

Kurzer Abriss

der

Geschichte
der Photographie

von

Prof. Dr. Drecker.



—*—

900a
3 (1902)
543.

Aachen 1902.
Druck von P. Urlichs.

543b.



Prof. Dr. D. Becker

Aachen 1902
Prof. Dr. D. Becker

Inhalts-Verzeichnis.

Einleitung.	
1. Photochemische Kenntnisse im Altertum	Seite 6
2. Von den Alchimisten bis zur Entdeckung der Lichtempfindlichkeit der Silbersalze durch J. H. Schulze	7
3. Von J. H. Schulze bis Niépce	9
4. Die Erfindung der Photographie durch Niépce und Daguerre	14
5. Lichtbilder auf Papier	19
6. Lichtbilder auf Glas, Eiweiss- und Collodiumplatten	21
7. Emulsionsverfahren	23
8. Orthochromatische Platten	27
9. Films	29
10. Das photographische Objektiv	30
11. Die Positiv-Verfahren:	
a) Silberbilder	32
b) Platinbilder	34
c) Pigmentbilder	35
d) Eisenbilder	36
e) Anilinbilder	37
12. Photographie in natürlichen Farben:	
a) Unmittelbare Methoden	38
b) Dreifarbenverfahren	44

Inhalts-Verzeichnis.

Seite	Inhalt
1	1. Historische Kenntnisse im Allgemeinen
2	2. Von den Alchemisten bis zur Fortbildung der Fachmänner
3	3. Die Erfindung des Silberbildes durch J. H. Schulze
4	4. Von J. H. Schulze bis Niepce
5	5. Die Erfindung der Photographie durch Niepce und L. J. M. Niepce
6	6. Silberbilder auf Papier
7	7. Silberbilder auf Glas, Holz, Stein, auf Colodionplatten
8	8. Silberbildverfahren
9	9. Orthochromatische Platten
10	10. Filme
11	11. Die photographische Optik
12	12. Die Positiv-Verfahren
13	a) Silberbilder
14	b) Papierbilder
15	c) Tintenbilder
16	d) Eisenbilder
17	e) Kupferbilder
18	13. Photographie in natürlichen Farben
19	a) Chemische Methoden
20	b) Silberbildverfahren

Einleitung.

Die Photographie beruht auf einer zweckmässigen Verbindung von optischen und chemischen Erscheinungen. Ihr Zustandekommen hat also gewisse optische und chemische Kenntnisse zur notwendigen Voraussetzung.

Was ist nötig, um eine Photographie — Photogramm sollte es eigentlich heissen — herzustellen? Wir erzeugen mittels einer Convexlinse oder auch mittels eines kleinen Loches in einem sonst dunkeln Raum, der Camera obscura, ein Bild irgend welcher Gegenstände. Dieses Bild wird sichtbar auf einer weissen Fläche oder auf einer matten Glasscheibe; auf letzterer lässt es sich in der Durchsicht betrachten. Das ist die optische Voraussetzung. In die Ebene dieses Bildes bringen wir nun eine flächenartig auf ebener Unterlage ausgebreitete Substanz, welche durch das Licht eine sichtbare oder unsichtbare Veränderung erleidet. Ist diese Veränderung sichtbar, so ist im strengsten Sinne die Photographie fertig. Ist aber die durch das Licht erzeugte Veränderung der lichtempfindlichen Substanz nicht sichtbar, so ist ferner nötig, durch eine physikalische oder chemische Einwirkung das bisher unsichtbare, latente Bild in ein sichtbares zu verwandeln. Dazu kommt alsdann noch, wenn das Bild einen dauernden Wert haben soll, das Fixieren des Bildes. Es ist klar, wenn in der Camera obscura das Licht die von ihm getroffenen Stellen verändert, dass dann auch nach der Herausnahme aus der Camera das jetzt auffallende Tageslicht dieselbe Wirkung ausüben wird, d. h. es wird jetzt die ganze Fläche dieselbe Veränderung erleiden, und kein Bild mehr zu sehen sein. Es ist also nötig, nach Herstellung des Bildes den vom Lichte nicht getroffenen Teilen der Substanz ihre Lichtempfindlichkeit zu nehmen oder sie von der Platte zu entfernen.

Wir verstehen hiernach leicht, wie beide Elemente der Photographie, das optische und das chemische, jedes für sich hinlänglich bekannt sein konnten, lange bevor es gelang, sie in glücklicher Weise zu vereinigen und durch diese Vereinigung den photographischen Prozess zu bilden.

1. Photochemische Kenntnisse im Altertum.

Die auffallendsten Wirkungen des Lichtes auf die Körper sind Änderungen der Farbe. Hierhin gehört vor allem das Grünen der Pflanzenteile im Licht und das Bleichen gefärbter Gewebe. Die Beobachtung der Färbung der Pflanzen im Lichte ist uns von *Aristoteles* (384—322 v. Chr.) überliefert worden. Im 5. Buche seiner Abhandlung „Über die Farben“ schreibt er: (Übersetzung von Goethe in seiner Geschichte der Farbenlehre.) „Diejenigen Teile der Pflanzen aber, in denen das Feuchte nicht mit den Sonnenstrahlen gemischt wird, bleiben weiss. — Deswegen auch an den Pflanzen alles, was über der Erde steht, zuerst grün ist, unter der Erde aber Stengel, Wurzeln und Keime die weisse Farbe haben. So wie man sie aber von der Erde entblösst, wird, wie gesagt ist, alles grün, weil die Feuchtigkeit, welche durch die Keime zu den übrigen Teilen durchsieht, die Natur dieser Farbe hat und zu dem Wachstum der Früchte sogleich verbraucht wird. Wenn die Früchte aber nicht mehr zunehmen . . . so färben sie sich langsam, stark aber färben sich die Teile, welche gegen die Sonne und die Wärme stehen“. Wenn man nun auch aus dieser Stelle im *Aristoteles* nicht auf klares wissenschaftliches Erkennen der Lichtwirkung schliessen darf; zumal in demselben Kapitel das Entstehen der Purpurfarbe beim Kochen der Feuchtigkeit der Purpurschnecke ohne Hinzuziehung der Lichtwirkung erklärt wird, so verdient die Stelle doch ihres ehrwürdigen Alters willen hier angeführt zu werden.

C. Plinius-Secundus (23—79 n. Chr.) schrieb eine Naturgeschichte in 37. Büchern. Darin erwähnt er (XXXIII 40) auch, dass „das Minium (Zinnober) durch den Einfluss des Sonnen- und Mondlichtes verändert wird“. Die bleichende

Wirkung des Mondlichtes hat er jedenfalls überschätzt, aber das kann uns bei Plinius, dessen Schriften voll von Unrichtigkeiten und abergläubischen Ungeheuerlichkeiten sind, nicht wundern. Die Bemerkung über den Zinnober aber ist richtig.

Das Bleichen von Leinen als eine Wirkung des Sonnenlichtes war bereits den alten Aegyptern und Indern bekannt.

Die Wirkung des Sonnenlichtes bei der Entstehung der Farbe aus dem Saft der Purpurschnecken ist den Alten nicht zum Bewusstsein gekommen. Erst im 10. Jahrhundert schreibt Eudoxia, die Tochter des griechischen Kaisers Constantin VIII., richtig: „Die Purpurfarbe wird erst vortrefflich, wenn man den Zeug in die Sonne bringt“.

Diese wenigen Stellen aus den Schriften der Alten enthalten so ziemlich alles, was man irgendwie mit einer Einwirkung des Lichtes auf die Materie in Verbindung bringen kann.

2. Von den Alchemisten bis zur Entdeckung der Lichtempfindlichkeit der Silbersalze durch J. H. Schulze.

Das für die Naturwissenschaften durchaus unfruchtbare Mittelalter könnte in unserer Geschichte der Photographie ohne Nachteil übergangen werden. In den Schriften der Alchimisten finden sich zwar Stellen genug, wo von der Wirkung des Sonnenlichtes auf das Entstehen allerlei Tinkturen und Elixire die Rede ist, aber ebenso wichtig ist für sie die Wirkung der Planetenstellung, so dass man von irgend welcher photochemischen Erkenntnis bei ihnen nicht reden kann. Albertus Magnus (1193—1280) sagte vom salpetersauren Silber, dass es die Haut des Menschen schwarz färbt, und Glauber (1609—1668) teilt mit, dass Holzwerk und Gefeder durch dieselbe Substanz „kohlschwarz“ gefärbt werden. Fabricius beschreibt das natürlich vorkommende Hornsilber; dass er aber die Lichtempfindlichkeit desselben gekannt habe, ist eine irrige Meinung, die durch einen Zusatz Aragos zu einem Citat der betreffenden Stelle des Fabricius veranlasst worden ist.¹⁾

¹⁾ Vergl. Eder, Handbuch der Photographie, 25. Aufl. I. 12. 1891.

In betreff der physikalischen Optik ist hier noch des englischen Mönches *Roger Bacon* (1216—1294) Erwähnung zu thun, der wohl der erste gewesen ist, der Linsen zu Vergrößerungsgläsern geschliffen hat (was über Linsenfunde aus dem Altertum berichtet wird, ist zu unsicherer Natur, als dass wir in diesem kurzen Abriss darauf eingehen). „Durch die von *Roger Bacon* beschriebenen Gläser soll man nicht allein die entferntesten Gegenstände ganz nah, die kleinsten ungeheuer gross im eigenen Auge wahrnehmen, sondern diese und andere Bilder sollen auch, hinaus in die Luft, in die Atmosphäre geworfen, einer Menge zur Erscheinung kommen“. Man könnte in dieser Beschreibung Fernrohr und Mikroskop, *Camera obscura* und Zauberalaterne erkennen. „Aber die Art, wie er sich über diese Dinge äussert, zeigt, dass sein Apparat nur in seinem Geiste gewirkt, und dass manche imaginäre Resultate entsprungen sein mögen“. ¹⁾

Die von *Roger Bacon* gewissermassen im Geiste vorhergesehene *Camera obscura* erfand im Jahre 1558 *Joh. Bapt. Della Porta* (1546—1615) in Neapel. Er gab ihr eine Form, in der man sie auch heute noch hier und da in Gartenanlagen findet. Die bildentwerfende Linse brachte er auf dem Dache eines kleinen Häuschens an und warf mittels eines Spiegels das Bild auf einen unter der Dachöffnung aufgestellten weissen Tisch, auf welchen nun die aussen befindlichen Gegenstände und Personen abgebildet und von den erstaunten Besuchern betrachtet wurden. — Neu war bei dieser Erfindung *Porta's* aber nur die Anwendung der Linse. In der Einleitung ist bereits gesagt, dass man in der *Camera obscura* auch ohne Linse ein Bild erhält, wenn die Lichtstrahlen durch eine kleine Öffnung in den dunklen Raum einfallen. Eine solche *Camera obscura* ohne Linse — *Lochcamera* — ist aber schon eingehend beschrieben in einem 1321 in hebräischer Sprache geschriebenen Werke von *Levi ben Gerson*, welches 1342 von *Petrus de Alexandria* ins Lateinische übersetzt wurde. Ferner wird die *Camera obscura* erwähnt in der Schrift *Vitruv's de Architectura* 1521 und zwar als Erfindung

¹⁾ Goethe, Geschichte der Farbenlehre. 2. Abt.

des Benedictinermönches Pafnutio, aber auch der bereits 1519 gestorbene Lionardo da Vinci kannte den Apparat.¹⁾

Im ersten Bande der Fortschritte der Physik (1847) stellt *G. Karsten* die bis dahin erschienene Litteratur der chemischen Wirkung des Lichtes zusammen. Die erste von ihm angeführte Arbeit stammt aus dem Jahre 1727, sie führt den Titel: *J. H. Schulze. Scotophorus pro phosphoro inventus, seu experimentum curiosum de effectu radorum solarium.* Die Inhaltsangabe fehlt bei Karsten, findet sich aber in Eder's Geschichte der Photochemie. Schulze beschäftigte sich mit der Herstellung von Balduinschem Leuchtstein (salpetersaurem Kalk), goss zu dem Zweck Salpetersäure auf Kreidepulver und versuchte hierbei die Einwirkung eines Zusatzes von salpetersaurem Silber. Die Arbeit wurde in der Nähe eines hellen Fensters vorgenommen, und nun bemerkte er zu seiner grössten Verwunderung, dass der kreidige Bodensatz sich an der dem Licht zugewandten Seite dunkel färbte. Er wies nun zunächst nach, dass dieses Dunkelwerden nur der Einwirkung des Lichtes und nicht etwa der Wärme zuzuschreiben sei, er legte ferner Papierblätter, aus welchen Buchstaben und Worte schablonenartig ausgeschnitten waren, auf den Kalk und fand alsdann nach genügender Einwirkung des Lichtes genaue und scharfe Bilder der ausgeschnittenen Stellen. Durch Aufrütteln des kreidigen Bodensatzes verschwanden die Bilder, und der Satz war eines neuen Abdrucks fähig. Wenn auch seine Bilder nicht haltbar waren, so ist doch anzuerkennen, dass er der erste war, der die Lichtempfindlichkeit der Silbersalze entdeckte und diese Eigenschaft zur photographischen Wiedergabe von Schriftzügen benutzte. Eder nennt ihn geradezu den Erfinder der Photographie.

3. Von J. H. Schulze bis Niépcé.

Ähnliche Beobachtungen machten 30 Jahre später Beccaria und Bonzius am Chlorsilber, aber auch diese Forscher kamen über die Abbildung von Schablonen nicht hinaus.

¹⁾ M. Curtze. Die Dunkelkammer. Beiblätter z. d. Ann. d. Phys. 25. 217. 1901.

Einen Fortschritt in wissenschaftlicher Hinsicht bringt C. W. Scheele in seinem Werke „*Aëris atque ignis examen chemicum*“ Upsala et Lips. 1777. Er erkannte, dass die Schwärzung des Chlorsilbers im Licht auf Reductionswirkung zurückzuführen sei, indem er das freiwerdende Chlor nachwies; auch die Reduktion des Chlorgoldes im Licht war ihm bekannt. Ferner beobachtete er zuerst die Wirkung des Sonnenspektrums auf Chlorsilberpapier und fand, dass die Reduktion am schnellsten in Violett vor sich ging. Noch eingehender als Scheele untersuchte der Genfer Naturforscher *Sennebier* 1782 die Einwirkung der verschiedenen Strahlen des Spectrums auf Chlorsilber; er gibt bereits eine Art Intensitäts-Curve für die chemische Wirkung des Lichtes, indem er für die einzelnen Regionen des Spectrums die Zeiten bestimmt, welche das Licht für die Farbenänderung gebraucht. Auch die bleichende Wirkung des Lichtes auf das Wachs, die schon von Plinius angegeben war, hat er genauer untersucht; ebenso die Einwirkung des Sonnenlichtes auf eine grosse Anzahl Pflanzenfarben. Für die spätere Entwicklung wichtig ist die Beobachtung *A. Hagemann's* in Bremen 1782, dass auch gewisse Harze im Licht ihre Farbe ändern; die Verminderung der Löslichkeit der Harze durch Lichteinwirkung scheint er aber nicht gekannt zu haben.

Von den übrigen zahlreichen Chemikern des 18. Jahrhunderts wurden noch manche Beiträge zur Kenntniss der chemischen Wirkungen des Lichtes geliefert, namentlich wurde die Zahl der lichtempfindlichen Stoffe erheblich vermehrt. Trotzdem aber schon Schulze 1727 die Schwärzung des Chlorsilbers als alleinige Wirkung des Lichtes und nicht der Wärme erkannt hatte, leugneten am Ende des Jahrhunderts *Rumford*¹⁾ und *Juch*²⁾ jede besondere chemische Lichtwirkung und glaubten, dass alle Veränderungen, welche die Körper unter Einfluss des Sonnenlichtes erleiden, nicht durch die Wirkung des Lichtes, sondern nur durch die damit verbundene Erwärmung hervorgerufen werden. (Dieselbe unrichtige Meinung vertraten später 1811 nochmals *Gay-Lyssac* und *Thénard*).³⁾

¹⁾ Philos. Trans. 1798 I. ²⁾ Scherer, Journal d. Chem. 3. 399.

³⁾ Schweigg. Journ. 5. 219.

Ehe wir zu den Entdeckungen des 19. Jahrhundert übergehen, wollen wir noch eines Buches gedenken, welches *Tiphaine de la Roche* im Jahre 1761 unter dem Titel *Gyphantie* oder *Erdbeschreibung* herausgegeben hat. Dasselbe wurde zuerst erwähnt in einem Werke über Photographie von Mayer und Pierson. Die auf Photographie bezügliche Stelle lautet nach Eder ¹⁾ wie folgt: „Während eines Tages wird Tiphaine in den Palast der Elementargeister geführt, und ihr Oberhaupt weiht ihn in ihre Arbeiten und Geheimnisse ein. „Du weisst, sagt er zu ihm, dass die Lichtstrahlen, von den verschiedenen Körpern zurückgeworfen, ein Bild geben und den Körper auf allen glänzenden Flächen z. B. auf der Netzhaut des Auges, im Wasser und in den Spiegeln abbilden. Die Elementargeister haben diese flüchtigen Bilder zu fixieren versucht, sie haben einen sehr feinen Stoff zusammengesetzt, der sehr klebrig und sehr geeignet ist, trocken zu werden und sich zu härten; mit Hülfe desselben wird in einigen Augenblicken ein Gemälde gemacht. Sie überziehen mit diesem Stoffe ein Stück Leinwand und bringen diese vor die Gegenstände, welche sie abbilden wollen. Die erste Wirkung der Leinwand ist die eines Spiegels; man sieht darin alle nahen und fernen Körper, wovon das Licht ein Bild entwerfen kann. Aber was ein Spiegel nicht vermag, die Leinwand hält, durch ihren klebrigen Überzug die Bilder fest. Der Spiegel giebt uns zwar die Gegenstände getreu wieder, aber er behält keinen zurück, unsere Leinwand gibt sie nicht weniger getreu wieder, aber hält sie auch alle fest. Diese Aufnahme der Bilder ist das Geschäft des ersten Augenblickes. Die Leinwand nimmt sie auf. Man nimmt dieselbe auf der Stelle weg und bringt sie an einen dunkeln Ort. Eine Stunde später ist der Überzug getrocknet und man hat ein Gemälde, welches um so viel schätzbarer ist, weil keine Kunst die Wahrheit desselben erreichen, und die Zeit es auf keine Weise schädigen kann. Wir nehmen aus der reinsten Quelle, aus dem Stoffe des Lichtes, die Farben, welche die Maler aus verschiedenen Materien ziehen, welche

¹⁾ Eder, Handbuch I. 24.

die Zeit niemals unverändert lässt, die Genauigkeit der Zeichnung, die Mannigfaltigkeit des Ausdruckes. Die mehr oder minder kräftigen Pinselstriche, die Abwechselungen in den Schattierungen, die Regeln der Perspektive, dies alles überlassen wir der Natur, welche mit jenem sich immer gleichbleibenden, sicheren Gang auf unsere Leinwand Bilder malt, welche die Augen täuschen und die Vernunft zweifeln machen, ob die sogenannten wirklichen Dinge nicht eine andere Art von Trugbildern sind, welche Augen, Ohren, Gefühl, ja alle Sinne zusammen täuschen“.

Dass Tiphaine den „Lichtstoff“ gewissermassen auf den Leim locken wollte, entsprach ganz den Anschauungen, welche seine Zeitgenossen von der Natur des Lichtes hatten; dass er aber die Bilder durch die spiegelnde Fläche seiner Leinwand auf eben dieser Leinwand bilden wollte, deutet doch auf einen auch in damaliger Zeit nicht entschuldbaren Mangel an Naturerkenntniss. Doch mit der Phantasie der zarten seltsamen Tochter Jovis soll die alte Schwiegermutter Weisheit nicht zu Gericht sitzen. In der Idee hat Tiphaine zuerst die Photographie und zwar in einer Vollkommenheit entdeckt, von der wir in der Praxis heute noch weit entfernt sind. Möglicherweise hat er durch seine Phantasiegebilde doch späteren Forschern eine Anregung gegeben. —

Das neunzehnte Jahrhundert bringt gleich in den ersten Jahren zwei wichtige Erfindungen, welche zur Photographie in enger Beziehung stehen. Die Entdeckung des ultraroten Lichtes durch *Friedr. Willh. Herschel* ¹⁾ 1800 und die des ultravioletten durch *Joh. Willh. Ritter* ²⁾ 1801. Die bisher bekannten chemischen Wirkungen fehlten den roten und ultraroten Strahlen, ja manche Wirkung des violetten wurde durch die der roten Strahlen rückgängig gemacht, z. B. die Phosphoreszenz der Leuchtsteine. Ritter nannte die violetten Strahlen „desoxydierende“, die roten „oxydierende“, allerdings mit Unrecht, da viele chemische Wirkungen des violetten

¹⁾ Herschel, *Gilb. Ann.* 7. vergl. Wüllner, *Lehrbuch* 4. 177. 5. Aufl. 1899.

²⁾ Ritter, *Versuche über das Sonnenlicht*, *Gilb. Ann.* 7. und ferner *Gilb. Ann.* 28. 1809.

Lichtes in einer Oxydation bestehen, so bei der Bleichung vieler Farbstoffe. Wollaston machte kurz nach Ritter gleichfalls auf die ultravioletten Strahlen aufmerksam; er nannte die brechbarsten Strahlen des Spektrums die „chemischen“. Diese Bezeichnung hat sich lange Zeit freilich auch mit Unrecht erhalten.

In der Zeit von 1727 bis 1802 hatte zwar die Erkenntnis der Lichtwirkungen auf die Körperwelt bedeutende Erweiterungen erfahren, eine lange Reihe neuer lichtempfindlicher Substanzen war entdeckt und auch in theoretischer Beziehung war ein Fortschritt nicht zu verkennen. Die Anwendung auf Erzeugung von Lichtbildern war aber bei den Versuchen Schulzes stehen geblieben, die höchstens mit unwesentlichen Veränderungen wiederholt wurden. Die ersten Versuche, die Lichtempfindlichkeit der Körper zur Herstellung von Bildern praktisch zu verwerten, machten im neuen Jahrhundert die beiden Engländer *Wedgwood* und *Davy*.¹⁾ Wedgwood imprägnierte Papier und Leder mit Silbersalzen und kopierte darauf Schattenrisse von daraufgelegten Gegenständen; die Bilder verschwanden aber bald im Licht, da dieses auch die weiss gebliebenen Stellen schwärzte. Davy selbst, der die Arbeiten Wedgwood's nach dessen Tode bekannt machte, ging noch einen Schritt weiter und kopierte die durch das Sonnenmikroskop entworfenen Bilder. Alle Versuche beider aber, diese Bilder zu fixieren, misslangen, was uns deshalb verwundert weil man voraussetzen sollte, dass dem berühmten Chemiker Davy die Eigenschaft des unbelichteten Chlorsilbers, sich in Ammoniak zu lösen, welche Scheele bereits 1777 entdeckt hatte, bekannt gewesen sei. Als Verdienst muss Wedgwood angerechnet werden, dass er es sich zum Ziele setzte, die Bilder der Camera obscura photographisch festzuhalten; wenngleich ihm dies wegen der geringen Empfindlichkeit seiner Papiere nicht gelang, so hat er jedenfalls dadurch Anregung zu weitem Versuchen gegeben. Erfinder der Photographie, wie es vielfach geschehen ist, kann man Wedgwood und Davy nicht nennen.

¹⁾ H. Davy and Wedgwood, Journ. of the Roy. Inst. I. 1803.

Eine für die Entwicklung der Photographie sehr wichtige Entdeckung, die den Grundstein legte zu der freilich auch heute noch nicht völlig gelösten höchsten Aufgabe der Photographie, nämlich der Wiedergabe der Bilder in natürlicher Farbe, machte im Jahre 1810 *Seebeck*. Er beobachtete, dass Chlorsilberpapier, welches am Licht bereits gebräunt ist, unter dem Einfluss farbigen Lichtes eben diese Farbe annimmt. Ein auf solchem Papier entworfenen Sonnenspektrum bildete sich in ziemlich richtigen Farben ab. Die Arbeit erschien als Anhang zu Goethes Farbenlehre, sie fehlt aber in den Cottaschen Ausgaben. —

4. Die Erfindung der Photographie durch Niépce und Daguerre.

Der erste, dem es gelang, die mittels der Camera obscura entworfenen Bilder dauernd festzuhalten, war *Nicephore Niépce*.

Niépce war 1765 in Chalon sur Saône geboren. Er war für den geistlichen Stand erzogen und wirkte als Lehrer an einem Kloster-Seminar. Nach Aufhebung der Klöster durch die Revolution trat er in das Heer und machte als Offizier den Krieg in Italien mit. Eine schwere Erkrankung veranlasste ihn auch diesen Beruf aufzugeben und von 1801 an beschäftigte er sich in seiner Heimat mit seinem älteren Bruder Claude, der Mechaniker war, mit mechanisch-technischen Arbeiten. Unter anderm fassten sie den Plan, die 1799 von Senefelder in München erfundene Lithographie in Chalon praktisch zu betreiben. *Nicephore* wollte den schwer erhältlichen lithographischen Schiefer durch Metallplatten ersetzen und versuchte die Zeichnung mittels des Lichtes zu übertragen. Er überzog zu dem Zwecke die Platten mit den ihm bekannten lichtempfindlichen Stoffen, Harz, Phosphor und auch mit Chlorsilber. Letzteres gab ihm die besten Bilder, es gelang ihm aber nicht, die Bilder zu fixieren. Einen wirklichen Erfolg erzielte er erst nach mehrjährigen Versuchen anfangs der zwanziger Jahre mit Zinkplatten, die mit Lösung von Asphalt in Knochenöl überzogen waren. Der

Asphalt verliert unter der Einwirkung des Lichtes seine Löslichkeit, so war es möglich, nach der Belichtung unter einer durchsichtigen Zeichnung, oder in der Camera obscura die nicht vom Lichte getroffenen Stellen der Platte vom Asphalt zu befreien, so dass der an den belichteten Stellen unlöslich gewordene Asphalt ein dauerndes Bild lieferte. Das älteste Camera-Bild dieser Art ist eine Photographie des Kardinals d'Amboise; die Originalplatte bewahrt das Museum in Chalon s. S. Der Hauptfehler des Verfahrens bestand darin, dass die Halbtöne fehlten, weil beim Lösen der wenig belichteten Stellen eben diese kleinen belichteten Teilchen mit den nicht belichteten löslichen weggespült wurden. Es gelang ihm auch Gegenstände im Freien ohne direkte Sonnenbeleuchtung abzubilden; dies veranlasste ihn, das Verfahren, anstatt wie bisher Heliographie, Photographie zu nennen (in einem Briefe an seinen Bruder vom 9. Mai 1816). Die ersten von ihm erhaltenen Bilder auf Metall ätzte er mit Säuren und verwandte die Platten alsdann zum Drucken, so ward Niépce auch der Erfinder des Lichtdruckes. Später legte er grösseren Wert auf die Herstellung tadelloser Bilder, vertauschte das Zink mit Kupfer und Silber und verwandelte das zunächst negative Bild auf der Silberplatte dadurch in ein Positiv, dass er die blanken Schatten auf der Silberplatte schwärzte, hierzu benutzte er unter andern Mitteln auch Joddämpfe. Fünfzehn Jahre hatte Niépce an seiner Erfindung gearbeitet, ohne jedoch rechte Befriedigung an seinen Erfolgen gefunden zu haben, da wurde er durch Vermittelung des Pariser Optikers Chevalier, von dem er Prismen, Linsen und eine Camera obscura bezogen hatte, mit Daguerre bekannt gemacht, der sich gleichfalls mit derselben Aufgabe, die Bilder der Camera obscura festzuhalten, beschäftigte.

Louis Jacques Mandé Daguerre war 1787 in Cormeille geboren und lebte zur damaligen Zeit als Dekorationsmaler in Paris, wo er auch längere Zeit Leiter des von ihm erfundenen Dioramas war. Am 14. Dezember 1829 kam zwischen den beiden ein notarieller Vertrag zustande, wodurch sie sich verpflichteten, gemeinsam zu wirken „an der Vervollkommnung der von Niépce erfundenen und von Daguerre

vervollkommneten Erfindung“. Nach Artikel 3 dieses Vertrages hatte Niépce das Prinzip seiner Erfindung sowie genaueste Beschreibung des Verfahrens an Daguerre mitzuteilen. Dies geschieht in einem Anhang des Vertrages selbst und hieraus geht hervor, dass Niépce sein Asphaltverfahren damals bereits gut durchgebildet hatte, auch die Schwärzung des Silbers durch Joddämpfe ist darin erwähnt. Bemerkenswert ist, dass von der Art der Vervollkommnung der Erfindung durch Daguerre nirgends die Rede. Einzig und allein könnte man als solche ansehen, dass Daguerre die einfache Convexlinse der Camera obscura durch das von Wollaston konstruierte Periskop ersetzte. Die nächste Frucht der weiteren Bemühungen war die Entdeckung Daguerres, dass Licht auf Jodsilberplatten einwirke. Eine brauchbare Anwendung fand aber zunächst keiner von beiden. Niépce sollte überhaupt den Erfolg seiner unermüdlichen Arbeiten nicht mehr erleben, er starb schon im Jahre 1833. Nunmehr setzte Daguerre allein seine Versuche, namentlich mit jodierten Silberplatten, fort, bis ein glücklicher Zufall ihn auf die Entwicklung der exponierten Platte durch Quecksilberdämpfe führte. In der Camera obscura bildet sich nämlich erst bei sehr langer Belichtung auf der Jodsilberplatte ein sichtbares Bild, bei kurzer Belichtung ist eine Veränderung noch nicht wahrzunehmen. Solche zu kurz belichtete Platten hatte Daguerre in einen Schrank gelegt und fand zu seinem grössten Erstaunen nach mehreren Wochen auf den Platten deutliche Bilder. Er untersuchte nun den Inhalt des Schrankes und kam zu dem Resultat, dass eine Schale mit Quecksilber, welche sich darin befand, die Ursache der Entwicklung war. — In dem Vertrag zwischen Niépce und Daguerre war nach dem Tode des erstern, dessen Sohn Isidore Niépce an die Stelle seines Vaters getreten. Daguerre setzte aber eine Änderung des Vertrages durch, wonach diese neue Erfindung nur nach ihm benannt werden sollte.

Von dieser Erfindung Daguerres machte am 7. Januar 1839 *Arago* der Pariser Akademie der Wissenschaft Mitteilung, ohne aber die Einzelheiten des Verfahrens bekannt zu geben. Durch die Autorität *Arago's* waren diese Mitteilungen

von grossem Erfolg, der Art, dass alle Welt sich für die Erfindung lebhaft interessierte. Die erste deutsche mit Begeisterung geschriebene Notiz über diese Erfindung findet sich in Dingers Polytechnischem Journal.¹⁾ Wie wenig unterrichtet man aber damals noch über die Erfindung war, erhellt daraus, dass von Bildern auf Papier die Rede ist. Arago machte nun dem Ministerium und der Deputirtenkammer den Vorschlag, das Geheimnis Daguerres anzukaufen. Es wurden zwei Spezialkommissionen zur Prüfung des Gesetzentwurfes gebildet, in deren Namen in der Deputirtenkammer *Arago*, in der Pairskammer *Gay Lyssac* mit warmen, begeisterten Worten für die Sache eintraten. Daguerre wurde eine lebenslängliche Rente von 6000, Isidor Niépce eine solche von 4000 Fres. zuerkannt. Hierauf gab in der Sitzung vom 19. August 1839 Arago der Akademie der Wissenschaft eine genaue Beschreibung der photographischen Prozesse von Niépce und Daguerre. Das Daguerresche Verfahren war folgendes: Eine gut polierte, versilberte Kupferplatte wird in einen geschlossenen Kasten gebracht, in welchem sich etwas Jod befindet. Die Joddämpfe bilden auf der Silberschicht ein sehr dünnes Häutchen Jodsilber, welches mit zunehmender Dicke seine Farbe ändert. Man lässt das Jod einwirken, bis die Schicht eine zart rosa Farbe angenommen hat; dann kommt die Platte in die Camera obscura, worin sie den Lichteindruck in sich aufnimmt. Das zunächst noch unsichtbare Bild tritt durch die Dämpfe von warmem Quecksilber in kurzer Zeit deutlich hervor, indem sich das Quecksilber nur an den vom Lichte getroffenen Stellen niederschlägt. Darauf sind die unbeeinflusst gebliebenen Jodsilberteile zu entfernen; das geschah in der ersten Zeit durch Baden in Kochsalzlösung.²⁾

Daguerre photographierte zunächst Ansichten von Strassen und Gebäuden, später auch Personen. Wenn nun auch durch Daguerres Erfindung die Belichtungsdauer 60—80 mal so

¹⁾ Dinger, Pol. Journ. **71**. 173. 1839.

²⁾ Eine ausführliche Beschreibung des Verfahrens findet sich im 4. Bande des Handwörterbuchs der Chemie von Liebig, Poggendorf und Wöhler 1849.

klein wurde als beim Asphaltverfahren, so muss es doch anfänglich kein Vergnügen gewesen sein, sich „daguerrotypieren“ zu lassen. Die Aufnahme unter einem Glasdach in der Sonne dauerte $\frac{1}{4}$ Stunde; Personen mit dunkler Hautfarbe wurden zudem noch vorher gepudert; aber trotz dieser Beschwerlichkeit, auch trotz des immerhin hohen Preises (20—25 Mark für 1 Bild) hatte das Verfahren einen Riesenerfolg. Noch im selben Jahre 1839 wurde es auch ausserhalb Frankreichs praktisch eingeführt. Auch auf deutschem Boden fand es begeisterte Aufnahme und manche wesentliche Verbesserung. Der grösste Mangel der Daguerreotypie lag in der unzureichenden Schärfe der Zeichnung und der nötigen langen Belichtungsdauer. *Petzval* in Wien erkannte, dass durch Verbesserung der Objektivlinse beide Fehler vermindert werden konnten, und er unterzog sich der mühevollen, schwierigen Berechnung einer neuen Linsencombination. Das Resultat war das in kurzer Zeit berühmt gewordene, noch heute an Lichtstärke unübertroffene *Petzvalse* Portrait-Objektiv, welches vom Jahre 1840 an durch *Voigtländer* in Wien hergestellt wurde. Die zweite Verbesserung bestand in der Verwendung des Jodchlorürs oder auch einer Mischung von Chlor und Brom zum Empfindlichmachen der Platten, um welche sich *Natterer*, *Kratochwila* und *Martin* ¹⁾ besonders verdient machten. Auf diesen verbesserten Platten erhielt man bei Sonnenlicht in der *Voigtländerschen* Camera gute Aufnahmen in weniger als einer Sekunde. *Kratochwila* gelang es bereits im Jahre 1840 „Pferde im vollen Lauf“ zu photographieren. Das Aussehen der Bilder wurde verschönert durch Baden der entwickelten Platten in Goldchloridlösung, deren günstige Wirkung auf den Farbenton und die Haltbarkeit der Bilder *Fizeau* entdeckte. ²⁾

Dagegen stiess die Vervielfältigung der Daguerreotypien auf grosse Schwierigkeit. Zwar wurde von *Steinheil* ³⁾ ein Verfahren beschrieben, galvanoplastische Abdrücke herzustellen, welche dann als Druckplatten gebraucht werden konnten.

1) Berres, Dingler, pol. Journ. 81. 149. 1841.

2) Fizeau, Compt. rend. 2. Nr. 6. Dingler, pol. J. 77. 1840.

3) Steinheil, Dingler, pol. J. 76. 318. 1840.

Auch *Fizeau*¹⁾ und *Berres*²⁾ waren in dieser Richtung thätig, aber praktische Verwertung haben ihre Arbeiten nicht gefunden. Man machte lieber für jedes Bild eine neue Aufnahme. Dass die Versuche der Vervielfältigung der Bilder bald aufgegeben wurden, lag daran, dass die Daguerreotypie selbst eine sehr kurzlebige Kunst war. Kaum 10 Jahre nach ihrer Erfindung wurde sie durch andere Verfahren vollständig verdrängt.

5. Lichtbilder auf Papier.

„Im Frühling 1834, so erzählt *Talbot*, fing ich zuerst an, von der merkwürdigen Eigenschaft des salpetersauren Silbers, sich in den violetten Strahlen zu färben, eine praktische Anwendung zu machen“. Diese ersten Versuche Talbots waren ganz gleicher Art, wie die oben angeführten von Wedgwood und Davy. Er hatte sie aber angestellt, ohne von diesen früheren Arbeiten Kenntnis zu haben. Als er dann später die Abhandlung Davys gelesen hatte, hätte er nach seiner eigenen Angabe die weitere Verfolgung des Gegenstandes wieder aufgegeben, wenn es ihm nicht schon bei den ersten Versuchen gelungen wäre, die Bilder zu fixieren. Als Fixiermittel gebrauchte er verdünnte Lösung von Jodkalium oder eine starke Auflösung von Kochsalz. *J. Herschel* war es dann, der ihm ein anderes Mittel angab, die „photogenischen Gemälde“ gegen das Licht zu schützen, das aber Talbot im Jahre 1839 noch nicht ohne besondere Erlaubnis bekannt machen zu dürfen glaubte.³⁾ Dieses neue Fixiermittel war das bereits 1819 von *Herschel* entdeckte unterschwefligsaure Natrium. Einen weiteren Fortschritt machte er in der Präparation des empfindlichen Papiere. Er tränkte feines Schreibpapier in Kochsalzlösung und darauf in salpetersaurer Silberlösung, und wiederholte dieselbe Behandlung nach dem Trocknen. Mit solchem Papier konnte er in der *Camera obscura* deutliche Bilder von Gebäuden, die von der Sonne

¹⁾ Fizeau, ebenda 80. 155. 1841.

²⁾ Berres, ebenda 81. 149. 1841.

³⁾ Talbot, *The Athenaeum* Nr. 589 und 591. *Dingler*, pol. J. 71. 468. 1839.

beschienen waren, in etwa $1\frac{1}{2}$ Stunde erhalten. Die Bilder waren selbstredend negativ. Nach dem Fixieren behandelte er sie nun aber selbst wieder als abzubildende Objekte und erhielt so Bilder, in denen Licht und Schatten an der richtigen Stelle standen (Positive Bilder). Diese Umkehrung des ursprünglichen Camerabildes findet sich schon in der ersten Mitteilung Talbots vom 20. Januar 1839 an die Royal Society.¹⁾ Herschel, dem Schiendl in seiner Geschichte der Photographie diese Erfindung zuschreibt, hat nur die Bezeichnung „positive“ und „negative“ Bilder eingeführt. Talbot verbesserte sein Verfahren in kurzer Zeit so sehr, dass die Aufnahme eines Bildes mit der Camera nur mehr 2 bis 3 Minuten in Anspruch nahm. Dieses verbesserte Verfahren²⁾ bestand darin, dass er das Papier zunächst mit Silbernitrat, dann mit Jodkalium und schliesslich mit einer Mischung aus Silbernitrat, Gallussäure und Essigssäure behandelte und alsdann nach der Exposition nochmals in der zuletzt genannten Mischung badete. Wesentlich ist hier die Einführung der Gallussäure oder vielmehr des Gallosilbernitrats, welches sich in oben angegebener Lösung bildet, als Entwickler des sonst latenten Bildes auf Jodsilber. Das Verfahren wurde patentiert unter den Namen Kalotypie, man nannte es aber nach seinem Erfinder häufiger Talbotypie. Es fand jedoch zunächst nicht den Beifall im Publikum, den die Daguerreotypie gefunden hatte, und die berufsmässigen Photographen hielten fest an der Daguerreotypie, trotz des bedeutenden Vorzugs, den Talbot's Verfahren darin hatte, dass man von der einmaligen Aufnahme beliebige viele Abdrücke erhalten konnte. Die Schuld lag zum grossen Teil an der Beschaffenheit des Papiers, als Träger des negativen Bildes. Das Papier der damaligen Zeit war ungleichmässig und unrein, und dadurch ging in den Abdrücken viel von der zarten Abstufung der Bilder, die man bei der Daguerreotypie so sehr lobte, verloren. Übrigens leidet auch unser heutiges Negativpapier noch immer an demselben Fehler, wenn auch in ausserordentlich verringertem Massstabe.

¹⁾ Poggendorff Ann. 48. 220.

²⁾ Dingler, pol. J. 81. 79. und 360.

Durch Anwendung verschiedener lichtempfindlicher Substanzen wurde in der Folgezeit, namentlich durch *Hunt* und *Herschel*, das Kalotypverfahren vielfach abgeändert, ohne indessen zunächst wesentlich bessere Ergebnisse hervorzubringen. Der vorhin besprochene Übelstand, den die Papiernegative mit sich brachten, veranlasste schon *Herschel* zu Versuchen, die lichtempfindliche Substanz auf Glasplatten zu übertragen, aber ohne Erfolg.

6. Lichtbilder auf Glas.

A. *Niépce*, ein Neffe *Nicephore Niépces*, war der erste, dem es gelang, brauchbare photographische Schichten auf Glasunterlage herzustellen.¹⁾ Als Bindemittel benutzte er anfangs Stärke, dann aber mit noch besserem Erfolge Eiweiss. Auch mit Gelatine wurden von ihm Versuche angestellt, die er aber bald wieder fallen liess. Die Bilder, welche in solchen Eiweisschichten erzeugt wurden, waren von grosser Schärfe und Klarheit und gaben sehr gute positive Abdrücke auf Papier. Der gute Erfolg der Anwendung des Eiweisses als Träger des negativen Bildes legte den Gedanken nahe, dasselbe auch zur Präparation des Positiv-Papieres zu verwenden. Von verschiedenen Verfassern, *Blanquart-Evrard*, *Salomon*, *Martin*, *Mayall* u. a., finden sich vom Jahre 1848 an Vorschriften über die Herstellung von Eiweisspapieren. Mit der Einführung der Eiweissplatten durch *Niépce* hebt eine neue Zeit für die Photographie an. Die Fehler, welche den Talbotypen im Vergleich zu den Daguerreotypen anhafteten, waren beseitigt, und dadurch war das Schicksal der Daguerreotypie bestimmt. Nach einigen Jahren wurde sie kaum mehr angewandt, zumal auch die Empfindlichkeit der neuen Platten bald sehr gesteigert wurde. *Talbot* konnte bereits das bei der Beleuchtung des elektrischen Funkens ruhend erscheinende Bild einer rotierenden Scheibe photographieren.²⁾ Diese grossen

¹⁾ A. *Niépce*, Note sur la photographie sur verre. *Compt. rend.* 26. 637. 1848. *Fortschr. der Phys.* 4. 197.

²⁾ *Fortschr. der Phys.* 6. 7. 543.

Fortschritte regten zu weiteren Versuchen an. Weil die Herstellung der Eiweisschichten viel Zeit und Geduld erforderte, versuchte man das Eiweiss durch andere Körper, Gelatine, Leim, Gummi, Zucker u. s. w. zu ersetzen.

Der bedeutendste Fortschritt, den die Photographie in der damaligen Zeit machte, war die Einführung des Collodiums als Träger der lichtempfindlichen Schicht. Diese Erfindung verdanken wir *R. J. Bingham*.¹⁾

Das Collodium-Verfahren, welches bis in die 70er Jahre hinein in der Photographie das alleinherrschende, wenigstens zur Herstellung der Negative, geblieben ist, besteht im wesentlichen aus folgendem: Schiessbaumwolle wird in Schwefeläther (ev. mit Zusatz von Alkohol) gelöst und dann ein Jodsalz zugesetzt. Diese Lösung, die nicht zu dickflüssig sein darf, bringt man auf eine gut gereinigte Glasplatte und taucht die so zubereitete Platte nach dem Trocknen im Dunkeln in eine Lösung von salpersaurem Silber. Alsdann kommt sie noch nass in die Camera. Nach der Aufnahme wird das Bild in Eisenvitriol oder Pyrogallussäure entwickelt und darauf wie gewöhnlich in einer gesättigten Auflösung von unterschwefligsaurem Natrium fixiert. Die Pyrogallussäure wurde zuerst von *J. v. Liebig* ²⁾ als Entwickler empfohlen.

Für die Ausführung der einzelnen Operationen wurden bald sehr viele, verschiedene Vorschriften empfohlen, unter ihnen verdient hervorgehoben zu werden eine Abhandlung von *v. Babo* ³⁾ aus dem Jahre 1855. In dieser Zeit erschienen auch die ersten Zeitschriften für praktische Photographie, in Deutschland das Photographische Journal, herausgegeben von *W. Horn* in Prag, in Frankreich die Zeitschrift „*La lumière*“. In England trug *Frederik Skott-Archer* sehr viel zur Verbreitung des Collodiumverfahrens bei. Er erhielt für seine Arbeiten, obgleich er nicht der Erfinder des Collodiumverfahrens war, ein Nationalgeschenk von 800 Guineen und eine Pension von 50 L. Die grosse Vollkommenheit, zu

¹⁾ Bingham, Photogenic manipulation. 8th ed. London 1851. Fortschr. der Phys. 6. 7. 544 und 8. 351.

²⁾ Liebig's Ann. I 113.

³⁾ Wagner, Jahresberichte 1855. 140.

welcher in kurzer Zeit das Collodiumverfahren gebracht wurde, bedingte einen gewissen Stillstand in der Weiterentwicklung der Photographie. war doch der einzige Mangel die geringe Haltbarkeit der einmal empfindlich gemachten Platten, welche man am besten gleich nach dem Silberbad noch nass in die Camera bringen musste. Dadurch wurden photographische Aufnahmen in grösserer Entfernung vom Laboratorium, auf Reisen äusserst umständlich. Einerseits wusste man auch diesem Mangel durch Konstruktion leichter tragbarer Zelte, welche den Dreifuss der Camera selbst umgaben, in denen man die Platten sensibilisierte, abzuhelfen, andererseits wurde aber auch dieser Mangel ein Antrieb zu weiteren Forschungen.

7. Emulsionsverfahren.

Der Gedanke, die Collodiumschicht von vornherein empfindlich zu machen, um das Silberbad vor dem Gebrauch zu vermeiden, wurde schon 1853 von *Gaudin* ausgesprochen, 8 Jahre später veröffentlichte er eine genaue Beschreibung ¹⁾ eines solchen Verfahrens. Er löst Gelatine in warmem Wasser und setzt dieser Lösung Silbernitrat und frisch gefälltes Jodsilber zu, ruft durch Schütteln eine möglichst feine Verteilung hervor und giesst die so erhaltene Jodsilber-Gelatine-Emulsion auf Glasplatten. In ähnlicher Art bereitete er auch Jodsilber-Collodium- und Chlorsilber-Collodium-Emulsion. Wenn auch diese ersten Emulsionsplatten keine praktische Verwendung fanden und wegen der ihnen noch anhaftenden Mängel finden konnten, so war doch der Grundgedanke richtig und führte langsam zum gewünschten Ziel. Die nächsten Fortschritte wurden mit Bromsilber-Collodium-Emulsion gemacht und zwar gaben *Sayce* und *Bolton* ²⁾ die erste brauchbare Vorschrift für dieses Verfahren, welches nun schnell Eingang in die Praxis fand. Von wesentlicher Bedeutung war hierbei die Anwendung des alkalischen

¹⁾ La lumière, 1861. April.

²⁾ Photogr. Mitteil. 1. 100. 1864 und 2. 61. 1865.

Pyrogallus-Entwicklers, den *Russel*¹⁾ 1862 empfohlen hatte. Die wesentlichen Verbesserungen des Bromsilber-Collodium-Verfahrens rühren von *Carey-Lea* in Philadelphia²⁾ her. Seine Platten liessen sich leichter herstellen, hatten eine grössere Empfindlichkeit, welche durch Zusätze zur Emulsion hervorgerufen wurde, und lieferten Negative, in denen Licht und Schatten harmonisch ausgebildet waren. Die früheren Trockenplatten hatten zu grosse Kontraste. Aber trotz vielfacher Verbesserung konnten die Trockenplatten das frühere sog. nasse Collodiumverfahren nicht verdrängen. An Empfindlichkeit blieben selbst die besten Trockenplatten weit hinter den nassen Platten zurück; auch bis heute ist es nicht gelungen, Collodiumtrockenplatten grosser Empfindlichkeit herzustellen. Es war daher für die Fortschritte auf dem Gebiete der Photographie von Bedeutung, dass *W. H. Harrison*³⁾ im Jahre 1868 wieder auf das Gelatine-Emulsionsverfahren, das von *Gaudin* zuerst angewandt, dann aber wieder aufgegeben worden war, zurückgriff. Ein gleiches that 3 Jahre später der englische Arzt *R. L. Maddox*.⁴⁾ Beider Verfahren war jedoch unvollkommen und kaum besser als das ältere *Gaudin*'sche. Der Grund lag hauptsächlich darin, dass die Emulsion überschüssiges Silbernitrat und ausserdem das bei der Doppelzersetzung von Silbernitrat und Bromcadmium entstehende Cadmiumnitrat enthielt. Diese beiden Übelstände erkannte man zwar schon 1873 und beseitigte sie dadurch, dass man zunächst das Silbernitrat und das Bromid in äquivalenten Mengen mit geringem Überschuss des Bromids anwandte (*Johnston*⁵⁾) und dann die Gelatine nach dem Erstarren in dünne Streifen zerschnitt, die mittels kalten Wassers ausgewaschen wurden (*King*⁶⁾). Übertrafen nun auch derartig hergestellte Trockenplatten alle bisherigen an Empfindlichkeit, so erreichten sie doch noch nicht die Empfindlichkeit

¹⁾ Brit. Journ. of Phot. 1862. November.

²⁾ Photogr. Archiv. 1868. 21., auch Dingler, Pol. Journ. 187. 327.

³⁾ Brit. Journ. of Phot. 1868. Januar.

⁴⁾ Brit. Journ. of Phot. 18. 422. 1871.

⁵⁾ Brit. Journ. of Phot. 20. 544. 1873.

⁶⁾ Brit. Journ. of Phot. 20. 542. 1873.

der nassen Collodiumplatte. 5 Jahre später jedoch machte *Ch. Bennet*¹⁾ die für die Gelatine-Emulsion entscheidende Beobachtung, dass ihre Empfindlichkeit dadurch bedeutend erhöht wird, dass man sie längere Zeit hindurch auf 32° C. hält. Die nach Bennet's Vorschrift hergestellten Emulsionsplatten haben die 4- bis 10fache Empfindlichkeit der nassen Collodiumplatte. Anstatt die Temperatur mehrere Tage hindurch auf 32° zu halten, kann man auch zur Erreichung gleich hoher Empfindlichkeit die Emulsion etwa eine halbe Stunde lang auf 100° halten. Diese Methode wurde von *Mansfield, van Monkhoven* und *Abney* näher beschrieben.²⁾ Van Monkhoven machte ferner die wichtige Entdeckung, dass die erhöhte Empfindlichkeit auch durch Hinzufügen von etwas Ammoniak zur Emulsion hervorgerufen werden kann, und er erkannte, dass das Bromsilber sowohl durch die längere Erwärmung als auch durch den Ammoniakzusatz eine molekulare Modifikation erleidet, was sich schon durch die Farbe der Emulsion kund gibt; sie ist zunächst weiss und wird allmählich grün. Gleichzeitig mit der Änderung der Farbe tritt eine Vergrösserung des Kornes der Bromsilberteilchen ein. Der Chemiker *Stas*³⁾ hatte solche Modifikation des Bromsilbers schon 1874 beschrieben, ohne aber die Beziehung zur Photographie zu erwähnen.

Weitere Verbesserungen erhielt die Methode durch die Arbeiten *Eder's*, *Carey Lea's*, *Capt. Abney's*, *W. Vogels* und anderer. Mit dem Jahre 1880 kann die Geschichte der Bromsilber-Gelatine-Emulsion als abgeschlossen betrachtet werden, wengleich die Arbeiten auf diesem Gebiete bis in die neueste Zeit fort dauern; sie beziehen sich aber nur mehr auf Einzelheiten in der Fabrikation der Trockenplatten. Die Anwendung der Gelatine-Emulsionsplatten ist eine allgemeine für alle Gebiete der Photographie; vor allem ermöglicht sie die Aufnahme von Objekten im Freien in äusserst kurzer Zeit, sogenannte Momentaufnahmen.

¹⁾ Brit. Journ. of Phot. 25. 146. 1878.

²⁾ Eder, Die Photographie mit Bromsilber-Gelatine-Emulsion. Dingler, Pol. Journ. 238. 245. 1880.

³⁾ Annales de Chimie et de Physique. 3. 94. 1874.

Dadurch wurde nun wieder eine neue Aufgabe gestellt, nämlich einen Verschluss des photographischen Aufnahmeapparates zu konstruieren, der eine Belichtung nach Bruchteilen einer Sekunde vorzunehmen gestattet. Der einfachste Verschluss dieser Art besteht in einem Brettchen mit einem der Objektivgrösse entsprechenden Loch, welches an der Objektivöffnung vorbeifällt. Die Fallgeschwindigkeit eines solchen Brettchens lässt sich durch Bremsvorrichtung mässigen, durch Hinzufügung von elastischen Federn vergrössern. Bei der neuesten und vollkommensten Art des Momentverschlusses wird nicht das Objektiv geöffnet und geschlossen, sondern es bewegt sich unmittelbar vor der Platte ein undurchsichtiger Schirm, der senkrecht zu seiner Bewegungsrichtung einen offenen Schlitz hat (Rouleaux-Schlitz-Verschluss vor der Platte). Die Belichtungszeit lässt sich durch einen derartigen Verschluss bis auf $\frac{1}{200}$ Sekunde herabmindern, und eine so kurze Zeit genügt bei gutem Licht und lichtstarker Linse für die modernen Bromsilber-Gelatineplatten.

In den photographischen Ateliers für Porträtaufnahmen behielt die nasse Collodiumplatte zunächst noch die Oberhand; ausser der Gewohnheit spielte dabei das schnellere Arbeiten (Entwickeln, Fixieren, Trocknen, Verstärken etc.) als auch der Umstand eine Rolle, dass man Arbeiten mit den Gelatineplatten nur bei rotem Licht vornehmen darf, während man bei dem alten Verfahren mit gelbem Licht auskam. Bald aber musste auch hier die Collodiumplatte der Gelatineplatte den Platz räumen. Nur für manche Zwecke der photomechanischen Verfahren ist auch heute noch die Collodiumplatte unersetzlich.

Die Herstellung der Platten wurde schon anfangs der 1880er Jahre von Fabriken übernommen, in denen durch Verwendung von Giessmaschinen eine sehr gleichmässige Schicht auf den Glasplatten gewährleistet wird. Schon im Jahre 1886 schätzt Eder ¹⁾ den Umsatz in Trockenplatten für Europa auf 40 Millionen Mark.

¹⁾ Dingler, Pol. Journal. 260. 226. 1886.

Mit den Verbesserungen der empfindlichen Schicht gehen gleichen Schrittes die Verbesserungen und Neuerungen im Entwickeln der belichteten Platten. An erster Stelle verdienen genannt zu werden die umfassenden Arbeiten des Amerikaners *Carey Lea*.¹⁾ Vorherrschend als Entwickler blieben der Eisenoxalatentwickler und das Pyrogallol mit Zusatz von Pottasche. 1880 wurde von *Abney* das Hydrochinon (Paradioxybenzol) als neuer organischer Entwickler empfohlen. Seiner Einführung in die Praxis stand aber zunächst noch der hohe Preis (100 gr kosteten 25 Mark) entgegen. Heute gehört das Hydrochinon zu den am meisten gebrauchten Entwicklersubstanzen. Es folgte noch eine Menge anderer Entwickler, von denen das Eikonogen (Amido- β Naphtol- β Sulfosäure), das Rodinal (sälzsaures Paramidophenol), das Metol (schwefelsaures Mono-Methyl-Paramido-Meta-Kresol) und das Glycin (Para-Oxyphenyl-Glycin) und das Amidol (Amidol-Diamidophenol) genannt werden mögen.

8. Orthochromatische Platten.

Entwirft man auf eine photographische Platte, etwa eine Bromsilber-Gelatineplatte, das Bild des Spektrums einer weissen Lichtquelle und entwickelt darauf die Platte, so findet man die stärkste Wirkung im Blau und Violett, im Grün ist die Wirkung schon schwach, und im Gelb und Rot ist eine Wirkung kaum wahrzunehmen. Es fällt also das Maximum der Wirkung auf die photographische Platte durchaus nicht mit dem für unser Auge zusammen. Die Folge davon ist die, dass die Photographien farbiger Gegenstände ganz unrichtige Lichtwerte geben. Ein helles Gelb erscheint auf einer Photographie dunkler als ein für das Auge dunkles Blau oder Violett. Die Verteilung der „chemischen Intensität“ im Spektrum war schon in den ersten Jahren der Photographie erkannt worden. *Wollaston* nannte die brechbaren Strahlen des Spektrums chemische Strahlen, man sprach auch von reduzierenden und oxydierenden Strahlen (letztere sollten

¹⁾ Brit. Journ. of Phot. 1877. 292 u. 304.

die roten sein). Es ist recht viel Unfug mit derartigen Bezeichnungen angerichtet worden, indem sie Veranlassung wurden, den einzelnen Strahlen spezifische Eigenschaften zuzuschreiben. Es giebt keine spezifisch chemischen Strahlen. Das einzig Unterscheidende aller Strahlen ist die Zahl der Schwingungen in der Sekunde. Fallen Strahlen auf einen Körper, so tritt im Allgemeinen eine Dreiteilung der durch die Strahlung übermittelten Energie ein. Ein Teil wird reflektiert, ein zweiter geht durch den Körper hindurch und ein dritter Teil wird absorbiert. Nur der absorbierte Teil der Strahlung hat eine Veränderung im Körper hervorgerufen. Dieser wichtige Satz wurde zuerst deutlich ausgesprochen von *J. W. Draper*.¹⁾ Ob aber diese Veränderung eine chemische ist, hängt nicht von der Farbe des Strahles ab, sondern einzig von der Natur des bestrahlten Körpers. Soll also eine Photographie die Helligkeitswerte farbiger Körper für unser Auge richtig wiedergeben, so muss der anzuwendende lichtempfindliche Stoff für alle Strahlen des sichtbaren Spektrums in dem Masse empfindlich sein, wie es unser Auge ist. *H. W. Vogel* ²⁾ war der erste, dem es gelang, photographische Platten von annähernd solcher Eigenschaft herzustellen. Das Prinzip, worauf die Herstellung beruht, lässt sich so ausdrücken: Nicht nur die Absorption der Lichtstrahlen durch den belichteten Körper selbst, sondern auch die Absorption des Lichtes durch beigemengte Stoffe spielt bei der chemischen Wirkung des Lichtes eine wichtige Rolle. Die Lichtempfindlichkeit des ersteren wird für jene Lichtstrahlen, welche die letzteren absorbieren, häufig gesteigert. Man nennt diese Erscheinung optische Sensibilisation im Gegensatz zu der „chemischen Sensibilisation“, die darin besteht, dass die chemische Wirkung des Lichtes in einem Körper durch Beimengung von Substanzen gesteigert wird, welche den durch das Licht aus dem

¹⁾ Fortschr. der Physik. I 284. 1847. VI, VII. 528. 1855. Die Original-Abhandlungen finden sich in Phil. Mag. (3) 26. 465. 1845 und (4) 1. 368. 1850.

²⁾ Die Arbeiten Vogels über diesen Gegenstand finden sich in den von ihm herausgegebenen „Photographischen Mitteilungen“. Die erste dieser Abhandlungen ist im Jahre 1873 erschienen.

Körper ausgeschiedenen Bestandteil chemisch binden.¹⁾ Vogel färbte die Collodium- oder Gelatine-Bromsilber-Emulsion oder auch die fertige Trockenplatte mit Anilinfarben; zunächst verwandte er einen roten Farbstoff Corallin, der die Empfindlichkeit der Platten im Grün und Gelb erhöhte. Später zeigte sich als geeigneter Sensibilator für Grün und Gelbgrün Eosin, für Rot Cyanin. Durch Mischung beider Farbstoffe liessen sich Platten färben, welche für alle Farben bis ins Rote hinein empfindlich waren. Zwar ist auch für solche Platten die Wirkung des Blau-Violett namentlich bei Trockenplatten oft noch vorherrschend; diese lässt sich aber herabmindern durch Vorsetzen einer gelben Glasscheibe vor die Platte. Sehr bald befassten sich auch schon die Plattenfabriken mit der Herstellung von orthochromatischen (diesen Namen erhielten die Platten von Eder) Trockenplatten. Wesentlichen Anteil an der Verbesserung des Verfahrens haben *Eder* in Wien, *V. Schumann* in Leipzig und *E. Albert* in München. *v. Hübl*²⁾ kam durch seine Versuche zu dem Schluss, dass ein Farbstoff nur dann als optischer Sensibilator wirke, wenn er das Bromsilberkorn selbst färbt.

Verwendung finden die orthochromatischen Platten zunächst in der Photographie von Ölgemälden, in der Landschaftsphotographie, dann aber auch in der Mikrophotographie, und ganz unentbehrlich sind sie geworden in der astronomischen Photographie.

9. Films.

Seit Niépce's oben genannten Arbeiten war das Papier als Träger der empfindlichen Schicht, welches zuerst 1839 Talbot eingeführt hatte, durch Glasplatten verdrängt worden. Nachdem aber die Anwendung der Photographie namentlich auf Reisen einen so gewaltigen Umfang angenommen hatte, wurden wieder Versuche angestellt, der Bromsilber-Gelatine an

¹⁾ Vergl. Eder, „Über die chemischen Wirkungen des Lichtes etc.“ Beiblätter 4. 470. 1880.

²⁾ Eders Jahrbuch. 1894. 189.

Stelle des Glases eine leichtere und nicht so zerbrechliche Unterlage zu geben. Folien aus Collodium und alauhaltiger Gelatine, mit Wachs getränktes Papier, Celluloid- und Glimmerplatten wurden von verschiedenen Seiten in Vorschlag gebracht und angewandt. Schon 1879 wurde der Firma Schippang u. Wehenkel, Berlin, ein Patent erteilt auf Collodolith.¹⁾ Grössere Bedeutung erlangte zunächst 1889 das Negativpapier der Eastman Company, welches auf Holzrollen aufgerollt für etwa 25 Aufnahmen in der Camera untergebracht wurde. Durch Abrollen auf eine zweite Holzrolle wird in einfacher Weise ein neues Stück zur Aufnahme bereit. (Rollkassette.) Die ersten brauchbaren Celluloidfolien wurden 1886 von Amerika aus in den Handel gebracht. Seit 1890 nimmt der Verbrauch solcher dünnen Häutchen als Träger der lichtempfindlichen Schicht zu, und auch in Deutschland giebt es jetzt eine ganze Reihe von Fabriken, welche „Films“, so nennt man diese biegsamen photographischen Platten, in den Handel bringen. Die Unterlage scheint aber grossen Einfluss auf die Schicht auszuüben, namentlich wenn sie aus Celluloid besteht. Auf solchen Celluloidfolien verschwindet das aufgenommene Bild, wenn es nicht bald nach der Aufnahme entwickelt wird. Die Emulsion selbst blieb in einem solchen Falle gut, so dass man eine neue Aufnahme darauf machen konnte.

10. Die Entwicklung des photographischen Objektivs.

Als man zuerst anfang, die Camera obscura als photographischen Apparat zu benutzen, also zur Zeit Niépce's und Daguerre's, bestand das Objektiv aus einer einfachen planconvexen oder aus einer Wollaston'schen Meniskus-Linse, deren concave Seite nach aussen gekehrt war. Damit man mit solchen Linsen einigermassen scharfe Bilder erhält, muss man die Randstrahlen abblenden. 1839 gebrauchte Daguerre Linsen von 3 Zoll Durchmesser, blendete aber bis auf 1 Zoll freien Durchmesser ab, bei einer Brennweite von 16 Zoll. Aber

¹⁾ Dingler, Pol. Journ. 237. 480.

auch bei einer solchen Ablenkung giebt eine einfache Linse noch durchaus keine scharfen Bilder. Der Grund dieser Unschärfe ist ein doppelter. Zunächst werden die von einem Punkte herkommenden Strahlen, welche durch den Rand der Linse gegangen sind, nach einem anderen Punkte gebrochen als die Mittelstrahlen, dann aber werden auch die Strahlen verschiedener Farbe verschieden gebrochen. (Sphärische und chromatische Abweichung.) Beide Abweichungen verstand man schon lange vor der Erfindung der Photographie bis zu einem gewissen Grade zu korrigieren. *Klügel*, *Santini* und *Herschel* (1821) haben die Rechnungen durchgeführt, welche nötig sind, um durch Verbindung zweier Linsen die sphärische Abweichung zu verkleinern. *Euler* hat als erster 1747 die Möglichkeit der Aufhebung der Farbenzerstreuung abgeleitet, und *Dollond* gelang es 1757, achromatische Linsen zu verfertigen.¹⁾ Nun zeigte sich schon bald nach der Erfindung Daguerre's, dass eine für das Auge chromatisch korrigierte Linse für die Daguerreplatte anders einzustellen sei als für das Auge. Diese Differenz zwischen der Lage der optischen und chemischen Brennebene korrigierte man derart, dass man das Bild zunächst auf der Mattscheibe der Camera für das Auge richtig einstellte und alsdann die empfindliche Platte der Linse um ein durch Erfahrung ermitteltes Stück näher brachte.²⁾ Die erste und durchgreifende Verbesserung verdankt die photographische Optik *J. Petzval*³⁾ in Wien, der, wie schon oben bemerkt, im Jahre 1840 dem Optiker *Voigtländer* in Wien die Berechnung seines Porträt-Objektivs übergab. *Voigtländer* brachte im folgenden Jahre die Objektive in den Handel. Diese ersten Petzval-Objektive hatten noch eine Differenz zwischen chemischem und optischem Brennpunkt, aber vom Jahre 1858 an war auch diese Differenz korrigiert. Die Lichtstärke des Petzval'schen Porträt-Objek-

¹⁾ Vergl. den Artikel Linsenglas in *Gehler's Phys. Wörterb.* 6. 1. Abt. S. 396 und 446.

²⁾ *Cundell*, On a combination of lenses for the photographie camera. *Phil. mag.* 25. 173. 1844.

³⁾ *Petzval*, Bericht über die Ergebnisse einiger dioptrischen Untersuchungen. Pesth 1843.

tives beträgt etwa das 50fache der einfachen Wollaston'schen Meniskuslinse.

Ausser diesem noch heute vielfach gebrauchten Porträt-Objektive berechnete Petzval auch ein Objektiv, welches besonders für Landschafts-Aufnahmen geeignet war, das Orthoskop. Fast gleichzeitig mit Petzval gelang es auch dem Franzosen *Charles Chevalier*, ein lichtstarkes Porträt-Objektiv zu konstruieren, welches aber im Wettbewerb mit dem Petzval-Objektive unterlag und allmählich ausser Gebrauch kam.

Auf die weiteren Verbesserungen der Objektive soll hier nicht näher eingegangen werden; es ist das ohne gleichzeitiges Besprechen der einschlägigen Kapitel aus der Optik nicht möglich. Erwähnt seien nur noch zwei wichtige Daten.

Im Jahre 1866 erfand *Adolph Steinheil*¹⁾ in München den Aplanaten. Dieses Objektiv besteht nur aus zwei symmetrischen achromatischen Menisken, deren jeder aus zwei Flintglaslinsen von verschiedenem Brechungsexponent gebildet wird; es liefert ausserordentlich klare, korrekt gezeichnete Bilder. Diesem ersten glänzenden Erfolg Steinheils im Gebiete der photographischen Optik folgten bald weitere, nicht minder rühmliche. Die neuesten Fortschritte aber gründen sich auf die Anwendung der neuen Glassorten, welche die 1886 mit Unterstützung der Regierung in Jena gegründete Glasschmelzerei unter Leitung von *Dr. Schott* und Mitwirkung Prof. *Abbé's* lieferte. Um die Nutzbarmachung der neuen Gläser für photographische Zwecke machten sich besonders verdient die optischen Institute von Steinheil in München, Zeiss in Jena und Voigtländer in Braunschweig.

II. Positivverfahren.

a) Silberbilder.

A. Niépce hatte zuerst das Eiweiss als Bindemittel der lichtempfindlichen Substanz auf Glasplatten eingeführt; seitdem ist es in Gebrauch geblieben, aber hauptsächlich zur

¹⁾ Dingl. Pol. Journ. 187. 150. 1868.

Herstellung der positiven Abdrücke auf Papier. Das Eiweiss- oder Albuminpapier wird entweder von den Fabriken nur mit Chlornatrium getränkt geliefert (Salzpapier) und muss dann vor dem Gebrauch durch Schwimmenlassen auf einer Lösung von salpetersaurem Silber empfindlich gemacht werden, oder es wird bereits in der Fabrik fertig gesilbert. Dass die durch die Belichtung unter einem Negativ entstandenen Bilder nach dem Fixieren noch durch ein Goldbad verschönert und haltbar gemacht werden, gilt für alle auf Chlorsilber hergestellten Bilder. Der Erfinder des Goldbades ist *Fizeau*,¹⁾ der es bereits zur Verbesserung der Daguerreotypien anwandte.

Auf die Einzelheiten in der Herstellung und dem Gebrauch der Papiere und der zugehörigen Bäder einzugehen, ist hier nicht der Ort. Nur einige wesentlich verschiedene Positivverfahren sollen noch kurz erwähnt werden.

Chlorsilber-Collodion-Papier führte 1868 *Obernetter* ²⁾ in München ein. Nach anfänglichen Misserfolgen erwarb sich das Verfahren bald eine grosse Verbreitung; das Papier führt gewöhnlich den Namen Celloidinpapier. Seit der Einführung des Gelatine-Emulsions-Verfahrens im Negativprozess erlitt auch der Positivprozess eine Änderung. *Swan* ³⁾ schlug 1880 Bromsilber-Gelatinepapier vor, welches nach der Belichtung mit Eisenoxalat entwickelt wurde. Namentlich zu Vergrösserungen hat sich dieses Verfahren bis heute erhalten, ebenso überall da, wo es sich darum handelt, in kurzer Zeit sehr viele Kopien von einem Negativ herzustellen. Im selben Jahre erfanden *Eder* und *Pizzighelli* ⁴⁾ das Chlorsilber-Gelatinepapier.

Zunächst wurden diese Chlorsilber-Gelatinepapiere in der gleichen Weise benutzt wie die Papiere mit Bromsilber, d. h. die Bilder wurden nach der Belichtung mit einem schwachen Eisenoxalat-, Eisencitrat- oder Hydrochinon-Entwickler hervorgerufen. Man kann aber auch Chlorsilber-

¹⁾ Dingler, Pol. Journ. 77. 319. 1840.

²⁾ Dingler, Pol. Journ. 258. 267. 1885.

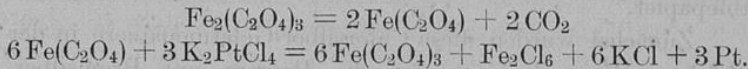
³⁾ Dingler, Pol. Journ. 258. 268. 1885.

⁴⁾ Eder und Pizzighelli, Die Photographie mit Chlorsilber-Gelatine. Wien 1880.

Gelatine-Emulsion herstellen, in welcher das Bild während der Belichtung vollständig erscheint, welche also nicht mehr entwickelt, sondern nur fixiert und getont zu werden brauchen. Für eine solche Emulsion gab *Abney* ¹⁾ 1882 eine Vorschrift, welche sich gut bewährt hat. Wenn daher *J. Barker* einen Artikel im *Phot. Alm.* 1901 beginnt: „It is curious to note the extraordinary misstatements by some persons who profess to write the history of gelatins-chlorid,“ ²⁾ so sind diese Worte sehr passend auf ihn selber zu beziehen, der für sich die Priorität der Erfindung des Gelatinchlorid P. O. P. (Printing out Paper) in Anspruch nimmt, da er selber diese „seine Erfindung“ in das Jahr 1885 verlegt.

b) Platinbilder.

Die ersten Versuche, das Platin als photographische Substanz einzuführen, rühren von *Herschel* und *Hunt* her, sie reichen also zurück bis in die ersten Zeiten der Photographie, führten aber zu keinem praktischen Resultat, trotzdem *Herschel* gerade die Substanz (oxalsaures Eisenoxydal) mit dem Platin in Verbindung brachte, welche auch heute noch im Platinprozess gebraucht wird. Erst im Jahre 1873 wurde das Verfahren wieder aufgegriffen von *W. Willis*.³⁾ Es besteht im Wesentlichen darin, dass Ferridoxalat durch Einwirkung des Lichtes reduziert wird und das hierbei gebildete Ferrooxalat in Gegenwart von Kaliumoxalat aus Kaliumplatinchlorür metallisches Platin in der Form von Platinschwarz ausscheidet nach dem Schema



Auf die Einzelheiten des Verfahrens, welches noch manche Verbesserungen erfuhr, einzugehen, ist hier nicht der Ort. *Pizzighelli* und Baron *Hübl* schrieben eine preisgekrönte Abhandlung darüber unter dem Titel: Die Platinotypie, ein Verfahren zur raschen Herstellung haltbarer Kopien mit

¹⁾ Eder, *Dingler*, J. 260. 413. 1886.

²⁾ *The Brit. Journ. Phot. Alm.* 1901. 788.

³⁾ *Brit. Journ.* 1874. 49. 1878. 400.

Platinsalzen auf photographischem Wege. Halle 1882. In diesem älteren Verfahren wurde die Ausscheidung des Platins erst nach der Belichtung durch Baden in der Kaliumoxalat-lösung bewirkt. *Pizzighelli* hat später einen neuen Platinprozess bekannt gemacht, bei welchem schon während der Belichtung das Platin ausgeschieden wird.¹⁾

Die Platinbilder haben vor vielen Silberbildern den Vorzug der unbegrenzten Haltbarkeit, vorausgesetzt, dass nach der Entwicklung die Eisensalze gründlich ausgewaschen sind.

c) Pigmentbilder.

Schon 1839 stellte *M. Ponton*²⁾ ein lichtempfindliches Papier dadurch her, dass er gewöhnliches Papier in eine Lösung von doppelchromsaurem Kali tauchte und dann trocknete. Setzte er solches Papier unter einer Zeichnung oder einem Kupferstich dem Sonnenlicht aus, so färbte sich das Papier unter den weissen lichtdurchlässigen Stellen des Originals dunkelgelb, und brachte er dann das Papier in Wasser, so blieben diese dunkeln Stellen ungelöst, während an den nicht vom Lichte getroffenen Stellen das doppelchromsaure Salz weggewaschen wurde. *Becquerel*³⁾ hat dann das Ponton'sche Verfahren genau verfolgt und erkannte, dass zum Zustandekommen des Bildes der im Papier enthaltene Leim wesentlich beiträgt, indem der Leim oder die Stärke sich unter der Einwirkung des Lichtes mit der Chromsäure derart verändern, dass sie ihre Löslichkeit in Wasser verlieren. Auch ein Verfahren, mittels dieses Papiers positive Kopien zu erhalten, wurde von *Becquerel* ausgearbeitet. 15 Jahre später kam *Poitevin* auf den Gedanken, der Gelatine lichtechte Farbstoffe zuzusetzen, die dann mit der ungelösten chromierten Gelatine das Bild liefern. *Poitevin's* Verfahren konnte aber auch noch keine befriedigenden Resultate haben, weil das Bild wesentlich an der Oberfläche der Gelatine liegt, namentlich in den Halbtönen, wo die Lichtwirkung eine schwache

¹⁾ Phot. Corr. 1887.

²⁾ Dingler, Pol. Journ. 74. 65. 1839.

³⁾ Comptes rendus 1840; Dingler 76. 301. 1840.

ist. Wird nämlich dann die Kopie in warmes Wasser gebracht, so löst sich die unter dem Bilde liegende Gelatine und schwemmt die zarten Teile des Bildes mit weg. Um diese Schwierigkeit zu umgehen, wurde von mehreren Seiten vorgeschlagen, die Belichtung von der Papierseite her vorzunehmen; hierdurch wurde wohl der eine Übelstand gehoben, es trat aber ein neuer an seine Stelle. Das Papier machte durch seine Struktur das Bild unscharf und verlängerte die Belichtungsdauer. Aber auch dieser Fehler wurde bald beseitigt. *J. W. Swan* ¹⁾ ersetzte das Papier durch ein Collodiumhäutchen, belichtete durch das Collodium und klebte später das Bild mit dem Collodiumhäutchen auf Papier. Die so hergestellten Bilder haben vor den Silberbildern den Vorzug, dass ihre Haltbarkeit nur bedingt ist durch die Wahl des Farbstoffs; ist dieser lichtecht (z. B. Lampenschwarz, Kohlebilder), so ist auch das Bild so unvergänglich wie ein Kupferstich. Dabei stehen die Bilder bezüglich des Aussehens, der Zartheit der Tonabstufungen und der Klarheit hinter keinem anderen photographischen Bild zurück. Das Verfahren hat trotzdem eine Reihe von Jahren wenig Anwendung gefunden, erst in der jüngsten Zeit ist es wieder mit einigen Abänderungen beliebt geworden und hat die Würdigung gefunden, die es verdient.

Eine interessante, dem Pigmentdruck ähnliche Methode ist seit einigen Jahren unter dem Namen Gummidruck bekannt geworden. Der Träger des Farbstoffes ist hierbei Gummi arabicum, sensibilisiert wird ebenfalls mit doppelchromsaurem Kali. Auf die Einzelheiten kann hier nicht näher eingegangen werden.

d) Eisenbilder.

Zum Vervielfältigen von Zeichnungen verwendet man statt der Silbersalze auf den empfindlichen Papieren Eisensalze, deren Lichtempfindlichkeit von Herschel, ²⁾ Hunt, ²⁾

¹⁾ Photogr. Archiv 1864. 255.

²⁾ Fortschritte der Phys. 1. 266. 1847.

Schönbein¹⁾ bereits anfangs der 1840er Jahre erkannt und teils für sich, teils in Verbindung mit Silber, Gold und auch mit Quecksilbersalzen angewendet worden waren. Das Prinzip, welches dem heute vielfach benutzten Lichtpaus-Verfahren zu Grunde liegt, ist folgendes: Eisenoxydsalze werden in Gegenwart von organischer Substanz im Lichte zu Eisenoxydulsalzen reduziert. Diese Wirkung des Lichtes entdeckte 1831 *Döbereiner* am oxalsauren Eisenoxyd. Ein haltbares Bild lässt sich nun in zweierlei Art hervorbringen, indem man das mit Eisenoxydsalz getränkte und unter einer Zeichnung belichtete Papier mit einem Körper in Verbindung bringt, der entweder mit dem belichteten Teil, also dem Eisenoxydulsalz, oder mit dem unbelichteten, dem Eisenoxydsalz, eine gefärbte unlösliche Verbindung eingeht. So entsteht z. B. in einer Mischung aus rotem Blutlaugensalz und citronensaurem Eisenoxydammoniak an den belichteten Stellen Berliner Blau.

e) Anilinbilder.

Auf einem ganz anderen Prinzip beruhen die zwei folgenden Verfahren zur Erzeugung von photographischen Bildern. Das erste, von *A. Feer*²⁾ 1889 entdeckte, benutzt die Eigenschaft der diazosulfosauren Salze, sich im Licht zu zersetzen. Mischt man ein solches Salz mit der Lösung von Aminen oder Phenolen, so entsteht eine farblose Flüssigkeit, welche auf Papier aufgetragen werden kann. Nach dem Trocknen wird unter einem Negativ belichtet, und der an den belichteten Stellen frei werdende Diazokörper wirkt auf das Phenol und bildet mit diesem einen Farbstoff. Man ist in dieser Weise in stande, fast jeden Azofarbstoff durch Lichtwirkung zu erzeugen.

In etwas anderer Weise hat *Green*³⁾ ein Jahr später die Diazokörper zur Bilderzeugung in seinem Primulinprozess benutzt. Das Primulin ist die Sulfosäure eines Aminens und

¹⁾ Fortschritte der Phys. II. 231. 1848.

²⁾ Eder u. Valenta, Über die Fortschritte der Photographie. Dingler, Pol. J. 283. 40. 1892.

³⁾ Eder und Valenta, Fortschritte in Dingler, Journ. 283. 40. 1892.

seine Lösung in Wasser haftet leicht an Papier, Baumwolle, Wolle, Seide, Gelatine etc. Auf solcher Unterlage wird es alsdann durch salpetrigsaures Natrium nitriert. Nach dem Trocknen und Belichten unter einem Positiv verlieren die belichteten Stellen die Eigenschaft, mit gewissen anderen Körpern Farbstoffe zu bilden, die nicht belichteten Stellen dagegen nehmen je nach der Natur des hinzugebrachten Körpers echte Farben an; sie werden z. B. gelb in Phenol, orange in Resorcin, rot in β -Naphthol, schwarzviolett in α -Naphthylamin.

12. Photographie in natürlichen Farben.

Unmittelbare Verfahren.

Seebeck hatte bereits 1810, wie oben angegeben, die Beobachtung gemacht, dass am Lichte braun gewordenes Chlorsilber unter dem Einflusse farbiger Lichtstrahlen eben die Farben annahm, welche mit den Belichtungsfarben übereinstimmten. Nach ihm war dieselbe Beobachtung von *Herschel* 1840 gemacht worden.¹⁾ *Herschel* benutzte Papier, welches erst in Kochsalzlösung und nach dem Trocknen in eine Lösung von salpetersaurem Silber getaucht war. Von den Farben bildete sich Rot gut, Gelb gar nicht, Grün und Blau wurden sehr dunkel. *Becquerel*, der sich von 1848 mit dieser Erscheinung sehr eingehend beschäftigte, fand zunächst, dass die Farben viel besser zum Vorschein kommen, wenn man fertiges Chlorsilber mittels Gummi auf eine weisse Unterlage bringt;²⁾ noch bessere Resultate erzielte er dadurch, dass er polierte und versilberte Kupferplatten als Anode in verdünnte Salzsäure brachte und kurze Zeit einen nicht zu schwachen Strom durchleitete.³⁾ Die Platte bedeckte sich in diesem Bade mit einer sehr dünnen Schicht Chlorsilber; sie ward anfangs grau, dann gelb, violett, bläulich, grünlich, dann wieder grau,

¹⁾ Phil. Trans. 1. 1. 1840.

²⁾ Ann. de chim. et de phys. (3) 22. 451. 1848.

³⁾ Ebenda (3) 25. 447. 1849.

rosa, violett, blau. Während des Überganges von diesem zweiten Violett zum Blau muss der Strom unterbrochen und die Platte schnell abgespült und getrocknet werden; sie ist dann für die Aufnahme der Farben im günstigsten Zustande. Durch Erwärmèn bis nahe an den Schmelzpunkt des Chlorsilber, wobei der Farbton der Platte ins Rötliche übergeht, lässt sich die Empfindlichkeit noch weiter steigern. Auf solchen Platten erhielt Becquerel eine in allen Teilen getreue Abbildung des Sonnenspektrums mit den Fraunhofer'schen Linien.

Auch Mischfarben bilden sich ab; alsdann ist aber die vorherige Erhitzung (auf etwa 100^o) unbedingt nötig, namentlich, wenn man auch vollkommenes Weiss erhalten will. Auch zu Aufnahmen in der Camera obscura lassen sich die Platten verwerten; allerdings musste Becquerel beispielsweise zur Reproduktion eines farbigen Kupferstiches, der 1,5 m vor einer Camera mit gutem Portrait-Objektiv aufgestellt war, eine Belichtungszeit von 10—12 Stunden anwenden. In diesen Bildern waren die „gelben und grünen Farben gut, die roten, blauen, violetten und weissen sogar vortrefflich wiedergegeben“ sagt Becquerel.

In einer späteren Abhandlung¹⁾ erwähnt Becquerel noch eine eigentümliche Thatsache. Die günstige Wirkung der Erwärmung der Platten vor dem Gebrauch lässt sich auch dadurch erreichen, dass man die Platten einer Vorbelichtung mit rotem Licht unterzieht.

Becquerel hat nun sehr viele Versuche angestellt, um ein Mittel zu finden, diese farbigen Bilder gegen weitere Lichteinwirkung unempfindlich zu machen, aber alle Versuche waren fruchtlos. Im Lichte halten sich die Farben nur wenige Minuten. Derartige Bilder hatten also bis dahin nur wissenschaftliches Interesse.

Auf dieser von *Becquerel* geschaffenen Grundlage arbeitete zunächst *A. Niépce* weiter. Abgesehen von weniger wesentlichen Änderungen in der Zubereitung der empfindlichen Platten, versuchte er nicht ganz ohne Erfolg die Farben zu fixieren.

¹⁾ Comptes rend. 1854 Nr. 1.

Zu dem Zweck überzog er die chlorierte Silberplatte mit einer gesättigten Lösung von Chlorblei, der etwas Dextrin zugesetzt war.¹⁾ Alsdann entstehen die Farben mit grösserer Lebhaftigkeit und, worauf es ja besonders ankam, sie halten sich im zerstreuten Tageslicht 10 bis 12 Stunden. Wenn also auch die Aufgabe des Fixierens der Farben hierdurch noch nicht gelöst war, so war doch die Möglichkeit einer Lösung in nähere Aussicht gestellt, zumal da es demselben Forscher bald darauf gelang, durch Überziehen der Platten mit Benzoetinktur die Dauer der Haltbarkeit im Lichte auf 3—4 Tage zu erhöhen.²⁾

*L. A. Poitevin*³⁾ griff wieder zurück auf das alte Verfahren Seebecks und bemühte sich nicht ohne Erfolg, es zu verbessern. Er setzte dem Silberchlorür Substanzen zu, welche Sauerstoff abgeben und fand nach zahlreichen Versuchen, dass eine Mischung von doppelchromsaurem Kali und Kupfervitriol nicht nur die Empfindlichkeit bedeutend erhöht, sondern auch bewirkt, dass die Farben besser werden. Unter Glasgemälden muss ein solches Papier etwa 5 Minuten dem direkten Sonnenlicht ausgesetzt werden. Eine teilweise Fixierung der Bilder gelang durch Waschen in ganz verdünnter Schwefelsäure. Derartig behandelte Bilder halten sich in einem Album mehrere Jahre und dürfen bei zerstreutem Tageslicht oder noch besser bei künstlichem Lichte ohne Gefahr betrachtet werden.

Eine Erklärung dieser photographisch erzeugten Farben brachte zunächst *Zenker*.⁴⁾ Lange bevor stehende Lichtwellen direkt beobachtet waren, dies geschah 1890 durch *Wiener*,⁵⁾ nahm Zenker die Existenz derselben an und versuchte durch dieselben die Farbenentstehung zu erklären. Jede von einer reflektierenden Fläche zurückkommende Lichtwelle muss mit der ankommenden Welle stehende Wellen bilden, gerade wie

¹⁾ Comptes rendus 54. 281. 1862.

²⁾ Comptes rendus 56. 20. 1863.

³⁾ Comptes rendus 61. 1111. 1865. Dingler, pol. Journ. 179. 455. 1866. Dingler, pol. Journ. 184. 501.

⁴⁾ Zenker, Lehrbuch der Photochromie 1868; Neue Ausgabe von Schwalbe 1900.

⁵⁾ Wied. Ann. 40. 205. 1890.

bei den Schwingungen einer gespannten Saite. Ist nun die Lichtschwingung die Ursache einer chemischen Veränderung in der Schicht, in welcher stehende Wellen auftreten, so muss diese Veränderung sich in den Bäuchen der Welle bilden, in den Knoten ausbleiben. Es entsteht also ein Körper mit geschichtetem Bau und zwar ist der Abstand dieser Schichten gleich der halben Wellenlänge der erzeugenden Lichtschwingung. In dem Falle, dass die lichtempfindliche Substanz ein Silberhaloid ist, würden die Schichten aus reduziertem Silber bestehen. Diese reduzierten Silberplättchen wirken nun wieder selbst als durchsichtige und gleichzeitig spiegelnde Flächen. Fällt auf eine solche Schicht weisses Licht, so wird die Farbe, deren Wellenlänge mit der Belichtungsfarbe übereinstimmt, von allen Elementarspiegeln mit Phasendifferenzen reflektiert, welche gleich einer ganzen Wellenlänge sind, d. h. die von sämtlichen Elementarspiegeln reflektierten Strahlen dieser Wellenlänge addieren sich. Diese Farbe wird ungeschwächt (von einer etwa gleichzeitig auftretenden Absorption abgesehen) reflektiert, alle Lichtstrahlen anderer Farbe dagegen kommen von den Elementarspiegeln mit verschiedenen Phasen zurück und gelangen zur Interferenz. So erscheint uns eine von rotem Licht getroffene Stelle nachher im weissen Licht rot, und so bei den anderen Farben. Diese Theorie Zenkers hat sich durch spätere Untersuchung als unzweifelhaft richtig bewiesen bei den von Becquerel hergestellten Bildern auf polierten Silberplatten, dagegen ist sie nicht haltbar für die Bilder im pulverförmigen Silberchlorür (Seebeck, Herschel) und für Papierbilder. (Poitevin). —

Zwei Jahre nach der Arbeit Wieners über stehende Lichtwellen veröffentlichte *Lippmann*¹⁾ ein neues, auf absichtlicher Hervorrufung stehender Lichtwellen beruhendes Farbenverfahren. Eine Glasplatte wird mit Bromsilber-Collodium oder Eiweiss oder Gelatine übergossen und alsdann durch Baden in geeigneten Farblösungen für alle Farben des Spektrums gleichmässig empfindlich gemacht. Eine solche Platte wird mit der Schichtseite mit reinem Quecksilber in Berührung

¹⁾ Comptes. rend. 112, 274, 1891.

gebracht, und die Belichtung durch die Glasplatte hindurch vorgenommen. Die Lichtstrahlen gehen durch die Schicht zum Quecksilber, werden hier reflektiert und bilden bei ihrer Rückkehr mit den ankommenden stehende Wellen. Die Bilder können wie gewöhnliche Negative fixiert werden. Dies Lippmannsche Verfahren ist zu einer hohen Vollkommenheit gebracht. Die Bilder geben die natürlichen Farben mit grosser Treue wieder; man muss sie aber unter bestimmtem Winkel beleuchten und betrachten. Ändert sich der Einfallswinkel, so ändert sich auch die Farbe, da ja bei schrägem Gange der Lichtstrahlen die Wegezwisehen den Elementarspiegeln grösser werden. Ausserdem wirkt die Oberflächenreflexion ungünstig, diese lässt sich aber unschädlich machen. Das Verfahren ist eingehend beschrieben und vervollkommnet von Valenta,¹⁾ von Krone²⁾ und von Neuhauss.³⁾ Letzterer hat dann noch einen wichtigen experimentellen Beweis der Richtigkeit der Zenkerschen Theorie dadurch geliefert, dass er Querschnitte einer Lippmannschen Schicht anfertigte und hierin die Zenkersche Schichtung direkt mit dem Mikroskop nachwies. Die Schnitte waren dem roten Teil einer Spektrumphotographie entnommen und der Abstand der Schichten stimmte mit der halben Wellenlänge dieses Lichtes überein.⁴⁾

Es blieb noch übrig, eine Erklärung für die Farbenentstehung in den Bildern auf Papier zu geben. Schon der Umstand, dass die Poitevinschen Bilder im durchfallenden Licht gerade wie in auffallendem Licht in den identischen Farben des Originals erscheinen (*Zenker* erhielt oft Bilder, welche in der Durchsicht die richtigen Farben in ausgezeichnetem Masse wiedergaben), machte die Erklärung durch Interferenz unmöglich. Wären die Farben Interferenzfarben, so hätten sie im durchgelassenen Lichte complementär erscheinen müssen. Nun hatten *Carey Lea* und *Krone* den Nachweis geführt, dass aus Silberchlorid Körper entstehen können

¹⁾ Valenta, Die Photographie in natürlichen Farben 1894.

²⁾ Krone, Darstellung der natürlichen Farben durch Photographie 1894

³⁾ Neuhauss, Die Farbenphotographie nach Lippmanns Verfahren 1898.

⁴⁾ Neuhauss, Wied. Ann. **65**. 164. 1898.

in fast allen Farben des Spektrums, ja dass diese farbigen Körper auch auf rein chemischem Wege im Dunkeln hervor-gebracht werden können. Es fragt sich also nur, wie kommt es, dass im farbigen Licht aus der Mischung von Silberchlorid und Silberchlorür gerade die farbige Verbindung gebildet wird, welche mit der Belichtungsfarbe gleichfarbig ist. Diese Frage hat *Wiener*¹⁾ gelöst. Seine Erklärung, die durch sinnreiche Versuche bekräftigt wurde, lässt sich der Hauptsache nach etwa so ausdrücken. Das farbenempfindliche Silberchloridchlorür zerfällt unter Einwirkung des Lichtes in verschiedene farbige Zersetzungsprodukte, welche für sich wieder durch Licht zersetzt werden. Ist nun das auffallende Licht farbig, z. B. rot, so wird von allen gebildeten farbigen Körpern nur der rote bestehen bleiben, die andersfarbigen werden durch rot immer weiter zersetzt, der rote aber kann nicht zersetzt werden, weil er ja das rote Licht reflektiert oder durchlässt, aber nicht absorbiert, eine Absorption ist aber nötig, wenn eine chemische Wirkung hervorgerufen werden soll. Die nach Poitevin's Art hervorgerufenen Farben sind also Körperfarben. *Wiener* untersuchte ferner genauer die Bedingungen, denen ein Stoff entsprechen muss, wenn er zur richtigen Farbenwiedergabe geeignet sein soll; der einfachste derartige Stoff wäre ein schwarzes Gemisch aus drei lichtempfindlichen Grundfarben, welche bei ihrer Zersetzung nur in weisse Stoffe zerfallen.²⁾ Auch verschiedene mögliche Wege zur Fixierung der Farben wurden von ihm vorgeschlagen. Einer dieser Wege besteht darin, dass man die zunächst vorhandenen, naturgemäss lichtunechten Farben dadurch lichtecht macht, dass man den Träger der Farben, also etwa die Papierfaser, mit Kupfersalzen imprägniert. Solche Mittel werden in der Färberei schon seit langer Zeit angewandt. *Dr. R. Neuhauss* gebührt das Verdienst, diese Postulate *Wieners* praktisch erfüllt zu haben. *Neuhauss*³⁾ mischt drei Anilinfarben (rot, gelb, blau) in Wasserstoff-

¹⁾ Wiener, Wied. Ann. **55**. 225. 1895.

²⁾ Wiener, Wied. Ann. **55**. 265. 1895.

³⁾ Neuhauss, Phot.-Rundsch. **16**. 1. 1902.

superoxyd ¹⁾ enthaltende Gelatine. Mit dieser Lösung hergestellte Platten sind recht empfindlich, sie liefern bei direktem Sonnenlicht schon in 5 Minuten nach einem farbigen Diapositiv ein farbengleiches Bild, dessen Farben durch Baden in Kupfervitriollösung vollständig fixierbar sind. Aufnahmen mit der Camera würden freilich auf solchen Platten noch 2 bis 3 Stunden erfordern. Aber der Fortschritt gegen früher ist ein ausserordentlicher; das Verfahren erscheint sehr einfach, die so lange vergeblich gesuchte Haltbarmachung (schon 1848 hatte die Société d'Encouragement in Paris einen Preis dafür ausgesetzt) ist vollständig gefunden; so steht auch zu hoffen, und es ist dem verdienstvollen Forscher zu wünschen, dass er sein Verfahren auch noch nach der Richtung vollkommener gestaltet, dass man kürzere Camera-Aufnahmen machen kann.

b) Herstellung von Photographien in natürlichen Farben auf indirektem Wege (Dreifarbenverfahren).

Ducos du Hauron ²⁾ hat im Jahre 1869 ein Verfahren, Photographien in natürlichen Farben zu erhalten, bekannt gemacht, welches auf ganz anderer Grundlage gebildet ist. Es beruht auf dem Satze, dass alle Farben aus drei Grundfarben gemischt sind, und in diese auch zerlegt werden können. Von demselben farbigen Gegenstande werden drei photographische Aufnahmen durch rotes, gelbes und blaues Glas hindurch gemacht. Man erhält so drei Negative; angenommen, das rote Glas habe wirklich nur rotes, das gelbe nur gelbes und das blaue nur blaues Licht durchgelassen, so werden in

¹⁾ Anmerkung. Wasserstoffsperoxyd hatte schon Abney 1879 mit Erfolg angewandt, um die nach Becquerel's Verfahren hergestellten Platten empfindlicher zu machen. Aus dem Gelingen seiner Versuche schloss Abney, dass die Farben auf den Becquerel-Platten Oxydationsprodukte der Silberverbindungen sein müssten. Dieser Schluss ist nur zum Teil haltbar, denn in der Becquerel-Platte liegen zwei Wirkungen gleichzeitig vor. Körperfarben und Interferenzfarben, nur die ersteren können durch Oxydation entstanden sein.

²⁾ *Ducos du Hauron*, Production des couleurs en photographie. Paris. 1869. Inhaltsangabe in Dingler pol. J. 194 86. 1869.

dem unter rotem Glase hergestellten Negativ nur diejenigen Stellen schwarz werden, welche im Gegenstand Rot enthalten. Copiert man nun dieses Negativ mit Hülfe des Lichtes auf eine Lichtdruckschicht, so werden die roten Teile ungeändert bleiben. Die veränderten Teile sind aber diejenigen, welche beim Überwalzen mit Farbe diese annehmen und beim Drucken mit der Platte auf das Papier übertragen. Diese veränderten Teile sind aber diejenigen, welche allen möglichen Farben des Objektes entsprechen, nur nicht der roten. Man hat also diese, durch die Aufnahme unter rotem Glas erhaltene Druckplatte mit der zu Rot komplementären Farbe, Grün, einzuwalzen, und entsprechend die hinter blauem Glase erhaltene mit gelber und die hinter gelbem Glase erhaltene mit blauer Farbe abzudrucken, und zwar übereinander, um ein Bild zu erhalten, welches dem farbigen Objekte gleichgefärbt ist. Der Mangel des Verfahrens bestand darin, dass die als Strahlenfilter angewandten Gläser nicht die reinen Farben durchliessen, wie es die Theorie verlangt, und dann in der Schwierigkeit, die wirklichen Complementärfarben durch Pigmente herzustellen. Auch fehlte zunächst noch die wichtigste Bedingung, nämlich photographische Platten, welche für alle Farben empfindlich waren. Erst nach der früher besprochenen Erfindung der optischen Sensibilatoren durch *H. W. Vogel*¹⁾ erhielt das Verfahren einen praktischen Wert, und es gelang Vogel, die bisherigen Mängel des Verfahrens durch ein ausserordentlich sinnreiches Prinzip zu beseitigen. Für die Aufnahme hinter rotem Glase musste eine rotempfindliche Platte gebraucht werden, diese erhält man durch Färben des Bromsilbers mit einem Farbstoff, der Rot absorbiert, z. B. Chlorophyll. Mit eben diesem oder einem andern grünen Farbstoff, der denselben Absorptionsstreifen wie Chlorophyll hat, muss nun die Lichtdruckplatte abgedruckt werden.

Wären die photographischen Platten nur für die eine Farbe empfindlich, so wäre die vorgesetzte Glasscheibe als Farbenfilter ganz entbehrlich gewesen. Dies ist jedoch niemals der Fall; die Unsicherheit aber, die in der Anwendung von

¹⁾ *H. W. Vogel*, *Wied. Ann.* **46**. 1892.

farbigen Scheiben immerhin noch blieb, wurde durch *E. Vogel* dadurch vermieden, dass er als Farbenfilter spektroskopisch geprüfte Farben, in Collodium gelöst, anwandte. Nach dieser Vervollkommnung ging das Verfahren sehr bald in die Reproduktionstechnik über und hat hier weite Verbreitung und vielfache Verwendung gefunden.

Für rein photographische Zwecke ist dieses Verfahren weiter ausgebildet von *Selle*, *Lumière*, *Jves*, *Hoffmann* und *Hesekiel*.¹⁾

Ebenfalls der Dreifarbenphotographie angehörig sind die Verfahren von *Joly*,²⁾ *Wood*³⁾ und *Thorp*.³⁾ *Wood* verfährt wie folgt: Nachdem drei Negative hinter Farbenfiltern auf entsprechend empfindlichen Platten hergestellt sind, fertigt man zunächst drei Abdrücke davon auf Diapositivplatten, von diesen Platten wird dann die, welche dem Negativ entspricht, welches hinter rotem Filter hergestellt ist, an den den roten Stellen des Originals entsprechenden Stellen glasklar sein, an allen übrigen undurchsichtig, und so die anderen Platten für die anderen Farben. Jetzt wird nacheinander auf eine Bichromatplatte ohne Farbstoff von jeder der drei Platten eine Copie hergestellt, nachdem das erste, dem Rot entsprechende Negativ mit einer feinen Gitterplatte bedeckt war, welche auf das Centimeter 787 Linien enthält, das dem Grün entsprechende mit einer Gitterplatte, welche 945, und das dem Violett entsprechende mit einer Gitterplatte, welche 1082 Linien auf den Centimeter enthält. Man erhält auf diese Weise eine Platte, welche zunächst ein kaum sichtbares Bild enthält. Sie ist jedoch an verschiedenen Stellen mit verschieden feinen Gitterlinien bedeckt, die den roten Stellen des Originals entsprechenden Teile der Platte haben die am wenigsten engen Linien. Weisse Stellen sind mit allen drei Arten von Linien gleichzeitig überdeckt. Stellen, welche eine aus Grün und Violett gemischte Farbe haben, enthalten zwei Arten von Linien u. s. w. Diese Platte wird von

¹⁾ Vergl. *Kuchinka*, *Eders Jahrbuch*. 1901. 257 u. 728.

²⁾ *The photogr. Journal* 25. 141, 1900.

³⁾ Vergl. *Pfaundler*, *Eders Jahrbuch* 1901. 177.

einer linearen, den Gitterlinien parallelen Lichtquelle von hinten beleuchtet. Bringen wir nun das Auge etwas seitlich von der Verbindungslinie Lichtquelle-Platte, so erscheinen uns die verschiedenen Gitterflächen in den ihnen entsprechenden Farben. Die Farben entstehen in einer hier nicht näher zu beschreibenden Art als Farben des Beugungsspektrums erster Ordnung.

So interessant dieses Verfahren als physikalisches Experiment erscheint, so wenig eignet es sich für die photographische Praxis.

Es sei an dieser Stelle noch bemerkt, dass der Gedanke, mittelst Übereinanderdruckens dreier Platten in je einer Grundfarbe ein Bild herzustellen, welches alle Farben zeigt, schon sehr alt ist. Jakob Christoph le Blond (geb. 1670, gest. 1741) hat ihn zuerst praktisch verwertet. „Man wirft ihm vor, dass seine Behandlung unvollkommen gewesen, und dass er deshalb viel retouchieren musste“ (Goethe, Geschichte der Farbenlehre).



einer linearen, den Gi
 hinten beleuchtet. Bri
 von der Verdindungsli
 uns die verschiedenen
 sprechenden Farben. I
 nicht näher zu beschrei
 spektrums erster Ordnu

So interessant dies
 riment erscheint, so w
 graphische Praxis.

Es sei an dieser S
 mittelst Übereinanderd
 Grundfarbe ein Bild he
 schon sehr alt ist. J
 gest. 1741) hat ihn zu
 ihm vor, dass seine Bel
 dass er deshalb viel re
 der Farbenlehre).

© The Tiffen Company, 2007

TIFFEN® Gray Scale

Color calibration chart with circles and labels: R, G, B, W, G, K, C, Y, M.

Gray scale steps 1 through 19, with labels A, M, B.

einzelnen, den Gitterlinien parallelen, Lichtwellen von hinten beleuchteter Präparat. Bisher war nur das Auge etwas schieflich von der Verbindungslinie Lichtwellenplatte so erscheinen aus den verschiedenen Gitterflächen in den Linien entsprechenden Farben. Die Farben entstehen in einer Linie nicht näher zu beschreibenden Art als Farben der Beugungsspektren erster Ordnung.

So interessant dieses Verfahren als physikalisches Experiment erscheint, so wenig eignet es sich für die photographische Praxis.

Es sei an dieser Stelle noch bemerkt, dass die Gitterlinien meist Überwindungserscheinungen einer Platte in je einer Grundfarbe ein Bild herzustellen, welches alle Farben zeigt, schon sehr alt ist. Jakob Christoph Le Blond (geb. 1670, gest. 1711) hat ihn zuerst praktisch verwirklicht. Man will ihn vor, dass seine Behandlung unvollkommen gewesen und dass er deshalb viel revidieren musste. (Vergleiche Geschichte der Farbentheorie).

Es wird an dieser Stelle noch bemerkt, dass die Gitterlinien meist Überwindungserscheinungen einer Platte in je einer Grundfarbe ein Bild herzustellen, welches alle Farben zeigt, schon sehr alt ist. Jakob Christoph Le Blond (geb. 1670, gest. 1711) hat ihn zuerst praktisch verwirklicht. Man will ihn vor, dass seine Behandlung unvollkommen gewesen und dass er deshalb viel revidieren musste. (Vergleiche Geschichte der Farbentheorie).

1) Vergl. Kochinski, Ediz. J. 1877, S. 107.
2) The photogr. Journal 11, 1877, S. 107.
3) Vergl. Pfänder, Ediz. J. 1877, S. 107.