

3-9. 808.



Vergleichende Versuche mit dem Scheiner'schen Universal-Sensitometer und Warnerke's Sensitometer und Reduction der Sensitometergrade auf Secunden-Meter-Kerzen.

Von Hugo Hinterberger in Wien.

Von den in neuerer Zeit in Vorschlag gebrachten Sensitometern verdient der von Professor Scheiner construirte Universalsensitometer, welcher im 31. Jahrgang der Photographischen Correspondenz, pag. 433, beschrieben wurde, besondere Beachtung. Bei diesem Instrumente wirkt das von der Lichtquelle (Benzinlampe) in der Distanz von 1 m¹⁾ ausgestrahlte Licht (nachdem auf Vorschlag von Dr. Eder das in der Cassette befindliche Gelatineblättchen eliminirt wurde) direct auf die zu prüfende Platte; die 20 Felder der Sensitometerscala erhalten ihre Helligkeitsabstufungen durch eine mit einem Ausschnitt versehene rotirende Scheibe, wobei eine Intensitätsscala von 1—100 resultirt. Es erscheint nach dem Vorschlag von Regierungsrath Eder zweckmässig, den Helligkeitwerth der abgeblendeten Scheiner'schen Benzinlampe auf Hefner-Alteneck's Amylacetat-Normallampe zu reduciren, weil die so erhaltenen Sensitometerzahlen dann auf eine wissenschaftlich genau festgestellte Normallichtquelle zu beziehen sind; dann ist die Aufgabe dieses Instrumentes, als absolutes Sensitometer zur Bestimmung der Lichtempfindlichkeit photographischer Platten zu dienen, gelöst.

Hiebei ist zu bemerken, dass das Licht der Amylacetat-Lampe und der Scheiner'schen Benzinlampe bezüglich seiner spectralen Zusammensetzung in beiden Fällen sehr ähnlich ist und daher selbst verschiedenartige lichtempfindliche Schichten mit beiden Lichtquellen vollkommen vergleichbare Resultate liefern, was freilich nicht mehr der Fall sein wird, wenn man andere Lichtquellen, welche reicher an blauen und violetten Strahlen sind, in die Versuchsreihe einbezieht. Jedenfalls kann man mittelst Scheiner's Universal-Sensitometer, welche Lichtquelle man immer benützt, die Anzahl der Secunden-Meter-Kerzen bestimmen, welche

¹⁾ Die Distanz der Lichtquelle beträgt bei Prof. Scheiner's Instrument 1 m; für die vom Mechaniker Töpfer in Potsdam in den Handel gebrachten Universalsensitometer werden kleine Abweichungen in der Helligkeit der Normalbenzinlampe dadurch compensirt, dass die Länge der Kette, welche das Mass für den normalen Abstand der Benzinlampe bildet, je nach Bedarf etwas länger oder kürzer als 1 m gemacht wird.

eine Platte benöthigt, um den ersten entwicklungsfähigen Lichteindruck zu erhalten.

Zunächst führte ich, um die Reductionszahl zur Umrechnung der Scheiner'schen Grade auf Secunden-Meter-Kerzen zu finden, im photochemischen Laboratorium der k. k. Lehr- und Versuchsanstalt für Photographie und Reproductionsverfahren eine Versuchsreihe durch, wobei mir eine geprüfte Hefner-Alteneck'sche Amylacetat-Normallampe (von Schmied und Haenusch in Berlin) zur Verfügung stand.

I. Die Helligkeit der Scheiner'schen Normalbenzinlampe im Abstand von 1 m (siehe vorbergehende Fussnote) wurde mit jener der Amylacetat-Normallampe in genau 1 m Abstand in der Weise verglichen, dass mit thunlichster Genauigkeit jene Expositionszeit ermittelt wurde, welche in beiden Fällen auf einer Bromsilbergelatineplatte die gleiche Sensitometerzahl ergab. Bei sorgfältiger Einhaltung derselben Versuchsbedingungen zeigt sich, dass die Amylacetat-Normallampe 45mal heller als die Scheiner'sche abgeblendete Normalbenzinlampe ist oder Scheiner's Normallampe = $\frac{1}{45}$ der Hefner-Alteneck'schen (Amylacetat-)Normallampe ¹⁾.

II. Beziehungen der Scheiner'schen Sensitometer-Nummern zu jenen Warnerke's.

Heute noch ist Warnerke's Sensitometer zur Bestimmung der Empfindlichkeit von Trockenplatten häufig in Gebrauch, obschon dessen Zuverlässigkeit wiederholt bestritten wurde. Herr Prof. Vogel ²⁾ erwähnt, dass ein Feld der transparenten Scala, nämlich Nr. 16, unsicher ist, indem sie in Folge eines Fabricationsfehlers zu dünn gerathen ist. Da dies auch bei dem von mir benützten Warnerke-Sensitometer der Fall war, wurde die Nummer 16 bei den vergleichenden Untersuchungen nicht in Betracht gezogen.

Die Lichtquelle bei Warnerke's Sensitometer ist bekanntlich eine blau phosphorescirende Platte, welche durch Abbrennen von Magnesium angeregt wird. Das Spectrum der blau phosphorescirenden Leuchtplatte beschränkt sich auf ein schmales Band zwischen *G* und *F'* im Blau, während gelbes und rothes Licht fehlt, wie von Dr. Eder im Jahre 1885 genau beschrieben wurde ³⁾, wobei derselbe auch das Spectrum der Amylacetatlampe beschrieb und den Nachweis erbrachte, dass weder die sensitometrischen Bestimmungen bei Gas oder Amylacetatlicht, noch jene bei blauem Phosphorescenz- oder Magnesiumlicht auch für Tageslicht Geltung haben, wobei die Ergebnisse bei Magnesiumlicht von demselben am ähnlichsten jenen bei Tageslicht waren. Es müssten somit die Sensitometeranzeigen, welche mittelst Warnerke's Sensitometer einerseits, und mittelst des Scheiner'schen Normalbenzinlichtes andererseits erhalten werden, für jede Silberverbindung speciell ermittelt werden; ich zog vorläufig nur gewöhnliche Brom-

¹⁾ Eine englische Kerze rechnet man nach Vorschlag der physikalisch-technischen Reichsanstalt in Berlin = 1.14 Hefner-Lampen.

²⁾ Photographische Mittheilungen, 31. Jahrgang, pag. 355.

³⁾ Sitzungsberichte der Wiener Akademie der Wissenschaften, mathematisch-naturwissenschaftliche Classe am 23. April 1885; auch Photographische Correspondenz 1885, pag. 398.

silbergelatineplatten (ohne Farbstoffzusatz) in den Kreis meiner Untersuchungen ein.

Der Gang meiner Versuche war der folgende:

Aus der Mitte einer Platte wurden zwei unmittelbar benachbarte Stücke herausgeschnitten und die Empfindlichkeit mit beiden Apparaten bestimmt; dabei wurden für jeden der beiden Sensitometer die von den Erfindern vorgeschriebenen Lichtquellen benützt, d. h. bei Warnerke's Sensitometer wurde die blaue Phosphoreszenzplatte genau 1 Minute nach der Erregung durch brennendes Magnesium zur Verwendung gebracht, wonach eine Exposition von 30 Sec. erfolgte, während bei Scheiner's Sensitometer mit der Benzinlampe in der Normaldistanz während 1 Minute belichtet wurde. Hierauf wurden zwei ebensolche Plattentheile mit beiden Apparaten doppelt so lange, zwei weitere dreimal so lange u. s. w. belichtet und je zwei solcher Platten dann immer nebeneinander in derselben Tasse und gleich lange entwickelt. Ich erhielt auf diese Weise eine Reihe von Ablesungen mit derselben Plattensorte, welche die correspondirenden höheren Nummern beider Scalen gaben. Um auch niedere Grade zu erhalten, belichtete ich beide Plattentheile wieder normal, versetzte aber den Entwickler mit Bromkalium in steigenden Dosen. Die auf diese Weise gefundenen Zahlen sind folgende:

Tabelle I.

Gleichwerthige Nummern der Sensitometerscalen von Warnerke und Scheiner und deren relative Werthe.

| A | | B | |
|------------------------------------|----------|---|----------|
| Gleichwerthige Sensitometernummern | | Relative Werthe der Sensitometernummern | |
| 1. | 2. | 1. | 2. |
| Scheiner | Warnerke | Scheiner | Warnerke |
| 1 | 12 | 1·00 | 1·0 |
| 3 | 14 | 1·62 | 1·7 |
| 4 | 15 | 2·07 | 2·3 |
| 7 | 17—18 | 4·28 | 4·0—5·2 |
| 8 | 19 | 5·45 | 6·9 |
| 9 | 20 | 6·95 | 9·1 |
| 10 | 21 | 8·86 | 12·0 |
| 11—12 | 22 | 11·3—14·4 | 15·9 |
| 13—14 | 23 | 18·3—23·4 | 20·9 |
| 15 | 24 | 29·8 | 27·6 |
| 15—16 | 25 | 29·8—37·9 | 36·4 |

Aus dieser Tabelle geht hervor, dass die relativen Werthe (photographisch bestimmt) der Scalen von Scheiner und Warnerke im Allgemeinen nicht sehr viel von einander abweichen, doch sind es gerade die in der Praxis am häufigsten vorkommenden Nummern von 19—22,

welche stark variiren. Es ist jedoch leicht, an der Hand der Tabelle innerhalb der Grenzen der Versuchsfehler die Angaben des Warnerke-Sensitometers auf jene des Scheiner'schen Universal-Sensitometers zu beziehen, falls gewöhnliche Bromsilbergelatineplatten verwendet werden.

III. Mittelst der von mir festgestellten Zahlen kann das Beharrungsvermögen einer photographischen Platte in „Secunden-Meter-Kerzen“ angegeben werden, wenn man ihre Empfindlichkeit, ausgedrückt in Nummern des Scheiner'schen oder auch des Warnerke-Sensitometers, kennt, d. h. es lässt sich angeben, durch wie viele Secunden das Licht einer Normal-Amylacetatlampe in der Entfernung von 1 m auf die fragliche Platte wirken muss, um den ersten entwicklungsfähigen Lichteindruck mit irgend einem Entwickler zu geben. Es sei z. B. eine Platte mittelst Schreiner's Universal-Sensitometer geprüft worden und habe Nummer 10 ergeben. Um bei Anwendung der Amylacetat-Normallampe dieselbe Ableitung zu erhalten, dürfte man, da dieselbe, wie oben erörtert, 45mal heller, als Scheiner's Benzinlampe ist, nur $\frac{1}{45}$ der normalen Expositionszeit von 60" exponiren, d. i. 1·3". Um den ersten entwicklungsfähigen Lichteindruck zu erhalten (Nr. 1 der Scala), genügt daher eine Exposition von $1·3 : 8·86$ (Intensitätszahl für Nr. 10) = 0·1504" im Scheiner'schen Universal-Sensitometer. Die Winkelöffnung des Theiles des Ausschnittes, welcher vor Feld Nr. 1 rotirt, beträgt 100°, und es ist daher die Platte in diesem Theil $\frac{100}{360} = \frac{1}{3·6}$ der Expositionszeit dem Lichte ausgesetzt. Theilt man also die obige Zahl (0·1504) noch durch 3·6, so erhält man die Anzahl von Secunden, welche nöthig sind, um bei dieser Platte den ersten entwicklungsfähigen Lichteindruck mittelst der Amylacetat-Normallampe in 1 m Abstand zu erzeugen; diese ist in diesem Falle 0·0417". Man findet demnach aus den Scheiner'schen Nummern das Beharrungsvermögen (*B*) in Secunden-Meter-Kerzen, indem man $1·3$ durch die entsprechende Intensitätszahl dividirt und den Quotienten durch 3·6 theilt oder $\frac{1·3}{3·6} = 0·370$... durch die Intensitätszahl (*J*) dividirt.

$$B = \frac{0·370 \dots}{J}$$

IV. Untersuchung der Durchlässigkeit der Scala von Warnerke's Sensitometer gegen photographisch wirkende, blaue Lichtstrahlen, verglichen mit ihrer optischen Transparenz gegenüber der Benzinkerze.

Vergleicht man die Ergebnisse meiner Untersuchungen über die auf photographischem Wege bestimmte Transparenz der Warnerke-Scala mit den Resultaten der Prof. Weber'schen Transparenzmessungen¹⁾, so ergibt sich eine sehr bedeutende Abweichung unserer Resultate. Während z. B. das Feld Nr. 24 der Warnerke'schen Scala nach Weber's Angabe 144mal undurchsichtiger als Warnerke's Feld Nr. 1, oder 13·8mal undurchsichtiger als Nr. 12 sein soll, finde ich eine viel höhere Ziffer, nämlich 29·8; oder ich finde beispielsweise Feld Nr. 25 von War-

¹⁾ S. Photographische Mittheilungen, Jahrg. 31, pag. 335.

nerke's Sensitometerscala 30—38mal undurchsichtiger als das Feld Nr. 12, während nach Weber dieses Feld nur circa 17mal undurchsichtiger als das letztere sein sollte. Diese auffallenden Abweichungen, welche die Grenzen der möglichen Versuchsfehler weitaus übersteigen, überraschten mich bei meinen Versuchen anfänglich in so hohem Masse, dass ich die diesbezüglichen Transparenzbestimmungen der Warnerke'schen Sensitometerscala mit thunlichster Genauigkeit in zahlreichen Versuchen wiederholte und dabei stets jene Grenzwerte fand, welche in obiger Tabelle angegeben sind.

Der Grund der Abweichungen zwischen meinen Befunden und den Angaben Herrn Prof. L. Weber's über die Durchsichtigkeit der Warnerke-Scala dürfte jedenfalls in der Verschiedenartigkeit der von uns eingeschlagenen Untersuchungsmethoden liegen.

Während ich die Durchlässigkeit der Warnerke'schen Scala gegen blaues Phosphoreszenzlicht unter Benützung photographischer Bromsilberplatten experimentell feststellte, hatte Herr Prof. Weber sich offenbar der optischen Untersuchungsmethode bedient und die Transparenz derselben Scala gegen das Licht der Benzinkerze unter Benutzung der Helligkeitswahrnehmungen des menschlichen Auges ermittelt.

Während die progressiv wachsende Undurchsichtigkeit der bräunlich gefärbten Felder der Warnerke-Scala gegen photographisch wirkendes Phosphoreszenzlicht sehr rasch wächst (wie meine Tabelle zeigt), ergibt sich andererseits ein weniger rasches Steigen der Undurchsichtigkeit der Warnerke'schen Felder gegen optisch wirkendes gelbliches Licht.

Um diese Verhältnisse noch übersichtlicher klarzulegen, habe ich in nachstehender Tabelle die Durchsichtigkeit der Warnerke-Nummern

1. zufolge photographischer Bestimmung mittelst Bromsilbergelatineplatten in blauem Phosphoreszenzlicht nach den absoluten Ziffern des Scheiner'schen Universal-Sensitometers angegeben,

2. die auf optischem Wege von Prof. Weber ermittelte Durchsichtigkeitsabnahme derselben Scala unter Anwendung von Benzine-licht, und

3. die von Warnerke selbst in der Gebrauchsanweisung seines Sensitometers angegebenen Zahlen mit einbezogen, wobei Warnerke offenbar gleichfalls blaues Phosphoreszenzlicht und Bromsilbergelatineplatten als Vergleichungsmittel verwendet hatte.

Aus der Tabelle S. 6 geht unmittelbar hervor, dass die Warnerke'schen Angaben über die Transparenz seiner Scala mit den auf photographischem Wege von mir ermittelten Zahlen annähernd übereinstimmen; freilich sind ganz merkliche Abweichungen immer noch vorhanden, indem z. B. Warnerke bei Grad 25 die Undurchsichtigkeit 36 (gegenüber Warnerke 12⁰ als Einheit gesetzt) angibt, während ich auf Grund zahlreicher Experimente (für Phosphoreszenzlicht und Bromsilberplatten) die Undurchsichtigkeit 29·8 bis 37·9 fand.

Derartige Schwankungen in den Beobachtungsergebnissen sind übrigens leicht erklärlich, wenn man bedenkt, dass es sich hierbei nur um Ablesungs-differenzen von 1⁰ des Scheiner'schen Universal-Sensitometers handelt, und ferner die Warnerke-Nummern 15 und 16 bei meinen Experimenten auf der entwickelten und fixirten Platte niemals so deutlich

hervortraten, dass man sich mit präciser Sicherheit für die eine oder andere Zahl hätte entscheiden können.

Tabelle II¹⁾.

| Warnerke's Sensitometer- nummern | Durchsichtigkeitsabnahme | | |
|--|--|--|------------------|
| | 1. | 2. | 3. |
| | photographisch bestimmt mit Bromsilber- gelatineplatten | optisch be- stimmt von Prof. Weber | nach Warnerke |
| 12 | 1·00 | 1·00 | 1·0 |
| 13 | — | 1·29 | 1·2 |
| 14 | 1·62 | 1·53 | 1·7 |
| 15 | 2·07 | 1·97 | 2·3 |
| 16 | — | 4·74 | 3·0 |
| 17 | } 4·28 { | 4·74 | 4·0 |
| 18 | | 4·85 | 5·2 |
| 19 | 5·45 | 5·18 | 6·9 |
| 20 | 6·95 | 6·38 | 9·1 |
| 21 | 8·86 | 7·54 | 12·0 |
| 22 | 11·3—14·4 | 8·73 | 15·9 |
| 23 | 18·3—23·4 | 11·07 | 20·9 |
| 24 | 29·8 | 13·83 | 27·6 |
| 25 | 29·8—37·9 | 16·60 | 36·4 |

Immerhin stimmen die von Warnerke angegebenen Undurchsichtigkeitszahlen seiner Scala besser mit den aus meinen Untersuchungen hervorgehenden, photographisch ermittelten Zahlenwerthen, als mit den von Prof. Weber auf optischem Wege gefundenen Zahlen überein. Jedenfalls ist bei Scheiner's Universal Sensitometer die Art und Weise, auf welche die Sensitometer-scala erzeugt wird, eine weit exactere und einwandfreiere und entspricht besser den Principien der absoluten Sensitometrie, weil das frei ausstrahlende Normallicht ohne absorbirendes Medium die lichtempfindliche Platte trifft.

¹⁾ Der Uebersichtlichkeit halber ging ich bei sämmtlichen Tabellen von Nr. 12 des Warnerke-Sensitometers = 1 des Scheiner'schen Universal-Sensitometers als Einheit aus, was umsomehr gerechtfertigt erscheinen mag, da Trockenplatten von geringerer Empfindlichkeit in der Praxis ja nicht in Betracht kommen.

