

Nebelglüh-Apparat

von

J. Kiessling,

Professor am Johanneum in Hamburg.

Nebelglüh-Apparat

von

J. Kiessling,

Professor am Johanneum in Hamburg.

Der im folgenden näher beschriebene *Nebelglüh-Apparat* dient dazu, die mannigfaltigen Farbenerscheinungen experimentell darzustellen, welche entstehen, wenn direktes Sonnenlicht (oder elektrisches Licht) feuchten oder trockenen Nebel durchdringt*; namentlich bezweckt derselbe in künstlich erzeugtem Nebel die intensiven Farbenbildungen darzustellen, welche als Ursache der *aussergewöhnlichen* im Winter 1883/84 fast auf der ganzen Erde beobachteten *Dämmerungserscheinungen* angesehen werden müssen. Zum vollständigen Apparat gehören folgende Teile:

1. Eine auf hölzernem Gestell befestigte *Glaskugel* (A) von 20 Liter Inhalt, welche durch einen doppelt durchbohrten *Kautschukstopfen* verschlossen ist. Dieser enthält zwei Glasröhren, (1) und (2) mit eingeschliffenen *Hähnen*. Die Kugel dient zur Aufnahme der künstlich erzeugten Wasser oder Staubnebel.

2. Ein *Luftfilter* (C), d. h. ein mit Baumwolle gefülltes 30 cm langes und einer Ansatzröhre versehenes Glasrohr.

3. Ein *Gummigebläse* (B) zur *Nebelerzeugung*. Dasselbe leistet mit wenigen Ausnahmen dieselben Dienste wie eine Wasserluftpumpe und wird so benutzt, dass der Druckschlauch mit dem Glashahn (1), der Saugschlauch mit dem Luftfilter verbunden wird. Dann kann man leicht, ohne dass die sonstige Beschaffenheit der Luft in der Kugel sich ändert, eine Druckerhöhung von $\frac{1}{8}$ bis $\frac{1}{5}$ Atmosphäre erzielen. Wird dann, nach etwa 10—15 Sek., der andere Hahn (2) durch Herausziehen aus seiner Hülse vollständig gelüftet, so entsteht, wenn in der Kugel eine hinreichende Menge (15—20 gr.) Wasser sich befindet, infolge der plötzlichen Druckverminderung und der damit verbundenen Temperaturerniedrigung, ein ziemlich homogener Nebel, dessen Dichtigkeit wesentlich vom »Dunstgehalt«** der in der Kugel befindlichen Luft abhängt. Das Gummigebläse dient nur als Ersatz für eine starkziehende *Wasserluftpumpe*, welche bei einer eingehenden Untersuchung der Farbenerscheinungen durchaus unentbehrlich ist.

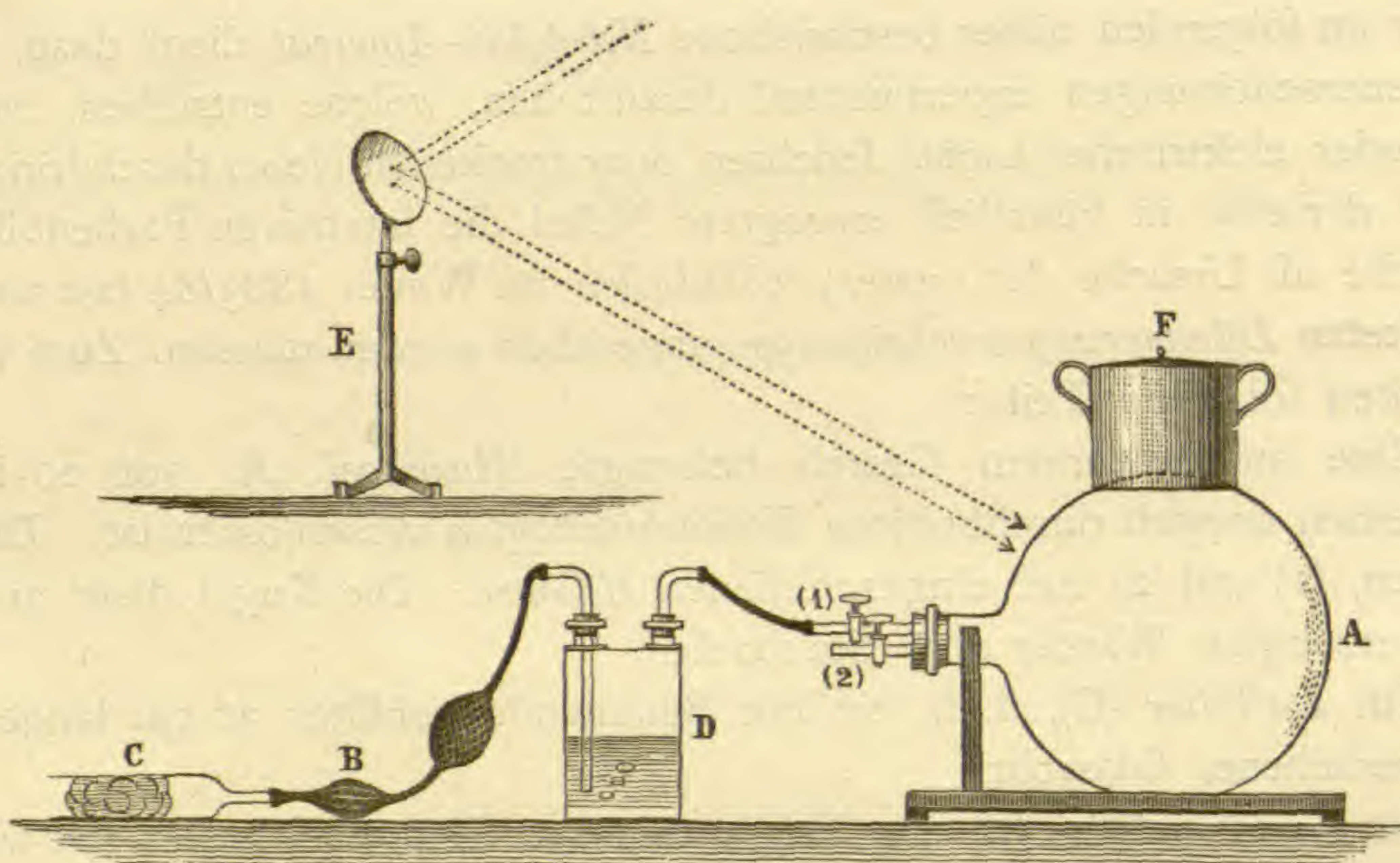
* Vergl. die Mitteilungen des Verf. in der Meteorologischen Zeitschrift, p. 117—126.

** a. a. O., p. 34.

4. Ein einfacher *Heliostat* (E), d. h. ein auf eisernem Stativ befestigter, in horizontaler und vertikaler Ebene drehbarer Spiegel. Um denselben in verschiedener Höhe einstellen zu können, ist auf dem vertikalen Spiegelträger ein verschiebbarer Gummiring aufgesetzt; derselbe verhindert eine vertikale Verschiebung des Spiegels, wenn derselbe um die vertikale, lose in der Hülse des Stativs sitzende Achse gedreht wird.

5. Eine Woulfische *Waschflasche* (D). Dieselbe kann mit heissem Wasser gefüllt werden und dient dann, in den Druckschlauch eingeschaltet, zur Einführung übersättigter Luft. Befindet sich in der Flasche eine kleine Menge Ammoniak oder Salzsäure, so können beliebige Mengen ammoniakhaltiger oder salzsäurehaltiger Luft in die Kugel eingeleitet werden.

6. Ein cylindrisches *Blechgefäss* (F) mit sphärischem Boden zum Aufsetzen auf die Glaskugel. Dasselbe dient dazu, die Temperatur in dem obersten Segment der Kugel für eine Reihe von Versuchen entweder zu erhöhen oder zu erniedrigen.



Mit dem vorstehend abgebildeten Apparat lassen sich folgende Erscheinungen darstellen:

1. *Der gewöhnliche Mondhof.* Um denselben darzustellen, muss man vor den Heliostatenspiegel eine Pappscheibe aufstellen, welche in geeigneter Höhe eine 2 cm breite kreisförmige, mit Pauspapier überklebte Öffnung enthält. Betrachtet man diese im direkten Sonnenlicht hellglänzende Pauspapier-Scheibe durch den Nebel hindurch, welcher sich bildet, wenn man in die Kugel nur wenige Sekunden lang den Dampfstrahl aus einer Kochflasche einströmen lässt, so sieht man einen gelblichen Hof mit rötlich braunem Rande von ganz derselben Grösse und Färbung, wie bei den gewöhnlichen Mondhöfen.

2. *Blaue Sonne.* Giesst man in die Kugel einige gr. Salzsäure und leitet dann mittels des Gummigebläses und der mit Ammoniak gefüllten Woulfischen Flasche ammoniakhaltige Luft in dieselbe, so bilden sich dichte, weisse Wolken eines Staubnebels, welcher

aus kleinen Körnchen von Salmiak besteht. Das durch eine solche Staubwolke hindurch sichtbare, das Auge durchaus nicht blendende Sonnenbild im Heliostatenspiegel zeigt einen merkwürdigen Farbenwechsel. Im ersten Moment der Staubwolkenbildung erscheint dasselbe glänzend rotbraun; diese Farbe erhält aber bald einen bläulichen Schimmer und geht dann ziemlich schnell durch Blauviolett in ein glänzendes Azurblau über.*

3. *Künstliches Nebelglühen.* Zur Bildung der *intensiven Diffraktionsfarben* des Nebelglühens ist ein aus Nebelkörperchen von möglichst gleicher Grösse gebildeter Nebel erforderlich. Derselbe entsteht aber nur, wenn ausser einem gewissen sehr geringen Dunstbetrag, auch in der Kugel zugleich das Maximum des Feuchtigkeitsgehaltes vollkommen hergestellt ist. Am leichtesten gelingt dies, wenn die Luft vor ihrem Eintritt in die Kugel durch eine mit heissem Wasser gefüllte Woulf'sche Flasche geleitet wird. Sind die beiden genannten Bedingungen erfüllt, so ist die Farbenentwicklung so intensiv, dass der aus der Kugel austretende Kegel von Diffraktionsstrahlen auf einem etwa 1 m entfernten Schirm von weissem Pauspapier, ein intensiv gefärbtes Querschnittsbild liefert, dessen Farben unter besonders günstigen Verhältnissen an Intensität fast den Farben eines objektiv dargestellten Sonnenspektrums von grosser Dispersion gleichkommen.

Das Diffraktionsbild zeigt einen merkwürdigen *Farbenwechsel*. Derselbe tritt jedoch nur im Anfang der Nebelbildung auf und durchläuft im allgemeinen *zwei* Perioden, nach deren Beendigung die Färbung nahezu konstant bleibt.

Im ersten Moment der Temperaturerniedrigung bildet sich ein silberglänzender, überaus feiner, vollkommen durchsichtiger Nebel, dessen erste sehr schnell vorübergehende Färbung ein ganz blasses, mit einem bläulichen Schimmer übergossenes Orange zu sein scheint. Nun folgen bei andauernder Druckverminderung, also kontinuierlicher Abnahme der Temperatur, in schneller Aufeinanderfolge, die nur durch sehr langsam eintretende Druckverminderung verzögert werden kann, folgende Färbungen des allmählich kleiner werdenden centralen Feldes:

blass-lila, blass-blauviolett, hellblau, bläulich-grün, smaragdgrün, gelblich-grün, grünlich-gelb, hell-orange, dunkel-orange, blass-scharlachrot, blass-purpurrot. Damit ist die *erste Periode* vollendet.

Jede neu entstehende Farbe schiebt sich vom Centrum aus über die frühere, welche dann zugleich an Durchmesser zunimmt, so dass allmählich ein vielfarbiges, aus konzentrischen Ringen bestehendes Bild entsteht. Alle Farben tragen den Charakter von Mischfarben, sind aber mit einem eigenartigen, mattglänzend metallischen Schimmer übergossen.

Die *zweite Periode* des Farbenwechsels im centralen Felde, welche sich aber nur bei Anwendung einer starkwirkenden Wasserluftpumpe darstellen lässt, zeigt eine viel geringere Zahl von Farben, nämlich:

blass-purpurrot (nach hinzutretendem violetterem Schimmer), *steingrau* (nach hinzutretendem grünlichem Schimmer), *leuchtend olivgrün, gelblich-grün, leuchtend-bronzegelb, orange.*

* a. a. O., p. 119.

Wird die Druckverminderung, also die Temperaturerniedrigung fortgesetzt, so treten zum Orange immer mehr rote Farbentöne hinzu, und allmählich bildet sich wieder die Anfangsfarbe der zweiten Periode, ein blasses Purpurrot aus, worauf in einer 3. und event. auch 4. Periode ganz derselbe Farbenwechsel wie in der zweiten Periode sich wiederholt, natürlich mit immer blasser werdenden und trüberen Farben.

Ist der Dunstbetrag in der Kugel zu gross, so ist der auch bei einer ganz geringen Temperaturerniedrigung entstehende Nebel zu dicht und ungleichmässig; die das Sonnenbild im Heliostatenspiegel umgebenden Farbenringe erscheinen daher sehr matt und verwaschen. Ist hingegen der Dunstgehalt zu gering, so ist der Nebel sehr feinkörnig und durchsichtig, es findet aber keine merkliche Farbenentwicklung statt. Erst nach längerem Probieren wird es gelingen, eine wirklich intensive Farbenentwicklung zu erlangen. Am sichersten führt folgendes Verfahren zum Ziel:

Man verdünnt durch Saugen mit dem Munde die Luft in der Kugel, bringt etwa 10 cm unter die Öffnung der einen Glasröhre ein Stückchen glimmenden Feuerschwamm und öffnet nun den Hahn nur einen Augenblick (die kurze Dauer der Öffnung während einer schnellen halben Umdrehung des Glashahns genügt vollkommen!); ruft man jetzt durch Druckverminderung eine Temperaturerniedrigung hervor, so wird gewöhnlich der zuerst entstehende Nebel zu dicht sein und nur ein bläuliches, centrales Feld mit einem breiten, verwaschenen, rotbraunen Ring* zeigen. Nach kurzer Zeit jedoch, namentlich wenn eine genügende Menge kalten Wassers in der Kugel enthalten ist und wenn die jedesmal neu eintretende filtrirte Luft durch heisses Wasser von 60⁰—70⁰ C. geleitet worden ist, wird der Dunstgehalt in der Kugel die für eine intensive Farbenentwicklung erforderliche Beschaffenheit annehmen. Ist zu viel Rauch in die Kugel eingedrungen, so muss man durch fortgesetztes Einblasen von filtrirter Luft den Überschuss an Dunst zu beseitigen suchen. Am sichersten gelingt die Darstellung einer grösseren Zahl concentrischer Ringe bei Anwendung einer gut ziehenden Münckeschen Wasserluftpumpe. Wer jedoch eine starke Lunge besitzt, kann auch ohne jeden Hülfapparat sehr schöne Farbenwirkungen auf folgende Weise erzielen: Man verbindet (I) mit einem längeren Schlauchende und erzeugt durch kräftiges Einblasen von warmer feuchter Luft eine Verdichtung in der Kugel; nach etwa 10—15 Sek. lüftet man den Hahn, worauf sich infolge der schnellen Ausdehnung und der dadurch erzeugten Abkühlung und Nebelbildung ein farbiges centrales Feld mit ein bis zwei Ringen ausbildet; saugt man dann kräftig mittels des Schlauches, so kann man sehr schön den Farbenwechsel im centralen Felde sowohl, wie in den Ringen beobachten. Lässt man dann langsam wieder filtrirte feuchte Luft in die Kugel eintreten, so kann man denselben Farbenwechsel bei allmählich verschwindendem Nebel in umgekehrter Reihenfolge erkennen. Wird der Nebel zu dicht und mattfarbig, was namentlich leicht eintritt, wenn in dem Experimentirzimmer geraucht wird, so darf nur filtrirte Luft in den Diffraktionsraum eingeleitet werden.

4. *Gemisch verschieden gefärbter Nebelwolken.* Da die Farbenentwicklung in hohem Grade vom Feuchtigkeitsgehalt abhängig ist, so entsteht ein Gemisch verschieden-

* Vergl. die Mitteilung des Verfassers in »das Wetter« 1884, pag. 48—52.

farbiger Nebelwolken, wenn man in schneller Aufeinanderfolge mittels der Wasserluftpumpe Ströme trockener (staubiger) Zimmerluft und über heisses Wasser geleiteter, übersättigter Luft in die Kugel eintreten lässt. Man muss zu diesem Zweck die eine Glasröhre (1) durch einen Gummischlauch mit der mit heissem Wasser gefüllten Woulf'schen Flasche, und die andere (2) mit der Wasserluftpumpe verbinden. Nun wird, nachdem (1) geöffnet ist, (2) einen Augenblick geöffnet, so dass ein Strom übersättigter Luft in die Kugel tritt; dann wird (1) in der Hülse gelüftet und (2) wieder einen Augenblick geöffnet, worauf ein Strom Zimmerluft in die Kugel einströmt. Dann wird (1) geschlossen und nun (2) etwas länger geöffnet, worauf infolge der durch die Druckverminderung hervorgerufenen Temperaturerniedrigung in der Kugel (wenn dieselbe im Strahlencylinder des Heliostaten-Spiegels steht), ein oft 10 bis 15 Sekunden lang anhaltendes Gemisch von fast in allen prismatischen Farben erglänzender, durcheinander laufender Wirbelfäden verschiedenfarbigen Nebels entsteht. Es scheinen dann zweifellos dieselben Bedingungen vorhanden zu sein, wie beim Eintritt des in Brasilien unter dem Namen *arrebol* bekannten Dämmerungsphänomens, welches ausführlich von Burkhart-Iezler in Pogg. Ann. B. 145 beschrieben ist.

5. *Verschiedenfarbige Nebelschichten von verschiedener Temperatur.* Um Nebel von verschiedener Temperatur zu erhalten muss der obere Teil der Kugel erwärmt werden. Man füllt zu diesem Zweck das Blechgefäss mit Wasser von 60° — 70° Celsius und setzt dasselbe auf die Kugel. Erzeugt man dann nach Verlauf von 1—2 Minuten auf einem der oben angegebenen Wege bei genügendem Dunstgehalt eine Temperaturerniedrigung, so entsteht nur im unteren Kugelsegment ein dichter Nebel, während der obere Abschnitt vollkommen nebefrei bleibt. Lässt man nun parallel zu dieser Grenzschicht direktes Sonnenlicht einfallen, so erscheinen allmählich die übereinander liegenden Nebelschichten in überaus intensiven Farben, welche je nach der Grösse der Nebelkörperchen in den einzelnen Schichten verschieden sind, und welche da, wo diese Schichten horizontal übereinander gelagert erscheinen, die Reihenfolge der Farben im Spektrum zeigen; dann ist offenbar derjenige Zustand der Luft im Diffraktionsraum hergestellt, wie er als ein regelmässig auftretender von Alluard auf dem Gipfel des Puy de Dôme im vergangenen Winter beobachtet worden ist, wo die Temperatur in der Ebene $1,3^{\circ}$ und am Gipfel 8° betrug. (C. R. Bd. 98, pag. 162).

Um absteigende Ströme kalter Luft zu erzeugen, muss das auf die Kugel zusetzende Gefäss mit Eisstückchen gefüllt werden. Unter günstigen Verhältnissen bilden sich dann in direktem Sonnenlicht ähnliche Farbenerscheinungen aus, wie bei den Versuchen 5).

6. *Verschiedenfarbige Nebelschichten in diffusem Licht.* Wenn die Kugel, wie bei (2) mit Salmiakstaubnebel gefüllt, $\frac{1}{2}$ Stunde ruhig stehen bleibt, so sinkt der dichte Staubnebel allmählich zu Boden und erscheint nach oben durch dünne Nebelschichten von schnell abnehmender Dichtigkeit begrenzt. Wird dann die Kugel in hinreichend grosser Entfernung nur von einer Seite her erleuchtet, am besten durch diffuses Tageslicht bei zur Hälfte herabgelassenen Rouleaux, so zeigt diese Grenzschicht gegen einen dunkeln Hintergrund von unten nach oben die Färbungen, rotbraun, gelb, grünlich gelb und hellblau, also genau

dieselbe Farbenfolge, welche sich am westlichen Himmel nach Sonnenuntergang dadurch ausbildet, dass die auf der Erdoberfläche ruhende Dunstschicht von dem unter dem Horizont befindlichen, diffuses Licht ausstrahlenden Atmosphärensegment beleuchtet wird.

Um die farbigen Schichten in grösserer Breite zu erhalten, muss man nachträglich etwa einen halben Liter Wasser in die Kugel giessen und dieselbe dann eine zeitlang kräftig schütteln; auch muss die Kugel möglichst hoch über der Quelle diffusen Lichtes stehen.

7. Der Apparat gestattet auch eine Wiederholung der interessanten Untersuchungen von Coulier (Naturforscher 1875, pag. 400 und 453) und Aitken (Nature Bd. 23, pag. 384 und Proc. Roy. Soc. Edinburg 1880) über den *Einfluss fremder Beimischungen* in der Luft auf die Nebelbildung.

Ebenso können mit demselben die Versuche zur Entscheidung der Frage angestellt werden, ob die Nebelkörperchen *Bläschen* oder massive *Wasserkügelchen* sind. [Meteorol. Zeitschrift pag. 121.]

Fertig zusammengestellte Apparate liefert Herr *C. Stelling*, Hamburg, Rödingsmarkt 81