Stadtluft“, was Anlass zu vielfachen Äußerungen über diesen Gegenstand bot.

„Ja, am Lande hat die Luft mehr Sauerstoff“, meint der eine; „nein, nur mehr Ozon“, repliciert sofort ein anderer. „Das auch nicht“, sagte ein dritter, „es liegt die Ursache für die Übelstände der Stadtluft nur in dem Vorwalten von Staub und anderen schädlich wirkenden Nebenbestandtheilen“, und ein vierter gab dem dritten zwar recht, verfocht aber die Ansicht, dass es vornehmlich die „Ausdünstungen der Menschen“ und die „bösen Gase der Kamine und Fabriken“ seien, die die Luft der Stadt verpesteten. So gieng es im Gespräch weiter, und ich war froh, durch die glückliche Landung am Quai endlich der Aufgabe überhoben zu sein, auf alle diese Fragen zu antworten, die sich denn doch in einer so kurzen Spanne Zeit nicht erörtern lassen und deren Abhandlung ich mir daher erlaubt habe, für diesen Abend vorzubehalten. Ich sah mich hiezu einerseits auch dadurch veranlasst, dass unsere Wiener Stadtluft, namentlich gegenwärtig, ihres durch zahlreiche Umbauten verursachten Staubgehaltes wegen gefürchtet ist und andererseits diese Angelegenheit vor wenigen Monaten auch bei uns deshalb eine lebhaftete Erörterung erfuhr, weil der berühmte Berliner Kliniker Geheimrath v. Leyden die Meinung vertreten hatte, dass die Luft der norddeutschen Metropole allzu ungünstig beurtheilt werde, und dass er bezüglich der Heilkraft einer „guten Luft“, wie der Gebirgs- und Landluft, überhaupt ziemlich skeptisch sei, da letztere zwar erfrischend und erquickend sei, nicht aber zu den besonderen Heilmitteln der Krankheiten gehöre. Diese

anschauung hat sofort von vielen Seiten lebhaften Widerspruch erfahren, da sie mit der Meinung, die man sich im Publicum längst über den Einfluss der Luft auf den menschlichen Körper gemacht hatte, durchaus nicht im Einklang stand, und doch erscheint diese Frage nicht so einfach mit „ja“ oder „nein“ beantwortet, wie man allgemein glaubt.

„Gute Luft“ hat man immer mit Land- und namentlich mit Gebirgsluft identifiziert und einen hohen Wert auf sie gelegt. Ich erinnere mich noch, in meiner Jugendzeit — es sind mehr als 50 Jahre seither verflossen — gehört zu haben, dass es vorgekommen sei, dass reiche Leute in Wien sich ab und zu Luft in Krügen aus Ischl haben kommen und diese Behälter in der Krankenstube öffnen lassen! Der Erfolg dieser Procedur war jedenfalls zweifelhaft und könnte, wenn man ihn zu beobachten glaubte, wohl höchstens auf das Gebiet der Suggestion zurückgeführt werden. Heute, wo uns comfortable Salonwagen in wenigen Stunden ins Herz der Alpenländer führen, steht die Sache aber jedenfalls anders, und wir dürfen uns der Hoffnung hingeben, den Erholungsbedürftigen die etwaigen Wohlthaten „guter Luft“ wirklich angedeihen lassen zu können.

II.

Die atmosphärische Luft umgibt unsere Erde als eine dem Durchmesser derselben von 12,700.000 *m*

gegenüber ziemlich niedrige Gashülle. „*Wie der Vitellus ovi*“, sagt Paracelsus, „*in seinem Clar, also schwebt die Erde in dieser Luft.*“

Die Grenze einer wahrnehmbaren Dichte der Luft ist nicht weit von der Oberfläche der Erde entfernt und wird mit etwa 10 geographischen Meilen (70 bis 90 km)¹⁾ angenommen, eine Schätzung, die sich vornehmlich darauf stützt, dass in einer Höhe von 10 Meilen noch eine durch die Atmosphäre bewirkte Refraction des Lichtes wahrnehmbar ist, so dass die Luft dort noch eine merkbare Dichte haben muss, wogegen die wirkliche Grenze jedenfalls noch weiter auf etwa 50 Meilen verlegt werden muss, da in dieser Höhe das Aufleuchten von Sternschuppen beobachtet worden ist.

Nehmen wir, um eine unserem Vorstellungsvermögen etwas zugänglichere Betrachtung dieser Größenverhältnisse zu ermöglichen, an, wir hätten eine Kugel vor uns, deren Durchmesser der Höhe des Stephansthurmes (136·5 m) gleichkäme, und die unsere Erde repräsentieren sollte, so würde die Atmosphäre dieses Erdballes die Höhe von 0·86 m oder 86 cm betragen. Die höchsten Bergeshöhen, welche bisher von Menschen erreicht wurden, würden auf dieser „verkleinerten Erde“ kaum über 6 cm und die bedeutendsten Schacht-tiefen, die man, wie den berühmten Albertischacht in

¹⁾ Nahezu die horizontale Entfernung der Bahnstrecke von Wien nach Payerbach.

Przibram, bisher abgeteuft hat, nicht über 1·5 cm ausmachen.¹⁾)

Wir kennen sohin eigentlich nur die oberste Kruste unseres Planeten, und für das organische Leben, das sich auf seiner äußersten „dünnen Schicht“ abspielt, ist diese „dünne, leichte“ Lufthülle ein wichtiger Factor. Sie gehört zu einer der Grundbedingungen für unsere Existenz, denn die Aufnahme des durch dieselbe dargebotenen Sauerstoffes dient uns, um die mit dem Leben unzertrennlich verbundenen Umsetzungen der Nahrungs- und Körperstoffe ausführen zu können. Die Luft ist uns daher ein wichtiges Nahrungsmittel, ja mehr als ein Nahrungsmittel im gewöhnlichen Sinne des Wortes, denn wir können dessen Genuss keinen oder doch höchstens nur für einige Augenblicke entbehren.

¹⁾ Eine genauere Berechnung liefert für einzelne Fälle die nachfolgenden Daten:

	Seehöhe	Höhe auf der „verkleinerten Erde“
Mount Everest	8840 m	10·9 cm
Montblanc	4810 „	5·8 „
Großglockner	3798 „	4·6 „
Ätna	3313 „	4·1 „
Braunschweigerhütte	2759 „	3·7 „
Sonnwendstein	1523 „	1·6 „
Semmeringhôtel	992 „	1·1 „

Die durchschnittliche Höhe eines Menschen würde auf unserer verkleinerten Erde zwei hundertel Millimeter betragen.

Die Menge der von einem Menschen täglich eingeathmeten Luft ist sehr bedeutend und beträgt etwa 9 m^3 oder 11.6 kg in 24 Stunden, was allerdings einer Sauerstoffzufuhr entspricht, die größer ist als diejenige, die wir thatsächlich verbrauchen.

Die eminente Wichtigkeit, die unter den Bestandtheilen der atmosphärischen Luft dem Sauerstoff zukommt, lässt es erklärlich erscheinen, dass die Ansicht ziemlich allgemein verbreitet ist, dass der Vorzug der reinen Landluft in einem reicheren Gehalt an Sauerstoff bestehe, was jedoch nicht zutreffend ist, denn für gewöhnlich zeigt der Sauerstoffgehalt der Luft selbst in Fabriksstädten kaum messbare Unterschiede gegenüber der Land- und Waldluft, und es sind die bisher diesbezüglich beobachteten Schwankungen hygienisch bedeutungslos. Dagegen kann die absolute Menge des mit der Luft eingeathmeten Sauerstoffes unter Umständen stärkeren Variationen unterliegen und dann auch erheblichen Einfluss auf den Menschen ausüben.

Diese Variationen können sowohl durch Temperaturänderungen und die damit verbundene Ausdehnung der Luft verursacht werden, was aber zu unbedeutend ist, um bemerkenswerte Symptome hervorzurufen, oder es kann durch Schwankung des Luftdruckes die Menge des mit jedem Athemzuge eintretenden Sauerstoffquantums sich verändern; ein Umstand, der schwerwiegende Folgen für den Organismus nach sich ziehen kann.

Um in dieser Hinsicht klar zu sehen, mag man sich Folgendes vergegenwärtigen:

Die Luft umhüllt den ganzen menschlichen Körper, der in dieses Medium gewissermaßen eingetaucht ist, und auf den sie einen von allen Seiten gleichmäßig wirkenden und daher nicht wahrgenommenen Druck von 18.000—20.000 *kg* ausübt. Diese Schwere der Luft übt durch die Veränderungen, welche die Luftdichtigkeit namentlich bei dem Übergang in Orte von verschiedener Höhenlage erleidet, indirect einen wesentlichen Einfluss auf das Befinden des Organismus aus, da wir in dünnerer und dichter Luft, bei gleicher Tiefe der Athemzüge, verschiedene Mengen derselben, also auch verschiedene Mengen von Sauerstoff aufnehmen. Wenn wir die verdünnte Luft auf Bergeshöhe einathmen, so ist dies ähnlich, wie wenn wir bei ungeändertem Drucke den Sauerstoffgehalt der Luft durch Beimengung eines indifferenten Gases vermindern würden.

Auf einer Seehöhe von 2000 *m*, die ungefähr dem Gipfel unseres Schneeberges entspricht, zeigt das Barometer normal 591 *mm* Quecksilberdruck, was einem relativen Sauerstoffgehalte von ungefähr 15 Percent (statt 20·7 bei 0° und 760 *mm*) gleichkommt. Allein durch das Einathmen solch verdünnter Luft tritt zunächst eine erhöhte Pulsfrequenz und auch vermehrte Athemthätigkeit ein, der Körper sucht sich den neuen Verhältnissen zu accommodieren.

Bei einer Erhebung bis zur Spitze des Ortler

(3902 *m*), bei der die relative Sauerstoffmenge der eingeathmeten Luft einem Gehalte von ca. 13 Percent dieses Gases entspricht, steigt die Respiration von 25 auf 41 in der Minute und die Pulsfrequenz von 82 auf 141, wobei jedoch selbstverständlich die Individualität, sowie andere Verhältnisse wesentliche Abweichungen von diesen in einem speciellen Falle beobachteten Ziffern bedingen.

Im allgemeinen will man bei Höhen von 1000 *m* (Semmeringhôtél, Wildbad-Gastein etc.) eine Steigerung der Pulsfrequenz um 4 bis 5, bei Höhen von 4000 *m*¹⁾ um 12 bis 20 Schläge beobachtet haben. Die Athemfrequenz soll sich bei 4000 *m* verdoppeln.

Bei vielen Menschen treten beim Besteigen von Höhen, die 3000 *m* noch nicht erreichen, bei anderen erst bei noch bedeutenderer Elevation Erscheinungen ein, die man mit dem Namen der Bergkrankheit bezeichnet, und die hauptsächlich in starker Vermehrung der Athemzüge, Kopfschmerz, ja Erbrechen und Ohnmacht sich äußern, welche Symptome gewöhnlich, sobald man ausruht und keine Muskelarbeit mehr verrichtet, schwinden, allerdings um wiederzukehren, sobald man aufs neue Anstrengungen macht. Die Ursache für diese Krankheit ist in erster Linie der Sauerstoffmangel und die Ermüdung der durch die Luftverdünnung nothwendig gewordenen lebhafteren Bewegung der Athemmuskeln.

¹⁾ Großglockner 3798 *m*, Ortler 3902 *m*, Montblanc 4810 *m*.

Einwirkung der Kälte und intensive Sonnenbeleuchtung sind gewiss auch nicht ohne Einfluss auf das Auftreten dieser Bergkrankheit, doch kann man sich durch längeren Aufenthalt auf bedeutenden Höhen endlich vollständig acclimatisieren. Die Stadt Mexico liegt ja 2270 *m*, Quito 2850 *m*, ja das Kloster Hanle in Tibet 4610 *m* hoch. Gewöhnlich entstehen aber in Höhen von nahe 6000 *m* bei den meisten Menschen bedenkliche Symptome, wenn auch Schlagintweit im Himalaya 6780 und Glaisher im Luftballon sogar 8840 *m* erreichte, eine Höhe, bei der das Barometer nur 248 *m* Druck zeigt. Allerdings konnte der letztere durch zeitweises Athmen von mitgebrachtem Sauerstoff die Lebensthätigkeit unterhalten, aber immerhin kann man die Höhe von 8600 *m* als die Grenze für das menschliche Leben annehmen.

Übrigens kann man sagen, dass es bei vorübergehendem Verweilen in größeren Höhen leichter zu Gesundheitsstörungen kommt wie bei längerem oder gar dauerndem Aufenthalte, weil dann eben eine sich allmählich ausbildende Anpassung des Organismus eintritt. Auch spielt in diesem Prozesse die Verminderung des Druckes selbst eine Rolle, und im allgemeinen ist es wohl zweifellos, dass der Aufenthalt auf mäßigen Höhen der Gesundheit der Menschen zuträglich ist.

Näheres über diesen hochinteressanten Gegenstand findet sich in einem sehr anziehenden Aufsatz, den A. Rollet in den „Mittheilungen des Vereines der Ärzte in Steiermark“ (1894, 6. Heft) veröffentlicht hat

und der den Einfluss des Höhenklimas auf die Beschaffenheit des Blutes bespricht.

Es war Paul Bert, der schon im Jahre 1878 die Vermuthung aussprach, dass bei der Anpassung von Menschen und Thieren an die dünne Luft großer Höhen eine Vermehrung der Blutkörperchen und des Häoglobins im Blute eine Rolle spielen dürfte, eine Vermuthung, die alsbald durch Beobachtungen des Professors Viault aus Bordeaux gelegentlich eines Aufenthaltes in Peru und Bolivia Bestätigung fand. Diese Thatsache veranlasste zunächst einige Schweizer Ärzte zu weiteren Forschungen, und es zeigte sich, dass thatsächlich durch den Aufenthalt in der verdünnten Luft unserer Bergeshöhen eine beträchtliche Vermehrung der rothen Blutkörperchen eintritt.

Allerdings sinkt die Anzahl der auf Höhen producierten Blutkörperchen beim Herabsteigen in die Ebene rasch wieder, allein nichtsdestoweniger liegt in der angeführten Thatsache ein wichtiger Factor für die Erklärung der wohlthätigen Wirkung des Höhenklimas, und es ist somit von äußerster Wichtigkeit für unsere Höhengurorte, namentlich wenn sich immer einstellen würde, was ein Schweizer Arzt, Dr. Egger, an zwei anämischen Kranken beobachtete, die mit 3, 5 und 4 Millionen Blutkörperchen im Cubikmillimeter Blut das Höhenklima von Arosa (1892 m), also etwa die Höhe des Suldenhôtels aufsuchten und nach mehreren Monaten mit 5·8 und 7·4 Millionen nach Basel zurückkehrten, wo zwar anfangs starkes Sinken

der Blutkörperchenzahl eintrat, dann aber auf der Normalzahl von 5 bis 5·5 Millionen ein Stillstand sich zeigte, was für die Betreffenden geradezu Heilung bedeutete.

Diese Angelegenheit wurde übrigens von unserer touristischen Literatur bereits berücksichtigt und eingehend besprochen, was wohl auch von ähnlichen Versuchen gilt, die in neuester Zeit auf der Höhe des Eiffelthurmes in Paris ausgeführt wurden.

Übrigens hat man beobachtet, dass auch durch die Wirkung des Seeklimas eine beträchtliche Steigung der Blutkörperchenzahl im Cubikmillimeter Blut verursacht wird, was in Anbetracht der früher erwähnten, das Höhenklima betreffenden Bemerkungen höchst auffallend erscheinen mag.

Allein Rollet hat in seinem oben citierten Aufsatz, der den Titel „Über Mauserung des Blutes“ führt, diesen scheinbaren Widerspruch in sehr geistreicher Weise beleuchtet und gezeigt, dass es sich hier immer um reizende Anregung auf die Thätigkeit der hämatogenen Organe handelt, durch die ein Zunehmen von Blutkörperchen und des Hämoglobingehaltes des Blutes bedingt wird, diese beiden sind aber nicht bloß bei der äußeren Athmung, sondern auch bei der inneren Athmung betheilig. „Und wir könnten“, sagt unser berühmter Grazer College weiter, „annehmen, dass die vermehrte Reduction des Hämoglobins des die Gewebe durchströmenden Blutes, welche bei den Folgen des Seeklimas auftreten muss,

auch eine reizende Anregung auf die Thätigkeit der hämatogenen Organe ausübt, und würde so auf eine übereinstimmende Änderung der Blutbeschaffenheit durch das Höhenklima und das Seeklima hingewiesen sein.“

Höchst bemerkenswert ist der Vergleich, den Rollet zwischen der Wirkung des Höhenklimas und der Anwendung des altberühmten Volksheilmittels der Blutentziehung durch Aderlass oder Schröpfen anstellt. „Es begeben sich ein Mensch“, sagt er, „für eine vorübergehende Zeit von mehreren Wochen oder einigen Monaten in ein Höhenklima oder an die See und erwerbe dort eine beträchtlich vermehrte Anzahl von rothen Blutkörperchen im Cubikmillimeter Blut, er kehre dann in das Tief- oder Binnenland zurück, und seine Blutkörperchenzahl sinke wieder herab. Macht man dann die Annahme, dass nicht die unter dem Einflusse des Höhen- oder Seeklimas neugebildeten, sondern ältere, schon früher gebildete Blutkörperchen zugrunde gehen, dann würde ein solcher Mensch in Bezug auf sein Blut einen ganz ähnlichen Mauserungsprocess durchgemacht haben wie ein Mensch, dem durch einen Aderlass oder durch Schröpfen eine bestimmte Menge Blut und damit eine bestimmte Anzahl von rothen Blutkörperchen entzogen worden ist, und der durch Regeneration des Blutes wieder die Normalzahl seiner Blutkörperchen erworben hat. In allen drei Fällen hätten wir es mit einer Anregung der Thätigkeit der hämatogenen Organe zu thun ge-

habt und mit dem Untergange einer bestimmten Anzahl alter rother Blutkörperchen. Dass es die ‚alten‘ und nicht etwa die neu erworbenen Körperchen sind, die dem Untergange zugeführt werden, kann allerdings nicht direct erwiesen werden, doch sprechen hiefür immerhin gewichtige Gründe.“

Sollte die „Güte der Luft“ auf Bergeshöhen und am Strande der Nordsee, sollte der modern gewordene Aufenthalt am Karrersee, am Mendelpass, in Sulden oder in Scheveningen aus ähnlichen Gründen einen Nutzen für die Organismen haben wie das „Schröpfen“ und „Aderlassen“ in „halbvergangener Zeit“?

Von nicht zu unterschätzendem Wert für die Wohlthat des Aufenthaltes auf den Höhen ist auch die beträchtliche Wärmestrahlung, die selbst bei kühler Lufttemperatur sich energisch geltend macht und diese Kühle zumeist behaglich erscheinen lässt. Die geringen Tiefen der die hochgelegenen Orte bedeckenden Atmosphäre und die Abnahme des Wasserdampfgehaltes der Luft veranlassen eine nur geringe Absorption der Wärmestrahlen, wodurch daher diese Orte gewissermaßen mit einer größeren Lichtfülle versehen werden. Weitere Vorzüge der Höhenlage, wenigstens gewissen, und zwar sehr vielen Individuen gegenüber (denn nicht für alle Personen ist der Aufenthalt auf Höhen wohlthätig), können hier nicht erörtert werden, ohne den Rahmen weit zu überschreiten, den wir uns gezogen haben.

Dass das Ozon eine besonders günstige Wirkung auf den Organismus ausübt, ist eine so verbreitete Ansicht, dass man vielfach bei Anpreisung von Sommerfrischorten auf den Ozonreichtum der Luft daselbst aufmerksam macht. Es ist nun allerdings zweifellos, dass die Ozon genannte active Modification des Sauerstoffes auf etwaige in der Luft vorhandene oxydable und vielleicht schädliche Stoffe zerstörend, also gewissermaßen desinficierend und reinigend einwirken kann, allein auf den menschlichen Organismus selbst scheint Ozon einer directen wohlthätigen Wirkung zu entbehren. Künstlich hergestellte sehr ozonreiche Luft verursacht, eingeathmet, sogar lange anhaltenden Schnupfen und Kehlkopfirritation (Rubner).

Dagegen hat Professor W. Sigmund in Prag kürzlich auf Grund eigener Versuche die Ansicht ausgesprochen, dass das Ozon bei nicht zu reichem Ozongehalt der Luft einen günstigen Einfluss auf die Pflanzen ausübe, indem es die Energie des Wachstums erhöhe.

Von eminenter Bedeutung für die Lebensökonomie ist zweifellos auch der Wassergehalt der Luft, doch kommt dieser für die Frage, die uns heute hier beschäftigt, nur wenig in Betracht.

An keinem Punkte der Erde, soweit sie dem Menschen zur Wohnung dient, weder in der Wüste, noch in der Luft des Kältepoles, dessen Wintertemperatur weit unter dem Gefrierpunkte des Quecksilbers liegt, fehlt der Wasserdampf (Wasser in Gasform) in

der Atmosphäre, allein wechselnder Wasserdampfgehalt übt auf die Eiweiß- und Fettsetzung, wie Rubner sagt, sowie auf die Gesamt-Wärmeproduction der Thiere keinen Einfluss; dagegen steht der Wärmeverlust durch Strahlung und Leitung in directer Abhängigkeit zum relativen Feuchtigkeitsgrade der Luft. Je trockener die Luft, umso weniger Wärme verliert man durch Strahlung und Leitung, was von eminenter Wichtigkeit ist.

Allerdings kommen hier auch noch Momente in Betracht, deren Einfluss und deren Bedeutung sich bisher einer richtigen Wertschätzung entziehen. — Die Wasserfläche eines Gebirgssees beeinflusst beispielsweise die Atmosphäre in anderer Weise wie der von einem tosenden Fall ausgehende feine Sprühregen oder der von der Brandung des Meeres herrührende feine Wasserstaub, der überdies die Luft mit Salzpartikelchen schwängert, die in ihrer Wirkung auf die Athmungsorgane nicht gleichgiltig sein können. Wieder in anderer Form wird sich die Nähe des Eises und Schnees der Gletscher und Firnmeere geltend machen und überdies werden die wechselnden klimatischen Verhältnisse zweifellos eine wichtige Rolle allen diesen Umständen gegenüber spielen.

Der Kohlensäuregehalt der Luft wird sehr häufig beschuldigt, die Ursache der Luftverderbnis zu sein, und in geschlossenen Räumen, in welchen viele Menschen athmen, mag die Menge derselben immerhin so zunehmen, dass eine Belästigung eintritt, allein ihre

Production geht da immer parallel mit der Steigerung des Wassergehaltes und der Zunahme von Wärme, so wie der Ausscheidung anderer übelriechender, ja giftiger Gase, und es kann das belästigende und beängstigende Gefühl, welches wir oft an solchen Orten empfinden, durchaus nicht der Kohlensäure allein zugeschrieben werden, weshalb auch der zur Bekämpfung dieser Übelstände ersonnene Apparat, den man mit dem Namen der „chemischen Lunge“ bezeichnet hat, nur sehr geringe, wenn überhaupt eine Abhilfe schafft!

Dieser Apparat besteht der Hauptsache nach in einem mit Stoff überzogenen Flügelrad, welches beim Drehen zum Theil in ein Gefäß mit Kali- oder Natronlauge eintaucht, so dass diese, auf einer großen Oberfläche sich immer erneuernd, die Absorption der Kohlensäure besorgen soll.

Das Kohlensäuregas findet sich als normaler, um den Mittelwert von 0·3 per Mille schwankender Bestandtheil in der atmosphärischen Luft. Nicht einmal zwischen Stadt- und Landluft ist im allgemeinen eine nennenswerte Differenz gefunden worden; jene enthält im Mittel 0·385, diese 0·318 per Mille von diesem Körper, dessen Menge übrigens wesentlich durch den Gehalt der Bodenluft an Kohlensäure beeinflusst wird, und zwar in der Weise, dass die Luft umsomehr damit bereichert wird, je intensiver die Zersetzung der organischen Stoffe im Boden vor sich geht. Überdies wird dessen Gegenwart auch durch unterirdische Gasquellen, dann durch Fäulnis, sowie durch Verwesungs- und Ver-

brennungsprocesse, namentlich aber durch das Athmen der Thiere und Menschen veranlasst. Ein Mensch liefert stündlich 22 l dieses Gases, so dass die gesammte, jährlich von den die Erde bewohnenden Menschen erzeugte Kohlensäuremenge mit rund 130 Milliarden Cubikmeter veranschlagt wird.

Allein die grünen Pflanzen zerlegen im Tageslicht dieses Gas, die Niederschläge entfernen es zum Theil aus der Atmosphäre, und die Winde sorgen für eine gleichmäßige Vertheilung, so dass es erklärlich erscheint, dass man im Kohlensäuregehalt der Luft keine größeren Schwankungen als zwischen 0·2 und 0·55 pro Mille beobachtet hat.

In sehr bedeutenden, durch den Luftballon erreichten Höhen von 4000 m und darüber wurde der Kohlensäuregehalt der Luft etwas höher gefunden als in niedrigeren Schichten der Atmosphäre, was dem Fehlen der dieses Gas gewissermaßen verzehrenden Vegetation zugeschrieben wird. v. Lorenz bestimmte auf dem Gipfel des Sonnblick den Kohlensäuregehalt der Luft zu 2·05—2·36 Vol. in 10000 Theilen.

Eine geringfügige Steigerung tritt wohl ein in Wäldern, in Industriebezirken, bei Moorbränden u. dgl. Innerhalb der Wohnungen hat man sogar Steigerungen bis 1, ja 10 pro Mille nachgewiesen.

Giftig wirkt Kohlensäure allerdings nur in größerer Menge, denn selbst ein Gehalt von 1 Percent kann für längere Zeit, vorübergehend sogar noch etwas mehr vertragen werden (wie sich beim Bau des Gotthard-

tunnels gezeigt hat), ohne gerade deutliche krankhafte Erscheinungen hervorzurufen, allein man mag daran festhalten, dass jede Steigerung des Kohlensäuregehaltes der Luft im Freien über 0·35 pro Mille, in Wohnräumen über 1·0 pro Mille mit lästigen Empfindungen und einer Beeinträchtigung der Gesundheit verbunden ist, und dass daher eine solche Luft beanstandet werden muss (Flügge).

Salpetersäure und salpetrige Säuren, sowie Ammoniak sind zwar als constante, stets jedoch in äußerst geringer Menge in der Atmosphäre enthaltene Bestandtheile anzusehen, die, mit dem Regen- und Schneewasser gewissermaßen herausgewaschen, dem Boden zugeführt werden und dort, sowie zuweilen beim Verwitterungsprocesse und bei ähnlichen Erscheinungen eine Rolle spielen. Für eine directe Wirkung auf den Gesundheitszustand der Menschen erscheinen diese Stoffe wohl belanglos. Der Stickstoff selbst, obwohl quantitativ die Hauptmenge der Luft bildend, gilt in dieser Hinsicht als indifferent, ebenso wie das Argon, von welchem neu entdeckten Grundstoff der Mensch täglich etwa 20 l mit der Luft einathmet.

III.

Viel wichtiger als die Berücksichtigung der Variationen im Gehalte an solchen Bestandtheilen der Atmosphäre, die man füglich als die gewöhnlichen bezeichnen kann, ist die Berücksichtigung solcher Bei-

mengungen, die als accessorische angesprochen werden müssen, und die sowohl ihrer Natur als ihrer Menge nach verschieden sind, in „reiner Luft“ jedoch gar nicht oder nur in verschwindend kleiner Menge sich vorfinden, denn man kann, von wenigen geringfügigen Ausnahmen abgesehen, immer dann von einer Verunreinigung der Luft sprechen, wenn entweder einzelne derjenigen Componenten der atmosphärischen Luft, die unter normalen Verhältnissen nur in minimalen Mengen in ihr sich vorfinden, wie z. B. Kohlensäure oder Ammoniak, in einer auffallend größeren Menge sich bemerkbar machen, oder wenn überhaupt fremde, nicht zu den Gemengtheilen der normalen Luft gehörige Körper in ihr enthalten sind. Darin liegt im allgemeinen ein Hauptunterschied zwischen der „frischen“ Luft im Freien, der guten „Landluft“ und der Luft in Städten oder doch in der Nähe bewohnter Orte!

Freilich kann man nicht geradezu alle vorhandenen fremdartigen Beimengungen auch zugleich immer als Verunreinigungen ansehen, was insbesondere häufig von den riechenden Bestandtheilen gilt. Wer wollte leugnen, dass „würziger“ Waldesduft angenehm und anregend und dadurch, wenigstens indirect, gesundheitsfördernd ist, und Ähnliches gilt vom Geruch der Blumen, wenn auch vielfach die individuelle Disposition der Menschen hiebei eine hervorragende Berücksichtigung verdient. Dies gilt auch von den übelriechenden Bestandtheilen der Atmosphäre, die aus ähnlichen Motiven als schädlich zu bezeichnen, an und für

sich dies unter Umständen aber nur höchst selten sind. Freilich sind Fäulnisgase zumeist ein Zeichen ungenügender Reinlichkeit und zeigen dadurch hygienische Gefahren an, auch erregen sie leicht begreifliches Ekelgefühl.

Übrigens darf man in dieser Hinsicht nicht zu ängstlich sein, denn der Geruchsinn ist ein äußerst empfindliches Reagens, das Spuren ermitteln lässt, die oft auf andere Weise gar nicht zu erkennen sind und zuweilen schon ihrer geringen Menge wegen schädliche Wirkungen ausschließen. Beispielsweise kann man das übelriechende Mercaptan in einer Quantität von $\frac{1}{460000000}$ mg im Cubikcentimeter Luft noch durch den Geruch erkennen.

Gas- oder dampfförmige Verunreinigungen treten übrigens nur höchst selten im Freien in der Luft auf, und ihre Gegenwart ist in diesem Falle zumeist auf die Nähe industrieller Anlagen oder allenfalls auf die Nachbarschaft von Sümpfen und Morästen zurückzuführen.

Dagegen sind feste Theilchen, die als Staub auftreten, allerdings viel allgemeiner verbreitet und selbst in Luftschichten, die man in erheblicher Höhe über dem Erdboden geschöpft hat, nachgewiesen worden. Außerordentlich verbreitet sind auch die Keime niederer thierischer und pflanzlicher Organismen.

Die lebensfähigen Mikroorganismen verdienen unter den Bestandtheilen des Staubes die größte Beachtung, zumal sie immerhin als Infectionserreger

angesehen werden können, doch wurde diese Gefahr früher gewiss überschätzt, denn diese Mikroorganismen werden nur unter gewissen Bedingungen dem Luftstaub beigemischt und in freier Luft, die selten ruhig ist, bald und rasch außerordentlich verdünnt, erfahren auch durch Trocknung allmähliche Schwächung und Zerstörung. Gewiss ist die Gefahr in geschlossenen Räumen, wozu man wohl auch enge Straßen und enge Lichthöfe rechnen muss, weit größer. An solchen Orten kann Staub immer gefahrbringend werden und muss staubige Luft daher jedenfalls bedenklicher erscheinen als bloß übelriechende Atmosphäre, womit ein entschiedener Vorzug der Landluft gekennzeichnet erscheint.

Welcher Unterschied zwischen gewöhnlichem Staub der Straßen und dem Staub im Zimmer herrschen kann, mag aus einer im Jahre 1882 von Dr. Emmerich unternommenen Analyse des Staubes entnommen werden, der in einem Bücher-Auctionslocale in Leipzig (von den Büchern) gesammelt wurde, und welcher nur 48·81 Percent unverbrennliche Asche und 51·19 verbrennliche organische Substanz enthielt, während gleichzeitig im Straßenstaub 92·07 Percent Asche und 7·93 Percent organische Substanz gefunden wurden. Überdies enthielt der Straßenstaub bloß 1 Percent Stickstoff, während der Stickstoffgehalt der organischen Substanz des Bücherstaubes 3 Percent betrug.

Tissandier berichtet, dass 1 m^3 Pariser Luft unter normalen Verhältnissen (Juni—Juli 1870 und

April—November 1872) 0·0062 bis 0·008 *gr* Staub enthielt, so dass sich für die Luft des 500.000 *m*² Oberfläche darbietenden Marsfeldes, für eine Höhe von 5 *m*, eine Menge von 15 *kg* fester Stoffe als Staub ergibt. (25 bis 34 Percent organische Stoffe enthaltend.)

Was den Staub von Wien anbelangt, so war dieser mehrfach Gegenstand der Untersuchung, und wir verdanken namentlich Eduard Suess, sowie dem verstorbenen Dr. Reisseck eingehende Arbeiten über diesen Gegenstand, den seinerzeit Franz Unger in Graz und schon vor vielen Jahren Ehrenberg in Berlin studiert hat.

Man hat in Wien gewöhnlich das Granitpflaster als die Hauptquelle für den Staub bezeichnet, allein Granit ist ein sehr hartes Pflastermaterial, und wenn auch anfangs, so lange die Oberfläche der Steine noch rauh ist, ein Abschleifen durch die Benützung die Staubentwicklung begünstigen mag, so wird diese später gewiss durch diese Quelle nicht mehr oder doch nur in geringem Maße bedingt werden, wogegen der Sand, der zum Aufstreuen dient, immerhin ziemlich viel Quarzstaub liefern kann. Der bekannte Wiener Sandstein, der neben Quarz und Glimmer ein thoniges Bindemittel enthält, das durch Oxydation des Eisens der Verwitterung leicht zugänglich ist, dürfte als Hauptschuldiger angesprochen werden. Doch was leistet dieser gegenüber den Wirkungen der Staubquellen, die der Bauthätigkeit unserer schönen Stadt entspringen!

Eine der gewöhnlichsten Verunreinigungen der

Atmosphäre ist die durch Rauch, und dies ist ein Culturübel, das dem Anscheine nach durch die Technik niemals ganz zu beseitigen sein wird. Man kann unter dieser Bezeichnung, Rauch, Verschiedenes, so auch den an sauren Röstgasen aller Art reichen Hüttenrauch verstehen, auch das in chemischen Fabriken sich allenfalls bildende Gemenge mehr oder minder schädlicher Gase als „Rauch“ bezeichnen und wird, wie ich sogleich zeigen werde, alsbald erfahren, dass die Industrie zur Bekämpfung dieser Verunreinigung erfolgreiche Schritte thut. Allein der eigentliche, am schwersten zu bekämpfende Rauch ist gerade der sich am häufigsten bildende, nämlich der Rauch der Feuerungen, also in erster Linie der Steinkohlenrauch. Dieser Rauch ist eine der Hauptursachen für die Verderbnis der Stadtluft, veranlasst in erster Linie Nebelbildung und verhindert die freie Diffusion in die oberen Luftschichten, steht sohin der Vermischung und Vertheilung accessorischer Luftbestandtheile hinderlich entgegen.

Die schädlichen Wirkungen des Steinkohlenrauches sind überaus verbreitet und werden vielfach unterschätzt, und zwar gerade an Orten, wo viele chemische Fabriken oder Hüttenwerke liegen und man alle Schäden, die die Vegetation erleidet, diesen zuzuschreiben geneigt ist.

Die Umgebung von St. Helens im berühmten Black Country Englands sendet aus den verschiedenen Rauchquellen etwa $1\frac{1}{2}$ Millionen Centner saure Gase

in die Luft, von denen mehr als die Hälfte derjenigen schwefeligen Säure angehört, die von den Steinkohlen stammt. Alle Etablissements, die große Mengen von Steinkohle verbrennen, betheiligen sich an dieser Verpestung der Luft und liefern Gase in dieselbe, die im Freien, wo Waldbestände sind, namentlich die empfindlichen Nadelhölzer schädigen.

Die schwefelige Säure zerstört das Chlorophyll der Blätter, oxydiert sich weiter zur Schwefelsäure und bringt, wie die interessanten Versuche von Stöckhardt und v. Schröder gezeigt haben, selbst bei dem minimalen Gehalt von $\frac{1}{10000}$ bis $\frac{1}{20000}$ Volumtheilen der Luft schon nach kurzer Zeit die Blätter von Nadeln und Bäumen zum Absterben, während bei Kartoffeln, Hafer, Klee und Gras sogar schon bei $\frac{1}{60000}$ Volumtheilen Schädigung eintritt.

Die festen Theile des Rauches, der Ruß, wirken indirect schädlich, indem sie, auf die Objecte sich ablagernd, durch Flächenanziehung leicht Feuchtigkeit absorbieren, was in weiterem Gefolge auch die Absorption der flüchtigen Stoffe, die Oxydation der schwefeligen Säure zu Schwefelsäure u. dgl. veranlasst.

Besonders nachtheilig wirkt der Steinkohlenrauch, wenn er sich in engen Thälern entwickelt, wo er sich nur langsam in der Luft vertheilen kann, ein Fall, bei dem sogar der Locomotivrauch schädlich werden kann.

Diese Schädigung durch Rauch tritt selbstverständlich auch in den Städten auf, wo die Zahl der Steinkohlenherde enorm ist und jährlich zunimmt,

zumal die Anwendung von Holz zum Heizen immer mehr verschwindet.

Raimunds Aschenmann ist nur mehr eine mythische Person, deren Bedeutung die jüngere Generation gar nicht mehr kennt!

Eine vollständige Rauchverbrennung, die namentlich für die einzelnen Feuerungsanlagen in unseren Wohnungen kaum möglich ist, würde die Übelstände, die die Verbrennungsgase verursachen, noch immer nicht ganz beheben, denn verschiedene Bestandtheile des Rauches, so gerade die schwefelige Säure, würden dadurch doch nicht berührt, und eine Entfernung dieser Beimengungen durch Absorption ist nur dort denkbar, wo ein Großbetrieb existiert; für die einzelnen Haushaltungen geradezu unmöglich!

Früher hat man wohl die Meinung vertreten, dass die Rauchgase nicht nur nicht schädlich, sondern infolge ihrer desinficirenden Wirkung sogar nützlich seien, was entschieden unrichtig ist. Sie bereiten den Menschen Gefahren und wirken zerstörend auf den Pflanzenwuchs. In London leiden die Bäume sogar im eleganten und von Industriebezirken entfernten Westend; in Manchester ist die Vegetation in der Stadt vielfach zerstört.

Tritt Rauch in die Wohnstube, so wirkt er ebenfalls, ja noch entschiedener schädlich, und zwar schon durch seinen Gehalt an dem giftigen Kohlenoxyd, sowie durch die Beimengung empyreumatischer Substanzen.

Für die Gesundheit ist aber insbesondere der so-

genannte „Kohlendunst“ gefährlich, und zwar wegen seines Kohlenoxydgehaltes (CO), eines Gases, das bei ungenügendem Luftzutritt zu den brennenden Kohlen entsteht. Dieses Gas ist positiv giftig, und schon bei einem Gehalt von 0·07—0·08 Percent der Athemluft tritt Athemnoth ein, bei 0·4 Percent Kohlenoxydgehalt der Luft sterben Thiere in längstens einer Stunde. Für die Menschen darf die Grenze der Schädlichkeit nach Gruber mit etwa 0·05 Percent angenommen werden.

„Kohlendunst“ verräth sich nicht immer durch seinen eigenthümlichen Geruch, namentlich wenn er durch Zwischenwände in andere Wohnräume strömt, wo er Personen vergiften kann, die alsbald von Kopfweh und Schwindel ergriffen und geradezu apathisch und un aufmerksam gegen das Fortschreiten der Gefahr werden.

Ähnliches gilt vom Leuchtgase, auch dieses wirkt hauptsächlich durch seinen Kohlenoxydgehalt giftig, wenn es in die Wohnräume ausströmt, doch lässt sich dieses bekanntlich leicht durch den Geruch nachweisen, der schon bei $\frac{1}{100}$ Percent dieses Körpers unverkennbar auftritt. Freilich kann es namentlich im Winter vorkommen, dass das Gas bei Rohrbrüchen unter den Straßen in nieder gelegene Wohnräume eindringt und sich durch den Geruch nicht verräth, da es beim Passieren des Bodens seine riechenden Bestandtheile durch Absorption verloren hat. Man hat schon zu wiederholtenmalen Erkrankungen infolge solcher Vorgänge wahrgenommen.

Im Innern einer Wohnstube kommen allerdings noch andere Momente in Betracht, die die Luft verderben und die Vortheile „frischer, reiner Landluft“ erklärlich machen.

Die Luft wird nämlich auch durch die Producte unserer menschlichen Athmung verschlechtert, nicht aber bloß durch Verbrauch des Sauerstoffes und durch Bildung von Kohlensäure und Wasser, Momente, gegen die schon die natürliche Ventilation durch Thüren und Fenster, sowie durch die poröse Wand unserer Ziegelmauern sehr erfolgreich angekämpft wird, sondern vielmehr durch andere Auswurfstoffe, über deren Natur wir bisher trotz vielfacher Untersuchung nicht genügend unterrichtet sind, und von denen zum Theile der Geruch herrührt, der in Räumen, die dem Menschen einige Zeit als Aufenthalt gedient haben, auftritt.

Neue Forschungen wollen festgestellt haben, dass auch die Expirationsluft gesunder Menschen und Thiere eine flüchtige und giftige Substanz enthalte, die, mit Säure verbunden, ihre Giftigkeit verliere. Man hat hinter derselben ein Alkaloid aus der Classe der Ptomaine und Leukomaine vermuthet, doch ist dies noch nicht sichergestellt.

Immerhin legen uns die diesbezüglichen Beobachtungen nahe, auf die sorgfältige Lüftung unserer Wohnräume Bedacht zu nehmen, denn es unterliegt keinem Zweifel, dass in diesen tagtäglich die gesundheitsschädlichsten Veränderungen der Luft vor sich gehen, namentlich wenn die Räume eng sind. $20 m^3$

sollten für jede Person vorhanden sein. (Im Eisenbahncoupé haben wir bei dessen Vollbesetzung höchstens $1-0.5 m^3$.)

Dass in Beziehung der „Luftverbesserung“ auch Licht zu den wichtigsten Factoren gehört, bedarf kaum einer Bemerkung, doch hieße es den Rahmen, den wir uns für diesen Vortrag gezogen haben, weit überschreiten, wollten wir die damit verbundene Frage hier näher erörtern, obwohl diese bei Beurtheilung der Vorzüge frischer, freier Landluft immerhin auch eine hervorragende Rolle spielt.

IV.

Die Verunreinigung der Luft durch fremdartige schädliche Beimengungen kann in speciellen Fällen eine ganz außerordentliche Bedeutung gewinnen, und man hat sich vielfach genöthigt gesehen, gegen derartige Verderbnis der Atmosphäre, sofern dieselbe durch technische Betriebe veranlasst wird, im Wege der Gesetzgebung Schutz zu suchen.

Ohne auf diesen Gegenstand hier näher einzugehen, was uns zu weit führen würde, mag doch einiges darüber gesagt werden, wobei ich in erster Linie nur neuerdings auf die Häufigkeit der schädlichen Wirkung der schwefeligen Säure hinweisen kann, deren massenhaftes Auftreten beim Rösten der Erze in den letzten Decennien in wirksamer Weise dadurch bekämpft wurde, dass man so viel als möglich versucht

hat, das beim Erzrösten auftretende Gas direct der Schwefelsäurefabrication zuzuführen.

Allerdings ist dies keine leichte Aufgabe. Sie wird namentlich durch die Natur der Erze zuweilen sehr erschwert, und wenn es auch heute gelingt, bei der Abröstung der meisten Erze 70—80 Percent des Schwefels derselben auf Schwefelsäure zu verarbeiten, so bleibt immerhin noch ein Theil zu bekämpfen, der bei der Großartigkeit der Betriebe nicht zu unterschätzen ist.

Hätte beispielsweise die Hütte zu Ocker am Harz keine Condensation, beziehungsweise keine Verwertung der Röstgase zur Schwefelsäuregewinnung eingeführt, so würden jährlich ca. 170.000 Centner der sauren Gase in die Luft gejagt, eine Menge, die durch die Verbindung mit der chemischen Fabrication auf etwa 45.000 Centner reduciert wurde, ein allerdings noch immer erkleckliches Quantum.

Ähnlich verhält es sich an anderen Orten, und die Bekämpfung derartiger Überschüsse macht häufig besondere Vorkehrungen nothwendig, namentlich wenn die Gase sehr verdünnt sind. Ursprünglich hat man wohl versucht, durch Anlage hoher Essen schädliche Fabriksgase in die oberen Luftschichten zu führen, um sie so durch Diffusion zu vertheilen. In der Nähe von Glasgow wurde vor vielen Jahren beispielsweise für die Entfernung der Salzsäure ein Schornstein benutzt, der ungefähr die Höhe unseres Stephansturmes hatte, allein der Erfolg war weder in diesem noch in

anderen analogen Fällen ein günstiger. Die nächste Umgebung der Hütten wird zwar durch solche Anlagen geschützt, allein die Verheerung wird dadurch nur auf weitere Entfernungen getragen, so dass nach einer Reihe von Jahren namentlich die in der Richtung der regenbringenden Winde liegenden Ländereien auf meilenweite Entfernung verwüstet werden.

Dagegen haben sich Absorptionsthürme vollkommen bewährt, die verhältnismäßig niedriger sein können. Diese werden allenfalls mit Koks oder Chamotteziegeln gefüllt, über die Wasser herunterrieselt, während der Strom schädlicher Gase oder die mit solchen geschwängerte Luft in entgegengesetzter Richtung geleitet wird.

Eine Untersuchung über die Leistungsfähigkeit dieser Thürme für die schwefeligen Gase bei Anwendung von verdünnter Kalkmilch als Berieselungsflüssigkeit ergab am Durchschnittsgehalte der Gase: vor Eintritt in den Thurm ca. 0·258 Vol. Perc. SO_2 , nach Austritt aus dem Thurme ca. 0·017 " " " , so dass 93·4 Percent der schwefeligen Säure in dem Thurme absorbiert wurden. Durch Anwendung von starker Kalkmilch konnte man auch die letzten Spuren des genannten Gases entfernen.

Ein ganz besonderes Interesse knüpft sich in dieser Angelegenheit an die Bekämpfung der bei der Sodafabrication nach Leblanc resultierenden Salzsäure, deren Condensation unter Umständen den Fabrikanten aus ökonomischen Gründen unthunlich erschien, was

in England zu solchen Missbelligkeiten führte, dass das Parlament im Jahre 1863 ein eigenes Gesetz beschloss, das unter dem Namen die Derby'sche Alkali-Acte bekannt ist, und durch das bestimmt wurde, dass keine Fabrik mehr als 5 Percent der producierten Säure in die Luft entweichen lassen dürfe.

Der Erfolg dieser legislatorischen Maßregel war ein durchschlagender, denn schon am Schlusse des ersten Jahres konnten die amtlichen Organe constatieren, dass nur 1·28 Percent, und am Schlusse des dritten Jahres, dass nur 0·73 Percent Salzsäure verloren gieng, d. h. in die Luft gejagt wurde, so dass man im Jahre 1874 daran gieng, dieses Gesetz zu modificieren und zu bestimmen, dass in einem Cubikmeter des entweichenden Gases nicht mehr als 0·454 g Salzsäure oder 3 Zehnmilliontel des Volumens enthalten sein dürfen; aber auch dieser Anforderung wurde so gut entsprochen, dass dieses Maximum in den folgenden Jahren nicht erreicht wurde!

Die Hauptschwierigkeit in allen diesen Fällen liegt aber nicht in der Condensation, sondern in der Verwertung, ja Wegschaffung der durch die Condensation erhaltenen verdünnten Säuren. Das Product ist zumeist so verdünnt, dass es schon deshalb schwer Verwendung findet, wird aber doch in solchen Massen erhalten, dass es nicht, ohne Schaden zu verursachen, weggegossen oder in die Flüsse geleitet werden kann.

Die mannigfachen Ursachen aufzuzählen, durch welche die Industrie zum Verderben der Luft beiträgt,

ist in dem kurzen Rahmen eines Vortrages gar nicht möglich und gehört heute mit zur Gewerbehygiene, die allerdings in erster Linie diejenigen Übelstände abzuhandeln hat, durch welche die Arbeiter in den betreffenden Fabriken selbst betroffen werden.

Übrigens ist der Grad der Schädlichkeit derartiger Abfälle der Industrie sehr verschieden und wird auch sehr häufig überschätzt.

Um ein Urtheil zu ermöglichen, gestatte ich mir zu bemerken, dass nach Lehmann 0·001 bis 0·002 per Mille an Chlor in der Atmosphäre noch nicht störend wirken, während bei 0·002—0·003 per Mille die Arbeit belästigend und bei 0·004 unmöglich wird. Bei Jod sind 0·001, bei Ammoniak 0·1—0·2, bei Salzsäure 0·01 und bei Schwefelwasserstoff 0·15 per Mille ohne Nachtheil. Die Arbeit wird belästigend bei 0·0015—0·002 (per Mille) Jod, bei 0·3 Ammoniak, bei 0·05 Salzsäure und bei 0·2—0·3 Schwefelwasserstoff. Unmöglich erscheint die Arbeit bei: 0·003 Jod, 0·5—1·0 Ammoniak, bei mehr als 0·05 Salzsäure und bei 0·5 (per Mille) Schwefelwasserstoff.

Äußerst schädlich wirken die Flusssäuredämpfe, die bei der Herstellung des bekannten Düngmittels Superphosphat durch das Aufschließen der Phosphate mit Schwefelsäure gebildet werden. Diese Dämpfe übertreffen noch die der schwefeligen Säure in ihrer schädlichen Wirkung und machen sich oft auf weite Entfernungen von 1000 *m* und mehr bemerkbar, und

zwar schon darum, weil der Fluorwasserstoff ähnlich wie Salzsäure leicht mit der Feuchtigkeit der Luft schwere, rasch zur Erde sinkende Nebel bildet, während schwefelige Säure leicht diffundiert.

Der Staub, den industrielle Betriebe liefern können, ist im höchsten Grade belästigend und schädlich, und zwar insbesondere der in Wasser lösliche Theil des Staubes. In Erzgruben und Kohlengruben hat man bis zu 14 mg feste Staubtheile im Cubikmeter Luft gefunden. In einer alten Mahlmühle wies Hesse 48, in einer Bildhauerwerkstätte 9, in einem Eisenwerk sogar 100 mg Staub in einem Cubikmeter Luft nach.

V.

Bisher haben wir die Rolle, die die atmosphärische Luft auf dem Culturboden der Erde spielt, nur insoweit abgehandelt, als es sich hiebei um ihr Verhältnis zu den organisierten Wesen handelt, in welchem Falle die ihr zuweilen beigesellten accessorischen und schädlichen Beimengungen sich den Processen des Stoffwechsels gegenüber im Kampfe befinden, die denselben stets mit mehr oder minderem Erfolg aufnehmen, zuweilen auch siegreich bestehen.

Gestatten Sie mir, nunmehr auch die Wirkung der uns umgebenden atmosphärischen Luft auf die leblose Materie näher ins Auge zu fassen, der gegenüber sich dieselbe keineswegs immer indifferent verhält, sondern der sie als wesentlicher Bestandtheil des „alles zer-

störenden Zahnes der Zeit“ ihre active Wirkung in oft erstaunlicher Entschiedenheit fühlen lässt. Allerdings kommen da noch andere Momente wesentlich in Betracht und sind neben chemischen Processen mechanische Einwirkungen von wesentlichem Einfluss.

„Gutta cavat lapidem“ ist ein alter Spruch, und bei dieser Aushöhlung des Steines durch Wasser zeichnet sich dieses ebenso energisch als Lösungsmittel wie durch seine mechanische Wirkung aus. Wie weit diese gehen kann, beweist unter anderem die bekannte Kolossalstatue des heil. Petrus in Rom, der die Küsse der Gläubigen im Laufe der Jahrhunderte einen guten Theil des Fußes weggeküsst haben.

Jedenfalls spielen die mechanischen Einflüsse, zu denen man auch die Wirkung des Frostes zählen muss, eine hervorragende Rolle bei jenen Veränderungen, die man dem „Zahne der Zeit“ zuschreibt.

Bezüglich der chemischen Prozesse, die hiebei in Betracht kommen, mag bemerkt werden, dass neben Sauerstoff insbesondere die Kohlensäure und die Feuchtigkeit der Luft zersetzend einwirken. Viele Substanzen, die als vollkommen unlöslich im Wasser gelten, werden doch von diesem angegriffen, zum Theile zersetzt und nach und nach gelöst.

J. Durocher zeigt, dass das Wasser der Atmosphäre sehr allgemein von Mineralien aufgenommen wird, und bewies das experimentell dadurch, dass er wasserfreie Silicate (z. B. Feldspat) vier Jahre unter einer Glocke in feuchter Luft liegen ließ und durch die

chemische Analyse erkannte, dass Wasser, in die chemische Verbindung dieser Gesteine eingetreten, dieselben dahin verändert hatte. Allerdings ist in solchen Fällen das Gefüge von wesentlichem Einfluss auf den Vorgang. In Granit, Porphyr, Gneis und Syenit, die aus verschiedenen Individuen zusammengesetzt sind, dringt das Wasser leichter ein, und wenn eines ihrer Bestandtheile, wie dies z. B. häufig mit dem Feldspat des Granits der Fall ist, leichter dem Einfluss des Sauerstoffes, der Kohlensäure und des Wassers unterworfen ist, leicht verwittert, so bröckelt dieser nach und nach heraus und kann so die Zerstörung des ganzen Gesteines veranlassen oder doch wesentlich beschleunigen.

Roger bewies, dass Glas, Porzellan, Wedgwood, Feldspat und Chalcedon unter theilweiser Zersetzung im Wasser etwas löslich sind, wobei zu bemerken kommt, dass Glätten und Polieren unter Umständen die Angreifbarkeit durch die Atmosphärlilien vermehrt, unter anderen Umständen aber vermindert.

Bei Granit widersteht eine rauhe, die natürliche Krystallfläche darbietende Oberfläche besser den zerstörenden Einflüssen der Atmosphärlilien als eine glatt polierte Oberfläche, im allgemeinen aber wird durch die Vergrößerung der Oberfläche die Angreifbarkeit erhöht, noch mehr durch die mechanische Verkleinerung, also durch Pulverisieren.

Der verstorbene Professor der Naturgeschichte an unserer technischen Hochschule, Franz Leydolt, hat in einer ausgezeichneten Arbeit über die durch Ätzung

von Krystallflächen hervorgerufenen Änderungen gezeigt, dass im allgemeinen die natürlichen Oberflächen der Krystalle schwerer angreifbar sind als die durch den Schnitt erhaltenen Flächen der inneren Theile. In einem speciellen Falle erkannte man, dass, wenn am polierten Granit durch Verwitterung jährlich $0\cdot0085\text{ mm}$ Substanz entfernt werde, bei nicht poliertem Granit die Dicke dieser Schichte nur $0\cdot0076\text{ mm}$ betrug.

Kreide wird leichter von Wasser gelöst als dichter Marmor, beide aber widerstehen nur schlecht dem Einflusse des Säure haltenden Wassers und insbesondere dem Regenwasser, so dass die glatte Oberfläche des Marmors im Freien schon nach 1—2 Jahren matt erscheint.

Hiebei kommt neben etwaigen Säuren des Stickstoffes und des Schwefels auch die Kohlensäure, die auch im reinsten Regenwasser nicht fehlt, in Betracht, denn Kohlensäure löst bekanntlich im Wege der Bicarbonatbildung das Calciumcarbonat auf, eine Thatsache, auf die der Kalkgehalt (Härte) unseres Brunnenwassers zurückzuführen ist. Wie sehr jedoch die Säure des Schwefels hier zu berücksichtigen kommt, kann man insbesondere am Kalkstein der Londoner Häuser sehen. Allerdings nimmt man an, dass in dieser großen Metropole in 1 Million-Cubikmeter Luft über $1\frac{1}{2}\text{ kg}$ Schwefelsäure enthalten sind, die von der schwefeligen Säure der verbrannten Steinkohlen herrührt!

Ein treffliches Beispiel für diejenigen Wirkungen der Atmosphärien, die wir als die Folgen des Zahnes

der Zeit anzusprechen pflegen und die sich allenthalben vor unseren Augen vollziehen, ist das Verhalten des Marmors unserer Monumente. Ist einmal die ursprünglich glatte Oberfläche des Steines matt und rauh, so haften Staub und Ruß leichter und bilden alsbald eine Kruste, die allerdings unter Umständen bis zu einem gewissen Grade eine schützende, aber allerdings unschöne Hülle werden kann.

Die chemisch-mechanische Untersuchung einer solchen mehrere Millimeter dicken Kruste an einem aus dem Jahre 1792 herrührenden Grabsteine aus Marmor am Friedhofe zu Edinburgh ergab, dass dieselbe der Hauptsache nach aus Kohle, Quarz, Glasstückchen und Ziegelfragmenten, die durch ein Gipsceement zusammengehalten wurden, gebildet waren. Der Gips war aus der schwefeligen Säure der Atmosphäre und dem Kalk des Marmors durch Oxydation entstanden. Wo Wasser in Klüfte dieser Kruste eindringen konnte, gieng eine rasche Zersetzung durch die Wirkung der Kohlensäure vor sich, wogegen die Kruste selbst einen gewissen Schutz gewährte.

Zumeist aber und namentlich in den Straßen und auf den Plätzen einer Großstadt werden andere feste Partikelchen hängen bleiben, die in nicht ferner Zeit den Nährboden für eine Vegetationsbildung abgeben, die dann rasch die Oberfläche unschön erscheinen lässt und endlich sogar die Zerstörung des Kunstwerkes herbeiführt.

Im Jahre 1853 brachte man ein Stück einer canne-

lierten Säule vom Parthenon in Athen dem berühmten Chemiker v. Liebig, welches Stück mit einer dicken Kruste bedeckt war, die ein Aggregat kleiner, harter Körnchen darstellte. Diese Kruste bestand aus oxalsaurem Kalk, herkommend von Flechten, die die Oxalsäure aus ihren Wurzeln ausscheidend, den kohlen-sauren Kalk des Marmors nach und nach oberflächlich in das Oxalat verwandelten, bis diese Schichte, die der Rückstand einer Reihe von Generationen war, keinen Nährboden für die Flechten mehr abgab. Liebig nannte das so entstandene Oxalat, welches gewissermaßen ein neues Mineral darstellt, zu Ehren des Conservators der wissenschaftlichen Sammlung Dr. v. Thiersch: Thierschit.

So sehen wir gerade an denjenigen unserer Monu-mente, die aus dem edlen Material des Marmors her-gestellt sind, wie entschieden, ich möchte sagen ziel-bewusst, die Atmosphärien zerstörend auf dieselben wirken, eingedenk des Satzes: „Denn die Elemente hassen das Gebild der Menschenhand.“

Aber auch die Bronze ist nicht gefeit gegen die elementare Gewalt dieser Agentien, und insbesondere beeinträchtigt die Luft der Städte die Bildung einer schönen Patina, wobei allerdings zuweilen auch die Natur des Metalls selbst mitschuldig erscheint. Dagegen stellt Bronze keinen günstigen Nährboden für die Vegetation dar, worin ein unbestrittener Vorzug derselben als Material für Monumente liegt. Allerdings muss durch entsprechende sorgfältige Pflege das

Anhaften grober Verunreinigungen hintangehalten werden.

Die Bronze, der Hauptsache nach eine Legierung von Kupfer und Zinn, hat eine metallglänzende Oberfläche, die an und für sich das Ansehen eines Monumentes etwas beeinträchtigt, da vermöge des Glanzlichtes die Reliefs nicht klar hervortreten. Der Sauerstoff, sowie die Kohlensäure und der etwaige Schwefelgehalt der Atmosphäre sorgen aber alsbald für die Bildung einer Schichte, die, wenn sie Gelegenheit hat sich langsam fortzubilden, dicht bleibt, was allerdings ein Anschwellen der Oberfläche, aber zugleich eine optische Wirkung bedingt, die an Email und der Farbe nach an Malachit erinnert und das Wesen einer edlen Patina bildet.

Durch rasche Änderung wird dagegen ein mulmiges Ansehen veranlasst, das wohl auch den Anforderungen der Ästhetik entsprechen kann, aber dem Bestand des Kunstwerkes wenig zuträglich ist, und zwar schon darum nicht, weil Staub u. dgl. leichter auf der rauhen Oberfläche haften bleiben. Von hervorragender Bedeutung ist hiebei auch die lösende Wirkung des atmosphärischen Ammoniaks auf das Kupfer der Bronze, die im Verein mit der Feuchtigkeit die chemische Wirkung der übrigen Atmosphärien auf die Bronze wesentlich, aber nicht immer im günstigen Sinne, unterstützt.

Es gibt freilich kein Materiale, das dem „Zahne der Zeit“ gegenüber vollkommen unveränderlich bliebe, es

seien denn die Edelmetalle Gold, Platin und die Platinlegierungen, aber auch diese sind mechanischen Einflüssen gegenüber nur wenig widerstandsfähig, überdies an und für sich viel zu theuer.

Noch einer wichtigen Thatsache mag hier Erwähnung geschehen, die die Wirkung des Sauerstoffes der Luft auf „leblose Materien“ betrifft und die Rolle des berühmten „Zahnes der Zeit“ illustriert. — Mulder hat sich vor vielen Jahren mit dem Studium der trocknenden Öle beschäftigt und die elastische Substanz, die als letztes Oxydationsproduct dieser Öle betrachtet wurde, und die somit sozusagen die stoffliche Basis, das Gerippe fertiger Ölanstriche sowohl wie der Ölgemälde bildet, Linoxyn genannt. Später hat Pettenkofer diese Angelegenheit neuerdings studiert und gelangte hiebei zur Erfindung seines berühmten Regenerationsverfahrens; in neuester Zeit hat jedoch W. F. Reid diese Arbeit wieder aufgenommen und erkannt, dass das Linoxyn nicht als letztes Oxydationsproduct der trocknenden Öle anzusehen ist, sondern im Laufe der Zeit, unter Umständen, die noch näherer Aufklärung harren, eine weitere Veränderung stattfindet, bei der eine zähe und saure, im Wasser lösliche Flüssigkeit gebildet wird, so dass es erklärlich ist, weshalb dem Regen ausgesetzte Firnisstriche öfterer Erneuerung bedürfen als solche, die sich unter Dach befinden, wobei allerdings die mechanische Wirkung des Regens auch nicht übersehen werden darf. Die Entstehung brauner Flecken in alten Büchern

neben oder gegenüber den bedruckten Buchstaben könnte ebenfalls auf diese Weise erklärt werden, sowie der Umstand, dass die dunklen Stellen alter Ölgemälde durch den „Zahn der Zeit“ mehr leiden als die lichten, da sie mehr Farbe, also mehr basisch wirkende Bestandtheile enthalten als die lichten, denn die lichten Farben, wie namentlich das Bleiweiß, brauchen im allgemeinen beim Anreiben weniger Öl als die dunklen Farben.

VI.

Wenn wir nunmehr darangehen, die acute Frage zu beantworten: „Was ist gute und was ist schlechte Luft?“ Wodurch zeichnet sich die erfrischende Luft des Landes von der uns weniger zusagenden Stadtluft aus? so müssen wir eine ganz stattliche Reihe von Verhältnissen in Betracht ziehen und werden zunächst erkennen, dass man ebenso nur bedingungsweise von der „guten“ Land-, wie man auch nur bedingungsweise von der „schlechten“ Stadtluft sprechen kann.

Die Momente, die uns die Landluft, namentlich in waldreichen, hochgelegenen Gegenden der Stadtluft vorziehen lassen, sind so zahlreiche und auf alle Phasen unseres täglichen Lebens bezugnehmende, dass es als ganz und gar ausgeschlossen betrachtet werden muss, dieselben mit wenigen Worten zu schildern.

Dass es unrichtig ist, der Stadtluft Sauerstoff- oder Ozonmangel vorzuwerfen oder ihr einen hohen Gehalt

an Kohlensäure zu imputieren, wurde am Eingange dieses Aufsatzes schon erwähnt. Dagegen sind die Quellen für Luftverunreinigung in den Städten zahlreicher und in den Wohnungen auch der Wohlhabenden noch bedeutend vermehrt. Die Abfuhr der Abfallstoffe, die Ausdünstung gewerblicher Betriebe, Rauch und Staub wirken namentlich bei nebligfeuchtem Wetter verderbend auf die Stadtluft ein, der überdies der Duft des Waldes und der Blumen der Wiesen fehlt, die der Landluft zwar als anormale Bestandtheile, nicht aber als Verunreinigung, sondern als wahre „Genussmittel“ beigesellt sind.

Damit sind wohl der Hauptsache nach die Vorzüge sogenannter guter Landluft gegenüber der Stadtluft gekennzeichnet, obwohl allerdings, praktisch betrachtet, noch andere Momente hinzukommen, unter denen diejenigen nicht zu unterschätzen sein werden, die uns befähigen, die gute Landluft in seelisch zufriedener Stimmung mit entsprechendem Erfolge zu genießen.

Wenn wir an einem schönen Sommermorgen oder Herbstabend den Auf- oder Untergang der Sonne von stolzer Bergeshöhe oder vom Strande des Meeres aus bewundern, wenn wir den Liedern lauschen, die ein tosender Wasserfall seit ungezählten Jahrhunderten singt, am Fuße der Gletscher das herrliche Blau des Eises betrachten oder auf einsamem Waldspaziergange von den Mühen der Arbeit ausruhen, so wirken noch ganz andere Momente mit, uns die Luft gut und rein erscheinen zu lassen, ja ihr thatsächlich wohlthuende

Wirkung zu verleihen, als diejenigen sind, an die meine Reisegenossen bei der Einfahrt in den Donau-canal dachten.

Diese Momente zu schildern fällt wohl nicht mehr in das Gebiet der Aufgaben des Chemikers, ja kaum noch in das eines Naturforschers überhaupt, denn auch der Mediciner und Hygieniker wird ihrer nur zum Theil und vielleicht nur zum geringsten Theile gerecht zu werden vermögen. Diese Momente voll und ganz zu würdigen, wird man der Feder des Poeten kaum entbehren können.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [37](#)

Autor(en)/Author(s): Bauer Alexander

Artikel/Article: [Gute und schlechte Luft. 43-87](#)