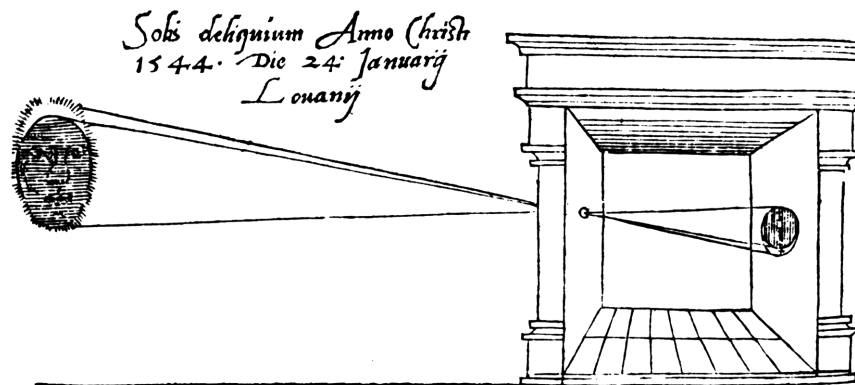


# 1. Geschichtlicher Ueberblick

## 1.1. Die Camera obscura:

- 384 - 322 v. Chr. **Aristoteles** beschreibt die Entstehung eines Bildes bei Lichteinfall durch eine kleine Oeffnung in einen dunklen Raum (Lochkameraprinzip)
- 965 - 1038 n. Chr. Der arabische Naturforscher **Ibn al Haitham** erwähnt zum ersten Mal die Camera obscura.
- 1452 - 1519 **Leonardo da Vinci** befasst sich verschiedentlich mit der Camera obscura, doch werden seine Schriften erst 1797 wieder gefunden.
- 1558 **Giovanni Battista della Porta** veröffentlicht die erste genaue Beschreibung einer Camera obscura.
- 1568 **Danielo Barbaro** ersetzt die Oeffnung durch eine Linse.



**Abb. 1.** Erste veröffentlichte Darstellung einer Camera obscura, verwendet zur Beobachtung einer Sonnenfinsternis im Januar 1544.

Die **Camera obscura**, zuerst so gross wie ein Zimmer, wurde mit der Zeit immer kleiner. Künstler und Naturwissenschaftler benutzten sie, um Gegenstände zu projizieren und dann nachzuzeichnen. Ein reines Zeichengerät erfand

- 1806 **W.H. Wollaston** mit seiner Camera lucida, die statt mit einer Linse mit einem Prisma ausgestattet ist.

## 1.2. Frühe photochemische Versuche:

13. Jh. **Albertus Magnus** beschreibt Zersetzung von Silbernitrat.
- 1565 Der deutsche Chemiker **Georg Fabricius** entdeckt das AgCl.
- 1663 **Roger Boyle** schreibt über die Farbänderung des AgCl, die er jedoch dem Einfluss der Luft zuschreibt.
- 1727 **Johann Heinrich Schulze** führt die Schwärzung von Silbernitrat auf den Einfluss des Lichts zurück.
- 1757 **Beccarius** entdeckt die Lichtempfindlichkeit des AgCl.
- 1777 **Carl Wilhelm Scheele** entdeckt, dass durch Licht geschwärztes AgCl in Ammoniak

- nicht mehr völlig löslich ist und feinverteiltes, schwarzes Silber hinterlässt, das sich nicht weiter verändert.
- 1793 Erster Bericht der Gebrüder **Claude und Joseph Nicé phore Nié pce** über die Idee ein photographisches Verfahren zu entwickeln.
- 1802 Bericht von **Thomas Wedgwood und Humphrey Davy** über ein Kopierverfahren auf der Basis von Silbernitrat.
- 1810 **J.T.Seebeck**, Jena, versucht ein Sonnenspektrum auf einer nassen Silberchloridschicht farbig zu registrieren.
- 1814 **Humphrey Davy** entdeckt die Lichtempfindlichkeit von AgJ.
- 1816 **J.N.Nié pce** gelingt es erstmals, Bilder auf AgCl-Papier in der Camera Obscura herzustellen.
- 1819 Entdeckung des Natriumthiosulfats durch **F.W.Herschel**.
- 1824 Erste photographische Aufnahmen auf eine Zinkplatte mit lichtempfindlicher Asphaltsschicht in der Camera Obscura durch **J.N.Nié pce**. Die Asphaltlösung verhärtet sich bei Lichteinfall, während die unbelichteten Bildstellen weich bleiben und mit einem Lösungsmittel (Terpentin) ausgewaschen werden können. Die Platten werden anschliessend tiefgeätzt und mit Druckfarben eingefärbt. Nié pce nennt dieses Verfahren Heliographie.
- 1826 **Balard** berichtet über Silberbromid.

### **1.3. Die Erfindung der Photographie:**

- 1827 Erste erhaltene Photographie von **Joseph Nicé phore Nié pce** mit der Camera Obscura. Entwicklung der Heliographie.

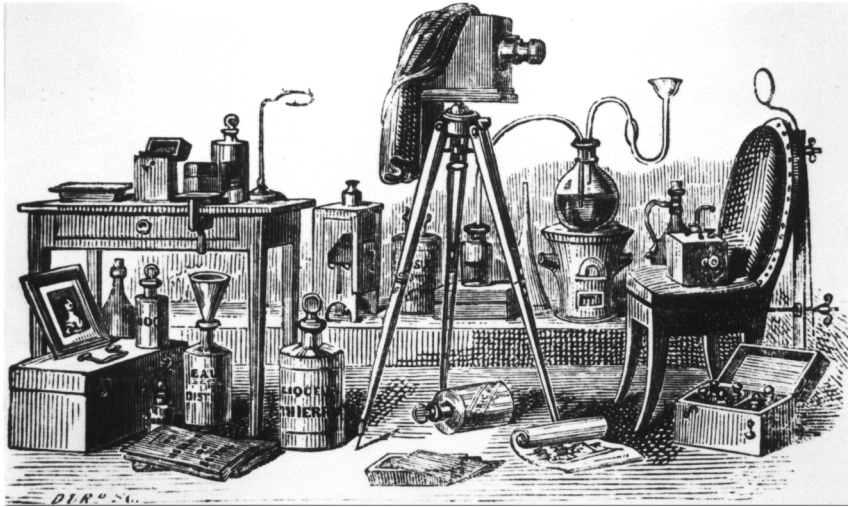


**Abb. 2.** Die älteste Photographie der Welt. Sie wurde 1827 von Joseph Nicé phore Niépce ( Bild links) aufgenommen und zeigt den Blick aus seinem Arbeitszimmer. Die zwei einander gegenüberliegenden Fassaden, die beide von der Sonne angestrahlt werden, beweisen, dass die Belichtungszeit mindestens 8 Stunden dauerte.

- 1829 Partnerschaftsvertrag zwischen **J.N. Niépce und Louis Jacques Mandé Daguerre**.

1833 Tod von J.N.Niépce.

1835 **Daguerre** entdeckt das "latente" Bild einer mit Jod sensibilisierten Silberplatte und die Entwicklungsmöglichkeit durch Quecksilberdampf (=Daguerréotypie).



**Abb 3:** Ausrüstungszubehör eines Daguerréotypisten. (Holzschnitt 1847)

1835 **Fox Talbot** entwickelt Kalotypie: photographische Aufnahmen auf Chlorsilberpapier (Neg / Pos-Prozess). Fixieren mit Kochsalz.

1837 **Daguerre** entdeckt Kochsalzlösung als Fixiermittel.

1839 Veröffentlichung der Verfahren von **Daguerre und Talbot**.



**Abb. 4a:** Louis Jacques Mandé  
Daguerre (1787-1851)



**Abb. 4b:** William Fox  
Talbot (1800-1877)

- 1839 **Mungo Ponton** entdeckt die Lichtempfindlichkeit chromsaurer Salze in Gegenwart von Kolloiden.
- 1840 **Hippolyte Bayard** beschreibt Direktpositiv-Verfahren auf Papier.
- 1841 Entdeckung der höheren Lichtempfindlichkeit der Daguerreotypie durch Einwirkung von Brom-Jod auf die Silberplatte durch **F.Kratochwila und J.F. Goddard**.
- 1847 **Abel Niépce de St.Victor** stellt Glasnegative mit AgJ-Eiweiss (als Kolloid) her.
- 1848 Berichte über "Collodion, eine neue Kleb- und Haftflüssigkeit" (Schiffsbaumwolle in Alkohol-Äther gelöst).
- 1851 **Frederick Scott Archer** beschreibt das **nasse Kollodiumverfahren** in verständlicher und anwendbarer Form. Dieses Verfahren ersetzt schnell die Daguerreotypie und wird bis nach dem 2. Weltkrieg in Reprobetrieben benutzt. Jodiertes Kollodium wird in Äther gelöst und auf eine Glasplatte gegossen, die nach Verdunsten des Äthers mit einer Silbernitratlösung sensibilisiert wird. Die Platte wird im nassen Zustand belichtet. Anschliessend entwickelt man in  $\text{FeSO}_4$  (Eisensulfat) und fixiert in KCN ("Zyankali"). Die Empfindlichkeit des Verfahrens liegt um den Faktor hundert höher als jene der Daguerreotypie. Wie die Daguerreotypie ist die Kollodiumplatte ein Unikatum. Normalerweise wurden von Kollodiumaufnahmen Kontaktkopien hergestellt. - Um aber die Negativ-Platte selbst als ein Positiv sehen zu können, wird ein schwarzer Hintergrund (schwarzer Lack) auf die Schichtseite aufgetragen. Die Betrachtung erfolgt von der Glasseite.
- 1862 **Charles Rusell** erfindet die Umkehrentwicklung.

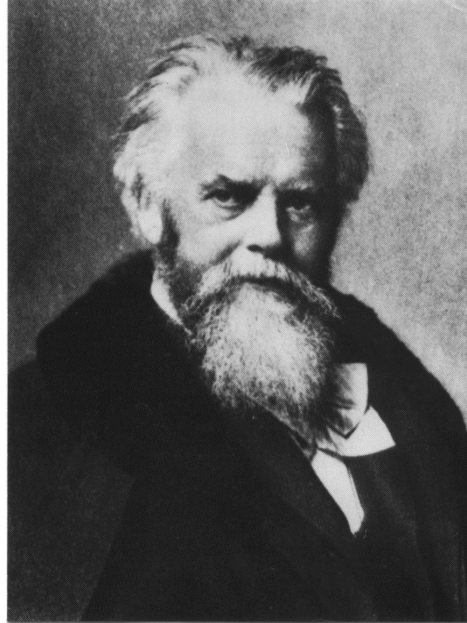


**Abb.5:**  
Ausrüstungszubehör  
des Reisephographen  
mit Dunkelkammerzelt,  
um 1865.  
Im Dunkelzelt mussten  
die Platten unmittelbar  
vor der Aufnahme  
präpariert und sofort  
danach entwickelt  
werden.

#### 1.4. Gelatine und Trockenplatte

- 1871 **Richard Leach Maddox** benützt an Stelle des Kollodiums eine Gelatinetrockenplatte mit eingelagertem Silberbromid. Er steigert die Empfindlichkeit nochmals um den Faktor 100 und erreicht damit eine Empfindlichkeit von ca. 5 ISO.
- 1873 **Hermann William Vogel** will den "Lichthof" der Photoplatten (Reflexion der Lichtstrahlen an der Glasplatte) vermeiden und fügt der Emulsion deswegen gelben Schirmfarbstoff zu. Weil dieser Farbstoff an den Silberhalogenidkristallen absorbiert wird, erweitert Vogel damit ungewollt die spektrale Empfindlichkeit der Silberhalogenide bis in den Grünbereich des sichtbaren Spektrums (bis ca. 600nm). Er

nennt seine Platten orthochromatisch (griechisch: ortho = richtig).



**Abb. 6:** Hermann Wilhelm Vogel,

- 1878 **Charles Bennet** entdeckt die physikalische Reifung. Bei der Emulsionsherstellung wird nach der Fällung die Gelatine durch eine Wärmebehandlung empfindlicher gemacht.
- 1879 **Désiré van Monckhoven** entdeckt die Anwendung einer Emulsion mit Ammoniak.
- 1879 **Alfred H. Harman** gründet die Britannia Works Co. in der Ortschaft Ilford in der Nähe von London. Binnen 10 Jahren wurde sie zum grössten Produzenten von Trockenplatten auf der ganzen Welt.
- 1880 **Georg Eastman** gründet die Firma Kodak.
- 1884 Panchromatische Sensibilisierung durch Hermann William **Vogel**.
- 1887 **Hannibal Goodwin** erhält ein Patent für die Herstellung von biegsamem durchsichtigem Rollfilm aus Zelluloid.
- 1888 **George Eastman** verwendet den Rollfilm in seiner Boxkamera. Erste Massenverbreitung eines photographischen Verfahrens.
- 1890 **Ferdinand Hurter** (CH) und **Vero Charles Driffield** (GB) erarbeiten die Grundlagen der Sensitometrie.
- 1925 **S.E. Sheppard**: Schwefelsensibilisierung.
- 1936 **R. Koslowsky**: Goldsensibilisierung.
- 1938 **E. Weyde** entdeckt Silbersalzdifffusion. Grundlage des "Sofortbildverfahrens" und der ersten Photokopie.
- 1947 Polaroid s/w-Sofortbildverfahren durch **E. Land**.

## 1.5. Entwickler und Verarbeitungschemikalien:

- 1835 Gallussäure (Talbot)
- 1844 Eisenvitriol (Robert Hunt)
- 1855 Brenzkatechin (Rudolf Wagner)
- 1877 Eisenoxalat-Entwickler (Carey Lea)
- 1880 Hydrochinon (William de Wiveleslie Abney)
- 1882 Natrium-Sulfit (Herbert Bowyer, Berkeley)
- 1888 Paraphenylendiamin (Momme Andresen)
- 1891 p-Aminophenol "Rodinal" (Momme Andresen)
- 1891 Metol (Methyl-p-Aminophenol) und Glyzin (J.Hauff, A.Bogisch)
- 1893 Kombination Metol-Hydrochinon (A.Bogisch)
- 1935 Ascorbinsäure (K.Maurer, G.Zapf)
- 1940 Phenidon (1-Phenyl-3 Pyrazolidon) (Kendall, Ilford)
- 1955 Kombination Phenidon-Hydrochinon (Ilford; GEIGY)

## 1.6. Farbphotographie:

### 1.6.1. Direkte Verfahren:

Zu den direkten Farbverfahren zählt man Prozesse, bei denen durch die Einwirkung von farbigem Licht ein Farbbild mit den gleichen Farben wie das Originalbild entsteht.

- 1810 **Thomas Johann Seebeck** (Jena) beobachtet, dass Silberchlorid die Spektralfarben in gewissem Umfang wiedergibt: Dazu hatte er eine "Höllenstein-" und eine "Kochsalzlösung" zusammengebracht, wobei ein käsiger Niederschlag von "Hornsilber" entstand. Diese Paste brachte er auf ein Filterpapier und strich sie mit der Rückseite eines Löffels glatt. Wenn er dieses Papier einige Minuten bis Stunden an die Sonne legte, verfärbte sich die aufgetragene Schicht: man erhielt einen schwarzblauen Grundton (Ag). Wenn man über diese Schicht jetzt ein farbiges Glasbild (Original) legte und die Sonne weiter einige Stunden einwirken liess, veränderte sich die Oberfläche des Filterpapiers so, dass man ein farbiges Abbild der Vorlage, eine "Heliochromie" (=Sonnenfarben") erhielt:

1.  $\text{AgNO}_3$  + NaCl -----> AgCl  
Höllenstein Kochsalz Hornsilber
2. AgCl + kurzwelliges Licht -----> Ag
3. Ag auf AgCl + langwelliges Licht -----> "Seebeck-Effekt"

Bei der Belichtung des AgCl entsteht verständlicherweise Auskopiersilber. Die Bilder sind nicht haltbar, sie können auch nicht fixiert werden, weil man die Farben nur dann wahrnehmen kann, wenn sie sich auf dem "Mutterkristall" befinden.

- 1848 **Edmond Becquerel** nimmt Sonnenspektrum mit Silberchlorid beschichteten Silberplatten auf. Das Bild kann jedoch nicht fixiert werden.
- 1891 **Gabriel Lippman** stellt der Französischen Akademie sein Interferenzverfahren vor und erhält dafür 1908 den Nobelpreis.

### **1.6.2. Indirekte Farbverfahren:**

Unter indirekten Farbverfahren versteht man Prozesse, bei denen von einem farbigen Objekt **drei Farbauszüge** durch die Aufnahmefilter **Blau, Grün und Rot** hergestellt werden müssen. Erst nach der Weiterverarbeitung dieser **drei Teilbilder** werden Farben sichtbar.

- 1666 **Isaac Newton**, Spektrale Zusammensetzung des Sonnenlichts
- 1704 **Le Blond, Gautier**: Farbige Kupferstiche mit Dreifarbendruck
- 1802 **Thomas Young**: Theorie des Farbsehens
- 1852 **Hermann Helmholtz**: erweiterte Theorie des Farbsehens, Farbnachbildung, Farbdreieck
- 1861 **James Clerk Maxwell**: additive Farbphotographie mit Dreifarbenprojektion

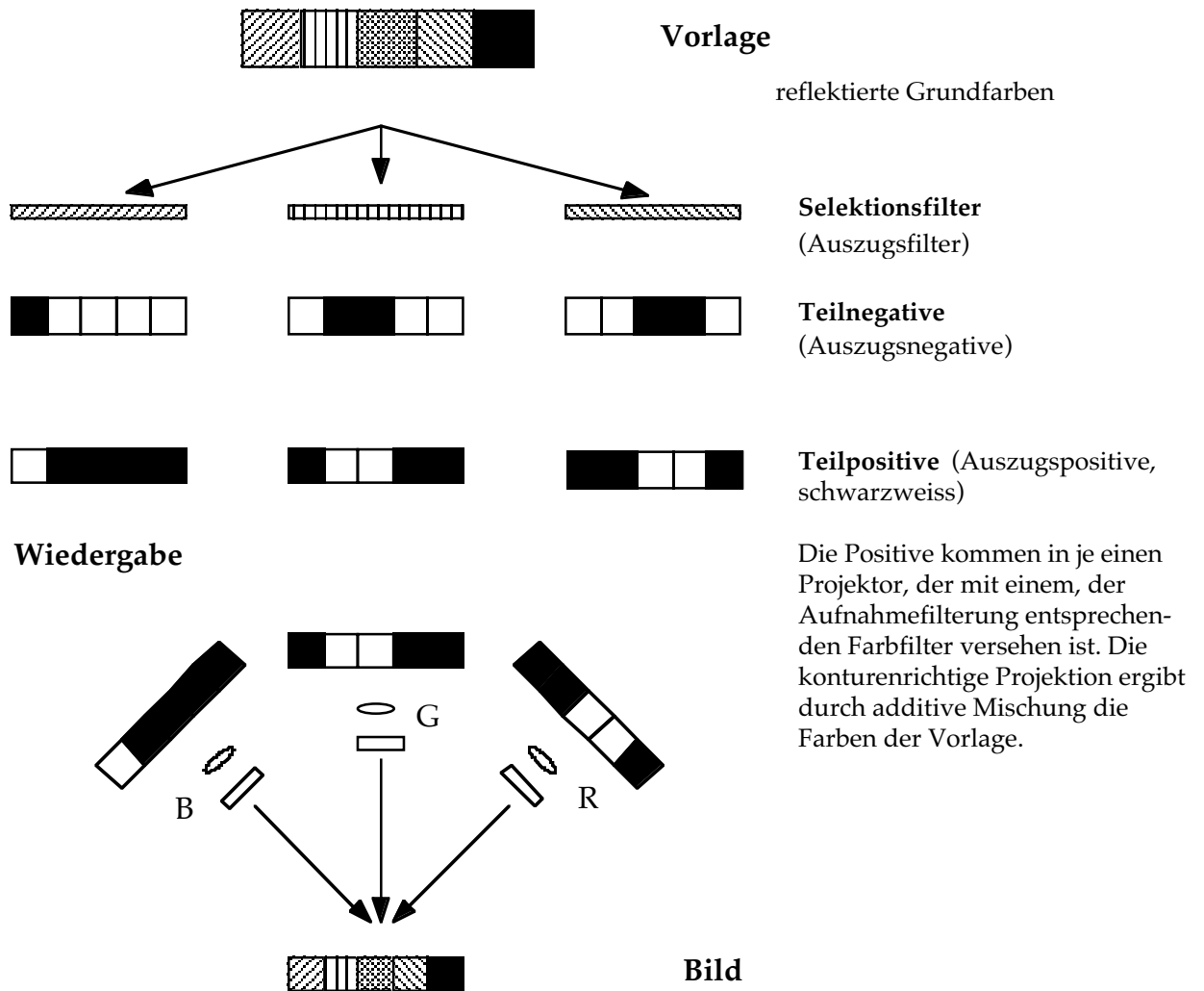
#### **Das additive System von Maxwell:**

Erstmals erfolgte eine farbige Wiedergabe mittels dreier übereinander projizierter Teilfarbbilder. Massgebend war folgende Ueberlegung:

Wenn das Auge nach den Theorien von Young und Helmholtz Farben durch Aufspaltung in drei primäre Farben bzw. Farbreize empfindet, muss es möglich sein, diese Aufspaltung photographisch durch drei sukzessive Aufnahmen mit den Grundfarbfiltern Blau, Grün und Rot nachzuahmen. Projiziert man diese drei Teilregistrierungen als Diapositive je mit dem entsprechenden Farbfilter in Konturendeckung übereinander, so muss eine farbige Wiedergabe entstehen.






---> siehe Zeichnung auf der folgenden Seite

## Das additive System von MAXWELL:



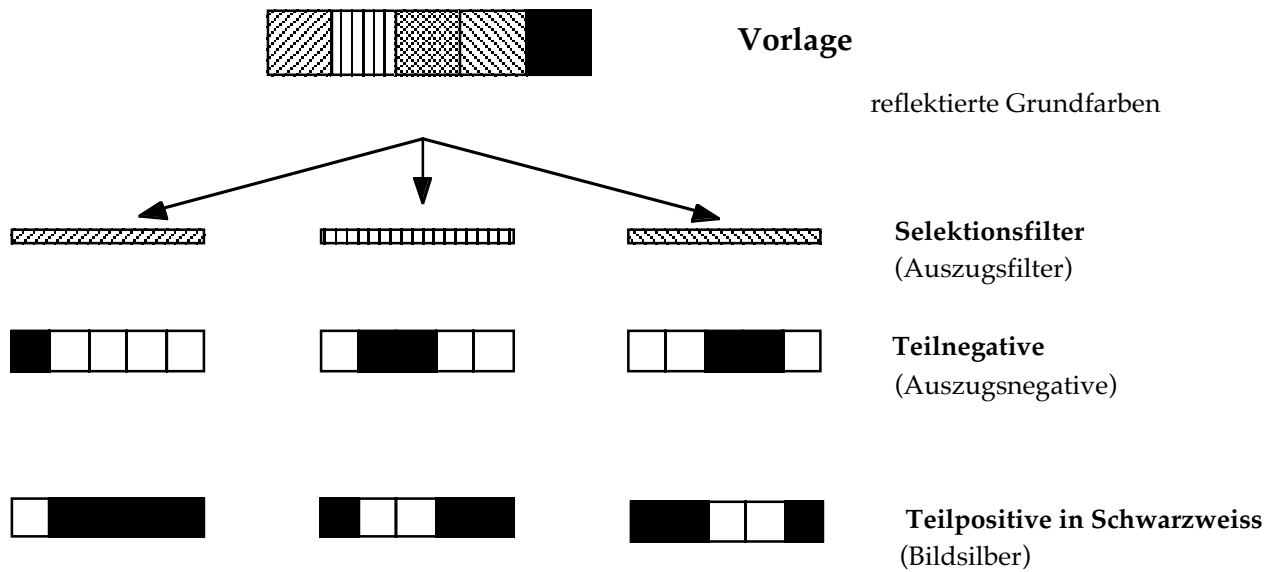
**Maxwell** stand seinerzeit noch kein sensibilisiertes Photomaterial zur Verfügung, deshalb war bei der Aufnahme des Rot-Anteils zeichnerische Nachhilfe nötig. Bei der ersten Vorführung in der "Royal Society of Great Britain" im Jahre 1861 wies Maxwell darauf hin, dass eine praktische Realisierung der Methode bessere Farbempfindlichkeit voraussetze, was erst nach 1873 (Sensibilisierung bis gelb) und v. a. nach 1904 (Rot-Sensibilisierung) möglich war. Maxwell wies ferner darauf hin, dass von denselben Auszugspositiven auf subtraktivem Wege metamere Farbnachbildungen ebenfalls möglich sind. Der heutige Dreifarbenbuchdruck verwendet genau die subtraktive Methode von Maxwell.

Die Farben von Vorlage, Filter und Wiedergabe sind durch Schraffuren angedeutet:

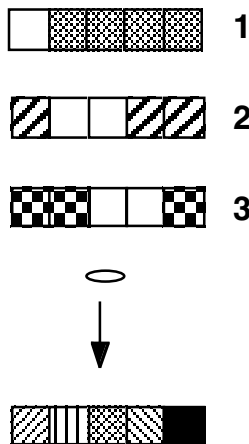
 blau
  grün
  rot
  gelb
  schwarz



## Subtraktive Methode:



### Wiedergabe subtraktiv

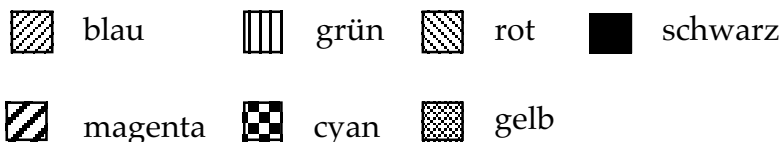


Bei der **Blaufilter-Aufnahme** wirkt nur die Grundfarbe **Blau** belichtend und entsprechend den Reflexionsintensitäten resultieren nach dem Entwickeln mehr oder weniger dichte Silberstellen. Nicht zur Wirkung gelangen die beiden anderen Farben Grün und Rot. Da diese additiv **Gelb** ergeben, kann gesagt werden, die transparenten Stellen im Teilnegativ repräsentieren **Gelb**, bzw. die nach dem Kopieren im Teilpositiv 1 vorhandenen Stellen schwarzen Bildsilbers seien gleichzusetzen mit dem zur subtraktiven Nachbildung nötigen **Gelb**. Dieses Silber ist somit durch Gelbfarbstoff zu ersetzen, d.h. durch die Gegenfarbe des Aufnahmefilters **Blau**.

Analoges gilt für die beiden anderen Teilbilder:

**Beim Teilpositiv 2 (Grünfilter-Aufnahme)** hat belichtend nur **Grün** gewirkt, nicht aber Blau und Rot. Da diese beiden Farben additiv **Magenta** ergeben, entsprechen somit die transparenten Stellen im Negativ, bzw. die geschwärzten Stellen im Positiv 2 der Farbe **Magenta**. In diese Farbe ist das Silber des Positivs 2 überzuführen, d.h. in die Gegenfarbe von **Grün**.

**Beim Teilpositiv 3** hat bei der Aufnahme nur **Rot** gewirkt, nicht aber Blau und Grün. Diese beiden Farben ergeben additiv **Cyan**, also ist im Teilpositiv 3 das Bildsilber in Cyan zu verwandeln, d.h. in die Gegenfarbe von **Rot**. Werden jetzt die drei Teilbilder in Konturendeckung in beliebiger Reihenfolge übereinander montiert, so ergibt die Projektion mit einem Gerät durch subtraktive Mischung die metamere Nachbildung der Farben der Vorlage.

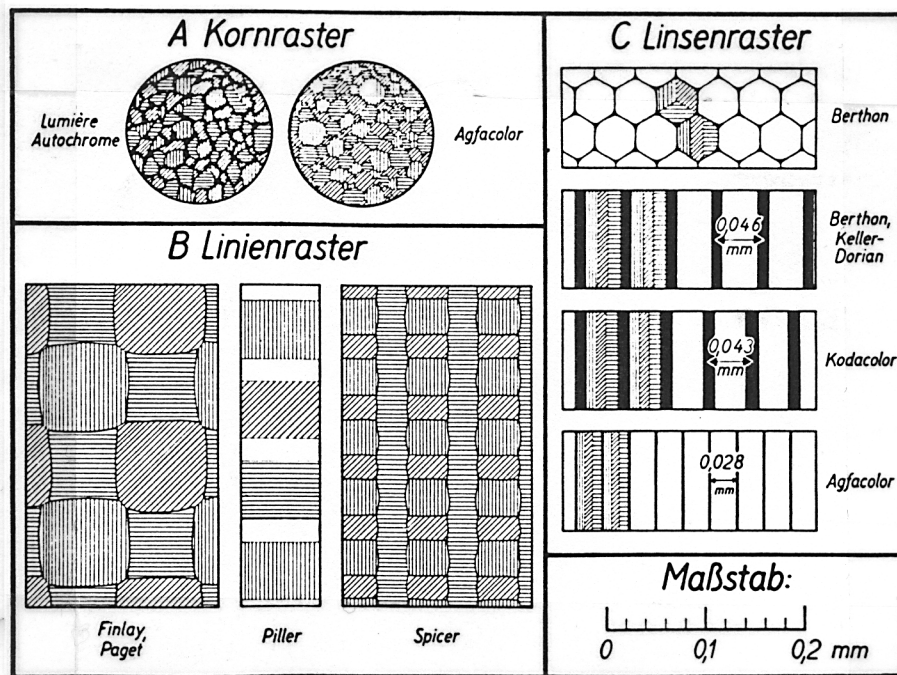


- 1867 **Charles Cros** und
- 1869 **Louis Ducos du Hauron**: finden unabhängig voneinander technische Lösungen für das Verfahren von Maxwell und beschreiben das subtraktive Verfahren. Cros und du Hauron haben für viele später verwendete Verfahren die Grundlagen gefunden.
- 1869 **Charles Cros**: Farbausbleichverfahren  
 1889 **Raphael E. Liesegang**: verbesserte Methode  
 1895 **Otto Wiener**: Silber als Katalysator für die Bleichung  
 1934 **Bela Gaspar**: Gasparcolor, technische Lösung für Silber-Farbbleichprozess, Vorgänger des späteren "Cibachrome" (heute Ilfochrome).
- 1875 **Du Hauron**: Rasterverfahren
- 1892 experimentierte **J.W.Mc Donald** mit Glasplatten, die er mit Farbpulverteilchen einfärbte und darüber eine Emulsionsschicht aufgoss. Diese erste Autochromplatte wurde patentiert, wegen der Verbreitung der Lippmann-Photographie aber nicht weiter verfolgt.
- 1895 **John Joly**: Linienraster  
**Prof. J. Joly** (Dublin) färbte Lösungen von Nitrozellulose mit blauer, roter resp. grüner Farbe ein. Nach dem Erstarren wurden die Nitrozelluloseblöcke in feine Scheiben geschnitten. Man legte dann abwechselnd eine rote, grüne und eine blaue Scheibe übereinander, bis ein neuer Block entstanden war. Stirnseitig wurden die übereinander liegenden, ca. 0,1 - 0,15 mm dicken Schichten wieder geschnitten, sodass ein feines Häutchen mit einem farbigen Streifenmuster entstand. Dieses Streifenfilter wurde auf eine Glasplatte aufgezo-gen. Zur Aufnahme wurde auf diese Farbrasterplatte, Schicht auf Schicht, eine panchromatische schwarz-weiss Platte gelegt und diese durch den Glasträger und das Streifenfilter belichtet. Nach einer Umkehrentwicklung vereinigte man die Streifenfilterplatte mit dem entstandenen Positiv und erhielt so ein Farbdia-positiv für die Projektion.  
 Weil das **Joly-Verfahren** nur eine geringe Bild-Detail-Auflösung brachte, versuchte man, die Farbrasterplatte mit feineren Mustern zu versehen. Anfänglich wurden feinere Farbstreifen erzeugt, indem man Streifen von Schutzlack auf eine beispielsweise rot eingefärbte Gelatineschicht druckte und dann die rote Farbe aus der restlichen freiliegenden Gelatineschicht auswusch. Wenn man die Platten in ein grünes Farb-bad legte, entstanden neben den roten jetzt noch grüne Farbstreifen. Nachdem die Schicht vom lipophilen Schutzlack befreit war, konnten drucktechnisch andere Gebiete mit Schutzlack geschützt werden, aus den freistehenden Gelatineschichtgebieten die eingelagerte Farbe (Rot, Grün) mit Wasser ausgewaschen und an ihre Stelle ein dritter Farbstoff (Blau) eingebracht werden. Durch mehrfache Bearbeitung erhielt man feine Filter-rasterstrukturen: Omnicolor, dioptichrome Thames Platte von Finlay und viele mehr kamen auf den Markt. Richtig durchgesetzt hat sich dann aber erst das **Kornrasterverfahren der Gebrüder Louis und Auguste Lumière re.**
- 1904 **Auguste und Louis Lumière re**: Kornrasterverfahren, Autochrom-Platte  
 Aus rohen, zerkleinerten Kartoffeln lassen sich transparente Stärkekörner gewinnen, die alle einen Korndurchmesser von 15-20  $\mu$  m besitzen. Gleiche Volumenanteile solcher Stärkekörner wurden mit den Farbstoffen Blau, Grün und Rot eingefärbt und nach dem Trocknen gemischt. Dieses Pulvergemisch wurde auf Glasplatten gebracht, die mit Leim versehen waren. So blieb eine einfache Kornlage auf der Oberfläche kleben. Um die Zwischenräume zwischen den einzelnen Stärkekörnern lichtundurchlässig zu machen, wurden diese mit sehr viel kleineren Russpartikeln ausgestäubt. – Auf die so entstandene "Viel-Filterschicht" wurde jetzt eine panchromatische Schicht aufge-gossen. – Die Belichtung erfolgte von der Trägerseite der so präparierten Platte. Durch eine Umkehrentwicklung erhielt man Farbdia-positiv.
- 1910 **L.Dufay**: Linienrasterfilm Dufaycolor  
 1916 **Agfa**: Agfa Kornrasterplatte, ab 1932 Agfacolor-Rasterfilm  
 Die Firma **AGFA (Wolfen)** produzierte die Autochrom-Platten mit Dextrinkörnern

anstelle von Stärkekörnern, die entsprechend eingefärbt waren und die Eigenschaft hatten, dass sie - in einen Strom von Wasserdampf gebracht- aufquollen. Dadurch erübrigte sich das Ausstäuben mit Russpartikeln. Das fertige Dia hatte somit eine geringere Minimaldichte, was zur damaligen Zeit von grossem Vorteil war.

1925 **Kodak**: Kodacolor Linsenrasterschmalfilm

**Allgemeines zum Linsenrasterverfahren:** Im Unterschied zu den Korn- und zu den Linienraster-Photomaterialien war der Linsenrasterfilm nicht mit Farbstoffpartikeln beschichtet. Der Trick, mit einem Schwarzweiss-Film farbig zu photographieren, geschah hier durch besondere optische Massnahmen: Vor dem Objektiv der Kamera befand sich ein Filter mit roten, grünen und blauen Farbstreifen. Durch in den Schichtträger des Films eingeprägte linsenförmige Strukturen (eignete sich naturgemäss nicht für Glasplatten) wurden die Farbstreifen auf der lichtempfindlichen Schwarzweiss-Photoschicht in Form nebeneinanderliegender Farbauszugsstreifen abgebildet. Daher kann man dieses Prinzip auch als "optischen Linienraster" bezeichnen. Bei der Projektion verlief dieser Weg umgekehrt, um auf der Leinwand schliesslich ein leuchtend-farbiges Bild zusammenzusetzen. Bei blosser Betrachtung sah der Film natürlich nur schwarz- Weiss aus. Man konnte bei genauem Hinsehen aber die feine Linsenriffelung der Schichtrückseite erkennen. Der Linsenrasterfilm war also nur für die Projektion bestimmt, und farbig abgebildete Aufnahmen in Zeitschriften und Büchern sind daher selten zu finden.



**Abb. 7:** Bei allen Rasterverfahren erfolgte die Exposition durch den Schichtträger, d.h. durch das Raster. Bei den Linsenrastersystemen erzeugt das eingeprägte Linsensystem eine Abbildung der streifen-förmigen Auszugsfilter auf der Kameraoptik.

1881 **Cros**: Hydrotypie, Farbübertragungssystem mit vielen späteren Varianten, z.B.:

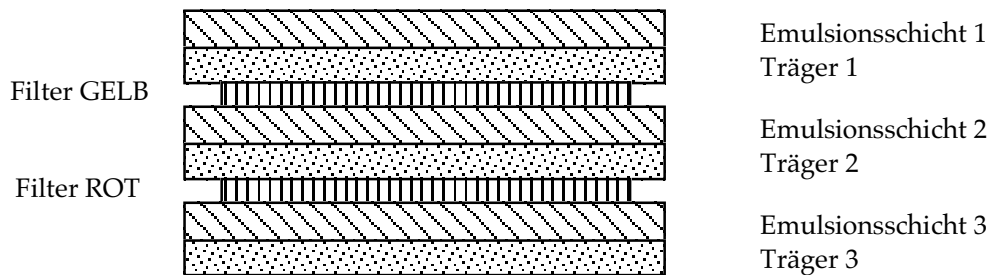
1915 **Kodak**: "Kodachrome" Kinofilm

1925 **Kalmus**: erstes Technicolor-Verfahren

1926 **Kodak**: Wash-Off-Prozess, heute Dye-Transfer

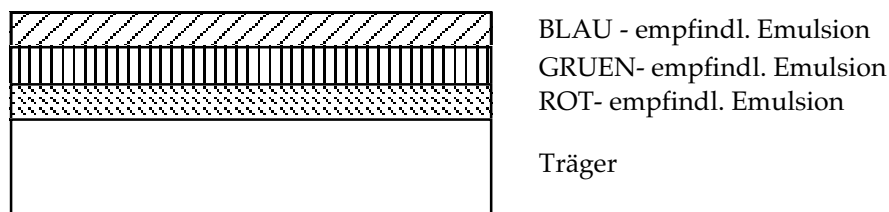
1897 **Du Hauron**: Tri-Pack: Drei Photoplatten mit je zugehörigem Träger werden nicht nacheinander oder simultan durch Strahlenteilung belichtet, sondern als Sandwich übereinander angeordnet. Zwischen den Platten sind Filter. Zur Verarbeitung werden die Platten getrennt.

## TRIPACK von Du Hauron:



- 1903 **J.H.Smith:** Monopack: 3 Emulsionen mit unterschiedlicher Farbempfindlichkeit auf einem Träger. Nach der Aufnahme werden die Emulsionen abgelöst (stripping) und separat verarbeitet.

## MONOPACK nach Smith:



- 1904 **Homolka:** Beobachtung über die Entstehung von Farbstoffen bei der Entwicklung von AgBr mit Indoxyl und Thioindoxyl.
- 1909 **Rudolf Fischer, Hans Siegrist:** Monopack mit chromogener (farbgebender) Entwicklung in einem Arbeitsgang. Grundlegend für die moderne Farbphotographie. **Monopack nach Fischer** (Patent 1912): es werden drei verschieden farbempfindliche Emulsionen auf einen Schichtträger gegossen. Damit die bei jeder Emulsion vorhandene Eigenempfindlichkeit des Halogenids bei den grün- und rot-sensibilisierten Emulsionen nicht stört, wird zwischen die blauregistrierende Emulsion und die quasi orthochromatisch sensibilisierte Emulsion (grün-empfindlich) ein Gelbfilter gegossen. Dieses Filter kann ein gelber Farbstoff sein, der beim Verarbeiten des Films verschwindet oder feinst verteiltes kolloidales Silber in gelbbrauner Farbe, das ebenfalls im Entwicklungsverlauf entfernt wird. Jede Emulsionsschicht enthält zusätzlich eine, an sich farblose, Substanz, die bei der Entwicklung mit einem Derivat des p-Phenylendiamins durch Kupplung mit dem Oxidationsprodukt des Entwicklers die nötige Gegenfarbe zur Emulsionsfarbempfindlichkeit ergibt.

Diese Kupplungskomponenten waren:

- für die **Gelb-Kupplung:** Acetessigester (offene Methylenkette)
- für die **Magenta-Kupplung:** p-Nitrophenylacetonitril (offene Methylenkette)
- für die **Cyan-Kupplung:** Phenole oder 1-Naphtolderivate

In den ersten beiden Fällen resultieren Azomethin-Farbstoffe, im dritten Indoaniline. Viele der heute verwendeten Kuppler stehen in enger Verwandtschaft mit den von **Fischer** aufgezählten Möglichkeiten; unterschiedlich sind heute die Magenta-Kuppler, die vorwiegend von Pyrazolen abgeleitet sind, also cyclische Methylenketten aufweisen.