

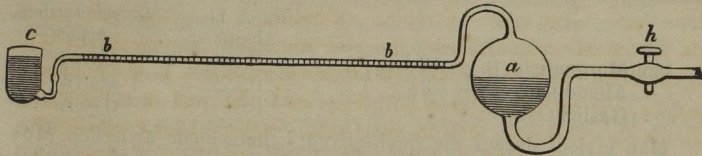
Nun müssen wir noch einer Erscheinung Erwähnung thun, die Bequerel und Moser specieller untersucht haben, und die darauf hinausläuft, daß die an sich auf Jodsilber unwirksamen rothen und gelben Strahlen die Eigenthümlichkeit haben, die von blauen Strahlen eingeleitete Wirkung auf Jodsilber fortzusetzen. Belichtet man eine Daguerre'sche Jodsilberplatte kurze Zeit im blauen Licht und bringt sie dann in gelbes oder rothes Licht, so erscheint hier binnen kurzer Zeit ein Bild. Bequerel nennt deshalb die blauen Strahlen „rayons excitateurs“, die gelben und rothen „rayons continueurs“.

### Von der Messung der chemischen Intensität verschiedener Lichtquellen und den Grundzügen einer chemischen Meteorologie.

Sind schon die chemischen Wirkungen der verschiedenen Strahlen des Sonnenlichts wesentlich verschieden, so finden wir noch größere Differenzen, wenn wir die chemische Wirkung verschiedener Lichtquellen als Ganzes mit einander vergleichen. Diese wird sich verschieden zeigen, jenachdem dieselben mehr oder weniger blaue, violette und ultraviolette Strahlen enthalten. Es giebt hell leuchtende Flammen, z. B. Gaslicht, die eine nur schwache chemische Wirkung äufsern, während andere schwach leuchtende, z. B. Schwefel, chemisch sehr intensiv wirken. Ebenso wird eine und dieselbe Lichtquelle, z. B. die Sonne, sich in chemischer Hinsicht höchst verschieden verhalten, jenachdem durch atmosphärische Einflüsse größere oder geringe Quantitäten der stark brechbaren, chemisch wirkenden Strahlen absorbirt werden. Es ist nun für die photographische Praxis ein Gegenstand von hoher Wichtigkeit, Mittel zu besitzen, diese chemische Intensität des Tageslichtes zu verschiedenen Zeiten, sowie der verschiedenen Lichtquellen überhaupt quantitativ feststellen zu können.

Seebeck machte zuerst dahinzielende Versuche mit Chlorsilber, später suchte Draper diesen Zweck durch Bestimmung der Salzsäuremenge zu erreichen, die durch Wirkung des Lichtes auf Chlorwasser gebildet wird. Aber erst Bunsen und Roscoe gelang es, eine Methode aufzufinden, durch welche es ihnen möglich geworden ist, mit einer bisher nicht erreichten Genauigkeit photochemische Messungen zu machen und dadurch interessante, bisher ungeahnte Aufschlüsse zu liefern über die chemische Intensität des Tageslichtes in den verschiedenen Tages- und Jahreszeiten, in verschiedenen Breiten und Höhen über der Meeresfläche und über die Wichtigkeit dieser Unterschiede für den Haushalt der Natur. Die Resultate dieser Untersuchungen sind um so bewundernswerther, als sie mit Schwierigkeiten verknüpft waren, deren Ueberwindung erst nach jahrelangen, mühevollen und geduldpeinigenden Arbeiten gelang. Sie sind in dieser Hinsicht vielleicht noch grofsartiger, als die neuesten Arbeiten Bunsen's über die Spectralanalyse.

Das chemisch empfindliche Medium, welches Bunsen und Roscoe zur Messung der Intensität versuchten, war ein Gemenge von gleichen Theilen Chlorglas und Wasserstoffgas, von Bunsen Chlorknallgas genannt. Dieses hat die Eigenschaft, sich bei starkem Lichte unter Explosion, bei zerstreutem Lichte langsam zu Chlorwasserstoff zu verbinden. Die Vermuthung, daß die Menge des so erzeugten Chlorwasserstoffs der chemischen Lichtintensität proportional sei, lag nahe. Dieser Satz mußte jedoch erst experimentell erwiesen werden, ehe man das Chlorknallgas zur chemischen Photometrie benutzen konnte. Bunsen und Roscoe unternahmen diesen keineswegs leichten Nachweis. Sie entwickelten aus Chlorwasserstoffsäure mittelst einer electricischen Batterie das Chlorknallgas, und leiteten dieses in ein bauchiges Gefäß *a* mit sehr enger, langer, graduirter Röhre *b*, die am anderen Ende ein weites, mit Wasser gefülltes Gefäß *c* trug. Die Röhre *b* war so graduirt, daß jeder Scalentheil ein bestimmter Bruchtheil von dem Rauminhalt des Gefäßes *a* war. Letzteres selbst war zur Hälfte mit Wasser gefüllt, und dieser, mit Wasser gefüllte untere Theil geschwärzt. Ein Hahn *h* diente zur Abschließung des Ganzen von dem Entwicklungsgefäß des Chlorknallgases.



Der Apparat stand in einem dunklen Zimmer, in das durch Laden Licht gelassen werden konnte.

Metallschirme schützten denselben vor der strahlenden Wärme des Beobachters, ein Wassergefäß vor der der Lichtquelle.

Läßt man auf dieses Insulationsgefäß ein chemisch schwachwirkendes Licht, z. B. Gaslicht wirken, das in einer gemessenen Entfernung aufgestellt ist, so sieht man Anfangs keine Wirkung, nach circa 4 Minuten beginnt sie aber. Es bildet sich Salzsäure, diese wird vom Wasser in *a* absorbirt, in Folge dessen tritt eine Volumenverminderung des Gases ein, und das Wasser aus *c* tritt in die Röhre *b*. Aus dem Stande des Wassers in dieser Röhre kann man diese Volumenverminderung ablesen. Die Abnahme des Volumens wächst mit der Dauer der Bestrahlung, und steigt bis zu einem constant bleibenden Maximum. Je intensiver die Lichtstärke ist, in desto kürzerer Zeit tritt dieses Maximum ein. Man muß bei der Beobachtung erst das Maximum eintreten lassen, dann die Scalentheile ablesen, um welche das Wasser in einer Minute in der Röhre *b* steigt. Die Anzahl derselben giebt ein Maß für die chemische Wirkung, die bewusste Lichtquelle in einer Minute ausübt.

Wir können hier nicht auf ausführliche Erörterung der Vorsichtsmaßregeln und Correctionen eingehen, die bei diesen keineswegs leichten Versuchen zu beachten sind. Die Beschreibung derselben füllt viele Seiten in der so wenig gelesenen, aber so interessanten Originalabhandlung in Poggendorff's Annalen, Band 100 S. 43 und 481; Band 101, S. 235 und Band 108, S. 200.

Hier wollen wir nur anführen, daß Bunsen wesentlich auf die Absorptionsverhältnisse Rücksicht nahm.

Wie schon früher erörtert wurde, wird das Licht beim Durchgange durch ein durchsichtiges Medium mehr oder weniger geschwächt, und werden Strahlen gewisser Brechbarkeit ausgelöscht. Durchstrahlt das Licht eine Schicht reinen Chlorgases, so wird in Folge dieser Absorption ein bedeutender Theil der ursprünglichen Lichtstärke verloren gehen, und dieser Verlust wird auch stattfinden (ganz abgesehen von der chemischen Wirkung) bei Durchstrahlung der Chlor- und Wasserstoffmischung. Bunsen und Roscoe bestimmten nun die Stärke dieser Absorption. Sie fanden, daß dieselbe der Dichtigkeit des Gases proportional ist, aber verschieden, je nach den Lichtquellen. Durchstrahlt nun das Licht eine Chlorknallgasschicht, so wird die Schwächung durch Absorption wegen der um die Hälfte verringerten Dichtigkeit des Chlors nur halb so groß sein, als bei reinem Chlor. Mißt man aber die Intensität des austretenden Lichts, so findet man dasselbe bedeutend mehr geschwächt, als wenn es eine reine Chlorgasschicht gleicher Dichtigkeit durchstrahlt hätte, und dieses Mehr kommt auf Rechnung der ausgeübten chemischen Action. So gehen bei Durchstrahlung einer 1 Millimeter dicken Chlorknallgasschicht verloren:

	Durch bloße Absorption	Durch chemische Action
bei Morgenlicht (8 — 12 Uhr) . . .	0,0229.	0,00265.
- Abendlicht (3 — 3½ - ) . . .	0,0507.	0,01743.
- Gaslicht . . . . .	0,0057.	0,00013.

Man ersieht daraus die qualitativen Unterschiede zwischen Morgen- und Abendlicht, die auch andererseits durch die photographische Praxis constatirt sind.

Zur Vergleichung der chemischen Wirkung der verschiedenen Lichtquellen bedient sich Bunsen einer Normalflamme von Kohlenoxydgas, die aus einem Platinbrenner von 7 Millim. Oeffnung ausströmte und in der Secunde 5 Cubikeent. Gas verbraucht. Die Wirkung einer solchen Flamme in 1 Millim. Entfernung nahm er als die chemische Leuchteinheit und 10,000 solcher Einheiten als einen chemischen Lichtgrad an. Oder aber, er drückt die chemische Lichtintensität aus durch die Menge des gebildeten Salzsäuregases, das er sich in Prismen vom Querschnitt 1 bei 0° Temp. und 0,76 Millim. Druck vertheilt denkt, unter der Voraussetzung, daß das Licht bis zur völligen Absorption gewirkt hat. So fand er z. B., daß eine Steinkohlengasflamme chemisch doppelt so stark wirkte (bei gleichem Gasverbrauch), als die Kohlenoxydflamme, optisch (in Bezug auf die gewöhnliche Leuchtkraft) dagegen 160mal so stark. So ungeheuer verschieden sind die Verhältnisse der chemischen und optischen Leuchtkraft bei verschiedenen Lichtquellen. Anders ist es aber bei einer und derselben Lichtquelle. Hier bleibt, wie Bunsen constatirte, die optische Leuchtkraft der chemischen proportional, und dadurch wird es möglich, letztere mit Hilfe der ersteren zu messen, wenn für eine einzige optische Lichtstärke die zugehörige chemische Intensität gemessen ist. Dadurch macht es Bunsen möglich,

die chemische Intensität des blauen Himmels und des Sonnenlichtes für verschiedene Tages- und Jahreszeiten zu bestimmen, indem er ganz einfach die optischen Intensitäten zu verschiedenen Zeiten maß, die chemische Intensität für eine bestimmte optische Intensität feststellte und aus diesen die den optischen Intensitäten proportionalen chemischen Intensitäten für die übrigen Stunden berechnete.

### Chemische Intensität des blauen Himmelslichts.

Um die chemische Intensität des Lichtes des blauen Himmelsgewölbes genau zu bestimmen, gingen Bunsen und Roscoe an einem vollkommen wolkenlosen Tage auf den Gaisberg bei Heidelberg, bestimmten hier zunächst die optische Intensität des Himmelslichtes zu verschiedenen Tageszeiten und Sonnenhöhen mit Bunsen's Photometer, unter der Vorsicht, daß das directe Sonnenlicht durch einen Schirm vom Photometer abgehalten wurde. Sie fanden, daß die optische Intensität abhängig ist vom Sonnenstande; je höher derselbe, desto stärker ist sie. Sodann bestimmten sie die chemische Wirkung des Himmelsgewölbes für eine bestimmte optische Intensität und berechneten daraus die chemische Wirkung des Himmelsgewölbes zu verschiedenen Tagesstunden. Sie fanden durch Experimente in verschiedenen Jahreszeiten, daß bei wolkenlosem Himmel die chemische Wirkung des gesammten Himmelsgewölbes bei gleicher Zenithdistanz der Sonne Vor- und Nachmittags dieselbe ist und die Temperaturverschiedenheiten und Feuchtigkeitsverhältnisse ohne Einfluß sind\*).

Diese gewonnenen Resultate setzten Bunsen in den Stand, die chemische Intensität des reinen blauen Himmelsgewölbes für jede beliebige Zenithdistanz der Sonne zu berechnen und da nun aus der Breite und Länge eines jeden Ortes die Zenithdistanz der Sonne für jede einzelne Stunde aus astronomischen Tabellen bestimmt werden kann, so ist es auf Grund von Bunsen's Untersuchungen möglich, jetzt für jeden beliebigen Ort der Erde und für jede Tageszeit die chemische Intensität des blauen Himmelslichtes unter Voraussetzung eines wolkenlosen Tages zu berechnen.

Die Formel zur Berechnung der Zenithdistanzen ist:

$$\cos \varphi = \cos \delta \cdot \cos t \cdot \cos p + \sin \delta \cdot \sin p.$$

$\varphi$  ist die zu berechnende Zenithdistanz,

$\delta$  die Declination der Sonne am Beobachtungstage,

$p$  die Polhöhe des betreffenden Orts,

$t$  der Stundenwinkel der Sonne.

Letzterer ergibt sich aus der Betrachtung, daß die Sonne in 24 Stunden, von Mittag zu Mittag,  $360^\circ$  durchläuft, in einer Stunde daher  $15^\circ$ , in einer Minute  $\frac{1}{4}^\circ$ ; demnach ist z. B. der Stundenwinkel um 11 Uhr oder 1 Uhr (eine Stunde vor oder nach Mittag als Ausgangspunkt)  $15^\circ$ , um 2 Uhr und 10 Uhr  $30^\circ$  etc.

\*) Mit diesen Ergebnissen stimmen die Erfahrungen der photographischen Praxis nicht ganz überein; das Vormittagslicht ist erweislich besser, als das Nachmittagslicht und Bunsen's Versuche über Absorption weisen hier ebenfalls qualitative Verschiedenheiten auf (s. o.).