

die natürlichen Farben wiederzugeben. Es gilt dies namentlich vom violetten Chlorsilber, welches man als eine niedere Chlorstufe dem weissen Chlorsilber gegenüber annimmt. Die Herstellung der lichtempfindlichen farbengebenden Fläche von Chlorsilber auf Silberplatten oder Papier gestattet genaue Beobachtungen über den Vorgang der Farbenbildung schwer, weil die wirkende Schicht immer an eine nicht indifferente Unterlage gebunden ist. Nach Grüne's Umwandlungsverfahren erhält man sehr leicht farbengebende Chlorsilberschichten, die aus weiter nichts als Chlorsilber bestehen, auf Collodion oder auf Glas. Wie oben zuerst zur Herstellung metallischer Silberbilder angegeben, erzeugt man durch allgemeine Belichtung eine ganz gleichmäßige Fläche von feinzerteiltem Silber auf der Glasplatte; man wandelt nun entweder dieses direct in Chlorsilber um, es dabei auf der Collodionschicht lassend, oder man entfernt durch Glühen zuvörderst das Collodion und behandelt das auf dem Glase jetzt direct befindliche Silber mit einer Mischung von verdünnter übermangansaurem Natronlösung mit Salzsäure.

2) Photographische Optik.

Ueber die chemische Lichtintensität zu verschiedenen Zeiten und an verschiedenen Orten der Erde.

Roscoe veranlafte, dafs auf dem Observatorium zu Kew in England, wo täglich drei Temperaturbestimmungen gemacht werden, auch die chemische Intensität des Lichtes täglich gemessen wurde, und theilt die Resultate der vom 1. April 1865 bis Ende März 1867 fortgesetzten Beobachtungen im Novemberhefte von Poggendorff's Annalen ausführlich mit.

Die Bestimmungen wurden täglich dreimal ausgeführt, und zwar um 9 Uhr 30 Minuten, um 2 Uhr 30 Minuten und um 4 Uhr 30 M. und haben als erstes wichtiges Resultat ergeben, dafs die chemische Intensität bei wolkenlosem Himmel bis Mittag gleichmäfsig wächst und von Mittag in demselben Mafse abnimmt. Die grösste Stärke erreicht die chemische Kraft genau um 12 Uhr, wenn die Sonne am höchsten steht, während bekanntlich die höchste Temperatur erst gegen 2 Uhr beobachtet wird. Zwei Tageszeiten, welche von der Mittagszeit gleichweit abliegen, z. B. 11 Uhr und 1 Uhr, 10 Uhr und 2 Uhr etc., zeigen ganz genau dieselbe chemische Intensität. 552 Beobachtungen in Kew, verglichen mit den früher schon in Heidelberg ausgeführten Messungen und den Ergebnissen aus Parà in Brasilien, auf die wir noch zurückkommen, bestätigen diese Abhängigkeit der chemischen Intensität zu bestimmten Tageszeiten von dem Stande der Sonne in so übereinstimmender Weise, dafs man eine mathematische Formel dafür aufstellen, und hieraus die Werthe der chemischen In-

tensität berechnen kann. Die Werthe, die durch die Rechnung sich ergeben, stimmen mit den durch directe Beobachtung gefundenen ganz gut überein. Das Gesetz dieser Abhängigkeit der chemischen Intensität vom Stande der Sonne ist sonach vollständig sicher erwiesen; wo Abweichungen von demselben beobachtet werden, da müssen störende Einflüsse vorhanden sein, deren Ergründung immer tiefer in das Verständniß der Erscheinungen führt (s. S. 133).

Die auffallendste Abweichung von diesem Gesetze, welches die Tagesschwankungen ergeben, zeigt eine Vergleichung der mittleren chemischen Intensität der einzelnen Monate.

Im Laufe des Jahres wechselt bekanntlich die Gröfse des Bogens, welchen die Sonne scheinbar am Himmel zurücklegt, fortwährend. Vom 21. December, dem Wintersolstitium, bis zum 21. Juni, dem Sommersolstitium, wird dieser Bogen immer gröfser, um dann von da bis zum Beginn des Winters wieder abzunehmen. In den Monaten, welche von diesen Extremen gleichweit entfernt sind, z. B. im März und September, im April und August, ist daher die Höhe des Sonnenstandes über dem Horizont durchschnittlich dieselbe. Gleichwohl haben die Beobachtungen in Kew ergeben, dafs die chemische Intensität der Sonne nicht dieselbe ist. Auf je 100 chemische Strahlen des März und April kommen 167 im August und September. Es müssen sonach Umstände vorhanden sein, welche in den Frühlingsmonaten die chemische Intensität schwächen, und Roscoe vermuthet, dafs dieser Unterschied mit der verschiedenen Durchsichtigkeit der Luft im Frühling und Herbst zusammenhänge. Wie durch die feuchtere Luft des Septembers die Lichtstrahlen mit gröfserer Klarheit und Schärfe dringen — eine jedem Touristen bekannte Erfahrung — so sollen auch die chemischen Strahlen in den Herbstmonaten weniger geschwächt zur Erde gelangen, als im Frühling. Wissenschaftlich begründete Thatsachen liegen jedoch zur Erklärung dieser Unterschiede nicht vor.

Von nicht minder grofsem Interesse sind die Thatsachen, welche über die chemische Intensität der Tropen auf Veranlassung von Roscoe ermittelt worden.

Bisher beschränkte sich unsere Kenntniß von der chemischen Intensität in den Tropen nur auf unzuverlässige und oberflächliche Angaben von Photographen. Nach denselben wird es um so schwieriger, gute Photographieen zu erhalten, je mehr man sich dem Aequator nähert, und um denselben Effect auf photographischen Platten zu erhalten, braucht man längere Zeit unter dem Glanz der tropischen Sonne, als in der nebligen Atmosphäre Londons. Ferner wird angegeben, dafs in Mexico bei sehr intensivem Licht 20 bis 30 Minuten erforderlich sind, um photographische Schwärzungen zu erhalten, zu welchen in England nur 1 Minute erforderlich ist. Verschiedene Reisende, welche die Alterthümer von Yucatan aufnahmen, gaben den

Gebrauch der photographischen Camera auf und griffen zum Bleistift und Skizzenbuch. Ebenso hat Dr. Draper beobachtet, daß ähnliche Unterschiede zwischen dem Lichte von New-York und Virginien stattfinden. Man nahm deshalb an, daß die leuchtenden und wärmenden Strahlen einen besonderen störenden Einfluß auf die chemischen ausüben.

Es war nun von größter Wichtigkeit, die Intensität der chemischen Strahlen in den Tropen direct zu messen, um die Gültigkeit der erwähnten Angaben zu prüfen. Hr. Thorpe, Assistent von Roscoe, hat in Folge dessen mit großer Sorgfalt eine Reihe von Bestimmungen in Parà im nördlichen Brasilien unter $48^{\circ} 30'$ westlicher Länge und $1^{\circ} 28'$ südlicher Breite ausgeführt. Seine Messungen fallen in die Zeit vom 4. bis 26. April 1866.

Da beim Beginn der Versuche die Regenzeit schon begonnen, so waren die Veränderungen in der chemischen Intensität sehr oft von einer Minute zur andern sehr plötzlich und merkwürdig, so daß eine sehr große Zahl Beobachtungen an jedem Tage gemacht werden mußten. Regelmäßig am Nachmittag und manchmal auch zu andern Tagesstunden überzieht sich der Himmel mit schwarzen Gewitterwolken, welche, während sie den Regen in Form eines Wolkenbruches herabsenden, die chemische Intensität der Sonne beinahe auf 0 verringern. Das Gewitter verzieht sich rasch, und die chemische Intensität erhebt sich wieder zu ihrem normalen Werthe. Es folgen hieraus Schwankungen, welche in unseren Breiten völlig unbekannt sind.

Die mittlere chemische Intensität an den einzelnen Tagen des April zeigt in Parà ganz andere Werthe als in Kew, wie nachstehende Zahlen beweisen:

1866 April 6.	7.	9.	11.	20.	24.	26.
Kew . . .	28,6	7,7	5,9	25,4	38,9	83,6
Parà . . .	242,0	301,0	326,4	233,2	385,0	362,7

Die chemische Wirkung des gesammten Tageslichtes ist hiernach im April 1866 zu Parà 6,58 mal größer gewesen als in Kew. Die angeführten mißlungenen Versuche der Photographen können also keinesfalls einer geringeren chemischen Intensität der Sonne zugeschrieben werden. Es müssen vielmehr hier andere störende Einflüsse obgewaltet haben, deren Ermittlung Aufgabe weiterer Forschungen ist.

Der Gang der täglichen chemischen Intensität zeigte bei klarem Himmel auch hier, in der Nähe des Aequators, denselben regelmäßigen Gang, wie bei den europäischen Messungen, und bestätigte das angeführte Gesetz der Abhängigkeit der chemischen Intensität vom Stande der Sonne auf's Glänzendste.

Die bisherigen wichtigen Ergebnisse, welche wir hier vorgeführt, berechtigen zu der Hoffnung, daß mehr ausgedehnte Bestimmungen der chemischen Intensität unsere Kenntnisse der meteorologischen und klimatischen Verhältnisse bedeutend erweitern und vervollkommen werden.

Ueber ein neues chemisches Photometer von Dr. Vogel.

Bunsen's Pendel-Photometer (s. Seite 144) ist zu meteorologischen Observationen ganz vortrefflich brauchbar, weniger jedoch zu photographischen Arbeiten, welche, wie der Papierpositivproceß, eine längere Belichtungszeit in Anspruch nehmen, innerhalb welcher die chemische Lichtstärke sich oft wesentlich ändert, so daß die anfänglich gemachte Messung derselben nicht für die Bestimmung der Belichtungsdauer maßgebend ist.

Außerdem ist die leichte Veränderlichkeit des gesilberten Papiers (dasselbe muß alle 24 Stunden frisch bereitet werden) ein Uebelstand.

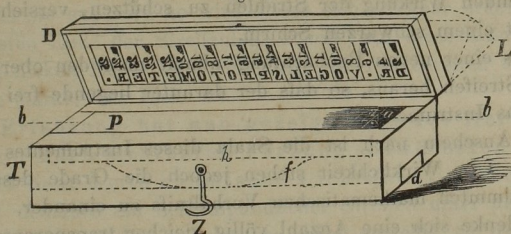
Diese Umstände veranlaßten den Verfasser zur Construction eines anderen Photometers, welches zunächst für photographische Zwecke bestimmt ist, jedoch auch zu wissenschaftlichen Beobachtungen geeignet sein dürfte.

Dieses Instrument besteht im Wesentlichen 1) aus einer halbdurchsichtigen Papier-Skala, deren Durchsichtigkeit von einem Ende nach dem andern hin gradweise abnimmt, und 2) aus einem lichtempfindlichen, Wochen lang haltbaren Chromatpapier, welches unter dieser Skala in ähnlicher Weise dem Lichte exponirt wird, wie ein Stück Silberpapier unter einem Negativ.

Das Chromatpapier wird durch Eintauchen von photographischem Rohpapier in eine Lösung von 1 Theil rothem chromsauren Kali in 30 Theilen Wasser und nachfolgendes Trocknen hergestellt.

Das trockene Papier wird in Streifen zerschnitten und damit das Photometerkästchen *T* angefüllt. Eine Feder *f* drückt die Streifen, wenn der Deckel *D* geschlossen ist, gegen die transparente Skala, welche an dem mittelst Haken *Z* zu schließenden Glasdeckel *D* sitzt.

Fig. 46.



Bei der Exposition scheint das Licht durch die halb durchsichtige Skala hindurch und bräunt den darunterliegenden Streifen. Diese Färbung schreitet von dem dünnen nach dem dicken Ende der Skala hin fort und um so rascher, je stärker das Licht ist. Um nun zu erkennen, wie weit die Lichtwirkung nach dem dicken Ende fort-

geschritten ist, sind auf die Skala schwarze Zahlen und Zeichen aufgedruckt, diese lassen das Licht nicht durch und werden daher, wenn das Chromatpapier ringsum afficirt ist, weiß auf braunem Grunde sichtbar.

Öffnet man daher das Photometer bei Lampenlicht und beobachtet den Chrompapierstreifen, so erkennt man die Stelle, bis zu welcher die Lichtwirkung fortgeschritten ist, an der daselbst erschienenen Zahl.

Das Instrument ist zunächst von Wichtigkeit für Herstellung der sogenannten Pigmentbilder oder Kohlebilder. Diese werden erzeugt, indem man einen schwarzen Bogen, der mit einer lichtempfindlichen Mischung von Leim, Bichromat und Farbe überzogen ist, unter einem photographischen Negativ dem Lichte exponirt.

Das Bild erscheint auf diesem Bogen nicht direct, sondern erst nach dem Eintauchen in heißes Wasser. Ist die Belichtungszeit nun nicht richtig getroffen, so ist das Bild entweder zu flau oder zu intensiv, und dieser Fall tritt mit Rücksicht auf die außerordentliche Veränderlichkeit der chemischen Lichtstärke sehr häufig ein. Mit Hülfe des Photometers kann man nun leicht die normale Belichtungsdauer feststellen. Man legt das Instrument gleichzeitig mit dem zu copirenden Negativ an das Licht und deckt das erste Drittel des Negativs, wenn das Instrument beispielsweise 10° , das zweite Drittel, wenn es 12° , das dritte, wenn es 14° zeigt. In dieser Weise sind die einzelnen Theile bis 12 , 14 , 16° copirt worden. Man entwickelt dann das Bild und sieht nach, welcher Theil die richtige Intensität zeigt. Der bei diesem Theil verwendete „Copirgrad“ ist der richtige Copirgrad für das ganze Negativ.

Die Beobachtung des lichtempfindlichen Streifens geschieht bei dem Licht einer hell brennenden Lampe. Um die Augen vor der blendenden Wirkung der Strahlen zu schützen, versieht man die Lampe mit einem schwarzen Schirm.

Behufs einer neuen Beobachtung nimmt man den oberen bereits afficirten Streifen heraus, so daß der darunter liegende frei wird, und schließt das Instrument.

Dem Anschein nach ist die Skala dieses Instrumentes eine rein empirische. In Wirklichkeit stehen jedoch die Grade desselben in einem bestimmten mathematischen Verhältniß zu einander.

Man denke sich eine Anzahl völlig gleicher transparenter Blätter eines absolut homogenen Materials, sei es Glas, Glimmer, Papier etc., über einander geschichtet, so wird offenbar das Licht beim Durchgange durch dieselben, theils durch Reflexion, theils durch Absorption eine Schwächung erleiden, die mit der Zahl der Schichten, welche es durchdrungen hat, zunimmt.

Nimmt man an, die Stärke des Lichts werde beim Durchdringen einer einzigen Schicht auf $\frac{1}{n}$ seiner ursprünglichen Intensität reducirt, so wird die Intensität nach Durchdringung der zweiten Schicht $= \frac{1}{n^2}$, nach Durchdringen der dritten, vierten . . . und x^{ten} Schicht $\frac{1}{n^3}$, $\frac{1}{n^4}$, $\frac{1}{n^x}$ der ursprünglichen sein.

Construirt man demnach ein terrassenförmiges Streifensystem nebenstehender Figur:

Fig. 47.

auf welches Licht von der Intensität $= 1$ fällt, so wird die Lichtintensität

unter dem ersten Streifen	$= \frac{1}{n}$,
- - - zweiten	$= \frac{1}{n^2}$,
- - - dritten	$= \frac{1}{n^3}$,
- - - vierten	$= \frac{1}{n^4}$,
- - - x^{ten}	$= \frac{1}{n^x}$ sein.

Die Lichtintensitäten unter diesem terrassenförmigen Streifensystem bilden demnach eine geometrische Reihe, in welcher die Schichtenzahlen die Exponenten sind. Jetzt denke man sich unter diesen Streifen ein Stück lichtempfindliches Papier dem Lichte exponirt, so wird dieses sich offenbar bräunen, unter dem dünnsten Ende der Streifenlage zuerst, und diese Bräunung wird nach dem dicken Ende der Streifenlage hin fortschreiten und um so rascher, je stärker das Licht ist.

Die Erfahrung hat nun gezeigt, dafs zur Hervorbringung einer noch sichtbaren Färbung schwächsten Grades, eine ganz bestimmte chemische Lichtquantität nöthig ist.

Wird demnach ein lichtempfindlicher Streifen unter der transparenten Photometerskala exponirt, so wird derselbe an irgend einer Stelle, z. B. unter der Zahl 9, sich nicht eher sichtbar färben, als bis die bestimmte zur Hervorbringung einer sichtbaren Färbung nöthige chemische Lichtquantität durch den Streifen hindurchgegangen ist. Da aber die Schwächung, welche das Licht beim Durchgange durch die Streifenlagen erleidet, je nach der Zahl derselben eine sehr verschie-

dene ist, so wird die Lichtquantität, welche auf das Streifensystem fallen muß, um nach dem Durchgange durch letztere noch eine sichtbare Wirkung zu äufsern, ebenso verschieden sein, und wird die auffallende Lichtquantität um so größer sein müssen, je größer die Schwächung ist, welche dasselbe beim Durchgange durch das Streifensystem erleidet.

Nun stehen die Schwächungen, welche das Licht beim Durchgange durch 1, 2, 3 . . . x Streifen erleidet, wie eben gezeigt ist, in dem Verhältniß $n : n^2, n^3 \dots n^x$. In demselben Verhältniß werden demnach die auffallenden Lichtquantitäten stehen müssen, welche nöthig sind, um unter dem ersten, zweiten, dritten . . . x^{ten} Streifen eine sichtbare chemische Wirkung hervorzubringen.

Diese Wirkung offenbart sich aber durch das Erscheinen der aufgeschriebenen Gradzahlen 1, 2, 3, 4 . . . x . Demnach stehen die Lichtquantitäten, welche durch das Erscheinen der einzelnen Gradzahlen angezeigt werden, in dem Verhältniß $n, n^2, n^3, n^4 \dots n^x$, d. h. sie bilden eine geometrische Reihe, in welcher die Gradzahlen die Exponenten sind.

Die Constante n der Reihe läßt sich leicht für jede Photometerskala bestimmen, indem man in bestimmter Entfernung von dem Instrumente zwei verschiedene Quantitäten Magnesiumdraht abbrennt. Nimmt man an, daß die dabei entwickelten Lichtquantitäten den Quantitäten des verbrannten Magnesiums M und M' proportional seien und sind ferner die durch diese Lichtmengen auf dem Chromatpapier zum Vorschein gekommenen Gradzahlen g und g' , so hat man die Proportion

$$M : M' = n^g : n^{g'},$$

$$\frac{M'}{M} = n^{(g'-g)}$$

woraus sich n leicht berechnen läßt.

Nach einer Reihe von Versuchen des Verfassers ist der Werth der Constante für die von ihm geprüften Instrumente = 1,27. Specielleres über den Gebrauch des Instrumentes folgt im praktischen Theil.