vier Kreise (n), (n'), (m) und (m') zu beschreiben, die dem Roth und Violett entsprechen; das Uebrige findet sich leicht, wenn man sich nur das Wesen der oben angegebenen Construction klar gemacht hat. Ich halte es für unnöthig, mich weiter hierauf einzulassen, weil die Construction der Dispersion ohne eine neue Figur wenig verständlich seyn oder eine zu weitschweifige Erklärung erfordern würde.

Paris, im Februar 1863.

VIII. *Ueber Nebel;*
von Dr. Berger in Frankfurt a. M.

Die meisten Physiker sind der Ansicht, der Dunst bestehe aus Wasserbläschen, ganz ähnlich den Seifenblasen und von diesen nur durch die Gröfse verschieden, deren Inneres mit einer leichten Materie — Feuertheilchen, Dampf oder dampfhaltiger Luft — ausgefüllt sey und die durch die Abkühlung aus der atmosphärischen Luft gewissermaßen *ausgeschieden* werden. Nach den Bestimmungen verschiedener Gelehrten sind diese Bläschen viel schwerer als die Luft; und ihr Aufsteigen in derselben zu erklären ist immer eine schwierige Aufgabe gewesen. Man geht dabei meistens darauf hinaus, dafs durch die Leichtigkeit der eingeschlossenen Materie, sowie die einer umgebenden Atmosphäre das Gleichgewicht zwischen Bläschen und Luft hergestellt werde, dafs ferner auch der aufsteigende Luftstrom eine Rolle dabei spiele, indem eine gewisse Adhäsion zwischen beiden angenommen werden müsse, so dafs also erstere mit in die Höhe gerissen würden. Aus dieser Adhäsion, verbunden mit einem gewissen Widerstande der Luft erklärte man auch das längere Schweben der Bläschen in letzterer.

Indem ich nun, um den Einfluß einer jeden dieser Ursa-

chen, deren Wirkungen nur vermuthungsweise erkannt sind und theilweise nur bedingungsweise auftreten können, näher kennen zu lernen, vorhandene Beobachtungen mit einigen neu gemachten zusammenstellte, bin ich zu Resultaten gekommen, die den Gegenstand zu fördern geeignet seyn dürften.

Bei diesen Untersuchungen habe ich mich zunächst einfach eines Kochfläschchens bedient, das nach Kratzenstein's und de Saussure's Vorgange mit einer geschwärzten Flüssigkeit, am besten mit Kaffee, etwa bis zum Drittheil angefüllt worden war.

Die in der großen Natur gebildeten Dunstkörperchen habe ich, wie es gewöhnlich geschieht und wie es wohl erlaubt seyn dürfte, als von denen in einem Kochfläschchen gebildeten nicht wesentlich verschieden angenommen.

I. Erhitzt man die Flüssigkeit so lange, bis keine Dunstkörperchen mehr im Halse des Fläschchens sichtbar sind, und verstopft alsdann luftdicht; so gelingt es auf keine Weise, selbst durch die stärkste Abkühlung nicht, solche auf oder über der Oberfläche derselben hervorzubringen. Auch wird der Beschlag an den Wänden kaum mehr sichtbar. Sobald man aber Luft zuströmen läßt, erscheinen auch Dunstkörperchen, und zwar um so mehr und um so größer, je mehr Luft man einläßt.

Nach de Saussure ¹⁾ können dieselben unter dem Recipienten durch Auspumpen der Luft noch bis zu 15 Linien Quecksilberstand hervorgebracht werden; bei weiterer Verdünnung werden sie nicht mehr sichtbar.

Zur Bildung der Dunstkörperchen ist also Luft nothwendig.

Beim Oeffnen des Kochfläschchens sieht man den Dunst sich von oben herab senken, ein Beweis, daß er sich durch die einströmende kalte Luft aus dem *Dampfe* niederschlägt, wobei jedoch die übrigens sehr unwahrscheinliche Möglichkeit, daß er sich auch unmittelbar aus dem Wasser entwickle, immer offen bleibt. Muncke hat bekanntlich im

1) De Saussure, Hygrometrie, Leipzig 1784, S. 266.

zweiten Bande von Gehler's physikalischen Wörterbuch drei indirecte Beweise für das Entstehen der Dunstkörperchen aus dem Dampfe aufgeführt.

II. Kehrt man das Kochfläschchen, nachdem man die in ihm enthaltene Flüssigkeit, jedoch nicht bis zum Verschwinden der Dunstkörperchen — erhitzt und dasselbe verstopft hat, um, und kühlt den Boden ab, so werden diese Körperchen zahlreicher und dicker, ihre Bewegung wird lebhafter. Erwärmt man denselben, so werden sie dünner und weniger an Zahl; ihre Bewegung wird träger und bald verschwinden sie gänzlich. Dasselbe findet bekanntlich statt, wenn die Flüssigkeit erkaltet. Mit der Temperaturdifferenz nehmen Zahl und Dicke der Körperchen zu und ab, wie dies denn auch über Siedehäusern sich in größerm Maassstabe zeigt. Ich habe noch solche Körperchen in einem offenen Kochfläschchen gesehen, während die Temperatur der Flüssigkeit 24° C., die der Luft 20° , die Differenz also 4° betrug.

Hat man dagegen mit Kratzenstein ¹⁾ die Luft in einem Gefäße verdichtet und läßt sie alsdann ausströmen oder verdünnt man nicht verdichtete Luft; so entstehen viele Dunstkörperchen, die aber alle niederfallen, so daß sie nach Sekunden verschwunden sind. Ist die Temperatur des Kaffees, wie vorausgesetzt, nicht höher oder gar niedriger als die über ihm, so verweilen dieselben nicht einen Augenblick auf seiner Oberfläche, sondern verschwinden, sobald sie auf ihr angekommen sind. Sehr leicht kann man diese Erscheinung in dem Heronsball beobachten. Wenn man ihn, nachdem man die Luft in demselben verdichtet hat, gegen die Sonne hält, so sieht man die Körperchen niederfallen, so lange die Flüssigkeit aus demselben strömt.

Die Dunstkörperchen können sich also in der Luft bilden ohne eine Temperaturdifferenz zwischen oben und unten, ebenso wenn der Boden kälter ist als die Luft über ihm; aber diese Bildung ist in der Regel nicht andauernd; und meines Wissens ist das Vorkommen dieser Art von

1) Kratzenstein, Aufsteigen der Dünste §§. 22—27.

Nebelbildung in der freien Natur noch nicht nachgewiesen worden. Zur Bildung eines längern Zeit fortbestehenden — nicht fallenden — Nebels ist nothwendig, *dafs eine hinreichend gesättigte Luftmasse eine niedrigere Temperatur habe, als der Boden unter ihr.* Alle Beobachtungen bestätigen dies denn auch wirklich. Eine viel geringere als die oben angegebene Differenz von 4° C. mag übrigens hinreichen, um jene Nebel im Freien zu bilden, die man erst beim Durchschauen gröfser Massen bemerkt.

III. Die Dunstkörperchen bewegen sich gewöhnlich ohne irgend eine merkliche Ordnung lebhaft durcheinander. Kühlt man aber den Boden des umgekehrten Kochfläschchens nur auf einer Seite ab, so sieht man bald Regelmäßigkeit eintreten: sie strömen nun auf der abgekühlten Seite nieder, indem sie dichter und dicker zu werden pflegen; auf der andern Seite steigen sie empor, immer kleiner und lichter werdend. Man sieht ferner, wie sie auf diesem Wege nach oben theilweise in den kälteren Strom hinüber wirbeln und daselbst verschwinden. — Erwärmt man auf einer Seite, so tritt der Hauptsache nach dasselbe ein: auf der kältern Seite strömen die Körperchen herab, auf der wärmern steigen sie empor — werden dünner und verschwinden endlich gänzlich, so dafs bald im ganzen Fläschchen nichts mehr zu sehen ist. Durch Abwechseln mit der Abkühlung an verschiedenen Stellen kann man dem Strome jede beliebige Richtung geben.

Die Bewegung dieser Körperchen geht in der Regel rascher vor sich als die derjenigen, welche durch Verdünnung der Luft ohne Temperaturdifferenz gebildet werden.

Die Dunstkörperchen werden also im kalten Strom gebildet und durch denselben abwärts geführt, durch den warmen emporgerissen und aufgelöst.

Von einem Schweben, als einem ruhigen Verharren in der Luft kann also nicht die Rede seyn. Wir haben entweder ein Herabsinken und Niederschlagen in ruhiger, oder ein Wiederaufsteigen und Auflösen in durch Temperaturdifferenz bewegter Luft, nirgends aber Ruhe oder Fortbe-

stehen Es ist sonach auch weder möglich noch nothwendig, dafs die Körperchen, um in der Luft aufzusteigen, specifisch leichter seyen als diese, dafs also die Ausdehnung einer eingeschlossenen Materie oder einer umschliessenden Atmosphäre merklich dazu beitrage.

Die Thatsache, dafs bei gewöhnlichem (nicht fallendem) Nebel der Boden wärmer ist als die Luft über ihm, ist also insofern Bedingung ihres Bestehens, als hierdurch die herabsteigenden kälteren Luftmassen erwärmt und somit zum Wiederaufsteigen geeignet werden.

Da dieselbe Flüssigkeit in der Luft im beständigen Kreislauf aufgelöst und wieder niedergeschlagen wird, so ist nicht nothwendig, dafs der Boden feucht sey.

Haben sich nun zwei hinreichend gesättigte Luftmassen von verschiedener Temperatur unmittelbar über der *kälteren* Erdoberfläche vermischt oder ist auf irgend eine sonst etwa denkbare Weise ein Nebel über ihr entstanden, so wird eine Erwärmung, mithin ein Wiederaufsteigen der herabgesunkenen Luft nicht oder nur in sofern stattfinden, als sie etwa durch noch kältere Luft verdrängt wird. Die Dunstkörperchen werden also niederfallen, aber nicht wieder emporsteigen: es entstehen so die fallenden Nebel, die bekanntlich nicht häufig vorkommen.

Wenn der Dunst in dem verstopften Fläschchen mit heifser Flüssigkeit verschwunden ist, was um so schneller geschieht, je stärker man den Boden abkühlt (oder erwärmt); so sieht man, sobald dasselbe geöffnet wird, wieder neue Dunstkörperchen von oben — häufig stofsweise — sich herab senken. Verstopft man nun wieder, so kann durch neue Abkühlung wieder eine starke, aber auch — indem das Gleichgewicht der Temperaturen sich wieder herstellt — bald wieder endende Dunstbildung herbeigeführt werden. Es läfst sich dies öfter auf dieselbe Weise ohne neue Erwärmung wiederholen.

Läfst man das Fläschchen offen und kühlt den obern Theil desselben auf einer Seite ab, so tritt die oben be-

schriebene regelmässige Strömung ebenfalls ein, dauert aber ununterbrochen fort, bis die Flüssigkeit erkaltet ist.

Führt man Eis oder sonst einen kalten Körper in den übersättigten Raum ein, so eilt diesem oft eine dicke Nebelmasse voraus, die von ihm herabzufallen scheint. Ja, wenn die Dunstbildung aufgehört hat, so kann man sie durch Einführen eines kalten Körpers oder auch dadurch, daß man in horizontaler Richtung über die Oeffnung des Fläschchens hinweg bläst oder die Luft über derselben auf sonstige Weise in Bewegung setzt, wieder zu lebhafter Entwicklung bringen. So mag in der freien Natur, wenn die Atmosphäre mit Feuchtigkeit gesättigt und vollkommen ruhig ist, ein geringer Windstofs zunächst eine Condensation, diese aber wieder — indem die Luft in die durch diese entstandenen leeren Räume einstürzt — eine neue Strömung veranlassen; und durch die Weiterentwicklung dieses ursprünglich unbedeutenden Vorgangs mögen unter geeigneten Bedingungen die mächtigsten hierher gehörigen Naturerscheinungen entstehen.

IV. Die seltsamen Figuren, die man auf der Oberfläche einer gefärbten heißen Flüssigkeit sieht, entstehen durch den ab- und aufsteigenden Strom. Bei aufmerksamer Beobachtung sieht man die Dunstkörperchen — namentlich bei nicht zu hoher Temperatur derselben — sich mit ersterem auf ihr niederlassen, auf ihr hinrollen und sich entweder rasch, häufig in Wirbeln, erheben, oder in dicken Bänken, die jedoch beständig in Bewegung bleiben, anlagern. Letztere werden dann zeitweilig der Breite nach langsam weggenommen, oder aber der Länge nach plötzlich wie weggeschaufelt; und hiedurch entstehen hauptsächlich die dunstfreien Stellen, die die ganze Oberfläche wie ein Netz durchziehen.

Daß die beiden Ströme einander so bunt durchkreuzen, selbst trotz der anscheinenden Einförmigkeit der Bewegung bei einseitiger Abkühlung, kann nicht auffallend erscheinen; es erinnert dies vielmehr lebhaft an die Figuren, die

entstehen, wenn man z. B. einen Tropfen Iodtinctur, Seifenspiritus oder dergl. auf Wasser gießt.

V. Stellt man einen hohlen Glascylinder so auf die Oberfläche einer gefärbten erwärmten Flüssigkeit, daß er diese nahezu berührt, so sieht man die Dunstkörperchen sich massenhaft unter demselben ansammeln und in ihm empor steigen: es entweicht aus der *ganzen* Oeffnung ein *ununterbrochener* Strom, welcher offenbar durch den unten zuströmenden kalten Luftstrom erhalten wird. Das Aufsteigen der Dunstkörperchen geht also hier in derselben Weise vor sich, wie das Aufsteigen des Rauches in einem Schornsteine. Ein ganz ähnlicher Vorgang mag oft über Flüssen stattfinden, wenn ihre Umgebung kälter ist als sie selbst.

Daß die Dunstkörperchen durch den Luftstrom auch auf der Oberfläche der Flüssigkeit hingetrieben werden, ist hier besonders leicht ersichtlich. Es bedarf also keiner dieselben umgebenden Atmosphäre, wie dies manchmal angenommen wurde, um sie von derselben und von einander getrennt zu erhalten.

Wird dem kalten Strom der Zutritt von unten abgeschnitten dadurch, daß man den Cylinder eintaucht, so sieht man den Dunst unterbrochen und nur auf einer Seite, die aber beständig wechselt, ausströmen. In offenen Gefäßen mit heißer Flüssigkeit findet dies immer statt. An der dunstfreien Stelle strömt nun offenbar der kalte Strom ein und wird zunächst mit dem Dampfe der sich auflösenden Dunstkörperchen gesättigt. Sobald dies geschehen, beginnt die Condensation des im Innern noch vorhandenen Dampfes; man sieht nun keine dunstfreie Stelle mehr, obgleich die Körperchen nie gleichmäßig vertheilt sind: man bemerkt vielmehr einen lebhaften Kampf zwischen Auf- und Absteigen in der ganzen Masse, indem sich der aufsteigende Strom, vielfach gestört und unterbrochen, in mancherlei Windungen zwischen dem kalten hindurcharbeitet. Diese Windungen sind der natürliche Schornstein, dessen Wände von dem kalten Strome gebildet werden, und in welchem die

Dunstkörperchen einer jeden Nebelmasse der Hauptsache nach ganz in derselben Weise emporsteigen, wie in einem künstlichen.

In großen Nebelmassen muß sich daher die Beobachtung von Kämtz¹⁾ immer bestätigen. Da sich nämlich der aufsteigende warme Strom übersättigter und der absteigende oberhalb der Masse durch den elastischen Dampf der aufgelösten Dunstkörperchen theilweise oder ganz gesättigter und in der Masse sich vollständig sättigender oder übersättigender Luft einander fortwährend und durch einander begegnen, so muß das Psychrometer im Innern dieser Masse zwar einen ständigen Wechsel der Temperatur, aber stets Sättigung anzeigen. Nur in Nebeln von ganz geringer Mächtigkeit an den Grenzen eines größeren Nebels, oder kurze Zeit vor seinem Verschwinden, dürften sich etwa geringe Differenzen zeigen.

Dafs bei diesem Vorgange eine bedeutende Wärmemenge durch Condensation nicht bemerkbar werden kann²⁾, ist leicht ersichtlich, da die eben frei gewordene Wärme gleich wieder zu neuer Dampfbildung aus den aufsteigenden Dunstkörperchen, die durch die Nebelbildung im Ganzen aber frei gewordene zur Erhöhung der Temperatur und Capacität des kalten Stroms verwendet wird. — Selbst bei regelmäßiger Bewegung, wie sie durch einseitiges Abkühlen in dem Kochfläschchen bewirkt wird, sieht man, wie schon bemerkt, einen großen Theil der mit dem warmen Strom aufsteigenden Körperchen nach dem kalten Strom hinüber wirbeln und da theilweise verschwinden, theilweise mit hinabgerissen werden. Indem nämlich der kalte Strom in den gesättigten Raum herabfällt und den Dampf condensirt, entsteht ein leerer oder gasverdünnter Raum, in welchen die zur Seite im Aufsteigen begriffenen Dunstkörperchen einströmen und aufgelöst werden. Der hierdurch von dem vorauseilenden gleichsam abgeschnittene nachfolgende kalte Strom wird so abermals gesättigt und übersättigt und

1) Kämtz, Meteorologie Bd. II, S. 367.

2) Kämtz, Meteorologie Bd. II, S. 394.

reißt die alsdann noch zuströmenden Körperchen, ohne sie aufzulösen, theilweise mit hinab.

Haben sich in einer in der Höhe schwebenden Nebelmasse Wassertropfen gebildet, die alsdann in den darunter befindlichen, ganz oder nahezu gesättigten Raum herabfallen, so muß es sich alsdann, in Bezug auf die Sättigung, im Wesentlichen etwas anders verhalten. Da nämlich die in der Regel kühleren Regentropfen den vorhandenen Dampf ebenfalls theilweise condensiren, aber eine unmittelbar darauf folgende Neubildung von Dampf nicht möglich ist, so wird bei Regenwetter die Atmosphäre nur dann gesättigt seyn können, wenn ihre Temperatur nicht höher als die des herabfallenden Wassers ist, oder der Beobachtungsort sich in der Wolke selbst oder unmittelbar unter ihr befindet. De Saussure hat sein Hygrometer bei Regenwetter nur in den beiden letzten Fällen und in windstillen Nächten äußerste Feuchtigkeit anzeigen gesehen.

VI. Ueber das Wesen der Dunstkörperchen erlaube ich mir Folgendes zu bemerken. Kratzenstein ¹⁾, der Ansicht, daß sie hohle Bläschen seyen, bezeichnet das Farbenspiel, das sie in einem auf sie fallenden Lichtstrahle zeigen, als Farben dünner Plättchen, und berechnet, bierauf gestützt, die Dicke ihrer Häutchen. Diese Berechnung suchen De Saussure ²⁾ und Muncke ³⁾ zu widerlegen; und wenn auch die theoretische Betrachtung des letzteren nicht zulässig ist, da er voraussetzt, daß die Bläschen in der Luft schweben, während sie doch, wenn sie nicht durch den warmen Strom emporgerissen werden, herabfallen; so dürfte doch die Bemerkung: es scheine ihm das Farbenspiel derselben nicht durch Reflexion, sondern durch Beugung an sehr kleinen Körperchen zu entstehen, indem es Aehnlichkeit mit der Beugung des Lichts habe, wenn es durch ein Spinnweb oder durch eine Fensterscheibe mit Rissen falle, um so beachtenswerther seyn, als Sonnenstäub-

1) Kratzenstein §. 52.

2) De Saussure, a. a. O. S. 268.

3) Gehler's phys. Wörterbuch Bd. II, S. 658.

chen dieses Farbenspiel ganz auf dieselbe Weise zeigen, wenn man sie unter einem spitzen Winkel mit dem in ein dunkles Zimmer einfallenden Sonnenstrahl betrachtet.

Unter diesen Umständen wäre ein Rückschluss von diesem Farbenspiel auf die Bläschenform unsicher und nicht gerechtfertigt.

Clausius hat in einer sehr gründlichen Abhandlung¹⁾ dargethan, dass diese Körperchen nicht massive Kügelchen seyn können, indem uns sonst die Sonne nicht als eine leuchtende Scheibe, sondern als ein heller Raum, der sich bis 60° zum Horizont herab erstreckte, erscheinen würde.

Brücke hat dagegen durch einen interessanten Versuch²⁾ gezeigt, dass die Zerstreuung des Lichts mit der Größe der »trübenden Elemente« sehr rasch abnimmt, und dass sich hiernach nur auf die Kleinheit und die gleichmäßige Vertheilung der Dunstkörperchen, nicht aber auf ihre Beschaffenheit, ein Schluss aus den Erscheinungen ziehen lasse.

Clausius wendet nun dagegen ein, der Mastix könne in jener feinsten Zertheilung, wie sie Brücke zu diesem Versuche aus Mastixlösung durch Vermischen mit Wasser darstellt, immer in Form von Lamellen mit parallelen Wänden vorkommen, so dass diese also nicht anders wirkten, als die Nebelbläschen. Er spricht dies nur als eine Vermuthung, als eine »Möglichkeit« aus. Es möchte aber schwer für diese nicht sehr wahrscheinliche Vermuthung ein Grund aufzufinden seyn; und durch Clausius' Berechnung wird mindestens nichts entschieden.

Was nun den oft angeführten Vergleich mit den Seifenblasen anlangt, so ziehen diese sich zusammen, wenn man sie am Blasrohr läßt, und platzen in der Regel bald, wenn sie frei in der Luft schweben, gleichgültig, ob diese gesättigt ist oder nicht. Dies ist Beweis genug, dass sie diesen Blasenzustand zu verlassen bestrebt sind, in welchen man sie nur dadurch versetzen konnte, dass man, nach-

1) Pogg. Ann. Bd. 76, S. 161.

2) Pogg. Ann. Bd. 88, S. 382.

3) Pogg. Ann. Bd. 88, S. 554.

Poggendorff's Annal. Bd. CXVIII.

dem die Flüssigkeit einen gewissen Grad von Zähigkeit durch Seife erhalten, Luft gewaltsam in dieselben einpresste. Es ist mir nicht ein einziger Fall bekannt, wo bei der Blasenbildung dieses gewaltsame Einpressen eines Gases nicht stattfände. Die Dunstkörperchen entstehen aber meistens in einer ruhigen Atmosphäre mit sanften Strömungen, und es scheint mir daher nicht sowohl die Unmöglichkeit des Fortbestehens — wie dies öfter geschieht — als die des Entstehens von Bläschen betont werden zu müssen.

Es möchte wohl nicht leicht gelingen, einen wesentlichen Unterschied nachzuweisen zwischen den Dunstkörperchen und denjenigen Kügelchen, welche sich über einer rauchenden Säure bilden; und doch wird ebensowenig erwiesen werden können, daß die außerordentliche Verwandtschaft der Säure zu dem Wasserdampf der Atmosphäre eine andere als gleichmäßige Anlagerung — in Form von soliden Kügelchen — zu Stande kommen lasse.

Wenn nun das Angeführte ebensowenig als die von Waller angeführte Aehnlichkeit mit den Schwefelblumen, der übrigens selbst Clausius einiges Gewicht beilegt, als directer Beweis für die solide Beschaffenheit der Dunstkörperchen dienen kann; so hat die entgegengesetzte Ansicht noch weniger für sich — vorausgesetzt, daß Clausius' Beweis durch Brücke's Einwand wirklich seine Beweiskraft verloren habe. Ich lasse nun einen Versuch folgen, aus dem oben über das Entstehen des Nebels Gesagte einen Schluss auf die Beschaffenheit dieser seiner Bestandtheile zu ziehen.

Nachgewiesen ist, daß die Bildung derselben ohne Luft nicht stattfinden kann, daß ferner in dieser Luft eine Temperaturdifferenz oder Temperaturniedrigung nothwendig ist.

Der Wasserdampf schlägt sich an jedem Körper von genügend niedriger Temperatur nieder, mag dieser eine Fensterscheibe oder ein Stäubchen seyn. Warum sollte er sich nicht ebensogut und auf dieselbe Weise an erkalteten Lufttheilchen niederschlagen? Fallen erkaltete Lufttheilchen in einen gesättigten Raum herab, so wird dadurch also nicht eine *Ausscheidung* des Wasserdampfs bewirkt werden, son-

dern er wird sich an denselben condensiren. Indem nun die Cohäsion der Wassertheilchen gröfser als die der Lufttheilchen ist, werden erstere sich zu einem außerordentlich kleinen Kügelchen vereinen, um welches sich eine Anzahl von Lufttheilchen herum lagert, so dafs wir statt einer wäfsrigen Hülle mit einem elastischen Kerne, umgekehrt einen wäfsrigen Kern mit elastischer Hülle hätten, welche letztere um so dichter wäre, je niedriger ihre Temperatur ist. An dieser Lufthülle, welche durch die durch die Condensation frei gewordene Wärme, der schlechten Leitungsfähigkeit beider Substanzen halber, nicht bedeutend erwärmt wird, und welche bei weiterem Vordringen in wärmere Räume als isolirte, eben durch ihre Dichtigkeit von der übrigen Umgebung verschiedene Hülle hervortritt, werden sich neue Dämpfe, denen das Kügelchen auf diesem Wege nach unten begegnet, anlegen, und durch die öftere Wiederholung desselben Vorgangs wird schliesslich ein Complex von solchen an einander gereihten äufserst feinen Körperchen entstehen, der im Allgemeinen um so gröfser, je gröfser die Temperaturdifferenz ist — vorausgesetzt, dafs die Bildung ruhig und ungehindert vor sich gehe; denn wenn man z. B. stark in ein Dunst enthaltendes Gefäfs bläst, so entsteht eine dicke Trübung aus äufserst feinen Kügelchen. — Ein solcher Complex ist natürlich schwerer als die atmosphärische Luft, weshalb er auch in derselben herabfallen mufs, selbst wenn er von dem absteigenden kalten Strom nicht mitgerissen wird.

Beim Experimentiren mit dem Leidenfrost'schen Tropfen hat man Gelegenheit, ähuliche Complexe im Grofsen zu beobachten. Hat man nämlich einen sehr grofsen Tropfen dargestellt, so sieht man oft Dampfkugeln aus demselben empor springen und, mehr oder weniger von Wasser umgeben, in jene Form übergehen. Häufig werden sie erst in einiger Entfernung von demselben sichtbar; wenn nämlich der Dampf sich zu condensiren beginnt. Beim Herabfallen eilt die schon ganz vereinigte Wassermasse voraus

und der noch nicht zu Wasser vereinigte Complex folgt in Form eines Kometenschweifes.

Warum vereinigen sich aber jene sehr kleine Körperchen nicht augenblicklich zu einem einzigen? Dafs die Luft Wassertheilchen trotz ihrer Nähe bis zum Berühren getrennt zu erhalten vermag, davon kann man sich leicht überzeugen, wenn man eine Glasscheibe theilweise von Luft reinigt und dann darauf haucht. Der nicht gereinigte Theil erscheint viel weniger durchsichtig als der gereinigte. Bei fortgesetztem Hauchen fliessen die Wassertheilchen auf letzterem bald zusammen, während sie auf ersterem noch lange getrennt bleiben. Wenn sich Dampf an den Wänden eines luftgefüllten Glasgefäfses condensirt, so werden diese undurchsichtig; die im Innern eines luftleeren Gefäfses vor sich gehende Condensation wird kaum sichtbar.

Bei frei neben einander schwebenden Wassertheilchen, wo die Adhäsion am Glase wegfällt, welche die Vereinigung noch begünstigt, tritt aber noch ein weiterer Umstand hinzu. Der Complex nämlich sinkt entweder in die wärmeren Luftmassen herab oder steigt in die kälteren auf. Der Widerstand oder der Druck, welcher auf der einen oder andern Seite dargeboten wird von der Luft, deren Temperatur mit derjenigen in den Zwischenräumen des Complexes überdies nie ins Gleichgewicht kommt, so lange die Bedingungen zur Nebelbildung vorhanden sind, wird daher einen beständigen Wechsel, eine ununterbrochene Strömung in diesen Zwischenräumen verursachen, welche die Theile des Complexes ebenso getrennt erhält, wie die einzelnen Complexe von einander und von der Oberfläche der Flüssigkeit, auf welcher sie schwimmen, durch den in der ganzen Masse herrschenden Strom getrennt erhalten werden.

Die den Complex durchstreichende Luft ist aber mit Feuchtigkeit gesättigt, welche sich an die einzelnen Theile desselben anlegt und sie vergrößert. Wenn dies sich längere Zeit fortsetzt, so wird die Annäherung und Anziehung dieser Theile unter einander endlich so grofs, dafs sie sich vereinigen. Ein Complex also, der in den gesättigten Raum

erst weit herabfällt, ehe er von dem aufsteigenden Strom ergriffen wird, wird bald als solides Tröpfchen erscheinen. In dem Maasse als die Temperaturdifferenz geringer wird, wird sich diese Erscheinung verallgemeinern, um so mehr, da hierdurch zugleich die Möglichkeit der Vereinigung mit andern Complexen sich immer vergrößert.

Das Herabfallen der Körperchen wird allgemein möglich, wenn der aufsteigende Strom nicht mehr stark genug ist, um sie empor zu führen. Es werden dabei zwei Fälle zu unterscheiden seyn:

1) Durch allmähliches Vermischen der kalten mit der warmen Luft stellt sich das Gleichgewicht der Temperatur her: es entsteht, wenn die Masse unmittelbar über dem Boden schwebt, ein fallender Nebel. Wenn sie aber in der Höhe schwebt, so entsteht ein allmähliches Herabdringen der Feuchtigkeit, wenn die untere Atmosphäre nicht hinreichend gesättigt ist. Diefs Herabdringen muß eine Vergrößerung der Wolke nach dieser Richtung mit sich führen. Denn die zunächst in den unmittelbar unter der Wolke befindlichen Schichten verdampfenden Complexe nehmen eine gewisse Wärmemenge in Anspruch, veranlassen also eine Strömung der hierdurch kälter gewordenen Luftschicht in die unten wärmer gebliebene.

Sind die unter der Wolke befindlichen Schichten aber so weit gesättigt, daß eine Auflösung der Körperchen nicht mehr möglich ist, so entsteht ein *sanfter Regen* — ohne durch ihn bewirkten Wind, weil ohne bedeutend plötzliche Condensation beim Herabfallen.

2) Bei sehr großer Temperaturdifferenz werden große Dampfmassen rasch und lebhaft condensirt. Die entstandenen Wassertropfen bewirken alsdann beim Herabfallen neue Condensation; in die durch diese entstandenen leeren Räume stürzen die Luftmassen — gesättigte und nicht gesättigte — ein; Condensation und Verdampfung folgen rasch auf einander; die ganze Atmosphäre geräth in Bewegung; die Wassertropfen werden nach allen Richtungen auf- und

durcheinander geschleudert, bis sie endlich zu groß und schwer oder die Strömungen schwächer geworden sind.

Finden diese Vorgänge in nicht zu bedeutendem Maasse statt, so entstehen Platzregen; in ihrem Maximum — bei sehr großer Temperaturdifferenz — liefern sie Hagel, beide ganz natürlich in der Regel mit oft schon vorgängiger — starken Temperaturerniedrigung verbunden.

VII. Nach dem Bisherigen ist zur Nebelbildung nothwendig, daß Strömungen von kalten in wärmere Luftmassen stattfinden. Denken wir uns nun aber den Fall, daß ein feuchter warmer Strom von oben in eine kalte Luft eindringe. Dann wird an der Berührungsfläche ein Niederschlag entstehen; dieser wird sinken und sich alsbald wieder auflösen, wenn die untere Luft nicht gesättigt ist. Kommt dieser Strom nun in die Nähe der Erdoberfläche, so wird der Beobachter einen warmen Regen von kurzer Dauer, aber keine Wolken im Zenith wahrnehmen. Dagegen wird er ringsum gegen den Horizont, da nämlich, wo der eindringende Strom die kalte Luft seitlich streift und in Folge dessen Wirbel verursacht, Wolken sehen. Dies ist bei mehreren Regnen ohne Wolken dann auch wirklich der Fall — auch bei einem solchen, den ich selbst beobachtet habe.

Fände aber die in Nummer II zuletzt angeführte Nebelbildung in der freien Natur statt, würde also ein Niederschlag in derselben dadurch bewirkt, daß die Luft sich plötzlich unmittelbar über der Erdoberfläche verdünnte, dann müßte ebenfalls ein Regen ohne Wolken entstehen, der sich aber nicht durch Wärme, sondern eher durch eine niedrigere Temperatur auszeichnen würde, wie es sich bei dem von Babinet ¹⁾ beschriebenen Falle fand.

In beiden Fällen müßte das Barometer, und zwar im letztern plötzlich sinken; nach de Saussure's Versuchen ²⁾ dürfte ferner das Hygrometer in diesem letzteren Falle sicher

1) Pogg. Ann. Bd. 57, S. 611.

2) De Saussure, Hygrometrie, S. 266.

nicht Sättigung anzeigen; denn als er die Luft auspumpte, wodurch Dunstkörperchen entstanden, bewegte sich das Instrument stets zum Trocknen.

Das Thermometer müßte im ersten Falle steigen, im letztern fallen.

IX. *Ueber die Verbindungen einiger Chlormetalle mit salpetriger und mit chlorsalpetriger Säure; von Rudolph Weber.*

Die braunen Dämpfe, welche sich beim Erhitzen von sorgfältig getrockneten salpetersauren Bleioxyd entwickeln, werden von den Chloriden des Zinns, Titans, Eisens und Aluminiums absorbirt. Das zweifach Chlorzinn und das Titanchlorid nehmen diese Dämpfe sehr leicht auf; es bildet sich unter Entwicklung von Wärme ein fester gelber Körper, welcher die Wände des Gefäßes, in dem die Einwirkung erfolgt, beschlägt. Um den hierdurch gebildeten Körper möglichst rein zu erhalten, muß man das Gefäß abkühlen und die an den Glaswänden adhärende Substanz schnell ablösen, im Glase zerstoßen, dann wieder Dämpfe zuleiten, bis die Masse nicht mehr weißer Nebel ausstößt. Die Operation ist vollendet, sobald braune Dämpfe über dem erzeugten gelben Producte sich erhalten.

Die entstandene Verbindung bildet gelbe, harte Krusten, welche, wenn das freie Chlorid beseitigt ist, an der Luft nur wenig rauchen, sich in Wasser leicht und vollständig unter Entbindung von Stickoxyd auflösen, an der Luft zerfließen. Beim Erhitzen werden diese Körper partiell verflüchtigt; es bildet sich unter Abscheidung von Oxyd ein gelbes Sublimat, welches ein Gemenge der ursprünglichen Substanz mit der folgenden Verbindung zu seyn scheint, aber jedenfalls keine constante Zusammensetzung hat.