

Luft.

Die uns in einer Höhe von 80—90 km umgebende, unsichtbare, atmosphärische Luft zu den Nahrungsmitteln bezw. Nahrungsstoffen zu rechnen, dürfte widersinnig erscheinen, zumal wir gewohnt sind, den Sauerstoff derselben als den Zerstörer der thierischen Gebilde anzusehen. Und doch ist die Luft bezw. deren Sauerstoff für die Ernährung und den ganzen Lebensvorgang nicht minder nothwendig als die festen und flüssigen Nahrungsmittel. Auch ist nach S. 305 u. 317 die Sauerstoff-Aufnahme nicht die Ursache, sondern die Folge des Stoffzerfalles im Körper.

Der erwachsene Mensch athmet mit jedem Athemzuge etwa $\frac{1}{2}$ l, also in der Minute mit durchschnittlich 16 Athemzügen 8 l, in der Stunde 480 l, im Tage rund 11.50 cbm Luft ein, also annähernd ein 4000-mal grösseres Volumen, als das der festen und flüssigen Nahrung (etwa 3 l) ausmacht. Wenn wir die Luft dennoch nicht so zu würdigen pflegen, als die sichtbare Nahrung, so liegt das wie beim Trinkwasser vorwiegend daran, dass die Luft uns unbegrenzt und ohne Kosten zur Verfügung steht; erst wenn sie uns zu fehlen beginnt, oder durch allerlei Gase und Stoffe für uns ungeniessbar geworden ist, lernen wir ihren Werth schätzen. Aus dem Grunde erscheint es gerechtfertigt, auch hier die Luft, ihre Bestandtheile, Eigenschaften und Verunreinigungen in ihrer Wirkung auf den Körper einer kurzen Besprechung zu unterziehen.

I. Die Bestandtheile der Luft.

Die atmosphärische Luft ist im Wesentlichen ein mechanisches Gemenge von Sauerstoff, Stickstoff, neben geringen Mengen von Argon, Kohlensäure und wechselnden Mengen Wasserdampf; dazu gesellen sich noch in sehr geringen Mengen die seltenen Gase Helium, Neon, Krypton und Xenon; ausserdem kommen durchweg Spuren von Ozon, Wasserstoffsperoxyd, Ammoniak, salpetriger Säure und Salpetersäure sowie Staubtheilchen aller Art in der Luft vor.

Die Mengenverhältnisse, in welchen die Hauptbestandtheile der Luft in der Einathmungs- und Ausathmungsluft des Menschen durchweg vorkommen, sind auf trockne Luft bezogen, folgende:

	Einathmungsluft		Ausathmungsluft
Sauerstoff	23,10 Gew.-%	20,94 Vol.-%	16,50 Vol.-%
Stickstoff	75,95 " "	78,40 " "	78,40 " "
Argon	0,90 " "	0,63 " "	0,63 " "
Kohlensäure	0,05 " "	0,03 " "	4,47 " "
Wasserdampf für feuchte Luft	0,50 Gew.-%	0,84 Vol.-%	7,00 Vol.-%

Für die Athmung des Menschen verhalten sich daher Stickstoff und Argon ebenso wie die seltenen Gase nach unseren jetzigen Kenntnissen unthätig, dagegen spielen die anderen Bestandtheile für den Athmungsvorgang eine bedeutende Rolle und sind auch für die sonstigen Lebensvorgänge, für das Allgemeinbefinden von nicht unwesentlicher Bedeutung.

a) Sauerstoff. Von demselben gebraucht der erwachsene Mensch nach S. 269 bei mittlerer Kost und Arbeit täglich etwa 750 g oder 520 l (mit Schwankungen von 700–1000 g), die vorwiegend vom Hämoglobin des Blutes gebunden werden; letzteres enthält 22–25 % seines Volumens an Sauerstoff. Unter den gewöhnlichen Bedingungen des Lebens athmen wir nicht immer so viel Luft ein, als zur Deckung des Sauerstoffbedarfs nöthig ist, sondern mehr; es findet eine Art Luxusathmung statt. Gegenüber der Ruhe im Liegen steigern Sitzen, Stehen, Lesen den Sauerstoffverbrauch um 20–30 %, Fahren, Gehen etc. um 60–90 %. Die gewöhnlichen Schwankungen des Sauerstoffgehaltes der Luft betragen nur 20,85 bis 20,99 Vol.-%¹⁾; aber der Mensch kann weit grössere Schwankungen ohne Gefährdung des Lebens oder der Gesundheit ertragen; erst bei einer Verminderung des Sauerstoffgehaltes der Luft auf 11–12 Vol.-% treten gefahrdrohende Erscheinungen auf, der Tod erst bei etwa 7,2 Vol.-%.

b) Kohlensäure. An Stelle des eingeathmeten Sauerstoffs wird eine entsprechende Menge Kohlensäure ausgeathmet, von dem erwachsenen Menschen nach S. 269 täglich etwa 900 g = 455 l (mit Schwankungen von 800–1150 g je nach Art und Menge der Nahrung wie der Arbeitsleistung). Der Mensch athmet im Jahr durchschnittlich ungefähr so viel Sauerstoff ein und Kohlenstoff in Kohlensäure aus, als 3 ar Wald erzeugen bzw. aus der Luft nehmen.

Der Gehalt der Luft an Kohlensäure schwankt zwischen 0,0225 bis 0,0486 Vol.-%; Williams²⁾ giebt in Sheffield Schwankungen von 0,00216 bis 0,0622 Vol.-% an; im Mittel betrug in der Vorstadt von Sheffield der Gehalt 0,0327 Vol.-%, im Mittelpunkte derselben 0,0390 Vol.-%, also lag der Werth in letzterem Falle, wie kaum anders erwartet werden kann, etwas höher.

Nach Fr. Schulze soll für Rostock die vom Meere bzw. der See wehende Luft stets etwas weniger Kohlensäure enthalten, als die vom Festland kommende Luft bei nordöstlichen Winden. Williams hat für Sheffield in England das Gegenheil gefunden.

G. E. Armstrong fand im Mittel von 53 Tagesbestimmungen in der Tagesluft 0,0296 Vol.-%, nach 62 Nachtbestimmungen in der Nachtluft 0,0329 Vol.-% Kohlensäure. Auch J. Reiset und E. Wollny fanden in der Nachtluft mehr Kohlensäure (nämlich Reiset 0,0308 Vol.-%), als in der Tagesluft (nämlich 0,0289 Vol.-%).

An Nebeltagen betrug nach Spring und Roland der Kohlensäuregehalt in London 0,072 Vol.-%, an nebelfreien Tagen nur 0,040 Vol.-%. Auch Williams giebt für Nebel und Schnee ein Anwachsen der Kohlensäure an, während Regen dagegen keine merkliche Wirkung hervorrufen soll.

Nach P. Truchot ist die Luft in grösseren Höhen kohlensäureärmer, als die in niederen Höhen; er fand:

¹⁾ Vergl. u. a. U. Kreuzler, Landw. Jahrbücher 1885, 14, 305.

²⁾ Berichte d. deutschen chem. Gesellschaft 1897, 30, 1450; hier findet sich auch eine literarische Zusammenstellung der bisherigen Ergebnisse.

Bei einer Höhe von	395	1446	1884 m über dem Meer.
Kohlensäure	3,13	2,05	1,72 Vol.-Thle. für 10 000 Vol.-Thle. Luft

auf 0° und 760 mm Druck, wie obige Zahlen, reducirt; desgl. ist nach J. Reiset die Luft bei nebligem Wetter am kohlensäurereichsten.

Die Luft in geschlossenen, ausgedehnten Waldungen enthält nach Ebermayer mehr Kohlensäure als die auf freiem Felde. Ueber sonstige Schwankungen in dem Kohlensäuregehalt der Luft vergl. E. Wollny¹⁾ und H. Puchner²⁾.

Bei der grossen Menge Kohlensäure, die täglich durch Verbrennungen bzw. durch den Athmungsvorgang der Thiere entsteht und die von den Pflanzen aufgenommen wird, um dafür Sauerstoff an die Luft auszuathmen, sollte man annehmen, dass die Schwankungen der Luft im Gehalt an Kohlensäure und Sauerstoff weit beträchtlicher seien, als sie hier gefunden worden sind, dass z. B. die Luft im Winter beim Ruben des Pflanzenwachstums (oder in pflanzenarmen Gegenden) weit reicher an Kohlensäure und ärmer an Sauerstoff sein müsste, als im Sommer.

Dieses ist aber nicht der Fall; denn die Gasmengen, um welche es sich handelt, wie gross sie auch an sich sein mögen, sind im Verhältniss zu der Gesamtmasse der Luft noch immer sehr gering, und man hat berechnet, dass bei dem grossen Sauerstoffvorrath im Luftmeer, auch ohne beständige Neubildung durch die Pflanzen, die Menge desselben unter den gegenwärtigen Bevölkerungs-Verhältnissen erst in Tausenden von Jahren von 21 % auf 20 % sinken würde, wenn eine Neubildung von Sauerstoff nicht stattfinden sollte. Die Schwankungen im Gehalt der Luft an Kohlensäure, Sauerstoff und Wasser sind mehr von der Windströmung und plötzlichen Abkühlung der Luft, als von vorstehendem Vorgang abhängig. Nach Th. Schlösing bildet das Meer einen Regeler für den Kohlensäuregehalt der Luft, indem es bald Kohlensäure an die Luft abgibt, bald solche aus derselben aufnimmt.

Weil die durch die Lebens- und die Verbrennungs-Vorgänge gebildete Kohlensäure durchweg eine höhere Temperatur als die Luft besitzt, so verbreitet sie sich schnell nach allen Richtungen in der Luft, während Kohlensäure, welche eine niedrigere Temperatur als die Luft besitzt, z. B. in Gärkellern, in Folge ihres höheren spec. Gewichtes sich nur schwer mit der über ihr lagernden Luft mischt. In geschlossenen Räumen verhält sich natürlich die Sache, wie wir gleich sehen werden, anders.

Neben Kohlensäure giebt es noch Spuren sonstiger Kohlenstoff-Verbindungen (Kohlenwasserstoffe) in der Luft; berechnet man den an Wasserstoff gebundenen Kohlenstoff auf Sumpfgas (CH₄), so beträgt die Menge des solcher Weise gebundenen Kohlenstoffs bzw. des Sumpfgases nach Müntz und Aubin zwischen 10 bis 30 Vol.-Thle. für 1000000 Vol.-Thle. Luft.

A. Gautier³⁾ fand in der Luft ebenfalls stets mehr oder weniger brennbare Gase und zwar Kohlenwasserstoffe (Methan, Benzol ? etc.) und freien Wasserstoff, welcher letzterer von Gährungs- und Fäulnissvorgängen an der Erdoberfläche sowie von vulkanischen Ausbrüchen herrühren soll; 100 l Pariser Luft enthielten zu verschiedenen Zeiten 12,1—22,6 ccm Methan, 1,7 ccm kohlenstoffreicherer Gas (Benzol ?),

¹⁾ Forschungen auf d. Gebiet d. Agrik.-Physik 1886, 9, 405.

²⁾ Ebendort 1892, 15, 286.

³⁾ Nach Compt. rendus 1900, 130, 1677; 1901, 131, 13, 86, 525 u. 647 in Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrungs- u. Genussmittel 1901, 4, 471—474.

0,2 ccm Aethylen etc.; Waldluft ergab in 100 l 11,3 ccm, Bergluft 2,19 ccm Methan; letztere sowie auch Meeresluft weiter etwa $\frac{2}{1000}$ ihres Volumens an freiem Wasserstoff.

Luft mit 30 Vol.-% Kohlensäure ist für den Menschen tödtlich; in freier Luft mit 10 % Kohlensäure kann der Mensch noch athmen und arbeiten, wenn gleichzeitig die gewöhnliche Menge Sauerstoff vorhanden ist; in Wohnungen dagegen wird eine Luft, welche 0,5—0,7 Vol.-% Kohlensäure enthält, schon unerträglich für den Menschen; hier soll der Gehalt 0,1 Vol.-% oder 1 vom 1000 nicht übersteigen.

c) **Wasserdampf.** Die Luft enthält stets Wasserdampf und kann je nach der Temperatur wechselnde Mengen Wasserdampf aufnehmen, um vollständig gesättigt zu sein, z. B. bei $0^{\circ} = 4,9$ g, bei $5^{\circ} = 6,8$ g, bei $10^{\circ} = 9,4$ g für 1 cbm Luft u. s. w. Der in der Luft aufgelöste Wasserdampf äussert wie die Luft einen Druck auf die Barometer-Quecksilbersäule und man misst die Luftfeuchtigkeit durch den in mm-Quecksilbersäule ausgedrückten Werth des Druckes; dieser Druck heisst auch die Tension des Wasserdampfes. Der Dampfdruck in mm-Quecksilber oder die Spannkraft ist dem Gewicht des in der Luft enthaltenen Wasserdampfes proportional und nahezu gleich der Zahl, welche angiebt, wieviel Gramm Wasserdampf in 1 cbm Luft enthalten sind. Man bezeichnet diese Wassermenge oder diesen Dampfdruck auch als absolute Feuchtigkeit. Unter specifischer Feuchtigkeit versteht man Gramm Wasserdampf in 1 kg Luft.

Alle drei Grössen stehen in naher Beziehung zu einander:

Temperatur C°	Tension in mm Quecksilber	Absolute Feuchtigkeit g in 1 cbm	Specifische Feuchtigkeit g in 1 kg
0	4,6	4,9	3,75
5	6,5	6,5	5,34
10	9,2	9,4	7,51
15	12,7	12,8	10,43
20	17,4	17,2	14,33
25	23,2	23,2	19,47
37	46,0	44,0	32,50

Selten aber ist die Luft — nur bei starkem Nebel — mit Wasserdampf gesättigt und wir sprechen dann von relativer Feuchtigkeit und Sättigungsdeficit. Unter relativer Feuchtigkeit versteht man das Verhältniss zwischen der Dampfmenge, welche die Luft wirklich enthält, und der Dampfmenge, die sie bei vollständiger Sättigung enthalten könnte. Es wird in Procenten ausgedrückt.

Sättigungsdeficit ist die Menge Wasserdampf, die an der vollen Sättigung fehlt; es ist bei derselben relativen Feuchtigkeit aber bei verschiedenen Temperaturen nicht gleich, so, denn steigt mit letzteren erheblich an, z. B.:

Temperatur C°	Relative Feuchtigkeit			
	40 %	60 %	80 %	100 %
		Sättigungsdeficit für 1 cbm		
10	5,50 g	3,67 g	1,83 g	0
20	10,45 "	6,90 "	3,48 "	0
30	18,93 "	12,61 "	6,31 "	0
40	32,94 "	21,98 "	10,98 "	0

Wird gesättigte Luft erwärmt, so entfernt sie sich vom Sättigungszustand und vermag neue Mengen Dampf aufzunehmen. Ist Wasser mit ungesättigter Luft in Berührung, so findet so lange Verdampfung statt, bis die Sättigung erreicht ist.

Wird aber ungesättigte Luft abgekühlt, so nähert sie sich derjenigen Temperatur, bei welcher sie vollständig gesättigt ist, und diese Temperatur heisst dann der Thaupunkt. Denn wenn eine noch weitere Abkühlung erfolgt, so tritt Kondensation, d. h. Thau- oder Wasserbildung ein.

Die absolute Feuchtigkeit bzw. der Dampfdruck geht im Allgemeinen der Lufttemperatur parallel, d. h. sie ist im Sommer und am Mittag (2–3 Uhr) am grössten, im Winter und bei Nacht am geringsten; die relative Feuchtigkeit zeigt dagegen in Ebenen und Thälern überall den entgegengesetzten Gang der Temperatur.

Der Wasserdampf der Luft ist zwar nicht direkt von Einfluss auf den thierischen Stoffwechsel, beeinflusst denselben aber indirekt in hohem Masse und ist von grösstem Einfluss für die Witterung.

a) Einfluss des Wasserdampfes auf die Lungenathmung. Für diese ist die absolute Feuchtigkeit von Belang. Die Ausathmungsluft von 37° ist mit Wasser gesättigt, d. h. sie enthält in 1 cbm 44 g Wasserdampf. Athmet man Luft von 10° mit 60 % relativer Feuchtigkeit ein, so enthält dieselbe 5,7 g Wasser in 1 cbm; die Lunge kann dann noch 44,0 – 5,7 g = 38,7 g Wasserdampf abgeben. Wird dagegen Luft von 20° mit 90 % relativer Feuchtigkeit = 15,5 g Wasser in 1 cbm eingeathmet, so kann sie nur 44,0 – 15,5 g = 28,5 g Wasserdampf abgeben. Vollständig gesättigte Luft von 20° enthält 17,2 g Wasserdampf in 1 cbm; Luft von 25° mit 50 % relativer Feuchtigkeit nur 11,6 g. Daher ist erstere Luft trotz der niederen Temperatur für uns drückender, als letztere und daher rührt auch die Erleichterung des Athmens, wenn man im Sommer an gewitterschwülen Tagen durch ein mit Eisstückchen gefülltes Tuch athmet.

β) Einfluss des Wasserdampfes der Luft auf die Hautthätigkeit. Für die Grösse der Wasserverdunstung von der Haut ist vorwiegend die relative Feuchtigkeit massgebend, wie das bereits S. 276 und 277 auseinandergesetzt ist.

γ) Einfluss des Wasserdampfes der Luft auf die Witterung. Der Wasserdampf absorbiert mehr Wärmestrahlen als die Luft, verringert daher die Bestrahlung durch die Sonne wie auch die Abstrahlung der von der Sonne der Erde zugeführten Wärme in den Weltenraum; aus dem Grunde mässigt er die durch die Sonnenstrahlung bedingten Temperaturschwankungen; an der Küste und auf den Inseln ist die Jahres- wie Tages-Temperatur gleichmässiger als auf dem Festlande, und in der Ebene gleichmässiger und milder als auf den Bergen.

Von bestimmendem Einfluss auch ist der Wasserdampf auf die Niederschläge. Je wasserreicher die Luft ist oder je näher der Thaupunkt der Lufttemperatur liegt, um so eher sind Nebel, Wolken und Niederschläge zu erwarten und umgekehrt. Des Weiteren über diesen Einfluss des Wasserdampfes muss indess auf die Lehrbücher der Meteorologie verwiesen werden.

d) Ozon. Ein ganz geringer Theil des Sauerstoffs der Luft ist in Form von Ozon vorhanden. In diesem Zustande besitzt der Sauerstoff besondere oxydirende Eigenschaften und wenn auch das Ozon für den Lebensvorgang entbehrlich zu sein scheint, da die Luft unserer Wohnräume kein Ozon enthält, so ist es doch nicht ohne hygienische Bedeutung, indem es organische Stoffe aller Art und auch Bakterien (vergl. S. 1402) zu zerstören bzw. zu tödten und hierdurch die Luft von Substanzen zu reinigen im Stande ist, welche unter Umständen für den Menschen gesundheits-

schädlich werden können¹⁾. Das Ozon bildet sich aus dem Sauerstoff der Luft vorwiegend durch elektrische Entladungen; der Gehalt der Luft an Ozon ist dementsprechend grossen Schwankungen unterworfen; er ist am grössten zur Zeit von Gewittern. Der wohlthätige Einfluss, den letztere auf die Reinigung der Luft haben, beruht vielleicht zum Theil mit auf der Bildung des Ozons, welches durch seine oxydirende Wirkung lästige Dünste und Gase zerstört.

H. Houzeau giebt an, dass die Menge des Ozons auf dem Lande 2 m über dem Boden im Maximum $\frac{1}{700\,000}$ des Volumens der Luft beträgt und mit der Höhe über der Erdoberfläche zunimmt. In Uebereinstimmung hiermit giebt de Thierry²⁾ den Ozongehalt für 100 cbm Luft wie folgt an:

	Montsouris (Paris, Ebene)	Montblanc (1050 m hoch)	Grand Mulets (3020 m hoch)
Ozon . . .	2,3—2,4 mg	3,5—3,9 mg	9,0 mg.

H. Möhl und Th. Dietrich fanden den Ozongehalt der Luft in der Stadt und auf dem Lande gemessen mit dem Jodkalium-Stärkekleister-Papier nach Schönbein's Skala im Jahresmittel wie folgt:

Stadt	Land
2,3	6,9

Der Ozongehalt in der vegetationslosen libyschen Wüste ist nach Zittel grösser, als in den bewohnten, mit Vegetation versehenen Oasen und im Nilthal; so fand er nach der Schönbein'schen Ozonskala in der libyschen Wüste einen Ozongehalt von 7,3, dagegen um dieselbe Zeit in den Oasen nur 4,8 im Mittel.

Auch pflegt aus demselben Grunde die Luft im staubreichen Sommer ozonärmer — trotzdem die elektrischen Entladungen dann grösser sind — als im Winter zu sein und enthält nach Ebermayer die Luft im Walde weniger Ozon als im Freien.

e) Wasserstoffsperoxyd. Dasselbe entsteht in der Luft wie Ozon oder durch Umsetzung des Wassers mit letzterem nach der Gleichung $\text{H}_2\text{O} + \text{O}_3 = \text{H}_2\text{O}_2 + \text{O}_2$. Ilosvay de N. Ilosva³⁾ behauptet zwar, dass in der atmosphärischen Luft und deren Niederschlägen weder Ozon noch Wasserstoffsperoxyd vorkomme, dass vielmehr alle Reaktionen, aus welchen man auf die Anwesenheit dieser beiden Körper in der Luft geschlossen habe, von der in der Luft vorhandenen salpetrigen Säure herrühren. Em. Schöne⁴⁾ hat diese Behauptung aber widerlegt (vergl. S. 1379).

f) Salpetersäure. Die Salpetersäure (und vielleicht auch salpetrige Säure) in der Luft wird, wenn man von den geringen Mengen derselben in den Rauchgasen

¹⁾ E. Chappuis hat die oxydirende Wirkung des Ozons auf Keime und Sporen der Luft direkt in der Weise nachgewiesen, dass er auf den auf Baumwollepföpfchen gesammelten Luftstaub ozonirte Luft einwirken liess und den Luftstaub dann mit flüssiger Hefekultur zusammen brachte. Es zeigte sich keine Veränderung in der Bierhefe, während darin durch Luftstaub, der keiner ozonisirten Luft ausgesetzt war, eine Trübung hervorgerufen wurde.

Aus dem Grunde wird sogar dem durch die elektrischen Funken bei städtischen elektrischen Strassenbahnen gebildeten Ozon eine gewisse reinigende Wirkung auf die Stadtluft zugeschrieben. H. Wolpert konnte jedoch (Hygien. Rundschau 1895, 5, 589) bei einem Elektrodesinfektor, dessen Wirkung darin bestehen sollte, dass er unter Ozonbildung den Tabakrauch und andere Gerüche zerstöre, nur von den sichtbar rothglühenden Drähten des Apparates eine Wirkung beobachten; ohne ersichtliches Glühen der Drähte, aber bei gleichzeitiger Bildung von Ozon und Wasserstoffsperoxyd war kein Erfolg zu bemerken.

²⁾ Compt. rend. 1897, 124, 460.

³⁾ Bull. de la Soc. chim. de Paris 1889 [3], 2, 347, 351, 357 u. ff.

⁴⁾ Zeitschr. f. analyt. Chemie 1894, 83, 187.

absieht, ganz wie Ozon und Wasserstoffsperoxyd durch elektrische Entladungen gebildet. Die Menge in den Niederschlägen schwankt von 0,6—16,2 mg in 1 l.

g) Ammoniak. Das Ammoniak der Luft verdankt unter gewöhnlichen Verhältnissen ausschliesslich den Zersetzungs- und Fäulnisvorgängen an der Erdoberfläche bezw. der Verdunstung von Meerwasser seine Entstehung; seine Menge wird in 100 cbm Luft von Levy zu 1,4—4,1 mg, von v. Fodor zu 2,5—5,6 mg angegeben. Regenwasser bezw. Niederschläge enthalten Spuren bis 15,7 mg in 1 l.

h) Staub. Zu den regelmässigen Bestandtheilen der Luft gehört der Staub, der unter gewöhnlichen Verhältnissen aus organischen Stoffen (Sporen, Bakterien, Cysten, Protisten, Infusorien, ferner Haaren, Wolle, Fasern, Pollenkörnern, Samen von Gefässpflanzen etc.) und unorganischen Stoffen (Russ, Asche, Kochsalz, Thon, Calciumkarbonat etc.) besteht. Die Menge des Luftstaubes schwankt unter gewöhnlichen Verhältnissen von Spuren bis 150 mg in 1 cbm, die der Mikrophytenkeime von 0 bis mehreren Hunderttausend; unter letzteren überwiegen die Schimmelpilze. Dass sich die Gährung und Fäulnis verursachenden Pilzsporen durch die Luft fortpflanzen, ist eine ganz bekannte Thatsache; denn wir können Flüssigkeiten und Substanzen vor Gährung und Fäulnis schützen, wenn wir die zutretende Luft durch Absperrung mit Baumwolle filtriren.

Assmann¹⁾ fand in der Luft über der Stadt Magdeburg in 31 m Höhe 3—4 mg Staub für 1 cbm und berechnet daraus für eine 50 m hohe Luftschicht der etwa zwei Quadratkilometer grossen Stadt 300 kg Staub. Bei dem geringen spec. Gewicht der kleinen Stäubchen bedeutet diese Gewichtsmenge eine Unzahl von Staubtheilchen; so fand J. Aitken²⁾ für 1 cbm Luft:

	Auf dem Lande		In der Stadt Edinburg		Sitzungssaal am Boden	
	bei klarer Luft	dicker Luft	bei klarer Luft	dicker Luft	vor der Sitzung	nach der Sitzung
Staubtheilchen . . .	500	5000	5000	45000	175000	400000

Hiernach ist der Staubgehalt der Luft in den Städten grösser als auf dem Lande und weil die Staubtheilchen die Bildung von sichtbarem Wasserdampf (Nebel, Wolken), welcher sich um die Staubtheilchen gleichsam als Kerne herum niederschlägt, zur Folge haben, so ist erklärlich, dass in grossen Städten bezw. in staubreichen Gegenden die Nebel häufiger sind, als auf dem staubärmeren Lande.

Regen vermindert den Staubgehalt der Luft; so fand G. Tissandier dadurch, dass er ein bestimmtes Volumen Luft Blase für Blase durch destillirtes Wasser streichen liess, das Wasser verdampfte und den Rückstand wog, für 1 cbm Luft in Paris:

	1. Nach einem reichlichen Regen des Tages vorher (Juli 1870)	2. Nach 8-tägigem trockenem Wetter	3. Unter normalen atmosphärischen Verhältnissen	
Staub . . .	0,0060 g	0,0230 g	0,0060	0,0075 u. 0,0080 g.

Dieser Staub bestand aus 25—34% organischen und 75—66% unorganischen Stoffen.

In anderen Fällen erhielt er aus Schnee in 1 l Schneewasser:

	In Paris			Vom Lande	
Festen Rückstand	0,212	0,108	0,016 g	0,104	0,048 u. 0,024 g

¹⁾ Festschr. d. Stadt Magdeburg, gewidmet der 57. Naturforscher-Versamml. 1884, 210.

²⁾ Trans. Roy. Soc. Edinburg 1890, 35, 1.

Hierin waren 57—61 % Asche mit Kieselerde, Eisenoxyd, Calciumkarbonat, Sulfaten etc.

Miquel fand ebenfalls den Gehalt der Luft an Staub in Paris bei trockenem Wetter bedeutend höher, als nach gefallenem Regen, nämlich im ersteren Falle 23 mg, nach Regen nur 6,0 mg in 1 cbm Luft. Im Freien auf dem Lande ergab sich 3,0—4,5 mg, bei Regen nur 0,25 mg Staub in 1 cbm Luft. Auch v. Fodor hat nachgewiesen, dass die Luft in Budapest in der trocknen Jahreszeit staubreicher ist, als im feuchten Frühjahr und Winter.

Der Gehalt an Bakterien schwankt ebenfalls nach der Jahreszeit und der Höhe.

F. Miquel hat in Montsouris während des Sommers und Herbstes bis zu 1000 Bakterienkeime in 1 cbm Luft gefunden, während sie im Winter auf 4—5 Stück herabsanken. Nach Freudenreich ist die Luft in unzugänglichen Gletschergebieten von 2000—3000 m Höhe frei von Bakterien, in etwas mehr zugänglichen Gegenden ergaben sich in 1000 l Luft nur 1 oder 2 Bakterien; die auf anderen Höhen gefundenen Bakterien waren die gewöhnlichen: *Bacillus subtilis*, *Bacterium termo* und *Micrococcus*. Auch die Seeluft ist nach Fischer in einer Entfernung von 120 Seemeilen vom Lande keimfrei¹⁾. Der Wald soll eine filtrierende Wirkung auf den Bakteriengehalt der Luft ausüben. Im Sommer und Frühjahr erfahren die Bakterien der Luft eine Zunahme, im Winter eine Abnahme. Bei Kälte wie bei Regen nehmen die Spaltpilze ab, die Schimmelpilze zu. Bei trockner Luft und im Sonnenlicht gehen viele Bakterien zu Grunde. Hefen sollen besonders im August bis Oktober in der Luft vorkommen.

2. Verunreinigungen der Luft.

Die vorstehenden natürlichen Bestandtheile der Luft erfahren sowohl für die freie Atmosphäre als auch besonders für die Wohnungs- und Fabrikräume durch verschiedene Vorgänge an der Erdoberfläche entweder vorübergehende oder bleibende Veränderungen, die vielfach geeignet sind, die Gesundheit des Menschen zu gefährden und aus dem Grunde hier kurz besprochen werden müssen.

a) *Verunreinigung der Luft durch Staub.* Die unter gewöhnlichen Verhältnissen in der atmosphärischen Luft vorkommenden Staubbestandtheile sind vorstehend kurz besprochen. Hierzu kommen aber unter Umständen, sei es durch heftige Windbewegungen sei es durch Fabrikbetriebe, noch aussergewöhnliche Staubmengen, die im ersten Falle meistens vorübergehender Art sind. Wie weit der Staub getragen werden kann, beweisen uns folgende Erscheinungen:

Das mitunter in Diarbekir (rechts vom Tigris) fallende Himmelsbrot besteht aus einer Flechte (*Lecanora esculenta*), die im Kaukasus (Tataren, Kirgisen) stellenweise 15—20 cm den Boden bedeckt und nur durch Sturm dahin gelangt sein kann. Der Staubregen an den Gestaden Portugals und Nordwestafrikas besteht aus Algen und Infusorien, die nur in den Steppen von Südamerika gefunden werden. Am 7. März 1898 fiel im Harz, Odenwald, Kärnten und Engadina ein gelblich röthlicher Schnee, der anscheinend von Vulkanen Islands herrührte und nur durch einen Nordoststurm zu uns getragen worden sein konnte. Der rothe bzw. röthlichbraune Schnee, der häufig in den Alpen beobachtet wird, verdankt entweder der von weither dorthin verwehten Alge (*Sphaerella nivalis*) in Gemeinschaft mit Pollenkörnern, Diatomeen (*Navicula*-Arten und *Diatoma vulgare*) oder, wie L. Mutchler nachgewiesen hat, einem röthlichen Thon seinen Ursprung, der in der Wüste

¹⁾ Dieses erscheint aber nach den Versuchen von C. Flügge (Zeitschr. f. Hygiene 1897, 25, 179) unwahrscheinlich.

Sahara vorkommt und durch den Sirocco von dort bis zu den Alpen getragen wird. Ein auf Sicilien am 8.–11. März 1871 gefallener Sandregen enthielt nach O. Silvestri 3,3 g meteorischen Staub in 1 l Regenwasser und bestand aus:

13,19 % organ. Stoffen, 75,08 % Thon + Sand + Eisenoxyd, 11,65 % Calciumkarbonat.

Wenn somit spezifisch schwere mineralische Bestandtheile eine weite Verbreitung durch den Wind erfahren können, so ist dieses für die winzigen und leichten Mikrophytenkeime erst recht der Fall. Nach Versuchen von C. Flügge¹⁾, C. v. Nägeli, H. Buchner und Mitarbeitern²⁾ werden zwar durch Verdunsten von Flüssigkeiten oder von der unberührten Oberfläche einer Flüssigkeit, ebenso wenig wie von feuchtem Boden oder von feuchten Kleidungsstoffen, selbst nicht bei Luftgeschwindigkeiten bis zu 60 m in der Sekunde, irgendwelche Keime abgelöst und fortgetragen; anders aber ist es, wenn die Flüssigkeit durch mechanische Bewegungen verspritzt oder eintrocknet. Feinste, keimhaltige Tröpfchen (Prodigious-Aufschwemmung) können schon durch eine Luftgeschwindigkeit von etwa 0,1 mm in der Sekunde fortgetragen werden und für die Forttragung feinsten trockener Stäubchen von Pilzkeimen genügen folgende Luftgeschwindigkeiten in der Sekunde:

	Bierhefe	Rosahefe	Prodigious-Theilchen
Luftgeschwindigkeit . . .	1,8 mm	1,3 mm	0,1 mm.

Dabei erhielten sich die Bakterienstäubchen in ruhiger Zimmerluft länger als 4 Stunden in der Schwebe.

Hiernach wird man der Verbreitung von Infektionskeimen durch die Luft volle Rechnung tragen müssen, da zur Bildung von trockenem, keimhaltigem Staub als auch zur Verspritzung feinsten keimhaltiger Flüssigkeitströpfchen in der verschiedensten Weise reichlich Gelegenheit geboten ist. Auch fehlt es nicht an vielen Beispielen von derartigen Luftinfektionen.

Von hoher gesundheitlicher Bedeutung ist auch der in industriellen Betrieben künstlich entstehende Staub. Über derartige Staubmengen bei vollem Betriebe geben Hesse und C. Arens³⁾ für 1 cbm folgende Zahlen an:

Hesse		Arens			
	mg in 1 cbm	mg in 1 cbm	Der Mensch atmet ein: mg im Tage g im Jahr		
1. Wohn-(Kinder-)Zimmer . . .	1,6	1. Laboratorium . . .	1,4	5,6	—
2. Bildhauerei (halb im Freien)	8,7	2. Schulzimmer . . .	8,0	2,4	—
3. Kohlengrube	14,3	3. Rosshaarspinnerei . . .	10,0	50,0	15,0
4. Papierfabrik	23,9	4. Sägewerk	16,0	90,0	27,0
5. Mahlmühle	47,0	5. Kunstwollfabrik . . .	7,0–20,0	100,0	30,0
6. Eisengiesserei	71,7	6. Mahlmühle	25,0	125,0	37,5
7. Filzschuhfabrik	175,0	7. Eisengiesserei	28,0	140,0	42,0
		8. Schnupftabakfabrik . .	72,0	360,0	108,0
		9. Cementfabrik	224,0	1120,0	336,0

v. Gorup fand in der Lunge eines Arbeiters einer Ultramarinfabrik, der nicht dem Staube des Ultramarins, sondern der zu seiner Bereitung dienenden Mischung ausgesetzt war, 19,91 g Thonerde, Sand und Kieselerde in 1000 g Lunge und nach Behandlung der Lunge mit Salpetersäure einen schwarzen Körper, der sich wie Kohle verhielt.

Es können daher durch den künstlich erzeugten Staub aller Art recht erhebliche Mengen in die Lungen dringen und ist es selbstverständlich, dass hierdurch dem Auftreten von Lungenkrankheiten Vorschub geleistet wird; auch hat H. Wegmann⁴⁾ nachgewiesen, dass

¹⁾ Zeitschr. f. Hygiene 1897, 25, 179.

²⁾ Archiv f. Hygiene 1899, 36, 235.

³⁾ Archiv f. Hygiene 1894, 21, 325.

⁴⁾ Archiv f. Hygiene 1894, 21, 359.

vielfach die grössere Sterblichkeit der in solchen Betrieben beschäftigten Arbeiter mit der Menge des entwickelten und eingeathmeten Staubes zusammenhängt. Besonders gefährlich ist Staub von arseniger Säure, Phosphor (Phosphordampf), Quecksilber (bezw. Quecksilberdampf), Metallstaub (Blei, Messing, Zink), ferner Staub von Haaren, Wolle etc. von verseuchten Thieren.

A. Hilger und E. v. Raumer¹⁾ haben gefunden, dass die in Spiegelbeleganstalten auftretenden Quecksilbermengen weniger in dampf- als staubförmigem Zustande vorhanden sind, nämlich in 1 cbm Luft 0,34—0,98 mg Quecksilberdampf, dagegen 22,5—24,0 mg für 1 cbm in 24 Stunden als staubförmiges Quecksilber. Mörner²⁾ weist nach, dass auch bei Anwendung von Sublimat in Wohnräumen erhebliche Mengen Quecksilber in die Luft übergehen können.

Zur Beseitigung oder Verringerung des Staubes in den Wohn- und Fabrikräumen ist in erster Linie die Entwicklung und Verbreitung von Staub zu verhindern; ferner eine zweckmässige Lüftung anzustreben. J. Uffelmann fand in gut gelüfteten Räumen 2600 bis 12500, in ungelüfteten Räumen 165000 Bakterienkeime in 1 cbm. Nach G. Wolffhügel³⁾ hat indess die Lüftung nur geringen Erfolg, es muss vorwiegend der Entstehung von Staub vorgebeugt werden.

b) *Verunreinigung der Luft durch Rauch und industrielle Gase.* Eine wesentliche Verunreinigung erfährt die Luft in grösseren Städten und in Industriegegenden durch den Schornsteinrauch etc. Zunächst enthalten alle Brennstoffe, besonders die Steinkohlen, Schwefel bezw. Schwefelverbindungen, die beim Verbrennen schweflige Säure bezw. Schwefelsäure liefern. G. Würtz⁴⁾ beobachtete diese Säuren stets in der Atmosphäre von Paris und schreibt dem Vorkommen der schwefligen Säure den geringen Gehalt solcher Luft an Ozon zu. A. Smith⁵⁾ fand in dem Regen in England und Schottland auf dem Lande 2,06—5,64 Thle., in dem aus Städten dagegen 16,50—70,90 Thle. Schwefelsäure für 1 Million Theile Regenwasser (vergl. auch S. 1380). Neben Verbrennungsgasen enthält der Schornsteinrauch noch stets mehr oder weniger Russbestandtheile. P. Lochtin⁶⁾ fand in dem Russ von Holz- und Torffeuerung:

	Wasser	In Salzsäure löslich	Davon in Wasser löslich	Verkohlte Substanzen	Unlösliche Asche
Holzfeuerung	1,20 %	65,35 %	28,75 %	28,35 %	5,10 %
Torffeuerung	2,82 „	26,39 „	13,51 „	44,38 „	26,41 „

Die in Salzsäure löslichen Bestandtheile bestanden aus:

Feuerung	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	SiO ₂	SO ₂	P ₂ O ₅	CO ₂ + H ₂ S + Organisches
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Holzfeuerung . .	20,90	3,15	15,80	1,12	2,13	1,50	11,00	2,88	6,57
Torffeuerung . .	5,17	0,77	2,52	Spur	4,66	2,10	4,46	1,38	5,33

Zu den Verunreinigungen aus gewöhnlichem Schornsteinrauch gesellen sich noch solche aus industriellen Anlagen, z. B. schweflige Säure, wie Schwefelsäure neben Metalloxyden und Sulfaten von Blei und Zink etc. aus Röstereien von Schwefelkies und Zinkblende; Salzsäure bezw. Chlor aus Soda- bezw. Chlorkalkfabriken bei der Her-

¹⁾ Forschungsberichte über Lebensmittel 1894, 1, 32.

²⁾ Zeitschr. f. Hygiene 1894, 18, 251.

³⁾ G. Wolffhügel, Zur Lehre vom Luftwechsel, München 1893.

⁴⁾ Compt. rend. 1885, 100, 1385.

⁵⁾ A. Smith, Die Luft und der Regen etc. 1872.

⁶⁾ Chem. Centralbl. 1891, II, 333.

stellung von Natriumsulfat für die Sodabereitung, bei der Verhüttung von Nickel- und Kobalterzen etc.; Fluorwasserstoffsäure aus Fabriken für Darstellung dieser Säuren oder aus Düngstoffabriken (Aufschliessen fluorhaltiger Phosphate), Glasfabriken, Thonwarenfabriken etc.; Stickstoffoxyde bei der Darstellung von Oxalsäure aus organischen Stoffen durch Oxydation mit Salpetersäure, bei der Darstellung von flüssigem Leim mit Salpetersäure, von arsenigsaurem Kali aus arseniger Säure und Salpeter, durch Auflösen von Quecksilber in Salpetersäure, beim Bleichen des Talges, beim Beizen von Metallen etc.; Ammoniak bei der Darstellung von Soda und in anderen Betrieben, in denen entweder Ammoniak hergestellt oder verwendet wird; Schwefelwasserstoff bei der Verarbeitung von Sodarückständen, bei der Leuchtgasfabrikation, Theerschmelereien und Koksbereitungsanstalten; Theer- und Asphaltdämpfe bei der Herstellung und Verwendung dieser Rohstoffe und andere Dämpfe und Gase mehr.

K. B. Lehmann¹⁾ hat auf Grund von meistens eigenen Versuchen folgende Schädlichkeitsgrenzen dieser und anderer Gase für den Menschen aufgestellt:

Bezeichnung der Gase	Rasch tödtend	Konzentrationen, die in $\frac{1}{2}$ —1 St. lebensgefährliche Erkrankungen bedingen	Konzentrationen, die noch $\frac{1}{2}$ —1 St. ohne schwerere Störungen zu ertragen sind	Konzentrationen, die bei mehrstündiger Einwirkung nur sehr schwache Symptome bedingen
Salzsäuregas	—	1,5—2 ‰	0,05 bis höchstens 0,1 ‰	0,01 ‰
Schweflige Säure	—	0,4—0,5 ‰	0,05 ‰	0,02—0,03 ‰
Kohlensäure ²⁾	302 ‰	etwa 60—80 ‰	40—60 ‰	20—30 ‰
Ammoniak	—	2,5—4,5 ‰	0,3 ‰	0,1 ‰
Chlor und Brom	etwa 1 ‰	0,04—0,06 ‰	0,004 ‰	0,001 ‰
Jod	—	—	0,003 ‰	0,0005—0,001 ‰
Schwefelwasserstoff	1—2 ‰	0,5—0,7 ‰	0,2—0,3 ‰	0,1—0,15 ‰ ³⁾
Schwefelkohlenstoff	—	10—12 mg in 1 l	2—3 mg in 1 l	1—1,2 mg ⁴⁾ in 1 l
Kohlenoxyd	—	2—3 ‰	0,5—1,0 ‰	0,2 ‰

Hieran anschliessend möge erwähnt sein, dass von den Riechstoffen durchweg nur sehr geringe Mengen in der Luft vorhanden zu sein brauchen, um von dem Menschen empfunden zu werden; so betragen nach J. Passy⁵⁾ die kleinsten noch wahrnehmbaren Mengen für 1 l Luft in Millionstel Gramm: Kampher 5, Aether 1, Citral 0,5—0,1, Heliotropin 0,01—0,05, Kumarin 0,05—0,01, Vanillin 0,005—0,0005, natürlicher Bism 0,0001 bis 0,00001 (?), künstlicher Bism (Trinitroderivat des Isobutyltoluols) 0,00001—0,00000005, also z. Th. kaum mehr vorstellbare kleinsten Mengen. Von den primären aliphatischen Alkoholen wurden noch folgende kleinsten Mengen in Millionstel Gramm für 1 l Luft wahrgenommen:

Methyl-	Aethyl-	Propyl-	Butyl-	Isobutyl-	Links akt. Amyl-	Isoamyl-
1000	250	10—5	1	1	0,6	0,1

¹⁾ K. B. Lehmann, Die Methoden der praktischen Hygiene, Wiesbaden 1901, 174.

²⁾ Die Wirkung der Kohlensäure wird sehr verstärkt durch gleichzeitigen Sauerstoffmangel. Jedes Procent Sauerstoff, das die Luft weniger als 20,9 ‰ enthält, wirkt etwa, als ob der Kohlensäuregehalt um 1 ‰ gesteigert wäre.

³⁾ Schon 6-stündige Einwirkung von 0,1—0,15 ‰ bewirkt noch heftiges nachträgliches Unwohlsein, 2—3-stündige Einwirkung ist nur von geringer Wirkung.

⁴⁾ 6-stündige Einwirkung von 1—1,2 mg in 1 l ruft noch ziemlich unangenehme Nachwirkungen (Kopfwach) hervor; 2—3-stündige wirkt kaum nennenswerth.

⁵⁾ Compt. rend. 1892, 114, 786 und Centralbl. f. Agrik.-Chemie 1893, 22, 803.

Hiernach würde die Riechkraft eines Stoffes mit dem Molekulargewicht stetig zunehmen.

Die Empfindlichkeit des Geruchssinnes eines Menschen für diese und andere Stoffe ist naturgemäss je nach der Individualität verschieden und schwankt auch bei denselben Personen von einem Tage zum anderen.

Die Pflanzen sind gegen manche Gase vorstehender Art noch empfindlicher als die Thiere bezw. Menschen. So haben sich bei länger fortdauernder Einwirkung selbst so geringe Mengen wie 0,01 % schweflige Säure als schädlich für die Pflanzen erwiesen¹⁾.

Die Grösse der Rauchgasbelästigung richtet sich nicht immer nach dem Umfang der Raucherzeugung, sondern wesentlich nach örtlichen und klimatischen Verhältnissen; sie ist z. B. in Berlin geringer als in Hannover, Dresden, Leipzig und anderen Städten. Die vielfachen Bestrebungen, durch Verbesserung der Feuerungsanlagen etc. die Rauchbelästigungen einzuschränken, sind bis jetzt nur von einem beschränkten Erfolg gewesen.

c) *Verunreinigung der Luft durch Abortgruben.* Zu den vielerorts auftretenden Verunreinigungen der Luft gehören die Ausdünstungen von Aborten. Wenngleich die hieraus entwickelten Gase, Kohlensäure, Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Kohlenwasserstoffe (CH_4 ?) etc. dieselben sind, wie vielfach die vorhin erwähnten Industriegase, so mögen sie doch wegen der Häufigkeit des Auftretens besonders erwähnt sein. Fr. Erismann²⁾ hat die Menge dieser Gase zu ermitteln gesucht und gefunden, dass 135 g Exkremente (Koth zu Harn wie 1:3) oder eine Abtrittgrube, die 18 cbm Exkremente enthielt, bei mässigem Luftwechsel folgende Gasmengen in 24 Stunden an die Luft abgeben:

	135 g Exkremente	Abtrittgruben mit 18 cbm Exkrementen	
Kohlensäure	0,0836 g	11,144 kg =	5666,6 l = 5,67 cbm
Ammoniak	0,0158 "	2,040 "	= 2673,7 " = 2,67 "
Schwefelwasserstoff	0,00025 "	0,038 "	= 21,7 " = 0,02 "
Kohlenwasserstoff (CH_4)	0,0564 "	7,464 "	= 10430,7 " = 10,43 "
Im Ganzen	0,15515 "	20,681 "	= 18792,7 " = 18,79 "

Unter Entwicklung dieser Gase findet eine lebhaftere Sauerstoffabsorption statt. Die 135 g Exkremente absorbirten in 24 Stunden 0,1036 g Sauerstoff, was für die Exkrementmasse von 18 cbm täglich 13,85 kg Sauerstoff ausmacht.

Fr. Erismann hat ferner untersucht, wie sich die Fäulniss in den Abortgruben bei Zusatz von verschiedenen Desinfektionsmitteln verhält.

Die stärkste Wirkung übt Sublimat aus; bei diesem wird die Sauerstoffaufnahme am meisten herabgesetzt; es wird durch dasselbe, ebenso wie durch Schwefelsäure und Eisenvitriol das organische Leben zerstört, und damit der Hauptgrund zur Sauerstoffaufnahme beseitigt; die vor der Desinficirung auftretenden Gase verschwinden entweder ganz oder zum grossen Theil.

Karbolsäure und Kalk haben für Kohlensäure, Schwefelwasserstoff und Kohlenwasserstoff eine ähnliche Wirkung, nur entwickelt Kalkmilch naturgemäss eine grosse Menge Ammoniak.

Gartenerde und Kohle zeigen ein von vorstehenden Desinfektionsmitteln ganz verschiedenes Verhalten. Ihre Wirkung als Desinfektionsmittel scheint unter Absorption von Ammoniak, Schwefelwasserstoff und Kohlenwasserstoff auf eine erhöhte Sauerstoffzufuhr und damit auf eine vermehrte Oxydation unter Bildung von mehr Kohlensäure zurückgeführt werden zu müssen.

Eine stark desinficirende Wirkung besitzt auch die Torfstreu, die sofort jeden äblen Geruch beseitigt.

¹⁾ Vergl. E. Haselhoff und G. Lindau, Die Beschädigung der Vegetation durch Rauch 1903, 144.

²⁾ Zeitschr. f. Biologie 1875, 11, 207.

d) *Verunreinigung der Luft durch Bodenluft.* v. Pettenkofer hat darauf hingewiesen, dass die Bodenluft um so unreiner und um so reicher an Kohlensäure (um so ärmer an Sauerstoff) ist, je mehr der Boden mit organischen Substanzen durchdrungen und verunreinigt ist.

Er fand¹⁾ z. B. im Alpenkalkgeröllboden von München in 4 m Tiefe 1000 Vol. Bodenluft Kohlensäure:

	Januar—März	April—Mai	Juni—September
1871	3,91 Vol.-% ₁₀₀	5,54 Vol.-% ₁₀₀	12,74 Vol.-% ₁₀₀
1872	5,74 „	12,76 „	21,04 „

In derselben Weise giebt H. Fleck für 2 Stellen in Dresden in 1000 Vol. Luft Vol. Kohlensäure bzw. Sauerstoff an:

Zeit	Botanischer Garten:				Rechtes Elbufer: (Sandiger Waldboden)	
	Sauerstoff		Kohlensäure		Kohlensäure	
	2 m tief	4 m tief	2 m tief	4 m tief	2 m tief	4 m tief
Januar—April . .	189	173	5,2—20,2	15,7—28,5 (Mai)	3,92	3,90
Juni—September .	162,5	162,5	28,9—48,2	40—55,6	5,32—8,50	4,94—7,11
Okt.—Nov. . . .	186—197	156—167	22,1—29,1	43,2—54,6	2,28—4,00	2,45—3,66

Ferner ergab Bodenluft aus kompaktem Wüstensand (Farafreh) nach v. Pettenkofer und Zittel in $\frac{1}{2}$ m Tiefe 0,793 und die aus 1 m Bodentiefe eines Palmengartens ebendort 3,152 Vol. Kohlensäure in 1000 Vol. Bodenluft.

Nach diesen und vielen sonstigen Untersuchungen ist die Bodenluft in dem mit organischen Stoffen durchtränkten Boden kohlensäurereicher, als im reinen mineralischen Boden; der Kohlensäuregehalt ist in der wärmeren Jahreszeit grösser als in der kälteren und der Sauerstoffgehalt entsprechend geringer. Nach v. Pettenkofer wird die durch Oxydation der organischen Substanz sich bildende Kohlensäure mehr von der Bodenluft als vom Grundwasser aufgenommen und fortgeführt.

Dieses wird durch Versuche von J. Treumann²⁾ bestätigt, der in der Bodenluft ausserhalb eines Hauses in 1 m Tiefe 1,27—3,86 % Kohlensäure und 19,60—20,3 % Sauerstoff, dagegen unter dem cementierten, also wenig Luftzug gestattenden Kellerfussboden in 1 m + (1,14 m Sohlen-) Tiefe 11,55—14,97 % Kohlensäure und 18,76—19,43 % Sauerstoff fand.

Die Bodenluft steht aber in fortwährender Wechselbeziehung zur atmosphärischen Luft und zu der unserer Wohnungen. Ist die Temperatur der Luft und der Wohnungen, wie es meistens der Fall ist, höher als die der Bodenluft, so haben wir einen aufsteigenden Luftstrom, in Folge dessen an einer Stelle die Bodenluft in die Höhe steigt, um an anderen und kälteren Stellen durch neue Luft ersetzt zu werden, so dass ein fortwährender Austausch zwischen atmosphärischer und Bodenluft stattfindet. Auch jeder Windstoss bewirkt eine Bewegung der Bodenluft.

J. Förster untersuchte in einem Hause, in dessen Kellerräumen Most zum Gähren aufgestellt war, die Luft im Keller und in den darüber gelegenen Zimmern auf ihren Kohlensäuregehalt mit folgendem Ergebniss: Die Kellerluft hatte z. B. am 22. Oktober früh 9 Uhr an dem Boden 43,02, an der Decke 16,12 Vol.-% Kohlensäure; ferner wurden gefunden:

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1875, 11, 392.

²⁾ Zeitschr. f. Untersuchung d. Nahrung- u. Genussmittel 1901, 4, 1043.

Raum	Am 22. Oktober nachmittags 3 Uhr:		Raum	Am 23. Oktober abends 8 Uhr:	
	Tem- peratur C°	Vol. Kohlen- säure in 1000 Luft		Tem- peratur C°	Vol. Kohlen- säure in 1000 Luft
Kellerboden	14,0	30,49	Kellerboden	13,0	3,06
Parterrezimmer	15,8	1,63	Geheiztes Zimmer zu ebener Erde	22,4	1,88
Zimmer im 1. Stock	14,4	1,08	desgl. im 1. Stock	22,8	1,48

Die Zimmer waren nicht bewohnt, und wenn dennoch die Kohlensäure in denselben um das 4–5-fache grösser war, als für gewöhnlich in der reinen Luft, so konnte dieser Mehrgehalt nur von der im Keller entwickelten und aufgestiegenen Kohlensäure herrühren.

Bickel und Herrligkoffer fanden¹⁾ in Gärkellern in Kopfhöhe 5,0–147,3‰ über den Gährbottichen 58,9–799,4‰ Kohlensäure; durchschnittlich betrug der Gehalt 15–20‰ und sind Untersucher der Ansicht, dass diese Mengen ohne nachtheiligen Einfluss auf den Menschen bleiben (vergl. S. 1434).

Nach F. Cloves²⁾ erlöschen Flammen von Kerzen, Oel, Paraffin und Alkohol bei einem Kohlensäuregehalt der Luft von 13–16‰, eine Leuchtgasflamme bei einem solchen von 33‰, eine Wasserstoffflamme dagegen erst bei einem solchen von 58‰, ein Verhalten, welches für die Sicherheitslampen in Bergwerken Beachtung verdient.

e) Verunreinigung der Luft durch künstliche Beleuchtung in den Wohnräumen. Durch die Beleuchtungsstoffe werden der Luft unserer Wohnungen mehr oder weniger Gase zugeführt, welche dieselbe zu verunreinigen und zu verderben im Stande sind. Es sind dieses in erster Linie Kohlensäure und Erzeugnisse der unvollkommenen Verbrennung, Kohlenwasserstoffe, Kohlenoxyd, von welchem letzteren im Leuchtgas selbst bis zu 20% gefunden sind. Nach Eulenberg sind die Vergiftungen mit Leuchtgas vorwiegend dem Gehalt desselben an Kohlenoxyd zuzuschreiben. Häufig auch kommt es vor, dass ein Leuchtgas „Schwefelwasserstoff- oder Schwefelkohlenstoff-Verbindungen“ enthält, die Veranlassung zur Bildung von „schwefliger Säure“ geben.

Im „Petroleum“ des Handels sind mitunter kleine Mengen (bis zu 2,2%) Schwefelsäure gefunden, die bei der Reinigung des rohen Petroleums verwendet, aber nicht immer wieder vollständig entfernt werden. Ein damit verunreinigtes Petroleum brennt trübe und entwickelt beim Brennen schädliche Dämpfe, welche Augenzündungen und katarrhähnliche Erscheinungen hervorrufen.

Fast regelmässig treten beim Verbrennen der Beleuchtungsstoffe salpetrige Säure bzw. Untersalpetersäure auf; so werden beim Verbrennen von 1 g Stearinkerze bis zu 0,3 mg salpetrige Säure gebildet; 1 l Leuchtgas liefert beim Verbrennen nach A. v. Bibra³⁾ 0,068–0,245 mg salpetrige Säure; Geelmuyden⁴⁾ fand in 100 l Luft eines Raumes bei Beleuchtung mit verschiedenen Leuchtgasflammen 0,22–0,40 mg salpetrige Säure; 1 l Verbrennungsgase bestanden aus 0,74 l Wasserdampf, 0,26 l Kohlensäure mit 1,04 mg schwefliger Säure.

Das hauptsächlichste luftverunreinigende Gas ist indess die Kohlensäure neben Wasserdampf. In der Erzeugung dieser beiden Stoffe, ferner auch in der von Wärme ver-

¹⁾ Zeitschrift f. Untersuchung d. Nahrung- und Genussmittel 1901, 4, 1044.

²⁾ Chem.-Ztg. 1894, 18, 1352.

³⁾ Zeitschr. f. angew. Chemie 1891, 622.

⁴⁾ Archiv f. Hygiene 1895, 22, 102.

halten sich die einzelnen Beleuchtungs-Rohstoffe sehr verschieden, wie die Untersuchungen u. a. von Zoch¹⁾, Erismann²⁾, M. Rubner³⁾ und Cramer⁴⁾ gezeigt haben.

F. Fischer⁵⁾ ermittelte die von den einzelnen Beleuchtungsstoffen entwickelte Lichtmenge, sowie die gelieferte Menge Kohlensäure, Wasser, Wärme etc. mit folgenden z. Th. durch M. Rubner ergänzten Ergebnissen:

Beleuchtungsart	Für die stündliche Erzeugung von 100 Normal-Kerzen ⁶⁾ sind erforderlich		Dabei werden entwickelt		
	Menge	Preis derselben in Pfgn	Wasser kg	Kohlensäure cbm bei 0°	Wärme W. E.
Elektrisches Bogenlicht . . .	0,09 bis 0,25 Pferdekr.	6—12	0	Spuren	57—158
" Glühlicht . . .	0,46 " 0,85 "	15—30	0	0	200—536
Leuchtgas: Siemens' Regenerativbrenner . . .	0,35 bis 0,56 cbm	6,3—10,1	—	—	etwa 1500
" Argandbrenner . . .	0,8 cbm (bis 2)	14,4 (bis 36)	0,86	0,46	4213
" Zweilochbrenner . . .	2 cbm (bis 8)	36,0 (bis 144)	2,14	1,14	12150
" Glühlicht . . .	—	11,2	0,64	0,25	1000
Erdöl, grösster Rundbrenner . . .	0,20 kg	4	0,22	0,32	2073
" kleiner Flachbrenner . . .	0,60 "	12,0	0,80	0,95	6220
Solaröl, Lampe von Schuster und Baer	0,28 "	6,2	0,37	0,44	3360
" kleiner Flachbrenner . . .	0,60 "	13,2	0,80	0,95	7200
Rüböl, Carcellampe	0,43 "	41,3	0,52	0,61	4200
" Studirlampe	0,70 "	67,2	0,85	1,00	6800
Paraffinkerze	0,77 "	139	0,99	1,22	9200
Wallrath- "	0,77 "	270	0,89	1,17	7960
Wachs- "	0,77 "	308	0,88	1,18	7960
Stearin- "	0,92 "	166	1,04	1,30	8940
Talg- "	1,00 "	160	1,05	1,45	9700

Nach diesen Untersuchungen sind Talg-, Stearin-, Wachs- und Paraffinkerzen nicht nur die teuersten Leuchtstoffe, sondern liefern auch am meisten Wasser, Wärme und Kohlensäure.

Von den flüssigen Leuchtstoffen erweist sich das Petroleum als der beste.

Am günstigsten verhält sich das elektrische Licht; es liefert am wenigsten Wärme und keine Kohlensäure oder sonstige schädliche Gase und ist dabei an den meisten Orten nicht wesentlich theurer als Leuchtgas-Beleuchtung. Bei letzterer hängt die Bildung von Kohlensäure und Wärme für gleiche Lichtstärke wesentlich von der Art des verwendeten Brenners ab; am günstigsten verhält sich das Auer-Glühlicht.

¹⁾ Zeitschr. f. Biologie 1867, 3, 117.

²⁾ Ebendort 1876, 12, 315.

³⁾ Archiv f. Hygiene 1895, 23, 87.

⁴⁾ Journ. f. Gasbeleuchtung u. Wasserversorgung 1891, 34, 65. F. Fischer glaubt indess, dass das von Cramer angewendete Verfahren fehlerhaft sei.

⁵⁾ Deutsche Vierteljahresschr. f. öffentliche Gesundheitspflege 15, 619.

⁶⁾ Unter Normal-Kerze versteht man die Lichtmenge, welche von einer Paraffinkerze erzeugt wird, welche bei einem Durchmesser von 20 mm, einer Flammhöhe von 50 mm stündlich 7,7 g Paraffin verbrennt; die Kerzenmasse soll möglichst reines Paraffin sein und einen nicht unter 55° liegenden Erstarrungspunkt besitzen. Für die Angaben von Lichtmengen wird auch noch die von einer Carcellampe ausstrahlende Lichtmenge benutzt, welche in einer Stunde 42 g Rüböl verbraucht. Eine Carcellampe entspricht 9,8 Normal-Kerzen. Ferner ist für den Zweck jetzt auch die Hefner-Amylacetatlampe in Gebrauch.

Neben den genannten Gasen verbreiten aber die meisten künstlichen Lichtquellen — mit Ausnahme natürlich der elektrischen — mehr oder weniger Russtheilchen und die Menge dieser giebt auch, wie M. Rubner¹⁾ nachweist, einen Massstab für das Vorkommen und die Menge der unvollständigen Verbrennungs-Erzeugnisse.

f) *Verunreinigung der Luft durch Oefen und Heizanlagen.* Die Oefen und Heizungen in den Wohnräumen bilden ebenfalls Quellen für Verunreinigung der Zimmerluft, durch Verbreitung entweder von Staub oder schlechten Gasen (Kohlenoxyd und Erzeugnissen der unvollkommenen Verbrennung). Letztere bilden sich aber nur, wenn auf irgend eine Weise der Luftzug in den Abzugsröhren oder im Schornstein unvollkommen oder ganz gestört ist. Die Ansammlung der lästigen und schädlichen Gase kann dann so gross werden, dass der Tod der Einwohner durch Ersticken eintritt. Derartige Fälle sind in schlecht gelüfteten Zimmern oder bei unvorsichtigem Gebrauch von Zugklappen zur Absperrung des Luftzuges im Ofenrohr nicht gerade selten. Die von einigen französischen Chemikern aufgestellte Behauptung, dass durch gusseiserne Oefen stets geringe Mengen Kohlenoxydgas diffundiren, hat sich nach neueren Untersuchungen von Alex. Müller, A. Vogel und G. Wolffhügel nicht bestätigt; es gelang diesen nicht, in der Aussenluft des Ofenmantels irgendwie nachweisbare Mengen von Kohlenoxyd aufzufinden. Das Kohlenoxyd bildet sich entweder durch unvollkommene Verbrennung in Folge mangelnden Luftzutritts oder durch Reduktion von gebildeter Kohlensäure durch stark glühende Kohle.

Sehr gefährlich können nach R. Knorr²⁾ die Gasheizapparate werden, bei denen die Verbrennungsgase nicht genügend abziehen können. Er fand nach 2-maliger Heizung in Badezimmern mit Gasheizung eine wesentliche Sauerstoffabnahme und Kohlensäurezunahme. Dieselben betragen im Vergleich zu Grubenluft in den Oberharzer Erzgruben:

	Grubenluft	Badezimmerluft
Kohlensäure	2,29 %	2,70 %
Sauerstoff-Verminderung	2,37 „	3,90 „

Grubenluft mit 0,5—1,23% Kohlensäure und nur 20,0—17,8% Sauerstoff bezeichnet man als deutlich erkennbare schwere Wetter.

H. Müller³⁾ und A. Gärtner⁴⁾ theilen Todesfälle mit, die bei Gasöfen bzw. Gasbadeöfen durch Anhäufung von Kohlensäure sowie durch Austreten von Kohlenoxyd in Folge mangelhafter Abführung der Gase verursacht worden waren. E. Babucke⁵⁾ hat auch bei Benutzung von Petroleumöfen eine wesentliche Ansammlung von Kohlensäure (bis zu 12%) nachweisen können.

Diese Art Verunreinigungen können bei den Centralheizungen in den Räumen nicht auftreten. Bei der Luftheizung können aber mit der zugeführten heissen Luft leicht Verunreinigungen, welche in der zu erwärmenden Luft enthalten sind, zugeführt werden und bei den Heisswasser- oder Wasserdampfheizungen tritt leicht ein Versengen des Staubes an den Heizkörpern ein, wodurch ebenfalls schlechte Gerüche den Wohnräumen zugeführt werden. Ein weiterer Uebelstand der Centralheizungen ist der, dass sie die Wohnungsluft zu sehr austrocknen, d. h. zu arm an Wasserdampf machen, wenn nicht durch Aufstellen von Wasserschalen für eine gleichzeitige Zuführung von Wasserdampf Sorge getragen wird.

g) *Verunreinigung der Wohnungs- bzw. Einathmungsluft durch giftige Tapeten oder Papier oder Kleider.* Hierher sind zunächst arsenhaltige Tapeten und

¹⁾ Hygienische Rundschau 1900, 10, 257.

²⁾ Archiv f. Hygiene 1890, 11, 86.

³⁾ Hygien. Rundschau 1897, 7, 735.

⁴⁾ Chem.-Centralbl. 1900, I, 1168 u. 1231.

⁵⁾ Ebendort 1899, II, 968.

Kleider zu rechnen, welche durch Verwendung von entweder arsenhaltigem „Schweinfurter Grün“ oder arsenhaltigem Anilinroth (Fuchsin) etc. hergestellt sind. Eine Zimmer- oder Einathmungsluft kann bei Anwendung derartiger Stoffe nicht nur durch Abreiben der Farbe arsenhaltig werden, sondern auch nach den Untersuchungen von H. Fleck unter Umständen einen Gehalt an „Arsenwasserstoff“ annehmen, welcher sich durch Einwirkung von Wasser und dem Kleister, womit z. B. die Tapeten angeklebt werden, unter Reduktion der arsenigen Säure bilden soll.

O. Emmerling¹⁾ konnte zwar, wenn er organische Stoffe mit arseniger Säure mischte und hierauf Pilze (Proteus-, Schimmel-Arten) wachsen liess, das Auftreten von Arsenwasserstoff niemals beobachten, obschon die Schimmelarten (Penicillium- und Aspergillus-Arten) auf dem Nahrungsmittel (Brotbrei) mit 0,2% arseniger Säure üppig wuchsen. B. Gosio²⁾ hat aber gefunden, dass ausser *Mucor mucedo*, *Aspergillus glaucus* sowie *Asp. virens* besonders *Penicillium brevicaulis* auf arsenhaltigen Stoffen, sogar auf festen Arsenverbindungen gut gedeihen und hierbei ein giftiges Gas entwickeln, welches sich indess als mit Arsenwasserstoff nicht gleich erwiesen hat. Die Frage der Bildung des letzteren aus feuchten, Arsen und organische Stoffe enthaltenden Stoffen bedarf daher noch der weiteren Aufklärung.

Im Anschluss hieran mag erwähnt sein, dass in weissen Kinderwagendecken vielfach Bleiweiss (bis zu 40% Bleioxyd) und auf Kinderspielzeug Zinkweiss (mit 60% Zinkoxyd) nachgewiesen ist. Ebenso werden Visitenkarten häufig mit Bleiweiss, Papierkragen mit Zinkweiss getränkt. Es ist einleuchtend, dass durch Abreiben dieser Gegenstände Theilchen giftiger Farbstoffe in den Organismus gelangen und schädliche Folgen hervorrufen können.

h) Verunreinigung der Zimmerluft durch die Ausathmungsluft des Menschen. Ueber die Menge der vom Menschen durchschnittlich abgegebenen Menge Kohlensäure sowie Wasserdampf vergl. S. 269 und 276. Im Besonderen mögen hier noch einige Zahlen für die ausgeathmete Kohlensäure-Menge aufgeführt werden. So betrug die stündliche Kohlensäure-Ausscheidung des erwachsenen Mannes nach Pettenkofer und C. Voit:

	1. Kräftiger Arbeiter, 72 kg schwer, 28 Jahre Ruhe	2. Schwächlicher Schneider, 53 kg schwer, 36 Jahre Ruhe
Tag	22,6 l	36,2 l
Nacht	16,7 „	12,7 „

Nach Schardingers's Untersuchungen beträgt die stündliche Kohlensäureabgabe:

	Knabe	Mädchen	Jüngling	Jungfrau	Mann	Frau
Alter	9 $\frac{1}{4}$	10	16	17	28	35 Jahre
Körpergewicht	22,0 kg	23,0 kg	55,75 kg	55,75 kg	82,0 kg	65,5 kg
Kohlensäure	10,3 l	9,7 l	17,4 l	12,9 l	18,6 l	17,4 l

Aus dem Grunde kann sich in den Wohn- und Schlaf- etc. Räumen mitunter eine grosse Menge Kohlensäure (bis zu 10‰) ansammeln, wenn diese Räume nicht oder nur mangelhaft gelüftet werden. Eine derartige Kohlensäuremenge ist, wie schon S. 1427 gesagt ist, an sich bei genügendem Sauerstoffgehalt nicht schädlich; aber wenn die Kohlensäure von Menschen herrührt, so ist eine Zimmerluft, die 5,0—7,0‰ Kohlensäure enthält, nach v. Pettenkofer schon im höchsten Grade drückend, ekelregend und für einen längeren Aufenthalt völlig untauglich. Nach v. Pettenkofer darf eine Zimmerluft nicht mehr als 0,6—1,0 Vol.-% Kohlensäure enthalten. Man hat aus diesem Umstande geschlossen, dass die Ausathmungsluft des Menschen noch andere schädliche Stoffe als Kohlensäure enthalten müsse.³⁾

¹⁾ Berichte der deutschen chem. Gesellschaft 1896, 29, 2728.

²⁾ Ebendort 1897, 30, 1024.

³⁾ M. Märcker konnte sich in einer Stallluft mit 8—10 Vol.-% Kohlensäure längere Zeit ohne Beschwerden aufhalten, erst als der Kohlensäuregehalt auf 13,56‰ stieg, wurde die Luft sehr drückend, ein Beweis, dass die Hautausdünstungen und die sonstigen gasförmigen Abgaben der Thiere nicht so belästigend sind, als die der Menschen.

Seegen und Nowack¹⁾ wollen sogar gefunden haben, dass der Mensch organische, durch Kali nicht absorbirbare Stoffe ausathmet, die nach der Wiedereinathmung giftige Wirkungen ausüben sollen. H. Hermans²⁾ widerlegt jedoch diese Annahme und glaubt, dass der Mensch keine nennenswerthen Mengen von flüchtigen verbrennlichen Stoffen an die Luft abgibt, dass letztere entweder von Darmgasen bei fehlerhafter Verdauung oder von Abscheidungserzeugnissen von der Körperoberfläche (schmutzige Haut, Kleider etc.) herrühren.

Die Frage über die Giftigkeit der Ausathmungsluft des Menschen ist dann aufs Neue durch Brown-Séquard und d'Arsonval³⁾ angeregt worden, die auf Grund vieler und wiederholter Versuche zu dem Schlusse gelangten, dass die Lungen des Menschen — auch des Hundes und Kaninchens — ununterbrochen ein ungemein heftiges Alkaloid-Gift — nicht Ammoniak — erzeugen sowie in der Ausathmungsluft abgeben und dass dieses die Ursache der Schädlichkeit der menschlichen Ausathmungsluft in geschlossenen Räumen ist. Zu wesentlich demselben Ergebniss ist S. Merkel⁴⁾ gelangt; auch er glaubt auf Grund mehrerer Versuche in der Ausathmungsluft ein flüchtiges Gift (flüchtige Base) annehmen zu müssen.

Diese Ergebnisse sind aber durch eine Reihe anderer Untersuchungen, so von Dastre und Loye⁵⁾, Hoffmann von Wellenhof⁶⁾, J. Geyer⁷⁾, Russo, Galiberti und Alessi⁸⁾, K. B. Lehmann und Jessen⁹⁾, Jui. Beu¹⁰⁾, Rauer¹¹⁾, Lübbert und Peters¹²⁾, Billings, Weier, Mitchel und Bergey¹³⁾, St. Růžicka¹⁴⁾ und zuletzt von Em. Formánek¹⁵⁾ widerlegt worden. Diese Untersucher haben die Versuche von Brown-Séquard und d'Arsonval sowie S. Merkel in der von diesen aufgeführten Weise theils wiederholt, theils ergänzt bezw. abgeändert, aber keiner von ihnen hat in der Ausathmungsluft des Menschen einen eigenartig giftigen Stoff nachweisen können. Formánek fasst die bisherigen Ergebnisse wie folgt zusammen:

1. „In den Lungen eines gesunden Menschen oder Thieres entsteht neben den bekannten Stoffen (Kohlensäure und Wasser) bei der Athmung keine giftige Substanz, welche sich der Ausathmungsluft beimengt und mit derselben die Lungen verlässt; zeitweise enthält zwar die ausgeathmete Luft Ammoniak, aber dasselbe ist kein Erzeugniss des Stoffwechsels, sondern ein solches der Zersetzung in der Mundhöhle, besonders bei kariösen Zähnen; bei den Kranken (nach Tracheotomie, bei Tuberkulose) auch in der Luftröhre und in den Lungen.

2. In den Versuchen, welche die Giftigkeit der Ausathmungsluft beweisen, und bei welchen diese Giftigkeit durch Wirkung einer unbekannt organischen Base (Alkaloid) erklärt wird, wurde mit Ammoniak gearbeitet, welches eben die Vergiftungserscheinungen verursacht, welche mit Unrecht einer unbekannt organischen Substanz von basischer Natur (Alkaloid?) zugeschrieben wurden. Dass es nicht nothwendig ist, an eine andere Base als an Ammoniak zu denken, erhellt daraus, dass sämtliche Versuche, welche eine andere organische Base zu isoliren trachteten, misslangen.

¹⁾ Pflüger's Archiv f. Physiol. 1879, 19, 347.

²⁾ Archiv f. Hygiene 1888, 1, 5.

³⁾ Compt. rend. 1888, 96, 165, 213.

⁴⁾ Archiv f. Hygiene 1892, 15, 1.

⁵⁾ Société de Biologie 1888.

⁶⁾ Wiener klin. Wochenschrift 1888.

⁷⁾ Jahresbericht f. Thierchemie 1889, 19.

⁸⁾ Bolletino della Società d'igiene di Palermo 1888.

⁹⁾ Archiv für Hygiene 1890, 10, 367.

¹⁰⁾ Zeitschr. f. Hygiene 1893, 14, 64.

¹¹⁾ Ebendort 1893, 15, 57.

¹²⁾ Hygien. Rundschau 1894, 4, 1118.

¹³⁾ Ebendort 1897, 7, 554.

¹⁴⁾ Ronpravy ceske akademie věd 1889, 2, 9.

¹⁵⁾ Archiv f. Hygiene 1900, 38, 1. Hier findet sich auch eine ausführliche Zusammenstellung der vorstehenden Arbeiten.

3. Die Erscheinung, dass in überfüllten Räumen, in welchen für entsprechende Ventilation nicht gesorgt wird, auch bei gesunden Menschen Erscheinungen von Unbehagen, Ohnmachtsanfällen bis zur Bewusstlosigkeit vorkommen, kann nicht durch eine einheitliche Ursache erklärt werden. Wäre die Ursache dieser Erscheinungen einheitlich, so müssten solche Erscheinungen, wenn nicht bei allen Menschen, doch wenigstens bei dem grössten Theile der dort verweilenden und in verhältnissmässig gleichen Verhältnissen sich befindenden Menschen eintreten. Da aber solche Fälle nur bei einigen Menschen vorkommen, so muss man dafür halten, dass es sich in solchen Fällen um empfindlichere, erregbarere Menschen handelt. Diese Erscheinungen entwickeln sich bei empfindlicheren Menschen reflektorisch entweder infolge Störung der Regulation von Körpertemperatur in einer veränderten Umgebung oder infolge Ekelerregung durch riechende Stoffe von verschiedenem Ursprung. Weniger kann man an Ammoniak-, und erst bei einer sehr ungenügenden Ventilation an Kohlensäurevergiftung denken.“

Für eine gute Wohnungs- bzw. Aufenthaltsraumluft ist ferner von Belang, dass der Raum genügend gross ist bzw. dass beim Aufenthalt von mehr Menschen auf jeden Menschen genügend Luftraum entfällt; man drückt den benöthigten Luftraum in Kubikmeter Luft aus und nennt diese Zahl Luftkubus; derselbe soll betragen für:

Kinder in Schulen	Erwachsene in			Gefangene in Einzelzellen	Kranken- häuser
	Wohnräumen	Schlafräumen	Arbeitsräumen		
4—7 cbm	20 cbm	10 cbm	15 cbm	28 cbm	30—60 cbm
je nach dem Alter					je nach d. Krankheit

Hierbei soll eine 1,5—3-malige Lüfterneuerung für die Stunde in den Räumen stattfinden, d. h. die Lüftung derselben muss so eingerichtet werden, dass den Aufenthaltsräumen von erwachsenen Menschen unter gewöhnlichen Verhältnissen durchschnittlich rund 30 cbm frische Luft zugeführt werden; für Krankenhäuser rechnet man eine stündliche Luftzuführung von 100 cbm und mehr für den Kopf, für Fabrikräume je nach den schädliche Gase und Staub erzeugenden Betrieben 50—100 cbm und mehr.

Wo diese Lüfterneuerung nicht durch die natürlichen Luftzuführungswege erreicht werden kann, da muss sie durch künstliche Lüftungsmittel unterstützt werden.

Der Luftwechsel darf aber nicht so schnell vor sich gehen, dass man ihn als sog. Zugluft fühlt; denn alsdann können durch zu rasche Wasserverdunstung und Wärmeabgabe von der Haut leicht Gesundheitsschädigungen eintreten. Da eine mehr als 3-malige Erneuerung der Luft für die Stunde in einem geschlossenen Raum als „Zug“ empfunden werden kann, so folgt daraus von selbst, dass der geringste Luftkubus für einen Erwachsenen mindestens 10 cbm sein muss.

Wie schon gesagt, wird die natürliche Lüftung der Wohnungen wesentlich dadurch mitunterstützt, dass die Luft derselben durchweg wärmer ist, als die Aussenluft. Als zweckmässige Temperaturen (Celsius-Grade) gelten:

Wohn- und Schulräume	Kinder- zimmer	Schlaf- zimmer	Werkstätten und Fabriken	Kranken- zimmer
17—19°	18—20°	14—16°	10—17°	16—20°
(je nach der Beschäftigung)				

Dabei soll die relative Feuchtigkeit 40—60% betragen, ein Umstand, der besonders bei Centralheizungen (S. 1439) und auch in heissen austrocknenden Fabrikräumen zu beachten ist.

Weiter auf diese Verhältnisse einzugehen, würde für die Zwecke dieses Buches zu weit führen; man vergleiche hierüber die Lehrbücher der Hygiene.