

## Werk

**Label:** ReviewSingle

**Ort:** Braunschweig

**Jahr:** 1907

**PURL:** [https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110\\_0022](https://resolver.sub.uni-goettingen.de/purl?385489110_0022) | LOG\_0406

## Kontakt/Contact

[Digizeitschriften e.V.](#)  
SUB Göttingen  
Platz der Göttinger Sieben 1  
37073 Göttingen

✉ [info@digizeitschriften.de](mailto:info@digizeitschriften.de)

# Naturwissenschaftliche Rundschau.

Wöchentliche Berichte

über die

Fortschritte auf dem Gesamtgebiete der Naturwissenschaften.

XXII. Jahrg.

10. Oktober 1907.

Nr. 41.

**Erich Barkow:** Versuche über Entstehung von Nebel bei Wasserdampf und einigen anderen Dämpfen. (Annalen d. Physik 1907, F. 4, Bd. 23, S. 317—344.)

Aus R. v. Helmholtz' Formel für die Spannung von Dämpfen über beliebig stark gekrümmten Oberflächen ist zu ersehen, daß sehr kleine Tropfen äußerst schwer entstehen werden; es ist daher, damit der Dampf sich in Tropfenform kondensieren kann, die Anwesenheit von Kernen notwendig, wie sie die Staubteilchen und die Ionen der Luft liefern können. Die Größe der Tropfen, die sich um jedes Ion in einer mit Wasserdampf gesättigten Atmosphäre bilden müssen, ist berechnet worden [ $r = 1 : (3,2 \cdot 10^7)$ ]; diese sind wegen ihrer Kleinheit unsichtbar und wachsen, wenn hinreichende Übersättigung erzeugt wird, bis zur Bildung sichtbaren Nebels. Nach C. T. R. Wilson kondensiert sich das Wasser leichter an negativen Iontropfen als an positiven (Rdsch. 1897, XII, 497), während bei anderen Dämpfen, nach K. Przibram, das Umgekehrte eintreten kann (Rdsch. 1906, XXI, 624).

In den bisherigen Untersuchungen sind die Unterschiede im optischen Verhalten der Nebel genügend beachtet worden. Verf. hat daher in seiner im Marburger physikalischen Institut ausgeführten experimentellen Arbeit besonders darauf geachtet, ob der Nebel homogen war und infolgedessen farbenprächtige Beugungsringe im durchfallenden Licht zeigte. Er konnte dabei außerdem das Erscheinen eines äußerst feinen, blauen Nebels konstatieren, der völlig verschieden ist vom homogenen und dichten, inhomogenen Nebel, zu diesen Formen aber führen kann.

Zur Untersuchung der Nebelbildung wurde die Entspannungsmethode in einer Glaskugel durch deren Verbindung mit einem großen evakuierten Ballon verwendet; das Nebelgefäß stand mit einem Manometer in Verbindung und konnte durch ein Wattefilter mit der Luft in Kommunikation gesetzt werden. Die vollkommene Sättigung im Nebelgefäß wurde nicht bloß durch eine geringe Wassermenge am Boden des Gefäßes, sondern auch durch direkte Zufuhr von Wasserdampf zu der einströmenden Luft bewirkt. Bei geringen Entspannungen bis 15 cm Hg (Verhältnis der Volume 1,25) traten vereinzelt Tropfen auf; bei größeren Entspannungen wurden die Tropfen zahlreicher durch Kondensation an den negativen, später auch an positiven Ionen; bei sehr

starken Entspannungen, bis 21 cm (Verhältnis der Volume 1,38), traten dichte Nebel auf.

Stand das Nebelgefäß zwischen zwei mit den Polen eines Induktoriums verbundenen senkrechten Metallplatten und war die Luft etwa 10 Sekunden durch den Wechselstrom elektrisiert worden, so entstand bei der Entspannung ein irisierender Nebel, der, in stark wirbelnder Bewegung begriffen, einen schnellen Wechsel von roten und grünen Farben zeigte. Allmählich hörten Wirbel und Irisieren auf, und die Lichtquelle erschien von einem braunen Ring umgeben. Nachdem der irisierende Nebel verschwunden war, blieb noch ein feiner, blauer Nebel übrig, der nur im Lichtkegel einer Bogenlampe im verdunkelten Zimmer sichtbar war. Hin und wieder trat der blaue Nebel ohne jede Entspannung auf, besonders wenn die Elektrisierung sehr stark war; er verschwand nicht, wenn nach der Entspannung filtrierte Luft wieder zugelassen wurde; er senkte sich auch nicht merklich und war lange Zeit nach seiner Entstehung vorhanden. Seine geringe Fallgeschwindigkeit und seine blaue Farbe beweisen, daß er aus außerordentlich kleinen Tröpfchen besteht, mit deren Bildung die Stärke des nachher bei der Entspannung entstehenden Nebels zusammenhängt; denn wenn vorher der blaue Nebel zu sehen war, war auch der Entspannungsnebel stark, im anderen Falle war er kaum oder gar nicht wahrnehmbar. Die lange Dauer der Wirksamkeit der Kondensationskerne im blauen Nebel, sowie die Tatsache, daß die Zahl der Kerne auch noch nach dem Aufhören der Elektrisierung zunimmt, spricht dafür, daß nicht die Ionen, deren Wirksamkeit und Zahl sehr schnell sinkt, die Kondensation hier hervorrufen, „sondern höchstens ein sekundäres Erzeugnis der Ionisation“.

War der erste inhomogene Nebel verschwunden, so wurde wieder staubfreie Luft zugelassen und von neuem entspannt. Der dann entstehende Nebel war meistens homogen und zeigte prächtige Beugungsbilder. War auch dieser gesunken, so zeigte sich wieder der permanente, blaue Nebel, wenn auch schwächer. Die folgenden Entspannungen zeigten im allgemeinen dieselben Erscheinungen, nur waren die Beugungsringe anders gefärbt und kleiner, der blaue Nebel zeigte immer abnehmende Intensität und war zuletzt nicht mehr wahrnehmbar. Schließlich war der Normalzustand erreicht und das Nebelgefäß zu einem neuen Versuch vorbereitet.

Die schon von anderen Forschern untersuchte Wirkung der Röntgenstrahlen auf die Kondensation des Wasserdampfes hat Verf. mit intensiven Strahlen schon nach einer halben Minute Strahlungsdauer bestätigt gefunden durch das Auftreten eines kräftigen Nebels, der deutliche Beugungsringe zeigte; die Größe der Entspannung betrug nur etwa 8 cm, war also weit geringer als früher beobachtet worden. „Da es sehr unwahrscheinlich ist, daß die Art der Ionen von der Stärke der Strahlung abhängt, so sind auch die bei diesen Versuchen wirksamen Kondensationskerne vermutlich nicht Ionen, sondern, entsprechend dem blauen Nebel im vorigen Abschnitt, etwas, das sekundär durch die Ionen entsteht.“ Ein Unterschied liegt darin, daß dort der blaue Nebel sichtbar war, hier aber nicht; bei gleicher Dichte des Nebels ist jedoch auch im Wechselfelde der blaue Nebel nicht sichtbar. Der bei der ersten Entspannung entstehende Nebel ist auch hier nicht ganz homogen.

Daß ultraviolettes Licht die Kondensation des Wasserdampfes begünstigt, und daß es Ionisation veranlaßt, war bekannt. Verf. ließ die ultravioletten Strahlen einer Quecksilberbogenlampe durch eine Quarzlinse in das Nebelgefäß fallen und fand in der vorher staubfrei gemachten Kugel beim Entspannen einen außerordentlich dichten, nicht homogenen Nebel; bei weiteren Entspannungen war der Nebel homogen und zeigte schöne Beugungsfarben. Dauerte die Belichtung einige Minuten, so entstand schon ohne Entspannung ein dichter, fein bläulich glänzender Nebel, der, nur bei starker Beleuchtung sichtbar, im durchfallenden Lichte keine Beugungserscheinungen zeigte und offenbar aus zu kleinen Tröpfchen bestand. Der blaue Nebel war senkrecht zu den ultravioletten Strahlen geschichtet und schien dem blauen Nebel im Wechselfelde gleich zu sein.

Die Einwirkung elektrischer Spitzenentladung ergab bei der ersten Entspannung einen nicht homogenen Nebel, und erst bei weiteren Entspannungen traten kräftige Beugungsbilder auf. Die notwendige Größe der Entspannung war sehr gering und die Kondensationskerne waren noch nach mehreren Stunden vorhanden, was wieder dafür zeugt, daß es nicht die Ionen sind, die die Nebelbildung hervorrufen. Ein blauer Nebel wie beim Wechselfelde und ultravioletten Licht wurde nicht bemerkt.

Ließ Verf. im Nebelgefäß einen 10 cm langen Funken in staubfreier Luft zwischen den zur Vermeidung von Zerstäubung mit angefeuchtetem Fließpapier umhüllten Kugeln übergehen, so trat keine sichtbare Nebelbildung auf. Wurde die Luft dann entspannt, so zeigte sich inhomogener Nebel. Wurde die wieder kernfreie Luft so wenig entspannt, daß dadurch kein Nebel entstand, und ließ man gleichzeitig einen Funken überspringen, so zeigte sich zwischen den Elektroden ein Büschel von feinen Nebelstreifen, die 1 bis 2 Sek. lang sichtbar blieben.

Wegen der ionisierenden Wirkung der radioaktiven Substanzen lag es nahe, auch die von ihnen

ausgehenden Strahlen auf Wasserdampf einwirken zu lassen. Weder Radiumbromid, noch ein Polonium enthaltender Stab, noch eine Platte mit Radiotellur gaben eine Verstärkung des Nebels im Nebelgefäß. Hieraus ist zu schließen, daß die bloße Anwesenheit von Ionen nicht genügend ist, um so starke Kondensation wie in den obigen Versuchen hervorzubringen; vielmehr kommt es auf die Art der Ionen oder auf sekundäre Wirkungen von ihnen an. Es lag nahe, an die Ozonbildung hierbei zu denken, und Verf. hat direkte Versuche mit Ozon in Angriff genommen, die noch nicht abgeschlossen sind, aber bereits ergaben, daß bei der Einwirkung von fertigem Ozon der blaue Nebel sehr kräftig auftritt. Hat man im ozonhaltigen Sauerstoff durch einige Entspannungen alle Kerne entfernt und überläßt man das Nebelgefäß sich selbst im Dunkeln, so sind nach einiger Zeit wieder zahlreiche Kondensationskerne vorhanden; starke Belichtung erhöht diese spontane Kernbildung beträchtlich. Verf. vermutet, daß hierbei irgend welche Oxyde des Stickstoffs eine Rolle spielen. Versuche mit fertigen Sauerstoff-Stickstoffverbindungen ergaben in der Tat eine spontane Kernbildung und eine bedeutende Verstärkung der Lichtwirkung, ganz entsprechend dem Einflusse des Ozons mit den Spuren von Stickstoff, die sich aus dem verwendeten Sauerstoff nicht ganz entfernen lassen. Versuche mit Wasserstoffsperoxyd ergaben hingegen keine spontane Kernbildung, wenn auch eine bedeutende Verstärkung der Nebelbildung bei der Einwirkung von sehr intensivem Licht, wie Sonnenlicht, beobachtet wurde.

Eine Erklärung der oben kurz beschriebenen Erscheinungen sieht der Verf. in dem Umstande, daß bei Anwesenheit von wenig Kernen ihre Verteilung eine gleichmäßigere und der Kondensationsbezirk eines jeden so groß sein kann, daß sich gleich große Tropfen bilden, die schöne Beugungsfarben zeigen; daß aber bei Gegenwart von viel Kernen die Verteilung eine ungleiche und die Tropfen verschieden groß sein werden, der Nebel wird inhomogen, die Farben sind unrein oder fehlen ganz. Die irisierenden Nebel bilden eine Zwischenstufe zwischen den vorigen; sie zeigen in kleinen Gebieten Farben, aber keine Ringe, weil nur in kleinen Gebieten die Kerne homogen verteilt sind. Der anfangs inhomogene Nebel wird nach wiederholten Expansionen, wenn die Kerne zum großen Teil mit den sich setzenden Tröpfchen niedergedrückt sind, homogen. Für die feinen, blauen Nebel, die ohne Expansion bei Einwirkung eines Wechselfeldes, von ultraviolettem Licht und von Ozon bei Gegenwart von Stickstoff oder von nitrosen Gasen entstehen, nimmt Verf., wie er in der Abhandlung näher ausführt, an, daß sie aus den stets vorhandenen, wegen ihrer Kleinheit unsichtbaren Ionentröpfchen durch chemische Verbindung entstehen.

Den Einfluß chemischer Vorgänge auf die Kondensation des Wasserdampfes hatten bereits R. v. Helmholtz und R. v. Helmholtz und F. Richarz