

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DAS PHOTOCHEMISCHE KLIMA VON WIEN, CAIRO UND BUITENZORG (JAVA).

VON
J. WIESNER
W. M. K. AKAD.

UNTER MITWIRKUNG VON
DR. W. FIGDOR, DR. F. KRASSER UND DR. L. LINSBAUER.

(Mit 10 Textfiguren.)

VORGELEGT IN DER SITZUNG VOM 2. JULI 1896.

Vorbemerkungen.

Seit mehreren Jahren bin ich mit photometrischen Untersuchungen zu pflanzenphysiologischen Zwecken beschäftigt¹. Die hierbei von mir in Anwendung gebrachte photometrische Methode ist in der Regel eine photographische, und zwar dem Principe nach dieselbe, welche Bunsen und Roscoe in ihren bekannten »Meteorologischen Lichtmessungen«² beschrieben haben.

Bei der überwiegenden Mehrzahl meiner Beobachtungen wird die Methode der chemischen Lichtmessung herangezogen, um die Lichtstärke, welcher die Pflanzen und deren Organe ausgesetzt sind, mit der gesammten Stärke des gleichzeitig herrschenden Tageslichtes zu vergleichen³. Zu diesem

¹ Wiesner, Photometrische Untersuchungen auf pflanzenphysiologischem Gebiete. Erste Abhandlung. Orientirende Versuche über den Einfluss der sogenannten chemischen Lichtintensität auf den Gestaltungsprocess der Pflanzenorgane. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wiss., math.-naturw. Cl., Bd. 102 I, Abth. (1893); ferner: Photometrische Untersuchungen etc. Zweite Abhandlung. Untersuchungen über den Lichtgenuss der Pflanzen, mit Rücksicht auf die Vegetation von Wien, Cairo und Buitenzorg (Java). Ebendasselbst Bd. 104, I. Abth. (1895). Ich werde in der Folge die beiden Abhandlungen kurz mit den Bezeichnungen: Wiesner, Photom. Unters. I, beziehungsweise II, citiren.

² Bunsen und Roscoe, Photometrische Untersuchungen, VI. Abhandlung. Meteorologische Lichtmessungen. Poggendorff's Annalen. Bd. 117 (1862), p. 529 ff. Über chemische Lichtintensitätsbestimmungen s. J. M. Pernter's lichtvolle und übersichtliche Darstellung in der österr. Zeitschrift für Meteorologie, redig. von Hann, Bd. XIV (1879), p. 254 ff. und p. 401 ff. (auch p. 41 ff.). Am eingehendsten behandelt in zusammenfassender Darstellung die Methoden der chemischen Lichtintensitätsbestimmungen J. M. Eder in seinem bekannten Handbuche der Photographie, Bd. I, zweite Auflage (Halle 1892), p. 352 ff.

³ Die Hauptaufgabe, mit welcher ich mich in den photom. Unters. II beschäftige, besteht in der Feststellung des Lichtgenusses (L) der Pflanzen und deren Organe. Ist die Intensität des gesammten Tageslichtes $= J$, die an dem betreffenden Pflanzenstandorte $= J'$, so ist $L = \frac{J'}{J} = \frac{1}{J''}$.

Nach demselben Principe lassen sich bis zu einer weitgehenden Grenze die Beleuchtungsverhältnisse von Gartenanlagen, Gewächshäusern, Wohnräumen etc. bestimmen. Auf diesen wichtigen Gegenstand komme ich bei anderen Gelegenheiten zurück.

Zwecke mussten zahlreiche Bestimmungen der chemischen Intensität des gesammten Tageslichtes vorgenommen werden. Schon die so gewonnenen Zahlen sind für die Kenntniss des photochemischen Klimas der Beobachtungsorte von einigem Werthe, weil Daten über das letztere nur in geringer Zahl und nur bezüglich weniger Erdpunkte vorliegen.

Die Mangelhaftigkeit unserer Kenntnisse über das photochemische Klima ist mehrmals hervorgehoben worden, u. a. von Stelling, dem wir, wie ich noch später näher angeben werde, eine werthvolle Untersuchung über diesen Gegenstand verdanken. Er sagt in der unten citirten Schrift (p. 23): »Wenn man erwägt, einen wie grossen Einfluss die Intensität des Lichtes auf das Wachsthum und Gedeihen der Pflanzen- und der Thierwelt ausübt, ein Einfluss, der sich auch im hohen Grade auf das Wohl und Wehe des Menschen erstreckt, so kann man nur lebhaft wünschen, dass die photochemischen Messungen eine grössere Verbreitung als bisher finden möchten.« Dieser Umstand und die Erwägung, dass zur genauen Kenntniss der Beleuchtungsverhältnisse der Pflanzen die Kenntniss des photochemischen Klimas unerlässlich ist, haben mich bestimmt, Beobachtungen über die Intensität des gesammten Tageslichtes an jenen Orten anzustellen, wo ich meine zu pflanzenphysiologischen Zwecken dienenden photometrischen Untersuchungen anstellte. Es geschah dies zunächst in Wien, später, einige Monate hindurch, während meines Aufenthaltes in Buitenzorg auf Java, dortselbst. Endlich benützte ich einen kurzen Aufenthalt in Cairo zu einigen derartigen Messungen, die mir nicht ohne Werth erscheinen, weshalb ich dieselben gleichfalls in diese Abhandlung aufnehme.

Es sind bisher, wie schon bemerkt, nur an wenigen Orten der Erde Beobachtungen über das photochemische Klima angestellt worden. Diese Orte sind: Heidelberg¹, Manchester², Kew (bei London)³, Pará (im nördlichen Brasilien)⁴, Quintado Estero Furado (südlich von Lissabon)⁵, Catania⁶, endlich St. Petersburg⁷. An diesen Orten erfolgte die Intensitätsbestimmung nach dem Bunsen-Roscoe'schen Verfahren.

Die Beobachtungen über das photochemische Klima begannen also im Jahre 1866 und reichen bis 1878. Dann brechen sie mit einmal ab, obgleich die Resultate noch äusserst lückenhafte sind, indem sie noch kein zuverlässiges Bild über die Vertheilung der chemischen Lichtstärke auf der Erde zu geben vermögen.

Der Grund dieser im Interesse der Klimatologie bedauerlichen Erscheinung liegt nach meinem Dafürhalten in der Schwierigkeit und Complication der Bunsen-Roscoe'schen Methode. Die bisherigen Beobachtungen rühren ja fast nur von Bunsen, Roscoe und dessen Schülern, welche von ihm unmittelbar in die Methode eingeführt wurden, her. Sonst hat nur noch Stelling nach dem Bunsen-Roscoe'schen Verfahren Beobachtungen veröffentlicht.⁸

Wie ich weiter unten genau darlegen werde, so ist es mir gelungen, unter Aufrechthaltung des Grundprincipes der chemischen Lichtmessung nach Bunsen und Roscoe die Methode so zu vereinfachen, dass der ausgedehnten Ausführung von chemischen Untersuchungen nichts mehr im Wege steht.

Der Hauptzweck meiner Untersuchungen liegt in der Herbeischaffung von empirischem Material zur Kenntniss des photochemischen Klimas. Die bisher angestellten einschlägigen Untersuchungen gingen zumeist auf das Ziel los, gestützt auf verhältnismässig wenige an wenigen Erdpunkten angestellte Beobachtungen Gesetzmässigkeiten über die Vertheilung der chemischen Lichtintensität auf der Erde ausfindig zu machen, welche, in Form von Gleichungen ausgedrückt, es ermöglichen sollen, die chemische Lichtstärke für jeden Punkt der Erde zu berechnen.

¹ Bunsen und Roscoe, l. c.

² Roscoe und Baxendell, Poggendorff: Annalen, Bd. 128 (1866), p. 291 ff.

³ Auf Veranlassung Roscoe's von J. V. Baker ausgeführt. Pogg. Ann. Bd. 132 (1867) p. 404 ff.

⁴ Von Thorpe auf Roscoe's Veranlassung. Pogg. Ann. Bd. 132 (1867), p. 418 ff.

⁵ Roscoe und Thorpe, Pogg. Ann. Ergänzungsband V (1871), p. 177 ff.

⁶ Roscoe, Philos. Transact. 1871, p. 169 ff.

⁷ Ed. Stelling, Photochemische Beobachtungen der Intensität des gesammten Tageslichtes in St. Petersburg. Repertorium für Meteorologie. Herausgegeben von der kais. russ. Akademie der Wissenschaften. T. VI. Nr. 6. St. Petersburg 1878.

⁸ Auf einige, nach anderen Methoden angestellten Beobachtungen chemischer Lichtmessung komme ich weiter unten noch zurück.

Es schien somit, dass empirisches Materiale bereits so reichlich vorliegt, dass die Feststellung der Vertheilung der chemischen Lichtstärke auf der Erdoberfläche nur mehr Gegenstand der Rechnung sei. Solche Berechnungen sind bereits mehrfach ausgeführt wurden.

Pernter¹ hat eine Reihe der verlässlichsten Beobachtungsergebnisse und deren Berechnung kritisch beleuchtet und ist zu folgendem Resultate gelangt: „Die Tagescurve der chemischen Intensität scheint ebensowenig durch eine einfache Function der Sonnenhöhe dargestellt werden zu können, als die des täglichen Temperaturganges. Am nächsten der Wahrheit käme immerhin noch (bezüglich der sogenannten normalen chemischen Intensität, das ist jener Lichtstärke, welche bei völlig unbedecktem Himmel herrscht) die bekannte (von Bunsen und Roscoe aufgestellte) Gleichung einer Geraden von der Form

$$J_h = J_0 + a h.$$

Allein auch diese genügt nicht; jedenfalls müssen für verschiedene Orte und für denselben Ort für verschiedene Jahreszeiten die absoluten Werthe der Constante andere sein. Das Unmöglichste aber ist eine Gleichung aufzustellen, welche gestattet, die normale chemische Intensität für jeden Ort der Erde zu jeder beliebigen Tages- und Jahreszeit zu berechnen.

Wie bezüglich der Temperatur wird also auch rücksichtlich der chemischen Intensität des Lichtes das Gesetz der Vertheilung auf der Erde erst durch das Experiment gefunden werden können.«

Wenn ich nun auch in der Feststellung des tatsächlichen Materiales die Hauptaufgabe meiner Untersuchungen sehe, so werde ich doch nicht unterlassen, die gewonnenen Werthe zu vergleichen, um zu zeigen, wie an verschiedenen Erdpunkten bei gleicher Sonnenhöhe und unbedecktem Himmel die Lichtstärke sich gestaltet und welchen Einfluss der Grad der Sonnenbedeckung und der Wolkenbedeckung des Himmelsgewölbes, Dunst, Nebel und Regen an verschiedenen Orten auf die Lichtstärke ausüben.

Dieser Vergleich der tatsächlichen Beobachtungen, besonders in Hinsicht auf die Stärke des von unbedeckter Sonne gespendeten Lichtes und der Stärke des diffusen Lichtes ergab eine Reihe von allgemeinen Resultaten, welche für das Studium der Lebensverhältnisse der Pflanzen von nicht zu unterschätzender Bedeutung sind.

So hoffe ich, dass die Pflanzenphysiologie aus meinen Untersuchungen Nutzen ziehen können; doch glaube ich, durch ein reiches Beobachtungsmateriale über die chemische Lichtstärke an drei charakteristischen Punkten der Erde auch der Klimatologie einen kleinen Dienst erweisen zu können.—

Bei meinen Untersuchungen hat es sich in erster Linie um die Feststellung der Intensität des gesammten Tageslichtes gehandelt. Zahlreiche von mir und meinen Mitarbeitern gewonnene Beobachtungsreihen liessen auch eine Berechnung des Integrals der mittleren täglichen Intensität zu. Zudem wurden besondere Versuchsreihen zu dem Zwecke durchgeführt, um das Verhältniss der chemischen Intensität des directen Sonnen- und zerstreuten Tageslichtes festzustellen.

Bei der Durchführung des nachfolgend mitgetheilten Beobachtungen hatte ich mich der Mitwirkung meiner Assistenten, der Herren Dr. Krasser und Dr. Linsbauer, von welchen der grösste Theil der Wiener Bestimmungen herrührt, und des Herrn Dr. Figdor, welcher gemeinschaftlich mit mir die Untersuchungen über das photochemische Klima von Buitenzorg vornahm, zu erfreuen.

¹ Zeitschrift der österr. Gesellsch. für Meteorologie, Bd. XIV (1879), p. 409 ff.

Erster Abschnitt.

Methode der Untersuchung.

1. Die Methoden von Bunsen und Roscoe.

Die Methoden zur Bestimmung der chemischen Lichtintensität haben mancherlei Wandlungen erfahren. Von höchst umständlichen, complicirten, ja gradezu schwierigen Methoden, welche nur von virtuosen Experimentatoren gehandhabt werden können, ist man zu einfacheren Verfahren fortgeschritten, ohne an Genauigkeit der Resultate Einbusse erfahren zu haben.

Zuerst benützten Bunsen und Roscoe das Chlorknalgas-Photometer ¹⁾ zu Bestimmungen der chemischen Lichtintensität, welches einerseits ungemein schwierig zu handhaben ist, andererseits nur bei ungetrübter Atmosphäre Resultate liefert, so dass die genannten Forscher selbst diese Methode aufgaben und durch eine leichter zu handhabende, auch bei getrübter Atmosphäre zu verwendende ersetzten, welche darin besteht ²⁾, dass auf ein in bestimmter Weise zubereitetes photographisches Papier (Normalpapier) Licht einwirken gelassen wird, wobei die eintretende Färbung des Papiers unter Berücksichtigung der erforderlichen Zeit mit einem constanten Farbenton (Normalton, Normalschwärze) verglichen wird. Die nach dieser Methode erfolgende Intensitätsbestimmung beruht auf dem von Bunsen und Roscoe festgestellten Gesetze, demzufolge, innerhalb weiter Grenzen, gleichen Producten aus Beleuchtungsdauer (t, t') und chemischer Lichtintensität (I, I') gleiche Schwärzungen des Normaltons entsprechen. $It = I't'$ bei gleicher Schwärzung des Normalpapiers.

Die Herstellung des Normalpapiers macht keine Schwierigkeiten. Man durchtränkt das Papier mit einer 3-procentigen Kochsalzlösung und lässt das gesalzene Papier nach dem Trocknen im Finstern auf einer 12-procentigen Lösung von Silbernitrat durch 5 Minuten schwimmen und trocknet es im Finstern.³⁾

Die Herstellung der Normalschwärze, welche ein inniges Gemenge von 1000 Gewichtstheilen reinen Zinkoxyds mit 1 Gewichtstheil reiner Russkohle ist, bereitet hingegen mancherlei Schwierigkeiten. Ist dasselbe nicht mit der grössten Sorgfalt dargestellt worden, so sind alle gewonnenen Zahlenwerthe mit einem Fehler behaftet; die Werthe sind allerdings untereinander, aber nicht mit den von Bunsen und Roscoe erhaltenen Intensitätszahlen vergleichbar. Auf welche Art ich ein Normalschwarz erhielt, welches der von den genannten Forschern benützten Normalschwärze entspricht, ein Gegenstand, welcher bei diesen Untersuchungen begreiflicher Weise von hoher Wichtigkeit ist, wird weiter unten genau auseinandergesetzt werden.

Ist man im Besitze von frisch bereitetem, getrockneten Normalpapier und der Normalschwärze, so ist nun aus der Stärke der im Lichte erfolgten Färbung des ersteren unter Zuhilfenahme der letzteren und unter weiterer Berücksichtigung der Zeit, welche zum Eintritt des Farbentones durch das Licht auf dem Normalpapier erforderlich ist, die Intensität des wirksamen Lichtes zu ermitteln.

Als Maasseinheit (Bunsen-Roscoe'sche Einheit) wird jene Lichtstärke angenommen, welche am Normalpapier innerhalb einer Secunde jenen Schwärzungsgrad hervorbringt, welcher der Normalschwärze entspricht. Würde man bei jeder einzelnen Intensitätsbestimmung nur diesen Farbenton vor sich haben, so brauchte man behufs Auffindung des Intensitätsgrades nur die Zahl 1 durch die zur Hervorbringung dieses Tones erforderliche Secundenzahl zu dividiren, um die Lichtstärke,

¹⁾ Pogg. Ann. Bd. 96, 100, 101 und 108.

²⁾ Bunsen und Roscoe. Pogg. Ann. 117 (1862).

³⁾ Nähere Details über die Bereitung des Normalpapiers s. unten p. 12, [84]

in Bunsen-Roscoe'scher Einheit ausgedrückt, zu erhalten. Um aus irgend einem Farbenton und der zur Hervorbringung desselben erforderlichen Zeit die Lichtstärke zu ermitteln, ist ein besonderes Verfahren einzuhalten.

Die Art dieser Ermittlung ist eine verschiedene und hat im Laufe der Zeit durch Roscoe und Stelling (l. c.) eine beträchtliche Vereinfachung erfahren. Eine weitere Vereinfachung habe ich im Laufe der Jahre gefunden, welche nunmehr die Durchführung der Intensitätsbestimmung in hohem Grade erleichtert, ohne, wie ich zeigen werde, der Genauigkeit der Methode Eintrag zu thun.

Das ursprünglich von Bunsen und Roscoe eingehaltene Verfahren bestand in der Anwendung eines Pendelphotometers.¹ Dieser von den beiden genannten Forschern genau beschriebene Apparat macht es möglich, das früher genannte photographische Normalpapier durch eine kurze, aber genau bestimmbare Zeit der Wirkung des bezüglich seiner chemischen Intensität zu prüfenden Lichtes auszusetzen, wobei ein Streifen von abfallender Schwärze erhalten wird. Die Insulationszeit für jeden Querschnitt dieses Streifens lässt sich aus der Schwingungsdauer und der Amplitude des Pendels mit einer Genauigkeit bestimmen, welche nur zwischen kleinen Bruchtheilen einer Secunde schwankt. Die Reciproke der auf diese Weise gefundenen Zeit in Secunden ausgedrückt, welche erforderlich ist, um auf dem Normalpapier den Normalton hervorzurufen, gibt die Intensität des zu prüfenden Lichtes an, ausgedrückt in der oben genannten Maasseinheit. Wird beispielsweise der Ton der Normalschwärze am Normalpapier in einer Secunde erreicht, so ist die Intensität des wirksamen Lichtes $= 1$. Die näheren Details dieser schwierigen Methode mögen im Originale nachgesehen werden.

Diese Methode ist, wie Roscoe hervorhebt, nicht immer anwendbar, auch keineswegs leicht zu handhaben, so zwar, dass die Durchführung einer regelmässigen Reihe täglicher Messungen entweder geradezu unausführbar, oder, wenn ausführbar, mit mancherlei Unzukömmlichkeiten verbunden ist; das Pendelphotometer kann nur bei ruhigem Wetter benützt werden, tägliche Beobachtungen erfordern eine beträchtliche Menge von Normalpapier und nehmen viel Zeit in Anspruch. Ich liess für das pflanzenphysiologische Institut ein Pendelphotometer herstellen, habe mit demselben zahlreiche Versuche gemacht und kann mich bezüglich aller berührten Punkte mit Roscoe nur vollständig einverstanden erklären. Es hat auch lange gedauert und nicht wenige Mühe gekostet, bis es dem Mechaniker gelang, den Apparat so herzustellen, dass er völlig tadellos functionirte.

Die angeführten Übelstände haben Roscoe² bestimmt, ein einfacheres Verfahren der chemischen Lichtmessung zu ersinnen. Mit Hilfe des Pendelapparates werden bei gleicher Lichtstärke zwei Streifen mit abfallender Schwärze hergestellt, *a* und *b*. Der Streifen *a* wird mit unterschwelligsaurem Natron fixirt, *b* bleibt unfixirt. Im Lichte einer Natronflamme werden die beiden Streifen verglichen und an *a* die Stellen markirt, welche gleichen Schwärzungen von *b* entsprechen. Die Schwärzung, welche auf *a* der Normalschwärze entspricht, wird gleichfalls markirt. Der Streifen *a* wird mit einer Millimeterskala versehen. Mit Zuhilfenahme der durch das Pendelphotometer erhaltenen Zeittabelle lässt sich für den graduirten Streifen eine Tabelle rechnen, welche den Wert der Schwärzung für jeden Theilstrich angibt. Bei der Intensitätsbestimmung wird dann das Normalpapier durch eine bestimmte Anzahl von Secunden (*n*) insolirt, wobei es eine Schwärzung annimmt, welche im Natriumlicht auf dem graduirten Streifen aufgesucht wird. Hat man diese Stelle gefunden, so wird jener Werth in der Tabelle aufgesucht, welcher der beobachteten Schwärzung entspricht. Wird nun dieser Werth durch die Anzahl der Secunden (*n*) dividirt, welche erforderlich war, um die Schwärzung hervorzurufen, so erhält man die gesuchte Intensität in der Bunsen-Roscoe'schen Maasseinheit ausgedrückt.

Auch diese Methode, deren Details ich übergehe, war noch sehr zeitraubend und mühevoll, wesshalb Roscoe eine weitere Vereinfachung des Verfahrens durchführte, welche er im Jahre 1874 veröffentlichte.³

¹ Bunsen und Roscoe, l. c. p. 531.

² Pogg. Ann. Bd. 124 (1865), p. 354.

³ Pogg. Ann. Bd. 151, p. 272 ff.

Er emancipirte sich von der Graduierung mittels des Pendelphotometers, welches er nur insofern noch benützte, als es ihm dazu diente, einen Streifen mit abfallender Schwärze zu gewinnen. Dieser wird in der gewohnten Weise hergestellt, fixirt und mit Millimeterskala versehen. Die Calibrirung des Streifens geschah empirisch, und zwar in folgender Art. Es werden im Lichte mehrere Hohlcylinder aufgestellt, deren Öffnungen verschiedene Durchmesser haben, und am Grunde dieser Cylinder befinden sich Streifen des Normalpapiers. Das äussere Licht, welches auf die Normalpapiere einwirkt, hat im Versuche die gleiche Intensität und auch die Insolationsdauer (t) ist die gleiche. Es fliesst aber den einzelnen Streifen dennoch verschieden viel Licht, mit anderen Worten, Licht von verschiedener Intensität, zu. Es verhalten sich die Lichtintensitäten, welchen die Normalpapiere ausgesetzt sind, so wie die Cylinderöffnungen und dementsprechend auch die Producte Jt , welche in den verschiedenen Schwärzungen zum Ausdrucke gelangen. Diese Schwärzungen werden auf dem fixirten Streifen im Lichte einer Natronflamme aufgesucht, desgleichen die Normalschwärze. Durch Wiederholung des Versuches und durch graphische Interpolation gelingt es, genügend viele Punkte des Streifens zu markiren und unter Zugrundelegung der Millimetertheilung für die ganze Skala eine Tabelle der relativen Lichtintensitäten zu entwerfen. Kennt man nun die Insolationszeit, während welcher auf dem Normalpapier eine bestimmte Schwärzung hervorgerufen wurde, so lässt sich, indem man die Schwärzung (ohne Anwendung der Fixirung) im Natriumlicht auf dem calibrirten Streifen aufsucht, die ermittelte Lichtstärke (J) aus der Insolationsdauer (t) leicht nach dem Gesetze $Jt = J't'$ berechnen.

2. Die Methode von Stelling.

Stelling hat sich bei seinen photometrischen Versuchen gedrängt gefühlt, die Calibrirung des fixirten Streifens mit abfallender Schwärze empirisch vorzunehmen, und er ist unabhängig von Roscoe zu einer Methode der Graduierung gelangt, welche viel Ähnlichkeit mit der zuletzt beschriebenen Calibrirung besitzt.¹ Während aber, wie wir gesehen haben, Roscoe die zur Graduierung erforderlichen relativen Intensitäten durch Variation von J gewann, liess Stelling J constant und variierte t . Es wurden mehrere Streifen des Normalpapiers bei gleichbleibender Intensität (J) des äusseren Lichtes durch ungleiche Zeiten insolirt. Diesen bekannten Insolationszeiten sind die erhaltenen Schwärzungen proportional. Auf einem mit Millimetertheilung versehenen Streifen mit abfallender Schwärze werden die bei der Intensität J erhaltenen Schwärzungen markirt. Um nun die den verschiedenen Schwärzungen entsprechenden Werthe von Jt im allgemein vergleichbaren Maasse (Bunsen-Roscoe'sche Einheit) zu erhalten, waren die bekannten Zeiten t mit der Intensität J , welche während des Versuches herrschte, zu multipliciren. Durch Vergleich mit der Normalschwärze gelingt es auch, einen Zeitwerth zu bekommen, welcher bei der herrschenden Intensität dem Ton der Normalschwärze entspricht; die Intensität ist dann einfach die Reciproke des Zeitwerthes. Durch dieses Verfahren erhält man nicht nur den Punkt auf der Skala, welcher der Normalschwärze entspricht ($J \times 1$), sondern auch eine Reihe von Fixpunkten, welche bestimmten relativen Intensitäten ($J \times t$) entsprechen. Durch graphische Interpolation gelingt es dann, für jeden Skalentheil den entsprechenden Wert von Jt zu erhalten, so dass dann durch einfache Umrechnung, unter Berücksichtigung des jeweiligen Zeitwerthes, die chemische Lichtintensität im Bunsen-Roscoe'schen Maass erhalten werden kann.

Die Aufsuchung der bei der Beobachtung erhaltenen Schwärzung des Normalpapieres auf dem calibrirten Streifen muss, wie bei dem Roscoe'schen Verfahren, im Lichte einer Natriumflamme erfolgen, aber wie bei diesem Verfahren, wird die im Lichte erhaltene Schwärzung sofort, ohne dass eine Fixirung vorgenommen wird, auf der graduirten Scala aufgesucht.

Die Stelling'sche Graduierungsmethode ist ebenso genau wie die Roscoe'sche, aber bedeutend einfacher in der Handhabung; es ist nur dafür Sorge zu tragen, dass die relativen Intensitäten bei gleich bleibender Intensität des herrschenden Lichtes vorgenommen werden, wovon man sich leicht durch den Versuch überzeugen kann.

¹ L. c. p. 6-11.

Folgendes Beispiel möge das Princip der Stelling'schen Methode erläutern. Bei einer Intensität des äusseren Lichtes $= 0.16$ würde man behufs Graduierung des Streifens fünf Expositionen des Normalpapiere vornehmen, welche der Reihe nach 2, 4, 6, 8, 10" anwähren würden. Auf diese Weise erhielte man folgende fünf relative Intensitäten $2 \times 0.16 = 0.32$; $4 \times 0.16 = 0.64$; ferner 0.96; 1.28; 1.60, welchen relativen Intensitäten fünf verschiedene Schwärzungen der Scala entsprechen. Es würde nun bei einer Exposition von 15" eine Schwärzung erfolgt sein, welche, mittelst der Scala aufgesucht, der relativen Intensität 0.96 gleich käme. Die gesuchte Intensität, in Bunsen-Roscoe'scher Einheit ausgedrückt, ist dann gleich $\frac{0.96}{15} = 0.064$.

Eine grosse Zahl von Beobachtungen hat Stelling gelehrt, dass der nach seiner Methode erhaltene Fehler $\pm 5\%$ beträgt. Nach den von mir angestellten Beobachtungen nach der neuesten (dritten) Roscoe'schen Methode bewegen sich die Fehler innerhalb derselben Grenzen. Auch meine Versuche mit dem Pendelphotometer fielen nicht genauer aus. Ich möchte noch bemerken, dass nach Pernter¹ der von Stelling nachgewiesene Fehler im selben Masse auch bei dem Roscoe'schen Verfahren sich einstellt.²

Die ursprüngliche Methode Bunsen's und Roscoe's mit dem Pendelphotometer ist also in dreierlei Weise modificirt worden, wobei sich eine fortwährende Vereinfachung ergab.

Doch erfordern alle diese Methoden erstlich den Pendelapparat, zum Mindesten zur Herstellung des Streifens mit abfallender Schwärze, sodann eine Dunkelkammer, in welcher mit Zuhilfenahme einer Natriumflamme der Vergleich der bei Tageslicht erhaltenen Schwärzungen mit der theoretisch oder empirisch calibrirten Scala vorgenommen werden muss.

Die Herstellung der letzteren erfordert zudem viel Mühe und Zeit. Denn der Streifen mit abfallender Schwärze muss in unterschwefligsaurem Natron fixirt und durch dreitägiges Auswaschen in fliessendem Wasser gereinigt werden: er nimmt erst nach mehreren Wochen constante Töne an, und die Constanz muss durch mühevollen Versuche ermittelt werden. Nach einiger Zeit ändern die Scalentöne wieder ihren Werth, so dass eine oftmalige Calibrirung des fixirten Streifens mit abfallender Tönung ausgeführt werden muss.

3. Neue vereinfachte Methode.

Ich habe schon im ersten Theile meiner photometrischen Untersuchungen³ eine weitere Vereinfachung des Bunsen-Roscoe'schen Verfahrens mitgetheilt, welche Modification der Methode sich für pflanzenphysiologische Zwecke besonders bewährt hat. Es handelt sich nämlich bei meinen Untersuchungen um eine grosse Zahl von Bestimmungen, indem nicht nur die Intensität des gesammten Tageslichtes, sondern auch die des Lichtes der Pflanzenstandorte, ja der Beleuchtungsgrad einzelner Pflanzen und Pflanzenorgane zu messen ist, mithin eine möglichst expeditiv Methode zum Bedürfnisse wird. Ich habe zunächst den Versuch gemacht, ohne Scala nämlich durch blosse Anwendung der Normalschwärze die Lichtstärke zu messen. Man erreicht dadurch den Vortheil, die Lichtintensität direct und an Ort und Stelle zu bekommen, und von den Fehlern und der Veränderlichkeit der Scala unabhängig zu sein. Es ist aber leicht einzusehen, dass nur mittlere und geringe Lichtstärken — freilich bilden diese bei Beobachtungen an den Pflanzenstandorten die Regel — auf diese Weise sicher ermittelt werden können, während die Zahlenwerthe für grössere Lichtstärken, bei welchen die Farbe des Normaltones in wenigen Secunden oder gar nur in Bruchtheilen von Secunden erreicht wird, mit einem beträchtlichen Fehler belastet sind. In solchen Fällen habe ich die Lichtstärke indirect, aber gleichfalls nur mit Zuhilfenahme des Normaltones gemessen.

¹ Zeitschrift der österr. Gesellsch. für Meteorologie, redig. von Hann, Bd. XIV (1879), p. 42.

² Über die Genauigkeit, welche mit dem Pendelphotometer nach dem ursprünglichen Verfahren von Bunsen und Roscoe erzielt wird, habe ich nirgends Angaben gefunden. Doch bemerkt Roscoe, dass das von ihm eingeführte Verfahren der empirischen Calibrirung der Skale trotz leichter Durchföhrung des Versuches an Genauigkeit der ursprünglichen Methode nicht nachsteht.

³ L. c. p. 302 ff.

Ich ging bei dieser indirecten Bestimmung von dem obigen, von Bunsen und Roscoe aufgestellten, durch die Beobachtung ermittelten Satze aus, dass gleiche Färbungen des Normalpapiere gleichen Producten aus Intensität und Insolationsdauer entsprechen, was sich durch die Gleichung

$$Jt = J't'$$

am einfachsten ausdrücken lässt.

Wenn ich nun bei einer fraglichen hohen Lichtintensität (J') innerhalb einer gemessenen Zeit (t') eine Färbung auf dem Normalpapiere erhalte, welche gleich ist jener, welche bei einer bekannten Lichtintensität (J) innerhalb einer leicht und sicher bestimmbaren Zeit (t) erhalten wird, so muss

$$Jt = J't'$$

sein, aus welcher Gleichung sich die fragliche Intensität leicht berechnen lässt.

Die Ausführung meiner directen und indirecten Lichtmessung erfolgt mittelst eines höchst einfachen Handinsolators (s. Fig. 1). Derselbe besteht aus einem Brettchen aus weichem Holze, welches 8—10 cm

Fig. 1.



Ansicht eines in horizontaler Lage befindlichen Handinsolators in natürlicher Grösse. s s Schlitz, 1 Normalton (1er Ton), 10 Skalenton 10 (10er Ton), zwischen beiden ein Streifen Normalpapier (N. P.).

lang, 6—8 cm breit, etwa 6 mm dick ist, und bis auf einen schmalen, bloss 4—6 mm breiten, einer Schmalseite des Brettchens genäherten Schlitz mit schwarzem, undurchsichtigem Papiere bedeckt ist. Das undurchsichtige Papier liegt dem Holze soweit dicht an, dass die 5—6 mm breiten Streifen des Normalpapiere leicht eingeschoben werden können. Im Schlitz liegt das Normalpapier frei, im Ubrigen ist dasselbe von dem undurchsichtigen, schwarzen Papiere bedeckt. Neben dem Normalpapiere wird der auf steifem Papiere befindliche, als Deckfarbe aufgetragene Normalton in den Insolator eingeführt. Normalpapier und Normalton liegen im Schlitz knapp neben einander. Bis zum Beginne des Versuches ist das Normalpapier vollständig dunkel zu halten. Will man eine Bestimmung der chemischen Intensität des gesammten Tageslichtes ausführen, so ist der in angegebener Weise adjustirte Insolator in die horizontale Lage zu bringen; man lässt sodann das Tageslicht so lange einwirken, bis der Ton der Normalschwärze erreicht ist. Die Zeitbestimmung wird mit dem sogenannten Chronographen ausgeführt. Derselbe ist eine Secundenuhr, welche durch Druck auf die Feder in Gang gesetzt wird und durch einen zweiten Druck zum Stillestehen gebracht wird. Durch einen dritten Druck geht der Zeiger wieder auf 0 (60) zurück. Der Chronograph zeigt bis zu einer halben Stunde durch einen anderen Zeiger auch Minuten an. Der Chronograph hat den Vortheil, dass man mittelst desselben eine Zeitbestimmung vornehmen kann, ohne auf die Uhr sehen zu müssen. In demselben Augenblicke, in welchem man die Bedeckung des Insolators entfernt, also das Licht, welches gemessen werden soll, zu wirken beginnt, drückt man auf die Feder des Chronographen, und in dem Momente, in welchem auf dem Normalpapiere die Stärke des Normaltones eingetreten ist, arretirt man die Uhr. Der hierbei sich einstellende Zeitfehler gleicht sich aus, da derselbe in demselben Sinne erfolgt. Die Zeitbestimmung ist mithin bloss von der Genauigkeit des Chronographen abhängig. Die Ablesung ist auf 0.2'' genau.

lang, 6—8 cm breit, etwa 6 mm dick ist, und bis auf einen schmalen, bloss 4—6 mm breiten, einer Schmalseite des Brettchens genäherten Schlitz mit schwarzem, undurchsichtigem Papiere bedeckt ist. Das undurchsichtige Papier liegt dem Holze soweit dicht an, dass die 5—6 mm breiten Streifen des Normalpapiere leicht eingeschoben werden können. Im Schlitz liegt das Normalpapier frei, im Ubrigen ist dasselbe von dem undurchsichtigen, schwarzen Papiere bedeckt. Neben dem Normalpapiere wird der auf steifem Papiere befindliche, als Deckfarbe aufgetragene Normalton in den Insolator eingeführt. Normalpapier und Normalton liegen im Schlitz knapp neben einander. Bis zum Beginne des Versuches ist das Normalpapier vollständig dunkel zu halten. Will man eine Bestimmung der chemischen Intensität des gesammten Tageslichtes ausführen, so ist der in angegebener Weise adjustirte Insolator in die horizontale Lage zu bringen; man lässt sodann das Tageslicht so lange einwirken, bis der Ton der Normalschwärze erreicht ist. Die Zeitbestimmung wird mit dem sogenannten Chronographen ausgeführt. Derselbe ist eine Secundenuhr, welche durch Druck auf die Feder in Gang gesetzt wird und durch einen zweiten Druck zum Stillestehen gebracht wird. Durch einen dritten Druck geht der Zeiger wieder auf 0 (60) zurück. Der Chronograph zeigt bis zu einer

Den Moment der Übereinstimmung der Farbe des Normalpapiere mit dem Normaltone genau festzustellen, erfordert einige Übung. Sehr genau, selbst ohne jede Übung, lässt sich der Eintritt des Normaltones auf dem sich im Lichte färbenden Normalpapiere bestimmen, wenn man monochromatisches Licht, oder annähernd monochromatisches Licht in Anwendung bringt. Es lässt sich nun dieses Beobachten im monochromatischen Lichte auch mit der directen Beobachtung vereinigen, ohne dass man die im Lichte entstandene Schwärzung in der Dunkelkammer, wie es Bunsen und Roscoe vorschreiben, im Lichte einer Natriumflamme zu vergleichen braucht. Ich benütze, um im nahezu monochromatischen Lichte direct zu beobachten, ein gelbes Glas.¹

Man beobachtet den Eintritt der Normalfarbe auf dem Normalpapiere, indem man das Auge mit dem gelben Glase bedeckt. Normalton und Normalpapier erscheinen, wenn letzteres auch etwas bläulich oder schwach violett erscheinen sollte, in einem gleichartigen Gelbgrau. Stimmen Farbe und Ton des mit dem gelben Glase besehenen Normalpapiere miteinander vollkommen überein, so darf man annehmen, dass der Normalton auf dem Normalpapiere eingetreten ist.

Am schärfsten lässt sich die Übereinstimmung zwischen Normalpapier-Schwärzung und Normalton finden, wenn man den Insolator mit dem gelben Glase bedeckt. Ist der Normalton auf dem Normalpapiere noch nicht eingetreten, so hebt man das Glas ab und lässt das Licht neuerdings einwirken. Die Zeit, in welcher das Normalpapier vom gelben Glase bedeckt ist, wird von der Gesamtdauer der Belichtung in Abschlag gebracht. Auf diese Weise lässt sich also die directe Bestimmung der Lichtintensität ausführen.

Die indirecte Bestimmung ist in folgender Weise vorzunehmen: Es wird das Normalpapier durch eine genau gemessene Zeit der Einwirkung des zu prüfenden Lichtes ausgesetzt, und sofort entweder im Dunkeln oder in schwachem Lichte in den Insolator hineingeschoben. In der Tiefe eines nicht besonnten Zimmers ist das Licht schon so schwach, dass es innerhalb einiger Minuten noch keine merkliche Wirkung auf das Normalpapier ausübt. In einer solchen oder einer noch geringeren Helligkeit lässt sich der geschwärzte Streifen in den Insolator bringen, ohne dass merkliche Fehler dabei unterlaufen könnten. Knapp neben dem geschwärzten Normalpapiere (*a*) kommt ein neuer Streifen des Normalpapiere (*b*) zu liegen, und neben diesem der Normalton (*c*). Man lässt nun auf *b* so lange Licht geringer oder niederer Intensität, welches also in einem leicht messbaren Zeitraume (*t*) den Eintritt der Normaltonfärbung auf diesem Papiere zulässt, einwirken, bis diese Färbung erreicht ist. Die Intensität dieses schwachen Lichtes ist also $\frac{1}{t}$. Nun lässt man das Licht weiter wirken, bis der Ton *a* erreicht ist. Da

aber inzwischen der Ton *a* selbst wieder tiefer geworden ist, so schiebt man ein bedeckt gebliebenes Stück des Streifens *a* vor *b* und setzt eventuell diese Procedur so weit fort, bis der Streifen des frischen Normalpapiere den Farbenton von *a* angenommen hat, wobei aus der obigen Gleichung sich leicht die Lichtintensität bestimmen lässt, bei welcher das Normalpapier im hellen Lichte den Ton *a* angenommen hat.

Wie schon bemerkt, wird man diese indirecte Bestimmung dann anwenden, wenn die Zeit, innerhalb welcher der Normalton erreicht wird, zu klein ist, um genau ermittelt werden zu können.

Da nach meinem Verfahren die Zeit nur auf 0.2 Sekunden genau bestimmt werden kann, so beträgt der mögliche Zeitfehler, indem man die directe Bestimmung vornimmt,

bei $J = 1$	. . . . .	20.0 Proc.
» $J = 0.5$	. . . . .	10.0 »
» $J = 0.2$	. . . . .	4.0 »
» $J = 0.125$	. . . . .	2.5 »
» $J = 0.111$	. . . . .	2.2 »

¹ Unter den gelben Gläsern ist kein einziges zu finden, welches selbst nur annähernd monochromatisch wäre; wohl aber findet man unter diesen unschwer solche, welche Blau bis Violett ungemein schwächen, fast bis zum Verschwinden, und solche Gläser sind für unsere Zwecke ausreichend.

Mit Rücksicht auf die an und für sich nicht grosse Genauigkeit des ganzen Verfahrens wird man mithin bei Intensitäten, welche über 0.125 gelegen sind, gut thun, die directe Bestimmung durch die indirecte zu ersetzen.

Ich habe indess einen Weg gefunden, der es ermöglicht, diese zeitraubende, indirecte Intensitätsbestimmung zu vermeiden, also direct im Tageslichte und selbst bei den höchsten Lichtintensitäten eine Ermittlung der Lichtstärke auszuführen, indem ich statt des Normaltones andere, genau ermittelte Scalentöne verwende. Ich habe diese weitere Vereinfachung meines Verfahrens früher schon in Kürze skizzirt,¹ und will dasselbe hier ausführlich darlegen.

Ich benöthige zur Bestimmung höherer Lichtintensitäten Farbtöne, welche ebenso constant sein müssen wie der Normalton. Es handelt sich um Herstellung von Farbtönen, welche mit jenen übereinstimmen, welche durch das Licht auf dem Normalpapiere hervorgebracht werden. Zur Herstellung dieser Farbtöne benütze ich Malerfarben (Aquarellfarben). Ich habe die besten käuflichen Aquarellfarben auf ihre Beständigkeit geprüft, und habe schliesslich in den Lefranc'schen Farben das Gesuchte gefunden. Jede dieser (sechs) Farben, mit Ausnahme einer einzigen² und jede Mischung derselben ist nicht nur lichtbeständig, sondern bleibt auch bei langer Aufbewahrung im Dunkeln unverändert.

Ich bewahre auf Papier gemalte Töne der Lefranc'schen Farben der verschiedensten Art im Finstern durch drei Jahre auf, und habe keinerlei Veränderung an denselben wahrgenommen. Es wurden solche Farbtöne durch hundert Stunden der Einwirkung des Sonnenlichtes ausgesetzt, ohne dass die mindeste Veränderung wahrnehmbar gewesen wäre. Die im Sonnenlichte gelegenen Farbtöne, mit den im Dunkeln aufbewahrten verglichen, zeigen keinerlei Veränderung. Allein man könnte einwenden, dass die im Finstern aufbewahrten Töne im gleichen Masse wie die der Sonne ausgesetzten sich verändert haben mochten. Es ist dies wohl im höchsten Grade unwahrscheinlich; allein der Einwand ist immerhin nicht unberechtigt. Es lässt sich nun zeigen, dass auch im Finstern die Farbtöne völlig unverändert geblieben sind. Um dies mit aller Schärfe zu beweisen, habe ich folgenden Weg eingeschlagen:

Es wurden Farbtöne der verschiedensten Stärke hergestellt und jene ausgewählt, welche im Lichte einer Natriumflamme bei Ausschluss jedes anderen Lichtes (in der Dunkelkammer) mit dem Normaltone übereinstimmen. Wenn nun der ausgewählte Farbenton nach jahrelanger Aufbewahrung, bei Natriumlicht betrachtet, in Übereinstimmung mit dem Normaltone geblieben ist, so kann an der Constanz des Tones nicht mehr gezweifelt werden. Und dies ist in jedem der untersuchten Fälle thatsächlich eingetroffen.

Speciell für jene Farbtöne, welche mit den auf dem Normalpapiere im Lichte entstehenden übereinstimmen, ist es leicht, selbst ohne Zuhilfenahme des Natriumlichtes, das Constantbleiben nachzuweisen. Man braucht nur nachzusehen, ob bei gleichbleibender Lichtintensität die Zeit, welche erforderlich ist, um auf dem Normalpapiere den gleichen Farbenton hervorzubringen, constant geblieben ist.

Hätte man beispielsweise mittelst der Lefranc'schen Farbe einen Ton erzeugt, welcher bei einer Lichtintensität $= 0.5$ auf Normalpapier in 22" entsteht, so hat man nur nachzusehen, ob bei derselben, durch den Normalton gemessenen Lichtintensität in einem Zeitraume von 22" der gleiche Ton auf dem Normalpapiere zum Vorschein kommt. Man kann aber selbstverständlich bei jeder beliebigen Lichtintensität erproben, ob der Ton constant geblieben ist, denn $0.5 \times 22 = Jt$; also bei irgend einer anderen Lichtintensität (J) wird, wenn der Ton factisch gleich geblieben ist, t sein müssen $\frac{0.5 \times 22}{J}$, also bei $J = 0.188$ beispielsweise 58.5". Es ist dies selbst bei lange aufbewahrten und dem Lichte ausgesetzt gewesenen Tönen stets eingetroffen, was nicht nur für die Verlässlichkeit der Lefranc'schen Farben zur

¹ Wiesner, Photom. Unters. II, p. 610—611.

² Unter den sechs Lefranc'schen Aquarellfarben befinden sich zwei Blau, nämlich bleu mineral und outremer cobalt. Das erstere ist nicht ganz lichtbeständig, indem dasselbe auf Papier als Farbe aufgetragen nach fünfunddreissigtägigem Einwirken des Sonnenlichtes eine eben bemerkliche Änderung im Ton erkennen liess. Alle anderen Farben erwiesen sich aber als lichtbeständig. Zur Herstellung meiner Scalentöne wurde bleu mineral nicht angewendet.

Herstellung von Scalentönen spricht, sondern auch ein untrügliches Mittel an die Hand gibt, die Richtigkeit des betreffenden Scalentones jederzeit festzustellen.

Bei einiger Sorgfalt wird es leicht gelingen, homogene Farbentöne, welche mit dem sich im Lichte färbenden Normalpapiere übereinstimmen, zu erzeugen. Es darf indess nicht unerwähnt bleiben, dass die auf Normalpapier erscheinenden Töne nicht immer völlig die gleiche Farbe haben, sondern manchmal entweder etwas mehr in's Bläuliche oder in's Röthliche neigen. Doch gelingt selbst bei etwas abweichender Färbung die Feststellung der Übereinstimmung des sich im Lichte färbenden Papieres mit dem künstlich erzeugten, constanten Farbentone. Sollten sich für den Beobachter diesbezüglich einige Schwierigkeiten ergeben, so hat er in den oben genannten nahezu monochromatischen Gläsern ein Mittel, den Vergleich mit grosser Sicherheit vorzunehmen.

Hat man sich solche constante Farbentöne erzeugt, so handelt es sich nun darum, dieselben mit dem Normaltone zu vergleichen, was auf folgende Weise geschehen kann.

Man schaltet in den Insolator (S. Fig. I, p. 8) [80] drei Streifen ein: den Normalton, das Normalpapier und den zu prüfenden Farbenton. Man bringt sodann den Insolator in das zu prüfende Licht und überzeugt sich zunächst auf die früher angegebene Art, ob das Licht constant geblieben ist. Hierauf bestimmt man die Zeit, welche erforderlich ist, um auf dem Normalpapiere den Normalton hervorzubringen. Dieselbe wäre $= t$. Sodann ermittelt man die Zeit, welche nöthig ist, um auf dem Normalpapiere einen Ton zu erzeugen, welcher mit dem zu prüfenden constanten Ton coincidirt. Diese Zeit wäre nt . Um nun mit dem Scalentone die Intensität zu bestimmen, so hat man die Zahl n durch die zur Erreichung des Scalentones am Normalpapiere nöthige Zeit, in Secunden ausgedrückt, zu dividiren.

Hat man ausser dem Normaltone noch einen Ton dargestellt, bei welchem n gleich 10 ist, so wird man mit diesen beiden Tönen (»Normalton« und »10er Ton«) die Lichtbestimmung zum Mindesten eben so genau durchzuführen im Stande sein, wie nach dem alten Verfahren. Bei hohen Intensitäten wird man sich natürlich des hohen Tones (10er Ton), bei niederen des Normaltones zu bedienen haben.

Für die Ermittlung sehr hoher Intensitäten scheint es sich zu empfehlen, sehr hohe Töne in Anwendung zu bringen, um möglichst hohe Zeitwerthe zu bekommen. Allerdings würde dabei der Zeitfehler sehr vermindert werden; allein man kann sich leicht davon überzeugen, dass bei sehr intensiven Farbentönen die Sicherheit des Vergleiches eine geringe ist.

Ich werde weiter unten noch nachweisen, dass man über den 10er Ton nicht hinauszugehen braucht, da man selbst bei den höchsten, bisher beobachteten Lichtintensitäten unter Anwendung dieses Tones einen brauchbaren Zeitwerth erhält.

Es ist selbstverständlich, dass die Werthe von n für jeden künstlichen Ton mit grösster Genauigkeit ermittelt werden müssen, weil sonst alle Fehler, welche dem Werthe anhaften, in die mit dem betreffenden Tone angeführten Beobachtungen übergehen.

Der Grad der Genauigkeit meiner Methode soll weiter unten geprüft werden; vorerst möchte ich nur eine Parallele zwischen meinem und dem Bunsen-Roscoe'schen Verfahren ziehen.

Die grossen Schwierigkeiten und manche Mängel der ursprünglichen Bunsen-Roscoe'schen Methode der Lichtbestimmung haben, wie wir gesehen haben, zu bedeutenden Verbesserungen und Vereinfachungen des Verfahrens geführt, welche hauptsächlich Roscoe zu danken sind. Aber auch Stelling hat einen wichtigen Beitrag nach dieser Richtung geliefert, wie ich gleichfalls auseinander gesetzt habe.

Unter allen vorgeführten Verfahrensarten scheint mir das Stelling'sche das empfehlenswertheste weil es bei gleicher Genauigkeit die relativ einfachste ist. Aber auch das von Stelling verbesserte Verfahren ist noch höchst umständlich, denn zur Durchführung desselben ist ausser der Normalschwärze und dem Normalpapiere noch erforderlich:

1. Der Pendelapparat zur Herstellung des Streifens mit abfallender Schwärze;
2. die mühevoll und umständliche Calibrirung des Streifens. Endlich muss
3. jede Intensitätsbestimmung in der Dunkelkammer bei Natriumlicht vorgenommen werden.

Im Vergleiche zu diesem complicirten Verfahren ist das von mir angewendete höchst einfach.

Ich benöthige allerdings auch die Normalschwärze und das Normalpapier. Aber ein Pendelapparat ist bei meiner Methode nicht nothwendig. Der calibrirte Streifen ist bei meinem Verfahren durch den Normalton (Normalschwärze) und durch einen Farbenton (Scalenton) oder, wenn sehr grosse Genauigkeit angestrebt wird, durch mehrere Scalentöne ersetzt, deren Aichung (Verification) weitaus einfacher ist als die Calibration des Streifens. Im Vergleiche zum calibrirten Streifen sind die Scalentöne beträchtlich bestandfähiger, ja bei einigermassen sorgfältiger Handhabung unveränderlich. Ferner erlaubt mein Verfahren, jede Lichtbestimmung direct durchzuführen, während nach den anderen genannten Methoden die Schwärzung des Normalpapiere an Ort und Stelle erfolgt, die Intensitätsbestimmung aber in der Dunkelkammer im Natriumlichte vorgenommen werden muss; die Intensitätsbestimmung ist also im Vergleiche zu der von mir ausgeführten eine indirecte. Endlich möchte ich noch bemerken, dass mein Verfahren eine weitaus kürzere Zeit in Anspruch nimmt, worauf ich noch weiter unten zurückkomme.

Nachdem im Vorangegangenen das Princip meiner Methode dargelegt wurde, sollen nunmehr jene Details, deren Kenntniss mir zur praktischen Ausführung des Verfahrens erforderlich erscheinen, vorgeführt werden.

Was zunächst die Herstellung des Normalpapiere anlangt, so gehe ich genau nach der von Bunsen und Roscoe gegebenen Vorschrift vor.¹ Die Benützung einer Dunkelkammer ist zur Herstellung des Normalpapiere sehr erwünscht, allein nicht nothwendig, wenn man, wie ich dies z. B. in Cairo that, hiezu die späten Abend- oder Nachtstunden benützt. Das »Silbern«² des Papiere kann im Lichte einer Kerzen- (oder schwachen Gasflamme) vorgenommen werden, das Trocknen des Papiere erfordert aber Dunkelheit. Indess ist eine für die Zwecke der Herstellung des Normalpapiere ausreichende Dunkelkammer leicht improvisirt. Ich bemerke, dass ich in Wien und in Buitenzorg das Normalpapier stets in einer Dunkelkammer bereitete, und zwar gewöhnlich in den frühen Morgenstunden, überhaupt knapp vor dem Beginne der Beobachtungen, so dass ich also mit frisch bereitetem Normalpapiere operirte. Es hält sich indess, wie Bunsen und Roscoe schon ermittelten, wohlverwahrtes Normalpapier durch 16 Stunden, bei sehr trockener Luft auch länger. Auf einige Vorsichten beim Trocknen des Normalpapiere in den Tropen komme ich in einem späteren Capitel noch zurück.

Eine besondere Sorgfalt muss begreiflicher Weise auf die Beschaffung des Normaltones (Normalschwärze) gewendet werden. Denn stimmt dieser nicht mit dem Bunsen-Roscoe'schen Normalton überein, so sind die Resultate mit anderen correct ausgeführten Beobachtungen rücksichtlich der Intensitätswerthe nicht vergleichbar, wenn die ersten auch unter einander ganz richtig wären.

Der Normalton ist, wie schon erwähnt, ein Gemenge von 1000 Gewichtstheilen chemisch reinen Zinkoxyds mit einem Gewichtstheile bei Luftabschluss geglühten Lampenrusses. Bunsen und Roscoe haben in ihren »Meteorologischen Lichtmessungen«³ genau die Methode angegeben, nach welcher der Normalton, ein vollkommen homogenes Gemisch dieser beiden Substanzen, herzustellen ist. Um in den Besitz eines möglichst verlässlichen Normaltones zu gelangen, wendete ich mich an eine der renommirtesten deutschen chemischen Fabriken mit dem Ersuchen, denselben für mich genau nach dem von Bunsen und Roscoe angegebenen Verfahren darzustellen. Gleichzeitig bat ich Herrn Prof. Weidel, mir die beiden zur Herstellung des Normaltones erforderlichen Substanzen in chemisch reinem Zustande und im richtigen Gewichtsverhältnisse darzustellen, und nahm die mühevollen Arbeit der Mischung beider Körper bis zur Erreichung vollkommener Homogenität — ganz nach dem Verfahren der beiden genannten Autoren — selbst vor. Was

¹ L. c. p. 552.

² Zur Herstellung des Normalpapiere nehme ich nach dem Vorschlage des Regierungsrathes Dr. Eder das sogenannte Rives 8-Kilopapier. Das Papier wird zuerst »gesalzen«, was in der Weise geschieht, dass man es in einer dreiprocentigen Kochsalzlösung durch drei Minuten untergetaucht belässt. Diese Procedur kann selbstverständlich im Lichte vorgenommen werden. Ist das Papier lufttrocken geworden, so wird es »gesilbert«, indem man es im Lichte einer schwachen Gasflamme auf einer 12 procentigen Lösung von salpetersaurem Silber durch zwei Minuten schwimmen lässt. Während dieser Zeit ist das Licht einer Kerze oder einer stark abgedrehten Gasflamme dem verwendeten Silbersalz gegenüber so gut wie wirkungslos. Hierauf wird es im Finstern getrocknet.

³ Pogg. Ann. Bd. 117 (1862), p. 556 ff.

ich von der chemischen Fabrik erhielt, war ein tiefgraues, homogenes Pulver, während ich durch Mischung der von Herrn Prof. Weidel dargestellten Körper ein taubengraues Pulver erzielte.

Die sehr ungleiche Farbe dieser beiden Pulver bewog mich, der Fabrik mitzuthemen, dass der von ihr gelieferte Normalton mit einem hierorts sorgfältigst dargestellten Normalton nicht übereinstimme, und ersuchte um neuerliche Bereitung mit der dringenden Bitte, sich genau nach dem von Bunsen und Roscoe angegebenen Verfahren zu halten. Die zweite von dieser Fabrik erhaltene Normalschwärze war nicht so dunkel wie die erste, hatte aber doch einen entschieden tieferen Ton als der hier dargestellte Normalton.

Jedes dieser drei Pulver wurde in der von den beiden genannten Forschern angegebenen Methode mit Hausenblasenlösung als Deckfarbe auf starkem Papiere aufgetragen. Proben von diesen drei Normaltönen sendete ich an meinen geehrten Collegen, Herrn Geheimrath Prof. Pfitzer, nach Heidelberg, mit der Bitte, er möge dieselben Herrn Geheimrath Bunsen zum Vergleiche mit dessen Original-Normalton vorlegen. Prof. Bunsen erklärte, dass er nicht mehr im Besitze seines Normaltones sei, dass aber nach seiner Erinnerung mit demselben die von Prof. Weidel dargestellte Farbe am meisten übereinzustimmen scheine. Er meinte, dass, wenn Prof. Weidel bei neuerlicher Darstellung ein Product bekommen sollte, welches mit dem ersterhaltenen übereinstimmt, an der Verlässlichkeit des von ihm erzeugten Tones wohl nicht zu zweifeln sein würde.

Sodann sendete ich die drei genannten Normaltonproben an Herrn Prof. Roscoe mit der Bitte um Vergleich mit seinem Originaltone. Herr Prof. Roscoe schrieb mir aus London, dass er nicht mehr im Besitze des Normaltones sei und erklärte gleichfalls, dass der überschickte Weidel'sche Ton nach seiner Erinnerung am meisten jenem Tone zu gleichen scheine, mit welchem Bunsen, er und seine Mitarbeiter operirten.

Inzwischen und später hatte Herr Prof. Weidel die Güte, den Normalton noch zweimal (zuletzt 1896) darzustellen und selbst die Mischung des Zinkoxydes mit der Russkohle genau nach dem von Bunsen und Roscoe angegebenen Verfahren vorzunehmen. Die von Herrn Prof. Weidel dargestellten Töne stimmten sichtlich unter einander überein, und die bei gleicher Lichtintensität durch das sich schwärzende Normalpapier vorgenommene Vergleichung ergab gleiche Zeitwerthe. So glaube ich annehmen zu dürfen, dass ich im Besitze eines verlässlichen Normaltones mich befinde, und dass die von uns gefundenen Intensitätswerthe nicht nur unter einander vergleichbar sind, sondern auch mit jenen verglichen werden dürfen, welche von Bunsen, Roscoe und dessen Mitarbeitern, endlich von Stelling festgestellt wurden.¹

Das Princip der Darstellung der über den Normalton hinausgehenden Farbentöne (Scalentöne), welche gleich diesem zur directen Intensitätsbestimmung zu dienen haben, ist schon oben erörtert worden. Es soll nun hier die praktische Herstellung dieser Töne in Kürze auseinandergesetzt werden.

¹ Während die von der Fabrik dargestellten Töne sofort von den Weidel'schen Tönen sich unterscheiden liessen, konnte an den drei zu verschiedenen Zeiten von Herrn Prof. Weidel bereiteten Tönen so gut wie keine Verschiedenheit wahrgenommen werden. Um diese drei Weidel'schen Töne unter einander zu vergleichen, wurde jeder derselben in angegebener Weise als Deckfarbe auf Cartons aufgetragen und in Streifen geschnitten. Diese Streifen wurden zahlreichen Personen zum Vergleiche vorgelegt. Fast alle haben alle drei Töne als vollkommen übereinstimmend erklärt. Nur einzelne Personen fanden den zweiten Weidel'schen Ton um eine Nuance dunkler als die beiden anderen Töne. Durch den Vergleich mit dem sich schwärzenden Normalpapier konnte ich aber weder im Tageslichte, noch im Lichte einer Natriumflamme ein Unterschied wahrnehmen. Wie lange der Normalton sich unverändert erhält, kann ich nicht angeben. Die Möglichkeit einer Änderung ist mit Rücksicht auf den Umstand, dass sich wahrscheinlich das Zinkoxyd in kohlen-saures Zinkoxyd verwandelt, nicht ausgeschlossen. Da aber der im Jahre 1896 von Herrn Professor Weidel dargestellte Normalton sich von einem im Jahre 1892 von ihm bereiteten nicht merklich unterscheidet, und da ein durch drei Jahre aufbewahrter Ton sein Verhältnis zum Zehnertone nicht merklich geändert hat, so kann man annehmen, dass sich der Normalton soweit unverändert erhält, dass er zu den Lichtbestimmungen, welche ja mit einem beträchtlichen Beobachtungsfehler behaftet sind, einige Jahre hindurch unbedenklich verwendet werden kann.

Die Fabrikstöne wurden mit den Weidel'schen nach der photometrischen Methode verglichen; setze ich die letzteren = 1, so entspricht der Fabrikston Nr. 1 einem Scalentone = 2.352, der Fabrikston Nr. 2 einem Scalentone = 1.258. Hieraus ist zu ersehen, welcher Fehler in der Herstellung des Normaltones begangen werden kann, wenn derselbe nicht mit der grössten Sorgfalt dargestellt wird.

Man exponirt Normalpapier in hellem Lichte, bis dasselbe eine über den Normalton hinausgehende Tiefe der Farbe angenommen hat, und copirt denselben mittelst der Lefranc'schen Farben. Der Farbenton des Normalpapiere ist ein tiefes Grau, mit einer starken Neigung in's Blaue und einem Stiche in's Röthliche. Zur Herstellung dieses Tones sind drei der Lefranc'schen Farben erforderlich: Schwarz, Blau und Roth. Das Copiren nimmt man in einem schwächeren Lichte vor (etwa bei 0·05—0·08), in welchem die Farbenänderung des Normalpapiertones nur langsam vor sich geht, das aber für das Auge hell genug zum Zeichnen und zur scharfen Unterscheidung der Farben ist. Hat man den Ton copirt, so ist derselbe völlig trocknen zu lassen, worauf in der oben angegebenen Weise die Aichung vorzunehmen ist.

Die Herstellung eines ganz bestimmten Tones, z. B. eines genauen 10er Tones, ist Sache des Zufalles: allein meine oben (S. 9)[81] angegebene indirecte Intensitätsbestimmung gibt ein Mittel an die Hand, um angenähert einen solchen Ton zu erhalten, wenn man einen Streifen des Normalpapiere so lange dem constanten Lichte aussetzt, bis ein anderer (im Insolator verschiebbarer) Streifen zehnmal die Farbe des Normaltones angenommen hat. Der so erhaltene Ton wird copirt und dann mittelst des Normaltones geaicht.

Als Regel für den Vergleich eines Scalentones mit dem Normalton hat zu gelten, dass sowohl der Eintritt des Normaltones als des Scalentones in einer sicher messbaren Zeit erfolge. Ferner hat man zu beachten, dass die Lichtintensität während des Versuches constant oder doch sehr angenähert constant bleibt. Ob dies während des Versuches der Fall ist, davon kann man sich ja durch fortlaufende Intensitätsbestimmungen leicht überzeugen. Man wählt für die Berechnung des Zeitfactors (n) eines Scalentones nur jene Reihen aus, in welchen die Intensität gleich geblieben ist.

Ich führe einige Beobachtungsreihen an, welche sich auf die Erzeugung eines 10er Tones beziehen. Ich habe mir die Mühe genommen, einen solchen Ton mit der grössten Genauigkeit herzustellen, weil für die Bestimmung mittlerer und hoher Intensitäten gerade dieser Ton sehr geeignet ist, und weil der für diesen Scalenton geltende Zeitfactor bezüglich der Intensitätsberechnung besonders bequem ist.

In der folgenden Tabelle bedeutet Z die Zeit in Secunden, welche erforderlich war, bis auf dem Normalpapiere der Normalton eintrat. Z' hingegen bedeutet die Zeit, gleichfalls in Secunden, welche verstrichen ist, bis auf dem Normalpapiere der Scalenton zum Vorscheine gekommen ist.

Z	Z'	Z	Verhältniss von $Z : Z'$
12·40	125	12·60	1 : 10·00
20·00	198	20·00	1 : 9·90
14·20	144	14·00	1 : 10·21
18·80	188	17·20	1 : 10·42
31·00	300	31·20	1 : 9·70
26·40	270	24·60	1 : 10·58
11·40	100	10·60	1 : 9·00
21·20	225	23·00	1 : 10·18
12·60	122	12·40	1 : 9·76
14·80	166	15·20	1 : 11·06

Mittel. . 1 : 10·09

Als schliessliches Mittel aus dieser und zahlreichen anderen analogen Versuchsreihen ergab sich der Werth 10·05, so dass als Zeitfactor des betreffenden Farbentones die Zahl 10 angenommen werden darf.

Es dürfte nicht überflüssig sein, auf jene Fehlerquelle aufmerksam zu machen, welche bei Ermittlung der Lichtintensität durch die Ungenauigkeit der Zeitbestimmung entstehen kann.

Nimmt man an, dass sämtliche Intensitätsbestimmungen mit dem Normaltone und mit dem 10er Tone ausgeführt werden, so wird man sich zu vergegenwärtigen haben, welche Zeitfehler resultiren, indem man die Bestimmung mit dem Normaltone oder mit dem 10er Tone vornimmt.

Vor Allem ist klar, dass unter Anwendung des 10er Tones der Zeitfehler stets sehr klein ausfallen wird. Denn bei der Intensität $= 1.7$, welche um etwas höher ist als die grösste bisher beobachtete Intensität, kann dieser Fehler im äussersten Falle bloß 3.4 Procent betragen. Bei der schon beträchtlichen Intensität $= 1$ macht der Zeitfehler nur 2 Procent aus. Allein man wird trotzdem den 10er Ton nicht immer in Anwendung bringen. Denn bei niederen Intensitäten fiele der beobachtete Zeitwerth so hoch aus, dass die berechnete Intensität sich als Mittel eines langen Zeitabschnittes darstellt. Ich will gleich ein drastisches Beispiel anführen. Würde ich die Intensität $= 0.005$ mit dem 10er Tone bestimmen, so brauchte ich zur Erreichung des betreffenden Farbtones mehr als eine halbe Stunde (2000"). Die Zeitbestimmung lässt sich dabei allerdings mit einer Genauigkeit von 0.01 Procent vornehmen, allein die ermittelte Intensität bezieht sich auf einen zu langen Zeitraum. Bestimme ich hingegen diese Intensität ($= 0.005$) mit dem Normaltone, so benöthige ich bloß einen Zeitraum von etwa 3 Minuten (200") und der Zeitfehler beträgt bloß 0.1 Procent. Da sich eine so niedere Intensität nach dem Principe der Bunsen-Roscoe'schen Methode für einen kleinen Zeitabschnitt von wenigen Secunden nicht bestimmen lässt, so wird man sich mit dem durch den Normalton erhaltenen Werth wohl zufrieden geben.

Wie schon oben (S. 11) [83] bemerkt wurde, ist es zweckmässig zur Bestimmung niederer Intensitäten den Normalton, zur Ermittlung höherer Intensitäten den 10er Ton zu wählen.

Folgende Tabelle enthält die Berechnung des maximalen Zeitfehlers bei Anwendung des Normaltones, des 10er Tones und noch einiger anderer Scalentöne.

Intensität	Normalton		2er Ton		4er Ton		8er Ton		10er Ton	
0.05	1	Procent	0.5	Procent	0.25	Procent	0.12	Procent	0.10	Procent
0.10	2	»	1	»	0.5	»	0.25	»	0.20	»
0.20	4	»	2	»	1	»	0.5	»	0.4	»
0.30	6	»	3	»	1.5	»	0.7	»	0.6	»
0.40	8	»	4	»	2	»	1	»	0.8	»
0.60	12	»	6	»	3	»	1.5	»	1.2	»
0.80	16	»	8	»	4	»	2	»	1.6	»
1.00	20	»	10	»	5	»	2.5	»	2	»
1.20	24	»	12	»	6	»	3	»	2.4	»
1.50	30	»	15	»	7.5	»	3.8	»	3	»
1.70	34	»	17	»	8.5	»	4.2	»	3.4	»

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, dass man die Genauigkeit der Lichtintensitätsbestimmung für kleine Zeiträume steigern kann, wenn man solche Scalentöne wählt, bei deren Anwendung der Zeitfehler möglichst gering ausfällt.

Allein durch die Verwendung zahlreicher Scalentöne wird die Methode wieder bedeutend complicirt, indem man erst durch einen Vorversuch zu ermitteln haben würde, welcher Scalenton zur genauen Ermittlung zu verwenden wäre.

Indem man — was sich für unsere Zwecke vollkommen bewährt — zur Intensitätsbestimmung den Normalton und den 10er Ton benützt, ist es am zweckmässigsten, den Insolator so zu adjustiren, dass an einer Seite des Normalpapiers der Normalton, auf der anderen der 10er Ton liegt (s. Fig. 1, p. 8) [80]. Man kann dann in jedem Falle, je nach Bedarf, den Normalton oder den 10er Ton zum Vergleiche wählen. Findet man nämlich, dass der Zeitraum, welcher bis zur Erreichung des Normaltones verfliesst, zu kurz ist, um eine genaue Zeitbestimmung zuzulassen, so setzt man einfach die Beobachtung fort, bis der 10er Ton erreicht ist.

Ist der Zeitraum, welcher zur Erreichung des Normaltones verfliesst, kleiner als 5", so wird man gut thun, die Bestimmung mit dem 10er Tone vorzunehmen.

Manche bei der Durchführung der Versuche wohl zu beachtende Vorsichten verstehen sich von selbst. Der Insolator muss horizontal liegen, der Beobachter muss eine solche Stellung zum Insolator einnehmen.

dass er selbst dem Insolator so wenig als möglich Licht entzieht, Normalpapier und Normalton, beziehungsweise die anderen Scalentöne müssen im trockenen Zustande sich befinden, etc.

4. Vergleichende Versuche über die Roscoe-Stelling'sche Methode mit dem hier beschriebenen neuen Verfahren.

Die bei der Beobachtung unterlaufenden Fehler zu bestimmen, ist nicht so einfach, als es auf den ersten Blick scheint. Würde man sich selbst für kurze Zeiträume auf die Constanz des Tageslichtes vollkommen verlassen können, so wären die Beobachtungsfehler leicht festzustellen. Allein da es kaum ein anderes Mittel gibt, die chemische Intensität des Tageslichtes zu bestimmen, als die photochemische Methode anzuwenden, so erwächst der Untersuchung eine nicht geringe Schwierigkeit. Völlig gleiche Intensitätswerthe erhält man selbst bei klarem Himmel gewöhnlich nicht. Sind nun die in der Regel bemerklich werdenden kleinen Schwankungen, die sich dabei ergeben, auf Intensitätsänderungen oder auf die Ungenauigkeit der Methode zurückzuführen?

Um diesem Dilemma auszuweichen, habe ich mit einem meiner Mitarbeiter, nachdem derselbe in die Handhabung der Methode hinlänglich eingeführt war, gleichzeitige Bestimmungen vorgenommen, und aus den beiderseitigen Resultaten die Fehler der Methode abgeleitet. Freilich kommt da wieder die persönliche Gleichung der Beobachter ins Spiel. Da die Fehler aber nicht gleichsinnig verliefen, sondern mit dem Vorzeichen $+$ und $-$ behaftet waren, so schien mir diese Art der Fehlerbestimmung berechtigt.

Ich lasse einige unserer Beobachtungsreihen hier folgen. Die in den Columnen enthaltenen Zahlen bedeuten Intensitäten.

1. Versuche mit dem Normalton.

(Directe Bestimmungen nach meiner Methode.)

	Beobachter A	Beobachter B	Unterschied	Procentischer Fehler von B im Vergleich zu den Beobachtungen von A.
1.	0·095	0·095	0	0
2.	0·072	0·070	—0·002	—2·7
3.	0·046	0·048	+0·002	+4·3
4.	0·053	0·052	—0·001	—1·8
5.	0·055	0·055	0	0
6.	0·025	0·026	+0·001	+4·0
7.	0·044	0·043	—0·001	—2·2

Nimmt man an, dass die Mittelwerthe aus den Beobachtungen von A und B dem wahren Werthe näher kommen als die Einzelbeobachtungen, und berechnet man unter Zugrundelegung dieser Mittelwerthe die Fehler, so kommt man zu folgenden Zahlen:

1.	0	(0	Procent)
2.	$\pm 0·001$	($\pm 1·4$	»
3.	$\pm 0·001$	($\pm 2·1$	»
4.	$\pm 0·0005$	($\pm 0·95$	»
5.	0	(0	»
6.	$\pm 0·0005$	($\pm 1·9$	»
7.	$\pm 0·0005$	(± 1	»

Unter der Voraussetzung, dass der berechnete Mittelwerth der wahren Grösse der Intensität näher kommt als die einzelnen Beobachtungen, stieg der Beobachtungsfehler in dieser Versuchsreihe bloss bis auf $\pm 2·1$.

2. Versuche mit dem Ton 2·15.

Beobachter A	Beobachter B	Unterschied	Procentischer Fehler von B im Vergleiche zu den Beobachtungen zu A
0·200	0·200	0	0
0·160	0·160	0	0
0·185	0·182	—0·003	—1·5
0·108	0·111	+0·003	+2·7
0·170	0·170	0	0

Es sind schon die von B gemachten Fehler, die von A angestellten Beobachtungen als richtig vorausgesetzt, sehr klein, betragen nämlich im äussersten Falle bloss circa 5 Procent. Berechnet man aber die Fehler unter Zugrundelegung der Mittelwerthe beider Beobachtungsreihen, so verringern sich die Fehler noch mehr.

3. Versuche mit dem 10er Ton.

	Beobachter A	Beobachter B	Unterschied	Procentischer Fehler von B im Vergleiche zu den Beobachtungen von A
1.	0·823	0·810	+0·013	+1·5
2.	0·850	0·835	+0·015	+1·7
3.	0·799	0·805	—0·006	—0·7
4.	0·814	0·820	—0·006	—0·7
5.	0·844	0·820	+0·024	+2·8

Der grösste mögliche Fehler beträgt in dieser Versuchsreihe bloss 4·5 Procent. Im äussersten Falle betragen die Fehler bei Anwendung des Normaltones bei niederen, und des 10. Tones bei höheren und sehr hohen Intensitäten beiläufig 8 Procent.

Auch bei sehr niedriger Intensität (z. B. 0·001, 0·002) sind die ermittelten Fehler nicht grösser, beziehen sich aber auf verhältnissmässig lange Zeiträume (bei 0·001 auf etwas mehr als eine Viertelstunde, bei 0·002 auf circa 8 Minuten etc.).

Ein Vergleich der berechneten Fehler ergibt, dass die nach meiner Methode gefundenen Intensitätswerthe mit einem kleineren Fehler als die nach dem Stelling'schen Verfahren erhaltenen behaftet sind. Da ich aber bei meinen physiologischen Untersuchungen keine grössere Genauigkeit anstrebe, als durch das Bunsen-Roscoe'sche Verfahren garantirt ist, eine grössere Genauigkeit für meine Zwecke auch nicht erforderlich ist, da es sich ferner bei meinen Studien um eine möglichst expeditiv Methode handelte, welche es gestattet, eine grössere Zahl brauchbarer Beobachtungen täglich zu gewinnen, so habe ich mich damit begnügt, die schwachen Intensitäten mit dem Normalton, die hohen mit dem 10er Ton, eventuell durch die oben mitgetheilte indirecte Bestimmung zu ermitteln. Bei einiger Sorgfalt gelingt es, die Intensität zum mindesten mit derselben Genauigkeit festzustellen, wie nach dem schwierigen und umständlichen Bunsen-Roscoe'schen Verfahren.

Wie bei meinen früheren zu pflanzenphysiologischen Zwecken unternommenen Lichtmessungen, so beanspruchen auch die nachfolgenden nur eine Genauigkeit von ± 5 Procent. —

Aus einer grossen Anzahl von im Laufe der Jahre durchgeführten Beobachtungsreihen wählte ich einige aus, welche bezüglich der gemessenen Intensität mit jener von Stelling¹ gemessenen nahezu übereinstimmen, welche dieser Forscher zum Zwecke der Bestimmung der Fehler seines Verfahrens ausgeführt hat. Wie bei seinen, sind auch bei meinen Versuchen die zu vergleichenden Zahlen aus mehreren Ablesungen abgeleitet worden. Ich benützte seine und meine Beobachtungen, um aus denselben den mittleren Fehler der Messung und den Maximalfehler seines und meines Verfahrens abzuleiten.

¹ L. c. p. 10.

a) Beobachtungen Stelling's.

Abweichung vom Mittel			
	Intensität	δ	δ^2
1.	0·396	0·027	0·000729
2.	0·357	0·012	144
3.	0·342	0·027	729
4.	0·380	0·011	121
5.	0·369	0·000	000
7.	0·380	0·011	121
7.	0·360	0·009	81
Mittel	0·369		$[\delta^2] = 0·001925.$

Der mittlere Fehler einer Messung ist $\sqrt{\frac{[\delta^2]}{n-1}} = \pm 0·018$ oder 5 Procent des Gesamtwertes der Intensität, der Maximalfehler = 0·027 oder 7 Procent des Gesamtwertes.

b) Meine Beobachtungen mit dem 10er Ton.

Abweichung vom Mittel			
	Intensität	δ	δ^2
1.	0·375	0·004	0·000016
2.	0·381	0·010	100
3.	0·368	0·003	9
4.	0·362	0·009	27
5.	0·359	0·012	144
6.	0·371	0·000	000
7.	0·382	0·011	121
Mittel	0·371		$[\delta^2] = 0·000417$

Der mittlere Fehler einer Messung ist $\sqrt{\frac{[\delta^2]}{n-1}} = 0·008$ oder ± 2 Procent des Gesamtwertes der Intensität, der Maximalfehler = 0·012 oder 3·2 Procent des Gesamtwertes.

Man erkennt aus dem Vergleiche, dass die nach meiner Methode gefundenen Werthe mit einem bedeutend kleineren Fehler behaftet sind, als jene, welche Stelling beobachtete.—

Eine beträchtliche Zahl von Versuchen wurde von mir gemeinschaftlich mit meinen Mitarbeitern zu dem Zwecke durchgeführt, um die Roscoe-Methode mit meinem Verfahren zu vergleichen.

Es wurden mittelst des Pendelapparates Streifen mit abfallender Schwärze erzeugt, und zwar nach dem oben angegebenen Verfahren fixirt und endlich mit möglichster Genauigkeit calibrirt.

Um bei factisch gleichen Intensitäten den Vergleich vornehmen zu können, wurden von zwei Beobachtern (Dr. Figdor und mir) gleichzeitige Bestimmungen an demselben Orte angestellt. Der eine Beobachter bestimmte die Intensität nach meinem Verfahren, der zweite exponirte durch eine bestimmte Zeit das Normalpapier zum Zwecke der Bestimmung nach dem Roscoe'schen Verfahren. Wenn die Expositionsdauer durch längere Zeit währte (z. B. bei 0·04 durch 60"), so wurden mehrere Intensitätsbestimmungen nach meinem Verfahren angestellt und daraus das Mittel berechnet. Es wurde indess darauf gesehen, jeden dieser Doppelversuche bei möglichst constanter Intensität des Lichtes vorzunehmen.

Einige unserer Versuche seien hier angeführt.

A. Bestimmung mit Zuhilfenahme des calibrirten Streifens.

	Intensität	Abweichung vom Mittel δ	δ^2
1.	0·037	0·000	0·000000
2.	0·041	4	16
3.	0·040	3	9
4.	0·035	2	4
5.	0·038	1	1
6.	0·035	2	4
7.	0·034	3	9
8.	0·040	3	9
9.	0·036	1	1
10.	0·034	3	9
Mittel = 0·037			$[\delta^2] = 0·000062.$

Der mittlere Fehler einer Messung ist $= \sqrt{\frac{[\delta^2]}{n-1}} = 0·0026$, beträgt also ± 7 Procent.

B. Bestimmung nach meiner Methode (mit dem Normalton gemessen).

	Intensität	Abweichung vom Mittel δ	δ^2
1.	0·036	0·001	0·000001
2.	38	1	1
3.	39	2	4
4.	36	1	1
5.	36	1	1
6.	40	3	9
7.	36	1	1
8.	30	3	9
9.	35	2	4
10.	34	3	9
Mittel = 0·037			$[\delta^2] = 0·000040.$

Mittlerer Fehler 0·002, oder $\pm 5·4$ Procent.

A. Bestimmung mittelst Zuhilfenahme des calibrirten Streifens.

	Intensität	Abweichung vom Mittel δ	δ^2
1.	0·150	0·003	0·000009
2.	149	2	4
3.	152	5	25
4.	148	1	1
5.	138	9	81
6.	136	11	121
7.	154	7	49
8.	151	4	16
9.	146	1	1
10.	147	0	0
Mittel = 0·147			$[\delta^2] = 0·000307.$

Der mittlere Fehler beträgt ± 4 Procent.

B. Bestimmung mittelst des 10er Tones.

		Abweichung vom Mittel	
	Intensität	δ	δ^2
1.	0.142	0.003	0.000009
2.	138	7	49
3.	148	3	9
4.	139	6	36
5.	149	4	16
6.	150	5	25
7.	143	2	4
8.	146	1	1
9.	148	3	9
10.	147	2	4
Mittel = 0.145		$[\delta^2] = 0.000162.$	

Der mittlere Fehler beträgt ± 2.7 .

3.

A. Bestimmung mit Zuhilfenahme des calibrierten Streifens.

		Abweichung vom Mittel	
	Intensität	δ	δ^2
1.	0.195	0.001	0.000001
2.	200	6	36
3.	190	4	16
4.	188	6	36
5.	189	5	25
6.	200	6	36
7.	195	1	1
Mittel = 0.194		$[\delta^2] = 0.000151.$	

Der mittlere Fehler beträgt ± 2.5 Procent.

B. Bestimmung mittelst des 10er Tones.

		Abweichung vom Mittel	
	Intensität	δ	δ^2
1.	0.198	0.004	0.000016
2.	198	4	16
3.	190	4	16
4.	190	4	16
5.	194	0	0
6.	200	6	36
7.	194	0	0
Mittel = 0.194		$[\delta^2] = 0.000100.$	

Der mittlere Fehler beträgt ± 2 Procent.

Aus den mitgetheilten und anderen von uns angeführten Versuchen ergibt sich, dass bei Ermittlung der chemischen Lichtintensität nach dem gewöhnlichen Verfahren (nach Roscoe oder Stelling) der mittlere Fehler gewöhnlich bis ± 5 Procent steigt, aber in einzelnen Fällen bis auf ± 7 Procent sich erhebt. In Parallelversuchen, welche nach meinem Verfahren durchgeführt wurden, reicht der mittlere Fehler gewöhnlich bis ± 4 Procent, in einzelnen Fällen aber bis $\pm 5-6$ Procent.

Die Ermittlung der mittleren Fehler erfolgte durchaus nach der Methode der kleinsten Quadrate. Dem mittleren Fehler von ± 5 Procent entspricht ein wahrscheinlicher Fehler von ± 2.7 Procent.

Der Vortheil meiner Methode besteht also zunächst in einer etwas grösseren Genauigkeit, ferner aber darin, dass sie nur etwa den fünften bis zehnten Theil der Zeit erfordert, als das übliche Verfahren.

Zweiter Abschnitt.

Wiener Beobachtungen.

Die Wiener Beobachtungen wurden am Dache des Universitätsgebäudes ausgeführt. Der Horizont ist daselbst allerdings nicht frei, aber der sich hiedurch ergebende Fehler kann mit Rücksicht auf die im früheren Capitel geschilderte nicht grosse Genauigkeit der Methode vernachlässigt werden, liess sich übrigens thatsächlich nicht constatiren.¹

Die Beobachtungen wurden anfangs von mir und Herrn Dr. Krasser gemeinschaftlich ausgeführt. Nachdem die oben beschriebene Methode vollkommen ausgebildet war, wurden die Bestimmungen von den Herren Dr. Krasser und Dr. Linsbauer vorgenommen, und nur im Einzelnen noch durch meine Beobachtungen ergänzt.

Die Beobachtungen begannen schon im Winter 1892—93. Da im Laufe der Arbeit die Methode wesentliche Verbesserungen erfuhr, so wurden die mit grösseren Fehlern behafteten Daten der ersten Beobachtungsmonate fallen gelassen.

Die im Nachfolgenden mitgetheilten Wiener Beobachtungen umfassen:

1. Tägliche Mittagsbeobachtungen (Juni 1893 — December 1894), im Nachstehenden vollständig mitgetheilt.
2. Stündliche Beobachtungen an einzelnen ausgewählten Tagen; im Nachfolgenden nur theilweise mitgetheilt.
3. Aufsuchung des täglichen Maximums bei klarem Himmel oder anscheinend gleichbleibender Bedeckung des Himmels.
4. Aufsuchung des Verhältnisses der Intensität des (directen) Sonnenlichtes zum diffusen Tageslichte.

Die in den folgenden Tabellen enthaltenen chemischen Intensitäten des gesammten Tageslichtes sind von Daten begleitet, welche sich auf die Bewölkung des Himmels beziehen, ausgedrückt in Zeichen und Terminis, die in der Meteorologie üblich sind. Für die Art der Bedeckung der Sonne wurden folgende Bezeichnungen gewählt:

- S_0 = Sonne vollständig bedeckt, so dass der Ort, an welchem sie sich befindet, nicht erkennbar ist,
 S_1 = Sonne nur als heller Schein am Himmel sichtbar,
 S_2 = » als Scheibe am Himmel zu sehen,
 S_3 = » nur von leichtem Dunst oder einem zarten Wolkenschleier bedeckt,
 S_4 = » vollkommen unbedeckt erscheinend.

Hin und wieder war mit diesen 5 Zeichen das Auslangen nicht zu treffen; es wurden dann als Zwischenstufen die Bezeichnungen S_{0-1} , S_{1-2} , etc. gewählt.

Die Sonnenhöhe ist in Graden und Minuten, theilweise — angenähert — bloss in Graden ausgedrückt. Als Zeit ist überall mittlere Ortszeit zu verstehen.

¹ Ein deutlicher Unterschied zwischen der chemischen Lichtintensität von Wien (Dach des Universitätsgebäudes) und der weiteren Umgebung von Wien liess sich gleichfalls nicht mit Sicherheit nachweisen. Es wurden an 10 verschiedenen klaren Tagen der Jahre 1893—1896 am Kahlenberge und gleichzeitig in Wien (Mittags) Beobachtungen angestellt, aber es traf sich ebenso oft, dass eine kleine Differenz der Intensität zu Gunsten von Wien als von Kahlenberg sich herausstellte. Einen sicheren Schluss auf das Verhältniss der chemischen Lichtintensität von Wien und Umgebung soll aus diesen wenigen Beobachtungen nicht gezogen werden, denn zur genauen Feststellung dieser Verhältnisse müssten weitaus zahlreichere Versuche angestellt werden.

Erstes Capitel.

Mittagsbeobachtungen.

Datum	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
1893, Juni.				
1. 12 ^h	10 ⁰ –1 grau, Zenith weiss	S ₃	63° 54'	0·250
2.	40–1 cu weiss, sonst weisslichblau	S ₃	64 2	0·750
3.	Gleichmässig weissgrau, darin 4 ¹ cu	S ₂ –3	10	0·500
4.	10 Gleichmässig grau, darin 6 ¹ cu schwarzgrau	S ₂	17	0·333
5.	10 ¹ gleichmässig weisslichgrau, darin 4 ¹ –2 cu	S ₂	23	0·545
6.	10 gleichmässig weisslichgrau, darin 8 ¹ –2 cu	S ₂	29	0·333
7.	10 ¹ gleichmässig grau	S ₀	35	0·250
8.	70–1 cu, sonst weisslichblau	S ₃	41	0·750
9.	60–1 cu weiss, sonst weisslichblau	S ₃	47	0·800
10.	20–1 cu weiss, sonst weisslichblau	S ₃	51	0·666
11.	Das ganze Firmament weisslich verschleiert, darin 2–2 ¹ cu	S ₃	55	0·800
12.	Weiss, 6 ¹ –2 cu, sonst weisslich blau, S hinter Schleier	S ₃	59	0·727
13.	10 ¹ gleichmässig grau, Regen	S ₀	65 3	0·149
14.	3 ¹ cu, sonst weissblau	S ₃	6	0·800
15.	3 ¹ cu, sonst weisslichblau	S ₃	8	0·833
16.	2 ¹ cu, einzelne graue cu, Firmament fast klar blau	S ₃ –4	9	1·118
17.	10 cu weiss, Horizont dunstig	S ₁	11	1·428
18.	≡ 0, einige cu weiss, Firmament etwas dunstig	S ₃ –1	13	1·290
19.	≡ 0, fast azurblau	S ₁	14	1·333
20.	80–1 cu	S ₃	14	1·000
21.	10 ¹ gleichmässig weisslichgrau	S ₀	14	0·286
22.	5 cu ⁰ –2	S ₃	14	0·750
23.	7 fast gleichmässig grau, auch sonst verschleiert	S ₃	13	0·666
24.	10 ⁰ grau	S ₂ –3	12	0·750
25.	10 ¹ grau	S ₂	11	0·462
26.	92 grau, schwere Regentropfen	S ₀	9	0·214
27.	10 gleichmässig grau	S ₀	6	0·250
28.	10 ¹ cu	S ₁	3	1·333
29.	20–1 cu weissglänzend, Zenith klar	S ₁	0	1·379
30.	4 ¹ cu weissglänzend, sonst fast azurblau	S ₁	64 57	1·428
Juli.				
1. 12 ^h	4 ¹ weisslichgrau, sonst verschleiert 0–1	S ₃	64° 53'	0·888
2.	3 ¹ cu glänzendweiss, einige grau, sonst fast azurblau	S ₁	49	1·500
3.	9 ¹ 2 cu grau mit weissen Rändern, sonst weisslichblau	S ₃	44	1·000
4.	≡ 0, allgemeiner Dunstschleier	S ₃	39	1·000
5.	0, fast allgemeiner Dunstschleier	S ₁	33	1·333
6.	– 1, sonst 0·5 Dunst, im übrigen weisslichblau	S ₃ –1	27	1·142
7.	kaum 1, sonst weisslich blau	S ≡ 4	19	1·333
8.	0, das ganze Firmament weisslich blau	S ₁	12	1·379
9.	0, nur einige kleine cu weissgrau	S ₃ –1	5	1·000
10.	Stark dunstig	S ₃	63 58	0·800
11.	Allgemein Dunst, darin 0 9 cu ¹ –2	S ₃	50	1·000
12.	Allgemein weisser Dunst, darin 20–1 cu	S ₃ –1	42	1·250
13.	Allgemein weisser Dunst, darin 20–1 cu	S ₃ –1	33	1·250
14.	10 ¹ grauweiss	S ₀	21	0·300
15.	10 ¹ darin 52 cu	S ₀	15	0·250

Datum	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
16. 12 ^h	70-2 cu weiss und grau, sonst weisslichblau, Horizont grau . .	S ₁	° 5'	1·250
17.	100-1 weissgrau	S ₀	62 54	0·366
18.	100-1 grau	S ₀	44	0·375
19.	7 cu ² grau mit weissen Rändern, sonst fast azurblau	S ₃	33	1·000
20.	0, weissblau	S ₁	22	1·333
21.	7 cu ¹ , sonst dunstig	S ₃	10	1·000
22.	7 weissglänzend, sonst weisslich blau, im Zenith ci Bildung . .	S ₁	61 58	1·333
23.	81-2 cu grauweiss, S durch cu ⁰	S ₃	46	1·143
24.	10-1 weissglänzend, sonst weisslichblau	S ₃₋₁	34	1·143
25.	0, weissblau	S ₁	21	1·250
26.	81-2 cu gelbgrau, dunstig	S ₀	7	0 182
27.	3-41-2 cu weissglänzend	S ₁	60 54	1·250
28.	10 ¹ weisslichgrau, Sonnenscheibe	S ₃	40	0·615
29.	9 cu ² meist schwarzgrau	S ₃	26	1·142
30.	71-2 cu str weissglänzend, wellig, Zenith weiss, sonst azurblau	S ₃₋₁	11	1·250
31.	10 ¹ gleichmässig grauweiss	S ₀₋₁	59 56	0·416
August.				
1. 12 ^h	3-41-2 cu weissglänzend, sonst weisslichazur	S ₁	59° 41'	1·459
2.	1-21-2 cu grau mit weissglänzenden Rändern, sonst weisslich- blau	S ₁	26	1 386
3.	6-71-2 cu weiss, im Zenith ci cu ⁰ weissglänzend	S ₃	10	0·750
4.	≡ 0, einige glänzende cu ¹ , sonst weisslichblau	S ₁	58 54	1·200
5.	3-4 cu glänzend weiss, sonst weisslichblau	S ₁	38	1·459
6.	101-1 cu grau	S ₀	22	0·421
7.	3-41-2 cu weisslich bis weisslichgrau	S ₃₋₁	5	0·880
8.	3 ² cu weissglänzend, fast azurblau	S ₁	57 48	1·420
9.	3 ² cu. Im Zenith graue cu mit weissglänzenden Rändern, weiss- lichazurblau	S ₃₋₁	31	0·900
10.	8-9 cu ² im Übergang zu allgemeiner Bedeckung	S ₃	14	0·777
11.	51-2 cu weissglänzend, im Zenith cu ² und viel blau, sonst weiss- lichazurblau	S ₁	56 56	1·200
12.	1 cu ¹⁻² weissglänzend, sonst fast azurblau	S ₃	38	0·888
13.	≡ 0, theilweise dunstig, fast azurblau	S ₁	20	1·307
14.	5-6 ² cu grau mit weissglänzenden Rändern, Firmament weiss- lichblau	S ₀	2	0·290
15.	71-2 cu grau mit weissglänzenden Rändern, sonst fast azurblau	S ₃	55 43	0·772
16.	0, weisslich azurblau	S ₁	24	1·388
17.	7 ⁰ ci cu und ci str, sonst weisslich blau	S ₃	5	0·769
18.	≡ 10 cu, sonst blauweiss	S ₁	54 45	1·200
19.	40-1 cu grau und weissglänzend, sonst weisslichblau	S ₁	26	1·390
20.	3 ¹ cu, im übrigen verschleiert	S ₃	6	0·666
21.	Wolkig und etwas dunstig	S ₃₋₁	53 46	1·000
22.	1 ¹ str cu, sonst gleichmässiger Schleier	S ₃	26	0·666
23.	≡ 0, weisslichblau	S ₁	6	1·210
24.	4-51-2 cu, sonst fast azurblau	S ₃	52 46	0·815
25.	3 ² cu weissglänzend, sonst dunstig 0·3 fast azurblau	S ₁	25	1·200
26.	5 cu mit weissglänzenden Rändern, sonst weisslichblau	S ₁	4	1·200
27.	10 ¹ grau	S ₀	51 43	0·300
28.	≡ 8 ² cu	S ₁	22	1·494
29.	4 ² cu weiss, sonst weisslichazur, Zenith und S Dunst	S ₃	1	0·625
30.	0, weisslichblau	S ₃	50 39	0·800
31.	41-2 cu weissglänzend, sonst fast azurblau	S ₃₋₁	18	0·875

Datum	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
September.				
1. 12 ^h	2 3 ¹ cu und str am Horizont, sonst weissblau	S ₃₋₁	49° 56'	0·833
2.	6—7 ¹⁻² cu meist weissglänzend, sonst fast azurblau	S ₁	34	1·111
3.	≡ 8 ¹⁻² cu grau, hie und da weissglänzend, sonst fast azurblau, Zenith grau	S ₀	12	0·200
4.	4 ¹⁻² cu mit weissglänzenden Rändern, sonst azurblau	S ₃₋₁	48 50	0·705
5.	3 cu ¹ weissglänzend, sonst weisslichblau	S ₃₋₁	28	0·769
6.	≡ 1, sonst weisslichblau, dunstig	S ₁	6	1·033
7.	9 ¹ cu meist grau	S ₃	47 43	0·333
8.	8—9 ² cu grau mit weissglänzenden Rändern, sonst fast rein azur- blau	S ₃	20	0·666
9.	10 ¹ grau	S ₀	46 57	0·172
10.	5 ¹⁻² cu weissglänzend, aber auch grau, sonst weisslichazurblau	S ₃	35	0·750
11.	3 cu ¹ weissglänzend, sonst fast azurblau	S ₃₋₁	11	0·948
12.	0, weisslichazurblau	S ₃	45 48	0·833
13.	≡ 0, weisslichblau	S ₃	25	0·666
14.	9 gleichmässig grauweiss, Zenith grau und glänzend	S ₁	2	0·375
15.	8 cu und graulichweisser Schleier	S ₃	44 39	0·714
16.	0, ganzes Firmament dunstig	S ₃	16	0·800
17.	0, weisslich azurblau	S ₃	43 52	0·769
18.	8 cu in Übergang zur allgemeinen Bedeckung, meist grau, sonst fast azurblau	S ₃	29	0·533
19.	7 ⁰ cu, sonst grauer Dunst und weisslich blau	S ₀	6	0·154
20.	3 ⁰ ci weiss, sonst weisslichblau	S ₃	42 42	0·888
21.	1 ¹ cu weiss, sonst fast azurblau	S ₁	19	1·000
22.	5 ¹ cu nebst ci ⁰	S ₃	41 55	0·714
23.	≡ 10 ⁻¹ cu weiss, sonst blau	S ₃	31	0·714
24.	3, meist cu weiss, sonst weisslichblau und Dunst	S ₂₋₃	8	0·454
25.	4 ¹⁻² cu, sonst weisslichazurblau	S ₃	40 45	0·641
26.	10 ¹ gleichmässig grau, Regen	S ₀	21	0·171
27.	5 cistr, fast azurblau, Zenith verschleiert	S ₂₋₃	39 58	0·416
28.	10 grau, allgemeine Bedeckung	S ₀	34	0·250
29.	≡ 0, einige cu ⁰ und ci ⁰ weiss, sonst weisslichblau, Horizont dunstig	S ₃	11	0·769
30.	≡ 1, einige kleine cu ⁰⁻¹ weiss, sonst weisslichblau	S ₃	38 57	0·714
October.				
1. 12 ^h	7 ¹ cu, sonst Dunst	S ₂	38° 23'	0·312
2.	—	—	—	—
3.	6 ² cu grau mit weissglänzenden Rändern	S ₃₋₁	37 37	0·620
4.	10 ¹ grau	S ₀	14	0·256
12.	0, dunstig weisslichblau	S ₃₋₁	34 10	0·435
13.	10 ¹⁻² fast gleichmässig grau	S ₀	33 47	0·125
14.	10 ⁰⁻² weissgrau, weissglänzend am Orte der S	S ₁	24	0·285
15.	10 ⁰⁻² grau und weiss	S ₁	2	0·300
16.	5 ⁰⁻¹ cu, sonst weisslichblau	S ₃	32 40	0·555
17.	0—5 ⁰⁻¹ , vorwiegend str grau, dann weisse dünne ci und einige cu	S ₃	18	0·555
18.	9 ¹ grau bis weiss, sonst azurblau	S ₀	31 56	0·222
19.	≡ 10 ² grau	S ₀	34	0·210
20.	≡ 0, weisslichazurblau	S ₃₋₁	12	0·400
21.	10 ¹ grau, Sonnenscheibe	S ₂	30 51	0·362
22.	≡ 10 ⁰ grau	S ₃	30	0·444
23.	10, davon 9 ¹ grau, sonst weiss	S ₀	9	0·187

Datum	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
24.	9 ¹⁻² cu fast durchaus grau	S ₀	29 48	0·184
25.	0, weisslichblau	S ₃₋₁	27	0·435
26.	10 ¹ grau	S ₁	7	0·166
27.	10 ¹ grau	S ₀₋₁	28 45	0·111
28.	≡ 10 ⁰⁻¹ cu weisslich, sonst weisslichblau	S ₃	25	0·380
29.	10 ⁰⁻² weissdunstig	S ₀	5	0·166
30.	0, weisslichblau, leichter Dunst	S ₃	27 45	0·307
31.	10 ¹ grau	S ₀	27	0·107
November.				
1. 12 ^h	10 ¹ grau, Sprühregen	S ₀	27° 8'	0·018
2.	10 ¹⁻² grau, ziemlich gleichmässig	S ₁	26 49	0·154
3.	9 cu ⁰⁻¹ , Himmelflecke azurblau	S ₃	30	0·271
4.	3 cu ⁰⁻¹ , im NO grauer Dunst ² , weisslichblau	S ₃₋₁	11	0·333
5.	10 ¹ grau	S ₀	25 53	0·090
6.	10 ¹ grau, Nebel	S ₀	35	0·037
7.	10 ⁰ weissgrau, Regen	S ₀	17	0·071
8.	10 ¹ grau	S ₁	0	0·121
9.	10 ¹ lichtgrau, darin 9 ¹ cu grau	S ₁	24 43	0·111
10.	10 ⁰⁻¹ weissgrau	S ₁	26	0·142
11.	10 ¹ grau	S ₁	9	0·105
12.	10 ⁰⁻¹ cu, sonst weisslichblau	S ₃	23 54	0·222
13.	fast 0, weisslichblau	S ₃	38	0·228
14.	2 cu meist 0 cistr ⁰⁻¹ weiss, sonst weisslichblau	S ₃	22	0·307
15.	10 ¹⁻² grau	S ₀	7	0·086
16.	10 ¹⁻² grau, stellenweise glänzend weiss	S ₁₋₂	22 52	0·135
17.	10 ¹ grau	S ₀	37	0·071
18.	10 ¹ gleichmässig grau	S ₀	24	0·054
19.	10 ¹ grau	S ₀	10	0·054
20.	9 ¹ grau	S ₀	21 56	0·090
21.	10 ¹ lichtgrau, starker Schneefall	S ₁	43	0·117
22.	10 stellenweise 10 ² , grau	S ₁	30	0·100
23.	10 ¹ grau	S ₁	18	0·111
24.	10 ¹ weissgrau	S ₁	7	0·119
25.	≡ 0, weissblau	S ₃	20 55	0·256
26.	≡ 0, weissblau	S ₂	43	0·147
27.	10 ¹ grau, Regen	S ₀	32	0·041
28.	0, weissblau	S ₂	23	0·166
29.	≡ 1 grosse weisse glänzende ci ⁰ , sonst weissblau	S ₃	13	0·222
30.	0, weissblau	S ₂	20 3	0·147
December.				
1. 12 ^h	10 ⁰⁻¹ grau, Nebel	S ₀	19° 53'	0·054
2.	7 ⁰ ziemlich gleichmässig weissgrau	S ₃	44	0·209
3.	0, weissblau am Horizont und um die S leichter grauer Dunst	S ₁	37	0·102
4.	0? Nebel	S ₀	29	0·031
5.	10, allgemeiner Nebel	S ₀	21	0·007
6.	≡ 10, kleine cu ⁰⁻¹ im Übergange zur allgemeinen Bedeckung	S ₂	14	0·090
7.	9 ⁰ cu weiss und gehäuft, Dunst	S ₂	7	0·123
8.	10 ¹ grau	S ₀	2	0·034
9.	10 ¹⁻² grau	S ₀	18 56	0·074
10.	9 ⁰⁻¹ cu grau	S ₂	51	0·102
11.	10 ¹ gleichmässig grau	S ₀	46	0·030

Datum	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
12.	8 ⁰⁻¹ weissgraue dünne Wolkenbildungen von unausgesprochenem Charakter	S ₂₋₃	18° 41	0·104
13.	10 ¹ gleichmässig grau	S ₀	37	0·016
14.	10 ⁰⁻¹ gleichmässig grau	S ₀	34	0·016
15.	9 ¹⁻² cu grau, S zwischen glänzendem Gewölk	S ₃	31	0·156
16.	≡ 10 ¹ grau, stellenweise zerrissene Wolkendecke, S hinter Dunst, weisslicher Dunst	S ₃	29	0·169
17.	8 ⁰⁻¹ cu weissglänzend und grau, sonst weisslichblau, im Zenith ci	S ₃	27	0·156
18.	10 ¹⁻² weisslichgrau	S ₀	25	0·063
19.	≡ 10 ¹⁻² grau	S ₁	24	0·083
20.	10 ⁰⁻¹ weisslichgrau	S ₁	23	0·081
21.	10 ¹ grau	S ₁	23	0·128
22.	10 ¹ grau	S ₁	23	0·098
23.	10 ¹ gleichmässig grau	S ₀	24	0·050
24.	10 ¹ grau	S ₁	25	0·090
25.	10 ¹ grau, Nebel	S ₀	26	0·012
26.	10 ¹ grau	S ₁	28	0·090
27.	9 ¹⁻² (im Zenith ⁰) cu weiss, am Horizont grau, S zwischen leichten glänzenden Wolken	S ₃	31	0·192
28.	8, wovon 6 ² cu grau, darüber 2 ⁰ ci weiss	S ₂	34	0·076
29.	8 ¹⁻² cu weissgrau mit glänzenden Rändern	S ₂	37	0·111
30.	1 ⁰⁻¹ cu weiss, sonst weissblau und verschleiert	S ₂	41	0·093
31.	≡ 1 ⁰ dünne weisse ci, S zwischen leichtem Gewölk	S ₃	18 46	0·125
1894, Jänner.				
1. 12 ^h	—	—	—	—
2.	10 ⁰⁻¹ weissgrau	S ₀	19°	0·050
3.	≡ 1 cu weissblau	S ₂		0·142
4.	10 ⁰⁻¹ weisslichgrau	S ₀		0·047
5.	8 ⁰⁻¹ weisslichgrau	S ₀		0·071
6.	10 ⁰⁻¹ weisslichgrau	S ₀		0·055
7.	—	—	—	—
8.	10 ¹⁻² cu grau	S ₀		0·052
9.	≡ 1 ⁰ cu weiss, weissblau	S ₂		0·135
10.	10 ⁰ weisslichgrau	S ₀	20	0·041
11.	10 ¹⁻⁰ weisslichgrau	S ₀₋₁		0·038
12.	0, weissblau	S ₃		0·151
13.	10 ¹ gleichmässig grau	S ₀		0·026
14.	4 ⁰ cu weissblau	S ₂		0·142
15.	10 ⁰ sehr dünne weisse und graue Nebelscheiben, S als matte rötliche Scheibe	S ₂		0·066
16.	10 ⁰ allgemein Nebel	S ₀		0·029
17.	10 ¹ gleichmässig grau	S ₀	21	0·032
18.	10 ⁰ neblig	S ₀		0·028
19.	10 ⁰⁻¹ weissgrau — grau, stellenweis bläulich durchscheinend	S ₁		0·067
20.	0, schwacher Nebel, Zenith etwas klarer	S ₁		0·045
21.	9 ⁰	S ₂	22	0·100
22.	0, allgemein Dunst	S ₂		0·074
23.	0, allgemein Nebel	S ₂		0·065
24.	10 ¹ grau	S ₂		0·117
25.	10 ⁰⁻¹ grau und graublau	S ₀	23	0·022
26.	5 ⁰⁻¹ weisse und graue cu unter weissem ci ⁰ , weisslichblau	S ₃		0·208
27.	1 ⁰⁻¹ cu weiss, sonst weisslichblau	S ₃		0·192
28.	0, allgemein Dunst	S ₃		0·147
29.	≡ 10 ¹ gleichmässig grau	S ₂	24	0·128
30.	≡ 0, weisslichazurblau	S ₃		0·161
31.	0, weisslichblau	S ₃		0·156

Datum	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
Februar.				
1. 12 ^h	10 ¹ weissgrau bis grau	S ₀		0·090
2.	10 ¹ gleichmässig grau	S ₀	25°	0·095
3.	9 ¹ grau	S ₀		0·099
4.		—	—	—
5.	10 ¹ lichtgrau, etwas Regen	S ₀	26	0·103
6.	9 ¹⁻² cu grau	S ₂₋₃		0·181
7.	10 ¹ gleichmässig grau	S ₀		0·080
8.	7 ¹ cu grau	S ₂	27	0·147
9.	2 meist cu ⁰⁻² , sonst weisslichblau	S ₃		0·294
10.	3 unter weissen ci ⁰ ziehen weisslichgraue cu ¹⁻² , sonst weisslichblau	S ₃		0·303
11.	6-7 cu ¹ , im Zenith in ci übergehend, fast durchaus weiss, nur im Zenith grau	S ₂	28	0·133
12.	≡ 2 cu weiss, sonst rein	S ₃		0·285
13.	10 ¹⁻² cu grau, im Zenith heller	S ₀		0·101
14.	11-2 cu grau, sonst weissblau	S ₃	29°	0·285
15.	5 ⁰ cu weiss, sonst weisser dünner Wolkenschleier	S ₃		0·270
16.	10-1 cu weiss, sonst weisslichblau	S ₃		0·200
17.	9 ¹ fast gleichmässig grau	S ₀	30	0·100
18.	≡ 10 ¹ cu weisslich	S ₂		0·161
19.	2 ¹ cu weisslich, sonst weisslichbläulich	S ₃		0·263
20.	0, Horizont dunstig, weisslichblau	S ₃	31	0·214
21.	0, weisslichblau	S ₃		0·204
22.	0, allgemein weisser Dunst	S ₃		0·250
23.	0, allgemein Dunst	S ₃	32	0·208
24.	0, allgemein weisslicher Dunst, Horizont graudunstig	S ₃		0·256
25.	9 ¹⁻² cu grau	S ₃	33	0·322
26.	10 ¹ weissgrau, glänzende Flecke	S ₁		0·104
27.	10 ⁰ weissgrau, glänzende Flecke	S ₁		0·178
28.	4 ¹ cu weissglänzend, sonst weisslich azurblau	S ₃	34	0·214
März.				
1. 12 ^h	10 ¹ ziemlich gleichmässige Wolkendecke	S ₀		0·066
2.	0, weisslichblau	S ₃		0·272
3.	Allgemein Dunst, graublau	S ₂	35°	0·117
4.	9 ⁰ cu klein weiss; weissblau S durch leichtes Gewölk	S ₃		0·252
5.	10 ¹⁻² cu grau	S ₂		0·117
6.	≡ 0, weisslichblau	S ₃	36	0·370
7.	11-2 cu weiss, weisslichblau	S ₃		0·370
8.	10 ¹ grau, Graupen	S ₀	37	0·055
9.	9 ⁰ cu weisslichgrau und allgemein Dunst	S ₃		0·222
10.	10 ¹ gleichmässig gelblichgrauer schwacher Nebel	S ₀		0·051
11.	—	—	38	—
12.	≡ 10 ¹ gleichmässig weisslichgrau	S ₂		0·196
13.	1 ⁰ weisslich str am Horizont, sonst weisslichblau	S ₃	39	0·476
14.	8 ⁰⁻¹ cu weiss, sonst weissblau	S ₃		0·272
15.	10 ¹ weissgrau	S ₀	40	0·085
16.	10 ¹⁻² grau	S ₀		0·090
17.	10 ¹ grau	S ₀		0·089
18.	10 ¹ weissgrau, sehr leichte Schneelocken	S ₀	41	0·095
19.	—	—		—
20.	≡ 1 ⁰⁻¹ , einige cu, weisslichblau	S ₃	42	0·434
21.	8 ¹⁻² cu weiss, theilweise glänzend	S ₃		0·416

Datum	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
22.	10 ¹ grau	S ₀₋₁		0·136
23.	≡ 10 ¹⁻² cu theilweise weissglänzend	S ₂	43	0·200
24.	6 ² cu weisslichgrau mit glänzenden Rändern, sonst weisslichblau	S ₃₋₁		0·625
25.	4 ¹ cu graulichweiss bis weissglänzend, sonst weisslichblau, Zenith weisslich azurblau	S ₃	44	0·666
26.	10 ¹ weisslichgrau bis grau	S ₂		0·200
27.	8 ¹ cu weiss, sonst blau	S ₃		0·500
28.	6 ⁰⁻¹ cu ¹ klein weiss und cistr ⁰ , weissblau	S ₃₋₁	45	0·727
29.	0, allgemein schwacher Dunst	S ₃		0·588
30.	≡ 0, allgemein schwacher Dunst	S ₃		0·545
31.	0, weisslichblau	S ₃	46	0·555
April.				
1. 12 ^h	0, weissblau, etwas dunstig	S ₃		0·625
2.	Allgemein grauer Dunst, 6 ⁰ ci cu	S ₂₋₃	47°	0·263
3.	3 ⁰ sehr dünne weisse ci, allgemein schwacher Dunst	S ₃₋₁		0·714
4.	0, einige kleine weisse cu mit glänzenden Rändern, sonst weisslichblau	S ₃₋₁		0·714
5.	2 ¹⁻² cu dick, weiss mit glänzenden Rändern, weisslichblau	S ₃	48	0·500
6.	10 ⁰ weisser Dunstschleier, Zenith weisslichblau	S ₃		0·500
7.	0, weisslichblau	S ₃		0·625
8.	0, gleichmässig weisslichblau	S ₃	49	0·833
9.	0, einige kleine weisse cu, sonst weisslichblau	S ₃		0·571
10.	≡ 0, einige weisse ci ⁰ , sonst weisslichblau	S ₃₋₁	50	0·999
11.	≡ 0, einige kleine weisse cu ⁰ , sonst weisslichblau	S ₃		0·769
12.	1 ⁰ , sehr dünne weisse ci im Übergang zu allgemeinem Dunst, einige kleine cu, weisslich bis weissblau	S ₃		0·606
13.	Fast 0, weissblau, Horizont dunstig	S ₃	51	0·714
14.	2 ¹⁻² cu grau mit weissglänzenden Rändern, weisslichblau	S ₃₋₁		0·833
15.	≡ 0, allgemein schwacher Dunst, einige weisslichgraue cu, weissblau	S ₃		0·576
16.	4 ¹⁻² meist grosse weissgraue cu mit glänzenden Rändern, sonst weissblau, besonders am Horizont dunstig	S ₃₋₁	52	0·999
17.	10 ¹ lichtgraue Wolkendecke zum Theile mit cu	S ₃		0·516
18.	7 ¹⁻² weisse cu, sonst weissblau, Zenith frei von Wolken	S ₃		0·833
19.	≡ 1 ⁰⁻¹ , einige weisse cu ¹ , am Horizont weisslich str ⁰ , sonst weisslichblau	S ₃	53	0·769
20.	1 ¹ cu weiss, sonst weisslichblau	S ₃		0·714
21.	10 ¹ weissgrau, darin 5 ¹ cu grau	S ₀	54	0·164
22.	10 ¹ grauweiss	S ₁		0·222
23.	8 ¹⁻² grosse zusammenhängende cu grau, theilweise mit glänzenden Rändern, sonst weisslichblau, Horizont dunstig	S ₁		0·277
24.	7 ¹⁻² cu, sonst weissblau, stellenweise graudunstig	S ₁		0·333
25.	3 ¹⁻² cu weiss mit glänzenden Rändern, sonst weisslichblau	S ₃	55	0·769
26.	kaum 1 ⁰⁻¹ kleine weisse cu mit glänzenden Rändern, sonst weissblau	S ₃		0·769
27.	≡ 0, einige weisse ci ⁰ , sonst weissblau	S ₃		0·800
28.	10 ¹ ziemlich gleichmässig weissgrau, im Zenith sehr hell	S ₁₋₂	56	0·263
29.	10 ¹ schwacher Regen	S ₁		0·238
30.	10 ¹ ziemlich gleichmässig grau, schwacher Regen	S ₁		0·250
Mai.				
1.	10 ¹ , weissgrau, gleichmässig	S ₀	57°	0·222
2.	6 ¹⁻² , weisslichazurblau	S ₁		0·999
3.				

Datum	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
4.	7 ⁰⁻¹ cu weiss mit glänzenden Rändern	S ₃	58	0 625
5.	6 ¹ weissgraue cu, weisslichazurblau	S ₃		0 819
6.	≡ 0, allgemein weisser Dunst	S ₃		0 606
7.	—	—		—
16.	3 ² cu weiss mit glänzenden Rändern, azurblau	S ₃₋₄	61	0 900
17.	9 ¹⁻² cu weissgrau, weisslichblau, im Zenith ein grosser grauer cu	S ₁		0 322
18.	8 ² cu meist grau mit glänzenden Rändern; im Zenith grosser grauer cu, weisslichblau	S ₀		0 285
19.	—	—	62	—
20.	≡ 1 ⁰ cu weiss, sonst weisslichblau	S ₃₋₄		1 111
21.	8 ⁰⁻¹ cu weiss, darunter 5 ci; weisslichblau	S ₃		0 833
22.	7 cu 2 ⁰⁻⁰ , sonst weisslichblau, Zenith dunstig, cu meist weiss und glänzend	S ₃		0 875
23.	—	—	63	—
24.	10	—		—
25.	3 ¹ cu, sonst grauer Dunst	S ₃		0 777
26.	4 ⁰ weiss str. u. ci, weisslichblau	S ₃₋₄		1 111
27.	—	—	—	—
28.	8 ¹⁻² cu ² gross grau mit glänzenden Rändern, sonst weisslich-azurblau	S ₂		0 333
29.	6 ¹ cu weiss, sonst weisslichblau	S ₃		0 900
30.	4 ¹ cu weissgrau, sonst weisslichblau	S ₃		0 933
31.	1 ⁰ cu klein weiss und ci str, sonst weisslichblau	S ₃		0 933
Juni.				
1. 12 ^h	—	—	64°	—
2.	≡ 10 ¹⁻² weisser Dunst	S ₂		0 476
3.	—	—		—
4.	9 ² cu gross grau mit hellglänzenden Rändern, weisslichblau . .	S ₃₋₄	—	1 000
5.	1 ¹ cu weiss und str, weisslichblau	S ₃₋₄		0 999
6.	9 ¹ gleichmässig grau, im Zenith weisser Dunst, glänzende Wolkenränder	S ₃		0 564
7.	1 ⁰ grau glänzende Stellen	S ₀	—	0 200
8.	5 ¹⁻² cu weisslichgrau mit glänzenden Rändern, sonst weisslich-azur	S ₁		1 211
9.	—	—		—
10.	10 ⁰⁻¹ allgemein weisser bis grauer Dunst und weissliche cu . .	S ₂	—	0 426
11.	—	—		—
12.	7 ² cu gross grau mit glänzenden Rändern, weisslichazurblau . .	S ₂		0 485
13.	10 ¹ graue Wolkendecke, Regen	S ₀	65	0 357
14.	9 ¹ cu grau mit weissglänzenden Rändern, weissblau	S ₂		0 555
15.	10 ¹ fast gleichmässig weisslichgrau	S ₁		0 416
16.	5 ⁰⁻² cu 2 mit glänzenden Rändern und ci ⁰ und cu str, weissblau .	S ₃₋₄	—	0 983
17.	—	—		—
18.	3 ¹⁻² cu weissgrau mit glänzenden Rändern, weisser Dunst . . .	S ₃		0 888
19.	10 ¹ Regen	S ₀	65	0 121
20.	9 ⁰ grauer Dunst, weissblau	S ₂₋₃		0 666
21.	10 ¹ grau schwacher Regen	S ₀		0 222
22.	1 ¹ weisslich cu, weisslichblau	S ₃₋₄	—	0 857
23.	≡ 0, einige kleine weisse cu ⁰ , allgemein schwacher Dunst, S durch leichte Dunstwolken	S ₃		0 857
24.	—	—	—	—
25.	9 ¹ cu grau, sonst weisser Dunst	S ₁		0 384
26.	10 ¹ grau	S ₀		0 266
27.	9 ¹⁻² cu grau mit theilweise weissen Rändern	S ₁		0 384

Datum	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
28.	6 ¹⁻² cu weisslich, theilweise mit glänzenden Rändern, weisslich-blau	S ₁		1·266
29.	6 ¹⁻² graue und weissliche cu mit glänzenden Rändern, sonst weisslichblau, im Zenith ein grosser cu ² grau	S ₀	65	0·333
30.	—			
Juli.				
1. 12 ^h	—			
2.	7 ² cu grau mit weissen Rändern, weisser Dunst	S ₃₋₁	64° 50'	0·909
3.	≡ 1 ¹ cu klein weiss, weisser Dunst ¹	S ₃₋₁		1·200
4.	5 ⁰ cu klein weiss, sonst weissblau	S ₃		1·090
5.	8 ⁰⁻¹ ziemlich gleichmässig grau, sonst weissblau	S ₃		0·833
6.	—			
7.	1 ² cu graulich mit weissen Rändern, weisslichblau	S ₃₋₁		1·200
8.	—			
9.	5 ¹⁻² cu weisslichgrau mit glänzenden Rändern, weisslichblau	S ₃₋₁	64	1·276
10.	7 cu ⁰ und ci cu ⁰ weissblau	S ₂₋₃		0·750
11.	≡ 10 ¹ cu weisslich bis grau	S ₁		0·450
12.	3 ⁰ cu ci über das ganze Firmament zerstreut, glänzend, sonst weisslichazurblau	S ₃₋₁		1·200
13.	1 ⁰ cu und ci cu, sonst grauer Dunst	S ₂₋₃		0·666
14.	0, weisslichblau	S ₃₋₁	63 25	1·200
August.				
11. 12 ^h	10 ¹ ziemlich hellgrau, Regen	S ₀	57°	0·078
12.	—			
13.	10 ¹ ziemlich gleichmässig grau	S ₀		0·192
14.	3 ¹⁻² cu weissgrau mit glänzenden Rändern, weisslichblau	S ₃	56	1·200
15.	5 ¹ cu weiss bis grau, sonst weissblau, Horizont graudunstig	S ₃		0·955
16.	Allgemein weisser Dunst und einige weisse kleine cu ⁰	S ₃		0·857
17.	10 ¹ ziemlich gleichmässig grau, im Zenith weiss	S ₂	55	0·688
18.	9 ¹⁻² cu grau mit weissen Rändern, sonst dunstig	S ₃₋₁		1·300
31.	0, weisser Dunst	S ₃		0·923
October.				
1. 12 ^h	10 ¹ Regen	S ₀		0·074
2.	10 ⁰ stellenweise zerissen	S ₁	38°	0·259
3.	10 ¹ graulichweiss	S ₀		0·166
4.	10 ¹ hellgrau, mässiger Regen	S ₀	37	0·161
5.	10 ¹ starker Regen	S ₀		0·077
6.	10 ⁰ lichtgrau	S ₀		0·110
7.	10 ¹ weisslichgrau, Horizont neblig	S ₀	36	0·083
8.	10 ⁰⁻¹ allgemeine Bewölkung im Übergange zur cu-Bildung, grauer Dunst und 3 cu ¹ weiss	S ₃		0·444
9.	10 ¹ grau, im Zenith heller	S ₁	35	0·263
10.	6 ¹⁻² cu weiss und grau mit glänzenden Rändern, weissblau	S ₃₋₁		0·666
11.	≡ 0, einige kleine weisse cu ⁰⁻¹ , sonst weissblau. S durch leichten weissen Dunst	S ₃		0·400
12.	10 ¹ grau	S ₀	34	0·166
13.	10 ¹ grau	S ₁		0·256
14.	3 ⁰⁻¹ cu weiss und ci cu, Horizont grau, weissblau	S ₂	33	0·322
15.	10 ¹ gleichmässig grau	S ₀		0 147

Datum	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
16.	3 ¹ cu grau mit glänzenden Rändern, weisslichblau	S ₃₋₄		0·625
17.	9 ¹⁻² cu grau mit weissen Rändern und einige weisse str, weisslichblau	S ₂		0·270
18.	≡ 0, weissblau, Horizont graudunstig	S ₃	32	0·357
19.	3 cu ⁰⁻¹ weiss, sonst weisslichblau	S ₃		0·555
20.	10 ¹ gleichmässig grau,	S ₀		0·150
21.	fast 10 ⁰ weisse und graue cistr. einzelne cu ¹	S ₂	31	0·291
22.	10 ¹ grau und dunstig	S ₀		0·102
23.	3 ¹ cu weiss	S ₃₋₄		0·666
24.	10 ¹ grau	S ₀	30	0·116
25.	—			
26.	≡ 0, am Horizont str ⁰ weiss, blau	S ₃₋₄	29	0·428
27.	10 ¹⁻⁰ grau	S ₁		0·125
28.	10 ⁻¹ kleine weisse cu, sonst durch weisse ci ⁰ weissblau	S ₃		0·428
29.	5 ⁰⁻¹ cu weiss und grau mit glänzenden Rändern, Zenith klar,	S ₃	28	0·500
30.	10 ⁰ allgemein grauer Dunst	S ₃		0·317
31.	—			
November.				
1. 12 ^h	3 ⁰⁻² cu weiss, sonst weissblau	S ₃	27°	0·277
2.	0, weissblau	S ₃₋₁		0·416
3.	Allgemein weisser Dunst ⁰ ; Horizont grau, darinnen 2 ⁰ cu	S ₃		0·217
4.	≡ 10 ⁰⁻¹ , grauer Dunst, besonders am Horizont mit weissgrauen Wolken, Übergang zur cu-Bildung	S ₁	26	0·142
5.	10 ⁻¹ weissgrau	S ₁		0·192
6.	10 ¹ grau	S ₀		0·098
7.	0 ¹ weissblau, Horizont dunstig	S ₃₋₄		0·350
8.	≡ 0, einige weisse ci ⁰ , weissblau	S ₃₋₄	25	0·365
9.	10 ¹ grau, Regen ⁰	S ₀		0·060
10.	≡ 10 ⁰ ci weiss	S ₃		0·208
11.	≡ 10 ¹ weisslichgrau	S ₀	24	0·090
12.	≡ 10 ⁰⁻¹ , grau	S ₁		0·126
13.	10 ⁰⁻¹ grau	S ₀		0·098
14.	≡ 10 ⁰⁻¹ grau	S ₁		0·161
15.	weissblau	S ₃	23	0·303
16.	weissblau, einige kleine ci ⁰ , weiss	S ₃		0·333
17.	10 ¹ weissgrauer Nebel	S ₀		0·009
18.	weissblau, einige cu ⁰ weiss, dazwischen die S	S ₂		0·161
19.	10 ¹ weisslichgrau, Nebel	S ₀		0·066
20.	10 ¹ cu grau	S ₀	22	0·086
21.	10 ¹ grau	S ₁		0·142
22.	≡ 10 ¹ grau	S ₁		0·101
23.	10 ¹ grau, einige glänzende Flecke	S ₁		0·102
24.	≡ 10 ¹ grau	S ₁	21	0·117
25.	10 ¹ weissgrau, leichter Schnee	S ₀₋₁		0·089
26.	7 ⁰ ci weiss, cu ⁰ weiss	S ₃		0·187
27.	10 ¹ grau	S ₀		0·064
28.	10 ¹ grau	S ₀		0·040
29.	10 ¹⁻² grau	S ₀	20	0·038
30.	10 ¹ grau, leichter Schnee	S ₀₋₁		0·080
December.				
1. 12 ^h	10 ¹ hellgrau	S ₀	20°	0·076
2.	0, weisslichblau, Horizont graudunstig	S ₂		0·181
3.	10 ⁻¹ weisse cu und ci, weisslichblau, Horizont dunstig	S ₂		0·129

Datum	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
4.	10 ¹ gleichmässig grau	S ₀	19	0·090
5.	10 ¹ gleichmässig grau	S ₀		0·062
6.	10 ¹ gleichmässig grau. Nebel	S ₀		0·010
7.	≡ 10 ⁰⁻¹	S ₀		0·061
8.	10 ⁰ weissgrau	S ₀		0·090
9.	schön, wenig Gewölk	S ₃		0·333
10.	10 ⁰ weissgrau, einzelne blaue Flecke	S ₁		0·100
11.	kaum 1 ⁰ str und ci str, weissblau. Zenith frei	S ₂		0·142
12.	10 ¹ gleichmässig grau	S ₀		0·031
13.	≡ 0, einige kleine weisse ci ⁰ , weissblau	S ₂		0·131
14.	≡ 10 ¹⁻² grau	S ₀	18 23'	0·071
15.	10 ¹ grau, Zenith weissgrau	S ₀		0·083
16.	10 ⁰ leuchtend weissgrau, kalter Sprühregen	S ₀		0·090
17.	8 ¹ cu weissgrau mit weissen Rändern	S ₃		0·238
18.	≡ 10 ⁰⁻¹ cu weiss, zahlreiche blaue Flecke, Horizont dunstig	S ₂		0·128
19.	10 ¹ gleichmässig grau, leichter Schneefall	S ₀		0·037
20.	10 ¹ gleichmässig grau, leichter Nebel	S ₀		0·030
21.	10 ¹ gleichmässig grau, leichter Nebel	S ₀		0·036

Zusammenfassung der Mittagsbeobachtungen.

1893				1894			
Monat	Zahl der Beobachtungen	Maximum	Mittel	Monat	Zahl der Beobachtungen	Maximum	Mittel
Jänner	—	—	—	Jänner	29	0·208	0·085
Februar	—	—	—	Februar	27	0·322	0·189
März	—	—	—	März	29	0·727	0·302
April	—	—	—	April	30	0·999	0·585
Mai	—	—	—	Mai	18	1·111	0·635
Juni	30	1·428	0·740	Juni	23	1·266	0·621
Juli	31	1·500	0·983	Juli	11	1·276	0·979
August	31	1·459	0·952	August	8	1·300	0·744
September	30	1·411	0·643	September	—	—	—
October	23	0·625	0·296	October	29	0·666	0·290
November	30	0·333	0·137	November	30	0·416	0·154
December	31	0·209	0·090	December	21	0·333	0·102

Die grösste Mittagsintensität innerhalb dieser 19monatlichen Periode betrug 1·500 (2. Juli 1893). Die geringsten Mittagsintensitäten (0·007 und 0·009) wurden am 5. December 1893 und am 17. November 1894 beobachtet. An beiden Tagen herrschte zu Mittag Nebel.

Die geringste Mittagsintensität verhält sich innerhalb der genannten Zeit zur grössten wie 1:214.

Für einzelne Jahresabschnitte ergaben sich folgende Durchschnittswerthe:

Juli—December 1893	0·516	} Mittel: 0·500.
» » 1894	0·485	
März—April 1893	—	} — 0·413.
» » 1894	0·443	

September—October 1893	0·469	} Mittel: 0·467.
» » 1894	0·466 ¹	
Mai—Juni 1893	0·687 ²	} Mittel: 0·657.
» » 1894	0·628	
Juli—August 1893	0·967	} Mittel: 0·914.
» » 1894	0·861	
Jänner—Juni 1894	0·402	
Juli—December 1894	0·485 ¹	

Nach dieser Berechnung hat also zur Mittagszeit:

1. Die erste Jahreshälfte eine geringere chemische Helligkeit als die zweite,
2. die erste Sommerhälfte desgleichen, und hat
3. die Frühlingsperiode eine geringere chemische Lichtintensität als die Herbstperiode.

Es kann nicht übersehen werden, dass in allen genannten Perioden die grössere chemische Helligkeit auf das Jahr 1893 fällt, eine Thatsache, welche im Schlusscapitel noch näher erörtert werden soll.

Es folgt hier eine Zusammenstellung der Lichtintensitäten für jene Mittage, an welchen entweder Regen oder Schnee fiel, oder an welchen Nebel herrschte.

a) Regen.

		Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
1893.	13. Juni, schwacher Regen	10 ¹	S ₀	65°	0·149
	26. » es fielen schwere Regentropfen, aber nicht reichlich ²	9 ²	S ₀	65°	0·214
	26. September, mässiger Regen	10	S ₀	40°	0·171
	1. November, Sprühregen	10 ¹	S ₀	27°	0·018
	27. » mässiger Regen	10 ¹	S ₀	20°	0·041
1894.	5. Februar, schwacher Regen	10 ¹	S ₀	26°	0·103
	29. April, schwacher Regen	10 ¹	S ₁	56°	0·238
	30. » » »	10 ¹	S ₁	56°	0·250
	13. Juni » »	10 ¹	S ₀	65°	0·357
	21. » » »	10 ¹	S ₀	65°	0·222
	11. August, Regen	10 ¹	S ₀	57°	0·078
	1. October »	10 ¹	S ₀	38°	0·074
	4. » mässiger Regen	10 ¹	S ₀	37°	0·161
	5. » starker Regen	10 ¹	S ₀	37°	0·077
	9. November, schwacher Regen	10 ¹	S ₀	25°	0·060
	16. December, Sprühregen	10 ¹	S ₀	19°	0·090

b) Schnee.

	Datum und Schneemenge	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
1893.	21. November, starker Schneefall	10 ¹	S ₁	22°	0·117
1894.	18 März, schwacher Schneefall	10 ¹	S ₀	41°	0·095
	25. November, schwacher Schneefall	10 ¹	S ₀₋₁	21°	0·089
	19. December » »	10 ¹	S ₀	18°	0·037

¹ Im September 1894 wurden keine Beobachtungen angestellt, es wurde das Septemberrmittel vom Jahre 1893 eingestellt.

² Im Mai 1893 wurden keine Beobachtungen angestellt, es wurde das Maimittel vom Jahre 1894 eingestellt.

c) Nebel.

	Datum	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
1893.	6. November	10 ¹	S ₀	25°	0·037
	1. December	10 ⁰⁻¹	S ₀	20°	0·054
	4. »	0?	S ₀	19°	0·031
	5. »	10 ¹	S ₀	19°	0·007
	25. »	10 ¹	S ₀	18°	0·012
1894.	16. Jänner	10°	S ₀	21°	0·029
	10. März	10 ¹	S ₀	28°	0·051
	17. November	10 ¹	S ₀	23°	0·009
	6. December	10 ¹	S ₀	20°	0·010
	20. »	10 ¹	S ₀	18°	0·030
	21. »	10 ¹	S ₀	18°	0·036

Zweites Capitel.

Ganztägige und mehrstündige Beobachtungen.

Um den täglichen Gang der chemischen Lichtintensität kennen zu lernen, wurden in den Jahren 1893—1894 zahlreiche Messungen, und zwar an Tagen vorgenommen, welche entweder klar oder gleichmässig trüb waren.

Die Auswahl der Tage macht wegen der im Ganzen doch fortwährenden Änderung des Wetters nicht geringe Schwierigkeiten und sehr häufig mussten die begonnenen Untersuchungen unterbrochen werden, weil der Fortgang der Witterung den für den Versuch gestellten Forderungen nicht entsprach. Völlig klare Tage bilden, wie die nachfolgende Zusammenstellung lehrt, bei uns überhaupt eine seltene Ausnahme, so dass die oben genannten »klaren« Tage eigentlich doch nur Tage mit relativ geringer Trübung waren.

Es folgen hier einige Beobachtungsreihen aus der Zeit vom Mai 1893 bis Mai 1894.

Stunde	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
25. Mai 1893.				
5 ^h a. m.	6 ⁰⁻¹ im Osten verhältnissmässig klar	S ₀	6° 36'	0·065
6	8 ¹⁻² cu weiss, im SW eine lange Bank von sehr dunklem cu str.	S ₀	16 0	0·101
7	10 ¹⁻² weiss bis grau	S ₀	25 54	0·166
8	10 ¹ vorwiegend grau, nur einige kleine blaue Stellen, ziemlich gleichmässige Bewölkung str	S ₀	35 51	0·187
9	10 ¹ ziemlich gleichmässig grau	S ₀	45 30	0·230
10	9 ⁰⁻¹ weisslichgrau, ziemlich gleichmässig mit Neigung zur cu-Bildung	S ₂	54 10	0·526
11	10 ¹ ziemlich gleichmässig weissgrau	S ₂	60 29	0·600
12	Wie um 11 ^h	S ₂	62 49	0·666
1 ^h p. m.	—	—	(59 58)	—
2	10 ¹⁻² gleichmässig grau	S ₁₋₂	53 16	0·535
3	10 ¹⁻² gleichmässig grau	S ₀	44 34	0·076
4	10 ⁰⁻¹ gleichmässig grau mit eingestreuten weissen Flecken . . .	S ₀	34 51	0·058
5	10 ⁰⁻¹ gleichmässig grau. Horizont weiss, feiner Sprühregen . . .	S ₀	24 55	0·066
6	10 ⁰⁻¹ gleichmässig grau, feiner Regen	S ₀	15 3	0·022
7	wie um 6 ^h	—	5 40	0·005

Stunde	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
13. Juni.				
7 ^h a. m.	10 ¹ gleichmässig grau, Regen	S ₀	26° 56'	0·058
8	10 ¹ „ „ starker Regen	S ₀	36 55	0·065
9	10 ¹ „ „ „ „	S ₀	46 40	0·181
10	10 ¹ „ „ „ „	S ₀	55 22	0 109
11	10 ¹ „ „ „ „	S ₀	62 21	0·185
12	10 ¹ „ „ „ „	S ₀	68 3	0·149
1 ^h p. m.	10 ¹ „ „ Regen	S ₀	62 19	0·106
2	10 ¹ „ „ etwas Regen	S ₀	55 33	0·208
3	10 ¹ „ „ Zenith weiss, Regentropfen	S ₀	46 37	0·200
4	10 ¹ grauweiss, Zenith weiss	S ₁	36 53	0·210
5	10 ¹ glänzender weiss als um 4 ^h , sonst wie um 4 ^h	S ₁	26 54	0·147
6	10 ⁰⁻² im Norden viel weiss, sonst grau, SW schwere Wolken	S ₁	17 7	0·034
7	≡ 10 ¹⁻² schwarze Wolken, dazwischen glänzend weisse Wölkchen; Abendröthe		7 49	0·05.
Kurz nach der Beobachtung Gussregen!				
17. Juni.				
6 ^h a. m.	0, Horizont und Firmament dunstig	S ₃	17° 14'	0·176
7	0, leichter Dunst, Zenith fast vollständig klar	S ₃	27 2	0·285
8	0, Horizont fast rein, sonst leichter Dunst und Zenith klar	S ₃	37 0	0·800
9	0, Horizont etwas graudunstig, sonst fast klar	S ₃₋₁	46 46	1·052
10 45 ^m	0, Horizont wie um 9 ^h , einige kleine cu ⁰ weiss und ci	S ₃₋₁	61 5	1·220
11 15	0, Horizont etwas klarer, „ „ „ „	S ₃₋₁	63 37	1·428
12	≡ 1 ⁰ cu weiss	S ₁	65 11	1·428
1 ^h p. m.	1 ⁰ cu weiss, besonders am nördlichen Horizont	S ₃₋₁	62 28	1·212
2	≡ 2 ⁰⁻¹ cu weiss, Horizont mit weisslichem Dunst	S ₃₋₁	54 14	1·111
2 ^h 30 ^m	2 ¹ cu weiss, Horizont dunstig	S ₃	51 26	0·833
4	≡ 2 cu ¹⁻² meist weiss und glänzend, sonst weisslichblau	S ₃	37 0	0·625
5	2 cu ¹⁻² weissglänzend, sonst weisslichblau	S ₃	27 2	0·200
6	2 aber durchaus am Horizont, NO str ⁰ , S cu ⁰⁻¹	S ₃	17 14	0 150
7	2 in Auflösung begriffene str und cu	S ₃	7 56	0·062
8	wie um 7 ^h , Sonne nicht mehr sichtbar		0 25 (:))	0·004
8 30	unmessbar		☉ schon untergegangen	
20. Juli.				
6 ^h a. m.	Firmament verschleiert	S ₃	14° 15'	0·150
7	7 ci cu, fast azurblau	S ₃	21 5	0·272
8	Gleichmässiger Schleier	S ₃	34 2	0·750
9 ^h 15 ^m	0, weisslicher Dunst	S ₃₋₁	46 5	1·000
11	0, weissblau	S ₃₋₁	59 21	1·250
12	0, „	S ₄	62 23	1·333
1 ^h p. m.	0, „	S ₁	60 20	1·142
2	0, meist weissblau	S ₃₋₁	54 2	1·025
2 ^h 45 ^m	ebenso	S ₃₋₁	47 53	1·025
4	0, weisslichblau	S ₃	36 1	0·533
5	0, „	S ₃	26 4	0·444
6	1 ⁰⁻¹ , verwischte Wolken, blauer als um 5 ^h	S ₃	16 11	0·125
7	3, sonst weissblau, Abendröthe	S ₃	6 43	0·040
8	2, vorw. str. am Horizont, Abendröthe	S ₀	☉ schon untergegangen	0·004
8 30	Chemische Intensität unmessbar		dto.	

Stunde	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
27. August.				
10 ^h a. m.	10 ¹ grau	S ₀	44° 2'	0·230
11	10 ¹ „	S ₀	49 36	0·307
12	10 ¹ „	S ₀	51 43	0·300
1 ^h p. m.	10 ¹ weissgrau, glänzendes Gewölk in der Richtung des Sonnenstandes	S ₀	49 44	0·363
2	10 ¹ weissgrau	S ₀	44 15	0·298
3	10 ¹ weissgrau, darin 5 ² cu str dunkelgrau	S ₀	36 28	0·158
4	wie um 3 ^h , aber im SW weissglänzend	S ₀	27 20	0·143
5	10 ¹ kleine graue cu, im N ein blauer Streifen, im W weissglänzende cu	S ₀	17 31	0·103
6	10 ⁰⁻¹ , darin 6/10 cu str ² grau, im W weissglänzend	S ₀	7 33	0·033
7	10 ⁰⁻¹ gleichmässig grau, nur im W weiss	☉ schon untergegangen	dto.	0·003
7 ^h 15 ^m	Chemische Intensität unmessbar			
28. August.				
8 ^h 20 ^m a. m.	≡ 10 ⁻¹ cu weissglänzend, sonst fast azurblau	S ₁	29° 52'	0·461
9	10 ⁻¹ cu „ „ „ „	S ₁	35 55	0·666
10	3 cu str „ „ „ „	S ₁	43 44	1·272
11	6 ² cu grau und weiss mit weissglänzenden Rändern, Zenith und auch sonst fast azurblau	S ₁	49 16	1·500
12	≡ 8 ² cu	S ₁	51 22	1·494
1 ^h p. m.	7 cu ² , sonst wie um 11 ^h		49 24	0·909
30. August.				
9 ^h a. m.	0, weisslichblau	≡ S ₁	35° 33'	0·833
10	0, weisslichblau, S dunstig	S ₃	43 18	0·858
11	wie um 10 ^h , aber mehr Dunst bei der Sonne	S ₂₋₃	48 39	0·555
12	0, weisslichblau	S ₃	50 39	0·800
1 ^h p. m.	0, weissblau	S ₃	49 3	0·858
2	0, weisslichblau	S ₃	43 18	0·833
3	0, „	S ₃	35 33	0·621
4	0, „	S ₃	26 26	0·363
5	kaum 1, weisslichblau	S ₃	16 39	0·200
6	0, weisslichblau	S ₃	6 35	0·050
7	0, „	☉ schon untergegangen	dto.	0·001
7 ^h 15 ^m	Chemische Intensität unmessbar			
2. September.				
10 ^h a. m.	6 ¹ cu weiss bis grau im Übergang zu allgemeiner Bedeckung, sonst weissblau	S ₀	36° 5'	0·470
11	1 cu ⁰ weisslich, sonst fast das ganze Firmament graudunstig mit einzelnen graublauen Stellen	S ₃	40 34	0·571
12	5 ¹ cu nebst dünnen ci	S ₃₋₁	41 55	0·714
1 ^h p. m.	9 ¹⁻² cu weisslich, graudunstig	S ₂	39 47	0·566

Stunde	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
1 ^h 50 ^m	6 ⁰ —1 cu, meist weiss, fast azurblau, S intermittierend	S ₃	35 39	0·500
3	—	—	27 19	—
4	3 ⁰ —1 cu weissglänzend, sonst weisslichblau	S ₃	18 31	0·210
5 10	10 ¹ —2 grau, Regen	S ₀	7 14	0·004
6	6 ¹ —2 cu str grauiolett, sonst klar weissblau	—	☉ eben unter- gegangen	0·002
6 30	8 ¹ —2 cu str grau	—	☉ schon unter- gegangen	—
12. October.				
6 ^h a. m.	0, dunstig	—	☉ noch nicht aufgegangen	unmessbar
7	0, „	—	6° 23'	0·037
8	0, leicht dunstig	S ₃	15 26	0·166
9	0, dunstig	S ₃	23 20	0·307
10	0, „	S ₃	29 31	0·400
11	0, dunstiger als um 10 ^h	S ₃	33 17	0·421
12	0, dunstig, weisslichblau	S ₃	34 9	0·435
1 ^h p. m.	0, schwacher Dunst, weisslichazurblau	S ₃	31 52	0·454
2	≡ 0, einige kleine weisse ci ⁰ , sonst wie früher	S ₃	26 53	0·357
3	Himmel wie um 2 ^h	S ₃	19 49	0·144
4	0, str ⁰ am Horizont	S ₃	11 19	0·125
5	≡ 0, str ¹ grauiolett am Horizont	S ₀	1 54	0·011
5 ^h 30 ^m	unverändert	—	☉ schon unter- gegangen	unmessbar
13. October.				
6 ^h a. m.	10 ⁰ —1 grau	S ₀	☉ noch nicht aufgegangen	unmessbar
7	10 ¹ —2 „	S ₀	6° 7'	0·051
8	10 ¹ —2 grau, einige Stellen weissgrau	S ₀	15 14	0·097
9	10 ¹ —2 grau	S ₀	23 1	0·117
10	10 ¹ —2, stellenweise weissblaue schmale Streifen	S ₀	29 9	0·142
11	10 ¹ —2, fast ganz gleichmässig grau	S ₀	32 54	0·200
12	10 ¹ —2, wie um 11 ^h	S ₀	33 47	0·125
1 ^h p. m.	10 ¹ —2 grau	S ₀₋₁	31 30	0·307
2	10 ¹ —2, ziemlich gleichmässig grau	S ₀₋₁	26 32	0·210
3	10 ¹ —2 „ „	S ₀	19 31	0·125
4	10 ¹ —2 weisslichgrau	S ₂	11 2	0·071
4 ^h 30 ^m	10 ¹ —2 „	S ₀	6 25	0·045
5	8 ¹ —2 im Zenith Aufhellung, Gewölk grauiolett	S ₀	1 36	0·008
5 30	Bewölkung wie um 5 ^h , graulichweiss	—	☉ schon unter- gegangen	unmessbar
14. November.				
8 ^h a. m.	≡ 1 ⁰ cu weiss, sonst weisslichblau	S ₀	6° 40'	0·069
9	wie um 8 ^h	S ₀	13 54	0·100
10	1 ⁰ cu weiss, sonst weisslichblau	S ₃	19 23	0·131
11	≡ 1, einige weisse cu ⁰ , am Horizont schmaler grauer Dunststreifen, weiss, sonst weisslichblau	S ₃	22 37	0·235

Stunde	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
12	2 ¹⁻² , meist ⁰ cu, cistr ⁰⁻¹ weiss, sonst weisslichblau	S ₃	23 22	0·307
1 ^h p. m.	≡ 6 ⁰⁻¹ cu weiss, am Horizont grau; ci str ⁰⁻¹ weiss, sonst fast azurblau	S ₃	21 20	0·181
2	≡ 10 ¹⁻² cu grau und ci cu ¹ weiss darüber, S durch letztere hindurch scheinend	S ₃	16 48	0·111
3	Bewölkung wie um 2 ^h	S ₃	10 29	0·071
4	„ „ „ 2 ^h	S ₀	2 19	0·022
4 ^h 30 ^m	≡ 10 ⁰⁻¹ weissgrau und weissblau	S ₀	☉ schon untergegangen	kaum 0·001
17. November.				
8 ^h a. m.	10 ¹⁻² grau	S ₀	6° 2'	0·040
9	10 ¹⁻² „	S ₀	13 14	0·052
10	10 ¹ „	S ₀	18 40	0·052
11	10 ¹ „	S ₀	21 54	0·043
12	10 ¹ „	S ₀	22 37	0·071
1 ^h p. m.	10 ¹ grau, an einigen wenigen Stellen lichter	S ₀	20 34	0·064
2	fast 10 ¹⁻⁰ und 2 grau, einige graublaue Stellen, glänzende Wolken an Stelle der Sonne	S ₀₋₁	16 6	0·055
3	10 ¹ , einzelne bläuliche Flecke	S ₀	9 49	0·023
4	10 ¹ „ „ „	S ₀	1 56	0·007
4 ^h 30 ^m	—	—	☉ schon untergegangen	unmessbar
16. December.				
7 ^h 10 ^m a. m.	—	S ₀	☉ noch nicht aufgegangen	—
8	10 ¹ weissgrau, cu ² -Bildung gegen S ₀ , weisse und blaue Flecke	S ₀	1° 10'	0·026
9	5 ⁰⁻¹ weissglänzend, am Horizont str, sonst kleine cu, Firmament weisslichblau	S ₂₋₃	8 20	0·095
10	7 ¹ weisslichgrau, zur Hälfte cu im Übergang zur allgemeinen Bedeckung, dann ci cu, am Horizont str, ausserdem Dunst, Firmament weissblau	S ₂₋₃	13 53	0·142
11	6 ¹ weisslicher grau, meist gleichmässige Bedeckung und cu, sonst weissblau	S ₃	17 21	0·200
12	≡ 10 ¹ , stellenweise zerrissene Wolkendecke, grau, sonst weisslicher Dunst	S ₃	18 29	0·169
1 ^h p. m.	≡ 10 ¹ grau, ziemlich vollständige Wolkendecke	S ₂₋₃	16 59	0·126
2	9 ⁰⁻¹ grau, einzelne blaue Flecke, cu im Übergang zu allgemeiner Bedeckung	S ₂	13 13	0·059
3	7 ⁰⁻¹ , fast durchaus weiss, kleine geschaarte cu, am Horizont grauer str, sonst weisslichblau	S ₀	7 26	0·041
4	9 ¹ , gehäufte blaugraue cu, W fast klar	S ₀	0 30 (::)	0·004
4 ^h 30 ^m	9 ¹ , wie um 4 ^h	S ₀	☉ schon untergegangen	unmessbar

[illegible]

Stunde	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
19. Februar.				
8 ^h a. m.	10 ¹ bläulich weissgrau	S ₀	8° 24'	0·031
9	wie um 8 ^h , aber weisser und einige blaue Flecke	≡ S ₀	16 43	0·087
10	≡ 10 mehr graue und grössere blaue Flecke	S ₃	23 30	0·125
11	9 ¹ grau, sonst weissblau	S ₃	28 21	0·161
12	2 ¹ cu weisslich, Firmament weisslichblau	S ₃	30 32	0·263
1 ^h p. m.	≡ 10 ⁻¹ cu weiss, sonst weisslichblau	S ₃	29 42	0·239
2	≡ 10 ⁻¹ , einige weisse cu, sonst wie um 1 ^h	S ₃	26 6	0·200
3	fast 0, einige cu ⁰⁻¹ weiss, weisslichblau	S ₃	20 9	0·176
4	wie um 3 ^h , aber reiner blau	S ₃	12 27	0·103
5	Himmel wie um 4 ^h , Sonne am Horizont	S ₁	3 33	0·018
5 ^h 30 ^m	—	—	☉ eben unter- gegangen	unmessbar
22. Februar.				
9 ^h a. m.	0, allgemein weisser Dunst	S ₃	17° 40'	0·076
10	0, " " " "	S ₃	24 29	0·100
11	0, " " " "	S ₃	29 25	0·151
12	0, " " " "	S ₃	31 37	0·250
1 ^h p. m.	0, " " " "	S ₃	30 47	0·213
2	0, " " " "	S ₃	27 7	0·151
3	0, " " " "	S ₃	21 2	0·098
4	0, " " " "	S ₃	13 21	0·065
5	0, " " " " S am Horizont	S ₁	4 25	0·017
5 ^h 30	—	—	geht eben unter	unmessbar
22. März.				
	Bis 1 ^h 8 ^h morgens ziemlich klar, dann Trübung	—	—	—
8 ^h 30 ^m a. m.	10 ¹ grau, im O weissglänzend	S ₀₋₁	23° 31'	0·134
9	10 ¹ "	S ₀₋₁	27 46	0·135
10	10 ¹ "	S ₀₋₁	35 10	0·128
11	10 ¹ "	S ₀	40 20	0·230
12	10 ¹ "	S ₀	42 27	0·136
1 ^h p. m.	10 ¹ weissgrau	S ₀	41 7	0·142
2	10 ¹ grau	S ₀₋₁	36 35	0·116
3 ^h 30 ^m	10 ¹ "	S ₀	25 32	0·057
4	10 ¹ "	S ₀	21 8	0·050
5	≡ 10 ⁰⁻¹ , blaue Stellen und eingestreute cu weissglänzend	S ₀₋₁	11 40	0·066
5 30	Himmel wie um 5 ^h	S ₀₋₁	6 44	0·031
6	mehr blaue Stellen als um 5 ^h 30 ^m	S ₀	1 46	0·011
6 30	—	—	☉ schon unter- gegangen	unmessbar
20. April.				
9 ^h a. m.	≡ 10 ¹ einige kleine weisse cu, am Horizont graue cu ⁰ , weisslich- blau	S ₃	37° 52'	0·434
10	10 ⁻¹ weisse kleine cu, blau	S ₃	45 47	0·625
11	1 ¹ cu weiss, weisslichblau	S ₃	51 21	0·588
12	1 ¹ cu weiss, sonst weisslichblau	S ₃	53 22	0·714
1 ^h p. m.	10 ⁻¹ cu, am Horizont weissgrau mit glänzenden Rändern und einige weisse ci ⁰ ; sonst weisslichblau	S ₃	51 13	0·719
2	10 ⁻¹ , einige kleine cu mit weissglänzenden Rändern und einige weisse str ⁰ am Horizont, sonst blau	S ₃	45 33	0·558

Stunde	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
21. April.				
8 ^h a. m.	10 ¹ , gleichmässig weissgrau	S ₀₋₁	28° 50'	0·178
9	10 ¹ „ „	S ₀	38 6	0·166
10	10 ² „ grau	S ₀	46 3	0·074
11	10 ¹⁻² , Wolkendecke, theilweise zerrissen	S ₀	51 40	0·131
12	10 ¹ weissgrau, darin 5 ¹ cu grau	S ₀	53 42	0·164
1 ^h p. m.	10 ¹ , gleichmässig weissgrau	S ₀₋₁	51 32	0·188
2	10 ¹ , „ weisslichgrau, Zenith fast glänzend weiss . . .	S ₀	45 49	0·192
3	10 ¹ , „ „	S ₀	37 48	0·142
4	wie um 3 ^h , Regen (grosse Tropfen)	S ₀	28 30	0·083
5	„ „ 3 ^h , „	S ₀	18 39	0·041
6	„ „ 3 ^h , „	S ₀	8 41	0·009
6 ^h 30 ^m	„ „ 3 ^h , „	S ₀	3 48	0·007
21. Mai.				
9 ^h a. m.	1 ⁰ , sehr dünne weisse ci, weisslichblau	S ₃	45° 7'	0·614
10	1 ⁰ , sonst wie um 9 ^h	—	53 39	0·714
11	5 ⁰ feine weisse ci, Horizont dunstig, weisslichblau	S ₃	59 51	0·833
12	8 ⁰⁻¹ cu weiss, darunter 5 ci, weisslichblau	S ₃	61 59	0·833
1 ^h p. m.	5 ⁰⁻¹ , sonst wie um 12 ^h	S ₃	59 11	1·000
2	3 ⁰⁻¹ cu und ci weiss, weisslichblau	S ₃	52 31	0·666

Drittes Capitel.

Aufsuchung des täglichen Maximums.

Das tägliche der Maximum »normalen chemischen Lichtintensität« (s. oben S. 3) [75] festzustellen, ist wohl, namentlich wenn es sich um Beobachtungen handelt, welche über das ganze Jahr sich erstrecken sollen, für viele Erdpunkte ein Ding der Unmöglichkeit, u. A. auch für Wien. Denn während der Tageszeit, um die es sich hauptsächlich handelt, nämlich 11^h a. m. bis 1^h p. m., ist der Himmel nur selten völlig klar und die Sonne deshalb gewöhnlich nicht völlig unbedeckt. Ich habe deshalb nur versucht, eine Annäherung an die Zeit des täglichen Maximums der normalen chemischen Lichtintensität zu finden, indem ich in der genannten Zeit Beobachtungen anstellte, beziehungsweise anstellen liess, wenn die Bedeckung der Sonne und des Himmels anscheinend völlig oder angenähert gleich blieb. Während des zu prüfenden Tagesabschnittes hat an den mit Absicht ausgewählten schönen Beobachtungstagen leider fast niemals völlige Klarheit des Himmels geherrscht. Dass indess der Augenschein kein verlässliches Mass des Bedeckungszustandes des Himmels ist, lehren ja eben die photometrischen Lichtmessungen, deren Ergebnisse mit Sonnenhöhe ferner mit Bedeckung der Sonne und des Himmels verglichen, viel Widersprechendes enthalten. Ferner die bekannten Beobachtungen Langley's, denen zu Folge auf besonders empfindlichen photographischen Platten bei klarem Sonnenscheine nicht selten dem Auge unsichtbare Dunstwolken erscheinen, welche ein Oberluftstrom vor die Sonne geweht hatte. Dadurch erklärt Langley die bei hellem Sonnenscheine nicht selten auftretenden Abstürze der Intensitätscurve der Sonnenstrahlung.

Es folgen hier die Wiener Beobachtungen über das tägliche Maximum der chemischen Lichtintensität, welche zum grössten Theile von Herrn Dr. Linsbauer ausgeführt wurden.

Stunde	Bewölkung	Sonne	Intensität
23. December 1892.			
11 ^h	10 ¹ Schneefall	S ₀	0·171
12	10 ¹ "	S ₀	0·053
1	10 ¹	S ₀	0·163
13. Jänner 1893.			
11 ^h	1	S ₃	0·192
12	≡ 0	S ₃	0·275
1	≡ 0	S ₃	0·250
27. Jänner.			
11 ^h	6 Zenith klar	S ₂	0·103
12	8 dünne Wolken (Sonnenscheibe)	S ₂	0·097
1	0, Horizont neblig	S ₃	0·165
29. Jänner.			
11 ^h	10 Nebel; leichte, feine Schneeflocken	S ₀	0·067
12	10 " " " "	S ₀	0·075
8. Februar.			
11 ^h	2 ⁰ cu	S ₃	0·166
12	2 ⁰	S ₃	0·333
1	Dunst	S ₃	0·185
15. Februar.			
11 ^h	5 ¹ , fast nur weisse cu	S ₃	0·250
11	6—7 ⁰ 1, Zenith frei	S ₃	0·324
1	≡ 10 ⁰ —1, grau	S ₃	0·156
16. Februar.			
11 ^h	5 ⁰ cu	S _{2—3}	0·222
12	10 ⁰ weissliche	S ₃	0·230
17. Februar.			
11 ^h	10 ⁰	S ₀	0·060
12	10 ⁰ nebliger als um 11 ^h	S ₀	0·060
1. März.			
11 ^h	10 ⁰ —1	S _{0—1}	0·094
12	10 ⁰ —1	S _{0—1}	0·134
1	10 ⁰ —1	S _{0—1}	0·154

Stunde	Bewölkung	Sonne	Intensität
2. März.			
11 ^h	10 ⁰⁻¹	S ₁	0·116
12	10 ⁰⁻¹	S ₁	0·144
3. März.			
11 ^h	10 ¹ Regen	S ₀	0·100
12	10 ¹ „	S ₀	0·122
4. März.			
11 ^h	10 ⁰⁻¹	S ₁	0·144
12	4 ¹ cu	S ₃	0·588
1	9 ¹ cu	S ₁	0·200
11. März.			
11 ^h	10 ⁰⁻² grauweiss	S ₁	0·202
12	10 ⁰⁻¹ grau	S ₁	0·103
13. März.			
11 ^h	0, Horizont dunstig, ci ⁰	S ₃	0·400
12	0, Horizont dunstiger als um 11 ^h , mehr ci ⁰	S ₃	0·400
1	0, Horizont dunstig, ci ⁰	S ₃	0·569
15. März.			
11 ^h	6 cu weiss	S ₃	0·555
12	4 cu „	S ₃	0·557
16. März.			
11 ^h	10 ¹ grau	S ₀	0·095
12	9 grau und weisses Gewölke, Zenith klar	S ₀	0·300
1	9 ¹⁻² grau, im Zenith weisse Wolken	S ₁₋₂	0·105
18. März.			
11 ^h	3 ⁰⁻¹ cu weiss	S ₃	0·550
12	7-8 ⁰⁻¹ cu weiss und grau	S ₃	0·555
1	9 ¹ mehr grau als um 12	S ₃	0·476
20. März.			
11 ^h	9 ⁰⁻² grau vorherrschend	S ₀	0·085
12	9 ⁰⁻¹ Sonnenscheibe	S ₂	0·133
1	10 ⁰⁻¹ grau, im Zenith weiss	S ₀	0·072

Stunde	Bewölkung	Sonne	Intensität
27. März.			
11 ^h	5 ⁰ cu und ci cu weiss	S ₂₋₃	0·375
11 ^h 40 ^m	9 ⁰⁻¹ cu weiss und grau	S ₂₋₃	0·400
12	9 ⁰⁻¹ cu mehr grau als früher	S ₂₋₃	0·230
12 35	≡ 10 ⁰⁻¹ cu im Zenithe weisse und blaue Stellen	S ₂₋₃	0·300
1	10 ⁰⁻¹ grauweiss	S ₂₋₃	0·333
28. März.			
11 ^h	≡ 0, westlich vom Zenithe eine dünne, weisse Wolke ci—ci str.	S ₃	0·323
11 ^h 30 ^m	Himmel ebenso	S ₃	0·400
12	" "	S ₃	0·566
12 35	≡ 0, am Südhimmel einige ci ⁰ —ci str ⁰	S ₃	0·500
1	≡ 0, Horizont neblig	S ₃	0·500
8. April.			
11 ^h	10 ⁰⁻² grau, wenig weisse Wolken	S ₁	0·173
12	10 ¹⁻² einige kleine blaue Flecken, graues und weisses Gewölk, weisser als früher	S ₁	0·268
10. April.			
11 ^h	0, überall etwas dunstig	S ₃	0·800
12	0, südlicher Himmel mit mehr weisslichen Dunst als um 11. Horizont fast klar	S ₃	0·625
1	0, klar	S ₃	0·305
20. April.			
11 ^h	8—9 ⁰⁻¹ grauweiss	S ₃	0·669
12	6 ⁰⁻¹ im Zenithe weisse ci cu	S ₃	0·650
1	≡ 10 ⁰⁻¹ nebst einigen blauen Stellen weiss und grau	S ₀	0·12
12. Mai.			
11 ^h	10 ⁰⁻¹ S zwischen Wolken	S ₃	0·500
12	8—9 cu, weiss, Zenith klar mit ci str Wölken	S≡ ₁	1·153
13. Mai.			
11 ^h	5 cu grau, im Zenith eine grosse graue Wolke	S ₀	0·272
12	≡ 9 ¹ cu, meist grau, im Zenith eine grosse graue Wolke	S ₀	0·128
1	≡ 0 ² cu grau, etwas Regen	S ₀	0·233
17. Mai.			
11 ^h	≡ 9 ⁰ cu weissgrau, sonst bläulichweiss	S ₀	0·233
12	4—5 ⁰⁻¹ ci cu weiss, am Horizont grauer Dunst, alles verschleiert	S ₂	0·333
1	8 ⁰⁻¹ gleichmässig grau, dunstig, S im Dunst	S ₃	0·833

Stunde	Bewölkung	Sonne	Intensität
25. Mai.			
11 ^h	10 ¹ ziemlich gleichmässig weissgrau	S_{36}	0·600
12	10 ¹ „ „ „	S_0	0·666
13. Juni.			
11 ^h	10 ¹ gleichmässig grau, starker Regen	S_0	0·185
12	10 ¹ „ „ „ „	S_0	0·149
1	10 ¹ „ „ „ „	S_0	0·106
16. Juni.			
10 ^h 45 ^m	0, Horizont etwas graudunstig, sonst fast klar, wenige kleine, weisse cu ⁰ und ci	S_{3-1}	1·120
11 15	0, Horizont etwas klarer	S_{3-1}	1·118
12	≡ 1 ⁰ cu weiss, Horizont etwas klarer	S_{3-1}	1·118
1	1 ⁰ cu weiss, besonders am nördlichen Horizont	S_{3-1}	1·042
20. Juni.			
11 ^h	0, weissblau	S_3	0·952
12	0, „	S_3	1·000
1	0, „	S_3	0·802
29. Juli.			
11 ^h	10 ⁰⁻² , Sonnenschimmer	S_1	0·470
12	9 ² cu, meist schwarzgrau	S_3	1·142
1	≡ 10 ² cu, schwarzgrau	S_0	0·321
27. August.			
11 ^h	10 ¹ grau	S_0	0·317
12	10 ¹ grau	S_0	0·300
1	10 ¹ weissgrau, glänzendes Gewölke in der Richtung des Sonnenstandes	S_0	0·363
28. August.			
11 ^h	6 ² cu grau und weiss, azurblau	S_1	1·500
12	≡ 8 ² cu	S_1	1·494
1	7 cu ² sonst wie um 11 ^h	S_1	0·909
30. August.			
11 ^h	0, weisslichblau	S_3	0·555
12	0, „	S_3	0·800
1	0, „	S_3	0·858

Stunde	Bewölkung	Sonne	Intensität
22. September.			
11 ^h	1 cu ⁰ weisslich, sonst fast alles graudunstig	S ₃	0·571
12	5 ¹ cu nebst dünnen ci	S ₃₋₁	0·714
1	9 ¹⁻² cu weisslichgraudunstig	S ₂	0·666
23. September.			
11 ^h	3 cu ⁰ weissglänzend	S ₃	0·588
12	≡ 10 ⁰⁻¹ cu weiss, sonst blau	S ₃	0·714
1	10 ⁰⁻¹ cu und ci str, weiss	S ₃	0·625
12. October.			
11 ^h	0, dunstig	S ₃	0·421
12	0, dunstig, weisslichblau	S ₃	0·435
1	0, schwacher Dunst, weisslichazurblau	S ₃	0·454
13. October.			
11 ^h	10 ¹⁻² fast gleichmässig grau	S ₀	0·200
12	10 ¹⁻² " " "	S ₀	0·125
1	10 ¹⁻² grau	S ₀₋₁	0·307
28. October.			
11 ^h	0, weisslichblau	S ₃	0·384
11 ^h 35 ^m	0, fast azurblau	S ₃	0·421
12	≡ 1 cu ⁰⁻¹ , weisslich, sonst weisslichblau	S ₃	0·380
12 35	1 cu ¹⁻² , weiss, weisslichblau	S ₃	0·316
14. November.			
11 ^h	≡ 1, einige weisse cu ⁰ , weisslichblau	S ₃	0·235
12	2, meist cu ⁰ , ci cu ⁰⁻¹ weiss, weisslichblau	S ₃	0·307
1	≡ 6 ⁰⁻¹ cu weiss, sonst blau	S ₃	0·181
17. November.			
11 ^h	10 ¹ grau	S ₀	0·043
12	10 ¹ "	S ₀	0·071
1	10 ¹ "	S ₀	0·064
18. November.			
11 ^h	10 ¹ gleichmässig lichtgrau	S ₀	0·090
12	10 ¹ "	S ₀	0·054
1	10 ¹ grau, stellenweise weiss	S ₀	0·090

Stunde	Bewölkung	Sonne	Intensität
16. December.			
11 ^h	6 ¹ weisslichgrau, sonst weissblau	S ₃	0·200
12	≐ 10 ¹ grau; sonst weisslich, Dunst	S ₃	0·169
1	≐ 10 ¹ grau	S ₀	0·126
18. December.			
11 ^h	10 ⁰⁻¹ grau	S ₀	0·025
12	10 ¹⁻² grau	S ₀	0·063
1	10 ¹⁻² grau	S ₀	0·085
21. December.			
11 ^h	10 ⁰⁻¹ weissgrau	S ₂	0·161
12	10 ¹ grau	S ₁	0·128
22. December.			
11 ^h	10 ¹ grau	S ₁	0·100
12	10 ¹ „	S ₁	0·098
1	10 ¹ , fast gleichmässige Decke	S ₀	0·083
29. December.			
11 ^h	≐ 1 cu ¹⁻² weiss, sonst weisslichblau	S ₃	0·131
12	8 cu ¹⁻² weissgrau	S ₂	0·111
1	10 ⁰⁻¹ lichtgrau, etwas Schnee	S ₀	0·100
30. December.			
11 ^h	1 cu ⁰⁻¹ weiss, sonst weissblau	S ₂	0·083
12	1 cu ⁰⁻¹ „ „ „	S ₂	0·095
1	≐ 0, einige cu ⁰⁻¹ , weissblau	S ₂	0·087
19. Jänner 1894.			
11 ^h	10 ¹ weissgrau	S ₀	0·035
12	10 ⁰⁻¹ weissgrau bis grau, stellenweise bläulich durchscheinend	S ₁	0·067
1	≐ 10 ⁰⁻¹ grau, Sonnenscheibe	S ₂	0·080
20. Jänner.			
11 ^h	0, schwacher Nebel, Sonne hinter Nebelschleiern	S ₁	0·062
12	0, Nebel, stärker als um 11 ^h , Zenith etwas klarer	S ₁	0·045
1	0, leichter Dunst, sonst weisslichblau	S ₃	0·111
19. Februar.			
11 ^h	9 ¹ grau, sonst weissblau	S ₃	0·161
12	2 ¹ cu weissblau	S ₃	0·263
1	≐ 10 ⁰⁻¹ cu weiss, sonst weissblau		0·239

Stunde	Bewölkung	Sonne	Intensität
22. Februar.			
11 ^h	0, allgemeiner weisser Dunst	S ₃	0·151
12	0, " " " "	S ₃	0·250
1	0, " " " "	S ₃	0·213
22. März.			
11 ^h	10 ¹ grau	S ₀₋₁	0·230
12	10 ¹ " " " "	S ₀₋₁	0·136
1	10 ¹ weissgrau	S ₀₋₁	0·142
20. April.			
11 ^h	1 ¹ cu weiss, weisslichblau	S ₃	0·588
12	1 ¹ cu " " " "	S ₃	0·714
1	10 ⁻¹ cu, mit glänzenden Rändern und einige weisse ci ⁰ , sonst weissblau . . .	S ₃	0·719
21. April.			
11 ^h	10 ¹⁻² , Wolkendecke theilweise zerrissen	S ₀	0·131
12	10 ¹ weissgrau mit 5 ¹ cu grau	S ₀	0·164
1	10 ¹ gleichmässig weissgrau	S ₀₋₁	0·188
26. April.			
10 ^h 35 ^m	0, allgemeiner schwacher Dunst	S ₃	0·714
11 5	0, einige kleine weisse cu ⁰	S ₃	0·714
11 35	0, etwas mehr cu ⁰ am Horizont	S ₃	0·724
12	10 ⁻¹ kleine weisse cu mit glänzenden Rändern, sonst weissblau	S ₃	0·769
1	10 ⁻¹ , sonst wie um 12 ^h	S ₃	0·833
27. April.			
10 ^h 40 ^m	6 ⁰ weisse ci str und 4 ¹ cu, sonst weissblau	S ₃	0·555
11 30	5 ⁰ " " " " " " " "	S ₃	0·714
12	fast 0, einige weisse ci ⁰ , sonst weissblau	S ₃	0·800
1	1, einige weisse cu und ci str, weissblau	S ₃	0·833
28. April.			
11 ^h 30 ^m	10 ¹ , ziemlich gleichmässig weissgrau, Zenith sehr hell	S ₁	0·238
12	10 ¹ " " " " " " " "	S ₁₋₂	0·263
12 ^h 30	10 ⁰ , Wolkendecke stellenweise zerrissen und dann weissblau	S ₂	0·277
1	9 ⁰ 1 cu weiss bis grau, stellenweise weissblau	S ₃	0·200
30. April.			
10 ^h 30 ^m	10 ¹ , ziemlich gleichmässig grau, Regen	S ₀	0·221
11	10 ¹ , " " " " " " " "	S ₀	0·210
12	10 ¹ , sehr schwacher Regen	S ₀	0·250
1	fast 10 ¹ , stellenweise klar durchscheinend	S ₃	0·588

Stunde	Bewölkung	Sonne	Intensität
2. September.			
11 ^h 15 ^m	0, weissblau	S ₄	0·807
12	0, „	S ₄	0·816
1	0, „	S ₄	0·645
26. October.			
11 ^h	0, etwas weisslichblau	S ₃₋₄	0·416
12	0, „ „	S ₃₋₄	0·428
1	0, „ „	S ₃₋₄	0·375
16. November.			
11 ^h	weissblau	S ₃	0·300
12	„ einige kleine weisse ci ⁰	S ₃	0·333
1	„ S zwischen weissen ci und str ⁰	S ₃	0·266
17. November.			
11 ^h	10 weissgrau, Nebel	S ₀	0·011
12	10 „ Nebel sichtlich dichter	S ₀	0·009
1	10 „ Nebel sichtlich schwächer	S ₀	0·025
15. December.			
11 ^h	10 ¹ grau	S ₀	0·060
12	10 ¹ „ Zenith weissgrau	S ₀	0·083
1	10 ¹ gleichmässig grau, schwacher Regen	S ₀	0·037
18. December.			
11 ^h	±10 ⁰⁻¹ cu weiss, zahlreiche blaue Stellen	S ₃	0·104
12	±10 ⁰⁻¹ „ „ „ „	S ₃	0·128
1	0, weissblau	S ₃	0·161

Zusammenstellung der vergleichbaren Fälle.

Das Maximum fällt auf 11^h a. m.:

1892. 23. December.¹ *

1893. 10. April. Die Abnahme der Intensität von 11^h auf 12^h dürfte auf den um die Mittagsstunde eingetretenen Dunstzuwachs zurückzuführen sein.

20. April. Trotz abnehmender Bewölkung abnehmende Lichtstärke zwischen 11 und 12^h.

13. Juni.*

¹ In den mit * bezeichneten Fällen ist in der Himmelsbedeckung während der Beobachtungszeit kein Unterschied wahrnehmbar gewesen.

16. December. Der Abfall der Intensität von 11^h auf 12^h ist möglicherweise auf die zunehmende Himmelsbedeckung zurückzuführen.
22. December. Bezüglich der Zeit von 11—12^h constante Himmelsbedeckung.*
1894. 22. März.*
9. Mai. Trotz abnehmender Himmelsbedeckung sinkende Intensität in der Zeit von 11—12^h.
10. Mai. Das Sinken der Intensität von 11—12^h ist vielleicht auf die zu Mittag stattgehabte vermehrte Wolkenbildung zurückzuführen.

Das Maximum tritt um 12^h ein:

1893. 13. Jänner.
8. Februar. Bezüglich der Zeit um 11—12^h.*
15. » Trotz zunehmender Himmelsbedeckung Steigen der Lichtstärke.
16. »
3. März. Bezüglich 11—12^h.*
15. »
18. » Trotz beträchtlicher Zunahme der Himmelsbedeckung zwischen 11—1^h fällt das Maximum doch auf die Mittagsstunde.
28. März. Bezüglich 11—12^h.*
20. Juni.*
23. September.
14. November. Trotz steigender Himmelsbewölkung zwischen 11 und 12^h fällt das Maximum auf den Mittag.
17. November.*
30. December.*
1894. 19. Februar. Trotz abnehmender Bewölkung abnehmende Intensität zwischen 12—1^h.
22. Februar.*
2. Mai. Trotz zunehmender Himmelsbedeckung zwischen 11 und 12^h zunehmende Lichtstärke.
5. Mai.
2. September.*
26. October.*
16. November. Trotz Zunahme der Bedeckung von 11—12^h doch steigende Lichtstärke.
15. December.

Das Maximum wurde um 1^h beobachtet:

1893. 1. März.*
13. » Die Verschiebung des Maximums hat vielleicht ihren Grund in der um Mittag vermehrten Dunstbildung.
27. August. Die Verschiebung des Maximums ist wahrscheinlich auf die um 1^h eingetretene hellere Himmelsfarbe und auf das glänzende, am südlichen Himmel sichtbar gewesene Gewölk zurückzuführen.
30. August.*
12. October. Die grössere Intensität um 1^h im Vergleiche zu Mittag hat wahrscheinlich in der um 1^h eingetretenen Abnahme des Dunstes ihren Grund.
13. October. Die Ursache des Maximums um 1^h ist wohl zweifellos auf die im Vergleiche zu Mittag geringere Sonnenbedeckung zurückzuführen.
18. December.*

1894. 20. April. Verminderung der Bewölkung um 1^h ist wohl der Grund der Verschiebung des Maximums.

26. April. Bezüglich 12—1^h.*

27. April. Trotz Zunahme der Himmelsbedeckung zwischen der Lichtintensität von 12^h auf 1^h.

19. Juni. Verschiebung des Maximums wahrscheinlich in Folge Aufhörens des Regens.

17. November. Verschiebung des Maximums wahrscheinlich in Folge Abnahme des Nebels.

Aus den mitgetheilten Beobachtungen folgt:

1. In der grossen Mehrzahl der Fälle tritt das Maximum der chemischen Lichtintensität in Wien an klaren oder anscheinend gleichmässig bewölkten Tagen um 12^h ein.

2. Seltener tritt eine Verfrühung oder Verzögerung ein, so dass das Maximum auf 11 oder 1^h oder auf eine Zwischenzeit fällt. Diese Verfrühung oder Verzögerung im Eintritt des Maximums liegt in manchen Fällen in nachweislich geänderten Umständen der Himmelsbedeckung.

3. In einzelnen Fällen tritt Verfrühung oder Verzögerung im Eintritt des Intensitätsmaximums ein, ohne dass sich dieselben aus Zuständen der Himmelsbedeckung erklären lassen. Ja, in einzelnen Fällen tritt trotz abnehmender Bedeckung des Himmels abnehmende Lichtstärke zwischen 11 und 12^h und trotz steigender Bedeckung steigende Lichtintensität zwischen 12 und 1^h ein, was offenbar auf Zustände der Atmosphäre zurückzuführen ist, welche sich der Beobachtung entzogen haben.

4. Eine auffällige Beziehung zwischen der Zeit eines irregulären (vor oder nach 12^h eintretenden) Maximums an hellen oder gleichmässig trüben Tagen und der Jahreszeit liess sich nicht auffinden.

Endlich sei noch auf zu Mittag eintretende Depressionen der Intensitätscurve hingewiesen (1892: 23. December; 1893: 27. Jänner, 27. März, 13. Mai, 27. August, 13. October und 18. November; 1894: 20 Jänner, 22. März und 17. November¹). In einzelnen Fällen lässt sich die Depression wohl auf Zustandsänderungen des Himmels zurückführen; in anderen ist aber eine solche Zurückführung auf Zustandsänderung der Himmelsbedeckung aus den Beobachtungen nicht möglich, und es muss angenommen werden, dass anderweitige Veränderungen der Atmosphäre die Ursache dieser Depressionen bilden.

Viertes Capitel.

Beobachtungen über das Verhältniss der chemischen Intensität des Sonnenlichtes zu jener des diffusen Lichtes.

Das Verhältniss der Intensität des Sonnenlichtes (parallele Strahlung der Sonne) zum diffusen Lichte ist mehrmals untersucht worden.¹

Dabei hat sich herausgestellt, dass dieses Verhältniss rücksichtlich der optischen Helligkeiten mit jenem der chemischen Intensitäten nicht übereinstimmt. (Roscoe.)

Die über das Verhältniss der chemischen Intensitäten des Sonnen- und diffusen Tageslichtes bisher angestellten Beobachtungen haben nach einer Richtung hin zu einem völlig sicheren Resultate geführt, dass nämlich mit steigender Sonnenhöhe sowohl die Intensität des Sonnen-, als die des diffusen Lichtes steigt, dass aber bei niederen Sonnenständen die erstere geringer ist als letztere, und sogar im Vergleiche zu dieser auf den Werth Null sinken kann.

¹ S. hierüber die Zusammenstellung der betreffenden Literatur und die kritische Sichtung der Resultate bei Pernter, Zeitschrift der österr. Gesellsch. für Meteorologie, Bd. XIV (1879), p. 480 ff. S. ferner Eder Handbuch der Photographie, 2. Aufl., Halle 1890, p. 334 ff.

Um nicht missverstanden zu werden, diene Folgendes zur Erläuterung des aufgestellten Satzes.

Wird eine Fläche von der Sonne bestrahlt, so setzt sich das wirksame Licht aus der parallelen Strahlung der Sonne und dem diffusen Tageslichte zusammen.

Es gelingt nun, wie wir gleich sehen werden, die chemische Intensität des diffusen Lichtes zu bestimmen. Bezeichnen wir dieselbe mit Jd ; bezeichnet man nun die direct zu ermittelnde Intensität des Gesamtlichtes mit Jg , so ist $Jg - Jd$ die Intensität der directen (parallelen) Sonnenstrahlen.

Dieser Werth $Js = Jg - Jd$ ist es nun, welcher im Vergleiche zu Jd veränderlich ist, und bei hohem Sonnenstande grösser als Jd ist, aber bei niederem Sonnenstande bis auf Null sinken kann.

Ist die chemische Intensität des directen Sonnenlichtes gleich Null ($Js = Jg - Jd = 0$), so ist die Intensität des Gesamtlichtes gleich der des diffusen Lichtes.

Eine feste Beziehung zwischen Sonnenhöhe und dem Verhältnisse der beiden genannten Intensitäten besteht nicht, indem die Sonnenhöhe, bei welcher die chemische Intensität des Sonnenlichtes jener des diffusen gleich ist, an verschiedenen Punkten der Erde verschieden ist. So beträgt nach Roscoe die Sonnenhöhe, bei welcher die beiden genannten Intensitäten sich gleichen, für Heidelberg 42.5° , für Lissabon (Quintado Estero Furado bei Lissabon) 51° . Diese merkwürdige Erscheinung ist durch die atmosphärischen Zustände zu erklären, welche nicht nur durch Absorption das directe Sonnenlicht afficiren, sondern auch den Zerstreuungscoefficienten je nach dem Feuchtigkeitsgrade und der Reinheit der Luft modificiren.¹

Da nun über das Verhältniss der chemischen Intensität des Sonnen- und diffusen Lichtes nur bezüglich weniger Erdpunkte Beobachtungen vorliegen (Manchester, Heidelberg, Quintado Estero Furado bei Lissabon und Catania in Sicilien), so habe ich die Durchführung einer Reihe diesbezüglicher Beobachtungen veranlasst, welche von Herrn Dr. Linsbauer angestellt wurden.

Während aber bei allen früheren Untersuchungen das Verhältniss $Jg : Jd$ nur bei völlig klarem Himmel und vollkommen unbedeckter Sonne bestimmt wurde, haben wir dasselbe auch für alle Grade der Sonnenbedeckung ($S_0, S_1 \dots S_4$) festzustellen gesucht.

Es wurde im Wesentlichen jenes Verfahren benützt, welches für diesen Zweck zuerst Roscoe in Anwendung brachte.² Es besteht in Folgendem: Eine kleine, undurchsichtige, matte Kugel, deren Durchmesser etwas grösser ist als der scheinbare Sonnendurchmesser, wird an einem Faden aufgehängt. Es wird nun die chemische Intensität des auf die Horizontalfläche projecirten Schattens dieser Kugel bestimmt.³ Diese Intensität (Jd) entspricht der Intensität des diffusen Lichtes. Nebenher und gleichzeitig wird die Intensität des Gesamtlichtes, welches sich aus Sonnenlicht (parallele Strahlung) und diffusem Lichte zusammensetzt, ermittelt. Ist diese Intensität $= Jg$, so entspricht $Jg - Jd$ der Intensität des Sonnenlichtes.

Die Bestimmungen sind am Dache des Universitätsgebäudes vorgenommen worden.

Es wurden vor Allem klare Tage zur Vornahme der Messungen gewählt, doch wurde, wie schon bemerkt, mit Absicht nicht nur bei unbedeckter Sonne (S_1), sondern auch bei theilweiser Bedeckung der Sonne ($S_0 - S_3$) beobachtet. Der Sonnenstand wurde aus der Declination der Sonne gerechnet und in Graden und Minuten ausgedrückt.⁴

¹ Pernter, l. c. p. 422.

² Roscoe und Baxendell, Pogg. Ann. Bd. 128 (1866), p. 291 ff. Ferner Roscoe und Thorpe, Philos. Transact., T. 160 (1870), p. 309 ff.

³ Nach Abschluss dieser Arbeit wurde ich vom Herrn Hofrath Hann auf eine Abhandlung William Brennard's (Photochemie observation of the Sun and Sky. Proceed. of the Royal Society of London. Vol. XLIX, 1891, p. 4 f. ff.) aufmerksam gemacht, in welcher das Verhältniss der Intensität des directen Sonnenlichtes zum diffusen Tageslicht in anderer als in der zuerst von Roscoe angegebenen Weise erörtert wird. Es wurden nämlich die Sonnenstrahlen senkrecht auf das photographische Papier fallen gelassen. Dabei wurde gefunden, dass an den Beobachtungsorten (Dakka, Bengalen) schon bei einer Sonnenhöhe von 13° die Intensität des directen Sonnenlichtes der des diffusen Lichtes gleicht. Auf die Prüfung dieses Verhältnisses konnte nicht mehr eingegangen werden.

⁴ Herr Prof. Penck hatte die Güte, die Berechnung der in diesem Capitel enthaltenen Sonnenhöhen zu veranlassen.

Stunde	Sonne	Sonnenstand	Intensität			Verhältniss von $I_d : I_s$
			des gesammten Tageslichtes I_g	des diffusen Lichtes I_d	der Strahlung I_s	
22. Mai 1895.						
11 ^h 40 ^m a.m.	S_3	62°	0.769	0.384	0.385	1 : 1
12	S_3	62 17	1.000	0.371	0.629	1 : 1.6
23. Mai.						
10 30	S_1	57 3	1.000	0.333	0.667	1 : 2
—	S_2	57 3	0.695	0.434	0.261	1 : 0.62
11 45	S_{3-4}	62	0.999	0.416	0.583	1 : 1.4
24. Mai.						
11	S_0	60 7	Die Kugel warf keinen Schatten ¹			
25. Mai.						
10 15	S_3	55 36	0.666	0.428	0.238	1 : 0.55
11 45	S_3 durch dünne Wolken	62 40	0.743	0.412	0.331	1 : 0.83
26. Mai.						
11	S_3	60 27	0.500	0.340	0.160	1 : 0.47
11 45	S_3	62 52	1.006	0.666	0.340	1 : 0.52
27. Mai.						
9 15	S_1	47 36	0.750	0.548	0.202	1 : 0.37
10 30	S_1	57 30	1.000	0.496	0.504	1 : 1
1 p.m.	S_4	60 37	1.200	0.461	0.739	1 : 1.6
4 15	S_1	33 7	0.750	0.375	0.375	1 : 1
5 40	S_4	19 1	0.250	0.208	0.042	1 : 0.2
6 15	S_4	13 22	0.136	0.136	0	1 : 0
6 35	S_1	10 13	0.100	0.100	0	1 : 0

¹ Das gleiche negative Resultat wurde auch bei allen jenen Versuchen erhalten, in welchen S_1 und S_2 den Grad der Bedeckung der Sonne bezeichneten. Diese Beobachtungen wurden aber in obige Reihe nicht aufgenommen.

Stunde	Sonne	Sonnenstand	Intensität			Verhältniss von $I_d : I_s$
			des gesammten Tageslichtes	des diffusen Lichtes	der Strahlung	
			I_g	I_d	I_s	
29. Mai.						
7 15 a. -m	S_4	30	0.461	0.315	0.146	1 : 0.48
8	S_1	35 49	0.600	0.461	0.139	1 : 0.3
8 30	S_4	40 44	0.666	0.416	0.250	1 : 0.6
9	S_4	45 32	0.857	0.535	0.322	1 : 0.6
10 20	S_4	56 48	1.200	0.600	0.600	1 : 1
12 5 p. m.	S_1	63 28	1.300	0.590	0.710	1 : 1.2
1 30	S_4	57 58	1.111	0.409	0.702	1 : 1.7
4	S_1	35 49	1.040	0.611	0.429	1 : 0.7
5 45	S_1	18 26	0.333	0.333	0	1 : 0
13. Juni.						
10 ^h a. m.	S_1	55 39	—	—	—	1 : 0.1
25. Juni.						
10 ^h a. m.	S_3	55° 40'	0.750	0.428	0.322	1 : 0.75
10. Juli.						
11 ^h a. m.	S_3 dunstig	61° 22'	—	—	—	1 : 0.66
12	S_3 "	63 58	—	—	—	1 : 0.8
15. Juli.						
10 ^h a. m.	S_1	54° 6'	—	—	—	1 : 0.6
11	S_1	60 40	—	—	—	1 : 1.25
12	S_1	63 15	—	—	—	1 : 2

Die vorstehende Zusammenstellung enthält das Verhältniss der Stärke des diffusen Lichtes zu der des directen Sonnenlichtes ($I_d : I_s$), wobei ersterer Werth = 1 gesetzt wurde.

Aus den angeführten Daten ergeben sich folgende Resultate, welche, was die Zahlenwerthe anlangt, selbstverständlich nur für den Beobachtungsort (Wien) und für die Beobachtungszeit (22. Mai bis 15. Juli 1895) Geltung haben:

Das Verhältniss von $I_d : I_s$ ist sehr variabel. Die Intensität des directen Sonnenlichtes erreichte das Doppelte der Stärke des diffusen Lichtes, kann aber auch bis auf den Werth Null sinken, oder mit anderen Worten: es ist kein Unterschied zwischen Gesamtlicht und diffusum Lichte zu constatiren.

$$\text{Denn: } I_s = I_g - I_d = 0; \text{ mithin } I_g = I_d.$$

Bis zu einer Sonnenhöhe, welche unter 19° (beziehungsweise unter 18° 26') gelegen ist (vgl. die Beobachtungen vom 27. und 29. Mai), und bei unbedeckter Sonne (S_4) ist die chemische Intensität des Sonnenlichtes im Vergleiche zum diffusen Tageslichte gleich Null.

Mit weiter steigender Sonnenhöhe wächst die chemische Intensität des directen Sonnenlichtes im Vergleiche zu jener des diffusen Lichtes. Bei einer gewissen Sonnenhöhe werden beide Intensitäten gleich; bei weiter steigender Intensität überragt die Intensität des directen Lichtes jene des diffusen Lichtes.

Die Sonnenhöhe, bei welcher $Jd = Js$ wird, scheint selbst für einen und denselben Erdpunkt, selbst einen klar erscheinenden Himmel vorausgesetzt, nicht constant zu sein.

Bei völlig unbedeckter Sonne trat die Gleichheit des diffusen und des Sonnenlichtes ein, wenn die Sonnenhöhe bei etwa 57° gelegen war. Doch wurde bei völlig klarem Himmel und unbedeckter Sonne (S_4) am 27. Mai um $4^h 15^m$ p. m. diese Gleichheit schon bei 33° Sonnenhöhe erreicht. Bei etwas verschleierter Sonne (S_3) trat der Zustand der Gleichheit erst bei 62° ein.

Für eine Sonnenbedeckung, welche von S_0 bis S_2 reicht, lässt sich ein Unterschied zwischen Gesamtlicht und diffusem Tageslichte nicht mehr constatiren, selbst nicht beim höchsten Tages-Sonnenstande.

Da die Intensität des directen Sonnenlichtes das Doppelte der Intensität des diffusen Lichtes erreichen kann, so folgt aus der Gleichung $Js = Jg - Jd$, dass bei voller Sonnenbeleuchtung (S_4) die chemische Intensität des Gesamtlichtes die dreifache Intensität des diffusen Lichtes nicht überschreitet.

Dritter Abschnitt.

Buitenzorger Beobachtungen.

Buitenzorg (Java) $L = 6^h 57^m 35^s$ E. v. Paris, Breite $\varphi = -6^\circ 18'$.

Die Beobachtungen über die chemische Intensität des gesammten Tageslichtes von Buitenzorg wurden in den Monaten November und December 1893 und Jänner 1894 von mir im Verein mit Herrn Dr. Figdor ausgeführt. Einige Beobachtungen fallen in die Monate Februar und März 1894.

Die Bestimmungen wurden in der Mitte des grossen freien Platzes vor den Laboratorien des botanischen Gartens vorgenommen. Der Horizont ist am Beobachtungsplatze allerdings nicht frei, mithin sind die erhaltenen Intensitätswerthe theoretisch zu klein. Allein vergleichende Versuche, welche zu gleicher Zeit daselbst und an Punkten vollkommen freier Exposition vorgenommen wurden, ergaben für alle mittleren und höheren Intensitäten so gut wie keinen Unterschied an beiden Expositionsorten. Der Fehler verbarg sich vielmehr hinter den weit grösseren Fehlern, welche in der Methode selbst gelegen sind. Die niederen Intensitäten wurden auf der Insel bei freierem Horizont gemessen, so dass auch diese Werthe den erstrebten Grad der Genauigkeit besitzen.

Die Methode der Lichtbestimmung war dieselbe, wie die in Wien angewendete, nur eine kleine Modification musste wegen der dort herrschenden enormen Luftfeuchtigkeit in Anwendung gebracht werden. Schon Bunsen und Roscoe haben die Nothwendigkeit, stets lufttrockenes Normalpapier anzuwenden, betont. Allein was in Buitenzorg lufttrocken ist, darf wohl als feucht betrachtet werden. Das in der Dunkelkammer bereitete Normalpapier nahm hier niemals jenen Zustand an, den wir hier lufttrocken nennen. Da also unser Normalpapier in der Dunkelkammer nicht trocknete, so legten wir dasselbe, nachdem die Flüssigkeit von dem aus dem Silberbad herausgenommenen Papier vollkommen abgetropft war, in den Exsiccator zum Trocknen ein. Scharfes Austrocknen des Papiers wurde dadurch vermieden, dass der Exsiccator nicht vollkommen verschlossen wurde.

Es war auch nöthig, den Insolator der continuirlichen Einwirkung der Luftfeuchtigkeit zu entziehen. Wer Buitenzorg kennt, weiss, wie hier fast alle Gegenstände in Folge der beinahe fortwährend ungemein hohen Luftfeuchtigkeit in kurzer Zeit der Verschimmelung unterliegen. Der Insolator wäre demselben Schicksale verfallen; deshalb wurde derselbe in der Zeit, in welcher er nicht im Gebrauch war, gewöhnlich

im Exsiccator oder auch in einer geschlossenen Blechbüchse aufbewahrt. Überhaupt wurde darauf Rücksicht genommen, dass der Insolator stets im trockenen Zustande sich befand. Es war dies nicht nur erforderlich, um während des Versuches das Normalpapier im trockenen Zustande der Wirkung des Lichtes auszusetzen, sondern auch noch aus folgendem Grunde. Wird die Normalfarbe befeuchtet, so nimmt sie einen sichtlich dunkleren Ton an, und die unter Zugrundelegung eines solchen Tones ermittelten Werthe würden alle zu klein sein. Bei der grossen Luftfeuchtigkeit Buitenzorgs war die Gefahr vorhanden, dass der Normalton nach einiger Zeit eine die Höhe des Farbtones verändernde Durchfeuchtung erfahren könnte, welcher Gefahr durch die getroffenen Maassnahmen vorgebeugt wurde.

Ogleich nun diese Vorsichten stets auf das genaueste beobachtet wurden, möchte ich doch nicht unterlassen, die Grösse des möglichen Fehlers anzugeben, welcher bei Bestimmung der Lichtintensität entstanden wäre, wenn Normalton und Normalpapier unter der Einwirkung der normalen Feuchtigkeit Buitenzorgs verwendet worden wären, also eine Trocknung beider im Exsiccator nicht stattgefunden hätte.

Belässt man einen in der gewöhnlichen Weise adjustirten Normaltonstreifen durch 24 Stunden im Junstgesättigten Raum, so ändert derselbe bei constanter Temperatur seine Farbe nicht, oder in einem so unerheblichen Grade, dass der Unterschied bei der praktischen Verwendung nicht in Betracht kommt. Bei wechselnder Temperatur tritt in Folge Condensation von Wasserdampf ein schwaches Dunkelwerden des Normaltones bei 24stündigem Liegen im absolut feuchten Raume ein. Vergleichende Versuche haben gelehrt, dass in Folge dieses Dunkelwerdens des Normaltones die Intensitätswerthe um 6—7 Procent zu klein ausfallen können.

Vergleicht man ferner ein im absolut feuchten Raume liegendes Normalpapier mit einem in trockener Luft (die Versuche wurden bei 22—27° C. und einer relativen Feuchtigkeit von 66—69 Procent ausgeführt) aber unter sonst gleichen Verhältnissen befindlichen Normalpapier, so ergibt sich, dass die Färbung des ersteren etwas ins Röthliche, die des letzteren ins Bläuliche neigt. Im monochromatischen gelben Lichte betrachtet, erscheint die Tonhöhe beider Normalpapiere aber in unerheblichem Maasse, verschieden: geht die Färbung des Normalpapiers etwa bis zur Höhe des Normaltons, so ist der im feuchten Raume erhaltene Ton relativ dunkler, geht aber die Färbung des Normalpapiers bis zur Höhe des 10er Tones, so ist der im feuchten Raume erhaltene Ton relativ lichter als der in trockener Luft erhaltene.

Bei Anwendung von feuchtem Normalpapier und feuchtem Normalton, also bei Nichtbeachtung der oben angegebenen Vorsichten compensiren sich — niedere Intensitäten vorausgesetzt — die Fehler, welche einerseits durch das Dunkelwerden des Normaltones, andererseits durch die raschere Färbung des Normalpapiers entstehen. Bei hohen Intensitäten führt die Anwendung von feuchtem Normalpapier und feuchtem Normalton zu Fehlern, welche im Vergleiche zu den mit trockenem Normalpapier und trockenem Normalton erhaltenen Werthen etwa 8—9 Procent betragen.

Stunde	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
22. November 1893.				
8 ^h 30 ^m a. m.	3	S ₂	40° 33'	0·833
9 30	3	S ₃	54 15	1·000
10 20	9	S ₀	64 58	0·625
11 10	10	S ₂	73 36	0·955
11 30	10 (trüb)	S ₀	75 36	0·555
11 45	10	S ₁	76 9	1·000
23. November.				
10 ^h m a. m.	9 (zart)	S ₂	60° 17'	0·970
10 30	10	S ₁	66 19	0·666
10 45	6 (schwach)	S ₁₋₂	69 4	0·805
12	7 (schwach)	S ₁	75 5	0·800

Stunde	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
24. November.				
6 ^h 45 ^m a. m.	1 (ziemlich klar, Horizont in Dunst)	S ₃	15° 48'	0·181
7 15	2	S ₃	22 48	0·283
7 45	2	S ₃	29 49	0·400
9 45	2 (leichter Wolkenschleier)	S ₂	57 11	0·714
12 3 p. m.	3	S ₃	75 6	1·111
1 25	3	S ₃	62 17	1·100
2 50	3	S ₃	43 28	0·714
3 33	5	S ₂	33 32	0·526
4 30	6 (trüb)	S ₀	20 1	0·250
5	8	S ₀	13 15	0·147
5 30	5	S ₀	6 18	0·073
25. November.				
11 ^h 55 ^m a. m.	2 (dichter weisser Schleier)	S ₂	75° 23'	1·111
26. November.				
11 ^h 10 ^m a. m.	10	S ₂	°	0·768
12 5 p. m.	10	S ₂	74 44	0·666
3 15	10	S ₀	38 20	0·488
3 45	10 (beg. Regen)	S ₀	30 57	0·111
6	7 (Zenith zum Theil frei)	S ₀	0 2	0·005
27. November.				
12 ^h	10 (Regen)	S ₀	74° 30'	0·013
28. November.				
12 ^h m a. m.	10	S ₁	74° 20'	0·625
12 10 p. m.	10 (schwacher Regen)	S ₀	74 2	0·263
29. November.				
12 ^h 12 ^m p. m.	9	S ₂	74° 12'	1·111
5 30	10	S ₀	6 51	0·068
5 45	8	S ₀	3 27	0·042
6	7	S ₀	0 17	0·027
6 15	7	S ₀	— 2 20	0·008

Stunde	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
30. November.				
5 ^h 40 ^m a. m.	5	S ₀	0° 41'	0·028
5 50	4	S ₀	2 48	0·049
6	4—5	S ₀	5 2	0·087
6 10	6	S ₃	7 18	0·122
6 40	9	S ₀	14 13	0·172
7	8	S ₂	18 54	0·286
7 20	4	S ₃	22 58	0·555
7 35	4	S ₄	26 57	0·624
8 10	5	S ₃	35 1	0·714
9	2—3	S ₃	46 25	1·111
10	8	S ₂	59 31	0·712
10	8	S _{3—4}	59 31	1·058
10 40	6	S ₃	67 18	1·200
11	5	S _{2—3}	70 35	1·000
11 5	5	S ₃	71 18	1·265
11 30	10	S ₀	73 57	0·602
12 23 p. m.	10 (schwere Regenwolken)	S ₀	72 33	0·192
3 15	10 (zum Theile schwere Wolken)	S ₀	38 0	0·333
4 15	10 (einzelne dunkle Wolken)	S ₀	24 10	0·294
4 45	10	S ₀	17 13	0·181
5 15	10 (zur Hälfte schwere Wolken)	S ₀	10 17	0·105
1. December.				
10 ^h 55 ^m a. m.	4	S ₃	69° 41'	1·351
11 20	5	S ₃	72 55	1·362
11 45	7	S ₁	74 23	0·857
12 13 p. m.	9	S ₀	72 59	0·642
5 55	10	S ₀	1 20	0·022
6 5	10	S ₀	— 0 36	0·010
2. December.				
6 ^h 30 ^m a. m.		S ₂	11° 41'	0·129
7 20	9	S ₁	23 13	0·177
8 45	9	S ₁	28 37	0·501
12 5 p. m.	9 (zur Hälfte schwere Regenwolken)	S ₀	73 53	0·666
4 55	10	S ₀	15 8	0·187
5 5	10	S ₀	12 50	0·164
5 75	10	S ₀	10 32	0·135
5 33	10	S ₀	7 19	0·108
5 48	10	S ₀	3 4	0·062
3. December.				
11 ^h 3 ^m a. m.	5	S ₃	70° 31'	1·428
12	4	S ₃	73 59	0·833
12 30 p. m.	4	S ₄	71 26	1·420

Stunde	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
4. December.				
12 ^h	9	S ₁	73° 52'	0·357
5. December.				
11 ^h 7 ^m a. m.	10 (schwere Regenwolken)	S ₀	70° 48'	0·200
11 55	10	S ₁	73 59	0·660
6. December.				
8 ^h 3 ^m a. m.	2	S ₂	32° 51'	0·454
9 2	5	S ₃	46 13	0·909
10 3	6	S ₃₋₁	59° 21'	1·250
10 30	9	S ₀	64 37	0·587
11 7	9	S ₂	70 37	1·285
11 30	10	S ₁	73 0	0·692
11 33	9	S ₃	73 12	1·320
11 55	9	S ₂	73 44	0·818
7. December.				
7 ^h 20 ^m a. m.	3	S ₃	22° 44'	0·329
10 15	7	S ₂₋₃	61 30	1·111
11 5	7	S ₂	70 8	1·111
12 8 p. m.	8	S ₂	73 13	0·833
8. December.				
5 ^h 45 ^m a. m.	10	S ₀	1° 13'	0·020
6	10	S ₀	4 27	0·033
6 20	10	S ₀	8 58	0·079
6 45	10	S ₀	14 42	0·090
7 20	10	S ₀	22 44	0·166
8 30	10	S ₁	38 44	0·385
9 10	10	S ₀	47 42	0·434
9 45	9	S ₂	55 18	0·714
10 35	10	S ₁	65 13	0·588
11 35	10	S ₀₋₁	73 2	0·769
12	10	S ₀₋₁	73 26	0·769
12 25 p. m.	10	S ₀	71 43	0·555
4 10	10 starker Regen	S ₀	25 55	0·026
9. December.				
12 ^h 5 ^m p. m.	10	S ₁	73° 12'	0·769
12 40	10	S ₀₋₁	69 56	0·666
4 15	10	S ₀	24 48	0·294
5 15	10	S ₀	11 1	0·109
5 35	10	S ₀	7 23	0·080

Stunde	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
10. December.				
10 ^h 40 ^m a. m.	5	S ₃	65° 47'	1·111
11 30	6	S ₂	72 26	1·000
12 45 p. m.	10	S ₀	69 10	0·555
4 15	10	S ₃	25 1	0·450
11. December.				
8 ^h 45 ^m a. m.	10 (schwacher Regen)	S ₀	41° 36'	0·225
10 25	10	S ₁	62 49	0·769
11 20	10	S ₀₋₁	71 0	0·833
11 50	9	S ₃	73 13	1·000
4 40 p. m.	8	S ₃	19 30	0·347
5	9	S ₀	14 55	0·200
5 20	9	S ₀	10 21	0·141
5 45	9	S ₀	4 42	0·073
12. December.				
10 ^h 55 ^m a. m.	8	S ₂	67° 59'	1·111
10 58	8	S ₃	68 27	1·428
11 40	7	S ₂	72 52	0·833
4 15 p. m.	10 schwacher Regen	S ₀	25 14	0·066
13. December.				
6 ^h 45 ^m a. m.	5	S ₂	14° 1'	0·245
11 4	9	S ₁	69 8	0·660
11 50	8	S ₃	73 5	1·111
3 10 p. m.	10 (Regenmenge per Stunde 4·12 mm)	S ₀	40 14	0·064
4	10 " " " " 0·35 mm)	S ₀	28 54	0·111
14. December.				
6 ^h 15 ^m a. m.	2	S ₄	8° 5	0·090
6 50	2	S ₁	15 9	0·200
7 45	1	S ₄	27 45	0·500
8 40	2	S ₁	40 13	0·885
9	2	S ₃	44 42	0·833
10	2	S ₁	57 35	1·250
10 30	3	S ₄	63 27	1·255
11 3	6	S ₂	72 15	0·833
12 5 p. m.	5	S ₃	72 54	1·000
2 50	10 schwacher Regen	S ₀	44 42	0·379
3 15	10	S ₀	39 6	0·353
4	10	S ₀	28 53	0·266
4 30	10	S ₀	22 1	0·237

Stunde	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
15. December.				
9 ^h 20 ^m a. m.	1	S ₁	48° 52'	0·848
11 20	9	S ₁	70 56	0·769
4 45 p. m.	5	S ₁	18 49	0·222
5 25	5	S ₂	9 41	0·117
5 30	5	S ₁	8 32	0·125
5 50	2	S ₃	4 4	0·100
6 10	2	S ₀	0 10	0·034
16. December.				
11 ^h 5 ^m a. m.	10	S ₁	69° 0'	0·999
11 25	10	S ₀	71 24	0·600
12 5 p. m.	10	S ₁	72 49	0·833
5 5	10 schwacher Regen	S ₀	14 15	0·062
5 8	10 Regen etwas stärker	S ₀	13 33	0·057
17. December.				
11 ^h 4 ^m a. m.	10 Regen	S ₀	68° 15'	0·425
12 15 p. m.	10 „	S ₀	72 26	0·422
5 10	10 „	S ₀	13 6	0·082
18. December.				
7 ^h 20 ^m a. m.	0	S ₄	20° 57'	0·450
10 3	3	S ₁	57 43	1·428
11 15	8	S ₀₋₁	70 8	0·666
12	9	S ₁	72 53	0·833
4 15 p. m.	10	S ₁	25 54	0·286
20. December.				
10 ^h 30 ^m a. m.	4	S ₄	61° 4'	1·333
11 35	4	S ₁	71 59	0·769
12 5 p. m.	4	S ₁	72 47	0·769
3 30	4	S ₄	35 54	0·713
3 47	4	S ₃	32 31	0·526
5 55	8	S ₀	3 41	0·044
21. December.				
10 ^h 43 ^m a. m.	10	S ₂	66° 30'	0·833
11 30	7	S ₂	71 33	1·250
12 5 p. m.	9	S ₂	72 44	0·909
2 45	10	S ₁	46 24	0·666
22. December.				
11 ^h 20 ^m a. m.	6	S ₂	70° 20'	0·833
12 10 p. m.	10	S ₁	72 38	0·666
2 40	10	S ₀	47 43	0·308
2 45	10	S ₀	46 37	0·161
2 50	10	S ₀	45 31	0·266
3 10	10	S ₀	41 4	0·500

Regen 12 — 31 mm per Stunde

Stunde	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
23. December.				
6 ^h 40 ^m a. m.	10	S ₁	11° 53'	0·133
9 15	8 (weisse dünne Wolken)	S ₂	47 4	0·714
10 ^h 40 ^m a. m.	10	S ₁	64 26	0·710
11 20	10	S ₀₋₁	70 20	0·666
11 45	10	S ₀₋₁	72 30	0·666
12 35 p. m.	10	S ₁	70 44	0·714
4 20	10 Regen	S ₀	25 13	0·180
24. December.				
9 ^h 40 ^m a. m.	10	S ₀	52° 16'	0·285
10 55	10	S ₂	66 46	0·800
12 25 p. m.	10	S ₂	71 47	0·833
4 45	10	S ₀	19 44	0·135
25. December.				
11 ^h 4 ^m a. m.	4	S ₄	68° 13'	1·538
11 55	4	S ₄	72 49	1·333
26. December.				
11 ^h 15 ^m a. m.	7	S ₂	69° 37'	0·869
12 10 p. m.	9	S ₁	72 47	0·666
27. December.				
9 ^h 25 ^m a. m.	10	S ₁	48° 51'	0·555
10 35	10	S ₂	63 11	0·757
11 5	10	S ₁	68 16	0·558
12 7 p. m.	9	S ₂	72 53	0·909
4	10	S ₀	30 15	0·285
28. December.				
10 ^h m a. m.	3	S ₃	56 78	1·000
10 45	3	S ₃	64 50	1·052
12 5 p. m.	4	S ₃	72 58	1·250
4 20	8	S ₂	25 51	0·258
29. December.				
10 ^h 10 ^m a. m.	2	S ₃	58° 12'	0·909
11	3	S ₃	67 27	1·250
12	4	S ₃	73 4	1·250
4 45 p. m.	6	S ₁	20 12	0·166

Stunde	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
30. December.				
6 ^h 45 ^m a. m.	4	S ₃	12° 10'	0·133
7 45	3	S ₃	25 55	0·360
9 23	9	S ₁	48 4	0·555
11	9	S ₁	67 9	0·800
12	10 Regen	S ₀₋₁	73 6	0·627
4 50 p. m.	10	S ₀	19 17	0·134
31. December.				
9 ^h 10 a. m.	10	S ₀	42° 57'	0·456
10 30	10	S ₂	62 1	0·713
11 2	10	S ₁	67 43	0·714
12	10	S ₀	73 11	0·400
1. Jänner 1894.				
11 ^h 13 ^m a. m.	10	S ₀	69° 15'	0·370
11 57	9	S ₁	73 11	0·833
2. Jänner.				
9 ^h 35 ^m a. m.	3	S ₃	50° 30'	1·000
10 17	5	S ₂	59 21	0·769
11 10	5	S ₃	68 43	1·000
12 5 p. m.	10 Regen	S ₀	73 23	0·488
3. Jänner.				
9 ^h 47 ^m a. m.	9	S ₂	52° 55'	0·714
9 48	9	S ₂	53 8	1·000
11 3	9	S ₂	67 43	1·000
12 15 p. m.	10 Regen	S ₁	73 18	0·686
4. Jänner.				
11 ^h 56 ^m a. m.	10	S ₀	73° 25'	0·588
5. Jänner.				
8 ^h 25 ^m a. m.	5	S ₂	34° 26'	0·666
9 26	6	S ₃	48 11	1·000
12	8	S ₁	73 33	0·625
6. Jänner.				
10 ^h 30 ^m a. m.	10 Regen	S ₀	61° 45'	0·431
11 25	10, desgleichen schwächer	S ₀	71 1	0·303
12 10 p. m.	10, „ „	S ₀	73 43	0·510

Stunde	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
7. Jänner.				
10 ^h 25 ^m a. m.	10	S ₁	60° 38'	0·500
11 10	10	S ₂	68 49	0·869
12 8 p. m.	5	S ₃	73 54	1·000
1	10	S ₀	—	0·450
8. Jänner.				
11 ^h 34 ^m a. m.	10	S ₀	72° 8'	0·454
12 45 p. m.	10	S ₀	71 34	0·137
9. Jänner.				
10 ^h 20 ^m a. m.	10	S ₀	59° 44'	0·206
10 30	10	S ₀	61 45	0·305
10 40	10	S ₀	63 41	0·323
10 50	10 Regen	S ₀	65 35	0·294
11	10	S ₀	67 22	0·336
11 10	10	S ₀	69 1	0·299
11 20	10	S ₀	70 32	0·332
11 30	10	S ₀	71 49	0·490
11 40	10 Regen	S ₀	72 52	0·268
11 47	10	S ₀	73 29	0·322
12 1 p. m.	10	S ₀	74 6	0·196
3 35	10	S ₀	37 29	0·258
4 45	10	S ₀	21 22	0·263
10. Jänner.				
11 ^h 30 ^m a. m.	10	S ₀	71° 49'	0·263
12 4 p. m.	10	S ₁	74 16	0·500
3 50	10	S ₀	33 50	0·312
11. Jänner.				
11 ^h 3 ^m a. m.	10	S ₁	67° 54'	0·666
12 5 p. m.	10 Regen	S ₀	74 34	0·091
12. Jänner.				
10 ^h 23 ^m a. m.	10	S ₁	60° 9'	0·476
11	10	S ₀	67 20	0·384
11 30	10	S ₀₋₁	71 58	0·555
12 3 p. m.	10	S ₁	74 34	0·714
5 20	5	S ₃	13 45	0·188
6	2	S ₀	4 35	0·060
13. Jänner.				
12 ^h 20 ^m p. m.	10	S ₁	74° 56'	0·476

Stunde	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
14. Jänner.				
10 ^h 38 ^m a. m.	10	S ₁	63° 21'	0·500
12 3 p. m.	10	S ₁	74 53	0·588
15. Jänner.				
9 ^h 55 ^m a. m.	10	S ₀	54° 9'	0·384
10 20	10 Regen	S ₀	59 34	0·400
10 45	10 Regen, stärker	S ₀	64 37	0·303
11	10	S ₀	67 29	0·435
11 15	10	S ₁	70 2	0·624
11 40	10	S ₀	74 25	0·500
12 2 p. m.	10	S ₀	75 1	0·523
5	10	S ₀	38 13	0·156
16. Jänner.				
6 ^h 15 ^m a. m.	9	S ₀	3° 38'	0·040
7 30	9	S ₁	20 57	0·187
9 20	10	S ₁	48 38	0·500
9 50	10	S ₁	53 7	0·666
10 52	10	S ₂	66 6	0·909
12 13 p. m.	10	S ₂	75 18	1·111
17. Jänner.				
7 ^h 20 ^m a. m.	10	S ₁	18° 37'	0·256
7 30	10	S ₁	20 57	0·277
7 40	10	S ₁	23 16	0·286
7 50	10	S ₁	25 37	0·279
8 54	10	S ₂	40 28	0·500
9 15	10	S ₂	45 17	0·625
10	10	S ₀	55 24	0·454
10 20	10	S ₀	59 43	0·377
10 45	10	S ₁	64 50	0·624
11	10	S ₁	67 44	0·740
11 15	10	S ₀₋₁	70 19	0·588
11 30	10	S ₁	72 38	0·666
11 45	10	S ₀	74 18	0·587
12 2 p. m.	10	S ₀	75 36	0·312
12 31	10	S ₀	74 41	0·400
1 3	10	S ₀	70 39	0·434
1 35	10 Regen	S ₀	64 49	0·365
2 28	10 „	S ₀	53 38	0·283
4 13	10 „	S ₀	29 35	0·101
6	10	S ₀	4 44	0·033
6 20	10	S ₀	0 24	0·024

Stunde	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
18. Jänner.				
11 ^h 3 ^m a. m.	10	S ₁	68° 35'	0.521
11 30	10	S ₃	72 38	1.176
11 45	10	S ₁	74 25	0.740
12 15 p. m.	10	S ₂	75 40	0.769
3 30	7	S ₃	39 48	0.721
4	6	S ₃	32 50	0.710
19. Jänner.				
8 ^h 50 ^m a. m.	3	S ₃	39° 22'	1.000
9 59	2	S ₃	55 5	1.111
10 25	1	S ₄	60 43	1.333
10 45	2	S ₁	64 52	1.428
11	2	S ₄	67 46	1.538
11 15	3	S ₄	70 26	1.430
11 20	3	S ₃	70 34	1.111
11 40	4	S ₃	74 4	1.333
11 55	3	S ₄	75 23	1.612
12 5 p. m.	4	S ₁	75 50	0.526
20. Jänner.				
11 ^h 3 ^m a. m.	6	S ₁	68° 27'	0.586
11 35	7	S ₁	73 36	0.622
11 50	6	S ₃	75 14	1.175
12 20 p. m.	7	S ₃	76 0	1.111
26. Jänner.				
12 ^h 10 ^m a. m.	10	S ₁	77° 33'	0.588
27. Jänner.				
10 ^h 40 ^m a. m.	10	S ₂	68° 28'	0.833
12 10	9	S ₃	77 49	1.250
28. Jänner.				
10 ^h 40 ^m a. m.	10	S ₁	64° 24'	0.588
11 25	10	S ₀₋₁	73 19	0.666
12	10	S ₀	77 41	0.454
2. Februar.				
9 ^h 30 ^m a. m.	10	S ₀	48° 35'	0.555
10 15	10	S ₀	50 5	0.400

Stunde	Bewölkung	Sonne	Sonnenhöhe	Intensität
4. März.				
8 ^h ^m a. m.	1	S ₃₋₁	27° 28'	0·500
9 3	1	S ₄	43 4	0·910
10	3	S ₃	57 13	1·428
11	4	S ₂	72 6	0·666
12	5	S ₁	87 1	0·625
1	5	S ₂	78 4	1·000
2	6	S ₃	63 10	1·111

Die mittlere Mittagsintensität im November 1893 (22—30) betrug näherungsweise 0·750, das Maximum 1·265, die mittlere Mittagsintensität im December 1893 betrug näherungsweise 0·800, das Maximum 1·538; die mittlere Mittagsintensität im Jänner 1894 betrug näherungsweise 0·700, das Maximum 1·612. Innerhalb dieser Zeit betrug die grösste Mittagsintensität 1·612, die geringste 0·013. Es verhält sich demnach die grösste Mittagsintensität zur kleinsten in diesem Zeitraume wie 124 : 1.

Ich stelle hier die Zeiten des Intensitätsmaximums für jene Tage zusammen, an welchen grössere zusammenhängende Beobachtungen angestellt wurden.

November 1893.

22. 9^h 30^m, 11^h 45^m 1·000
 23. 10 0·970
 24. 12 1·111 sonnig von Früh bis Mittag,
 30. 11 5 1·265.

December 1893.

1. 11^h 20^m 1·362,
 2. 12 0·666 trüb, bewölkt. Die Sonnenbedeckung sank von 6^h 30^m a. m.
 bis Mittag von S₂ auf S₀.
 3. 11 1·428,
 6. 11 1·285,
 11. 11 50 1·000 B₉ S₃,
 12. 10 58 1·428,
 14. 10 30 1·255,
 15. 9 20 0·848,
 18. 10 3 1·428,
 20. 10 30 1·333,
 22. 11 20 0·833,
 23. 9 15 0·714,
 24. 12 25 0·833,
 27. 12 0·909, von 10^h 35^m bis 12^h 7^m fast gleichmässige Sonnenbedeckung
 28. 12 1·250 schwache Bewölkung, bis Mittag fast voller Sonnenschein
 (S₃),
 29. 11—12^h 1·250,
 30. 11^h 0·800,
 31. 11 0·714.

Jänner 1894.

5. 9^h 26^m 1·000,
 7. 12 1·000 bis 12^h, fallende Sonnenbedeckung (von 10^h 25^m—12^h S₁, S₂, S₃, um 1^h p. m. schon B₁₀, S₀,
 9. 11 30 0·490 den ganzen Tag S₀, theilweise Regen,
 12. 12 0·714,
 15. 11 15 0·624,
 16. 12 13 1·111 von 6^h a. m. bis Mittag steigende Sonnenhelligkeit S₀, S₁, S₂, dann Trübung,
 17. 11 0·740,
 18. 11 30 1·176,
 19. 11 55 1·612 B₃, S₄, um 12^h 5^m B₄, S₁ und Intensität = 0·526,
 20. 11 50 1·175,
 28. 11 25 0·666.

März 1894.

4. 10^h 1·428.

Die Abhängigkeit der Zeit des Intensitätsmaximums von der Himmelsbedeckung geht aus den Beobachtungen klar hervor.

In der Regel tritt das Maximum der Intensität in den Vormittagsstunden (etwa zwischen 9 und 11^h) ein. Es ist dies immer der Fall, wenn die Bedeckung des Himmels und die Verschleierung der Sonne in den späten Vormittagsstunden stark zunimmt. Seltener fällt das Maximum auf den Mittag, wenn nämlich der Himmel und die Sonne bis Mittag wenig bedeckt sind, oder die Himmels- und Sonnenbedeckung von Früh bis Mittag allmählig sinkt oder sich nahezu gleichmässig erhält. Also auch bei frühzeitig sich einstellender Trübung des Himmels kann das Maximum auf den Mittag fallen (2. December). Man wird aus diesen Beobachtungen ableiten dürfen, dass bei normaler chemischer Intensität des Lichtes das tägliche Maximum in Buitenzorg auf den Mittag fällt.

Vierter Abschnitt.

In Cairo und Umgebung angestellte Beobachtungen.

Die nachfolgenden Beobachtungen wurden zwischen dem 28. Februar und 8. März theils in Cairo, theils im umgebenden Wüstengebiet (Héluouan, kleiner versteinierter Wald) angestellt, selbstverständlich genau nach dem in Wien und Buitenzorg angewandten Verfahren, so dass alle an diesen drei Orten erhaltenen Werthe untereinander vergleichbar sind.

Beobachtungen in Cairo:

Datum	Zeit	Himmelsbedeckung	Sonnenbedeckung	Sonnenhöhe	Intensität
1894. 28. Februar	11 ^h 30 ^m a. m.	8, schwacher Regen	S ₀	50° 41'	0·133**
1. März	10 55	0	S ₄	29 20	0·288
	11 30	9	S ₂	51 7	0·482**
	11 35	10	S ₁	—	0·280*
2.	10 45	7	S ₂₋₃	47 21	0·454*
	10 50	7	S ₂₋₃	—	0·608*
	11 30	9	S ₀₋₁	51 80	0·240**
	11 45	8	S ₁₋₂	52 15	0·589

Datum	Zeit	Himmelsbedeckung	Sonnenbedeckung	Sonnenhöhe	Intensität
1894. 2. März	11 50	6	S_{3-4}	—	0·666*
3.	9 10	1	S_4	32 36	0·608*
	10 57	2	S_2	49 2	0·588*
	12	4	S_3	53 5	0·633**
	5 p. m.	5	S_1	11 56	0·060*
4.	9 a. m.	0	S_4	31 20	0·300
5.	12	9—10	S_{0-1}	53 51	0·333*
6.	1 p. m.	10	S_0	52 32	0·320†
	3 15	9	S_0	33 32	0·225†

Beobachtungen zu H  louan bei Cairo (Wüste):

Datum	Zeit	Himmelsbedeckung	Sonnenbedeckung	Sonnenhöhe	Intensität
1894. 7. März	8 ^h 30 ^m a. m.	0	S_4	26° 17'	0·356**
	10 15	0	S_4	44 58	0·555**
	10 45	0	S_4	49 3	0·652**
	11 30	0, am Horizont Gewölk	S_4	53 21	0·714**
	11 50	0	S_4	54 21	0·666**
	12	0	S_4	54 38	0·500**
	1 p. m.	0	S_4	50 13	0·625

Beobachtungen im kleinen versteinigerten Wald bei Cairo (Wüste):

Datum	Zeit	Himmelsbedeckung	Sonnenbedeckung	Sonnenhöhe	Intensität
1894. 7. März	8 ^h 45 ^m a. m.	0	S_4	29° 28'	0·344
	9 15	0	S_4	35 9	0·388**
	10	0	S_4	42 57	0·582**
	10 30	0	S_4	47 25	0·600*
	12	1	S_4	55 0	0·490**
	12 15 p. m.	1	S_4	55 8	0·514**
	1 15	1	S_4	52 0	0·582**
	2	1	S_4	46 25	0·590**
	2 35	0	S_4	41 8	0·425**

Behufs Erläuterung dieser Tabelle muss ich den später folgenden vergleichenden Untersuchungen über die Intensität des Lichtes bei gleicher Sonnenhöhe und anscheinend gleicher Sonnen- und Himmelsbedeckung vorgreifen. Ich werde zeigen, dass bei völlig bedeckter Sonne (S_0) und bei halbbedeckter Sonne, gleiche Sonnenhöhen vorausgesetzt, die Intensitäten in Buitenzorg höher sind als in Wien, dass aber bei hohem Sonnenstande und unbedeckter Sonne, gleiche Sonnenhöhe vorausgesetzt, die Intensitäten an beiden Orten nahezu gleich sind.

Anders gestalten sich zur Beobachtungszeit die Verhältnisse in Cairo, wo im grossen Ganzen die Intensitäten bei gleicher Sonnenhöhe niedriger als in Wien und Buitenzorg gefunden wurden.

Diese Verhältnisse lassen sich nicht so leicht constataren, weil bei niedriger Sonnenhöhe in Cairo häufig völlig unbedeckte Sonne zu beobachten ist, während dies in Wien nicht der Fall ist. Aus der vorstehenden Tabelle ist zu erschen, dass in Cairo schon bei 26° Sonnenhöhe die Sonne völlig unbedeckt sein kann, während dieser Zustand in Wien in der Regel erst bei beträchtlich grösserer Sonnenhöhe wahrzunehmen ist. Die Tabellen des vorhergehenden Abschnittes lehren, wie selten S_4 in Wien zur Beobachtung kommt. In den 18 monatlichen Mittagsbeobachtungen kommt S_4 nur von Mai bis September vor, zu Mittag erst bei über 42° gelegener Sonnenhöhe und dann noch selten. Es liess sich also ein directer Vergleich der Intensitäten

bei gleicher Sonnenhöhe und gleicher Himmelsbedeckung zwischen Cairo und Wien zumeist nicht durchführen. Wenn aber bei S_3 und gleicher Sonnenhöhe in Wien schon die Intensität so gross ist wie bei S_4 in Cairo, so wird man nach den oben reichlich vorgeführten einschlägigen Daten annehmen müssen, dass sie bei S_4 in Wien grösser sein wird. Auf diese Weise liess sich auf indirectem Wege entscheiden, ob bei gleichen Sonnenhöhen und anscheinend gleichen Sonnenbedeckungen die Intensität in Wien oder in Cairo grösser ist.

Der Vergleich zwischen Cairo und Buitenzorg ist hingegen häufig direct durchzuführen.

In obiger Zusammenstellung bedeutet das Zeichen **, dass die Intensität (bei gleicher Sonnenhöhe und gleicher Sonnenbedeckung) in Cairo niedriger als in Buitenzorg und Wien ist, oder, was seltener vorkommt, jener von Wien gleicht.

Das Zeichen * bedeutet, dass die Intensität in Cairo niedriger als in Buitenzorg gefunden wurde. Für den Vergleich zwischen Wien und Cairo reichten in diesen Fällen die Beobachtungen nicht aus.

Das Zeichen † drückt aus, dass bei S_0 in Cairo eine höhere Intensität als in Wien beobachtet wurde. Da bei vollkommen bedecktem Himmel auch bei uns die Intensität ungemein tief sinken kann, so werden diese relativ hohen in Cairo beobachteten Werthe verständlich und widersprechen nicht dem aus den übrigen Werthen hervorgehenden Satz: dass — vom vollkommen bedeckten Himmel, an welchem die Sonne nicht sichtbar ist, abgesehen — die chemische Lichtintensität in Cairo (in der Beobachtungszeit) niedriger als bei gleicher Sonnenhöhe und gleicher Sonnenbedeckung in Buitenzorg ist, und gewöhnlich auch niedriger als in Wien.

Wenn den in der Tabelle enthaltenen Intensitätswerthen kein Zeichen beigegeben ist, so soll damit gesagt sein, dass zum Vergleich der Intensität mit jener von Wien und Buitenzorg keine ausreichenden Beobachtungen vorlagen.

Von grossem Interesse erscheint die Wahrnehmung, dass im Gebiete von Cairo bei völlig unbedeckter Sonne (und unbewölktem Himmel) zu Mittag eine starke Depression der chemischen Lichtintensität eintreten kann, wie sowohl aus den zu Hérouan, als im kleinen versteinerten Walde angestellten Beobachtungen mit grosser Klarheit hervorgeht.

Sowohl in Hérouan als im versteinerten Walde machte ich die Wahrnehmung, dass zur Zeit der Depression der Himmel, obgleich völlig oder doch im Bereiche der Sonne wolkenfrei und sonst auch klar erscheinend, ein düsteres Blau angenommen hatte und auch die Sonne nicht jene optische Helligkeit wie vorher und nachher zu besitzen schien. Eine Täuschung bezüglich der Schätzung der optischen Helligkeit der Sonne hatte gewiss nicht stattgefunden, denn auch mein Begleiter auf der Excursion in den versteinerten Wald, Herr Dr. Sickenberg, Professor an der medicinischen Schule in Cairo, bestätigte meine Wahrnehmung.

Auf welche Zustände der Atmosphäre die relativ niedrigeren in Cairo beobachteten Werthe der chemischen Lichtintensitäten zurückzuführen sind, muss, genauer zu ermitteln, berufeneren Forschern überlassen bleiben. Ich möchte nur das Naheliegendste erwähnen, dass nämlich der Grad der Regenhäufigkeit und Regenstärke die Intensität in dem Sinne beeinflussen dürfte, dass, unter sonst gleichen Verhältnissen, die Intensität eine desto grössere ist, je grösser die Regenhäufigkeit und Regenmenge ist. Je öfter und reichlicher der Regen niederfällt, desto mehr wird die Luft von festen, in derselben suspendirten Theilen befreit werden. So liess sich das Verhältniss der chemischen Lichtintensitäten von Cairo, Wien und Buitenzorg begreifen. Dass aber dabei auch noch andere Momente im Spiele sind, soll nicht in Abrede gestellt werden. Doch, wie erwähnt, für mich handelt es sich bloss um die Feststellung der thatsächlichen Verhältnisse, die genaue klimatologische Erklärung dieser Verhältnisse zu geben, ist nicht meine Sache.

Auch die Depression der Tagescurve zu Mittag bei anscheinend klarem Himmel hat ihren Grund in atmosphärischen, der directen Wahrnehmung sich entziehenden Zuständen, welche zu erörtern gleichfalls nicht meine Aufgabe ist.

Anhang: Am Sonnblick angestellte Beobachtungen.

Im Anhang theile ich noch einige von Herrn Dr. Figdor am 23. und 24. Juli 1895 am Sonnblick (3103 *m*) angestellte Beobachtungen mit, welche mit den in dieser Abhandlung mitgetheilten Intensitätswerthen verglichen werden können, da dieselben genau nach derselben Methode erhalten wurden, welche von uns in Wien, Buitenzorg und Cairo angewendet wurden, und von einem Beobachter herrühren, welcher an den übrigen Intensitätsbestimmungen in sehr ausgedehnter Weise Antheil genommen hat.

Datum	Stunde	Sonnenhöhe ¹	Sonnenbedeckung	Bewölkung etc.	Intensität
23. Juli	7 ^h 47 ^m a. m.	32° 38'	S ₄	8, Bodennebel Neuschnee, im S rein, im N neblig	0·735
	8 45	42 20	S ₂	10	0·603
	9 22	48 10	S ₁₋₂	10, Bodennebel	0·666
	9 45	51 36	S ₁	10, »	0·699
24. Juli	7 8	25 53	S ₂₋₃	4, unten theilweise Nebel	0·476
	8	34 43	S ₃	8, Bodennebel	0·714
	8 47	42 31	S ₃	10, weisser, dichter, wallender Nebel	1·000
	9	44 36	S ₂	10, weisser, dichter, wallender Nebel	0·769
	9 40	50 43	S ₂₋₃	10	1·000
	9 57	53 6	S ₂	10, wallender Nebel	0·666
	11	60 14	S ₂	10, » »	0·769
	12 3	62 50	S ₁	10, starker Nebel	0·454
	1 2 p. m.	59 30	S ₃	9, wallender Nebel	1·111
	2	53 30	S ₂₋₃	9, Nebel, weisses Gewölk	0·952
	3 1	44 27	S ₃	5, Horizont im Nebel	1·000
	4	34 43	S ₃	5, » » »	0·751
	5 2	24 10	S ₃	5, » » »	0·564

Vergleicht man die am Sonnblick beobachteten Intensitäten mit jenen, welche bei gleicher Sonnenhöhe und gleicher Sonnenbedeckung in Wien und in Buitenzorg gefunden wurden, so fällt zunächst auf, dass alle am Sonnblick gefundenen Intensitäten grösser sind, als die in Wien beobachteten, zumeist auffallend grösser; nur die am 24. Juli um 12^h 3^m gefundene Intensität nähert sich sehr der am 11. Juli 1894 zu Mittag in Wien beobachteten (Sonnblick 0·454, Wien 0·450). In Wien war wie am Sonnblick der Himmel bedeckt, hingegen war in Wien die Luft klar, während am Sonnblick »starker Nebel« herrschte.

Auch die Intensitäten von Buitenzorg sind für gleiche Sonnenhöhe und gleiche Sonnenbedeckung fast durchwegs kleiner als die am Sonnblick gefundenen, die Unterschiede sind aber, mit den Wiener Beobachtungen verglichen, kleiner. Einzelne Werthe der Sonnblick-Beobachtungen bleiben hinter den Buitenzorger, offenbar wegen Nebel, zurück. So z. B. die oben genannten Werthe vom 24. Juli (Sonnblick 0·454, Buitenzorg 0·559—0·769).

Jedenfalls liefern die vorgeführten Beobachtungen den neuerlichen Beweis, dass mit zunehmender Seehöhe unter sonst gleichen Verhältnissen eine Steigerung, und bei grosser Seehöhe eine sehr auffällige Zunahme der chemischen Lichtintensität sich einstellt.²

¹ Die Sonnenhöhen wurden von Herrn Dr. Val. Pollak, Eleven des geogr. Institutes an der Wiener Universität, berechnet.

² Vergl. Eder, l. c. p. 327—328.

Fünfter Abschnitt.

Vergleichende Untersuchungen über einige Beobachtungsergebnisse. Zusammenfassung der Hauptresultate.

Die zahlreichen, oben mitgetheilten Beobachtungsergebnisse mit den verschiedenen klimatischen Factoren zu vergleichen, und aus dem Zusammenhange der ersteren mit den letzteren — soweit dies zulässig erscheint — allgemeinere Schlüsse in Betreff der Vertheilung der Lichtstärke auf der Erde zu ziehen, muss hierzu berufeneren Forschern überlassen bleiben. Auch die Ableitung empirischer Coëfficienten aus den Beobachtungen zur Berechnung von Lichtintensitäten durch allgemeine Formeln, womit sich namentlich Roscoe beschäftigt hat, liegt fernab von dem Plane dieser nur tatsächlichen Feststellungen gewidmeten Arbeit.

In diesem Abschnitte stelle ich mir die bescheidenere Aufgabe, einige vergleichende Betrachtungen über die chemische Lichtintensität anzustellen, welche sich aus den Beobachtungen unmittelbar ergeben, und einige naheliegende Beziehungen zwischen Himmelsbedeckung und Sonnenhöhe einerseits und der chemischen Lichtintensität andererseits zu erörtern.

Die grösste Mittagsintensität, welche in Wien beobachtet wurde, beträgt 1·500 (2. Juli 1893). Es ist dies auch die grösste, mit Sicherheit in Wien innerhalb der Beobachtungszeit ermittelte Lichtstärke. Die geringste in Wien beobachtete Mittagsintensität betrug 0·007 (5. December 1893). Es schwankte also in Wien die Mittagsintensität im äussersten Falle im Verhältnisse von 1:214.

Die grösste Mittagsintensität in Buitenzorg betrug 1·612 (19. Januar 1894). Es ist dies zugleich die grösste Intensität, welche in der ganzen Beobachtungsperiode herrschte, und überhaupt die grösste chemische Lichtstärke, welche bis jetzt beobachtet wurde. Die geringste von mir in Buitenzorg beobachtete Mittagsintensität betrug 0·013 (27. November 1893). Es schwankte somit in Buitenzorg innerhalb der genannten Zeit die Mittagsintensität im äussersten Falle im Verhältnisse von 1:124.

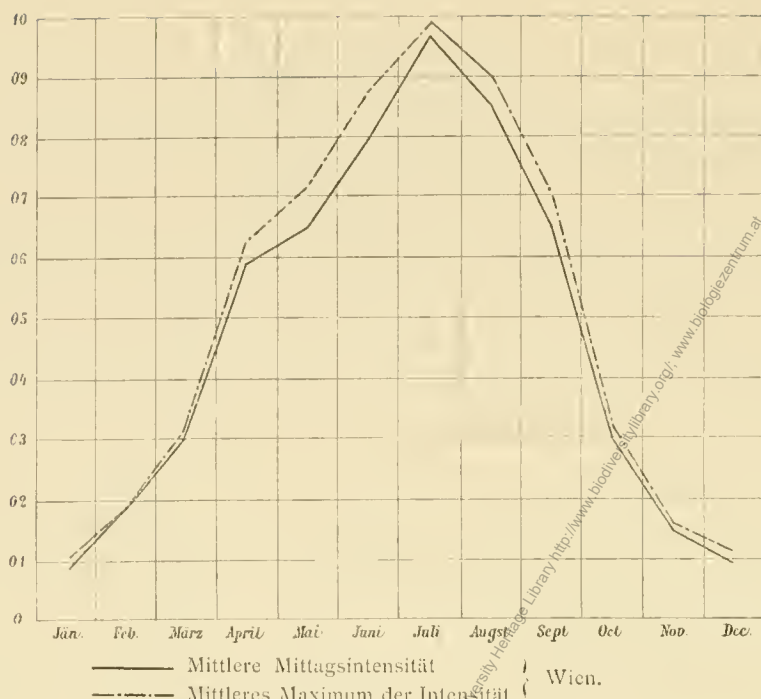
Es sei hier weiter auf den ausserordentlich starken Wechsel der Intensitäten innerhalb kleiner Zeiträume, welchen ich in Buitenzorg beobachtete, hingewiesen. Derselbe geht ebenso aus den Tabellen, wie aus den im Texte folgenden Curven (s. Fig. 5, 8 und 10 auf p. 80 und 83) [152] [155] hervor. Auf diesen raschen und rapiden Wechsel der Intensitäten im tropischen Gebiete ist schon früher von Roscoe hingewiesen worden. (Beobachtungen zu Pará in Brasilien.)

Vergleichung der durchschnittlichen Mittagsintensitäten mit den durchschnittlichen Maximis der Lichtstärke in Wien und Buitenzorg.

a) Wien.

Es wurden aus allen mir zu Gebote stehenden Daten über Mittagsintensität und über das tägliche Maximum die Monatsmittel berechnet, wobei die in den folgenden Columnen stehenden Zahlenwerthe gefunden wurden. Der Gang der jährlichen Mittags- und der maximalen Intensitäten ist in Fig. 2 graphisch dargestellt. Ausser den in den früheren Capiteln mitgetheilten diesbezüglichen Daten wurden in die Berechnung auch zahlreiche andere Beobachtungen einbezogen, welche, um den Umfang dieser Abhandlungen nicht allzusehr zu vergrössern, im Vorangegangenen nicht angeführt sind. Die Monatsmittel beziehen sich auf die Jahre 1893—1895, wobei indess zu bemerken, dass die Beobachtungen mancherlei Lücken aufweisen, namentlich bezüglich der Monate Juli und September, so dass die angeführten Mittel nur angenähert richtig sein können. Doch zeigt ein Vergleich der mittleren Mittagsintensitäten für die einzelnen Monate des Jahres mit den analogen, oben mitgetheilten Werthen, welche auf eine 19 monatliche, fast ununterbrochene Beobachtungsreihe sich stützen, dass die Annäherung an das factische Mittel eine ziemlich grosse sein müsse.

Fig. 2.



	Mittlere Mittags- intensität	Mittlere Maximal- intensität	Verhältniss
Januar	0·085	0·106	1 : 1·25
Februar	0·102	0·191	1 : 1·01
März	0·300	0·333	1 : 1·11
April	0·590	0·649	1 : 1·10
Mai	0·642	0·719	1 : 1·12
Juni	0·791	0·838	1 : 1·06
Juli	0·980	0·999	1 : 1·02
August	0·852	0·912	1 : 1·07
September	0·648	0·706	1 : 1·09
October	0·203	0·338	1 : 1·15
November	0·150	0·162	1 : 1·08
December	0·095	0·134	1 : 1·41

Die Jahresmittel ergeben für Wien ein Verhältniss der Mittagsintensität zur maximalen gleich 1 : 1·08.

b) Buitenzorg.

Alle in Buitenzorg angestellten Beobachtungsreihen wurden herangezogen, um für Zeiträume von 10 (bezw. 9 oder 11) Tagen den Durchschnitt der mittäglichen Intensität mit der mittleren Maximalintensität zu vergleichen. Der Gang beider Intensitäten wurde in Fig. 3 graphisch dargestellt.

	Mittlere Mittags- intensität	Mittlere Maximal- intensität	Verhältniss
29.—30. November 1893	0·87	0·97	1 : 1·11
1.—10. December »	0·82	0·99	1 : 1·21
11.—20. » »	0·84	1·12	1 : 1·33
21.—31. » »	0·89	0·96	1 : 1·08
1.—10. Januar »	0·61	0·78	1 : 1·28
11.—20. » »	0·64	0·91	1 : 1·42
21.—31. » »	0·85	0·96	1 : 1·13

Berechnet man das Mittel dieser 71tägigen Periode, so erhält man als Verhältniss der Mittagsintensität zur maximalen 1:1·22.

Es weicht also im Durchschnitte die Mittagsintensität von der maximalen bei uns viel weniger als in Buitenzorg ab, woraus sich die relativ hohen Intensitätsmaxima von Wien und die relativ niederen Intensitätsmaxima von Buitenzorg erklären.

Der angestellte Vergleich gilt selbstverständlich nur für die Zeit der Beobachtung, die sich allerdings für Wien auf das ganze Jahr, für Buitenzorg aber nur auf die angeführte Periode beschränkt.

Inwieweit das Verhältniss der Mittags- zur maximalen Intensität im Laufe eines Jahres in Buitenzorg sich ändert, kann erst durch weiter fortgesetzte Untersuchungen festgestellt werden. Einige später folgende Bemerkungen über den Gang der Witterung in Buitenzorg scheinen aber darauf hinzudeuten, dass im Laufe des ganzen Jahres dieses Verhältniss von dem in der genannten Periode ermittelten abweichen muss, dass aber diese Abweichung im Laufe des Jahres im Allgemeinen keine grosse sein dürfte.

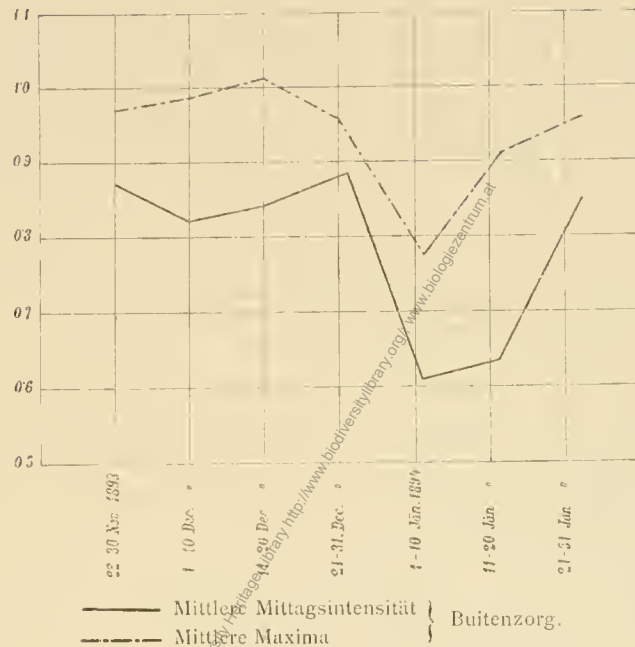
Leider liegen über die Himmelsbedeckung in Buitenzorg keine Aufzeichnungen vor. Was ich selbst über Himmelsbedeckung dort wahrgenommen habe, bezieht sich wieder nur auf die paar Monate, in welchen die Lichtmessungen angestellt wurden. Die Mehrzahl meiner diesbezüglichen Beobachtungen wurden oben mitgetheilt. Wenn ich aus diesen die Monatsmittel für die einzelnen Stunden berechne, so weichen dieselben von den correspondirenden Werthen der in Batavia angestellten Beobachtungen nur wenig ab, so dass es erlaubt sein dürfte, aus dem jährlichen Gange der Himmelsbedeckung von Batavia auf jenen von Buitenzorg mit einiger Wahrscheinlichkeit zu schliessen. Wie nahe meine Buitenzorger mit den gleichzeitigen Batavier Beobachtungen übereinstimmen, möge folgendes Beispiel zeigen:

	Buitenzorg		Batavia ¹
December 11 ^h a. m.	7·7 (Monatsmittel)		8·3 (Monatsmittel)
12 ^h	8·3	»	8·6
Januar 11 ^h a. m.	8·8	»	9·0
12 ^h	9·6	»	9·1

Die mittlere Himmelsbedeckung in Batavia ist in folgenden Zahlen ausgedrückt:

Januar	8·61	Juli	5·05
Februar	7·19	August	6·25
März	6·15	September	5·61
April	6·18	October	6·83
Mai	5·30	November	7·81
Juni	6·61	December	8·05

Fig. 3.



¹ Die Daten über Batavia sind den »Observations made at the Meteorol. and Magnetical Observatory at Batavia« 1893 u. 1894, redig. von dem Director des Observatoriums, Dr. van der Stok, entnommen.

Lässt man diese Zahlen für Buitenzorg gelten, so ergibt sich, dass allerdings die stärkste Himmelsbedeckung auf die Monate, in welchen ich meine photometrischen Untersuchungen dort anstellte, fällt, und dass man deshalb annehmen muss, es werde in den anderen Monaten — namentlich im Juli — sich das Maximum der Lichtstärke dem Mittagsminimum mehr nähern, als in den Monaten, in welchen meine Beobachtungen angestellt wurden; allein die Annäherung dürfte voraussichtlich nicht so gross sein als in Wien, wo in der Zeit von Juni—September die mittlere Himmelsbedeckung niemals den Werth 5 erreicht.

Einfluss der Bewölkung auf die chemische Lichtintensität.

Der grosse Einfluss der Bewölkung auf die Lichtstärke geht aus den vorangegangenen Beobachtungen zur Genüge hervor. Besonders deutlich ersieht man diesen Einfluss aus den Wiener im Juni und Juli angeführten Mittagsbeobachtungen und aus den gesammten Buitenzorg-Aufzeichnungen. In den Monaten Juni und Juli ist bei uns die mittägliche Sonnenhöhe nur wenig verschieden, so dass die Beeinflussung der Lichtstärke durch die Himmelsbedeckung deutlich wird. Beispielsweise ist die mittägliche Sonnenhöhe bei uns zwischen dem 2. und 29. Juni nur beiläufig um 1° verschieden; sie steigt vom 2. bis 13. Juni beiläufig von 64 auf 65° und fällt, nur mehr wenig (bis 21. Juni) ansteigend, bis 9. Juli wieder auf ca. 64° . Die Sonnenhöhe kann mithin innerhalb der genannten Zeit keinen auffallend verändernden Einfluss auf die Lichtstärke ausüben. Und doch sahen wir, dass in Wien im Juni (1893) die mittägliche Lichtstärke zwischen 0.149 und 1.428 , also beiläufig im Verhältnisse von $1:10$ schwankte. Die Verschiebung des Maximums der Lichtstärke in Buitenzorg auf 11, 10 oder gar beiläufig 9^h a. m. ist um so sicherer auf die Bewölkung zurückzuführen, als bei einigermaassen klarem Mittage oder bei Tags über gleichmässiger Bewölkung (innerhalb der Beobachtungszeit) das Maximum der Lichtstärke auf den Mittag fällt. (S. oben S. 69) [141].

Aus diesen und anderen im Vorangegangenen mitgetheilten Beobachtungen ergibt sich der grosse Einfluss der Himmelsbedeckung auf die Lichtstärke, so dass es erlaubt ist, bis zu einem gewissen Grade, aus der Bewölkung auf die Lichtstärke, wenigstens im Allgemeinen, zurückzuschliessen.

Ich habe versucht, aus den an der k. k. Centralanstalt für Meteorologie in Wien angestellten Beobachtungen über die Himmelsbedeckung¹ das Verhältniss der relativ hellen Vormittage zu den relativ hellen Nachmittagen für die einzelnen Monate des Jahres approximativ zu berechnen, und bin zu dem Resultate gelangt, dass in den Monaten Mai—Juli die relativ hellen Vormittage prävaliren, in den andern Monaten die relativ hellen Nachmittage, wie aus den gleich mitzutheilenden Daten hervorgeht.

Da directe Beobachtungen über das gemachte Verhältniss nicht vorliegen, so habe ich aus den Daten über den Grad der Himmelsbedeckung (7^h a. m., 2^h p. m. und 9^h p. m.) das wahrscheinliche Verhältniss der relativ hellen Vormittage zu den relativ hellen Nachmittagen berechnet.

Für Wien² wurden folgende Verhältnisszahlen erhalten:

Verhältniss der relativ helleren Vormittage (dieselben = 1 gesetzt) zu den relativ helleren Nachmittagen.

	1893	1894	1895	Mittel aus den dreijährigen Beobachtungen
Januar	1 : 2.20	1 : 6.00	1 : 4.00	1 : 4.07
Februar	1 : 2.50	1 : 3.00	1 : 2.67	1 : 2.72
März	1 : 1.10	1 : 2.80	1 : 1.57	1 : 1.82
April	1 : 0.75	1 : 2.40	1 : 1.29	1 : 1.48
Mai	1 : 1.00	1 : 0.53	1 : 1.20	1 : 0.91
Juni	1 : 0.61	1 : 1.27	1 : 0.56	1 : 0.81

¹ Sitzungsanzeiger d. kais. Akad. d. Wiss. 1893—1896.

² Berechnet aus den betreffenden Daten, entnommen den Berichten der k. k. Centralanstalt für Meteorologie u. Erdmagnetismus in Wien. Sitzungsanzeiger d. kais. Akad. d. Wiss. 1893—1896.

	1893	1894	1895	Mittel aus den dreijährigen Beobachtungen
Juli.....	1 : 1·00	1 : 0·69	1 : 0·63	1 : 0·77
August.....	1 : 1·11	1 : 1·00	1 : 1·25	1 : 1·12
September.....	1 : 1·60	1 : 2·00	1 : 5·00	1 : 2·87
October.....	1 : 2·41	1 : 5·66	1 : 1·83	1 : 3·00
November.....	1 : 1·22	1 : 2·40	1 : 1·43	1 : 1·68
December.....	1 : 1·33	1 : 1·00	1 : 1·67	1 : 1·33

Für Cairo habe ich aus den Daten über die Himmelsbedeckung¹ die nachstehenden, auf das Jahr 1893 sich beziehenden Verhältnisszahlen erhalten:

Januar.....	1 : 1·00
Februar.....	1 : 0·77
März.....	1 : 0·37
April.....	1 : 0·73
Mai.....	1 : 1·20
Juni.....	1 : 8·00 Um 9 ^h a. m. gewöhnlich schon völlig wolkenlos.
Juli.....	1 : 22·00 » 9 ^h a. m. » » » »
August.....	1 : 7·00 Um Mittag gewöhnlich wolkenlos, desgleichen bis Abend.
September.....	1 : 5·25
October.....	1 : 1·89
November.....	1 : 1·20
December.....	1 : 1·08

Die Beobachtungen über den Gang der Witterung, welche ich zwischen dem 11. November 1895 und 3. Februar in Buitenzorg anstellte,¹ führten zu dem Resultate, dass in dem genannten Zeitraume fast regelmässig der Vormittag heller ist als der Nachmittag, nämlich Vormittags die Himmelsbedeckung geringer ist als Nachmittags. Unter den beobachteten 85 Tagen fanden sich nur wenige Ausnahmen. Der Nachmittag war relativ heller im Vergleiche zum Vormittage: am 21. December 1893, am 12. und 15. Januar und am 2. Februar 1894. Angenähert gleiche Helligkeit (Wolkenbedeckung) am Vor- und Nachmittage wurde beobachtet am 24. November, ferner am 15., 26. und 29. December 1894. Den ganzen Tag trüb und regnerisch war es am 28. November 1893, ferner am 6. und 8. Januar 1894.

Da über die Himmelsbedeckung Buitenzorg's keine Daten vorliegen, so habe ich die diesbezüglichen, auf Batavia bezugnehmenden Daten³ zu Rathe gezogen, um das Verhältniss der relativ hellen Vormittage zu den relativ hellen Nachmittagen im Verlaufe des ganzen Jahres schätzen zu können. Es ergab sich, dass im grossen Ganzen das Jahr hindurch, also in jedem der Monate, die relativ hellen Vormittage gegenüber den relativ hellen Nachmittagen prävaliren.

Aus den mitgetheilten Daten über die aus dem Gange der Bewölkung abgeleiteten Helligkeitsverhältnisse wird man, im Zusammenhalte mit den oben mitgetheilten Beobachtungen über den Einfluss der Bewölkung auf die (chemische) Intensität des Lichtes, berechtigt sein, folgende Wahrscheinlichkeitschlüsse zu ziehen.

1. An Tagen mit wechselnder Bewölkung ist die Lichtintensität im Durchschnitte in Wien in den Monaten Mai, Juni und Juli Vormittags grösser als Nachmittags. In den übrigen Monaten des Jahres stellt sich im grossen Ganzen das umgekehrte Verhältniss ein. (S. unten im Capitel Sonnenhöhe und Intensität.)

¹ Wiesner, Beiträge zur Kenntniss des tropischen Regens. Sitzungsber. mathem.-naturw. Cl. Bd. 104 I, p. 1401 ff.

² Résumé mensuel des observations météorologiques faites à l'observatoire Khédivial de Caire. Le Caire 1893.

³ Observations made at the Magnetical and Meteorol. Observatory. Vol. XVI. 1893. Batavia 1894.

2. In Cairo ist an Tagen mit wechselnder Bewölkung nur in den Monaten Februar, März und April die durchschnittliche Lichtintensität Vormittags grösser als Nachmittags. (Beobachtungen fehlen; die wenigen oben gegebenen Daten für März stehen mit diesem Satze in ziemlichem Einklang.)

3. In Buitenzorg scheint das ganze Jahr hindurch Vormittags die durchschnittliche Lichtintensität grösser als Nachmittags zu sein. Für die Zeit vom 11. November 1893 bis 3. Februar 1894 wurde dieses Verhalten durch die Beobachtung erhärtet.

Ich füge hier noch die mittlere Himmelsbedeckung von Cairo, Batavia und Wien an, um daraus die wahrscheinliche Beeinflussung der chemischen Lichtstärke durch die Himmelsbedeckung ableiten zu können.

	Cairo, 1893	Batavia, 1893	Wien, 1893	Wien, vierzigjährige Mittel
Januar	4·75	8·61	6·5	7·1
Februar	3·37	7·19	5·1	6·6
März	4·08	6·15	4·9	6·0
April	4·47	6·18	3·2	5·4
Mai	2·50	5·30	5·2	5·3
Juni	0·83	6·61	5·3	4·9
Juli	1·50	5·05	3·4	4·7
August	1·77	6·29	3·0	4·6
September	2·27	5·61	4·4	4·6
October	2·17	6·83	5·2	5·8
November	3·66	7·81	7·4	7·3
December	5·42	8·05	6·9	7·4

Aus diesen Daten lässt sich im Zusammenhange mit den bisherigen Intensitätsberechnungen ableiten:

1. Dass im heiss-feuchten Tropengebiete die **Himmelsbewölkung** eine starke Herabsetzung der Lichtstärke bewirken müsse, und dass diese Einschränkung der Lichtstärke viel grösser ist als in Cairo und in Wien.

2. Dass in Wien zur Zeit der Vegetationsperiode an bewölkten Tagen die durchschnittliche Lichtstärke bei gleicher Sonnenhöhe grösser sein wird, als zur Zeit der Vegetationsruhe. (S. das Capitel Sonnenhöhe und Intensität.)

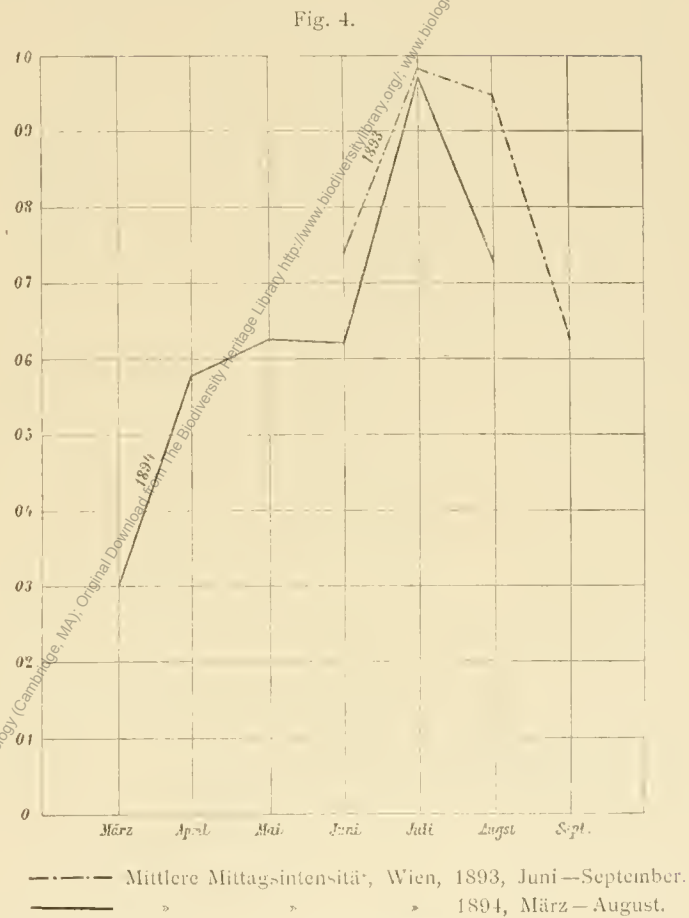
Während aber im heiss-feuchten tropischen Gebiete die durch den relativ hohen Sonnenstand gegebene hohe Lichtintensität durch die Bewölkung gemildert wird, und zwar am meisten in jener Epoche, welche unserem Winter entspricht, zu welcher Zeit aber die Vegetation, etwa unserem Frühling entsprechend, sich am üppigsten entwickelt, werden in unseren Vegetationsgebieten der Lichtstärke gerade in der Vegetationsperiode die geringsten Schranken gesetzt.

Welchen Einfluss die Himmelsbedeckung auf die chemische Lichtintensität ausübt, geht u. A. auch aus den oben (S. 33 [105]) mitgetheilten Werthen der Lichtintensität hervor, welche bezüglich des Zeitraumes Juni—December 1893 und Juni—December 1894 mitgetheilt wurden. Die mittlere Intensität betrug in dem erstgenannten Zeitraume 0·548, im letzteren 0·505. Die mittlere Himmelsbedeckung wurde im Juni—December 1893 = 5·08, im Juni—December 1894 = 6·7 gefunden.

Noch deutlicher spricht sich der Einfluss der Himmelsbedeckung auf die Einschränkung der Lichtintensität in den Monaten Juni, Juli und August der Jahre 1893 und 1894 aus, wie aus folgenden Zahlen hervorgeht:

1893		1894	
Intensität	Himmels- bedeckung	Intensität	Himmels- bedeckung
Juni 0·740	5·3	0·621	6·3
Juli 0·983	3·4	0·979	3·8
August 0·952	3·0	0·744	4·5
Mittel 0·892	3·41	Mittel 0·781	4·87

Wenn nun auch im grossen Ganzen bei gleicher Sonnenhöhe ein oft sehr starker Einfluss der Himmelsbedeckung auf die Verringerung der Lichtstärke uns augenfällig entgegentritt, so kommen im Einzelnen doch Abweichungen vor, wie aus den oben mitgetheilten Daten zu ersehen ist, indem von der Himmelsbedeckung durch Wolken verschiedene Zustände der Atmosphäre und auch die Art der Beleuchtung der Wolken auf die Lichtstärke Einfluss nehmen. In ersterer Beziehung sei auf die oben angeführte merkwürdige Depression der Intensität hingewiesen, welche bei wolkenlosem Himmel zur Mittagszeit in Cairo beobachtet wurde, und die sich auch bei uns, wenn auch nur selten und in abgeschwächtem Masse bei sonst gleich erscheinender Himmelsbedeckung einstellt. Grelle Beleuchtung der Wolken und manche andere Zustände der Himmelsbedeckung können bei sonst gleich bleibender Himmelsbedeckung zur Steigerung der Lichtintensität führen, wie aus den oben mitgetheilten Daten über das jeweilige Bild des Firmamentes zu ersehen ist. Da sich aber diesbezüglich keine klar ausgesprochenen Gesetzmässigkeiten ergeben haben, so sehe ich von einem Resumé dieser Verhältnisse ab.

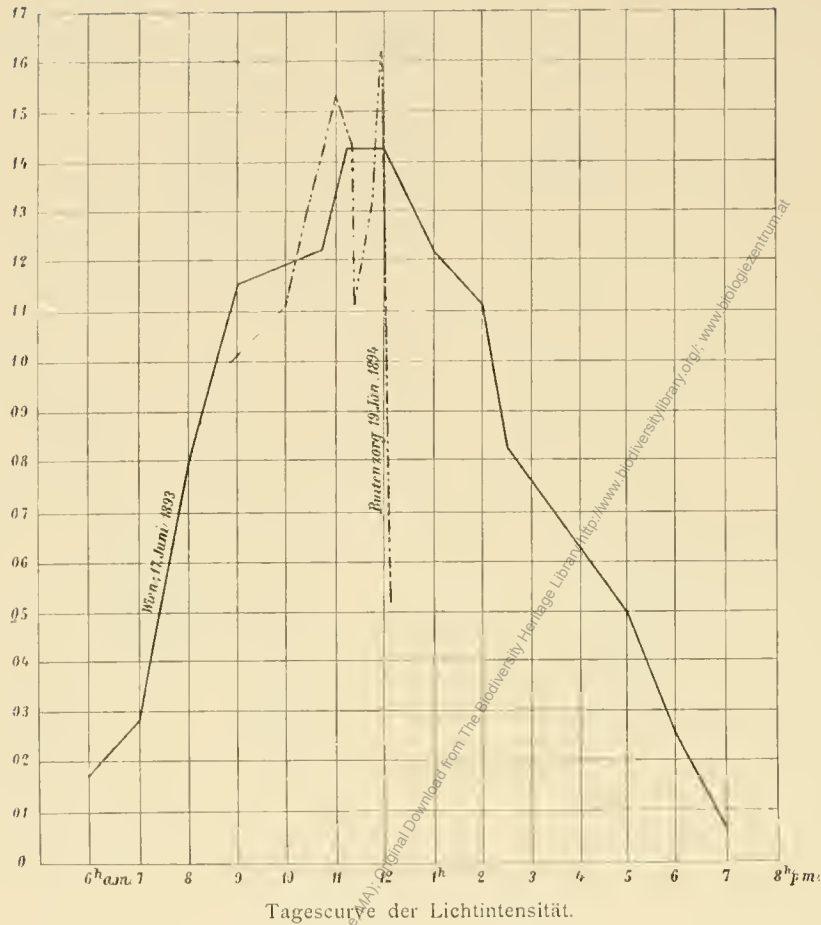


Lichtsummen.

Roscoe hat eine einfache Integrationsmethode angegeben, um aus den einzelnen Intensitätswerten eines Tages, Monates oder Jahres die Lichtsumme für den betreffenden Zeitabschnitt zu ermitteln. Man bestimmt die Fläche, welche durch die Intensitätscurve und durch die Abscissenaxe gebildet wird. (S. die dem Texte beigegeführten Curven.) Vergleicht man nun diese Fläche mit einer Rechteckfläche, welche, im gleichen Masse construirt, von einer Grundlinie = 24^h und einer Höhe gebildet wird, welche der Intensität = 1 entspricht, und setzt man diese Rechteckfläche = 1000, so drückt der resultirende Bruchtheil von 1000 die Lichtsumme aus. Die dieser Abhandlung beigegebenen Curven werden diese einfache Integrationsmethode noch näher erläutern.

Die höchste Lichtsumme, welche ich in Wien beobachtete, betrug 419 (17. Juni 1894; s. Fig. 5), die kleinste 6·2 (am 17. November 1894).

Fig. 5.



— 17. Juni 1893, 6^h a. m. bis 7^h p. m., Wien.
 - - - - - 19. Jänner 1894, 8^h 50^m a. m. bis 12^h 10^m p. m., Buitenzorg.

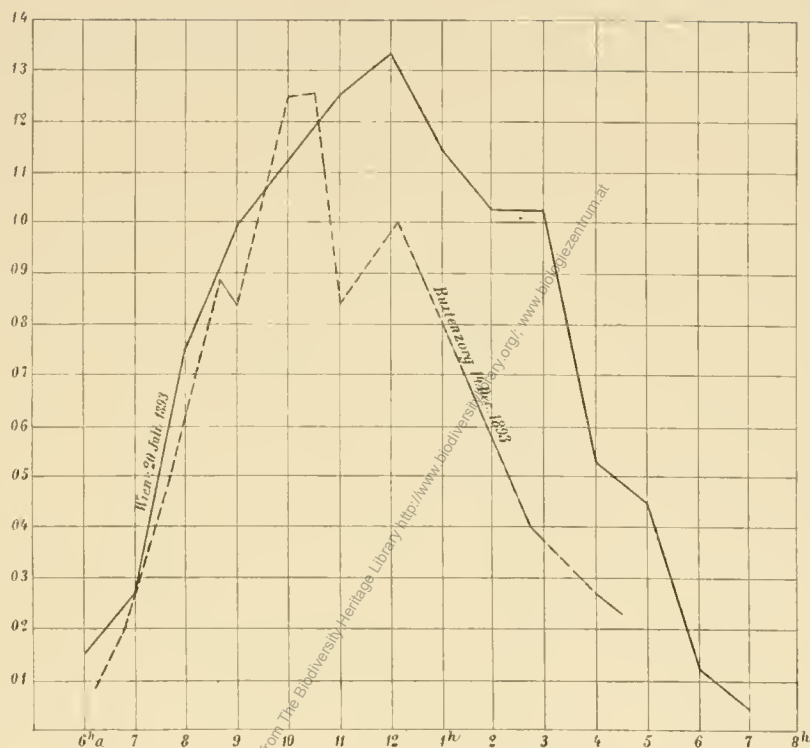
Bei Berechnung der mittleren Lichtsummen der Monate Juni—December 1893 und der Monate Januar—Mai 1894 erhielt ich folgende Integrale:

1893	1894
Juni 216·9	Januar 15·1
Juli 274·5	Februar 40·1
August 252·9	März 62·2
September 150·9	April 145·2
October 59·8	Mai 170·9
November 26·0	
December 15·9	

Aus diesen Daten folgt:

1. In Wien weist die Periode Januar—Juni eine geringere Lichtsumme auf, als die Periode Juli—December.
2. Die erste Hälfte unserer Vegetationsperiode März—Juni erhält eine geringere Lichtsumme als die zweite Hälfte Juli—October.
3. Die beiden Frühlingsmonate März und April weisen eine etwas geringere Lichtsumme auf wie die beiden Herbstmonate September und October.
4. Die Periode Mai—Juni ist lichtärmer als die Periode Juli—August.

Fig. 6.



Tagescurve der Lichtintensität.

— 20. Juli 1893 6^h a. m. bis 7^h p. m., Wien.
 - - - 14. December 1893, 6^h 15^m a. m. bis 4^h 30^m p. m., Buitenzorg.

Aus den von Roscoe¹ im Jahre 1866 für Kew (England) bestimmten monatlichen Lichtintegralen lassen sich alle vier oben angeführten Sätze ableiten.

Hingegen lassen sich aus den vierjährigen Beobachtungen, welche Marchard (zu Fécamp in Frankreich 1869—1872) mit Zuhilfenahme des Photantypimeter anstellte, die ich aber nur aus Pernter's Aufsatz kenne², nur die Sätze 1, 2 und 4 ableiten. Doch muss ich hervorheben, dass auch Marchard zu Fécamp, wie ich in Wien, beobachtete, dass die Lichtsumme pro März—April sich jener von September—October sehr näherte. Er fand (unter Anwendung einer anderen Maasseinheit) für März—April die Lichtsumme 20·53, für September—October 20·50. Der Unterschied zwischen den zu Fécamp und den zu Wien angestellten Beobachtungen ist aber der, dass zu Fécamp in der Periode März—April eine grössere Lichtsumme als in der Periode September—October beobachtet wurde, während in Wien wie in Kew das umgekehrte Verhältniss stattfand. Der von Roscoe für Kew gefundene Unterschied ist viel beträchtlicher als der von mir in Wien beobachtete.

Nach den übereinstimmenden Beobachtungen von Roscoe (Kew), Marchard (Fécamp) und mir (Wien) fällt das Maximum der Lichtsumme auf den Monat Juli. Hingegen fällt nach Roscoe das Minimum auf den December, nach Marchard's³ und meinen Beobachtungen auf den Januar.

Es ist selbstverständlich, dass die bisher angestellten Beobachtungen über die Vertheilung der Lichtintensität auf das Jahr — Roscoe beobachtete das Jahr 1866, ich die Periode Juni 1893—Mai 1894 — noch nicht ausreichen, um das Gesetz der Vertheilung der Lichtintensität bezüglich der in Rede stehenden Erdpunkte endgiltig feststellen zu können.

Auch aus meinen früher mitgetheilten Mittagsbeobachtungen lassen sich die vier eben mitgetheilten Sätze über die Vertheilung der chemischen Intensität auf das Jahr ableiten.

Nach den Beobachtungen, welche Stelling in St. Petersburg um 1^h p. m. zwischen November 1874 und Juli 1875 anstellte, fällt das Maximum der chemischen Lichtintensität in das erste Drittel des Juni.

Ich habe alle mir zu Gebote stehenden Daten benützt, um aus denselben für Buitenzorg die mittlere Lichtsumme bezüglich der Monate December 1893 und Januar 1894 zu berechnen.

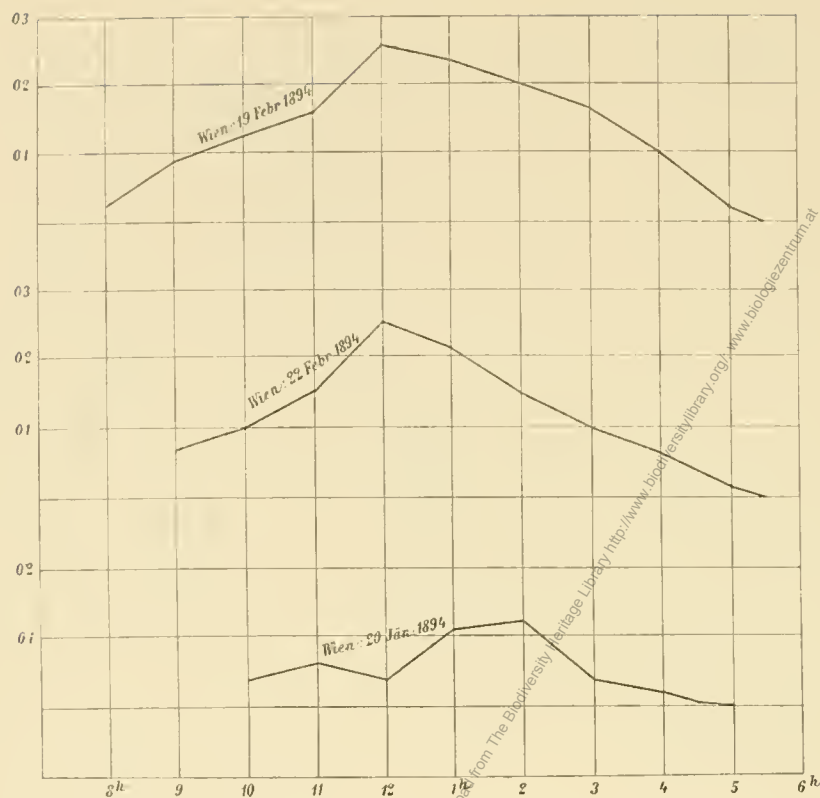
Für December erhielt ich das Integral 248·5, für Januar 227·1; für die Zeit vom 22.—30. November 1893 wurde der Werth 251·9 gefunden.

¹ Philos. Transact. of the Royal Society of London. Vol. 157 (1868), p. 561.

² Zeitschrift für Meteorol. Wien 1879, p. 412.

³ Pernter, l. c. p. 412 und 415.

Fig. 7.



Tagescurve der Lichtintensität.

20. Jänner 1894, 10^h a. m. bis 5^h p. m. }
 22. Februar 1894, 9^h a. m. bis 5^h 30^m p. m. } Wien.
 19. Februar 1894, 8^h a. m. bis 5^h 30^m p. m. }

Vergleicht man diese Lichtsummen mit den für Wien berechneten unter Rücksichtnahme auf die (mittlere) mittägliche Sonnenhöhe, so gelangt man zu folgender Zusammenstellung:

1893	23.—30. November	Buitenzorg.....	251·9	}	{ 75°
1893	August	Wien	252·9		
1893	December	Buitenzorg.....	248·5	}	{ 73·5°
1893	August	Wien	252·9		
1894	Januar	Buitenzorg.....	227·1	}	{ 75·5°
1893	Juni	Wien	216·9		

Man sieht, dass trotz bedeutend grösserer Sonnenhöhe in Buitenzorg die Lichtsummen in den Monaten November—Januar dort nur etwa jene Höhe erreichen, welche bei uns im Juni und August zu Stande kommen und hinter jenen Lichtsummen zurückbleiben, welche in Wien im Juli beobachtet wurden.

Diese Ergebnisse der Beobachtung liefern den Beweis, dass in Buitenzorg und überhaupt in jenen heiss-feuchten Tropengebieten, in welchen ähnlich wie in Buitenzorg Regen und starke Himmelsbedeckung fast durch das ganze Jahr gehen, die chemische Lichtintensität thatsächlich nicht in dem bisher angenommenen Verhältnisse zur mittägigen Sonnenhöhe steigt. Denn in der Buitenzorger Beobachtungsepoche, in welcher die Mittagssonnenhöhe etwa zwischen 73—76° sich bewegte, wurden Lichtsummen festgestellt, welche beiläufig jenen gleichen, welche bei uns im Hochsommer (bei einer mittäglichen Sonnenhöhe von etwa 55—65°) erreicht werden. Dass trotz factisch höherer, in Buitenzorg constatirter chemischer Lichtintensitäten die mittlere Lichtsumme des December und Januar noch etwas kleiner ausfällt als bei uns im Juli, hat — abgesehen von der ungleichen Himmelsbedeckung — seinen Grund wohl hauptsächlich darin,

dass die in der tropischen Zone nahezu constante Tageslänge bedeutend kürzer ist als die Tageslänge unserer Hochsommermonate. Welchen grossen Einfluss die Tageslänge auf die Lichtsumme ausübt, lässt sich durch Rechnung leicht zeigen. Bei gleicher maximaler Lichtintensität und regelmässiger Zu- und

Fig. 8.



Abnahme der Lichtstärke müsste das am Äquator ermittelte Tagesintegrale zu dem im Juni bei uns zu beobachtenden sich etwa wie 3:4 verhalten. Der in obigen Zahlen zum Ausdrucke gebrachte Ausgleich der chemischen Lichtintensitäten zwischen den Wintermonaten in Buitenzorg und unseren Sommermonaten

Fig. 9.

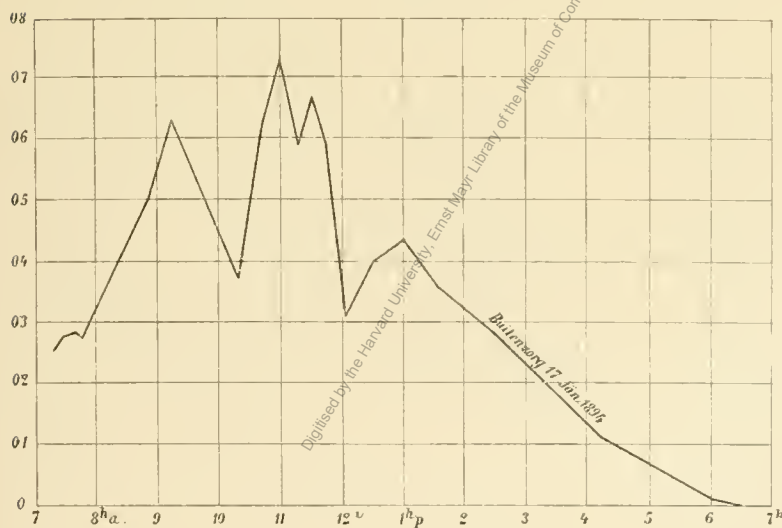
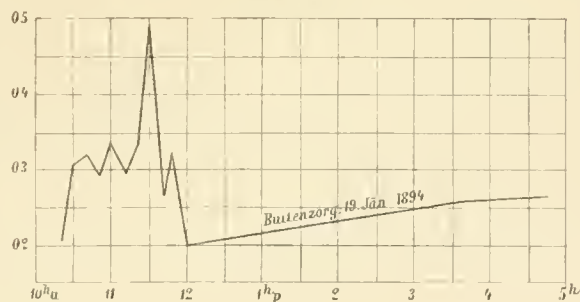


Fig. 10.



ist — abgesehen von den Einflüssen der Himmelsbedeckung — auf die grösseren, in den Tropen herrschenden Mittagssonnenhöhen zurückzuführen.

Combinirter Einfluss der Sonnenbedeckung und der Bedeckung des Himmelsgewölbes auf die Lichtintensität.

Wenn im vorigen Capitel von Himmelsbedeckung die Rede war, so war darunter die Gesamtbedeckung gemeint, also sowohl die Bedeckung der Sonne als auch die des Himmelsgewölbes, durch Wolken, Dunst und Nebel hervorgerufen.

In diesem Capitel sollen die oben mitgetheilten Beobachtungen so gruppirt werden, dass daraus ersichtlich wird, welchen Einfluss die Bedeckung der Sonne und welchen Einfluss die Bedeckung des übrigen Himmelsgewölbes auf die chemische Lichtintensität ausübt.

Ich berücksichtige zunächst die oben mitgetheilten 19 monatlichen Wiener Mittagsbeobachtungen und beginne mit der Zusammenstellung der Beobachtungen, welche sich auf Juni (1893 und 1894) beziehen, weil bei dieser der Einfluss der Sonnenhöhe fast gänzlich ausgeschlossen erscheint, da in diesem Monat die mittägliche Sonnenhöhe nahezu constant ist.

Juni 1893.				
S_0	S_1	S_2	S_3	S_4
Intensität: 0·250	—	0·333	0·750	1·428
0·250		0·545	0·750	1·337
0·149		0·331	0·666	1·379
0·286		0·462	0·800	1·428
0·241			0·800	
0·250			0·727	
			0·800	
			0·800	
			0·833	
			1·000	
			0·750	
			0·666	
<hr/>				
Mittel: 0·237		0·418	0·776	1·380
<hr/>				
Bedeckung des Himmelsgewölbes		Intensitäten		
0	1·290 (S_{3-4})	1·333 (S_4)		
1	1·428 (S_4)	1·333 (S_4)		
2	1·379 (S_4)	1·118 (S_{3-4})	0·666 (S_3)	
3	0·800 (S_3)	0·833 (S_3)		
4	0·750 (S_3)	1·428 (S_4)		
5	0·750 (S_3)	0·727 (S_3)		
6	0·800 (S_3)	0·666 (S_3)		
7	0·750 (S_3)			
8	1·000 (S_3)			
9	0·214 (S_0)			
	(0·250)			
	(0·250)			
10	0·149 (S_0)	(0·333)		
	(0·286)	(0·545)		
	(0·250)	(0·333)		
		(0·462)		
			0·750 (S_{2-3}).	

Juni 1894.

	S_0	S_1	S_2	S_3	S_4
Intensität:	0·200	0·416	0·476	0·564	1·211
	0·357	0·384	0·426	0·857	1·266
	0·222	0·384	0·485		
	0·266		0·555		
	0·333				

Mittel: 0·256 0·394 0·485 0·710 1·238

Bedeckung des Himmelsgewölbes

Intensitäten

0	0·857 (S_3)			
1	0·999 (S_{3-4})	0·857 (S_{3-4})		
2	—	—		
3	0·888 (S_{3-4})	—		
4	—	—		
5	1·211 (S_4)	0·983 (S_{3-4})		
6	0·333 (S_0) 1·266 (S_4)	—		
7	0·485 (S_2)	—		
8	—	—		
9	$\left\{ \begin{array}{l} 0·384 \\ 0·384 \end{array} \right\} (S_1)$	0·555 (S_2)	0·564 (S_3)	1·000 (S_4)
10	$\left\{ \begin{array}{l} 0·200 \\ 0·357 \\ 0·222 \\ 0·266 \end{array} \right\} (S_0)$	0·416 (S_1)	$\left\{ \begin{array}{l} 0·476 \\ 0·426 \end{array} \right\} (S_2)$	

Aus dieser Zusammenstellung ist zu ersehen, dass bei hohem und gleichbleibendem Sonnenstande der Grad der Sonnenbedeckung in sehr auffallender und regelmässig erscheinender Weise die chemische Lichtintensität beeinflusst, indem sichtlich mit Zunahme der Sonnenbedeckung die chemische Lichtintensität abnimmt. Die Angabe, dass bei klarem Himmel die chemische Lichtintensität geringer werden könne als bei bedecktem, findet in diesen Beobachtungen keine Bestätigung.

Ferner folgt aus obiger Zusammenstellung: So lange die Sonne am Himmel sichtbar ist (S_1 — S_4) übt die Himmelsbedeckung nur einen geringen Einfluss auf die Lichtintensität aus. Dieser secundäre Einfluss hört auf, wenn die Himmelsbedeckung eine so starke ist, dass die Sonne am Himmel nicht mehr sichtbar ist. (S_0). Wenn die Sonne am Himmel nicht mehr sichtbar ist, tritt je nach dem Grade der Himmelsbedeckung bei gleichbleibendem Sonnenstande eine deutliche, oft starke Herabdrückung der chemischen Lichtintensität ein.

Es soll nun untersucht werden, welche Herabsetzung die chemische Lichtintensität durch die Sonnen- und Himmelsbedeckung bei mittleren und niederen Sonnenständen erfährt.

Zu diesem Behufe stelle ich die Monatsmittel der Mittagsintensitäten bei den verschiedenen Sonnenbedeckungen zusammen.

Das Verhältniss der kleinsten zur grössten Intensität ist nebenbei in zweierlei Weise ausgedrückt $\frac{i}{J}$ bezeichnet dieses Verhältniss aus dem Mittelwerte, $\frac{i'}{J'}$ aus den Extremen berechnet.

Juni 1893. Sonnenhöhe zu Mittag 64—65°.

Grenzen	Mittel		
S_0 : 0·149—0·286	0·237 (i)	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\}$	$\frac{i}{J}$
S_1 — —			
S_2 : 0·331—0·545			
S_3 : 0·666—1·000			
S_4 : 1·337—1·428	1·380 (J)	$\left. \begin{array}{l} \\ \\ \\ \end{array} \right\}$	$\frac{i'}{J'}$

. 1 : 5·8 1 : 9·5

Juli 1893. Sonnenhöhe zu Mittag 65—60°.

Grenzen	Mittel		
$S_0 : 0.182—0.375$	0.305 (i)	}	$\frac{i}{J}$. . 1 : 4.4 1 : 8.2
S_1 — —			
S_2 — —			
$S_3 : 0.800—1.143$			
$S_4 : 1.250—1.500$	1.341 (J)		

August 1893. Sonnenhöhe zu Mittag 60—50°.

Grenzen	Mittel		
$S_0 : 0.200—0.421$	0.307 (i)	}	$\frac{i}{J}$. . 1 : 4.2 1 : 7.4
S_1 — —			
S_2 — —			
$S_3 : 0.666—0.888$			
$S_4 : 1.200—1.494$	1.311 (J)		

September 1893. Sonnenhöhe zu Mittag 50—39°.

Grenzen	Mittel		
$S_0 : 0.154—0.250$	0.189 (i)	}	$\frac{i}{J}$. . 1 : 6.5 1 : 8.6
$S_1 : 0.333—0.375$			
$S_2 : 0.454$			
$S_3 : 0.533—0.888$			
$S_4 : 1.000—1.333$	1.248 (J)		

October 1893. Sonnenhöhe zu Mittag 38—27°.

Grenzen	Mittel		
$S_0 : 0.111—0.256$	0.174 (i)	}	$\frac{i}{J}$. . 1 : 2.7 1 : 5.6
$S_1 : 0.285—0.300$			
$S_2 : 0.312$			
$S_3 : 0.307—0.555$			
$S_4 : 0.400—0.626$	0.473 (J)		

November 1893. Sonnenhöhe zu Mittag 27—20°.

Grenzen	Mittel		
$S_0 : 0.018—0.090$	0.056 (i)	}	$\frac{i}{J}$. . 1 : 5.9 1 : 18.5
$S_1 : 0.111—0.154$			
$S_2 : 0.147—0.166$			
$S_3 : 0.222—0.307$			
$S_4 : 0.333—0.333$	0.333 (J)		

December 1893. Sonnenhöhe zu Mittag 20—18—19°.

Grenzen	Mittel		
$S_0 : 0.007—0.054$	0.035 (i)	}	$\frac{i}{J}$. . 1 : 4.7 1 : 29.8
$S_1 : 0.063—0.128$			
$S_2 : 0.090—0.123$			
$S_3 : 0.125—0.209$	0.167 (J)		
S_4 — —			

Jänner 1894. Sonnenhöhe zu Mittag 19—14°.

Grenzen	Mittel		
$S_0 : 0.022—0.071$	0.041 (<i>i</i>)	}	
S_1 — —	—		$\frac{i}{J}$
$S_2 : 0.065—0.142$	—		$\frac{i'}{J'}$
$S_3 : 0.151—0.208$	0.169 (<i>J</i>)		$1 : 4.1$ $1 : 9.4$
S_4 — —	—		

Februar 1894. Sonnenhöhe zu Mittag 25—34°.

Grenzen	Mittel		
$S_0 : 0.080—0.103$	0.095 (<i>i</i>)	}	
$S_1 : 0.104—0.178$	—		$\frac{i}{J}$
* $S_2 : 0.133—0.161$	—		$\frac{i'}{J'}$
$S_3 : 0.200—0.322$	0.256 (<i>J</i>)		$1 : 2.6$ $1 : 4.0$
S_4 — —	—		

März 1894. Sonnenhöhe zu Mittag 35—40°.

Grenzen	Mittel		
$S_0 : 0.051—0.095$	0.075 (<i>i</i>)	}	
S_1 — —	—		$\frac{i}{J}$
$S_2 : 0.117—0.200$	—		$\frac{i'}{J'}$
$S_3 : 0.222—0.666$	—		$1 : 9.0$ $1 : 14.2$
* $S_{3-4} : 0.635—0.727$	0.676 (<i>J</i>)		
S_4 — —	—		

April 1894. Sonnenhöhe zu Mittag 47—56°.

Grenzen	Mittel		
$S_0 : 0.164$	0.164 (<i>i</i>)	}	
$S_1 : 0.222—0.333$	—		$\frac{i}{J}$
* $S_2 : 0.263$	—		$\frac{i'}{J'}$
$S_3 : 0.416—0.833$	—		$1 : 5.4$ $1 : 6.0$
* $S_{3-4} : 0.714—0.999$	0.886 (<i>J</i>)		
S_4 — —	—		

Mai 1894. Sonnenhöhe zu Mittag 57—63°.

Grenzen	Mittel		
$S_0 : 0.222—0.285$	0.253 (<i>i</i>)	}	
$S_1 : 0.329$	—		$\frac{i}{J}$
$S_2 : 0.333$	—		$\frac{i'}{J'}$
$S_3 : 0.606—0.933$	—		$1 : 3.9$ $1 : 4.5$
$S_4 : 0.999$	0.999 (<i>J</i>)		

Die vorgeführten Daten lehren, dass, von einigen kleinen Unregelmässigkeiten abgesehen, welche in obigen Columnen durch einen * kenntlich gemacht sind, auch für mittägliche Sonnenhöhen bis 19° abwärts, der erste der beiden oben angeführten Sätze Geltung hat. Der zweite dieser beiden Sätze geht ohne alle Einschränkung aus den vorgeführten Werthen hervor.

Die genannten kleinen Unregelmässigkeiten werden wohl zum Theile auf die Unvollkommenheit der Schätzung des Grades der Sonnenbedeckung zurückzuführen sein, zum Theile mögen dieselben aber auf Zuständen der Atmosphäre beruhen, welche sich der Beobachtung entziehen.

Der verhältnismässig geringe Einfluss der Himmelsbedeckung auf die Lichtintensität in allen jenen Fällen, in welchen die Sonne zum mindesten als heller Schein am Himmel zu sehen ist, gegenüber der starken Einschränkung der Lichtintensität durch eine so starke Wolkenbedeckung des Himmels, dass der Ort, an welchem die Sonne nicht mehr zu erkennen ist (S_0), geht aus folgender Zusammenstellung hervor:

Verhältniss der Extreme der Lichtintensität bei am Himmel sichtbarer oder doch erkennbarer Sonne ¹		Verhältnis der Extreme der Lichtintensität überhaupt ¹	
1894.	Jänner	1 : 3·2	1 : 9·4
	Februar	1 : 3·1	1 : 4·0
	März	1 : 6·1	1 : 14·2
	April	1 : 4·5	1 : 6·0
	Mai	1 : 3·1	1 : 4·5
1893.	Juni	1 : 4·1	1 : 9·5
	Juli	1 : 1·6	1 : 8·2
	August	1 : 1·9	1 : 7·4
	September	1 : 3·7	1 : 8·6
	October	1 : 3·0	1 : 5·6
	November	1 : 2·7	1 : 18·5
	December	1 : 3·3	1 : 29·8

Die starke Einschränkung der Lichtstärke durch den Einfluss einer Wolkenbedeckung, bei welcher die Sonne am Himmel nicht mehr erkennbar ist, lässt sich mithin bezüglich der Mittagszeit durch alle Monate des Jahres verfolgen, tritt aber in den Monaten November und December 1893 und März 1894 besonders prägnant hervor.

Die beiden oben ausgesprochenen Sätze stimmen bezüglich des Zusammenhanges zwischen Himmelsbedeckung und Lichtintensität sehr nahe mit jenen Sätzen überein, welche Stelling aus zu St. Petersburg angestellten Beobachtungen, wenn auch nach anderem Verfahren, abgeleitet hat.

Auch Stelling findet eine Beeinflussung der Lichtintensität durch die Wolken bei am Himmel sichtbarer Sonne, und zwar im positiven und negativen Sinne, sagt aber ausdrücklich ² »dass die Wolken im allgemeinen als mit dem unbewölkten Himmel gleichwirkende Reflectoren des Sonnenlichtes betrachtet werden müssen«, da im Mittel sich die positiven und negativen Abweichungen fast vollkommen aufheben, wesshalb bei sichtbarer Sonne die Wolken auf die Lichtintensität nur eine untergeordnete Wirkung ausüben.

Dass bei am Himmel nicht mehr sichtbarer Sonne der Grad der Himmelsbedeckung die Lichtstärke ausserordentlich beeinflusst, namentlich bei Nebel und Niederschlägen, ist von Stelling durch eingehende Untersuchungen nachgewiesen worden.

Sonnenhöhe und Intensität.

Um die aus unseren Beobachtungen sich ergebenden Beziehungen der Sonnenhöhe zur chemischen Lichtintensität darzustellen, beginne ich mit dem Vergleiche der bei gleicher Sonnenhöhe und verschiedenen Tageszeiten zu Buitenzorg ermittelten Intensität mit jener, welche in Wien zu Mittag gefunden wurde.

¹ Abgeleitet aus den Mittagsbeobachtungen zu Wien 1893 und 1894.

² L. c. p. 18.

Vollständige Sonnenbedeckung (S_0).

	Wien	Buitenzorg
	Mittel der Intensitäten	
18—20° ¹	0·036	0·197
21—22	0·050	0·222
23—24	0·067	0·111
25—30	0·100	—
38—40	0·172	0·278
41—42	0·128	0·362
45—46	0·172	0·292
54—55	0·182	0·419
59—61	0·233	0·351
63—65	0·274	0·418
67—70 ¹	—	0·373
78°	—	0·422

So unvollkommen wegen vielfacher Lücken der Beobachtung diese Zusammenstellung auch sein mag, so geht aus derselben doch mit Sicherheit hervor:

1. Dass die chemische Intensität des diffusen Tageslichtes bei völliger Bedeckung der Sonne selbst bei gleicher Sonnenhöhe in Buitenzorg beträchtlich grösser ist als in Wien;

2. dass die chemische Intensität des diffusen Tageslichtes bei völlig bedeckter Sonne im Grossen und Ganzen mit der Sonnenhöhe steigt, aber auffallend rascher in Wien, als in Buitenzorg.

Sonnenbedeckung = S_1

	Wien	Buitenzorg	Verhältniss
18—20°	0·084	0·221	1 : 2·631
23—25	0·127	0·257	1 : 2·023
28—33	0·212	0·406	1 : 1·914
48	0·333	0·550	1 : 1·651
64	0·416	0·641	1 : 1·540
69	—	0·823	—

Sonnenbedeckung = S_2 .

	Wien	Buitenzorg	Verhältniss
18°	0·123	0·286	1 : 2·325
24°	0·150	0·283	1 : 1·886
38	0·252	0·385	1 : 1·526
48	0·420	0·530	1 : 1·261
59	0·615	0·749	1 : 1·217

¹ Die Mittags-Sonnenhöhe bewegt sich in Wien etwa zwischen 18° 23' und 65° 14'.

Sonnenbedeckung = S_3 .

	Wien	Buitenzorg	Verhältniss
19°	0·158	0·347	1 : 2·196
22	0·220	0·389	1 : 1·768
25	0·254	0·405	1 : 1·595
46—48	0·658	1·006	1 : 1·528
58—59	0·708	1·072	1 : 1·514
63—64	0·763	1·081	1 : 1·416
70—71	—	1·230	—

Sonnenbedeckung = S_1 .

	Wien	Buitenzorg	Verhältniss
20°	—	0·450	—
27	—	0·501	—
35	—	0·713	—
40	—	0·885	—
57	1·300	1·339	1 : 1·030
64	1·380	1·420	1 : 1·028
68	—	1·530	—
75	—	2·612	—

Die Unvollständigkeit dieser Zusammenfassungen ist leicht erklärlich. Erstlich wurde nicht die Sonnenhöhe, sondern die Zeit der Beobachtungen zu Grunde gelegt. Sodann hängt es doch vom Zufalle ab, welcher Grad der Sonnenbedeckung bei einer bestimmten Sonnenhöhe herrscht, und es konnten zum Vergleiche nur jene Werthe ausgewählt werden, welche sich bei gleicher Sonnenhöhe auf einen gleichen Grad der Sonnenbedeckung beziehen. Zudem kommt noch, dass bei niederen und mittleren Sonnenständen in den Beobachtungsjahren in Wien zu Mittag niemals eine völlig unbedeckte Sonne (S_4) constatirt werden konnte.

So unvollkommen die obige Zusammenstellung aber auch ist, so lässt sich doch aus derselben zweierlei entnehmen:

1. Mit steigender Sonnenhöhe nimmt für den gleichen Bedeckungsgrad der Sonne sowohl in Wien als in Buitenzorg die chemische Lichtintensität zu.

2. In je geringerem Grade die Sonne bedeckt ist, in desto höherem Grade nähern sich bei gleichen Sonnenhöhen die chemischen Lichtintensitäten in Wien und in Buitenzorg

Aus beiden Sätzen endlich folgt, dass die Annäherung der Lichtintensitäten in Wien und Buitenzorg bei hohem Sonnenstande und bei völlig unbedeckter Sonne am grössten ist.

Thatsächlich wurden bei 57—64° und unbedeckter Sonne in Wien und Buitenzorg fast die gleichen chemischen Lichtintensitäten gefunden.

Indess sind selbst bei den höchsten Sonnenständen die bei gleicher Sonnenhöhe eintretenden Intensitäten in Buitenzorg grösser als in Wien. Bei gleicher Sonnenhöhe ist also nicht nur die Intensität des diffusen, sondern auch die des Gesamtlichtes in Buitenzorg grösser als in Wien.

Dass bei unbedeckt erscheinendem Himmel die Intensität nicht immer mit der Sonnenhöhe steigt, lehren einzelne in Wien, besonders aber die in Cairo angestellten Beobachtungen. (S. oben S. 52 und 70.) [124, 142] Offenbar werden diese Abweichungen von der »normalen chemischen Intensität« von Zuständen der Atmosphäre hervorgerufen, welche sich der directen Wahrnehmung entziehen.

Was das Verhältniss der Lichtintensitäten in Wien und Buitenzorg bei Sonnenhöhe anlangt, welche unter 18° gelegen sind, so mussten hiezu die stündlichen Tagesbeobachtungen herangezogen werden.

Dieser mühevollen Vergleich führte genau zu den oben angeführten Resultaten. Mit grosser Deutlichkeit ergibt sich die relative Stärke des diffusen Lichtes in Buitenzorg im Vergleiche zu Wien bei völlig bedeckter Sonne und gleicher Sonnenhöhe. Weniger deutlich treten die Unterschiede der Lichtstärke bei halbbedeckter Sonne hervor.

Einige Beispiele mögen diese Abstractionen zahlenmässig belegen:

Sonnenhöhe	Sonnenbedeckung	Intensität in Buitenzorg	Intensität in Wien
1— 2°	S ₀	0·020—0·049	0·004—0·011
2— 4°	S ₀	0·033— 0·073	0·011 (einzige Beobachtung)
7— 9°	S ₀	0·079—0·108	0·005—0·069
14—16°	S ₃	0·181—0·187	0·111—0·161
16—18°	S ₂	0 256	—
16—18°	S ₃	...	0·050—0·176 Juni 0·050—0·200 August.

Es war eine mühevollen und complicirte Arbeit, die Intensitäten für gleiche Sonnenhöhen aus den Vormittags- und Nachmittagsbeobachtungen abzuleiten, und ich unterlasse es, die hiebei erhaltenen umfangreichen Tabellen wiederzugeben, sondern begnüge mich damit, die Resultate dieser Vergleiche in Kürze zusammenzufassen und durch einige Beispiele zahlenmässig zu illustriren.

1. Bei gleicher Sonnenhöhe und gleicher Sonnenbedeckung sind die Intensitäten in Wien im Sommer grösser als im Winter, im Herbst grösser als im Frühling.

2. Je geringer die Sonnenhöhen sind, desto deutlicher sind im Allgemeinen die Intensitätsunterschiede; bei höchstem Sonnenstande und unbedeckter Sonne sind diese Unterschiede am kleinsten.

3. In den Vormittags- und Nachmittagsstunden sind bei gleichem Sonnenstande die Intensitäten gewöhnlich ungleich. Eine strenge Gesetzmässigkeit ist in Betreff des diesbezüglichen Intensitätsverhältnisses nicht nachweisbar, wohl zeigt sich aber eine Annäherung an die oben angeführte Relation zwischen Intensität und Bewölkung.¹

4. Bei sehr niederem Sonnenstande sind nach den bisher angestellten Beobachtungen die Morgenintensitäten grösser als die Abendintensitäten, selbst bei anscheinend gleicher Himmelsbedeckung.

Beispiele.

Ad 1:

20. Juli (Wien)	Sonnenbedeckung	Sonnenhöhe	Tageszeit	Intensität	Verglichen mit Mittagsintensitäten bei gleicher Sonnenhöhe und gleicher Sonnenbedeckung
	S ₃	24°	7 ^h a. m.	0·272	0·222 (November)
	S ₃	34	8 "	0·750	0·555 (October)
	S ₃₋₄	46	9 "	1·000	0·948 (September)
	S ₃	59	11 "	1·250	1·250 (Juli)
	S ₃	60	1 p. m.	1·242	1·250 "

¹ Nach dieser Relation ist in Wien im Mai, Juni und Juli die durchschnittliche Intensität bei bewölktem Himmel Vormittags grösser als Nachmittags, in allen anderen Monaten aber fällt die grössere durchschnittliche Intensität auf den Nachmittag.

Die bisherigen Wiener Beobachtungen stimmen am meisten bezüglich der Monate Juni und Juli, Januar, Februar, April und October. Mai und August bilden den leicht begreiflichen Übergang von den Monaten mit intensivem Vormittagslichte zu jenen mit intensivem Nachmittagslichte. In den anderen Monaten machen sich mehrfache Unregelmässigkeiten bemerklich. Übrigens sind die bisherigen Beobachtungen über den täglichen Gang der Intensität doch noch zu fragmentarisch, um die Richtigkeit der genannten Relation garantiren zu können.

20. Juli (Wien)	Sonnen- bedeckung	Sonnen- höhe	Tageszeit	Intensität	Verglichen mit Mittagsintensitäten bei gleicher Sonnenhöhe und gleicher Sonnenbedeckung
$S_3 - 4$	53	2	»	1·025	1·000 (August)
$S_3 - 4$	48	3	»	1·025	0·769 (September)
S_3	36	4	»	0·533	0·252 (März)
S_3	26	5	»	0·444	0·294 » 0·271 (November)

Ad 2: Das oben angeführte Beispiel gilt auch für den zweiten und dritten Satz.

Ad 4:

Wiener Beobachtungen:

Datum	Stunde	Sonnen- höhe	Sonnen- bedeckung	Intensität
25. Mai 1893	5 ^h a. m.	6° 6'	S_0	0·065
» »	7 p. m.	5 40	»	0·005
13. October 1893	7 a. m.	6 7	»	0·051
» » »	4 30 p. m.	6 25	»	0·045
17. November 1893	8 a. m.	6 2	»	0·040
» » »	3 p. m.	9 49	»	0·023
16. December	9 a. m.	8 20	$S_2 - 3$	0·095
» » »	3 p. m.	7 26	S_3	0·041

Wie dieses Beispiel lehrt, sind die relativ hohen Morgenintensitäten von der Jahreszeit unabhängig, wodurch die Regel über den Zusammenhang der chemischen Intensität des Lichtes mit dem Grade der Himmelsbedeckung eine Einschränkung erfährt, welche in der Formulirung des oben angeführten 3. Satzes zum Ausdrucke kam.

Zusammenfassung der hauptsächlichsten Resultate.

1. Die grösste chemische Lichtintensität, welche in Wien beobachtet wurde, beträgt 1·500, die von Buitenzorg (zwischen November und Februar) 1·612.

2. Die mittlere Mittagsintensität verhält sich zum mittleren Tagesmaximum in Wien wie 1 : 1·08, in Buitenzorg (in der genannten Beobachtungszeit) wie 1 : 1·22.

3. In Wien schwankt im Jahre die Mittagsintensität im Verhältnisse von 1 : 214, in Buitenzorg (in der Beobachtungszeit) im Verhältnisse von 1 : 124.

4. Die Jahrescurve der mittleren täglichen Maxima fällt für Wien nahezu mit der Curve der Mittagsintensitäten zusammen. Nicht so in Bezug auf Buitenzorg, wo das Tagesmaximum in der Regel auf die Vormittagsstunden fällt. An Tagen, welche um den Mittag herum klar oder gleichmässig bewölkt sind, fällt in Wien in der Regel, und in Buitenzorg, wie es scheint immer, das Maximum auf den Mittag. In Cairo wurde bei völlig klar erscheinendem Himmel eine starke Depression der Tagescurve der Intensität beobachtet. Selten und abgeschwächt wurde diese Depression auch in Wien wahrgenommen.

5. In Buitenzorg ist in der Regel Vormittags die chemische Lichtintensität grösser als Nachmittags. In Wien überwiegt dieses Verhältniss in den Monaten Juni und Juli. Die Morgenintensitäten sind in der Regel höher als die Abendintensitäten, selbst bei anscheinend gleichem Bedeckungsgrade des Himmels.

6. Das Maximum der chemischen Lichtintensität fällt in Wien auf den Monat Juli. Dasselbe wurde für Kew (Roscoe) und für Fécamp (Marchard) constatirt, während in St. Petersburg (nach täglichen, um 1^h p. m. von Stelling angestellten Beobachtungen) das Maximum Anfangs Juni eintritt.

7. Die Periode Januar—Juni hat in Wien eine grössere chemische Lichtintensität als die Periode Juli—December. Frühling und erste Sommerhälfte weisen eine geringere Intensität auf als Herbst und zweite Sommerhälfte. Diese Resultate stimmen mit Roscoe's in Kew gewonnenen Ergebnissen, aber nur zum Theile mit jenen überein, welche Marchard in Fécamp erhielt.

8. Die mittlere tägliche Lichtsumme für Buitenzorg in den Monaten November und December entsprechen trotz beträchtlich grösserer mittäglicher Sonnenhöhe der mittleren Lichtsumme des Augusts in Wien. Die Januar-Lichtsumme in Buitenzorg gleicht etwa der des Juni in Wien. Die bisher angenommene grosse, mit der Annäherung an den Äquator eintretende starke Steigerung der Lichtsumme trifft nicht zu, wenn die Wiener und Buitenzorger Daten verglichen werden. Unter Annahme eines unbedeckten Himmels haben die bisher angenommenen hohen Lichtsummen der Tropen gewiss ihre Richtigkeit, allein die oben vorgeführten thatsächlichen Verhältnisse entsprechen diesen Angaben nicht und haben wohl für alle jene heiss-feuchten Tropengebiete, welche fast das ganze Jahr hindurch so wolken- und regenreich sind wie Buitenzorg, keine Geltung. Die starke, im heiss-feuchten Tropengebiete stattfindende Himmelsbedeckung und die im Vergleiche zu unserem Hochsommer kürzere Tageslänge in den Tropen erklären die relativ kleinen dortigen Lichtsummen.

9. In Übereinstimmung mit Stelling wurde gefunden, dass bei halbbedeckter oder unbedeckter Sonne die Himmelsbedeckung nur einen untergeordneten Einfluss auf die chemische Lichtstärke ausübt, dass aber bei vollkommener Bedeckung des Himmels eine starke Herabsetzung der Intensität sich einstellt, und zwar entsprechend dem Grade dieser Bedeckung.

10. Die Intensität des diffusen Lichtes ist bei bedeckter Sonne für gleiche Sonnenhöhen in Buitenzorg grösser als in Wien und hier im Sommer grösser als im Winter. Bei geringen und mittleren Sonnenständen, unbedeckter oder halbbedeckter Sonne und gleichem Sonnenstande ist die chemische Lichtintensität in Buitenzorg höher als in Wien und hier höher als in Cairo.

11. Bis zu einer Sonnenhöhe von $18-19^{\circ}$ ist in Wien an klaren Tagen die chemische Intensität des directen Sonnenlichtes gleich Null (also die chemische Intensität des Gesamtlichtes gleich jener des diffusen Lichtes), erreicht mit zunehmender Sonnenhöhe die chemische Intensität des diffusen Lichtes und überschreitet nach den bisherigen Beobachtungen selbst bei den höchsten Sonnenständen und unbedeckter Sonne nicht das Doppelte der chemischen Intensität des diffusen Lichtes.

12. Mit steigender Sonnenhöhe nimmt für den gleichen Bedeckungsgrad der Sonne sowohl in Wien als in Buitenzorg die chemische Intensität des Lichtes zu. In je geringerem Grade die Sonne bedeckt ist, in desto höherem Grade nähern sich bei gleicher Sonnenhöhe die chemischen Lichtintensitäten, so dass bei sehr hohen Sonnenständen und bei unbedecktem Himmel die grösste Annäherung der chemischen Lichtintensitäten in Wien (Hochsommer) und Buitenzorg erfolgt, welche sich fast bis zur Gleichheit der Lichtstärken steigern kann.

13. Dass in Cairo bei unbedeckt erscheinendem Himmel und bei gleicher Sonnenhöhe die Lichtintensitäten kleiner sein können als in Buitenzorg und auch in Wien, ja selbst zu Mittag eine Erniedrigung erfahren können, hat in der Beobachtung sich entziehenden Zuständen der Atmosphäre seinen Grund. Zeitweilig sind solche Intensitätsverminderungen auch in Wien wahrnehmbar, so dass dann das Tagesmaximum an klaren oder gleichmässig bewölkten Tagen verfrüht oder verzögert eintritt.

14. So wie von Roscoe in Pará (Brasilien), so sind von uns auch in Buitenzorg häufig grosse und rasch hintereinanderfolgende Schwankungen der chemischen Lichtstärke beobachtet worden.

15. Aus einigen von Dr. Figgdor am Sonnblick (3103 m) angestellten Beobachtungen geht die grosse Zunahme der chemischen Lichtstärke bei Zunahme der Seehöhe hervor.

Am Schlusse dieser Abhandlung habe ich noch die Pflicht zu erfüllen, jenen Herren meinen Dank auszudrücken, welche mich im Laufe der letzten vier Jahre, während welcher Zeit ich mit der vorliegenden Untersuchung beschäftigt war, in werththätiger Weise unterstützt haben.

Der grossen Bemühungen des Herrn Prof. Weidel um die Herstellung des Normaltones wurde oben schon gedacht. Weitere Unterstützung fand ich seitens meiner verehrten Freunde und Collegen Hofrath Hann und Director Weiss: ersterem danke ich die Beistellung der erforderlichen klimatologischen Literatur und Informationen über einschlägige klimatologische Fragen, letzterer hatte die Güte, die umfänglichen Berechnungen der Sonnenhöhen, fast aller Beobachtungsreihen, durchführen zu lassen und die Revision der Daten selbst zu besorgen. Auch Herrn Regierungsrath Eder, der mit seinen grossen Erfahrungen so vielen Forschern, die mit photographischen Arbeiten zu thun haben, bereitwillig zur Seite steht, hatte die Güte, mir in allen die photographische Technik meiner Arbeit betreffenden Dingen mit Rath und That an die Hand zu gehen.

Nachträgliche Anmerkung. Nachdem die vorliegende Abhandlung dem Drucke übergeben worden war, machte mich Herr Dr. Linsbauer auf die mir bis dahin entgangenen »Resultate der Taglichtmessungen in Kiel 1890—1892« aufmerksam, welche Herr Professor Leonhard Weber in den Schriften des naturwissenschaftlichen Vereines für Schleswig-Holstein (1893, Bd. X, p. 77—94) veröffentlichte. Diese wichtige Abhandlung des Herrn Prof. Weber berührt das von mir bearbeitete Thema in manchem Punkte. Leider konnte ich im obigen Texte auf die genannte Arbeit nicht mehr reflectiren, sondern muss mich begnügen, folgende Daten meiner Abhandlung anzufügen.

Professor Weber misst, wie ich, die für die horizontale Fläche indicirte Helligkeit und drückt die Intensitäten in Meterkerzen aus. Da sich aber wegen der ungleichen spectralen Beschaffenheit von Sonnen- und Kerzenlicht nur einzelne Componenten bezüglich der Intensität vergleichen lassen, so misst er mit Zuhilfenahme seines Milchglasphotometers correspondirende Antheile beider Lichtarten, nämlich ein Grün und ein Roth, welche beim Durchgang durch bestimmte Gläser gewonnen werden.

Auch Professor Weber fand, wie wir, dass das Jahresmaximum der Intensität des Tageslichtes nicht auf die Zeit des höchsten mittäglichen Sonnenstandes fällt, er beobachtete zwei Sommermaxima (Maxima von Grün Mitte Mai und Mitte Juli, von Roth Mitte Mai und Mitte Juli-August), betont aber ausdrücklich, dass erst durch eine grosse Zahl von Beobachtungen der Gang der Jahrescurve wird festgestellt werden können.

Durch vergleichende, an verschiedenen hellen Tagen angestellte Versuche wurde von Professor Weber festgestellt, dass eine ziemlich vollständige Proportionalität zwischen der Intensität der actinischen (photographischen) und der rothen Strahlen besteht. Thatsächlich erhielt Professor Weber bezüglich der Intensitätsschwankungen vom dunkelsten Wintertag bis zum hellsten Sommertag (Mittags zu Kiel gemessen) nahezu denselben Werth, den unsere Wiener Beobachtungen ergeben haben. (S. oben p. 32 [104].)

