

Intensität des Himmelslichts, die chemische Wirkung des directen Sonnenlichts gemessen.

Chemische Intensität des Sonnenlichts.

Die chemische Intensität des Sonnenlichts variiert nun sehr beträchtlich in Folge der lichtabsorbirenden Wirkung der Atmosphäre. Diese lichtabsorbirende Wirkung der Atmosphäre ist nun bedingt: 1) durch ihre Dichtigkeit, 2) durch die Länge des Weges, den die Strahlen in derselben durchlaufen. Deshalb ist dieselbe zu verschiedenen Tageszeiten sehr verschieden; bei niedrigem Sonnenstande ist der von den Strahlen in der Atmosphäre durchlaufene Weg viel länger, als bei hohem. Bunsen bestimmte nun die chemische Intensität des Sonnenlichts zu verschiedenen Tageszeiten und fand daraus, dafs, wenn das Sonnenlicht eine 22,000 Mtr. starke Luftschicht von 0,76° Druck durchstrahlt, seine chemische Wirkung bis auf $\frac{1}{10}$ der ursprünglichen Stärke geschwächt wird. Bei geringerem Barometerstand ist die Absorption geringer. Demnach wird die chemische Leuchtkraft der Sonne auf hohen Bergen stärker sein als am Meeresspiegel, um die Mittagsstunde bedeutend stärker, als Morgens oder Abends (weil Mittags der von den Strahlen in der Atmosphäre durchlaufene Weg beträchtlich kürzer ist).

Aufserhalb der Atmosphäre, wo die Sonne durch nichts geschwächt wird, ist ihre chemische Intensität, d. h. ihre Wirkung auf eine senkrecht zu den Strahlen stehende Fläche immer dieselbe. Bunsen berechnete diese Wirkung (mit Zugrundelegung der von ihm gemessenen Absorption in der Atmosphäre) auf 318 Lichtgrade. Die chemische Wirkung innerhalb der Atmosphäre aber fällt in demselben Mafse, als die Barometerhöhe und die Zenithdistanz der Sonne wächst; sie ist in Bezug auf ein horizontales Flächenelement

$$W = \left(318,3 \times 10^{-\frac{0,4758 P}{\cos \varphi}} \right) \cos \varphi,$$

wo φ die Zenithdistanz der Sonne, P den Barometerstand bedeutet. Bunsen hat aus dieser Formel mehrere höchst interessante Daten berechnet. So beträgt die chemische Intensität des Sonnenlichts am Meeresspiegel bei senkrechtem Auffallen 130°; da sie nun außerhalb der Atmosphäre 318° beträgt, so gehen $\frac{2}{3}$ der chemischen Leuchtkraft in der Atmosphäre verloren.

In der Höhe des Montblanc ist die chemische Wirkung der Sonne bei senkrechtem Einfallen $1\frac{1}{2}$ mal, bei 45° Zenithdistanz 2 mal so groß, als am Meeresspiegel.

Den Einfluß des Luftdrucks mögen folgende Zahlen illustriren:

Bei 750 Ml. Barometerhöhe ist die Wirkung in Lichtgraden 140°,	
- 700 - - - - -	148°;
- 600 - - - - -	165°;

140 Lichtgrade sind aber 1,400,000 Lichteinheiten, demnach wirkt die Sonne 700,000 mal intensiver als eine Steinkohlengasflamme (s. Seite 132).

Offenbar kann man nun mit der oben gegebenen Formel für jeden beliebigen Ort der Erde und für jede beliebige Stunde unter Voraussetzung einer bestimmten Barometerhöhe aus der Sonnenhöhe die chemische Intensität des directen Sonnenlichts berechnen.

Bunsen hat diese Berechnung ausgeführt für einen Tag der Tages- und Nachtgleiche für Cairo, Neapel, Heidelberg, Petersburg und Island.

So ist zur Zeit der Tag- und Nachtgleiche, Mittags 12 Uhr, bei $0,76^\circ$ Druck die Wirkung

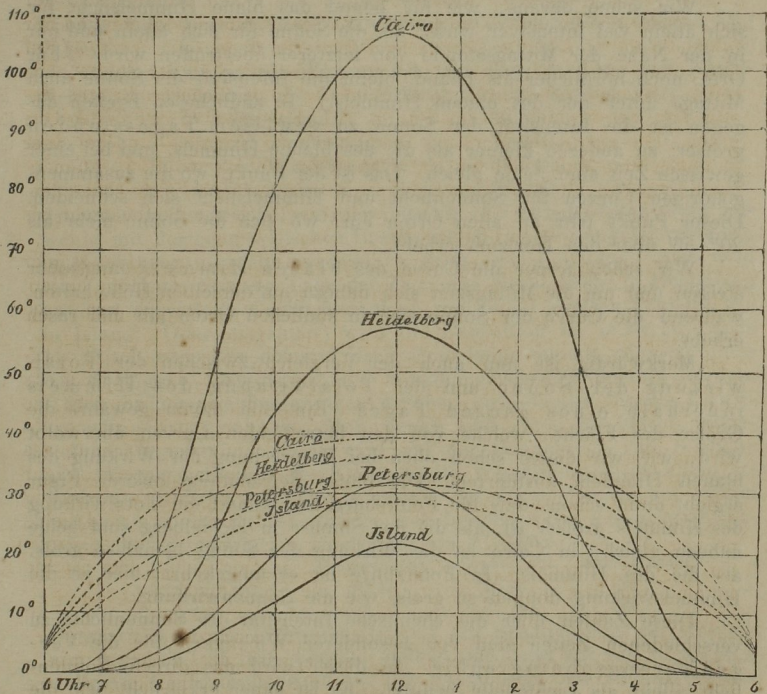
für Cairo	105°,
- Heidelberg	57°,
- Island	21°.

Noch gröfser sind diese Unterschiede in den Zeiten 9 Uhr und und 3 Uhr; dann sind sie

für Cairo	50°,
- Heidelberg	24°,
- Island	6°.

Die Differenzen sind demnach um so gröfser, je weiter die Sonne vom Mittag ab steht.

Am anschaulichsten werden diese Verhältnisse aus einer graphischen Darstellung, ähnlich wie die oben gegebene von der Intensität des blauen Himmelslichtes. Wir geben diese in den ausgezogenen Linien der beistehenden Figur für Cairo, Heidelberg, Petersburg und Island für einen Tag der Tag- und Nachtgleiche.



Wir sehen aus dieser Darstellung, wie zur Zeit des Sonnenaufgangs die chemische Wirkung der directen Sonne überall gleich 0 ist, wie sich in Cairo erst um $6\frac{1}{2}$ Uhr, in Neapel um circa $6\frac{3}{4}$ Uhr, in Island erst um 7 Uhr eine merkbare chemische Wirkung der Sonne nachweisen läßt, wie diese dann für die nördlichen Orte langsam, für die südlichen rasch ansteigt, Mittags ihren höchsten Stand erreicht und Nachmittags wieder rasch fällt, in demselben Mafse, wie sie Vormittags gestiegen, bis sie endlich schon vor Sonnenuntergang verschwindet. Von besonderem Interesse sind nun die Vergleiche zwischen der chemischen Intensität des Sonnenlichts und des blauen Himmelslichts für dieselben Orte der Erde. Die bestehende Tafel, in welcher die Intensitätscurven für Himmelslicht und Sonnenlicht gleichzeitig eingetragen sind, giebt dazu ein treffliches Mittel an die Hand. Wir ersehen daraus, dafs um Sonnenaufgang und Untergang, wo die Sonne, obgleich dem Auge sichtbar, noch chemisch unwirksam ist, der blaue Himmel schon überall kräftige Wirkungen äufsert, wie diese Wirkungen rasch ansteigen, während die chemische Sonne gleichsam erst aufgeht, dann aber sich in majestätischer Curve erhebt, um die Wirkung des anfangs vorangeeilten Himmelslichts zu überflügeln, wenigstens was die südlichen Orte anbetrifft.

Wir sehen daraus, wie für Island das blaue Himmelslicht für sich allein viel intensiver wirkt, als die Sonne für sich allein und nur in der Nähe der Mittagsstunde von letzterer übertroffen wird. (Für Orte, noch nördlicher als Island, bleibt die Intensität der Sonne auch Mittags unter der des blauen Himmels.) In südlicheren Breiten dagegen ist die Intensität der Sonne zu gewissen Tagesstunden gröfser, zu anderen kleiner als die des blauen Himmels, und bei einer gewissen Zeit sind beide gleich. Das ist der Punkt, wo die zusammengehörigen Curven für Sonnenlicht und Himmelslicht sich schneiden. Dieser Punkt tritt an allen Orten ein, wo sich die Sonne mehr als $20^{\circ} 56'$ über den Horizont erhebt.

Wir sehen ferner die Curve des blauen Himmels langsamer steigen und um die Mittagszeit sich nahezu auf derselben Höhe halten, während die Curve der Sonne sich in südlichen Orten jäh und rasch erhebt.

Merkwürdig ist nun auch der Vergleich zwischen der Totalwirkung der Sonne und der Totalwirkung des Himmels innerhalb eines ganzen Tages. Ein Bild davon gewährt die Gröfse der Fläche, welche von den betreffenden Curven überwölbt wird, wie wir dieses schon oben bei Besprechung der Wirkung des blauen Himmels ausführten. Die blofse Betrachtung unserer Figur ergibt dann schon, dafs für Petersburg und Island die Totalwirkung des Himmels gröfser ist, als die der Sonne; in Heidelberg sind beide nahezu gleich; in Cairo ist die Wirkung der Sonne $1\frac{1}{4}$ mal so groß, als die des Himmels. In Petersburg ist es umgekehrt; hier ist die Himmelswirkung doppelt so groß, wie die Sonnenwirkung.

Diese Zahlen über die chemische Intensität des Sonnenlichts zu verschiedenen Zeiten sind von besonderer Wichtigkeit für die Vergrößerungsphotographie. In dieser wird das directe Sonnenlicht allein als Lichtquelle benutzt. Es ist daher erklärlich, wie die Leistungsfähigkeit der Vergrößerungs-Apparate einerseits durch die

Tagesstunde, andererseits durch die geographische Breite der Ortschaften, endlich durch die Jahreszeit bedingt ist. Hier wäre es von besonderer Wichtigkeit, Intensitätstabellen des Sonnenlichts für jeden einzelnen Tag des Jahres zu besitzen, die dann freilich nur für Orte derselben Breite gelten. Diese Daten lehren auch, wie unzuverlässig die Angaben von Fabrikanten sind, die auf das Gerathewohl von ihren Vergrößerungs-Apparaten behaupten, sie lieferten eine Copie in 15 bis 30 Minuten bei gutem Lichte. Das sogenannte gute Licht (ungetrübtes Sonnenlicht) ist in seiner chemischen Intensität sehr verschieden, je nach den Umständen, die wir oben geschildert.

Nun arbeitet der Photograph nur ausnahmsweise mit Sonnenlicht allein (wie bei Vergrößerungen), desto öfter aber mit Sonnen- und Himmelslicht gemeinschaftlich, wie bei Landschaftsaufnahmen und beim Copiren; deshalb ist es interessant, die Summenwirkung beider kennen zu lernen.

Um die gemeinschaftliche Wirkung von Sonnen- und Himmelslicht zu finden, braucht man nur die Einzelwirkung beider für die betreffende Zeit zusammen zu addiren. So ist z. B. für Heidelberg am 21. März früh 9 Uhr die Stärke

des Himmelslichts	30,24°,
- Sonnenlichts	23,99°,
in Summa	54,23°.

Ebenso kann man die Summenwirkung beider für einen ganzen Tag finden.

Addirt man so die Wirkung für den Tag der Tag- und Nachtgleiche, so erhält man als Totalwirkung für den ganzen Tag:

für Island	20,980,
- Petersburg	25,340,
- Heidelberg	37,340,
- Cairo	58,110,

demnach variirt die Summenwirkung für den ganzen Tag nur wenig mit der geographischen Breite; sie ist in Cairo ungefähr dreimal, in Heidelberg ungefähr zweimal so groß, wie in Island. Also wird man an einem heiteren Tage der Tag- und Nachtgleiche in Heidelberg zweimal so viel, in Cairo dreimal so viel Bilder copiren können, wie in Island. Oder umgekehrt wird die Exposition im letzteren Lande im Mittel resp. doppelt und dreimal so lange dauern müssen, unter der Bedingung, daß Sonne und Himmel gleichzeitig benutzt werden. Gleich bedeutsame Folgerungen ergeben sich daraus für die Landschaftsphotographie. Man denke sich einen im Freien aufgestellten Gegenstand; dieser wird auf der Sonnenseite von Sonnen- und Himmelslicht, auf der Schattenseite von Himmelslicht allein erleuchtet. Nehmen wir die Intensität des Himmelslichts auf beiden Seiten als gleich an, so ergibt sich beispielsweise aus unseren Tabellen die Lichtstärke in Heidelberg am 21. März:

	Himmelslicht	Sonnenlicht	Summa rund
früh 9 Uhr	30,24	23,99	54
12 -	35,91	57,62	93,5.

Demnach wird die Lichtintensität auf der Schattenseite des Körpers von 9 bis 12 Uhr früh dieselbe bleiben (sie steigt nur von 30 auf 35,9, während die Lichtintensität auf der Sonnenseite um 12 Uhr beinahe doppelt so groß ist, als um 9 Uhr. Die Licht- und Schattendifferenzen

sind deshalb um diese Zeit viel greller, und wird dieses sich auch im Bilde bemerkbar machen und seiner Schönheit mehr oder weniger Eintrag thun; die Expositionszeit wird man, da die Schattenseiten um 12 Uhr nicht viel heller sind, als um 9 Uhr, und auch diese hinreichend aus exponirt erscheinen müssen, um 12 Uhr nur wenig niedriger wählen dürfen, als um 9 Uhr (z. B. 36 Secunden um 9 Uhr, 30 Secunden um 12 Uhr), wobei man dann freilich Gefahr läuft, daß die Lichter auf der anderen Seite „überexponirt“ sind. Diese grellen Licht- und Schattendifferenzen werden sich um so weniger bemerklich machen, je niedriger, um so mehr, je höher die Sonne steht. Sie sind daher, abgesehen von der Tageszeit, im Sommer viel energischer als im Frühling, Herbst und Winter. Im Winter steht die Sonne oft selbst um die Mittagszeit so tief, wie im Hochsommer des Abends, so daß ihre Wirkung weit hinter der des Himmelslichts zurückbleibt. Es ist daher klar, welche tief eingreifenden Unterschiede in Bezug auf den Lichteffect in Bildern, die zu verschiedenen Jahreszeiten aufgenommen sind, sich zeigen werden, und wie wichtig deshalb die genaue Kenntniß des Sonnenstandes und der Sonnenintensität in verschiedenen Zeiten für den denkenden Landschaftsphotographen ist.

Wir verdanken dem Director der Sternwarte, Herrn Dr. Förster hieselbst, folgendes Täfelchen, welches die Sonnenhöhen für Berlin für 12 Tage des Jahres enthält, die ungefähr um 4 Wochen auseinander liegen und in dem auch der längste und kürzeste Tag, sowie die beiden Tag- und Nachtgleichen aufgenommen sind.

Sonnenhöhen

für volle Stunden vor oder nach Mittag*) (Polhöhe Berlin).

	0h	1h	2h	3h	4h	5h	6h	7h	8h	Sonnen- aufg.	Sonnen- unterg.
	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	Grad	a. m.	p. m.
21. Jan.	17,6	16,4	13,0	7,7	0,0					4h	4,24h
21. Febr.	26,9	25,6	21,9	16,1	8,8	0				4,52h	5,21h
22. März	37,5	36,0	31,8	25,4	17,7	9,0	0			5,58h	6,14h
22. April	49,7	47,9	43,1	36,0	27,7	18,8	9,7	0		7,10h	7,8h
22. Mai	57,9	55,7	50,4	42,8	34,2	25,0	16,0	7,0	0	8,4h	7,57h
21. Juni	61,0	58,8	53,1	45,3	36,5	27,4	18,4	9,3	2,30	8,22h	8,24h
22. Juli	57,9	55,7	50,4	42,8	34,2	25,0	16,0	7,0	0	7,55h	8,6h
22. Aug.	49,3	47,6	42,8	35,7	27,4	18,5	9,4	0		7,6h	7,10h
23. Sept.	37,5	36,0	31,8	25,4	17,7	9,0	0			6,13h	5,56h
22. Oct.	26,4	25,2	21,4	15,7	8,4	0				5,22h	4,50h
21. Nov.	17,6	16,4	13,0	7,7	0					4,28h	3,58h
21. Dec.	14,1	13,0	10,0	4,8						3,50h	3,46h

*) Die Sonnenhöhen vor und nach Mittag differiren ein wenig. Der Unterschied ist für unsere Zwecke nicht von Belang und deshalb vernachlässigt. Der Sonnenaufgang und Sonnenuntergang ist nach seinem Zeitabstande vom Mittag angegeben. Die Zahlen p. m. stimmen mit den Uhrzeiten des Nachmittags überein. Die Zenithdistanzen der Sonne findet man für die verschiedenen Stunden, wenn man die betreffenden Sonnenhöhen von 90° subtrahirt.

Die nähere Betrachtung dieses Täfelchens wird manchen Photographen, der ein wenig über seine Kunst nachdenkt, höchlich überraschen.

Die Zahlen 1^h, 2^h u. s. w. bedeuten die vollen Stunden sowohl vor als nach 12 Uhr; diese Stunde ist mit 0^h bezeichnet.

Aus den ersten Spalten übersieht man den überraschenden Unterschied in der Sonnenhöhe um die Mittagszeit in den verschiedenen Monaten. Am höchsten steht sie zur Sommersonnenwende (21. Juni), am tiefsten zur Wintersonnenwende (21. December). Am 21. December Mittags steht die Sonne z. B. nicht höher, als am 21. Juni Abends 6½ Uhr!! Ein Beweis, daß für Arbeiten mit Sonnenlicht die Abendzeit im Juni eben so brauchbar ist, als die Mittagszeit im December.

Ferner ersieht man die kurze Dauer des Tages in den Wintermonaten*), sowie die Gleichheit in der Sonnenhöhe für die gleich weit von der Sommer- resp. Wintersonnenwende ab liegenden Tage, z. B. am 21. Januar und 21. November, am 21. Februar und 22. October, am 22. März und 23. September, am 22. April und 22. August, am 22. Mai und 22. Juli.

Ueber die aus dieser Tabelle sich ergebenden ästhetischen Folgerungen werden wir im III. Theil unseres Buches berichten.

Noch mehr Bedeutung gewinnen aber die darin enthaltenen Zahlen, wenn wir daraus die chemischen Intensitäten des Sonnen- und Himmelslichts für die betreffenden Tage berechnen. Verfasser hat diese Berechnung ausgeführt und giebt sie in der angehängten Tabelle. Die Nutzenwendungen, die sich daraus für die photographische Praxis ziehen lassen, liegen auf der Hand. Sie geben uns eine Uebersicht über das ideale chemische Wetter von Berlin und den übrigen Orten von gleicher Breite, d. h. der chemischen Lichtintensität von Sonne und Himmel an einem absolut heiteren Tage des betreffenden Datums. Wettereinflüsse werden diese Zahlen zwar sehr erheblich modificiren (siehe oben Einfluß der Wolken), dennoch behalten sie als Anhaltspunkte ihren Werth. Wahrscheinlich ist es, daß trotz der durch diese Einflüsse hervorgerufenen Störungen die chemische Intensität des Lichts an demselben Orte der Erde eine ähnliche constante GröÙe ist, wie die mittlere Jahreswärme. Künftige Forschungen müssen über diesen Punkt noch weitere Aufklärung geben. Nothwendig ist aber vor Allem ein Apparat, der die Feststellung der chemischen Intensität des Lichts mit derselben Leichtigkeit gestattet, wie die Messung der Luftwärme mit dem Thermometer. Das Bunsen'sche Chlorknallgas-Photometer ist für diesen Zweck zu complicirt.

Neuerdings ist es aber Bunsen und Roscoe gelungen, einen neuen Apparat zu construiren, der die Messung der chemischen Intensität des Lichts mit viel größerer Leichtigkeit gestattet, als der Chlorknallgas-Apparat. Das ist der sogenannte Pendelphotometer.

Dasselbe gründet sich auf die Farbenveränderung, welche photographisch präparirtes Papier in chemisch wirksamem Licht erfährt.

Badet man ein Stück mit Kochsalz getränktes, photographisches Rohpapier in Silberlösung und trocknet es, so erhält man ein chlor-

*) Diese ist mit Rücksicht auf die mit Bestellungen gesegnete Weihnachtszeit oft übel genug.

silber- und hollensteinhaltiges lichtempfindliches Präparat, welches im Lichte sich anfangs violett, dann blauviolett, endlich braun und broncefarben färbt.

Je intensiver das Licht chemisch wirkt, desto schneller färbt sich ein solches empfindliches Papier dunkel, und Bunsen und Roscoe wiesen nun nach, daß bei einem Papier von gewisser Präparation die Zeit, welche nöthig ist, eine ganz bestimmte Färbung hervorzubringen, der chemischen Lichtstärke genau umgekehrt proportional ist. Darauf gründet sich nun ihr neues chemisches Photometer.

Dieses Photometer besteht aus einem lichtempfindlichen Papier von constanter Empfindlichkeit.

Dieses wird folgendermaßen hergestellt:

300 Gramm chemisch reines Kochsalz werden in 10 Liter Wasser gelöst und in einen großen Zinkblechkasten gegossen. In diese Lösung taucht man photographisches Rohpapier vollständig unter, bewegt hin und her, um die Luftblasen zu entfernen und läßt es fünf Minuten in der Flüssigkeit, dann wird es vertical herabhängend getrocknet. Die Bogen können so monatelang aufbewahrt werden. Die angewendete Flüssigkeitsmenge reicht zur Präparation von 70 Bogen von 30 Quadratcentimeter hin. Behufs der Sensibilisirung schneidet man die Bogen in vier Theile und läßt sie auf einem Bade, das 12pCt. Silber enthält, zwei Minuten schwimmen. 1 Liter Silberbad reicht hin zur Sensibilisirung von 125 Bogen. Das gesilberte Papier läßt man an der Luft trocknen und bewahrt es im Dunkeln. Es hält sich unverändert 24 Stunden.

Ein so bereitetes Papier zeigt immer die gleiche Lichtempfindlichkeit, wie Bunsen und Roscoe durch eine Reihe höchst sorgfältiger Versuche feststellten*).

Von diesem Papier wurden Streifen geschnitten und diese verschiedene Zeit dem zu messenden Lichte ausgesetzt, bis dieselben eine ganz bestimmte bräunliche Färbung erreicht hatten.

Diese Färbung wurde durch Vergleichung mit einer Normal-schwärze festgestellt, welche sie folgendermaßen bereiteten:

Man läßt eine Terpentinöllampe unter einer mit Wasser gefüllten kalten Porzellanschale brennen, glüht den abgesetzten Rufs in einem Platintiegel fünf Minuten lang, mischt ihn kalt mit 1000mal so viel chemisch reinem, fünf Minuten lang geglühten Zinkoxyd und fügt Wasser, dem $\frac{5}{10000}$ Hausenblase zugesetzt ist, als Bindemittel zu, reibt das Ganze auf einem Reibstein 1 Stunde, trocknet es im Wasserbade, reibt es abermals und wiederholt diese Operation noch zweimal. (Es ist diese Wiederholung nöthig, weil das Präparat anfangs bei fortgesetztem Reiben dunkler wird.) Mit dieser Schwärze bestreicht man einen Papierstreifen möglichst dick und gleichmäÙig und benutzt diesen

*) Die Versuche finden sich beschrieben in Poggendorff's Annalen Bd. 117, S. 529, und enthalten manche für den photographischen Positivproceß interessante Facta. So fanden Bunsen und Roscoe 1) daß die Empfindlichkeit des Papiers dieselbe bleibt, wenn auch die Stärke des Silberbades von 12 auf 8pCt. sinkt, 2) daß ein Gehalt des Bades an salpetersaurem Natron der Empfindlichkeit keinen Eintrag thut, 3) daß mit dem Salzgehalt des Papiers seine Empfindlichkeit steigt, 4) daß die Dicke des Papiers ohne Einfluß auf seine Empfindlichkeit ist.

zur Vergleichung mit dem im Licht gebräunten Papier. Um nun das empfindliche Papier kürzere oder längere Zeit dem Lichte exponiren zu können, benutzten Bunsen und Roscoe ein einfaches Instrument. Sie brachten einen empfindlichen Papierstreifen in einen Kasten mit dünnem Deckel, an welchen das Papier fest angedrückt wurde. In dem Deckel befand sich ein Schlitz, der durch ein geschwärztes Glimmerblatt verdeckt war; dieses Glimmerblatt konnte mit Hülfe eines Sekundenpendels von dem Schlitz weggezogen und wieder aufgeschoben werden.

Liefs man das Pendel nur einmal schwingen, so war das äußerste Ende des Streifens offenbar 1 Secunde exponirt, die folgenden Theile weniger und um so kürzer, je weiter sie der Richtung zu lagen, in welcher der Glimmerstreifen fortgezogen wurde. Aus ihrer Stellung ergab sich leicht die Expositionszeit jedes einzelnen Theiles des Streifens. Dieser zeigte offenbar nach solchem Versuche eine allmählich verlaufende, abnehmende Färbung.

Um nun den Punkt der Normalfärbung zu bestimmen, wurden die belichteten Streifen ins Dunkle gebracht und hier bei dem Licht einer durch Kochsalz gelb gefärbten, nicht chemisch wirkenden Flamme eines Bunsenschen Brenners betrachtet.

Man klebt zu dem Behufe den belichteten Streifen auf ein Brettchen und führt eine Holzscheibe darüber hinweg, in deren Mitte ein schmales Loch, 5 bis 6 Millimeter weit, geschnitten ist und halb mit einem Stückchen des mit Zinkweifsruß geschwärzten Normalpapiers angefüllt ist. Man sieht durch dieses Loch nur ein kleines Feld des Streifens auf einmal, ohne daß das Auge durch die Färbung der benachbarten Theile gestört wird. Man schiebt nun das Brettchen so lange hin und her, bis man die dem Normalpapier gleiche Färbung gefunden hat. Um dies zu erleichtern, concentrirt man das gelbe Licht auf die Oeffnung des Brettchens mit einer Sammellinse. Man findet so sehr genau die Stelle der Normalfärbung und aus der Lage derselben auf dem Streifen die Zeit der Belichtung. Bunsen nennt nun diejenige Lichtintensität, welche in einer Secunde die Normalfärbung hervorbringt, die Lichteinheit. Je länger die Belichtung gedauert hat, die zur Erzielung der Normalfärbung nöthig war, desto schwächer ist die Lichtstärke. Waren z. B. 5 Secunden nöthig, so ist die Lichtstärke nur $\frac{1}{5}$ der Lichteinheit, waren $\frac{3}{4}$ Secunden nöthig, so ist die Lichtstärke 1 getheilt durch $\frac{3}{4} = \frac{4}{3}$.

Man erhält demnach die Lichtstärke, wenn man mit der Belichtungsdauer in 1 dividirt.

Der Nutzen dieses handlichen Instruments für die chemische Meteorologie ist einleuchtend, und haben Bunsen und Roscoe damit in der That eine Reihe interessanter photochemischer Messungen ausgeführt. Swan hat das Instrument in veränderter Form auch in die photographische Praxis eingeführt. Er benutzt es zur Bestimmung der Expositionszeit im Kohlendruck, indem er gleichzeitig mit dem Negativ ein Stück empfindliches Papier unter einer belichteten und entwickelten Collodionplatte exponirt. Sobald dieses Papier eine bestimmte Nüance erreicht hat (die durch Vergleichung mit einem gefärbten Normalpapier erkannt wird), ist der Kohlendruck vollendet.

Hier ist wegen der beträchtlichen Lichtschwächung durch die auf

dem empfindlichen Papier liegende geschwärzte Collodionplatte längere Zeit nöthig, um eine bestimmte Färbung hervorzubringen. Die Intensität derselben ist ein Criterium für die innerhalb der gedachten Zeit zur Wirksamkeit kommenden chemischen Lichtmenge. Im zweiten Theil dieses Buches wird specieller von diesem Verfahren die Rede sein.

Bereits haben Bunsen und Roscoe mit ihrem Instrument zahlreiche Bestimmungen gemacht; hoffen wir, dafs dasselbe bald von meteorologischen Stationen und intelligenten Photographen zu weiteren Forschungen über das chemische Wetter benutzt werden möge; dann ist die Zeit nicht mehr fern, wo wir etwas mehr geben können, als die blofsen Grundzüge einer chemischen Meteorologie. Dann werden wir vielleicht einmal im Stande sein, Linien gleicher, mittlerer chemischer Lichtintensität, ähnlich den Isothermen, um den Erdball zu ziehen.

Die optischen Instrumente.

Allgemeines.

Wir haben in dem vorhergehenden Capitel die chemische Intensität des Lichtes verschiedener Lichtquellen kennen gelernt.

Eine gegebene Quantität chemisch wirksamen Lichtes ist für sich allein nicht im Stande, auf einer sensiblen Fläche ein Bild zu erzeugen; sie würde höchstens ein Stück photographischen Papiers nur mehr oder weniger intensiv schwärzen. Eine solche schwarze Fläche ist aber kein Bild. Zur Erzeugung eines Bildes müssen wir gewisse Stellen der empfindlichen Schicht vor der Wirkung des Lichtes schützen, andere wieder denselben mehr oder weniger aussetzen. So erzeugen wir Abwechselungen von Licht und Schatten, und diese machen erst, sobald ihre Contouren den Umrissen von Gegenständen in der Natur entsprechen, ein Bild aus.

Wir erreichen diesen Zweck auf zweierlei Weise:

- 1) Indem wir diejenigen Gegenstände, von welchen wir Bilder zu erzeugen wünschen, unmittelbar mit der lichtempfindlichen Schicht zusammenpressen und so, das Original nach oben, dem Lichte aussetzen.

Das ist die directe Copirmethode; so kann man Pflanzenblätter, Zeichnungen u. s. w. reproduciren und erhält je nach den Umständen hierbei ein Bild, das in seinen Licht- und Schattenverhältnissen dem Original entspricht — ein Positiv, z. B. bei Willis' Anilindruck, Joubert's, Obernetter's und Leth's Kohleverfahren (siehe Seite 32); oder man erhält das Umgekehrte davon — ein Negativ (Fox Talbot's Verfahren, siehe Einleitung). Ein solches Negativ kann wieder zum Copiren positiver Bilder mit Hülfe des Lichts benutzt werden. Dieser Copirprocess ist der gewöhnliche photographische Druckprocess. In diesen Processen haben wir es also mit ebenen Originalen zu thun, die mit der empfindlichen Fläche zusammengepresst dem