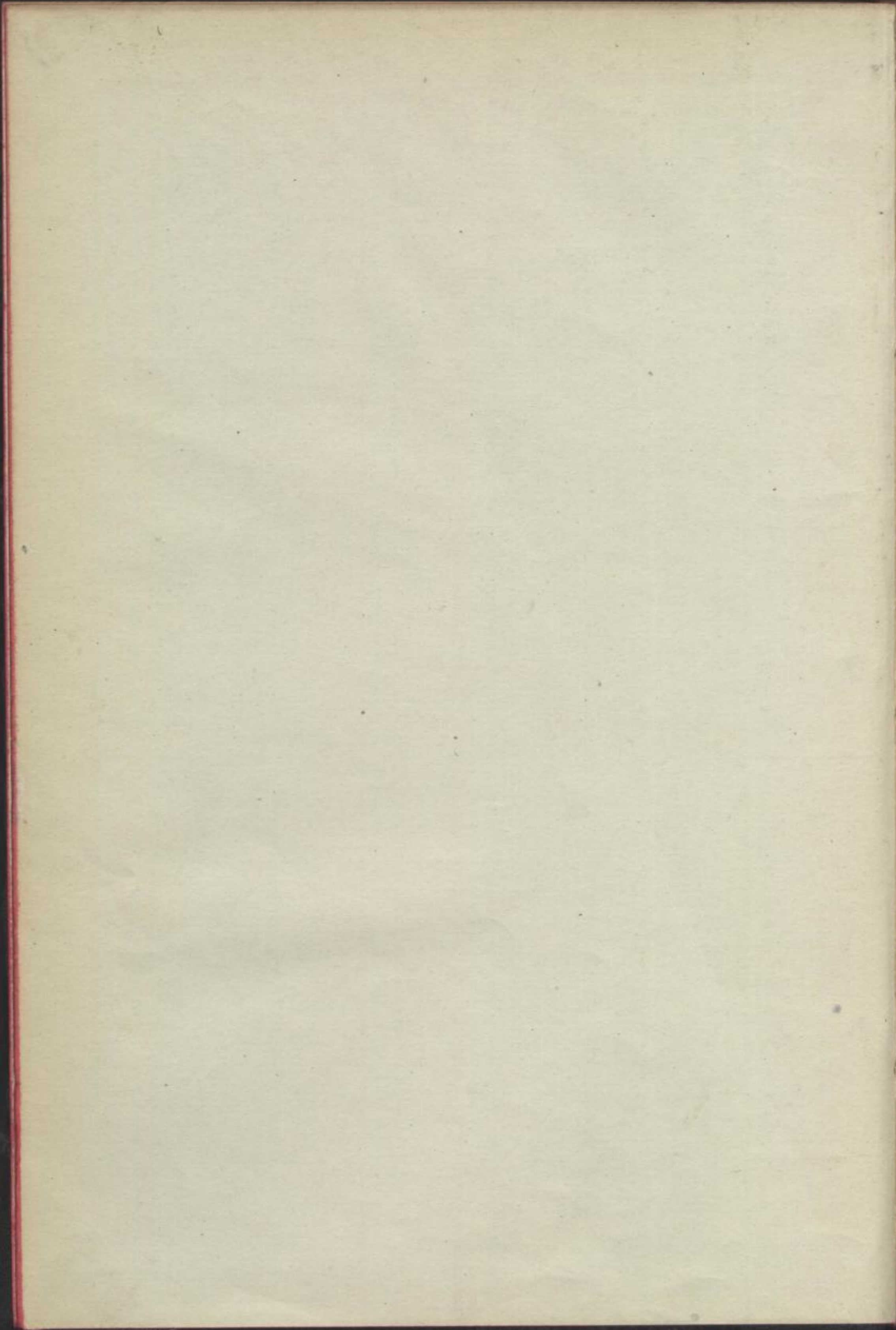


1.7.



Encyklopädie
der
Photographie.

Heft 72.

11. 11. 1871
11. 11. 1871

Vorträge

gehalten auf dem

Internationalen Kongreß für angewandte Photographie in Wissenschaft und Technik

Dresden, 11.—15. Juli 1909

: Im Auftrage des Arbeitsausschusses :
herausgegeben von **R. Luther** und **H. Weisz.**



Halle a. Saale

Verlag von Wilhelm Knapp

1910

Va 1609.

Geschenk.

06 8 01603 000 01 0 1

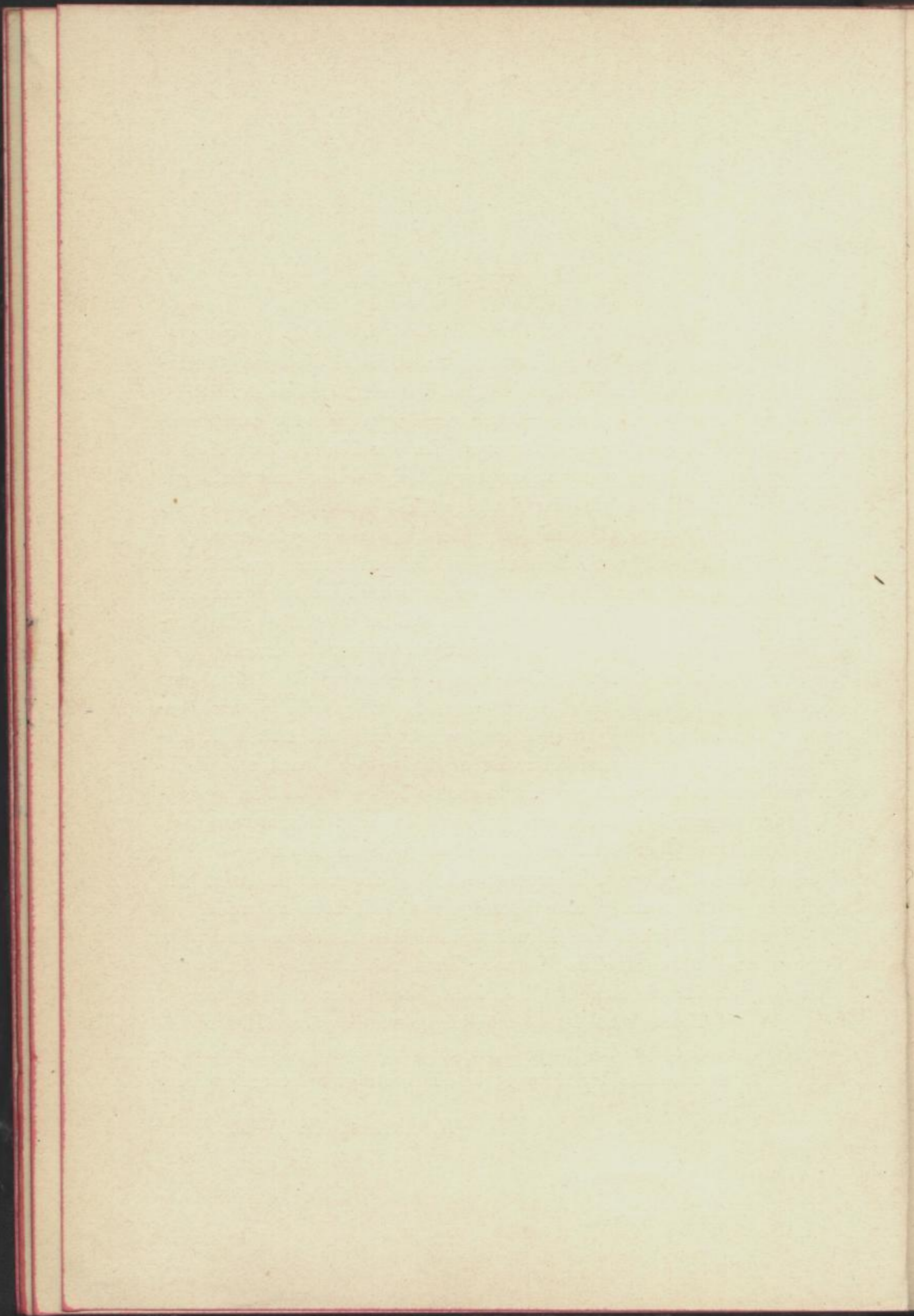
Vorwort.



Die Herausgabe der auf dem „Internationalen Kongreß für angewandte Photographie in Wissenschaft und Technik, Dresden, Juli 1909“ gehaltenen Vorträge hat sich stärker verzögert, als erwünscht war. Mannigfache Ursachen lagen dafür vor. Da der Umfang und die Bedeutung des Kongresses nicht vorausgesehen werden konnten, war ursprünglich die Herausgabe der Vorträge nicht beabsichtigt. Als dann, am Schluß der Tagung allgemein eine Herausgabe der gehaltenen Vorträge gewünscht und vom Arbeitsausschuß in der Sitzung vom 26. Juli 1909 beschlossen wurde, bedurfte es mancher nachträglicher Anstrengung, um die Manuskripte und Klischees zu beschaffen, die Vortragenden zu veranlassen, die z. T. flüchtigen Notizen zu druckfertigen Manuskripten umzuarbeiten und endlich die erforderlichen Mittel zur Drucklegung zu beschaffen. Nicht immer ist alles nach Wunsch gelungen; bei manchen Vorträgen mußten wir uns mit kurzen Autorreferaten begnügen, auch sind inzwischen einige der Vorträge in Fachzeitschriften veröffentlicht worden. Immerhin hoffen wir, daß im wesentlichen der angestrebte Zweck erreicht ist: einen allgemeinen wenn auch nicht lückenlosen Überblick über den derzeitigen Stand der angewandten Photographie zu geben und insbesondere den Kongreßteilnehmern die von ihnen gehörten anregenden Vorträge ins Gedächtnis zu rufen.

Den Kgl. Sächsischen Ministerien des Innern und des Kultus und öffentlichen Unterrichts sei an dieser Stelle der wärmste Dank für die namhafte finanzielle Unterstützung ausgesprochen, ohne die die Herausgabe kaum möglich gewesen wäre. Ebenso sei allen Vortragenden für die große Mühe gedankt, der sie sich in selbstloser Weise im Interesse der Herausgabe der Vorträge unterzogen haben.

R. Luther, H. Weisz.



Inhaltsverzeichnis.

	Seite
Daguerreotyp und Mosersche Bilder. Von Hofrat Professor H. Krone, Dresden-Laubegast	3
Mosaikrasterplatten zur Farbenphotographie. Von Dr. W. Scheffer, Berlin-Wilmersdorf	7
Über die photographischen „Natururkunden“ der freilebenden Tierwelt. Von Professor C. G. Schillings, Weyerhof, Gürzenich b. Düren	25
Die Anwendung der Autochrom-Platte Lumières, insbesondere in der Mikrophotographie, Histologie und pathologischen Anatomie. Von Veterinärarzt Dr. Fambach, Glauchau	26
Anwendungen der Photographie in der experimentellen Phonetik. Von Dr. G. Panconcelli-Calzia, Marburg a. L.	28
Die Autochromplatte. Von Dr. A. Seyewetz, Lyon	42
Die Wasserstoffsperoxydreaktion auf die Silbersubhaloide. Von A. P. H. Trivelli, Scheveningen	54
Umkehrungserscheinungen. Von Prof. Dr. K. Schaum, Leipzig-Probsth. Versuch einer Erklärung des Solarisationsphänomens. Von W. H. Idzerda in 's Gravenhage	60
Über Dunkelkammerlicht für das Autochrom- und Omnikolorverfahren und Untersuchungen über die Haltbarkeit der Rasterschichten. Von Alfred Löwy, Stadlau-Wien	63
Über die Bedeutung der Photogrammetrie. Von Dr. E. Dolezal, Wien	68
Über gegenwärtig wirksame Hindernisse für die Verbreitung der Stereoskopie. Von Dr. M. von Rohr, Jena	75
Neue Anwendungen der Stereoskopie. Von Dr. P. H. Eijkman, Scheve- ningen	92
Über Röntgenopakplatten. Von Dr. P. H. Eijkman, Scheveningen	99
Über die Strahlenbegrenzung in photographischen Objektiven. Von Dr. E. Wandersleb, Jena	116
Anwendungen der Kinematographie in Wissenschaft und Technik. Von K. W. Wolf-Czapek, Berlin	118
La Photographie Judiciaire. Von Professor Dr. R. A. Reiß, Lausanne	120
Der Bertillonsche metrische Apparat und seine Anwendungsmöglich- keiten auf dem Gebiete der forensischen Photographie. Von Polizeipräsident Koettig, Dresden	124
Beiträge zur Praxis der forensischen Photographie. Von Wilhelm Urban, München	140
Über Herstellung von Schumannplatten. Von Geh. Reg.-Rat Professor Dr. A. Mieth, Charlottenburg	143
Erzeugung von verschiedenfarbigen Bildern auf Opalplatten mit Chlor- bromsilberemulsion und ihre Verwendung. Verwendung von Opal- platten mit Chlorbrom- und Bromsilberemulsion zu verschiedenen Zwecken. Von R. Namias, Mailand	159
Vorträge.	163

	Seite
Über Herstellung und Entwicklung von Jodsilbergelatineplatten. Von R. Jahr, Dresden	174
Über die physikalische Entwicklung von Trockenplatten. Von R. Jahr, Dresden	175
Farbenanpassungsverfahren (Ausbleichverfahren). Von Privatdozent Dr. Fr. Limmer, Braunschweig	178
Verwendung der Fulgidfarbstoffe zur Herstellung farbiger Bilder nach dem Ausbleichverfahren. Von Prof. Dr. Hans Stobbe, Leipzig	193
Fortschritte im Druckmaschinenbau. Von K. K. Regierungsrat Georg Fritz, Wien	198
Über das internationale Institut für Techno-Bibliographie in Berlin. Von Dr. Hermann Beck, Berlin	207
Die Sensitometrie photographischer Papiere. Von Dr. Karl Kieser, Düsseldorf	217
Bezeichnung der Empfindlichkeit von Platten und Films. Von Hans Schmidt, Berlin	223
Die Detailwiedergabe in der Photographie. Von Dr. E. Goldberg, Leipzig	226
Die absolute Strahlungsempfindlichkeit von Bromsilbergelatineplatten gegen Licht verschiedener Wellenlänge. Von Dr. Gotthelf Leimbach, Göttingen	229
Absorption und Diffusion des Lichtes in der entwickelten photographischen Platte, nach Messungen mit dem Martensschen Polarisationsphotometer. Von André Callier, Gent	236
Verbessertes Densimeter. Von S. Maximowitsch, St. Petersburg	251
Über den augenblicklichen Stand der Sensitometrie. Von C. E. Kenneth Mees, London	252
Über die Aktinität verschiedener elektrischer Bogenlampen für photographische Kopierzwecke. Von Dr. Paul von Schrott, Wien	261
Die Entwicklung der Spektrographie. Von Prof. Dr. Konen, Münster	269
Die Photographie in der Astronomie. Von Dr. A. Kopff, Heidelberg-Königstuhl	277

Daguerreotyp und Mosersche Bilder.

Von Hofrat Professor H. Krone, Dresden-Laubegast.

Erlauben Sie mir, beim Eintritt in unsere Besprechungen im Bereich der Arbeiten mit dem Lichte heute einige historisch rückblickende Worte an Sie zu richten über dasselbe Thema, das ich vor 62 Jahren, 1847, in meinem ersten Vortrage über Photographie behandelte: „Daguerreotyp und Mosersche Bilder“, und anschließend darauf hinzuweisen, wie wir in der Gegenwart verschiedenes Unerklärte von damals erklärt oder doch aufgehehlt finden dürfen.

Heute, am 12. Juli, an dem 58. Gedenktage des 1851 erfolgten Dahinscheidens Daguerres, dürfte ein solcher Rückblick um so gerechtfertigter sein.

Es ist im Jahre 1843. Daguerre, Bayard, Claudet, Fizeau, Godin, Fox Talbot haben seit drei Jahren die junge Photographie leistungsfähig gemacht. Noch immer sind die Blicke der gebildeten Welt in fieberhafter Spannung nach Paris gerichtet. Drei-undeinhalb Jahr sind verflossen, seit Daguerre am 19. August 1839 seine neue Erfindung, die Bilder der Kamera obskura festzuhalten, der Welt übergeben hat. Die abenteuerlichsten Erwartungen knüpfen sich daran, selbst bei vielen, die sonst nur sehr nüchtern zu urteilen pflegen. In den wissenschaftlichen Kreisen stehen sich zwei verschiedene Ansichten gegenüber; es gibt unter diesen ebensowohl Sanguiniker als Skeptiker; jedenfalls aber ist man hier aufrichtig bestrebt, das Neue in seiner wahren Tragweite zu erkennen. Über die Art und Weise, wie das Licht wirkt, ist man noch vollständig im unklaren. Und nun kommt auch noch, um das wunderliche Pentagramm auf der Schwelle der Hexenküche zu vervollständigen, Moser in Königsberg 1840 mit seinen Taubildern dazu und stellt neue Rätsel auf, in deren Lösung, wie sich mir bald herauszustellen scheint, die Lösung der photographischen Rätsel mit enthalten sein dürfte — das ist die für mich so erinnerungsreiche, für meinen späteren Lebensgang bestimmende Zeit meines ersten Studiensemesters, die Frühlingsmonate des Jahres 1843. Diese Zeit gibt mir reiche Anregung, den neuen wissenschaftlichen Tagesfragen die größte Aufmerksamkeit zu widmen.

Der Schwerpunkt meiner Experimente in den Jahren 1846 und zum Teil 1847 liegt vorwiegend in vergleichenden Untersuchungen über die Natur der Moserschen und der Daguerreschen Bilder. Dieselben führen mich zu der Überzeugung, daß bei beiden Erscheinungen derselbe veranlassende Vorgang zugrunde liege, der auch bei beiden in analoger Weise seinen Ausdruck finde.

Mit dem Daguerreotyp war die Aufmerksamkeit der Physiker ganz besonders auf die Arbeit des Lichtes gelenkt worden, und Helmholtz konstatierte die Absorption desselben in der belichteten Schicht. Die neu auftretenden überraschenden empirischen Erfahrungen regten unausbleiblich zu kritischen Aufklärungs-Experimenten an. Edmond Becquerel hatte bereits 1842 seine und John Herschels merkwürdige Erfahrungen über das Nachwirken roter und gelber Lichtstrahlen auf belichteten Schichten bekanntgegeben und hatte auf Grund dessen das Vorhandensein von „rayons excitateurs“ und „rayons continueurs“ aufgestellt. Ich unternahm 1847 eine Reihe von hierauf bezüglichen Experimenten bei Sonnenschein, bei Tageslicht und bei Mondschein. Nach einer größeren Anzahl von Fehlresultaten gelangen mir unter Beobachtung gewisser Bedingungen beim Präparieren meiner dabei benutzten Daguerreotyp-Platten, die sich auf das Gegenseitigkeitsverhältnis zwischen der Jodierung und der Sensibilisierung bezogen, bei bloßer Jodierung gute Resultate bei Nachbelichtung unter gelbem Glase, bei nachfolgender wohl abgestimmter Bromierung nach der Anfangs-Jodierung sehr variierende im allgemeinen weniger zufrieden stellende Resultate bei Nachbestrahlung unter rotem Glase. Bei Mondschein blieb jedes Resultat aus; doch wohl wegen Mangels genügender Lichtintensität des Mondlichtes, die sich mir später in den fünfziger Jahren gegen das volle Sonnenlicht als rund 1 : 60 000 ergeben hat. Erst in allerneuester Zeit sind die Becquerelschen Bildentwicklungsversuche durch farbiges Licht, und zwar von Idzerda und von Lüppo Cramer u. a., auf anderen photographischen Schichten (Bromsilber-Gelatine-, Kollodiumschichten u. a.) wieder aufgenommen und von ersterem in der „Phot. Korr.“ im Juniheft 1909 beschrieben worden. Im heute erschienenen Juliheft wird die Sache von Schaum weiter behandelt.

Die Moserschen Bilder erscheinen durch Anhauchen eines Glases, unter dem irgendein Bild, ein Stich usw. längere Zeit eingerahmt war, und verschwinden mit dem Verdunsten des Hauches. Versuchsweise setzte ich eine solche Glasseite einem permanenten Hauch, dem Quecksilberdampf, aus, wie ich meine Daguerreotypen entwickelte — und das Bild blieb sichtbar. Mosersche Bilder ließen sich durch die rayons continueurs nicht entwickeln.

Jetzt sagte ich mir, in beiden Fällen entwickelt mir der Hauch ein latentes Bild, nur die Art der Bestrahlung ist verschieden zwischen Daguerre und Moser. Es muß also doch wohl eine dunkle Lichtstrahlung geben, die die Moserschen Bilder veranlaßt. — So weit war ich im Jahre 1847 gekommen.

Und damit hat nun die Weiterarbeit im Wirkungsgebiete des Lichtes eingesetzt. Wir mußten erfahren, daß es überhaupt lichtempfindliche Schichten gibt, und nachdem uns Draper dies theoretisch gezeigt, lernten wir auch durch H. W. Vogel farbenempfindliche Schichten kennen, d. h. begreifen. Wie aber die Arbeit des Lichtes in diesen Schichten vor sich geht, wie das latente Bild zum sichtbaren Bilde wird, an der Erkenntnis dessen haben von da an John Herschel und Hunt, Barresville und Davanne, Davanne und Girard, Abney, Waterhouse, Carey Lea, Eder, Andresen, die Brüder Lumière, Scheffer, Clayden, Trivelli, Schaum, Lüppo-Cramer, Wiener, Luther und andere fleißige Forscher bis zur Stunde unermüdlich weiter gearbeitet.

Immer dringender machte sich das Bedürfnis fühlbar, zu erkennen: Was ist Licht? Und in dem unermesslichen Bereich der sich uns mehr und mehr erschließenden Energien lernten wir durch Heinrich Hertz 1889 in Heidelberg das 1842 von Faraday und 1867 von Clerk Maxwell fundamentierte Vorhandensein einer einzigen universellen Kraft kennen, die alle Energien, auch das Licht, in sich schließt. Jetzt, Schlag auf Schlag Neues, Ungeahntes! Ein Gebiet geheimnisvoller Strahlungsvorgänge hält gegenwärtig unsere Aufmerksamkeit in rastloser Arbeit. Crookes begann den Reigen mit seinen Kathodenstrahlen 1879; Röntgen brachte uns 1896 seine X-Strahlen; in demselben Jahre schon erkannte Henry Antoine Becquerel die bis dahin unbekannt Strahlung des Uranmetalls, auch des Thoriums, woraus sich in ununterbrochener Folge eine Reihe rätselhafter Strahlungen ergab, die mit der Entdeckung neuer Körper beginnend, des Radiums, des Poloniums durch das Ehepaar Curie, des Aktiniums durch Débierne, und weiterer radioaktiver Körper durch Giesel, Marckwald, Baskerville u. a. immer und immer wieder neue ungeahnte Erfahrungen ergeben, die wir zum großen Teile unserem unermüdlichen geistvollen Forscher Ramsay verdanken. — Rutherford, Soddy nicht zu vergessen.

Bei diesen Strahlungsvorgängen, die sich im unbeeinflussten Falle unsichtbar vollziehen, findet ein Hinausschleudern bisher ungeahnter kleinster Teile, der Elektronen, in den Weltäther statt, die, als Elementarteilchen der Elektrizität und negativer Natur, bestrebt sind, sich mit positiven Ionen aus dem Weltäther zu verbinden. Aus dem gegenseitigen Verhalten der Polaritäten der kleinsten Teile

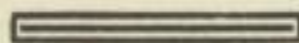
dürfte sich nun auch die Möglichkeit der Veränderung lichtempfindlicher oder anderer Schichten zu latenten oder nicht latenten Bildern ergeben, durch sichtbares Licht, wie beim Daguerreotyp, oder vielleicht durch eine unsichtbare strahlende Beeinflussung, wie beim Moserschen Bilde.

Und in der Tat hat uns auch darüber die Neuzeit weiter belehrt. Ostwald und Gros haben uns vor wenig Jahren die Katatypie geschaffen. Wenn wir, was durchaus nicht unwahrscheinlich ist, voraussetzen dürfen, daß die Einwirkung des eingerahmten Stiches auf das diesen bedeckende mit einer atmosphärischen Schicht umgebene Glas eine katalytische ist, so wird uns in Erwägung dessen, daß auch das Licht in gewissem Sinne nur als Katalysator wirkt, das Analoge in der genetischen Natur der Moserschen Bilder und der Daguerreotypen nicht wundernehmen, was ich sofort nach der Bekanntgabe der Katatypie in Altenburg zum Ausdruck zu bringen mir erlaubte.

Es sind eben noch manche Rätsel zu lösen!

Sehen wir an diesem einfachen Beispiel, wie im Bereich unserer Arbeit mit dem Lichte aus der Empirie immer hellere Erkenntnis herauswächst, so dürfen wir getrost Mutes an die Weiterarbeit gehen, wenn wir dabei eingedenk bleiben:

„Im Licht, durchs Licht zum Licht!“



Mosaikrasterplatten zur Farbenphotographie.

Von Dr. W. Scheffer, Berlin-Wilmersdorf.

In der jüngsten Zeit sind von verschiedenen Seiten Mitteilungen über Mosaik-Farbraster-Platten für die Photographie in natürlichen Farben gemacht worden. Einige Platten sind im Handel erschienen, andere wurden durch eine vorläufige Mitteilung oder durch Patentschriften bekannt. Ehe wir an die Beschreibung der einzelnen Rasterarten gehen, wollen wir ganz allgemein die Bedingungen untersuchen, die ein derartiger Farbraster zu erfüllen hat. Diese Untersuchung wird uns einige allgemeine Gesichtspunkte und Begriffe geben, die uns das Verständnis und die Beurteilung der verschiedenen Farbraster erleichtern.

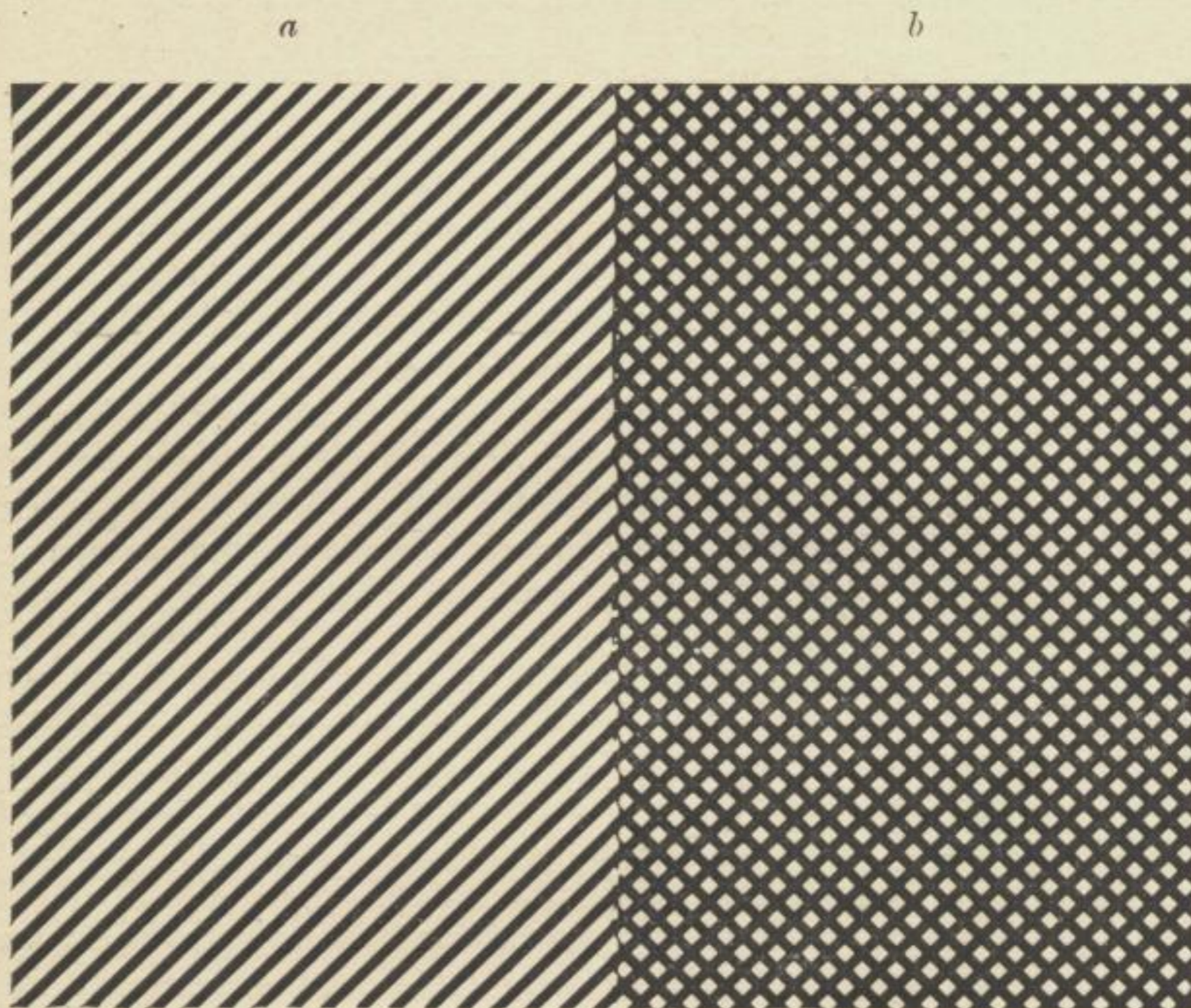
Wir haben Farbe, Größe, Form und Anordnung der einzelnen Rasterelemente zu untersuchen. Die Farbdurchlässigkeit der Rasterelemente liegt außerhalb unseres Themas, es soll hier nur auf die Veröffentlichung des Herrn von Hübl über diesen Gegenstand hingewiesen werden. Über die zweckmäßige Größe, Form und Anordnung gibt die folgende Betrachtung Auskunft.

Die Farbraster müssen aus so kleinen Elementen zusammengesetzt sein, daß sie bei der Betrachtung des Bildes einzeln nicht mehr wahrgenommen werden. Zunächst müssen wir ein Maß aufstellen für die feinsten Einzelheiten (die feinste Struktur) die das menschliche Auge unter gegebenen Bedingungen noch getrennt wahrzunehmen vermag.

Es ist zweckmäßig, diesen Wert als Bruchteil der Entfernung des betreffenden Gegenstandes vom Auge auszudrücken. Wenn wir ein Liniensystem von schwarzen und weißen Linien haben und dies immer weiter vom Auge entfernen, so werden bei einer gewissen Entfernung die einzelnen Elemente nicht mehr getrennt wahrgenommen werden können. Es ist zweckmäßig, hier die Begriffe der Objektperiode und Objektstruktur einzuführen. Unter Objektperiode sei hier verstanden der Abstand zweier homologer Punkte einer gleichmäßig wiederkehrenden Objektstruktur.

In Figur 1 *a* sind zwei Formen von Objektstruktur ausgestellt. In *a* besteht die Objektperiode aus gleich großen Strukturelementen

in *b* sind die Strukturelemente ungleich. Die Periodenlänge ist in beiden Figuren die gleiche, während die Strukturelemente verschieden groß sind. Es ist zweckmäßig, sich zunächst an einer periodisch wiederkehrenden Objektstruktur über diese Begriffe klar zu werden. Natürlich gilt dasselbe für unregelmäßige Objektstrukturen.



Figur 1.

Der folgende Versuch wird das Gesagte verständlich machen. Wir stellen uns mit der Reißfeder ein Liniensystem her, wie dies Figur 1*a* zeigt. Nun stellen wir dieses Liniensystem gut beleuchtet auf und entfernen uns so weit von demselben, daß wir seine Einzelheiten nicht mehr wahrnehmen können. In unserer Figur 1*a* sind die schwarzen Linien und die weißen Zwischenräume gleich breit gezeichnet. Die Breite der schwarzen sowohl wie der weißen Streifen beträgt 1 mm, die Periodenlänge beträgt also in unserem Falle 2 mm. Der Versuch lehrt, daß wir die Einzelheiten der Figur 1 aus 2 m Entfernung noch bequem wahrnehmen können. Wir sehen deutlich, daß die linke Hälfte der Figur aus Streifen, die rechte Hälfte aus schwarzen sich rechtwinkelig kreuzenden Streifensystemen besteht, die

weiße Felder einschließen. Aus 2 m Entfernung nehmen wir noch deutlich wahr, daß die Figur 1 eine Struktur hat. Die Einzelheiten der Struktur vermögen wir schon aus 2 m Entfernung nicht mehr wahrzunehmen. Wir können z. B. nicht mit Sicherheit sagen, ob die Quadrate wirklich Quadrate sind oder Polygone anderer Form oder Kreise. Aus 4 m Entfernung werden wir die Struktur nur mit Schwierigkeiten wahrnehmen und nur dann, wenn die Versuchsperson eine ganz vorzügliche Sehschärfe hat. Aus 6 m Entfernung wird ein Unterschied zwischen den beiden Hälften der Figur nur insofern wahrgenommen, als die eine Hälfte dunkler erscheint als die andere. Irgendeine Struktur wird aus 6 m Entfernung nicht mehr wahrgenommen.

Dieser Versuch lehrt uns, daß eine Strukturfeinheit des Objektes, die ein Tausendstel der Entfernung beträgt, noch ziemlich gut wahrgenommen werden kann. Feinere Objektstrukturen werden nur mühsam oder gar nicht mehr wahrgenommen. Wir überschreiten also nicht die zulässigen Grenzen, wenn wir uns damit begnügen, daß eine Farbraster-Platte noch Bildeinzelheiten wiedergibt, die dem Versuchsergebnis von $1/1000$ entsprechen. Die kürzeste Objektweite für das deutliche Nahsehen beträgt etwa 20 cm. Die feinsten Struktur-Einzelheiten einer Photographie, die wir aus 20 cm Entfernung noch bequem erkennen, haben eine Größe von $200/1000$ mm = $1/5$ mm. Wie ich an anderem Orte auseinandergesetzt habe, muß eine Rasterperiode halb so groß sein wie die Bildstruktur, die sie noch auflösen soll. Die Rasterperiode muß also in diesem Falle $1/10$ mm betragen.

Bekanntlich soll man photographische Bilder aus dem richtigen Abstände betrachten. Hieraus folgt aber, daß wir mit längerer Brennweite aufgenommene Bilder aus größerer Entfernung betrachten. Wenn wir z. B. mit 1 m Bildweite aufgenommene Bilder haben, so dürfte, richtige Betrachtung vorausgesetzt, die Farbrasterperiode bei solchen Bildern etwa 0,5 mm maximal betragen. Es ist also möglich anzugeben, welches die größte zulässige Rasterperiode ist, wenn wir entweder annehmen, daß die Bilder aus deutlicher Sehweite $L = 25$ cm für das Nahsehen betrachtet werden, oder daß die Betrachtung aus irgendeinem anderen Abstände erfolgt. Da es fabrikatorisch unzweckmäßig wäre, für die verschiedenen Formate verschiedene Raster herzustellen, wird wahrscheinlich zurzeit der Fall zugrunde gelegt werden müssen, daß die Bilder aus deutlicher Sehweite betrachtet werden. Man wird als größte zulässige Rasterstruktur eine Rasterperiode von $1/10$ mm annehmen, d. h. es kommen auf den Quadratmillimeter bei Punktrastern mindestens 100 Rasterperioden und 300 einzelne Farbelemente.

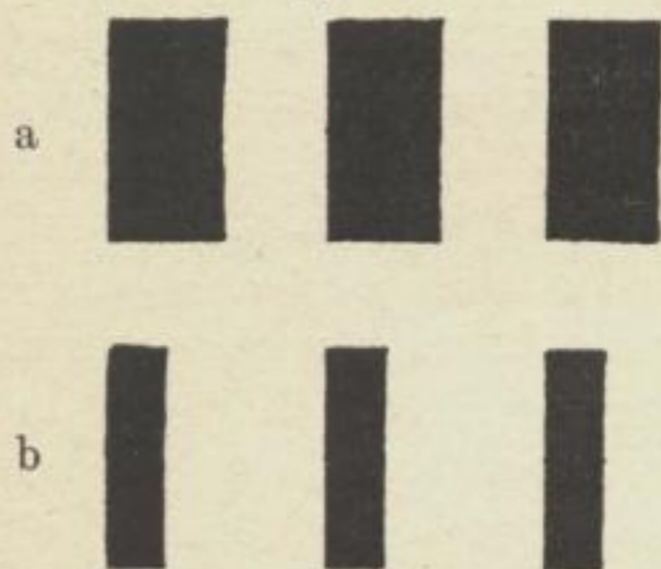
Bei Linienrastern würden auf den Millimeter 10 Rasterperioden und 30 verschiedene Farblinien kommen, ein Dreifarbenraster vorausgesetzt.

Das hier Ausgeführte kann natürlich auch sinngemäß auf die Projektion von Farbrasterplatten übertragen werden. Wenn wir ein mit beliebiger Brennweite aufgenommenes Bild eines räumlichen ausgedehnten Objektes mit derselben Brennweite auf einen beliebig weit entfernten Schirm projizieren, so wird nur derjenige Beschauer das projizierte Bild auf dem Schirm richtig betrachten können, dessen Auge sich möglichst nah beim Objektiv befindet.

Es wird hier stillschweigend angenommen, daß die Objektweite bei der Projektion in roher Annäherung der Bildweite bei der Aufnahme gleich ist.

Selbstverständlich ist die Erfüllung der Bedingung einer streng richtigen Bildbetrachtung bei Projektions-Vorführungen praktisch unmöglich. Die Erfahrung lehrt, daß eine außerordentlich weite Toleranz für unrichtige Bildbetrachtung besteht.

Wenn man den Projektionsapparat in der Mitte des Zuschauerraums aufstellt, wird der in der Nähe sitzende Teil der Zuschauer die Projektionsbilder annähernd richtig betrachten. Die dem Schirm näher Sitzenden werden das Bild aus zu kleinem Abstand betrachten und umgekehrt die weiter vom Schirm entfernt Sitzenden.



Figur 2.

Die gewöhnliche Projektion hat durchaus nicht etwa den Zweck, dem betrachtenden Auge die Bilder unter einem anderen Winkel darzubieten, als dem, unter welchem vom Standpunkt der Aufnahme aus die aufgenommenen Objekte dem betrachtenden Auge erscheinen. Der einzige Zweck der Projektions-Vorführung besteht darin, einer größeren Anzahl von Beschauern dasselbe Bild zugleich sichtbar zu machen. Gewisse Abweichungen vom richtigen Ort der Betrachtung werden hierbei zugelassen. Aus dem Gesagten läßt sich ohne weiteres bestimmen, unter welchen Bedingungen eine gegebene Rasterplatte projiziert werden muß, wenn man annimmt, daß etwa die Mitte des Auditoriums das Schirmbild einigermaßen richtig betrachtet. Andererseits wird man für gegebene Betrachtungsbedingungen die richtige Beschaffenheit des Diapositivs ohne weiteres herleiten können.

Wie gesagt, ist die Toleranz für Abweichungen von der geometrisch richtigen Bildbetrachtung eine außerordentlich große. Eine zu starke Bildvergrößerung auf dem Schirm macht aber das Raster sichtbar, und dieser Umstand ist störend. Man wird also bei der Projektion von Farbrasterbildern besonders darauf zu achten haben, daß keiner der Beschauer die Rasterperiode auf dem Projektionsbild-

schirm aus einer geringeren Entfernung sieht, als dem 2000 fachen der Periodengröße auf dem Schirm. Um diese Bedingung zu erfüllen, wird man sogar einen erheblichen Verstoß gegen die geometrisch richtige Bildbetrachtung ertragen.

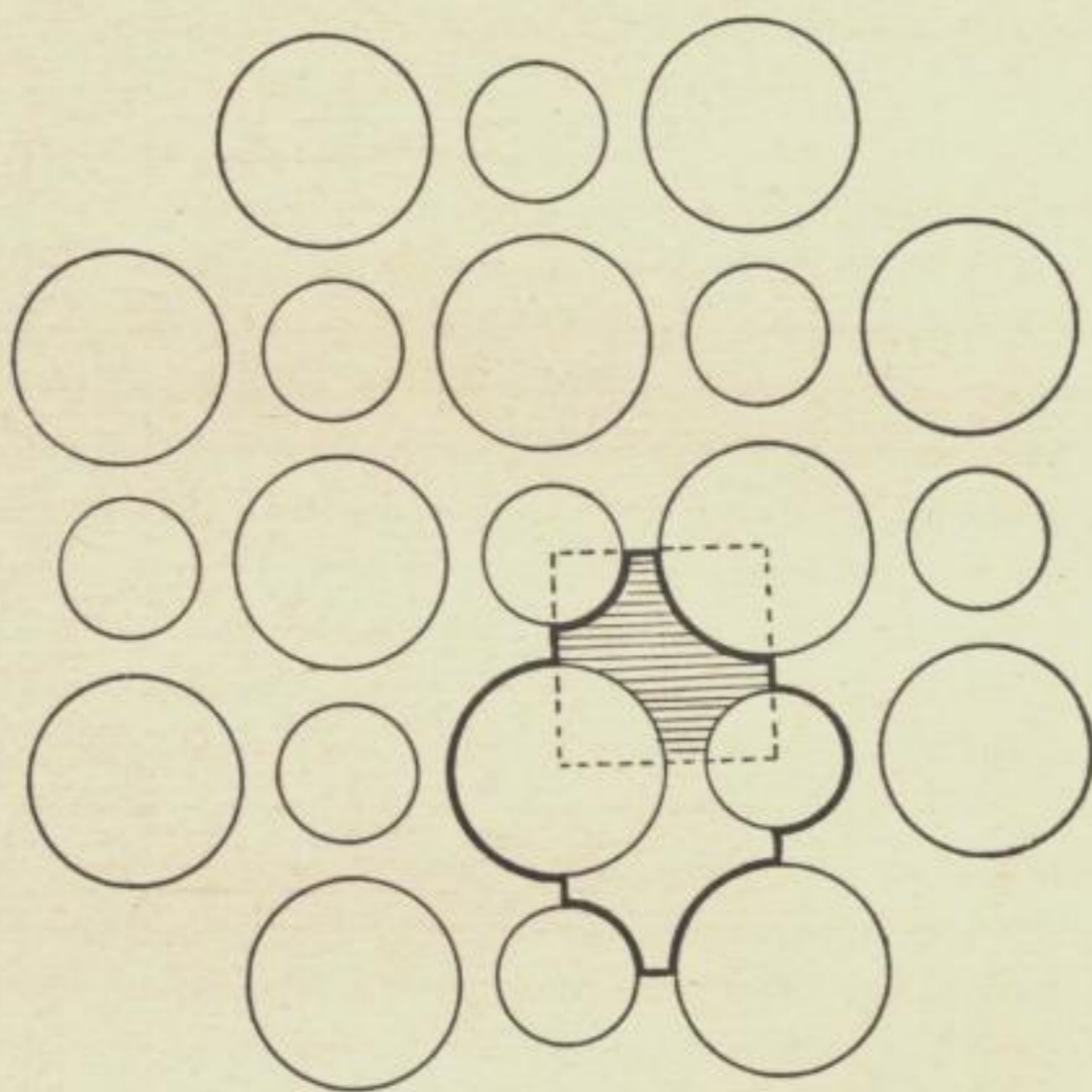
Bekanntlich wird bei kinematographischen Vorführungen mit sehr kurzen Brennweiten projiziert. Der Farbraster würde also in diesem Falle sehr stark vergrößert erscheinen. Zu diesem Zweck hat man bereits Versuche gemacht, besonders feine Raster herzustellen, die auch für diese Zwecke noch genügen.

Selbstverständlich müssen Rasterfeinheit und Dicke der Emulsionsschicht sowie deren Kornfeinheit in Beziehung stehen. Die Praxis hat ergeben, daß die Dicke der Emulsionsschicht unter keinen Umständen größer sein darf als der durchschnittliche Durchmesser der kleinsten in der Periode vorkommenden Farbelemente, einen nicht zu großen Bildwinkel vorausgesetzt. Es soll hier besonders darauf hingewiesen werden, daß die größte zulässige Dicke der Emulsionsschicht nach den kleinsten Ausmaßen der einzelnen Farbelemente zu bestimmen ist. Hierbei wird natürlich vorausgesetzt, daß die Emulsion direkt auf den Raster gegossen ist. Alle Versuche, Emulsion und Raster getrennt zu benutzen, haben ergeben, daß das unzweckmäßig ist. Die durchschnittliche Abweichung von der vollkommenen Planheit bei den gewöhnlichen Trocken- und Diapositivplatten bester Herkunft ist so groß, daß sich hieraus eine Größe des Farbelementes ergeben würde, die über das zulässige Maximalmaß und die hieraus bestimmbare maximale zulässige Periodengröße hinausgeht. Es ist bekannt, daß dünne Schichten eine kürzere Gradation haben als dick gegossene. Außerdem ist die geringe Korngröße, die bei sehr feinen Rastern notwendig ist, in photo-chemischem Sinne in mancher Hinsicht unbequem. Die Praxis hat ergeben, daß die zulässige Maximalgröße des entwickelten Kornes nicht mehr als etwa $\frac{1}{10}$ linear der Minimalausdehnung des kleinsten Farbelements betragen darf. Hieraus geht hervor, daß man nicht beliebig weit die Rasterfeinheit steigern soll, sondern daß es zweckmäßig ist, das Raster nur gerade ebenso fein zu machen, wie es die Eigenschaften des Auges und gegebenenfalls die Gesetze der geometrischen Bildbetrachtung verlangen, aber nicht feiner, als dies unumgänglich notwendig ist.

Über die zweckmäßigste geometrische Form der Rasterelemente ist zunächst nur zu sagen, daß sie eine Periode bilden sollen, die an alle um sie herumliegenden Perioden lückenlos anschließt. Die Elemente sollen natürlich auch lückenlos die Periode bilden. Die maximale und die minimale Ausdehnung der Periode sollen so wenig wie möglich voneinander verschieden sein. Als sehr zweckmäßige Form der Periode hat sich die quadratische oder annähernd quadratische Form erwiesen.

Bei der Besprechung der einzelnen Raster werden wir auf diese Frage näher eingehen. Über die zweckmäßigste Färbung der Rasterelemente verweisen wir auf die Veröffentlichungen des Herrn Generals Baron von Hübl in Wien. Ihm verdanken wir die meisten und wichtigsten neueren Veröffentlichungen über diese Frage.

Die Grundlagen der Herstellung naturfarbiger Bilder mit der „Thames Colour Plate“ sind dieselben wie beim Autochromverfahren; es ist also unnötig, die Theorie des Verfahrens hier zu erörtern. Der einzige wesentliche Unterschied zwischen der „T. C. P.“ und der Autochromplatte besteht darin, daß das Filter und die Negativschicht der ersteren



Figur 3.

auf getrennten Platten liegen, und daß nach der Aufnahme die Platte für sich in den verschiedenen Bädern behandelt wird. Nach Fertigstellung des Bildes wird das Filter wieder auf die Negativplatte gelegt und mit dieser dann dauernd verbunden. Das Filter der „T. C. P.“ zeigt die Figur 3. Dasselbe besteht aus roten und grünen, getrennt liegenden kreisförmigen Punkten. In den Figuren sind die roten Punkte schwarz, die gelbgrünen hellgrau und die blauen Felder weiß. Der Zwischenraum zwischen diesen ist blau gefärbt. Die mikroskopische Untersuchung und Ausmessung ergab folgendes: Die grünen Punkte haben einen durchschnittlichen Durchmesser von 0,105 mm, die roten einen solchen von 0,098 mm. Die verschiedenen Farbfelder schließen genau aneinander an, sie zeigen weder Lücken noch eine Füllmasse, wie sie z. B. zwischen den Stärkekörnern der Autochrom-

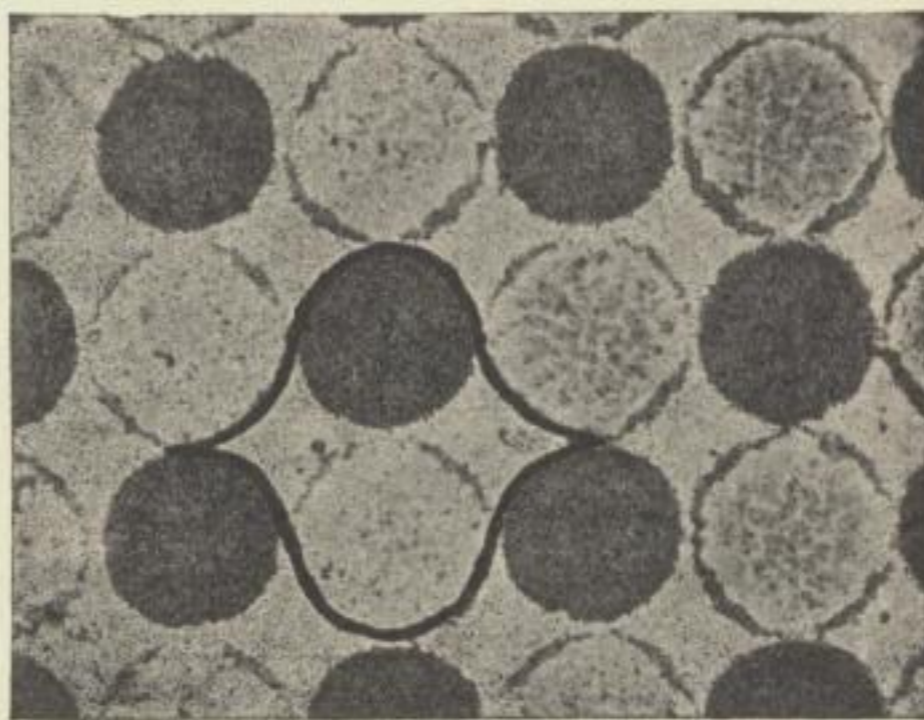
schicht liegt. Die nebenstehende Figur 3 zeigt, wie man aus den leicht meßbaren Größen, nämlich den Durchmessern der Kreise und ihrem Mittelabstand, die zwischen ihnen freibleibende Fläche bestimmen kann. Die Rasterperiode ist mit starken Linien umzogen. Der Größenunterschied der Kreise wurde absichtlich übertrieben; a sei die Seitenlänge des gestrichelten Quadrates, R der Radius der großen, r der Radius der kleinen Kreise, x sei der Flächeninhalt der gestrichelten Fläche — in unserem Fall also die Hälfte der blauen Fläche, dann ist

$$x = a^2 - \frac{\pi}{2} (R^2 - r^2).$$

Natürlich kann statt des gestrichelten Quadrates auch ein Parallelogramm vorkommen; in diesem Fall ist sinngemäß ebenso zu rechnen. Die gesamte Blaufläche einer Periode ist dann $2x$.

Das Aussehen des „T. C.P.“-

Filters macht folgende Annahme über die Herstellung wahrscheinlich. Ähnlich wie bei der Autotypie werden die roten und grünen Farbpunkte mit Hilfe von Rastern gedruckt. Für die vorliegenden Platten ist nach unseren Messungen ein Raster von 60 Linien auf das Zentimeter benutzt worden. Auch die Angabe der Fabrikanten, daß 67500 Farbelemente auf den Quadrat-zoll kommen, stimmt hiermit gut überein. Eine einfache Rechnung



Figur 4.

ergibt, daß auf das Quadratzenimeter etwa 10800 Filterelemente kommen. Hieraus folgen für jede Farbe 3600 Elemente und 60 Linien des Rasters. Zuerst werden die grünen Punkte gedruckt, dann in die freigebliebenen Zwischenräume die roten. Beim zweiten Druck muß der Raster etwas gegen die erste Drucklage verschoben werden. Die Verschiebung scheint nicht immer genau zu gelingen, denn manchmal überdecken sich die roten und grünen Kreise teilweise, und es entstehen Kreisweiecke, die in der Durchsicht fast schwarz aussehen. Das Maß der Verschiebung ist nicht genau gleich bei den verschiedenen Rasterplatten. Die Reihenfolge läßt sich an den Stellen, wo die grünen und roten Punkte zusammenstoßen, deutlich erkennen. Die Ausfüllung der Zwischenräume mit Blau dürfte so geschehen, daß die mit grünen und roten Punkten bedeckte Platte mit einer blauen Chromleimschicht überzogen wird. Belichtet wird von der Rückseite. Auf ganz ähnliche Weise füllt auch Powrie die Zwischenräume mit Blau aus.

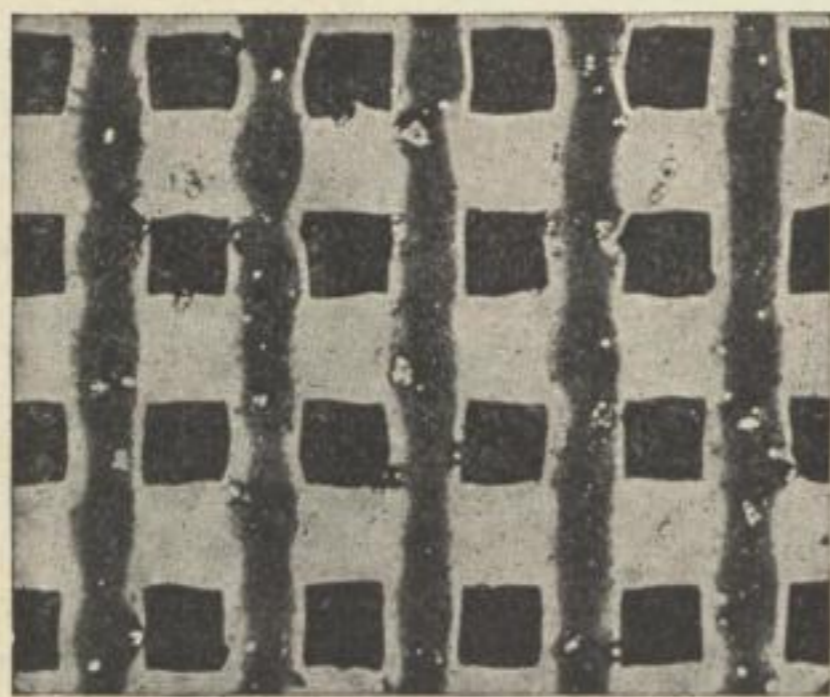
Das Größenverhältnis der Flächen läßt sich ohne weiteres aus den hier angegebenen gemessenen Werten bestimmen. Figur 4 zeigt schwarz umzogen die Periode des „T. C. P.“-Rasters.

Unter Rasterperiode verstehen wir die kleinste regelmäßig wiederkehrende Figur, die aus den Rasterelementen gebildet wird, und deren Zusammensetzung den Raster lückenlos bildet.

Die größte Ausdehnung dieser Figur beträgt etwa 0,2 mm. Ich verweise diesbezüglich auf meine Veröffentlichung in Klimschs Jahrbuch 1908/09, Seite 137. Da die verschiedenen Filterplatten unter sich nicht ganz gleich waren und auch an verschiedenen Stellen deutlich verschiedene Färbung zeigten, wurde die Absorption und das Flächenverhältnis der Farbfelder nicht quantitativ bestimmt. Linear gemessen, ist das „T. C. P.“-Filterelement ungefähr zehnmal so grob wie das des Autochromfilters. Während das Autochromfilter vollkommen unregelmäßig ist, hat das „T. C. P.“-Filter eine regelmäßige Farbfolge. Indessen sind die verschiedenen Filterplatten einander nicht ganz gleich in bezug auf die Lage der roten und grünen Punkte. Infolgedessen ist nur das für die Aufnahme benutzte Filter mit der dazu gehörenden Platte zu verwenden.

Während die grünen und die roten Felder immer gleichmäßig aussehen, zeigt das Blau häufig kleine Risse und Ungleichmäßigkeiten. Platte und Filter werden in die Kassette Schicht auf Schicht gelegt, die Filterschicht objektivwärts. Die Belichtungszeit der „T. C. P.“ in Verbindung mit dem Raster und dem Gelbfilter ist länger als die der Autochromplatte.

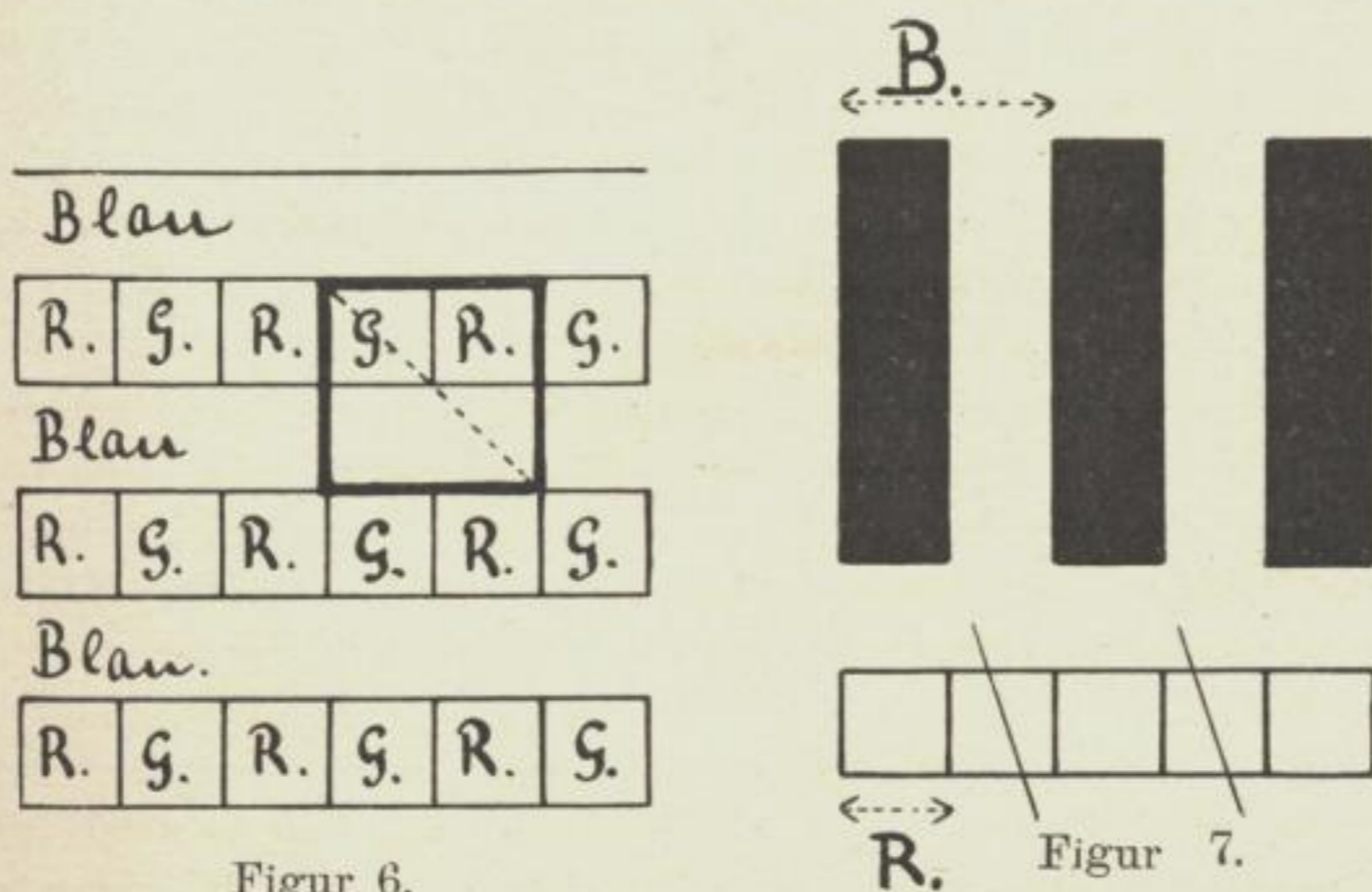
Bei der Omnikoloreplatte ist in gleicher Weise wie bei der Autochromplatte die lichtempfindliche Schicht auf den Farbraster gegossen und mit diesem fest verbunden. Der Aufnahmeraster dient also zugleich als Betrachtungs raster. Das Aussehen des Omnikolorerasters zeigt Figur 5. Für diese Aufnahme wurde die lichtempfindliche Schicht mit heißem Wasser abgelöst. Der Raster bleibt hierbei unversehrt auf der Grundlage. Wie Figur 5 zeigt, besteht der Raster aus parallelen, gleichbreiten blauen Bändern, zwischen denen rechteckige rote und grüne Felder liegen. Die blauen Bänder sind im Bilde grau, die roten Felder schwarz und die grünen weiß. Die Farbfelder stoßen dicht aneinander an. Zwischen ihnen ist weder eine Füllmasse, noch ein



Figur 5.

weder eine Füllmasse, noch ein

Zwischenraum zu bemerken Die Lineatur des ganzen Rasters ist sehr gleichmäßig. Die durchschnittliche Größe der roten Felder ist $0,06 : 0,05$ mm, die durchschnittliche Größe der grünen $0,06 : 0,065$ mm. Die Breite der blauen Bänder beträgt $0,04$ mm. Auf die Flächen bezogen, besteht zwischen der Summe der betreffenden Farben das Verhältnis Rot : Grün : Blau = $3 : 4 : 5$. Wie ich bereits in Klimschs Jahrbuch 1908/09 dargetan habe, ist das Auflösungsvermögen eines Rasters abhängig von seiner Periodengröße. Figur 6 zeigt eine schematische Darstellung des Omnikolorerasters. Das in dieser Figur mit dicken Strichen umzogene Feld, bestehend aus einem roten, einem grünen und einem blauen Rechteck, ist das kleinste regelmäßig wiederkehrende Gebilde, welches als Vielheit den Raster bildet. Aus Figur 6



Figur 6.

ist ersichtlich, wie bei der Omnikoloreplatte diese Figur aussieht. Oben wurde nur die Breite des blauen Randes angegeben. Im Anschluß an die Figur 6 können wir auch die beiden Ausmaße des blauen Rechteckes angeben, welches zu der Rasterperiode gehört. Ein derartiges blaues Feld hat die Größe $0,12 : 0,04$ mm. Figur 7 zeigt, wie das Auflösungsvermögen von der Rasterperiode abhängig ist. Mit dem Farbraster (fünf Quadrate bei R) soll ein Bild aufgelöst werden, welches der Einfachheit halber aus schwarzen und weißen gleichbreiten Linien bestehen soll. Augenscheinlich ist die Periode des Bildes gleich B ; die Rasterperiode ist R . Wenn mit dem Raster das vorliegende Bild aufgelöst, d. h. ähnlich abgebildet werden soll, muß immer eine Rasterperiode schwarz werden und eine ausfallen. Die ausfallenden Rasterperioden sind durchstrichen. Der in Figur 7 dargestellte Fall zeigt die Grenze des Auflösungsvermögens. Es geht aus dieser Figur ohne

weiteres hervor, daß die kleinste, von einem Raster auflösbare Bildperiode doppelt so groß sein muß wie die Rasterperiode. Ich schlage vor, bei Rastern allgemein die größte Ausdehnung der Rasterperiode als für das Auflösungsvermögen maßgebend anzunehmen. Wir wollen also nicht, wie das in Figur 7 geschehen ist, die Seitenlänge des Rechteckes, sondern die Diagonale als Maß annehmen. Die Länge der Rasterperiode beträgt bei der Omnikoloreplatte 0,15 mm. Die kleinste, eben noch auflösbare Bildperiode beträgt also in diesem Fall 0,3 mm. Versuche haben ergeben, daß dieser Wert tatsächlich die Grenze des Auflösungsvermögens der Omnikoloreplatte darstellt. Über die Herstellung der Omnikoloreplatte ist bereits einiges bekannt.

Die folgenden Versuche geben einige Aufschlüsse hierüber. Die Filterschicht wurde mit einem scharfen Messer oberflächlich abgekratzt. Hierbei wurden die grünen und blauen Farbstellen fast ganz entfernt, die roten aber kaum angegriffen. Unter den grünen Feldern zeigte sich die Unterlage stark gelb gefärbt. Die eigentümliche Gelbfärbung unter den grünen Farbfeldern deutet darauf hin, daß die grüne Farbe ein Farbgemisch ist, dessen gelber Teil zum Teil unter die Unterlage diffundiert ist. Unter den blauen Feldern ist keine Färbung zu sehen. In Azeton sowie Alkohol löst sich die Filterschicht der Omnikoloreplatte als feine zusammenhängende Haut vom Glas ab. Die unterste, das Rot enthaltende Schicht wird hierbei aufgelöst, und es bleiben in dem abgelösten Häutchen nur noch zwei rechtwinklig gekreuzte Streifensysteme zurück, die den blauen Bändern und den grünen Feldern entsprechen. Die den grünen Feldern entsprechenden breiteren Streifen haben nach dieser Präparation die Farbe eines grünstichigen Blaus. Sie unterscheiden sich in der Färbung sehr deutlich von den blauen schmälere Bändern, die eine tiefe reinblaue Farbe zeigen. Wenn man ein derartiges Präparat in gelbem Licht unter dem Mikroskop betrachtet, werden die dem Grün entsprechenden Stellen tatsächlich grün, die blauen Streifen dagegen werden schwarz. Wenn man die schmalen, blauen Streifen auflöst (dies ist ohne Beschädigung der grün-blauen möglich), dann bleiben grün-blaue zusammenhängende Bänder zurück. Die blau-grüne Farbe der freiliegenden Stücke der besagten Bänder wird in Grün verwandelt.

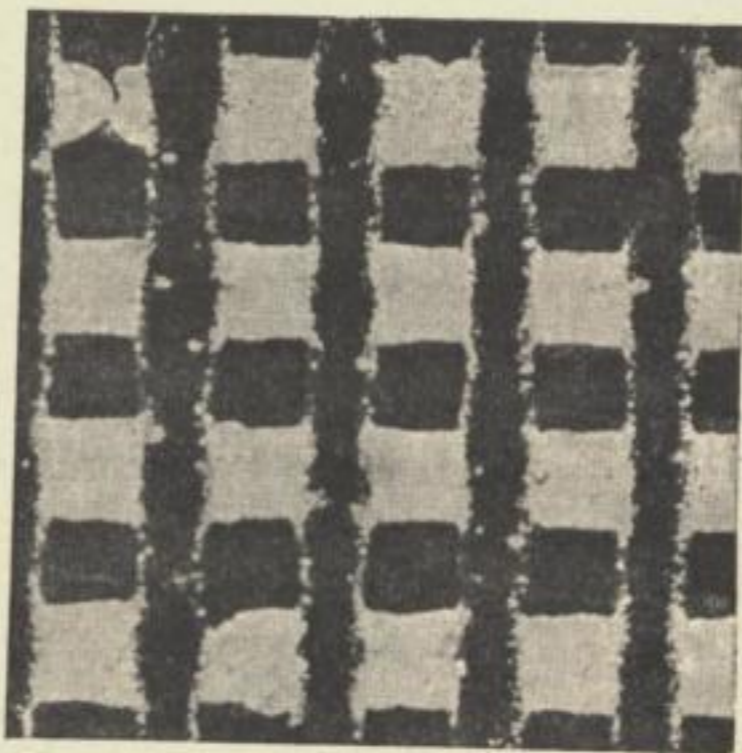
Die Omnikoloreplatte wird ähnlich wie die Autochromplatte mit einem Kompensationsfilter benutzt. Zur vorläufigen Orientierung wurden einige Spektralaufnahmen mit Sonnenlicht mit Original-Kompensationsfilter und durch die Filterkörnerschicht auf die Omnikoloreplatte gemacht. Es ergab sich, daß die Omnikoloreplatte ein wesentlich anderes Spektralbild zeigt wie die Autochromplatte. Während die Autochromplatte Rot, Grün und Blau zeigt, sehen wir im Spektrum der Omnikoloreplatte Rot, grünstichiges Gelb und Blau. Die Maxima der

Omnikoloreplatte liegen ungefähr bei 625, 525 und 430, diejenigen der Autochromplatte nach von Hübl bei 575, 520 und 460. Die Omnikoloreplatte hat zwei Minima, ein schwaches bei etwa 575 und ein sehr starkes bei etwa 475. Die Absorption des Kompensationsfilters beginnt bereits im Grün.

Während bei der Omnikoloreplatte die beiden äußeren Maxima von dem mittleren ungefähr 100 mm weit entfernt sind, beträgt dieser Abstand bei der Autochromplatte ungefähr 60 mm. Mit dem Kompensationsfilter reicht die Omnikoloreplatte etwas weiter ins Rot und etwas weiter ins Blau.



Figur 8.



Figur 9.

Figur 8 zeigt bei mittlerer Vergrößerung die Mikrophotographie eines blauen Stückes aus einem auf Omnikolore aufgenommenen Spektrum. Figur 9 ist ein Stück aus dem roten Teil derselben Aufnahme.

Die folgenden Versuche geben eine Aufklärung über die Herstellungsweise der Omnikoloreplatte. Wenn man die Gelatineschicht mit heißem Wasser ablöst und so die Filterschicht freilegt und dann mit einem scharfen Messer vorsichtig die obersten Schichten der Filter abkratzt, bekommt man die bereits im vorigen Aufsatz beschriebene Erscheinung, daß durch dieses oberflächliche Abkratzen bei einiger Vorsicht die blauen Bänder und grünen Felder vollständig entfernt werden können, während die roten Felder ganz unversehrt bleiben. Da, wo sich vorher die grünen Felder befanden, sieht man zwischen den roten Feldern gelbe Felder. Hieraus geht, wie ich schon sagte, hervor, daß das Rot einer tieferen Schicht angehört, auf der die grünen und blauen Farben liegen.

In Azeton sowie Alkohol löst sich die Filterschicht der Omnikoloreplatte als feine, zusammenhängende Haut vom Glase ab. Die unterste, das Rot enthaltende Schicht, wird hierbei aufgelöst, und es bleiben in dem abgelösten Häutchen nur noch zwei rechtwinklig gekreuzte Streifensysteme zurück, die den blauen Bändern und den grünen Feldern entsprechen. Die den grünen Feldern entsprechenden blauen Streifen werden rechtwinklig gekreuzt von darüber liegenden schmälern, dunkelblau mit violetterm Stich gefärbten Streifen, die den blauen durchgehenden Bändern des Rasters entsprechen. Diese letzteren Streifen kann man auflösen. Dann bleiben aber nicht etwa den grünen Feldern entsprechende Felder zurück, sondern kontinuierlich durchziehende Streifen. Diese haben eine blaugrüne Farbe, die sich deutlich von derjenigen der darüberliegenden blau-violetten Bänder unterscheidet. Wenn man die dem Grün entsprechenden grünblauen Bänder durch eine Gelbscheibe betrachtet, sehen sie tatsächlich grün aus. Die blau-violetten Bänder erscheinen in gelbem Licht schwarz. Augenscheinlich werden zuerst die blau-violetten schmälern Bänder aufgewalzt und dann die breiteren grün-blauen. Von einer gegenseitigen Abstoßung kann hier nicht die Rede sein. Die blau-grüne Farbe der freiliegenden Stücke wird dann durch die Gelbfärbung in Grün verwandelt. Die Durchsichtigkeit der blau-grünen Bänder ist so beschaffen, daß sie die Farbe der blau-violetten Bänder an den Kreuzungsstellen nicht merklich stört.

Die Figur 8 und 9 (s. S. 17) stellen Mikrophotogramme von Spektralaufnahmen auf einer Omnikoloreplatte dar. Die Spektralaufnahme auf die Omnikoloreplatte wurde nach der Vorschrift der Firma Joula entwickelt, und es wurde die Originalgelbscheibe vor den Spalt des Spektrographen gehalten. Um recht deutliche Kontraste zu bekommen, wurde die fertige Omnikoloreplatte verstärkt. Die Mikrophotogramme wurden auf Perutz-Silbereosinplatten aufgenommen. Leider zeigen die Schwarz-Weiß-Aufnahmen die im folgenden beschriebenen Erscheinungen nicht ohne weiteres. Man muß sich durch einige Überlegung aus den Bildern die Farbenercheinungen rekonstruieren. Figur 8 ist ein Stück aus dem blauen Bereich des Spektralbandes. Die grünen und roten Felder sind mit schwarzem entwickelten Korn bedeckt, und die blauen Bänder liegen frei. Wenn man diese Stelle durch das Mikroskop beobachtet, sieht man, daß am Rande der schwarzen Bänder, die die roten und grünen Felder bedecken, den roten Feldern entsprechend ein schmaler roter Rand und den grünen entsprechend ein ebensolcher schmaler grüner Rand sichtbar ist. Hierdurch bekommt das schwarze Band ein etwas welliges Aussehen an den Rändern. Den grünen Stellen entsprechend ist das schwarze Band noch etwas mehr eingengt als über den roten Feldern. Wenn wir diese Erscheinungen

mit einer Perutz-Silbereosinplatte photographieren, muß sie durch Breitenunterschiede im Schwarz-Weiß-Bild des Bandes ausgedrückt werden. Das rote Filter der Omnikoloreplatte ist sehr streng und die Rotempfindlichkeit der Perutz-Silbereosinplatte reicht nicht weit genug in den langwelligen Teil des Spektrums. Infolgedessen gibt sie die roten Ränder schwarz wieder, die gelbgrünen dagegen weiß, da sie im Gelb eine verhältnismäßige hohe Empfindlichkeit hat. Man kann also auf dem Schwarz-Weiß-Bild die zugedeckten roten und grünen Felder der blauen Spektralaufnahme an der Breite der betreffenden Bandstellen erkennen. Während an den roten Stellen die Felder an den beiden freiliegenden Bändern ziemlich scharf begrenzt sind, zeigt sich an den gelb-grünen ein mehr allmählicher Übergang von Schwarz zu Weiß. Weiterhin ist in Figur 8 noch zu bemerken, daß die Lichtdurchlässigkeit des blauen freiliegenden Bandes nicht überall gleich ist. Den grünen Feldern entsprechend in der Höhe sind die blauen Bänder in der Mitte ein wenig dunkler als am Rande. Der Grund hierfür ergibt sich aus der oben veröffentlichten Tatsache, daß an diesen Stellen sich zwei Streifensysteme überdecken. Figur 9 zeigt bei derselben Vergrößerung den gelbgrünen Teil des Spektralbandes. Die gelb-grünen freiliegenden Felder sind hier weiß, die roten Felder tiefschwarz, beide gegeneinander scharf abgesetzt. Die blauen, ebenfalls schwarz bedeckten Bänder zeigen jedoch hellere Ränder, die aber diesmal nichts von der in Figur 1 sichtbaren welligen Beschaffenheit zeigen. Im Mikroskop betrachtet, gibt diese Stelle folgendes Bild: Die zugedeckten roten Felder zeigen an allen vier Seiten einen roten Rand, die blauen Bänder zeigen einen schmalen blauen Rand. Den roten Rand gibt die Perutz-Silbereosinplatte nicht wieder, die roten Felder sehen also schwarz und scharfrandig aus. Nebenbei bemerkt, sie würden genau so aussehen, wenn sie nicht von schwarzem entwickelten Korn bedeckt gewesen wären. Der schmale helle Rand der blauen Streifen wird dagegen sehr gut wiedergegeben. Die Untersuchung des Omnikolorerasters mit dem Zeißschen Mikrospektroskop (Spektralokular nach Abbe mit Wellenlängenskala) gibt über die Erscheinungen Auskunft. Wenn man etwa ein rotes und ein blaues Feld zugleich einstellt, so daß die eine Hälfte der Spalthöhe vom roten Feld bedeckt ist und die andere Hälfte von dem blauen Felde, dann sieht man zwei übereinanderliegende Spektralbänder, die die Absorption der betreffenden Felder zeigen. Das rote Feld schneidet scharf ab, und die ganze Höhe des dem roten Felde entsprechenden Spektralbandes sieht überall gleichmäßig aus.

Die Randpartien des blauen Feldes dagegen lassen fast das ganze Spektrum ungeschwächt hindurchgehen. Die beiden Absorptionsspektren sind bei dieser Beobachtung durch ein helles, nur wenig geschwächtes schmales Trennungsband geschieden. Diese Zone größerer Lichtdurch-

lässigkeit ist schmal im Verhältnis zu der Feldergröße. Sie ist bei den beiden aufgewalzten Liniensystemen, dem Blau und dem Gelbgrün, deutlich zu bemerken. Die gelb-grünen Felder sind in der Mitte stärker grün, am Rand mehr gelblich, die blauen Bänder dagegen am Rande weißlich. Das Abnehmen der Farbdichtigkeit nach dem Rande zu ist ein Erkennungszeichen dafür, daß die Farben aufgewalzt oder aufgepreßt sind. Derartige Erscheinungen findet man bei allen Druckverfahren. Man kann diese Erscheinung sehr leicht nachmachen, wenn man seine Fingerkuppe dick mit Vaseline beschmiert, sie auf ein Stück Glas drückt und dann wieder abhebt. Man wird dann immer in der Mitte des so erzeugten Fleckes viel mehr Vaseline haben als am Rande. Diese Eigenschaft des Omnikolorfilters muß zu einer gewissen Weißlichkeit der Bilder führen, ähnlich wie dies Freiherr von Hübl bei der Autochromplatte beschrieben bzw. abgebildet hat. Außer der hier beschriebenen Eigenschaft des Omnikolorerasters trägt auch noch die Lichtzerstreuung in der Schicht dazu bei, daß die Farbfelder nicht vollkommen exakt zugedeckt werden. Bei der fertigen Platte werden immer die unbedeckten Stellen ein wenig zu groß sein. Hieraus ergibt sich, wie von Hübl bereits angegeben hat, eine gewisse Weißlichkeit, die aber verhältnismäßig sehr klein ist und nicht im mindesten stört.

Figur 10 zeigt den neuesten feinen Warner-Powrie-Raster bei 140 facher Linearvergrößerung. Ein Vergleich zeigt, wie außerordentlich fein dieser Raster im Vergleich zu den bisher erzeugten ist. Er kommt in bezug auf die Größe der Elemente der Autochromplatte nahe. Wenn man aber die Periodengröße dieses regelmäßigen Rasters mit der durchschnittlichen Periodengröße der Autochromplatte vergleicht, sieht man, daß der Powrieraster der Autochromplatte sogar überlegen ist. Der Powrieraster besteht aus roten und blauen Feldern und grünen durchziehenden Linien; ähnlich wie bei der Omnikolorplatte hat die Rasterperiode quadratische Form. Es ist ohne weiteres einzusehen, daß diese Periodengestalt eine sehr günstige Form darstellt. Die mikroskopische Untersuchung des Rasters ergab, daß selbst das kleine Versuchsstück sehr sauber und gleichmäßig ausgeführt war, obgleich es noch nicht mit den für den Großbetrieb in Aussicht genommenen verbesserten Hilfsmitteln hergestellt war. Die Periodengröße des neuen Warner-Powriefilters beträgt 0,04 mm. Es ist also annähernd viermal linear und, auf die Fläche berechnet, 16 mal so fein wie das Omnikoloreraster.

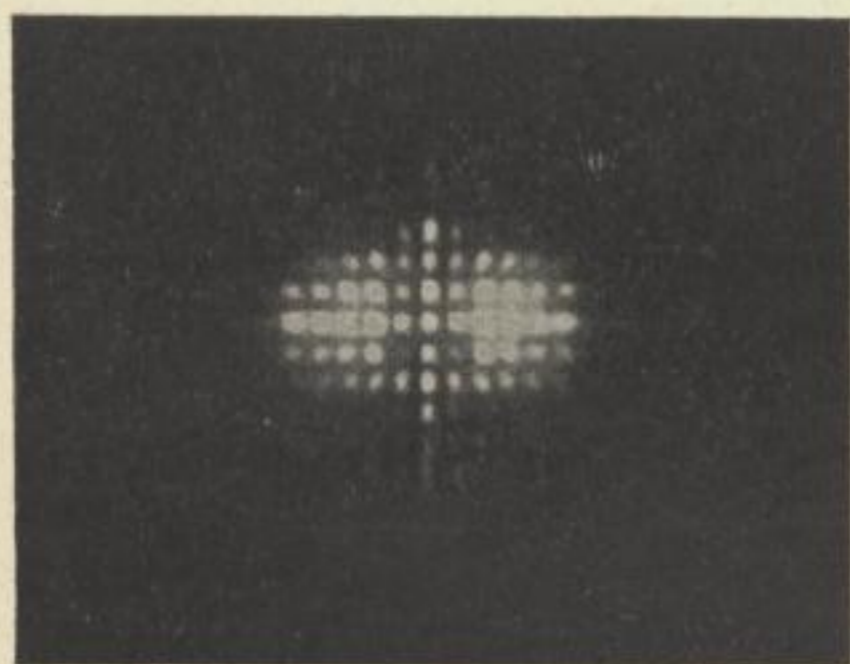
Die Größe der einzelnen Farbraster ist:

Rot	0,016 × 0,021
Blau	0,016 × 0,009
Grün	0,014 × 0,03.

Die Periode hat die Gestalt eines Quadrates von 0,03 mm Seitenlänge. Bemerkenswert ist bei dem Powrieraster die gleichmäßige Färbung der einzelnen Elemente, sie zeigen nach dem Rande zu genau



Figur 10.



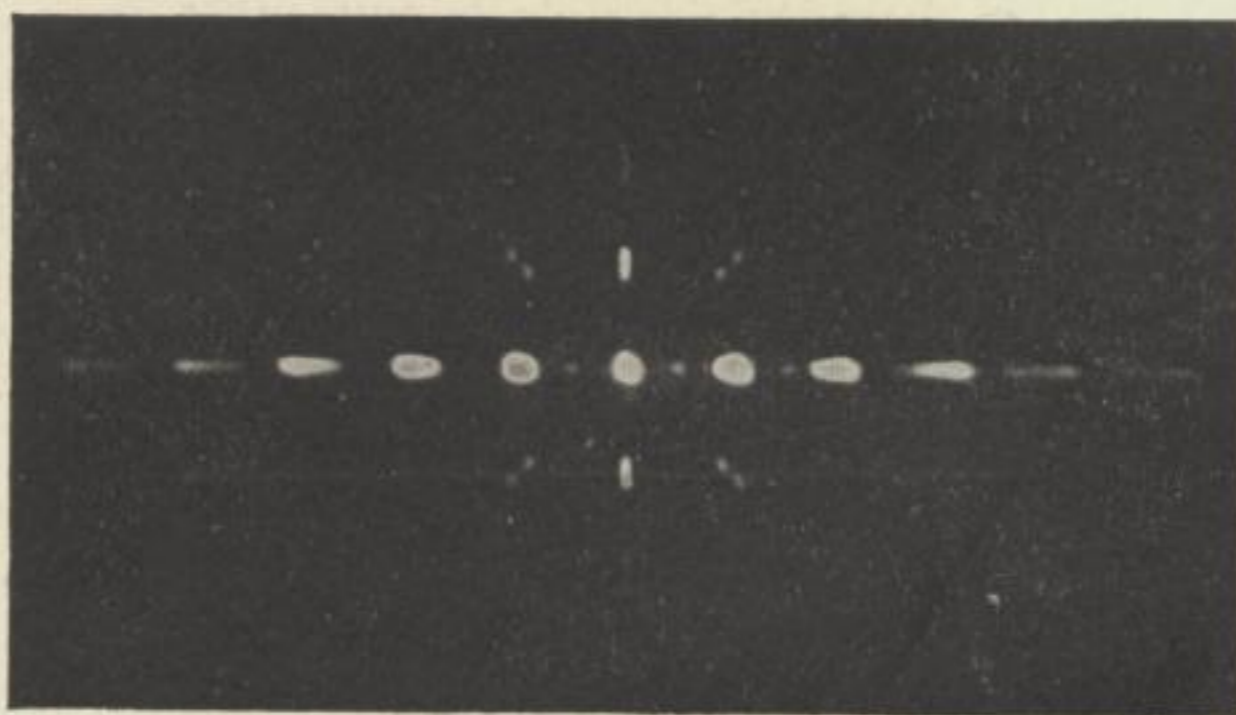
Figur 11.

dieselbe Filterdichtigkeit wie in der Mitte. Dies ist ebenso wie das ganz genaue Aneinanderstoßen der einzelnen Elemente durch die Art der Herstellung zwangsläufig gesichert. Warner-Powrie haben auch ein Versuchsraaster erzeugt, welches in bezug auf die Größenordnung der Felder und der Periode dem Omnikoloreraster sehr nahe steht; auch

dieses Raster zeigt eine vollkommene Gleichmäßigkeit der Felder in bezug auf ihre Filterdichtigkeit und ein vollkommen lückenloses Aneinanderstoßen der einzelnen Felder. Da dies gröbere Raster alle wesentlichen Eigenschaften des feineren zeigt, wurde von seiner Abbildung Abstand genommen.

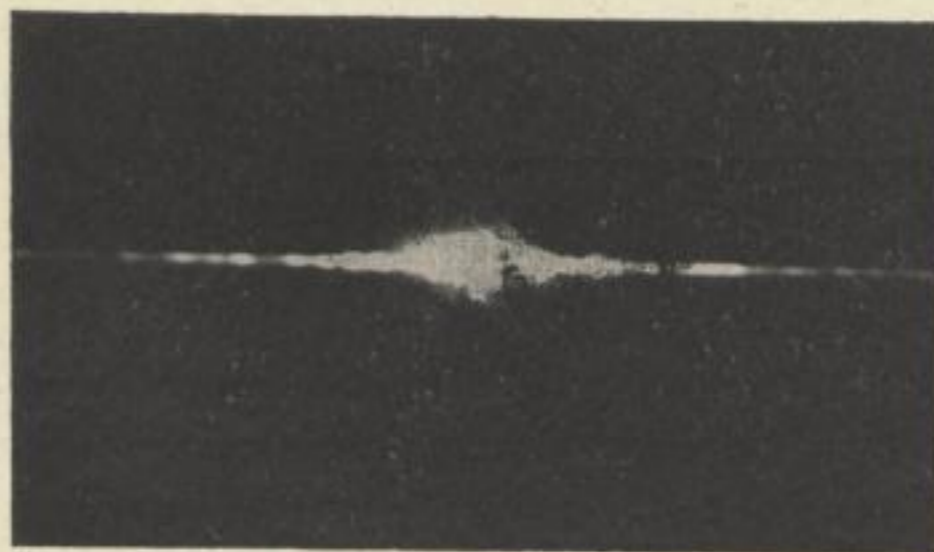
Die Farbraster mit regelmäßiger Anordnung der Felder geben Gelegenheit zur Beobachtung interessanter und farbenprächtiger Beugungserscheinungen, auf die hier aufmerksam gemacht werden soll.

Figur 11 zeigt diese Erscheinung bei der Omnikoloreplatte. Man fixiert eine unbelichtete Omnikoloreplatte aus oder man löst das entwickelte Korn einer mißlungenen Aufnahme auf und betrachtet eine helle Lichtquelle durch ein derartiges Raster. Man wird erstaunt sein über diese farbenprächtigen Beugungs- und Selektionsfarbenercheinungen, die man bei diesem Versuch zu sehen bekommt. Je feiner das Gitter ist, desto besser getrennt voneinander und desto deutlicher treten diese Erscheinungen auf.



Figur 12.

Figur 12 zeigt dieselbe Erscheinung bei dem neuen Warner-Powrieraster.



Figur 13.

Figur 13 zeigt die Beugungserscheinungen eines Linienrasters, während Figur 11 und 12 den Kreuzgittern entsprechen. Diese Erscheinung läßt sich sehr leicht photographieren oder objektiv auf der Mattscheibe demonstrieren, wenn man das Objektiv auf „Unendlich“ einstellt und dann den betref-

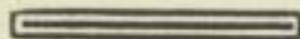


Figur 14.

fenden Raster davorhält. Es ist hier nicht der Ort, das Zustandekommen dieser Erscheinung eingehend zu besprechen, es sollte hier nur darauf aufmerksam gemacht werden, daß man mit Hilfe dieser Erscheinungen sich auf einfache Weise und auf den ersten Blick eine gewisse Vorstellung über die Beschaffenheit eines derartigen Farbrasters machen kann.

Die diesem Aufsatz beigegebene Figur 14 zeigt bei 140 facher Vergrößerung den Aurora-Farbraster. Er besteht aus rot-, grün- und blaugefärbten unregelmäßigen Stückchen. Die roten Felder sind im Bilde schwarz, die grünen etwas heller als die blauen. Die Zwischenräume sind mit einer schwarzen Füllmasse ausgefüllt. Augenscheinlich wird irgendein durchsichtiger Körper mit Farblösung angefärbt, pulverisiert, die drei Pulver werden gemischt und, ähnlich wie bei der Autochromplatte, auf eine klebrige Schicht aufgetragen. Wie die Figur zeigt, ist die Korngröße außerordentlich ungleichmäßig. Die schwarze Füllmasse liegt nicht nur in den Zwischenräumen, sondern sie bedeckt auch an manchen Stellen die Farbfilter, besonders die kleinen. Dies

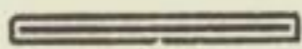
Filter ist natürlich in jeder Weise dem Autochromfilter unterlegen, indessen verdient es als Beispiel der besagten Herstellungsart bemerkt zu werden. Wahrscheinlich werden wir in der nächsten Zeit noch einige andere Farbraster bekommen. Daß nicht jeder Versuch ein wirklich brauchbares Erzeugnis ergeben wird, ist selbstverständlich, es ist aber notwendig, sich über alle derartigen Neuerscheinungen möglichst rasch und eingehend zu unterrichten. Die mikroskopische Untersuchung gab in jedem Falle wertvolle Aufschlüsse. Allerdings genügt es nicht, die Farbraster einfach einige Augenblicke durch das Mikroskop zu betrachten, sondern es gehört eine gewisse Sachkenntnis und Erfahrung dazu, aus dem Gesehenen die richtigen Schlüsse zu ziehen.



Über die photographischen „Natururkunden“ der freilebenden Tierwelt.

Von Prof. C. G. Schillings, Weyerhof, Gürzenich bei Düren.

Professor C. G. Schillings führte eine Anzahl neuer Projektionsbilder aus dem Tierleben in voller Freiheit vor. Es waren dies Aufnahmen der Herren Dr. Berger und Major Roth, die diese Herren in Britisch-Ostafrika und der Lado-Enklave des Kongostaates gemacht hatten. Ferner einige Aufnahmen des Grafen Kanitz aus Indien und mehrere Wildaufnahmen aus Deutschland. Der Vortragende betonte ausdrücklich, daß es sich hierbei um in keiner Weise retuschierte Bilder, sondern um „Natururkunden“ handle, die von Tieren aufgenommen seien, die in voller Freiheit durch die photographische Kamera festgehalten wurden. So konnten die Zuschauer den indischen Elefanten, Wildbüffel im indischen Dschungel und eine erhebliche Anzahl von Vertretern der schönen Fauna bewundern, die Britisch-Ostafrika noch in so reichem Maße belebt. Auch die Wildaufnahmen aus Deutschland erregten das lebhafteste Interesse der Zuhörer. Der Vortragende betonte, daß uns immer noch photographische Aufnahmen wirklich freilebender, nicht angeschossener oder ausgesetzter oder zahmer Tiere in nur sehr geringem Maße zur Verfügung stehen. Alles das, was bisher auf diesem Gebiete geleistet wurde, müsse als Ansporn betrachtet werden, Neues und Schönes zu schaffen! Es gehöre zu den schwierigsten Aufgaben, derartige einwandfreie Naturdokumente zu erzielen, und leider mache sich gerade hier noch immer gar nicht selten Trug und Täuschung geltend. Die Tätigkeit des Photographen habe hier mit Energie einzusetzen, und ein weites und ersprißliches Feld für ihn läge da noch brach und unbeackert, namentlich in Amerika, dem erst in jüngster Zeit das verdiente Interesse zu teil würde.



Die Anwendung der Autochrom-Platte Lumières, insbesondere in der Mikrophotographie, Histologie und pathologischen Anatomie.

Von Veterinärat Dr. F a m b a c h, Glauchau.

Der Vortragende erläuterte zuerst das Zustandekommen der Farben aus den drei Grundfarben des Spektrums, mit denen die Körnchenfilterschicht der Lumière-Platte gefärbt ist, und demonstrierte an Aufnahmen aus der Natur und an Gemälde-Reproduktionen die vielseitige Verwendungsmöglichkeit der Lumièreschen Autochromplatte. Die Platte kann überall da Verwendung finden, wo es sich um die Wiedergabe von sogenannten Körperfarben handelt. Daher kann sie auch in der pathologischen Anatomie und in der Mikroskopie verwendet werden.

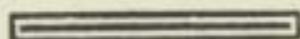
In der pathologischen Anatomie spielt die Farbe kranker Organe und Organteile eine große Rolle. Sie ist vielfach direkt zur Erkennung der Krankheiten erforderlich. Da es Schwierigkeiten macht, die Farben veränderter Organe für Sammlungs- und Demonstrationszwecke zu konservieren, gibt uns die Lumière-Platte ein ausgezeichnetes Mittel an die Hand, die ursprünglichen Farben zu fixieren. Es wurden eine Anzahl mit krankhaften Veränderungen behaftete Organe von Haustieren, die mit Autochromplatten aufgenommen sind, projiziert (Lungen, Lebern, Nieren, Gehirn usw.).

Bei allen bisher gezeigten Aufnahmen handelte es sich um die Wiedergabe von Farben solcher Gegenstände, die uns umgeben. Sie kommen aus Strahlengemischen von verschiedener Wellenlänge zustande, in denen aber gewöhnlich eine Wellenlänge vorherrscht. Die reinen Spektralfarben dagegen sind Lichterscheinungen von ganz bestimmten Wellenlängen und ganz bestimmter Schwingungszahl, und diese werden von der Platte nicht genau wiedergegeben. (Redner demonstriert farbenprächtige Aufnahmen vom Spektrum des gasförmigen Teiles des elektrischen Bogenlichts.) Die Übergänge zwischen den Grundfarben fehlen, die Natriumlinie erscheint rot, und auch das an den unsichtbaren Wärmeteil sich anschließende dunkle Rubinrot wird nicht wiedergegeben.

Der Vortragende geht dann zur Mikrophotographie über. Bekanntlich werden die zur Untersuchung gelangenden Schnitte und Objekte gefärbt, um einzelne Teile oder ganze Gewebe besser hervortreten zu lassen. So werden die Bausteine aller Organe, die Zellen mit ihren Kernen, durch besondere Färbung kenntlich gemacht und ebenso ganze Gewebekomplexe durch kontrastreiche Färbung veranschaulicht, so daß Bindegewebsfasern, welche das Stützgerüst der Organe abgeben, Nervengewebe, Knorpel-, Muskel- und Knochengewebe deutlich sichtbar gemacht werden können. Die Autochromplatte gibt alle diese Farbwirkungen aus dem Mikroskop tadellos wieder, wie zugleich die Struktur der Gewebe. Redner demonstriert und erläutert eine große Anzahl farbenprächtiger Mikroaufnahmen aus dem Gebiete der Histologie. (Schnitte von Haut, Magen, Darm, Leber, Nieren, Rückenmark usw. werden bezüglich ihrer Gewebestruktur erläutert.)

Ebenso sind farbige Aufnahmen von mikroskopischen Präparaten pathologisch veränderter Gewebe mittels der Autochromplatte möglich. Redner demonstriert eine große Anzahl solcher Aufnahmen von prächtiger Farbwirkung: Lungenentzündung, Leber- und Nierenveränderungen, Blut- und Knochenmarkanomalien, Geschwülste, Cysten, Nervengeschwülste, Drüsengeschwülste, Sarkome, Krebs, schließlich noch die Negrischen Körperchen bei Tollwut, Trypanosomen und Strahlenpilze. Die mikroskopischen Präparate stammen zum größten Teil von Haustieren, einige auch vom Menschen.

Der Vortragende schließt mit einigen Bemerkungen über die Lichtstärke der bei den Mikro-Aufnahmen verwendeten Objektive über das verwendete Licht und über die Entwicklung der Platten.



Anwendungen der Photographie in der experimentellen Phonetik

(Physiologie und Pathologie der Stimme und Sprache).

Vortrag, gehalten am 12. Juli 1909

von Dr. G. Panconcelli-Calzia

vom phonetischen Kabinett der Universität Marburg a. L.
auf dem Internationalen Kongreß für angewandte Photographie
in Dresden.

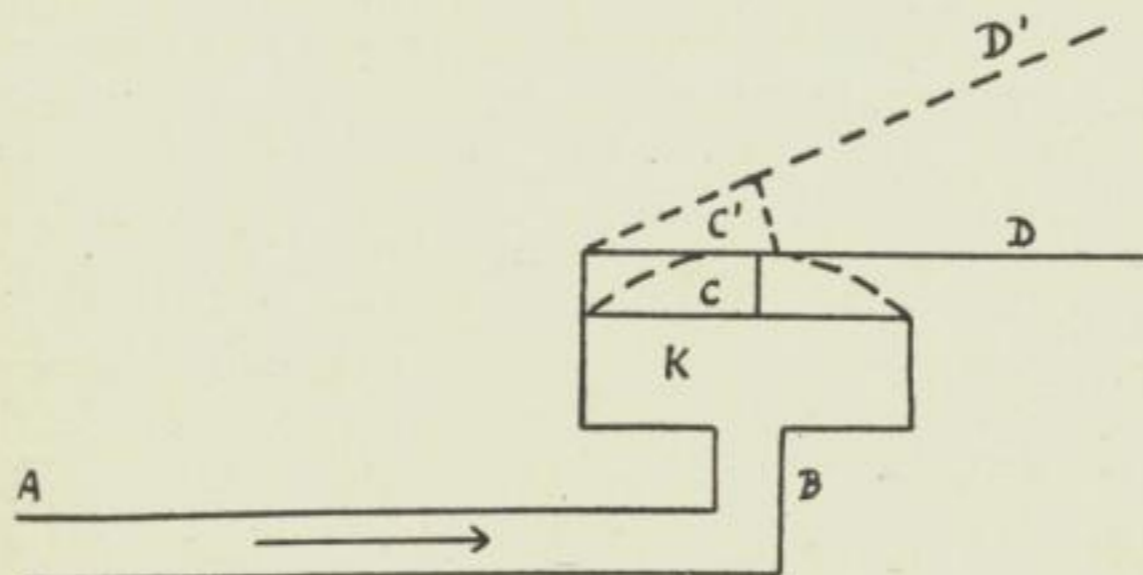
Die experimentelle Phonetik ist die Lehre von den phonischen Erscheinungen der lebenden Wesen. Die Zeit, wo der Phonetiker seine Aufgabe lediglich mit dem Gehör, dem Gefühl und dem Gesicht erledigte, ist vorüber. Es war dies ein rein subjektives Verfahren, das nur unzulängliche und unzuverlässige Beobachtungen ermöglichte und das Experimentieren im eigentlichen logischen Sinne des Wortes ausschloß. Sollen Untersuchungen über phonische Vorgänge einen wissenschaftlichen Wert beanspruchen, so müssen sie experimentell ausgeführt werden. Der Phonetiker hat also nicht nur möglichst genau zu beobachten, sondern auch willkürlich bestimmte Bedingungen zu setzen und zu wechseln, um dann durch das logische Denken zur Feststellung der Gesetze oder — besser — Regeln zu schreiten.

Um experimentell zu verfahren, bedienen wir uns, außer unseren Sinnesorganen, verschiedener mechanischer Mittel, von denen einige die phonischen Erscheinungen graphisch, d. h. auf eine Fläche, fixieren. Folgendes ist das Prinzip dieses Verfahrens: Eine Bewegung wird auf einen Hebel (s. Figur 1)¹⁾ übertragen. Dieser zeichnet seine Lageveränderungen auf eine mit berußtem Glanzpapier überzogene Trommel, die vor ihm durch einen elektrischen oder Feder-Motor umgedreht wird. Die Schreibkapsel, wovon der Schreibhebel ein Teil ist, ist der Schreib-

¹⁾ Figur 2, 4 und 6 sind bis heute noch nicht veröffentlicht worden. An dieser Stelle möchte ich den Herren Weiß, Marage und Marichelle — sowie Seemann (Figur 3) und Drouot (Figur 5) —, die mir erlaubt haben ihre Bilder zu reproduzieren, meinen verbindlichsten Dank aussprechen. Die Klischees sind nach den Originalaufnahmen angefertigt.

apparat. Die Trommel bildet einen Teil des Aufnahmeapparats, der gewöhnlich Kymographion genannt wird. Auch sind Übertragungsapparate notwendig, und zwar, um die Phonationserscheinungen von dem (den) betreffenden Organ(en) dem Schreibapparat zu übermitteln.

Die phonischen Phänomene zeichnen sich also von selbst auf das berußte Papier und stellen sich von selbst in Linien und Figuren dar, die ihre Verhältnisse und ihre Abweichungen ans Licht bringen. Das geschieht, indem sie vom Übertragungsapparat durch die Röhre und die Kapsel auf die Membrane und den Hebel gehen. All diese Durchgangsteile, sowie die durch das berußte Papier verursachte Reibung beeinflussen mehr oder weniger die phonischen Vorgänge. Aus diesem Grunde bedeutet jede Beseitigung einer der vorhin erwähnten Fehlerquellen einen wichtigen Fortschritt und wird von uns mit dem größten Beifall begrüßt.



Figur 1.

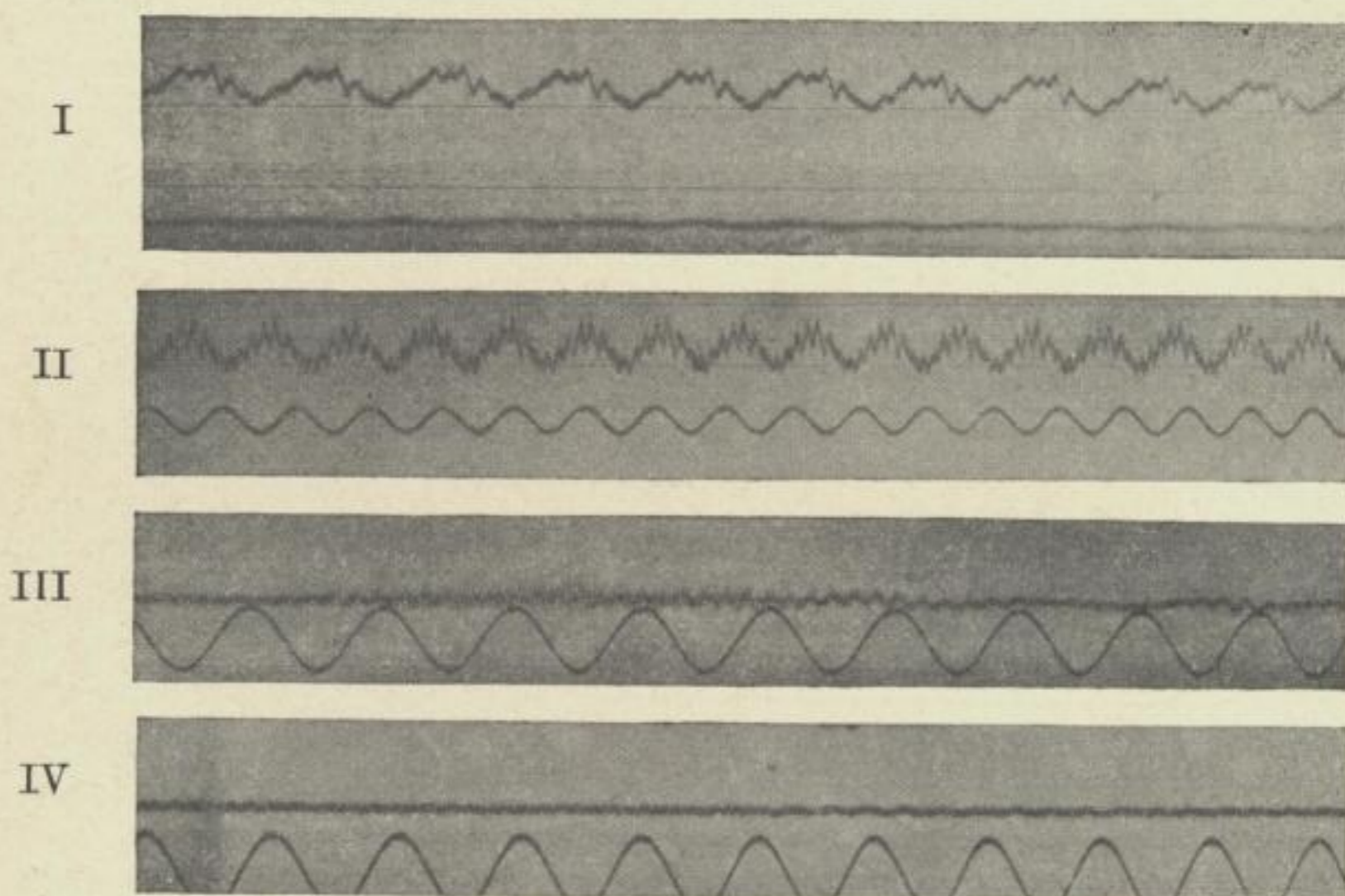
Durchschnitt einer Schreibkapsel. Bläst man z. B. in die Röhre A—B, so geht die Luft in die eigentliche Kapsel K und nehmen die Membrane C und der Halm D die Stellung C' und D'. Hört der Luftdruck auf, so kehren beide wieder auf ihren Platz zurück. Die Membrane, sowie der Halm folgen den durch das Phonieren verursachten Bewegungen.

Besonders der Schreibhebel bereitet uns wegen seiner Schwere, Länge, Dicke usw. große Schwierigkeiten. Ein Hebel ist notwendig, weil er zu dem Apparat in demselben Verhältnis steht wie die Feder zur Hand. Da er notwendig ist, so sollte er ohne Maß und ohne Schwere sein, mit einer beliebigen Vergrößerung und ohne Reibung auf den Aufnahmeapparat schreiben, um unseren Anforderungen zu genügen.

Die Photographie liefert uns nun nach folgenden Prinzipien die Mittel, um diesen vollkommenen Hebel zu erreichen.

1. Der Hebel berührt nicht mehr eine Fläche, sondern unterbricht mit seinen Bewegungen einen Lichtstrahl. Fixieren wir diese Unterbrechungen auf eine Platte oder einen Film, so erhalten wir feine Kurven. Die Vorteile dieses Verfahrens sind leicht

einzu sehen. Die Reibung zwischen dem Papier und dem Hebel hört auf. Die Membran kann dünner und leichter, daher empfindlicher sein, was die Benutzung eines kürzeren, leichteren und empfindlicheren Hebels ermöglicht, der auch keine eigenen Schwingungen hat. Das Phonoskop des Königsberger Physiologen Otto Weiss¹⁾ ist nach diesem Prinzip tätig. Als Membrane fungiert eine 0,000054 g schwere Seifenlamelle. Der Hebel ist aus versilbertem Glas, 0,0000035 g schwer und 18 mm lang. Das Phonoskop ist außerordentlich empfindlich; noch auf 10 m zeigt es leise gesprochene Vokale an und reagiert auf die Flüstersprache (Figur 2).



Figur 2.

Ist die Graphik von *o* pianissimo und II von *a* piano gesungen. Beide Vokale zeigen den Formanten dem Stimmtone aufgesetzt. III zeigt *s* — wie z. B. in Roß — und IV zeigt *sch*. Eine volle Schwingung der unter jeder Lautaufnahme stehenden Wellenlinie entspricht $\frac{1}{100}$ Sekunde.

2. Wir können aber die Schwere und das Maß des Hebels auf Null reduzieren, indem wir ihn beseitigen und an seiner Stelle eine Flamme benutzen. Zu diesem Zwecke wird die eigentliche Kapsel obigen Schreibapparats (Figur 1) etwa um das Doppelte vergrößert und in der Mitte durch eine Kautschukmembran in zwei Räume geteilt, wovon der nach vorn gelegte seitlich mit einer kleinen Röhre versehen

¹⁾ Weiß, Otto. Die Seifenlamelle als schallregistrierende Membran im Phonoskop. Zs. f. biologische Technik u. Methodik, 1908, I, 49—57, 3 Figuren.

ist. Führen wir nun in diesen Vorderraum von unten einen Gasstrom und stecken ihn bei seinem Ausgang aus dem seitlichen Röhrchen an, so erhalten wir eine Flamme, die für die Bewegungen der Membran empfindlich sein wird. Die Zuckungen der Flamme können entweder auf eine Platte oder auf den Film photographiert werden. Auf diesem Prinzip beruhen die sogenannten „manometrischen Flammen“ von König¹⁾ (1864), der aber die Bewegungen mit der Hand zeichnete. Stein²⁾ photographierte als erster (1877) die Flamme, und ihm folgten Doumer³⁾ (1886), Marage⁴⁾ (1897), Samojloff⁵⁾ (1899) und Nagel⁶⁾ (1905). Die Flamme hat aber große Nachteile. Sie ist nicht besonders empfindlich, nicht zur Analyse der Klangfarbe, sondern — wie Nagel 1905 bewiesen hat — nur für die musikalische Höhe und die Dauer verwendbar.

3. Der vorhin erwähnte ideale Hebel läßt sich dadurch erreichen, daß ein scharfer Lichtstrahl auf ein Spiegelchen fällt, das sämtlichen Bewegungen der Membran einer Schreibkapsel folgt. Der zurückgeworfene Lichtstrahl wird photographisch fixiert. Bei diesem Verfahren sind Reibung und Eigenschwingungen nicht mehr zu befürchten. Die Empfindlichkeit ist überaus groß, weil dieser optische Hebel ohne Maß und Schwere ist. Endlich ist die Größe der Resultate vom Belieben des Forschers abhängig. Nach diesem Prinzip können mittelbare und unmittelbare Aufnahmen der phonischen Bewegungen gemacht werden.

a) Mittelbare Aufnahmen.

Bereits 1864 wurde obiges Prinzip von Czermak⁷⁾, allerdings nicht für phonetische Zwecke, sondern für die Untersuchung des Pulses

1) König, R. Über ein Mittel, den wechselnden Dichtigkeitszustand in tönenden Orgelpfeifen sichtbar darzustellen. *Annalen der Physik und Chemie*, 1864, II, 242—245; 660, 1 Tafel.

2) Stein. Das Licht im Dienste wissenschaftlicher Forschung. (Vortrag geh. auf der 50. Versammlung deutscher Naturforscher u. Ärzte zu München am 19. Sept. 1877) Stuttgart, Schweizerbart, 1877, M. 1, 60, III + 46 S., 32 Figuren.

3) Doumer, E. *Mesure de la hauteur des sons par les flammes manométriques*. C. R. Acad. d. Sciences, 1886, CIII, 340—341.

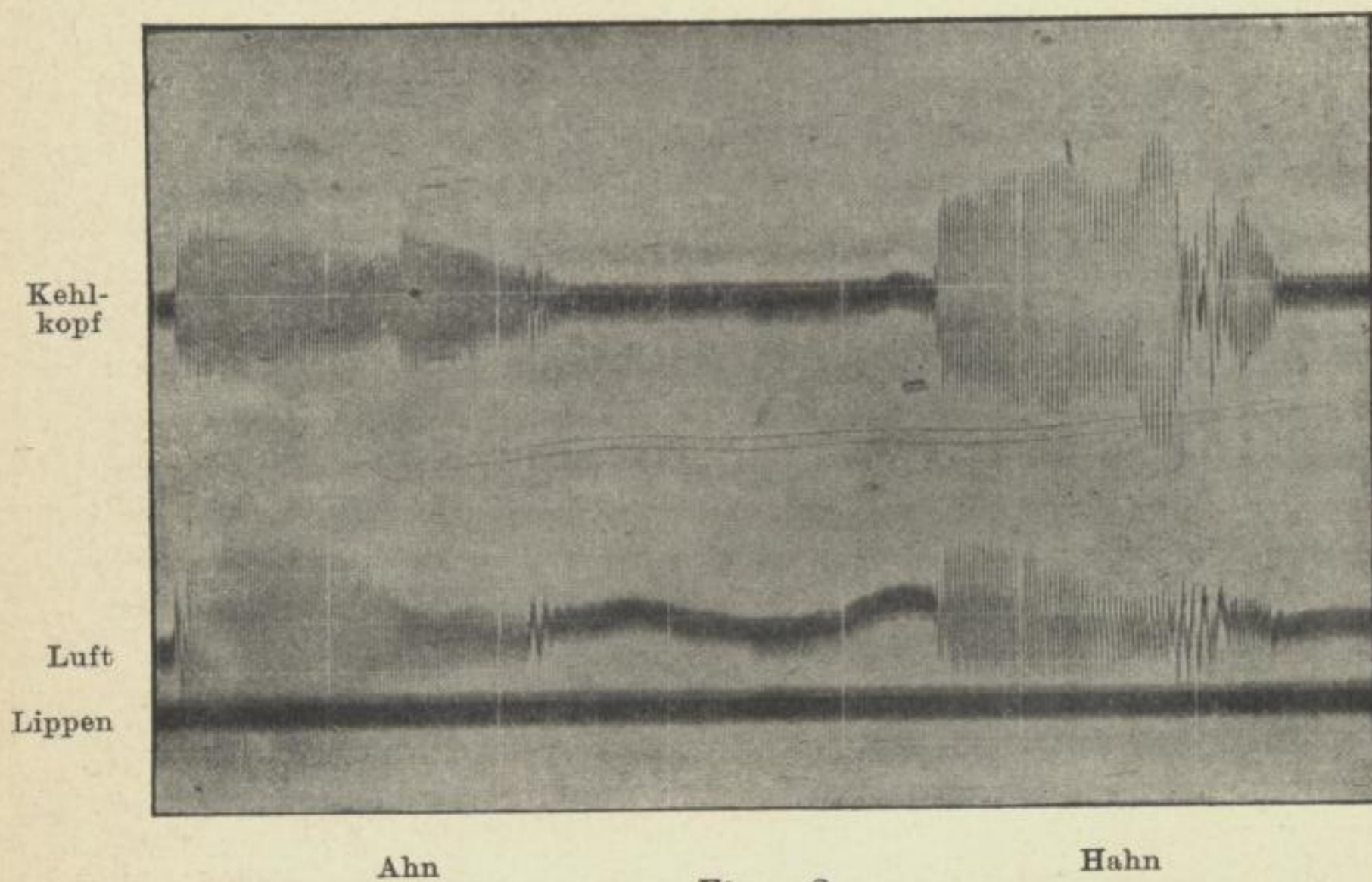
4) Marage. *Étude des cornets acoustiques par la photographie des flammes de Koenig*. Paris, Masson, 1897.

5) Samojloff, A. Zur Vokalfrage. *Archiv f. d. ges. Physiologie*, 1899, LXXVIII, hauptsächlich S. 23 und 31 kommen in Betracht.

6) Nagel, W. A. Untersuchungen über die Wiedergabe periodischer Bewegungen durch die Königschen Flammen, *Archiv f. (Anat. u.) Physiologie*, 1905, Supplement, 62—83, 13 Figuren, 1 Tafel.

7) Czermack, J., N. Pulsspiegel. *Photosphygmographie*. Mitt. aus dem physiologischen Privatlaboratorium. Prag, 1864. [Zitiert nach Marey, *La méthode graphique*, 560.]

angewandt. Meines Wissens hat der Königsberger Physiologe Hermann¹⁾ als erster (1889) sich dieses Verfahrens bedient, um die phonographischen Glyphen in Kurven umzuwandeln. Er erzielte schöne und große Kurven, die auch makroskopisch bearbeitet werden können. Seine Resultate sind wertvoll in bezug auf die Klangfarbe und musikalische Höhe. Frank²⁾ benutzte (1904) als Kapseln kurze zylindrische Röhrenstücke, deren vordere Öffnung mit einer Gummimembran überspannt ist, die mit dem Spiegelchen in Verbindung steht. Seemann³⁾



Figur 3.

hat (1908) dieses Verfahren angewandt, um die Bewegungen verschiedener Phonationsorgane gleichzeitig zu untersuchen. Die Figur 3 zeigt, wie empfindlich die Frankschen Kapseln sind und welche großen Kurven

¹⁾ Hermann, L. Phonographische Untersuchungen. Archiv f. d. ges. Physiologie, XLV, 582—592; XLVII, 44—53; LIII, 1—51, 2 Taf.; LVIII, 255—263, 1 Taf., 264—279, 1 Taf.; LXI, 169—204, 2 Taf.; LXXXIII, 1—32, 4 Taf.

²⁾ Frank, O. Dynamik der Membranmanometer und der Lufttransmission. Zeitschr. für Biologie, 1904, 309—354. (Es kommt besonders die Herzkapsel, S. 341, in Betracht.)

³⁾ Seemann, J. Neue Aufnahmen der menschlichen Stimme. Zeitschrift f. biologische Technik und Methodik, 1908, I, 110—120, 5 Figuren.

sie liefern. Marage¹⁾ (1907) bediente sich des Telegraphensystems Pollak-Virag. Die Handhabung des Apparates soll sehr einfach und leicht sein. Bis jetzt hat aber Marage keine klaren und zu ernstesten wissenschaftlichen Zwecken verwendbaren Resultate erzielt. Struyken²⁾ benutzte (1908) zwei gegenüberliegende Seitenwände eines vorn offenen Kästchens. Das zurückgeworfene Licht geht durch ein Fernrohr, vor dem ein sich fortwährend hin und her drehendes Prisma angebracht ist, das den Lichtstrahl in eine Kurve zerlegt. Geräusche und gewöhnliche Konversationssprache werden in einer Entfernung von mehreren Metern aufgenommen.

b) Unmittelbare Aufnahmen.

Bei der photographischen Fixierung der phonischen Bewegungen können wir auch jeden Übertragungs- und Schreibapparat — insofern er aus einer Schreibkapsel besteht — ausschalten und den Lichtstrahl direkt in Tätigkeit setzen. Raps³⁾ (1893) teilte mittels eines Spiegels ein Lichtbündel in zwei Teile, von denen einer durch ruhende Luft und der andere in einen Luftraum ging, wo Verdichtung und Verdünnung von den Schallwellen erzeugt wurde. Durch einen zweiten Spiegel wurden beide Teile auf dieselbe Stelle einer photographischen Platte geführt, wo sie Interferenz zeigten. Der durch ruhende Luft gehende Lichtteil wurde von Raps mit Hilfe eines kleinen Trichters angesprochen, obwohl prinzipiell dieser Schallfänger nicht nötig ist. Die Resultate dieser Methode sind sehr schlecht. Raps hat nur *a*, *o* und *u* photographieren können. Meines Wissens hat sich nach ihm niemand mehr mit diesem Verfahren abgegeben. Dennoch sollte es wegen der Möglichkeit, unmittelbare Aufnahmen damit zu machen, ausgearbeitet und vervollkommnet werden.

Bis jetzt haben wir uns bei unseren Untersuchungen spezieller phonetisch-photographischer Vorrichtungen bedient. Aber auch die gewöhnlichen photographischen Apparate — so wie sie im Handel erhältlich sind — bilden einen wertvollen Teil unseres Instrumentariums.

1. Die besten und sorgfältigst ausgeführten Handzeichnungen nach der Natur oder nach einer Vorlage sind mehr oder weniger von der Wahrheit entfernt. Ferner können diese Zeichnungen nur das

¹⁾ Marage. Photographie des vibrations de la voix. C. R. Acad. d. Sciences, 1908, CXLVI, 630—633, 2 Figuren.

²⁾ Struyken. Die optische Beobachtung und die photographische Aufnahme von akustischen Schwingungen. Verhandlungen des I. int. Laryngo-Rhinologen-Kongresses (21.—25. April 1908), Wien, F. Deuticke, 1909, 533—537.

³⁾ Raps, A. Über Luftschwingungen. Annalen der Physik und Chemie, 1893, N. F., L., 193—220, 9 Figuren.

enthalten, was vom Zeichner gesehen wurde. Aber wie viele Sachen entgehen sogar wiederholten und sorgfältigen Beobachtungen! Auf einer Photographie ist alles enthalten, und falls wir nicht auf einmal alle Einzelheiten wahrnehmen, so können wir doch später das Bild nochmals betrachten und das entdecken, was wir das erste Mal nicht gesehen haben. García¹⁾ hat das laryngoskopische Bild nachgezeichnet und schematisch dargestellt; Musehold²⁾ heute photographiert es und erhält so eine klare und — besonders im Stereoskop — plastische, sowie vollständige Abbildung der Tätigkeit der Stimmlippen und anderen Organe. Solche Photographien können viel eher als obige schematische Darstellungen zu der Lösung der Frage der Stimmregister — die noch nicht genau definiert sind — glücklich beitragen.

2. Die graphische Methode, so wie sie vorhin beschrieben wurde, zeichnet die Phonationsbewegungen auf. Das ist eine hohe Aufgabe, die aber eine Grenze hat. Sind die Bewegungen eines Organs oder mehrerer Organe zu zahlreich oder zu groß, finden sie zu schnell oder in verschiedenen Richtungen statt, so lassen sich

1. nicht alle, und
2. diese nur mit großer Schwierigkeit aufschreiben, und zwar aus folgenden Gründen:

- a) weil die Apparate auf all diese zahlreichen und verschiedenen Bewegungen ihres Baues wegen nicht schnell genug reagieren,
- b) weil die Apparate zu zahlreich sein müssen und so
- c) die Versuchsperson in ihren phonischen Bewegungen beeinflussen würden.

Stellen wir dagegen die Versuchsperson vor das Objektiv und photographieren oder röntgenographieren oder besser kinematographieren ihre phonischen Bewegungen, so erhalten wir Dokumente, die einen großen Wert haben, weil sie 1. komplexe phonische Vorgänge und diese 2. je nach der Geschwindigkeit bei der kinematographischen Aufnahme in ihren kleinsten und kürzesten Details darstellen. Und für uns liegt die Bedeutung der Kinematographie nicht so sehr in der Projektion von Bewegungen, sondern in der Möglichkeit, die Details der Bewegungen (wie z. B. den Werdegang eines Lautes, den Übergang eines Lautes in den anderen usw.) einzeln beobachten und messen zu können. 3. beeinflusst die Fixierung die phonischen Bewegungen nicht, da sie meistens ohne das Wissen der Versuchsperson geschehen kann und keine Übertragungsapparate nötig sind.

¹⁾ García, Manuel. Mémoire sur la voix humaine. Paris, 1847. [Zitiert nach Gutzmann, H., Stimmbildung und Stimmpflege, 150.]

²⁾ Musehold, A. Ein neuer Apparat zur Photographie des Kehlkopfes. Deutsche mediz. Wochenschr., 1893, 274—279, 8 Figuren.

Wir haben also in der gewöhnlichen Photographie ein kostbares Werkzeug, das leider noch nicht so benutzt worden ist, wie es eigentlich verdient. In den Forschungen über die Trennung der Laute, die Theorie der Silbe, den Lautwandel, bei Untersuchungen über die Atmung in normalem und pathologischem Zustand, die spasmodischen Bewegungen der Stotterer, über die Phonationsbewegungen von Sprachkranken ohne Kehlkopf, von Phonasthenikern, von sprachgestörten Zurückgebliebenen, bei der Ablesemethode bei Taubstummen, in dem Fortgang der Heilung usw. — überall findet die Photographie und besonders die Kinematographie eine ehrenvolle Verwendung. Die gewöhnliche Photographie ist also synthetischer als die vorhin beschriebenen graphischen und phonetisch-photographischen Methoden. Diese sind nur analytisch. Die gewöhnliche Photographie ist eine optische Synthese, sowie der Phonograph eine akustische ist. Zünd-Burguet¹⁾ (1902) und Rousselot²⁾ (1902) benutzten die Photographie, um die Lippen- und Kieferstellung bei den verschiedenen französischen Artikulationen zu veranschaulichen und zu erklären. Scheier³⁾ und ⁴⁾ (1897), L. P. H. Eijkmann⁵⁾ (1903), Barth⁶⁾ und ⁷⁾ (1907), E. A. Meyer⁸⁾ (bereits 1905, aber veröff. erst 1908), Jespersen⁹⁾

¹⁾ Zünd-Burguet, A. Livret d'illustrations zu der Méthode prat., physiol. et comp. de prononciation française. Paris, 1902.

²⁾ Rousselot et Laclotte. Précis de prononciation française. Paris, H. Welter, 1902.

³⁾ Scheier, Max. Die Anwendung der Röntgenstrahlen für die Physiologie der Stimme und Sprache. Deutsche medizinische Wochenschr., 1897, 403.

⁴⁾ Scheier, Max. Die Bedeutung des Röntgenverfahrens für die Physiologie der Sprache und Stimme. Berlin, L. Schuhmacher, 1909, M. 2.40, 25 × 16, 34 S., 6 Figuren und 9 Tafeln. [V. hat viel über diesen Gegenstand veröffentlicht. Dies ist seine letzte Publikation.]

⁵⁾ Eijkmann, L. P. H. Radiographie des Kehlkopfes. Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen, 1904, VII, Heft 4 und 6, 19 S., 9 Tafeln (2 graphische und 7 photographische).

⁶⁾ Barth, E. und Grummach. Röntgenographische Beiträge zur Stimmphysiologie. Deutsche mediz. Wochenschr., 1907, 84. [Vgl. diesbezügl. Bibliographia phonetica, 1907, Heft 1.]

⁷⁾ Barth, E. Die Verwertung der Röntgenstrahlen in der Stimmphysiologie. Med.-päd. Monatsschr. f. d. ges. Sprachheilkunde, 1908, 243—248, 1 Tafel [Vgl. unten Meyer].

⁸⁾ Meyer, Ernst A. Röntgenographische Lautbilder. Med.-pädag. Monatschrift für die ges. Sprachheilkunde, 1908, 225—243, 4 Figuren, 1 Tafel. [Vgl. hierüber Bibliographia phonetica, 1907, Heft 1, unter Barth und Grummach.]

⁹⁾ Jespersen, O. Phonetische Grundfragen. Leipzig, B. G. Teubner, 1904, S. 124. (V. sagt, daß er seine Versuche in den neunziger Jahren gemacht hat.)

(wann?), untersuchten mittels der Röntgenphotographie die Bewegungen der Zunge, des weichen Gaumens und des Kehlkopfes. Scheier erzielte 1908—1909 die schönsten und deutlichsten Resultate. Die Kinematographie jedoch hat in der phonetischen Untersuchungstechnik noch nicht den Platz, der ihr gebührt. Zwar sind Aufnahmen von Sprechbewegungen (Fig. 4) bereits 1900 von Marage im Laboratorium von Marey gemacht worden, aber unveröffentlicht geblieben. Meines Wissens hat bis jetzt nur Marichelle¹⁾ (1902) die Bedeutung der Kinematographie für phonetische Zwecke in einer längeren speziellen Arbeit hervorgehoben und seine Resultate — obwohl nur in schematischen Abbildungen — veröffentlicht. Doch auch Jespersen (wo? wann?) hat sich der Kinematographie bedient.

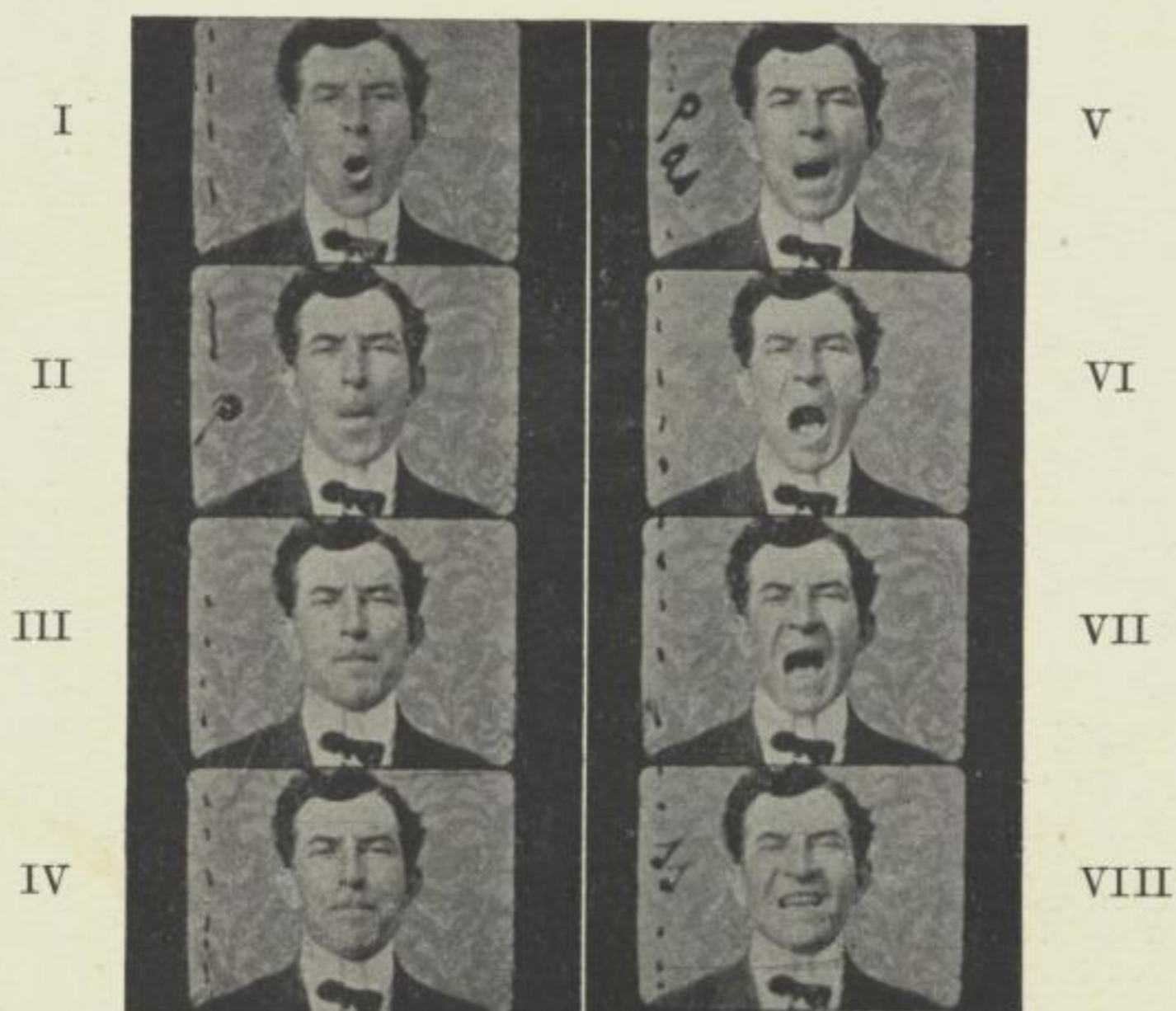
Bis hierher ist nur die Rede von rein theoretischen Untersuchungen gewesen, die keinen anderen Zweck hatten, als die Feststellung der Wahrheit. Haben wir aber eine Tatsache festgestellt und wollen sie aus verschiedenen Gründen einem größeren Auditorium bekannt machen, so müssen wir uns besonderer Vorrichtungen bedienen, die Demonstrationsapparate genannt werden.

Ich möchte die Wichtigkeit der gewöhnlichen Photographie als eines Demonstrationsmittels in der normalen und pathologischen Phonetik zu Unterrichts- und therapeutischen Zwecken besonders hervorheben. Die speziellen phonetisch-photographischen Vorrichtungen lassen sich zu diesem Zweck nur in einigen Fällen und nur unter gewissen Umständen anwenden, und zwar durch Erklärung der Apparate, des Aufnahmeverfahrens usw., was zeitraubend und verwickelt ist. Dagegen ist die gewöhnliche Photographie oder Kinematographie ein plastisches, synthetisches und einfaches Demonstrationsmittel, das keiner besonderen Erklärungen bedarf.

In der normalen Phonetik können die Phonationsbewegungen beim gesunden Menschen sehr anschaulich dargestellt werden, wie z. B. die verschiedenen Atmungstypen, die einzelnen Laute, dieselben Laute in Gruppen usw. Besonders um den Beweis zu bringen, daß bei Lautgruppen die verschiedenen Elemente nicht nebeneinander stehen, sondern innig zusammengewachsen sind, leistet die Kinematographie vorzügliche Dienste und liefert die beste (synthetische) Ergänzung der üblichen Graphiken. Wenn die Versuchsperson beim letzten Laut des Wortes *gascons*, also *õ* ist, so sehen wir (Figur 4 I), daß der Mundraum ziemlich offen ist. Das nächste Wort ist *passèrent*. Der Übergang vom *õ* zum *p* ist nicht plötzlich, sondern geschieht allmählich.

¹⁾ Marichelle, H. La chronophotographie de la parole. Paris, 1902, 23 S., 79 Figuren.

Indem die Versuchsperson das \tilde{o} noch artikuliert (Figur 4, II) bereitet sie schon das p vor. Die Lippen gehen langsam gegeneinander, und wir hören noch das \tilde{c} . Jetzt (Figur 4, III) sind die Lippen geschlossen und tritt Schweigen ein, weil das p stimmlos und sein Verschlussteil nicht hörbar ist. Die Versuchsperson hält nun das p ein (Figur 4, IV). Der Verschuß hört auf, die Lippen gehen auseinander (Figur 4, V), was sich durch eine Explosion bemerkbar macht, der Mundraum ist offen, die Zunge hat sich ein wenig zurückgezogen, und wir hören a .



Figur 4.

Kinematographische Aufnahmen, die 1900 von Dr. Marage im Mareyschen Laboratorium, Paris, gemacht wurden. Der Sprecher ist Herr Andreyor, ein Pariser Schauspieler, der vorzüglich artikuliert.

Das Ende des Verschlusses des p und die Artikulation des a sind innig zusammenschmolzen. In Figur 4, VI, sehen wir, daß die Zunge beginnt, eine Bewegung nach vorn auszuführen. Die Versuchsperson bereitet schon das s , sie artikuliert aber noch das a . Die Zunge hat sich schon (Figur 4, VII) mit ihrer Spitze gegen die unteren Zähne gestützt und hat so einen Teil der Artikulation des s hinter sich. Das a hören wir immer noch. Der Unterkiefer liegt nun (Figur 4, VIII) gegen den Oberkiefer, die Lippen sind nicht mehr so offen wie oben,

und wir hören jetzt *s*. Diese Kinematographien haben einen großen Wert. Die Zuhörer werden gleich verstehen, warum sich die Laute auf den gewöhnlichen Graphiken so schwer trennen lassen, und schließen, daß jede Trennung, obwohl notwendig, doch willkürlich ist, sie begreifen, warum die Graphiken manchmal so rätselhaft sind (Invasion des Gebietes eines anderen Lautes), daß der Begriff „Silbe“ eigentlich nur auf der Orthographie beruht, wie ein Laut hat vom nächsten beeinflußt werden können usw., Demonstrationen, die mit anderen Mitteln sehr schwer zu machen wären und überhaupt, trotz der Beredsamkeit des Dozenten, niemals so klar wie obige Kinematographien sein könnten.

Fachleute wissen, wie schwer es ist, ein geeignetes Demonstrationmaterial für Vorlesungen, Kurse und Vorträge über pathologische Phonetik stets bereit zu haben. In kleinen Universitäten muß man auf die Demonstration mancher Fälle verzichten, was vom pädagogischen Standpunkt aus nicht angenehm und zweckmäßig ist. Hat man das Glück, in einer großen Stadt zu unterrichten, wo das Krankenmaterial reichlich ist, so haben sich die Verhältnisse gebessert. Aber auch in diesem Falle ist es nicht immer möglich, das notwendige Material herbeizuschaffen. Abgesehen davon, daß die zur Demonstration verwendeten Patienten, gerade was die Sprache anbelangt, meistens sehr



Figur 5.

Spasmodische Bewegungen eines Stotterers. Die krampfhaft dauernde Pression der Lippen und der Ausdruck der Hilflosigkeit in den Augen — wie z. B. hier bei *p* —, die Verzerrung der Lippen und die dabei geschlossenen Augen — wie z. B. hier bei *t* — sind ganz und gar charakteristisch. Noch genauer und vollkommener könnten die spasmodischen Bewegungen zur Darstellung durch Kinematographen gebracht werden, die nicht nur den Kopf, sondern den ganzen Menschen zeigen, so daß auch die übrigen bei Stotterern das Sprechen meistens begleitenden Bewegungen — z. B. der Beine, der Füße — gesehen werden könnten.

befangen sind und daß diese Vorführungen auf manche Patienten, z. B. Stotterer, seelisch direkt vernichtend wirken, so kann man doch nicht immer den „geeigneten und zweckmäßigen Fall“ zur Verfügung haben. Entweder ist der Patient verreist oder weigert er sich oder hat man ihn aus den Augen verloren usw. Die Photographie ist uns auch in diesem Falle hilfreich. Das für obige Zwecke notwendige Material kann auf die Platte oder auf den Film fixiert werden und steht so den Dozenten immer zur Verfügung. Und vielleicht haben diese photographischen Vorführungen noch einen größeren Wert als obige



Figur 6.

Der gesprochene Satz ist: ah, je me suis assis! Das Bild wird in wagerechter Richtung von links nach rechts gelesen. Die untere Reihe ist die Fortsetzung der oberen. (Das Klischee dieses Bildes ist aus einem Abzug eines Negativs gewonnen worden; deswegen sehen die Bilder verwischt aus. Die Originalaufnahmen sind sehr deutlich.)

für den Patienten höchst peinliche Demonstrationen, weil die Aufnahmen ohne das Wissen des Patienten gemacht werden können. Schlechte Atmung von vorn und von Profil, charakteristische Bewegungen von Stotterern ¹⁾ (Figur 5) und anderen Sprachkranken, z. B. solchen mit

¹⁾ Drouot, E. Les troubles de la parole chez l'enfant. Archives int. de Laryngologie, d' Otol. et de Rhinol., 1909, XXVII, 884—891, 4 Figuren.

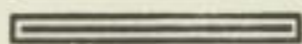
totaler Exstirpation des Kehlkopfes, Phonationsbewegungen von sprachgestörten Zurückgebliebenen usw. könnten alle photographisch — noch besser kinematographisch — fixiert und bei jeder Gelegenheit benutzt werden.

Was die Verwendung der Photographie als Demonstrationsmittel in der therapeutischen Phonetik anbelangt, so will ich hier nur den Schwerhörigen- und Taubstummenunterricht berücksichtigen. Bei den Ableseübungen (Ablese der Laute vom Munde) lernt der Patient die einzelnen Laute ziemlich schnell. Die Schwierigkeiten fangen an, sobald es sich um Lautgruppen handelt. Ein Laut beeinflusst den anderen, — vgl. auch Figur 4 — so daß z. B. das *a* des ersten partiellen Bildes (Figur 6) keine Ähnlichkeit in der Lippenstellung mit dem *a* des vorletzten partiellen Bildes (ebenda) hat. Daß das erste ein tiefes *a* und das zweite ein mittleres *a* ist, daß also zwischen den beiden *a* ein Unterschied in der Klangfarbe existiert und sowieso die Lippenöffnung beim ersten *a* größer als beim zweiten wäre, hat in diesem Falle keine Bedeutung, weil dieser Unterschied in der Lippenöffnung minimal ist. Der Hauptwert der Kinematographie in einem derartigen phonetischen Unterricht besteht in der Möglichkeit, den Patienten unzählige Male stets dieselben Phänomene in ihren Einzelheiten (unbewegliche Projektion jeder kleinen Photographie) und in ihrer Gesamtheit (kinematographische Projektion) vorzuführen. Das würde eine Erleichterung für den Patienten und den Lehrer bedeuten und überhaupt eine angenehme Abwechslung in den Unterricht bringen, was vom pädagogischen Standpunkt aus hochzuschätzen ist. Die Photographie würde in dieser Weise die ähnliche Rolle des Phonographen und des Grammophons im Unterricht von Normalhörenden spielen. Ich möchte hier auf das Buch (vgl. ²⁷) von Herrn Marichelle, Taubstummenlehrer an der Institution nationale des sourds-muets in Paris, hinweisen, das über diese Frage belehrt.

Am Ende meiner Vorführungen möchte ich sagen, daß ich Einzelheiten, sämtliche Forscher, sämtliche wissenschaftliche und praktische phonetische Verwendungen der Phonetik nicht angegeben, sondern den Gegenstand vom Standpunkt des Prinzips aus behandelt habe, um großzügig und übersichtlich zu bleiben, sowie die mir zur Verfügung stehende Sprechzeit nicht zu überschreiten. Aus meinem Vortrag läßt sich in bezug auf die Aufgabe und Zukunft der Photographie in der experimentellen Phonetik folgendes schließen:

Die speziellen phonetisch-photographischen Vorrichtungen, sowie die gewöhnlichen photographischen Apparate bilden ein vorzügliches Mittel zur graphischen Darstellung der phonischen Erscheinungen zu theoretischen und praktischen Zwecken. Sie können aber die übrigen bisher angewandten graphischen Methoden nicht vollständig verdrängen

und ersetzen, sondern sie nur ergänzen und vervollkommen. Einige der heute vorhandenen photographischen Aufzeichnungsvorrichtungen für phonetische Zwecke sind gut, bedürfen aber vor allen Dingen einer Vereinfachung in der Handhabung und einer Vervollkommnung. Nach dieser Richtung wird auch gearbeitet, was auf eine aussichtsreiche Zukunft der Photographie in der experimentellen Phonetik hoffen läßt.



Die Autochromplatte.

Von Dr. A. Seyewetz von der Firma A. Lumière et ses fils-Lyon.

Meine Damen und Herren!

Die photographische Wiedergabe der Gegenstände mit ihren natürlichen Farben gehört unter die Fragen, für die die Forscher am meisten geschwärmt haben, denn man kann leicht begreifen, welches lebhaftes Interesse an der Lösung eines solchen Problems haftet, und man wird sich daher nicht wundern, daß die ursprünglichen Unternehmungen betreffs der Farbenphotographie sogar der Entdeckung der eigentlichen schwarzen Photographie vorangehen.

Unglücklicherweise blieben diese Versuche erfolglos, und es vergingen noch viele Jahre, ehe man die Möglichkeit wieder mutmaßen konnte, das so bezaubernde Problem zu lösen.

Bereits im Jahre 1810 hatte Seebeck aus Jena die Beobachtung gemacht, daß das Chlorsilber, unter gewissen Bedingungen präpariert, die merkwürdige Eigenschaft besitzt, eine Färbung anzunehmen, die gewissermaßen derjenigen des Lichtes entspricht, von welchem das betreffende Chlorsilber getroffen wird.

Hierbei blieben seine Arbeiten aber stehen.

Auf die Seebeckschen Versuche folgten zahlreiche, aber erfolglose Untersuchungen, und erst 40 Jahre später gelang es Eduard Becquerel, indem er die Seebeckschen Versuche nach einer anderen Richtung hin wieder aufnahm, die ersten farbigen Bilder auf photographischem Wege herzustellen. Dieselben vermochte er aber nicht zu fixieren.

Das Becquerelsche Verfahren, das später von Niepce de Saint Victor, Poitevin und de Saint-Florent abgeändert wurde, erwies sich nicht als praktisch verwendbar.

Im Jahre 1869 wurden von Charles Cros und Ducos du Hauron merkwürdigerweise am selben Tag die Grundsätze der photographischen Farbenreproduktion durch die indirekte sogenannte „Dreifarbemethode“ festgestellt.

Ducos du Hauron gab auch im Jahre 1868 den heute in der Autochromplatte angewendeten Grundsatz an, der viele Jahre lang eine

einfache Geistesschöpfung verblieb, trotz des im Jahre 1892 von Mac Donough genommenen Patentes, worin verschiedene Verwirklichungsmittel der Idee von Ducos du Hauron angegeben wurden.

Im Jahre 1894 zeigte John Joly aus Dublin, daß es möglich wäre, Dreifarbenraster aus nebeneinanderliegenden Linien herzustellen. Auf diese Weise waren aber nur sehr schwache Bilder mittels langer und kostspieliger Manipulationen erhältlich.

Erst im Jahre 1904 fand die Idee von Ducos du Hauron, dank den Untersuchungen der Herren Lumière, eine wirklich praktische Anwendung.

Was die direkte Wiedergabe der Farben betrifft, so waren seit den Becquerelschen Versuchen keine mehr angestellt worden, bis Lippmann im Jahre 1892 die wichtigen, zwei Jahre vorher von Otto Wiener veröffentlichten, Arbeiten verfolgte und sein sehr ingeniöses, sogenanntes „Interferenz-Verfahren“ bekanntmachte. Man glaubte damals, es würde daraus eine vollkommene und endgültige Lösung des Problems der Farbenphotographie entstehen.

In dieser reizenden Methode werden die Farben des Objekts nicht etwa durch Farbstoffe reproduziert, wie im Autochromverfahren, sondern sie entstehen dank der sogenannten „Interferenz“: einer physikalischen Erscheinung, die sich mitten in einer durchsichtigen, lichtempfindlichen Schicht vollzieht, die als Basis Silbersalze hat.

Diese Erscheinung ist derjenigen ähnlich, die in den Seifenblasen oder in der Perlmutter die bekannten Färbungen bildet. Unglücklicherweise konnte man diese sinnreiche Methode in die Praxis nicht einführen. Sie blieb jedoch ein wunderbares Laboratoriumsexperiment, zur Bestätigung der Undulationstheorie des Lichts.

Um nach diesem Verfahren farbige Aufnahmen zu erhalten, ist eine sehr verlängerte Exposition nötig. Ferner sind die Farben, wie im alten Daguerreotyp, schillernd, und schließlich sind die Resultate wenig gleichmäßig.

Mehrere Jahre lang gaben sich die Herren Lumière mit dem Studium des Lippmannschen Verfahrens ab und brachten demselben sogar wichtige Vervollkommnungen bei, aber trotz all ihrer Anstrengungen mußten sie darauf verzichten, es in die Praxis einzuführen.

Ganz kürzlich jedoch wurden in der Herstellung der Lippmannschen Emulsion Abänderungen von Herrn Dr. Lehmann vorgenommen, die diesem Forscher erlaubten, Platten für die Interferenzmethode in den Handel zu bringen.

Andere Verfahren könnte ich Ihnen noch vorführen, wie z. B. dasjenige, das im Jahre 1904 von Rheinberg erdacht und von Lippmann wieder aufgenommen wurde und mit dem Namen „Dispersions-

verfahren“ bezeichnet wurde. Bis jetzt ergab es aber keine praktisch brauchbareren Resultate als das Lippmannsche Verfahren.

Deshalb werde ich mich bei der Besprechung dieser Verfahren nicht aufhalten, dagegen aber werde ich diejenigen eingehend besprechen, durch die die Herren Lumière zur Herstellung der Autochromplatten geführt wurden.

Um dieses Verfahren verständlich zu machen, muß ich kurz auf das Prinzip der Dreifarbenphotographie eingehen. Es wird Ihnen bekannt sein, daß z. B. beim Dreifarbendruck die farbigen Bilder durch Übereinanderdrucken von einem gelben, einem blauen, einem roten Teilbild zustande kommen, Sie werden ferner wissen, daß solche farbige Bilder nicht nur durch Übereinanderdrucken, sondern auch durch Projektion der drei Teilbilder auf einen Lichtschirm erhalten werden können. Ich möchte nur betonen, daß es für die korrekte Farbenwiedergabe von entscheidender Wichtigkeit ist, wie die Farben der drei übereinanderzudruckenden Bilder, beziehungsweise die Farben der drei bei der Projektion in den Strahlengang gesetzten farbigen Lichtfilter gewählt werden. Ich möchte ferner betonen, daß es theoretisch unendlich viele Dreiergruppen von Farben gibt, die korrekte Farbenwiedergabe ermöglichen, daß praktisch von diesen aber nur eine beschränkte Zahl realisierbar ist. Ein Kriterium für die Korrektheit einer Gruppe von Filtern für die Projektion ist gegeben darin, daß das weiße Licht der Projektionslampe in drei gleiche Teile geteilt und ein Drittel durch Filter 1, ein Drittel durch Filter 2 und ein Drittel durch Filter 3 auf einen Schirm übereinander geworfen, wieder weiß erscheint.

Bei der dreifarbigem Projektion sind z. B. drei Filter, rot, grün, blau, üblich, während die Autochromplatte eine Dreigruppe, orange, grün, violett, anwendet, wie wir sehen werden.

In dem Verfahren nun, dessen Verwirklichung Ducos du Hauron erdachte, einige Zeit, nachdem er den Grundsatz der Dreifarbenmethode festgestellt, wird die Farbenselektion nicht auf einzelnen Platten, sondern auf einer einzigen Platte bewerkstelligt, deren Fläche in mikroskopischen durchsichtigen, nebeneinanderliegenden Elementen zerteilt ist.

Entweder können diese Elemente aus sehr dicht geschlossenen mit bloßem Auge nicht zu unterscheidenden Linien bestehen, die abwechselnd orange, grün und violett gefärbt sind oder aus gleichfarbigen Elementen verschiedener geometrischer Gestalt.

Auf alle Fälle müssen diese Farbelemente klein genug sein, um dem bloßen Auge zu entgehen, und derart zusammengefügt, daß sie keine hellen durchsichtigen Zwischenräume bestehen lassen.

Auf Grund dieser Farbenselektion durch nebeneinanderliegende mikroskopische Lichtfilter erdachten die Herren Lumière ihr Verfahren,

und während mehrerer Jahre untersuchten sie systematisch eine größere Anzahl von Mitteln und Stoffen auf deren Anpassungsfähigkeit zur Herstellung von mikroskopischen Elementen.

Nachdem sie auf diese Weise die Vor- und Nachteile eines jeden untersuchten Mittels erforscht hatten, entschieden sie sich endgültig für das Kartoffelmehl.

Sie nehmen das Kartoffelmehl des Handels, das, wie aus der projizierten Mikrophotographie ersichtlich, aus Körnern sehr verschiedener Größe besteht. Einige Körner haben einen Durchmesser von einigen Tausendstel Millimeter, während die anderen beinahe ein Zehntel Millimeter erreichen.

Dieser Unregelmäßigkeit wegen war es ausgeschlossen, das Handelsprodukt ohne weiteres zu verwenden.

Es eignen sich am besten diejenigen Körnchen, deren Durchmesser zwischen 10 und 15 Tausendstel Millimeter schwankt. Das Kartoffelmehl des Handels aber enthält nur einen schwachen Prozentsatz von solchen Körnern (zwei bis drei Prozent), welche mittels speziell dazu erbauter Maschinen von den übrigen Körnern erst abgesondert werden mußten.

Die ausgesonderten Körner werden dann in drei Teile geteilt, welche mittels besonderer Farbstoffe orange, grün und violett gefärbt werden.

Die so erhaltenen gefärbten Pulver werden dann empirisch und allmählich gemischt, und zwar in solchen Verhältnissen, daß die Mischung keine vorwiegende Farbe zeigt. Die Mischung wird dann mittels einer Spezialmaschine auf Glasplatten regelmäßig zerstäubt; die Platten waren vorher mit einem klebrigen Überguß versehen worden.

Die Körner fügen sich darauf ohne bestimmte Ordnung zusammen, wie Sie aus diesem Bild ersehen, welches die Körnchen stark vergrößert darstellt (Projektion).

Nach dieser Operation müssen noch die bestehenden Zwischenräume zwischen den Körnern geschlossen werden. Zu diesem Zweck wird mittels einer anderen Maschine ein äußerst feines Kohlenpulver über die Platte zerstäubt, wo es durch den obenerwähnten klebrigen Überguß festgeklebt wird.

Die Platte bietet nun unter dem Mikroskop dieses Ansehen dar (Projektion).

Dann kommt die Platte unter eine Walze, die die Körner breit drückt, so daß eine Art dreifarbige Mosaik entsteht.

Ich zeige Ihnen das endgültige Aussehen der Schicht von mikroskopischen Filtern, und zwar in sehr vergrößertem Maßstab, denn die Ihnen vorgeführte Oberfläche entspricht einem Kreis, dessen wirklicher Durchmesser ungefähr ein Drittel Millimeter beträgt (Projektion).

Auf jedes Quadratmillimeter kommen 8000 Körnchen, d. h. sie sind mit dem bloßen Auge vollständig unsichtbar. Wie Sie sehen, sind die grünen Körner in bedeutender Überzahl: ungefähr 40 % gegen 30 % von den beiden anderen Körnersorten.

Wenn nicht vergrößert, so zeigt diese Farbenmosaik keine Färbung (Projektion).

Wir können uns die Feinheit der Körner vorstellen, wenn wir bemerken, daß zur Deckung einer Platte 9×12 nicht weniger als 100 Millionen Farbkörner nötig sind.

Wie können aber aus dieser Mosaik von Farbkörnern farbige Erscheinungen entstehen?

Durch Subtraktion, d. h. durch gänzlich oder teilweises Maskieren eines Teiles der Farbkörner findet die Bildung der verschiedensten Farben statt.

Wenn wir z. B. die orange und violetten Körner subtrahieren, so bleiben nur die grünen Körner unbedeckt, und dem bloßen Auge sieht die Platte grün aus (Projektion).

Bei Maskierung der grünen und violetten Körner bleiben nur die orange Körner sichtbar, wodurch die Platte ein orange Aussehen annimmt (Projektion).

Schließlich wird die Maskierung der orange und grünen Körner eine violette Resultierende ergeben.

Eben haben wir gesehen, was geschieht, wenn aus den drei Körnersorten zwei maskiert sind; wird nur eine der drei Körnersorten verdeckt, so wird die Plattenfarbe die Resultierende von dem Licht sein, das durch die zwei anderen Körnersorten passiert.

Wenn man z. B. die grünen Körner maskiert, so werden die orange und violetten Körner eine rote Resultierende ergeben.

Die Verschließung der orange Körner und das Sichtbarbleiben der violetten und grünen ergibt Blau.

Werden schließlich die violetten Körner allein maskiert, so wird das durch die orange und grünen Körner passierende Licht eine gelbe Resultierende geben (Projektionen).

Wenn aber die Überdeckung von dem und dem Farbkorn nur eine teilweise ist, anstatt eine gänzliche zu sein, so wird der farbige Rückstand den verschiedensten gedämpften Tönen entsprechen.

Die oben beschriebene Maskierung, wodurch die Farben entstehen, wird automatisch bewerkstelligt, dank dem lichtempfindlichen Präparat, das die Körner überdeckt.

Zu diesem Zweck werden die Glasplatten mit einer lichtempfindlichen Bromsilber-Emulsion begossen, nachdem sie, wie gesagt, einen Dreifarbenraster vorher erhalten haben, und nun können sie der Einwirkung des Lichtes unterworfen werden. Diese Einwirkung muß so

geschehen, daß die Lichtstrahlen erst durch die Glasschicht und durch die farbige Mosaik gehen, ehe sie die empfindliche Schicht treffen.

Nehmen wir z. B. an, daß die Autochromplatte an einer gegebenen Stelle vom Grünlicht getroffen wird. Wir wollen sehen, wie dieses Grünlicht von der Platte aufgenommen wird.

Die grünen Strahlen, die auf die Dreifarbenmosaik fallen, werden von den orange und violetten Körnern aufgehalten, und die grünen Körner allein werden von den grünen Strahlen durchdrungen.

Die lichtempfindliche Schicht, die sich hinter diesen Grünkörnern befindet, wird nun vom Licht beeinflußt, während sie unter den violetten und orange Körnern unverändert bleibt.

Wird die Platte jetzt entwickelt, so wird sie in ihren belichteten Teilen, d. h. unter den grünen Körnern, schwarz. Demzufolge werden die grünen Körner vorläufig gedeckt sein, und wenn man es bei dieser ersten Entwicklung bewenden ließe, so hätte man ein Bild, das aus den unverändert gebliebenen orange und violetten Körnern gebildet wäre, also ein rotes Bild. Dieses Bild ist komplementär zu demjenigen, das wir wünschen (Projektion).

Wenn wir aber jetzt durch ein geeignetes chemisches Mittel das im ersten Entwicklungsbad reduzierte Silber lösen, das die grünen Körner maskiert, so werden diese Körner wieder sichtbar. Unter den orange und violetten Körnern ist indessen die empfindliche Schicht unverändert geblieben.

Nehmen wir nun im vollen Tageslicht eine zweite Entwicklung vor, so wird die rückständige empfindliche Substanz belichtet und vom Entwickler geschwärzt: Dadurch werden die orange und violetten Körner maskiert, so daß schließlich die grünen Körner allein sichtbar bleiben.

Aus dem Vorhergehenden geht hervor, daß: wenn man sich darauf beschränkte, das Bild wie ein gewöhnliches schwarzes Klischee zu entwickeln und zu fixieren, so würde die erhaltene Aufnahme komplementärfarbig zu dem Vorbild sein.

Der Gebrauch der Autochromplatte ist höchst einfach und erfordert keine besondere Vorrichtung. Man behält dasselbe Material wie für die gewöhnliche Photographie mit der einzigen Abänderung, daß man in den Gang der Lichtstrahlen eine Gelbscheibe einschaltet, deren Zweck ist, die übertriebene Empfindlichkeit des photographischen Präparats gegen die Blaustrahlen zu korrigieren.

Außerdem muß die Platte im Vergleich zu ihrer gewöhnlichen Lage umgekehrt in die Kassette eingelegt sein, damit die Belichtung durch die Farbkörner hindurch erfolgt.

Die eigentlichen Manipulationen beschränken sich auf zwei Bäder, diese dauern nur ein paar Minuten und sind bedeutend rascher und automatischer in der Ausführung als die Manipulationen, die man durchmachen muß, um ein gewöhnliches Negativ und eine Kopie davon zu erhalten.

Um aus der Farbenphotographie all den Nutzen zu ziehen, den sie uns zu bieten vermag, ist es ratsam, bei der Wahl des Objekts von den bisher bei der schwarzen Photographie begangenen Wegen abzugehen. Denn, sind die allgemeinen Vorschriften auch dieselben, so muß man nichtsdestoweniger das neue, hier ins Spiel tretende Element, die Farbe, berücksichtigen.

Ein Gegenstand, der durch das Gleichgewicht seiner Linien, durch seine reiche Modellierung oder durch die mächtigen Effekte seines Helldunkels eine reizende schwarz-weiße Photographie geben würde, wird als Photochromie ein jämmerliches Farbenbild geben, wenn seine Farben grell oder zu blaß sind.

Im Gegenteil wird die Farbe manchen Gegenstand umbilden, dessen Schatten und Lichter nur ein sehr schlechtes schwarz-weißes Bild liefern würden.

Davon kann ich ein höchst auffallendes Beispiel geben: Bisher konnte man kein Porträt im Sonnenschein machen, ohne sich einem unvermeidlichen Mißerfolg auszusetzen, wegen der Härte der Gesichtszüge, der harten undurchsichtigen Schatten und der detaillosen Halbtöne.

Mit der Autochromplatte im Gegenteil vergißt man, im Anblick der goldenen Lichtpracht und der verschiedenen in den Halbtönen spielenden Widerscheine, wie derb und trocken sich der Gegenstand ausnimmt.

Man muß aber vorsichtig vorgehen, denn hier wurde uns eine zweischneidige Waffe gegeben, die uns einen in der gewöhnlichen Photographie unbekanntem Verdruß verursachen kann.

Ehemals brauchte man sich um die Gesichtsfarbe des Modells wenig zu kümmern, sondern der Photograph widmete bei einer Kopfstudie seine ganze Aufmerksamkeit der Grazie der Umriss und der Feinheit der Züge.

Jetzt aber werden die zarten Fleischtöne und die Augenfarben, wie in der Malerei, eine große Wichtigkeit annehmen. Es wird daher unentbehrlich sein, daß das Hauptobjekt in künstlerische Harmonie mit seinen Nebengegenständen gebracht wird. Anstatt das Objekt auf einem flachen grauen Hintergrund hervorzuheben, wie es in jedem Atelier üblich ist, wird man Behänge aus Plüsch oder aus Antikseide wählen, deren schillernde Widerscheine in schöner Harmonie mit denjenigen des Haares stehen.

Großes Gewicht muß auf die Strahlen gelegt werden, die von den umgebenden Gegenständen auf das Objekt reflektiert werden. Das Laub eines Baumes kann genügen, um dem frischesten Teint ein leichenartiges Aussehen zu geben.

Ähnlich in der Landschaftsphotographie: Ein für die gewöhnliche Photographie ganz reizloser Winkel, wie z. B. ein Fels, der sich aus dem Himmelblau hervorhebt, nimmt großes Interesse an, sobald man ihm den Reiz der Farbe beigibt, und aus dieser banalen Ansicht kann ein entzückendes Bildchen entstehen, wenn man z. B. den Moment abzuwarten versteht, wo die Landschaft zur Dämmerungsstunde mit schönem Gewölk gekrönt ist.

Dagegen wird manches Objekt, das uns durch sein malerisches Aussehen entzückte, nur ein flaches Farbenbild geben, wenn es z. B. zu große eintönige Laubflächen und einen allzu blauen Himmel einschließt.

Die Maler tragen kein Bedenken diejenigen Effekte abzuändern, die einen Gegensatz zu der schönen Harmonie ihres Werkes bilden, während die Farbenphotographie ebenso unveränderlich wie die gewöhnliche Photographie bleibt.

Nun ist es nötig, unser Auge zu üben, damit es richtig sehen lernt, denn in vielen Fällen wurde es von der Tradition daran gewöhnt, durchaus falsch zu sehen.

Der Maler hält niemals ängstlich am Vorbild der Natur, sondern jeder Künstler wird vielmehr die Natur verschiedenartig darstellen, je nach seinem eigenen Temperament und nach der „Tendenz“ der Schule, zu der er gehört, ohne daß er sich doch je von gewissen Konventionen befreien kann, die sich seit Jahrhunderten eingebürgert haben.

Man erinnere sich an die Verwunderung des Publikums und an die Kritiken der Maler, als uns im Anfange der Momentphotographie die Haltung des Pferdes im Galopp und diejenige des Fußgängers enthüllt wurden, die in heftigem Gegensatz zu den vorherigen Beobachtungen zu stehen schienen.

Eine eingehendere Analyse der betreffenden Bewegungen bewies jedoch, daß die Photographie sie wirklich und mit einer peinlichen Genauigkeit aufgenommen hatte, und daß man die alten Vorurteile ablegen mußte.

Heutzutage wird zur Illustration der Zeitschriften und Bücher die wertvolle Hilfe der Photographie benutzt, ohne daß jemand die Glaubwürdigkeit solcher Dokumente bestreitet, die jedoch einst zahlreiche Kritiken erregt hätten.

Zweifelsohne wird auch die Autochromie in den verschiedensten Gebieten der menschlichen Wissenschaft große Dienste leisten, und schon haben sie die Autochromplatten zu verschiedenen wissenschaftlichen und industriellen Zwecken eingeführt.

Wir haben in der Eile einige Beispiele von dieser Anwendung aus den Wissenschafts-, Kunst- und Industriegebieten gesammelt, um einen Überblick zu ermöglichen über die hauptsächlichsten Anwendungsmöglichkeiten der Methode, die aber ohne Zweifel noch viel zahlreichere Dienste leisten wird.

Der Meteorologe wird die verschiedenen Gestalten und Färbungen der Wolken fixieren: Effekte, die man bisher, abgesehen von den Farbeffekten, überhaupt nicht abbilden konnte, wegen der übertriebenen Kontraste, die man dabei mit der gewöhnlichen Photographie erhält. Nun wird man die Sonnenuntergänge, die Dämmerungseffekte, die Schimmer der Atmosphäre, das Polarlicht usw. wiedergeben können.

Der Astronom wird bei totaler Finsternis die Sonnensphäre photographieren können, und wahrscheinlich auch die Farbe gewisser Sterne reproduzieren.

Der Mineralog wird einer ganzen Versammlung Felsenschnitte (mit polarisiertem Licht aufgenommen) vorführen können. Ebenfalls wird er die so eigenartigen Figuren abbilden, welche die Polarisationsphänomene im konvergierenden Licht verursachen.

Der Chemiker wird auf der Autochromplatte die genaue Färbung der Farbstofflösungen und daher die dichroischen Eigenschaften hervorbringen, welche für einige dieser Lösungen maßgebend sind.

Der Zoologe wird die flüchtigen Bilder gewisser Tiere erhalten, hauptsächlich die der Seetiere, die ihre lebhaften Farben verlieren, sobald sie ihrem Element entrissen werden.

Als alltägliches Beispiel seien hier Aufnahmen von Schmetterlingen vorgeführt: Daraus ersehen wir vollends, von welchem Nutzen die Autochromplatte dem Zoologen sein kann.

Der Botaniker wird die Blumen und Pflanzen in ihren Heimatländern abbilden und dadurch eine genaue Idee von Gattungen geben, die wir bisher nur aus Beschreibungen und durch mehr oder weniger gut konservierte Proben kennen lernten.

Die hier beispielsweise projizierten Blumenbilder beweisen zur Genüge, wie naturgetreu Blumen reproduziert werden können.

Der Biolog, der Physiolog, der Arzt haben in der Autochromplatte ein wertvolles Hilfsmittel zur Reproduktion anatomischer Präparate.

Auch von mikroskopischen Präparaten werden naturgetreue Reproduktionen erhalten, die der direkten mikroskopischen Anschauung täuschend ähnlich sind. Beispiele: Haut der großen Zehe des Menschen, Tripanosomen im Hundeblood usw.

Bekanntlich entgehen die Hautaffektionen jeder Beschreibung. Man muß unbedingt die Läsionen gesehen haben, um sie nachher erkennen

und diagnostizieren zu können, denn bisher erlaubte uns kein Verfahren, sie mit genügender Treue und Wahrheit abzubilden.

Dank der Autochromplatte wird sich der Dermatolog lehrreiche Kollektionen anlegen und die naturwahre Reproduktion jedes interessanten Falles behalten, der bisher vorüberging, ohne daß eine echte Reproduktion davon zurückblieb.

Die Stereoskopie wird die Wirkung noch verstärken, indem sie gleichzeitig Relief und Farbe wiedergibt.

Viele andere Wissenschaften noch, wie die Ethnographie, die Physik, die Archäologie usw. werden mit großem Vorteil die Autochromplatte verwenden.

Die Dekorationskünste, die Kunstindustrien werden aus der neuen Platte einen großen Nutzen ziehen. Die Fayencen, Emails, Bronzen, Juwelen, Teppiche, Moden usw. wird man nun mit vollkommener Treue reproduzieren, was mit der schwarzen Photographie nicht möglich war. (Der Vortragende unterstützte die Mehrzahl der von ihm angegebenen Anwendungsmöglichkeiten der Autochromplatte durch vorzügliche Projektionen.)

Dem Maler wird ein rasches Mittel zur Verfügung gestellt, Studienkollektionen zu sammeln, die er sonst nur mit unendlicher Mühe hätte erlangen können.

Jedermann wird sich mit Freude daran machen, so verschiedenartige Szenen zu reproduzieren, welche uns die Natur vom Anbruch des Tages bis zur Dämmerung darbietet, und die Sonnenuntergänge werden den Gipfel dieser wunderbaren Bildersammlung bilden.

Jede Jahreszeit wird das betreffende Objekt mit charakteristischem Zauber umhüllen, und hauptsächlich der Herbst mit seinen wunderbaren braunrötlichen Laubtönen, die mit dem Ultramarin des Himmels in so schöner Harmonie stehen, wird von dem Photochromisten geschätzt werden.

Bisher legte der Photograph nur wenig Wert auf das Stilleben, dessen Hauptreiz in der Färbung liegt. Da aber jetzt die zartesten Nuancen reproduziert werden können, werden viele Liebhaber versuchen, auch darin etwas zu leisten.

Es gibt schließlich noch eine wichtige Anwendungsmöglichkeit, wovon wir nichts gesagt haben und wofür sich nicht nur die Künstler, sondern das Publikum im allgemeinen interessiert.

Wir meinen die Porträtphotographie.

Wie bekannt, wird der relative Farbenwert in der gewöhnlichen schwarz-weißen Photographie gar nicht berücksichtigt. Die Sommersprossen, die Hautröte sind übertrieben, die Kontraste zu scharf.

Daher ist es erforderlich, in speziellen Ateliers zu operieren, in welchen, trotz dem Spiel der Vorhänge und Lichtwerfer, die Haut-

furchen und -falten immer übertrieben sind, weshalb man auch zu der Retusche seine Zuflucht nehmen muß, um sein Modell möglichst gut abzubilden und die Hautflecken und -röten, die Furchen und Falten zweckmäßig zu vermindern.

Mit der Autochromplatte dagegen werden alle Werte richtig wiedergegeben. Eine Übertreibung ist, sowohl in den Farben wie auch im Helldunkel, ausgeschlossen, und die Natur kann mit voller Treue reproduziert werden, ohne daß man des Kunstgriffes der Retusche bedarf. Vielmehr ist die Retusche nicht mehr möglich, da es begreiflicherweise mißlingt, Handretusche an den einzelnen, 0,01 mm linearen Bildelementen anzubringen.

Das Lumièresche Verfahren gibt noch keine in der Aufsicht sichtbaren Bilder, die man auf einem Albumblatt aufziehen oder gegen die Wand in einem Rahmen aufhängen könnte.

Denn Weiß wird als Resultierende der orange, grünen und violetten Strahlen nur dann gesehen, wenn die Beleuchtung genügend hell ist, also in der Durchsicht.

In der Aufsicht wird ein so beträchtlicher Teil des auffallenden Lichtes verschluckt, daß sich ein dunkles Grau als Resultierende ergibt. Autochromien, in der Aufsicht betrachtet, enthalten aus diesem Grund kein Weiß. Die Hell-Dunkel-Kontraste der Natur ordnen sich zwischen Dunkelgrau und Schwarz des Bildes ein.

Dieser Nachteil kürzt gewiß die gegenwärtige Tragweite des neuen Verfahrens ab, indem er es außerstande setzt, bei der Buchillustration oder Wanddekoration direkte Anwendung zu finden, doch sind dem Diapositiv seine besonderen Schönheiten nicht abzusprechen.

In gewisser Hinsicht ist eine Aufnahme auf Autochromplatte ein unersetzliches Original, doch läßt sich eine Autochromie auf Autochromplatte mit gutem Erfolg kopieren. Hierzu verfährt man wie folgt:

In der Dunkelkammer wird erst das Original und dann die zu belichtende Platte in den Kopierrahmen derart eingelegt, daß die beiden Gelatineschichten sich nicht berühren.

Die Exposition muß nämlich so geschehen, daß das Licht erst das Original und dann die Glasseite der unbelichteten Platte passiert, ehe es die empfindliche Schicht derselben trifft.

Ehe die Lichtstrahlen die Platte erreichen, müssen sie durch ein Lichtfilter gehen, dessen Färbung verschieden ist, je nach der verwendeten Lichtquelle.

Man kann Tageslicht verwenden, indem man den Kopierrahmen mit der empfindlichen Platte in eine Dunkelkammer stellt und dann das Tageslicht durch eine Öffnung kommen läßt, vor welche das Lichtfilter gestellt wurde. Aber wegen der Ungleichmäßigkeit und der

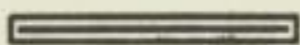
veränderlichen Beschaffenheit des Tageslichtes, dessen Stärke je nach dem Himmelszustande und je nach den von umgebenden Gegenständen zurückgeworfenen Strahlen verschieden ist, ist es ratsam, eine künstliche Lichtquelle zu verwenden.

Eine der besten ist die Beleuchtung mit dem Auerbrenner. Dieser wird mit einem dichten Schirm umhüllt, der das Licht nur durch eine Öffnung passieren läßt, vor welche man das für den Auerbrenner bestimmte Lichtfilter stellt.

Wenn die Belichtung genügend ist, wird das Bild, wie üblich, entwickelt und weiter behandelt.

Hier ist die Projektion eines Autochrombildes nach der Natur — und hier die Projektion seiner Kopie. Diese unterscheidet sich vom Original durch einen leichten Mangel an Schärfe, der den künstlerischen Effekt nicht beeinträchtigt. Man darf hoffen, daß es mit Hilfe des sogenannten Ausbleichverfahrens möglich sein wird, farbige Kopien von Autochromplatten auf Papier zu erhalten.

Dieses Verfahren wird von Worel (Graz), Neuhauß (Berlin), Szczepanik (Wien) und Merckens (Mülhausen) studiert und wurde von Smith (Zürich) industriell anzuwenden versucht („Uto-Papier“).

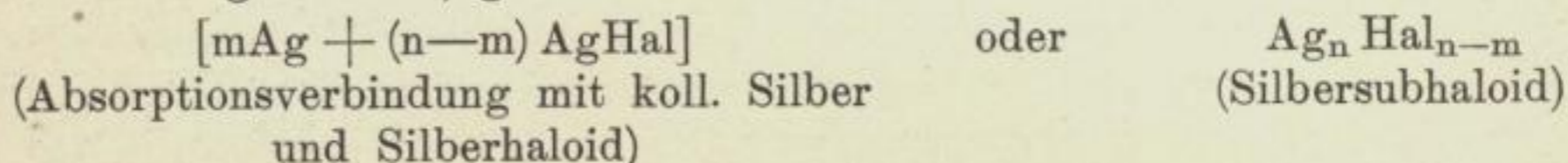


Die Wasserstoffsperoxydreaktion auf die Silbersubhaloide.

Von A. P. H. Trivelli, Scheveningen.

Einleitung.

Für die Photochemie der Silberhaloide und für die Theorie der photographischen Entwicklungsphänomene im besonderen ist es von höchster Bedeutung, ob die Silbersubhaloide existieren, mit anderen Worten, ob die Zusammensetzung des aus dem Silberhaloid photochemisch gebildeten, gefärbten Produktes



ist. Es gibt wirklich eine Anzahl Tatsachen, welche durchaus nicht mit der Annahme der direkten photochemischen Bildung von Silber aus Silberhaloid in Übereinstimmung zu bringen sind und so für die Existenz der Silbersubhaloide zeugen.

Dasselbe gilt auch wieder für die Wasserstoffsperoxydreaktion. Um dieses besser hervorzuheben, werde ich das Problem von neuem in den Vordergrund setzen und als allgemeinen Namen des gefärbten photochemischen Zersetzungsproduktes vom Silberhaloid den von M. Carey Lea eingeführten Namen von „Photohaloid“ (hier speziell „Photobromid“) wählen, um weiter nachzuspüren, inwiefern die Wasserstoffsperoxydreaktion mit dieser oder jener Auffassung in Übereinstimmung zu bringen ist.

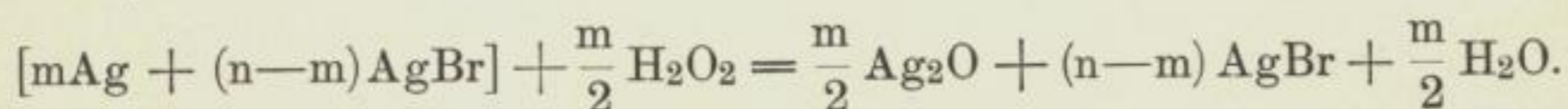
Die Wasserstoffsperoxydreaktion.

Wenn man sehr feinkörniges, chemisch reines Silberbromid mit einer 30 prozentigen Wasserstoffsperoxydlösung in Wasser (Perhydrol-Merck) in einen paraffinierten Napf bringt, so ist, wenn das Licht nicht zutreten kann, nach einem Monat noch keine chemische Änderung des Silberbromids bemerkbar. Das Silberbromid löst sich wieder vollständig auf in Lösungen von $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$, NH_4CNS , KBr , NH_3 , KCN usw., ebenso wie es sich früher aufgelöst haben würde, bevor es mit Wasserstoffsperoxyd in Berührung gewesen ist. Hieraus kann man also schließen, daß praktisch das Silberbromid durch Wasserstoffperoxyd chemisch nicht geändert wird.

Wenn man kolloides Silber mit Wasserstoffperoxyd in Berührung bringt, so tritt eine katalytische Wirkung auf, wobei das Wasserstoffperoxyd in Sauerstoff und Wasser zersetzt wird, wobei jedoch eine geringe Oxydation des kolloiden Silbers nicht ausgeschlossen ist.

Wenn man sehr feinkörniges Photobromid mit einer wässrigen Wasserstoffsuperoxydlösung (3—30 % H_2O_2) in einen paraffinierten Napf bringt, so tritt augenblicklich unter Sauerstoffentwicklung eine Reaktion auf, wobei die Farbe des Photobromids verschwindet und die ursprüngliche gelbweiße Farbe des Silberbromids wieder auftritt. Das feste Produkt ist in einer zehnprozentig-wässrigen Lösung von $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ und in NH_3 vollkommen löslich. Wenn man einen Teil dieses festen Produktes mit verdünnter Salpetersäure behandelt, so wird die Farbe etwas heller und wenn man es mit dem andern Teile des festen Produktes vergleicht, so beobachtet man, daß durch die Wasserstoffsuperoxydreaktion ein äußerst dünner Anlauf einer dunkelfarbigem Substanz entstanden ist, welcher in Salpetersäure vollkommen löslich und darin auch als Silbernitrat aufzuweisen ist. Demzufolge kann man das feste Produkt als eine Mischung von Silberbromid mit Silberoxyd betrachten. Dieses gilt sowohl für das grüne als für das blaue und rote Photobromid.

Will man beim Photobromid den hohen Silbergehalt teilweise dem kolloiden Silber zuschreiben, so fällt einem sofort auf, daß dieses kolloide Silber seine katalytischen Eigenschaften fast gar nicht mehr besitzt, da es sehr schnell oxydiert wird nach der Gleichung:



Die Sauerstoffentwicklung, welche während dieser Reaktion auftritt, könnte dann noch als die Folge einer geringen Katalyse betrachtet werden.

Diese Gleichung kann als allgemeine Gleichung nicht richtig sein, weil, wie ich, wenigstens beim grünen Photobromid, beobachtet habe, die Lösung nach Beendigung der Reaktion schwach sauer reagiert, während nach dieser Gleichung auch mit der Änderung der Formel des Photobromids in $\text{Ag}_n\text{Br}_{n-m}$ keine Erklärung der auftretenden saueren Reaktion gegeben wird.

Verzögert man die Wasserstoffsuperoxydreaktion auf das Photobromid, so beobachtet man sowohl beim blauen als beim grünen Photobromid eine komplizierte Reaktion. Diese verzögerte Reaktion kann man erhalten durch eine innige Vermischung von Photobromid mit Gelatine, welche man dann auf Glasplatten ausgießt und trocknen läßt. Man kann auch einfacher zur Erhaltung des blauen Photobromids eine

gewöhnliche Schleußner-Bromsilber-Diapositivplatte am Tageslicht blau anlaufen lassen und zur Erhaltung des roten Photobromids eine ebensolche Platte nehmen, dieselbe mit Wasser gut naß machen und über 15° C. dem starken Tageslicht oder besser dem direkten Sonnenlicht aussetzen und nachher trocknen. (Nicht jede Emulsion der Schleußner-Diapositivplatten eignet sich dafür.) Wenn man nun diese Platte *AB*, ohne daß Licht Zutreten kann, in eine Entfernung von 2 bis 3 cm über einen Tropfen Wasserstoffperoxyd *W*, der auf einem Paraffin-Plättchen *CD* gebracht ist, stellt, so wird man in der Mitte die stärkste Einwirkung bekommen und von dort aus nach *A* und *B* wird die Einwirkung stets schwächer werden. Je nachdem die Temperatur der Dunkelkammer 5 bis 16° C. beträgt, ist schon nach zwölf Stunden bis fast einer Stunde die Einwirkung genügend zu ihrer deutlichen Beobachtung. Gewöhnlich wurde bei meinen Versuchen die Platte *AB* zur Vergleichung des veränderten mit dem ursprünglichen Photobromide mit einem Bleikreuz überdeckt.

I. Das rote Photobromid zeigt keinen andern Verlauf der Reaktion, als bei schneller Einwirkung von Wasserstoffsperoxyd gemeldet ist. Das weißgelbe Reaktionsprodukt ist vollkommen in einer wässerigen Lösung von $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ und NH_3 löslich. Nach Gerbung der Gelatine in einer basischen Chromalaunlösung stellt es sich auch als vollkommen löslich in einer wässerigen NH_4CNS -Lösung heraus, während verdünnte Salpetersäure das weißgelbe Silberbromid nur aufhellt. Man kann also sagen, daß das rote Photobromid durch Wasserstoffsperoxyd zu Silberbromid und Silberoxyd oxydiert wird.

II. Das blaue Photobromid verhält sich ganz anders. Die Stellen, welche am stärksten der Wasserstoffsperoxyd-Einwirkung ausgesetzt gewesen sind, sind weißgelb, während die Stellen, wo das Wasserstoffsperoxyd stets weniger eingewirkt hat, hintereinander rot, rotviolett, violett, blauviolett bis blau werden. Das Wasserstoffsperoxyd ändert das blaue Photobromid also zuerst in das rote, wonach die Oxydation zu Silberbromid und Silberoxyd eintritt.

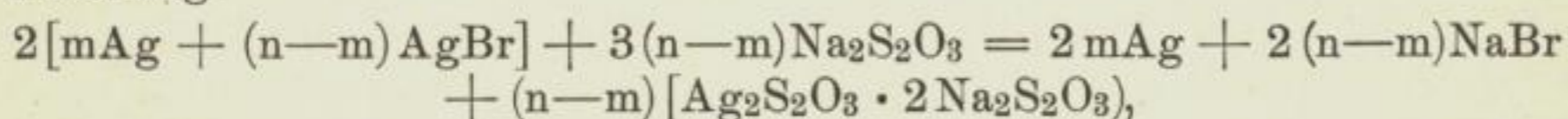
III. Das grüne Photobromid zeigt in seiner Wasserstoffsperoxydreaktion mit dem blauen Photobromid Übereinstimmung. Die Stellen, wo das Wasserstoffsperoxyd am stärksten eingewirkt hat, sind weißgelb, welche Farbe an den Stellen geringerer Einwirkung sofort in Grün übergeht. Beim Aufbewahren der Platte, ohne daß das Licht Zutritt, erscheinen dagegen um das Grün herum schmale Ränder von blauem Photobromid. Die Ursache dieses Phänomens liegt wahrscheinlich in der viel geringeren Reaktionsschnelligkeit von Wasserstoffsperoxyd mit dem grünen Photobromid als mit dem blauen und roten Photobromid. Nimmt man die Platte über dem Wasserstoffsperoxydtropfen weg, so kann das in die Gelatine diffundierte Wasserstoffsperoxyd wohl noch

das grüne Photobromid in blaues Photobromid umwandeln, aber weiter ist es, auch durch Diffusion in der Luft zu viel geschwächt, um dieses noch weiter in rotes Photobromid umwandeln zu können. Das Wasserstoffsperoxyd also wandelt das grüne Photobromid zuerst in blaues Photobromid um, welches, wie sich aus II. herausstellt, wieder in rotes Photobromid umgewandelt wird; danach tritt die Oxydation auf.

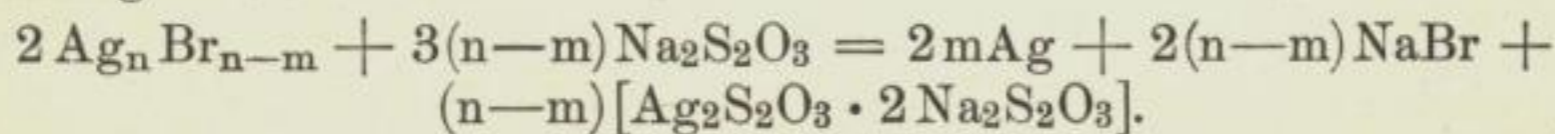
Untersuchung des Photobromids mit Natriumthiosulfat.

Wie schon erwähnt, wirkt das Wasserstoffsperoxyd nicht auf das Silberbromid ein. Obgleich also (sogar wenn man das Photobromid als Subbromid betrachtet) das Photobromid immer einen Überschuß von Silberbromid enthält, kann man sagen, daß das Wasserstoffsperoxyd nur auf das Photobromid reagiert. Dadurch ist man imstande, einen Vergleich über die quantitative Zusammensetzung der Photobromide mit gegenseitig verschiedenem Absorptionsspektrum zu machen. Ich habe dieses durch die Natriumthiosulfatreaktion getan.

Diese Reaktion verläuft bei dem Photobromid, als Absorptionsverbindung von kolloidem Silber mit Silberbromid aufgefaßt, nach der Gleichung:



und wenn man das Photobromid als Subbromid auffaßt, nach der Gleichung:



Da die Bildung eines Silbersubthiosulfats nach dieser Reaktion bis jetzt noch nicht konstatiert worden ist, sondern jedes Photobromid mit Natriumthiosulfat das Doppelsalz $\text{Ag}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ liefert, hat man in der Natriumthiosulfatreaktion ein brauchbares Mittel zur Bestimmung des Silbergehalts des Photobromids, vorausgesetzt, daß dieses sich in ausreichend fein verteiltem Zustande befindet und kein Sauerstoff anwesend ist. Wenn ein Photobromid z. B. mit einem andern Absorptionsspektrum die Zusammensetzung $[m'\text{Ag} + (n-m')\text{AgBr}]$ bzw. $\text{Ag}_n\text{Br}_{n-m'}$ enthält, so wird durch die Natriumthiosulfatreaktion $2m'\text{Ag}$ frei werden und kann man den Unterschied der Silberquantitäten $2m$ und $2m'$ auf Platte II und III als einen Unterschied zweier Schwärzungen beobachten.

Wenn man Platte II in eine zehnpromzentige neutrale, wässrige Natriumthiosulfatlösung bringt, so zeigt das rote Photobromid nach 12 bis 24 Stunden einen höheren Silbergehalt als das blaue Photobromid. Eine kürzere Einwirkungsdauer des Natriumthiosulfats, sowie

am meisten üblich, ist nicht wünschenswert, weil das blaue Photobromid sehr langsam versetzt wird.

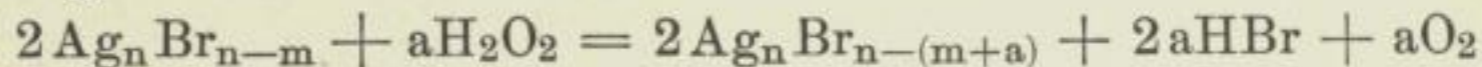
Auf der Platte III ist der Unterschied des Silbergehalts zwischen dem grünen und dem blauen Photobromide nach der Natriumthiosulfatreaktion sehr schwer zu sehen, aber man kann sehen, daß das blaue Photobromid einen höheren Silbergehalt als das grüne Photobromid besitzt. Dieses grüne Photochromid scheint durch Natriumthiosulfat noch schwerer zersetzt zu werden als das blaue Photobromid.

Schlusfolgerungen.

Durch die Natriumthiosulfatreaktion stellt sich also heraus, daß das grüne Photobromid durch Wasserstoffsperoxyd zum blauen Photobromid reduziert wird; dieses wird wieder zum roten Photobromid reduziert, welches zum Silberbromid und Silberoxyd oxydiert wird.

Diese Reduktion des Photobromids ist meiner Ansicht nach nicht mit der Auffassung, daß die Zusammensetzung des Photobromids $[mAg + (n-m)AgBr]$ ist, im Einklang zu bringen, weil das Silberbromid durch Wasserstoffperoxyd nicht reduziert wird.

Wenn man die Formel des grünen Photobromids $Ag_n Br_{n-m}$ und dieselbe des blauen Photobromids $Ag_n Br_{n-(m+a)}$ schreibt, so verläuft die Wasserstoffsperoxydreaktion auf das grüne Photobromid nach der Gleichung:



und wird hiermit das Auftreten der sauren Reaktion erklärt.

Beim blauen Photobromid tritt eine analog verlaufende Reaktion auf.

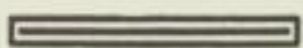
Das Photobromid ist also ein Subbromid. Aus obenstehender Beobachtung stellt sich auch heraus, daß eine Änderung des Absorptionsspektrums des Subbromids mit einer Änderung des Silbergehalts verbunden ist, mit anderen Worten, daß mehr als ein Subbromid existiert.

Es stellt sich sogar heraus, daß eine Beziehung zwischen dem Molekulargewichte des Subbromids und seinem Absorptionsspektrum existiert. Aus der Formel $Ag_n Br_{n-m}$ stellt sich heraus, daß eine Zunahme des Silbergehalts des Subbromids tatsächlich die Folge ist von einer Abnahme des Bromgehalts, d. h. einer Verringerung des Molekulargewichtes. Das grüne Subbromid hat also ein höheres Molekulargewicht als das blaue Subbromid, und dieses wieder ein höheres Molekulargewicht als das rote Subbromid. Das Maximum des Absorptionsspektrums des Subbromids verschiebt sich also von rot nach violett bei Verringerung des Molekulargewichts (Nietskische Regel). Das Brom be-

nimmt sich also in den Subbromide als eine bathochrome Gruppe. Die Ergebnisse habe ich auf ganz anderem Wege für die photochemische Zersetzung der Silbersubhaloide schon früher gefunden.

Obenerwähnte Versuche mit der verzögerten Wasserstoffsperoxyd-Einwirkung auf das Subbromid habe ich auch auf bindemittelfreien Platten gemacht, dadurch, daß ich wässrige Suspensionen der Subbromide auf grobem Mattglase sich setzen ließ. Die Farbenänderungen durch das Wasserstoffsperoxyd treten dann viel schneller auf und besonders beim grünen Subbromid ist die Bildung des blauen Subbromids fast gar nicht mehr zu beobachten. Diese Platten eignen sich jedoch nicht für eine Untersuchung mit Natriumthiosulfat.

Auch habe ich beobachtet, daß das Licht auf diese Reaktionen der Subbromide mit Wasserstoffsperoxyd nur einen beschleunigenden Einfluß übt.



Umkehrungserscheinungen.

Von Prof. Dr. K. Schaum, Leipzig-Probstheida.

(Nach Versuchen des Herrn cand. M. Volmer).

Wird eine photographische Schicht durch Funkenlicht (Clayden, Wood), durch äußerst kurze, kräftige Bestrahlung mit gewöhnlichem Licht (Wood), durch Röntgenstrahlen (Villard, Luther und Uschkoff), durch Kathodenstrahlen (Zehnder), oder durch Scherung (Warnerke) entwicklungsfähig gemacht, und darauf gewöhnlichem Licht ausgesetzt, so zeigt sich bei der Entwicklung, daß die beiden Einwirkungen sich nicht einfach zueinander addiert haben. Es sei

S_v die durch die erste Einwirkung allein	}	hervorgerufene Schwärzung;
S_n die durch die Nachbelichtung allein		
S_{v+n} die durch beide Einwirkungen gemeinsam		

dann können je nach der Stärke der ersten bzw. zweiten Einwirkung folgende Fälle eintreten:

$< S_v + S_n$	$< S_v + S_n$	$< S_v + S_n$	$< S_v + S_n$
$S_{v+n} > S_n$	$S_{v+n} < S_n$	$S_{v+n} > S_n$	$S_{v+n} < S_n$
$> S_v$	$> S_v$	$< S_v$	$< S_v$

Dieses Phänomen tritt besonders leicht bei bestimmten Plattensorten auf (Villard, Walter, Lüppo-Cramer). Ähnliche Effekte sind auch bei Kombinationen jener Einwirkungen unter sich möglich; in nachstehender Reihe „Scherung, Röntgenstrahlen, Lichtstöße, gewöhnliches Licht“ wird jedes vorhergehende Agens durch die Wirkung jedes nachfolgenden beeinträchtigt, aber niemals tritt das Phänomen bei umgekehrter Reihenfolge auf (Projektion).

Die eigenartigen Umkehrungsphänomene sind (wie das chemische Verhalten der umgekehrten Partien zeigt) zwar solarisationsähnliche, aber keine eigentlichen Solarisationserscheinungen, denn je schwächer die erste Einwirkung ist, eine desto geringere Nachbelichtung

genügt zur Umkehrung, und auf einer solchen Schicht vermag eine weitere Bestrahlung mit gewöhnlichem Licht die Entwicklungsfähigkeit wieder zu steigern. Die Ansicht zahlreicher Forscher, die erste Einwirkung mache die Schicht unempfindlicher, ist unzutreffend; der Umstand, daß $S_{v+n} < S_v$ werden kann, spricht dagegen; auch kann man direkt das Gegenteil jener Auffassung, nämlich eine Empfindlichkeitssteigerung durch die erste Einwirkung, nachweisen (Projektion).

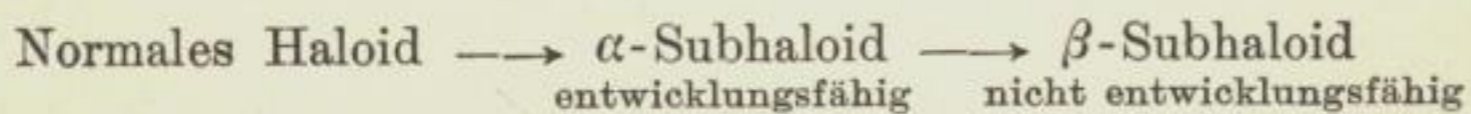
Wird eine Platte durch Vorbelichtung ins Solarisationsstadium gebracht, dann teilweise mit Funkenlicht nachbestrahlt, so schwärzt sich die funkenbelichtete Stelle kräftig beim Entwickeln; wird nach der Funkenbestrahlung ein Teil der einfach- sowie der doppeltbelichteten Partie nochmals dem Tageslicht ausgesetzt, so zeigt die Stelle, welche drei Bestrahlungen (Tageslicht + Funkenlicht + Tageslicht) empfangen hat, die geringste Entwicklungsfähigkeit. Man kann also auf solarisierten Schichten im Funkenlicht negative, nach Funkenbestrahlung in gewöhnlichem Licht positive Bilder erhalten (Projektion).

Wird eine Platte durch Röntgenstrahlen, Funkenlicht oder kurzwelliges gewöhnliches Licht entwicklungsfähig gemacht, so heben langwellige, besonders ultrarote Strahlen die Wirkung der Vorbelichtung wieder auf (J. Herschel, Villard). Das umkehrungsfähige Gebiet wird nach unseren Versuchen durch Bestrahlung mit gewöhnlichem Licht usw., nicht aber durch Chromsäure, wieder entwicklungsfähig gemacht.

Wird eine bis zur Solarisation vorbelichtete Platte teilweise langwelligen Strahlen ausgesetzt, so erhält dieser Teil wieder erhebliche Entwicklungsfähigkeit; exponiert man nun nochmals einen Teil der einfach- sowie der doppeltbelichteten Partie gewöhnlichem Licht, so zeigt die dreifach bestrahlte Stelle größere Entwicklungsfähigkeit als die zweimal dem Tageslicht exponierte.

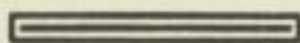
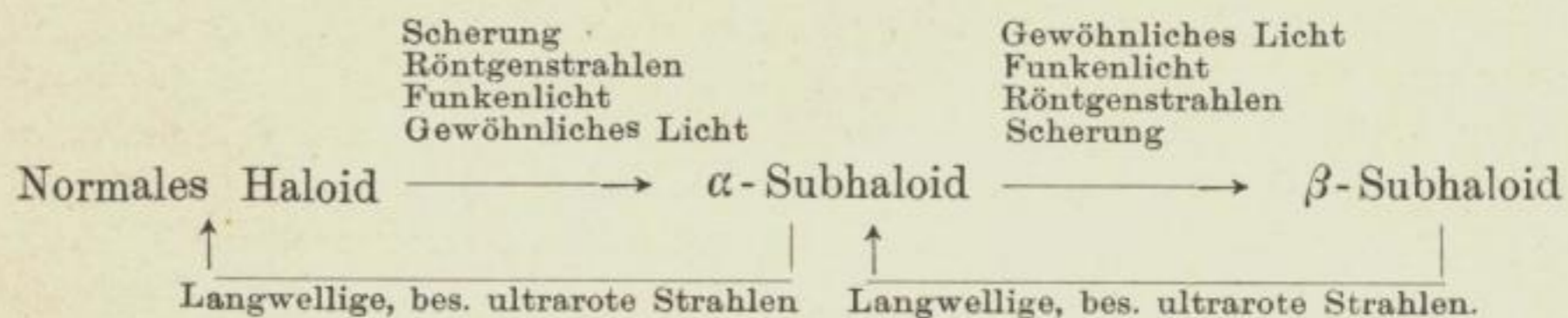
Die Verhältnisse liegen bei der umkehrenden Wirkung der ultraroten Strahlen also wesentlich anders, als z. B. bei der Aufhebung der Funkenlichtwirkung durch Tageslicht.

Die geschilderten, zunächst sehr verwickelten Erscheinungen werden vielleicht übersichtlicher, wenn man den photochemischen Prozeß an Halogensilber mit A. P. H. Trivelli als Folgereaktion



ansieht. Nimmt man an (was noch näher untersucht wird), daß die Geschwindigkeitskonstante für die erste Reaktionsstufe von der Scherung bis zum Tageslicht ab-, für die zweite Stufe dagegen zunimmt (wofür die geringe Neigung zur Solarisation bei der Einwirkung von Scherung, Röntgenstrahlen und Funkenlicht spricht), sowie daß langwellige, bzw.

ultrarote Strahlen oxydierend wirken (Claudet, Abney u. a.), so ergibt sich folgendes die besprochenen Phänomene erklärendes Schema:



Versuch einer Erklärung des Solarisationsphänomens.

Von W. H. Idzerda in 's Gravenhage.

Vor kurzem habe ich wieder die Aufmerksamkeit gelenkt auf die Becquerelsche Theorie von 1841 und das Auftreten des Becquerelschen Phänomens in weiterem Sinne, d. h. die optische Empfindlichkeit von der Kornstruktur oder Größe abhängig gestellt. Wenn dann Strahlen anderer Wellenlänge als die Rayons excitateurs einwirken, können diese entweder den Lichtdruck verstärken, entwickeln oder mehr entwicklungsfähig machen (Becquerel-Effekt) oder sie können den Effekt der Lichteinwirkung abschwächen, resp. weniger entwicklungsfähig machen oder aufheben (Ritter-Effekt).

Die Solarisations-Phänomene bei grobkörnigem Bromsilber in weißem Licht lassen sich leicht durch diese auftretende optische Empfindlichkeit mit Berücksichtigung der Korngröße erklären.

Das latente Bild vor den Solarisationsgrenzen besteht aus unverändertem AgBr und Photo- oder Subhaloid. Dieses AgBr ist, im Vergleich mit dem Photo- oder Subhaloid, gar nicht oder sehr gering entwickelbar. Wird also beim Überschreiten der Solarisationsgrenze die Entwickelbarkeit vermindert, so muß dieses notwendig liegen in einer Abnahme des entwickelbaren Photo- oder Subhaloid. Nun gibt es zwei Möglichkeiten:

1. Das Photo- oder Subhaloid wird unter weitere Bromabspaltung (Reduktion) in ein nicht entwickeltes Photo- oder Subhaloid umgesetzt (Trivelli, Schaum).

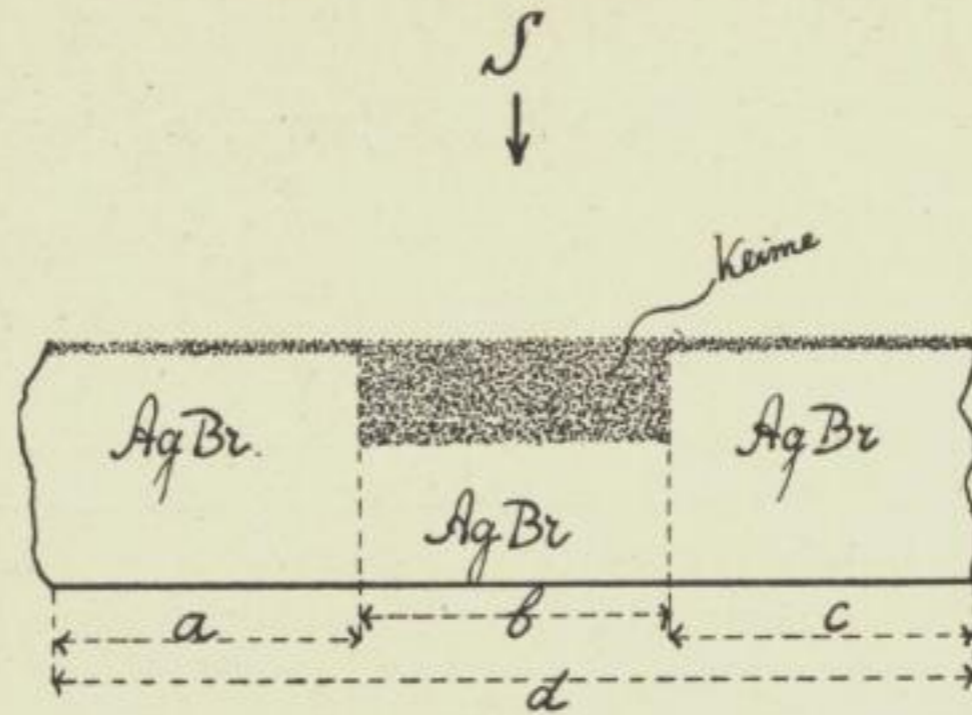
2. Das Photo- oder Subhaloid wird wieder zu der ursprünglichen Substanz (AgBr) regeneriert (Oxydation).

Die erste Annahme der Progression ist gezwungen und führt uns ins Reich der Phantasie, die zweite Annahme scheint mir die Lösung des Problems ungezwungen geben zu können.

Ich nehme an, daß Strahlen anderer Wellenlänge als die erregenden Strahlen in der Schicht oder besser an der Oberfläche und teilweise im Innern des Kornes während der Belichtung statt progressiv, regressiv wirken und teilweise das Bromsilber im feineren Korn regenerieren.

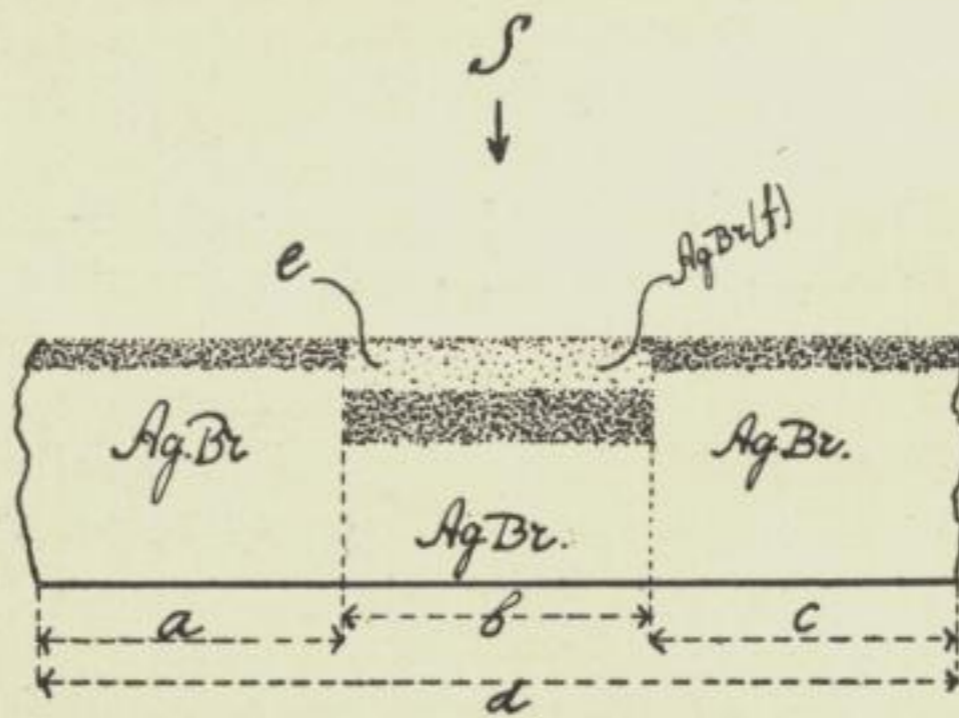
Betrachten wir zuerst Figur 1, die einen Querschnitt der nicht solarisierten und nicht entwickelten Schicht (Körner) darstellt.

Nehmen wir einfachheitshalber eine Aufnahme der Sonne als Beispiel. Es sei S die Sonne, d die Platte, b das Sonnenbild, a und



Figur 1.

c das Bild der Umgebung. Selbstverständlich befinden sich dann in b die meisten Keime, bei Entwicklung wird dieser Teil stärker geschwärzt als die Umgebung, es entsteht ein Negativ (normaler Fall). Betrachten wir jetzt Figur 2, die einen Querschnitt gibt der solarisierten Schicht.



Figur 2.

sierten Schicht. Das Regenerieren des Bromsilbers feineren Kornes wird wohl zuerst an der Oberfläche des Kornes stattfinden; nach einer Zeit wird ein Zustand erreicht, wie in b in Figur 2 abgebildet ist, der Deutlichkeit wegen, ganz ideal dargestellt. In e befindet sich dann, zusammen mit etwas Keimmaterial, regeneriertes, feinkorniges AgBr, das die darunterliegenden Keime im einzelnen Korn sozusagen abschließt.

a) Wird diese solarisierte Schicht in Figur 2 primär fixiert, so löst sich alles AgBr (grob und fein) glatt auf. Wird jetzt physikalisch entwickelt, so entsteht ein Negativ, da in *b* (im ganzen) mehr Keime sind als in *a* und *c*; die Solarisation ist aufgehoben. Grobkörnige Schichten zeigen also nach dem Fixieren keine Solarisation, was die Experimente von Kogelmann und Lüppo-Cramer bestätigen.

b) Wird oberflächlich fixiert, so löst sich das regenerierte AgBr in *b* und teilweise grobkörniges AgBr in *a* und *c*. Wird jetzt chemisch entwickelt, so findet der Entwickler in *b* intaktes AgBr mit dem nötigen Keimmaterial, so entsteht ein Negativ, wie die Experimente von Kogelmann, Vidal und Englisch bestätigen.

c) Wird die solarisierte Schicht mit Lösungsmittel für Bromsilber behandelt, so können wir dieses als einen ähnlichen Fall, wie beim oberflächlichen Fixieren auffassen oder auch das verschiedene Verhalten der fein- und grobkörnigen Schichten zur Aufklärung heranziehen. Die Solarisation wird stark zurückgedrängt resp. aufgehoben, wie die Versuche von Lüppo-Cramer mit Rhodankalium bestätigen. Auch das Vorbad mit Thiokarbamid scheint dann erklärlich.

d) Wird die solarisierte Schicht in Figur 2 ohne weiteres chemisch entwickelt, so entsteht, wenn noch genügend Keimmaterial an der Oberfläche in *b* anwesend ist, zuerst ein Negativ, da die Vorgänge bei feinkörnigem AgBr schneller verlaufen als in *a* und *c*, wenn dieser Unterschied auch sehr gering ist. Da also schnell die reduzierende Wirkung in *a* und *c* anfängt, werden diese Teile kräftiger, da hier mehr Keime vorliegen. Es resultiert dann ein Positiv (erste Umkehrung).

Dazwischen läßt sich leicht ein neutraler Zustand denken, wie Janssen beobachtete.

e) Wird die solarisierte Schicht mit einer schwachen Lösung von Bromwasser behandelt, so zerstört diese die entwickelbaren Keime an der Oberfläche in *a*, *b* und *c*; *a* und *c* geben dann bei der Entwicklung keine Schwärzung, die Keime in *b*, die teilweise zwischen den feineren AgBr liegen, werden zerstört; der Entwickler kann dann die nicht durch Bromwasser berührten Keime erreichen, es entsteht ein Negativ.

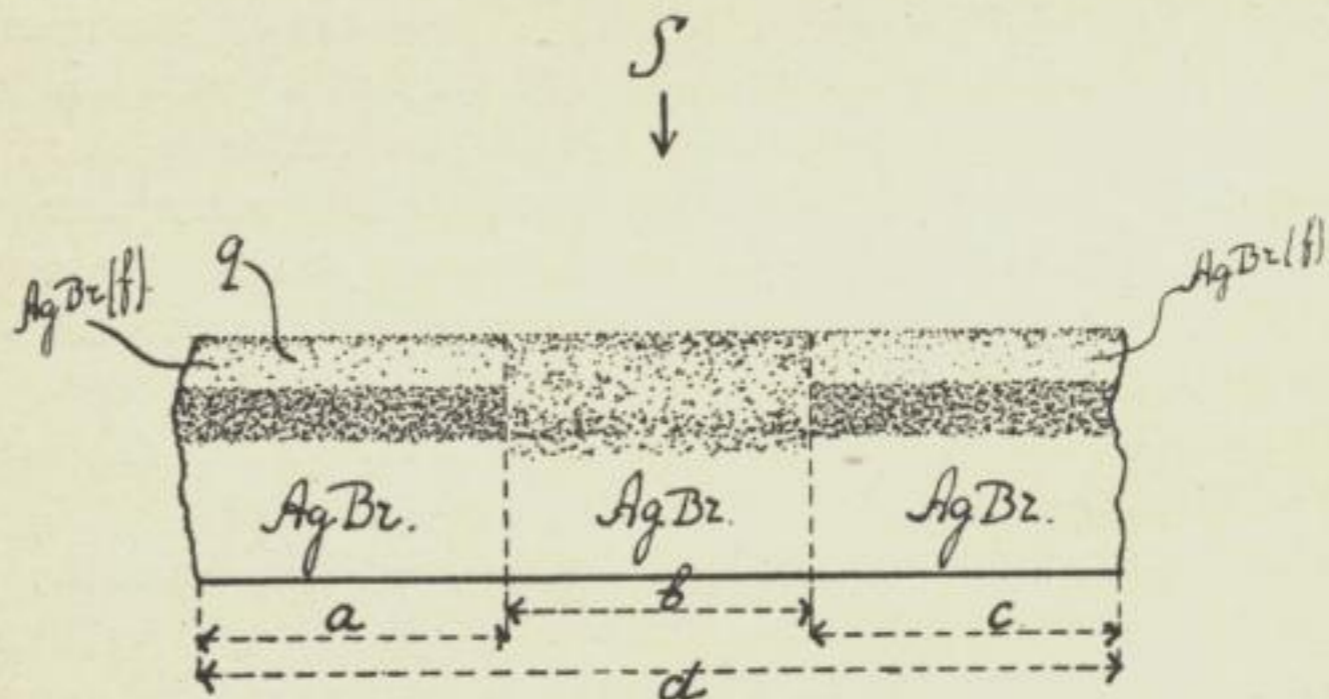
Bei längerer Einwirkung konzentrierten Bromwassers werden selbstverständlich auch diese Keime vernichtet und das ganze Bild zerstört, was die Experimente von Lüppo-Cramer bestätigen. In gleicher Weise läßt sich vielleicht die Wirkung anderer Oxydationsmittel erklären (Chromsäure und Persulfat).

f) Wird das für die Regenerierung notwendige Brom absorbiert, so kann keine Solarisation stattfinden, deshalb müssen

bromabsorbierende Mittel die Solarisation völlig aufheben, ganz gleich, wie ihre chemische Zusammensetzung ist, was die Experimente Lüppo-Cramers mit Sulfit, Äthylendiamin, Nitrit und Silbernitrat bestätigen.

g) Die Regenerierung findet selbstredend am besten statt, wenn möglichst wenig Halogen entweicht. Ist diese meine Ansicht richtig, so werden Haloide, die schwer diffundieren, am leichtesten Solarisation zeigen, was wir bei Jodsilberschichten bestätigt finden; dagegen müssen sich Chlorsilberschichten entgegengesetzt verhalten, was auch tatsächlich der Fall ist, da das Chlor leicht entweichen kann. Die Korngröße spielt hierbei auch noch eine überwiegende Rolle, wie ich unten erklären werde.

h) Die Progression durch die Rayon excitateurs und die Regression durch die langwelligen Strahlen (die Rayons destructeurs) findet zu gleicher Zeit beim grobkornigen Bromsilber statt. Nach der Belichtung mit weißem Lichte wird dieses dann auch keine optische Empfindlichkeit zeigen. Belichten wir mit Strahlen möglichst einer Wellenlänge z. B. Röntgenstrahlen, so wird die optische Empfindlichkeit sehr gut auftreten können, was die Experimente Lüppo-Cramers bestätigen.



Figur 3.

i) Wird chemisch entwickelt und nachher fixiert, so ist die Schwärzung in a und c am größten, in b am geringsten, in a und c liegt das Reduktionsprodukt an der Oberfläche, in b mehr in der Tiefe, wie die Figur 2 zeigt; wird jetzt mit Farmerschem Abschwächer behandelt, so löst sich zuerst die Reduktionssubstanz an der Oberfläche in a und c , es entsteht also ein Negativ, was die Experimente von W. Scheffer bestätigen.

j) Wird die solarisierte Schicht in Figur 2 weiter belichtet, so entsteht ein Zustand, wie er in Figur 3 im Querschnitt dargestellt

ist. Das regenerierte feinkörnige AgBr findet sich in *a* und *c*; der Zustand ist hier ein ähnlicher wie zuvor in *b* von Figur 2. In *b* in Figur 3 liegen aber die Verhältnisse anders. Durch die fortschreitende Belichtung wird hier eine Fortsetzung der Regenerierung stattfinden; es bilden sich Komplexe von AgBr: eine Erhöhung der Korngröße, also der Lichtempfindlichkeit für kurzwellige Strahlen tritt ein. Diese können von neuem anfangen, dieses AgBr zu zersetzen mit Bildung entwickelbarer Photo- oder Subbromide wie gewöhnlich. Bei genügender Menge werden diese bei chemischer Entwicklung eine höhere Schwärzung in *b* von Figur 3 geben können, als das wenige und vereinzelte Keimmaterial in *a* und *c*, es entsteht also ein Negativ; wie haben hier die zweite Umkehrung, das sogenannte Negativ zweiter Ordnung.

k) Ganz oder teilweise feinkörnige Schichten, z. B. Diapositivplatten, Kollodiumplatten und ganz kornlose Platten zeigen die Solariationsphänomen schwer, unvollkommen oder gar nicht. Dieses ist erklärlich, wenn wir annehmen, daß unter einer bestimmten Korngröße keine Regenerierung mehr möglich ist (Ritter-Effekt) und dann ein Becquerel-Effekt auftreten muß. Durch diese meine Annahme würde sich dann erklären, weshalb bei noch weiterer Belichtung nach der zweiten Umkehrung die Umkehrungserscheinungen schwer auftreten, da durch die Entweichung des Broms und die Abnahme der Korngröße die Bedingung zur Regenerierung fehlt.

Wenn auch momentan noch keine weiteren Untersuchungen meiner Hand zur Bestätigung dieser Ansichten vorliegen, so zögere ich nicht, diese Hypothese, als vorläufige Mitteilung, jetzt schon zu veröffentlichen, da sie ganz im Einklang mit allen als richtig erkannten Experimenten steht und auch die zweite Umkehrung ungezwungen erklären kann.



Über Dunkelkammerlicht für das Autochrom- und Omnikolorverfahren und Untersuchungen über die Haltbarkeit der Rasterschichten.

Von Alfred Löwy, Stadlau-Wien.

„Dunkelkammerlicht“ ist zwar eine *contradictio in adjecto*, doch auf den Gebrauchsanweisungen, welche die Fabrikanten farbenempfindlicher Platten diesen letzteren mitgeben, findet man immer seltener die Vorschrift, daß diese Platten in absoluter Dunkelheit entwickelt werden müssen. Stets wird irgendein Kompromiß geschlossen und eine Lichtquelle angeraten, durch deren längere Einwirkung die Platten zwar bis zur Unbrauchbarkeit verschleiern würden, die aber, mit Vorsicht angewandt, dem geschickten Operateur die Kontrolle der Entwicklung und die nötigen Eingriffe hierbei ohne wesentlichen Schaden für die Klarheit des Negativs gestattet. Gerade bei den modernen Farbrasterverfahren — ich hebe die Autochromphotographie als die vollendetste und heute noch alleinig praktisch durchführbare Vertreterin hervor — ist es von allergrößter Wichtigkeit, den Entwicklungsprozeß genau verfolgen zu können, um die Entwicklerzusammensetzung entsprechend der Expositionszeit und den Lichtkontrasten bei der Aufnahme zu variieren, und vor allem, um die Entwicklung genau im richtigen Moment abbrechen zu können. Denn wir haben es hier, im Gegensatz zur gewöhnlichen Photographie, nicht mit einem Negativ zu tun, dessen größere oder geringere Dichte in weiten Grenzen durch die Wahl des Positivmaterials und durch die Kopierdauer korrigiert werden kann, sondern sofort mit einem Positiv; und es bedeutet hier eine relativ geringe Verlängerung der Entwicklung unwiederbringlichen Verlust der Details in den Lichtern, während zu kurze Entwicklung die Differenzierung der Farben in den Schatten verhindert, ein Fehler, der durch keine Art Abschwächung gutgemacht werden kann, da diese die Deckung nur gleichmäßig über den roten, grünen und blauen Feldern vermindert.

Die Erfinder der Autochromplatte, die Brüder Lumière, sind daher bald von ihrem ursprünglichen System abgekommen, welches darin bestand, einen Entwickler von bestimmter Konzentration und

Zusammensetzung eine genau bestimmte Zeit lang auf die Platte einwirken zu lassen. In allen Fällen nicht sehr genau richtiger Exposition mußte diese Methode versagen. Lumière haben dementsprechend in neuerer Zeit eine Modifikation des Entwicklungsverfahrens herausgegeben, welches in einer Art Anlehnung an das Watkinssche Verfahren bei einer mäßig hellen Lichtquelle das erste Erscheinen der Bildspuren verfolgen läßt und nach der hierbei verflossenen Zeit unter gewissen geringen Modifikationen der Entwicklerzusammensetzung die Gesamtentwicklungsdauer im voraus fixiert. Daß auch diese Methode noch viele Fehlresultate durch unrichtige Entwicklung, besonders bei nicht glücklich getroffener Expositionszeit, ergeben wird, ist ohne weiters einzusehen, denn der Moment des ersten Erscheinens des Bildes ist unmöglich genau zu bestimmen, und andererseits ist ein Mehr oder Weniger von 5 bis 10 Sekunden in der Entwicklungsdauer für die Qualität der Platte schon ausschlaggebend. Bei dem von Lumière empfohlenen Lichte, den sogenannten Viridapapieren, die in größerer Anzahl vor eine Lichtquelle geschaltet werden, das Ende der Entwicklung genau und eingehend zu kontrollieren, ist aber untunlich, da diese Folien zu viel aktinisches Licht durchlassen, die Platte bei längerer Betrachtung daher schleiern würde, was im späteren Positiv eine Aufhellung des Bildes und Verfärbung nach der Nuance der Lichtquelle zur Folge hätte. Nur ein flüchtiges Betrachten der Platte ist gefahrlos, der genaue Augenblick der Unterbrechung der Entwicklung kann aber nicht dabei bestimmt werden.

Ich habe mich daher bemüht, eine Dunkelkammerbeleuchtung zu konstruieren, bei welcher die Autochromplatten, die zwar keine sehr bedeutende Allgemeinempfindlichkeit haben, aber sehr farbenempfindlich sind (ungefähr bis zur C-Linie sensibilisiert) noch nicht schleiern, welche aber andererseits visuell genügend hell ist, um eine Kontrolle des Vorganges zu ermöglichen. Die Wahl zwischen einer grünen und einer roten Lichtquelle wurde von Haus aus durch den Umstand entschieden, daß die Autochromplatte besser für Grün als Rot sensibilisiert ist. Es mußte daher rotes Licht zur Anwendung gelangen, welches aber keine kürzerwelligen Strahlen als ca. $670 \mu\mu$ enthalten darf. Überdies muß das Licht relativ hell sein, denn das Bild ist während der Entwicklung sehr schlecht sichtbar. Der Pyro-Entwickler, besonders der mit wenig oder keinem Sulfitgehalt, färbt die Platte tief dunkelbraun; diese Braunfärbung verschwindet zwar im saueren Permanganatbade, verhindert aber die Betrachtung des sich entwickelnden Bildes bei schwachem Lichte; überdies verschluckt der Autochromraster im Vergleich zu einer gewöhnlichen Platte ungefähr sieben Achtel des durchfallenden Lichtes. In der Aufsicht aber die Entwicklung zu verfolgen, halte ich für noch weniger zweckmäßig, denn das Bild er-

scheint nicht an der Oberfläche der Schicht, sondern an der Glasseite, da von dieser Seite belichtet wurde, und überdies ist die Schicht, wie bereits erwähnt, von einem dichten braunen Entwicklungsschleier bedeckt. Es ist daher eine kräftige Lichtquelle für die Dunkelkammerlampe zu verwenden, am besten eine blanke (nicht mattierte) 16kerzige Glühlampe.

Um die Empfindlichkeit der Autochromplatte gegen das Dunkelkammerlicht zu erproben, habe ich mir eine Grauskala auf Glas mittels Kohleindruck hergestellt, deren hellste Stufe aus klarem Glas bestand und deren dunkelste etwa der Deckung der Mitteltöne eines guten klaren Landschaft-Negativs entsprach; dazwischen liegen vier Tonstufen in ziemlich gleichmäßigen Abständen.

Unter diesem Skalennegativ habe ich Autochromplatten vor den verschiedenen Dunkelkammerscheiben des Handels belichtet; als Lichtquelle diente durchwegs eine 16kerzige Glühlampe, der Abstand der Autochromplatte von der Lichtquelle war durchwegs 10 cm, die Belichtungszeit 15 Sekunden; die Autochromplatte war mit der Schichtseite gegen die Lichtquelle gewendet.

Hierbei erhielt ich bei der nachträglichen Entwicklung unter Benutzung von:

Folie für panchromatische Platten der Gelatoidwerke Hanau (nach Miethe) altes Exemplar, vor ca. vier Jahren bezogen, Schwärzung auf allen sechs Tongraden.

Do., neues Fabrikat, mit Leinwandeinlage, aber wesentlich dunkler als obige: Schwärzung auf vier Tonstufen.

Rot für Dunkelkammerlicht der Höchster Farbwerke nach Dr. König, Schwärzung auf vier Tonstufen.

Viridapapiere von Lumière, lt. Vorschrift: drei gelbe und zwei grüne, Schwärzung auf fünf Tonstufen.

„Safelight“ der Firma Wratten & Wrainwright, Croydon (England), bestehend aus einem blauen und einem gelben Glas mit dazwischen liegendem grünem Seidenpapier (visuell sehr dunkel) Schwärzung auf drei Tongraden.

Durch Mischung eines gelben, purpurroten und grünen Farbstoffes habe ich eine Dunkelkammerscheibe hergestellt, welche vor einer 16kerzigen Glühlampe ein gutes Licht gibt, bei dem die Entwicklung genau verfolgt werden kann (Betrachtung in der Durchsicht!) und vor welcher eine Autochromplatte, wie oben von der Schichtseite aus belichtet, überhaupt keine merkliche Schwärzung bei der Entwicklung ergibt. Erst bei einer Minute Exposition erfolgt Schwärzung (sehr schwach) bis zum zweiten Grad der Grauskala. Nachdem aber, normalerweise, die Platte beim Betrachten während des Entwickelns mit der Rasterseite gegen die Lampe gehalten wird, wodurch, wie bereits erwähnt, nur ein Achtel des Lichtes die Silberschicht trifft und über-

dies die Platte im nassen Zustande eine wesentlich geringere Allgemein- und besonders Rotempfindlichkeit besitzt, kann diese Dunkelkammer- scheinbe als einwandfrei für Betrachtung der Autochromplatten während des Entwickelns bezeichnet werden.

Auf eine reine, genau horizontierte und leicht angewärmte Glas- scheinbe in der Größe von 18×24 cm wird folgende, vorher durch Musselin oder ganz feines Messingdrahtnetz gesiebte Mischung gegossen:

4 ccm Lösung von „Neubordeaux R“	3 : 100
4 „ „ „ „Tartrazin“	5 : 100
4 „ „ „ „Neptungrün SG“	1 : 100
2 „ Glycerin	
20 „ Gelatine-Lösung	1 : 10

Nach dem Erstarren wird die Scheibe in einem mäßig warmen und gut ventilerten Raume möglichst rasch getrocknet und zum Gebrauch, um sie vor der Feuchtigkeit der Dunkelkammer zu schützen, mit einer Glasscheibe bedeckt und an den Rändern mittels Kautschuk- papier oder Kautschukleinwand zusammengefaßt.

Die Farbstoffe in obiger Vorschrift sind durchwegs von der Badischen Anilin- und Soda-Fabrik, Ludwigshafen a. Rh.

Das der Mischung beigefügte Glycerin dient lediglich dazu, die Farbschichten vor dem Abspringen vom Glase oder Reißen infolge der Hitze der Lichtquelle zu schützen. Es erfüllt jedoch nur unvollkommen seinen Zweck. In allen Fällen, wo eine heiße Lichtquelle angewendet wird, empfiehlt es sich, die Scheibe in Form einer Folie herzustellen. Zu diesem Zwecke wird die gut gereinigte und mit Talkum abge- riebene Glasscheibe mit einprozentigem Lederkollodium übergossen, trocknen gelassen, nivelliert und erst dann obiges Farbstoffgemisch aufgegossen, in diesem Falle wird statt 10⁰/₀ Gelatinelösung ein gleiches Quantum 1 : 5 genommen und das Glycerin ganz weg- gelassen. Nach dem Trocknen wird nochmals mit Kollodium über- gossen, die Schichtseite an den Rändern durchschnitten und die Folie von der Glasunterlage abgezogen. Das Resultat ist in diesem Falle eine zwischen zwei wasserdichten Kollodiumschichten eingebettete Gelatinefolie, welche, wenn lose zwischen zwei Glasscheiben montiert, gegen die Wärme der Dunkelkammerlampe äußerst widerstandsfähig ist.

Bei der Entwicklung können die Autochromplatten bis zu zwei Minuten knapp vor die Lampe gehalten werden ohne irgendwelche Gefahr des Schleierns. Bei dem Lichte der oben beschriebenen Scheibe kann der Verlauf der Entwicklung gut verfolgt werden, und bei einiger Übung wird man mit ziemlicher Sicherheit den Moment erkennen, wann die Entwicklung zu unterbrechen ist.

* * *

Bei der vielen Mühe, die die Fertigstellung eines gelungenen Autochroms verursacht, drängt sich wohl jedem die Frage auf, ob die Arbeit auch durch ein dauernd haltbares Bild belohnt wird. Der Hauptkomponent der Farbwirkung sind hier die mittels Anilinfarben gefärbten Stärkekörnchen; die meisten Anilinfarben sind aber nur sehr wenig beständig. Auf Grund von Versuchen, die ich nachfolgend kurz skizzieren werde, kann ich konstatieren, daß meine, vom Beginn an nicht sehr hochgestellten Erwartungen auf die befriedigendste Weise übertroffen wurden, und daß, wenn auch von einer absoluten Beständigkeit nicht die Rede sein darf, die Platte bei vernünftiger Behandlung als für alle praktischen Zwecke genügend haltbar bezeichnet werden kann.

Ich habe von einer Autochromplatte die Gelatineschicht entfernt und den übrigbleibenden Raster dem Sonnenlicht der Monate Juni, Juli und August ausgesetzt, in der Weise, daß der Raster mehrere Male des Tages dem veränderten Sonnenstand nachgedreht wurde. Gezählt wurden ausschließlich eindwandfrei sonnige Tage. Ein Teil des Rasters wurde in kühler Temperatur in einer Schachtel zur Kontrolle aufbewahrt, der Rest in fünf Teile zerschnitten und 7, bzw. 14 Tage, 1, 1 $\frac{1}{2}$ und 2 Monate der Sonne ausgesetzt. Nach sieben-tätiger kontinuierlicher Bestrahlung zeigte sich das betreffende Plattenstück gerade merklich heller und um eine Nuance rotstichiger als der Originalraster, nach weiteren sieben Tagen (also zusammen vierzehn Tagen) war die Platte bereits ausgesprochen rotstichig geworden. Es scheint also, daß von den verwendeten drei Farbstoffen der grüne (und vielleicht auch der blaue) die Tendenz haben, ein wenig auszublassen. Bei weiterer Bestrahlung bis zu im ganzen zwei Monaten behielt der Raster dann seinen Farbton bei und wurde nicht mehr heller, sondern dunkelte vielmehr merklich nach, ein Punkt, auf den ich weiter unten zurückkommen werde. Die Beanspruchung des Autochromrasters bei der vierzehntätigen kontinuierlich direkten Bestrahlung geht zwar über jede praktische Möglichkeit hinaus, der Versuch lehrt aber, daß bei Verwendung des Autochroms als Fensterbild immerhin Vorsicht am Platze ist. Als mehr praktischen Versuch habe ich den ganzen Sommer hindurch ein Autochrombild, zur Hälfte mit schwarzem Papier bedeckt, an der Wand eines sehr hellen Zimmer hängen gehabt; die beiden Hälften zeigten nach einem Halbjahr keinen merklichen Unterschied in Dichte und Farbton, während eine gleichbehandelte Pinotypie bereits stark ausgebleicht war.

Das oben erwähnte Nachdunkeln des Rasters rührte nicht vom Lichte der Sonne her, sondern von der Wärme der Bestrahlung. Ich habe eine Rasterplatte eine Stunde lang in einem Trockenschränkchen auf 70⁰ C erhitzt und fand keine Veränderung des Farbtones, der Raster hatte seine reingraue Farbe behalten, dagegen

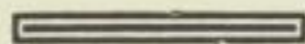
erschien die erhitzte Platte beträchtlich dunkler und lichtundurchlässiger. Es scheint, daß die Harzschichten, welche die Stärkekörner eingebettet erhalten, durch die Wärme an Transparenz (vielleicht durch Zusammenschmelzen) einbüßen. Eine Temperatur von 70°C wird aber von der Platte im Projektionsapparat oft erreicht. Allerdings ist die Wärmewirkung eine kurze. Ich habe demzufolge ein Rasterstück zwölfmal je fünf Minuten lang auf 70°C erwärmt, ein anderes sechzigmal je eine Minute lang. Im ersten Falle war noch ein leichtes Nachdunkeln wahrzunehmen, im letzten Falle nicht mehr. Der Raster verträgt daher die wiederholte kurze Wärmeeinwirkung des Skioptikons, dagegen sind längere Demonstrationen an einem Bilde in der Lampe zu vermeiden.

Die Silber - Gelatinschicht der Autochromplatte ist natürlich gegen Licht genau so beständig wie jede andere Bromsilberplatte. Dagegen verträgt sie Wärme noch schlechter als die Rasterschicht. Das Gelatinehäutchen der Autochromplatte ist überaus dünn und spröde, beim Erhitzen auf $60-70^{\circ}\text{C}$ schrumpft es zusammen und reißt in Sprüngen vom Raster los. Dadurch verschiebt sich der Silberniederschlag von dem ihm korrespondierenden Stärkekorn (es bedarf hierzu nur einer Veränderung der relativen Lage um einen überaus kleinen Bruchteil eines Millimeters) und die Farbenwirkung hört auf, es bleibt ein schwarzes Bild auf grauem Rasteruntergrund zurück. In der Praxis ist es freilich nicht so schlimm. Meine Autochrome wurden wiederholt (mitunter bei einer Stromstärke von 80 Ampère) projiziert, ohne daß an ihnen die geringste Veränderung zu merken wäre, aber einige wenige Platten sind mir dennoch durch Springen der Gelatine bei zu langem Belassen in der Projektionslampe zugrunde gegangen. Vielleicht war an diesen die Schicht stellenweise besonders dünn oder spröde, jedenfalls gibt es dagegen eine wirksame Abhilfe in dem vom General v. Hübel empfohlenen 5prozentigen Glyzerinbad, unmittelbar vor dem Trocknen der Platte. Auf diese Weise behandelte Platten widerstanden vollkommen einer einstündigen Behandlung im Trockenkasten bei 100°C . Zu erwähnen wäre nur, daß die Schicht durch das Glyzerin leicht klebrig wird und sich infolgedessen Schwierigkeiten bei der nachherigen Retusche ergeben; auch bewirkt das Glyzerin in vereinzelt Fällen noch längere Zeit eine milchige Trübung des Bildes, die allerdings durch nochmaliges Wässern behoben werden kann.

Der Farbraster der Omnikolorplatte ist bezüglich Lichtbeständigkeit weit ungünstiger als der vorherbesprochene. Eine eintägige Bestrahlung mit diffusem Tageslicht bringt bereits ein merkliches Verblässen der Raster-Elemente hervor, und dieses Ausbleichen schreitet so rasch fort, daß ein Omnikolor-Raster, der nur vier Tage dem zerstreuten, aber hellsten Tageslichte ausgesetzt war, bereits bis zur totalen Unbrauchbarkeit ausgebleicht war.

Bei dem „Thames“-Raster liegen die Verhältnisse unwesentlich günstiger als bei dem vorhergehenden, jedoch kann auch der „Thames“-Raster, selbst bei bescheidensten Ansprüchen, nicht als genügend haltbar bezeichnet werden.

Gerade der Vergleich mit ihren Rivalen zeigt uns, wie groß die Vollkommenheit der Autochromplatte ist, und welche bedeutsame Errungenschaft die angewandte Photographie den Brüdern Lumière zu verdanken hat.



Über die Bedeutung der Photogrammetrie.

Von Dr. E. Dolezal, o. ö. Professor an der k. k. Technischen Hochschule in Wien.

Während das 18. Jahrhundert durch politische Entwicklungen gekennzeichnet ist, die in den wissenschaftlichen Lehren hervorragender Denker ihren letzten Ursprung haben, sehen wir im 19. Jahrhundert neben dem mächtigen Emporschwellen des nationalen Empfindens eine einschneidende Umwälzung aller wirtschaftlichen Verhältnisse, die durch einen ungeheuren Fortschritt auf allen Gebieten der Technik hervorgerufen wurde.

Während aber bis jetzt noch kaum zu hoffen ist, daß im 20. Jahrhundert die nationalen Gegensätze sich mildern und zu einem friedlichen Wettkampfe um das Kulturideal der Menschheit umgestalten werden, darf schon heute mit aller Berechtigung ausgesprochen werden, daß unser Jahrhundert die gewaltigen technischen Fortschritte des verflossenen noch überbieten werde, ist doch schon eines der ältesten, scheinbar unlösbaren technischen Probleme, die Überwindung des Luftozeans, in greifbare Nähe gerückt.

Der Siegeszug der technischen Wissenschaften erfolgt aber in einem harten, langwierigen und aufreibendem Kampfe mit Schwierigkeiten aller Art. Keine technische Erfindung kann mit einem Schläge, glänzend und strahlend wie Pallas Athene aus dem Haupte des Zeus, aus der Studierstube des Gelehrten oder der Werkstätte des Ingenieurs entspringen, in unzähligen Wandlungen nur haben die Lokomotive, die Dynamomaschine, der Fernsprecher ihre jetzige Vollendung erreicht.

Diesen stufenweisen Entwicklungsgang hat auch die Photographie genommen. Welch ein Unterschied ist zwischen den primitiven Bildern Daguerres und den Lumièreschen Autochromplatten, auf denen nicht bloß die Formen, sondern auch die Farben der Natur getreu wiedergegeben sind. Und so hat auch die optische Mechanik stufenweise eine Entwicklungshöhe erreicht, die es uns heute ermöglicht, die photographische Kamera als tadellosen Meßapparat zu benutzen.

Es erkannten schon die scharfsinnigen französischen Forscher Gay Lussac und Arago sofort, als ihnen die Erfindung Daguerres bekannt wurde, in der Photographie ein nach geometrischen Gesetzen ent-

standenes perspektivisches Bild und wiesen in einem der französischen Regierung über die neue Erfindung erstatteten Gutachten darauf hin, daß es möglich sein müsse, dieselbe zu Terrainaufnahmen und zur Festlegung architektonischer Objekte zu verwenden.

In der Tat sammelt das photographische Objektiv das vom Originale ausgehende Strahlenbündel und sendet es aus einem zweiten Punkte, etwas parallel verschoben, wieder aus, und dieses zweite Strahlenbündel erzeugt in seinem Schnitte mit der lichtempfindlichen Schicht der Platte ein verkleinertes, perspektivisches Bild des Originals: das Negativ.

Selbstverständlich ist auch das Positiv, welches sich vom Negative nur durch die Umkehrung von Licht und Schatten unterscheidet, ein geometrisch richtiges perspektivisches Bild. Bei einer justierten Kamera wird der Horizont und die Vertikallinie in der Ebene des Bildes ersichtlich gemacht, und in ihrem Schnittpunkt ergibt sich der Haupt- oder Augenpunkt des Photogramms. Wenn diese beiden Linien als Achsen eines Koordinatensystems angenommen werden, ist es möglich, die Lage eines jeden Bildpunktes unzweideutig zu bestimmen. Ist auch die Bilddistanz bekannt, d. i. die Entfernung des Scheitels des aus dem Objektiv austretenden Strahlenbündels von der Bildebene, so können aus den Bildkoordinaten und der linearen Bilddistanz Horizontalwinkel, bezogen auf die Bilddistanz, und Vertikalwinkel, bezogen auf den Horizont, durch Rechnung und Konstruktion abgeleitet werden. Das Photogramm bietet somit alle Daten zur Ausführung einer indirekten photographischen Winkelmessung.

In der Geodäsie erfolgt die Festlegung von Punkten im Raume nach sehr verschiedenen Methoden; für die Anwendung der Photographie kommt jedoch nur die sogenannte Standlinienmethode in Betracht, bei der aus den Endpunkten einer bekannten Grundlinie zwei orientierte Aufnahmen des Objektes gemacht werden. Jeder in beiden Photogrammen identifizierbare Punkt läßt sich sodann als Spitze eines Dreiecks festlegen, dessen Basis von der Standlinie gebildet wird.

Der Grundgedanke zu diesem Verfahren findet sich schon bei dem deutschen Forscher J. H. Lambert, zuerst zur Ausführung gebracht wurde es von dem französischen Ingenieur-Geographen Beautemps-Beaupré, der allerdings noch aus freier Hand entworfene perspektivische Zeichnungen benutzen mußte und dem dennoch auf seiner Weltreise Aufnahmen der Inseln Vandiemensland und Santa Cruz gelangen.

Naturgemäß mußten diese Aufnahmen mit groben Fehlern behaftet sein, und erst als die Erfindung Daguerres dem Geometer in der Sonne einen unvergleichlich schnellen, individuell unbeeinflussbaren und ideal genauen Zeichner zur Verfügung stellte, konnte die neue Meßmethode zu größerer Geltung gelangen, allerdings noch immer langsam genug.

Das Verdienst, das photographische Meßverfahren in die Praxis eingeführt zu haben, gebührt dem französischen Oberst A. Laussedat, der sich auch für die Vervollkommung der neuen Methode, der Metrophotographie oder Photogrammetrie, bis an sein Lebensende mit größter Opferwilligkeit betätigte.

Die größte Schwierigkeit bei der Verwendung der Photogramme bildet die Auffindung identischer Punkte auf den beiden Bildern, und diese Schwierigkeit wächst sehr bedeutend mit der Länge der Basis. Je kürzer aber die Basis gewählt wird, desto ungenauer muß sich das Resultat der Aufnahme wieder ergeben, und so stand der Geometer hier vor einem bösen Dilemma, aus dem bis vor kurzem noch kein Ausweg möglich schien.

Für den strebenden und ringenden Menscheng Geist gibt es aber kein starres: „Non possumus“, und so fand sich auch hier eine überraschend einfache Lösung, die im wesentlichen auf der bekannten Erscheinung des stereoskopischen Sehens, d. i. der optischen Raumwahrnehmung beim Sehen mit zwei Augen, beruht.

Objekte, welche sich bis zu einer Entfernung von ca. 500 m in verschiedenen Abständen befinden, werden nämlich beim Sehen mit beiden Augen als hintereinander liegend wahrgenommen, während sie beim Gebrauche nur eines Auges gleich weit erscheinen. Durch das Helmholtzsche Telestereoskop kann diese Tiefenwahrnehmung sogar bis auf einige Kilometer erweitert werden.

Es lag nun nahe, einen Punkt im Aufnahmeterrain dadurch festzulegen, daß statt der von den Rayons mit der Basis eingeschlossenen Winkeln, die mit diesen Winkeln in einem rechnerisch verwertbaren Zusammenhange stehenden parallaktischen Tiefenunterschiede in einem stereoskopischen Fernrohrbilde gemessen werden.

An Stelle der wirklichen Landschaft können selbstverständlich auch photographische Aufnahmen verwendet werden, die aus den Endpunkten einer Standlinie von bekannter Länge aufgenommen wurden, und zwar so, daß die Bildebenen der beiden Standpunkte in einer Vertikalebene sich befinden.

Die praktische Verwertbarkeit dieser Prinzipien wurde durch eine Idee des Ingenieurs Grousillier in Berlin, der Verwendung einer fixen Marke, die durch Verschiebung des einen Stereoskopbildes zu wandern scheint, wesentlich erleichtert, und so entstand der von dem wissenschaftlichen Mitarbeiter des Karl Zeiß-Werkes in Jena, Dr. C. Pulfrich, konstruierte Stereokomparator.

Man sieht darin das aufgenommene Objekt plastisch vor sich und kann die wandernde Marke mittels einer Mikrometerschraube leicht mit einem bestimmten Punkte der Landschaft auf gleiche Entfernung stellen und die zur Festlegung des Punktes erforderlichen Daten ermitteln.

Es ist hierbei unbedingt notwendig, daß die Lage der beiden Bilder im Pulfrichschen Apparate der Stellung der lichtempfindlichen Platten während der photographischen Aufnahme entspricht. Da nun im Stereokomparator beide Bilder in einer Ebene liegen, muß dies auch bei der Aufnahme, wie bereits erwähnt, hinsichtlich der beiden Platten der Fall sein. Das erörterte Meßverfahren, welches weit weniger anstrengend für die Augen des Ingenieurs ist, als die Rekonstruktion nach der gewöhnlichen photogrammetrischen Methode, wird nun allgemein als „Stereophotogrammetrie“ bezeichnet.

Die photographische Meßkunst kann sich daher dermalen auf drei Methoden stützen: auf die photographische Winkelmessung, die Laussedatsche Metrophotographie oder Photogrammetrie und die Pulfrichsche Stereophotogrammetrie. Sie ist heute bereits zu einem unentbehrlichen Hilfsmittel des Geodäten geworden und hat auch in den verschiedensten anderen Wissenszweigen vielseitige Anwendung gefunden.

Ich will diese Anwendungsgebiete nun kurz erörtern und hoffe, daß es mir dadurch gelingen wird, die große Bedeutung der photographischen Meßkunst am nachdrücklichsten darzutun.

Durch die Benutzung der photographischen Kamera hat vor allem die Topographie einen bedeutenden und mit den früheren Hilfsmitteln vollständig unerreichbaren Aufschwung genommen.

Die Anwendung der alten topographischen Methoden war in schwer zugänglichem Terrain, insbesondere in den Felsenregionen des Hochgebirges, mit außerordentlichen Hindernissen verbunden und stellte an die körperliche Leistungsfähigkeit, an die Geisteselastizität und die Ausdauer des Topographen sehr hohe Anforderungen. Dazu kam noch, daß die beteiligten militärischen und touristischen Kreise immer höhere Ansprüche an die kartographische Terraindarstellung richteten.

Die Anwendung der Photographie ermöglichte es nun, diesen hohen Anforderungen auch im schwierigsten Terrain leicht gerecht zu werden.

In Preußen ist Prof. Dr. A. Meydenbauer, in Italien P. Paganini für die Ausbildung der phototopographischen Methoden tätig gewesen. In Amerika verwendet sie E. Deville seit mehr als 20 Jahren zur Aufnahme der kanadischen Felsengebirge der Rocky-Mountains und auch der „United States Coast and geodetic Survey“ hat unter der umsichtigen Leitung des Deutschamerikaners Flemer eine bedeutende Area in Alaska und im Felsengebirge auf photogrammetrischem Wege festgelegt.

In Österreich hat sich vornehmlich der Vorstand der technischen Abteilung des k. und k. militärgeographischen Instituts, General Baron A. Hübl, mit phototopographischen Aufnahmen im Hochgebirge beschäftigt.

Im Jahre 1891 wurde eine Probeaufnahme am Bisamberge bei Wien durchgeführt. Die gewonnenen Erfahrungen wurden zuerst bei einer Neuaufnahme der hohen Tatra verwertet, worauf dann in ziemlich rascher Folge eine ganze Reihe von Aufnahmen in den österreichischen Alpen durchgeführt wurde.

Ein Vergleich zwischen Hochgebirgsaufnahmen nach den alten Methoden und phototopographischen Arbeiten zeigt auf einen Blick die große Überlegenheit des neuen Verfahrens. Der Kartograph kann eben an der Hand der Photogramme die Gestalt und Eigenart jeder Felswand, jedes Grates genau studieren und damit schwindet die schematische Darstellung aus den topographischen Karten und macht einer individualisierenden Behandlung Platz. Es kann endlich der äußerst zutreffenden Forderung des Züricher Professors Becker Rechnung getragen werden, daß „im Ausdrucke der Oberflächengestaltung möglichst auch der Schichtenbau angedeutet werden solle“.

Äußerst vorteilhaft hat sich die photographische Meßkunst auch bei den Vorarbeiten für alle technischen Bauten im Hochgebirge bewährt. Geheimrat Professor Dr. K. Koppe hat die Präzisionsphotogrammetrie bei dem Bau der Jungfraubahn mit vollem Erfolge in Anwendung gebracht, in Rußland hat sie Staatsrat R. Thiele bei den Vorarbeiten für die Amurbahn und bei dem projektierten Bau einer Bahnlinie von Tiflis nach Persien verwertet. In Österreich hat die k. k. Eisenbahn-Baudirektion durch Hauptmann S. Truck zu Studien für die Verwertung der gewaltigen, derzeit größtenteils noch brachliegenden Wasserkräfte in den Alpenländern eine Reihe vorzüglich gelungener stereophotogrammetrischer Aufnahmen durchführen lassen.

Wir Österreicher dürfen auch das Verdienst für uns in Anspruch nehmen, zuerst die Anwendung der photogrammetrischen Methode für forsttechnische Arbeiten praktisch erprobt zu haben. Der Ministerialrat Wang in Wien führte im Jahre 1891 im Gebiete der Wsetiner Becwa in Mähren die Aufnahme einer Runse erfolgreich durch und Forstrat Kobsa machte in demselben Jahre Studien in den Staatsforsten des Zillertales und in der Hinterriß in Tirol und gelangte zu dem Resultate, daß sich die Photogrammetrie im Forstbetriebe besonders zur approximativen Feststellung der Vegetationsgrenzen eigne, ferner zur Einzeichnung von Bestandsforsten, die auf schwer oder gar nicht zugänglichen Felspartien stocken, zur Aufnahme von Lawinen, Schutthalden, markanten Blößen und Felswänden.

Während aber in der Topographie und in der Ingenieurpraxis die photographische Meßkunst immerhin auf ein Spezialgebiet beschränkt ist und wohl auch beschränkt bleiben wird, ist ihr Anwendungsgebiet in der Architektur und in der Denkmalpflege ein universelles und bildet sie hier einen Faktor von hoher kultureller Bedeutung.

Bei der Rekonstruktion der photogrammetrischen Aufnahmen architektonischer Objekte ergeben sich überdies schon infolge der regelmäßigen Gliederung, der symmetrischen Details und der Fülle von parallelen Linien, hauptsächlich aber wegen der bequemen Verwertung der Verschwindungspunkte und der Leichtigkeit der Identifizierung viele Vereinfachungen und rasche Konstruktionen.

Es enthält somit bei solchen Aufnahmen der wesentlichste Nachteil, der sonst der Photogrammetrie anhaftet: die Langwierigkeit der häuslichen Rekonstruktionsarbeiten, und wäre es darum sehr wünschenswert, daß die photographische Kamera auf dem Gebiete der architektonischen Aufnahmen recht bald zur Alleinherrschaft gelange. Damit würde auch eine rationelle Denkmalpflege und die Schaffung von Denkmälerarchiven wesentlich erleichtert.

Ich betone es gerne bei jeder sich mir bietenden Gelegenheit, daß ich die Schaffung eines solchen Archivs für eine unabweisliche Pflicht eines Kulturvolkes halte.

Die Bauwerke der verschiedenen Zeitalter, in denen sich das Wesen und die Kultur verschiedener Generationen weit getreuer widerspiegelt als in toten Überlieferungen, die Denkmäler, die unsere Vorfahren und wir dankbaren Herzens den Fürsten des Geistes, der Kunst und der Tat errichteten, sie sind vor allem geeignet, das Bewußtsein der Zusammengehörigkeit mit dem heimatlichen Boden zu wecken und zu fördern.

Saxa loquuntur. Die erzene oder granitene Sprache redet lauter und vernehmlicher zu den Enkeln als die toten Buchstaben des besten Lehrbuchs und wird sie mächtig anspornen, das Erbe ihrer Vorfahren würdig zu verwalten und zu vermehren.

Ein intensives und ernstes Studium der Denkmäler, und zwar möchte ich diese Bezeichnung im weitesten Sinne des Wortes verstanden wissen, wird aber auch sehr viel zur Förderung des Fortschrittes in der Kunst beitragen. Es ruht in ihnen ein Schatz, an dem der Zahn der Zeit zwar immerwährend nagt, der aber wie die sybillinischen Bücher der römischen Sage immer höher im Werte steigt, je mehr er zusammenschmilzt.

Meydenbauer sagt: „Es sind Merksteine der Landesgeschichte in historisch gewordenen Formen, die in ihrer Entwicklung abgeschlossen sind, die niemals wieder erfunden, nur nachgebildet werden können.“ Er ist auch der Anschauung, daß alles Kunststreben der Menschheit den historisch gewordenen Kunstformen nichts Ebenbürtiges nachfolgen lassen kann, und findet den Beweis hierfür in der Moderne, in der er nur Rückfälle in indische, chinesische und mexikanische Vorbilder gewahrt und in der er eine neue Wurzel der Kunst nicht aufzufinden vermag.

Es ist nun wohl richtig, daß unsere modernen Künstler, so ängstlich sie auch bestrebt sind, die alten Bahnen der historischen Entwicklung zu verlassen und ihren Werken einen von der Tradition unbeeinflussten, individuellen Zug einzuprägen, dennoch — wenn auch unbewußt — aus der reichen Schatzkammer der Vergangenheit schöpfen.

Es ist ja doch die letzte Quelle aller wahren Kunst die Natur allein und die schöpferischer Kunstgebilde aller Zeiten, vom griechischen Säulenkapital bis zum barockesten sezessionistischen Motiv müssen sich schließlich auf Naturformen zurückführen lassen, oder sie sind eben Spielerei und keine Kunst.

Eines vermag ich aber nicht zu glauben und zu fassen, daß auf irgendeinem Gebiete menschlichen Strebens, und sei dasselbe auch noch so sehr auf persönlichem Empfinden, auf persönlicher Schaffenskraft beruhend wie in der Kunst und nun gar in der bildenden Kunst, die höchste Vollkommenheit hinter uns und nicht vor uns liegen sollte.

Und immer wieder können neue wissenschaftliche Entdeckungen neue Wurzeln der Kunst liefern, wie ja die Verwendung der eisernen Traverse schon ihren Einfluß auf den modernen Baustil ausgeübt hat.

Die wirklich künstlerischen Denkmale der aufeinanderfolgenden Stilperioden, so verschieden sie in der Auffassung, in der Ausführung auch ausgefallen sind, müssen den harmonischen Ariadnefaden bilden, der durch tausend irreführende Verschlingungen sich emporrankt zu dem ewigen Schönheitsideal, das freilich auch unerreichbar bleiben wird wie eben alle Ideale.

Für die Denkmalpflege und das Denkmälerarchiv bildet die Photogrammetrie im Vereine mit der Photographie ein allen Ansprüchen gerecht werdendes Hilfsmittel von schwer zu übertreffender Vollkommenheit.

In Preußen besteht bereits seit dem Jahre 1885 unter der Leitung Meydenbauers eine Meßbildanstalt, verbunden mit einem Denkmälerarchiv, in welchem nahezu 1000 Baudenkmäler photogrammetrisch festgelegt sind. Auch die Schweiz hat infolge der kraftvollen Initiative des Architekten Fechter im Jahre 1899 die Photogrammetrie offiziell in den Dienst der Denkmalpflege gestellt. Das österreichische Ministerium für Kultus und Unterricht hat vor zwölf Jahren ebenfalls photogrammetrische Probeaufnahmen angeordnet, mit deren Durchführung ich die Ehre hatte betraut zu werden. Es wurden die Karlskirche in Wien, das Meisterwerk Fischer von Erlachs, und die in gotischem Stil in neuerer Zeit erbaute Pfarrkirche zu Gersthof bei Wien aufgenommen, und ich hege die feste Hoffnung, daß trotz der noch immer erhobenen finanziellen Bedenken in absehbarer Zeit auch Österreich an die Schaffung eines photogrammetrischen Institutes und eines Denkmälerarchivs schreiten wird.

Die Eigenheit der photogrammetrischen Methode kommt auch dem Archäologen besonders zu statten, da dieser sehr oft die Maße des untersuchten Objektes ermitteln muß, ohne den Gegenstand seines Studiums berühren zu können oder zu dürfen.

Während der Expedition zur Beobachtung des Venusdurchganges im Jahre 1874 erbrachte Dr. Stolze den praktischen Beweis, daß mit dem photographischen Meßbildverfahren tadellose Resultate unter Umständen zu erzielen sind, wo alle anderen Methoden absolut unanwendbar wären. Unter militärischer Bedeckung gelang es ihm, mehrere Aufnahmen der Freitagsmoschee in Shiraz zu erlangen, eines Heiligtums aus der ersten Zeit des Islam, dessen Betreten allen Ungläubigen strengstens untersagt ist. Aus den unter Lebensgefahr in minimaler Zeit durchgeführten Aufnahmen wurde dann das in künstlerischer und historischer Beziehung äußerst interessante Bauwerk von Prof. Meydenbauer in Bild und Maß festgelegt.

Der Berliner Architekt Serz hat eine Reihe historisch interessanter Baudenkmale in Konstantinopel ebenfalls unter schwierigen Umständen gesichert, doch sind seine verdienstvollen Arbeiten leider viel zu wenig gekannt.

Die österreichische archäologische Kommission hat über Anregung der Professoren Benndorf und Niemann photogrammetrische Aufnahmen der Basilien in Aquileja, der Ruinenfelder in Ephesos und des berühmten diokletianischen Palastes in Spalato durchführen lassen.

Ich will hier erwähnen, daß für archäologische Zwecke gewöhnliche photographische Apparate nach der Methode des französischen Forschers Dr. Le Bon sehr leicht adaptiert werden können und will mich jetzt der geographischen Forschung zuwenden. Diese hat zwar schon den weitaus größten Teil des Erdballs bezwungen, und die jungfräulichen Gegenden, die dem Forscher verhaßten weißen Stellen auf den Karten sind sehr klein und selten geworden. Aber gerade dort, wo sich diese unerforschten Stellen befinden, stehen der kartographischen Aufnahme fast immer bedeutende Hindernisse entgegen, die ebensowohl in der Eigenart des Terrains als der Bevölkerung begründet sein können. Jeder Forschungsreisende wird es daher mit Freuden begrüßen, daß ihm die photographische Kamera diese Hindernisse meistens leicht aus dem Wege räumt.

Die erste praktische Arbeit in dieser Richtung wurde von Prof. Jordan auf der Rolf-Expedition in die Lybische Wüste in den Jahren 1873/74 durchgeführt. Auch die Arbeiten der Polarforscher Nanthorst und Fürst Golitzin wären hier anzuführen. Die Vorteile der Kamera, die es ermöglicht, eine Fülle von Details festzulegen, die bei direkter Aufnahme schon aus Zeitmangel nicht bewältigt werden könnten, zeigen sich unter anderem auch in den schönen kartographischen Arbeiten,

welche der Offizial des k. und k. militärgeographischen Institutes in Wien, J. Tschamler, nach den photographischen Aufnahmen des Linienschiffs-Kapitäns von Höhnel sowie des Dr. Penther angefertigt hat.

Die Fülle exakter Details, dieser hervorragendste Vorzug der Photographie ist eine reiche Fundquelle für die verschiedensten Wissenszweige. So kann der Geologe durch die Kombination zweier Bilder über die Neigung von Schichten und ihren Verlauf, überhaupt über alle ihn interessierenden Phänomene, die durch metrische Relationen feststellbar sind, erwünschte Aufklärung bekommen.

Die Photogrammetrie bietet ihm auch ein bequemes Mittel, die Veränderungen, die im Laufe der Zeiten auf der Erdoberfläche stattgefunden haben, nicht nur dem Wesen, sondern auch dem Maße nach festzustellen. Dies erscheint von besonderer Wichtigkeit in Gebieten, wo sich in den oberen Schichten der Erdkruste Hohlräume befinden, insbesondere in bereits stark abgebautem Bergwerksterrain.

Die Amerikaner verwenden die Photogrammetrie bereits systematisch für die geologische Landesaufnahme.

Sie benutzen wohl die vorhandenen topographischen Karten als Grundlage für ihre Arbeiten, ergänzen dieselben aber auf Grund planmäßig vorgenommener photogrammetrischer Arbeiten mit allen geologisch bedeutungsvollen Details.

Prof. Dr. Franz Wähler von der deutschen technischen Hochschule in Prag hat sich seit mehr als zehn Jahren mit der Erforschung des Sonnwendgebietes in Tirol beschäftigt und auf Grund seiner photographischen Aufnahmen durch den bereits erwähnten Offizial Tschamler eine Karte herstellen lassen, welche auf unserer Ausstellung zu sehen ist und über deren Vorzüge ich daher nicht zu sprechen brauche.

Nur kurz erwähnen möchte ich, daß die zu Meßzwecken adaptierte Kamera auch dem Botaniker und Mineralogen wichtige Aufschlüsse zu geben vermag. Ersterem erleichtert sie wesentlich die Beobachtung des Wachstums der Pflanzen, letzterem die verschiedensten kristallographischen Studien.

Weit wichtiger als für die eben angeführten Zwecke ist die Photogrammetrie natürlich für den Meteorologen.

Für diesen ist der Umstand von wesentlicher Bedeutung, daß bei photogrammetrisch festzulegenden Punkten jede Bezeichnung und Signalisierung entfällt und daß für die Aufnahme ein kleiner Bruchteil einer Sekunde hinreicht.

Das ganze Problem der Wolkenmessung, welches sich aus der Ermittlung der Höhe, Geschwindigkeit, Bewegungsrichtung und Mächtigkeit der Wolken zusammensetzt, kann auf photogrammetrischem Wege einfach bewältigt werden.

Schon die deutschen Forscher Zenker und Feußner beschäftigten sich mit der Anwendung der Photogrammetrie in der Wolkenmessung, aber die ersten praktischen Wolkenmessungen mit einem Wolkenphototheodolit erfolgten in dem Kew-Observatorium in England.

Im Jahre 1891 wurde mit Rücksicht auf die verblüffenden Resultate des Berliner Astronomen O. Hesse von dem Meteorologenkongreß in München der Beschluß gefaßt, durch internationale Wolkenmessungen unter Anwendung des photographischen Meßverfahrens die Bewegungsvorgänge der Atmosphäre zu erforschen. Das Jahr 1897 wurde als internationales Wolkenjahr bestimmt und auf 18 Stationen tatsächlich eine äußerst reiche Anzahl von Aufnahmen durchgeführt.

Wenn dieses Beobachtungsmaterial vollständig verarbeitet sein wird, werden die Meteorologen wohl imstande sein, aus der Fülle der scheinbar sprunghaften und widerspruchsvollen Erscheinungen in der Atmosphäre das Gesetzmäßige herauszufinden und manches Problem seines hypothetischen Charakters zu entkleiden.

Wie das Wolkenproblem wurde auch das für die Meteorologie ebenfalls äußerst wichtige Studium des Gletscherphänomens durch die Photogrammetrie wesentlich gefördert. E. Richter, Forel, Lang u. a. haben gezeigt, daß ein unleugbarer Zusammenhang zwischen den Gletscherschwankungen und den schon von Prof. Brückner nachgewiesenen Klimaänderungen auf der Erdoberfläche besteht.

Die Erforschung dieses Zusammenhanges ist aber nur durch genaue Messungen der Gletscherschwankungen möglich, und hierzu bietet wieder die Photogrammetrie dem Forscher eine bequeme Handhabe.

Erich von Drigalski, der bekannte Geograph und Forschungsreisende, hat mehrere Gletscher Grönlands photogrammetrisch vermessen. Henri Vallot, der Erbauer und Besitzer eines wissenschaftlichen Observatoriums auf dem Mont Blanc, betätigte sich im selben Sinne in den französischen Alpen, und Prof. S. Finsterwalder in München ist seit dem Jahre 1887 ebenfalls unermüdlich auf diesem Gebiete tätig.

Bei der großen Genauigkeit der photogrammetrischen Winkelmessung war es naheliegend, daß diese Methode auch in der Astronomie vielseitige Anwendung fand. Besonders bei Sonnenaufnahmen, bei totalen und partiellen Sonnenfinsternissen, bei Venusdurchgängen und bei Auffindung neuer Gestirne wurde die Himmelsphotogrammetrie wiederholt verwertet, ihre größte Errungenschaft besteht aber in einer weitgehenden Vermessung des Himmels, einer förmlichen Inventarisierung aller bis zum heutigen Tage bekanntgewordenen Himmelskörper.

Ein in neuerer Zeit viel besprochenes Problem der Astronomie, die Beobachtung und das Studium der Sternschnuppenschwärme wurde

ebenfalls durch die Photogrammetrie bedeutend gefördert, indem es durch dieses Verfahren ermöglicht wurde, den Radiationspunkt, d. h. jene Stelle des Himmels, von der die Meteoriten ihren Ausgang nehmen, festzustellen und die Richtung und Geschwindigkeit ihrer Bewegung mit Sicherheit zu ermitteln. Die ersten Studien in dieser Richtung wurden in Amerika vorgenommen.

Um den für alle diese Arbeiten erforderlichen hohen Grad der Genauigkeit erreichen zu können, mußte einerseits die Ausführung der photographischen Objektive zur höchsten Vollkommenheit gebracht und andererseits durch Schraubenmikrometer die Genauigkeit der Plattenmessung bedeutend gesteigert werden.

Zur bequemen photographischen Fixierung von Sternschnuppenschwärmen wurden von dem Adjunkten der Wiener Universitätssternwarte Dr. J. Rheden und von dem unermüdlichen Vorkämpfer für ein Höhenobservatorium in Österreich, dem Oberlandesrat Dr. K. Kustersitz, praktisch sehr verwendbare Meteorographen konstruiert.

Die Erfahrung hat gelehrt, daß die von Forschungsreisenden durchgeführten geographischen Positionsbestimmungen mit ziemlich bedeutenden Fehlern behaftet waren; wenn auch die geographischen Breiten halbwegs genau ermittelt wurden, so ergaben sich doch bei den Längenbestimmungen Fehlerquellen, die dem Resultate nur sehr problematischen Wert verliehen. So waren sogar die Längenbestimmungen eines Alexander von Humboldt in Südamerika mit Fehlern von einem halben Grade und darüber behaftet. Nun hat bereits vor 25 Jahren Dr. Stolze auf die Verwendung der Photographie zur geographischen Ortsbestimmung hingewiesen und ist in Wort und Schrift für die Ausbreitung dieser Idee unermüdlich tätig gewesen. Er hat auch gezeigt, daß die erforderlichen Aufnahmen sogar mit gewöhnlichen photographischen Kameras ausgeführt werden können.

Mehrere Forscher wie Runge, Dr. Schlichter, Marcuse, Schnauder, Schwarzschild, der Engländer Hill u. a. haben Stolzes Vorschlag praktisch erprobt und zufriedenstellende Resultate erzielt, insbesondere gestatten die von Schnauder und Schwarzschild eingehend erprobten Zenitaufnahmen eine genaue Bestimmung der geographischen Breite, während Prof. Koppe die photographische Längenbestimmung mittels Mondstrecken auf einen hohen Grad der Genauigkeit gebracht hat.

Werden Phototheodolite bei photographischen Positionsbestimmungen verwendet, so gestatten sie der lichtempfindlichen Platte jede gewünschte Lage gegen die Vertikale und die Himmelsachse zu geben und in dieser Lage unverrückt zu erhalten, Vorteile deren man sich bei der Verwendung einfacher photographischer Kameras allerdings nicht erfreuen kann.

Durch die gewaltigen Fortschritte, welche in letzter Zeit auf allen Gebieten der Photographie und Elektrotechnik errungen wurden, durch die Entdeckung der Röntgen- und Becquerelstrahlen, durch die epochalen Versuche Ramsays, welche eine so drastische Illustration zu dem Worte Macaulays bilden, daß die höchste Gelehrsamkeit einer Generation der nächsten schon als sehr oberflächliches Wissen erscheint und die Perspektive eröffnen, daß ein Realschüler des 21. Jahrhunderts viele Lehren der heutigen Chemie ebenso lächerlich finden könnte wie wir den Stein der Weisen der alten Alchimisten, durch alle diese epochalen Forschungsergebnisse ist es möglich geworden, für das Auge unsichtbare Vorgänge in der Natur auf der photographischen Platte festzuhalten, so daß man mit Fug und Recht heute schon von einer Photographie des Unsichtbaren sprechen darf.

Hofrat Prof. Mach in Prag ist es gelungen, Schallwellen und ihre Interferenz, ferner den Austritt hoch komprimierter Luft aus einem Reservoir und den Anprall derselben an ein Hindernis photogrammetrisch aufzunehmen und dadurch den Nachweis zu erbringen, daß es mittels der Photogrammetrie möglich sein wird, wichtige Aufschlüsse für das schwierige Studium der Wellenlehre zu erlangen.

Zur Photographie des Unsichtbaren sind auch die ballistischen Aufnahmen zu rechnen, denn es handelt sich hierbei nicht nur um die Flugbahn des Geschosses, sondern auch um die Verdichtungen und Verdünnungen der atmosphärischen Luft um das im Fluge befindliche Projektil, um die Gewinnung von Anhaltspunkten zur Ermittlung einer Formel für die Berechnung des Luftwiderstandes, die den tatsächlichen Verhältnissen soviel als möglich entspricht.

Die ersten Versuche, eine abgefeuerte Kanonenkugel zu photographieren, wurden schon im Jahre 1863 im Arsenal zu Woolwich ausgeführt, doch konnte das Resultat bei dem damaligen Stande der photographischen Technik kein besonders glänzendes sein.

In Österreich beschäftigten sich die Professoren Mach, Salcher und Riegler mit dem Probleme und gelangten zu einer genauen Anschauung der Vorgänge, welche sich im Luftraum um das Projektil abspielen.

Ihre Versuche ergaben bereits wichtige praktische und theoretische Resultate, es bleibt jedoch immer noch weiteren Versuchen vorbehalten, die Druckkräfte in der Umgebung des Geschosses auch der Stärke nach zu bestimmen, den Einfluß der Rotation und Reibung zu untersuchen und die Beschaffenheit der Strömungen in der verdichteten bzw. verdünnten Lufthülle zu ermitteln.

Der Engländer V. Boye hat im Jahre 1893 die Machschen Versuche noch verbessert.

Hauptmann von Dreger, der artilleristische Leiter des Grusonwerkes, untersuchte um das Jahr 1885 die Frage der Pendelung der fliegenden Geschosse mittels einer Lochkamera, der österreichische Marine-Artillerie-Ingenieur Kral setzte diese Versuche fort, und Prof. Neesen in Berlin erzielte auf dem Kummersdorfer Schießplatze in den Jahren 1890 und 1891 bei seinen Experimenten mit Granaten bereits greifbare Resultate.

Zum Studium von Bewegungen hat man die Chronophotographie oder Kinematographie mit der Photogrammetrie kombiniert. Der deutsche Forscher O. Tischer hat den Gang eines Mannes in 31 Phasen photogrammetrisch festgelegt und schuf auf diese Weise konkrete Unterlagen für die durch die Gebrüder Weber aufgestellte Theorie der menschlichen Gehwerkzeuge.

Prof. O. Flamm von der technischen Hochschule in Berlin-Charlottenburg hat sich die Aufgabe gestellt, durch stereokinematographische Aufnahmen das physikalische Wesen des Schiffswiderstandes, die Wirkungsweise der Schiffsschraube und die bei ihrer Aktion auftretenden gesetzmäßigen Wasserbewegungen zu erforschen; die Versuche dieses Gelehrten sind jedoch noch nicht abgeschlossen. Für die Praxis des Schiffbaues und für maritime Zwecke überhaupt ist eine genaue Messung der Meereswellen von großer Wichtigkeit, und ist es Dr. E. Kohlschütter in Hamburg auf stereophotogrammetrischem Wege gelungen, in dieser Richtung bemerkenswerte Resultate zu erzielen.

Prof. Laas in Charlottenburg hat gelegentlich einer Reise mit dem Vollschiff „Preußen“ eine Reise von Stereophotogrammen aufgenommen und damit den Nachweis erbracht, daß die Form der Meereswellen nicht so einfach ist, als es die Theorie bisher annahm.

Die Marinen der verschiedensten Staaten haben die Photographie speziell in den Dienst der Küstenaufnahmen gestellt.

Der italienische Ingenieur-Geograph P. Paganini konstruierte speziell für hydrographische Aufnahmen ein eigenes photogrammetrisches Instrument, das sich bei Küstenaufnahmen der Eritrea am Roten Meere sehr gut bewährt hat. Auch die österreichische Marine hat mehrere Häfen im Roten Meere photogrammetrisch festgelegt.

Instruktive Untersuchungen über die Portée-Ermittlung bei Schießversuchen gegen die See wurden vor zwei Jahren in Pola von General Baron Hübl und Linienschiffsleutnant F. Neusser auf stereophotogrammetrischem Wege durchgeführt.

Überhaupt ist das Anwendungsgebiet der photographischen Meßkunst für maritime Zwecke ein äußerst ausgedehntes. Wie der ehemalige österreichische Marineoffizier Th. Scheimpflug eingehend erörtert hat, kann sie außer zur fliegenden Aufnahme von Küstenstrichen noch zum Ausloten von Meeresteilen, zur Rekognoszierung feindlicher Stel-

lungen, zur Konstatierung von Havarien, zur periodischen Kontrolle eines beschädigten Schiffes gelegentlich der Dockungen, zur Konstatierung von Formveränderungen aufgeholter Torpedoboote, zur exakten Messung aller bei Minensprengungen auftretenden Erscheinungen, endlich zur Vermessung der Bug- und Heckwelle eines Schiffes äußerst vorteilhaft verwendet werden.

Daß die Photogrammetrie auch im modernen Seekampfe eine sehr wichtige Rolle zu spielen berufen ist, wurde im letzten russisch-japanischen Kriege bewiesen. Die ganze Meerenge von Tsu-sima war von den Japanern photogrammetrisch aufgenommen worden. Die mit einem engen numerierten Quadratnetze versehenen Abzüge der Aufnahmen befanden sich sowohl auf einer gedeckten Beobachtungsstation als auch auf den durch drahtlose Telegraphie mit dieser Station verbundenen japanischen Schiffen. Als die russische Flotte in die Meerenge einfuhr, konnte die Beobachtungsstation deren jeweilige Stellung den japanischen Schiffen leicht signalisieren, und die russischen Fahrzeuge waren der japanischen Schiffsartillerie fast wehrlos ausgeliefert.

Eine sehr wichtige Rolle für wissenschaftliche und militärische Zwecke dürfte in nächster Zukunft der Ballonphotogrammetrie zufallen. Alle Staaten wetteifern gegenwärtig miteinander, um zuerst ihre Flagge auf einem lenkbaren Luftschiffe zu hissen. Ich neige wohl der Ansicht zu, daß die endgültige Eroberung des Luftozeans nicht einem lenkbaren Riesenballon, sondern eher einem Äroplan gelingen wird, der mit künstlichen Schwingen und einem elektrischen Motor in stolzem Adlerflug dahinschweben wird.

Schon in den alten mythischen Erzählungen träumte ja der menschliche Geist von solchem Fluge, und auch die scharfsinnigen Künstleraugen eines Böcklin wollten dem Fluge der Vögel ihr Geheimnis ablauschen.

Für Vermessungszwecke allerdings, und speziell für stereophotogrammetrische Aufnahmen ist das starre Ballonsystem wenigstens gegenwärtig der geeignete Typus. Ich habe in einem Vortrage über Ballonphotogrammetrie im österreichischen Ingenieur- und Architekten-Verein am 9. Januar d. J. mich mit dieser Frage beschäftigt und habe schon damals ausdrücklich hervorgehoben, daß das starre Zeppelinische Luftschiff mit seinen zwei in einem fixen Abstände von ca. 80 m montierten Gondeln eine vorzügliche konstante Basis für stereophotogrammetrische Aufnahmen besitze, und daß die Herstellung einer topographischen Karte des mit dem Ballon bestrichenen und stereophotogrammetrisch aufgenommenen Terrains keine wesentlichen Schwierigkeiten biete, nachdem ja auch die verschiedenen Höhen, aus denen die Aufnahmen erfolgen würden, unschwer mit hinlänglicher Genauigkeit zu bestimmen wären.

Nun sollen diese Ideen, wie ich aus Mitteilungen des Geheimrats Prof. Hergesell an einen Mitarbeiter des Berliner Lokalanzeigers entnehme, tatsächlich verwirklicht werden. Bei der geplanten Polarreise soll der Zeppelinsche Ballon in erster Linie als Vermessungsluftschiff dienen, und zwar wesentlich auf Grundlage der Photogrammetrie.

Auch in einem Zukunftskriege wird die Ballonphotogrammetrie unzweifelhaft einen wesentlichen Einfluß auf die Entscheidungen ausüben. Ein Fesselballon kam schon im Jahre 1862 im amerikanischen Bürgerkriege bei der Belagerung von Richmond zur Verwendung und ermöglichte es dem General Mac Clellan, die bedrohten Punkte rechtzeitig zu schützen und an gefährdeten Stellen dem Feinde mit überlegenen Streitkräften entgegenzutreten. Es wurde hierbei nach demselben Prinzip vorgegangen, welchem viele Jahre später die Japaner ihren großen Erfolg in der Meerenge von Tsu-sima zu verdanken haben.

Bei den großen Fortschritten der Ballontechnik und der Photogrammetrie in allerjüngster Zeit wird in künftigen Zeiten das Luftschiff zu Rekognoszierungszwecken sicher in keinem Hauptquartiere fehlen.

Vielleicht wird es sogar als Angriffswaffe Verwendung finden. Freilich ist es ein grauenvolles Bild, das sich unserer Phantasie von einem Kampfe aufdrängt, der nicht bloß zu Wasser und zu Lande, sondern auch in den Lüften geführt wird, es muß uns jedoch die Erwägung Beruhigung bringen, daß gerade die ungeheure Vervollkommnung und fürchterliche Wirkung der modernen Angriffswaffen die Verantwortung für das eiserne Würfelspiel so hoch spannen, daß es wenigstens große Staaten nur im allerstrengsten Sinne des Wortes als ultima ratio betrachten werden.

In theoretischer Beziehung hat sich Prof. Finsterwalder große Verdienste um die Ballonphotogrammetrie erworben. Hauptmann Scheimpflug hat einen Panoramenapparat konstruiert und mit demselben unter persönlichen finanziellen Opfern eine Reihe gelungener Versuchsaufnahmen durchgeführt.

Staatsrat R. Thiele hat mit einem ebenfalls von ihm selbst erdachten Apparat das Delta der Wolga und anderer russischer Flüsse aufgenommen und kartographisch festgelegt.

Wie wir sahen, war die Anzahl der Ingenieure, die sich mit der photographischen Meßkunst befaßten, wirklich nicht gering, die meisten derselben waren aber reine Praktiker und begnügten sich mit äußerst geringen theoretischen Hilfsmitteln, so daß sich die Fortbildung der Photogrammetrie in ihren Händen vornehmlich auf die Ausgestaltung der Apparate beschränkte.

Glücklicherweise ist jedoch auch die Theorie der photographischen Meßkunst durch Mathematiker und Geometer wesentlich gefördert

worden. R. Sturm, Schubert, H. Müller u. a. führten eine Reihe mathematischer Untersuchungen durch, welche in engster Beziehung zur photographischen Meßkunst stehen, allerdings ohne daß diese Gelehrten photogrammetrische Zwecke im Auge hatten.

Theoretisch gebildete Geometer, welche das photogrammetrische Problem in richtigem Erkennen als eine Umkehrung der Perspektive auffaßten, stellten den Kontakt zwischen der hochentwickelten projektiven Geometrie und einem ihrer dankbarsten Anwendungsgebiete her, und Prof. Guido Hauck in Berlin lenkte durch seine grundlegende Publikation „Theorie der trilinearen, projektivischen Systeme“ die Aufmerksamkeit der Fachkreise auf mehrere theoretische Sätze und Beziehungen, die eine vorteilhafte Verwendung in der Praxis zulassen.

Die theoretischen Fortschritte haben gewiß ebenfalls ihren redlichen Anteil an der Entwicklung der photographischen Meßkunst. Was Goethe den Mephistopholes zum Schüler sagen läßt:

„Grau, teurer Freund, ist alle Theorie
Und grün des Lebens goldner Baum“,

gilt nicht für die technischen Disziplinen. Hier trägt die Theorie gewiß grüne, lebenskräftige und mitunter wohl auch goldene Früchte.

Ich habe mich bemüht, Ihnen die Methoden und die Anwendungsgebiete der photographischen Meßkunst in übersichtlicher Darstellung vorzuführen und ich hoffe, daß es mir gelungen ist, den Nachweis zu erbringen, daß die Photographie ein sehr nützliches Hilfsmittel für Vermessungsarbeiten der verschiedensten Art bildet, da sie ohne Zeitaufwand und ohne besondere Mühe mathematisch genaue und rechnerisch und konstruktiv verwertbare Perspektiven jedes beliebigen Objektes liefert.

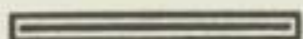
Durch die Einführung der Stereophotogrammetrie ist das Gebiet der photographischen Meßkunst noch wesentlich erweitert worden, so daß sich heute noch gar nicht überblicken läßt, in wie vielen Wissenszweigen sie noch als wertvolle Hilfskraft Eingang finden wird.

Wenn die Fortschritte der Photogrammetrie bis jetzt aber trotzdem noch nicht danach angetan waren, die aufrichtigen Freunde der Sache voll zu befriedigen, so liegt der Grund darin, daß ihre Anwendung oft sehr dilettantisch und unzeitgemäß erfolgte, daß Unberufene sich den übertriebensten Erwartungen hingaben und die unmöglichsten Erfolge erwarteten, daß man das neue Verfahren leider nur zu oft auch dort anwendete, wo die alten Methoden einfacher und billiger gearbeitet hätten.

Es ist dies eine Erscheinung, die wir immer und immer wieder auf allen Gebieten der menschlichen Forschung wahrnehmen können. Viele bedeutende Ideen sind in Vergessenheit geraten oder zumindest lange in ihrer Verbreitung aufgehalten worden, weil sie noch im

embryonalen Zustand — oft nur aus Reklamezwecken und von ganz Unberufenen — aus der stillen Stube des Gelehrten in das Getriebe des Tages hinausgestoßen wurden, weil sie in ihrem unfertigen Zustande natürlich die übertriebenen Voraussagen und Hoffnungen nicht gleich erfüllen konnten und in der auf das Erwartungsfieber folgenden Periode der Reaktion in Vergessenheit gerieten.

Ich hoffe jedoch zuversichtlich, daß die photographische Meßkunst, nachdem sie nunmehr ihre Kinderkrankheiten glücklich überstanden hat, und nachdem ihre Förderung von erprobten Fachleuten und zahlreichen wissenschaftlichen Verbänden tatkräftig in die Hände genommen wurde, einer Periode des Aufschwungs entgegengeht, ich hoffe auch, daß diese Ausstellung, die ein ziemlich übersichtliches Bild des gegenwärtigen Standes der Photogrammetrie und ihrer vielseitigen Anwendungen bietet, neue Freunde und Förderer unserer Sache erwecken wird.



Über gegenwärtig wirksame Hindernisse für die Verbreitung der Stereoskopie.

Von Dr. M. von Rohr, Jena.

Wenn ich der von Herrn Professor Luther an mich ergangenen Einladung Folge geleistet habe und jetzt vor Ihnen spreche, so werden unter meinen Zuhörern die, die meine Entwicklung kennen, wohl die Vermutung hegen, daß ich auf die Geschichte der Stereoskopie zu sprechen kommen werde. Und das ist auch tatsächlich meine Absicht. Man hört wohl hie und da von dem Aufschwung und der weiten Verbreitung reden und von dem Interesse, das weite Kreise der Stereoskopie darbringen, so daß es nicht unzweckmäßig erscheint, einmal einen Vergleich mit einem Zeitraum anzustellen, wo solch' ein Interesse ohne jeden Zweifel geherrscht hat, ich meine mit der ersten Blütezeit der Stereoskopie. Wie viele historische Studien soll auch diese kleine Vergleichung dahin zielen, unsere heutigen Bestrebungen an jenen zu messen und vielleicht aus der früheren Entwicklung gewisse Leitlinien zu entnehmen, die wir von der Stereoskopie in ihrer jetzigen Pflege und Übung eingehalten sehen möchten.

Wenn wir uns also zunächst in die frühere Zeit zurückversetzen, so können wir als sicher annehmen, daß die glänzendste Zeit für den die Photographie verwendenden Stereoskopiker etwa die Mitte der fünfziger bis zum Anfang der sechziger Jahre des vorigen Jahrhunderts war. Als Schauplatz kommt in erster Linie England in Frage, wenn wir eben vornehmlich an photographiekundige Stereoskopiker denken. Dort boten die ausgezeichneten Arbeitsgesellschaften einen unvergleichlich günstigen Boden für die Entwicklung dar, und eine große Zahl eifriger Photographen, namentlich Amateure, beschäftigte sich lernend und lehrend mit den Aufgaben, die die Stereoskopie ihren Jüngern in so reicher Zahl stellt. Innerhalb der photographischen Fachwelt im allgemeinen war das Interesse so groß, daß Serien neu erschienener Stereogramme regelmäßig von der Fachpresse in ernsthaften und ausführlichen Sonderartikeln besprochen und kritisiert wurden, mochte es sich nun um gelungene Genreaufnahmen, um Landschaftsbilder aus der Heimat oder um typische Vegetationsformen aus den Tropen handeln.

Und auch in den Kreisen der Laien war die Erwartung neuer wunderbarer Dinge ebenso lebhaft gespannt: wußte man doch allgemein, daß es sich hier um psychologisch-physiologische Erscheinungen handelte, die von einem der bedeutendsten Physiker Englands gefunden worden waren, um die sich neben Wheatstone auch andere anerkannte Größen der Wissenschaft, wie Brewster, Crookes, de la Rue, Tyndall ständig weiter bemühten, und an denen sich alt und jung, arm und reich, hoch und niedrig in gleicher Weise freute. Man lebte in einer Zeit, wo der Reiz der Neuheit noch nicht abgegriffen, wo der Glaube an die mannigfachsten Anwendungsgebiete noch lebendig, wo der Drang, die großen der Verwirklichung entgegenstehenden Hindernisse zu überwinden, noch frisch war. Man konnte noch daran glauben, Malern, Bildhauern, Medizinern, Geographen durch das Stereoskop einen Einblick in unbekannte Gebiete zu verschaffen, der beinahe so gut wäre, wie die persönliche Besichtigung, und man braucht nur die letzten Kapitel der Brewsterschen Monographie über das Stereoskop zu lesen, um die Kluft zu erkennen, die zwischen damals und heute liegt, und die so groß ist wie die zwischen hoffender Jugend und nur zu erfahrenem Greisenalter, zwischen himmelstürmender Begeisterung und kühler Mattherzigkeit, zwischen ernster Bemühung und stumpfer Gleichgiltigkeit. — Auch bei uns im deutschen Sprachgebiete lagen die Verhältnisse etwa bis zum Ende der sechziger Jahre ähnlich: wenn wir allerdings die meisten Anregungen für die Stereoskopphotographie aus England erhielten, so blieb doch auch bei uns das allgemeine Interesse an dem Stereoskop groß, und hie und da daran, daß auch hier die anerkannten Größen auf den Gebieten der Physik und der Physiologie, wie Dove zuerst, dann Helmholtz, Rollet und Mach diesem Instrument ihr Interesse bewahrten, wenn sie allerdings auch nicht photographierten. In den Arbeiten der Wissenschaftler zweiten Ranges, die zum Teil von jenen bedeutenden Männern beeinflusst gewesen sein mögen, ist die Abkehr von der Photographie und den mit ihr zusammenhängenden Fragen sehr deutlich, und sie gibt dem Unterschiede zwischen dem englischen mehr praktischen und dem deutschen mehr theoretischen Betriebe der Stereoskopie sein charakteristisches Aussehen.

Wenden wir uns aber jetzt der Gegenwart zu, so liegen heute die Verhältnisse vollständig anders, und es lassen sich der ersten Blütezeit gegenüber mannigfache Verschiedenheiten aufführen. Wir wollen hier nur eben im Vorbeigehen erwähnen, daß sich die Wissenschaftler heutzutage ganz anderen Problemen zugewandt haben; die Physiker sind in weitestem Maße durch die Entwicklung der Elektrizität und das Studium der Strahlungserscheinungen in Anspruch genommen, und auch die Physiologen betätigen sich augenblicklich auf Feldern ihres Wissensgebietes, die unserer Aufgabe fernliegen.

Viel entscheidender ist aber der Unterschied, daß es heute nicht mehr so wie damals einen im wesentlichen tonangebenden, ziemlich kleinen Stamm von Photographen gibt, die in Arbeitsgesellschaften enge vereinigt, gemeinsam an die Lösung der Aufgaben gehen, die sich ihnen allen bieten. Die großen Schwierigkeiten der alten Verfahren forderten von den Photographen eine große Hingabe, und sie brachten eine Auswahl der Tüchtigen dadurch hervor, daß sich die Untüchtigen durch sie zurückschrecken ließen. Heute haben die Fortschritte im Apparatenbau und in der Ausbildung der chemischen Verfahren jene Schwierigkeiten hinweggeräumt. Wie auf so vielen Gebieten hat unsere heutige Kultur ein allgemeines Bedürfnis — hier das nach photographischen Aufnahmen, beispielsweise von Landschaften — in so überreichem Maße und zu so verschwindenden Preisen befriedigt, daß die Wertschätzung für solche Güter fast völlig geschwunden ist. Und verständlicher Weise ist auch das Stereogramm von dieser Nichtachtung der photographischen Erzeugnisse im allgemeinen mit betroffen worden. Ferner ist — ganz im Sinne unserer sonstigen Entwicklung — auch in photographischen Dingen eine ganz oberflächliche Kenntnis ungemein weit verbreitet. Der Unterschied zwischen einem Fachmann der Stereoskopie und dem Laien ist nicht entfernt mehr so groß wie in jener früheren Zeit, aber leider ist diese größere Gleichmäßigkeit nicht allein dadurch hervorgebracht worden, daß sich das Niveau des Laien gehoben hat.

Die neue Zeit hat ferner bei ihrer größeren Beherrschung der technischen Mittel in vielen Photographen den Wunsch entstehen lassen, das Photogramm zu einem Ausdrucksmittel der persönlichen Eigenart zu machen, der einzelnen Aufnahme den Charakter eines Kunstwerks zu geben. Man braucht nun aber nur daran zu denken, daß einem freischaffenden Künstler, einem Maler oder einem Zeichner, die Herstellung eines Stereogramms — von stereometrischen Körpern natürlich abgesehen — unmöglich ist, und man wird leicht zu dem durchaus berechtigten Schluß kommen, daß sich die künstlerische Photographie nicht für die Herstellung von Stereogrammen eignet. Aus diesem Grunde bleiben viele besonders tüchtige und hingebende Kräfte der Stereoskopie fern.

Wenn wir heute einen Fachmann auf dem Gebiete der Stereoskopie fragen, was er denn eigentlich von einem gelungenen Stereogramm verlange, so werden wir vermutlich die Antwort hören, daß er abgesehen von untadeliger Ausführung der Halbbilder sowie ihrer richtigen Begrenzung und Anordnung erwarte, einen recht körperlichen Eindruck zu erhalten. Am liebsten hinter einem fensterartigen Ausschnitt müsse sich der Vordergrund deutlich vom Hintergrunde abheben, und in der Würdigung dieses Tiefenunterschiedes liege eben der große Reiz, den

die Betrachtung eines guten Stereogramms gewähre. Schon wenn man die weitere Frage stellt, ob denn wirklich ein solcher Unterschied der Tiefenerstreckung bei der Betrachtung ähnlicher körperlicher Objekte in der Natur wahrgenommen werde, wird man meistens eine unsichere Antwort erhalten, und in der Tat scheiden sich hier die Wege des Freundes der Stereoskopie im allgemeinen und des Vortragenden. Wohl ganz ohne Ausnahme ist die Raumanschauung, die man in dem gebräuchlichen Stereoskop erhält, im Sinne übertriebener Tiefenbetonung gefälscht.

Sie alle werden Stereogramme von Innenräumen, etwa von einem Treppenhause, kennen, wo erst durch die Verschmelzung der beiden Halbbilder die räumliche Anordnung bestimmter Geländerteile und entfernter Wände verständlich wird, und man beim Abwechseln zwischen beid- und einäugiger Betrachtung förmlich fühlt, wie sich einzelne Teile des dargestellten Gebildes nun in den Raum hinausdrängen, sich nun in die Ebene zurückziehen. Ich glaube, wenn Sie bei einem Treppenhause in natura einen ähnlichen Versuch machen, so werden sie schwerlich einen auch nur annähernd so deutlichen Unterschied in der Raumanschauung feststellen können, die Ihnen die beid- und die einäugige Betrachtung liefert. Natürlich leugne ich nicht, daß ein Raumbild, das dem Beobachter gleichsam in grellestem Bühnenlicht die Vorteile in die Augen springen läßt, die einen beidäugigen Beobachter vor einem einäugigen auszeichnen, auch einen Reiz haben kann. Nur reicht die Wurzel dieses Reizes in psychologischen Grund hinab, und er kann nur zustande kommen, weil das Raumbild den Objekten unähnlich ist, die es darstellen soll. Wenn man aber den Lehrwert der Stereoskopie hervorhebt, wenn man mit den Vorgängern zu reden den Malern und Bildhauern, den Medizinern und Geographen die Besichtigung der Objekte selbst durch die Vorführung ihres Stereogramms ersetzen will, dann ist jede Änderung des in Natur zustande kommenden Eindruckes vom Übel.

Wohl kann man die Bedingungen dafür ableiten, unter denen solche Änderungen vermieden werden, und eine sehr angenehme Aufgabe würde es für mich sein, zu Ihnen davon zu sprechen. Man müßte dazu eingehend über die Perspektive des einzelnen Halbbildes handeln und über die Art und Weise, in der solche Halbbilder verschmolzen werden. Auch über die Rolle, die der Mechanismus unserer Augenbewegung bei der Betrachtung von Photogrammen, namentlich von solchen kleinen Maßstabes, spielt, müßte man eingehender unterrichtet sein, als das jetzt vorausgesetzt werden kann, und diese Lücken lassen sich in der Zeit eines kurzen Vortrages nicht ausfüllen. Ohne ungerecht zu sein, kann man im allgemeinen sagen, daß unsere heutige Zeit nicht viel Herz für die Aufgaben hat, die sich dann einstellen,

wenn ein körperliches Objekt auf einer Ebene dargestellt werden soll, mit anderen Worten es mangelt im allgemeinen die Freude an den Problemen der Form. In der Renaissancezeit, als durch die Tätigkeit der Maler und Architekten die Regeln der Perspektive wirklich entwickelt worden waren, da konnten sich die Künstler kaum genug tun, durch die Behandlung schwieriger Aufgaben dieser Art ihre perspektivischen Kenntnisse zu zeigen. Unser großer Albrecht Dürer verfaßte ein Lehrbuch über die Perspektive, und er hat bei gegebener Gelegenheit nicht weniger als vier sehr liebevoll ausgeführte Abbildungen von perspektivischen Hilfsmitteln entworfen. Noch um die Mitte des 18. Jahrhunderts verlangte ein Mann wie J. H. Lambert in seiner Freyen Perspektive von den Kennern von Gemälden ein sehr gründliches Verständnis der perspektivischen Regeln. Daß man Ähnliches heute nicht verlangen kann, darüber besteht wohl nicht der geringste Zweifel, aber selbst der Maler verfügt nicht mehr immer über diese Kenntnisse, die doch recht eigentlich zu den Grundlagen seiner Kunst gehören. Ich erinnere mich, in einer Ausstellung das Bild einer Dorfstraße gesehen zu haben — es war in Pointillierungsmanier ausgeführt — bei dem die Farbentupfen für einen Beobachter von nicht anomaler Sehschärfe erst bei einem Abstände zusammenliefen, der um ein Beträchtliches größer war, als der Abstand, den die Perspektive forderte. Hier hatte das Problem der Farbe das der Form überwuchert, und so ist es nicht selten, die Künstler und das Publikum interessieren sich für die Wiedergabe der Farbe heutzutage zweifellos mehr als für die richtige Form. Auch aus dem Anklang, den photographische Erfindungen der Neuzeit gefunden haben, kann man zu einem ähnlichen Schluß kommen. Doch, wie bereits gesagt, zu einer gründlichen Behandlung dieser Fragen reicht die mir zur Verfügung stehende Zeit nicht aus, und wir wollen uns lieber mit den Gründen beschäftigen, die es verhindert haben, daß nicht schon viel früher die Forderungen einer richtigen Auffassung der Perspektive beider Halbbilder betont wurden.

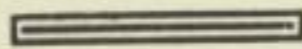
Man kann sagen, daß hier die Gegenwart vor einer Aufgabe steht, die auch die alte Blütezeit nicht zu lösen vermochte, und zwar läßt sich das am leichtesten aus der Geschichte jener Zeit dartun, die uns das gebräuchliche Stereoskop schenkte. Das ursprüngliche, auf Wheatstone zurückgehende Instrument dieses Namens war den höchsten Anforderungen an Genauigkeit gewachsen, da Planspiegel seine einzigen optischen Teile waren, und auch heute noch ist es für gewisse wissenschaftliche Untersuchungen gar nicht zu entbehren. Unglücklicherweise kam es aber zu früh zur Welt, nämlich gerade ein halbes Jahr vor der Veröffentlichung der ersten photographischen Verfahren, und als es bekannter wurde, da standen jene photographischen Methoden noch in

den Kinderschuh, und Stereoskopaufnahmen wurden nur von einzelnen ganz besonders hingebungsvollen Bewunderern dieses Instruments (und seines Erfinders) gewagt. Das allgemeine Publikum aber hatte von diesen ersten Stereoskopaufnahmen überhaupt nichts bemerkt, ihm war noch für lange Jahre hinaus das einzelne Photogramm staunenswert genug. Als aber etwa zwölf Jahre später, ungefähr um die Gründungszeit der ersten photographischen Gesellschaften, die Stereoskopie ihren zweiten nachhaltigen Anstoß erhielt, da war sie bereits unlösbar verbunden mit dem Brewsterschen Prismenstereoskop. Gewiß war dieses Instrument von seinem Erfinder sehr geistvoll ersonnen, und namentlich die Anpassung an den Augenabstand verschiedener Beobachter ist in der Theorie ungemein elegant, aber so, wie es in die Praxis eingeführt wurde und sich in ihr erhalten hat, ist es zwar ein handliches und bequemes, ja auch ein billiges Instrument, aber es ist keine Einrichtung, deren Wirkung vom Benutzer leicht in allen Einzelheiten verstanden werden kann. Es hat zwar von Anfang an Millionen von Beobachtern erleichtert, einen stereoskopischen Eindruck zu erhalten, aber es hat nicht mehr getan, und jene Forderung einer treuen Wiedergabe des dem beidäugigen Beobachter zugänglichen Eindrucks wird von ihm nur unter sehr wesentlichen Einschränkungen und Ausnahmen erfüllt. Dabei verdient es hervorgehoben zu werden, daß sich merkwürdigerweise die alte Form des Stereoskops fast unverändert erhalten hat, wie sie von Brewster angegeben wurde, und man hat in der Neuzeit eben nichts Ungeheuerliches darin gesehen, daß man beispielsweise für den Bildwinkel der Objektive die Möglichkeiten der modernen Optik benutzte, während man den Betrachtungsapparat unverändert ließ. Um diese Unterlassungssünden recht zu würdigen, muß man sich gegenwärtig halten, welche gewaltigen Verbesserungen in der Bildqualität der Randteile durch die neuen Anastigmatkonstruktionen bei den Aufnahmeobjektiven im Laufe der Zeit eingetreten sind, während die Betrachtungslinsen schon zu jener Zeit noch nicht einmal auf der Höhe der Aufnahmeobjektive standen. Man wird danach ungefähr ermessen können, wieviel von der Güte der Abbildung infolge der mangelhaften Beschaffenheit der Stereoskoplinsen verloren geht. Da nun ein Stereogramm nicht Selbstzweck ist, sondern dem normalsichtigen Beobachter im Apparat vorgeführt werden muß, so wird ein solches Vorgehen als ein Mißverhältnis angesehen werden müssen, das zwischen den für die Aufnahme und den für die Betrachtung verwandten Mitteln besteht, und man kann es nur erklären aus einem mangelhaften Verständnis für den Betrachtungsapparat, das weiten Kreisen der Benutzer eigen ist.

Ein Schritt zur Besserung würde immerhin gemacht werden, wenn ein vollkommener Betrachtungsapparat angewandt werden könnte.

Es liegt mir fern, im Zusammenhang hiermit auf Bestrebungen zu sprechen zu kommen, über die ich selber vor mehreren Jahren berichtet habe. Da diese Konstruktionen im Handel zu haben sind, so will ich mich nicht dem Vorwurf aussetzen, einen Reklamevortrag zu halten. Es scheint mir aber eine Pflicht zu sein, auf eine meiner Meinung nach außerordentlich einfache Konstruktion hinzuweisen, die von dem französischen Professor der Chemie Pigeon vor etwa drei Jahren angegeben worden ist. (Ich habe ein Exemplar eines solchen Instruments bei mir und bin gern bereit, es einzelnen Interessenten vorzuführen.) Da hier ebenso wie bei dem alten Wheatstoneschen Instrument der Abbildungsapparat durch einen ebenen Spiegel gebildet wird, so läßt sich die Art und Weise leicht übersehen, wie in diesem Instrument die Halbbilder den beiden Augen vorgeführt werden. Daran könnte sich für die Stereoskopiker, die eine genaue Wiedergabe des Gesehenen wünschen, leicht eine Betrachtung der perspektivischen Verhältnisse schließen, und daraus vermöchte ein Verständnis des in den Aufnahmeapparaten und im Stereoskop auftretenden Strahlenganges zu erwachsen. Eine eingehende Verfolgung dieser Gedanken würde uns aber von unserem heutigen Thema entfernen. Nur im Vorübergehen sei noch darauf hingewiesen, daß es sich hier ebenfalls um Halbbilder handelt, die nicht zu einem starren Stereogramm miteinander verbunden sind, und aus diesem Grunde vermag auch der Kundige auf eine sehr einfache und dennoch vollständig ausreichende Weise der Verschiedenheit der Augenbasis bei verschiedenen Beobachtern Rechnung zu tragen.

Heben wir zum Schluß die Forderungen hervor, die wir in unserer Unterhaltung betont haben, so richten sie sich darauf, daß ein für Lehrzwecke bestimmtes Stereogramm so beschaffen sein müsse, daß es denselben Eindruck von dem dargestellten Objekt hervorzurufen vermag, wie dessen beidäugige Betrachtung von dem entsprechenden Standpunkte aus. Will man dieses Ziel erreichen, so ist ein Verständnis des Strahlenganges in den Aufnahmeobjektiven und eine Einsicht in die Augenbewegungen des das Stereoskop benutzenden Beobachters wünschenswert, und die Aufgabe wird erleichtert, wenn man ein exaktes und leicht übersichtliches Stereoskop wählt.



Neue Anwendungen der Stereoskopie¹⁾.

Von Dr. P. H. Eijkman, Scheveningen.

In einer neulich von meiner Hand erschienenen Arbeit, titulierte „Stereo-Röntgenographie“ (siehe „Nederlandsch Tijdschrift voor geneeskunde, den 13. März 1909), habe ich darauf hingewiesen, daß von einem mathematischen Gesichtspunkt aus die Stereoskopie mit Röntgenstrahlen viel einfacher sei als die gewöhnliche Stereoskopie mittels einer photographischen Kamera mit Linsen. Bei den Röntgenstrahlen nämlich liegt das Objekt und auch die Bildfläche an derselben Seite des Projektionszentrums, während bei der Linsenkamera Objekt und Bildfläche zu beiden Seiten liegen, wobei das Bild dann noch umgekehrt wird. Bei der Linsenkamera ist man durch die konjugierten Brennpunkte an ein bestimmtes Verhältnis der Entfernungen gebunden, was bei den Röntgenstrahlen gar nicht besteht. Bei der Linsenkamera muß die Platte senkrecht auf der Hauptachse des Linsensystems stehen, weil das Bild sonst teilweise unscharf wird. Dieses ist bei Röntgenstrahlen nicht nötig, und ich habe diese Anforderung nur gestellt bei dem „normalen Fall“, um zu einer einfachen Begriffsvorstellung zu gelangen. Ich habe darauf hingewiesen, wie mehrere Autoren, welche die Gesetze der Linsenstereoskopie auf die Röntgenstereoskopie übertragen, sich geirrt haben, während es meines Erachtens gerade weit angebracht wäre, die gewöhnliche Stereoskopie aus der Stereoskopie mit Röntgenstrahlen abzuleiten, wobei dann die sogenannte Lochkamera einen Übergang zwischen beiden bildet, bei der auch das Gesetz der konjugierten Brennpunkte nicht besteht und ebensowenig eine Hauptachse, auf der die Platte senkrecht stehen muß. Van Albada hat dieses ohnehin schon früher eingesehen und stellte auch bei der Behandlung der Theorie der Stereoskopie das Objekt und die Bildfläche an derselben Seite des Projektionszentrums auf. Als Beispiel nimmt er das Sehen durch ein Fenster, wobei die Glasscheibe die Bildfläche vorstellt. Ich habe früher schon darauf hingewiesen, daß eine genaue Rekonstruktion der beiden Röntgenplatten in dem Sinne stattfinden

¹⁾ Sitzungsbericht vom 27. März 1909 der Kgl. Akademie der Wissenschaften in Amsterdam.

sollte, daß die beiden Röntgenplatten oder ihre virtuellen Bilder gerade an dieselbe Stelle kommen, wo sie aufgenommen waren, hinsichtlich der beiden Antikathoden, und daß diese Antikathoden genau durch die beiden Augen ersetzt werden müßten, daß demzufolge die gegenseitige Entfernung der beiden Antikathoden (Aufnahmebasis) ebenso groß sein müßte wie die Entfernung der optischen Mittelpunkte der beiden Augen (Besichtigungsbasis) und daß man am besten in der Praxis diese Entfernung auf 65 mm festsetzt. Demzufolge habe ich auseinandersetzen können, welchen Fehler man machte, wenn man nicht der mathematischen Rekonstruktion entsprach, ausgehend von der sogenannten „normalen Aufnahme“, wobei ich annahm: 1. daß bei den zwei Aufnahmen die eine Platte genau an derselben Stelle der anderen Platte zu liegen kommt, mit anderen Worten, daß die Platten kongruent sind; 2. daß die Aufnahmebasis 65 mm groß ist; 3. daß der vordere Punkt des aufzunehmenden Objekts nicht näher als ungefähr 25 cm bei der Antikathode liegt, weil auch innerhalb dieser Entfernung die Augen nicht mehr gut stereoskopisch sehen können; 4. daß die Basis parallel mit der photographischen Platte gestellt wird. Die Mitte der Basis liegt der Mitte der Platte gegenüber. Das Lot, von den Enden der Basis auf die Platte gesenkt, nennen wir kurz die Hauptachse und ihre Schnittpunkte mit der Platte die Fußpunkte.

Alle anderen Fälle sind dann als Abweichungen der normalen Aufnahme zu betrachten und als solche leicht daraus abzuleiten.

Ferner habe ich darauf hinweisen können, daß für die mathematische Rekonstruktion hauptsächlich die Spiegelstereoskopen gebraucht werden müssen, wobei das doppelte Spiegelstereoskop nach dem Muster des Helmholtzschen Telestereoskopen den Vorzug hat, weil die Belichtung der beiden Platten dabei möglichst gleich ist.

Wenn man von den ursprünglichen Aufnahmen verkleinerte Abbildungen nimmt, so eignet sich das Linsenstereoskop am besten für die Besichtigung. Von diesen ist das Linsenstereoskop mit plankonvexen Linsen von zehn Dioptrien von mir empfohlen worden, weil man, wenn man eine mathematische Rekonstruktion zustande bringen will, einfache Formeln bekommt. Aus diesen Formeln nämlich, welche ich früher gegeben habe, folgt, daß ein einfaches Verhältnis besteht zwischen der Anzahl Male, um welche das ursprüngliche Bild verkleinert werden muß und der Länge der Hauptachse (Aufnahmedistanz). Wenn man nämlich eine Aufnahme mit normaler Basis gemacht hat, so beträgt die Anzahl Male, um welche man verkleinern muß, gerade eins mehr als die Länge der Aufnahmedistanz, in Dezimetern ausgedrückt, beträgt, so daß bei einer Aufnahmedistanz von 5 dcm die ursprüngliche Aufnahme sechsmal verkleinert werden muß, und aus dem Maße der Verkleinerung folgt wieder unmittelbar die Entfernung des Bildes bis zu der Linse.

Ich will noch einen Augenblick darauf hinweisen, daß ich bequemlichkeitshalber immer von dem linken Halbbild, welches zum linken Auge und von dem rechten Halbbild, welches zum rechten Auge gehört, geredet habe. Dieses gilt eigentlich nur für Landschaftsphotographie, bei der man gewöhnlich nicht daran denken wird, das Unterste zu oberst bei der Landschaft zu besehen. Bei gewöhnlichen Objekten, und dieses gilt sowohl für gewöhnliches Licht als für Röntgenstrahlen, kommt es entschieden wohl vor, daß man bei dem Objekt auch das Unterste zu oberst besehen will. Dieses ist nun bei einem Linsenstereoskop sehr einfach, dadurch, daß man das Plättchen, auf dem die beiden Halbbilder festgelegt sind, ganz umdreht, wobei also das sogenannte linke Halbbild vor das rechte Auge kommt und umgekehrt. Bei den ursprünglichen Platten hat man natürlich genau dasselbe, wenn man dort das Umdrehen in ähnlicher Weise geschehen läßt, wie ich bei diesen verkleinerten Bildern angegeben habe. Nun bleibt in mathematischer Hinsicht das Bild vollkommen dasselbe, ob man in dieser Weise das Unterste zu oberst sieht, aber psychisch braucht das nicht dasselbe zu sein und ich weise hierauf nur kurz hin, weil es in einigen Fällen von Interesse sein kann, aber bei meinen weiteren Betrachtungen werde ich mich insofern ausschließlich auf den mathematischen Standpunkt stellen, daß zwei zusammengehörende Halbbilder zusammen nur ein Stereobild geben.

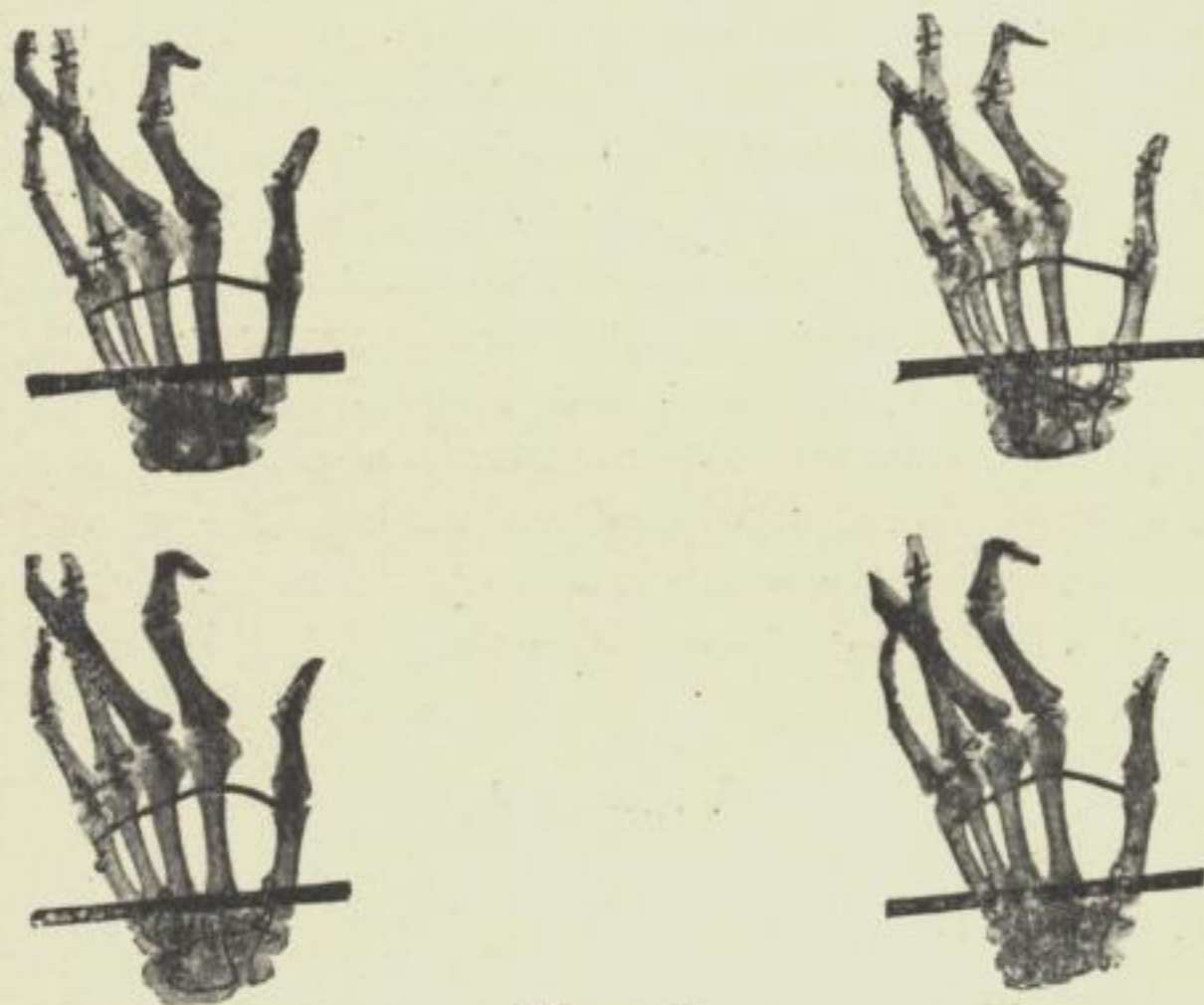
Kapitel I.

Polyphanie.

Wenn man berücksichtigt, daß das Formen eines Bildes in einer Zentralprojektion besteht und die Beziehung zwischen den beiden Halbbildern nur dadurch ausgedrückt wird, daß die Aufnahmedistanz bei beiden gleich ist und die Zentren der beiden Projektionen auf Basislänge voneinander sich befinden, so ist es sofort zu sehen, daß mehr als zwei Punkte diesen Anforderungen entsprechen, und also mit anderen Worten ein Halbbild durchaus nicht an ein anderes bestimmtes Halbbild gebunden ist, sondern daß die Anzahl unbestimmt groß ist und es handelt sich also darum, ob es für die Praxis von Interesse sein kann, diese Aufnahme aus mehr als zwei Punkten zu nehmen. Durch ein einfaches Experiment läßt sich diese Frage bestätigend beantworten.

Wenn wir einen Stab in der Form eines Zylinders horizontal in einiger Entfernung vor die Augen halten, so werden die beiden Augen ein gleiches Bild dieses Stabes bekommen, in der Weise, daß das, was für das eine Auge hinter dem Stabe verborgen ist, auch für das andere Auge verborgen bleibt. Ganz anders ist es, wenn wir den

Stab senkrecht halten; in dem Falle sieht das linke Auge hinter dem Stabe, was für das rechte Auge verborgen ist und umgekehrt. Etwas ganz Ähnliches haben wir bei den Röntgenstrahlen, wenn man einen dicken Metalldraht parallel mit der Basis aufstellt. Was vor und hinter diesem Draht sich befindet, wird auf keiner der beiden Platten abgebildet und es ist unmöglich zu beobachten, ob dieser Draht vor oder hinter das zu gleicher Zeit aufgenommene Objekt gestellt ist. Legen wir den Draht aber in einer anderen Richtung, z. B. senkrecht darauf, aber immer parallel mit der Platte, so sieht man leicht ganz deutlich, auf welcher Tiefe der Draht sich befindet. Als Beispiel habe



Figur 1.

Tetraphanie. Platte mit einem Satz von vier Bildern.

ich eine skelettierte Hand genommen, deren Finger ich, um einen guten stereoskopischen Effekt zu bekommen, in unnatürlicher Weise in die Höhe gebogen habe. Davon machte ich vier Aufnahmen, deren Projektionszentren ein Quadrat von 65 mm bilden, dessen Fläche mit der Platte parallel war. In querer Richtung hatte ich unter die Hand einen Metallstab gelegt. Die hinzugefügte Abbildung kann dieses illustrieren.

Legt man die Platte, auf der die vier erhaltenen Teilbilder sich befinden, in der Weise vor sich hin, daß die Finger nach oben zeigen (s. Fig. 1) und besieht man die beiden unteren Teilbilder mit dem Stereokopen, so ist man darüber im Zweifel, auf welcher Tiefe der Metallstab sich befindet. Besieht man die beiden oberen Teilbilder,

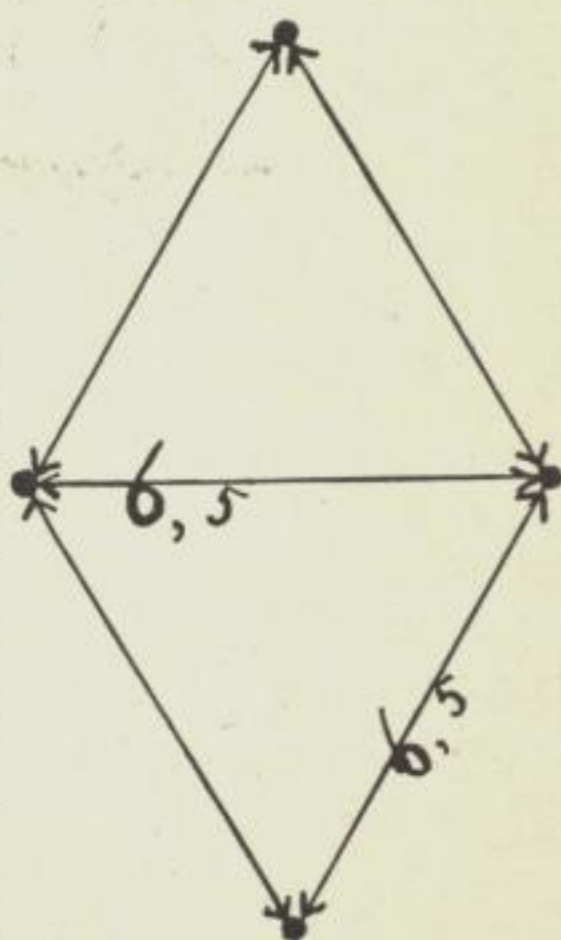
so bekommt man natürlich ein anderes Bild, aber was den Metallstab anbelangt, bleibt man ebensogut im unklaren. Mathematisch gesprochen, hat man nun den vollständigen Eindruck empfangen, welchen die vier Teilbilder zusammen geben können, aber psychisch gesprochen nicht. Stellt man die Platte auf die Seite, so daß die Fingerspitzen nach der linken oder nach der rechten Seite gekehrt sind, so bekommt man sofort einen vollständigen Eindruck über die Stelle des Metallstabes und jeder Zweifel ist dabei unmittelbar gehoben. Zu gleicher Zeit sieht man auch, daß man über einige andere Einzelheiten, z. B. die Form eines der Finger, viel mehr im klaren ist, wodurch meines Erachtens bewiesen ist, daß die Aufnahme von vier Teilbildern, die in verschiedenen Weisen je zwei und zwei kombiniert werden können, einen entschiedenen Vorteil hat über die gewöhnlichen Stereoaufnahmen. Der Kürze halber möchte ich diese vier Aufnahmen „Tetraphanie“ nennen.

Ich will hier nicht näher auf die Sache eingehen, sondern nur darauf hinweisen, daß man, wenn man statt eines Quadrats eine Raute nimmt (s. Figur 2), von der eine der Diagonalen so groß ist, wie die Basis, statt vier Kombinationen fünf bekommt mittels vier Aufnahmen.

Nimmt man statt vier drei Aufnahmen, welche ein gleichzeitiges Dreieck bilden (Triphanie), so sieht man auch sehr gut die beschriebenen Unterschiede, so daß wahrscheinlich im allgemeinen eine dreifache Aufnahme genügen wird. Mit Rücksicht auf das längliche Format der photographischen Platten ist es ratsam, die Fußpunkte der Hauptachsen so fallen zu lassen, wie in der Figur 4 angegeben ist.

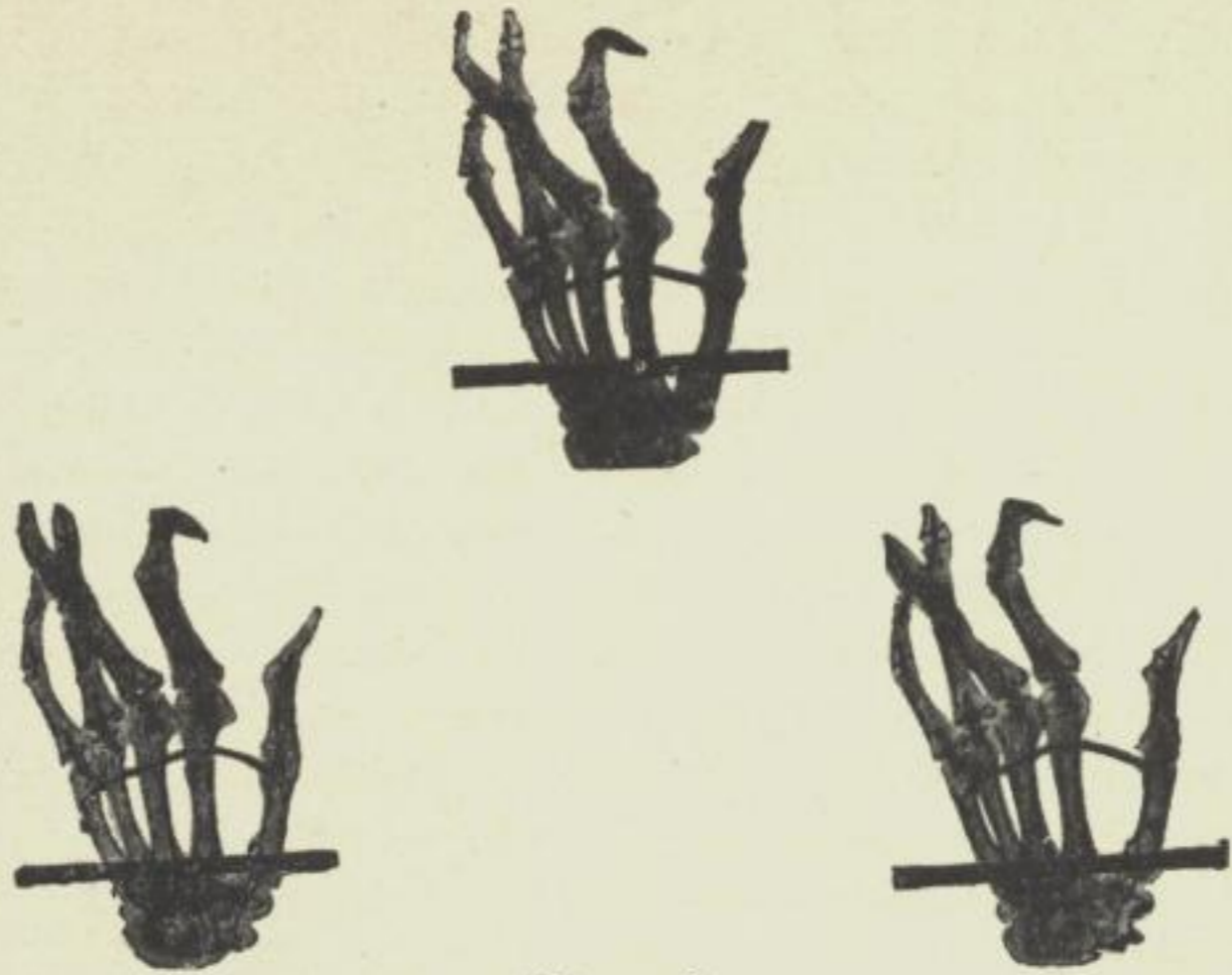
Für einzelne Fälle kann es den Vorzug haben, die drei Antikathoden, statt in einem gleichseitigen Dreieck, in einer rechten Linie zu stellen. Man kann dann außerdem die beiden äußeren kombiniert besehen und erhält dann, wie ich schon früher beschrieben habe, das Stereobild in der halben Größe und auf der Hälfte der ursprünglichen Entfernung.

Auf mehr Kombinationen will ich hier vorläufig nicht eingehen. Ich will nur für die Praxis darauf hinweisen, daß, wo die Breite der Platte bei dem gewöhnlichen Spiegelstereoskop nicht größer als die Aufnahmedistanz sein kann, während der Länge der Platte durch den Apparat keine bestimmten Grenzen gezogen waren, bei der Tetraphanie



Figur 2.

Tetraphanie in Rauteform.
Lage der Projektionszentren.

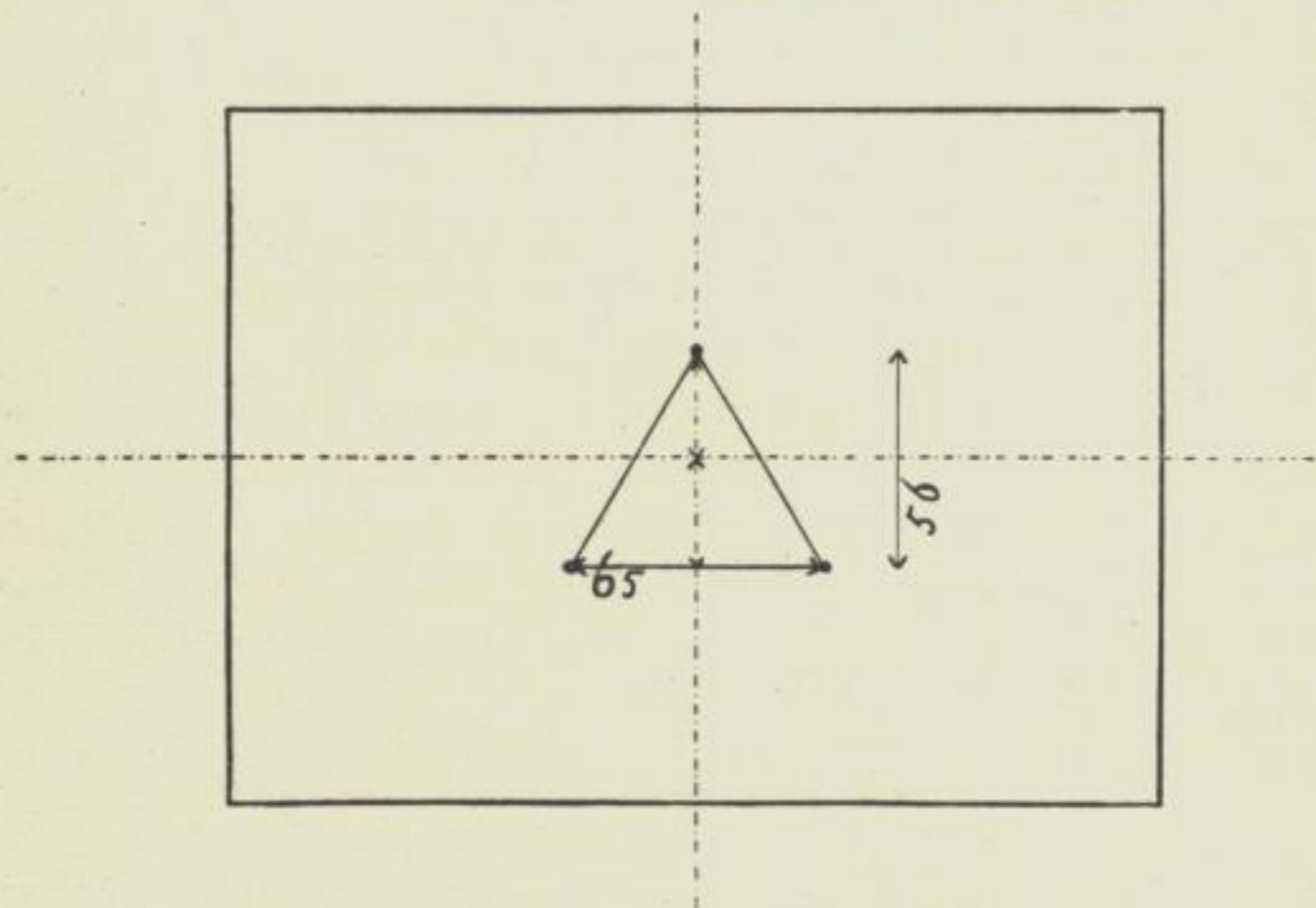


Figur 3.

Triphanie. Platte mit einem Satz von drei Bildern.

(in der Form eines Quadrats) auch die Länge der Platte nicht größer als die Aufnahmedistanz sein kann.

Das Spiegelstereoskop kann leicht für die Besichtigung der ursprünglichen Platten der Triphanie (gleichseitiges Dreieck) eingerichtet werden, denn es ist nicht schwer, noch einen dritten Satz Spiegel an-



Figur 4.

Triphanie. Lage der drei Fußpunkte auf der Platte.

zubringen, so daß die drei Bilder zu gleicher Zeit in den drei kleinen Spiegelchen besichtigt werden können, ohne daß man die Platten zu verwechseln braucht. Macht man die Aufnahmen, wie in Figur 4 angegeben, so sind dem Apparat auch wieder Grenzen gezogen. Die größte Länge der Platte nämlich kann nicht größer als die Aufnahmedistanz sein, während die Breite höchstens $\frac{1}{2}\sqrt{3}$ der Aufnahmedistanz sein kann. (Diese Zahl steht zu dem Verhältnis der Lotlinie und der Seite des gleichseitigen Dreiecks, welches wie 56 : 65 ist, in Beziehung.)

Für die Besichtigung der erhaltenen Bilder ist es am einfachsten ein Linsenstereoskop mit drei Linsen zu haben, deren Mittelpunkte zusammen ein gleichseitiges Dreieck bilden, dessen Seite 65 mm beträgt.

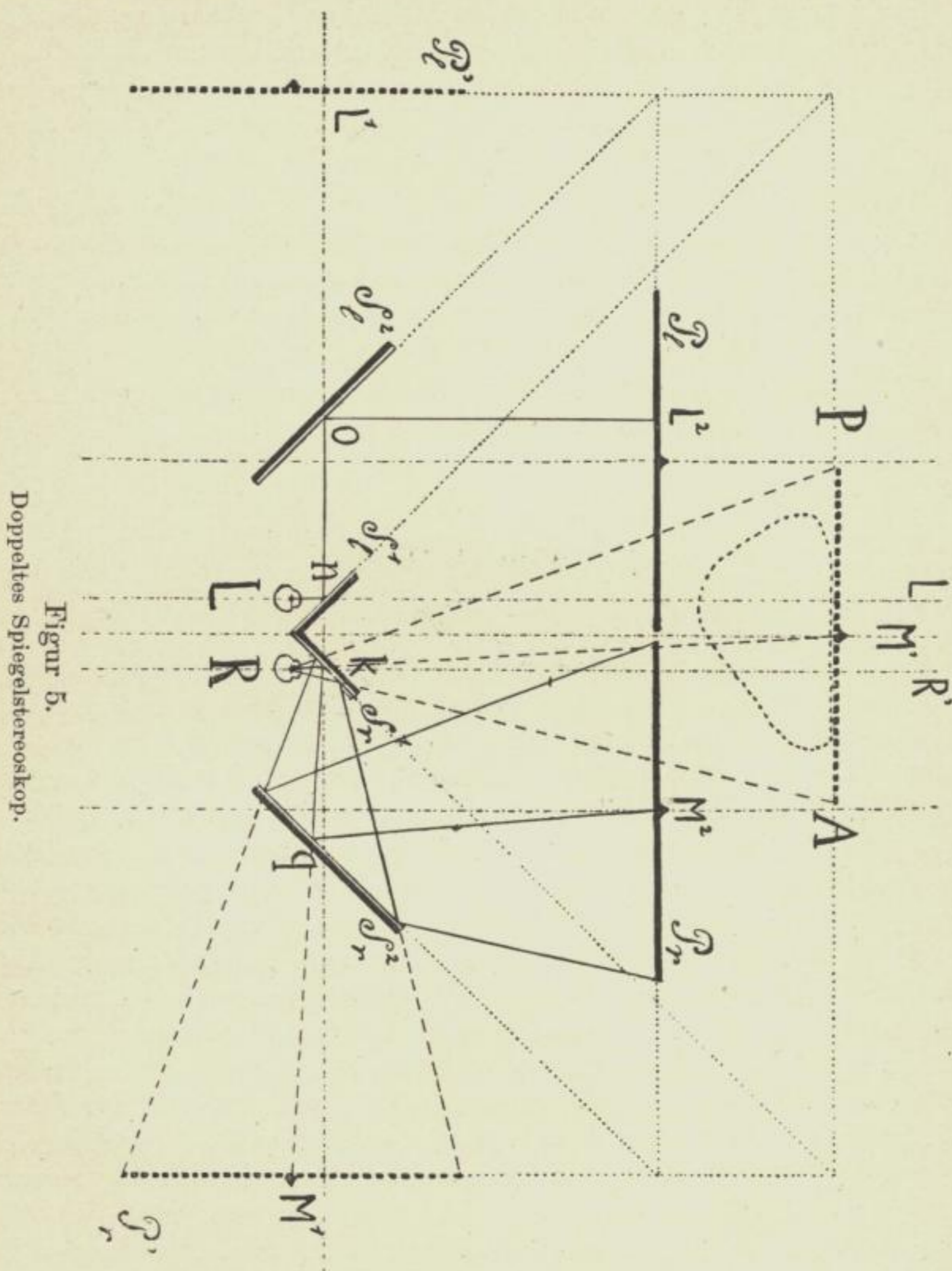
Das Prinzip der Polyphanie, das ich auf Röntgenstrahlen angewandt habe, kann natürlich auch auf jedem anderen Gebiete der Stereoskopie benutzt werden.

Kapitel II.

Symphanie.

Wenn man den Strahlengang eines Spiegelstereoskopen in Beziehung zu der mathematischen Rekonstruktion zeichnet, läßt man die virtuellen Bilder der Platten stets mit dem ursprünglichen Stand der Platten zusammenfallen und an der Stelle, wo sich das Objekt befunden hat, läßt man das Stereobild entstehen, in genau derselben Größe und an genau derselben Stelle, so daß wir sagen können, daß das Stereobild gewissermaßen kongruent ist mit dem ursprünglichen Objekt. Diese wichtige Tatsache hat den Wunsch in uns erregt, auch in Wirklichkeit zu realisieren, was bis jetzt nur auf der Zeichnung und in unserer Phantasie bestand. In der Figur 5, welche den Strahlengang in dem doppelten Spiegelstereoskop wiedergibt, welcher mit dem Helmholtzschen Telestereoskop übereinstimmt, kann man deutlich sehen, daß die Augen L und R das Objekt, welches vor der Platte P liegt, nicht beobachten können, erstens, weil die kleinen Spiegelchen S^1_l und S^1_r undurchsichtig sind und weil zweitens die photographischen Platten P_l und P_r die Durchsicht hindern. Ersterer Übelstand kann leicht beseitigt werden dadurch, daß man statt folierter Spiegel halb durchsichtige Spiegel, z. B. von dünnem Spiegelglas nimmt. Den zweiten Übelstand umgeht man dadurch, daß man die Platten etwas schmaler macht oder sie, insofern die Aufnahmedistanz dieses erlaubt, weiter auseinandersetzt. Wenn dann das ursprüngliche Objekt an seiner Stelle geblieben ist, welche in der Figur gezeigt ist, so sehen wir zu gleicher

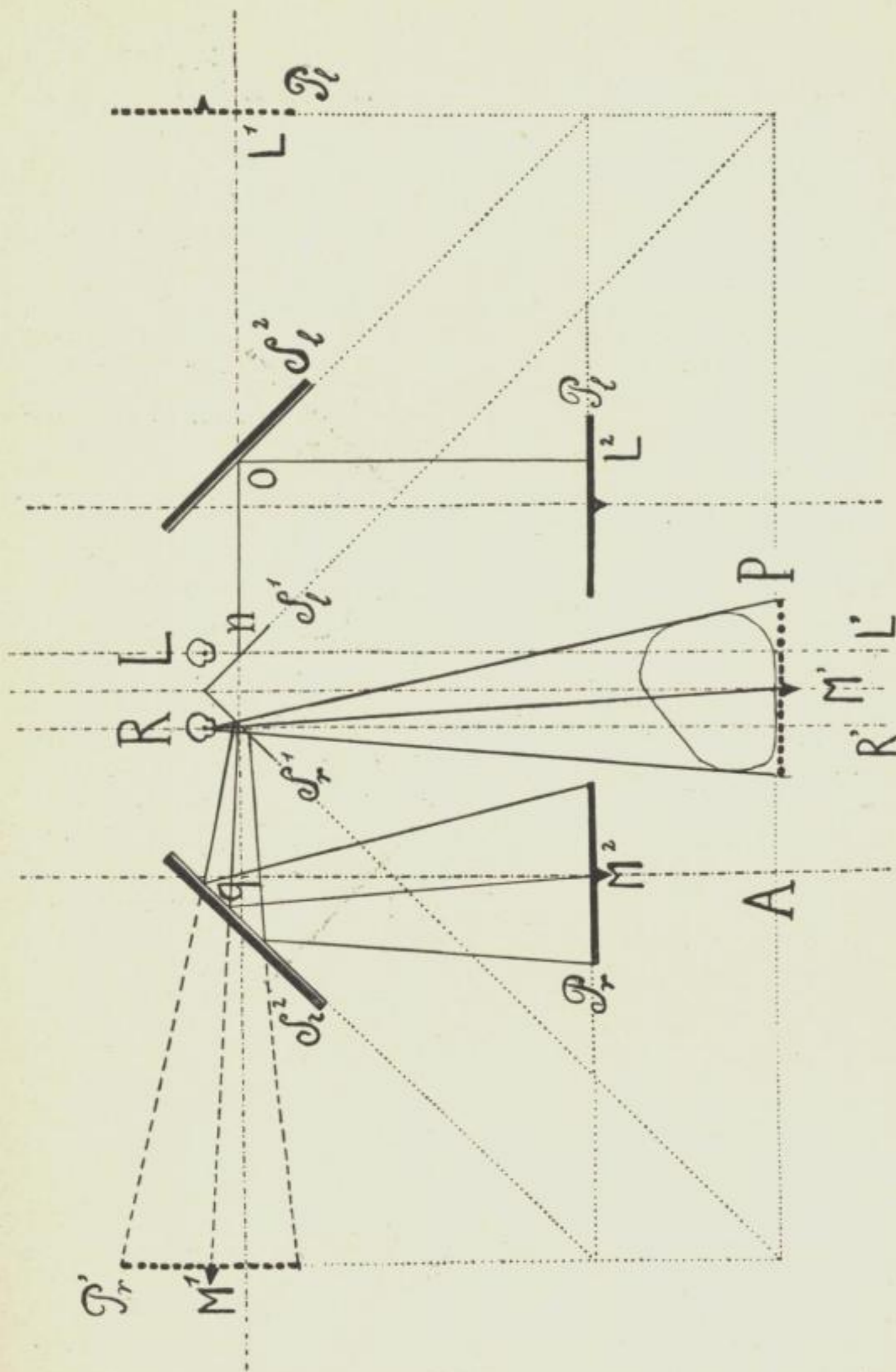
Zeit das Objekt mit beiden Augen und das Stereobild darin. Hat man es mit einem Teile des menschlichen Körpers zu tun, dann sieht man darin durch die Haut hindurch die Knochen gerade an der Stelle, wo



Figur 5.
Doppeltes Spiegelstereoskop.

diese sich in Wirklichkeit befinden und so kann diese Methode dem Chirurgen zur Richtschnur bei seinen Operationen dienen, weil er mit mathematischer Gewißheit sein Messer auf den richtigen Punkt richten kann. Zur Verdeutlichung habe ich in der Figur 6 diesen Strahlen-

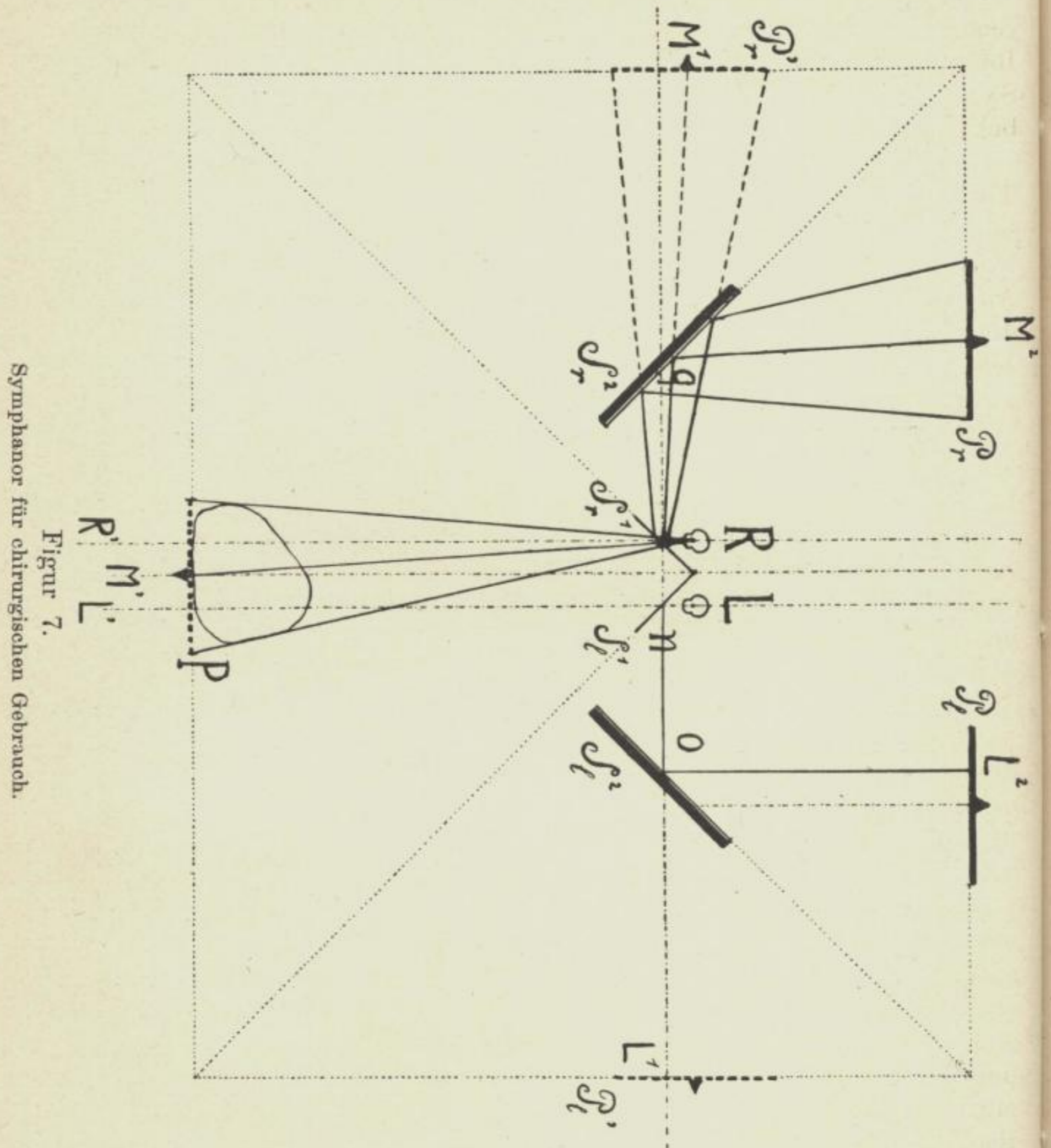
gang wiedergegeben, und aus einem praktischen Gesichtspunkte fehlt es dem Chirurgen hauptsächlich daran, daß die beiden Platten P_r und P_l sein Operationsfeld zu sehr hindern. Dieses kann aber sehr leicht



Figur 6.
Symphanor, übereinstimmend mit der vorhergehenden Figur.

beseitigt werden, denn das Spiegelstereoskop erlaubt alle möglichen Variationen. Als Beispiel gebe ich die Figur 7, wo die Platten sich statt unten gerade oben befinden und in gegenseitiger Entfernung, so, daß bei der Besichtigung der Kopf leicht einen Platz dazwischen

finden kann. Dieses hat noch einen anderen praktischen Vorteil, und zwar den, daß die photographischen Platten, sogenannte Negative, an der Oberseite des Apparates ganz horizontal liegen und also in einem



Figur 7.
Symphanor für chirurgischen Gebrauch.

Operationszimmer, wo meistens von oben gutes Licht kommt, ausgezeichnet beleuchtet werden. Nun hängt es einfach vom Grade der Beleuchtung ab, d. h. je nachdem die Negative stärkeres oder schwächeres Licht bekommen als der Körperteil selbst, ob das Röntgenbild kräftiger sichtbar ist als das Objekt oder umgekehrt, und das ist bis

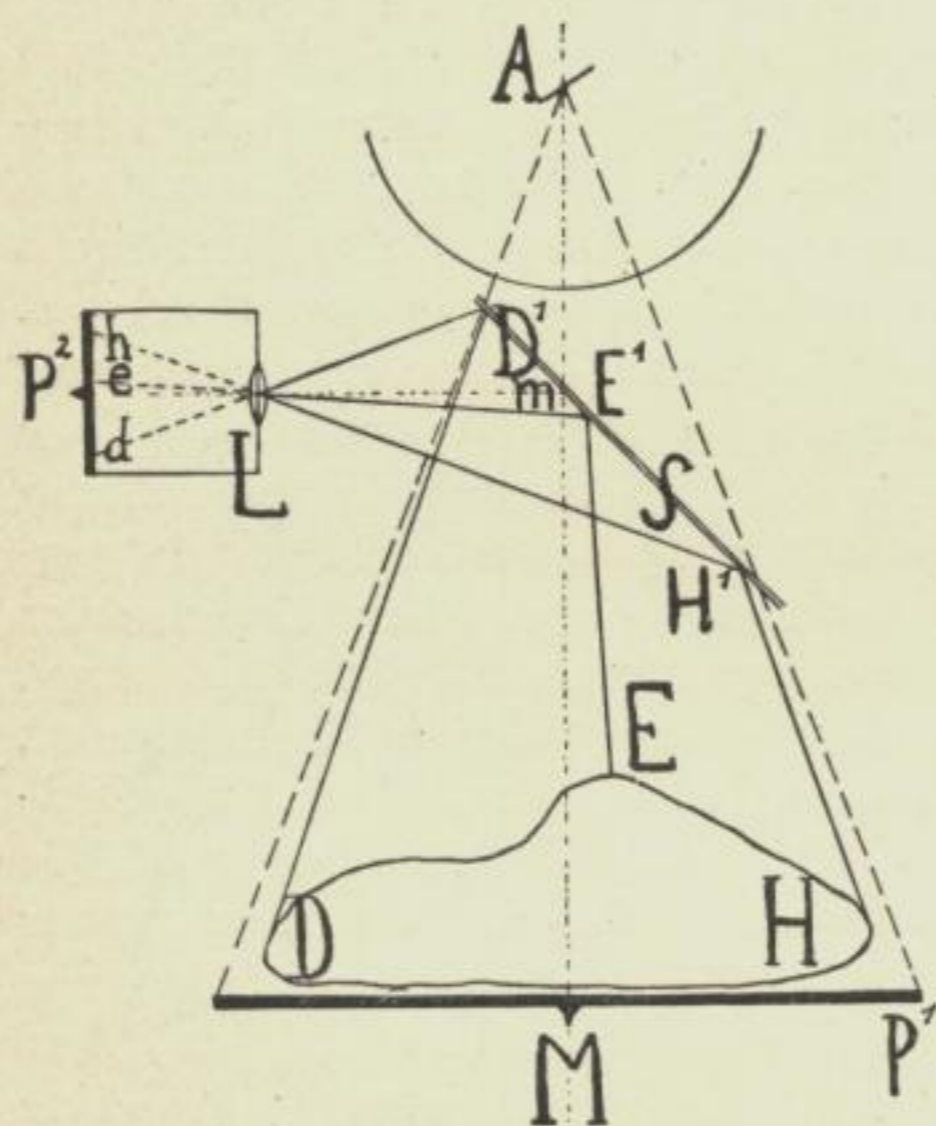
zu einem gewissen Grade leicht zu regulieren. Wenn nämlich das Objekt zu stark sichtbar ist, so kann man die kleinen Spiegelchen ein wenig geringer durchscheinend machen, wodurch das Röntgenstereobild relativ an Kraft gewinnt. Die Erscheinung, daß das Objekt und sein Röntgenbild zusammen und zu gleicher Zeit sichtbar sind, habe ich Symphanie genannt, und ich will hier die Sache nur theoretisch behandeln, ohne weiter auf den praktischen Gebrauch einzugehen.

Eine bedeutende Stelle in der Röntgenologie nimmt auch die Tiefbestimmung durch die sogenannte Stereogrammetrie ein und es scheint mir, daß durch den Symphanor ein neues Licht darauf geworfen wird. Denken wir uns in der Figur 7 das Objekt einen Augenblick weg, so bleibt an dessen Stelle das virtuelle Stereobild übrig. Wenn man nun durch das virtuelle Bild hindurch einen geschickten Maßstock bringt, so kann man die wirkliche Entfernung von zwei Punkten, in welcher Richtung sie sich auch befinden mögen, direkt abmessen. Diese Methode möchte ich Symphanometrie nennen. Wahrscheinlich kann diese bei der Dokumentierung große Dienste leisten. Geben wir ein einziges Beispiel in der Craniometrie. Wenn wir von einem Schädel ein Stereo-Röntgenbild gemacht haben, so kann man im virtuellen Stereobild mittels des Symphanors die Maße in verschiedener Richtung messen. Wir besitzen in dem Stereogramm dann nicht nur ein Mittel, einen allgemeinen psychischen Eindruck zu geben, sondern auch zum Dokumentieren aller mathematischen Eigenschaften. Wenn man im virtuellen Bild einen Bleistift senkrecht auf die Bildfläche stellt, und man am Bleistift eine Einrichtung trifft, durch die derselbe beim Verschieben stets senkrecht bleibt, so kann man mittels des virtuellen Bildes eine orthogonale Parallelprojektion machen, welche in der Röntgenologie mit Orthodiagraphie übereinstimmt. Ja, man kann sogar noch weiter gehen. Bringt man in das virtuelle Bild eine plastische Masse, z. B. Wachs oder Lehm, so muß man hiervon direkt sozusagen das Objekt nachmodellieren können. Dieses gilt natürlich nicht ausschließlich für Aufnahmen mit Röntgenstrahlen, sondern auch für ein gewöhnliches Stereogramm. Diese Symphanoplastik wird natürlich eine gewisse technische Gewandtheit fordern, aber theoretisch ist nichts dagegen einzuwenden, daß unter Führung des virtuellen Stereobildes ein Muster modelliert wird, welches mit dem ursprünglichen identisch ist.

Man kann das virtuelle Stereo-Röntgenbild, außer mit dem ursprünglichen Objekt, einem Maßstock oder einer plastischen Masse, auch noch zusammenfallen lassen mit dem gewöhnlichen Stereogramm, und es scheint mir, daß dieses für die Dokumentierung verschiedene Vorteile bietet. Um diese Symphanie zustande zu bringen, muß das Projektionszentrum der Röntgenstrahlen bei der Aufnahme ganz mit

demselben der photographischen Kamera zusammenfallen. Der optische Mittelpunkt des Linsensystems ist als das Projektionszentrum der photographischen Kamera zu betrachten.

Die Figur 8 (Symphanator) stellt die Aufnahme dar, wodurch dies zustande zu bringen ist. Wenn A die Antikathode, DH das aufzunehmende Objekt und P^1 die Röntgenplatte ist, so ist es deutlich, daß alles für eine Röntgenaufnahme vorhanden ist. Bringt man nun eine spiegelnde Fläche S an, welche auf 45° auf der Hauptachse der Röntgenaufnahme steht, und stellt man dann die photographische Kamera mit der Linse L von der Seite auf, so daß der Abstand Lm



Figur 8.

Symphanator für gleichzeitige Aufnahme mit Röntgenstrahlen und mit gewöhnlichem Licht.

der Entfernung Am gleich ist, so entsteht auf der Platte P^2 ein Bild im allgemeinen von einer anderen Größe als P^1 , welches jedoch perspektivisch ganz damit übereinstimmt. Will man die Röntgen- und die photographische Aufnahme zu gleicher Zeit zustande bringen, so muß der Spiegel S aus einem Material gemacht sein, welches die Röntgenstrahlen leicht durchläßt. Macht man die eine Aufnahme nach der andern, so kann man einen gewöhnlichen Spiegel gebrauchen, der seitlich weggeschoben wird. Wenn also der erste Satz Aufnahmen fertig ist, so wird der zweite gemacht, dadurch, daß man sowohl die Antikathode als die photographische Kamera um 65 mm verschiebt, in unserem Falle in eine Richtung senkrecht auf dieselbe der Zeichnung. Man hat dann also sowohl ein gewöhnliches Stereogramm als ein Röntgenstereogramm erhalten und diese beide können auf mehrere Weisen für Symphanie gebraucht werden. Nennen wir nur ein Beispiel. Wenn man die Kameraaufnahmen wieder vergrößert, bis sie wieder ebenso groß sind wie P^1 , so könnte man in der Figur 7 die Röntgenplatten in P_r und P_l und die photographische Aufnahme in P'_r und P'_l stellen. Es ist selbstredend, daß in dem Falle die großen Spiegel S^2_r und S^2_l durchsichtig sein müßten, während dann die kleinen Spiegel undurchsichtig bleiben könnten. Wir würden

der Entfernung Am gleich ist, so entsteht auf der Platte P^2 ein Bild im allgemeinen von einer anderen Größe als P^1 , welches jedoch perspektivisch ganz damit übereinstimmt. Will man die Röntgen- und die photographische Aufnahme zu gleicher Zeit zustande bringen, so muß der Spiegel S aus einem Material gemacht sein, welches die Röntgenstrahlen leicht durchläßt. Macht man die eine Aufnahme nach der andern, so kann man einen gewöhnlichen Spiegel gebrauchen, der seitlich weggeschoben wird. Wenn also der erste Satz Aufnahmen fertig ist, so wird der zweite gemacht, dadurch, daß man sowohl die Antikathode als die photographische Kamera um 65 mm verschiebt, in unserem

Falle in eine Richtung senkrecht auf dieselbe der Zeichnung. Man hat dann also sowohl ein gewöhnliches Stereogramm als ein Röntgenstereogramm erhalten und diese beide können auf mehrere Weisen für Symphanie gebraucht werden. Nennen wir nur ein Beispiel. Wenn man die Kameraaufnahmen wieder vergrößert, bis sie wieder ebenso groß sind wie P^1 , so könnte man in der Figur 7 die Röntgenplatten in P_r und P_l und die photographische Aufnahme in P'_r und P'_l stellen. Es ist selbstredend, daß in dem Falle die großen Spiegel S^2_r und S^2_l durchsichtig sein müßten, während dann die kleinen Spiegel undurchsichtig bleiben könnten. Wir würden

dann in P die beiden virtuellen Stereobilder durcheinander bekommen in einer Weise, welche eine Orientierung mit mathematischer Genauigkeit möglich machte. Bei diesen Aufnahmen ist man nicht, wie in der Figur, daran gebunden, daß die Röntgen- und die Kameraaufnahmen mit demselben Bildwinkel geschehen, man kann sich im Gegenteil vorstellen, daß man mit Röntgenstrahlen nur einen zirkumskripten Teil aufnimmt und mit der Kamera eine Aufnahme macht, welche dabei die ganze Umgebung einschließt. Man hat dann den Vorteil, daß man verhältnismäßig kleine Röntgenplatten gebrauchen kann, was jedenfalls von ökonomischem Interesse ist. Die photographische Aufnahme, welche auf verkleinertem Format stattfindet, gibt dann die vollständige Orientierung.

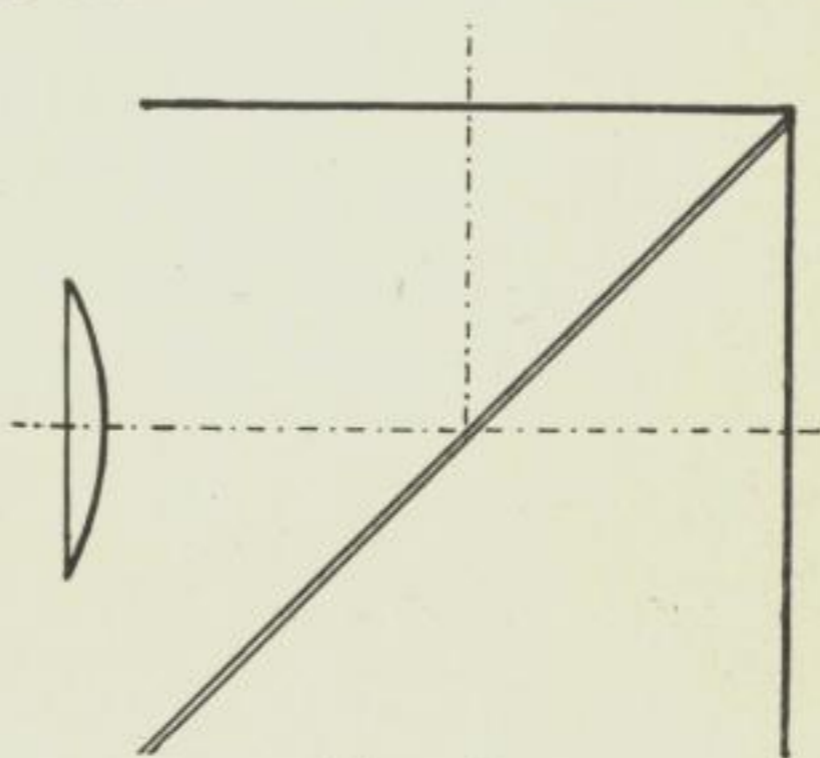
Nun ist es durchaus nicht nötig, von den Röntgenplatten in ihrer ursprünglichen Größe Gebrauch zu machen, im Gegenteil, man kann sie nach dem gewöhnlichen Stereoskopformat verkleinern, wie ich das in meiner früheren Abhandlung schon beschrieben habe. Wenn man schließlich dafür Sorge trägt, daß die photographische Aufnahme nach demselben Maßstabe behandelt ist, so kann man mit einem Verantlinsenstereoskop eine Symphanie mit vollständiger Rekonstruktion in ursprünglicher Größe bekommen, dadurch, daß man eine der beiden Aufnahmen, z. B. die beiden Röntgenplatten, hinter die Linse setzt und die beiden photographischen Aufnahmen an die Oberseite des Steroskopen (s. Figur 9) legt. Ein durchsichtiger Spiegel auf 45° bringt dann die Symphanie zustande. Hierbei sind noch allerlei Kombinationen möglich, auf die wir jetzt nicht weiter eingehen wollen.

Es ist selbstredend, daß man die Symphanie und die Polyphanie miteinander verbinden kann.

Kapitel III.

Metaphanie.

Oft ist es für den Röntgenologen zu weitschweifig, erst zwei Aufnahmen zu machen und erst, nachdem diese entwickelt und ganz fertig sind, sie stereoskopisch zu besichtigen. Davidsons Methode, welche

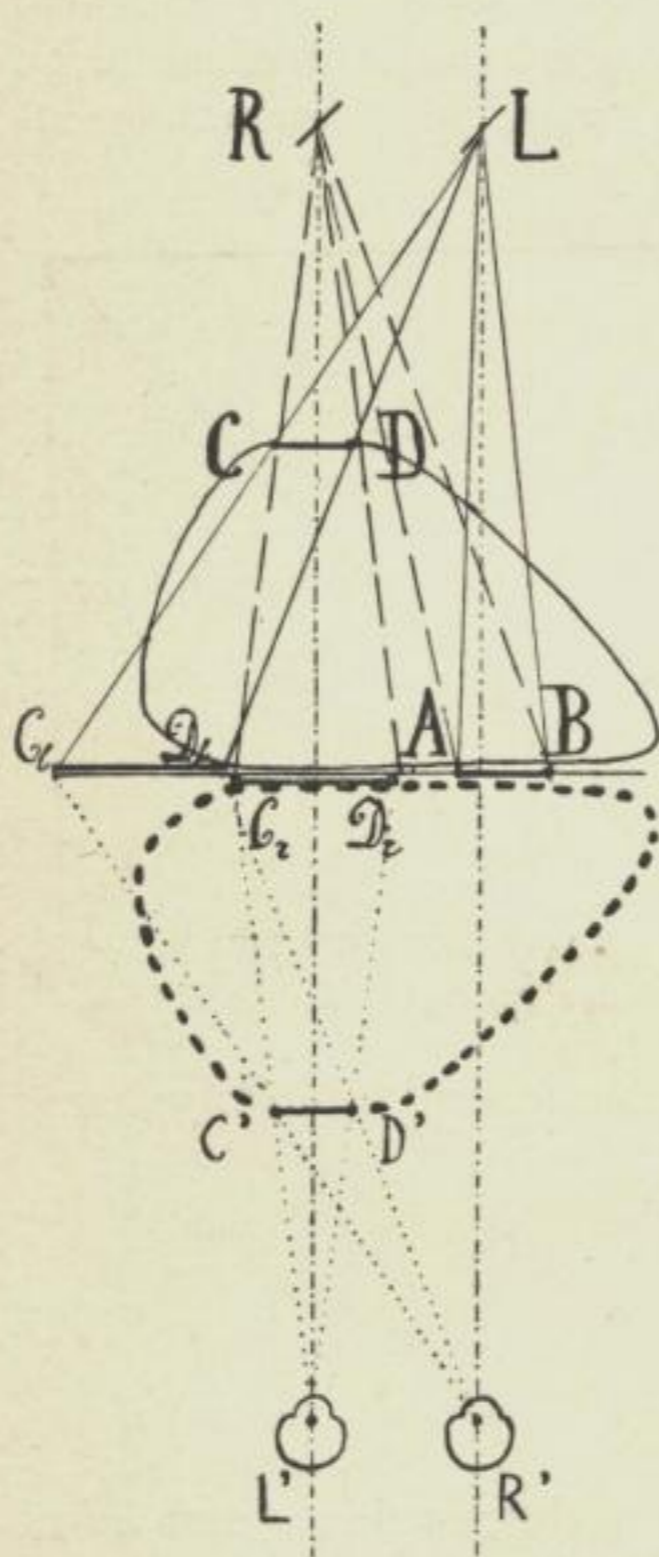


Figur 9.

Symphanör für verkleinerte Bilder.

ich früher beschrieben habe, wird in der Praxis dabei wenig angewandt, wahrscheinlich, weil die Methode auch zu weitschweifig ist und einen absonderlichen Apparat erfordert. Bei dieser Methode, bei der in sehr schneller Abwechslung der Reihe nach ein linkes und ein rechtes Halbbild auf dem Schirm erscheint, werden die Augen synchronisch abwechselnd bedeckt, so daß jedes Auge nur sein zugehörendes Halbbild sieht. Nun scheint diese Methode wohl die einzig mögliche zu sein für das stereoskopische Sehen auf dem Schirm, wenn man wenigstens streng den Begriff festhält, daß das stereoskopische Sehen aus zwei Zentralprojektionen, welche aus gehöriger Entfernung genommen sind, besteht. Bei der Polyphanie sahen wir schon, daß dieser Begriff zu eng genommen war, weil der Eindruck des entstehenden Reliefs bedeutend vollständiger wird, wenn wir mehr Projektionspunkte wählen, und in der Praxis des Lebens geschieht dieses auch durch die Bewegung des Kopfes. Dies ist aber nicht die einzige Weise, auf die

psychisch ein Reliefeindruck zustande kommt, denn auch ein Einäugiger erreicht diesen Zweck leicht dadurch, daß er den Kopf hin- und herbewegt, wodurch er das Objekt von mehr als einer Seite besieht, und sehr verschiedene Eindrücke werden psychisch in ein Reliefbild umgewandelt. Diese stimmt größtenteils mit der Straubschen monokularen Stereoskopie überein. Auch in einem Kinematographen kann man dieses leicht beobachten, wo ein Bild, z. B. ein Schiff, erst dann ein gutes Relief bekommt, wenn man es auf dem Tuche hat drehen sehen. In der Figur 10 habe ich das gewöhnliche stereoskopische Formen des Bildes auf dem Schirme wiedergegeben, und daraus geht hervor, daß bei der Davidsonschen Methode die Augen den Antikathoden gerade gegenüberstehen müssen und ebenso weit vor dem Schirm wie die Antikathoden dahinter. Man bekommt dann eine vollständige mathematische Rekonstruktion, mit dem einzigen Unterschiede, daß das Stereobild gerade das Spiegelbild des ursprünglichen Objekts ist. Eine einfache Erwägung führt dann zu dieser Konklusion, daß, wenn man nur ein Auge benutzt und dieses von L' nach R' und vice versa bewegt, während



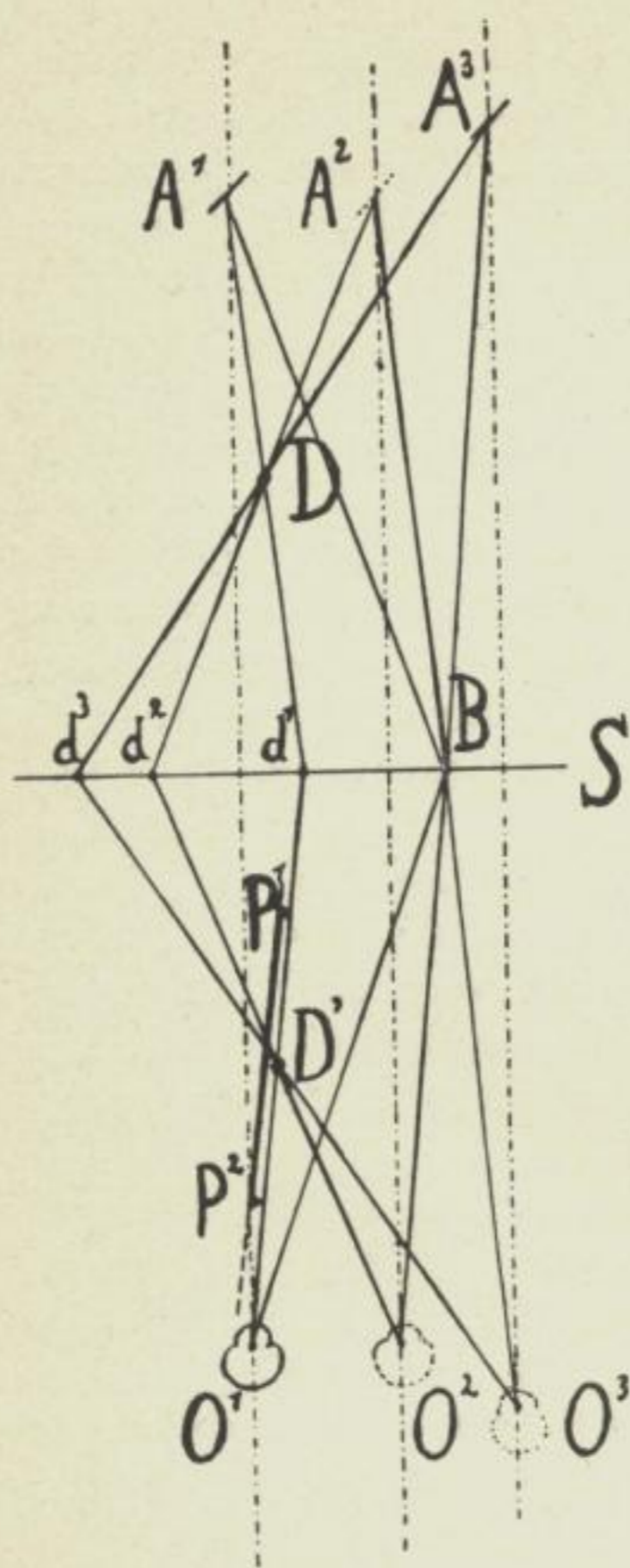
Figur 10.
Stereoskopie auf dem Schirm.

die Antikathode R dieselbe Bewegung gleichzeitig mitmacht nach L und zurück, das Auge denselben Eindruck bekommt, als ob an dieser Seite des Schirmes ein Reliefbild bestände, und diesem Umstand ist es zuzuschreiben, daß man psychisch einen richtigen Eindruck bekommt, welcher Teil vorn und welcher hinten liegt. Nun ist man sogar bei der Bewegung nicht auf die Distanz von R nach L, welche w als 65 mm annehmen, beschränkt, sondern diese Bewegung kann viel weiter und sogar auch nach allen Richtungen gehen, d. h. nicht nur quer, sondern auch nach oben, nach unten, nach hinten und nach vorn, wenn man nur immer dafür Sorge trägt, daß das Auge gerade der Antikathode gegenüber liegen bleibt, und die Distanz von beiden bis zum Schirme gleich bleibt. Wenn man sich erst an den Eindruck gewöhnt hat, daß man auf dem Schirm das Spiegelbild und nicht das wirkliche Objekt sieht, so ist es wirklich überraschend, wie prachtvoll man die Tiefenunterschiede sehen kann. Man würde nun für die gleichzeitige Bewegung von Auge und Antikathode einen ziemlich verwickelten Apparat brauchen, aber man kann sich die Sache einfacher machen, wenn man die Bewegung von vorn nach hinten ausfallen läßt, so daß die Antikathode sich stets parallel mit dem Schirme bewegt; ein Orthodiagraph kann dann sehr leicht dafür eingerichtet werden.

Man hat ja beim Orthodiagraphen eine Röhre, welche sich stets parallel mit dem Schirm bewegt, und dadurch, daß man an dem bewegenden Teil eine Latte befestigt, an der ein Schirm mit einer kleinen Augenöffnung festgemacht ist, so daß diese Öffnung gerade der Antikathode gegenüber sich befindet, machen sie beide zusammen die gewünschte Bewegung und man braucht nur darauf zu achten, daß das Auge bei der Bewegung hinter der Öffnung bleibt.

Man kann die Sache noch einfacher machen, wenn man auch die Bewegung von oben nach unten wegfallen läßt; wenn man dann die Röhre einfach an zwei Leinen aufhängt und diesen eine schaukelnde Bewegung gibt, so bekommt man einen vollständigen Eindruck, wenn der Kopf dieser Bewegung folgt. In der Figur 11 ist S der Schirm, A_1 , A_2 und A_3 die Antikathode und O_1 , O_2 und O_3 das Auge in verschiedenen Stellungen. Nun ist es deutlich, daß der Punkt B, wo sich die Antikathode auch befinden möge, stets seine Stelle behält. Der Punkt D jedoch, der sich näher befindet, gibt abwechselnd ein Bild in d_1 , d_2 und d_3 und das Auge, das diese Bewegung mitmacht, bekommt dadurch den Eindruck, daß der Punkt B sich auf dem Schirme befindet und der Punkt D in D' liegen muß.

Diese Methode kann nicht nur zum Bilden eines psychischen Reliefeindrucks, sondern auch für stereogrammetrische Bestimmung der Distanz benutzt werden. Denken wir uns, das Auge befände sich



Figur 11.
Metaphanie.

in O und visiert, indem es d_1 sieht, den Punkt D , so kann man leicht zwei Punkte P_1 und P_2 , welche fest miteinander verbunden sind, in die Visierlinie bringen. Bringt man darauf das Auge an eine andere Stelle, z. B. in O_3 , so wird im allgemeinen keiner der beiden genannten Punkte mehr mit d_3 zusammenfallen. Schiebt man nun aber P_1P_2 in seiner eigenen Richtung nach vorn oder zurück, so kann man es so weit bringen, daß einer der beiden Punkte, z. B. P_1 , in die neue Visierlinie kommt, welche durch d_3 geht, und der Punkt P_1 wird mit D' zusammenfallen. Man möge nun das Auge an jede beliebige Stelle bringen, während die Antikathode die Bewegung mitmacht, man wird immer sehen, daß das Bild von D' mit P_1 zusammenfällt und damit sozusagen fest verbunden ist. Man braucht jetzt nur die Distanz von P bis zum Schirme zu messen, um mit mathematischer Gewißheit zu wissen, wie weit D an der anderen Seite des Schirmes liegt. Diese Methode würde man Metaphanometrie nennen können.

Man kann noch weiter gehen. Wenn man annimmt, daß D ein Fremdkörper ist, z. B. eine Kugel, welche sich im Körper befindet, so kann man in D' eine ähnliche Kugel aufstellen. Ersetzt man

nun den Schirm S durch eine Spiegelscheibe, so sieht man zu gleicher Zeit den Körper des Patienten durch die Scheibe hindurch und das virtuelle Bild der Kugel D' scheinbar in D , also mit der Kugel im Körper zusammenfallend, so daß man Symphanie bekommen hat, was der Chirurg sich zunutze machen kann. Man könnte dieses Metasymphanie nennen.

Nachdem ich aus theoretischen Gründen zu diesen verschiedenen Anwendungen gekommen bin, habe ich mich durch einfache Modelle und Experimente davon überzeugt, daß die Methode auch in Wirklichkeit zutrif. Die erste Anwendung der Polyphanie und der Metaphanie wurde von uns in dem Laboratorium des Herrn Ingenieurs Friedrich

Dessauers in Aschaffenburg, die erste Symphanatoraufnahme im Laboratorium des Herrn Professors Wenckebach, Groningen, gemacht. Welche Tragweite diese besitzen können, ist eigentlich erst nach Prüfung bei einer ausgebreiteten Praxis festzustellen, nachdem auch das Röntgeninstrumentarium ganz für diese neuen Methoden eingerichtet ist.



Über Röntgenopakplatten.

Von P. H. Eijkman, Scheveningen.

Ich möchte Ihnen eine Neuerung vorführen, zu welcher meine verschiedenen Studien der photographischen Platte geführt haben.

Im allgemeinen liebt der Röntgenologe es nicht, Abdrücke von einer Platte zu machen, da durch den Kopierprozeß verschiedene Details verloren gehen, und da überdies das Bild umgekehrt wird, so daß das Herz auf der rechten Seite erscheint usw. Aber auch die direkte Besichtigung der Negative hat ihre Schwierigkeiten. Eine Besichtigung in dem Schaukasten, wobei das Negativ auf eine Milchglasplatte zu liegen kommt, ist beliebt, und doch bleibt die Besichtigung einigermaßen schwierig. Man muß den Kopf hin und her drehen, damit man einen klaren Überblick über die Platte gewinnt, und nie hebt sich das Bild so deutlich hervor, daß es von verschiedenen Personen zu gleicher Zeit betrachtet werden kann.

Ich habe darum von der Trockenplattenfabrik Dr. C. Schleußner in Frankfurt a. M. Platten machen lassen mit einem opaken Schichtträger. Wie Sie sehen, präsentiert sich das Bild sehr schön, und die aufgezählten Nachteile sind alle verschwunden. Man kann das Bild bei auffallendem Licht betrachten, man kann es herumreichen, einigen Personen zu gleicher Zeit zeigen, und es stellt sich dann heraus, daß das Bild viel deutlicher ist als ein gewöhnliches Negativ. Die Details sind alle beibehalten, ja sogar vermehrt, in dem Sinn, daß man mit einer kürzeren Exposition auskommen kann. Wie bei allen Abbildungen mit opaken Unterlagen hat man nämlich eine doppelte Gradation: Das Licht geht durch die geschwärzte Schicht hindurch, wird von der opaken Unterlage reflektiert, durchdringt zum zweiten Male die geschwärzte Schicht und gibt also eine doppelte Gradation.

Eine doppelte Gradation bedeutet theoretisch eine vierfach verkürzte Exposition und praktisch wahrscheinlich eine noch einige Male kürzere. Am vorteilhaftesten erschien es, die photographische Schicht ein wenig matt zu machen, was nach bekanntem photographischem Verfahren geschehen kann. Man kann auch später die Platte matt lackieren.

Für diese Versuche habe ich Milchglas gebrauchen lassen, welches, wie Sie sehen, sehr schöne Resultate gibt. Wenn das Milchglas für die Praxis etwa zu teuer sein sollte, dann bestehen verschiedene andere Verfahren, eine opake Schicht zu erhalten. Man könnte z. B. auf einer gewöhnlichen Glasplatte einen Unterguß anbringen, welcher mit Baryt oder Karbonaten opak gemacht war. Die Platte wird in der gewöhnlichen Weise entwickelt und fixiert. Im allgemeinen kann man von ihr Kontaktabdrücke nicht machen. Das Kopieren mittels einer Kameraaufnahme kann natürlich leicht geschehen und wird in den meisten Fällen auch genügen, da man für Röntgenzwecke gerne verkleinerte Abzüge herstellt.

Diese Milchglasplatten haben noch einen andern Vorteil, nämlich, daß man sie auf zwei verschiedene Weisen besichtigen kann, d. h. in der Durchsicht und in der Aufsicht. Wie schon gesagt, hat man in letzterem Falle eine doppelte Gradation, indem man in der Durchsicht die gewöhnliche Gradation beibehält. Nun ist es allgemein bekannt, daß verschiedene Körperteile eine verschieden lange Exposition, respektive Entwicklung brauchen, um alle Details möglichst gut zu zeigen. Ein einfaches Beispiel wird das illustrieren. Mache ich eine röntgenographische Aufnahme einer geballten Faust, wobei der kleine Finger ausgestreckt bleibt, dann brauchen die voreinander gelagerten Metakarpe der verschiedenen Finger eine viel längere Exposition als die kleine Fingerspitze. Entweder sind also die Metakarpe unterexponiert oder die kleine Fingerspitze ist überexponiert. Nun zeigt sich, daß bei der Röntgenopakplatte in der Aufsicht die Details der kleinen Fingerspitze vollkommen verloren gehen, während sie sich in der Durchsicht vorzüglich zeigen. Man hat also gewissermaßen in der Röntgenopakplatte zwei verschiedene Stadien der Exposition kombiniert.

Der Verfasser hat seine Röntgenopakplatte zum D. R. P. angemeldet.



Über die Strahlenbegrenzung in photographischen Objektiven.

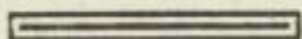
Von Dr. E. Wandersleb, Mitarbeiter im Zeißwerk, Jena.

Das Studium der Strahlenbegrenzung ist viel jüngeren Datums als das der beiden anderen Gebiete der geometrischen Optik, nämlich der Gaußschen Dioptrik und der Theorie der Aberrationen. Nachdem lange Zeit nur da und dort einmal Einzelfragen gestreift worden waren, gab Anfang der 70er Jahre Ernst Abbe die allgemeinen Methoden für die Behandlung der Strahlenbegrenzung in optischen Instrumenten an. Weiteren Kreisen wurden die Abbeschen Anschauungen in erster Linie durch das Buch von Abbes Mitarbeiter Siegfried Czapski bekannt, das unter dem Titel: „Die Theorie der optischen Instrumente nach Abbe“ im Jahre 1893 erschien. Seit Ende der 90er Jahre hat dann vor allem M. von Rohr die Lehre von der Strahlenbegrenzung in mehreren Arbeiten weiter ausgebaut und einige neue Methoden angegeben, die besonders beim photographischen Objektiv eine so einfache und anschauliche Behandlung so wichtiger und allgemein interessierender Probleme, wie z. B. der Perspektive und Tiefenschärfe zulassen, daß man wünscht, diese Gedankengänge möchten noch viel mehr verbreitet werden, als sie es bis jetzt zu sein scheinen.

Es wird deshalb an einigen Beispielen die Anschaulichkeit der Begriffe und Methoden aus der Lehre von der Strahlenbegrenzung an der Hand von Figuren gezeigt: die Entstehung der Eintrittspupille, ihre Bedeutung für die Lichtstärke bei endlichen und unendlich fernen Objekten, mit einem Hinweis auf den Fall des Teleobjektivs für nahe Objekte; dann die Darstellung einer räumlichen, in die Tiefe sich erstreckenden Objektfläche durch das Objektiv auf der ebenen Mattscheibe oder Platte. Hier wurde besonders Wert darauf gelegt, die außerordentliche Fruchtbarkeit der von M. von Rohr eingeführten „Einstellungsebene“ im Objektraum und der Projektionsfigur in der Einstellungsebene zu veranschaulichen, Begriffe, die man auch dem mathematisch wenig Geschulten durch Figuren geläufig machen kann, und aus denen sich dann die Sätze über die Perspektive und die Tiefenschärfe geradezu als Selbstverständlichkeiten ergeben.

Durch die „Pupillen“ wird die Öffnung der abbildenden Strahlenbündel begrenzt. Die Frage der Begrenzung des Gesichtsfeldes führt auf die Begriffe der „Luken“, und die Wechselwirkung von Pupillen und Luken führt weiter auf die interessanten Probleme des Vignettierens. Diese Fragen werden nur angedeutet; ganz allgemein wird darauf hingewiesen, daß es möglich und nützlich ist, auch diese Beziehungen konsequent im Objektraum, im wesentlichen an der Projektionsfigur in der Einstellungsebene, zu studieren, weil das, was dann dem Objektiv noch zu leisten übrig bleibt, immer weiter nichts ist als eine genaue, meist verkleinerte Wiedergabe jener ebenen Projektionsfigur.

Die hier benutzten Figuren findet man neben vielen anderen in der Traill-Taylor-Lecture „On the regulation of the rays in photographic objectives“, die der Vortragende im November 1908 auf eine Einladung der Royal Photographic Society hin in London gehalten hat, und in der diese Probleme etwas ausführlicher als hier, aber so behandelt worden sind, daß größeres Gewicht auf Anschaulichkeit als auf Strenge und allgemeinste Gültigkeit der Herleitungen gelegt wurde. Diese Lektüre ist mit allen Figuren abgedruckt worden in „The Photographic Journal“ Vol. XLIX p. 4—26 vom Januar 1909, sowie in „The Brit. Journal“ of Phot. Vol. LVI p. 116—124, 139—143, vom Februar 1909. Eine geschlossene und strenge Darstellung der Strahlenbegrenzung in optischen Systemen aus der Feder M. von Rohrs findet man auf Seite 466—507 des von ihm herausgegebenen Sammelwerks: „Die Theorie der optischen Instrumente“ Band I. Berlin. J. Springer. 1904.



Anwendungen der Kinematographie in Wissenschaft und Technik.

Von K. W. Wolf-Czapek, Berlin.

Die Kinematographie beruht auf der Momentaufnahme zahlreicher, rasch aufeinanderfolgender Bewegungsphasen eines bewegten Objektes und ermöglicht eine Analyse der Bewegung; die subjektive Summierung dieser Bilder auf der Netzhaut des Auges, die bei rascher aufeinanderfolgender Vorführung der Einzelbilder zustande kommt, gestattet eine Synthese dieser einzelnen Bewegungsphasen und damit eine Wiedergabe des aufgenommenen Bewegungsvorganges. Hieraus ergibt sich der Wert der Kinematographie erstens für Forschungs- und zweitens für Unterrichtszwecke und ihre Verwendbarkeit zum Studium und zur Darstellung aller Bewegungsvorgänge, also ihre universelle Bedeutung. Für die Zwecke der meisten Wissenschaften und der Technik, z. B. der Kristallographie, Zoologie, Physiologie, Pathologie, Ethnologie, Technologie, reichen die üblichen Apparaturen, eventuell in Verbindung mit dem Mikroskop; für viele physikalische und physiologische Untersuchungen bedarf man aber besonderer Einrichtungen, die zum Teil völlig von den üblichen abweichen.

Der Vortragende beschrieb nun einige derartige Apparaturen und zeigte Beispiele davon und von ihren Leistungen vor. So die Einrichtung von Oosting, der die Schwingungen elastischer Stäbe und ähnliches auf einer feststehenden Platte dadurch abbildete, daß er vor dem Objektiv einer gewöhnlichen Kamera eine mit mehreren Schlitzern versehene Scheibe rotieren ließ, die, das Objektiv in Unterbrechungen freigebend, die verschiedenen Schwingungsphasen zur Abbildung kommen ließ.

In ähnlicher Weise nahm Lendenfeld den Insektenflug auf, wobei die Dauer der einzelnen Expositionen bis auf $\frac{1}{42000}$ Sekunde herabgedrückt wurde. Lendenfeld schuf dazu 1882 eine ebenso geistvolle, wie einfache Apparatur: Das direkte Sonnenlicht wird durch einen Spiegel auf ein Linsensystem geworfen, von diesem durch eine Glasküvette geschickt, gelangt dann auf einen zweiten Spiegel, durch ein Objektiv zu einem dritten Spiegel und dann auf die Platte. In

der Glasküvette befindet sich, am Körper befestigt, das Insekt, das durch einströmenden Sauerstoff zu heftiger Flügelbewegung veranlaßt wird. Zwischem dem Linsensystem rotiert eine mit schlitzförmigen Ausschnitten versehene Scheibe mit großer Geschwindigkeit. Das Licht trifft demnach das Insekt nur intermittierend und wir erhalten auf der Platte eine Reihe von Schatten-Bildern, die verschiedenen Bewegungsphasen angehören. Diese Bilder würden nun natürlich alle übereinander fallen und unkenntlich werden, wenn nicht eine besondere Vorrichtung getroffen wäre, die in folgendem besteht: Der dritte Spiegel oszilliert um eine horizontale Achse, dadurch wird erreicht, daß die einzelnen Bilder auf der Platte nicht aufeinander, sondern nebeneinander liegen. Um nun auch die Breite der Platte auszunutzen, dreht sich der zweite Spiegel langsam um seine Achse. Dadurch fallen die Bilderreihen bei jeder Oszillation des Spiegels um eine Reihe weiter und man erhält leicht auf einer 18×24 Platte 200 bis 400 Aufnahmen. Die Expositionen, die zur Aufnahme verwendet werden, müssen natürlich außerordentlich kurz sein. Sie variieren zwischen $\frac{1}{10000}$ und $\frac{1}{42000}$ Sekunden, wobei zwischen den einzelnen Aufnahmen Intervalle von $\frac{1}{40}$ bis $\frac{1}{150}$ bzw. $\frac{1}{1600}$ bis $\frac{1}{2000}$ Sekunde sind. Um ein genaues Zeitmaß der Flügelbewegungen zu haben, läßt Lendenfeld vor der Küvette Schrote fallen und die Distanz der Bilder dieser Schrote gibt ihm ein genaues Zeitmaß.

Zu noch kürzeren Expositionszeiten mußte Cranz bei seinen außerordentlich wertvollen Untersuchungen der Wirkung von Geschossen und des Arbeitens von Schußwaffen greifen: er nimmt als Lichtquelle Funkenentladungen von Hochspannungs-Wechselströmen, deren Frequenz und Dauer er durch Veränderung der Kapazität des mit der Funkenstrecke parallel geschalteten Kondensators und der Größe der Funkenstrecke reguliert, so daß er z. B. 5500 Entladungen in der Sekunde erhält, von denen jede ca. $\frac{1}{10\,000\,000}$ Sekunde $\left(\frac{1}{10^7}\right)$ dauert; bei der Kürze der einzelnen Expositionen ist es nicht mehr nötig (wäre auch technisch unmöglich), den zur Aufnahme dienenden Film ruckweise (intermittierend) fortzubewegen; Cranz läßt ihn vielmehr kontinuierlich laufen mit einer Geschwindigkeit von 90 m in der Sekunde und erhält dadurch z. B. die Analyse der etwa $\frac{1}{10}$ Sekunde dauernden Verschlößbewegung einer Selbstladepestole in 400 während dieser Zeit erfolgten Aufnahmen von Normal-Kino-Format.

Ein anderes schwieriges Problem bietet die Röntgenkinematographie; Köhler nahm in einer großen Reihe aufeinanderfolgender Einzelaufnahmen auf 24×30 Platte die einzelnen Phasen der Atembewegung bei angehaltenem Atem mit Expositionszeiten von je

15 Sekunden auf und setzte daraus durch Verkleinerung der Einzelplatten einen Filmstreifen zusammen. Dieses Verfahren findet seine Grenzen bei der Aufnahme nicht willkürlich beherrschbarer Bewegungen (z. B. des Herzens) und ist überaus mühsam und kostspielig. Biesalski und Kohler photographierten mit Hilfe eines gewöhnlichen Kinematographen mit einem Objektiv von $F : 2,3$ Öffnung, das Herr Zschokke von der Firma Goerz zur Verfügung gestellt hatte, das Bild am Leuchtschirme und erzielten sehr schöne Bilder der Bewegungen der Hand und des Ellbogengelenkes; für Aufnahmen des Brustkorbes reicht freilich die Helligkeit des Leuchtschirmbildes nicht aus. In jüngster Zeit hat Groedel eine Einrichtung geschaffen, die, ähnlich wie bei Köhler, Einzelaufnahmen auf Platten 18×24 cm macht, aber die Platten automatisch aufeinanderfolgen läßt und daher wirkliche Reihenaufnahmen (24 Aufnahmen mit je $\frac{1}{20}$ Sekunde Expositionszeit binnen sechs Sekunden bei 440 Volt und 60 Ampère), der Bewegungen der inneren Organe des menschlichen Körpers liefert. Das Prinzip seines Aufnahmeapparates ist folgendes¹⁾: Eine größere Anzahl (z. B. 24) fester Kassetten, in denen sich je ein Film zwischen zwei Verstärkungsschirmen befindet, wird durch einen Schieber allmählich nach vorne bewegt. Vor einem mit entsprechendem Ausschnitt versehenen Bleischirm, gegen den der Patient sich anlehnt, fallen die Kassetten durch einen Schlitz in einen vor Röntgenstrahlen geschützten Kasten. Hinter dem Patienten ist die Röhre befestigt. Vor der Röhre bewegt sich eine große, einen Zentimeter dicke Bleischeibe, die zwei diametral gegenüberliegende Ausschnitte enthält. Steht einer der Ausschnitte vor der Röhre, so wird die vorderste Platte exponiert, ist die Blendenöffnung gerade verdeckt, so werden die Kassetten vorwärts geschoben und die jeweils vorderste Platte abgestoßen. Die Bewegungen der über $1\frac{1}{2}$ Zentner schweren Massen besorgt ein Elektromotor. Der Apparat ermöglicht mindestens vier Aufnahmen in der Sekunde. Die Expositionszeit kann von ein Fünftel bis auf ein Zwanzigstel Sekunde variiert werden. Der Apparat gibt die Möglichkeit, alle Bewegungsvorgänge im Körper röntgenkinematographisch aufzunehmen, die einzelnen Phasen zu studieren und die Bewegungen zu analysieren, wozu unser Auge in den meisten Fällen nicht ausreicht. Die erhaltenen Negative können dann in entsprechender Verkleinerung auf einen Kinofilm kopiert und in den üblichen Apparaten vorgeführt werden.

Wohl die erste Anwendung der Kinematographie in der Maschinenkunde hat Fuchs gemacht²⁾, der zugleich mit einem rotierenden Uhrzeiger einen am Hammerbär befestigten, auf einer Skala spielenden

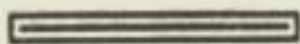
1) Phot. Ind. 1909, S. 622.

2) Phot. Ind. 1909, S. 544.

Zeiger aufnimmt und so die Bewegungen des Hammerbärs aufzeichnet, aus denen er im Zusammenhang mit den gleichzeitig registrierten Dampfdrücken im Hammerzylinder die Schlagarbeit und den Dampfverbrauch per Kilogramm Schlagarbeit bestimmt und damit ein lange vergeblich untersuchtes Problem löst. Eine andere technische Verwendung der Kinematographie ergibt sich bei der Herstellung von Skulpturen auf photographischem Wege, wofür in letzter Zeit wieder Bossel eine einfache Apparatur angegeben hat¹⁾. Von einer oder noch besser von zwei übereinander angeordneten intensiven Lichtquellen wird durch ein Zylinderobjektiv oder mittels eines Projektionsapparates ein sehr schmaler und heller Lichtstreifen auf die vorher weißgepuderte Person projiziert. In einem dunklen Raum wird nun mit zwei Kinematographen, die gleiche Objektive besitzen müssen, die nachzubildende Person, die auf einer um ihre vertikale Mittelachse drehbaren Scheibe steht, reihenbildlich aufgenommen, wobei die Apparate einander gegenüber und gleich weit vom Objekte entfernt aufgestellt werden müssen. Beide Kinematographen müssen miteinander verbunden und durch eine Synchronleinrichtung zu einem gleichmäßigen Laufe angetrieben werden, da jede einzelne Bildaufnahme in jedem Kinematographen zur gleichen Zeit erfolgen muß. Die erhaltenen Einzelbilder werden vergrößert, auf chromierte Gelatinefolien kopiert und diese in zweckmäßige Weise übereinandergereiht.

Zum Schlusse zeigte der Vortragende noch den von Hürthle (Breslau) zur Aufnahme und Wiedergabe verwendeten Apparat, der Serienbilder mit einer Größe des Einzelbildes von 8×8 cm liefert (wobei freilich über sechs Aufnahmen pro Sekunde nicht hinausgegangen werden kann) und besonders dann von hohem Werte ist, wenn Mikrokinematogramme von möglichst großem Detailreichtum und Schärfe gemacht werden sollen, wie sie Hürthle z. B. von der Kontraktion einer Muskelfaser von *Hydrophilus* anfertigte. Der Vortragende schloß mit dem Wunsche, daß die Kinematographie noch recht weite Gebiete dem menschlichen Wissen eröffnen und sich hier in wertvollere Tätigkeit bewähren möge als im landläufigen „lebenden Bilde“.

¹⁾ Phot. Ind. 1909, S. 376.



La Photographie Judiciaire.

Von Prof. Dr. R. A. Reiß, Lausanne.

Mesdames et Messieurs.

La photographie qui s'est si rapidement conquise presque toutes les branches de l'activité humaine, les sciences et les arts, a eu beaucoup de peine à s'introduire dans les services dépendant de la Justice. Aujourd'hui, cette introduction est chose faite et la photographie rend journellement de services signalés à la Justice et à la Police. Toutefois, et nous nous hâtons de le dire, elle n'est pas encore employée dans la mesure à laquelle ses qualités lui en donnent le droit.

Beaucoup trop de magistrats ignorent encore cet auxiliaire par excellence qui est, pour ainsi dire, la mémoire artificielle de l'humanité et l'enregistreur automatique et impartial des faits. Dans ce qui suit, j'essayerai, Mesdames et Messieurs, de vous démontrer rapidement ce que c'est la photographie judiciaire et quels services elle peut rendre aux enquêtes judiciaires ou policières. Cette démonstration sera forcément très incomplète, car la matière est devenue très vaste. Mais, à l'aide des projections représentant des cas de ma pratique personnelle, j'espère quand même de pouvoir vous donner une idée de l'importance de la photographie dans la lutte de la Justice contre le monde, toujours croissant, de la criminalité.

L'emploi de la photographie en matière judiciaire peut se diviser en trois catégories nettement tranchées:

1. La photographie utilisée comme enregistreur automatique et impartial des faits.
2. La photographie comme instrument d'expertise.
3. La photographie appliquée à l'identification des criminels.

Enfin, la photographie peut nous fournir aussi, accidentellement, des documents dont l'enquête judiciaire peut profiter largement.

Plusieurs hommes compétents, se basant sur ces révélations photographiques occasionnelles, ont proposé ce munir d'appareils photographiques à main quelques agents de police. Leur tâche consisterait à prendre des instantanés chaque fois qu'il se produit une bagarre, une rixe, etc. Les photographies ainsi faites devraient servir ensuite pour

retrouver les participants de ces troubles. Cette idée est excellente, mais sa réalisation rencontrera certainement de grandes difficultés parmi lesquelles je ne vous citerai que la grande dépense, qu'occasionnerait l'achat d'une grande quantité d'appareils. Car il est bien entendu, pour que cette mesure puisse donner un résultat appréciable, il faudra qu'un nombre assez considérable d'agents soit pourvu d'appareils photographiques et que ceux-ci soient perfectionnés. Pourtant, cette idée a déjà été mise en pratique à plusieurs reprises en Amérique et ailleurs. Ainsi, pendant des grèves de mineurs, une des sociétés minières de Nanticoke est parvenue à faire dissimuler plusieurs appareils de photographie autour de ses bâtiments. On s'en est servi pour prendre, à l'aide de subites déflagrations de magnésium, de groupes de manifestants qui se réunissaient à la faveur de la nuit. Les figures sont si distinctes que la Compagnie pouvait se servir des épreuves comme pièces à conviction.

D'autre part, dans le même ordre d'idée, l'appareil a servi aussi aux fauteurs de l'ordre: pendant une grève de maçons, en France, les grévistes ont mis à leur service l'appareil photographique. Avec un „Kodak“, ils prenaient des instantanés des chantiers et obtenaient ainsi les photographies des „Kroumirs“ c'est à dire des ouvriers trahissant la cause de la grève en travaillant. Ils mettaient ensuite à l'index ces mauvais camarades et cela sans s'exposer au danger d'être poursuivis pour attentat à la liberté du travail.

Il me faut citer ici également un petit appareil à main, spécialement construit pour contrôler photographiquement la vitesse des automobiles, qui a été fabriqué par le constructeur parisien bien connu M. L. Gaumont.

Avant de commencer l'étude, forcément très brève, de l'emploi actuel de la Photographie en matière judiciaire, je voudrais vous en donner quelques dates historiques.

Quand a-t-on commencé à se servir de la photographie comme moyen d'enquête judiciaire? Eh bien, j'ai trouvé comme le plus ancien document intéressant la photographie judiciaire le numéro du 10 septembre de 1854 du „Journal des Tribunaux“, revue rédigée et publiée, à ce temps, par l'avocat Pellis à Lausanne. Nous y lisons sous le titre „nouveau moyen d'enquête“ la relation d'une instruction sur une bande de cambrioleurs d'églises. Parmi les incriminés se trouva un individu mystérieux, dont, malgré toutes les recherches, on ne pouvait pas déterminer l'identité. En désespoir de cause, le Juge informateur fait prendre le portrait de ce prisonnier au moyen du procédé daguerréotypique et fait envoyer des exemplaires à la police de tous les cantons de la Suisse et à celle des pays voisins. „On n'attendait pas un grand succès de cette tentative nouvelle et chan-

ceuse“, ajoute le chroniqueur. Mais voilà qu'en dépit des prévisions pessimistes du magistrat la police du Grand-Duché de Bade avise le parquet que le portrait a été reconnu dans un village, où l'original avait été élevé. La daguerréotypie a donc déjà servi à la production de photographies remplissant, en partie au moins, le rôle de nos photographies signalétiques actuelles. En se remémorant que, pour la confection d'un daguerréotype, il fallait des poses très longues et que chaque pose ne donnait qu'une seule épreuve, nous sommes aujourd'hui amenés à admirer la patience du criminel qui a bien voulu rester immobile, jusqu'à ce que l'homme du métier ait fini de fabriquer la douzaine ou les douzaines de portraits nécessaires pour l'envoi aux différentes directions de Police.

Comme je viens de le dire, ce document est le plus ancien en Suisse mentionnant l'emploi de l'appareil photographique dans les enquêtes judiciaires. Vu la rédaction même du document, tout porte à croire que dans les autres pays non plus, avant cette date, on ne se soit servi de la photographie en matière judiciaire. C'est donc très probablement à la Suisse, et tout spécialement à Lausanne, que revient le mérite de la première application de la Photographie judiciaire.

Après ce commencement, la photographie sert assez souvent à la confection de portraits de criminels inconnus dont on veut chercher l'identité. Ainsi je possède dans ma collection de portraits, faits entre 1858 et 1868, qui ont servi à ce but. Une chose curieuse à constater sur ces photographies est que, déjà à cette époque, on tâchait de donner aux sujets une position uniforme: on les photographiait de face, les mains croisées à la hauteur des genoux.

Plus tard, la confection de portraits de criminels se généralise encore de plus en plus. Ainsi les Allemands créent les „Verbrecher-albums“. Dans ces albums on collectionne les portraits suivant la nature des délits des originaux. Ainsi on classe les voleurs à la tire dans un album spécial, les assassins dans un autre, etc. Mais, vu que Messieurs les criminels peuvent changer de catégorie, les recherches étaient extrêmement difficiles, quelques fois même impossibles. Ces recherches étaient rendues encore plus difficiles par le fait, que la confection des portraits était confiée à des professionnels qui en fabriquaient, chacun à sa manière, de jolies cartes de visites et cartes-albums mais non pas de photographies signalétiques comme elles sont nécessaires pour les enquêtes judiciaires. Pour faciliter la reconnaissance et les recherches, les directions de polices de quelques pays prirent enfin un arrêté pour réglementer la photographie des incriminées dans les lieux de détention.

Quand aux autres applications de la photographie en matière judiciaire, on commençait à les employer vers 1860. En effet, je

possède de photographies, faites sur les lieux d'un crime, qui ont été datées de 1860. Mais cet emploi était rare et les cas où l'on avait recours à l'objectif photographique, sont bien isolés. En tout cas, l'appareil photographique ne servait que comme instrument d'enregistrement.

C'est seulement depuis 1869 qu'on commence à'utiliser la plaque sensible comme moyen d'expertise et pour découvrir les choses invisibles à l'oeil. En effet, en 1869 le Dr. Burion de Darneis (Vosges) présente, par l'entremise des Vernois, à l'Académie des Sciences une série de plaques contenant, soi-disant, la photographie de l'image du meurtrier sur la rétine de la victime. Vernois est chargé d'un rapport sur cette découverte retentissante, d'origine américaine du reste, et conclut, après une étude approfondie, que sur aucun des clichés ne se trouvait une trace d'image. Pourtant il propose des remerciements à l'auteur de la communication pour avoir démontré l'utilité de la photographie en médecine légale. Malgré cette réfutation officielle de la part de l'Académie des Sciences, le canard de l'image de l'assassin sur la rétine de l'assassiné défraye encore actuellement, de temps en temps, la presse quotidienne.

Bien plus tard un autre fait, réel celui-là, attire l'attention des experts légistes sur la photographie: Une dame vient poser chez un photographe. En développant le cliché l'opérateur remarque sur la figure, malgré que le teint de la cliente était des plus purs, une quantité de petites taches transparentes absolument semblables à celles produites par des taches de rousseur. „Cela provient évidemment de la mauvaise qualité de la plaque“, pense le photographe et refait le portrait sur une autre plaque. Au développement même résultat et un troisième et quatrième essai ne réussissent pas mieux. Les taches transparentes persistent. De guerre lasse l'opérateur décide de retoucher aussi bien que possible ces taches malencontreuses. Quelques jours plus tard il envoie les épreuves à sa cliente, mais quelle est sa stupéfaction d'apprendre qu'elle est morte, le jour avant, de la variole. Les taches persistantes n'étaient rien d'autre que l'éruption varioleuse encore absolument invisible à l'oeil.

Ce fait, bien authentique, stimulait naturellement les experts légistes à appliquer la photographie à la recherche de l'invisible, des ratures sur des documents écrits par exemple. Nombre de chercheurs comme Messieurs Bertillon à Paris, Jesserich à Berlin, Popp à Frankfort, Dennstedt, Schöpff et Voigtländer à Hambourg, Minovici à Bucarest, votre serviteur, etc., essayèrent, avec succès, d'utiliser la plaque photographique pour l'expertise des documents écrits et suspect de faux. C'est à eux que nous devons presque toutes les méthodes qui, aujourd'hui, donnent de si remarquables résultats.

La véritable et définitive introduction de la photographie en matière judiciaire date de 1882, époque à laquelle Monsieur Alphonse Bertillon créa, à Paris, le premier service d'identification judiciaire d'après le système de sa propre invention et qui réserve, à côté des mesures anthropométriques, une large place à la photographie. La méthode de M. Alphonse Bertillon, connue sous le nom d'anthropométrie signalétique ou „Bertillonage“ tout court, est le produit d'un long et patient travail et c'est à M. Bertillon seul que reviennent l'honneur et le mérite d'avoir doté l'humanité d'un mode d'identification ayant donné, dès sa création, des résultats tels que presque tous les gouvernements l'ont introduit dans leur pays. C'est dans ce service de Paris, admirablement outillé, que se sont élaborées toutes les améliorations de cette belle méthode d'identification en même temps que des travaux de la plus haute importance pour la photographie judiciaire et la police scientifique.

Seulement depuis la création du système Bertillon la photographie judiciaire est devenue une branche spéciale de la Photographie. Mais cette branche ne pouvait rester indépendante, vu qu'elle doit être exercée par quelqu'un qui, à côté d'une pratique photographique solide, possède encore une grande quantité d'autres connaissances spéciales relevant des sciences, de la jurisprudence, de la médecine légale et de la pratique policière. Elle a donc été incorporée dans ce que nous appelons aujourd'hui la „Police scientifique“, c'est à dire l'ensemble des connaissances pratiques et techniques, nécessaires pour l'identification des auteurs des crimes et des délits.

Le „Bertillonage“ s'est introduit très rapidement dans presque tous les pays civilisés. Et aujourd'hui, malgré que certains Etats ont supprimé les mesures anthropométriques pour ne garder que les empreintes digitales (à tort ou à raison? ce n'est pas le lieu ici de discuter cette question importante), le portrait signalétique de profil et de face, doublé du „portrait parlé“ qui est également dû à Bertillon, est un auxiliaire très puissant de toutes les polices.

Sans exagération je puis donc dire que mon vénéré maître et cher ami Alphonse Bertillon est le véritable créateur de la photographie légale moderne.

Examinons maintenant les différents emplois actuels de la photographie dans les enquêtes judiciaires et policières.

Nous aurons d'abord à nous occuper de la première des trois catégories que je vous ai indiquées au commencement de cette conférence, c'est à dire de la photographie utilisée comme enregistreur automatique et impartial des faits ou, en d'autres termes, de la photographie sur les lieux du crime, de l'accident, du suicide, de l'incendie, etc.

La photographie prise sur les lieux du crime, de la catastrophe, etc. nous sert aux différents buts suivants :

1. Elle sera un document indiscutable pris automatiquement et reproduisant fidèlement les faits. Elle servira au magistrat enquêteur à se mettre devant ses yeux, à tout moment, l'image exact de l'endroit où à eu lieu l'évènement. La photographie constituera, par conséquent, une sorte de mémoire artificielle du magistrat instructeur. Et croyez le, il a bien souvent besoin de cette mémoire artificielle et infaillible. Pendant les heures qu'il a passées sur les lieux lors de son enquête, il est sensé d'avoir tout examiné et en avoir pris note. Cela est très bien, en théorie, mais en pratique il se peut que certains petits détails qui lui ont échappés, deviennent d'une importance capitale aus cours de l'instruction. L'objection, que, dans ce cas, il n'a qu'à retourner sur les lieux pour constater la présence ou l'absence de ces détails ne tient pas debout, car ce constat tardif devient, dans la plupart des cas, impossible, parceque l'aspect général du lieu a tout fait changé.

Les cas, où une reconstitution fidèle des faits n'est plus possible mais s'impose quand même, ne sont pas rares. Et bien, une bonne photographie nous offre une reconstitution permanente du constat, toujours à la disposition de celui qui doit mener l'enquête judiciaire.

La fixation de l'image du constat ne nous sert pas seulement à corriger les oublis et les interprétations erronées, mais aussi pour réparer un phénomène d'ordre purement psychologique. Il est un fait certain que nous ne voyons que ce que nous voulons voir. Il est évident, qu'un magistrat appelé à une constatation judiciaire se fera, après très peu de temps, une opinion sur la nature du crime, de l'accident, etc. Son opinion faite, il poursuivra dans ce sens la suite de son enquête sur les lieux. Il cherchera tout naturellement les indices typiques, souvent sans s'occuper d'autres petits détails. Il ne les voit pas même parce qu'il ne veut pas les voir. L'appareil photographique, par contre, voit tout et enregistre tout.

Le retournement de l'image photographique, souvent, nous fournit également l'occasion de retrouver certains détails que nous n'avons pas retenus en examinant l'original. En interchangeant les côtés d'une image, il nous apparaît sous un tout autre aspect. Ce changement nous le rend quelques fois méconnaissable, mais a, maintes fois, aussi pour effet de faire ressortir beaucoup de choses que, dans la position normale, nous avons vues cent fois sans nous en rendre compte.

Un fait semblable se produit en changeant la position de l'appareil photographique. La vue d'un monument que nous sommes habitué à voir toujours depuis un certain endroit, partant dans une position unique et déterminée, nous devient fort souvent méconnaissable si elle

est prise depuis un autre endroit que celui que nous occupons habituellement en contemplant ce monument.

2. Le second but de la photographie sur les lieux est celui de nous fournir du matériel de démonstration pendant l'audience. Presque tous qui jouent un rôle actif dans un procès, ne connaissent pas les lieux du crime. Et pourtant, combien leur tâche est facilitée, surtout celle des jurés, s'ils peuvent suivre les débats en ayant devant eux l'image des lieux où le crime a été commis, et l'aspect de ces lieux immédiatement après la perpétration du forfait. Par cette démonstration leur jugement ne peut que gagner en justesse.

Le professeur Gross de Graz, qui n'est pas photographe lui-même mais qui reconnaît la grande valeur de la photographie en matière judiciaire, recommande même chaudement, dans son bel ouvrage: „Handbuch für Untersuchungsrichter als System der Kriminalistik“, l'emploi de l'appareil à projection dans les salles d'assises. Mr. Gross a certainement mille fois raison, mais la réalisation de son idée se heurtera, primo, au préjugé de beaucoup de magistrats qui trouveront ces projections lumineuses peu dignes d'une cour d'assises et, secondement, au fait que ces projections demandent une obscurité complète qui empêche ou, au moins, rend beaucoup plus difficile la surveillance du ou des accusés. Pourtant cette idée a été mise en pratique dernièrement, à Dresde même, par les soins de Mr. le Préfet de Police Koettig, auquel je me plais à adresser toutes mes félicitations, à cette occasion, pour les grands mérites qu'il s'est acquis pour l'introduction des méthodes scientifiques dans les enquêtes judiciaires.

L'image photographique, montrée en pleine séance du Tribunal, peut également exercer une influence psychologique soit sur l'inculpé même, soit sur les juges. Le rapport le mieux fait ne rendra jamais aussi fidèlement l'horreur d'un assassinat qu'une photographie. Une bonne photographie peut remplacer, fort souvent et avantageusement, le réquisitoire le plus long du procureur général.

Ce rôle de la photographie a été vivement attaqué par certains théoriciens imbus d'humanitarisme exagéré. „On n'a pas le droit d'empirer la situation d'un inculpé par l'exhibition de telles photographies qui, nécessairement, frapperont les jurés et les juges“, disent-ils. Je ne suis pas de cet avis. D'abord, il ne s'agit nullement d'une exhibition ou d'une recherche d'un effet, mais d'un moyen de renseignement à l'usage des juges et jurés qui ne connaissent l'affaire que par les dépositions des témoins, etc. L'accusation a bien le droit, que dis-je, elle a même le devoir de renseigner, aussi exactement que possible, sur tous les détails du forfait ceux qui auront à juger l'inculpé. Si, ainsi, le jugement devient quelques fois un peu plus sévère, cela ne pourra qu'être utile à la défense de la Société et aidera, peut-être,

à diminuer, par la crainte de la punition, le nombre des crimes qui, à l'heure actuelle, augmente d'année en année et cela, en bonne partie, par l'affaiblissement de la répression. Ne voit-on pas certaines cours d'assises, par parti pris, acquitter tous les assassins passionnels ou soi-disant tels! Mais, n'oublions pas que ces photographies peuvent devenir aussi un puissant témoin à décharge en faveur de l'accusé.

Finalement, à l'aide de la chambre photographique, nous sommes à même de relever sur les lieux du crime de petits détails très précieux pour la recherche de l'assassin ou à l'identification de l'inculpé, tels que empreintes de pas, empreintes des lignes papillaires de la peau des doigts, taches de sang, etc.

Que faut-il photographier sur les lieux d'un crime, etc.? Nous aurons d'abord à fixer sur la plaque sensible l'aspect général du lieu. Ces photographies, à condition qu'elles soient bien prises, rendent d'excellents services et permettent souvent, même à celui qui ne connaît pas de visu le lieu du crime, de suivre toutes les péripéties du forfait. Telle chaise renversée, tel tapis froissée, tel pot de fleurs gisant cassé par terre indiquent clairement qu'à cet endroit il y a eu lutte. Une grande flaque de sang par terre et loin du cadavre de la victime montre qu'elle est tombée une première fois et qu'elle s'est relevée pour retomber plus loin. A un autre endroit on remarque, sur l'image, des traces de sang; leur forme oblongue permet immédiatement, à l'examineur, de conclure que celui qui a perdu ce sang par une blessure, était en mouvement et, en se rappelant que, dans les traces de gouttes de sang, l'axe le plus long se trouve toujours dans la direction du mouvement et que les éclaboussures latérales ne se trouvent également que dans cette direction, il est facile de suivre le chemin pris par la victime.

A l'heure actuelle, nous possédons, grâce à l'appareil métrique de M. Bertillon, un instrument qui nous permet de produire de photographies sur lesquels nous ne lisons pas seulement directement la grandeur et les distances des objets reproduits sur l'image, mais qui nous rendent possible aussi la confection, pour ainsi dire automatique, de plans. De telles photographies métriques ont joué un certain rôle dans l'affaire Steinheil.

Il faut, en plus, photographier les détails pouvant intéresser l'enquête judiciaire. Là, nous aurons à reproduire les meubles et portes montrant des traces d'effraction. Les pesées, etc., laissées par l'instrument du cambrioleur sur le meuble fracturé et fixée sur la plaque photographique peuvent amener la découverte du coupable ou, au moins, elles permettent de se rendre compte de qu'elle manière il a opéré. Les tapis des chambres où un crime s'est accompli, sont quelques fois fort instructifs pour l'enquête. Leurs plis caractéristiques

montrent souvent qu'il y a eu lutte. Ils indiquent la direction de la fuite du malfaiteur, etc. La détermination ultérieure de la position d'un meuble, etc. peut devenir nécessaire au cours de l'instruction, aussi en conservera-t-on l'image photographique.

Les traces de sang sont un détail très important dont il faut fixer absolument l'aspect. Ces traces se trouvent, le plus souvent, par terre, si elles viennent de la victime, et contre le mur ou sur les bords des chaises, des tables, etc. si elles émanent de l'auteur du crime. Elles peuvent servir à la détermination des mouvements de la victime. Des giclées de sang contre le mur proviennent, dans la majorité des cas, de blessures artérielles. En effet, le sang s'échappant de blessures affectant les veines s'écoule, sans grande force, de la plaie, par contre, les blessures des artères donnent un jet par saccades, produit par le travail saccadé du cœur.

Les traces produites par des doigts enduits de sang ne possèdent nullement l'aspect d'une tache uniforme avec des contours plus ou moins nets, mais se présentent, au moins si la charge de sang n'a pas été trop considérable, comme une image fidèle des crêtes papillaires de la peau des doigts. Et, comme il est actuellement prouvé, surtout par les remarquables travaux de Mrs. Galton, Bertillon, Henry, Vucetich, etc., qu'il n'y a pas deux hommes possédant la même forme et la même direction des lignes papillaires des doigts, ces empreintes digitales sont un puissant moyen d'identification et leur prise photographique s'impose.

Mais, à côté des empreintes de doigts rendues visibles par le sang, il y a encore d'autres empreintes offrant un intérêt capital pour l'instruction. Je veux parler des empreintes des lignes papillaires des doigts rendues visibles par les matières grasses qui se trouvent toujours à la surface de la peau. Ces empreintes se trouvent sur du verre, du bois poli, en général sur tout objet à surface homogène et polie et n'absorbant pas, ou très peu, les matières grasses. Ces traces sont quelques fois visibles quelques fois invisibles à l'œil. Par des méthodes spéciales, dont la description serait trop longue ici, on arrive à les photographier en les grossissant fortement. Nul d'entre vous a oublié la célèbre expertise de M. Bertillon qui a eu lieu en novembre 1902: Un garçon dentiste a été assassiné, étranglé si je ne me trompe pas. Il semblait impossible de retrouver l'assassin. Mais au cours des perquisitions, opérées dans l'appartement où a eu lieu le crime, M. Bertillon avait emporté de morceaux de glace brisée lors de l'effraction d'un médailler. Sur ces morceaux de verres se remarquaient des traces de doigts. Après les avoir photographiées, en les agrandissant, M. Bertillon compara les dessins de ces empreintes avec les empreintes digitales se trouvant sur les fiches du service de l'identi-

fication anthropométrique et fut ainsi amené à la découverte du meurtrier. Depuis cette première identification au moyen des empreintes digitales laissées involontairement par l'auteur du crime sur les lieux, un grand nombre de telles identifications a été exécuté dans les différents pays, grâce à la photographie.

Sur le terrain, les empreintes de pas sont également des documents qu'il ne faut oublier de photographier. Ces photographies forment un supplément aux moulages en plâtre.

Enfin l'appareil photographique nous fixera exactement la position des cadavres. En effet, la position du cadavre peut nous renseigner sur beaucoup de choses. Par elle on peut souvent reconnaître si on se trouve en présence d'un assassinat, d'un suicide ou d'un accident. On a établi, pour la prise des cadavres, de règles qui permettent d'obtenir des photographies sur lesquelles on peut tout contrôler.

La photographie est également très précieuse pour la reconnaissance de cadavres inconnus et pour fixer l'aspect de blessures, échy-moses, etc., se trouvant sur le corps d'un assassiné ou d'un suicidé.

Je mentionnerai encore la prise photographique de certains organes intérieurs et cela pour fournir des pièces à conviction au médecin légiste. Ainsi le médecin joindra à son rapport, par exemple une photographie de l'aspect des poumons perforés par un coup de poignard ou celui des parois de l'estomac attaquées par l'action du poison, etc.

Encore quelques mots sur la photographie des cadavres inconnus aux fins de reconnaissance. On sait que la découverte de l'identité de cadavres inconnus est souvent fort difficile. Pourquoi cette reconnaissance des cadavres est-elle plus difficile que celle des hommes vivants? D'abord parce que, dans la plupart des cas, les paupières sont fermées et le faciès repoussant. Si les paupières sont ouvertes, les yeux sont méconnaissables par suite des altérations de l'oeil survenues après la mort. Les yeux des morts paraissent ternes, couverts d'un voile gris et la cornée est souvent aplatie. Tous ces phénomènes proviennent de la dessiccation de cet organe. Ensuite, la peau et les lèvres ont la même teinte jaunâtre ou verdâtre. Il faut donc, avant de photographier le cadavre, l'arranger de telle sorte que, sur la photographie, il paraisse vivant. Cette revivification des cadavres a été étudiée d'abord par le Dr. Goss de Genève. J'ai repris ses méthodes et je les ai simplifiées et perfectionnées de sorte que nous possédons aujourd'hui un procédé de revivification des cadavres pour la photographie, procédé qui donne d'excellents résultats. Ce moyen consiste à remplacer, par des injections de glycérine, le liquide évaporé des yeux des cadavres. Minovici, de son côté, enlève les yeux et les remplace par des yeux artificiels. Nous pouvons même aujourd'hui

faire de portraits reconnaissables de cadavres ayant stationnés très longtemps dans l'eau et qui sont privés par là, en grande partie, de l'épiderme. De tels cadavres ont, en général, un aspect très repoussant et sont absolument méconnaissables par la couleur rouge et brillante de leur figure. Je suis arrivé à en obtenir de portraits reconnaissables en saupoudrant la figure d'une mince couche de talc qu'on fait entrer dans le restant de la peau au moyen de pressions légères, mais souvent répétées des doigts.

Nous arrivons maintenant à la seconde catégorie des emplois de la photographie en matière judiciaire: à la photographie comme moyen d'expertise. Cet emploi de la photographie repose tout entièrement sur la grande sensibilité de la plaque au gélatino-bromure pour les moindres différences de coloration, sensibilité qui peut être encore très fortement augmentée par l'emploi de filtres colorés et de plaques spéciales orthochromatiques.

Je vous ai déjà cité l'histoire des fameuses „photographies naturelles“ soi-disant trouvées dans les yeux d'assassinés, j'ai conté aussi le fait de l'apparition, sur la plaque photographique, de l'éruption varioleuse, absolument invisible à l'oeil, d'une dame anglaise. Aujourd'hui, nous sommes en possession de procédés perfectionnés qui rendent indispensable, à l'expert judiciaire, l'emploi de l'appareil photographique.

Examinons très rapidement les cas, où la plaque photographique peut nous dévoiler l'invisible.

Nous avons là d'abord l'examen photographique du cadavre pour découvrir des traces de coups, de strangulation etc.

Un coup ou une pression exercé sur une partie quelconque du corps humain provoque toujours un épanchement de sang dans l'intérieur de la peau par le fait que de petits vaisseaux sanguins crèvent. Cet épanchement, si le coup ou la pression n'a pas été considérable, se traduit par une légère rougeur. Cette rougeur disparaît très rapidement par l'absorption du sang répandu. Si, par contre, la quantité de sang a été plus grande, l'effet du coup ou de la pression se traduit par une place rouge très prononcée. L'absorption du sang ne se faisant que très lentement, le sang resté sous la peau se coagule et produit d'abord une coloration noire-violacée de l'endroit contusionné devenant ensuite, avec le progrès de l'absorption, de plus en plus jaune-vert pour disparaître complètement au bout de quelques jours.

Sur les cadavres d'assassinés, s'il y a eu lutte, ces taches ressortent très vigoureusement par leur teinte noire-foncée. Mais, quelques fois, la compression exercée par les mains du meurtrier n'était pas assez forte pour les provoquer visiblement. En réalité les traces de pression existent sur le corps et peuvent être décelées par la photographie.

J'ajouterai que l'opinion, assez répandue dans le public, qu'on puisse retrouver, sur le cadavre, l'empreinte des lignes papillaires des doigts ayant exercés la pression est absolument erronée. On constatera bien des taches plus foncées aux endroits où les doigts ont été posés, mais ces taches seront uniformes, sans aucun dessin des lignes papillaires. Cette uniformité de l'empreinte est justement provoquée par l'épanchement du sang sur toute l'étendue de l'endroit comprimé.

La photographie nous décelera également des taches, absolument invisibles à l'oeil, sur du linge, des étoffes, etc. Il s'agit ici surtout de taches de sang lavées. L'analyse chimique nous donnera presque toujours un résultat si ces taches sont déjà visibles à l'oeil, mais du moment, où aucune n'est visible (mais existante quand même), la réussite de l'analyse chimique devient incertaine. Il faut, en effet, tremper tout le morceau de linge suspect dans un dissolvant, de l'eau par exemple, extraire le sang en chauffant et chercher enfin, dans le liquide obtenu, la réaction typique du sang. Ces manipulations sont longues et, par la quantité relativement grande du liquide dissolvant qu'il faut employer, les chances d'insuccès augmentent.

Il est beaucoup plus sûr de déceler d'abord par la photographie, en utilisant des méthodes spéciales, la présence des ces taches et, une fois leur position déterminée par le cliché photographique, de découper les endroits tachés et procéder alors seulement à l'analyse chimique. La quantité du dissolvant étant alors beaucoup moins importante, les chances de réussite sûre augmentent considérablement.

La microphotographie, à côté de son emploi dans l'expertise des documents écrits, a également une grande importance en matière judiciaire. Elle servira à l'expert et au médecin légiste pour la production de documents servant de pièces à conviction dans les rapports d'expertise.

Ainsi l'expert affirme devant la cour qu'il a trouvé sur un linge, une chemise, etc. des traces de sang ou des spermes. C'est un expert d'une valeur scientifique incontestable et les juges, connaissant sa renommée, ont entière confiance en lui. Mais les jurés ou l'avocat de la défense ont le droit de supposer qu'il s'est trompé et peuvent, par conséquent, mettre en doute le résultat de son expertise. La meilleure réponse de l'expert sera de montrer, à l'audience, les images photographiques des résultats constatés sous le microscope ou autres. Ayant trouvé sous le microscope des cristaux d'hématine iodée, par exemple, il en fera une pose microphotographique. Le cliché sera agrandi et ainsi il sera facile à l'expert, tout en donnant la description et l'explication de son examen scientifique, de démontrer l'exactitude de ses assertions. Tout le monde aura devant les yeux l'image agrandie

des résultats obtenus par lui et pourra ainsi mieux suivre et, surtout, comprendre son rapport.

Je vous signalerai aussi les services rendus par la radiographie dans les expertises judiciaires. Les radiographies sont les „tests“ du constat médical. Le médecin légiste produira à l'audience l'image radiographique, par exemple, d'une balle de revolver ayant pénétré dans la cuisse, les poumons, etc. lorsque la victime a survécu à ses blessures.

La radiographie est également un moyen d'analyse très sûr pour la recherche de l'authenticité de pierres précieuses. Ces dernières sont presque complètement impénétrables pour cette sorte de rayons.

La plaque photographique nous offre la possibilité de reconstituer les lettres et les billets de banque brûlés. Cette reconstitution du texte de documents écrits, brûlés accidentellement ou volontairement, devient souvent d'une haute importance pour l'instruction. Suivant l'avancement de la carbonisation du papier, l'écriture ou l'impression ressortira sur la photographie en plus clair ou en plus foncé que le reste.

Il m'a été même possible de découvrir photographiquement des empreintes invisibles d'images à l'encre d'imprimerie sur les feuilles de garde. En effet, les images imprimées aux encres d'imprimerie produisent généralement des traces sur les feuilles de garde qui les recouvrent. Ces traces sont formées par le décalque de petites quantités de matière grasse incomplètement séchée. Le plus souvent, elles sont, par la petite quantité de matière décalquée, invisibles à l'oeil. La photographie, par des procédés spéciaux, nous permet de les découvrir.

En écrivant au crayon sur un papier on exerce, pour qu'il morde, une certaine pression sur lui. Cette pression, outre le trait plus ou moins noir produit par des parcelles de graphite, se dessinera en creux sur le papier et elle se transmettra, également en creux, aux feuilles se trouvant en contact avec la première. Cette empreinte en creux, dans beaucoup de cas invisible à l'oeil, peut être relevée photographiquement. Ainsi on réussit de découvrir sur la seconde et jusque sur la troisième et quatrième page des traits écrits au crayon sur une première feuille d'un calepin, feuille qui a été détruite ensuite.

La plaque au gélatino-bromure sert également à prouver qu'une lettre a été ouverte et refermée ensuite. En photographiant l'enveloppe sous une certaine inclinaison on constate alors les traces de colle ayant servi à refermer de nouveau l'enveloppe ouverte.

Tout dernièrement, dans une retentissante affaire de faux billets de Banque, je suis arrivé, grâce à la photographie, à reconstituer sur de pierres lithographiques profondément poncées les dessins des clichés

partiels ayant servi à la fabrication des billets. Je mentionnerai aussi l'expertise photographique des timbres-poste en vue de découvrir les fraudes ou même les faux.

Nous voici arrivés maintenant à un chapitre très important de la photographie judiciaire: à l'examen photographique des documents écrits. Depuis assez longtemps déjà les experts légistes, incapables de trouver sûrement par l'examen chimique des ratures, des surcharges, etc. sur des pièces écrites, ont utilisé la photographie à leurs fins.

Les Bertillon, Sonnenschein, Jesserich, Dennstedt, Minovoci, Persifor Fraser, Schoepff, Voigtländer, Popp et moi-même ont travaillé au perfectionnement de l'analyse photographique et, aujourd'hui, nous pouvons dire presque dans tous les cas: s'il y a faux nous le découvrirons.

L'expertise d'une pièce écrite peut être faite dans deux buts:

1. Pour chercher une falsification sur cette pièce,
2. pour comparer ensemble deux écritures.

Dans le premier cas l'expert devra résoudre les questions principales suivantes:

1. A-t-on enlevé mécaniquement ou chimiquement des traits sur le document? à la place des traits enlevés en a-t-on ajouté d'autres?
2. Deux ou plusieurs traits se trouvant sur le même document sont-ils écrits avec la même encre, le même crayon, etc., ou avec des encres, des crayons, etc., différents?
3. Des traits se trouvant sur le même document sont-ils écrits en même temps ou à des époques différentes, et, dans ce dernier cas, laquelle des écritures est la plus ancienne?
4. Le document contient-il entre les lignes un texte illisible produit par l'application d'encres sympathiques, de la salive, du lait, etc.?
5. Les sceaux et timbres officiels se trouvant sur le document sont-ils authentiques ou des contrefaçons?

Ce sont là les cinq questions principales qui sont ordinairement posées à l'expert en cas de faux, mais il y a encore, dans certains cas spéciaux, d'autres questions à résoudre.

Le temps me manque de vous décrire les méthodes utilisées aujourd'hui par l'expert légiste pour déceler, par l'analyse photographique, les faux sur les documents écrits. Il suffira de vous dire que c'est de nouveau la grande sensibilité de la plaque photographique pour les moindres différences de teinte qui est mise en contribution et que les écrans-filtres différemment colorés sont indispensables. Du reste, ce chapitre de la photographie judiciaire (je préférerai la désignation „photographie légale“) est plus connue du public et surtout

des photographes, car c'est un des plus anciens et des articles populaires et scientifiques ont été publiés, à maintes reprises, sur ce sujet dans les revues techniques et populaires.

Je mentionnerai encore, à cette place, les décharges invisibles des encres nous permettant de rétablir le texte d'un document disparu s'il a été en contact avec un papier qui se trouve en notre possession.

La simple comparaison de deux ou plusieurs écritures, opération si souvent nécessitée dans la pratique judiciaire, à l'heure actuelle, ne peut plus se faire sans le concours de l'agrandissement photographique. En effet, les temps des graphologues ancien style sont heureusement passés et le juge veut aujourd'hui autre chose qu'une vague impression. Et c'est l'agrandissement photographique qui nous permet de préciser et de démontrer au juge que les petits détails microscopiques, échappant à l'attention du scripteur, se répètent ou ne se répètent pas dans les écritures soumises à notre comparaison.

Finalement j'aurais encore à vous entretenir de la troisième catégorie des emplois de la photographie en matière judiciaire ou policière: je veux parler de la photographie appliquée à l'identification des récidivistes.

Je vous ai déjà dit au commencement de cette conférence que nous devons le „portrait signalétique“ moderne, à Monsieur Alphonse Bertillon. La confection de ces „bertillonages“, de face et de profil, vous est trop connue pour que j'y insiste. J'ajouterai cependant que seulement les „bertillonages“ nous permettent une identification absolument sûre d'un individu et que, pour cela, ceux-ci ont été adoptés par les services d'identification de la presque totalité des pays civilisés, services qui emploient en plus, à côté des portraits signalétiques, ou la méthode anthropométrique (contenant aussi les empreintes digitales) de Bertillon, ou la dactyloscopie pure.

Alphonse Bertillon, à l'aide de ces portraits de face et de profil, a élaboré une méthode d'analyse verbale de la figure humaine: le portrait parlé, et le portrait parlé, de nouveau, lui a permis de créer des albums de recherches, les D. K. V., albums qui servent à l'identification d'individus signalés, expulsés, etc. Ces albums (il y en a pour le moment quatre différents à la Préfecture de Police de Paris) contiennent chacun 3 à 4000 „bertillonages“ classés d'après le „portrait parlé“. Pour quelqu'un qui est au courant de ce mode d'identification, il est facile de retrouver rapidement, dans ces albums, un individu donné. Le D. K. V. est le „triomphe“ des méthodes „bertillonniennes“, méthodes qui sont si utiles pour la défense de la population honnête contre l'activité malfaisante des criminels de profession.

Pour finir cet exposé forcément très incomplet vous me permettrez d'ajouter quelques mots sur l'éducation technique de ceux qui seront appelés à exercer pratiquement la photographie légale.

Je vous ai déjà dit que la photographie en matière légale ne forme aujourd'hui qu'une partie de la police scientifique. Pour pouvoir exercer, avec succès, cette branche de la photographie, l'exécutant doit posséder, outre une technique photographique complète et à côté d'une éducation solide en chimie et en physique, de connaissances très étendues en criminalistique et de la pratique policière.

En effet, c'est à lui qu'incombe, sur les lieux du crime, la recherche de toute trace matérielle pouvant permettre la découverte du coupable: traces de pas, empreintes digitales, etc. C'est encore lui qui, ces traces une fois découvertes, devra procéder à leur comparaison avec les mêmes traces provenant des individus suspects. C'est lui qui finalement se prononcera sur l'identité ou la non identité des traces. Il n'est donc pas seulement photographe mais un expert qui se sert largement de la photographie pour arriver à ses fins. Sur le résultat de ses recherches s'appuie, très souvent, toute l'accusation. Sa responsabilité est très grande.

Il est donc impossible de faire faire de tels travaux par un photographe quelconque, aussi habile technicien soit-il. J'irai même plus loin: il est directement dangereux, dans la plupart des cas, de charger un simple photographe professionnel ou amateur de produire de photographies judiciaires.

Même pour la simple prise photographique des lieux d'un crime ou d'un accident, l'opérateur, pour produire de vues véritablement utiles à l'enquête, doit avoir la pratique des enquêtes judiciaires et policières, habitude que le simple photographe ne possède pas.

Le photographe judiciaire et légal doit être en même temps expert et policier. Il doit être l'expert en police scientifique appelé à représenter l'élément scientifique dans les enquêtes. Il forme le pont entre le magistrat enquêteur et la police pratique. Mais, pour posséder les connaissances nécessaires, à la fois théoriques et pratiques, le futur expert en police scientifique doit pouvoir faire des études spéciales. Cette possibilité lui est donnée aujourd'hui. En effet, déjà l'Université de Lausanne a créé un institut de police scientifique spécial, dont elle a confié la direction à votre serviteur. Dans cet institut, le futur expert en police scientifique trouve tout l'enseignement spécial nécessaire. Une partie des cours sert également à mettre au courant de la criminalistique et de ses méthodes modernes les futurs juges, avocats, médecins légistes, etc. La création d'un tel institut s'imposait et je suis persuadé que d'autres Universités et d'autres pays suivront l'exemple de la Suisse et de l'Université de Lausanne.



Der Bertillonsche metrische Apparat und seine Anwendungsmöglichkeiten auf dem Gebiete der forensischen Photographie.

Von Polizeipräsident Koettig, Dresden.

M. g. H. Ich bitte nur für einige wenige Minuten um Ihr Gehör.

Wir haben soeben aus dem Munde des Herrn Professors Reiß gehört und haben es in trefflichen Lichtbildern vor Augen geführt erhalten, welche bedeutende und umfassende Rolle die Photographie heutzutage auf dem Gebiete der wissenschaftlichen Kriminaluntersuchung einnimmt.

Wenn die Photographie trotzdem, wie bereits Herr Prof. Reiß hervorgehoben hat, in der Kriminalistik noch nicht überall diejenige allgemeine Anwendung findet, welche ihr im Interesse der Sache zu wünschen ist, ihre Verbreitung vielmehr in der Hauptsache auf die Kriminalbehörden der größeren Städte beschränkt ist, während auf dem platten Lande und in den kleineren Städten ihre Anwendung zumeist auf Schwierigkeiten stößt, so lag dies bisher einmal in dem hohen Preise, welcher für die zu den verschiedenen Aufnahmen erforderlichen Apparate anzulegen war und kleineren Behörden und Gemeinden die Anschaffung derselben geradezu zur Unmöglichkeit machte und zum anderen in der Schwierigkeit des Transportes und der Handhabung der verschiedenen großen Apparate.

Alphonse Bertillon, dem wir schon so viel auf dem Gebiete der kriminalistischen Photographie verdanken, hat diese Schwierigkeiten sehr wohl erkannt, und er hat darüber nachgedacht und es ist ihm gelungen, einen photographischen Apparat zu konstruieren, welcher es gestattet, alle auf den verschiedenen Spezialgebieten der kriminalistischen Photographie vorkommenden Aufnahmen bequem zu bewirken, welcher leicht transportabel ist und dabei alle die Vorteile in sich vereinigt, welche die Spezial-Apparate der großen polizeilichen Ateliers besitzen.

Die französische Regierung, m. H., hat die Vorteile dieses Apparates sofort erkannt und ihn nicht nur den Polizeibehörden des Landes zur Anschaffung empfohlen, sondern insbesondere auch die

Beamten der im vorigen Jahre ins Leben gerufenen über das ganze Land verbreiteten mobilen Brigaden der Kriminalpolizei mit diesem Apparate ausgerüstet und mit demselben tadellose Erfolge erzielt. Das französische Ministerium des Innern, Abteilung der Sûreté générale, hat auf unserer internationalen Ausstellung hierüber sehr interessante Darstellungen gebracht.

Interessierende Persönlichkeiten und Behörden, soweit nötig, auf diesen Apparat aufmerksam zu machen, ist der Zweck meiner wenigen Bemerkungen.

Herr Direktor Heinrich Ernemann von der Aktiengesellschaft für Kamerafabrikation vormals Ernst Herbst & Firl in Görlitz hat die Liebenswürdigkeit gehabt, auf meine Anregung hin sich mit dem Bau derartiger Kameras für das Deutsche Reich zu befassen und hat sie als Kriminal-Ausrüstung „Globus II“ in den Handel gebracht. Er hat auch in seinem Spezialkatalog über Kriminal-Ausrüstungen für gerichtliche Photographie, betitelt: „Die Photographie im Dienste der Kriminalistik“ eine kurz gefaßte sehr übersichtliche Abhandlung über die Einrichtung und Anwendungsmöglichkeiten dieser Kamera, insbesondere auch auf dem Gebiete der metrischen Photographie aufgenommen.

Ich habe, um Ihre Aufmerksamkeit und Ihre Zeit nicht unnötig in Anspruch nehmen zu müssen, den Ernemannschen Katalog vorhin zur Verteilung bringen lassen und schätze Sie im Besitze desselben.

Das Schriftchen enthält auf Seite 9 folgende nicht nur eine genaue Beschreibung des Apparates, sondern auch eine Zusammenstellung der Anwendungsmöglichkeiten, enthebt auf diese Weise Sie und mich der Notwendigkeit einer näheren Ausführung und gibt Ihnen die Möglichkeit, in Ruhe die Einrichtung des Apparates und seine Anwendungsmöglichkeiten zu studieren.

Der Apparat läßt sich als kriminalistische Universalkamera bezeichnen, indem derselbe alle Anwendungsarten kriminalistischer Photographie dergestalt in sich vereinigt, daß die erforderlichen Aufnahmen nach den Angaben, welche jedem Apparate noch in einer besonderen, ganz detaillierten Schrift beigegeben werden, mit der größten Schnelligkeit und Sicherheit in dem Atelier des Kriminalbeamten, wie im Laboratorium des gerichtlichen Mediziners ebenso wie in den entferntesten Gegenden bewirkt werden können.

Dabei ist Bertillon bemüht gewesen, der Manipulation des Photographierens selbst auf dem sonst schwierigen Anwendungsgebiete der metrischen und stereometrischen Photographie durch allerhand Vorkehrungen an dem Apparate nach Möglichkeit etwas rein Mechanisches zu geben, so daß nicht nur der im Photographieren berufsmäßig ausgebildete Photograph, sondern auch jeder mit den einfachsten Fun-

damentalsätzen des Photographierens einigermaßen vertraute Beamte sachdienliche korrekte Aufnahmen bewirken kann.

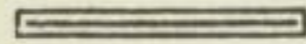
Ich habe hier, m. H., den Apparat in doppelten Exemplaren und in zwei verschiedenen Stellungen, einmal zu Aufnahmen in wagrechter und einmal zu Aufnahmen in senkrechter Richtung aufstellen lassen und gebe Ihnen anheim, denselben nachher einer Besichtigung zu unterwerfen.

Auf der nebenstehenden Staffelei, m. H., habe ich eine Kollektion der mit dem Apparate aufgenommenen Bilder zusammengestellt, um Ihnen die Vielseitigkeit des Apparates vor Augen zu führen.

Sie sehen da je in einem Beispiele die Aufnahmen von signaletischen Photographien lebender Personen, wie sie für die Meßkarten und Verbrecheralben gebraucht werden, als Brustbild sowohl wie als ganze Figuren, die Wiedergabe von Dokumenten, Deckenaufnahmen, gewöhnliche und metrische Aufnahmen von Leichen bekannter Herkunft, wobei die Zuhilfenahme eines stets unhandlichen Leiterstativs sich verüberflüssigt, Aufnahmen von Fußspuren und Fingerabdrücken, signaletische Aufnahmen von Leichen unbekannter Herkunft, metrische Aufnahmen von Innenräumen und stereometrische Aufnahmen von Leichen.

Sie werden mir zugestehen, m. H., daß die Vielseitigkeit des Apparates nichts zu wünschen übrig läßt. Nehmen Sie noch hinzu, daß die mit dem Apparat und mit den von Bertillon empfohlenen Objektiven aufgenommenen Bilder äußerst scharf und zu namhaften Vergrößerungen und Projektionsbildern durchaus geeignet sind, so werden Sie zugeben müssen, daß dieser Apparat das Praktischste, Universellste und Vollkommenste darstellt, was für das gewöhnliche Bedürfnis kriminalistischer Aufnahmen zurzeit in Betracht kommt.

Ich habe geglaubt, im Anschluß an den Vortrag des Herrn Prof. Reiß auf diese neueste Schöpfung unseres Meisters Bertillon sachdienlich hinweisen zu sollen.



Beiträge zur Praxis der forensischen Photographie.

Demonstrations-Vortrag¹⁾ von Wilhelm Urban, München.

Meine Damen und Herren! Erlauben Sie mir nach dem prächtigen und umfassenden Vortrag von Herrn Professor Reiß²⁾ und in Anbetracht der vorgerückten Zeit, daß ich mich zu dem von mir angekündigten Thema so kurz wie möglich fasse. Sie haben ja auch bereits gehört, wie vielgestaltig die Aufgaben sind, welche der gerichtlichen Photographie erstehen, und im Bilde gesehen, wie dieselben gelöst zu werden pflegen. Ich werde mich deshalb darauf beschränken, Ihnen nur mehr eine kleine Erweiterung des bereits Gebotenen und zwar dahin zu geben, daß ich zeige, welche Anforderungen bei der photographischen Gerichtsexpertise an die instrumentellen Behelfe gestellt werden, sollen dieselben für exploratives Arbeiten in einer universellen Weise dienlich sein.

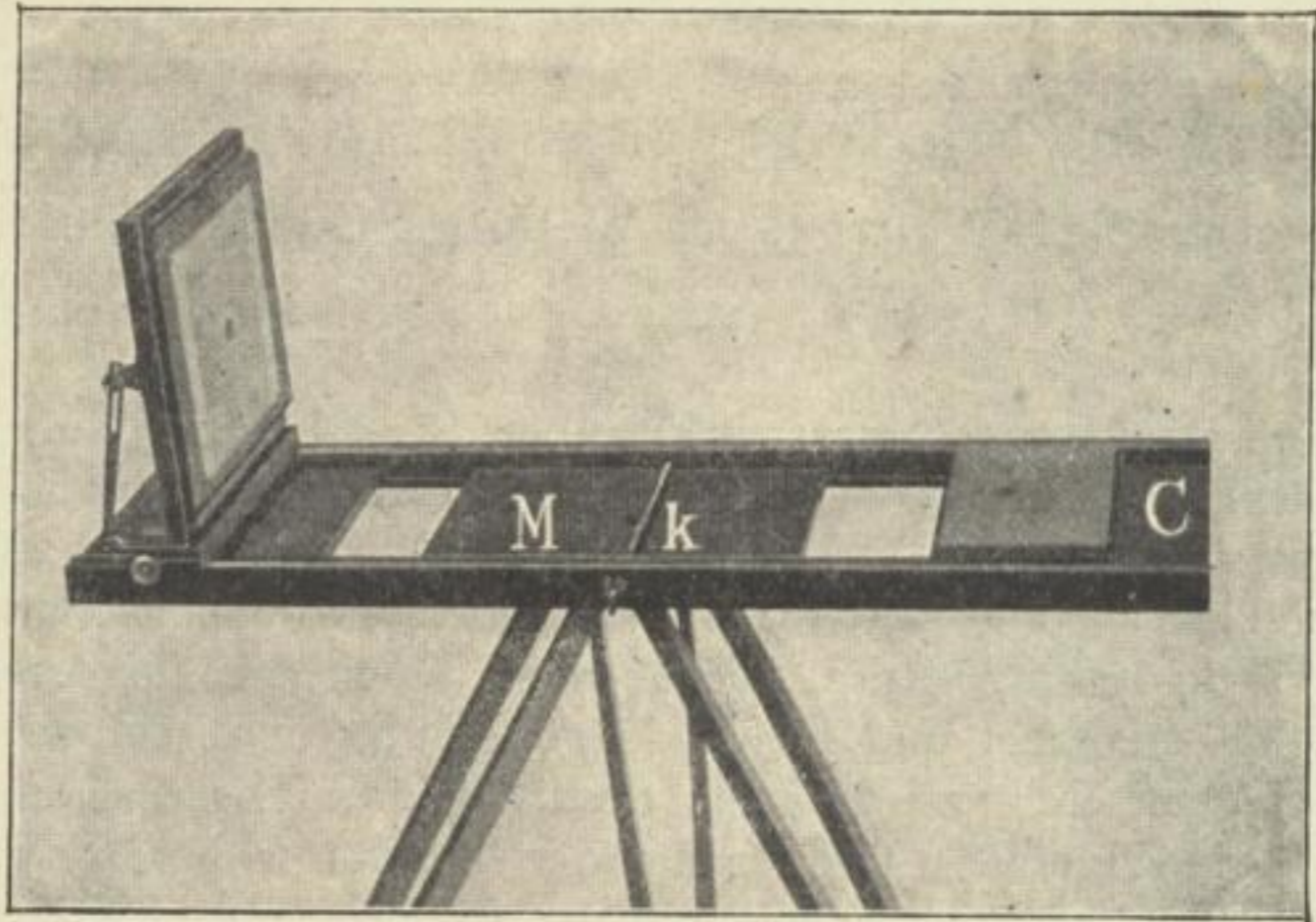
Nachdem ich mich bei meinen Arbeiten durch eine Reihe von Jahren — abgesehen von der Benutzung eines mikrophotographischen Spezialapparates — einer gewöhnlichen Reisekamera, sowie der üblichen Apparate eines modernen Reproduktionsateliers bedient hatte, veranlaßten mich die dabei gewonnenen Erfahrungen an die Zusammenstellung einer Apparatur zu gehen, von der ich annehmen darf, daß sie trotz ihrer verhältnismäßigen Einfachheit den Aufgaben voll entspricht, welche an den photographierenden Sachverständigen bei verschieden anfallenden Arbeiten herantreten können. Mit meinen weiteren Ausführungen will ich Sie nun hauptsächlich mit den konstruktiven Eigenheiten dieser Apparatur, deren Ausführung die Firma Heinrich Ernemann, A.-G., Dresden zu übernehmen so freundlich war, bekannt machen und deren universelle Verwendbarkeit an einigen Beispielen aus der Praxis Ihnen demonstrieren.

Die Grundlage meiner Apparatur bildet die Verwendung eines Universal-Reproduktionsgestells (Abbildung 1), das sich vermittels seines Mittelstückes *M* auf jedes mit Normalgewinde versehene Reisestativ

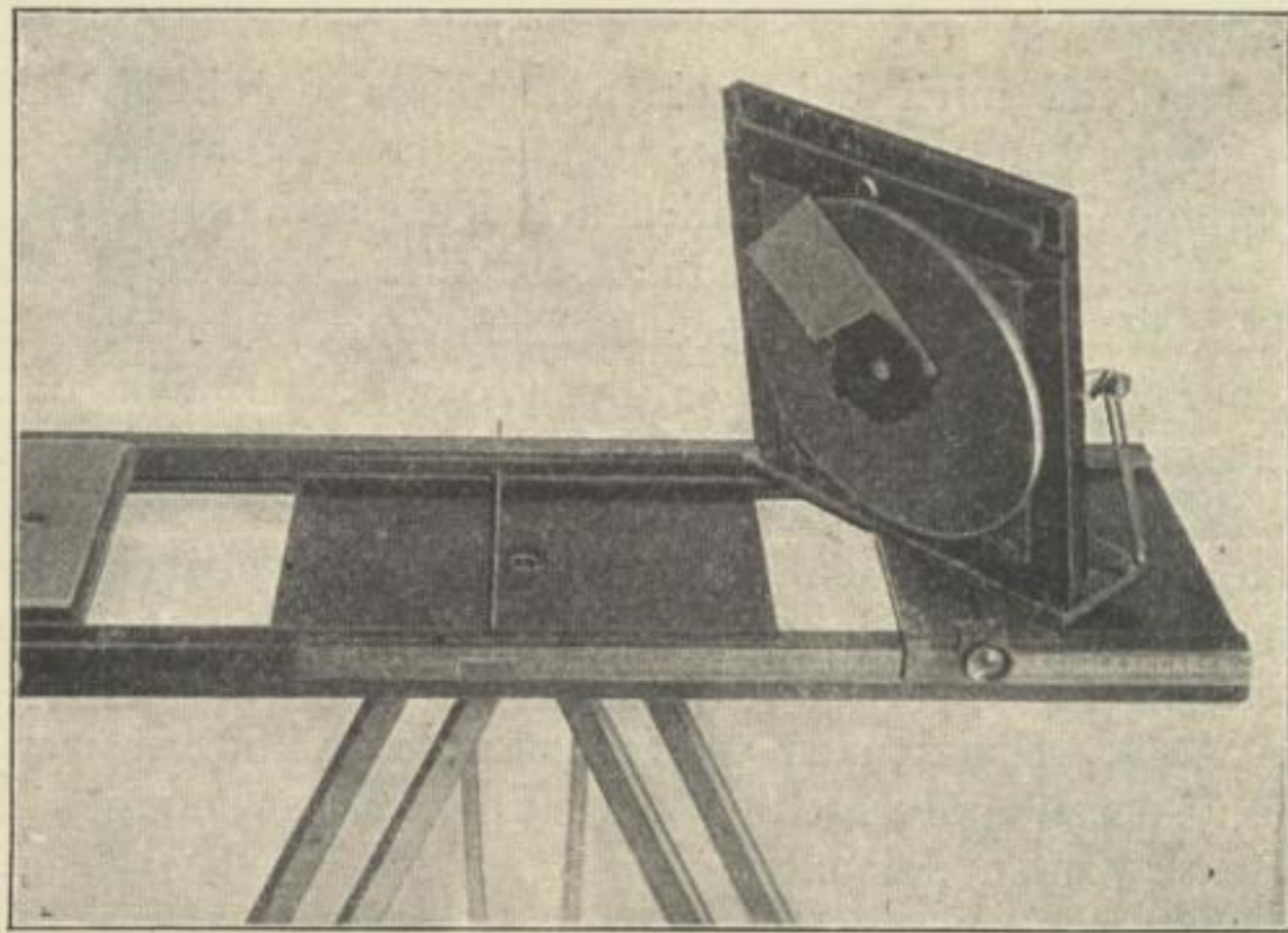
¹⁾ Die in den Text versetzten Abbildungen entsprechen den Projektionsbildern des Vortrags.

²⁾ Siehe S. 124 u. f. dieser Publikation.

aufschauben und mit seinem Rahmen um eben dieses Mittelstück verschieben läßt. Hierbei sorgt der mit Flügelschraube versehene Klemmbolzen k für eine solide Fixierung des über M verschiebbaren Rahmens



Figur 1.

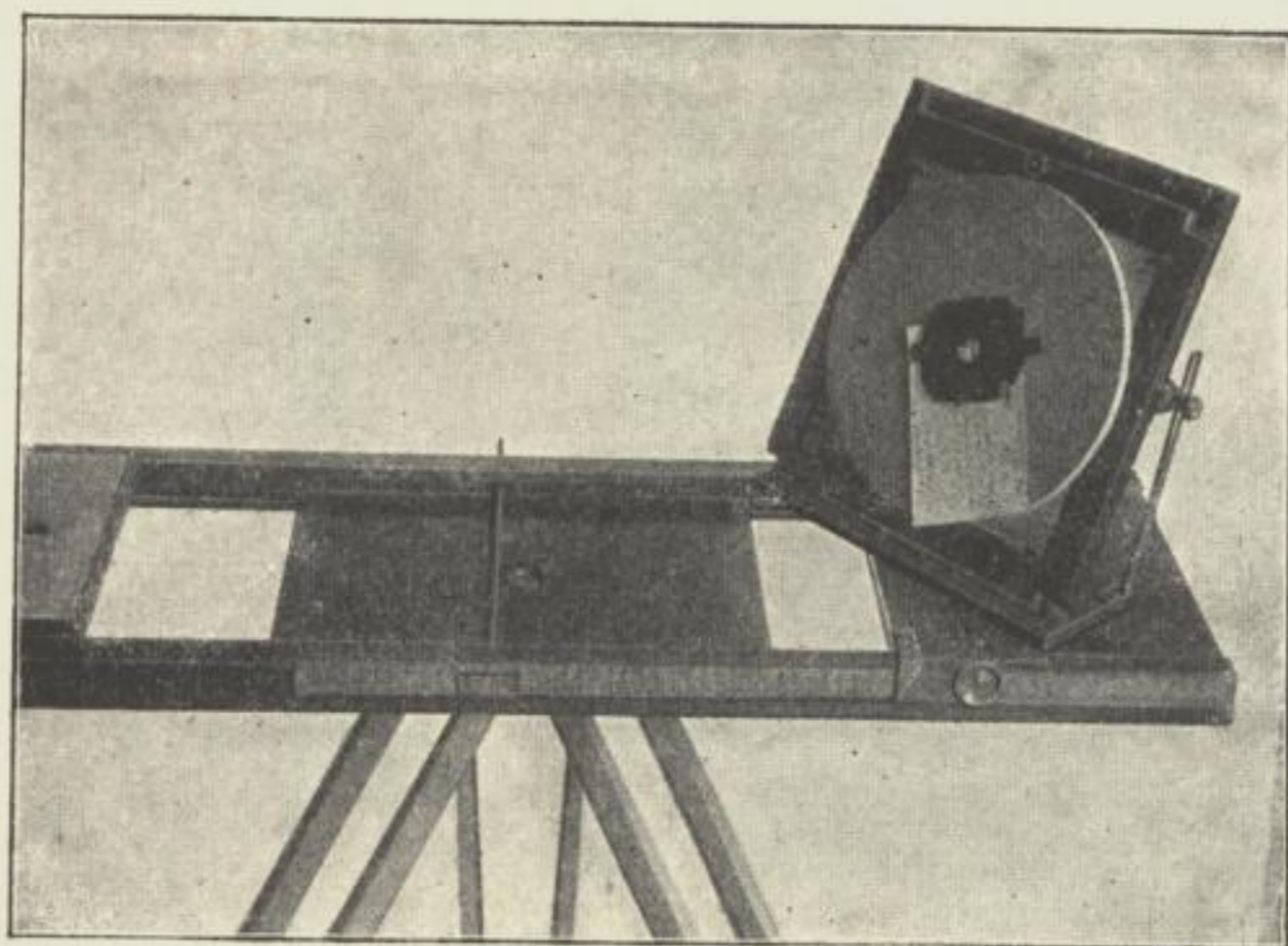


Figur 2.

in jeder gewünschten Lage. Diese Verschiebbarkeit des Rahmens auf seinem Mittelstück ist wichtig, um die bei Verwendung verschiedener Kameraauszüge und Objektabstände resultierenden Schwerpunktsverlegungen ausgleichen und damit eine möglichst hohe Stabilität erzielen

zu können. Am rechten Stirnteil des Gestells befindet sich eine in ihrem erhabenen Teile tuchüberzogene, mit Normalschraube versehene Platte *C*, auf welche eine mit dreifachem Balgauszug versehene, quadratische Reisekamera vom Format 18×24 , welch' letzteres für explorative Arbeiten in der Regel ausreicht, aufgesetzt und festgeschraubt werden kann. Am linken Stirnteil befindet sich der auf Zahnschienen laufende und über $\frac{2}{3}$ der Rahmenlänge mittels Trieb bewegbare Objektträger.

Die Abbildungen 2 und 3, welche das Gestell im Gegensatz zur vorigen Darstellung von der anderen Seite zeigen, machen auch den



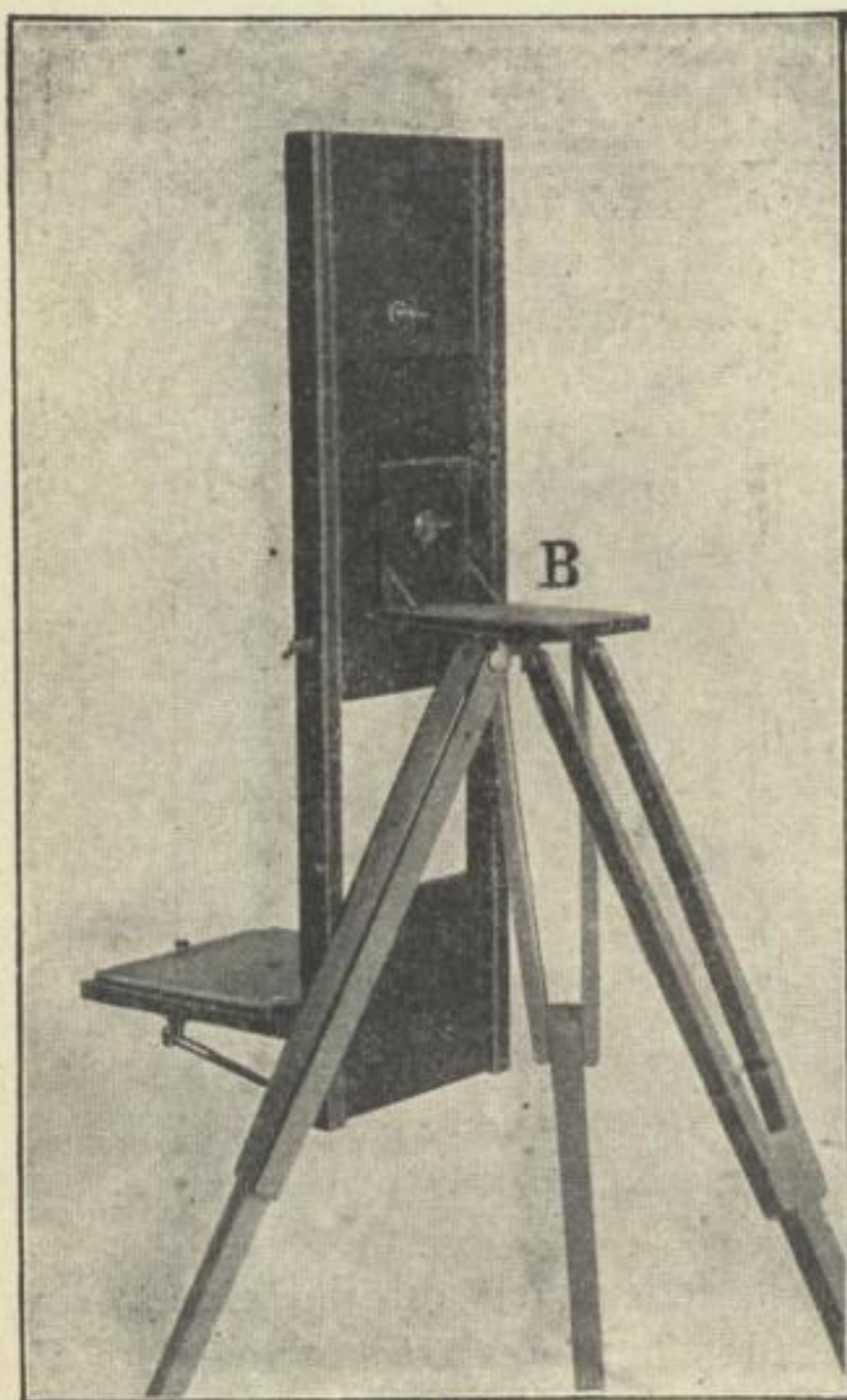
Figur 3.

Maßstab (mit mm-Teilung) ersichtlich, welcher sich auf der einen Längsseite des Reproduktionsgestells befindet und gestattet, daß bei Verwendung von Mikroobjektiven die nötigen Abstände des auf dem Reißbrett befindlichen Objekts vom Objektiv für eine bestimmte Vergrößerung jeweils rasch eingestellt werden können.

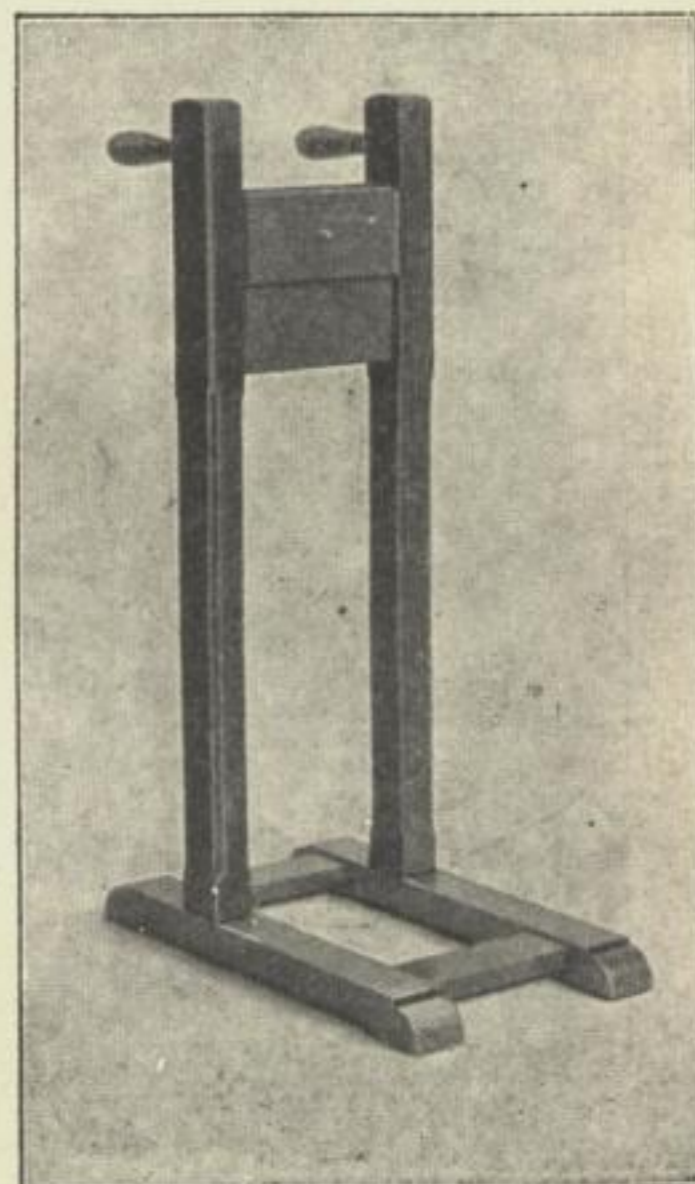
Wir sehen ferner die doppelseitige Neigbarkeit des Objektträgers, welcher sich in seiner Vertikalebene beliebig gegen die optische Achse winkeln läßt. Diese (aus den Abbildungen 2 und 3 deutlich erkennbare) Verstellbarkeit des Objektträgers ist besonders für jene Fälle der Schriftexpertise wichtig, welche durch sogenannte „Schrägblickaufnahmen“ erledigt werden.

Eine weitere nicht unwichtige Einrichtung des Objektträgers besteht darin, daß er nicht nur eine Vertikal- und Horizontalverschiebung seiner

Reißbrettfläche gestattet, das von ihm getragene einfache Reißbrett läßt sich auch gegen eine kreisrunde und um ihr Zentrum drehbare, durch eine Schraube (rückwärts) feststellbare Holzscheibe (siehe die Abbildungen 2 und 3) vertauschen, wodurch es namentlich bei der photographischen Aufnahme von Rasuren oder den schon erwähnten Schrägblickaufnahmen möglich wird, die günstigste Beleuchtung in jedem Falle rasch zu ermitteln. An Stelle des Reißbretts können endlich verschiedene Einsatzrahmen verwendet werden, welche z. B. zur



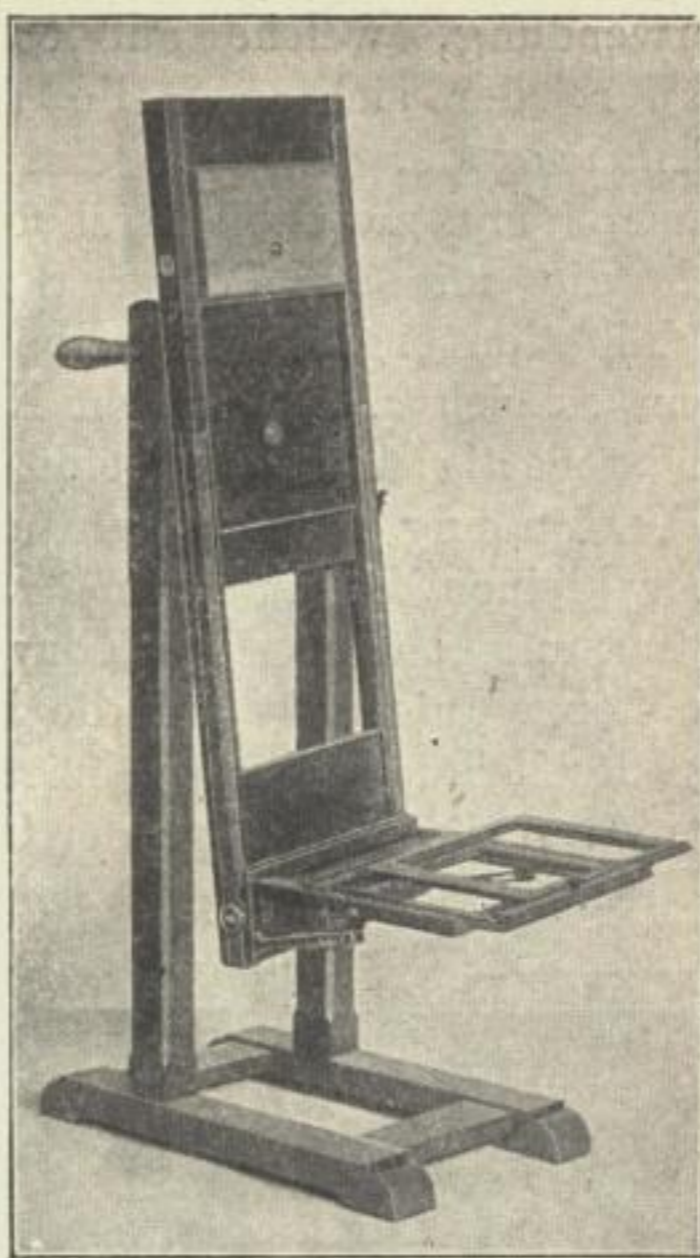
Figur 4.



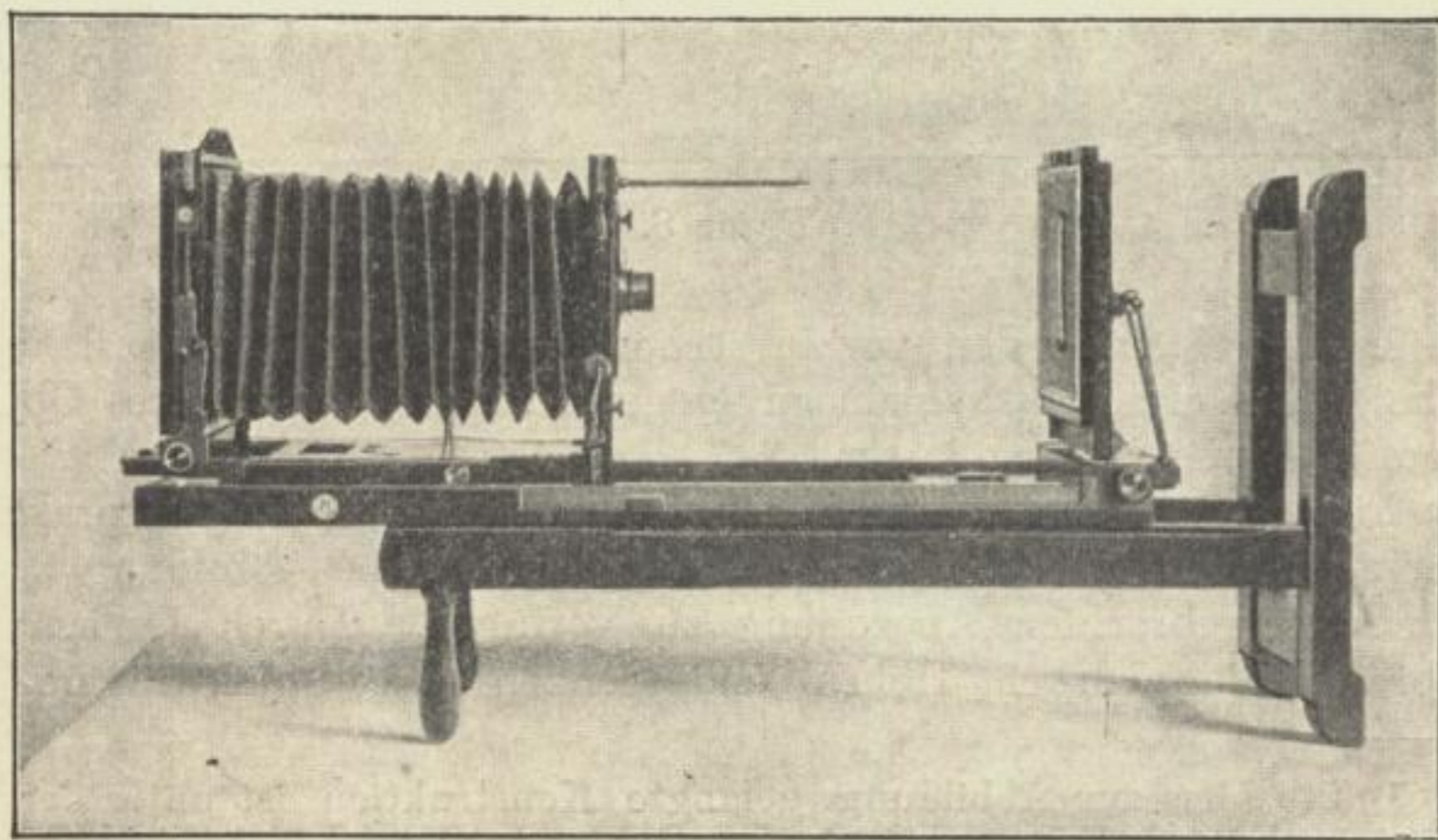
Figur 5.

Aufnahme größerer Rasur- oder Überschreibungsstellen in der Durchsicht, sowie zur Herstellung, bzw. Aufnahme von Diapositiven Benutzung finden können. Das Gestell kann auch für Aufnahmen in vertikaler Richtung benutzt werden. Zu diesem Zwecke ist demselben ein im rechten Winkel abgesetztes Brettchen „B“ (Abbildung 4) beigegeben welches mit seiner horizontalen Fläche auf den Stativteller und mit seiner horizontalen auf das Mittelstück des Gestellrahmens zu schrauben ist. Das Gestell läßt sich weiterhin auch mit einem Ständer (Abbildung 5) benutzen, auf dem es wie auf ein Stativ und mit beliebiger

Winkelung seines Rahmens zu den Ständersäulen (s. Abbildung 6) aufgeschraubt werden kann. Mit Verwendung dieses Ständers an Stelle eines Dreibeinstativs ist nach Aufbringung der Kamera (selbst für sehr große Auszugslängen der letzteren!) eine vorzügliche Stabilität gewährleistet und die Möglichkeit gegeben mit horizontaler wie mit vertikaler Lage der ganzen Apparatur gleich bequem arbeiten zu können, wobei gleichzeitig die für die günstigste Beleuchtung der zu photographierenden Objekte am besten dienliche Stellung der Apparatur rasch erzielbar ist. So zeigt uns Abbildung 7 das auf den Ständer montierte und mit aufgeschraubter Kamera versehene Gestell in horizontaler Lage, aufgestellt in bequemer Arbeitshöhe auf einem Tische. Unter Anwendung eines Universalobjektivs oder mit Satzobjektiven dient die Apparatur so zur Aufnahme von Schriftücken in gleicher Größe oder mit mäßiger Verkleinerung, bzw. Vergrößerung. Beim Nachweis von Fälschungen wird es sich aber stets um stärkere (5 bis 20fache) Vergrößerungen handeln und es gelangen dann Mikroobjektive zu



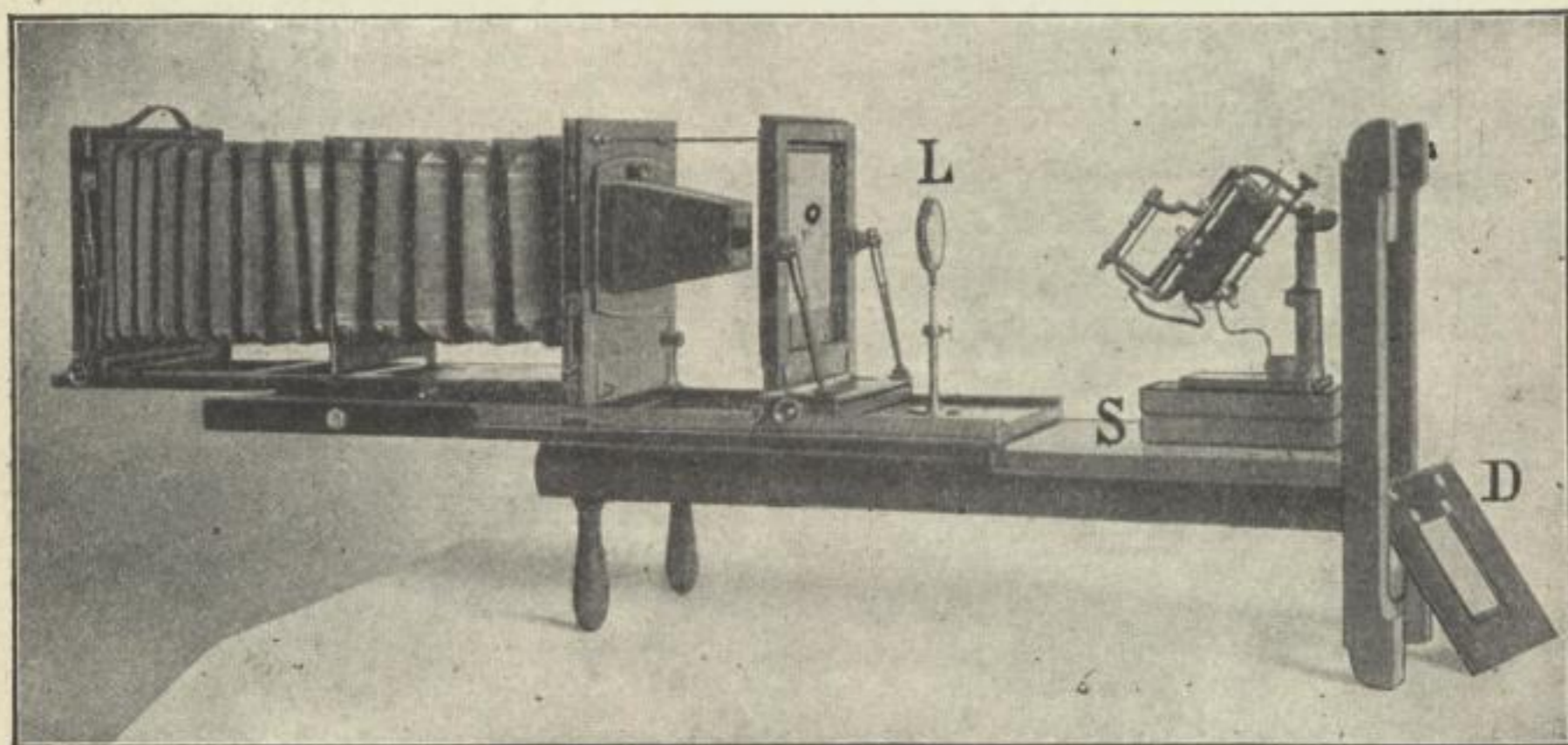
Figur 6.



Figur 7.

10*

Verwendung, welche auf einen Holz- oder Metallkonus geschraubt werden, der sich an Stelle des gewöhnlichen Objektivbretts in die Stirnwand der Kamera einsetzen läßt. Es wird dann nötig, die Kamera mit zwei bis dreifachem Balgauzug zu verwenden, woraus sich die mit Abbildung 8 zur Darstellung gebrachte Apparaturmodifikation ergibt. Dieselbe zeigt die Benutzungsweise des Apparats, wenn es sich z. B. um den Nachweis vom Ziffernfälschungen handelt. Ein stegartig über die beiden Ständersäulen gelegtes Brett *S* erlaubt in Verbindung mit einigen untergelegten Holzklötzen die Aufstellung einer kleinen Bogenlampe¹⁾, deren Strahlen durch die in passender Entfernung aufgestellte Konvexlinse *L* gesammelt und als Lichtfleck von hoher Intensität auf die kreisrunde, etwa markstückgroße Öffnung des Reißbretts bei *o* projiziert und daselbst zur Durchleuchtung der zu untersuchenden, über der Öffnung *o* befestigten Schriftstelle benutzt werden.



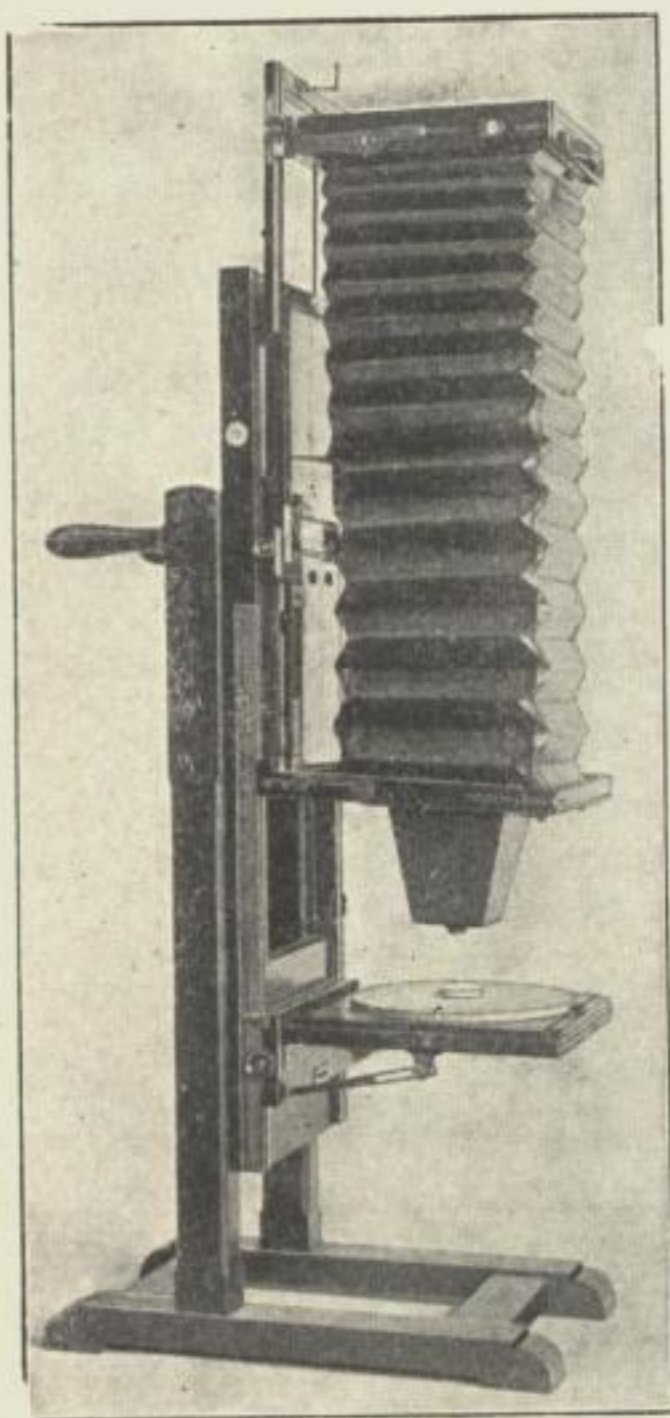
Figur 8.

D zeigt eines der vorhin schon erwähnten Einsatzrähmchen, welche für Durchsichtsaufnahmen gegen das Reißbrett des Objektträgers sich austauschen lassen.

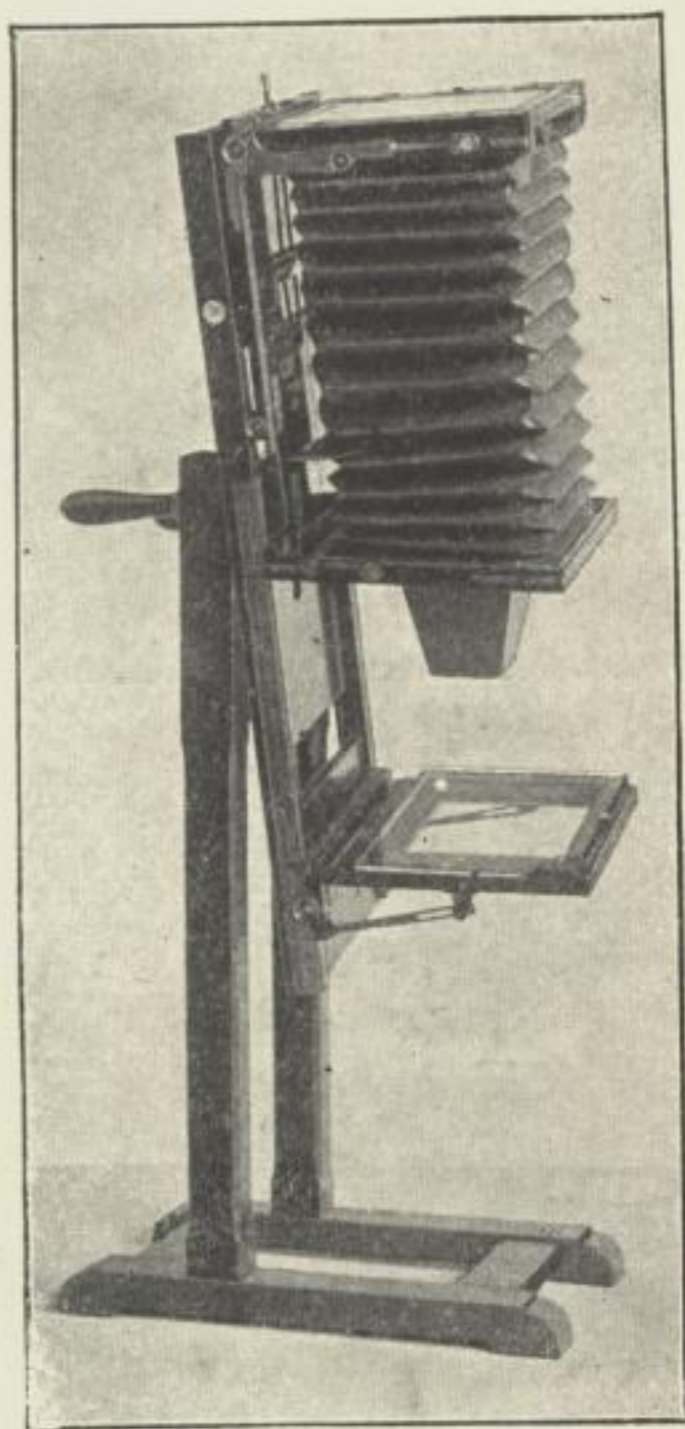
Für manche Fälle von Schriftuntersuchungen wird es praktisch erscheinen, über eine Vertikalapparatur mit der in Abbildung 9 zur Darstellung gebrachten Anordnung zu verfügen. Durch Drehen der Reißbrettscheibe, durch Heben und Senken des Objektträgers mit

¹⁾ Die hier zur Abbildung gelangte Konstruktion ist unter der Bezeichnung „Ewon“ Lampe bei Gustav Geiger in München erhältlich und hat sich bei meinen forensischen Arbeiten sehr gut bewährt.

eventuellem Wechsel der Objektivbrennweiten, sowie durch Verschieben des Rahmens über dessen Mittelstück lassen sich in jedem Falle die günstigsten Beleuchtungsverhältnisse rasch eruieren. Besonders praktisch aber erscheint die Verwendung der Apparatur in dieser Weise bei der Aufnahme von Gipsmatrizen plastischer Fingerabdrücke (in Abbildung 9 sieht man eine solche auf der Reißbrettscheibe liegen), von gefälschten Münzen, Zündstift-Einschlägen in Patronenböden u. dgl., da sie hier nicht nur den richtigen Beleuchtungsmodus rasch zu finden ge-



Figur 9.



Figur 10.

stattet, sondern auch jede Befestigung der Untersuchungsobjekte, die bei Apparaten mit horizontal angeordneter optischer Achse oft Schwierigkeiten bereitet, überflüssig macht.

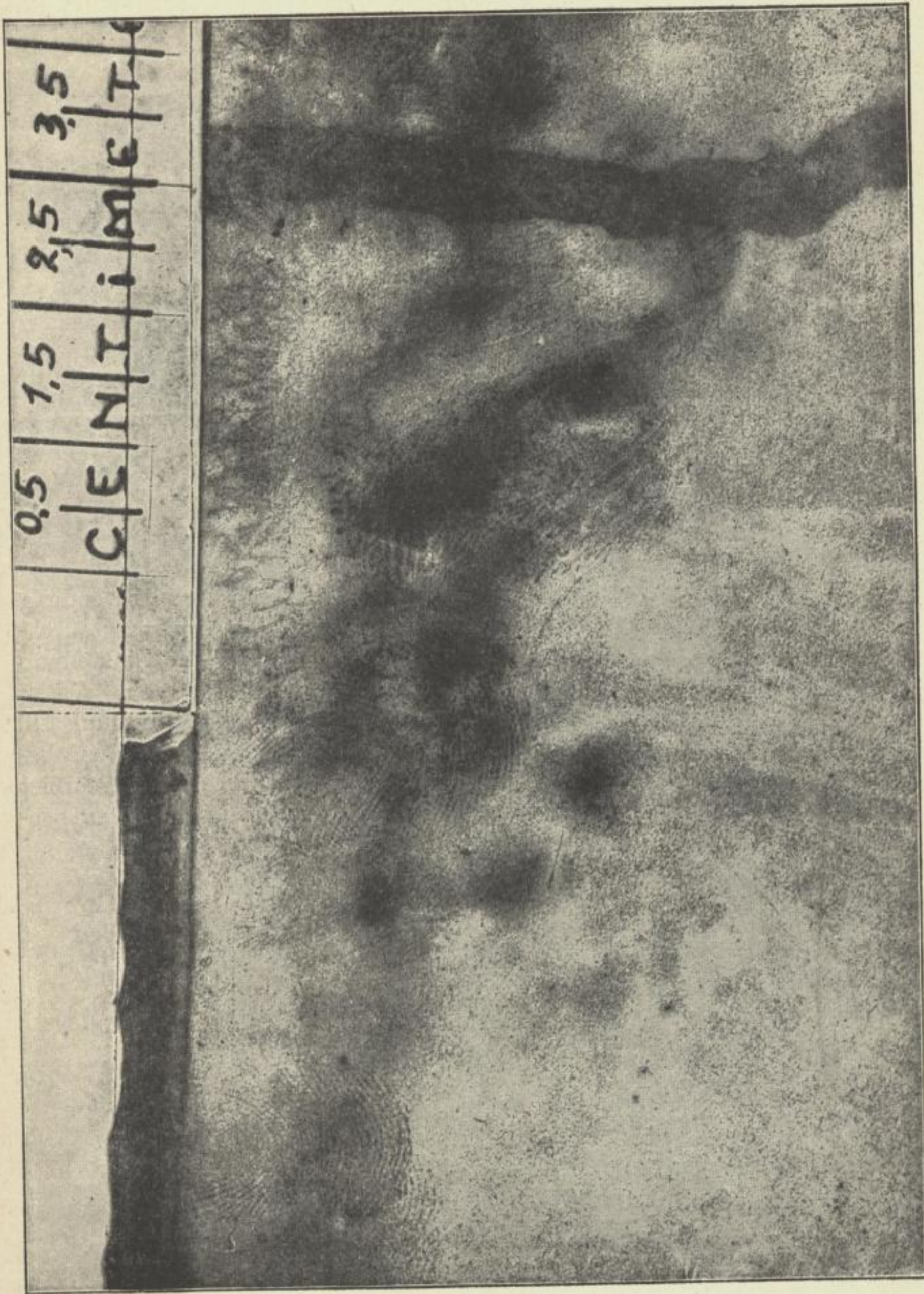
Diese Vertikalanordnung leistet auch gute Dienste bei der Aufnahme von Fingerspuren auf Glasscheiben, die (wie solches aus Abbildung 10 ersichtlich wird) nach Herausnehmen des Reißbretts einfach auf den Rahmen des Objektträgers gelegt und auf demselben durch einige Reißstifte oder Gummibänder, Schnüre u. dgl. befestigt werden können. Da das Reproduktionsgestell sich zu den Ständer-

säulen in jede Neigung, sogar in die horizontale bringen läßt, so ist es leicht die Glasscheibe gegen die Lichtquelle passend zu orientieren. Auch reflektiertes Licht kann verwendet werden, wozu unter dem Rahmen am einfachsten ein Bogen weißer Karton in schräger Stellung angebracht wird, den man dann nur gegen eine Lampe oder ein Fenster zu richten braucht.



Figur 11.

An den nachfolgenden Bildern sei nun auch die Anwendung der beschriebenen Apparatur in einigen praktischen Beispielen erläutert. So zeigt Abbildung 11 die starke Vergrößerung eines „plastischen“, Abbildung 12 jene eines „latenten“ Fingerabdrucks. Beide Photogramme sind mit der aus Abbildung 9, bzw. 10 ersichtlichen Apparatsanordnung hergestellt. In Abbildung 13 und 14 sehen wir den Nach-



Figur 12.

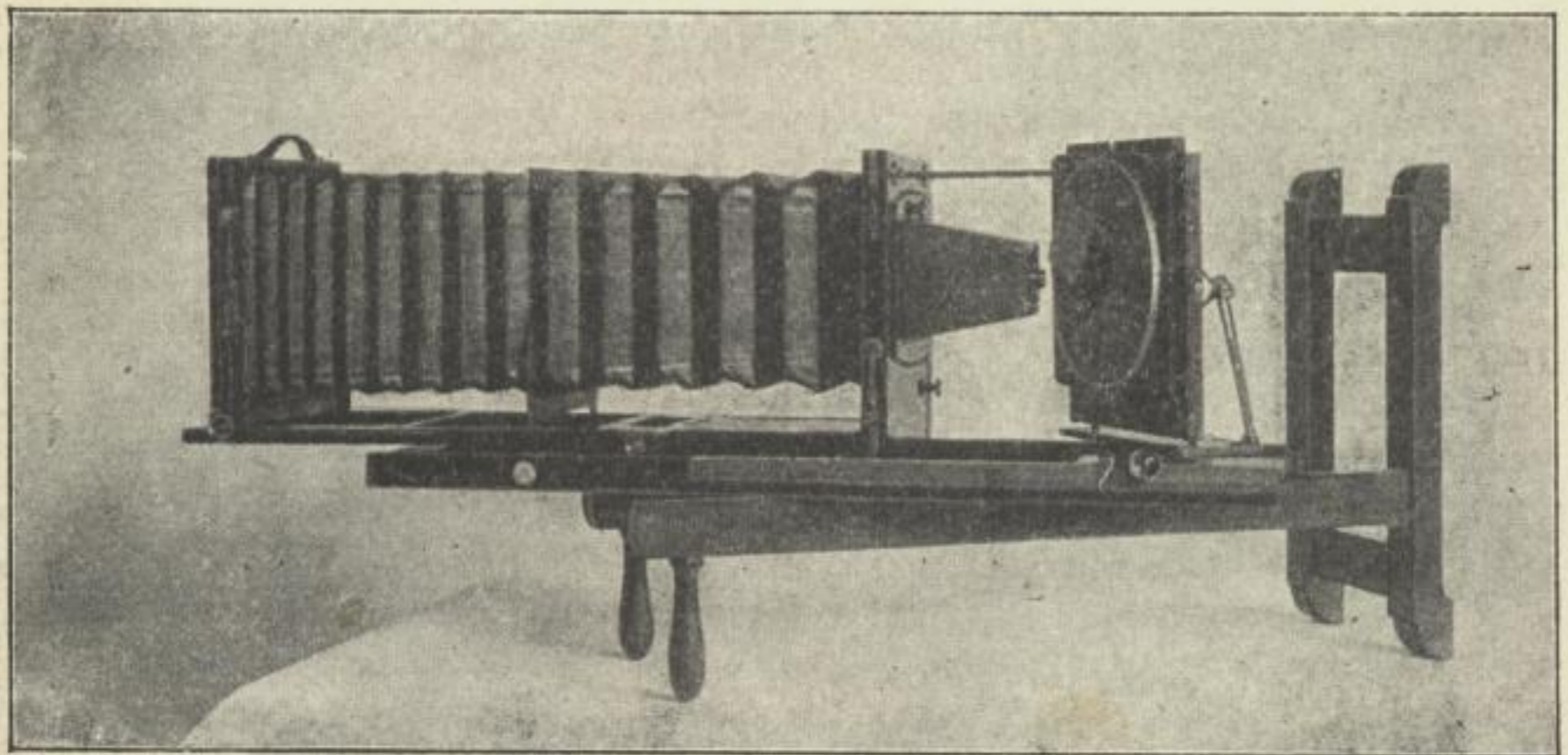


Figur 13.



Figur 14.

weis der Fälschung einer Neun in eine Zwei, wie er unter Anwendung der mit Abbildung 8 gezeigten Verwendungsweise des Apparates durchgeführt werden konnte. Die Abbildung 15 endlich läßt die Einstellung des Systems für sog. Schrägblickaufnahmen erkennen, deren Wesen an einigen Beispielen rasch erklärt sei. Wir sehen (in Abbildung 16) die originaltreue Reproduktion des Aufgabestempels eines Briefes, bezüglich dessen der Verdacht bestand, daß er widerrechtlich geöffnet wurde. Letzteres konnte der Sachlage nach für erwiesen gelten, so-



Figur 15.

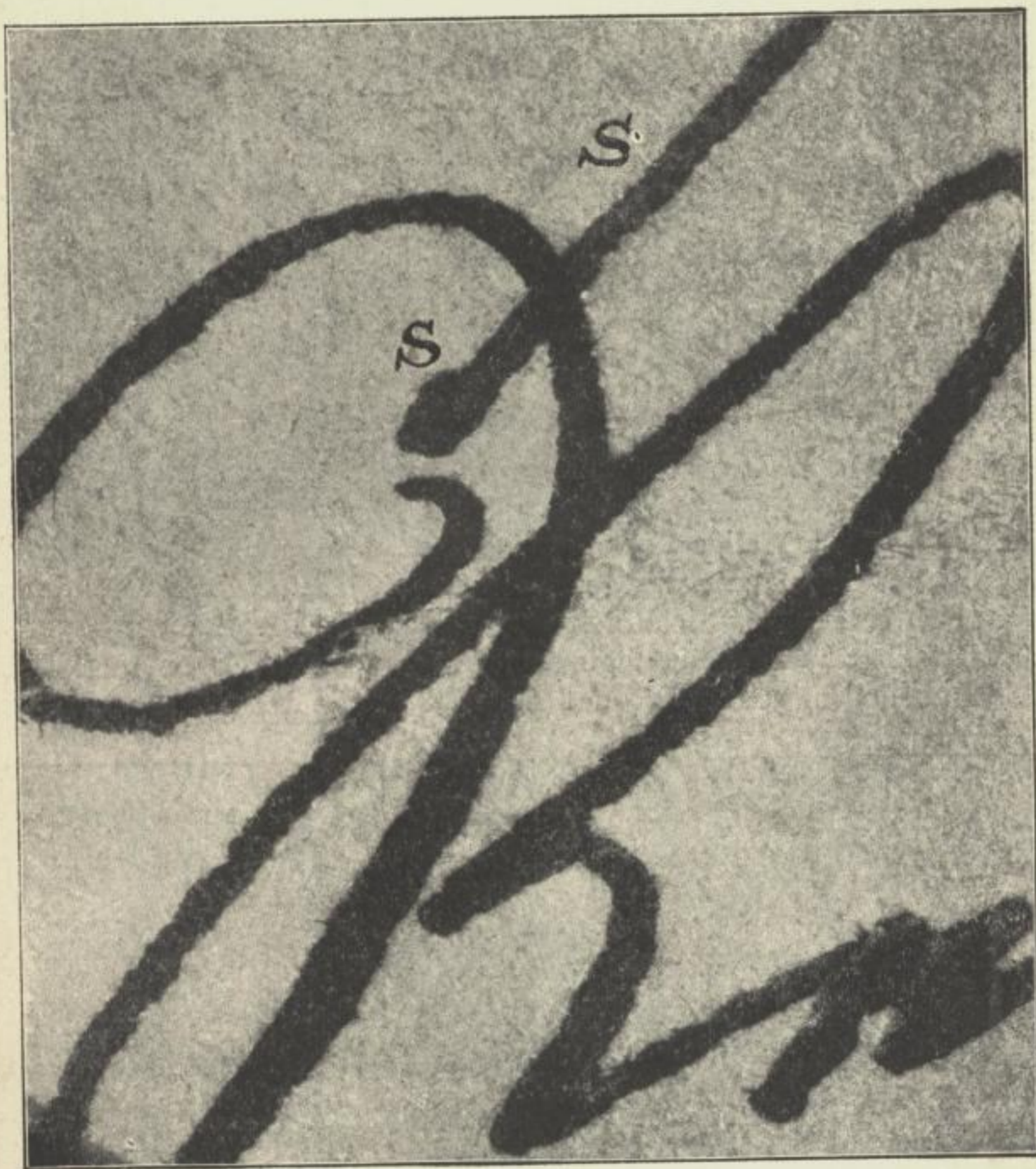


Figur 16.



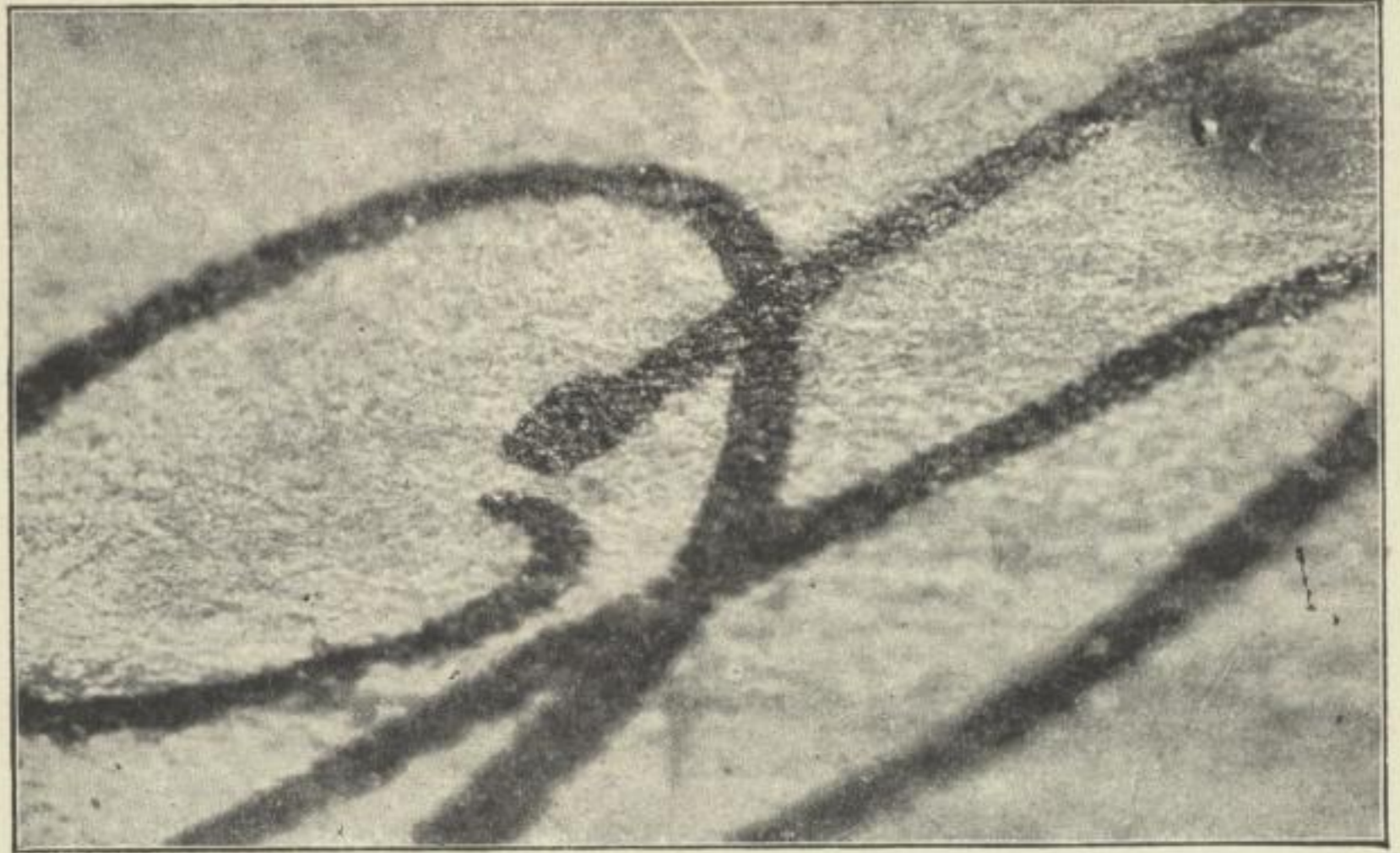
Figur 17.

wie gezeigt war, daß die im Verlauf der Stempelung schwach sichtbaren Klebstoffspuren der Stempelfarbe aufgelagert sind. Mit einer durch Abbildung 15 geschilderten Apparatsanordnung kann ein derartiger Nachweis leicht durchgeführt werden und die weißen, den Stempelkreis deutlich unterbrechenden Flecke (Abbildung 17), welche



Figur 18.

mit den Klebstoffspuren identisch sind, lassen deutlich erkennen, daß dieselben oben liegen, d. h. den Stempelaufdruck überlagern. In Abbildung 18 sehen wir ein „R“, das sich in seinem linken oberen Teil mit einem „s“ aus dem Textteil der über dem „R“ befindlichen Zeile überschneidet. Die forensisch belangreiche Beantwortung der



Figur 19.

Frage, ob das „R“ oder „s“ obenliege, erfolgte gleichfalls durch eine Schrägblickaufnahme mit der geschilderten Apparatur. Die Abbildungen 19 und 20 setzen mit Sicherheit allem Zweifel, daß das „s“ auf dem „R“ liegt und damit logischerweise nachträglich eingesetzt sein muß. Dabei bemerken wir, daß in Abbildung 20 die Überlagerung



Figur 20.

des „s“ Striches sich noch etwas sinnfälliger (wie in Abbildung 19) bemerkbar macht. Es hängt dieses mit der Veränderung der Beleuchtungsvorrichtung¹⁾ zusammen und zeigt, daß die an der beschriebenen Spezialapparatur befindliche Einrichtung für eine leichte, nach jeder Richtung dirigierbare Drehbarkeit des Originals von Wichtigkeit ist.

Zum Schlusse meiner Ausführungen möchte ich noch kurz über das vorläufige Ergebnis noch nicht abgeschlossener Versuche berichten, welche ich mit der von Burinsky ausgearbeiteten und „Chromolyse“ genannten Methode, sowie mit der von Gradenwitz und Pringsheim zur Entzifferung von Palimpsesten angewendeten Aufnahmetechnik durchgeführt habe, um zu sehen, ob und ev. welche Vorteile sich bei Anwendung dieser Methoden zur Rekonstruktion zerstörter Schriftteile in jenen Fällen ergeben, die man in der Regel unter Zugrundelegung entsprechend kontrastreich erstellter Negative durch Anwendung von



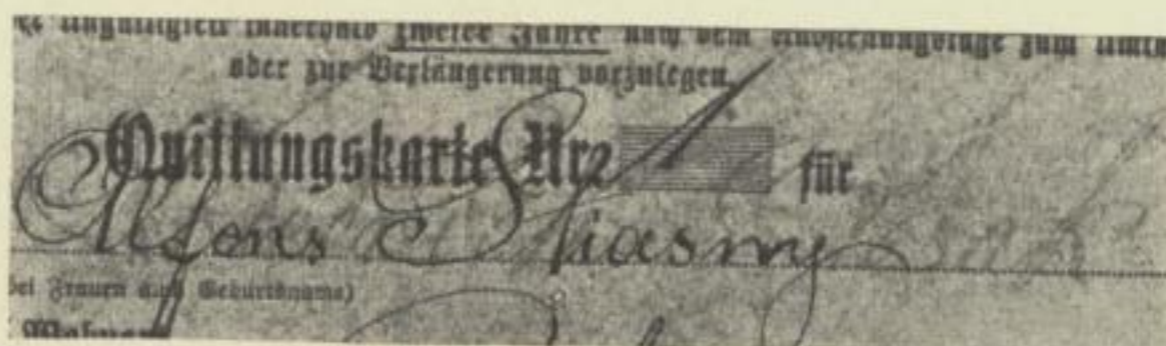
Figur 21.

ausgesprochen hart arbeitenden Auskopier- oder Entwicklungspapieren zu erledigen trachtet.

Auf die vergleichsweise untersuchten Methoden von Burinsky bzw. Gradenwitz und Pringsheim hier näher einzugehen, muß ich mir leider versagen und die Nichtkenner dieser Verfahren auf die den Fachgenossen bekannten Veröffentlichungen der genannten Autoren im Großschen Archiv für Kriminalanthropologie und Kriminalistik (Bd. 17, Heft 1 und 2) bzw. Eders Jahrbuch für Photographie und Reproduktionstechnik 1901 (S. 52) verweisen. Ich komme deshalb gleich auf meine bisherigen mit diesen Verfahren gewonnenen Versuchsergebnisse zu sprechen, die ich vorläufig mit einer, fälschliche Eintragungen aufweisenden Invalidenkarte (Abbildung 21) gewonnen habe. Eine mit nasser Jodsilberplatte bei Beleuchtung mit einer elektrischen Dauerbrandlampe gewonnene Aufnahme ließ auf der mit Rembrandtpapier hergestellten Kopie unter dem Namen des derzeitigen Besitzers „Alfons

¹⁾ Die in den Abbildungen 19 und 20 bemerkbaren weißen Pfeile deuten die Richtung an, aus welcher das Licht bei der Aufnahme einfiel.

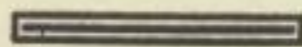
Stiasny“ den Namen „Friedrich Kosak“ als den des früheren Inhabers zutage treten (oberer Streifen der Abbildung 22). Der mittlere Streifen gibt nun die Wiedergabe der gleichen Stelle auf der Invalidenkarte mittels der Burinskyschen Methode wieder (und zwar in seiner linken Hälfte mit zweifacher, in seiner rechten mit dreifacher Supplementierung), während der untere Streifen die Wiedergabe der latenten Schrift auf dem Wege der Palimpsestmethode vor Augen führt¹⁾.



Figur 22.

Aus diesen Ergebnissen dürfte vielleicht jetzt schon der Schluß gezogen werden, daß die beim ersten Streifen angewendete einfache Methode bereits zu einem vollauf befriedigenden Resultate geführt hat, so daß in Anbetracht der sehr großen technischen Schwierigkeiten der beiden anderen Methoden diese letzteren trotz ihrer etwas bestechenden Resultate wohl nur in jenen Fällen geboten erscheinen, wo mit einfacheren Maßnahmen nichts zu erreichen war. Sollte ich bei meinen weiteren Experimenten zu einem anderen Schlusse gelangen, so werde ich Gelegenheit nehmen, darüber weiteres zu berichten.

¹⁾ Leider glückt es auf dem Wege der Darstellung durch ein autotypisches Klischee nicht, die Feinheiten des gezeigten Projektionsbildes genügend zur Darstellung zu bringen (Anm. d. Verf.).



Über Herstellung von Schumannplatten.

Von Geh. Reg.-Rat Prof. Dr. A. Miethe, Charlottenburg.

Wie bekannt, hat V. Schumann nachgewiesen, daß zur photographischen Abbildung der äußersten ultravioletten Strahlen im Spektrum die gewöhnlichen bindehaltigen Schichten nicht geeignet sind, da das Bindemittel das kurzwelligste Licht vollkommen absorbiert. Durch seine Untersuchungen ist festgestellt worden, daß selbst die dünnsten Schichten von Gelatine oder Kollodium schon jenseits der Grenze von 200 m zu absorbieren beginnen. Will man daher in das äußerste Ultraviolett vordringen, so sind bindemittelfreie Platten notwendig. Schon mit einem gewöhnlichen Quarzspektrographen gelangt man mit einer bindemittelfreien Schicht im Luftraum erheblich viel weiter als mit einer gewöhnlichen Trockenplatte, und die Intensität der letzten abgebildeten Linien steigt bei Verwendung solcher Platten im Verhältnis zur Intensität des längerwelligen Lichtes im Ultraviolett sehr stark. Für Quarzspektrographen und Flußspatspektrographen ist daher, auch wenn man nicht im luftleeren Raum arbeitet, die Verwendung von bindemittelfreien Platten erwünscht, wenn man bis zur erreichbaren Grenze vordringen will. Schumann hat Methoden angegeben, die die Herstellung bindemittelfreier Platten ermöglichen und die von ihm gegebenen Vorschriften sind technisch nicht sehr schwierig, wenn auch immerhin eine gewisse Geschicklichkeit dazu gehört, nach seinem Verfahren fehlerfreie Platten zu erzielen. Besser erreicht man aber den gleichen Zweck auf dem im nachfolgenden anzugebenden Wege.

Die Herstellung der Schumannplatten nach seinen Vorschriften bedingt immer die Selbsterstellung einer Bromsilbergelatineemulsion und den immerhin nicht ganz einfachen Verguß derselben. Ferner resultieren dabei häufig Platten, die recht fehlerhaft sind und durch unregelmäßigen Schleier, der durch das partielle Abgießen der Emulsion offenbar hauptsächlich erzeugt wird, bei der Verarbeitung Schwierigkeiten machen. Ganz einfach dagegen kann man zu bindemittelfreien Platten von guter Empfindlichkeit gelangen, wenn man von den käuflichen Kollodiumemulsionen ausgeht. Ich habe gefunden, daß sich die bekannteren Emulsionen des Handels, wie sie in den Reproduktionsanstalten Verwendung finden, auch für diesen Zweck sehr gut eignen,

Besonders gute Resultate gibt u. a. die gewöhnliche Albertemulsion. Zur Herstellung der genannten Platten verfährt man hierbei folgendermaßen:

100 ccm der vorher aufgeschüttelten Emulsion werden mit 500 ccm einer Mischung wasserfreien Alkohols und Äthers verdünnt und in einem Kolben in absoluter Dunkelheit verschlossen aufbewahrt. Nach 8—10 Tagen der Ruhe hat sich das Bromsilber zum allergrößten Teil zu Boden gesetzt und die überstehende Flüssigkeit ist fast klar geworden. Man gießt dieselbe möglichst restlos ab und hebt sie ihrerseits noch 10—15 Tage auf, um auch den letzten Rest des Bromsilbers aus der überstehenden Flüssigkeit zu gewinnen. Das auf beiden Wegen gewonnene Bromsilber wird vereinigt, wiederum mit 500 ccm Äther-Alkohol überschüttet, gründlich durchgeschüttelt und 2—3 Tage der Ruhe überlassen. Es setzt sich jetzt schnell und restlos ab. Auch dieser Absatz wird wieder möglichst vollständig von der überstehenden Flüssigkeit getrennt und noch einmal mit Äther-Alkohol aufgeschüttelt. Das Absetzen geht nunmehr noch schneller vonstatten und der überstehende Äther-Alkohol enthält kaum noch Spuren von Nitrozellulose. Das Bromsilber, welches auf diese Weise gewonnen wird, ist jetzt zum Begießen der Platte brauchbar. Man mischt 1 Teil Bromsilber mit 15—20 Teilen wasserfreien Äther-Alkohols, schüttelt gründlich durch und präpariert mit der Flüssigkeit die Platten. Vergießt man diese Emulsion auf reine Glasplatten, so erhält man merkwürdigerweise so gut wie gar keine Empfindlichkeit. Es entsteht zwar bei langer Exposition im Quarzspektrographen eine Spur eines Bildes, aber dasselbe bleibt äußerst dünn, kraftlos und schwach und beim Versuch des Fixierens schwimmt natürlich die ganze Schicht oder wenigstens ihr größter Teil vom Glase ab. Präpariert man aber die Platte in passender Weise vor, so erhält man ungleich größere Empfindlichkeit einerseits und andererseits eine Schicht, die sich ohne jede Schwierigkeit entwickeln, fixieren und auswaschen läßt. Zur Unterpräparation der Glasplatten können sehr verschiedene Substanzen dienen. Versucht wurden u. a. von mir ganz dünne Lösungen von Kautschuk in Benzol; ferner Eiweiß in verschiedenen Formen, und zwar frisches, geschlagenes und abgesetztes Hühnereiweiß mit 10—15 mal so viel Wasser verdünnt oder Lösungen von getrocknetem Eiweiß des Handels verschiedener Provenienz 1:100 in Wasser gelöst und filtriert. Schließlich wurden Dextrinlösungen 1:100, Gelatinelösungen 1:100 und gewöhnliche ausfixierte und sorgfältig gewässerte Trockenplatten benutzt. Die in kaltem Wasser löslichen Unterpräparationsflüssigkeiten müssen sehr stark verdünnt benutzt werden, weil sonst die empfindliche Schicht bei Entwicklung sich vom Glase löst, da sie ihren Halt verliert, wenn sich die Unterpräparationsschicht ihrerseits im Wasser löst. Auch Kombinationen der betreffenden Unterpräparate, z. B. Gelatine über Dextrin

und über Kautschuk, Kautschuk über Gelatine oder Eiweiß, Eiweiß über Kautschuk oder Gelatine wurden versucht. Bei allen benutzten Vorpräparationslösungen ergab sich eine sehr erhebliche Steigerung der Empfindlichkeit, die allerdings je nach dem angewendeten Vorpräparationsmittel sehr verschieden war. Die geringste Empfindlichkeit ergab sich bei Benutzung von Kautschuk, aber auch dieser bewirkte eine sehr deutliche Steigerung derselben. Besser verhielt sich Dextrin, noch besser Gelatine und am besten Eiweiß, und zwar weniger gut frisches Hühnereiweiß als das getrocknete Eiweiß, welches als farbloses Pulver im Handel erhältlich ist und durch Verreiben mit lauwarmem Wasser und sorgfältiges Filtrieren in Lösung gebracht werden kann.

Wie die Unterpräparation auf die Schicht wirken kann, ist schwer verständlich, doch ist es immerhin nicht unmöglich, daß Spuren der Unterpräparation als Sensibilisator wirken oder daß im äußersten ultravioletten Licht diese Unterpräparationsschichten fluoreszieren und dann dieses Fluoreszenzlicht erst, also wahrscheinlich transformiertes längerwelliges Licht, auf das Bromsilber der eigentlichen Bildschicht wirkt. Eine Entscheidung dieser Frage möge der Zukunft vorbehalten bleiben.

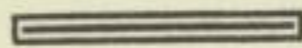
Selbst wenn man eine Eiweißschicht mit einer ganz dünnen Kautschukschicht überzieht, macht sich die günstige Wirkung des Eiweißes immer noch bemerkbar, während die sensibilisierende oder erregende Wirkung der Gelatine durch einen dünnen Überzug von Kautschuk scheinbar nicht mehr eintritt.

Das Gießen der Platten geschieht nun in folgender Weise: Das vorpräparierte und an einem staubfreien Ort getrocknete Glas wird mit der Bromsilbermischung genau wie mit Kollodium überzogen und dabei mit Ablauf gegossen. Die Schicht muß sehr dünn sein, so daß sie im durchfallenden Licht nur eine schwache Trübung erkennen läßt. Die Präparation kann bei sehr heller Dunkelkammerbeleuchtung vor sich gehen, da die Platten für langwelliges Licht eine außerordentlich geringe Empfindlichkeit besitzen. Die Schicht ist verhältnismäßig feinkörnig, doch beobachtet man häufig eine sehr unangenehme Störung, die durch ein grieseliges Zusammenlaufen des Bromsilbers und damit verbundener Bildung einer groben Struktur sich bemerkbar macht. Dieser Fall tritt immer ein, wenn während des Verdunstens des Äther-Alkohols die Platten reichliche Mengen von Feuchtigkeit aus der Luft anziehen konnten. Es ist daher zweckmäßig, um eine Kondensation von Wasser an der Schicht zu vermeiden, die vorpräparierten Platten etwas anzuwärmen und in möglichst trockener Luft zu gießen. Beim Versuch, kleine Mengen Eiweiß- und Gelatinelösung direkt der Emulsion zu inkorporieren, um dadurch eine gesteigerte Empfindlichkeit zu er-

zielen, ergibt sich tatsächlich, daß solche Emulsionen, auch auf reines Glas gegossen, wesentlich empfindlicher werden, doch kann man auf diese Weise ohne Anwendung bestimmter Kunstgriffe, auf die hier nicht eingegangen werden soll, einigermaßen gleichmäßige Schichten nicht erzielen, da das in Äther-Alkohol emulsifizierte Bromsilber zwar den Zusatz einiger Tropfen Wasser verträgt, ohne auszufallen, dagegen momentan käsig ausfällt, wenn dieses Wasser auch nur 1 % Gelatine oder Eiweiß enthält. Es ist interessant, festzustellen, daß die Empfindlichkeit durch diesen Zusatz ebenso steigt, wie wenn man die reine Bromsilber-Äther-Alkohol-Mischung auf mit Gelatine oder Eiweiß unterpräparierte Platten gegossen hätte.

Die präparierten Platten halten sich scheinbar ziemlich lange, doch liegen längere Erfahrungen hier nicht vor. Die Platten werden in der von Schumann angegebenen Weise mit Pyro entwickelt oder aber auch unter Benutzung der gewöhnlichen Vorschriften zur Entwicklung von Bromsilberkollodiumemulsion. Reichlicher Zusatz von Bromkalium ist in jedem Falle empfehlenswert, weil der Schutz des Bindemittels fehlt und daher die Platten leicht zu Schleier- und Schlierenbildung neigen. Die Empfindlichkeit der so gewonnenen Platte gleicht der, welche die Schumannplatten ergeben, oder steht nur unwesentlich gegen diese zurück. Das Maximum der Empfindlichkeit scheint etwa bei der Wellenlänge 280 m zu liegen und nimmt nach dem sichtbaren Teil des Spektrums zu rapide ab. Wie weit sich die Empfindlichkeit ins Ultraviolett erstreckt, konnte nicht festgestellt werden, da unsere Apparatur für diesen Zweck noch nicht zufriedenstellend funktioniert, doch besteht wohl kaum ein Zweifel, daß dieselbe sich ebensoweit ins Ultraviolett erstreckt wie die der gewöhnlichen Schumannplatten.

Es empfiehlt sich, derartige Platten für alle Studien innerhalb des kürzestwelligen Bereiches des Spektrums zu benutzen, speziell zwischen 200 und 180 bzw. 170 m gewähren sie den gewöhnlichen Platten gegenüber auch im Quarzspektrographen große Vorteile. Im Gegensatz zu den Schumannplatten ist die Gradation eine recht gute und starke und schwache Linien differenzieren sich äußerst deutlich, doch treten auch hier manchmal merkwürdige Anomalien auf, indem mit derselben Emulsion gegossene Platten unter scheinbar ganz gleichen Umständen häufig eine schlechte Gradation und mangelhafte Kraft zeigen, wie dies auch bei Schumannplatten gelegentlich der Fall ist.



**Erzeugung von verschiedenfarbigen Bildern auf Opalplatten
mit Chlorbromsilberemulsion und ihre Verwendung.
Verwendung von Opalplatten mit Chlorbrom- und Brom-
silberemulsion zu verschiedenen Zwecken.**

Von R. Namias, Mailand.

Übersetzung von Carl Koenig-Gronen.

Eine Methode, durchsichtige Diapositive in verschiedenen Farben zu erhalten, und die dabei auftretenden Schwierigkeiten.

In meinem Vortrag auf dem Kongreß für angewandte Chemie London, Mai 1909, der im „Progresso Fotografico“ wiedergegeben worden ist, gab ich eine Methode an, durchsichtige Kopien in verschiedenen Farben herzustellen. Zu diesem Zwecke fixierte ich bestimmte Anilinfarben auf Bilder von Brom- resp. Chlorbromsilberdiapositivplatten, nachdem ich das reduzierte Silber durch ein Bleisalz substituiert hatte.

Bei meinen Untersuchungen, verschiedenfarbige Bilder zu erhalten, begegnete ich noch vielen Schwierigkeiten, die hauptsächlich in folgendem bestanden: Nachdem ich die Farbe fixiert hatte, mußten die Bilder um die weißen, aber sehr undurchsichtigen Bleimischungen zu entfernen, längere Zeit mit einer gesättigten Thiosulfatlösung behandelt werden. Dieser konnten aber die Farben nur selten widerstehen, und deshalb konnte ich bis jetzt noch keine besonders effektvollen Bilder erhalten.

Ich ließ es mir nun angelegen sein, dieses Verfahren, farbige Diapositive herzustellen, noch eingehender zu studieren, wegen der Wichtigkeit, welche es für die Kinematographie haben könnte. Ich versuchte dies nun an undurchsichtigen Bildern, so daß es überflüssig war, die weißen Bleisalze herauszuschaffen.

Da es keine Möglichkeit gab, zufriedenstellende Resultate auf Bromsilberpapier zu erhalten wegen der Durchlässigkeit des Bildträgers, der die Farben zähe festhielt, blieb mir nichts weiter übrig, als meine Zuflucht zu Opalplatten zu nehmen, die mit Brom- oder Chlorbromsilberemulsion präpariert waren.

Versuche mit Brom- oder Chlorbromsilberopalplatten, um ein weißes Bild von Ferrocyanblei resp. -silber zu erhalten.

Ich wendete mich für diese Versuche an die Firma Capelli, die mir mit höflicher Zuvorkommenheit einige Dutzend Opalplatten mit der ausgezeichneten Chlorbromsilberemulsion ihrer Platten präparierte.

Die vielseitigen Verwendungsmöglichkeiten der Opalplatten, die ich hier aufführen werde, und die schon von anderen Forschern angegeben worden sind, lassen mich daran glauben, daß diese Platten, die heute noch schwer im Handel zu finden sind, bald mit Leichtigkeit zu erhalten sein werden.

Wenn man auf Opalplatten verschiedenfarbige Bilder erhalten will (gleichgültig, ob durch Anilinfarben oder durch einen gefärbten Niederschlag), so hat man zuerst das Silberbild in ein solches von Ferrocyanblei resp. -silber überzuführen.

Ich möchte hier einschalten, daß die Erzeugung eines schwarzen Bildes auf Chlorbromsilberopalplatten fast die gleiche ist wie bei Diapositiven. Nur wegen der Reflexion der weißen Scheibe ist die Exposition ein wenig kürzer. Am besten entwickelt man mit Metol-Hydrochinon:

Hydrochinon	7 g
Metol	1 g
Natriumsulfit	50 g
Soda	30 g
Bromkalium.....	2 g
Wasser	1000 ccm.

Um in gewissen Fällen eine zu große Dichte zu verhindern, kann man den Entwickler mit der Hälfte oder der gleichen Menge Wasser verdünnen.

Das kräftige und schleierlose Positiv der Opalplatte legt man nach genügendem Waschen in folgendes Bad:

- I. Ferricyankalium 1 : 10
- II. Bleiazetat 5 : 100 + 1 % Essigsäure.

Zum Gebrauch mischt man gleiche Teile von I und II. Man läßt die Platte darin, bis das Bild völlig weiß geworden ist, was mindestens 10 Minuten dauert.

Dann wäscht man die Platte in fließendem Wasser, bis sie vollkommen weiß ohne jede Spur von Gelb ist. Dies erheischt gewöhnlich eine halbe Stunde. Nach vollendetem Waschen zeigt sich die Oberfläche völlig weiß; das Bild ist nun kaum sichtbar, da es aus Ferrocyanblei und Ferrocyan Silber besteht, beides sehr weiße Körper.

Fixieren der Farben auf Bildern von Ferrocyanblei.

In meinen ersten Veröffentlichungen gab ich an, daß es äußerst vorteilhaft ist, die Bilder aus Ferrocyanblei in solche von Bleisulfat oder Bleioxyd überzuführen, damit das Fixieren der Farben besser gelingt.

Beim Arbeiten mit Opalplatten aber ist diese Umwandlung nicht mehr nötig. Ich habe festgestellt, daß es speziell bei gewissen Farben nützlich ist, eine kleine Menge Natriumazetat hinzuzufügen, um das Fixieren der Farben zu erleichtern; keinesfalls schadet dieser Zusatz. Ehe man die Platte in das Farbbad taucht, ist es angebracht, sie zehn Minuten mit 1 prozentiger Salpetersäure zu behandeln, um jede Spur von Bleioxyd, die durch die Gelatine zurückgehalten sein könnte, zu entfernen. Dann wässere man von neuem. Hierauf macht man eine Lösung, die je nach der erwünschten Intensität $\frac{1}{4}$ bis 1 g des Farbstoffes in einem Liter enthält, und fügt noch 10 g kristallisiertes Natriumazetat pro Liter hinzu. Es empfiehlt sich, die Lösung nicht zu intensiv zu machen. Eine schwachfarbige Lösung gibt bedeutend besser die Details und neigt nicht dazu, die Schattenpartien detaillos hervorzurufen. Zu bemerken ist, daß selbst äußerst verdünnte Lösungen, welche kaum ein Stück Papier anfärben würden, eine Platte, welche man lange darin badet (24 Stunden oder länger), genügend anfärbt, da Ferrocyanblei als Beize wirkt, so daß sich selbst der letzte Rest einer verdünnten Lösung auf der Oberfläche des Bildes niederschlägt.

Was nun die Farben anbetrifft, so sind nicht alle gleich gut anwendbar; die sogenannten basischen Farben scheinen sich am besten fixieren zu lassen. Ich habe jetzt eine begrenzte Anzahl von Farben ausprobiert und habe unter diesen drei als recht gut gefunden; sie lassen sich zum synthetischen Dreifarbindruck gebrauchen. Es ist Auramin für Gelb, Fuchsin für Rot und Methylenblau für Blau.

Nachdem man die Platte, je nach ihrer Dichte, eine halbe bis mehrere Stunden im Farbbad gelassen hat, bis sie von genügender Intensität ist, wäscht man sie einige Zeit durch einfaches Eintauchen in klarem Wasser. Dies wird ab und zu, sobald es sich gefärbt hat, erneuert. Hierdurch entfernt man die Farbe, die die Gelatine in den Lichtern festgehalten haben könnte, während die Bildfarbe in nur ganz geringem Maße entfernt wird.

Es ist unnötig, das Ferrocyan Silber oder Ferrocyanblei zu entfernen, was sich im Bilde befindet, da es weiße Verbindungen sind und letzteres völlig unempfindlich gegen Licht ist, während die Silberverbindung selbst, wenn man sie lange dem Licht aussetzt nie sehr dunkel wird. Um jedenfalls auch die geringste Bräunung der Farbe zu verhüten, ist es vorzuziehen, die Platte in einer verdünnten Lösung

von stark saurem Hyposulfit zu fixieren, wodurch nur das Ferrocyan-silber entfernt, die Farbe aber nicht verändert wird. Ich verwandte hierzu folgende Lösung:

Natriumhyposulfit	100 g
Natriumazetat kristallisiert	50 g
Wasser	1000 ccm
Eisessig	5 ccm.

Wie aus meinen Veröffentlichungen von vor zwei Jahren hervor-geht, erlaubt die Anwesenheit von Natriumazetat im Fixierbad, dasselbe stark mit Essigsäure anzusäuern, ohne daß es durch Zersetzung Schwefel abscheidet. Dies ist eine interessante Erscheinung, die man auch in anderen Fällen zu anderen Zwecken mit Vorteil verwenden kann.

Nachdem man die Platte ein bis zwei Minuten in obigem Hyposulfitbad behandelt hat, braucht man nur noch eine halbe Stunde lang zu wässern, um sie schließlich in eine 5 prozentige Lösung von Alaun zu legen, der man $\frac{1}{2}$ ‰ Kupfervitriol zusetzt, um die Farben haltbar zu machen.

Einfacher und vorteilhafter ist es, die Platte gleich vom Farbbad in die Fixierlösung zu tun, wodurch das Wässern nach dem Farbbade wegfällt. Die farbigen Bilder, die auf diese Weise hergestellt sind, sind wie alle anderen mit Anilinfarben hergestellten Bilder vollständig haltbar, und wenn man sie nicht gerade intensivem Sonnenlicht aussetzt, können sie lange aufbewahrt werden.

Umwandlung des weißen Ferrocyanbleibildes in ein gelbes oder grünes ohne Farbbad.

Wenn man das weiße Ferrocyanbleibild erhalten hat, kann man es mittels metallischer Verbindungen färben. Auf diese Möglichkeit suchte ich schon 1905 durch meine Versuche mit Bromsilberpapier die Aufmerksamkeit zu lenken. Auf Opalplatten sind die Resultate noch leichter zu erhalten, da sie nicht die Nachteile zeigen, die das Papier verursacht. Die zwei schönsten Farben, die man erhalten kann, sind Gelb und Grün. Die erstere bekommt man mit Bleichromat, die letztere mit einer Mischung von Bleichromat und Berliner Blau.

Um das gelbe Bild zu erhalten, genügt es, die gut in mit Salpetersäure angesäuertem Wasser gewaschene Platte vier bis fünf Minuten in einer Lösung von Natriumbichromat zu baden. Die Umwandlung des Ferrocyanbleies in das gelbe Bleichromat vollzieht sich schnell. Nach dem Bichromatbad spült man die Platte, bis die Lichter klar sind, dann legt man sie einige Augenblicke in eine 10 prozentige Hypo-sulfitlösung, um das Ferrocyan-silber aufzulösen. Hierauf wässert man gut und trocknet. Das Bleichromatgelb zeigt bei Diapositiven durch seine außerordentliche Undurchsichtigkeit eine schmutzig olivgelbe

Farbe, bei den Opalplatten jedoch zeigt es sich als ein äußerst lebhaftes Gelb und sehr geeignet als Basis für die Dreifarbenphotographie.

Anstatt des gelben Bleichromatbildes kann man mit Leichtigkeit ein grünes Bild erhalten. Es genügt, der 2 prozentigen Natriumbichromatlösung ein wenig Eisenchlorid hinzuzufügen; 1 % gelbes kristallisiertes Eisenchlorid genügt. Durch die Einwirkung des Natriumbichromats und Eisenchlorids wird das Bild, das aus Bleichromat, Ferrocyanblei und Ferrocyan Silber besteht, in ein solches aus Berliner Blau und Silberchlorür verwandelt. Das Berliner Blau, welches intensiv blau ist, und das sich in relativ großer Menge bildet (da es nicht nur durch Umwandlung von Ferrocyanblei, sondern auch durch Umwandlung von Ferrocyan Silber entsteht), gibt ein grünblaues Bild von großer Wirksamkeit. Wünscht man einen mehr gelblich-grünen Ton, so genügt es, die Platte nach dem Bleibad in eine einfache 10 prozentige Hyposulfitlösung zu legen, die alles Ferrocyan Silber weglöst. Auf diese Weise kann sich Ferroferri cyan nur aus dem Ferrocyanblei bilden und ist deshalb die Quantität des Blaus viel geringer.

Im allgemeinen wird man das grünblaue Bild, das man ohne vorhergehendes Fixieren erhält, seiner Wirkung wegen vorziehen. Das Fixieren würde in diesem Falle nach dem Anfärben stattfinden, und zwar, indem man die Platte zwei bis drei Minuten in dem oben angegebenen sauren Fixierbad behandelt und dann zirka eine halbe Stunde wässert. Photographien von Buschwerk, Landschaften, wo Grün überwiegt, oder eines Seestückes, machen auf Opalplatten, auf obige Weise behandelt, einen überraschenden Eindruck, und eingerahmt geben sie Bilder von großer, dekorativer Wirkung. Die Methode bietet keinerlei Schwierigkeiten, und ich glaube, daß sowohl Photographen wie Dilettanten einen großen Vorteil daraus ziehen können. Dazu kommt noch, daß es möglich ist, den blaugrünen Photographien einen doppelten Ton zu geben, der sich für Landschaften sehr eignen würde. Es genügt, die gebadete Platte längere Zeit (12 bis 24 Stunden) in laufendem Wasser zu spülen. Hierdurch wird die blaue Farbe zum Teil aufgelöst (hauptsächlich, da das gewöhnliche Leitungswasser etwas alkalisch ist). Das Gelb jedoch, das selbst durch längeres Waschen absolut nicht verändert wird, bleibt so in den mittleren Tönen im Übergewicht, die hierdurch gelblicher werden.

Besonders in Herbstlandschaften erzeugt dieser Doppelton überraschende Wirkungen.

Man kann diesen Doppelton leichter erhalten, wenn man die Platte 15 bis 30 Minuten mit einer 2 prozentigen Ammoniaklösung behandelt und dann ziemlich lange wäscht. Man schreibt im allgemeinen und nicht mit Unrecht den Berliner-Blau-Bildern eine unzureichende Haltbarkeit gegen Licht zu. Das Berliner Blau braucht lange, um sich

zu Ferroferrocyanid zu reduzieren, welches fast farblos ist. Ich habe bemerkt, daß dieses Verbleichen an Bildern, die nach der angegebenen Methode behandelt sind, nicht eintritt. Sie sind fast unbegrenzt haltbar und können längere Zeit an Fenstern angebracht werden, ohne merkbaren Veränderungen zu unterliegen. Ich weiß nicht, ob ich dies der Gegenwart des Bleichromats zuschreiben kann, welches mit seiner oxydierenden Wirkung sich jeder Reduktion, die etwa stattfinden könnte, widersetzt.

Herstellung von Bildern mittels Anilinschwarz.

Unter den heute fast vergessenen photographischen Verfahren früherer Zeiten, Bilder aus Anilinschwarz herzustellen, ist noch das von Willis bekannt; er exponierte ein mit Bichromat sensibilisiertes Papier unter einem Diapositiv und setzte es dann den Dämpfen von Anilin aus. Die Methode wurde nur zur Reproduktion von Zeichnungen angewendet, da sie für Mitteltöne keine vollkommenen Resultate gab.

Ich hoffte nun, durch die oxydierende Wirkung des Bleichromats in Gegenwart einer Säure Bilder mit Anilinschwarz zu erhalten. Die Praxis ergab, was die Theorie versprach. Ich verfuhr folgendermaßen: Nachdem ich die Platte mit dem Bleichromatbild auf die übliche Weise erhalten hatte, legte ich sie, ohne sie zur Entfernung des Ferrocyanilsilbers zu fixieren, in ein Bad, bestehend aus:

Anilinchlorhydrat	20 g
Wasser	1000 ccm
Schwefelsäure des Handels	10 ccm.

In diesem Bad wechselt das Bild sehr schnell die Farbe bis zu einem sehr intensiven Dunkelgrün, die Farbe des Anilinschwarz in dünner Schicht. Diese Verbindung bildet sich durch die oxydierende Wirkung der Chromsäure, die sich aus der Schwefelsäure des Bades und dem Bleichromat des Bildes entwickelt. Da Anilinschwarz unlöslich ist, bildet es sich nur an den Stellen, wo sich das Bild befindet, und bleibt dort haften.

Hat man das Anilinschwarzbild erhalten, legt man die Platte in eine genügend konzentrierte (am besten gesättigte) Fixiersalzlösung, um das Silber- und Bleisalz zu entfernen. Am schwierigsten ist es, das Bleisalz zu entfernen, und man erreicht dies nur durch eine sehr starke Fixiersalzlösung, die man etwa eine halbe Stunde einwirken läßt. Das Anilinschwarz wird hierdurch nur minimal beeinflusst; zum Schluß wasche man eine halbe Stunde.

Die auf diese Weise erhaltenen Anilinschwarzbilder haben eine enorme Haltbarkeit, es ist ja bekannt, daß Anilinschwarz ein Körper ist, der nicht nur den Atmosphärenteilchen, sondern auch energischen chemischen Reagentien widersteht.

Die einzig anzuwendende Vorsicht ist die, die Gelatine in einem Schlußbad von Alaun stark zu härten und zu lackieren. Sehr gut eignet sich Zaponlack, den man sich herstellt, indem man Abfälle von Zelluloid in Amylazetat auflöst. Das Lackieren ist auf jeden Fall bei Photographien auf Opalplatten angebracht, da es die Durchsichtigkeit der Schatten erhöht.

Nutzbarmachung der besprochenen Methoden, um wirksame Reklameplakate in einem oder verschiedenen Tönen zu erhalten.

Die Zukunft der gefärbten Opalplatten liegt in ihrer Anwendung für Reklameplakate. Anstatt der kostspieligen Reklamekarten aus Zelluloid usw. wird man schließlich doch seine Zuflucht zu Reklamebildern nehmen, die auf photographischem Wege hergestellt sind.

Man wird heute ein gegebenes Plakat photographieren und von dem Negativ ein Positiv auf Opalplatten erhalten, die nach den angegebenen Methoden koloriert als Reklame von weittragender Wirkung sein werden. Doch glaube ich, hierzu noch etwas hinzufügen zu müssen. Auf einem Reklameplakat befinden sich gewöhnlich Verzierungen, Worte und Photographien von Bildern, Landschaften und anderes.

Nehmen Sie an, Sie hätten ein Reklamebild zu drucken, auf welchem sich Worte und eine Ansicht, umgeben von einer Vignette befinden. Man fängt damit an, das ganze Bild nach der angegebenen Methode in Ferrocyanblei zu verwandeln. Alsdann wird man die Landschaft grün färben, indem man mit einem Pinsel die Lösungen von Bichromat und Eisenchlorid aufträgt, natürlich mit der nötigen Vorsicht, um nicht über den Rand hinaus zu färben.

Die Worte kann man rot färben, indem man mit dem Pinsel die Fuchsinlösung aufträgt. Es macht nichts aus, wenn man über die Buchstaben hinaus malt, da die Farbe nur von dem Ferrocyanblei festgehalten wird, welches die Buchstaben bildet. Die in der Gelatine befindliche Farbe wird beim Wässern entfernt werden können. Dieses Verfahren kann nun je nach dem Geschmack des einzelnen variieren.

Zum Schluß wasche man die Platte in Wasser, bis die Lichte weiß sind, fixiere sie in der angegebenen sauren Fixierlösung und wässere gut. Man legt sie dann in ein Bad von 5 prozentigem Alaun und $\frac{1}{2}$ 0/0 Kupfervitriol, um den Farben eine größere Haltbarkeit zu geben.

Wenn die Platten trocken sind, bleibt nur noch übrig, sie zu lackieren, welches außer dem schönen Glanz, den es denselben gibt, dazu beiträgt, die Farben der Einwirkung der Luft zu entziehen.

Ich will noch darauf hinweisen, daß Künstler, welche sich die angegebenen Methoden angeeignet haben, auf diese Weise besonders Landschaften von bedeutender Wirkung herstellen können.

Weitere mögliche Verwandlungen von Ferrocyanblei- und Ferrocyan Silberbildern.

Außer mit Bleichromat und Berliner Blau kann man noch Bilder von andersfarbigen metallischen Verbindungen erhalten. So erzielt man z. B. mit einer Mischung von Kupfervitriol und Natriumchloridlösung eine rötlicher Farbe und, wenn man hierzu noch Kaliumbichromat fügt, ein rötliches Gelb.

Die Farben jedoch, welche die Nickel-, Kobalt- und Uransalze geben, sind weder lebhaft noch wirkungsvoll.

Ich will hier noch eine andere von mir studierte Umwandlung anführen, wenn auch nicht wegen des Tones, den sie ergibt — sie ist von einem diskreten Braun — sondern wegen der Reaktion an sich, welche erlaubt, ein photographisches Bild zu erhalten, das zu vielerlei Zwecken benutzt werden könnte.

Zu dieser Umwandlung genügt es, die Platte mit dem Ferrocyanbleibild in eine Kaliumpermanganatlösung von 2⁰/₁₀₀ zu tauchen. Das Ferrocyanblei wirkt reduzierend auf das Permanganat ein, und es bildet sich an Stelle des Bildes ein solches, das aus einer Mischung von Bleidioxid (PbO_2) und Mangandioxid (MnO_2), beide von brauner Farbe, besteht. Die Lichter färben sich ein wenig durch Entstehung einer ganz kleinen Menge von Mangandioxid, wenn man die Platte aber mit einer schwachen 1 prozentigen Lösung von Natriumbisulfit behandelt, bekommt man sie rein weiß. Das Natriumbisulfit löst einen großen Teil des Mangandioxids auf, während es das Bleidioxid unverändert läßt.

Verwendung verschiedener einfarbiger Bilder für die Dreifarbenphotographie.

Das gelbe Bild der Opalplatten kann ausgezeichnet als Basis für die Dreifarbenphotographie dienen. Das Bleichromat ist wegen seiner großen Undurchsichtigkeit und seines ausgedehnten Absorptionsspektrums weniger geeignet als das Auraminbild. Auf jeden Fall, wo man trotzdem ein Bleichromatbild benutzen will, wegen seiner bedeutend höheren Haltbarkeit, wird man notwendigerweise sich eines sehr dünnen Bildes bedienen müssen. Ich habe, wenn auch nicht gerade mit vollkommenen, so doch mit befriedigenden Resultaten folgende Methode ausprobiert. Die Opalplatte, die das gelbe Bild trägt, überzieht man mit gewöhnlichem Kollodium. Man gießt nun auf die gut nivellierte Platte 5 prozentige Gelatine, die man austrocknen läßt. Ist sie trocken, sensibilisiert man mit Bichromat und belichtet unter einem Diapositiv, welches man von dem seitenverkehrten roten Negativ erhalten hat. Man achte darauf, daß das gelbe Bild mit dem Diapositiv gut zusammenfällt. Man färbt dann die Platte mit Pinatypierot nach dem Pinatypie-

verfahren. Man kann das Pinatypierot erhalten, indem man Karminrot mit Ammoniak und Wasser (1 Karmin, 10 Ammoniak, 200 bis 300 Wasser) mischt. Auf diese Weise erhält man das rote Bild über dem gelben. Das Blaubild erhält man auf die einfachste Weise, indem man unter dem seitenverkehrten blauen Negativ eine Diapositivplatte druckt und es nach meiner Methode mit Ferroferricyan in Blau umwandelt.

Hat man das Blaubild von der richtigen Intensität erhalten, hat man es nur über die Opalplatte mit dem gelb-roten Bild zu legen. Man konstatiert nun durch provisorisches Übereinanderlegen, ob sie ein vollkommenes Dreifarbenbild ergeben; wenn ja, kittet man sie mit Kanadabalsam aufeinander. Um seitenverkehrte Bilder für das Rot- und Blaunegativ zu erhalten, zieht man die zu kopierende Schicht ab. Um hierbei auch die geringste Deformation des Bildes zu verhüten, ist es gut, dieselbe zu härten, am besten nach meiner Methode mit Chromalaun und Chromsäure. Man läßt die gehärtete Schicht gut trocknen, bevor man sie abzieht.

Positive direkt durch Umkehrung.

Seit meinem ersten Vortrag 1898 über den Gebrauch von saurem Permanganat empfahl ich seine Anwendung nicht nur zum Abschwächen von Negativen, sondern auch, um direkt Diapositive zu erhalten. Seit der Einführung der Autochromplatten wurde die Aufmerksamkeit auf die Leichtigkeit, mit der man so das Negativbild in ein Positiv umkehren kann, gezogen, und viele Veröffentlichungen, die seither erschienen sind, betreffen die Herstellung von Positiven direkt auf Platten oder Papier. Es ist bekannt, daß, wenn man eine dicke Schicht von Bromsilbergelatine hat, es sehr schwer ist, die erste Bedingung zu realisieren, unter welcher man ohne zu große Schwierigkeit zu einem guten Resultat kommt. Diese Bedingung kann man folgendermaßen formulieren. Es muß die Möglichkeit gegeben sein, die Schicht in ihrer ganzen Tiefe zu entwickeln. Erreicht man in den Weißen und Lichtern keine völlige Reduktion des Bromsilbers in der ganzen Tiefe der Schicht, so erhält man ein verschleiertes, flaes Bild. Daher muß man seine Zuflucht zu Platten mit einer ganz dünnen Schicht nehmen, um kontrastreiche Bilder zu erhalten. Nach meiner Erfahrung sind die Chlorbromsilberplatten diejenigen, die sich am besten dazu eignen. Mit ihnen erhält man, gute Entwicklung vorausgesetzt, die besten direkten Diapositive. Dieses Verfahren hat für die Praxis nur wenig Wichtigkeit. Man hat auch von verschiedenen Seiten Methoden angegeben, welche es ermöglichen, Bromsilberpapierbilder umzukehren. Ich muß jedoch zugeben, daß ich trotz vieler Versuche es nie erreicht habe, präsentable Bilder zu erhalten. Es sind verschiedene Hindernisse, welche hierbei auftreten:

1. Der Entwickler kann wegen der Durchlässigkeit des Papiers von zwei Seiten wirken, und macht es so weniger leicht, das Bild durch Weglösen des Silbers von außen nach innen zu erhalten, indem es so einen Rest von Bromsilber zurückläßt, welches nach dem Reduzieren ein falsches Bild liefern könnte.
2. Die Undurchsichtigkeit des Bildträgers erlaubt nicht, vom Umkehrvorgang direkt zum Entwickler überzugehen, was eine Erleichterung beim Wässern bieten könnte.
3. Die Durchlässigkeit des Bildträgers verursacht, daß nach den verschiedenen Behandlungen, die nötig sind, das Bild umzukehren, gewöhnlich die Weißen an Reinheit verlieren.

Nach dem oben Gesagten versteht man wohl, daß das ideale Material für direkte Positive Opalplatten sind, die mit einer möglichst dünnen Schicht versehen sind. Natürlich kann man die Vollkommenheit eines Bildes, das nach den üblichen Methoden erhalten wurde, nicht verlangen, aber es wird sich auf alle Fälle immer um ein Bild von ziemlicher Überlegenheit handeln, im Gegensatz zu den schrecklichen Ferrotypien, und sehr viel haltbarer als Ferrotypien auf Trockenplatten mit Sublimat gebleicht, die noch im Gebrauch sind.

Die Opalplatten mit Chlorbromsilberschicht sind natürlich wenig empfindlich, doch mit einem lichtstarken Objektiv und bei intensivem Licht kann man in wenigen Sekunden ein vorzügliches Bild erhalten. Auf alle Fälle in kürzerer Zeit, als mit nassem Kollodium, welches wohl immer das beste Verfahren für Ferrotypien ist. Andererseits kann man auch sicher eine höhere Empfindlichkeit erzielen, indem man eine besondere Emulsion präpariert, die jedoch die Eigentümlichkeiten der Chlorbromsilberemulsion behalten muß. Ich möchte noch bemerken, daß es nützlich ist, der Emulsion eine kleine Quantität Zucker oder andere Stoffe, die sich, ohne schädlich zu sein, leicht auflösen, zuzusetzen; sie lösen sich im Entwicklungsbad auf, erleichtern das Eindringen des Entwicklers und vertiefen so die Entwicklung. Einen ausgezeichneten Entwickler liefert das von den Gebr. Lumière und Seyewetz für die Autochromplatte empfohlene Metochinon. Zur Umkehrung benutze man die gewöhnliche Lösung von Permanganat und Schwefelsäure und für die zweite Entwicklung das Bad, welches für die erste gedient hat. Man kann durch Zwischenschaltung eines Prismas die Seitenrichtigkeit herstellen.

Anwendung der Bromsilbergelatine-Opalplatten für wissenschaftliche Photographie, um äußerst kleine Lichteindrücke wiederzugeben.

Man wird hier gewöhnlich keine Chlorbromsilberemulsion, sondern eine äußerst empfindliche Bromsilbergelatine benutzen. Dr. Eijkman

hat schon die Aufmerksamkeit des Kongresses auf die Wichtigkeit der Verwendung von Opalplatten in der Radiographie gelenkt, und zwar hauptsächlich aus dem Grunde, die Expositionszeit möglichst klein zu machen.

Der weiße leuchtende Bildträger aus Opalglas reflektiert eine bedeutende Menge Licht, was zu einer Abkürzung der Exposition führt, was nicht ohne Vorteil für wissenschaftliche Untersuchungen, besonders astronomische, mikrophotographische, medizinische usw. Aufnahmen ist. Äußerst kleine Pünktchen, welche man auf einem gewöhnlichen Negativ in der Durchsicht kaum bemerkt, und die sich auf der Kopie im Schwarz der Schatten verlieren, treten auf der weißen Opalplatte sehr gut hervor, und wenn wir auch noch so kleine Pünktchen haben, werden sie durch Verstärkung sichtbar gemacht werden. Am besten wird man meine Methode der mehrfachen Verstärkung anwenden, und zwar mit größerer Leichtigkeit, als bei gewöhnlichen Diapositiven, nur muß man eine Färbung der Weißen zu vermeiden suchen. Man kann diese Verstärkung in den Details auf den weißen Opalplatten sehr gut überwachen, was diese so wertvoll für die wissenschaftliche Photographie macht, wo es so sehr darauf ankommt, das Beste zu erreichen, was die Photographie bietet. Die direkte Beobachtung des Bildes ist auch beim Negativ stets von großem Vorteil, weil es nur so unmöglich ist, beim Kopieren auf Papier etwas zu verlieren, andererseits kann man sich ein Positiv, wenn auch nicht durch Kontakt, so doch immerhin durch Umkehrung herstellen.



Über Herstellung und Entwicklung von Jodsilber- gelatineplatten.

Von R. Jahr, Dresden.

Während wir über Bromsilber-, Bromjodsilber-, Chlorsilber- und Chlorbromsilber-Emulsionen durch reichhaltige Literatur und auch durch die Praxis der Trockenplattenfabrikation ziemlich gut Bescheid wissen, sind die Veröffentlichungen über Jodsilber-Gelatine-Emulsion, die bisher in der Praxis noch keine Verwendung gefunden hatte, noch recht spärlich. Deshalb will ich mir gestatten, Ihnen über meine Erfahrung in der Herstellung und der Entwicklung von Jodsilber-Gelatine-Platten einiges zu berichten.

Da das Jodsilber bei der Präparation leicht grobkörnig ausfallen soll, wurde eine Emulsions-Methode gewählt, die erfahrungsmäßig ein sehr feinkörniges und fein verteiltes Haloidsilber ergibt:

33 g Jodkalium

12 „ Drescher-Gelatine wurden in

250 „ Wasser gelöst,

die Lösung auf 55 Grad C erwärmt und dazu in feinem Strahle unter stetem Umrühren eine Lösung von:

30 g Silbernitrat

150 „ Wasser

und genügend Ammoniak, um den entstandenen Niederschlag wieder aufzulösen,

auf 40 Grad erwärmt zugegossen.

Die entstandene sehr feine Emulsion wurde eine Stunde lang bei 60 Grad digeriert, und zum Schluß wurden 30 g Drescher-Gelatine in destilliertem Wasser geweicht zugefügt, nach einer Viertelstunde wurde die Emulsion in eine Schale zum Erstarren gegossen und am nächsten Tage in bekannter Weise gewaschen.

Es ergab sich eine sehr dicht deckende, feinkörnige Emulsion, die in der Durchsicht bei Tageslicht orange und bei Gaslicht rot erschien.

Die Empfindlichkeit war eine sehr geringe, so daß unter einem Negativ bei Tageslicht mehrere Minuten bis zu einer Stunde belichtet

werden mußte, wozu bei einer Diapositivplatte einige Sekunden bei Gaslicht genügt hätten.

(Hierzu bemerke ich, daß, wenn man den umgekehrten Weg der Emulsifikation einschlägt, also das Jodkaliumsalz im Überschuß von Silbersalz emulsifiziert, sich nach meinen Versuchen durchaus keine höhere Empfindlichkeit herausstellte.

Um höher empfindliche Platten zu erzielen, würde man vielleicht folgenden Weg einzuschlagen haben:

Erstens einmal längere Digestion, zweitens Ammoniakgehalt der Emulsion vergrößern, oder drittens anstatt des Überschusses von Jodkalium nur die dem Silbernitrat äquivalente Menge Jodkalium zu verwenden und im Überschuß Bromkalium zu nehmen.)

Entwickelt wurde mit:

Lösung I:

Wasser	1000 g
Kalium Metabisulfit	10 „
Pyro	3 „
Metol	3 „

Lösung II:

Wasser	500 g
Kaustisches Kali	20 „
Bromkalium	0,5 „

gleiche Teile von I und II.

Wie Sie aus den vorgezeigten Beispielen ersehen, erhält man auf diese Weise ein klares, ziemlich brillantes Diapositiv von braunschwarzer Farbe.

Viel bessere Resultate erzielt man aber durch die sogenannte physikalische Entwicklung, und zwar sowohl durch Entwicklung der Platte unmittelbar nach dem Belichten, oder auch indem man die belichtete Platte zunächst in folgendem Bade fixiert:

1 Liter Wasser

200 g unterschwefligsaures Natron (Fixiernatron)

30 „ Kalium-Metabisulfit

gut wäscht und dann entwickelt.

Dies bringt mich zu meinem zweiten Thema:

Über die physikalische Entwicklung von Trockenplatten.

Anlaß zu diesen Versuchen gab eine von mir seit dem vorigen Herbst (1908) hergestellte Diapositivplatte, die sogenannte Sigurd-Diapositivplatte, eine **reine Bromsilber-Gelatine-Platte**.

Eine längere, sorgfältig durchgeführte Versuchsreihe hatte mich zu dem Resultat geführt, daß eine Bromsilber-Gelatine-Emulsion, in entsprechender Weise hergestellt, als Diapositivplatte aus verschiedenen Gründen der bisher verwendeten Chlorsilber- oder Chlorbromsilber-Platte vorzuziehen ist, u. a. leichtere Entwickelbarkeit mit jedem brauchbaren

Negativ-Entwickler, sehr große Haltbarkeit, Tranzparenz in den Schatten bei großer Brillanz des Diapositivs, und last not least, wie Sie aus den Beispielen in meiner Ausstellung ersehen können, ergibt diese Platte bei geeigneter Belichtung und entsprechender Entwicklung jeden beliebigen Ton vom reinen Sammetschwarz über wahres Sepiabraun bis zum Purpurrot und läßt sich ev. auch durch nachfolgendes Golden wunderschön violett färben.

Da sich nun zeigte, daß das Bromsilber in dieser Modifikation alle die Eigenschaften aufwies, die man geneigt war, nur allein dem reinen Chlorsilber oder auch dem Chlorbromsilber zuzuschreiben, so vermutete ich, daß diese Platte sich auch der physikalischen Entwicklung, die man bisher wohl nur bei Chlorbromsilberplatten versucht hatte, zugänglich sein würde, und wie Sie aus diesen hier vorgeführten Beispielen ersehen, ergibt der bekannte physikalische Entwickler nach der Formel:

Metol	2 g
Zitronensäure	10 „
Wasser	100 „

und dazu unmittelbar vor der Entwicklung $\frac{1}{10}$ Volumen einer zehnprozentigen Silbernitratlösung ein brillantes Diapositiv von prächtiger stahlblauer Färbung, und zwar ohne jedwede Neigung zur Fleckenbildung.

Auch die Jodsilber-Gelatine-Platte, wie oben präpariert, gibt in derselben Entwicklung sehr schöne Resultate, wie Sie aus den hier vorgeführten Diapositiven ersehen können.

Es macht, namentlich bei der Jodsilberplatte, kaum einen Unterschied aus, ob man die Platte vor dem Entwickeln fixiert oder unmittelbar nach dem Belichten entwickelt. Das hier vorgeführte Beispiel zeigt, daß das zuerst fixierte und dann physikalisch entwickelte Jodsilber-Gelatine-Diapositiv ebenso brillant ist wie das sofort nach dem Belichten entwickelte.

Auch bei den Sigurd-Diapositivplatten erhält man durch Entwickeln nach dem Fixieren recht gute Resultate, wie die herumgereichten Beispiele zeigen, aber die Brillanz und Kraft der vor dem Fixieren entwickelten Diapositive ist doch eine größere.

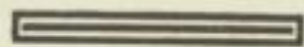
Schließlich wurde nun versucht, auch eine Bromjodsilber-Platte, bei der sich das Silbersalz in einem etwas höheren Stadium der Empfindlichkeit befand, nämlich meine photomechanische Platte, physikalisch zu entwickeln, und der Versuch gelang.

Wie Sie aus diesen vorgezeigten Beispielen ersehen, erhält man ein absolut klares, ebenfalls blaugefärbtes Negativ auf einer photomechanischen Platte mit dieser physikalischen Entwicklung, das aber

vorderhand noch zu dünn ist, als daß diese Methode praktisch verwendbar wäre.

Ich zweifle aber nicht daran, daß durch Modifikation in der Belichtung und Entwicklung auch hier die erforderliche Kraft erzielt werden wird, und wenn dies erreicht werden sollte, so würde einer der größten Vorwürfe, die man gegen die photomechanischen Gelatine-Emulsions-Platten macht, nämlich daß die Schärfe der Raster- und diffizilen Strichaufnahmen nicht genügend groß sei, nicht annähernd der auf nassen Kollodiumplatten zu erzielenden gleichkomme, hinfällig sein, da ja auch hier durch die physikalische Entwicklung das metallische Silber der Schicht aufgelagert und nicht — wie bei Negativen, durch chemische Entwicklung erhalten — innerhalb der ganzen Schicht verteilt ist.

Weitere Versuche in dieser Richtung behalte ich mir vor und werde gegebenenfalls noch über die Resultate dieser Arbeiten berichten.



Farbenanpassungsverfahren (Ausbleichverfahren).

Von Privatdozent Dr. Fr. Limmer, Braunschweig.

Wir wollen heute nicht davon reden, ob der Name Farbenanpassungsverfahren zweckmäßiger ist als Ausbleichverfahren, oder ob irgendeine andere Bezeichnung noch erwünschter wäre.

Ich habe an eine ganze Anzahl von Herren die Bitte gerichtet, mir ihre diesbezügliche Meinung mitzuteilen, und habe schon ein ziemlich reiches Material beisammen, das ich demnächst veröffentlichen werde¹⁾. Ich bin dankbar für jeden Beitrag, der mir in dieser Frage zugeht, und nehme diskutierbare Vorschläge von jedermann gerne entgegen.

In der kurzen Zeit, die mir für die Behandlung meines Themas zur Verfügung steht, will ich versuchen Ihnen ein Bild davon zu geben, was man unter Anpassungs- oder Ausbleichverfahren zu verstehen hat, und ihnen dann noch kurz Bericht erstatten über den heutigen Stand dieser Möglichkeit einer direkten Körperfarbenphotographie.

Ich kann hier nur die allerwichtigsten Punkte und auch diese nur flüchtig erwähnen. Ich bitte darum alle die Herren, welche sich jemals mit dem Ausbleichverfahren beschäftigt haben, deren Arbeiten ich aber heute aus Mangel an Zeit nicht besprechen kann, im voraus um Entschuldigung. Das Farbenanpassungsverfahren oder Ausbleichverfahren gründet sich hauptsächlich auf den Satz: daß lichtempfindliche Verbindungen nur verändert werden von dem Lichte, das sie absorbieren. Etwas weniger allgemein und in bezug auf das Ausbleichverfahren kann man sagen: Ein lichtempfindlicher Farbstoff bleicht nur aus in dem Lichte, das er absorbiert, er ist verhältnismäßig beständig gegen das Licht, welches er reflektiert. Dies hat bereits im Jahre 1819 Theod. v. Grothuß²⁾ erkannt.

Wir wollen also festhalten: Es besitzen gewisse lichtempfindliche, bzw. künstlich lichtempfindlich gemachte Farbstoffe die Eigenschaft, nur von den Lichtstrahlen zerstört zu werden, die sie ver-

¹⁾ Heft II Phot. Ind. 1910.

²⁾ Grothuß, Neuausg. Luther und v. Oettingen, Ostwalds Klassiker Bd. 152.

schlucken, dagegen verhältnismäßig beständig zu sein gegen die Lichtstrahlen, welche sie zurückwerfen.

Das heißt zum Beispiel: Ein roter Farbstoff wird erhalten bleiben im roten Licht, ein blauer im blauen, ein gelber im gelben usw.

Beleuchten wir z. B. roten Farbstoff im Sonnenlicht, so wird von ihm nur ein Teil des auffallenden Lichtes reflektiert, eben das Rot. Der andere, übrige Teil wird absorbiert. Der Teil, welcher absorbiert wird, ist, das ist wohl ohne weiteres verständlich: Weiß minus Rot. Diesen Teil, der das Rot zu Weiß ergänzen würde, nennt man die Ergänzungs- oder Komplementärfarbe des Rot. Eine Farbe, die eine gegebene Farbe zu Weiß ergänzt, bezeichnet man also als Komplementärfarbe. Wir können deshalb auch sagen: Ein lichtempfindlicher Farbstoff wird nur zerstört im Licht der ihm komplementären Farbe, das ist eben die Farbe, welche er absorbiert.

Deutlich ausgesprochen wurde dieser Satz, wie schon erwähnt, zum ersten Male 1819 von Grothuß und offenbar unabhängig von diesem 1842 von Herschel¹⁾. Die Arbeiten von Grothuß und von Herschel gerieten seltsamerweise vollständig in Vergessenheit.

Im Jahre 1851 stellte Draper²⁾ auf Grund seiner diesbezüglichen Versuche — vermutlich ohne Kenntnis der Arbeiten von Grothuß und Herschel — fest: daß bei jeder durch das Licht verursachten Veränderung eines Körpers gewisse Strahlen bestimmter Brechbarkeit absorbiert werden, daß ohne Absorption überhaupt keine Veränderung möglich sei.

Die Arbeit Drapers befindet sich wohlregistriert im Chemischen Zentralblatt vom Jahre 1851. Man kann das betreffende Referat dort leicht finden. Daher kommt es wohl auch, daß bis vor nicht allzu langer Zeit Draper für so eine Art Vater des Ausbleichverfahrens gehalten wurde.

1884 macht Geiger³⁾ darauf aufmerksam, daß die Gegenwart lichtempfindlicher Farbstoffe das Ausbleichen von weniger lichtempfindlichen begünstigt. Wir erfahren hier zum ersten Male von einer Tatsache, die eine große Bedeutung für das Farbenanpassungsverfahren gewonnen hat.

Es ist dies die Möglichkeit, die Lichtempfindlichkeit von Farbstoffen wesentlich zu erhöhen durch Zusatz gewisser Verbindungen. Solche Körper, denen die Fähigkeit zukommt, die Lichtempfindlichkeit von Farbstoffen zu steigern, bezeichnet man mit dem Namen „Sensibilisatoren“.

1) Herschel, Phot. Transact. 1842.

2) Draper, Chem. Zentr. 1851 S. 706.

3) Phot. Mitt. 1884 S. 132.

Die Bleicherscheinungen von Farbstoffen für ein Verfahren der direkten Körperfarbenphotographie auszunützen, hat zum ersten Male R. E. Liesegang¹⁾ vorgeschlagen. Die betreffende Veröffentlichung ist leider wenig bekannt. Liesegang schreibt in seinem Photogr. Archiv:

„Die theoretisch wichtigste Methode der Heliochromie ist wohl diejenige, welche auf folgendem Prinzip beruht. Bekanntlich zersetzt sich ein Farbstoff immer nur in dem Licht, das er absorbiert, also im Licht der ihm komplementären Farbe. Gewisse Anilinfarben bleichen sehr schnell im Lichte aus. — Mischt man die drei Grundfarben, so erhält man Schwarz (bei Pigmenten!). Stellt man dieses Schwarz mit sehr lichtempfindlichen Anilin-Farbstoffen auf Papier her und wirft darauf ein farbiges Bild, so bleicht z. B. im roten Licht das Grün, d. h. Blau und Gelb aus, so daß nur Rot übrig bleibt. Blau bleibt erhalten unter Blau usw.“

„Die Farbstoffe müssen ziemlich lichtunecht sein und mit den Spektralfarben übereinstimmen; ferner auch möglichst gleich empfindlich sein. Die Herstellung eines solchen Bildes wird zwar immer eine zu lange Zeit für die Praxis erfordern, doch läßt sich mit lichtempfindlichen Farbstoffen vielleicht etwas Brauchbares erreichen. Das Anilinfarbenbild müßte natürlich durch Luftabschluß von der weiteren Einwirkung des Lichtes geschützt werden“

Liesegang macht da eine ganze Anzahl von Vorschlägen zum Ausbau eines farbenphotographischen Verfahrens. Ich will nur auf einen Punkt der Liesegangschen Ausführungen zunächst näher eingehen.

Liesegang schreibt:

Mischt man drei Grundfarben, so erhält man Schwarz. Das ist keine so ganz leichtverständliche Behauptung. In obiger Fassung möchte ich diese Behauptung auch nicht unterschreiben. Wir müssen zum mindestens sagen: Mischt man drei geeignete Grundfarben, so erhält man (annähernd) Schwarz.

Ich kann hier auf die Farbensynthesen und Farbenlehre nicht näher eingehen. Zweifellos darf ich als bekannt voraussetzen, daß ein Farbstoff ein Körper ist, dem die Eigenschaft zukommt, gewisse der auffallenden Lichtstrahlen zur absorbieren, und nur die Sorte, nach der wir ihn dann benennen, zu reflektieren. Es wird z. B. ein gelber Farbstoff alle auffallenden Lichtstrahlen mit Ausnahme der Gelben aufsaugen.

Theoretische Überlegungen haben gezeigt, daß bei der Mischung der Farbstoffe Gelb, Blaugrün und Purpur man einen Farbstoff erhält, der sämtliche Strahlen, von denen er getroffen wird, verschluckt; also schwarz, oder besser annähernd schwarz aussieht.

¹⁾ 1884. Liesegang, Phot. Archiv S. 328.

Die grundlegendste Arbeit auf dem Gebiete des Farbenanpassungsverfahrens wurde 1895 von Prof. Dr. O. Wiener in Wiedemanns Annalen¹⁾ und 1896 in Eders Jahrbuch veröffentlicht. Sie ist betitelt: „Farbenphotographie durch Körperfarben und mechanische Farbenanpassung an die Natur“.

Wiener stellt u. a. den Satz auf: „Bei den Verfahren der Farbenphotographie durch Körperfarben muß es sich um Stoffe handeln, in denen farbige Beleuchtung übereinstimmende Körperfarben erzeugt, um Farben, die ihre Entstehung nicht der Interferenz, sondern einer ihnen eigentümlichen durch die chemische Beschaffenheit bedingten Absorption verdanken.“

Ich muß hier einschalten, daß wir bekanntlich zwei Arten von Farben zu unterscheiden haben: echte Körperfarben und Scheinfarben. Körperfarben entstehen durch Absorption, Scheinfarben durch Interferenz. Für das Ausbleichverfahren kommen nur Körperfarben in Betracht.

Ich will das Hauptsächlichste aus der Wienerschen Arbeit herausgreifen.

Auf Grund von Betrachtungen über Photochloride nennt Wiener eine Verbindung, die für alle Farben lichtempfindlich ist, die sie absorbiert, absorptionsmäßig lichtempfindlich. Mit farbenempfindlich bezeichnet er einen schwarzen Stoff, dessen Zersetzungsprodukte nur aus einfarbigen absorptionsmäßig lichtempfindlichen Stoffen von mindestens drei ausreichend verschiedenen Grundfarben bestehen.

Hinreichend verschieden müssen die Grundfarben sein, damit sie durch Mischung untereinander jede erforderliche Mischfarbe erzeugen können. Es muß ein farbenempfindlicher Stoff die Beleuchtungsfarben richtig abbilden.

Nehmen wir an, es stimme eine Beleuchtungsfarbe mit einer Grundfarbe überein, so muß nach Wiener eine Zerstörung des farbenempfindlichen Stoffes eintreten, denn mit der Beleuchtungsfarbe nicht gleichfarbige Bestandteile des farbenempfindlichen Stoffes absorbieren das auffallende Licht und werden vernichtet. Der mit der Beleuchtungsfarbe gleichfarbige Stoff bleibt erhalten, denn er reflektiert das auffallende Licht, die Lichtstrahlen prallen gewissermaßen von ihm ab.

Denken wir uns nun einmal den Fall, bei welchem die Beleuchtungsfarbe nicht mit der Grundfarbe übereinstimmt, sondern vielleicht zwischen zwei solchen liegt, also z. B. Grün ist. Es werden dann diejenigen farbigen Stoffe am wenigstens zersetzt werden, welche Grün am besten reflektieren, d. i. Gelb und Blau. Aus dem Gemisch Gelb und Blau wird für unser Auge die Empfindung Grün entstehen. Ist

¹⁾ Wiener, Wiedemanns Annalen B. 55 S. 225.

die Beleuchtungsfarbe Weiß, so werden sämtliche Farbstoffe zerstört werden. Bei fehlender Beleuchtung bleibt der farbenempfindliche Stoff erhalten.

Wir wollen festhalten: Einen farbenempfindlichen Stoff kann man sich vorstellen als ein Gemisch (schwarzes Gemisch!) dreier absorptionsmäßig lichtempfindlicher Farbstoffe, die bei ihrer Zersetzung bzw. Belichtung nicht gerade in weiße, aber doch in möglichst farblose Verbindungen zerfallen.

Seltsamerweise ist fast gleichzeitig mit dem Erscheinen der Wienerschen Arbeit eine Veröffentlichung von Vallot¹⁾ erschienen, in der unabhängig von der Wienerschen Theorie die Herstellung eines farbenempfindlichen Stoffes zum ersten Male beschrieben wird. (Allerdings nennt Vallot sein Farbstoffgemisch nicht „farbenempfindlichen Stoff“.)

Vallot mischte drei lichtempfindliche Anilinfarbstoffe (Anilinpurpur, Viktoriablau und Curcuma) zu einem annähernd schwarzen Gemisch. Auf dieser Farbstofflösung ließ er gelatiniertes Papier schwimmen. Das Papier wurde im Dunkeln getrocknet und unter farbigen Folien belichtet. Vallot erhielt tatsächlich farbige Kopien, aber die Belichtungszeit war sehr lang, und die Ausbleichgeschwindigkeit der einzelnen Farbstoffe war zu ungleich. Wir hören hier, das möchte ich betonen, von einer bedeutenden Schwierigkeit bei der Herstellung eines farbenempfindlichen Stoffes: Das ist die ungleiche Lichtempfindlichkeit der einzelnen Kompositionsfarbstoffe. Damit haben wir auch heute noch zu kämpfen. Ähnliche Versuche wie Vallot haben auch die Gebrüder Lumière angestellt. (Sie haben als Mischungsfarbstoffe verwendet Cyanin, Chinolinrot und Curcuma.) Die Versuche wurden bald wieder aufgegeben, hauptsächlich wegen der Unmöglichkeit der Fixierung der erhaltenen Kopien.

Eine Arbeit von Oskar Gros aus dem Jahre 1901 „Über die Lichtempfindlichkeit der Fluoresceine“ will ich hier wenigstens erwähnen. Die Hauptergebnisse dieser Arbeit sind kurz zusammengefaßt:

„Das Bleichen der Triphenylmethanfarbstoffe beruht auf Oxydation.

Es ist wahrscheinlich, daß sich an der im Lichte erfolgenden Reaktion in erster Linie die Ionen der Farbstoffe beteiligen.

Durch fremde Farbstoffe wird die Lichtempfindlichkeit der Farbstoffe erhöht.

Die katalytische Wirkung der Farbstoffe betätigt sich schon bei außerordentlich geringen Konzentrationen und geht mit steigender Konzentration durch ein Maximum.

Es ist in hohem Grade wahrscheinlich, daß die Fähigkeit der Farbstoffe katalytisch zu wirken, durch Lichtabsorption erregt wird“.

¹⁾ Moniteur de la photographie 1895 S. 139.

In der Ausbleichliteratur ab 1902 begegnet uns immer wieder der Name Karl Worel (z. Z. k. k. Ministerialrat in Graz). Es ist geradezu rührend, mit welcher Liebe und Ausdauer sich Herr Worel dem Studium des Farbenanpassungsverfahrens widmet. Seine erste diesbezügliche Arbeit stammt aus dem Jahre 1902. Sie ist betitelt: „Photographie in natürlichen Farben auf Papier“.

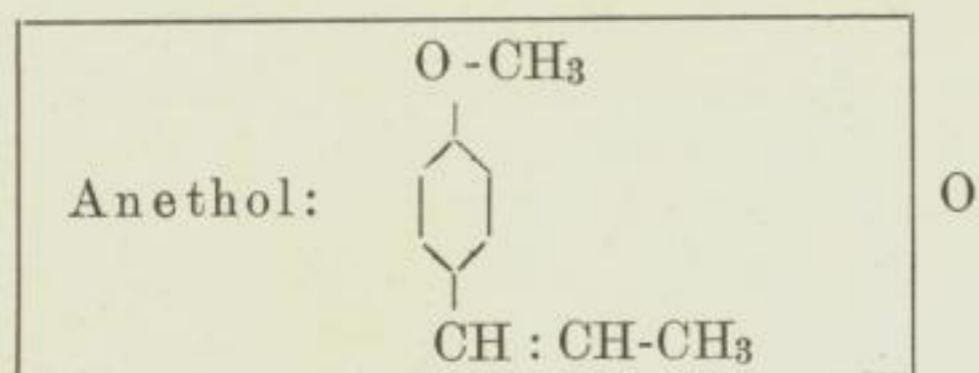
Ich kann Sie hier leider nicht mit allen den interessanten Einzelheiten der Worelschen Arbeiten bekannt machen. Nur das Allerwichtigste will ich hier kurz hervorheben.

Die Versuche Worels ergaben, daß Mischungen von lichtempfindlichen organischen Farbstoffen (rot, gelb, blau), auf Papier aufgetragen und unter farbigen Glasbildern der Sonne ausgesetzt, die Farben des Originals wiedergeben, wenn die Farbmischung genügend abgestimmt ist und das Licht lange genug einwirkt. Ferner hat Worel gefunden, daß die Gruppe der ätherischen Öle Arten enthält, welche die Lichtempfindlichkeit der organischen Farbstoffe beträchtlich erhöhen. Die Flüchtigkeit dieser Öle, dann deren Löslichkeit in Stoffen, in denen die Farben unlöslich sind, gibt das Mittel an die Hand, sobald es dem Experimentator beliebt, die erhöhte Lichtempfindlichkeit zu beseitigen, das Bild wieder lichtunempfindlich zu machen.

Worel kommt auch das Verdienst zu, die sensibilisierenden Eigenschaften des Anethols entdeckt zu haben. Das Anethol ist vorläufig in seinen günstigen Wirkungen noch von keinem anderen Sensibilisator übertroffen worden.

Die Versuchsanordnung Worels war, bzw. ist, im allgemeinen die folgende:

Es wird ein Bad hergestellt aus alkoholischen Lösungen von Primrose, Viktoriablauf, Cyanin (einige Tropfen), Curcumin, Auramin



und einem Zusatz von Anethol. Das Farbbad wird in der Weise abgestimmt, daß ein in dem Farbgemisch angefarbter Papierstreifen im Sonnenlicht unter einer aus roten, gelben, grünen und blauen Glasstreifen zusammengesetzten Matrice belichtet wird. Ist die Abstimmung richtig, dann müssen bei entsprechender Kopierzeit alle Farben gleichmäßig klar und deutlich erscheinen. Als Unterlage, bzw. Farbstoffträger verwendet Worel holzfreies Schreibpapier. Kopiert wird in vollem Sonnenlicht.

Es ist zwischen Dr. Neuhauf — augenblicklich auf Samoa — und Worel so eine Art Prioritätsstreit entstanden. Aus einem Briefwechsel mit Herrn Worel habe ich die Überzeugung gewonnen, daß die ersten Veröffentlichungen über sensibilisierte Farbstoffschichten wohl von Dr. Neuhauf stammen, daß aber Worel viel früher als Neuhauf auf dem Gebiete des sogen. „Ausbleichverfahrens“ gearbeitet hat, und auch lange vor Neuhauf nachweisbar schöne Erfolge erzielt hat.

Ehe ich die Arbeiten von Neuhauf erwähne, muß ich die Arbeiten eines Mannes besprechen, der sich zweifellos auch große Verdienste um das Farbenanpassungsverfahren erworben hat. Ich meine Jan Szczepanik. Schon im Jahre 1902 wurde ihm ein D. R. P.¹⁾ erteilt für Kopiermaterial mit Dreifarbschicht zur Herstellung von farbigen Bildern nach dem „Ausbleichverfahren“.

Es haben sich, wie hier eingeschaltet werden muß, zwei Richtungen ausgebildet.

Die erste, an ihrer Spitze Worel, mischt die Farbstoffe, die zweite, deren Vertreter Szczepanik ist, trägt die Farbstoffe in getrennten Schichten übereinander auf. Beide Methoden haben ihre Vorteile und Nachteile. (Beide Muster liegen vor!)

Diese Vorteile und Nachteile habe ich ausführlich besprochen in der Photographischen Rundschau S. 20 ff. des Jahrganges 1909.

Eine Reihe von Arbeiten über das Ausbleichverfahren verdanken wir dem bereits erwähnten Dr. Neuhauf. Die Versuchsanordnung ist ähnlich wie bei Worel. Neuhauf benutzt aber als Farbstoff, bzw. als Schichtträger hauptsächlich Milchglasplatten und als Sensibilisator meist Wasserstoffsperoxyd. Außerdem zieht Neuhauf noch eine ganze Reihe anderer Sensibilisatoren, Schichtträger und Farbstoffträger in den Kreis seiner Betrachtungen. Neuhauf gibt eine Fülle von Einzelheiten, die ich Ihnen hier aber unmöglich alle mitteilen kann²⁾.

Worel macht bei seinen weiteren Forschungen darauf aufmerksam, daß die Lichtempfindlichkeit der Farbstoffe sehr abhängig ist von dem Farbstoffträger und von dem Schichtträger. Am besten eignet sich nach Worels Ansicht als Schichtträger ein Papier, das hergestellt ist aus reiner Flachsfaser. Es ist unpraktisch, das Papier in dem Farbstoffgemisch zu baden, sondern wesentlich zweckmäßiger, die Farbemulsion mit einem Pinsel aufzutragen. Worel macht auch noch darauf aufmerksam, daß es sehr wichtig ist, daß die bei der Belichtung der Farbstoffe entstehenden Produkte farblos sind. Eine ganze Anzahl

¹⁾ 146785. 4. 5. 1902.

²⁾ Neuhauf, Eders Jahrbuch 1902 S. 20, 1903 S. 68, 1904 S. 62, 1905 S. 51. Phot. Rundschau 1902 S. 1 und 236.

von Farbstoffen ist nicht zu gebrauchen, weil sie nicht farblos ausbleicht.

Das Ausbleichen der Farbstoffe ist nach Worels Ansicht nicht lediglich die Folge einer Oxydation oder Reduktion der Farbstoffe. Er ist geneigt anzunehmen, daß unter dem Einfluß der Lichtstrahlen in den Farbstoffen molekulare Umlagerungen stattfinden, deren Folge die Veränderung der physikalischen Eigenschaften der Farbstoffe ist.

Im Jahre 1904 und 1905 bringt Neuhauß zum ersten Male eine bestimmte Vorschrift für die Herstellung einer Ausbleichemulsion.

In 100 ccm aq. dest. werden 10 g weiche Emulsionsgelatine gelöst. Dazu gibt man:

- | | |
|---|----------|
| 4 ccm einer wässerigen Methylenblaulösung (B. B. Bayer) | 1 : 500 |
| 2 „ „ alkoh. Auraminlösung (conc. Bayer) | 1 : 500 |
| 1,5 „ „ wässerigen Erythrosinlösung (Schuchardt) | 1 : 200. |

Am besten teilt man die Gelatinelösung in drei Teile, und gibt in jeden Teil einen Farbstoff, erst dann gießt man die drei Lösungen zusammen. Die Emulsion wird filtriert und 4—5 Stunden auf 40° C erwärmt. Die Platten werden sofort gegossen. Vor dem Kopieren wird sensibilisiert in einem Bade, das man sich herstellt aus 100 ccm Äther und 15 ccm einer 30 %igen Wasserstoffsuperoxydlösung.

Das Uto-Papier.

Das Ausbleichverfahren hat seinen Weg in die Industrie zum ersten Male im Jahre 1906 gefunden. Die Firma Dr. J. H. Smith in Zürich hat damals ein „direkt in Farben auskopierendes Papier“ unter dem Namen Utopapier in den Handel gebracht. Mittels dieses Papiers konnte man farbige Kopien von z. B. gemalten Diapositiven usw. herstellen. Man hat versucht, Autochromaufnahmen auf Utopapier zu kopieren, das ist aber bis heute noch nicht in einwandfreier Weise geglückt.

Dem Utopapier haben manche Mängel angehaftet, so schlecht, wie es bisweilen gemacht wurde, war es aber wirklich nicht.

Ich kann da aus eigener Erfahrung reden. Ich sage „war“, weil die Firma Smith mittlerweile ihren Betrieb eingestellt hat und das Utopapier vom Markte verschwunden ist.

Von Herrn Dr. Smith habe ich erfahren, daß das Utopapier bald in sehr verbesserter Form wieder in den Handel gebracht werden wird. Ich will hier einschalten, daß auch Herr Szczepanik im Begriff ist, ein neues Farbensauskopierpapier unter dem Namen Veracolorpapier auf den Markt zu bringen.

Das Utopapier ist seinerzeit in zwei Auflagen erschienen. Die erste hatte den großen Nachteil, daß sie von dem Konsumenten vor

dem Kopieren mit Wasserstoffsperoxyd sensibilisiert werden mußte. Das wurde bei der zweiten Auflage glücklich vermieden.

Das Utopapier ist eine technische Verwertung aller bis zu seinem Erscheinen auf dem Gebiete des Ausbleichverfahrens gemachten Erfahrungen. Zweifellos ist aber von der herstellenden Firma auch ein achtbares Stück eigener produktiver Arbeit geleistet worden. Ich will und muß hier absehen von einer näheren Beschreibung des Utopapieres. Als Hauptsensibilisator wurde Anethol verwendet.

Die Utoemulsion ist ein im Wienerschen Sinne farbenempfindlicher Stoff, denn sie besteht aus drei absorptionsmäßig lichtempfindlichen Farbstoffen. Die natürliche Lichtempfindlichkeit der verwendeten Farbstoffe hat eine künstliche Steigerung durch den Zusatz des Sensibilisators Anethol erfahren. Ich wiederhole hier nochmals, daß man unter Sensibilisator beim Ausbleichverfahren eine Verbindung versteht, der die Fähigkeit zukommt, die Lichtempfindlichkeit eines Farbstoffes zu erhöhen.

Wenn wir das Utopapier unter einer farbigen Vorlage belichten, so müssen wir nach den im Anfange dieses Vortrages geschilderten Theorien eine farbige Kopie erhalten.

Daß dies tatsächlich der Fall ist, davon können Sie sich selbst überzeugen.

Ich habe der Einfachheit halber als Kopiervorlage ein Farbkreuz aus Gelatinefolien gewählt. Die Lichtempfindlichkeit ist nicht sehr groß — im zerstreuten Tageslicht 1—2 Std. in der vollen Sommersonne ca. 40 Min.

Wir wollen uns nochmals vergegenwärtigen, was beim Belichten des Utopapieres z. B. unter einem derartigen Farbenfolienkreuz passiert. Durch die rote Gelatinefolie werden auf den farbenempfindlichen Stoff rote Strahlen treffen. Vorhanden sind auf dem Papier gelbe, rote und blaue Farbstoffe. — Der rote Farbstoff wird die auffallenden roten Lichtstrahlen reflektieren; der gelbe und der blaue Farbstoff sie aber absorbieren. Gelb und Blau werden zerstört, das Rot bleibt von dem Farbgemisch allein übrig. Unter der gelben und blauen Folie haben wir dann analoge Vorgänge. Die Stellen des Papieres, welche dem weißen Licht ausgesetzt sind, müßten vollkommen farblos werden. (Das war beim Utopapier allerdings nicht der Fall.) Die Stellen des Papieres, welche vom Lichte nicht getroffen werden, bleiben unverändert, d. h. annähernd schwarz, sie bilden die Schatten der Kopie.

Nach dem Kopieren wird das Utopapier in Benzol gebadet, es wird der Sensibilisator, das Anethol, so gut wie möglich ausgewaschen. Lichtbeständig werden die Bilder dadurch natürlich nicht; wenn man

sie im Dunkeln aufbewahrt und nicht gerade im Sonnenlicht betrachtet, dann halten sie sich ziemlich gut.

Die Abstimmung der Ausbleichgeschwindigkeiten der einzelnen Kompositionsfarbstoffe ließ beim Utopapier zu wünschen übrig. Dieses war ein Hauptgrund mit, warum Autochromkopien auf Utopapier mißlingen.

Als ich mich eingehend mit dem Farbenanpassungsverfahren und seiner Literatur beschäftigte, da hatte ich sehr bald den Eindruck, daß eine Menge von Versuchsmaterial vorlag, daß aber mit sehr rühmlichen Ausnahmen eine ganze Anzahl der Veröffentlichungen ein ziemlich planloses Herumprobieren erkennen ließ. Das mag auch der Grund sein, warum verhältnismäßig so wenig positive Ergebnisse vorhanden waren. Was ich in erster Linie stark vermißte war, daß man sich sehr wenig mit der systematischen Bearbeitung des eigentlichen Chemismus der Ausbleicherscheinungen abgegeben hatte. Deshalb habe ich mich zunächst mit der Bearbeitung des chemischen Teiles des Ausbleichverfahrens befaßt. Speziell hat mich interessiert die Aufklärung der sensibilisierenden Wirkung des Anethols.

Ich habe mir die folgenden fünf Fragen gestellt:

1. Gibt es Fälle, wo auch im Dunkeln und infolge einer durch Wärme bewirkten Reaktion zwischen Farbstoff und Anethol farblose Verbindungen gebildet werden?

Vorläufige Antwort:

Es gibt Fälle, bei denen auch im Dunkeln und infolge einer durch Wärme bewirkten Reaktion zwischen Farbstoff und Anethol farblose Verbindungen gebildet werden. Diese Fähigkeit kommt von den bisher untersuchten Farbstoffen Vertretern der Diamido- und Triamidotriphenylmethanfarbstoffe zu¹⁾.

2. Gibt es Farbstoffe, bei denen wesentliche Lichtempfindlichkeit erst auf Zusatz von Anethol eintritt?

Vorläufige Antwort:

Es gibt Farbstoffe, bei denen eine wesentliche Lichtempfindlichkeit erst auf Zusatz von Anethol eintritt. Bei welchen auch klar ersichtlich ist, daß für das Wirksamwerden des Anethols Licht Bedingung ist. Es gehören die betreffenden Farbstoffe hauptsächlich den halogensubstituierten Pyroninfarbstoffen an. Bei diesen Farbstoffen wächst offenbar die Fähigkeit, bei Gegenwart von Anethol im Lichte farblose Verbindungen zu bilden, mit der Zahl der Halogensubstituenten.

¹⁾ Die Versuchsbedingungen werde ich ausführlich wiedergeben in meinem „nun wirklich“ demnächst erscheinenden Buche über das Farbenanpassungsverfahren. Ich will hier nur einige meiner Versuchsergebnisse kurz mitteilen. (Bemerkung bei der Korrektur: Mittlerweile größtenteils abgedruckt in Phot. Korr. 1909 Nr. 588, 1910 Nr. 592, 593, 595, 596.)

3. Übt die Gegenwart von Zellulose einen bleichungsfördernden oder bleichungshemmenden Einfluß aus?

Vorläufige Antwort:

Zellulose übt auf einzelne Farbstoffe in bezug auf die Lichtempfindlichkeit eine fördernde Wirkung aus. Die für das Farbenanpassungsverfahren als sehr geeignet befundenen Farbstoffe werden von Zellulose nicht oder höchstens günstig beeinflusst.

4. Gehören die Farbstoffe, deren Ausbleich-beziehungsweise Anpassungsgeschwindigkeit durch Anethol wesentlich erhöht wird, bestimmten Klassen an? Haben diese Klassen irgend etwas Gemeinsames?

Vorläufige Antwort:

Die Farbstoffe, deren Anpassungsgeschwindigkeit durch Anethol wesentlich erhöht wird, gehören allerdings bestimmten Klassen an. Aber es gibt nach meinen bisherigen Erfahrungen keine Klasse, deren Vertreter ausnahmslos die erwähnte Eigenschaft zeigen. Irgendein gemeinsamer Gesichtspunkt hat sich vorläufig noch nicht feststellen lassen.

5. Als was ist die sensibilisierende Wirkung des Anethols aufzufassen? Beruht die Sensibilisation auf chemischen oder physikalischen Grundlagen oder auf beiden zusammen?

Vorläufige Antwort:

Die sensibilisierende Wirkung des Anethols kann rein chemischer Natur sein. Es gibt Fälle — das sind eben die, welche für das Anpassungsverfahren in Betracht kommen —, wo das Licht Reaktionsbedingung ist. Die Grundlagen können chemischer Natur sein. Bei den wesentlichen Fällen handelt es sich um eine photochemische Reaktion.

In bezug auf das Ausbleichverfahren

kann man im allgemeinen drei Arten von Farbstoffen unterscheiden:

1. Farbstoffe, die mit einem „Sensibilisator“ bereits im Dunkeln (bei Erwärmung auf 50—60° C) reagieren.

2. Farbstoffe, bei denen eine Reaktion mit einem Sensibilisator erst bei Gegenwart von Licht eintritt. (Das sind die Farbstoffe, welche für das Farbenanpassungsverfahren in Betracht kommen!)

3. Farbstoffe, welche auch im Lichte nicht mit dem „Sensibilisator“ reagieren.

Ein Faktor, der für die Auffassung der Reaktion Farbstoff + Sensibilisator sehr bedeutsam ist, wurde bisher nicht genügend berücksichtigt. Es ist dies die Tatsache, daß für das Wirksamwerden eines Sensibilisators ein bestimmtes Minimum von Wärme erforderlich ist.

Ich teile die verschiedenen Verbindungen, die ich untersucht habe, vorläufig in folgende vier Klassen:

1. Sensibilisatoren:
 - a) 1. Ordnung (starke Sensibilisatoren).
 - b) 2. Ordnung (schwache Sensibilisatoren).
2. Unbrauchbare Verbindungen:
 - a) Neutrale Verbindungen.
 - b) Farbstoffzerstörende Verbindungen.
3. Anti- oder Entsensibilisatoren.
4. Farbstofffixierende Verbindungen.

Zu 1. Ein Sensibilisator im Sinne des Anpassungsverfahrens ist eine Verbindung, welche die Eigenschaft besitzt, unter dem Einfluß des Lichtes die Farbenanpassungsgeschwindigkeit eines im Wiener-schen Sinne farbenempfindlichen Stoffes zu erhöhen.

Zu 2. Unter für das Farbenanpassungsverfahren unbrauchbaren Verbindungen verstehe ich einerseits solche, die weder beschleunigend noch verzögernd auf die Lichtempfindlichkeit der Farbstoffe wirken, sich also neutral verhalten. Andererseits rechne ich hierher auch diejenigen Verbindungen, welche sofort eine Zersetzung der betreffenden Farbstoffe veranlassen.

Zu 3. Mit Anti- oder Entsensibilisatoren sollen die Verbindungen bezeichnet werden, denen entsensibilisierende Eigenschaften zukommen. Es handelt sich hier um Körper, welche entweder sensibilisatorzerstörend wirken oder mit dem Sensibilisator eine neutrale Verbindung (im Sinne von 2a) eingehen.

Zu 4. Farbstofffixierende Verbindungen sollen die Eigenschaft besitzen, die natürliche Lichtunechtheit der verwendeten Farbstoffe aufzuheben. Sie sollen imstande sein, einen praktisch brauchbaren Grad von Lichtechtheit der nach dem Farbenanpassungsverfahren erhaltenen Bilder zu bewirken. Es wäre natürlich besonders erfreulich, wenn die unter 3 und 4 geforderten Eigenschaften derselben Verbindung zukämen, d. h. wenn sich Verbindungen finden würden, die zugleich entsensibilisierend und fixierend wirken würden. Ich halte dies nach meinen bisherigen Versuchsergebnissen durchaus nicht für ausgeschlossen. Es wird in absehbarer Zeit wohl gelingen, mit der Entsensibilisation gleichzeitig eine Fixierung zu verbinden durch Behandlung mit ein und demselben Körper.

Ich teile die Verbindungen vorläufig wie eben beschrieben ein. Endgültig ist diese Einteilung keineswegs. Es kann leicht sein, daß sie sich bei weiteren Forschungen als unzweckmäßig erweist, oder, daß von anderer Seite bessere Vorschläge gemacht werden.

Ich glaube bestimmt behaupten zu können, daß die Sensibilisationsfähigkeit einer Verbindung in innigem Zusammenhange steht

mit bestimmten Substituentengruppen. Es wird vermutlich in nicht allzu ferner Zeit möglich werden, von vornherein sagen zu können, ob eine Verbindung sich zum Sensibilisator eignen wird oder nicht.

Dr. J. H. Smith, der Fabrikant des Utopapieres, hat im Laufe der letzten Monate eine Reihe von interessanten Versuchsdaten veröffentlicht¹⁾. U. a. berichtet er, daß es ihm gelungen sei, einen Sensibilisator zu finden, der das Anethol vollständig in den Schatten stellt. Ferner schreibt er, daß es ihm auch geglückt sei, die Ausbleichgeschwindigkeiten der einzelnen Farbstoffe gut abzustimmen. Ich will auf die Arbeiten von Dr. Smith nicht weiter eingehen, weil Aussicht vorhanden ist, daß er uns hier vielleicht selbst über seine neuesten Ergebnisse etwas mitteilen wird.

Aber eine Arbeit eines Herrn, der sich in der letzten Zeit auch mit den Problemen des Ausbleichverfahrens befaßt hat, muß ich hier noch anführen. Die betreffende Veröffentlichung ist betitelt: Dr. K. Gebhard, „Über die Einwirkung des Lichtes auf Farben“²⁾.

Gebhardt hat eine ganze Fülle von Versuchen angestellt, die sich mit der Ursache des Bleichens der Farbstoffe beschäftigen, die zur Klärung der Reaktion Farbstoff + Sensibilisator beitragen sollen, und die den Zusammenhang zwischen Konstitution und Lichtempfindlichkeit aufhellen sollen. Wer sich näher für diese Probleme interessiert, den bitte ich die Arbeit Gebhards nachzulesen. Gebhard neigt dazu, das Ausbleichen der Farbstoffe als Autooxydation aufzufassen, und stützt sich auf die Versuche von O. Mumm, der neuerdings die nassen Oxydationserscheinungen vom Gesichtspunkte der elektrochemischen Theorien aus interpretiert.

Ich werde in meinem Buche über das Farbenanpassungsverfahren (Ausbleichverfahren) ausführlich auf die Gebhardschen Veröffentlichungen eingehen.

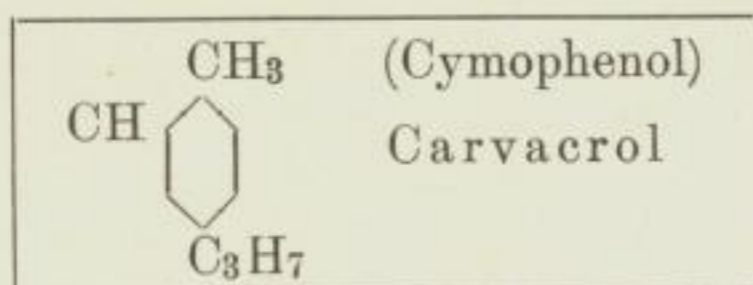
Eine endgültige Klarheit über die Vorgänge, die sich beim Ausbleichen der Farbstoffe abspielen, werden wir erst dann erhalten, wenn es uns gelingt, die diesbez. Zwischenprodukte zu fassen. Bei den Fulgiden sind diese von Herrn Professor Stobbe bestimmt worden. Herr Professor Stobbe wird uns selbst über seine erfolgreichen Arbeiten berichten.

So gut Verbindungen vorhanden sind, welche die Lichtempfindlichkeit gewisser Farbstoffe erhöhen, so gut wird es auch Verbindungen geben, welche die Lichtempfindlichkeit gewisser Farbstoffe herabsetzen, oder was das Gleiche bedeutet, die Lichtechtheit erhöhen. Diese Verbindungen würden von großer praktischer Bedeutung sein in erster

¹⁾ Eders Jahrb. 1907 S. 113. Brit. Journ. Nr. 2522 und 2531 (1908). Nr. 2539 (1909). Phot. Ind. 1909 S. 1009.

²⁾ Verlag für Textil-Industrie.

Linie für die Färberei, in zweiter Linie aber auch für das Ausbleichverfahren. Was nützen uns schließlich farbige Bilder, wenn die Farben nicht haltbar sind. Ich habe konstatieren können, daß es Verbindungen gibt, welche unter bestimmten Verhältnissen die Lichtecktheit erhöhen, z. B. Carvacrol.



Man kann aber von vornherein eine gewisse Lichtecktheit der Farbenanpassungsbilder erzielen, wenn man von relativ lichteckten und nicht, wie dies bisher vielfach geschehen ist, von möglichst lichtuneckten Farbstoffen ausgeht. Man muß relativ lichteckte Farbstoffe durch geeignete Sensibilisatoren (vorübergehend) lichtempfindlich machen. Nach dem Belichten entfernt man den Sensibilisator durch geeignete Lösungsmittel, event. auch durch Verbindungen, welche den Sensibilisator in irgendeiner Weise unschädlich machen. Wenn derartige Verbindungen gleichzeitig die natürliche Lichtecktheit der in Frage stehenden Farbstoffe noch erhöhen, so ist das besonders freudig zu begrüßen. Derartige Verbindungen scheint es tatsächlich zu geben. Hier eröffnet sich noch ein weites Arbeitsfeld.

Was uns bei allen farbenphotographischen Möglichkeiten als zu erstrebendes Ideal vorschwebt, das sind direkte farbige Kameraaufnahmen. Daß uns solche mit Hilfe des Ausbleichverfahrens augenblicklich noch nicht gelingen, das liegt nicht am System, daran sind allein die noch zu mangelhaften Hilfsmittel schuld. Die direkte farbige Kameraaufnahme ist beim Farbenanpassungsverfahren lediglich eine Frage eines möglichst wirksamen Sensibilisators, d. h. einer Verbindung, die den verwendeten Farbstoffen eine derartig große Lichtempfindlichkeit verleiht, daß eben direkte Kameraaufnahmen erzielt werden können.

Ganz undenkbar wäre es übrigens auch nicht, daß es — ähnlich wie bei der Schwarz-Weiß-Photographie — vielleicht gelingen wird, auch für das Ausbleichverfahren einen Entwicklungsmodus zu finden.

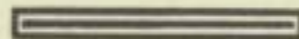
Der Chemiker wird in allererster Linie dazu berufen sein, das Farbenanpassungsverfahren auf eine technisch und künstlerisch brauchbare Stufe zu bringen. Durch systematische Erforschung geeigneter Farbstoffe und durch eine streng wissenschaftliche Bearbeitung der Sensibilisationsbedingungen muß es ja schließlich gelingen, das nötige Material an Farbstoffen und Sensibilisatoren zu beschaffen.

Viel stille Kleinarbeit wird noch zu erledigen sein, eine Kleinarbeit, die nur der ganz Eingeweihte zu schätzen wissen wird.

Auf große, auch dem Laien imponierende Erfolge, wie sie auf dem Gebiete der Dreifarbenphotographie und ihres jüngsten Kindes, der Dreifarbenrasterphotographie, erzielt worden sind, darauf ist in nächster Zeit beim Ausbleichverfahren kaum zu hoffen.

Wer an dem Ausbau des Farbenanpassungsverfahrens mitarbeiten will, der muß sich immer und immer wieder sagen: „Weiterforschen, weiterstreben und nicht verzweifeln.“

Schließlich wird ja auch hier neben der wissenschaftlichen Befriedigung der äußere — ich meine den künstlerischen und materiellen — Erfolg nicht ausbleiben.



Verwendung der Fulgidfarbstoffe zur Herstellung farbiger Bilder nach dem Ausbleichverfahren.

Von Professor Dr. Hans Stobbe, Leipzig.

Trotz der recht zahlreichen Arbeiten von Vallot, Worel, Neuhauß, Szczepanik, Ellis, Smith und Merckens haben die bisherigen Verfahren, farbige Bilder durch selektives Ausbleichen von Farbstoffgemischen herzustellen, wenig praktische Erfolge aufzuweisen. Dies gilt sowohl für die Bilderzeugung als auch für die Fixierung der erhaltenen Bilder. Man geht nicht fehl, hierfür verantwortlich zu machen erstens die zu geringe und ungleiche Ausbleichgeschwindigkeit der bisher verwendeten Farbstoffe, zweitens aber auch die ungenügende Wirksamkeit der die Ausbleichreaktion beschleunigenden „positiven“ Katalysatoren (Sensibilisatoren) und der die Ausbleichreaktion hemmenden „negativen“ (konservierenden) Katalysatoren.

Wenn ich mich nun im Anschluß an die oben zitierten Arbeiten mit diesem mir sonst fernliegenden Gegenstande beschäftigt habe, so geschah es nicht, um prinzipielle Änderungen an den gebräuchlichen Verfahren zu schaffen, sondern vielmehr nur, um eine neue Klasse von Farbstoffen als Ausbleichsubstanzen zu verwenden.

Diese Farbstoffe sind die Fulgide, die nach einem neuen von mir aufgefundenen Verfahren hergestellt werden und die in ihrem chemischen Bau sehr wesentlich von allen anderen bekannten ca. 6000 künstlichen Farbstoffen abweichen. Die Fulgide haben sehr mannigfache Farben: gelb, orange, rot und purpur. Sie besitzen ein ausgezeichnetes Kristallisationsvermögen und sind daher leicht in vollkommener Reinheit zu beschaffen. Eine ihrer hervorstechendsten Eigenschaften ist ihre große Lichtempfindlichkeit und ihre schnelle Ausbleichfähigkeit. Gerade diese waren es, die mich zu einem eingehenden Studium ihrer photochemischen Änderungen bewogen haben. Hierbei wurden nicht nur die Bleichungsvorgänge ihrem Wesen nach erkannt, sondern auch die farblosen Endprodukte und die Zwischenprodukte der sehr kompliziert verlaufenden Photoreaktionen isoliert und genau charakterisiert. Diese Erkenntnis ermöglichte eine systematische, zunächst rein wissenschaftliche Untersuchung ihrer Ausgleichgeschwindigkeit, an der sich mein

Schüler, Herr Dr. Rudolf Lohse, beteiligt hat. Es ergab sich, daß die Fulgide lichtempfindlicher sind als alle bisher bekannten gelben und roten Farbstoffe, und daß sie daher geradezu prädestiniert zu sein scheinen für die Herstellung farbiger Bilder nach dem Ausbleichverfahren.

Nach vielen Vorversuchen wurden aus der großen Zahl von etwa 50 Fulgiden zwei ausgewählt, die ich kurz als „rotes“ und als „gelbes Fulgid“ bezeichnen will. Da ein blaues Fulgid noch nicht bekannt ist und da neben dem roten und gelben ein blauer Farbstoff für die Praxis des Ausbleichverfahrens erforderlich ist, wurde zunächst das Cyanin, später aber die mir von den Höchster Farbwerken, vorm. Meister, Lucius & Brüning gütigst zur Verfügung gestellten Farbstoffe, das Äthylcyanin, Dicyanin, Pinacyanol und vornehmlich das Dicyanin in dieser Richtung geprüft.

Diese drei Farbstoffe, den roten, gelben und blauen, untersuchten wir nun zunächst gesondert in folgender Weise: Man bereitet je eine Aceton-Kollodiumlösung eines jeden Farbstoffes, gießt sie auf eine Unterlage von Milchglas oder geleimtem Papier und belichtet die nach dem Verdunsten des leicht flüchtigen Acetons hinterbleibende, fest haftende Farbstoffschicht mit einer gewöhnlichen elektrischen Differentialbogenlampe in 30 cm horizontaler Entfernung hinter dreifarbigem Strahlenfiltern von größter spektraler Reinheit.

Rotfilter (Jenaer Glas), durchlässig für Strahlen von 671,5—635,5 $\mu\mu$

Grünfilter (Gelatineemulsion eines Höchster Farbstoffes), durchlässig für Strahlen von 585,8—465,4 „

Blaufilter (Jenaer Glas), durchlässig für Strahlen von 481 —425,5 „.

Auf diese Weise gelangte fast die Gesamtheit aller sichtbaren¹⁾ Lichtstrahlen zur Wirkung auf die Farbstoffe.

Versuche ohne Katalysator.

Erster Versuch. Unterlage geleimtes Papier. Die nach dem Eindunsten der Aceton-Kollodiumlösung²⁾ hinterbleibende Schicht dringt wenig in die Poren des Papiers ein.

¹⁾ Über den Anteil der ultravioletten Strahlen an der Ausbleichreaktion wurden eingehende Versuche angestellt, die jedoch erst an anderer Stelle beschrieben werden sollen.

²⁾ Der Vorteil der Aceton-Kollodiumlösung gegenüber einer reinen Acetonlösung erhellt aus folgendem Versuch: Streifen aus geleimtem Papier werden mit Acetonlösungen der drei Farbstoffe getränkt und nach dem Trocknen belichtet.

Ausbleichzeiten:

Rotes Fulgid	20 Minuten,
Gelbes „	30 „
Dicyanin	18 „

also wesentlich längere und ungleichere Ausbleichzeiten, zum Teil wegen des tieferen Eindringens der Farbstoffe in die Unterlage.

Die Zeitangaben beziehen sich auf die totale Ausbleichung unter den Strahlenfiltern der Komplementärfarben.

Rotes Fulgid	bleicht aus nach	12	Minuten,
Gelbes	" " " "	10	" "
Dicyanin	" " " "	8	" "

Man erkennt, daß die Ausbleichzeiten der drei Farbstoffe ziemlich gleich sind.

Zweiter Versuch. Unterlage gerauhte Fläche einer Milchglasplatte. Die nach dem Eindunsten der Aceton-Kollodiumlösung hinterbleibende Schicht haftet fest auf der Oberfläche des Glases.

Ausbleichzeiten:

Rotes Fulgid	nach	10	Minuten,
Gelbes	" " "	8	" "
Dicyanin	" " "	7	" "

Die kürzeren Ausbleichzeiten gegenüber dem Versuch I sind vielleicht darauf zurückzuführen, daß die Farbstoffschicht in diesem Falle gar nicht in die Unterlage eindringen kann.

Versuche mit Katalysator.

Als Katalysator wurde zuerst das von Worel empfohlene Anethol verwandt.

Dritter und vierter Versuch. Genau wie bei Versuch I und II, nur mit dem Unterschiede, daß die eingetrockneten Farbstoffschichten mit Anethol imprägniert wurden.

Unterlage: geleimtes Papier. Ausbleichzeiten:

Rotes Fulgid	nach	4,5	Minuten,
Gelbes	" " "	6	" "
Dicyanin	" " "	4,5	" "

Unterlage: Milchglasstreifen.

Rotes Fulgid	nach	5,5	Minuten,
Gelbes	" " "	7	" "
Dicyanin	" " "	5	" "

Man erkennt aus diesen Versuchen die Beschleunigung durch den Katalysator. Papier als Schichtträger übertrifft in diesem Falle sogar das Milchglas. Wir verwendeten daher für alle weiteren Versuche das Papier als Unterlage.

Natürlich haben wir nun Umschau gehalten nach anderen Katalysatoren und etwa 70 Stoffe in dieser Richtung untersucht. Anisol, Phenethol, Chloralhydrat, Eugenoläthyläther wirkten ebenso wie Anethol gleich beschleunigend auf das Bleichen aller drei Farbstoffe. Nur das Nitrobenzol war allen überlegen.

Fünfter Versuch. Unterlage: geleimtes Papier, Katalysator Nitrobenzol.

Ausbleichzeiten.

Rotes Fulgid	nach	4	Minuten,
Gelbes	„	5,5	„
Dicyanin	„	4	„

Vergleicht man die bei diesem fünften Versuch erreichten Resultate mit allen früheren von uns und von anderen Forschern erzielten, so wird man einen großen Fortschritt in der Erlangung schneller Ausbleichzeiten konstatieren müssen. Wendet man keine Strahlenfilter an, sondern läßt man die mit Nitrobenzol sensibilisierten Farbstoffschichten von dem weißen Licht der Bogenlampe bestrahlen, so bleicht aus

Rotes Fulgid	nach	2	Minuten,
Gelbes	„	2,5	„
Dicyanin	„	2	„

und läßt man mit direktem Sonnenlicht bestrahlen, so bleichen die Farbstoffe in Zeiträumen aus, die nur noch nach Sekunden bemessen werden können.

Die bisher erzielten Resultate, besonders die annähernd gleiche Ausbleichgeschwindigkeit lassen diese drei Farbstoffe geeignet erscheinen zur Herstellung farbiger Bilder. Man stellt zu diesem Zwecke eine Aceton-Kollodiumlösung her, welche das Dicyanin, das rote und das gelbe Fulgid in geeignetem Verhältnis enthält. Alle drei Farbstoffe sind indifferent gegeneinander.

Gießt man eine solche Lösung auf geleimtes Papier, so hinterbleibt beim Eintrocknen eine graue Schicht, die zunächst vorsichtig mit Nitrobenzol sensibilisiert wird und dann unter Strahlenfiltern oder sonstigen farbigen Diaphanien belichtet wird. Man erhält hierbei Bilder in Farbnuancen, die dem Original ähnlich sind.

Für die Fixierung der Bilder ist es natürlich notwendig, den positiven Katalysator, das Nitrobenzol, durch Auswaschen mit Benzin zu entfernen, und dann einen anderen negativen, konservierenden Katalysator zuzusetzen, der das weitere Ausbleichen des Bildes verhindert bzw. verlangsamt. Die in der Färbereipraxis (zur Erhöhung der Lichtechtheit der gefärbten Fasern) angewendeten Mittel, z. B. Kupfersulfat, Nickelsulfat, Alkaliazetate, Bisulfitverbindungen von Aldehyden und Ketonen hatten größtenteils keinen Erfolg. Erst die Verwendung einiger Harze (Kolophonium, Gummi arabicum, Damaraharz), mit denen man das farbige Bild imprägniert und überzieht, erhöhten seine Haltbarkeit. Eine unbegrenzte Fixierung der Bilder ist aber auch hierdurch nicht möglich.

Immerhin glaube ich aber, daß durch die Verwendung der Fulgide ein Schritt vorwärts getan ist für die Erzeugung von Bildern in natürlichen Körperfarben. Wenn überhaupt der bisher eingeschlagene Weg der richtige ist, so verlohnt es sich schon der Mühe, weitere Versuche mit den von mir gewählten Farbstoffen anzustellen, um dieses Verfahren der direkten Farbenphotographie weiter zu vervollkommen.



Fortschritte im Druckmaschinenbau.

Von Georg Fritz, k. k. Regierungsrat, Wien.

In alle Druckverfahren, den Buchdruck, den Stein- und Metallplattendruck sowie den Kupferdruck haben die Fortschritte auf photographischem und photomechanischem Gebiete, soweit dieselben für Druckplatten-Herstellung nutzbar gemacht werden konnten, mächtig eingegriffen und früher unbekannte weitgehende Anforderungen an die Druckapparate gestellt. Diese Fortschritte haben auch ein neues originelles Druckverfahren, den Lichtdruck zutage gebracht, für den erst Druckapparate geschaffen werden mußten.

Wenn es früher vornehmlich Aufgabe der Drucktechnik war, mit dem Worte zu wirken, und die bildliche Darstellung zur Ergänzung und zum besseren Erfassen des beschriebenen Gegenstandes nur in selteneren Fällen und nur bei verhältnismäßig teuren Druckwerken Anwendung finden konnte, so ermöglichte die Ausgestaltung der Reproduktionstechnik nunmehr der stets instruktiv wirkenden und das Verständnis in hohem Grade fördernden bildlichen Darstellung einen weiten Raum zuzuweisen. Es darf ruhig angenommen werden, daß gegenwärtig ungefähr tausendmal mehr illustriert wird, als vor etwa drei Dezenien, und daß jetzt den Beschauer in Büchern und Zeitschriften mehr in prächtigem Farbendruck ausgeführte Bilder erfreuen, als in jener Zeit monochrome Darstellungen.

Der gedrängten Zeit wegen kann ich hier auf die sukzessive und schwierige Anpassung der Druckapparate an die Forderungen der modernen Reproduktionstechnik nicht eingehen, ich kann vielmehr nur die Fortschritte der letzteren Zeit vorführen. Nicht unerwähnt darf ich jedoch lassen, daß beispielsweise, als die Autotypie begann, die Herrschaft der Illustrierung zu übernehmen, es anfänglich an Druckmaschinen mangelte, um diese ganz andere Anforderungen an die Drucktechnik stellenden Platten mit allen ihren feinen Details und Kraftwirkung befriedigend herstellen zu können. Ein weit kräftigerer Bau der Maschinen war notwendig geworden und eine Reihe von Spezialeinrichtungen mußten geschaffen werden, um diese in ihrem Ausdruck noch fremdartig wirkenden Bilder zur richtigen Geltung zu bringen.

In noch stärkerem Maße wiederholte sich dies mit der Ausbreitung des autotypischen Drei- und Vierfarbendruckes. Der Buchdrucker hatte nicht nur mit einem noch gänzlich ungeschulten Personale zu kämpfen — der typographische Farben-Bilderdruck hatte nämlich stets nur eine sehr geringe Verwendung gehabt — sondern es standen ihm auch nur ungenügende Druckapparate zur Verfügung. Erst aber nachdem die prinzipiellen Grundlagen der Konstruktion der typographischen Druckmaschinen für die tadellose Herstellung von Schwarzdruckbildern geschaffen waren, konnte man an die weitere Ausgestaltung und Vervollkommnung dieser Apparate für Farbendruck denken und diese konnten lediglich nur der Erfahrung entnommen und mußten aus den Resultaten der praktischen Arbeit geschöpft werden.

In den letzten Jahren bewegten sich die Fortschritte im Bau von Druckmaschinen nach zwei Richtungen, vor allem war man bestrebt und ist es heute noch, die Qualität der Arbeit zu verbessern, und kann in dieser Hinsicht auf ganz bedeutende Erfolge hingewiesen werden, Hand in Hand ging aber damit auch das Bestreben, die Produktion zu erhöhen, an Arbeitszeit bei einzelnen Vorrichtungen zu sparen und die manuelle Arbeit wo angängig durch mechanische zu ersetzen.

Inwieweit dies gelungen ist, mögen die nachfolgenden kurzgefaßten Ausführungen erläutern.

Der Lichtdruck konnte bei seiner Einführung in die Praxis Mitte der sechziger Jahre des vorigen Jahrhunderts nur auf Handpressen mit ca. 200 Abdrucken pro Tag in beschränktem Formate hergestellt werden. Schon 1873 kamen für denselben Schnellpressen, nach den Angaben J. Alberts konstruiert, mit einem allerdings nicht vollständig befriedigendem Resultate in künstlerischer Beziehung, jedoch bereits mit einer mindestens sechsfachen Leistung gegenüber der Handpresse in Verwendung. Bei diesen Schnellpressen erfolgte bereits Befeuchtung der Platte und Einfärbung derselben mit mechanischen Vorrichtungen.

Diese Lichtdruck-Schnellpressen sind jedoch nicht mehr in Vergleich zu stellen mit den gegenwärtigen Fabrikaten dieser Art, von denen sich eine Maschine in der hiesigen Ausstellung in Tätigkeit befindet.

Abgesehen von dem notwendigen präzisen Bau und den Spezial-einrichtungen der Maschinen sind an derselben die Einrichtungen getroffen, daß die Platte einmal oder zweimal eingewalzt werden kann und eventuell auch doppelt gedruckt wird, was die Herstellung großer feinsten Kunstblätter ermöglicht und die Maschine auch für Massenaufgaben tauglich gestaltet.

Die Heliogravüre konnte bis vor kurzer Zeit ihres hohen Herstellungspreises wegen nur äußerst selten und auch dann nur in einzelnen Blättern für Buchillustration in Betracht kommen, für Kunstblätter aber konnte eine mechanische Arbeit nicht angewendet werden. Allerdings fehlte es nicht an Versuchen, die Schnellpresse auch für die Herstellung von Heliogravüren geeignet zu gestalten, ich erinnere nur an die Kupferdruck-Schnellpressen von Marsillè, Guy, Hoe usw., im großen und ganzen scheiterten jedoch diese Versuche.

Erst vor kurzer Zeit hat jedoch das vor etwa zehn Jahren in England erfundene Verfahren der Raster-Heliogravüre auch am Kontinent besonders in Deutschland Eingang gefunden, und beginnt sich ein Arbeitsfeld zu erobern, und wie diese Ausstellung zeigt, bereits mit gutem Erfolg. Zur Herstellung dieser Raster-Heliogravüren werden auf Rotationsdruck basierende Druckapparate mit hoher quantitativer Leistungsfähigkeit 1200 bis 2000 Drucke pro Stunde verwendet. Die Konstruktion dieser Maschinen ist keineswegs mehr in ein so tiefes Geheimnis gehüllt wie noch vor einigen Jahren.

In Amerika beginnt man jetzt dasselbe Druckverfahren auch für Farbendruck einzurichten, und die ersten Proben, welche Ende des vergangenen Jahres in die Öffentlichkeit kamen, schließen keineswegs aus, daß dieses Farben-Heliogravüerverfahren, dem das Prinzip des Übereinanderdruckens der einzelnen Farbenplatten zugrunde liegt, in die Praxis eindringen kann.

Die Leistung des dabei angewendeten Druckapparates wird mit 2000 Exemplaren pro Stunde in drei oder vier Farben gedruckt angegeben.

Auf die Gestaltung und Vervollkommnung der Steinflachdruck-Schnellpresse übten die auf Photographie beruhenden Reproduktionstechniken direkt weniger Einfluß aus, indirekt jedoch insofern, als dieselben den anderen Druckverfahren, besonders dem typographischen, eine enorme Bereicherung in der Arbeitsbetätigung in Schwarz- und Farbendruck brachten und damit die Steindruckerei zwangen, ihre Druckapparate leistungsfähiger zu gestalten, um im Wettbewerb bleiben zu können.

Dies geschah einerseits mit Vergrößerung der Druckformate, einem weit kräftigeren Bau der Maschinen für Schnellgang, mit einer Reihe von Präzisionseinrichtungen, um die beste Qualität von Schwarz- und Farbendruck zu erreichen, und endlich in der Erhöhung der quantitativen Leistung der Maschinen.

An den modernen Steinflachdruck-Schnellpressen dürfen wir heute folgende Einrichtungen verlangen: Tauglichkeit für den Druck vom Stein, von Zink- und Aluminiumplatten, solide Lagerung des Druckfundamentes, welche die leichte Regulierung desselben für verschiedene

Steinhöhe nicht beeinträchtigen darf, die Karrenführung mit zweifach übersetztem Kurbelradantrieb und zwangläufiger Rollenbewegung, präzise wirkende Anlegevorrichtung für Farbendruck, feinste Farbenverteilung mit entsprechend breiter seitlicher Verreibung und genügend starken Auftrag- und Beschwerwalzen, endlich eine gut regulierbare Feuchtungs-
vorrichtung.

Mit Einführung der Metallplatte (Aluminium, Zink) anstatt des Steines als Träger der Druckform konnte auch bei der Steindruck-
technik auf das Rotationsdruckprinzip übergegangen werden. Außerdem hatte die Metallplatte eine Reihe von Vorzügen, wovon nicht der unwichtigste ist, daß bei größeren Formaten die direkte Kopierung leichter angewendet werden kann als bei Stein, womit ein Umdruck umgangen und die Schärfe des Druckbildes erhöht werden kann.

Die Rotationszinkdruck-Schnellpresse ist eine deutsche Erfindung, konnte jedoch in ihrer ursprünglichen Gestalt hier nicht durchdringen und kam zwei Jahrzehnte später in geänderter Form von Amerika, wo der Lithographie und Photolithographie eine weit wichtigere Rolle zufällt wie bei uns, wieder herüber.

Gegenwärtig bauen auch deutsche Fabriken solche Maschinen in tadelloser Ausführung, welche die quantitative Leistung der Steinflach-
druck-Schnellpresse weit übertreffen und bezüglich Güte des Druckes dieser nicht nachstehen.

Die hier in der Ausstellung befindliche Maschine weist eine Reihe von Verbesserungen auf und ich will nur hervorheben: Die leicht zu handhabende Einspannvorrichtung für die Zink oder Aluminiumplatten, welche eine gleichmäßige Befestigung der Druckplatten am Zylinder garantiert, die Auslegevorrichtung, daß der bedruckte Bogen nicht mit Bändern oder Stäben in Berührung kommt; bei der in der Ausstellung befindlichen Rotations-Zinkdruck-Maschine ist dies durch eine Ausföhrtrommel und den Bänderwegen, auf welchen der Bogen mit dem Druck nach oben aufliegt, als gut gelöst zu bezeichnen.

Das gut regulierbare Feuchtwerk, welches in zweifacher Form betätigt werden kann und endlich auch die bei Farbendruck tadellos funktionierende Anlegevorrichtung.

Nachdem das Einstellen für einen genauen Passer für Farbendruck bei dieser Maschinentype weit umständlicher ist, als bei Flachdruck-Maschinen, so ist noch hervorzuheben, daß sowohl die Anlegewie Seitenmarken verstellbar sind und die Einspannvorrichtung eine Vor- und Rückwärtsbewegung der Druckplatten ermöglicht, wodurch beim Paßversuchen wesentlich an Zeit erspart wird.

Die Maschine kann für besten Schwarzdruck mit der Schnelligkeit von 2000 Exemplaren pro Stunde laufen.

Eine andere neue Type, englisches Fabrikat, dieser Maschinenart ist die „Sears-Nuttall High Speed Rotary Press“ mit automatischem Einlegeapparat.

Wenn die beiden vorgeführten Typen von lithographischen Rotary-Maschinen lediglich darauf abzielen, die quantitative Leistung zu steigern, so verfolgen die jetzt vorzuführenden allerdings den gleichen Zweck, sollen aber noch die Aufgabe erfüllen, jeden Schwarz- oder Farbendruck in zartester Tonung auf beliebigem rauhen oder harten Papier herzustellen. Die Autotypie z. B. erfordert sowohl für typographischen wie lithographischen Druck eine absolut gleichmäßige glatte Fläche des Papiers, soll sie mit allen Feinheiten und in richtiger Wirkung zur Geltung kommen.

Die Rubel Off-Set Rotary Printing-Maschine, sowie die lithographische Harris Rotary Press, beide amerikanischen Ursprunges, verwenden das bereits von den Blechdruck-Schnellpressen her bekannte Prinzip des Umdruckes. Der eingewalzte Abdruck wird nämlich zunächst von der Zink- oder Aluminiumplatte auf eine zylindrische Gummifläche und von da erst mittels eines Stahlzylinders auf das Papier übertragen. Damit wird die Möglichkeit geschaffen, Bilder mit feinen Tönungen, wie solche speziell Autotypien aufweisen, einerseits mit aller Sauberkeit und Schärfe in den delikatesten Details, andererseits auch mit der nötigen Tiefe und Kraftwirkung auf jede Art von Papier zu übertragen. Sowohl auf dem rauhesten Zeichenpapier wie auf dem härtesten, animalisch geleimten Schreibpapier geht kein feines Detail verloren. Die künstlerische Wirkung des Bildes wird durch die rauhe Oberfläche des Papiers noch wesentlich erhöht und der andauernde Bestand des Druckwerkes ein erhöhter, gegenüber den jetzt für guten Autotypiendruck erforderlichen gestrichenen Papieren, welche gegen die geringsten mechanischen Einflüsse und Feuchtigkeit außerordentlich empfindlich sind. Für Farbendruck sind diese Maschinen mit sehr gut funktionierenden Schiebeapparaten ausgerüstet, welche derart konstruiert sind, daß sowohl Zylinder- wie Seitenmarken verschiebbar den Bogen stets einen rechten Winkel bringen. Wie sich Verfasser später in London überzeugen konnte, fallen selbst nach sechsmaligem Durchlassen eines und desselben Bogens die feinsten Punkte haarscharf aufeinander.

Der Buchdruck ist dasjenige Druckverfahren, welchem die auf photographischer Grundlage beruhenden Reproduktionsverfahren das meiste geboten haben. Es ist aber auch dasjenige Druckverfahren, bei welchem an den ihm dienenden Hilfsapparaten die weitgehendsten Umwälzungen erforderlich waren und das ganz neue Typen von Druckapparaten beanspruchte. Bei den vielen verschiedenartigen Fabrikaten und Typen von Buchdruck-Schnellpressen, welche existieren und zweck-

entsprechend funktionieren, muß ich mich darauf beschränken, nur die wichtigsten Vervollkommnungen herauszugreifen, und kann ich nur das Charakteristische der Haupttypen hervorheben.

Die Tiegeldruckpresse wurde anfänglich nur für leichten Akzidenzdruck gebaut und findet als solche noch gegenwärtig vorteilhafte Verwendung. Das Konstruktionsprinzip, Liberty-System genannt, mit dem schwingenden Tiegel und dem schwingenden Fundamente, womit eine scherenartige Druckausübung bedingt wird, sowie der schwache Bau der Maschine und das relativ einfache Färbewerk schließt die Herstellung von Illustrationsdruck überhaupt aus.

Mit der fortschreitenden Anwendung von Autotypien bildete sich ein neuer Typ: die moderne Tiegeldruckpresse starker Bauart nach dem Gally-System heraus, um dessen Vervollkommnung sich hervorragend deutsche Druckmaschinen-Fabrikanten verdient gemacht haben.

Das Fundament, welches die Druckform aufnimmt, ist bei dieser Type senkrecht feststehend, der schwingende Tiegel in seiner Ruhelage für das Einlegen der Blätter und Zurichten der Form nahezu horizontal gelagert, die Druckausübung des Tiegels zur Druckform erfolgt vollkommen parallel.

Mit Hilfe dieser Pressen ist man in der Lage, guten Schwarz- und farbigen Autotypie-Druck auf das vollkommenste herzustellen und bei kleinen Formaten mit entschieden mehr geschäftlichem Vorteil als auf Zylinder-Schnellpressen. Die starke Dimensionierung der druckausübenden Teile und das Färbewerk mit der feinsten Farbeverteilung und tadellosen Einfärbung sind hinreichend erprobte Garantien für vorzüglichsten Schwarzdruck, die auf das feinste einstellbare Anlage-Vorrichtung mit der präzisen Verschiebung des Bogens auf stets absolut genau dieselbe Stelle ermöglichen auch den besten Passer für Farbedruck.

Die vorherbesprochene Tiegeldruckpresse ist eine wertvolle Hilfsmaschine für kleinere Formate etwa bis 40×50 cm, für einen umfangreicheren Druckereibetrieb ist jedoch die Schnellpresse mit weit größeren Druckformaten eine unbedingte Notwendigkeit für einen rationalen Betrieb.

Von diesen Stop-Zylinder-Maschinen genannten Schnellpressen will ich zunächst eine Type gewöhnlicher Konstruktion vorführen und dann auf solche für Autotypie und Farbedruck übergeben.

Ein bestimmtes Fabrikat dabei als besonders geeignet hervorzuheben, will ich jedoch unterlassen, da ich mich lieber dem Vorwurfe einer kritiklosen Darstellung aussetze als demjenigen, für ein bestimmtes Fabrikat reklamehaft aufgetreten zu sein. Im allgemeinen darf ich jedoch bemerken, daß sich speziell die Schnellpressen für Autotypie und Farbedruck der meisten deutschen Fabriken eines

Weltrufes rühmen können. Diese Maschinen sind zumeist sogenannte Kreisbewegungsmaschinen mit einer Leistung von 900 bis 1200 Abdrücken pro Stunde und besonders für schweren schwarzen und farbigen Autotypiedruck mit dem Druckformate bis zu 119×150 cm geeignet.

Die allgemeine starke Konstruktion dieser Maschinen läßt nicht nur eine entsprechend lange Lebensdauer und während derselben ein stets gutes Funktionieren erhoffen, sondern bietet auch die Gewähr, daß ein Nachgeben einzelner Teile — der größte Übelstand für die gleichbleibende Güte der Druckarbeit und den Bestand der Maschine — nicht stattfinden kann. Für die Stabilität der Maschine ist mit einem entsprechend kräftigen Unter- und Seitenbau und mit einem dickwandigen Druckzylinder mit Kreuzen und Rippen gesorgt. Einen höchst wichtigen Punkt bei Autotypie und Farbendruck bildet die Einfärbung, diese ist bei Maschinen mit zwei Farbzylindern und vier Auftragwalzen als für alle vorkommenden Fälle vollkommen ausreichend zu bezeichnen.

Für Farbendruck kommt hauptsächlich in Betracht eine absolut stets genau gleich bleibende Führung des Druckfundamentes und die Vermeidung einer seitlichen Verschiebung desselben, letzteres wird bei den meisten Maschinen durch regulierbare Führungsbacken erreicht. Von hoher Wichtigkeit ist auch die Stabilität des Druckzylinders bei seinem Stillstande und das Vermeiden der geringsten Vibration, was bei den verschiedenen Fabrikaten teils außerhalb des Seitengestelles durch einen auf die an der Welle sitzende Bremsscheibe wirkenden Bremsklotz, teils innerhalb des Seitengestelles direkt auf den Zylindermantel wirkenden Bremsung bewerkstelligt wird, letzterer ist der Vorzug zu geben. Eine bequeme Anlagevorrichtung mit präzise wirkender Schiebevorrichtung und rückstoßfreies Funktionieren der Greifer und der Anlegemarken ist eine unbedingte Notwendigkeit, die meisten deutschen Maschinen entsprechen dieser Anforderung.

Der automatische Selbstauleser in seiner ursprünglichen Form mit der Bänderbrücke, auf welcher der Bogen mit der bedruckten Seite aufliegend auslief und von den Auslegerstäben, wieder auf die bedruckte Seite wirkend, erfaßt und endlich gewendet auf dem rückwärts befindlichen Auslegetisch abgelegt wurde, hat für schweren Schwarz-, Autotypie- und Farbendruck den Nachteil, daß sowohl die Bänder wie auch die Stäbe durch das Übertragen von Farbe an dieselben höchst störende Schmutzstreifen verursachen. Alle kleinen Hilfsmittel, welche dem Buchdrucker zu Gebote stehen, wie: anstatt der Bänder dünne Schnüre zu nehmen und die Auslegestäbe mit Schmirgelpapier usw. zu überziehen, können eine vollständige und dauernde Abhilfe dieses Übelstandes bei schwerem Autotypie- und Farbendruck nicht bringen.

Einige Fabriken entschlossen sich daher zu einer radikalen Änderung des Auslagemechanismus, indem sie den Bogen über das Färbewerk an der Stirnseite der Maschine ausführen, so daß die frisch bedruckte Seite desselben weder mit Bändern noch Stäben in Berührung kommt, daher die Farbflächen vollständig intakt bleiben, dies ist der sogenannte Frontbogen-Ausgang. Diese Maschinen können bis zu 1000 Abdrücke pro Stunde laufen, was für Farbendruck mehr als genug ist, da bei erhöhter Leistung nicht mehr die wünschenswerte Präzision des Einlegens, in weiterer Konsequenz kein guter Passer mehr erzielt werden kann.

Bei der in der hiesigen Ausstellung befindlichen Viktoria-Schnellpresse wurde ein anderer Weg eingeschlagen. Die Gestalt der Maschine wurde beibehalten und der Bogen nach wie vor rückwärts ausgeführt, statt der Bänder und Stäbe jedoch wurde ein schwingendes Saugrohr mit Gummihütchen angebracht, welche sich an den unteren Rand des Bogens anlegen, denselben vom Druckzylinder abnehmen und auf den Auslegetisch bringen, ohne daß die bedruckte Seite mit irgend etwas Fremdartigem in Berührung kommt. Das Ansaugen und Loslassen des Bogens wird durch eine kleine Luftpumpe bewirkt, welche der Schnellpresse angegliedert ist.

Die soeben vorgeführten Schnellpressen nennt man Stopzylinder-Maschinen, da der Druckzylinder je bei einer halben Maschinentour in Tätigkeit ist, bei der anderen Hälfte jedoch stille steht, welche Zeit für die Einfärbung der Druckform, das Abnehmen des bedruckten und das Einlegen des zu bedruckenden Bogens benutzt wird.

Vor ungefähr einem Jahrzehnt wurden von Amerika her die sogenannten Zweitourenmaschinen bekannt. Bei dieser Type rotiert der Druckzylinder stets, so lange die Maschine im Betriebe steht, er wird bei dem Rücklauf nicht angehalten, sondern etwas hoch gehoben. Mit der stets rotierenden Bewegung des Druckzylinders kann die Arbeitsleistung nicht unwesentlich erhöht werden, und tatsächlich beträgt dieselbe bis zu 50 % und mehr bei dem gleichen Druckformat gegenüber Stop-Zylindermaschinen. Diese Maschinentype, die letzte Etappe auf dem Gebiete des Maschinenbaues für Illustrationsdruck, wird gegenwärtig von einer Reihe von deutschen Maschinenfabriken in vorzüglichster Qualität gebaut und dieselbe eignet sich vollkommen für besten Illustrationsdruck und bei langsamerem Gange auch für Farbendruck. Das Färbewerk bei dieser Type ist ein sogenanntes Tischfärbewerk, welches jedoch für besten Autotypiedruck ausreicht.

Die Spezialeinrichtungen dieser Maschinen müssen denjenigen der bereits besprochenen Autotypie- und Chromotypie-Schnellpressen ähnlich sein.

Neuerer Zeit wird an den Miehle-Zweitourenmaschinen ein zweiter Druckzylinder für den gleichzeitigen Druck einer zweiten Farbe an-

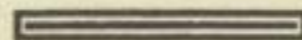
gebracht, für die zweite Farbe sind Rundplatten erforderlich. Inwiefern diese Neuerung einen Fortschritt für unsere Verhältnisse bedeutet, muß wohl erst abgewartet werden, kaum zweifelhaft ist es jedoch, daß bei Massenaufgaben, welche in zwei nebeneinander liegenden Farben herzustellen sind, eine Mehrleistung erreicht werden kann.

Einer Einrichtung an Schnellpressen, die nicht zu meinem Thema gehört, jedoch in enger Verbindung mit demselben steht, der automatischen Einlegeapparate, muß ich noch gedenken. Seit einem halben Jahrhundert war man bestrebt, die manuelle Arbeit des Einlegens der Bogen in die Druckmaschine mechanisch zu vollführen, jedoch erst das letzte Jahrzehnt brachte in dieser Richtung einen vollen Erfolg. Einerseits die großen schwer zu handhabenden Druckformate, andererseits die modernen schnellaufenden Maschinen drängten zur Lösung dieser Frage, sollte nicht ein beträchtlicher Teil der Erfolge der Fortschritte des Maschinenbaues wieder verloren gehen.

Die automatischen Anlegeapparate werden gegenwärtig in zwei prinzipiell verschiedenen Ausführungen von einer Reihe deutscher, englischer, französischer und amerikanischer Fabriken gebaut. Die eine Ausführungsform beruht darauf, daß der zu bedruckende Bogen vom Papierstoß mittels einer Saugleiste abgenommen und den Greifern der Schnellpresse zugeführt wird, der andere beruht auf dem Prinzip des Wegstreifens des Bogens vom Papierstoß, wie dies beim Handeinlegen geschieht und Fortführung des Bogens mittels Bänder bis zu den Greifern. Beide Apparate funktionieren bei schnellstem Gange der Maschine bis zu 2000 Touren und mehr pro Stunde und verschieden starken Papieren gut, die sozusagen zwangsläufige Funktion der pneumatischen Apparate scheint jedoch, wenigstens theoretisch, die sichere zu sein.

Zum Schlusse möchte ich noch bemerken, daß ich Ihnen nur die Fortschritte im Druckmaschinenbau, welche mit der Reproduktionstechnik zusammenhängen, und auch von diesen nur die wichtigsten vorgeführt habe. Wenn es mir mit diesen kurzen Vorführungen schon gelungen sein sollte, Ihnen die Überzeugung verschafft zu haben, daß die Druckmaschine ein sehr feinfühliges Instrument ist, welches auf jeden Kulturfortschritt auf das empfindlichste reagiert, so käme dies noch viel stärker und deutlicher zum Ausdrucke, wenn es mir gegönnt gewesen wäre, auch über den ganz nahe diesem Thema stehenden Bücher- und Zeitungsdruck sprechen zu können¹⁾.

¹⁾ Dieser Vortrag wurde mit Vorführung von ca. 30 Lichtbildern illustriert.



Über das internationale Institut für Techno-Bibliographie in Berlin.

Von Dr. Hermann Beck, Berlin.

Es steht wohl für jeden Einsichtigen außer Zweifel, daß die heutige Form der Übertragung des Wissens und der Erfahrung von der einen Generation auf die andere und selbst unter den Zeitgenossen untereinander höchst unvollkommen ist. Im Wissenschaftsbetriebe, insbesondere in der schriftstellerischen Produktion entsteht eine Kraftverschwendung größten Umfanges, weil jeder arbeitet ohne genügende Kenntnis und Verwertung des bereits Gefundenen, — und weil niemand in der Lage ist, sich zu informieren, wer etwas gleichzeitig dasselbe Problem bearbeitet. Die Versuche, diesen Mängeln abzuhelpen, die Information zu rationalisieren, finden sich am häufigsten in den Naturwissenschaften. Besonders die Chemie und Physik haben durch Schaffung von Repertorien usw. geeignete Abhilfe zu schaffen gesucht und wohl begreiflich, da am kostspieligen Experiment jener Mißstand recht fühlbar wurde.

Wenn man ermißt, welche Unsummen von Erfahrungen und Erkenntnissen auf diese Weise ganz oder teilweise für die Kultur verloren gehen, so drängt sich von selbst die Forderung auf, daß die Kulturvölker die Pflicht haben, ihre literarische Produktion zu inventarisieren und dieses Inventar durch Einrichtung einer zentralisierten Berichterstattung auf dem Laufenden zu erhalten.

Dieser Doppelaufgabe suchte man bisher auf die mannigfachste Weise gerecht zu werden. Zunächst durch gedruckte Bibliothekskataloge, die aber höchst unvollständig sein müssen. Man schätzt die Zahl der Druckwerke der Weltliteratur auf 50 Millionen; was will dem gegenüber bedeuten, daß die größte Bibliothek der Welt, das British Museum, 1,6 Millionen Bände enthält! Der Preis des Kataloges des British Museums, dessen Herstellung 1,4 Millionen M. kostet, beträgt ca. 4500 M. und der Katalog hat kaum 40 Käufer gefunden.

Eine Information über die Neuerscheinungen wird durch solche Kataloge aber nur ganz ungenügend geliefert, und doch nimmt die Zahl der Gebiete, auf denen diese Information das Wichtigste ist, in Wissenschaft und Praxis stetig zu.

Solche periodische Informationsbibliographien hat in der Hauptsache der Buchhandel geschaffen und zwar aus dem natürlichen geschäftlichen Interesse heraus, die Bücherverkäufer schnell über die Neuerscheinungen unterrichten zu können.

Endlich existieren besondere bibliographische Institute: als universellstes das in Brüssel im Jahre 1895 begründete Institut international de Bibliographie; ferner auf naturwissenschaftlichem Gebiete der „International Catalogue of Scientific Literature“ und der in Verbindung mit der Carnegie Institution in Washington veröffentlichte „Index Medicus“; auf sozialwissenschaftlichem Gebiete das Internationale Institut für Sozial-Bibliographie; auf juristischem das Internationale Institut für Bibliographie der Rechtswissenschaft; auf medizinischem das Institut für Bibliographie der Medizin und der Nachbargebiete, sämtlich in Berlin, Spichernstraße 17.

Die nur einzelne Fachwissenschaften bearbeitenden Organisationen haben das Prinzip: jedes Land bearbeitet seine Bibliographie selbst, und nur die letzte Zusammenstellung erfolgt an einer Zentrale, bei dem naturwissenschaftlichen Institut in London, bei dem sozialwissenschaftlichen, juristischen und medizinischen in Berlin (W. 50, Spichernstraße 17). Während der International Catalogue über 24 Regionalbureaus verfügt, hat das sozialwissenschaftliche Institut die Einrichtung ständiger Korrespondenten in den verschiedenen Kulturstaaten getroffen. Das deutsche Regionalbureau ist dem Reichsamt des Innern unterstellt und genießt eine Reichsunterstützung von jährlich 40 000 Mark. Die übrigen Regionalbureaus werden teils staatlich, teils von Akademien oder gelehrten Gesellschaften subventioniert. Die Zentrale in London wird von der Royal Society verwaltet, die den ganzen Stoff druckt und in internationalen Jahressbänden (jede Ausgabe umfaßt 17 Bände) veröffentlicht. Die Ausgabe von Jahressbänden entspricht naturgemäß nicht der Forderung schneller Information über die Neuerscheinungen, und so sind einzelne Länder, speziell Deutschland, dazu übergegangen, wenigstens die nationale Bibliographie in kurzen Zwischenräumen (2—3 Wochen) herauszugeben. Damit entstehen natürlich die hohen Kosten der doppelten Drucklegung, so daß prinzipiell dieser Ausweg als nicht sehr günstig erscheint.

Im Gegensatz hierzu erscheint die „Bibliographie der gesamten Sozialwissenschaften“ in internationalen monatlichen Lieferungen und am Schlusse jedes Jahres noch in Jahressbänden. Gerade für das Arbeitsgebiet dieses Institutes spielt ja die schnelle Information eine besondere Rolle.

Auf dem Gebiete der Technik ist das Auskunftswesen bisher nicht über die primitivsten Ansätze hinausgekommen. Insbesondere fehlt es an großen Zentralstellen mit internationalem Arbeitsbereich,

die auf technischem Gebiete etwa das leisten würden, was auf wirtschaftlichem Gebiete, insbesondere im kaufmännischen Kreditwesen, die großen Kreditauskunfteien, von denen einzelne Unternehmungen über Hunderte von Filialen und viele Tausende von Angestellten verfügen, seit Jahrzehnten bereits leisten. Aber wenn man den Dingen auf den Grund geht, findet man, daß das technische Auskunftswesen ganz besondere und eigenartige Voraussetzungen hat. Einerseits ist der Gegenstand der technischen Auskunft, soweit nicht etwa bereits über ihn etwas veröffentlicht worden ist oder soweit er nur mehr technisch-akademische Bedeutung beanspruchen kann, das sorgfältig gehütete Geheimnis des Fabrikanten, der seinen etwaigen Vorsprung gegenüber der Konkurrenz behaupten muß. Die Beschaffung einer aktuellen technischen Auskunft stößt deshalb auf ganz ungewöhnliche, auf anderen Gebieten unbekanntere Schwierigkeiten. Und was die technisch-literarische Auskunft anlangt, so darf man nicht vergessen, daß das, was in der Technik veröffentlicht wird, wohl nur in den seltensten Fällen den neuesten Stand der Kenntnis und Erfahrung über den betreffenden Gegenstand darstellt. Man kann im Gegenteil wohl sagen, daß gerade auf technischem Gebiete grundsätzlich die Literatur um Monate, wenn nicht Jahre hinter dem Stand der Praxis herhinkt. Nichtsdestoweniger hat die technisch-literarische Auskunft, der ich mich zunächst zuwenden will, recht bedeutsame Aufgaben zu lösen. Die Bedeutung einer erschöpfenden technisch-literarischen Auskunft geht schon daraus hervor, daß von den im Jahre 1908 ergangenen 40 312 deutschen Patentanmeldungen 23 185 zurückgewiesen wurden, weil bereits über den Gegenstand etwas veröffentlicht vorlag.

Die großen Firmen helfen sich vielfach dadurch, daß sie besondere Patentbureaus organisiert haben, auf denen die Patentliteratur und die wichtigsten Spezialzeitschriften leicht eingesehen werden können. Das Kaiserliche Patentamt hat sich für Recherchezwecke seit langem ein „Repertorium der technischen Journal-Literatur“ geschaffen, ein Werk, das seit 1856 auch veröffentlicht wird. Es enthält in dem zuletzt erschienenen Jahrgang 1907 Auszüge aus über 400 technischen Zeitschriften. Diese Auszüge sind alphabetisch nach Stichwörtern geordnet, so daß man durch Zuhilfenahme der Sachregister sich schnell unterrichten kann, ob und was über einen Gegenstand veröffentlicht worden ist. Der Nachteil des Repertoriums besteht darin, daß es nur einmal jährlich erscheint und dann noch mit 10 Monaten Verspätung, so daß man sich über die jüngste Literatur aus dieser Quelle nicht unterrichten kann. Diesem Bedürfnis abzuhelpen haben dann zahlreiche Fachzeitschriften eine „Zeitschriftenschau“ eingerichtet, die aber naturgemäß nur die Spezialschriften eines Gebietes umfaßt und in der Regel nicht sonderlich sorgfältig ausgearbeitet ist. Weit wertvoller sind die

Spezialbibliographien wie die „Fortschritte der Elektrotechnik“, die „Mitteilungen aus der Tagesliteratur des Eisenbahnwesens“, die „Bibliographie des Wasserbaues“ u. a.

Die wenigen vorhandenen „Zusammenstellungen neuerschienener Bücher“ sind aber noch weitaus unzulänglicher. Sie sind in der Regel nur Aufzählungen der bei der Redaktionen mehr oder weniger vollständig eingelaufenen Rezensionsexemplare. Eine auch nur einigermaßen vollständige Zusammenstellung, die auch die zahlreichen, oft sehr wertvollen im Buchhandel gar nicht erscheinenden Monographien von Firmen und Verbänden enthält, gibt es zurzeit in Deutschland überhaupt nicht.

Im Gegensatz zu Deutschland bestehen im Auslande auch umfangreichere allgemeinere technische Bibliographien, die auch die wichtigste Literatur des Auslandes umfassen. Ich erwähne nur die folgenden: Index technique, Engineering Digest und Mois scientifique et industriel. Was dagegen bis vor kurzem noch völlig fehlte, ist eine Zentralstelle für technisch-literarische Informationen.

Es leuchtet ein, daß es sich hier um eine gewaltige Leistung handelt, deren Organisation noch deshalb besondere ungewöhnliche Schwierigkeiten bietet, weil es sich einerseits um Arbeiten handelt, die zum Teil wissenschaftliche, erfahrungsgemäß die Selbstkosten nicht deckende Arbeiten umfaßt (Bibliographie), also auf Subventionierung angewiesen ist, und weil es sich andererseits teilweise doch wieder um rein verlegerische, d. h. geschäftliche Unternehmungen handelt. Man kann deshalb wohl verstehen, daß sich weder die bestehenden wissenschaftlichen oder industriell-technischen Vereinigungen noch die technische Verlegerwelt an die Lösung dieser Aufgabe machten, die, wenn auch nicht in der vorstehend geschilderten umfassenden Anlage, so doch in einzelnen Teilgebieten seit vielen Jahren immer wieder erörtert wird und zur Gründung der oben erwähnten kleineren Unternehmungen im Auslande geführt hat.

Im Herbst vorigen Jahres ist man nun in aller Stille auch an die Lösung der Aufgabe in ihrem vollen Umfange herangetreten. Mit der am 28. November 1908 erfolgten Begründung des „Internationalen Instituts für Techno-Bibliographie“ in Berlin hat die deutsche Technik und Industrie den ersten und entscheidenden Schritt getan, dem sich das Ausland durch die Gründung weiterer Sektionen angeschlossen hat. Im Organisationsausschuß des in der Form des eingetragenen Vereins begründeten Institutes sind vertreten:

An Verbänden und Firmen: Der Verband deutscher Architekten- und Ingenieurvereine; der Verein deutscher Revisions-Ingenieure; der Verein deutscher Maschinen-Ingenieure; die deutsche Chemische Gesellschaft; der deutsche Techniker-Verband; der Verein zur Beför-

derung des Gewerbefleißes; das Kgl. Materialprüfungsamt Gr.-Lichterfelde; der Verein deutscher Ingenieure; die Firma A. Borsig; das Kaiserl. Patentamt; der Elektrotechnische Verein; der Verband deutscher Elektrotechniker; der Verband deutscher Patentanwälte; der Bund der Industriellen; der Verein österreichischer Chemiker; das Archiv der Diskonto-Gesellschaft; die Bank für Handel und Industrie; die deutsche Gesellschaft für Mechanik und Optik; der Verein deutscher Chemiker.

Dem Organisationsausschuß gehören u. a. ferner an: Prof. Dr.-Ing. h. c. C. von Bach, Stuttgart; Generalsekretär Dr. Beumer, M. d. A., Düsseldorf; Generaldirektor Kgl. Baurat Blum, Berlin; Prof. Borrmann, Rektor der Kgl. Technischen Hochschule, Charlottenburg; Geh. Regierungsrat Prof. Max Delbrück; Geh. Hofrat Prof. Dr. Walther von Dyck, München; Wirkl. Geh. Oberregierungsrat Hauss, Präsident des Kaiserl. Patentamtes, Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. O. Kammerer, Berlin; Kgl. Baurat Max Krause, Berlin; Dr.-Ing. h. c. Carl von Linde, München; Geh. Kommerzienrat Dr.-Ing. J. Loewe, Berlin; Kgl. Baurat Dr.-Ing. h. c. Oskar von Miller, München; Generaldirektor Dr.-Ing. h. c. von Oechelhäuser, Dessau; Geh. Baurat Dr.-Ing. h. c. E. Rathenau, Berlin; Kgl. Baurat Dr.-Ing. von Rieppel, Nürnberg; Ingenieur Dr.-Ing. Emil Schroedter, Düsseldorf; Geh. Regierungsrat Wilhelm von Siemens, Berlin; Geh. Regierungsrat Prof. Dr. Slaby, Charlottenburg; Kgl. Baurat Taaks, Hannover.

Seit Januar d. J. hat das Institut bereits seine Arbeit aufgenommen, und eine Anzahl seiner Veröffentlichungen sind bereits erschienen¹⁾. Der Zeitpunkt scheint mir daher gekommen, die Aufmerksamkeit weiterer Kreise der Technik und Industrie auf das neue Unternehmen zu lenken, darzustellen, wie die Arbeit bisher organisiert wurde, und was das Institut noch zu leisten vermag, wenn es dem Verständnis der interessierten Kreise begegnet und deren finanzielle und sachliche Unterstützung findet. Erfreulicherweise haben bereits eine Anzahl deutscher Vereine und Firmen namhafte Jahresbeiträge gezeichnet und jede andere Unterstützung der Institutsarbeit zugesagt, z. T. aus eigener Initiative.

Wie hat das neue Institut nun seine Arbeit organisiert und wie wird die Arbeit den Interessenten zugänglich gemacht? Gegen Zahlung von 25 M. jährlich (für technische Studierende 15 M.) wird man Mitglied des Institutes und erhält als solches regelmäßige technisch-literarische Auskünfte durch Lieferung eines der Institutsorgane, der Zweiwochenschriften: Maschinentechnische Auskunft, Elektrotechnische,

¹⁾ Die Geschäftsstelle des Institutes, Berlin W. 50., Spichernstraße 17, versendet an Interessenten Drucksachen und Probenummern in deutscher, französischer und englischer Sprache.

Bautechnische, Chemischtechnische und Berg- und hüttenmännische Auskunft. Die fünf Hefte enthalten in einem I. Teile neben den Nachrichten der Institutsleitung¹⁾ Mitteilungen der Technischen Auskunftsstelle, ferner eine Tafel, auf der die neuerscheinenden sowie die ihr Erscheinen einstellenden technischen Zeitschriften aller Länder verzeichnet sind, ferner eine Abteilung „Zeitschriftencharakteristik“. In dieser finden sich eingehende Beschreibungen aller vorhandenen technischen und industriellen Periodika.

Der II. Teil der Zeitschrift enthält die „Bibliographie der Technik, Neue Folge des früher im Kaiserlichen Patentamt herausgegebenen Repertoriums der technischen Journal-Literatur“. Das seit 1824 bearbeitete und seit 1856 in Jahressbänden veröffentlichte „Repertorium“ findet also von 1908 ab seine Fortsetzung in den Veröffentlichungen des I. I. T. B. Selbstverständlich gibt das Institut auch Jahressbände heraus: Zusammenfassungen der Monatszusammenstellungen, denen übersichtliche Register beigegeben werden.

Die Fortsetzung des „Repertoriums“ ist aber dadurch beträchtlich erweitert worden, daß die Zahl der bearbeiteten Zeitschriften von 430 auf rund 1000 erhöht wurde, und daß neben der Zeitschriften-Literatur die gesamte Buch- und Broschürenliteratur Aufnahme findet. Auch die Kataloge und die Gelegenheitsschriften der Firmen finden Aufnahme, soweit sie dem Institut eingesandt oder sonstig bekannt werden. Nicht einbezogen sind dagegen die Patentschriften, die zunächst nur in der „Chemischen“ und „Elektrotechnischen Auskunft“ aufgenommen werden. Alle ermittelten Arbeiten werden in Abteilungen einer Systematik alphabetisch aufgeführt. Neben den einfachen bibliographischen Daten werden auch kurze Referate beigegeben, deren Ausarbeitung einer großen Anzahl von Mitarbeitern, darunter zahlreichen Spezialisten aus dem Kaiserlichen Patentamt im In- und Auslande übertragen ist. Die ganze Arbeit wird zurzeit in Berlin, London, Paris und Prag geleistet, soll aber später noch an weitere Zweigbüros der einzelnen Länder abgetreten werden, so daß schließlich in Berlin nur noch die deutsche Literatur bearbeitet wird.

Das Gesagte betrifft aber nur den ersten Teil des Programmes: den Nachweis und die knappe Charakteristik der gesamten internationalen neuerschienenen technischen Literatur.

Das Institut hat auch die Herausgabe zweier Monographien bereits in Angriff genommen: eine Bibliographie der Luftschiffahrt von den ältesten Zeiten bis zum Ende des Jahres 1908, ein Werk, für das Graf Zeppelin als erster einen Fonds von 1000 Mark stiftete, und dann

¹⁾ Vorsitzender des Vorstandes ist Geh. Reg.-Rat. Prof. Kammerer, Beisitzer Geh. Rat Dr. L. C. Weber und Dr. Hermann Beck.

einen technischen Zeitschriftenführer. Dies Werk ist ein internationales Handbuch der Fachpresse der Technik und Industrie, enthaltend Angaben über den genauen Titel, Namen und Adresse des Herausgebers, der Redaktion, des Verlegers, das Format, die Erscheinungsweise, Umfang, Preis, Auflagehöhe, die Höhe des Honorars für Beiträge und endlich eine streng objektive Charakteristik des Blattes aus der Feder seines Herausgebers, umfassend Geschichte, Tendenz und Einrichtung.

Ein weiterer Band behandelt die technischen Schriftsteller: Ein internationales Handbuch, enthaltend die Biographie und Bibliographie lebender technischer und industrieller Fachschriftsteller, Publizisten und Gelehrten. 1. Teil Deutschland, Deutsch-Österreich und Schweiz. 2. Teil Frankreich und Belgien. 3. Teil England. 4. Teil Amerika.

Der für später geplante 3. Band wird die wissenschaftlich-technischen Vereine und Institute sowie das technische Unterrichtswesen behandeln.

Ferner steht das Institut im Begriff, sich eine Reihe von Einrichtungen anzugliedern, die teils ausschließlich den Mitgliedern des Institutes zur Verfügung stehen, teils zu ermäßigten Gebühren von ihnen benutzt werden können¹⁾.

Da es sich hierbei um Unternehmungen handelt, die ihrer ganzen Anlage nach auf den Erwerbzweck gerichtet sein müssen und die z. T. die Investierung bedeutender Kapitalien erforderten, sollen es völlig selbständige Betriebe sein.

Die Abteilung I: Techno-Bibliographische Auskunftsstelle gibt Auskunft:

1. was im letzten Monat (oder überhaupt) auf irgendeinem Gebiet oder über irgendeinen bestimmten Gegenstand der Technik an Büchern, Broschüren, Katalogen oder Aufsätzen in über 1000 Fachzeitschriften der Hauptkulturländer erschienen ist;

2. was ein bestimmter Verfasser im letzten Monat (oder überhaupt) veröffentlicht hat, und sie nennt für jedes Spezialgebiet literarisch tätige Ingenieure;

3. sie liefert Auszüge und Übersetzungen aus der gesamten technischen Literatur, einschließlich der Patentschriften aller Länder;

4. sie gibt Informationen über die internationale Fachpresse, speziell die neuerscheinenden oder ihr Erscheinen einstellenden technischen und industriellen Fachzeitschriften;

5. übernimmt ferner den Nachweis, von welcher Bibliothek ein gesuchtes Buch entliehen werden kann.

¹⁾ Ist inzwischen geschehen. Verf.

Die Gebühren betragen 3 M. für eine gewöhnliche Auskunft. Im Abonnement: 10 Auskünfte 20 M. Bei umfangreicheren Recherchen werden Zuschläge nach Übereinkunft erhoben;

6. übernimmt die Auskunftsstelle die Unterstützung von Patent-Vorveröffentlichungs-Recherchen durch den Nachweis literarischen Materials speziell aus Fachzeitschriften und der Katalog-Literatur.

Die Abteilung II, die Zentralstelle für technische Auskünfte, umfaßt einen internationalen Mitarbeiterstab von mehreren hundert Spezialisten aus Wissenschaft und Praxis, von denen jeder einzelne nur auf seinem engsten Spezialgebiet an der Auskunfterteilung mitwirkt.

Sie erteilt Auskunft über alle wissenschaftlichen und praktischen rein technischen Fragen und vermittelt ferner den Austausch gemachter Erfahrungen usw.

Die Gebühren betragen für Nichtmitglieder des Institutes 5 M., für Mitglieder 2,50 M. — im Abonnement 10 Auskünfte 25 M. für Nichtmitglieder, 15 M. für Mitglieder.

Die III. Abteilung ist die Zentralstelle für Beschaffung, Katalogisierung und Verwertung technischer Illustrationen. Das Archiv stellt eine umfangreiche, ständig à jour gehaltene Sammlung von Photographien, Zeichnungen und Plänen, sowie entsprechenden textlichen Erläuterungen und Kartenrepertorien dar. Seine Leistungen sind die folgenden:

1. Lieferung von Illustrationsmaterial für Zeitschriftenartikel, Kataloge, Bücher. Die Bilder sind teils Originalaufnahmen, teils stammen sie von Firmen und Erfindern, aus Spezialsammlungen, Bibliotheken und Museen, von Reisen und Ausstellungen, teils sind sie auf dem Wege des Austausches mit Sammlern, Fachredaktionen des In- und Auslandes beschafft.
2. Propagierung wertvoller neuer Erfindungen und sonstiger großer technischer Leistungen. Das Archiv sendet illustrierte Aufsätze über wertvolle technische und industrielle Fortschritte an eine große Anzahl mit ihm in regelmäßiger Verbindung stehender illustrierter Revuen und Fachblätter des In- und Auslandes. Außerdem erhalten Buchverleger, Museen, öffentliche und private Sammlungen, Bibliotheken, Schulen und Vereine von Fall zu Fall Ansichtssendungen der neuesten für sie wertvoller Bilder und Texte.
3. Ausarbeitungen von illustrierten Jubiläumsschriften und Ausstellungskatalogen, ferner von Denkschriften über Gründungen und Erfindungen. Geschichtliche Überblicke über das betr. Gebiet als Einleitung. Gediogene illustrierte Reklamebroschüren mit unterhaltendem, belehrendem oder historischem Text.



Das Archiv bittet Erfinder, Firmen und Vereine, Photographien von Neuheiten, an deren Verbreitung ihnen liegt, dem Archiv nebst zugehörigen Texten zu überlassen.

Als Abteilung IV ist dem Institut ein Bureau für technisch-industrielle Zeitungsausschnitte angegliedert worden.

Die Abteilung V endlich ist die Technische Buchhandlung des Bibliographischen Zentral-Verlags. Dieselbe übernimmt die Beschaffung des in der Techno-Bibliographie enthaltenen literarischen Materials, aller Zeitschriften und Bücher des In- und Auslandes zu Originalpreisen.

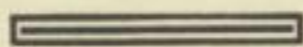
Endlich ist zu erwähnen, daß auf Anregung des Institutes an der Kgl. Bibliothek in Berlin eine technische Zentralbibliothek eingerichtet worden ist: eine möglichst vollständige Sammlung der internationalen technischen Zeitschriften- und Bücherliteratur. Während die preußische Literatur durch die gesetzlichen Pflichtexemplare von der Kgl. Bibliothek lückenlos gesammelt werden konnte, findet sich an außerpreußischer und insbesondere ausländischer technischer Literatur so gut wie nichts an der ersten Bibliothek des Reiches. Man war deshalb bis jetzt in Berlin auf die Bibliotheken der technischen Hochschule und des Kaiserl. Patentamtes angewiesen: ein Umstand, der zu einer stetig unangenehmer werdenden fühlbaren Behelligung dieser eigentlich nur für die Angehörigen beider Institute bestimmten Bibliotheken durch Außenstehende führte. Hinzu kam, daß bei den genannten Bibliotheken ein Ausleihen an außerhalb Berlins Wohnende ausgeschlossen war, während die Kgl. Bibliothek bekanntlich einen außerordentlich umfangreichen Buchverkehr nach auswärts unterhält: ein Umstand, der bei der Vergleichung ihrer Ausleihziffern mit denen der amerikanischen Präsenzbibliotheken nur zu oft ganz übersehen wird.

Erfreulich ist der Umstand, daß die neue technische Zentralbibliothek in enger Verbindung mit dem techno-bibliographischen Institute ins Leben tritt. Damit ist unseres Wissens zum ersten Male in Deutschland die prinzipiell höchst wichtige Verbindung von Zentralbibliothek und Zentralbibliographie geschaffen worden. Praktisch bringt das beiden Teilen den größten Nutzen. Das bibliographische Institut sammelt zunächst mit Hilfe seines Stabes von Fachleuten alle technisch-literarischen Informationen, läßt sich das Material dann durch den Buchhandel kommen, Referate aus fachmännischer Feder erstatten. Auf Grund dieser Sichtung kann dann die technische Zentralbibliothek ihre Anschaffungen in zweckmäßiger Weise vornehmen. Das zwischen der Kgl. Bibliothek und dem I. I. T. B. getroffene Abkommen, das im Mai vor. J. in Kraft trat, sieht vor, daß z. Z. etwa 300 technische Fachzeitschriften, die das Institut durch seine Mitarbeiter bibliographisch bearbeiten läßt, ferner die Bücher- und Broschürenliteratur zunächst

dem Institute zur Verfügung stehen. Das Institut ist dadurch der Hauptschwierigkeit der Materialbeschaffung enthoben: es ist nicht mehr ausschließlich auf die unentgeltliche Überweisung von Rezensionsexemplaren angewiesen, kann also das Material in großer Vollständigkeit seinen Mitarbeitern zur Berichterstattung zur Verfügung stellen. Soweit die preußische Literatur in Frage kommt, ist für die Beamten und Mitarbeiter des I. I. T. B. die Schaffung besonderer Arbeitsgelegenheiten in den Räumen der Kgl. Bibliothek vorgesehen.

Als besonders glücklich darf endlich vielleicht noch die enge Beziehung der Techno-Bibliographie zu dem im Jahre 1905 begründeten und aus Reichsmitteln mit 15 000 M. subventionierten Internationalen Institut für Sozial-Bibliographie sowie zu den analogen Instituten für Bibliographie der Medizin und der Rechtswissenschaft bezeichnet werden. Das erstgenannte analog organisierte Unternehmen arbeitet vornehmlich auf wirtschaftlichem Gebiete und vermittelt die Kenntnis der industriell-wirtschaftlichen literarischen Neuerscheinungen — ebenfalls durch Monatshefte, Jahrbücher, eine Auskunftsstelle usw.

Das Vorgehen des techno-bibliographischen Instituts, eine Anzahl bereits bestehender und bewährter Unternehmungen sich ergänzend anzugliedern, — statt alles selbst machen zu wollen, — verdient m. E. Billigung. Es sichert seinen Bestrebungen, die technische Zentralauskunftsstelle zu werden, am besten den dauernden Erfolg, der ihm im Interesse der deutschen Technik und Industrie zu wünschen ist.



Die Sensitometrie photographischer Papiere.

Von Dr. Karl Kieser, Düsseldorf.

Für den Verbraucher photographischer Papiere kommt die Messung der Empfindlichkeit und die genaue Bestimmung der Gradation photographischer Papiere kaum in Betracht. Im allgemeinen geben ihm einige Probelichtungen unter geeigneten Negativen viel einfacher und sicherer das, was er zu wissen wünscht.

Ganz anders liegen die Verhältnissn dagegen bei der Herstellung von Entwicklungs- und von Auskopierpapieren. Die Einführung genauer Prüfungsmethoden an Stelle des bloßen Probierens gibt einen viel tieferen Einblick in die Einzelwirkung der verschiedenen Faktoren, welche bei der Herstellung photographischer Papiere maßgebend sind, und sie ermöglicht oder erleichtert wenigstens außerordentlich die Lösung einer Reihe von Aufgaben, welchen sich der Photochemiker bei der Ausarbeitung und dem Studium photographischer Papiere gegenüber sieht.

Um einige praktische Beispiele zu geben, sei z. B. folgendes erwähnt. Es sei die sehr oft vorliegende Aufgabe gestellt, eine von anderer Seite angebotene Papiermarke möglichst genau nachzuahmen. Liegt der gewünschte Emulsionscharakter demjenigen der im eigenen Betriebe hergestellten Emulsion ziemlich nahe, so ist es ja oft möglich, durch einige wenige empirische Versuche rasch das richtige zu treffen; oft aber unterscheidet sich die Konkurrenzmarke recht erheblich von der eigenen und dann sind viel mehr Einzelversuche notwendig, wenn sie nur praktisch kontrolliert werden, als wenn einem eine Methode, welche eine systematische Kontrolle erlaubt, zur Seite steht.

Oder man will z. B. den Einfluß steigender Mengen eines Zusatzmittels zur Emulsion, auf die Gradation, die Empfindlichkeit, die Tiefe und die Schleierbildung studieren. Bilder von passenden Negativen geben natürlich ebenfalls Resultate. Aber abgesehen davon, daß deren Interpretierung stets subjektiver ist als z. B. die einer Photometerskala oder der davon abgeleiteten Gradationskurve, kommt ein noch viel wichtigeres psychologisches Moment in Frage. Das aus einem Bilde erhaltene technische Resultat prägt sich viel weniger in das Gedächtnis ein, da immer der dargestellte Gegenstand, und sei er auch noch so

einfach, im Gedächtnis sich mit dem technischen Resultat mischt und dieses trübt.

Das auf diese Weise erhaltene Wissen ist weniger fest und systematisch als das aus einer Meßmethode gewonnene.

Im übrigen ist die praktische Prüfungsmethode mittels Negativen verschiedenen Charakters keineswegs so einfach. Sie erfordert bei sehr abweichendem Verhalten des zu untersuchenden Papiere meist eine Reihe von Probelichtungen, da nur aus einem einigermaßen richtig belichteten Bilde sich ein Resultat ableiten läßt und sie erfordert ein nicht immer leicht zu habendes Material, das sind gute Negative verschiedenen Charakters, ich betone ausdrücklich das Wort gute! Wie häufig geschieht es dann, daß eines der Negative zerbricht oder durch den Gebrauch verschleißt, was den späteren Vergleich von Versuchsserien verschiedener Herstellungszeiten ganz außerordentlich erschwert.

Gerade die wichtigste Forderung, diejenige der leichten Reproduzierbarkeit läßt eben die empirische Methode vollkommen vermissen, und es ist tatsächlich deshalb oft fast unmöglich, aus nur von bildlichen Belegen begleiteten Anforderungen der Abnehmer zu entnehmen, welchen Emulsionscharakter nun eigentlich der Fragesteller wünscht.

Eine weitere Forderung, welche eine Methode erfüllen muß, die für dauernde Verwendung im Untersuchungslaboratorium geeignet sein soll, ist diejenige größtmöglicher Einfachheit in der Apparatur und Handhabung. Ein einfacher, einigermaßen intelligenter Laborant muß den rein technischen Teil der Untersuchung anstandslos erledigen können, so daß für den eigentlichen Experimentator nur die Ableitung und Interpretation der Versuchsergebnisse übrig bleibt. Wo, wie z. B. zur Kontrolle der täglichen Produktion einer Fabrik photographischer Papiere oft einige Dutzend Einzelversuche notwendig sind, würde die zur Ausführung notwendige Zeit den Werkleiter viel zu sehr belasten.

Wenn noch gleichzeitig die Forderung erfüllt ist, daß das Resultat, welches die an sich einfache Methode ergibt, möglichst viele Eigenschaften des Papiere gleichzeitig erkennen läßt, so erfüllt sie alle berechtigten Anforderungen.

Sie wissen alle, daß Bunsen in Gemeinschaft mit Roscoë wohl die ersten eingehenden Versuche über den Zusammenhang von wirksamer Lichtmenge und Dunklung bei photographischen Silberpapieren angestellt hat, und zwar nicht aus photographischen, sondern aus aktinometrischen Gründen.

Die verwendeten Apparate und Meßmethoden, das Pendelphotometer und später ein chronographenartiger Exponierapparat erlauben eine sehr große Genauigkeit, aber sie sind zweifellos zu subtil für die gewöhnliche photochemische Praxis.

Auch heute noch für einfache Messungen am öftesten angewendet sind die Papierskalenphotometer, die in Deutschland meist mit dem Namen von H. W. Vogel verbunden werden. Sie bestehen aus stufenförmig übereinandergelegten feinen Papierstreifen, welche eine beliebig lange Skala bilden können. Die Lichtintensitäten unter diesem Streifen-system bilden theoretisch eine geometrische Reihe, in deren Glieder die Schichtenzahlen die Potenzexponenten sind. Wenn man also die Konstante der Reihe, den Extinktionskoeffizienten kennt, so ist man imstande, in einfacher Weise die wirksam gewesenen relativen Lichtmengen zu berechnen.

Für die erste Orientierung sind die Papierskalenphotometer sehr angenehm und brauchbar, und v. Janko, Valenta, v. Hübl, Jones u. a. haben wertvolle Arbeiten über Auskopierpapiere damit gemacht; aber schon der Erstgenannte, welcher sich eingehend mit der Methode beschäftigt hat, hat auch scharf ihre Mängel charakterisiert. Ein Hauptfehler ist die Inkonstanz des Extinktionskoeffizienten, er wächst ungesetzmäßig mit der Anzahl der Schichten. Die unvermeidlichen Inhomogenitäten auch des besten Seiden- oder Pauspapiers tragen hieran die Schuld. Mit der Reproduzierbarkeit des Apparates hapert es ebenfalls, da man es dem Zufall überlassen muß, immer auch nach größeren Zeiträumen Papier von gleichem Extinktionskoeffizienten zu erhalten. Ein weiterer Mißstand ist der, daß überhaupt ein absorbierendes, und zwar stark selektiv absorbierendes und dazu noch veränderliches Medium zwischen die Lichtquelle und die lichtempfindliche Schicht eingeschaltet wird. Das gleiche gilt von den zahlreichen Abarten dieser Art von Photometern, des Warnerkeschen, des Wynneschen, des Japman-Jones usw., welche alle konstruiert wurden, um die Reproduzierbarkeit zu sichern; wie allgemein bekannt, mit geringem Erfolge.

Leicht reproduzierbar und auch frei von dem Fehler der zwischengeschalteten absorbierenden Medien ist das Röhrenphotometer, das im wesentlichen aus einem Bündel von Lochkamas besteht, deren Öffnungsverhältnis in gesetzmäßiger, im übrigen beliebiger Weise von Kamera zu Kamera wächst. Gegen das Kassettenende aller dieser Kamas wird das lichtempfindliche Papier gehalten, während das System auf eine gleichmäßig erhellte Fläche gerichtet wird. Entsprechend des gesetzmäßigen Wachsens der Öffnungen von Kamera zu Kamera wächst auch die Lichtstärke in den Bildebenen. Das Röhrenphotometer hat noch in den letzten Jahren vielfach Verwendung gefunden, z. B. zur Bestimmung der Helligkeit von brennendem Aluminium, Magnesium und Phosphor durch Eder. Die Brauchbarkeit der Methode wird am besten gerade dadurch dokumentiert, daß sie von dem Vater der modernen Sensitometrie angewendet wurde. Die

verhältnismäßig geringe Lichtstärke des Instruments, in Verbindung mit dem Umstande, daß die Felder desselben nicht ohne Zwischenräume aneinanderstoßen, was die Beurteilung der Gradation außerordentlich erschwert, läßt es für den Massengebrauch doch nicht als ganz geeignet erscheinen.

Das bekannte Scheinersche Sensitometer in der Ederschen Modifikation und in seiner Verwendung für Papiere möglichst an das Edersche System der Sensitometrie angeschlossen, erfüllt dagegen alle Anforderungen, welche man an ein solches Instrument zur ausgiebigen Verwendung stellen muß.

Es ist mit technisch genügender Genauigkeit reproduzierbar, es besitzt keine absorbierenden Medien und seine Bedienung ist einfach und leicht. Bekanntlich arbeitet man für die hochempfindlichen Trockenplatten mit einer abgeblendeten Benzinkerze, welche nun allerdings auch für die höchstempfindlichen positiven Bromsilberpapiere viel zu lichtschwach ist. Der Schwellenwert solcher Papiere liegt etwa bei zehn Sekundenmeterkerzen, ist also fast hundertmal höher als der einer Rapidplatte. Die Helligkeit der für solche Papiere brauchbaren Lichtquelle unter Beibehaltung der von Eder angegebenen Abstände und Belichtungszeiten beträgt ca. 7,6 Meterkerzen. Vorteilhaft verwendet man das große Modell des Scheinersensitometers und muß dann einen größeren Abstand der Lichtquelle und damit eine größere Lichtstärke nehmen. Zehn Kerzen und die zugehörige Entfernung hat sich als brauchbar erwiesen. Es ist nun nicht ganz leicht, eine geeignete Lichtquelle zu finden. Abgeblendetes Auerlicht ist inkonstant und schwer reproduzierbar, die Pentanlampe ist zu lichtschwach und die in England und Frankreich für ein ähnliches System angewendete Azetylenflamme kann wohl lichtstark und konstant genug erhalten werden, aber Azetylgas und photographische Papiere reimen sich sehr wenig zusammen, da sehr kleine Mengen Azetylgas außerordentlichen Schaden durch chemische Verschleierung hervorrufen können. Als brauchbar erweist sich elektrisches Glühlicht, und zwar in Form der Osramlampe, da bei dieser die Lichtschwankungen nicht einer so hohen Potenz der Stromschwankungen entsprechen, wie bei der Kohlenfadenlampe: Man schaltet in den Stromkreis, der von einer Akkumulatorenbatterie gespeist wird, einen veränderlichen Widerstand und parallel zur Lampe ein Voltmeter. Die Lampe selbst ist auf einer einfachen optischen Bank verschiebbar, um auch in der reduzierten Entfernung belichten zu können. Der Antrieb der Sensitometerscheibe geschieht vorteilhaft durch einen kleinen Elektromotor, auch ist es praktisch, die Belichtungszeit automatisch mittels eines elektrisch angetriebenen Pendels zu begrenzen.

Die Lichtstärke von zehn Kerzen reicht für alle Zwecke bei Bromsilberpapieren aus. Gaslichtpapiere, also Chlorsilberpapiere für Entwicklung, benötigen allerdings zur Bestimmung der Empfindlichkeit eine Belichtungszeit von einer Minute in der näheren Entfernung und zur vollständigen Erreichung größter Schwärze in den dunkeln Feldern von 14 Min. 20 Sek., was schon reichlich lang ist. Aber es hat sich keine Lampe finden lassen, welche bei genügender Helligkeitskonstanz nach ihrer spektralen Helligkeitsverteilung einen Anschluß an die für die höher empfindlichen Papiere gebrauchte Osramlampe erlaubt.

Die Reproduzierbarkeit der Lampe ist eine gute. Man prüft von Zeit zu Zeit mit Photometeraufsatz und Amyllampe die optische Helligkeit der Osramlampe und korrigiert eine etwaige Abnahme durch Erhöhung der Spannung. Auch gelingt es ziemlich leicht, unter den käuflichen Lämpchen einen Ersatz zu finden, welcher auf gleiche Weise der vorher verwendeten gleich gemacht werden kann. Die hier angenommene Gleichsetzung des Ganges der optischen und chemischen Lichtstärke ist, wie die Versuche ergaben, für diese technische Verwertung der Methode zulässig.

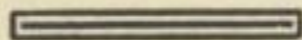
Die Festsetzung eines Normalentwicklers ist nicht zweckmäßig; man entwickelt mit dem für die betreffende Papiersorte vorgeschriebenen Entwickler, und zwar so lange Zeit, als ein richtig belichtetes Bild auf demselben Papier im selben Entwickler gebrauchen würde.

Die Auswertung der Ergebnisse ist vom Zwecke abhängig. Im allgemeinen wird man sich damit begnügen, die Empfindlichkeit des Papiers durch Ablesen des letzten, gerade noch sichtbaren Feldes und die Gradation durch Abzählen der unterscheidbaren Felder zu bestimmen. Bekanntlich kennzeichnet aber die letztere Zahl keineswegs allein den Charakter eines Papiers, sondern dies tun vor allem auch die Mitteltöne, der Verlauf der Schwärzung innerhalb der erkennbaren Intensitätsunterschiede. Man muß, um diesen zu erfahren, wenn man sich nicht mit einer bloßen Schätzung begnügen kann, genau wie bei Platten die charakteristische Kurve bestimmen. Man projiziert zu diesem Zwecke mittels eines photographischen Objektes ein Bild des zu messenden, geschwärzten Sensitometerfeldes und eines sonst gleich behandelten, aber unbelichteten Stückes desselben Papiers auf je eine der nebeneinander liegenden Öffnungen eines Polarisationsphotometers und findet nach bekannten Gesetzen die Schwärzung als $\log i/i_1$ ($i =$ Intensität der auffallenden, $i_1 =$ Intensität des diffus reflektierten Lichtes). Die Reihenfolge der Schwärzungen sämtlicher erkennbarer Felder gibt in voraussetzender Weise die Charakteristik der photographischen Eigenschaften des Papiers. Interessant ist, daß auch die tiefste Schwärzung sehr harter Bromsilberpapiere die Zahl 1,2 niemals übersteigt.

Ein solches Sensitometerbild zeigt auch noch in großer Reinheit die Tönung des Grundes, die Wirkung der speziellen Papierstruktur und läßt auch alle etwaigen Emulsionsfehler, Entwicklungsfehler usw. sehr leicht erkennen. Es soll dabei nicht gesagt sein, daß es nicht manchmal vorteilhaft, ja sogar notwendig ist, die Wirkung einer der genannten Eigenschaften an einem Abdruck von einem geeigneten Negative zu kontrollieren.

Die Verwendung des Scheinersensitometers zur Prüfung der Auskopierpapiere im möglichsten Anschluß an das vorgenannte System ist leider noch nicht befriedigend gelungen. Die Lichtquelle muß schon sehr kräftig sein, wenn sie die Versuchszeit brauchbar kurz gestalten soll. Eine Zeit lang glaubte ich in einer Quarzquecksilberdampfampe von Heräus das geeignetste Hilfsmittel zu sehen; aber für die übliche Form des Sensitometers, bei welchem der Abstand der lichtempfindlichen Schicht von den Ausschnitten der Scheibe noch relativ groß ist, werden infolge der großen räumlichen Ausdehnung der Lichtquelle alle Feldergrenzen verwischt. Durch etwas abgeänderte, besonders sorgfältige Konstruktion des Apparates ließe sich dieser Übelstand beseitigen. Vielleicht wäre auch die Konstanz der Lichtstärke einer Hochspannungsbogenlampe eine genügende, um ohne Abänderung der Apparatur auch Auskopierpapiere prüfen zu können. Doch stehen die Versuche damit noch aus.

Es läßt sich die Frage aufwerfen, ob es zweckmäßig wäre, eine Empfindlichkeitsbezeichnung der photographischen Papiere vom Fabrikanten aus vorzunehmen. Diese könnte jedoch immer nur eine sehr ungefähre bleiben, da sich erfahrungsgemäß die Empfindlichkeit und Gradation fast aller Papiermarken beim Lagern ziemlich rasch ändern, und zwar gerade meist anfangs schneller als später.



Bezeichnung der Empfindlichkeit von Platten und Films.

Von Hans Schmidt, Berlin.

In jüngster Zeit macht sich der Wunsch nach einer Bezeichnung der Empfindlichkeit von Platten und Films unter den Verbrauchern mehr und mehr geltend, während von seiten der Fabrikanten eine solche Angabe als überflüssig angesehen wird.

Um sich zu vergewissern, ob derartige Angaben in der Tat überflüssig sind, machte der Verfasser folgenden Versuch. Es wurden bei einer Anzahl der bekanntesten Berliner photographischen Händler die verschiedensten Platten- und Filmfabrikate gekauft und dieselbe in einer Magazinkamera unmittelbar hintereinander vollkommen gleich belichtet. Die Belichtung war auf Grund eines Vorversuches so gewählt worden, daß eine Agfa-Platte bei einer zehn Minuten dauernden Entwicklung in Rodinal 1:20 ein normales Negativ ergab. Nachdem sämtliche exponierten Platten und Films gemeinschaftlich in der oben angegebenen Weise entwickelt waren, konnte deutlich konstatiert werden, daß die erhaltenen Resultate von der allerverschiedensten Art waren. Einige der Platten waren gegenüber der als Standard gewählten Platte überbelichtet, andere dagegen stark unterbelichtet. (Einen Teil dieser Platten projizierte der Autor bei seinem Vortrage, und war der Unterschied in der Tat ein ganz enormer.)

War also so auf Grund eines praktischen Versuches nachgewiesen, daß eine Bezeichnung der Empfindlichkeit der Platten und Films durchaus nicht überflüssig ist, so drängte sich hieran unmittelbar die Frage auf, welches System der Bezeichnung etwa gewählt werden soll? In der Technik waren bisher zuweilen die Systeme von Warnerke, Hurter & Driffield, sowie Scheiner zur Anwendung gelangt.

Das Warnerkesche System eignet sich für eine allgemeine Verwendung nicht, da es viel zu ungenau ist, indem die im Handel befindlichen Warnerke-Sensitometer eine sehr große Ungleichheit aufweisen.

Wesentlich günstiger in dieser Beziehung stellt sich das Scheiner-System, indem es verhältnismäßig sehr zuverlässige Angaben ergibt. Das Scheiner-System hat aber zwei Nachteile, von denen der eine für den Geschäftsmann, der andere dagegen für den Verbraucher in Frage kommt.

Die Bezeichnung der Empfindlichkeit nach Scheiner ergibt fast durchweg kleinere Zahlen als diejenige nach Warnerke, indem z. B. eine Platte mit 21 Grad Warnerke nur 10 Grad Scheiner mißt. Für das große Publikum verschwindet bald der Name aus dem Gedächtnis, und dieses kommt dann sehr leicht zu der falschen Auffassung, daß eine Platte von 21 Grad Warnerke empfindlicher wäre als eine solche von 10 Grad Scheiner.

Für den Verbraucher hat das System nach Scheiner den Nachteil, daß man aus demselben nicht ohne weiteres erkennen kann, wie lange man etwa eine Platte von 18 Grad Scheiner belichten muß, wenn man die Belichtungszeit für eine Platte von 15 Grad Scheiner kennt. Es können für diesen Zweck natürlich geeignete Tabellen zusammengestellt werden, aber im gegebenen Momente hat man dieselben erfahrungsgemäß meist nicht zur Hand; man wird sich dann wundern, wenn man zufällig erfährt, daß eine Platte mit 15 Grad Scheiner doppelt so lange belichtet werden muß als eine solche mit 18 Grad Scheiner.

Dieses Verhältnis kommt, wie gesagt, bei dem Scheiner-System nicht unmittelbar zum Ausdruck, und auch bei dem Warnerkeschen ist es nicht zu ersehen. Ein für die Praxis bestimmtes Verfahren müßte aber derartige Verhältnisse unmittelbar erkennen lassen, und deshalb wäre auch hier die Einführung sog. relativer Zahlen, wie wir sie z. B. bei den Blendenbezeichnungen bereits allgemein eingeführt sehen, am Platze. Am zweckmäßigsten wäre es wohl, die Zahl 1 von Scheiner als Einheit zu wählen, so daß dann folgende Relationen beständen:

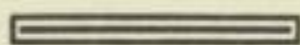
Scheinergrad:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Relat. Zahl:	1	1,3	1,6	2,1	2,6	3,4	4,3	5,5	7	8,9	11,3
Scheinergrad:	12	13	14	15	16	17	18	19	20		
Relat. Zahl:	14,4	18,3	23,4	30	37,9	48	60	78,5	100.		

Eine Platte mit einer Empfindlichkeit von 15 Grad Scheiner würde also die Zahl 30 und eine solche mit der Empfindlichkeit von 18 Grad die Zahl 60 erhalten. Hieraus wäre für den Verbraucher sofort zu erkennen, daß er mit der einen Platte (30) doppelt so lange belichten muß als mit der anderen (60). Zur leichteren Ausdrucksweise wäre auch hier an Stelle der Bezeichnung „relative Empfindlichkeit“ — analog den Bezeichnungen Scheiner, Warnerke usw. — ein Name zu setzen und soll hierfür derjenige **Eders** vorgeschlagen werden, da gerade dieser Forscher sich um die Sensitometrie der Trockenplatte hohe Verdienste erworben hat.

Das System von Hurter und Driffield kann der Verfasser dieses, obwohl es die relativen Belichtungszeiten direkt erkennen läßt, nicht als für die Praxis geeignet ansehen, da dessen Zahlenreihe gerade in

den häufiger gebrauchten Stellen sehr hohe Werte annimmt, die das Rechnen damit für den Laien wesentlich erschweren.

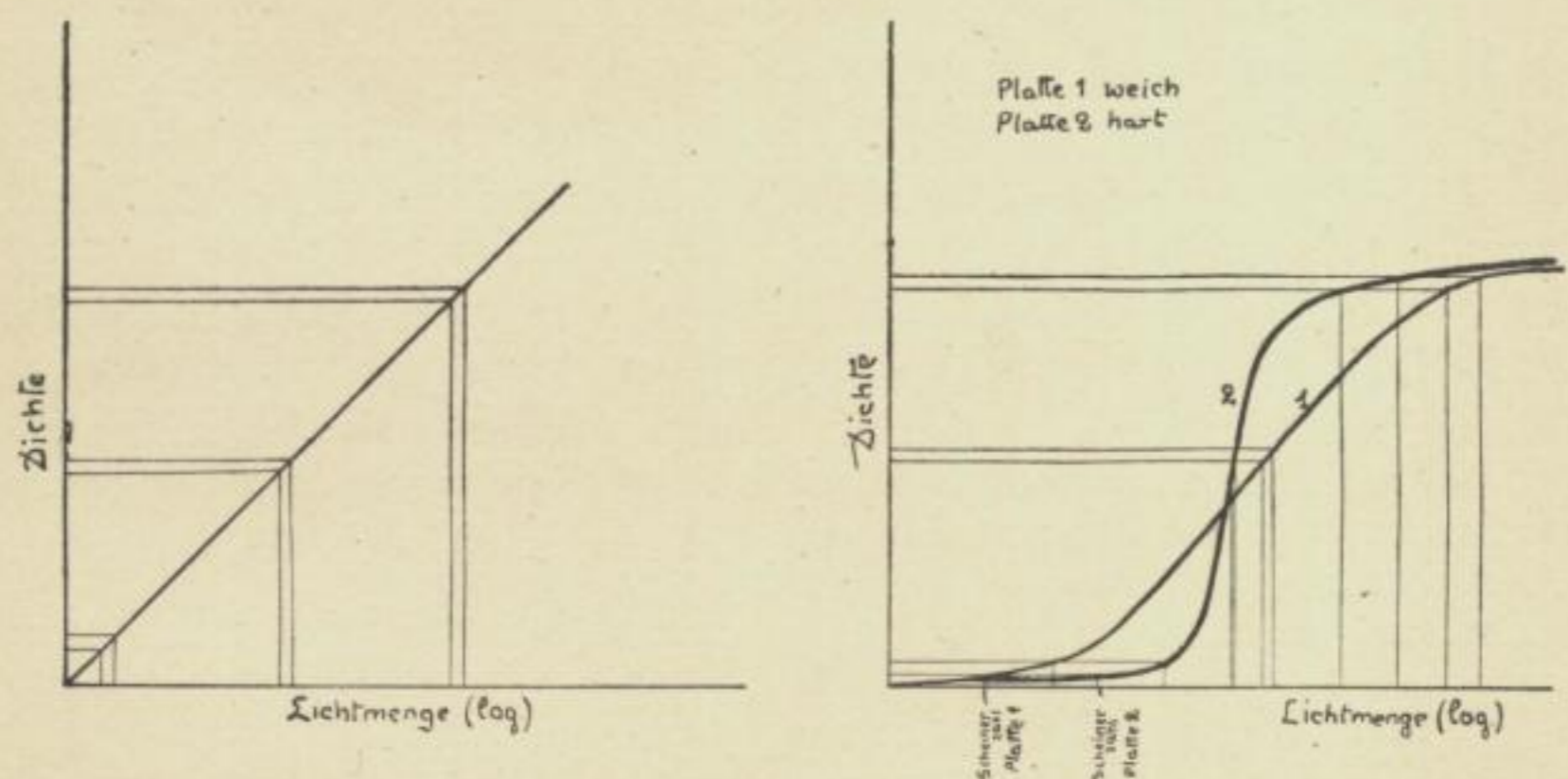
Zum Schlusse soll nicht in Abrede gestellt werden, daß einer exakten Bezeichnung der Plattenempfindlichkeit eine Reihe von Schwierigkeiten entgegenstehen, doch gilt wohl auch hier der Satz: „Wo ein Wille ist, da gibt es einen Weg“. Hoffen wir, daß dieser Weg bald gefunden wird, im Interesse der Erzeuger und der Verbraucher.



Die Detailwiedergabe in der Photographie.

Von Dr. E. Goldberg, Leipzig.

Den Begriff eines Details kann man folgendermaßen festlegen: Ein Detail ist ein feiner Unterschied in der Helligkeit zweier nebeneinander liegender Stellen des Bildes. Ein Detail kann nur dann bemerkt werden, falls der ihn darstellende Dichteunterschied größer als 0,01 ist. Diese Zahl entspricht der Unterschiedsschwelle des Auges. Ist die Neigung der charakteristischen Kurve an der betreffenden Stelle gleich 45° , so werden alle im photographierten Bilde oder Naturausschnitt sichtbare Details auch im Negative sichtbar sein, die Platte ist also ideal in bezug auf die Detailwiedergabe. Sämtliche bekannten Platten haben aber eine S-förmige Kurve. Bei allen solchen Platten ist die Steilheit der Kurve in den Lichtern und in den Schatten weniger als 45° ; einem Beleuchtungsunterschied von 0,01 entspricht also hier ein Dichteunterschied, der kleiner ist als dieser Wert der Unterschiedsschwelle, mit anderen Worten, in den Lichtern und den tiefen Schatten werden feine Details unterdrückt. Bei sehr harten Platten kommt es vor, daß die Kurve in den Mitteltönen noch steiler ist, als 45° ; in diesen Tönen können also im Negativ solche Details auftreten, die im Original unsichtbar waren. Diese Verhältnisse sind durch die Kurven in der Figur 1 ver-



Figur 1.

anschaulicht. Um die Detailwiedergabe einer Platte zu bestimmen, muß man also einfach die Neigung an bestimmten ausgewählten Stellen der Kurve ermitteln und in irgendwelchen Zahlen ausdrücken. Man könnte als solche Stellen die einzelnen Stufen des Scheinerschen Sensitometers wählen, aus verschiedenen Gründen wird jetzt gestrebt, die Zahl solcher Stufen zu verringern und die Expositionszeiten mit dem Verhältnis 1 : 2 (statt 1 : 1,26) anwachsen zu lassen. Es können jedoch verschiedene Wege eingeschlagen werden, um das zeitraubende Photometrieren und Zeichnen der Kurve zu umgehen, wie es im folgenden gezeigt werden wird.

Von den verschiedenen Ausführungsformen der Apparate zur Ermittlung der Detailwiedergabe hat sich die folgende als einfachste und sicherste erwiesen. Der Hauptteil des Apparates besteht aus einer Glasscheibe, wie sie in der Figur 2 in natürlicher Größe abgebildet ist; die darauf befindliche Zeichnung wurde erst in zehnfachem Maßstabe negativ gezeichnet, mittels einer Kolloidplatte photographiert, diese letztere durchbohrt und rundgeschnitten; die ganz



Figur 2.

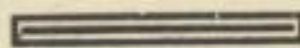
feinen Linien in der Mitte der Platte erleichtern das spätere Zentrieren auf der Welle. Die Belichtungszeiten der einzelnen Stufen verhalten sich wie 1 : 2; beim Drehen der Scheibe (am besten mittels eines kleinen Motors) entstehen wie bei dem bekannten Scheinerschen Sensitometer Ringe, die die Lichter, Mitteltöne und Schatten des Bildes darstellen. Das gesamte Belichtungsintervall der von mir benutzten Scheibe beträgt 1 : 32; bei Prüfung von Reproduktionsverfahren wird ein größeres nicht gebraucht, bei der Prüfung von Platten und Papieren kann man ohne weitere Schwierigkeiten die Zahl der Stufen und somit die Größe des Intervalles ausdehnen oder

noch einfacher ein zweites Mal, und zwar 64 mal länger auf ein zweites Stück Platte oder Papier belichten. Auf diese Weise wird ein Belichtungsintervall 1:2048 erhalten, das sogar in außergewöhnlichen Fällen ausreicht. Die in jeder Stufe der Scheibe eingezeichneten verschieden langen Kreisbogen sind von großer Wichtigkeit. Ihre Länge ist ganz genau bestimmt, und zwar beträgt die äußere Linie in jeder Stufe 25 0/0 des gesamten Ausschnittes an der betreffenden Stelle, die zweite Linie 12,5 0/0, die dritte 6,25 0/0, die vierte 3,12 0/0, die fünfte 1,55 0/0. Beim Drehen der Scheibe entsteht an der Stelle jeder Linie ein Helligkeits-, also ein Belichtungsunterschied gegenüber dem Hintergrund der Scheibe, dessen Größe genau durch die eben angeführten Zahlen bestimmt ist. Eine ideale photographische Platte müßte beim Photographieren dieser Scheibe im Negativ alle 25 eingezeichneten Bogen aufweisen. Wie bereits oben erwähnt wurde, ist es niemals der Fall. Die Figur 3 zeigt z. B., wie diese Scheibe bei einem Versuch durch die Photographie wiedergegeben



Figur 3.

wurde. In den Lichtern und in den Schatten fehlen die feineren Linien, und nur in den Mitteltönen sind sie alle bis auf die letzte da. Selbstverständlich ändert sich die Zahl der erschienenen Linien je nach Versuchsverhältnissen. Nach der obigen Methode kann man auch diejenige Lichtmenge bestimmen, die genügt, um auf der Platte noch kopierbare Details hervorzurufen. Da nach den heutigen Anschauungen diese Lichtmenge gleichzeitig ein Maß der praktischen Lichtempfindlichkeit der Platte ist, so bedeutet die oben beschriebene Methode auch ein neues Verfahren zur Sensitometrie der photographischen Platten und Papiere.



Die absolute Strahlungsempfindlichkeit von Bromsilbergelatineplatten gegen Licht verschiedener Wellenlänge.

Von Dr. Gotthelf Leimbach, Göttingen.

Die Gesetze, nach denen sich die Schwärzung der photographischen Platte in Abhängigkeit von Intensität, Wellenlänge, Zeitdauer usw. der Belichtung vollzieht, sind, soweit die relativen Werte der betreffenden Bestimmungsstücke in Frage kommen, Gegenstand eingehender Untersuchungen gewesen. Dagegen ist bisher — wohl wegen der Schwierigkeit der Messungen — noch kaum eine Antwort gegeben worden auf die Fragen: Wie groß ist die Schwärzung, die eine photographische Platte durch eine in absolutem Maße gemessene Lichtmenge bestimmter Wellenlänge erfährt. Oder: Wie groß ist der Absolutwert der Energie einer Strahlung bestimmter Wellenlänge, die irgendeine Schwärzung der Platte verursacht.

Die Beantwortung dieser Fragen fügt zu den zahlreichen Fähigkeiten der Platte die neue und wichtige hinzu, ein absolutes Spektralphotometer zu sein, indem sie uns in die Lage setzt, Lichtstrahlung durch die hervorgebrachte Schwärzung ihrem Energiewerte nach zu messen, sowie die Energiewerte von Lichtstrahlen beliebiger Farbe miteinander zu vergleichen. Zur einwandfreien absoluten Messung der Strahlungsenergie mußte ein Bolometer konstruiert werden, welches die spektral zerlegte Energie einer stetig strahlenden Lichtquelle im ganzen Spektralbereich genügend genau in absolutem Maße zu messen gestattete. Sodann mußte eine Anordnung getroffen werden, welche erlaubte, eine photographische Platte mit einer Strahlung beliebig variierter Intensität und Wellenlänge genau gemessene Zeiten hindurch zu belichten und sofort danach das Bolometer an die Stelle der Platte zu setzen, um die Energie der Strahlung zu messen. Und schließlich mußte die Schwärzung selbst gemessen werden. Zur Herstellung des Bolometers von bisher wohl kaum erreichter Empfindlichkeit wurde Wollastondraht, dessen Platinseele 0,003 mm Durchmesser besaß, nach dem Verfahren der Lamettafabrikation geplättet. Nach Abätzen des Silbers erhielt man ein äußerst dünnes Platinband, dessen Breite mit

Hilfe des Mikroskopes zu 0,025 ermittelt und dessen Dicke zu ca. 0,000283 mm berechnet wurde. Vier Bänder von 12 mm Länge und möglichst gleichem Widerstand wurden sodann zum Bolometer vereinigt. Die Schaltung die Wheatstonschen Brücke wurde so gewählt, daß der durch die Bestrahlung von zwei Bändern hervorgebrachte Ausschlag des Galvanometers durch künstliche Heizung des zweiten Paares auf Null gebracht wurde. Die Heizstromstärke gab den Absolutwert der Strahlungsenergie. Sowohl für die bolometrische Messung, wie auch für die photographische Aufnahme wurde ein ad hoc zusammengestellter Spektralapparat benutzt. Von einem Nernststift wurde ein Spektrum entworfen, aus dem ein Spalt einen kleinen Bereich von Wellenlängen herausblendete, der durch eine Linse einmal auf die Platte und dann auf das Bolometer abgebildet werden konnte. Blenden und Rauchgläser bildeten die Hilfsmittel zur Schwächung der Intensität, die so weit herabgemindert werden konnte, daß Expositionszeiten von 2—50 Sek. angewandt werden konnten, die ihrerseits die Verwendung eines elektromagnetischen Verschlusses ermöglichten. Zur Zeitmessung diente eine Stoppuhr.

Der Gang der Untersuchungen war folgender: Aus dem Spektrum der Nernstlampe wurde ein schmaler Bereich durch den Spalt ausgesondert und zunächst auf der Mattscheibe der Kamera abgebildet. Mit Hilfe eines kleinen Spektrometers mit Wellenlängenskala von Schmidt und Haensch wurde der Wellenlängenbereich — die Farbe — ermittelt. Nach dieser Messung wurde das Bolometer der Strahlung ausgesetzt und der durch die Strahlung hervorgerufene Ausschlag des Galvanometers auf Null gebracht und die Messung der Strahlungsenergie durch Ablesen der Kompensationsstromstärke vorgenommen. Unmittelbar darauf folgte dann die photographische Aufnahme unter unveränderten Bedingungen.

Auf eine Platte, die im vollständig verdunkelten Zimmer eingelegt war, wurden mittels des elektromagnetischen Verschlusses drei Serien von Aufnahmen gemacht, und zwar mit zunehmenden Belichtungszeiten. Jede Serie wurde mit den gleichen Zeiten, aber drei verschiedenen Intensitäten ausgeführt, um mit Sicherheit den Bereich der normalen Exposition zu gewinnen. Auch war es so möglich, diejenige der drei Serien, die die größte Regelmäßigkeit aufwies, zur Berechnung heranzuziehen. Nach der Aufnahme wurden die Platten unter konstanten Bedingungen entwickelt, fixiert und getrocknet. Die Photometrierung der Schwärzungen bestehend aus einer Messung der Undurchlässigkeit wurde mittels eines Hartmannschen Mikrophotometers ausgeführt. Um die Beziehungen zwischen den bei der Belichtung aufgefallenen Lichtmengen (Produkt aus Intensität und Belichtungszeit) und den durch die Entwicklung erzielten Schwärzungen anschaulich zu

machen, wurde der von Hurter und Driffield vorgeschlagene Weg der graphischen Darstellung gewählt und in ein Koordinatennetz die Logarithmen der Belichtungszeiten bei konstant gehaltener Intensität (bzw. die der Lichtmengen) als Abszissen, die Logarithmen der Undurchlässigkeiten — die Schwärzungen — als Ordinaten aufgetragen.

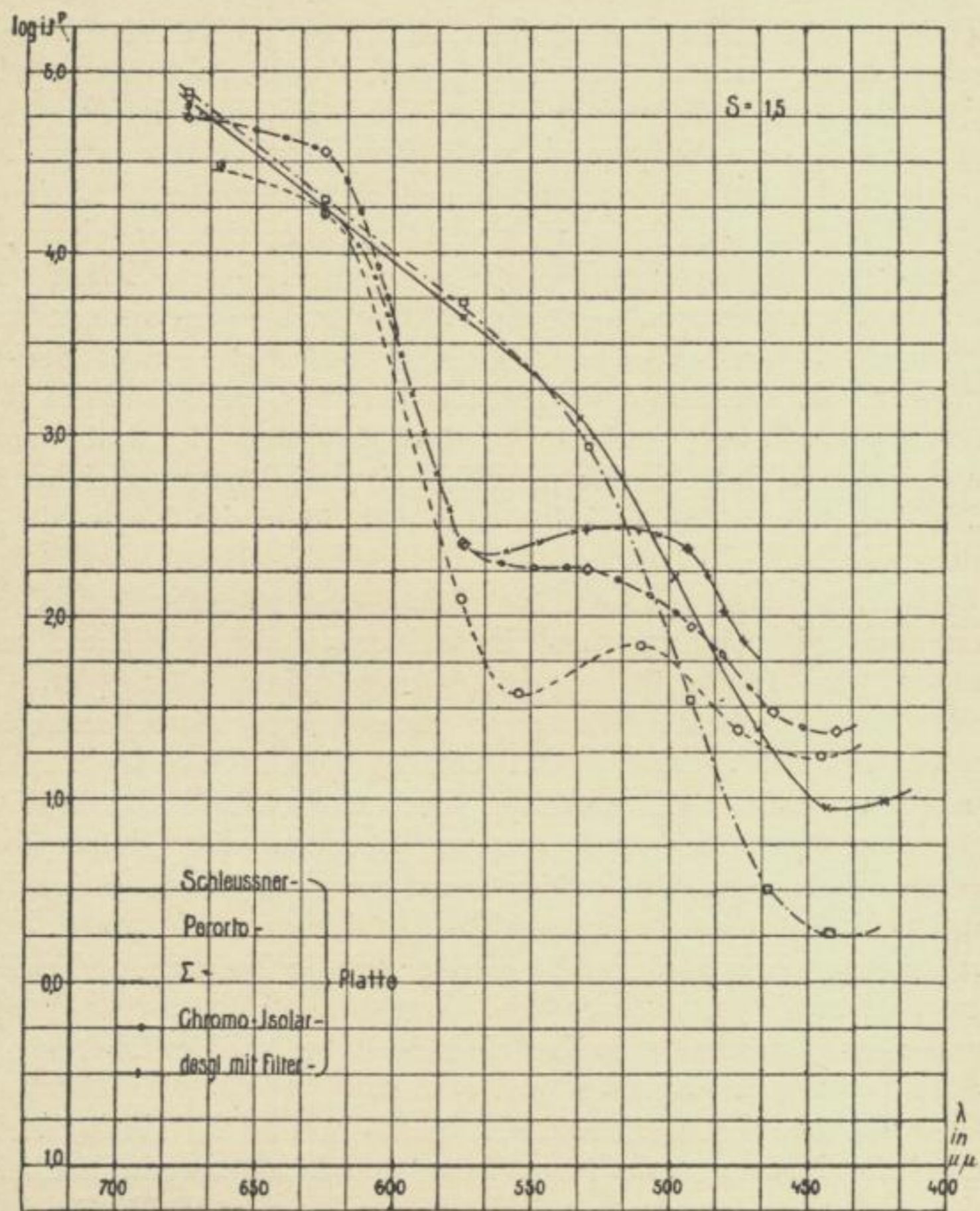
Die ermittelten Punkte ergeben in ihrer Verbindung die „charakteristische Kurve“ Hurters und Driffields oder die „Schwärzungskurve“ in der Bezeichnung Schwarzschilds. Das Mittelstück aller solcher Kurven verläuft geradlinig und stellt den Bereich der normalen Exposition dar. Es ist das wichtigste und darum zunächst allein untersucht. Um festzustellen, wie weit wohl zwei Schwärzungskurven, die unter denselben Bedingungen, aber zu verschiedenen Zeiten und mit zwei verschiedenen Platten — gleicher Emulsion — gewonnen wurden, übereinstimmen, wurden zunächst der einen Platte zwei Serien von Belichtungen mit verschiedener Intensität erteilt, und dann die gleichen Serien mit einer zweiten Platte wiederholt. Das Resultat berechtigt zu der Annahme, daß die Empfindlichkeit bei Platten gleicher Emulsion ziemlich gleichmäßig dieselbe und auch über die Platte hin gleichmäßig verteilt ist.

Weiterhin wurden die für gleiche Schwärzung erforderlichen Lichtmengen bei verschiedenen Expositionszeiten verglichen und gefunden, daß das Bunsen-Roscoesche Gesetz nicht gültig ist. Dieses sagt aus, „daß gleichen Lichtmengen auch gleiche photochemische Wirkungen entsprechen“. Auf Grund umfangreicher Untersuchungen muß an Stelle des Bunsen-Roscoeschen Gesetzes nach Schwarzschild das Gesetz treten, daß innerhalb weiter Grenzen die gleichen photochemischen Wirkungen für $i \cdot t^p = \text{konst.}$ erzielt werden, d. h. „daß die Bromsilbergelatine von der einstrahlenden Lichtenergie um so weniger für den photographischen Prozeß verwendet, je langsamer die Energie zuströmt“. Obwohl nun auch bei derselben Plattensorte noch Abweichungen vorkommen, so zeigt sich doch bei meinen Messungen das Gesetz $i \cdot t^p = \text{konst.}$ praktisch gut erfüllt.

Mit den oben geschilderten Hilfsmitteln und Erfahrungen konnte nunmehr die Messung der absoluten Strahlungsempfindlichkeit von Bromsilbergelatineplatten gegen Licht verschiedener Wellenlänge durchgeführt werden

Die Messungen erstrecken sich auf folgende Plattensorten: Dr. Schlußners Gelatine-Emulsionsplatte, eine der gebräuchlichsten normal empfindlichen Platten, die Σ -Platte der Gebrüder Lumière, eine Platte höherer Empfindlichkeit, und zwei orthochromatische Platten, die Perorto-Platte (Grün Siegel) von Otto Perutz, München und die Chromo-Isolarplatte der „Agfa“. Bei dieser Platte wurde außerdem noch der Einfluß des beigegebenen Gelbfilters untersucht.

Die zusammengestellten Schwärzungskurven jeder Plattensorte zeigen für alle Spektralbereiche parallelen Verlauf. Dieses sehr bemerkenswerte Resultat besagt: Im Bereiche der normalen Belichtung wächst die Schwärzung mit zunehmender Belichtungszeit nach



Figur 1.

demselben Gesetz, oder: Die Gradation ist für alle Wellenlängen dieselbe. Die bisherigen Untersuchungen verschiedener Forscher konnten noch Zweifel hinsichtlich der Parallelität der Schwärzungskurven aufkommen lassen, die durch den bei allen meinen untersuchten Platten ausnahmslos erhaltenen parallelen Verlauf endgültig behoben sind.

Aus den mit allen Wellenlängenbereichen erzielten Schwärzungskurven und den absolut gemessenen Intensitäten wurden nunmehr die Lichtmengen $i \cdot t^p$ jeder Farbe berechnet, die zur Erzielung einer bestimmten, stets gleichen Schwärzung erforderlich sind. Trägt man diese bzw. deren Logarithmen als Ordinaten die entsprechenden Wellenlängen als Abszissen auf, so erhält man Energiekurven, die die Abhängigkeit der Empfindlichkeit von der Farbe des auffallenden Lichtes für jede Plattensorte darstellen. In Figur 1 sind diese für die genannten Plattensorten dargestellt. Für die einzelnen Platten erkennt man folgendes: Die bei der Schleußnerplatte zur Erzielung einer bestimmten konstanten Schwärzung erforderliche Energie nimmt schon im Grün stark ab und erreicht im Blau ein Minimum; die Empfindlichkeit besitzt also an dieser Stelle ein Maximum. Die Kurve zeigt auf den ersten Blick, daß die Energiewerte in den einzelnen Farben so stark differieren, daß eine korrekte Farbenwiedergabe mit dieser Bromsilberplatte völlig unmöglich ist. Die Energiekurve der Σ -Platte bestätigt die von den Fabrikanten angegebene hohe Empfindlichkeit, die schon im Grün rapid zunimmt und im Blau die der Schleußnerplatte weit übertrifft. Für Messungen im Violett reichte die Galvanometerempfindlichkeit nicht aus, doch zeigen die Kurven schon deutlich das Maximum. Wir kommen zu der orthochromatischen Perortoplatte. Hielten Platten dieser Art im strengen Sinne, was ihr Name verspricht, so würde die Energiekurve einen der Abszisse parallelen Verlauf haben. Wie wenig auch die Perortoplatte dieser Forderung noch entspricht, zeigt die Energiekurve. Der Verlauf weicht von dem der bisher betrachteten, nicht sensibilisierten Platten allerdings wesentlich ab. Schon im Orange tritt eine große Steigerung der Empfindlichkeit ein, die im Gelb ein erstes Maximum erreicht. Nach dem Grün zu nimmt die Empfindlichkeit wieder ab, um schließlich im Blau ein zweites Maximum, das nur wenig höher liegt, wie das erste, zu erreichen.

Die Chromo-Isolarplatte hat im Rot noch etwas an Empfindlichkeit vor der Perortoplatte voraus. Auch fehlt — ein weiterer Vorzug — das Grünminimum, allerdings auf Kosten des Maximums im Gelb, das ausgeglichen erscheint. Während die Blauempfindlichkeit ganz normal ist, bleibt die Gesamtempfindlichkeit beträchtlich hinter der Perortoplatte zurück, die allerdings auch den Anspruch erhebt, eine Momentplatte zu sein. Bei Anwendung des von der „Agfa“ beigegebenen Gelbfilters, das eine noch korrektere Farbenwiedergabe ermöglichen soll, zeigt sich, daß der Orangewert gedrückt und die der kürzeren Wellenlängen etwas gehoben werden. Blau konnte leider wegen der partiellen Absorption des Filters in dieser Farbe nicht mit durchgemessen werden. Die korrektere Farbenwiedergabe erfolgt auf

Kosten der Gesamtempfindlichkeit, die auch nach Angabe der Fabrik etwa nur $\frac{1}{6}$ der Empfindlichkeit der Platte ohne Filter beträgt. Um ein Bild davon zu geben, wie stark die Empfindlichkeit mit der Wellenlänge variiert, seien die zur Erzielung gleicher Schwärzung erforderlichen Lichtmengen ihrem Zahlwert nach, bezogen auf Blau = 1 angeführt.

Tabelle 1. S-Platte.

Farbe	Relative Intensität
Rot	7500
Orange . . .	1900
Gelb	480
Hellgrün . .	136
Dunkelgrün	20
Hellblau . .	2,66
Dunkelblau	1
Violett . . .	1,04

Tabelle 2. Σ -Platte.

Farbe	Relative Intensität
Rot	41750
Orange . . .	10700
Gelb	2940
Hellgrün . .	480
Dunkelgrün	18,2
Blaugrün . .	1,75
Blau	1
—	—

Tabelle 3. P-Platte.

Farbe	Relative Intensität
Rot	1800
Orange . . .	1010
Gelb (575) .	7,18
Gelb (550) .	2,25
Grün	3,96
Dunkelgrün	1,43
Blau	1

Tabelle 4. C-Platte.

Farbe	Relative Intensität	
Rot	C 2450	Cy 640
Orange . . .	1690	156
Gelb	10,5	2,14
Gelbgrün . .	7,8	2,90
Grün	3,9	2,25
Blaugrün . .	1,3	1
Blau	1	—

Die Vorzüge der einzelnen Platten, kurz zusammengefaßt, sind folgende: Die Schleußnerplatte ist normalempfindlich, übertrifft aber alle anderen an Gleichmäßigkeit der Schicht, von der die Schwärzungskurven ein beredtes Zeugnis ablegen. Die Σ -Platte ist die empfindlichste der vier, wenigstens für Grün und Blau. Im Grün erreicht sie sogar die Perortoplatte, die ihrerseits große Orthochromasie verbunden mit relativ großer Empfindlichkeit besitzt. Eine noch bessere Farbenwiedergabe ermöglicht die Chromo-Isolarplatte, allerdings auf Kosten der Empfindlichkeit. Die zur Schwärzung erforderlichen absoluten Energiebeträge sind bei den hochempfindlichen Platten überaus klein, wie folgendes Beispiel zeigt. Die Energien, die eine noch eben

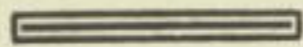
wahrnehmbare Schwärzung — den Schwellwert — hervorbrachten, sind für das Maximum der Empfindlichkeit in Nähe von $\lambda = 450 \mu\mu$ und die einzelnen Plattensorten folgende:

Schleußnerplatte	10,5	}	$\times 10^{-10} \frac{\text{Watt.}}{\text{cm}^2}$
Σ -Platte	1,38		
Perortoplatte	16,3		
Chromo-Isolarplatte	17,8		

Trotzdem im voraus die Mängel einer Belichtung mit weißem Lichte einzusehen waren, die einem Vergleich bei verschiedener spektraler Zusammensetzung der Lichtquellen anhafteten, so wurden doch des Interesses halber entsprechende Energie- und Schwärzungsmessungen an denselben Plattensorten gemacht, indem diese mit dem unzerlegten Lichte der Hefner- und der Nernstlampe bestrahlt wurden. Diese Messungen zeigen den Einfluß der verschiedenen spektralen Zusammensetzung der beiden Lichtquellen und ermöglichen außerdem die Auswertung der üblichen Sensitometerskalen in absolutem Maß. Einem Schwellwert von 7^0 Scheiner z. B. bei Anwendung der Hefnerlampe entsprach in einem Falle eine absolute Energie von $24 \cdot 10^{-8} \frac{\text{Watt.}}{\text{cm}^2}$.

Endlich seien noch die für die einzelnen Platten ermittelten Exponenten p angeführt. Im Mittel ergab sich p für die Schleußnerplatte zu 0,87, die Σ -Platte zu 0,95, die Perortoplatte zu 0,85 und die Chromo-Isolarplatte zu 0,86.

Diese ersten Versuche, die Plattenempfindlichkeit in absolutem Maße auszudrücken, bedürfen natürlich noch einer exakteren Formulierung, die einen einwandfreien Vergleich ermöglicht, und dann der Ausdehnung auf das violette und ultraviolette Gebiet, das ja besonders interessiert. Vielleicht gelingt es aber auch später, aus den Schwärzungen Rückschlüsse auf Intensität und vor allem Temperatur des strahlenden Körpers zu machen. Die Verwendung zur Messung hoher Temperaturen würde die schon jetzt hochgeschätzte Trockenplatte noch bedeutend wertvoller machen.



Absorption und Diffusion des Lichtes in der entwickelten photographischen Platte, nach Messungen mit dem Martensschen Polarisationsphotometer.

Von André Callier, Gent.

(Aus dem Französischen übersetzt von Max Iklé.)

I. Historische Übersicht.

Abney war anscheinend der erste, der sich davon Rechenschaft gegeben hat, daß die entwickelte photographische Platte das auffallende Licht nicht nur absorbiert, sondern auch einen großen Teil davon diffus macht¹⁾.

Chapman Jones hat sich gleichfalls mit der Frage beschäftigt und die Bedeutung der Diffusion betont²⁾.

Martens hat die Frage ebenfalls, bereits im Jahre 1902, studiert, nur hat er seine Untersuchungen nicht veröffentlicht. Er hat sie indessen Müller mitgeteilt, der sie in seiner Inauguraldissertation erwähnt³⁾.

Schließlich haben Mees und Sheppard die Erscheinung untersucht, sind aber hinsichtlich der Bedeutung der Diffusion zu einem mehr negativen Schlusse gelangt⁴⁾. Wir werden weiter unten darauf zurückkommen, und zwar im Zusammenhange mit den Folgerungen, die sich aus der Auffassung so kompetenter Forscher ergeben.

Die Frage war also keineswegs gelöst. Auf Anraten des Herrn Professor Martens habe ich deshalb eine systematische Durchforschung des Phänomens unternommen.

II. Definitionen.

Der besseren Übersicht halber stelle ich hier einige der Ausdrücke zusammen, die wir beständig gebrauchen werden.

Es sei J die Lichtmenge, welche in die Gelatineschicht eindringt; J' die aus dieser Schicht austretende Lichtmenge.

¹⁾ Abney, Journ. of the Soc. of Chem. Industry. Juli 1890.

²⁾ Chapman Jones, Phot. Journ. 1898. — Congrès de Photographie de Lièges. 1905.

³⁾ Ernst Müller, Diss. Berlin, 1903. S. 23. — Ann. d. Phys. (4). 1903.

⁴⁾ Sheppard and Mees, Proc. Roy. Soc. 74. 450. 1905.

Das Verhältnis

$$T = \frac{J'}{J}$$

ist die Durchlässigkeit (Transparenz).

Der reziproke Wert

$$O = \frac{J}{J'}$$

ist die Undurchlässigkeit (Opazität).

Setzen wir die in die Schicht eintretende Lichtmenge gleich der Einheit, so wird:

$$O = \frac{1}{J'}$$

und die Dichte, die der Logarithmus der Undurchlässigkeit ist, wird:

$$D = -\log J'$$

Wählen wir als Lichteinheit nicht das in die Platte eintretende Licht, sondern die Lichtmenge, die an einer nicht belichteten, aber entwickelten Stelle aus dem Negativ austritt, so erhalten wir einen anderen Wert für die Dichte.

Die erstere nennen wir absolute Dichte (oder Dichte mit Einrechnung des Schleiers) und bezeichnen sie mit D .

Die zweite nennen wir relative Dichte (oder Dichte ohne Einrechnung des Schleiers) und bezeichnen sie mit d .

Die in parallelem Lichte gemessenen Dichten d wollen wir mit d_{\parallel} bezeichnen, die in diffusem Lichte gemessenen mit d_{\perp} .

Wo nicht ausdrücklich etwas anderes bemerkt wird, habe ich bei den Messungen von d_{\perp} das Negativ so angeordnet, daß die Schichtseite mit der Quelle der diffusen Strahlung in Berührung war. Diese Anordnungsweise bezeichne ich in den Tabellen als „umgekehrte Platte“.

L ist die Belichtung, die auf ein bestimmtes Gebiet der Platte gewirkt hat.

N ist die Anzahl der ausgeführten Messungen.

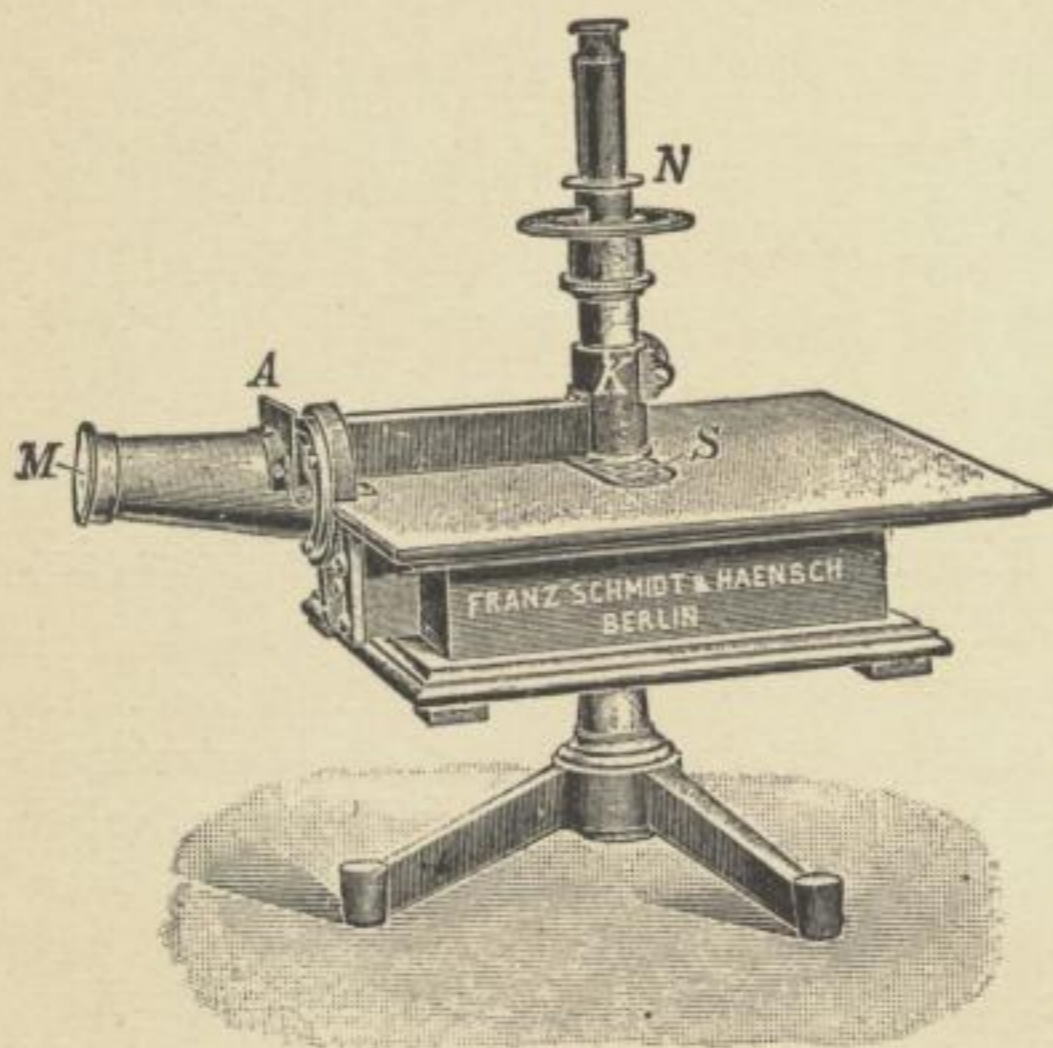
E ist der wahrscheinliche Fehler.

Q ist das Verhältnis $\frac{d_{\parallel}}{d_{\perp}}$.

III. Das Meßverfahren.

Das Instrument, das ich bei den Messungen der Dicke in der vorliegenden Arbeit benutzt habe, ist das Polarisationsphotometer von Martens, das von der Firma Franz Schmidt und Haensch in einer für die Untersuchung photographischer Dichten besonders geeigneten

Form ausgeführt wird (siehe Figur 1). Dieser Apparat gestattet, die Messungen in diffusem Lichte auszuführen. Zu diesem Zwecke braucht man nur ein Opalglas *S* zwischen die Lichtquelle und die zu untersuchende Platte so einzuschalten, daß sie mit dieser in Berührung ist.



Figur 1.

Diese Anordnung liefert eine fast vollkommen diffuse Beleuchtung und schließt infolgedessen jeden Lichtverlust durch stärkere Diffusion aus. Will man die Messungen in merklich parallelem Lichte ausführen, so braucht man nur das Glas *S* fortzunehmen. Die Platte wird dann durch das von *M* kommende Strahlenbündel beleuchtet. *M* ist ein nahe einer Lichtquelle angeordnetes Opalglas. Genau genommen liefert diese Anordnung keine strenge Parallelität; sie hat indessen den sehr großen Vorteil, einen sich stets gleichblei-

benden Grad von Parallelität zu liefern. Diese Bedingung wird von den meisten anderen für die Messung photographischer Dichten empfohlenen Photometern¹⁾ nicht erfüllt.

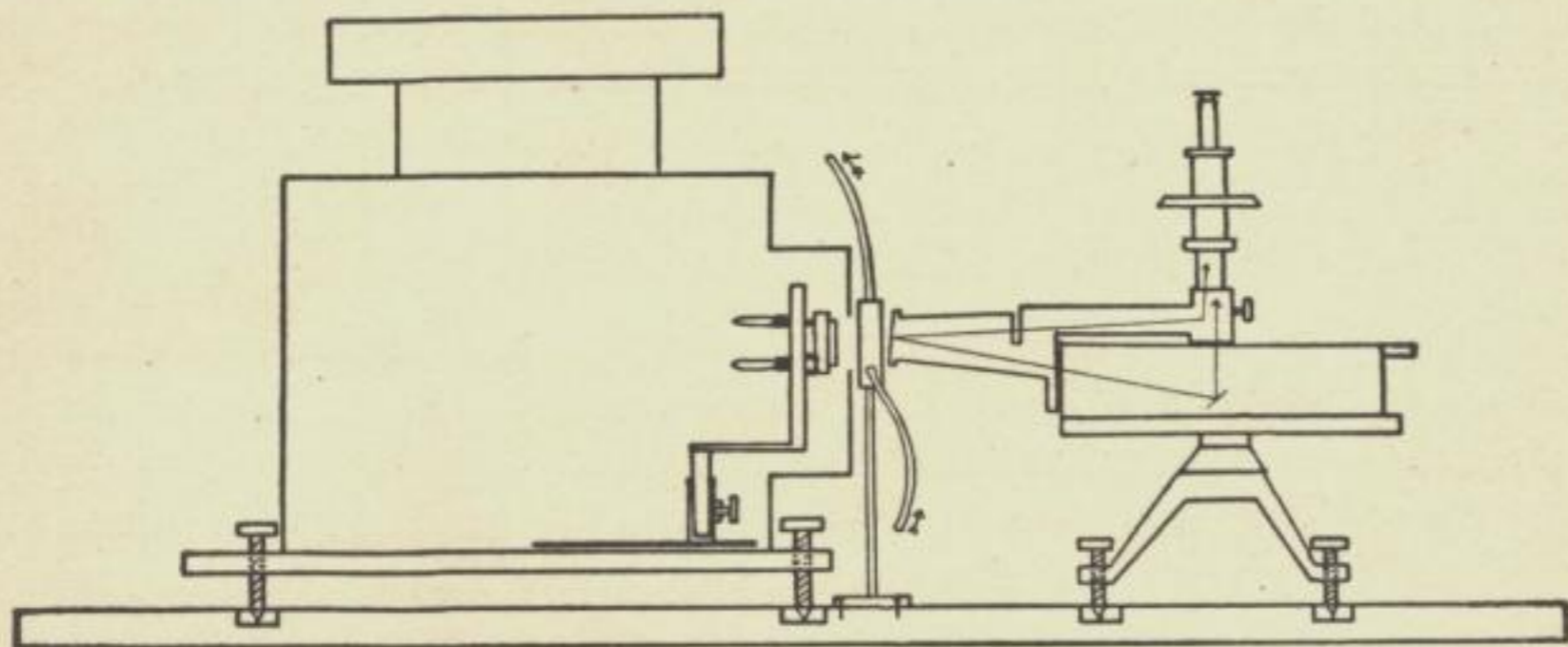
Die Verwendungsweise des Photometers ist von Martens²⁾ beschrieben worden. Durch langen Gebrauch des Instrumentes habe ich indessen die Zweckmäßigkeit einiger Kunstgriffe erkannt, die ich hier ausführlich schildern will.

Bei Messungen in parallelem Lichte muß man das Opalglas *M* immer am Apparate lassen. Bei Messungen in diffusem Lichte ersetzt man es besser durch den Mattglasstopfen, der viel mehr Licht hindurchläßt. Nur ist es in diesem Falle durchaus unerläßlich, daß die Lichtquelle eine absolut feste Stellung gegenüber dem Photometer inne hat. Außerdem muß die Lichtquelle möglichst intensiv sein, dabei aber vollkommen beständig. Am besten eignet sich die Nernstlampe für Projektionszwecke, altes Modell mit drei gekreuzten Stäbchen.

¹⁾ Ich nenne hier beispielsweise das „Opacimètre comparateur“ von Moupillard (vgl. *Revue des Sciences Photographiques*, 1906).

²⁾ Martens, *Photographische Correspondenz*. 1901. S. 528. — Martens et Micheli, *Arch. de Genève*. Mai 1901.

Figur 2 zeigt die ganze Versuchsanordnung: Die Lampe steht in einer gewöhnlichen Vergrößerungslaterne, deren Vorderteil und Kondensator abgenommen worden sind. Die Vorderseite muß bis auf eine zentrale Öffnung von 4—5 cm Durchmesser vor dem Brenner voll-



Figur 2.

kommen geschlossen sein. Die Laterne ist mit drei Stellschrauben versehen. Das Photometer muß gleichfalls mit Stellschrauben versehen sein¹⁾. Laterne und Photometer stehen auf einem großen Grundbrett, auf dem kleine Fußplatten aus Kupfer zur Aufnahme der Spitzen der Stellschrauben beider Apparate in fester Lage angebracht sind. Auf diese Weise wird es möglich, Lichtquelle und Photometer in unveränderliche Stellung zueinander zu bringen, und das ist ein wesentlicher Punkt. Die ganze Anordnung muß so getroffen werden, daß der Nernstkörper von dem Opalglas *M* höchstens 4 cm Abstand hat, damit man eine möglichst intensive Beleuchtung erzielt²⁾.

Schließlich muß man zwischen Laterne und Photometer einen Trog aus parallelen Glasplatten aufstellen, in dem ein sehr schneller Strom destillierten Wassers fließt, um die Wärmestrahlen zu absorbieren, deren Intensität das Photometer beschädigen würde. Die Zirkulation des destillierten Wassers wird durch eine kleine Zentrifugalpumpe³⁾ bewirkt, welche ihrerseits mittels eines kleinen Dynamos von $\frac{1}{80}$ PS. betrieben wird. Die Pumpe schöpft das destillierte Wasser aus einem Behälter, der beständig durch fließendes Leitungswasser gekühlt wird.

¹⁾ Das gangbare Modell besitzt diese Vervollkommnung nicht.

²⁾ Vielleicht könnte man auch die Bechsteinsche Beleuchtungsanordnung verwenden, die aus drei Nernstbrennern besteht, welche eine Hohlkugel aus Porzellan von innen beleuchten. (Franz Schmidt u. Haensch.) Die Beleuchtung würde übrigens weniger intensiv werden.

³⁾ Von Köhler in Leipzig nach den Angaben von Professor Luther gebaut.

Es versteht sich von selbst, daß die eigentlichen Messungen in vollkommen verdunkeltem Raume ausgeführt werden.

Ich erwähne schließlich noch einen wichtigen Punkt: Es empfiehlt sich, auf den Photometertisch ein T-förmiges Lineal von der Länge des Tisches zu legen, das in halbe Millimeter geteilt ist. Läßt man die zu untersuchende Platte an diesem Lineal entlang gleiten, so kann man erforderlichen Falles ein bestimmtes Gebiet wiederfinden.

IV. Dichte in diffusem und parallelem Licht.

Die Werte, welche man nach den beiden Meßmethoden erhält, sind völlig verschieden, wie aus den Kurven in Figur 3 und den zugehörigen Werten der Tabelle 1 hervorgeht.

Diese Kurven geben die Werte von d_{\parallel} und d_{\perp} für einen und denselben in einem Sensitometer exponierten Plattenstreifen wieder. Die Logarithmen der Belichtung sind als Abszissen, die zugehörigen Dichten als Ordinaten aufgetragen.

Tabelle 1.

L	Paralleles Licht					Diffuses Licht				
	d_{\parallel}	N	E_N	$E_N \%$	$E_1 \%$	d_{\perp}	N	E_N	$E_N \%$	$E_1 \%$
0	0,198	64	0,0007	0,36	2,90	0,119	16	0,0005	0,42	1,68
0,3	0,479	32	0,0007	0,15	0,83	0,296	16	0,0004	0,14	0,56
0,6	0,984	16	0,0009	0,09	0,36	0,628	16	0,0005	0,08	0,32
0,9	1,653	16	0,0008	0,05	0,19	1,072	16	0,0005	0,05	0,20
1,2	2,333	16	0,0008	0,03	0,14	1,544	16	0,0005	0,03	0,12
1,5	2,983	16	0,0020	0,07	0,27	2,011	16	0,0008	0,04	0,16
1,8	3,524	16	0,0019	0,054	0,21	2,404	16	0,0007	0,03	0,12
2,1	3,968	16	0,0018	0,046	0,18	2,693	32	0,0022	0,08	0,46

L = Logarithmus der Belichtung. d_{\parallel} = Dichte in parallelem Licht.
 d_{\perp} = Dichte in diffusem Licht. N = Anzahl der Messungen.
 E = Wahrscheinlicher Fehler.

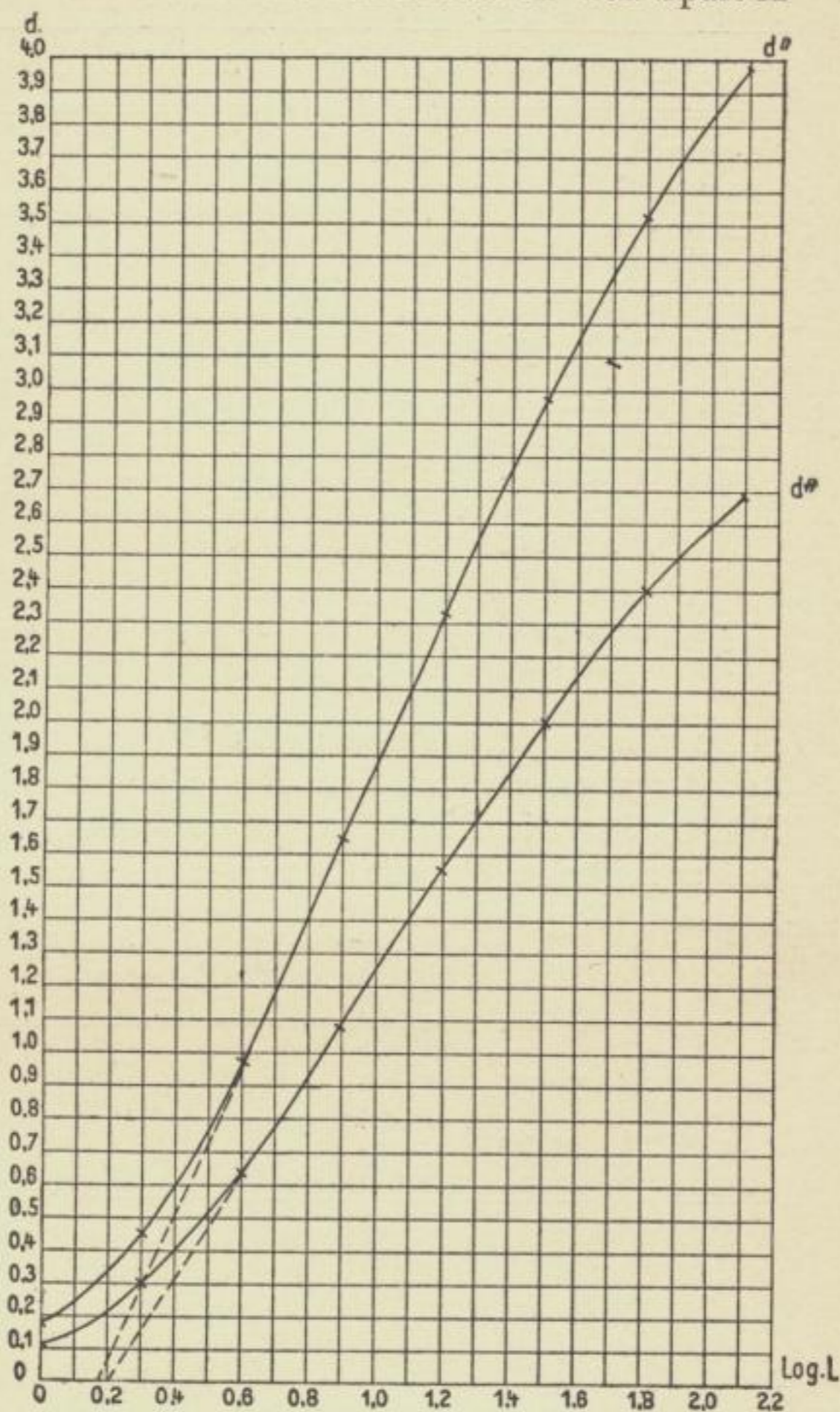
Die Tabelle enthält außer den erhaltenen Werten für die Dichte auch den wahrscheinlichen Fehler, der den Messungen anhaftet¹⁾. Bei der Fehlerberechnung ist angenommen worden, daß die Ablesefehler gegenüber den Messungsfehlern vernachlässigt werden können. Der wahrscheinliche Fehler, der die Bestimmung von J berührt, ist syste-

¹⁾ Die für diesen Teil der Arbeit erforderlichen Angaben verdanke ich meinem Freunde, Herrn R. van Cauwenberghe, Assistenten am Elektrotechnischen Institute zu Danzig. Es freut mich, ihm für das meiner Arbeit entgegengebrachte Interesse meinen herzlichen Dank ausdrücken zu können.

matisch zu dem J' betreffenden hinzugefügt worden, und wo es erforderlich wurde, einen Vergleichspunkt zur Bestimmung großer Dichten zu haben (durch Einschieben einer verschleierte Platte in den Spalt A des Photometers, vgl. Figur 1), wurden die neuen Fehler auch noch zu den übrigen hinzugefügt. Die erhaltenen Ergebnisse sind indessen befriedigend und zeigen, daß das Martenssche Photometer ein Instrument ist, das die Ausführung von Dichtemessungen mit großer Genauigkeit gestattet.

Ich füge den vorstehenden Werten noch einige Messungsergebnisse bei, die mir Herr Martens während der Niederschrift dieser Arbeit mitgeteilt hat. Die Messungen sind mit verschiedenen Photometern ausgeführt worden, aber nach denselben Beleuchtungsprinzipien; sie liefern aber übereinstimmende Ergebnisse. Es ist somit klar, daß sie von dem benutzten Instrument unabhängig sind.

Mees und Shepard haben bei ihren beachtenswerten Arbeiten über die Photochemie der photographischen Platte für die Dichtemessungen ein Hüfnersches Spektrophotometer Hilgerscher Konstruktion benutzt. Die englischen Forscher haben untersucht, ob bei Verwendung dieses Instrumentes ein Teil des diffus gemachten Lichtes für die photometrische Messung verloren ginge. Sie sind zu einem negativen Ergebnis gelangt. Es war daher interessant zu sehen, ob ihre Ergebnisse mit denen übereinstimmen, die man am Martensschen Photometer bei Messungen in diffusem Lichte erhält. Herr



Figur 3.

Tabelle 2.

Platte	d_{\parallel}					d_{\perp}				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Polarisationsphotometer (Müller) (1)	0,177	0,387	0,886	1,230	2,215	0,088	0,207	0,503	0,701	1,264
Polarisationsphotometer (Müller) (2)	0,182	0,386	0,883	1,157	2,144	0,102	0,218	0,500	0,686	1,301
König-Martensches Spektrophotometer (Martens u. Stockl) .	0,181	0,425	0,883	1,277	2,346	0,096	0,215	0,490	0,674	1,146
Mittelwerte	0,180	0,400	0,884	1,221	2,235	0,095	0,213	0,498	0,687	1,237
Q						1,90	1,88	1,78	1,78	1,80

Die Anordnungen in den Fällen (1) und (2) sind ein wenig voneinander verschieden.

Mees hatte die Freundlichkeit, mir einen Sensitometerstreifen mit den Angaben der mit dem Hüfnerschen Spektrophotometer erhaltenen Werte für die Dichte zu übermitteln. Die Kurven in Figur 4 und die zugehörige Tabelle 3 zeigen die mit den beiden Instrumenten erhaltenen Ergebnisse.

Tabelle 3.

Martens Licht \parallel	Hüfner	Martens Licht \perp (Platte nicht umgekehrt)
0,127	0,100	0,081
0,338	0,348	0,246
0,895	0,844	0,580
1,542	1,387	1,015
2,146	1,893	1,440

Es scheint allerdings, daß bei den Messungen mit dem Hüfnerschen Spektrophotometer ein Verlust durch Diffusion auftritt. Wenn der Verlust weniger stark ist als bei Messungen mit dem Martenschen Photometer in der Anordnung für Messungen in parallelem Licht, so kommt das vermutlich von dem in den beiden Fällen verschiedenen Grade der erreichten Parallelität her. — Es bleibt nun die Frage, weshalb Sheppard und Mees keinen merklichen Lichtverlust durch Diffusion gefunden haben. Die einfachste Erklärung ist folgende:

Das Lichtbündel, das sie zur Beleuchtung mit parallelem Licht benutzt haben, war vermutlich ziemlich stark divergent. Dadurch erklären sich die gefundenen Werte, die zwischen denen der beiden mit dem Martenschen Photometer erhaltenen Messungsreihen liegen. Wenn andererseits bei Beleuchtung mit diffusem Licht eine gewisse Entfernung zwischen dem zerstreuen Medium und der Platte vorhanden war, so folgte daraus eine mehr oder minder parallele Beleuchtung, welche dieselben Werte wie im ersteren Falle liefern konnte.

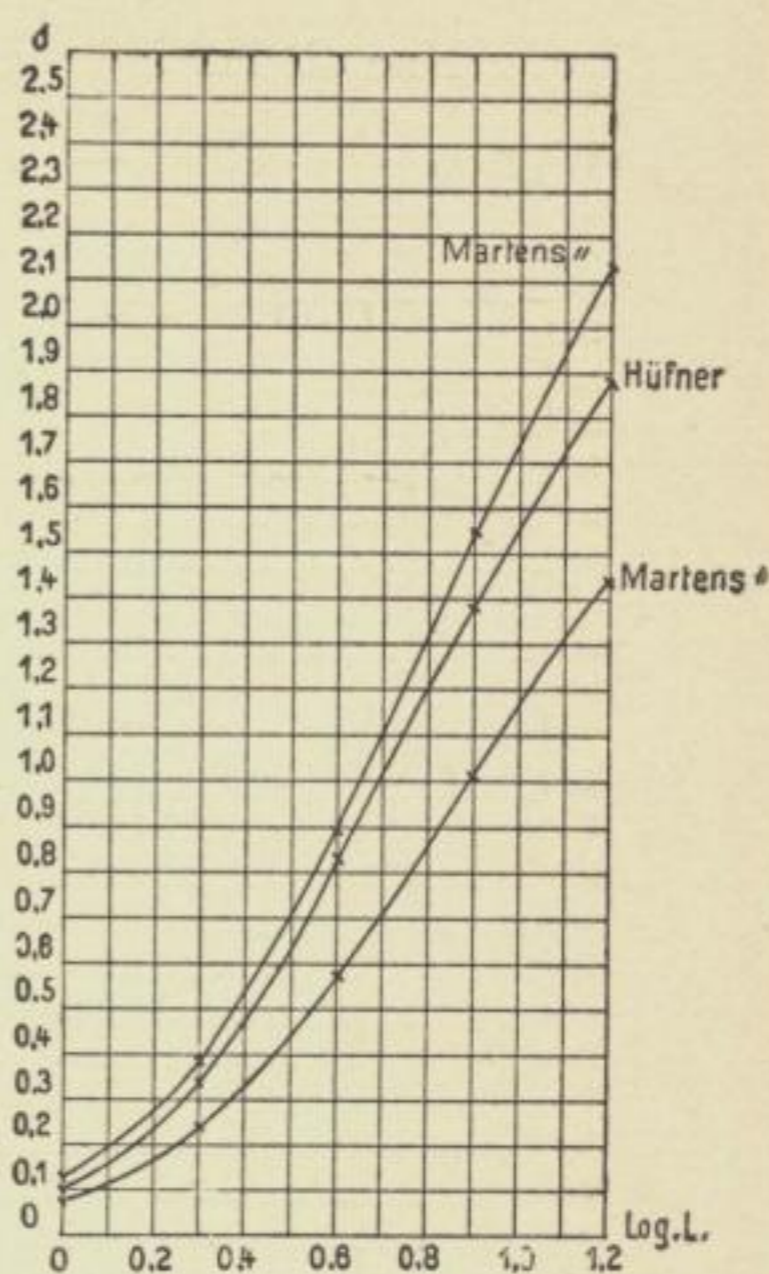
Studiert man die Werte für d_{\parallel} und d_{\perp} in Tabelle 1 aufmerksam, so gelangt man zu recht interessanten theoretischen Betrachtungen.

Betrachtet man die Kurve der Figur 5 (siehe S. 244), die man erhält, wenn man die Werte für d_{\perp} als Abszissen und die für d_{\parallel} als Ordinaten aufträgt, so bemerkt man, daß diese Kurve nicht mit einer Geraden zusammenfällt.

Der Grund dafür ist, daß der Silberniederschlag als zerstreues Medium wirkt. Betrachtet man die Schicht als gebildet aus einer unendlichen Reihe von äußerst dünnen Elementarschichten, so ist es klar, daß die Elementarschichten, die dem einfallenden Lichte zugekehrt liegen, das Lichtbündel ein wenig zerstreuen, und daß die folgenden Schichten von teilweise zerstreutem Lichte beleuchtet werden. (Mit anderen Worten: Das Beersche Gesetz, das eine feste Beziehung zwischen der Schichtfläche und dem Extinktionskoeffizienten aufstellt, gilt nicht für zerstreue Medien.)

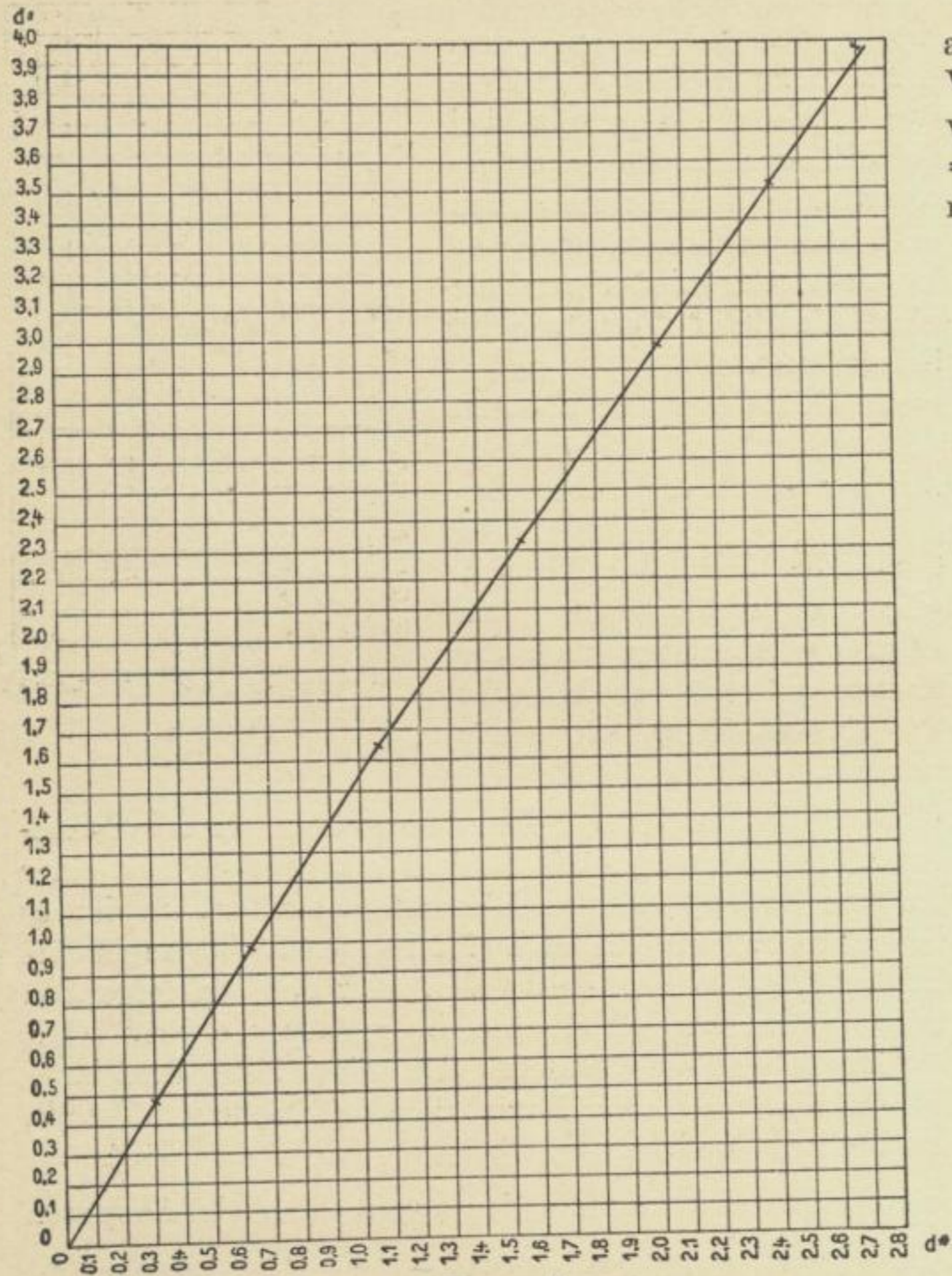
Die Erscheinung ist noch auffallender, wenn man als Abszissen die Werte für $\frac{d_{\parallel}}{d_{\perp}}$ und als Ordinaten die Werte für d_{\perp} aufträgt. In diesem Falle müßte* die Kurve, falls die zerstreute Lichtmenge beispielsweise der Dichte d_{\parallel} proportional wäre¹⁾, eine zur y -Achse parallele Gerade werden. Figur 6 (siehe S. 244) zeigt, daß die Kurve gegen die x -Achse geneigt und nicht einmal eine Gerade ist.

¹⁾ Sheppard and Mees, a. a. O.



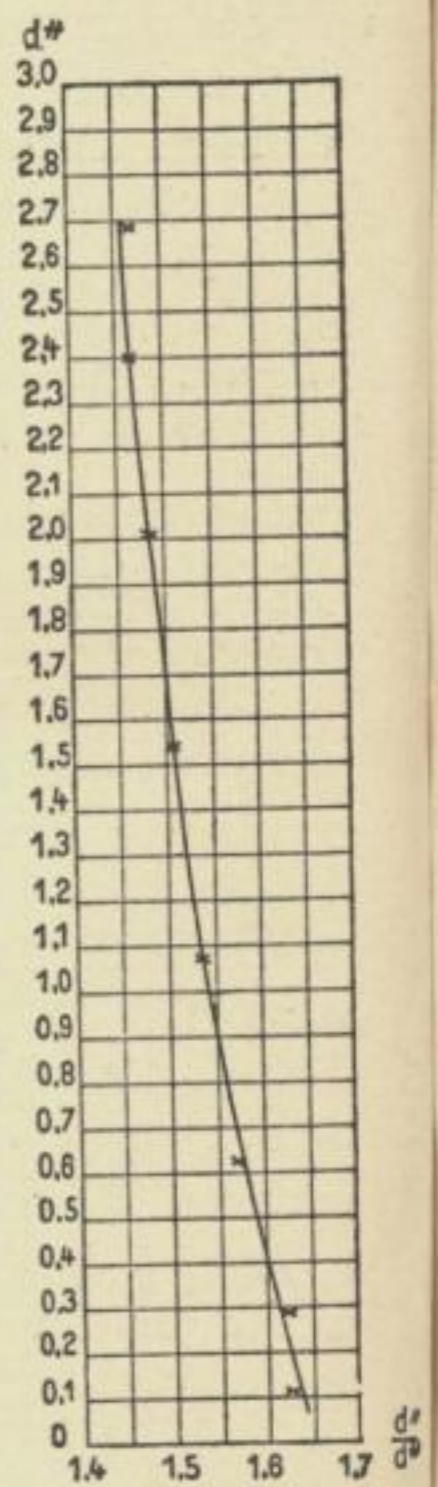
Figur 4.

Man findet indessen, daß die Abweichung zwischen den äußersten Werten von $Q = \frac{d_{\parallel}}{d_{\perp}}$ nicht beträchtlich ist¹⁾.



Figur 5.

Nimmt man als mittleren Wert den Wert von Q für $d_{\perp} = 1$, also genau den ent-



Figur 6.

sprechenden Wert von d_{\parallel} , so kann man als Näherungsformel ansetzen:

$$d_{\parallel} = Q \cdot d_{\perp},$$

oder auch:

$$\left(\frac{J}{J'}\right)_{\parallel} = \left(\frac{J}{J'}\right)_{\perp}^Q.$$

¹⁾ Das gleiche gilt für die Werte von Q , die ich nach den von Herrn Martens mitgeteilten Messungsergebnissen berechnet habe.

Tabelle 4.

d_{\parallel}	$Q = \frac{d_{\parallel}}{d_{\perp}}$
0,119	1,622
0,296	1,618
0,628	1,567
1,072	1,542
1,544	1,511
2,011	1,483
2,404	1,466
2,693	1,473

V. Der Wert von Q für verschiedene Emulsionen.

Zahlreiche Messungen an einer ziemlich großen Reihe von Platten verschiedener Emulsion zeigen, daß der mittlere Wert von Q in enger Beziehung zur Korngröße steht.

Ich teile hier die Werte von Q für verschiedene Emulsionen mit:

Wratten and Wainwright, Ordinary	1,54
„ „ „ Verichrome	1,68
„ „ „ Verichrome, geschleiert	1,52
„ „ „ Verichrome, verstärkt	1,87
„ „ „ Lantern-Plate	1,22
Jouglu, Extra rapide	1,67
Ilford, Lantern-Plate	1,45
Agfa, Diapositivplatte	1,35
Platte aus Gelatine und filtrierter chinesischer Tusche	} 1
Nach dem Pinatypieverfahren erhaltene Platte	
Platte für Lippmann-Photographie von Dr. Lehmann ¹⁾	

(Bei den drei letztgenannten Platten liegen die Unterschiede zwischen der Werten von d_{\parallel} und d_{\perp} unterhalb der Messungsfehler.)

Man sieht, daß, wie zu erwarten stand, Q mit der Korngröße zunimmt.

VI. Einfluß der Diffusion auf die Gestalt der charakteristischen Kurve.

Aus den oben angestellten Betrachtungen folgt, daß die für die Platte charakteristischen Kurven, die man nach den beiden Meß-

¹⁾ Ich verdanke diese Platten der Freundlichkeit des Herrn Dr. Lehmann. Was die Platten von Wratten and Wainwright betrifft, so war diese Firma, die stets bereit ist, wissenschaftliche Untersuchungen zu fördern, so liebenswürdig, mir auf Spiegelglas gegossene Emulsionen zu liefern.

verfahren erhält, nicht geometrisch ähnlich sind. Die eine dieser Kurven ist gegen die andere deformiert, und der einer Geraden vergleichbare Teil muß in der Kurve für $d\ddagger$ länger sein (vgl. Figur 3). Daraus folgt, daß die Trägheit, der Wert, der durch den Schnittpunkt der Verlängerung des geradlinigen Kurvenstückes mit der x -Achse bestimmt wird, verschieden sein muß, je nachdem, ob man in parallelem oder in diffusem Licht arbeitet¹⁾.

Des weiteren wirkt der Schleier, der auf dem zur Ausführung der Empfindlichkeitsmessung dienenden Sensitometerstreifen vorhanden sein kann, wie ein zerstreues Medium. Führt man die Messungen in parallelem Lichte aus, so muß er die Trägheit verändern, eine Erscheinung, die übrigens Mees und Sheppard experimentell festgestellt haben.

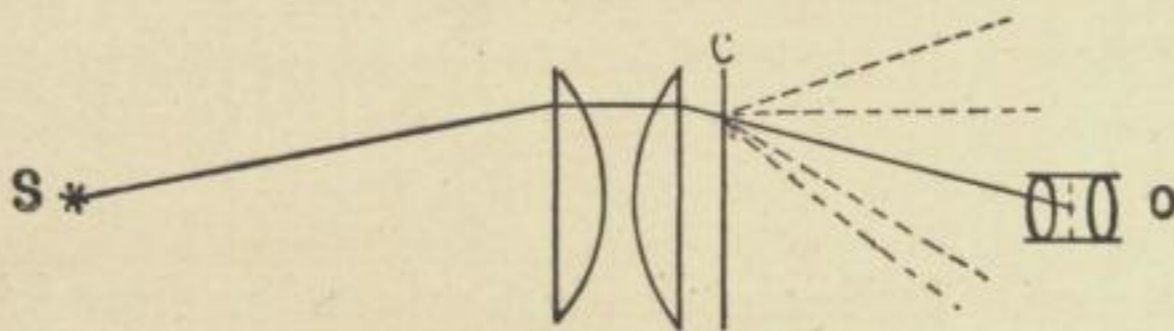
Jeder Einfluß des Entwicklers auf die Korngröße des reduzierten Silbers muß in derselben Weise wirken.

Wir kommen also zu dem Schlusse, daß alle Untersuchungen über die Gesetze, welche die Wirkung des Lichtes auf die photographische Platte beherrschen, auf Messungen der Dichte in diffusem Lichte beruhen müssen.

VII. Praktische Anwendungen. Kontaktdrucke und Vergrößerungen.

Es ist oft bemerkt worden, daß die Drucke, die man erhält, wenn man mit der Laterne vergrößert, schärfere Kontraste aufweisen als die Kontaktdrucke.

Die Erscheinung schien befremdlich; sie wird aber durch die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit völlig aufgeklärt. Man braucht nur an die Zerstreung des Lichtbündels durch die Platte bei der Vergrößerung zu denken (vgl. Figur 7). Die von der Lichtquelle S



Figur 7.

kommenden Strahlen SC werden beim Durchgang durch die Platte C zerstreut, und nur ein Teil des aus der Platte austretenden Lichtes

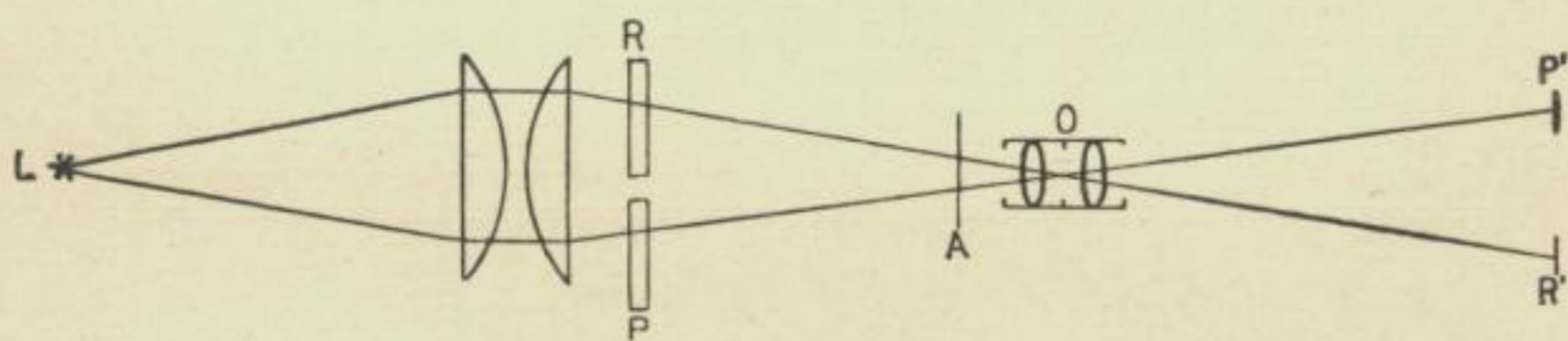
¹⁾ Die Bestimmung der Trägheit ist von allergrößter Bedeutung; scheint sie doch das genaueste Verfahren für die Messung der Empfindlichkeit der photographischen Emulsionen zu liefern.

kann in das Ojektiv eintreten. Da nun in den durchsichtigen Stellen der Platte der Verlust durch Diffusion Null oder nahezu Null ist, so kann man daraus folgern, daß die Kontraste verstärkt werden müssen.

Es versteht sich natürlich von selbst, daß bei Kontaktdrucken das zerstreute Licht nicht verloren geht¹⁾.

Mit anderen Worten: Wenn beispielsweise Lichtmengen von 1 bis 100 erforderlich sind, um auf einem photographischen Papier alle Werte vom reinen Weiß bis zum tiefsten Schwarz hervorzubringen, so ist der nutzbare Teil der Platte das Gebiet, in dem sich die äußersten Werte der Dichte um 2,0 voneinander unterscheiden. Betrachten wir das Diagramm in Fig. 3, so sehen wir, daß in der uns interessierenden Platte der nutzbare Teil Belichtungen von 1 bis 23,5 für Kontaktdruck, und nur von 1 bis 7,9 für Vergrößerung umfaßt. Es wird nur ein kleines Gebiet der Platte wiedergegeben. Die stärksten und die schwächsten Dichten erzeugen weder ein helleres Weiß noch ein tieferes Schwarz. Die Vergrößerung ist härter als der Kontaktdruck.

Das einzige Verfahren, das Vergrößerungen zu erhalten gestattet, welche eine entsprechende Abstufung besitzen wie die Kontaktdrucke, besteht darin, die Platte durch ein Opalglas und ohne Kondensator zu beleuchten.



Figur 8.

Es bleibt nun die Frage, ob der Grad von Parallelität, den man im Martenschen Photometer erreicht, dem in der Vergrößerungslaterne zur Verwendung gelangenden entspricht. Um diese Frage zu lösen, brauchte ich nur in eine Projektionslampe gleichzeitig einen Sensitometerstreifen, dessen Dichten in parallelem Lichte gemessen sind, und eine Reihe neutraler Gläser von gleichfalls bekannter wachsender Undurchlässigkeit einzubringen. Die neutralen Gläser haben nämlich kein merkliches Zerstreungsvermögen; das heißt, der Unterschied

¹⁾ Diese so einfache Erklärung hat nicht immer Zustimmung gefunden. Siehe hierzu: V. C. Driffield: The principles involved in enlarging. Brit. Journ. of Phot. November 1894. S. 714. — Hurter und Driffield haben sich offenbar nicht davon Rechenschaft gegeben, welche ungeheure Lichtmenge durch die photographische Platte zerstreut wird. Daraus erklärt sich ihr Streit mit Abney. Siehe hierzu: Journ. of the Soc. of Chem. Ind. Juli 1890.

zwischen d_{\parallel} und d_{\perp} liegt unterhalb der Messungsfehler. Die gesamte Anordnung ist in Figur 8 dargestellt.

Der Sensitometerstreifen und die neutralen Gläser hatten nur eine Größe von 6×10 cm und wurden daher durch den Kondensator von 13×18 cm gleichförmig beleuchtet. Die Lichtquelle war ein Azetylenbrenner L . Das Objektiv O war mit einem monochromatischen Grünfilter A ausgestattet, das wegen der leichten Färbung der neutralen Gläser erforderlich wurde. (Die Dichten dieser Gläser waren natürlich unter Vorschaltung desselben Filters vor das Okular des Photometers bestimmt worden.) Die neutralen Gläser R und der Sensitometerstreifen P wurden bei R' und P' auf eine photographische Platte projiziert. Die Dichten des so erhaltenen Bildes wurden mit dem Photometer gemessen. Da die Dichten der neutralen Gläser bekannt waren, so konnte ich die charakteristische Kurve für die neue Platte zeichnen und durch graphische Interpolation die Dichten für die Abschnitte des Sensitometerstreifens ermitteln. — Die auf diese Weise gefundenen Werte stimmen (bis auf die der Methode anhaftenden Fehler) mit denen überein, welche das Martenssche Photometer bei Messungen in parallelem Lichte liefert. Ich gebe hier in Tabelle 5 die Werte wieder:

Tabelle 5.

d_{\parallel} Photometrische Messungen	d_{\parallel} Experimentelle Messungen
0,26	0,20
0,54	0,53
1,05	1,05
1,66	1,66
2,40	2,30
3,05	2,92 ¹⁾

Aus dem Versuch ergibt sich die Folgerung, daß die im Photometer und in der Projektionslaterne erreichten Grade von Parallelität merklich übereinstimmen, und daß dieses Instrument unmittelbar, und ohne Korrektionsfaktor, zu Dichtebestimmungen an zu vergrößernden Platten benutzt werden kann. (Für das Hüfnersche Spektrophotometer würde das nicht gelten.)

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung gestatten noch, eine ganz bekannte Erscheinung aufzuklären, für die bisher noch keine

- ¹⁾ Die geringen Abweichungen können herrühren:
- a) von verschiedenem Grade erreichter Parallelität,
 - b) von Unregelmäßigkeiten in der Beleuchtung,
 - c) von unzureichender Monochromasie des Filters.

Begründung gegeben worden ist. Es handelt sich um folgende Erscheinung:

Eine Platte verliert, wenn man sie lackiert, etwas von ihrer scheinbaren Undurchlässigkeit. Findet hier tatsächlich eine Veränderung statt, oder handelt es sich um eine Täuschung? Die folgende Tabelle 6 enthält die Ergebnisse der Messungen an einer Platte vor und nach dem Lackieren.

Diese Werte zeigen, daß die Schwächung in parallelem Lichte vorhanden ist; bei Beleuchtung mit diffusem Licht ist sie Null oder doch nahezu Null¹⁾. Das Lackieren hat im großen ganzen die Wirkung, die Zerstreuung an der Oberfläche der Schicht zu unterdrücken.

Wir beobachten weiter, daß die Zahlen in der Spalte 4 der Tabelle 6 merklich niedriger sind als die in Spalte 3. Das ist sehr leicht erklärlich. Wenn wir nämlich die Platte so auf das Opalglas legen, daß die Glasseite mit letzterem in Berührung ist, so findet noch ein Verlust durch Zerstreuung statt, denn die Schicht wird nicht von vollkommen zerstreutem Licht beleuchtet, und die Strahlen, deren Neigung den Winkel totaler Reflexion übersteigt, dringen nicht in die Platte ein.

Tabelle 6.

Paralleles Licht		Diffuses Licht			
Vor dem Lackieren	Nach dem Lackieren	Vor dem Lackieren		Nach dem Lackieren	
		Nicht umgekehrte Platte	Umgekehrte Platte	Nicht umgekehrte Platte	Umgekehrte Platte
0,260	0,230	0,146	0,133	0,131	0,133
0,645	0,583	0,355	0,334	0,331	0,332
1,218	1,122	0,663	0,636	0,635	0,634
1,885	1,766	1,036	1,008	1,006	1,002
2,602	2,476	1,451	1,433	1,411	1,416

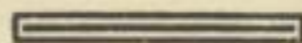
¹⁾ Die Unterschiede sind so gering, daß man fast auf Messungsfehler schließen könnte. Indessen sind die Werte in Spalte 6 sämtlich ein wenig kleiner als die in Spalte 4. Der Unterschied kann beruhen:

- a) darauf, daß das Opalglas kein ideales zerstreues Medium ist,
- b) darauf, daß das Opalglas die Platte nicht vollkommen berührt,
- c) darauf, daß das Reflexionsvermögen der Platte sich durch das Lackieren verändert hat. Die Rolle, welche die Reflexion spielt, habe ich bei dieser Untersuchung ganz unberücksichtigt gelassen, und sie stellt daher einstweilen einen noch unaufgeklärten Punkt dar.

Die Werte für die Dichte, die ich so erhalten habe, entsprechen den Verhältnissen, unter denen eine Platte reproduziert wird.

Zum Schlusse möchte ich Herrn Professor Martens meinen allerherzlichsten Dank für seine mir erteilten Ratschläge ausdrücken. Ich möchte auch Herrn Dr. Kenneth Mees für die literarischen Hinweise und für die erwiesenen Gefälligkeiten danken.

Gent, Privatlaboratorium für photographische Untersuchungen.



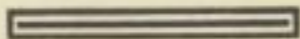
Verbessertes Densimeter¹⁾.

Von S. Maximowitsch, St. Petersburg.

In dieser Neukonstruktion des Martensschen Apparates zur Bestimmung der Schwärzung photographischer Platten werden die beiden Gesichtsfeldhälften des Polarisationsphotometers vermittlems zweier Milchglasplatten und zweier Glühlampen (a 5 HK.) erhellt.

Die Homogenität der Gesichtsfeldbeleuchtung wird vor der eigentlichen Messung durch Verschieben einer dieser Milchglasplatten erreicht. Auf die andere kommt die zu untersuchende Schicht (Negativ, Papier usw.), welche man durch event. Einschalten einer Zusatzlinse deutlich sichtbar machen kann (für spektrographische u. a. Messungen). Durch spezielle Untersuchungen gelangte der Verfasser zur Überzeugung, daß die Anwendung zweier Lichtquellen in diesem Falle einwandfrei ist, dafür aber wird ein zu technischen Messungen besonders geeigneter Apparat geschaffen, da die Berechnung der Opazität wesentlich vereinfacht und die Anwendung einer für die Martenssche Originalkonstruktion unumgängliche sehr starke Lichtquelle vermieden wird.

¹⁾ „Photographische Korrespondenz“ Nr. 587. „Papier-Zeitung“ 1909 Nr. 58. Ibid. 1910 Nr. 2.



Über den augenblicklichen Stand der Sensitometrie.

Von C. E. Kenneth Mees, London.

Übertragung aus dem Englischen von H. Weisz.

Die Sensitometrie photographischer Platten bietet ein eigentümliches Bild, insofern sensitometrische Themen nur von wenigen Forschern bearbeitet werden und Chemikern und Physikern fast unbekannt sind, obgleich die Sensitometrie ein ausgedehntes und schwieriges Arbeitsgebiet darstellt. Es ist bebaut worden von einigen wenigen Liebhabern der photographischen Wissenschaft — zu einem kleinen Teil innerhalb industrieller Werke —, und obzwar die Zahl der Forscher auf diesem Gebiet klein gewesen ist, ist ihr Enthusiasmus um so größer gewesen, und viele Abhandlungen über den Gegenstand sind erschienen.

Es gibt kein Lehrbuch, welches den Gegenstand umfaßte. Die Abhandlungen und Bücher, welche es gibt, stellen die Schlußfolgerungen dar, die der Verfasser zog, und die Methoden, welche er anwandte, und greifen selten ausführlich auf frühere Publikationen zurück. Die Lehrbücher der Photographie vernachlässigen die Sensitometrie fast vollständig, da die Verfasser, wo sie sich auf den Gegenstand beziehen, gewöhnlich selbst auf dem Gebiet gearbeitet haben und ihre Aufmerksamkeit fast ausschließlich ihren eigenen Arbeiten zuwenden.

Die Sensitometrie kann eingeteilt werden in drei hauptsächlich Gruppen:

- I. Sensitometrie im engeren Sinne oder Empfindlichkeitsmessung photographischer Platten.
- II. Sensitometrie der Entwicklung.
- III. Sensitometrie orthochromatischer Platten, welche angibt, wie die Farbenempfindlichkeit der Platten über das Spektrum verteilt ist.

Neben diesen drei Gruppen bildet die Anwendung photographischer Platten zu Meßzwecken und die Kenntnis besonderer Konstanten, die nötig ist, um eine Erscheinung mit Hilfe ihrer Wirkung auf die photographische Platte messen zu können, eine vierte Gruppe des Themas. Es ist einleuchtend, daß die Methoden der Sensitometrie von zwei

verschiedenen Gesichtspunkten gesehen werden können, ähnlich den Gesichtspunkten, von welchen aus wir eine analytische Methode beurteilen: einmal vom Gesichtspunkt ihrer Eignung für die wissenschaftliche Untersuchung. Hier ist strenge Genauigkeit die erste Forderung, und alle anderen Forderungen sind nebensächlich neben dieser; komplizierte und empfindliche Apparatur und die Notwendigkeit großer Geschicklichkeit bei ihrem Gebrauch sind nicht Nachteile. Aber ganz wie eine analytische Methode, die große Geschicklichkeit und komplizierte Apparatur nötig macht, nicht geeignet ist für den Gebrauch im technischen Betriebe, der wissen will, ob seine Produkte rein sind, so sind sensitometrische Methoden, die für die wissenschaftliche Untersuchung geeignet sind, nicht von vornherein auch geeignet für den Gebrauch in der Trockenplattenfabrikation. In der Regel jedoch ist die Schwierigkeit, genaue Resultate zu erreichen, so groß und das Bedürfnis nach solchen so stark, daß Genauigkeit die erste Forderung im Betriebe wie im Laboratorium sein muß.

Es ist hier vielleicht am Platze zu bemerken, daß die photographischen Betriebe um ihren Mangel an wissenschaftlichen Methoden nicht zu beneiden sind; dies gilt sowohl für den Kontinent, als auch für England. Die Fabrikation ist meistens in der Hand geschickter Praktiker, welche nur einen geringen Grad wissenschaftlicher Schulung besitzen und Daumenproben der Messung vorziehen. Diese Tatsache ist ohne Zweifel der schwierigen Eigenart des photographischen Betriebes zuzuschreiben; das Emulsionieren ist eben wie das Kochen mehr Sache der Geschicklichkeit der Köchin und ihrer Erfahrung als ihrer wissenschaftlichen Schulung.

Die große Schwierigkeit bei Aufstellung eines Systems der Sensitometrie ist immer gewesen, zu definieren, was die Empfindlichkeit einer photographischen Platte ist. Wenn ich die Diskussionen, die über diesen Gegenstand geführt worden sind, überdenke, will es mir scheinen, daß viele, die an diesen Diskussionen teilgenommen haben, so sehr überzeugt von den Schwierigkeiten einer solchen Definition gewesen sind, daß ihnen die Notwendigkeit entgangen ist, irgendeine Definition aufzustellen, selbst wenn sie ungenügend sein sollte. Eine praktisch brauchbare Definition, welche sich mit den gebräuchlichen nicht in Widerspruch setzt, ist die folgende:

„Die relative Empfindlichkeit zweier Platten ist das Verhältnis der Belichtungen, die nötig sind, um einen Silberschleier hervorzubringen, der $\frac{1}{10}$ des gesamten auffallenden Lichtes hindurchläßt, wenn die Platte so entwickelt wird, daß die Dichtedifferenzen im gradlinigen Teil der charakteristischen Kurve gleich den Differenzen der Logarithmen der betreffenden Belichtungen sind, wenn die Lichtquelle Tageslicht ist und wenn die ganze Expositionszeit, die zur Er-

reichung dieser Dichte nötig ist, nicht zwei Minuten über- und nicht fünf Sekunden unterschreitet.“ Diese Definition definiert, wie man sieht, die Farbe der Lichtquelle und vermeidet Schwierigkeiten in bezug auf die Abweichungen von der Reziprozitätsregel.

Es ist ganz richtig, daß hierbei die Empfindlichkeit nicht gleichbleiben muß:

1. in anderen Teilen der charakteristischen Kurve,
2. bei Bestrahlung mit mehr oder weniger intensiven Lichtquellen,
3. für Lichtquellen anderer Farbe,

aber ich halte es für besser, diese Variablen, von denen 1 vergleichsweise klein, 2 sehr klein und 3 klein ist, unabhängig zu definieren von der gewöhnlichen Weise, Empfindlichkeiten für praktische Zwecke zu messen, ausgenommen bei orthochromatischen Platten, welche gesondert gemessen werden müssen. Abgesehen von solchen sind die Fehler, die in die praktische Photographie durch 1, 2 und 3 eingeführt werden, wahrscheinlich viel kleiner als die Fehler, die in manchen anderen Richtungen unterlaufen.

I. Teil.

Sensitometrie im engeren Sinne.

Während einer ziemlichen Zeit hat sich das Interesse auf Versuche, die Empfindlichkeit photographischer Platten zu messen, konzentriert. In der ersten Jugendzeit der Trockenplatte hat man die Platten als 10, 20 usw. mal empfindlicher als nasse Platten bezeichnet, aber schon vor alters wurde das Bedürfnis nach einer genaueren Methode der Empfindlichkeitsbezeichnung empfunden. Diesem Bedürfnis wurde zu einem Teil durch das Warnerke-Sensitometer abgeholfen, welches aus einer Glasplatte besteht, die mit Quadraten von Pigmentgelatine bedeckt ist, von welchen jedes eine durchsichtige Nummer aufgedruckt erhalten hat und $\frac{1}{3}$ weniger Licht durchläßt als das vorhergehende.

Andere Instrumente ähnlicher Art, auf welchen Intensitätsskalen angebracht waren, wurden von Spurge und Vogel gebaut. Im Warnerke-Sensitometer wird die Platte einer Skala verschiedener Belichtungen ausgesetzt, und ihre Empfindlichkeit wird gemessen durch die kleinste Intensität (undurchlässigste Skalenummer), welche auf ihr einen merklichen Eindruck hervorbringt. Eine neuere und bequeme Anwendung dieses Prinzips ist der von Chapman Jones angegebene „plate taster“. In Deutschland wurde die Methode von Eder entwickelt, der die von Scheiner angegebene Sektorscheibe benutzte. Beim großen Scheiner-Modell sind 23 Sektoren angeordnet, von denen jeder im Verhältnis

von 1,27 : 1 größer ist als der vorangehende. Die Sektorenscheibe wird vor der Platte in Umdrehung versetzt, und die Exposition erfolgt entweder, wie von Scheiner vorgeschlagen, beim Licht einer Benzin-einheitslampe, oder einer Hefner-Alteneck-Lampe. Nach der Entwicklung, für welche eine bestimmte Zeit vorgeschlagen ist — eine Methode, die, wie im zweiten Teil auseinandergesetzt werden wird, zu ungenauen Ergebnissen führt —, wird die Platte, Schicht nach unten, auf ein Blatt weißes Papier gelegt. Die Exposition in Sekundenmeterkerzen, die dem letzten sichtbaren Eindruck entspricht, wird bezeichnet als Schwellenwert der Platte. Diese Methode hat sich in Deutschland, besonders unter Eders Einfluß, weit verbreitet, und es scheint, daß sie heute langsam durch das Hurter und Driffieldsche System der Empfindlichkeitsbezeichnung verdrängt wird, welches, wenigstens dem Namen nach, in England vor etwa zehn Jahren angenommen worden ist.

Der Kongreß für Photographie in Paris (1889) schlug eine andere Methode zur Empfindlichkeitsmessung von Platten vor, aber es scheint, daß seine Vorschläge praktisch von niemanden angenommen worden sind. Der Vorschlag lautete dahin, daß diejenige Belichtung zur Messung der Empfindlichkeit dienen solle, die nötig ist, um einen Silberschleier hervorzubringen, der die Hälfte des ganzen auffallenden Lichtes hindurchläßt. Es scheint nicht, daß dieser Kongreß irgend etwas über die Art der Entwicklung vorgeschrieben hat, was im übrigen der Hauptpunkt bei dieser Bestimmungsmethode ist. Wenn die Definition gelautet hätte: die Empfindlichkeit solle definiert sein als diejenige Belichtung, die bei einem Entwicklungsfaktor von 1 die Dichte 1 hervorbringt, so wäre gegen sie nichts einzuwenden gewesen, und sie würde sich praktisch mit den Vorschlägen von Hurter und Driffield decken.

Abney bestimmte die Empfindlichkeit von Platten, indem er die Transparenz gegen den Logarithmus der Belichtung in ein Koordinatensystem eintrug und die Empfindlichkeit von dem Punkt rechnete, in welchem die Tangente vom Punkt der Inertia eine zur Achse der Belichtung Parallele schneidet. Bei dieser Methode ist die Empfindlichkeit, die sich ergibt, der Punkt der kleinsten Belichtung, die noch einen sichtbaren Eindruck hervorbringt, und hängt ab von dem unteren Teil der charakteristischen Kurve. Endlich hielten im Jahre 1890 Hurter und Driffield vor der Sektion Liverpool der Society of Chemical Industry einen Vortrag, welchen sie „photo-chemical investigations“ benannten. Sie gaben eine Anzahl von Versuchen, bei welchen sie Platten zu verschiedenen Beträgen belichtet und dann die optischen Dichten gemessen hatten, und sie zeigten, daß diese der Gewichtsmenge entwickelten Silbers in der Schicht proportional sind. Sie trugen dann die Dichten gegen die Logarithmen der Belichtungen in ein Diagramm

ein und erhielten so, was sie die charakteristische Kurve der Platten nannten. Sie fanden, daß der mittlere Teil dieser Kurve einer geraden Linie sehr nahe kommt, und daß die Lage desjenigen Punktes, in welchem die Verlängerung dieses mittleren Teiles die Achse der Belichtungen schneidet, unabhängig ist von der Entwicklungszeit. Sie schlossen hieraus, daß dieser Punkt in charakteristischer Weise unempfindlich gegen Belichtung und Entwicklung ist, und nannten ihn den Punkt der Inertia. Diese Methode ist trotz mancher abfälligen Kritik und trotz mancher praktischen Nachteile allmählich als die beste praktische Methode, die Empfindlichkeit einer Platte zu bestimmen, angenommen worden. Unglücklicherweise herrscht in bezug auf Einheitslampen viel Verwirrung, und natürlich beeinflußt die Wahl der Einheitslampe erheblich das Resultat.

Hurter und Driffield bedienten sich einer englischen Kerze. Sheppard und Mees, die einen großen Teil ihrer Versuche wiederholten, wählten Azetylenbrenner als Einheit, die sie mit der heutigen Einheitslampe, der Pentanlampe, verglichen. Die Pentanlampe und die Kerze geben praktisch identische Resultate. Hurter und Driffield definierten ihre Empfindlichkeit als 34 dividiert durch die Inertia. Dies ist, was als Hurter und Driffieldsche (H. und D.) Empfindlichkeitszahl bezeichnet wird. Die Hurter und Driffieldschen Empfindlichkeitszahlen, die von einigen Firmen angegeben werden, führen zu dem Schluß, daß entweder die von diesen Firmen benutzten Einheitslampen falsch sind, oder daß die Zahlen einfach als Schutzmarken dienen sollen und keine sachliche Beziehung zu der wirklichen Empfindlichkeit des Inhalts der betreffenden Plattenschachteln haben. Insofern der Hurter und Driffieldsche Aktinograph, der für die Bestimmung der H. und D.-Zahlen bestimmt war, sehr wenig in Gebrauch ist, und in England jedenfalls durch die Empfindlichkeitsmesser von Watkins und Wynne verdrängt worden ist, scheint es besser, die Empfindlichkeit anzugeben in Zahlen, die mit den von diesen Instrumenten gelieferten übereinstimmen. Nachdem ich mit Herrn Watkins über den Gegenstand korrespondiert habe, bin ich zu dem Schluß gekommen, daß die nächste Annäherung an seine Zahlen gewonnen werden kann, indem 50 durch die Inertia dividiert wird, wodurch die Watkinszahlen ungefähr um 50 % größer werden als die Hurter- und Driffield-Zahlen. Man erhält die Wynnezahlen, indem man die Quadratwurzel aus der Watkinszahl mit 6,4 multipliziert.

Es erscheint mir angebracht, einige Worte zu sagen über die für Sensitometrie geeignete Apparatur.

Um die Empfindlichkeit einer Platte zu finden, sind nur zwei Instrumente notwendig: 1. ein Instrument für die Belichtung, bestehend aus einer Normallichtquelle, und zwar entweder einer Einheits-

lampe wie die Pentanlampe oder einer mit der Einheitslampe verglichenen Lampe und einer Vorrichtung, die geeignet ist, die Lichtintensität meßbar zu schwächen, um eine Skala von verschiedenen Intensitäten zu erhalten. Die beste Methode, dies zu verwirklichen, scheint das Sektorrad zu sein, das von Hurter vorgeschlagen ist. Dieses besitzt neun Ausschnitte in Kreissektorform mit 180° , 90° , 45° usw. Öffnung, so daß die Intensitäten im Verhältnis 1:2 gestuft sind. Das Sektorrad kann gedreht werden durch einen Elektromotor oder eine kleine Heißluftmaschine oder auch von Hand. 2. benötigt man ein Instrument, um die Dichte des Silberniederschlages zu messen. Abney benutzte ein Rumford-Photometer, Hurter und Driffield ein Bunsensches Photometer, aber diese älteren Instrumente sind weitgehend durch die kleineren, bequemeren und auch genaueren Polarisationsphotometer ersetzt worden. Ein sehr bequemes Polarisationsphotometer ist das Martenssche, das für den speziellen Zweck von Schmidt und Haensch hergestellt wird und weitgehend im Gebrauch ist. Ein photochemisches Laboratorium wird für andere Zwecke eines Spektrophotometers nicht entraten können, und dieses wird zugleich ein sehr vollkommenes Instrument für die Messung von Dichten darstellen.

Ich möchte hier auf eine bedeutungsvolle Publikation von A. Callier über den Einfluß des diffusen Lichtes beim Photometrieren verweisen.

Wenn man sich mit der Entwicklung beschäftigen will, wird auch ein Apparat erforderlich sein, um den Entwickler bei konstanter Temperatur zu halten. Eine ausführliche Beschreibung einer hierzu geeigneten Apparatur wird man im *Photographic Journal*, Juli 1904, unter dem Titel „On Instruments for Sensitometric Investigation“ finden.

II. Teil.

Messung der Entwicklungs-Konstanten von Platten.

Wenn eine Platte belichtet und dann in Stücke geschnitten wird, so daß verschiedene Teile der Platte in verschiedener Weise entwickelt werden können, wird man, wenn man die Dichten mißt und sie in ein Diagramm gegen die Entwicklungszeit aufträgt, finden, daß die Dichte erst rasch und dann langsamer mit der Entwicklungszeit wächst, um schließlich bei einem Grenzwert anzulangen, der von der Exposition abhängt, die die Platte erhalten hat. Die Gleichung, welche die Dichte mit der Entwicklungszeit verknüpft, wird von dem Gesetz bestimmt, daß die Entwicklungsgeschwindigkeit proportional ist der Differenz zwischen der Dichte, die überhaupt erreicht werden kann und der Dichte, die schon erreicht ist, d. h.:

$$V_{(D)} = \frac{dD}{dt} = K (D_{\infty} - D_t).$$

Wenn man dies integriert, erhält man:

$$K = \frac{1}{t} \ln \frac{D_{\infty}}{D_{\infty} - D_t}$$

Hieraus ergibt sich die Anfangsgeschwindigkeit durch Differentiation zu:

$$V_0 = K D_{\infty}$$

Da nun die Dichte für eine gegebene Belichtung proportional ist der Neigung der charakteristischen Kurve, d. h. proportional zu $\operatorname{tg} \theta$ für den geradlinigen Teil, einer Größe, die von Hurter und Driffield γ genannt wurde, so können wir γ für D in diese Geschwindigkeitsgleichung einsetzen und erhalten:

$$K = \frac{1}{t} \ln \frac{\gamma_{\infty}}{\gamma_{\infty} - \gamma_t}$$

und für die Anfangsgeschwindigkeit $V_0 = K \gamma_{\infty}$.

Um also die entwickelnden Eigenschaften einer Platte zu kennen, müssen wir K und γ kennen. Diese beiden Konstanten kann man finden, indem man zwei Platten entwickelt, und zwar die eine doppelt so lange als die andere, und die beiden koexistierenden einfachen Exponentialgleichungen, die man so erhält, auflöst. Es sind Tabellen publiziert worden, um die folgenden Rechnungen zu erleichtern, aber ein gut Teil Erfahrung hat mich überzeugt, daß es sicherer ist, zu untersuchen, wie lange eine gegebene Platte zur Entwicklung zu einem hohen γ braucht, dann noch einmal so viel länger zu entwickeln, daß die Platte vollständig entwickelt ist, und diese γ -Ablesung als γ_{∞} anzusehen. K wird mit Hilfe einer anderen Platte berechnet, die eine bestimmte Zeit in einem bestimmten, bekannten Entwickler bei einer bestimmten, bekannten Temperatur entwickelt ist. Eine nützliche Anwendung der beiden so gefundenen Konstanten ist, aus ihnen die Entwicklungszeit für die betreffende Serie von Platten zu berechnen. Für die gewöhnlichen Zwecke ist γ in der Tat eine sehr wichtige sensitometrische Konstante. Sie beschreibt die Fähigkeit einer Platte, Dichte zu geben, und ist der hauptsächlichste Kontrollfaktor bei der Emulsionsbereitung. Sie ist ein sehr variabler Faktor, der leicht vermöge kleiner Änderungen bei der Emulsionsbereitung schwankt. Die Entwicklungskonstante K ist noch schwankender, sie ändert sich von Zeit zu Zeit in verschiedenen Partien, und zwar ohne augenfälligen Grund. K hängt ab von der Art, wie man die Platten trocknet.

III. Teil.

Sensitometrie orthochromatischer Platten.

Wenn man sich schon bei der Bestimmung der Empfindlichkeit von gewöhnlichen Platten in einer einigermaßen unbefriedigenden Lage

befindet, so kann man sagen, daß mit der Bestimmung der Farbenempfindlichkeit überhaupt noch nicht begonnen ist. Es gibt zwei Methoden, von welchen man gewöhnlich Gebrauch macht, aber die große Schwierigkeit bei allen Methoden der orthochromatischen Sensitometrie ist der Zeitaufwand, den sie nötig machen. Die beiden Methoden sind:

1. die Messung der Dichtenkurve, wenn die Platte im Spektroskop belichtet worden ist,
2. die Messung der Empfindlichkeit der Platte nach einer Schwellenwertmethode oder nach der Hurter und Driffeldschen Methode, wenn unter gegebenen breitbändrigen Filtern belichtet worden ist.

Die erste Methode ist zu einem großen Teil von R. I. Wallace entwickelt worden (*Astrophysical Journal* 25 (1907), Märzheft). Wallace benutzt Tageslicht und gebraucht eine Standard-Platte, um die Intensität des Tageslichtes zu finden. Er belichtet die zu untersuchende Platte dann in einem von ihm selbst angegebenen Spektroskop. Die Dichte mißt er in einem Braceschen Spektro-Photometer. Die Platten werden entwickelt zu einem γ von 1, und die Dichte-Wellenlängekurve wird angetragen. Wallace schlägt vor, die Dichteablesungen, die auf diese Weise gefunden sind, für sechs oder sieben Punkte im Spektrum anzugeben.

Die zweite Methode, die sowohl Pigmente als auch Filter benutzt, ist zu einem großen Teil von Abney entwickelt worden, der auch ein „colour sensitometer“ angegeben hat, das enge Spektralbezirke der gleichen visuellen Helligkeit ausblendet, so daß eine gut korrigierte Platte Silberniederschläge gleicher Dichte in diesem Farbensensitometer geben sollte. In meiner eigenen Praxis habe ich die relative Empfindlichkeit unter einem Gelb- und unter einem Blaufilter bestimmt, wie von Eder vorgeschlagen (das Blaufilter ließ das Licht von weniger als 5000 und das Gelbfilter das von mehr als 5000 hindurch), oder auch später unter einem Satz von Dreifarbenfiltern, in dem ich die unter den Dreifarbenfiltern gefundenen relativen Empfindlichkeiten als ein Maß für die relative Empfindlichkeit der Platte nahm.

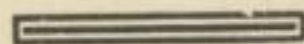
Wallace wendet gegen diese Methode richtig ein, daß eine Platte z. B. eine hohe Empfindlichkeit unter dem Rotfilter geben könnte, ohne im Rot überhaupt sensibilisiert zu sein, wenn sie nur eine hohe Empfindlichkeit im Orange hätte, und ich finde es daher zweckmäßig, die quantitative, zahlenmäßige Angabe der Empfindlichkeit, die ich unter den Dreifarbenfiltern erhalte, durch eine qualitative Prüfung im Spektrum zu kontrollieren. Um die Unbequemlichkeit einer Serie von Expositionen oder einer Messung von Dichtekurven zu vermeiden, benutze ich einen Keil aus Rauchglas, den ich vor dem Spalt des Spektroskops aufstelle.

Dieser Keil bringt eine Abstufung der Lichtintensität von 1:1000 über die Länge des Spaltes hervor, und auf diese Weise erhalte ich, was ich ein „Keilspektrum“ zu nennen pflege. Die Kombination dieses Spektrums mit der für einen bestimmten Filtersatz gefundenen Dreifarben-Empfindlichkeitszahl erscheint mir hinreichend.

Ich möchte hier eine Publikation erwähnen, die augenblicklich in der „Zeitschrift für wissenschaftliche Photographie“ erscheint, betitelt „Die absolute Strahlungsempfindlichkeit von Bromsilbergelatineplatten gegen Licht verschiedener Wellenlänge“ von Leimbach (Zeitschr. wiss. Phot. 1909, 157). Leimbach hat die Intensität der Strahlung in einem Spektroskop mit Hilfe eines Radiometers und ferner die Dichte seiner Platten mit einem Hartmannschen Mikrophotometer gemessen. Neu daran scheint in der Hauptsache zu sein, daß er die Lichtintensität in absoluten Einheiten für jeden Teil des Spektrums angibt.

Diese Rundschau über die Sensitometrie beschließend, möchte ich die Anwendung photographischer Platten für die Messung von Intensitäten erwähnen. Man findet in wissenschaftlichen Arbeiten nicht selten, daß photographische Platten für die Messung von Intensitäten gebraucht werden, ohne ein hinreichendes Verständnis für die Bedingungen, unter welchen sie gebraucht werden müssen. Es ist z. B. nicht richtig, Dichten, selbst wenn sie genau gemessen sind, als ein Maß für die Lichtwirkung anzusehen, wenn sie nicht erst in die charakteristische Kurve der Platte eingetragen sind. Es ist sensitometrisch nicht erlaubt, Platten, die gleich lange entwickelt worden sind, als bis zum selben Betrag entwickelt anzusehen. Wenn Platten bis zum selben Betrag entwickelt werden sollen, so daß die Dichten proportional der Empfindlichkeit gesetzt werden können, müssen sie bis zu gleichem γ entwickelt werden, und es ist sehr unwahrscheinlich, daß Platten, die gleich lang entwickelt worden sind, zu gleichem γ entwickelt wurden.

Ich möchte denjenigen, die photographische Platten zu Meßzwecken gebrauchen, auch den Rat geben, sie möchten, anstatt zu versuchen, alle Eigenschaften der photographischen Platte durch eigene Versuche festzustellen, die photographische Literatur über den Gegenstand zu Rate ziehen. Ich habe z. B. kürzlich einige Aufsätze gelesen, wo die Autoren umfängliche experimentelle Arbeit über bestimmte Eigenschaften photographischer Platten ausgeführt hatten in unschuldiger Ahnungslosigkeit der Tatsache, daß diese ganze Arbeit vor 15 Jahren getan und viel besser getan worden war. Die komplizierte Eigenart des Gegenstandes, und daß die photographische Literatur so zerstreut ist, trägt ohne Zweifel an solchem Mißgeschick mit Schuld.



Über die Aktinität verschiedener elektrischer Bogenlampen für photographische Kopierzwecke.

Von Dr. Paul von Schrott, Wien.

Es kommen gegenwärtig sehr verschiedenartige Lichtquellen für photographische Kopierzwecke in Betracht, welche bezüglich ihrer optischen Helligkeit, ihrer chemischen Wirksamkeit und der spektralen Zusammensetzung der entsendeten Lichtstrahlen einerseits und den Verbrauch des elektrischen Stromes andererseits große Verschiedenheiten aufweisen. Dabei spielt auch die sogenannte Ökonomie, d. i. der Wattverbrauch pro 1 HK., dieser Lampen eine nicht zu unterschätzende Rolle¹⁾, da ja dieser Faktor die Kosten des Kopierprozesses in erheblichem Maße mitbestimmt.

Da die in jüngster Zeit zu hoher Vollkommenheit herangewachsene Quecksilberquarzlampe von Küch, sowie einige andere elektrische Lichtquellen in dieser Richtung bezüglich der Relation von chemischer zu optischer Helligkeit (sog. relative Aktinität)²⁾ nicht genügend bekannt sind, so unterzog ich einige der für die Praxis wichtigen photographischen Kopierlampen einer neuerlichen vergleichenden Untersuchung. Während zur Messung der optischen Helligkeit der untersuchten Lichtquelle ein Photometer nach Leonhard Weber verwendet wurde, kamen zur Bestimmung der chemischen Wirksamkeit die im Folgenden beschriebenen Methoden zur Anwendung.

Meistens bedient man sich zur Prüfung der chemischen Helligkeit verschiedener Lichtquellen des Skalenphotometers, sowie des Normalfarbenphotometers. In der photographischen Praxis hat sich das Vogelsche Seidenpapier-Photometer eingebürgert, bei welchem zahlreiche Lagen von Seidenpapier stufenförmig übereinandergelegt werden. Die Absorptionskonstante derartiger Photometer ist meist 1,27. In der photographischen Praxis nimmt man an, daß die Skalenwerte derartiger

¹⁾ Vgl. Hübl, Lippmann.

²⁾ Die relative Aktinität von Magnesiumlicht gegen Amilacetatlicht für Bromsilber und Chlorsilber, s. Eder Sitzungsberichte d. kaiserl. Akad. d. Wissensch. Wien (mathem.-naturw. Kl. 2. April 1903). Ferner Eder-Valenta „Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse“ Wien, 1904 II. S. 151.

Seidenpapier-Photometer für verschiedenartige Lichtquellen konstant sind, und man begnügt sich, ein Chlorsilber- oder Chromatnormalpapier in bestimmtem Abstand und während einer bestimmten Zeitdauer der Wirkung einer bestimmten Lichtquelle auszusetzen, die letzten Kopiergrade abzulesen und daraus den Aktinismus der verschiedenen Lichtquellen zu bestimmen. Die Berechnung beruht auf der Annahme, daß einem gerade noch wahrnehmbaren photographischen Effekte (Schwärzung) eine bestimmte Lichtmenge entspreche. Ist die ungeschwächte Lichtstärke I , so wird durch n Schichten Seidenpapier von der Absorptionskonstanten c die Lichtmenge $\frac{I}{c^n}$ durchdringen. Eine Lichtmenge I' wird den Kopiergrad m deutlich machen, und es besteht die Relation $\frac{I}{c^n} = \frac{I'}{c^m}$, $I' = Ic^{m-n}$. Als ich nach dieser Methode verschiedene Kopierlampen sehr verschiedenartiger Färbung untersuchte, konnte ich die Beobachtung machen, daß bei Verwendung einer elektrischen Glühlampe einerseits, einer elektrischen Bogenlampe oder einer Quecksilberdampfampe andererseits die Absorptionskonstanten für jede dieser Lichtquellen andere waren, weil augenscheinlich das kurzwellige violette Licht in höherem Maße vom Seidenpapier absorbiert wird als das Licht von größerer Wellenlänge.

Die von mir verwendeten Seidenpapier-Photometer besaßen für eine Scheinersche Benzinlampe bei Verwendung von Bromsilbergelatine mit Hervorrufung die Absorptionskonstanten = 1,283.

Da bei der Prüfung der praktischen Verwendbarkeit von Kopierlampen mit einer Benzin- oder Amylacetatlampe keine genügend starke, für Messungszwecke brauchbare Schwärzung von Auskopierpapieren zu erzielen war, so wählte ich eine 110voltige Metallfadenlampe von 40,25 HK. Helligkeit bei einer Beanspruchung von 1,2 Watt pro 1 HK.

Diese sekundäre Lichteinheit ist genügend aktinisch, um Chlorsilber- und Bichromatpapiere in entsprechend kurzer Zeit grau resp. braun zu färben. Für eine derartige Lichtquelle hatte das Seidenpapier-Skalenphotometer unter Anwendung von Chlorsilber-Normalpapier die Absorptionskonstante 1,36, für eine Bogenlampe mit rot leuchtender Effektkohle oder für eine gewöhnliche Bogenlampe 1,486, für weiße oder gelbe Effektkohlen 1,583, für eine Quecksilberlampe 1,74.

Wie man sieht, steigt die Absorptionskonstante und somit der Skalenwert einer Ziffer des Seidenpapierphotometers wesentlich an, wenn man photographische Kopierlampen benutzt, die reich an intensiven violetten und ultravioletten Strahlen sind. Bei all diesen Versuchen war das Skalenphotometer mit einer sehr dünnen farblosen Glasplatte bedeckt, wie es in der photographischen Praxis üblich ist. Die Ab-

sorption derartiger Gläser setzt ungefähr bei der Wellenlänge λ 3000 ein und absorbiert von da an praktisch vollkommen die ultravioletten Strahlen kürzerer Wellenlänge. Die ultraviolette Strahlung der Quecksilberdampfampe sowie der elektrischen Bogenlampe, welche reich an Strahlen kürzerer Wellenlänge sind, kommt somit in der photographischen Praxis nicht in Betracht. Ja, die dickeren Spiegelscheiben gewöhnlicher Kopierrahmen lassen noch viel weniger ultraviolettes Licht durch. Immerhin ist die große Helligkeit der Quecksilberdampfampe und des Bogenlichtes im ultravioletten Teile so beträchtlich (siehe Tabelle), daß dies bei der Berechnung des Skalenwertes des photographischen Seidenpapier-Skalenphotometers einen Einfluß nimmt, der bei praktischen Arbeiten nicht übersehen werden darf.

Als Normalpapier benutzte ich anfänglich Bunsensches Normalchlorsilberpapier, welches durch Schwimmenlassen von Salzpapier auf Silbernitrat hergestellt wird (s. Eder Handb. d. Photogr. II. Aufl. I. Teil. I. Hälfte 1892. S. 386).

Da dieses Papier aber nach einigen Tagen durch Selbstzersetzung sich verändert und auch beim Erwärmen Störungen ergibt, verwendete ich in der Folge das von Eder angegebene Normal-Chlorsilberkaliumnitritpapier, dessen sich auch Professor Dr. Wiesner und seine Schüler mit Erfolg zu ihrer Aktinitätsbestimmung des Tageslichtes bedienten¹⁾.

Will man dieses lichtempfindliche Papier zur Helligkeitsbemessung von Lichtquellen mit einem Normalfarbenphotometer verwenden, so kann die Bunsensche Graufarbe, bestehend aus einem Teil Ruß mit 1000 Teilen Zinkoxyd²⁾ nicht gut verwendet werden, denn bei der großen Empfindlichkeit des verwendeten photographischen Papiers läuft dieses so rasch an, daß die bis zur Annahme des Normalfarbtones erforderliche Zeit kaum genau abzulesen ist. Deshalb benutzte ich einen dunkleren Normalton, welcher auf 1000 Teile Zinkoxyd 10 Teile Terpentin-Ruß, der in Platintiegel 5 Minuten kalziniert worden war, enthielt und mit sehr dünner Gelatinelösung, welche nur 0,80 % Gelatine enthielt, angerieben und auf glatten Karton gestrichen war. Die Zeitdauer, welche unter sonst gleichen Umständen zur Erreichung des Normaltones notwendig ist, kann annähernd verkehrt proportional dem Aktinismus der Lichtquelle gesetzt werden. Dieses Verfahren

¹⁾ Photogr. Korresp. 1909 Juliheft. Nach Eder wird dieses Normalpapier hergestellt durch Tränken von 8 kg Rivespapier in einer Lösung von 3 Teilen Chlornatrium in 100 Teilen Wasser. Tränken durch 5 Minuten, trocknen. Schwimmenlassen auf einer Lösung von 120 g Silbernitrat in 1000 ccm Wasser, während zweier Minuten und wiederholtes Waschen in destilliertem Wasser. Fünfmaliges Untertauchen in einer Lösung von salpetersaurem Kali in Wasser 1 : 20 und Trocknen. — Papier ist wochenlang haltbar.

²⁾ Eder Handb. d. Photogr. II. Aufl. I. Teil. I. Hälfte 1892. S. 386.

wurde hauptsächlich zur Bestimmung der ultravioletten Strahlungsintensität verwendet.

Genau bestimmt man die relative chemische Helligkeit zweier Lichtquellen allerdings in der Weise, daß man sie in verschiedenen Distanzen auf das chemische Photometer einwirken läßt, bis diese in gleicher Zeit unter sonst gleichen Umständen gleiche Schwärzungen zeigen. Nach dem Entfernungsgesetze läßt sich dann leicht ihre relative chemische Helligkeit rechnen.

Daß man behufs genauer Ablesung bei Normal-Farbenphotometern die Färbung durch Zwischenschaltung gelber oder grüner Gläser betrachtet, um die verschiedenen Kolorite zu dämpfen, ist bekannt.

Normal-Farbenphotometer geben im allgemeinen genauere Resultate als die Skalen-Photometer; immerhin aber sind die Anzeigen der Skalen-Photometer unter Berücksichtigung des von mir auseinandergesetzten besonderen Verhaltens gegen verschiedenfarbige Lichtquellen für den Zweck der Untersuchung auf photographische Brauchbarkeit verschiedener Kopierlampen ausreichend.

Die gefundenen Resultate sind in der Tabelle Seite 267 übersichtlich zusammengestellt. Der Wattverbrauch der Lampen würde einerseits unter Berücksichtigung der im leuchtenden Teile selbst verbrauchten Spannung angegeben, sodann aber auch unter Annahme der Einzelschaltung der Lampen in einem Netze von 110 Volt Spannung, wobei sich das Verhältnis zuungunsten jener Lichtquellen verschiebt, welche eine große Spannung nutzlos abdrosseln müssen. Für praktische Verwertung kommen also die Werte der Kolumne 4 in Betracht, und wurde die so errechnete Ökonomie auch für die anderen Werte zugrunde gelegt. Es muß jedoch bemerkt werden, daß bei Schaltung von zwei Bogenlampen in Serie die angegebenen Werte für deren Ökonomie auf die Hälfte herabsinken. Die Berechnung der Kolumnen 6 und 7, „chemische Helligkeit“, gestaltet sich folgendermaßen: Die sich ergebenden Werte der chemischen Intensität wurden auf eine Distanz der Lichtquelle vom Photometer von 1 m und die Expositionszeit von einer Stunde umgerechnet. Die Zahlen gaben daher die relativen chemischen Gesamt-Intensitäten der angegebenen Lichtquellen. Naturgemäß sind die Werte für Chlorsilber- und Chromatpapier verschieden.

Zur Beurteilung der chemischen Wirksamkeit einer Lichtquelle ist die relative Aktinität von großer Wichtigkeit. Dieselbe ist der Quotient aus $\frac{\text{chemischer}}{\text{optische}}$ Helligkeit, die relative Aktinität der Glühlampe wurde gleich 1 gesetzt¹⁾.

¹⁾ Die relative Aktinität einer Auer-Gasglühlampe verglichen mit einer Amylacetatlampe (optische Helligkeit 73 Kerzen) für Bromsilbergelatine = 2,36, für Magnesiumlicht = 23,8; für Chlorsilber ändern sich die Zahlen.

Man sieht, daß die Quarzlampe von Dr. Küch unter allen weitaus den ersten Rang einnimmt. Die Kolumne 8 stellt die Werte der chemischen Ökonomie dar. Wird die chemische Wirkung von 1 HK. der Glühlampe als Einheit angenommen, so läßt sich die chemische Ökonomie, d. h. der Wattverbrauch für die obige Einheit der chemischen Wirkung bei den anderen Lichtquellen leicht berechnen. Die Quarzlampe zeigt auch hier für Chlorsilberpapier die günstigsten Werte. Bei Kopierprozessen mit Bichromatverfahren werden die Verhältnisse für die Quarzlampe ungünstiger, da das violette Licht derselben auf das gelbe Pigment in geringerem Maße zur Wirkung kommt.

Schließlich wurde mit Hilfe des erwähnten Normal-Farbenphotometers der Verlust an ultravioletter Strahlung beim Durchdringen einer Glasplatte bei den verschiedenen Kopierlampen bestimmt, indem das Normal-Chlorsilberpapier entweder mit einer für ultraviolett bekanntlich vollkommen durchlässigen Bergkristallplatte oder mit einer dünnen Glasplatte bedeckt, dem Lichte der Lampe ausgesetzt wurde.

Es möge gestattet sein, ein Beispiel für die Verwendung dieser Tabelle anzuführen:

Beim Kopieren einer Autotypie auf Zink (Bichromateiweiß) war bei Verwendung einer Bogenlampe von 2500 HK. mit gewöhnlichen Kohlen die Zeit von sechs Minuten bei einer Entfernung des Kopierrahmens von 39 cm nötig gewesen. Es war zu ermitteln, wie bei Anwendung einer Quarzlampe von 1300 HK. die Verhältnisse stünden. Laut Tabelle Kolumne 7 sind die Verhältnisse der chemischen Lichtstärke $64,5 : 16,7 = 3,86$. Es wäre also bei gleicher Entfernung 3,86 mal länger zu exponieren gewesen. Man konnte aber den Kopierrahmen bei der Quarzlampe bis auf 25 cm nähern, dadurch sank die Expositionszeit auf $\left(\frac{25}{39}\right)^2 = 0,41$, d. i. $0,41 \cdot 3,86 \cdot 6 = 9,5$. In Wirklichkeit wurde neun Minuten exponiert. Während bei gleicher Entfernung das Verhältnis des elektrischen Verbrauches Quarzlampe : Bogenlampe = 1 : 1,17 war, stieg dieses bei der kürzeren Exposition auf 1 : 3.

Wenn man die gefundenen Ergebnisse zusammenfaßt, so gelangt man zu folgender Schlußfolgerung:

Für gewöhnliches Auskopierverfahren für gewisse Lichtpausen, Platin- und Silberkopien, ist die Quarzlampe von Dr. Küch unbedingt die im Betriebe billigste. Auch zum Kopieren von Bichromatpapieren

(Eder, Sitzb. d. kaiserl. Akad. d. Wiss. mathem.-naturw. Kl. 2. April 1903. — Photogr. Korresp. 1902. S. 645; Eder und Valenta, Beiträge zur Photochemie und Spektralanalyse 1904 II. S. 151 und 167). Bezieht man die relative Aktinität auf eine Metallfadenglühlampe als Einheit, so ändert sich zufolge des großen Reichtums dieser Lichtquelle an „aktinischen“ Strahlen die relative Aktinitätszahl und wird naturgemäß kleiner.

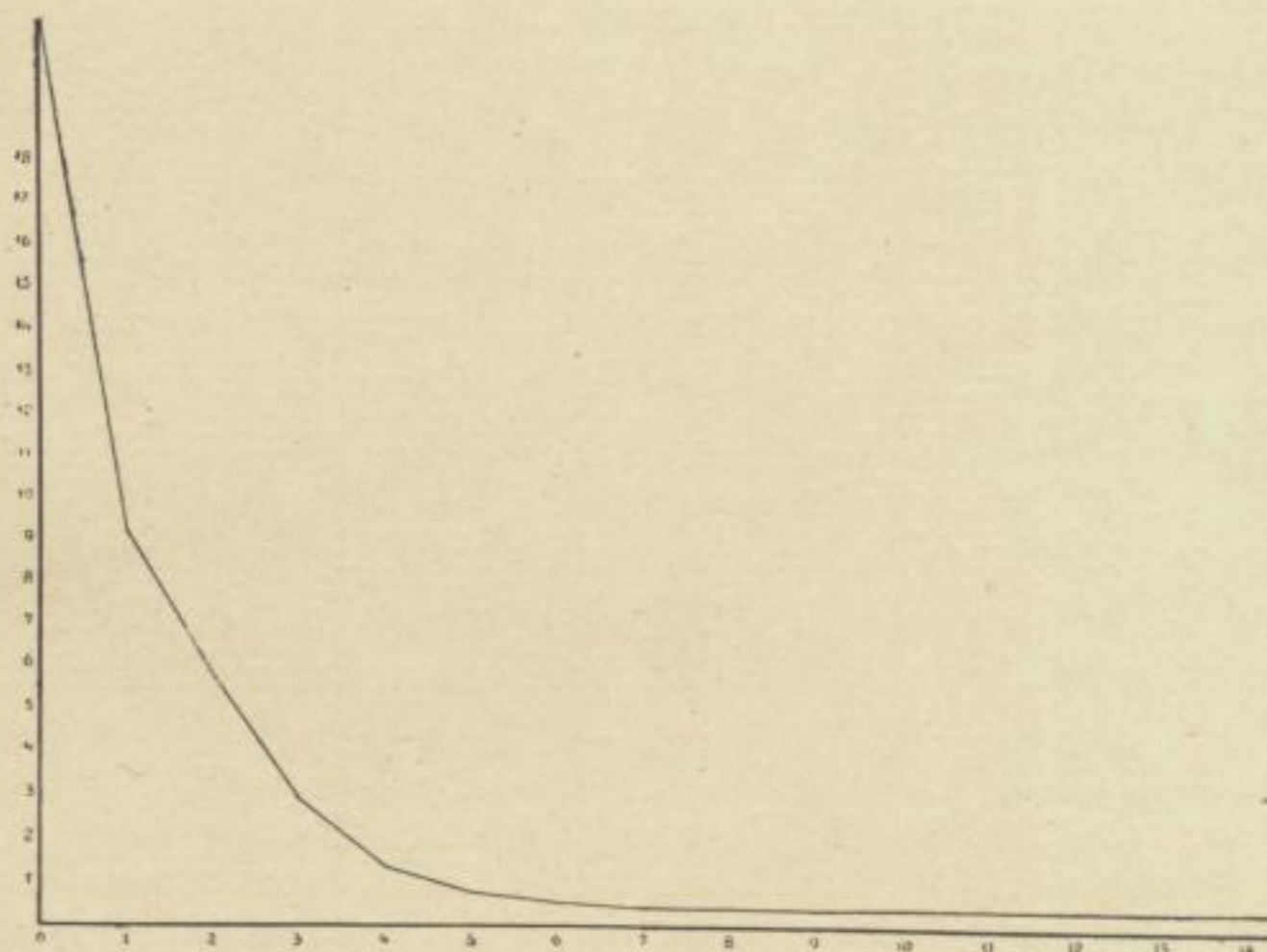
ist sie sehr ökonomisch. Die etwas geringere Wirksamkeit gegenüber dem Effektflambogen wird dadurch wettgemacht, daß sie einerseits wegen ihrer geringen Wärmeausstrahlung eine größere Annäherung des Kopierrahmens gestattet, andererseits bei Einbau in einen Reflektor

Lichtstärke



Brenndauer (Minuten).

Ökonomie



Brenndauer (Minuten).

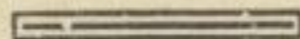
Lichtquelle	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
	Gesamte Licht-Intensität (optisch)	Wattverbrauch der Lichtquelle allein ohne Verschalt-Widerstand	Wattverbrauch von Lichtquelle + Verschalt-Widerstand Spannung = 110 Volt	Ökonomie der Lichtquelle ohne Verschalt-Widerstand	Ökonomie der Lichtquelle + Verschalt-Widerstand	Chem. Helligkeit f. 1 Stunde Exposition 1 m Distanz für Chlor-silberpapier	Chem. Helligkeit für gelbes Pigmentpapier	Relative Aktivität chemische optische Helligkeit, rel. Aktivität der Glühlampe = 1	Chemische Ökonomie für Chlor-silberpapier Glühlampe = 1.1.2 Watt pro 1 HK.	Chem. Ökonomie für gelbes Pigmentpapier	Verlust d. ultravioletten Strahlung durch Glas
Metallfaden-Glühlampe.	40,25	48,3	48,3	1,2	1,2	0,414	—	0,0103 = 1	1	—	—
Effektkohle rot.....	1010	609	1650	0,602	1,63	58,2	18,3	5,6	0,243	0,82	50
Effektkohle gelb.....	1990	595	1738	0,3	0,875	82,5	25	4	0,152	0,502	37
Gewöhnliche Bogenlampe	2500	990	2180	0,396	0,875	145	64,5	5,65	0,129	0,29	30
Effektkohle weiß (blau-stichig)....	1990	589	1628	0,297	0,845	320	6,1	15,6	0,045	0,24	25
Effektkohle weiß (rot-stichig)....	2940	600	1694	0,221	0,62	355	7,4	11,7	0,0445	0,214	45
Quecksilber-dampf-lampe (gewöhnlich).....	765	258	437	0,34	0,57	53	3,3	6,7	0,0715	1,15	—
Quecksilber-dampf-lampe (Quarz)....	1300	352	484	0,27	0,37	267	16,7	20,7	0,015	0,24	83

nicht wie bei der Bogenlampe ein Gelbwerden des weißen Anstriches zu befürchten ist, was die wirksame violette Strahlung so empfindlich schwächt. Allerdings scheint bei längerem Betriebe die photochemische Wirksamkeit auf Chromatpapiere rascher abzunehmen als auf Chlor- oder Bromsilberpapiere.

Gegenüber der gewöhnlichen Quecksilberdampfampe hat sie für gewisse Zwecke den Vorteil, daß ihre fast punktförmige Lichtquelle kein derartig diffuses Licht gibt wie die lange Röhre der gewöhnlichen Quecksilberdampfampe, und deshalb die Möglichkeit gewährt, mittels Linse das Licht auf einzelne Punkte zu konzentrieren, was beim Kopieren von Rasteraufnahmen von nicht zu unterschätzender Bedeutung ist. Besonders vorteilhaft ist die Quarzlampe, wenn, wie dies z. B. in Wien der Fall ist, ein Gleichstromnetz von 220 Volt zur Verfügung steht, weil man sie in diesem Falle in Einzelschaltung bei einer Kerzenstärke von ca. 3000 HK. verwenden kann. Abgesehen von der Ökonomie besitzt sie vor den Bogenlampen noch den Vorteil, daß kein Auswechseln der Kohlen nötig ist, wodurch weitere Ersparnisse erzielt werden. Die geringe Wärmeausstrahlung dürfte sie auch für den Einbau in große Scheinwerfer besonders geeignet machen, da der Scheinwerfer, der bei Verwendung von Kohlenbogen infolge großer Hitzeausstrahlung ein Kopieren aus weiten Distanzen verlangt, durch seine große Lichtstärke nicht zur Geltung kommt.

Zu beachten wäre an der Quarzlampe, daß sie beim Einschalten nicht sofort ihre volle normale Lichtstärke besitzt, sondern diese erst in ca. zehn Minuten erhält, aus diesem Grunde untersuchte ich den Verlauf der Einschaltperiode genauer und es zeigen beiliegende Kurven (Seite 266) das Anwachsen der Leuchtkraft und die Steigerung der Ökonomie in Abhängigkeit von der Brenndauer der Lampe. Es muß daher während der Einschaltperiode die Kopierdauer entsprechend verlängert werden.

Am Schlusse dieser Ausführung sei es mir gestattet, der Direktion der k. k. Hof- und Staatsdruckerei in Wien für die freundliche Förderung dieser Untersuchungen meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.



Die Entwicklung der Spektrographie.

Von Professor Dr. K o n e n , Münster.

Die Entdeckung der Spektralanalyse durch Kirchhoff und Bunsen läßt in jeder Hinsicht einen Vergleich mit Darwins Leistungen zu: In 50 Jahren hat die Physik der Materie, hat die Astrophysik durch sie eine ungeahnte Entwicklung genommen, und die Fruchtbarkeit der Methode ist so wenig erschöpft, daß man behaupten kann, erst jetzt fange man an, sich auf dem neuen Gebiet häuslich einzurichten, nachdem man bisher nur Streifzüge aufs Geratewohl unternommen habe. Wenn dies zutrifft und wenn die Spektralanalyse, oder wie wir heute sagen müssen, die Spektroskopie ein so anderes Aussehen hat, wie in ihrem Beginne, wenn ihre Messungen und Beobachtungen an Genauigkeit mit denen der exaktesten Zweige der Physik und denen der messenden Astronomie wetteifern können, so verdankt die Spektroskopie dies in erster Linie der Anwendung der Photographie. Wer versucht hat, mit dem Auge das flackernde Licht schwacher Spektra festzuhalten und in den Teilen des Spektrums, wo die Empfindlichkeit des Auges nachläßt, das Fadenkreuz auf mühsam gesehene Linien einzustellen, wird sich nicht darüber wundern, daß alle Messungen älterer Zeit außerordentlich ungenau sind. Erst die photographische Platte erlaubt, durch verlängerte Exposition die Lichtwirkungen zu summieren, sie liefert uns ein dauerndes Dokument unserer Untersuchung, an dem wir unsere Messungen mit aller Bequemlichkeit und nach allen Regeln der Meßtechnik vornehmen können. Dazu kommt die Fülle der Linien in zahlreichen Spektren und die engbegrenzte Farbenempfindlichkeit unseres Auges. Von der Zahl der Linien, die in manchen Bandenspektren auftreten, kann man sich durch okulare Beobachtung kaum einen zutreffenden Begriff machen. In dem Bandenspektrum des Bariums oder des Bleies zählen die Linien nach Hunderttausenden. Überflüssig zu sagen, daß eine okulare Ausmessung ganz über menschliche Kräfte geht. Und im Ultraviolett und Ultrarot versagt das Auge ganz. Man sieht, daß hier allein die photographische Registrierung Untersuchungen ermöglicht.

So ist denn die Photographie, oder wie wir sie in der Spektroskopie wohl nennen können, die Spektrographie, das unentbehrliche Hilfs-

mittel jeder spektroskopischen Untersuchung astrophysikalischer und physikalischer Natur geworden. Jeder Fortschritt auf photographischem Gebiete bringt neue Fortschritte auf spektroskopischem, und fast jeder Fortschritt auf diesem ist eng verknüpft mit photographischen Methoden. So läßt sich ein Bericht über die Anwendungen der Photographie auf spektroskopischem Gebiete kaum geben, ohne zugleich zu berichten über die Entwicklung der Spektroskopie selbst und ihrer Anwendungen in der Astrophysik. Dies ist aber in dem Rahmen eines kurzen Referates von 25 Minuten ganz unmöglich. Ich kann nur versuchen, gewisse Hauptpunkte anzugeben, und muß um Ihre Nachsicht bitten, wenn meine Auswahl willkürlich scheint und so viel Erwähnenswertes verschweigt.

Es scheint natürlich, daß die ersten Anwendungen der Photographie in der Spektroskopie auf das Sonnenspektrum erfolgen, obwohl dieses infolge seiner geringen Ausdehnung im Ultraviolett, seines Linienreichtums und der Schwierigkeit, schmale, dunkle Linien auf hellem Grunde zu photographieren, wenig zu einem ersten Versuche geeignet ist.

Auf das Bekanntwerden der Erfindung Daguerres im Jahre 1839 folgte 1842 die erste Photographie des Sonnenspektrums durch Edm. Becquerel, 1843 durch Draper mit Prismenapparat, 1845 mit Gitter. Bezeichnend ist, daß Draper in dem letzten Falle noch eine Expositionszeit von einer Stunde anwenden mußte. Ferner zeichnen sich gleich im Anfange der Anwendung der Photographie die beiden Apparatypen ab, die bis heute die wichtigsten Instrumente der Spektrographie geblieben sind: Prismenapparate und Gitter. Wir begegnen auch gleich im Anfange den eigentümlichen Konstruktionsschwierigkeiten, die diese Apparate für die Anwendung zur Spektrographie bieten. Ich komme gleich darauf zurück.

Das Jahr 1851 bringt uns die erste Anwendung der Photographie im Ultrarot durch Becquerel, Fizeau und Foucault mit Hilfe vorbelichteter Platten und unter Benutzung der auslöschenden Wirkung ultraroter Strahlen auf Phosphoreszenz.

Der erste, der die Anwendung der Photographie zur Bestimmung der ultravioletten Spektren der Elemente empfohlen hat, ist Faraday. Allein erst Miller führte 1862 den Versuch aus. Seine Aufnahmen sind nach den heutigen Begriffen höchst unvollkommen. Sie genügten jedoch zu einer Untersuchung der Absorption zahlreicher Substanzen im Ultraviolett. Hierbei ergab sich die wichtige Tatsache, daß im Ultraviolett der weiße Flußpat der durchlässigste Körper ist. Gestatten Sie mir an diesen Punkt anknüpfend in der Zeit vorauszuweilen. Da das Sonnenspektrum für praktische Zwecke rund bei der Wellenlänge 3000 aufhört, vermutlich infolge der Absorption in der

Erdatmosphäre, so spielt die Frage der Ultravioletturchlässigkeit für die meisten photographischen Zwecke keine Rolle. Anders bei der Spektrographie. Hier gilt es noch die Strahlen bis 2000 auszunutzen. Nun sind aber die meisten Glassorten für Wellenlängen kleiner als 3000 undurchsichtig. Die neueren Gläser von Schott und Gen. gestatten zwar etwas weiter zu kommen. Dies genügt jedoch nur in einzelnen Fällen. Man ist daher für spektrographische Zwecke zur Konstruktion der Linsen und Prismen auf wenige Körper angewiesen: Quarz, Steinsalz, Flußspat, deren Verwendung durch die Kostbarkeit des Minerals, durch seine kristallographischen Eigenschaften oder andere Umstände sehr behindert und oft unmöglich wird. Die Herstellung brauchbarer Linsen und Prismen für Spektrographie im Ultraviolett stößt daher schon wegen der Beschaffung des Materials auf die größten Schwierigkeiten. Hierzu kommen weitere. Da die Brechbarkeit der verschiedenen Lichtsorten sich im blauen und ultravioletten Teile des Spektrums sehr schnell ändert und da der konstruierende Optiker nur über eine sehr geringe Auswahl von Substanzen verfügt, so ist es nicht möglich, die Linsen so zu berechnen und zu schleifen, daß das Bild des Spektrums in einer zur Linsenachse senkrechten Ebene liegt. Es befindet sich vielmehr meist in einer gekrümmten Fläche, die im ganzen stark gegen die Kameraachse geneigt ist; nimmt man hinzu, daß die abbildenden Strahlen sehr große Winkel mit der Linsenachse bilden, wenn man das ganze Spektrum auf einmal aufnehmen will, so ergeben sich für die Linsen zu spektrographischen Zwecken Anforderungen, die vielleicht nicht alle auf einmal zu befriedigen sein werden. Allein die Reihe der Schwierigkeiten ist damit noch nicht erschöpft. Ich nenne nur einige. Damit man kein zu kleines Bild erhält, muß man abbildende Linsen von großer Brennweite benutzen, da das Auskunftsmittel des Teleobjektivs meist nicht anwendbar ist. Dadurch wird aber der Apparat groß und unhandlich, ferner lichtschwach. Die Forderung der Erhaltung der Minimumstellung des benutzten Prismas und der Konstanthaltung der Temperatur, ferner die große Zahl der reflektierenden Flächen bedingen weitere Schwierigkeiten. Man hat sich in neuerer Zeit damit zu helfen gesucht, daß man möglichst starre Apparate verwendet, sie mit Thermostaten verbindet und für jedes Stück des Spektrums neu justiert, jedes Stück einzeln photographiert, ferner auch gänzlich auf die Farbenkorrektion der Linsen verzichtet. Auf diese Weise sind namentlich zu astrophysikalischem Gebrauche zahlreiche Instrumente von ausgezeichneten Leistungen gebaut worden. Ich darf aber wohl behaupten, daß die Aufgabe der Konstruktion eines zur gleichzeitigen Aufnahme des ganzen Spektrums geeigneten Prismenspektrographen noch nicht in genügender Weise gelöst ist. Ein ungeheurer Fortschritt in dieser Richtung würde es bereits sein, wenn

es gelänge, Körper, etwa Gläser aufzufinden, die noch bis 2000 und weiter lichtdurchlässig sind.

Ich kehre nun zu der älteren Zeit zurück. Im Anschluß an die Arbeit von Miller ist eine Reihe von Arbeiten über das Sonnenspektrum zu nennen. Mascart photographiert 1863 mit einem Quarz-Kalkspatapparat das Sonnenspektrum, Draper und Rutherford liefern 1873 neue Aufnahmen des gleichen Spektrums mit Gittern. Gleichzeitig beginnt die Sternspektrographie sich zu entwickeln. Nachdem Huggins 1863 vergeblich versucht hatte, Sternspektra zu photographieren, glückt dies 1872 Draper und bald darauf 1875 Huggins. Es ist nicht der Ort, auf die ungeheure Entwicklung dieser Anwendung der Photographie weiter einzugehen, deren Erfolge ja Allgemeingut geworden sind.

Neben der Astrophotographie blieb auch die Spektrographie der Elemente nicht zurück. Seit 1874 lieferten Lockyer, seit 1879 Hartley, seit 1880 Liveing und Dewar photographische Untersuchungen der Spektra der Elemente, durch die allmählich der Bereich bis zu etwa 4700 bekannt wurde.

Die Erfindung der Trockenplatte und ihre allgemeine Einbürgerung seit etwa dem Jahre 1880 brachte auch einen allgemeinen Umschwung der Spektrographie. Als Markstein desselben kann man wohl die Untersuchungen Rowlands über das Sonnenspektrum bezeichnen. Der photographische Atlas des Sonnenspektrums, den Rowland mit Hilfe des Konkavgitters herstellt, bedeutete in mehr als einer Hinsicht den Anfang einer neuen Epoche.

Durch die Erfindung des Konkavgitters wurde die Benutzung von Linsen und Prismen für viele Zwecke unnötig gemacht. Die aus Rowlands Händen hervorgehenden Instrumente besaßen eine bis dahin unerhörte auflösende Kraft und Definition der Bilder und gestatteten Aufnahmen von ganz neuem Detailreichtum, größter Dispersion und, bei geeigneter Aufstellung des Gitters, zugleich äußerst bequem auszumessender Linienanordnung. Ein glücklicher Zufall fügte es, daß in die gleiche Zeit die Entdeckung und Ausbildung der Verfahren zur Sensibilisierung photographischer Platten fiel, so daß es möglich wurde, das ganze sichtbare Spektrum photographisch festzuhalten. So erschloß sich eine Fülle von neuen Aufgaben, eine Welt von neuen Linien, ähnlich wie die Anwendung der photographischen Platte das von den Astronomen beherrschte Universum vervielfachte. Und nicht nur die Zahl der Spektrallinien vermehrte sich, zugleich wurde auch die Genauigkeit der Messungen ver Hundertfacht. So folgte ein Aufschwung der Spektroskopie, der durch die Namen Rowlands und seiner Schüler Kayser und Runge, Hasselberg, Eder und Valenta, Higgs, Exner und Haschek und anderer gekennzeichnet wird, und von dem

die in allgemeinem Gebrauch bei Physikern und Astronomen befindlichen Wellenlängenkataloge und Tafeln der genannten und anderer Autoren Zeugnis ablegen. Wir wollen in Kürze die weitere Entwicklung der Spektrographie, wie wir sie nach Rowland wohl nennen dürfen, verfolgen. Die Herstellung erstklassiger Spektralaufnahmen hatte zunächst die Ausbildung einer besonderen Meßtechnik zur Folge, als deren Meister sich bald auch die Astrophysiker zeigten, und die es heute gestattet, an überraschend kleinen Aufnahmen eine Genauigkeit in der Ausmessung der Wellenlängen zu erreichen, die die Genauigkeit der anfänglich unübertrefflich scheinenden Rowlandschen Normalen nicht nur einholte, sondern bald überholte. Ich glaube, daß die jetzige Technik eine Genauigkeit erreicht hat, die eine weitere Steigerung vielleicht nicht zuläßt, jedenfalls aber in absehbarer Zeit angesichts der übrigen Fehlerquellen unnötig macht. Mit dem Gebrauch stiegen auch die Anforderungen an die zu benutzenden photographischen Platten. Mit guten Konkavgittern erreicht man an geeigneten Objekten eine solche Schärfe der Linien, daß unter günstigen Umständen das Bild schmaler ist als das Silberkorn und als eine unterbrochene von Korn zu Korn springende Linie im Gesichtsfelde des Mikroskopes erscheint. Je feiner das Korn also ist, desto günstiger ist die Platte für den Spektrographen. Leider bedingt die große Zerstreuung des Lichtes in allen Spektrographen, ganz besonders aber bei Anwendung von Konkavgittern, die Benutzung höchst empfindlicher Platten. So hat die spektrographische Anwendung stets einen Kompromiß zwischen den beiden widerstreitenden Forderungen zu schließen, der, wie die meisten Kompromisse, meist sehr unbefriedigend ausfällt. Fast unerfüllbar sind ferner die Anforderungen, die an die Farbenempfindlichkeit der Platten gestellt werden. Hier verlangt die Spektrographie mehr als alle anderen Anwendungen. Dank den Bemühungen von Vogel, Eberhard, Mieth, Eder und Valenta, Abney, König und vieler anderer besitzen wir gegenwärtig außerordentlich vollkommen sensibilisierte Platten; während man noch vor wenigen Jahren gezwungen war, seine Platten selbst zu sensibilisieren, erhält man heute bereits vortreffliche Handelsware. Leider muß jedoch konstatiert werden, daß die immer anspruchsvollen Spektroskopiker noch nicht zufrieden sind. Noch immer ist es nicht möglich, ein ganzes Spektrum auf einmal ohne die Benutzung absorbierender Schirme aufzunehmen. Wenn nun auch diese Unbequemlichkeit in dem grünen, gelben und roten Teil des Spektrums nicht allzu groß ist, so ist sie doch äußerst störend im Ultraviolett, dort, wo die Empfindlichkeit der Gelatineplatte bereits sehr nachläßt und wo bisher kein absorbierendes Mittel bekannt ist, das nur die ultravioletten Strahlen durchließe (das Woodsche Filter genügt hier nicht). Da ferner bei Benutzung des Konkavgitters die

photographischen Platten auf den Krümmungskreis des Spektralbildes gebogen werden müssen, so kann man — gestatten Sie mir einmal eine derart utopistische Äußerung — als Ideal einer spektrographischen Platte eine gelatinearme, kornlose, hochempfindliche, ideal orthochromatische Platte auf elastischer Unterlage bezeichnen. Allerdings darf nicht verschwiegen werden, daß auch das Konkavgitter Mängel zeigt, die erst im Laufe der Jahre recht deutlich geworden sind. Zunächst stört die Übereinanderlagerung der Spektren verschiedener Ordnung außerordentlich. Die Hoffnung Rowlands und mancher seiner Nachfolger, diesen Nachteil zum Vorteil zu wenden und mit Hilfe der sogenannten Koinzidenzmethode zur Bestimmung eines in sich sehr genauen Systems von Wellenlängennormalen benutzen zu können, hat sich als trügerisch erwiesen; es hat sich betrübenderweise gezeigt, daß alle auf die Wellenlängen Rowlands gestützten Messungen fehlerhaft sind, und daß die ungeheuere Arbeit der Ausmessung der Spektren der Elemente wiederholt werden muß.

Weiter hat das Konkavgitter den Fehler, bei klassischer Benutzung astigmatische Bilder zu liefern; das Metall der Hohlspiegel spielt eine Rolle, ferner die Gestalt der Furchen u. a. m. Aus diesem Grunde hat man sich in der neuesten Zeit wieder mehr den Prismen- und Linsenapparaten zugewendet und man hat zugleich eine Reihe von Interferenzapparaten zur Spektrographie herangezogen, unter denen ich besonders das Stufengitter von Michelson, das Interferometer von Fabry und Perot und die Lummersche Interferenzplatte nenne. Man hat ferner viele der Schwierigkeiten, insbesondere den Astigmatismus der Bilder des Konkavgitters und ihre Lichtschwäche dadurch zu beseitigen gesucht, daß man Plangitter mit Linsen nach dem Littrowtypus kombiniert oder Hohlspiegel mit Konkavgittern. Das erste ist in neuerer Zeit namentlich bei den großen Instrumenten der Sonnenwarte in Mount Wilson geschehen, das letztere Verfahren wird besonders von Paschen und Runge angewendet. Die photographische Technik ist jedoch in allen Fällen dieselbe und auch die Schwierigkeiten bleiben die gleichen, die ich schon bei der Besprechung der Prismenspektrographen erwähnte.

Ich nenne nur noch einen Feind der Spektrographie, der allen Anwendungen fast gemeinsam ist, die Lichtschwäche der meisten Objekte. Während es keine nennenswerte Schwierigkeit macht, Bogenspektren oder das Spektrum der Sonne zu photographieren, selbst im Rot, bieten die meisten Leuchterscheinungen in Geißleröhren schon erhebliche Schwierigkeiten, und gar schwachen Lumineszenzerscheinungen, wie z. B. dem Leuchten der Radiumsalze, auf spektrographischem Wege beizukommen, gelingt überhaupt nicht bei größerer Dispersion und ver-

langt die Anwendung der Prinzipien, die mein verehrter Kollege Schaum kürzlich entwickelt hat.

Sie sehen, der Spektroskopiker ist in weit ungünstigerer Lage wie der Photograph; künstlerische Erwägungen sind ihm ganz fremd. Allzuoft muß er, ebenso wie der Astrophysiker, der einen lichtschwachen Stern untersucht, bereits froh sein, wenn er überhaupt etwas auf die Platte bekommt, er nimmt Schleier, Plattenfehler, Unterexposition und dergleichen freudig in den Kauf, wenn es nur etwas gibt, ja er versucht unter Umständen durch vorheriges Verschleiern seiner Platten den Schwellenwert zu erreichen, unterhalb dessen seine Platte trotz geduldigster tagelanger Exposition leer bleibt.

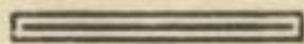
Ein Wort muß noch der Spektrographie der Grenzbezirke des Spektrums gewidmet werden, ich meine der Photographie der ultraroten Strahlen und der Photographie des äußersten Ultraviolett. Beginnen wir mit der ersten. Seit Abney sind zahlreiche Versuche gemacht worden, auch diese Teile des Spektrums der Photographie dienstbar zu machen und die Erfolge von Abney, Higg, H. Lehmann u. a. zeigen, daß diese Versuche nicht vergeblich gewesen sind. Dennoch macht die Spektrographie des Ultrarots keine nennenswerten Fortschritte, sie gelangt nicht zu allgemeiner Verbreitung. Der Grund hierfür wird wohl darin zu suchen sein, daß einmal die ultrarote Photographie schwierig ist und bisher der Unterstützung der photographischen Technik ermangelt. Dann aber ist der bisher der Photographie zugängliche Teil des Ultrarots nur ein verhältnismäßig kleiner Bruchteil des gewaltigen Gebietes der ultraroten Strahlen, und endlich erwächst der Photographie im Ultrarot ein mächtiger Konkurrent durch die bolometrischen und radiographischen Verfahren, die zugleich den Vorteil haben, Energiekurven zu liefern. Ihr Nachteil, geringe auflösende Kraft, fällt um so weniger ins Gewicht, als die Erfahrung zeigt, daß die ultraroten Linien durchweg unschärfer sind als die Linien der kurzwelligeren Spektralbereiche. Während so die Photographie der ultraroten Strahlen wohl mehr nur eine Hilfsrolle spielen wird, ist die Photographie bisher die einzige Herrscherin im Gebiete der kürzesten Wellenlängen. Einige Worte müssen genügen. Es ist Viktor Schumanns unsterbliches Verdienst, den Bereich kürzester Wellenlängen durch den Nachweis der Absorption in Gelatine und Luft und durch die Konstruktion gelatinearmer Platten und luftfreier Apparate erschlossen zu haben. Hier ist die Photographie das alleinige Hilfsmittel. Sie dient zur Justierung der Apparate; ohne sie vermögen wir nichts von den Schumannstrahlen wahrzunehmen. Es kann hier nicht meine Aufgabe sein, auf die Details der Methoden Schumann einzugehen, um so weniger, als ja an dieser Stelle bereits über die Schumannschen Platten berichtet worden ist. Nur die eine Bemerkung möge gestattet

sein, daß außer Schumann bisher Lyman der einzige geblieben ist, der Erfolge auf dem genannten Gebiete aufzuweisen hat, daß es erwünscht wäre, wenn sich mehr Arbeiter dem freilich nicht leicht zu beackern den Felde zuwenden würden, und daß diese Arbeit wesentlich erleichtert werden würde, wenn den Spektroskopikern die Herstellung der Platten durch die Industrie abgenommen würde.

Wenn ich so an der Hand der Entwicklungsgeschichte der Spektroskopie der Photographie den höchsten Preis zuerteilen muß, so darf ich um so mehr auch gewisser großer Mängel gedenken, die ihrer Anwendung in der Spektrographie noch anhaften, und deren Beseitigung ihren Diensten für die Spektroskopie erst die Krone aufsetzen würde.

Der erste Mangel ist der, daß die Photographie zwar durch Steigerung der Expositionszeit uns gestattet, Linien und Spektren von geringer Intensität noch photographisch festzuhalten, daß sie uns aber einen Mittelwert liefert durch Übereinanderlagerung der zu verschiedenen Zeiten emittierten Linien. Nun ändert sich bei den meisten Spektren das Aussehen der einzelnen Linien, ihre Umkehrungen und oft auch ihre Zahl von Augenblick zu Augenblick. Unser Spektrogramm superponiert das alles und täuscht uns vor, daß wir ein Spektrum vor uns haben an Stelle einer Folge sehr vieler.

Der zweite weit wichtigere Nachteil ist der, daß die Platte uns kein Maß für die Intensität der Linien, für die in ihnen steckende Energie und für den Verlauf der Energie in jeder einzelnen Linie und im ganzen Spektrum liefert. Die Kenntnis dieser Dinge ist aber zu einer Kenntnis des Spektrums und zu einer Einsicht in die die Emission des Spektrums bedingenden Vorgänge ebenso unerlässlich, wie die Kenntnis der Wellenlänge der einzelnen Linien. Die Schwärzung gibt allerdings einen Anhalt. Allein es bedarf für den Kundigen nicht erst der Ausführung, wie weit wir noch davon entfernt sind, aus dem Aussehen einer fertig entwickelten Platte auch die Intensitäten und Energiekurven der Spektren abzuleiten. Ich gebe aber nicht die Hoffnung auf, daß es den vereinten Bemühungen der Photochemiker und Photophysiker gelingen wird, die Vorgänge bei der Belichtung und Entwicklung der photographischen Platten so weit aufzuklären, daß wir zu Gesetzen gelangen, mittels der wir auch die geschilderte Aufgabe lösen und so die Leistungen der Photographie für die Spektroskopie die Krone aufsetzen können.



Die Photographie in der Astronomie.

Von Dr. A. Kopff, Heidelberg-Königstuhl.

Die Photographie hat für die Astronomie, mehr als für alle anderen Wissenschaften, deshalb eine so außerordentliche Bedeutung erlangt, weil sie es nicht nur ermöglicht hat, das vom Auge Wahrgenommene rasch und sicher im Bilde festzuhalten, sondern vor allem weil durch sie bei Aufnahmen von langer Dauer zahllose Fixsterne und Nebelflecken sichtbar geworden sind, die mit den heutigen optischen Hilfsmitteln niemals direkt wahrgenommen werden könnten.

Dadurch wird die photographische Platte zunächst ein Werkzeug von unschätzbarem Wert für das Studium der Fixsternwelt. Sie gibt gleichzeitig Ort und Helligkeit für eine große Anzahl von Sternen und macht umfassende Durchmusterungsarbeiten, wie die internationale Himmelskarte, möglich. Weiter gestatten die photographischen Aufnahmen den unmittelbaren Vergleich des Zustandes einer Himmelsgegend zu verschiedenen Zeiten, wobei das Stereoskop, als Stereokomparator, sehr wichtige Dienste leistet.

Auch die Farbe der Sterne ist mit Hilfe der Photographie in den Kreis exakter Messungen gezogen worden; einmal durch Verwendung von Beugungsgittern, die während der Exposition vor das Objektiv des Fernrohrs gebracht werden; dann durch Aufnahmen derselben Gegend auf gewöhnliche und panchromatische Platten, wenn bei letzteren Lichtfilter verwendet werden, deren Durchlässigkeit im Gebiet der optisch besonders wirksamen Strahlen liegt. Die Differenz der Sternhelligkeiten auf beiden Platten gibt ein Maß der Farbe.

Zu verschiedenen anderen Zwecken sind ebenfalls Lichtfilter in die Astronomie eingeführt worden. Durch ihre Anwendung ist man bei der Beobachtung der verschiedenen Erscheinungen nicht mehr auf das violette Licht beschränkt, sondern kann die Untersuchungen im Lichte eines beliebigen Teiles des Spektrums vornehmen.

Die Photographie ist ferner ein wichtiges Hilfsmittel zum Studium der Sternspektra und der Bewegung der Fixsterne im Visionsradius geworden.

Daneben hat nun die Himmelsphotographie unsere Kenntnis der Nebelwelten bedeutend erweitert; erst die photographische Platte hat uns die mannigfachen Formen der Nebelmassen zu enthüllen vermocht.

Vor allem haben Aufnahmen mit kurzbrennweitigen Objektiven, die große Flächen des Himmels in jedem einzelnen Bild darzubieten vermögen, gezeigt, daß die Milchstraße mit zum Teil weitausgedehnten Nebelmassen durchzogen ist, welche sich an einzelnen Stellen, wie z. B. im Amerikanebel, zu hellen Wolken verdichtet haben. Meist zeigen diese Nebel eine enge Verknüpfung mit den Fixsternen, die besonders bei den Plejaden hervortritt, bei welchen die Sterne vollständig in Nebelmaterie eingebettet sind.

Eine Beziehung anderer Art zwischen Sternen und Nebeln lassen die Höhlennebel erkennen, meist wenig ausgedehnte Nebel der Milchstraße von welliger Struktur, die in einer sich einseitig als Kanal fortsetzenden Sternleere stehen. Man hat zur Erklärung dieser Gebilde an einen Auflösungsprozeß der Sterne zugunsten der Nebelmaterie gedacht, zuweilen auch an die Absorptionswirkung dunkler, den Sternen vorgelagerter Nebelmassen.

Daneben gibt es andere Nebel, bei denen jeder auffallende Zusammenhang mit den Fixsternen fehlt. Auch diese Nebel zeigen die verschiedenartigsten Formen; ein großer Teil von ihnen gehört zu der Klasse der Spiralnebel, wie besonders Aufnahmen mit den gerade zu photographischen Zwecken wieder in die Astronomie eingeführten Spiegelteleskopen ergeben haben.

Auch zum Studium der Spektren der Nebelflecken auf photographischem Wege hat man diese Instrumente neuerdings mit Vorteil herangezogen. Ein großer Teil der Nebel, wozu auch diejenigen der Milchstraße gehören, besitzt ein Gasspektrum (Wasserstoff, Helium und unbekannte Stoffe). Nur das Spektrum der Spiralnebel ist, wenigstens in den inneren Partien, ein kontinuierliches mit Absorptionslinien; es entspricht also dem Spektrum der Fixsterne.

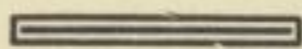
Diese Erscheinung hat dazu geführt, die Spiralnebel als Sternanhäufungen aufzufassen. Zum Teil stellt man sie in eine Reihe mit den eigentlichen Sternhaufen, als Bestandteile unseres Fixsternsystems; zum Teil betrachtet man sie auch als selbständige Fixsternsysteme außerhalb des unsrigen. Für diese letztere Auffassung spricht die beim Vergleich photographischer Aufnahmen hervortretende Ähnlichkeit einzelner Milchstraßenpartien mit den Armen der Spiralnebel. Neuere Untersuchungen haben jedoch diese Hypothese in Frage gestellt.

Auch in den engen Grenzen unseres Sonnensystems hat die Himmelsphotographie vieles Neue zutage gefördert. Allerdings steht die Photographie der Oberflächengebilde der Planeten, wie z. B. des Mars, noch hinter der visuellen Beobachtung zurück; auch beim Mond vermag die photographische Platte die feinsten Details nicht zu geben.

Wichtige Dienste dagegen leistet die Photographie bei der Beobachtung der Satelliten, kleinen Planeten sowie Kometen; und beson-

ders hat sie sich zur Erforschung der physischen Beschaffenheit dieser letzteren Klasse von Himmelskörpern als sehr wertvoll erwiesen. Ähnlich wie bei den Nebelflecken haben die photographischen Aufnahmen auch bei den Kometen eine Fülle von Einzelheiten erkennen lassen und vor allem gezeigt, daß sich in den Schweifen unaufhörlich Materie vom Kopf in einer der Sonne entgegengesetzten Richtung entfernt, und zwar, von Ausnahmen abgesehen, mit beschleunigter Geschwindigkeit. Besonders genau konnten mit Hilfe der Photographie die Vorgänge im Schweif des im Jahre 1908 von Morehouse gefundenen Kometen verfolgt werden, dessen Schweif in der ersten Zeit nach der Entdeckung aus einzelnen Wolken, einer Rauchsäule ähnlich, gebildet war und später aus eigentümlich gewellten Strahlen bestand.

Schließlich hat die Photographie große Bedeutung für das Studium der Sonnenphänomene erlangt. Einmal gestattet es die photographische Platte, das täglich wechselnde Aussehen der Sonne mit ihren Flecken und Fackeln dauernd festzuhalten. Dann aber ist es mit Hilfe des Spektroheliographen möglich geworden, Aufnahmen der Sonne im Lichte einzelner, den verschiedenen Gasen zugehörenden Linien herzustellen und so die Verteilung und Bewegung der verschiedenen Stoffe auf der Sonnenoberfläche zu untersuchen. Zu den Aufnahmen mittels des Spektroheliographen eignen sich vor allem die Kalzium-, Wasserstoff- und Eisenlinien. Die neuerdings mit Hilfe der roten Wasserstofflinien erhaltenen Sonnenphotographien haben erkennen lassen, daß die Wasserstoffmassen Wirbelbewegungen um die Sonnenflecken ausführen, und zwar hat man es hierbei (wie man aus dem im Spektrum der Sonnenflecken beobachteten Zeeman-Effekt hat herleiten können) mit der Bewegung negativ elektrischer Teilchen zu tun, wodurch in der Umgebung der Sonnenflecken starke Magnetfelder hervorgerufen werden, deren Kraftlinien senkrecht zur Sonnenoberfläche stehen.



Druck von Gebauer-Schwetschke G. m. b. H., Halle a. S.

Emil Gottschalk ~~X~~
Iwan Hoyer
Buchbindermeister.

SLUB DRESDEN



3 3800280