

einen bedeutenden Schaden an, so daß die Aussicht auf eine gesegnete Obsternte leider decimiert wurde. Dagegen stehen die Feldfrüchte und Grasnutzungen so schön, daß sie eine reichliche Ernte versprechen.

F. Seeland.

Kortschritte der Photographie.

(Schluß.)

Die Herstellung von farbigen Diapositiven für das Kinetoskop konnte bisher aus dem Grunde nicht gelingen, weil zu diesen Aufnahmen — insbesondere für das langwellige Licht — die Expositions-dauern noch ganz bedeutende sind.

In ähnlicher Weise, wie sich der Dreifarbendruck an die Young-Helmholtz'sche Theorie der Gesichtswahrnehmungen anschließt, könnte auf Grund der Hering'schen Farbenlehre an einen Vierfarbendruck gedacht werden. Hering unterscheidet nämlich vier Grundfarben: Roth, Gelb, Grün und Blau. Dazu kommen noch als Grenzfälle der Helligkeit Weiß und Schwarz. Es wären also Aufnahmen durch vier entsprechende Lichtfilter zu machen und dann so wie früher zu verfahren. Thatsächlich gibt es bereits Vierfarbendrucke, welche jedoch in der Weise hergestellt sind, daß den farbigen Platten des Dreifarbendruckes noch eine Grau-Platte hinzugefügt ist, welche den Farbenton der Bilder natürlicher und angenehmer machen soll. Es läßt sich nämlich nicht verkennen — wenigstens ist das die subjective Anschauung des Vortragenden — daß in den meisten Fällen der Farbeindruck, den wir vom Bilde erhalten, mit dem, welchen uns das Object selbst liefert, etwas differiert.

Die bisher besprochenen Methoden der Herstellung farbiger Photographien müssen als indirecte bezeichnet werden, da die Farbbildung nicht unter dem alleinigen Einflusse der vom Lichte hervorgerufenen chemischen Prozesse vor sich geht, sondern sich durch die Nebereinanderlagerung von Druckfarben ergibt, welche nach bestimmten Gesichtspunkten ausgewählt werden.

Theoretisch sind wohl die Versuche, welche die directe Herstellung des farbigen Bildes durch Lichtwirkung bezwecken, von noch höherem Interesse; solche Versuche sind nämlich thatsächlich ausgeführt worden, wobei in erster Linie die Namen Bequerel, Poitevin und Kopp zu nennen sind. Diese photographierten zumeist das Spectrum und erhielten ein farbiges Bild desselben, das allerdings

nicht haltbar war, wie aus der Erklärung des Vorganges ersichtlich werden wird.

Nach der Anschauung Zeners handelt es sich bei der Entstehung dieser Bilder um das Auftreten stehender Lichtwellen, deren Wesen also vorerst zu erläutern ist.

Die Art und Weise, wie sich die fortschreitende Lichtwelle im Aether bildet, ist bereits erwähnt worden; die dort gegebene Darstellungsweise ist unter der Bedingung richtig, dass die einzelnen Aethertheilchen gegenüber den benachbarten Körpermolekülen im gleichen Zustande sind. Befinden sich aber die Aethertheilchen in Medien von verschiedener (optischer) Dichte, d. h. pflanzt sich die Welle beispielsweise zuerst in Aethertheilchen zwischen Luftmolekülen, im weiteren Verlaufe aber in Aethertheilchen zwischen Glasmolekülen fort, so treten beim Uebergang von einem Medium ins andere (hier von Licht in Glas) Erscheinungen auf, welche als Reflexion und Brechung des Lichtes bezeichnet werden. An dieser Stelle soll nur von der Reflexion die Rede sein, da die Brechung für den Endzweck dieser Betrachtung nicht von Belang ist.

Bei der Beschreibung der fortschreitenden Welle wurde erwähnt, dass jedes einzelne Aethertheilchen um seine Gleichgewichtslage eine Schwingung ausführt, welche dasselbe auf zwei entgegengesetzte Seiten der Geraden führt, in welcher sich die Bewegung fortpflanzt. In einem bestimmten Zeitpunkte schwingt eine Reihe benachbarter Aethertheilchen — und zwar alle auf der Strecke einer halben Wellenlänge gelegenen — nach der einen Seite hin, während die innerhalb der folgenden halben Wellenlänge nach der entgegengesetzten Seite schwingen. Für die Gesamtheit der Endlagen nach der einen Seite hin sei der gebräuchliche Ausdruck Wellenberg angewendet, für die nach der anderen Seite der Ausdruck Wellenthal. Es wechseln nun Wellenberge und Wellenthäler regelmäßig ab, indem ganz ähnlich wie bei Wasserwellen, die von einem Punkte nach allen Richtungen hin fortschreiten, Wellenberg und Wellenthal in der Fortpflanzungsrichtung der Welle sich fort zu bewegen scheinen.

Trifft nun eine solche Welle auf ein optisch dichteres Medium auf, so kehrt die Wellenbewegung in das ursprüngliche Medium zurück, hat also die entgegengesetzte Fortpflanzungsrichtung; und zwar beginnt diese rückläufige Bewegung mit einem Wellenthale, wenn die ursprüngliche Welle sich über die Trennungsfäche der Medien als Wellenberg

fortsetzt, und umgekehrt. Durch diese zwei in derselben Geraden nach entgegengesetzten Richtungen fortschreitenden Wellen erhält nun jedes Aethertheilchen in dieser Geraden zwei Impulse zu Ausweichungen aus der Gleichgewichtslage. Sind die Impulse gleich gerichtet, so wird eine Ausweichung resultieren, welche gleich ist der Summe der beiden einzelnen Ausweichungen; erfolgen die Antriebe nach zwei entgegengesetzten Seiten, so wird nach der Seite des größeren hin eine Ausweichung gleich der Differenz der beiden Einzel-Ausweichungen übrig bleiben; ja, wenn diese beiden entgegengesetzt gerichteten Ausweichungen gleich groß gewesen wären, wird das Aethertheilchen in seiner Gleichgewichtslage verbleiben. Stellen wir uns nun vor, es träfe in einem bestimmten Zeitmomente gerade das Ende eines Wellenberges auf die Trennungsfäche der beiden Medien auf, von welchen das zweite das optisch dichtere sei. Da die Welle als Wellenthal weiterstreiten sollte, kehrt sie nach dem früheren Satze als Wellenberg ins ursprüngliche Medium zurück, so daß also die einzelnen Aethertheilchen zwei Bewegungsantriebe nach derselben Seite hin erhalten, mithin ihre Ausweichungen vergrößern. Nach Verlauf einer Viertelschwingungsdauer trifft die Mitte des Wellenberges an die Grenzfläche; es sollte noch ein halber Wellenberg folgen, die reflectierte Welle beginnt also mit einem halben Wellenthale; die Aethertheilchen erhalten also Antriebe zu Ausweichungen nach entgegengesetzten Seiten, und zwar von gleicher Stärke, so daß in diesem Zeitmomente alle in Betracht kommenden Aethertheilchen sich in ihrer Ruhelage befinden. Wie die weitere, leicht durchzuführende Ueberlegung lehrt, treffen nach abermaligem Verlaufe von einem Viertel der Schwingungsdauer zwei Wellenthäler zusammen, so daß sich ein Wellenthal doppelter Ausweichung ergibt; nach Verlauf derselben Zeit wird ein auftreffendes halbes Wellenthal durch den zurückkehrenden halben Wellenberg aufgehoben, so daß die Theilchen wieder in ihrer Ruhelage sind.

Das Gesamtbild der Bewegung ist also folgendes: Auf der ersten halben Wellenlänge — von der Trennungsfäche an gerechnet — haben wir zunächst einen größeren Wellenberg, dann passieren alle Theilchen gleichzeitig ihre Ruhelage, bilden dann ein größeres Wellenthal und gehen wieder gleichzeitig durch die Ruhelage hindurch, um abermals einen Wellenberg zu bilden. Auf der zweiten halben Wellenlänge herrscht eine Bewegung, deren Beschreibung sich aus der vorstehenden durch Vertauschung der Worte Wellenberg und Wellen-

thal ergibt, auf der dritten halben Wellenlänge haben wir wieder die Bewegung wie auf der ersten, auf der vierten wie auf der zweiten u. s. f. Die Begrenzungspunkte der halben Wellenlängen bleiben immer in ihrer Ruhelage und heißen Knotenpunkte. Der ganze Bewegungsvorgang, der als eine stehende Welle bezeichnet wird, ließe sich etwa verfinnlichen, wenn wir uns eine lange Saite, die an beiden Enden befestigt ist, in eine Anzahl gleicher Theile getheilt und die Theilungspunkte festgeklemmt denken. Wird nun der erste Theil in seiner Mitte etwa nach oben herausgehoben, der zweite herabgedrückt und so abwechselnd fortgefahren, und werden schließlich alle Saitentheile gleichzeitig losgelassen, so würde hiedurch das Bild einer stehenden Welle geboten. Die eingeklemmten Punkte stellen die Knotenpunkte vor, dazwischen liegen die Schwingungsbäuche, in deren Mitte die Bewegung am ausgiebigsten ist. Dieses Bild einer stehenden Welle — wesentlich verschieden von dem einer fortschreitenden Welle — möge festgehalten werden, ebenso die Ursache ihrer Entstehung, welche in dem Begegnen zweier gleichartiger Wellenzüge zu suchen ist, wie es bei der Reflexion thatsächlich eintritt.

Nun zurück zu Zenters Erklärung der von Bequerel hergestellten farbigen Bilder.

Letzterer verwendete photographische Platten, welche auf spiegelndem Hintergrunde eine Schichte von Silberchlorür (Ag_2Cl) trugen. Beim Auffallen des Lichtes bilden sich infolge der Reflexion der Strahlen am Spiegel in der Silberchlorürschichte stehende Lichtwellen. An den Stellen, wo die Bewegung der Aethertheilchen am ausgiebigsten ist, das ist in der Mitte der Schwingungsbäuche, wird auch die Zerfetzung des Silberchlorürs am lebhaftesten vor sich gehen, während an den Stellen der Knotenpunkte eine solche überhaupt nicht auftreten wird. Die Mitten benachbarten Schwingungsbäuche sind natürlich ebenso wie die Knotenpunkte von einander eine halbe Wellenlänge entfernt.

Daraus ist ersichtlich, daß die Stellen stärkster Silberauscheidung eine Schar von Ebenen bilden werden, welche untereinander und zum Plattenrunde parallel verlaufen und von einander den Abstand einer halben Wellenlänge haben werden.

So wäre die Betrachtung richtig, wenn wir uns die Platte von einfarbigem Lichte beliebiger Gattung getroffen denken; denn nur dann können wir von einer bestimmten Wellenlänge sprechen. Was wird

nun geschehen, wenn auf der Platte das Bild eines vielfarbigen Gegenstandes entworfen wird?

Dann wird das bisher Gesagte nicht mehr für die ganze Platte Geltung haben, sondern nur für diejenigen Stellen der Platten, welche von der selben Lichtgattung bestrahlt werden.

An den Stellen, wo zum Beispiel rothes Licht auffiel, werden die entstehenden parallelen Silberebenen den Abstand einer halben Wellenlänge des rothen Lichtes haben, also weiter auseinanderstehen, als die Ebenen an Stellen, wo Licht kürzerer Wellenlänge, etwa blaues, auftraf, kurz, der Abstand der Ebenen wird an den einzelnen Stellen der Platte immer einer halben Wellenlänge derjenigen Farbengattung entsprechen, von welcher die betreffende Stelle belichtet wurde.

Wenn nun auf eine Platte, welche durch Belichtung in den eben beschriebenen Zustand versetzt wurde, das zusammenge setzte Tageslicht auffällt, so wird dasselbe reflectiert werden, aber nicht an allen Stellen in gleicher Weise. Die Reflexion findet nämlich nicht nur an der ersten der erwähnten Silberebenen statt, sondern es dringt das Licht bis zu einer gewissen Tiefe in die reflectierende Schicht ein, so dass in dem hier betrachteten Falle eine vielfache Zurückwerfung des Lichtes an den einzelnen Ebenen eintritt. Alle diese reflectierten Wellen setzen sich wieder zu einer einzigen zusammen, das Ergebnis wird aber für die verschiedenen Farbengattungen ein verschiedenes sein müssen, wie die folgende Erwägung lehrt.

Nehmen wir beispielsweise an, wir hätten es mit einer Stelle der Platte zu thun, welche von grünem Lichte bestrahlt wurde, bei welcher also die Ebenen ausgeschiedenen Silbers den Abstand von einer halben Wellenlänge des grünen Lichtes haben. Betrachten wir nun zunächst die Reflexion des entsprechenden grünen Bestandtheiles des zusammenge setzten Lichtes. Das Aethertheilchen unmittelbar an der ersten reflectierenden Ebene wird in einem bestimmten Momente infolge der Reflexion der Welle an dieser Ebene eine bestimmte Schwingungsphase haben. Genau dieselbe Schwingungsphase würde es aber auch infolge der Reflexion an der zweiten Ebene annehmen, da die Welle, um von der ersten zur zweiten Ebene und wieder zurück zu gelangen — ein Weg, der eine ganze Wellenlänge des grünen Lichtes vorstellt — gerade eine Schwingungsdauer braucht und nach Verlauf derselben jedes schwingende Theilchen wieder die gleiche Phase hat.

Und auch die Wellen, welche von der dritten, vierten und allen folgenden Ebenen zurückkehren, werden dem Aethertheilchen immer die gleiche Schwingungsphase geben, da bis zu ihrem Eintreffen immer eine ganze Zahl von Schwingungsdauern verfloßen ist. Da nun die einzelnen in derselben Richtung erfolgenden Impulse zur Bewegung sich addieren, wird die reflectierte Welle des grünen Lichtes eine Welle von bedeutender Amplitude, also instande sein, in unserem Auge die Empfindung grün hervorzurufen.

Ganz anders gestaltet sich aber der Vorgang für diejenigen Farbengattungen, deren halbe Wellenlängen mit den Abständen der reflectierenden Silberebenen nicht übereinstimmen. So ergibt sich für das rothe Licht, welches auf die jetzt betrachtete Plattenstelle auffällt, keine Uebereinstimmung der Schwingungsphasen mehr; denn während das Licht die Strecke zwischen der ersten und zweiten Ebene hin und zurück durchmisst, hat ein Aethertheilchen von der Schwingungsdauer des rothen Lichtes seine Schwingung noch nicht vollendet, da die genannte Strecke kleiner ist als eine Wellenlänge des rothen Lichtes. Infolgedessen werden die Schwingungsphasen nicht mehr übereinstimmen.

Bedenken wir, daß von den tiefer gelegenen Ebenen noch andere Wellen mit verschiedener Phase zurückkehren, so ist leicht einzusehen, daß die verschiedenen Bewegungsantriebe sich größtentheils oder ganz aufheben werden. Es werden also alle anderen Lichtgattungen ausgelöscht und nur diejenigen ausgiebig reflectiert, welche in ihrer Wellenlänge mit der Wellenlänge des früher an die betreffende Stelle aufgefallenen Lichtes übereinstimmt. So erscheint also jeder Theil des Bildes in der Farbe des Gegenstandes selbst.

Solche auf Silberchlorürplatten hergestellte Bilder sind am Lichte natürlich nicht haltbar; sie enthalten ja zwischen den Silberebenen Schichten noch unzersehten Silberchlorürs, das unter dem Einflusse des Lichtes wieder Silber ausscheidet, so daß sich das ganze Bild schwärzt. Auch ein Fixieren dieser Bilder gelang nicht, da das Silberchlorür unter dem Einflusse der zum Fixieren verwendeten Substanz in Silberchlorid und Silber zerfällt ($\text{Ag}_2\text{Cl} = \text{Ag Cl} + \text{Ag}$). Silberchlorid wird wohl gelöst, aber das ausgeschiedene Silber durchsetzt das ganze Bild.

Durch Vermeidung der Anwendung des Silberchlorürs gelang es Professor Lippmann in Paris, solche farbige Bilder herzustellen,

welche eine Fixierung zuließen. Er verwendete bei seinen Platten eine bromsilberhaltige Albuminschichte. Dafs diese Platten sich durch eine ganz außerordentlich feine Vertheilung der Bromsilbertheilchen auszeichnen müssen, geht daraus hervor, dafs die Ebenen der zerfetzten Theilchen den Abstand von halben Lichtwellenlängen haben müssen, die nach dem früheren nicht ein halbes Tausendstel eines Millimeters erreichen. Zwischen diesen Ebenen befinden sich noch Schichten unzerfetzter Bromsilbertheilchen, welche durch den von Lippmann verwendeten Fixierungsproceß entfernt werden.

Ganz abgesehen davon, dafs diese Bilder einer Vielfältigung nicht zugänglich sind, zeigt sich ein Uebelstand, der seine Ursache im Wesen der Farbenentstehung beim Bilde hat. Fällt nämlich ein Strahl zusammengesetzten Lichtes nicht senkrecht, sondern schräg auf das Bild auf, so wird der Weg, den das Licht zwischen den einzelnen parallelen Ebenen zurückzulegen hat, länger sein als der Abstand dieser Ebenen. Da es sich aber bei der Farbenbildung im wesentlichen um diesen Weg zwischen zwei Ebenen handelte, wird jeder Aenderung dieses Weges auch eine Farbenveränderung entsprechen.

Beim schrägen Einfallen des Lichtes erscheint demnach jede Stelle des Bildes in einer Farbe, deren Wellenlänge größer ist als der doppelte Ebenenabstand an dieser Stelle, d. h. also in einer mehr gegen das rothe Ende des Spectrums gelegenen Farbe.

Damit ist ein wesentlicher Unterschied dieser Farben — sie werden als Interferenzfarben bezeichnet — gegenüber den Körperfarben gegeben, welche durch Absorption gewisser Lichtgattungen entstehen und von der Richtung des einfallenden Lichtes unabhängig sind.

Bei der Untersuchung, ob es sich bei den jetzt besprochenen Bildern thatsächlich nur um Interferenzfarben, oder zum Theile auch um Körperfarben handle, gelangte Dr. Wiener in Vachen zu folgenden Ergebnissen.

Sind die bei einem Bilde auftretenden Farben reine Interferenzfarben, geht also kein Bestandtheil des auffallenden zusammengesetzten Lichtes durch Absorption verloren, so müssen an einer Stelle, welche z. B. nur rothes Licht reflectiert, die anderen Farbengattungen hindurchtreten. Im durchfallenden Licht erscheint also dann die betreffende Stelle grün. Allgemein muß also jede Stelle im durchfallenden Lichte in einer Farbe erscheinen, welche zur Farbe dieser Stelle im reflectierten Lichte complementär ist.

Bei den Bildern von Bequerel und Lippmann konnte Dr. Wiener diese complementäre Färbung feststellen. Bei der Untersuchung der Bilder von Poitevin ergab sich jedoch im reflectierten und im durchfallenden Lichte dieselbe Färbung, ein Hinweis darauf, dass es sich hier um die Entstehung von Körperfarben durch Absorption handeln dürfte.

Mit der Erklärung dieser Erscheinung gibt Dr. Wiener auch den Weg an, auf welchem sich die Versuche zur Herstellung von wirklichen Körperfarbenphotographien bewegen könnten. Der Grundgedanke dieser Abhandlung sei noch kurz dargestellt.

Der Stoff, mit welchem die Platte überzogen ist, zerfällt unter dem Einflusse der Belichtung in eine Reihe verschieden gefärbter Bestandtheile. Diejenigen, welche dem auffallenden Lichte ungleich gefärbt sind, werden dieses Licht nach der Körperfarbentheorie absorbieren, also die Lichtwellen in ihr Inneres eindringen lassen. Dabei werden sie nun eben durch den Einfluss des eingedrungenen Lichtes zersetzt. Diejenigen farbigen Bestandtheile aber, welche dem auffallenden Lichte gleich gefärbt sind, werden dasselbe reflectieren und somit der Zersetzung entgehen. Es bleibt also an jeder Stelle des Bildes die der betreffenden Stelle des Gegenstandes entsprechende Farbe zurück.

Mit der Auffindung solcher Stoffe, sowie mit der Entdeckung geeigneter Substanzen zur Fixierung wäre eine Lösung des Problems der Körperfarbenphotographie geboten.

In dem Gesagten sollte nur ein Ueberblick über den heutigen Stand der Photographie geboten sein; zu genauerem Einblick dürfte das von Dr. Eder in Wien herausgegebene „Jahrbuch für Photographie“ geeignet erscheinen, auf dessen zahlreiche Abhandlungen und Notizen sich auch ein wesentlicher Theil des Vorangeführten stützt; speciell seien in dieser Richtung noch die Abhandlungen von Dr. Eder und Professor Valenta, sowie die bereits erwähnte von Dr. Wiener genannt.

Schließlich sei an dieser Stelle der Direction der k. k. graphischen Lehr- und Versuchsanstalt in Wien der Dank des Vortragenden für die Bereitwilligkeit ausgesprochen, mit welcher die genannte Direction demselben eine Sammlung von Bildern und Plattenabdrücken zur Erläuterung des über die farbige Photographie Gesagten zur Verfügung stellte.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Carinthia II](#)

Jahr/Year: 1898

Band/Volume: [88](#)

Autor(en)/Author(s): Giannoni Eugen

Artikel/Article: [Fortschritte der Photographie \(Schluß\) 118-125](#)