



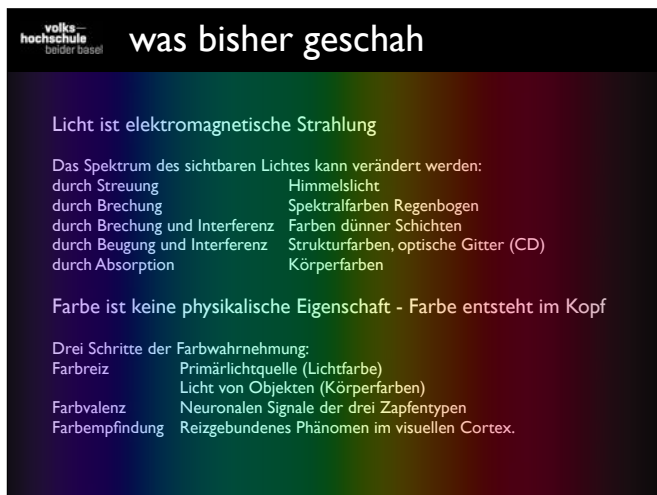
1

2. Vorlesung, 11. März 2021, 18.15-20.00 Uhr  
 VL-Unterlagen auf dem VHSBB Portal: **Kennwort: 292101**  
**Meeting ID: 992 0723 3546**  
**Passcode: 603613**  
[https://unibas.zoom.us/j/99207233546?](https://unibas.zoom.us/j/99207233546?pwd=b2Y5N2pQS0tiTGd2NWRNMtFYtMzNQOT09)  
**pwd=b2Y5N2pQS0tiTGd2NWRNMtFYtMzNQOT09**



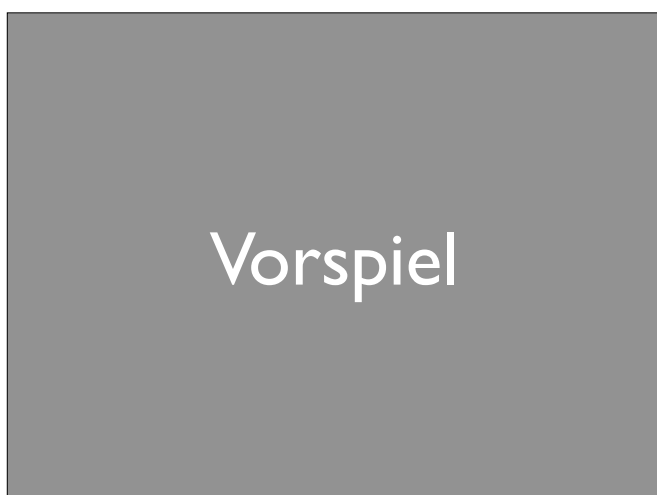
2

Themen der Vorlesung:  
 (1) Licht - Die physikalische Voraussetzung  
 (2) Das menschliche Auge - Die Wahrnehmung von Farbe  
**(3) Farbe in der Malerei - Pigmente und Farbstoffe**  
**(4) Farbe in Fotografie und Film - 'Analoge' Farbwiedergabe**  
 (5) Die Codierung von Farben - Farbmeterik, CIE-, RGB- und andere Farbräume  
 (6) Digitale Bildverarbeitung - Digitale Farbwiedergabe



3

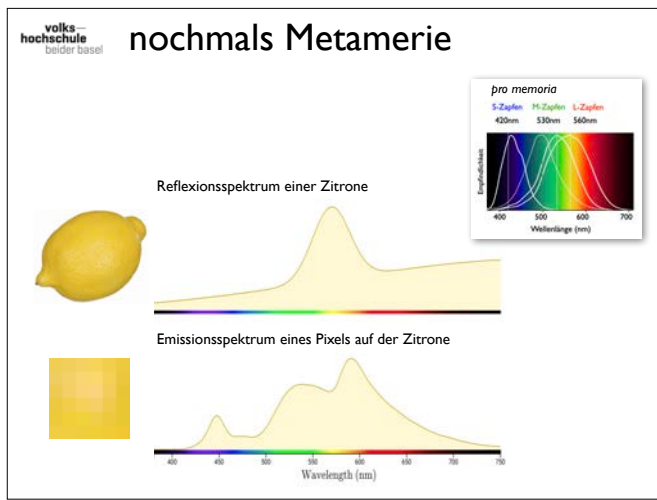
Diese Zusammenfassung findet sich im korrigierten Handout zur 1. Vorlesung



4

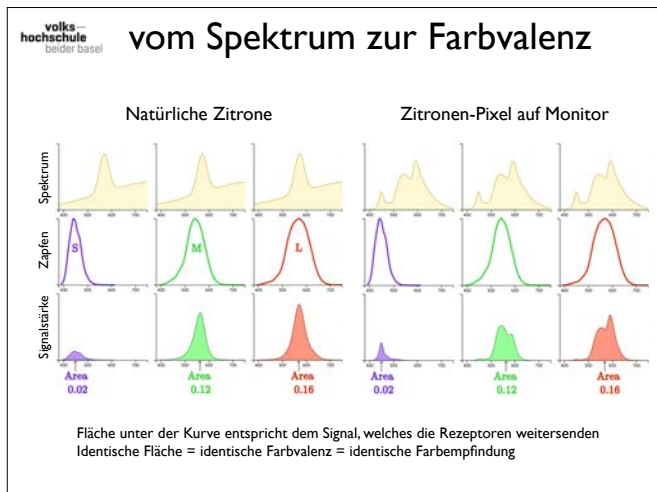
das wichtigste zuerst!

Bevor wir uns mit Farbwiedergabe in irgendeiner Form auseinandersetzen können müssen wir nochmals auf **Metamerie** zu sprechen kommen. Metamerie ist die Fähigkeit des menschlichen Sehvermögens, ganz unterschiedliche Farbreize zu identischen Farbvalenzen zu verarbeiten.



5

Metamerie, das heisst, das Auge macht keine Spektralanalyse des einfallenden Lichts, sondern bewertet nur das Gleichgewicht (oder Ungleichgewicht) der drei Spektrumsanteile, welche von den drei Rezeptoren (L-M-S-Zapfen) aufgenommen werden. Nur dank dieser Fähigkeit können wir zum Beispiel das gemalte, fotografierte oder gedruckte Blau oder das Blau, welches vom Monitor scheint, als das Blau des Himmels erkennen.



6



7

# I. Szene: Farbe in der Malerei

8

Hier geht es vorwiegend um Ultramarin, ein Pigment, wie es in der Malerei zum Einsatz kommt. Und ein bisschen um Purpur, einen Farbstoff, welcher vor allem zum Färben gebraucht wird.

## Russ und Ocker



Ocker-Höhlenmalerei aus Lascaux, Ocker und Russ



Gelber, Roter und Brauner Ocker

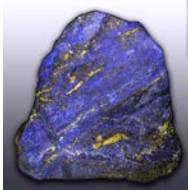
9

**Ocker** (lateinisch ochra, „[gelber] Ocker“, griechisch ὤχρος *ōchrós*, deutsch ‚blass, blassgelb‘) sind Erdfarben, und zwar Gemische aus 5–20 % Brauneisenstein mit Tonmineralen, Quarz und Kalk. Alle Ocker sind in entsprechender Verreibung in jedem Bindemittel einsetzbar. Sie sind als Eisenoxidpigmente absolut lichtecht, wetterbeständig und mit allen anderen Pigmenten verträglich (die nötige Reinheit vorausgesetzt).

**Ruß** besteht ebenfalls aus Kohlenstoff auf **Graphitbasis**. Je reiner der Ruß, desto deutlicher treten die Eigenschaften von Graphit hervor. Lampen- oder Kerzenruß ist stark mit organischen Verbindungen verunreinigt, die die Bildung größerer Graphit-Verbände verhindern.

**Holzkohle** ist ein Gemisch organischer Verbindungen mit 81 % bis 90 % Kohlenstoff, 3 % Wasserstoff, 6 % Sauerstoff, 1 % Stickstoff, 6 % Feuchtigkeit und 1 % bis 2 % Asche und nur unbedeutenden Mengen Schwefel. Holzkohle ist der kohlenstoffhaltige Überrest von der Holzverbrennung bei begrenzter Luftzufuhr.

## Lapis Lazuli – jenseits der Meere



Sar-e-Sang, Afghanistan



Totenmaske von Tutanchamun  
Pharao der 18. Dynastie  
~1332 – 1323 v. Chr.  
(Gold, Lapis Lazuli, Karneol, Obsidian,  
Türkis, Glaspaste)

Lapis Lazuli ist ein metamorphes Gestein, vorwiegend aus Lasurit, Pyrit, Calcit. Das blaue Mineral heisst Lasurit (≠ Lazurit ≠ Azurit) Die daraus gewonnene Farbe heisst (Natürliches) Ultramarin, auch Fra Angelico Blau

10

Natürliches **Ultramarinblau** oder **Fra Angelico Blau** wird aus **Lapislazuli** gewonnen. Seine blaue Farbe erhält das Gestein durch das darin enthaltene **Mineral Lasurit**, ein komplexes schwefelhaltiges Aluminiumsilikat. Lapislazuli in herausragender Qualität – also mit hohem Lasuritanteil – ist nur an einer einzigen Fundstelle (Sar-e-Sang) im Norden Afghanistans zu finden.

Aus dem gemahlene Lapislazuli wird in verschiedenen Reinigungsverfahren das blaue Pigment gewonnen. Insgesamt sind für die Pigmentgewinnung bis zu 49 Arbeitsschritte notwendig, was noch heute den hohen Preis ausmacht. Schon Albrecht Dürer wog das Pigment mit Gold auf. Aufgrund seiner Kostbarkeit konnte es in der Malerei nur sparsam eingesetzt werden und kam vor allem bei bildlichen Darstellungen von Jesus Christus oder der Jungfrau Maria zu Einsatz. Außerdem wurde es in der Buchmalerei verwendet.

## Ultramarin - die teuerste Farbe



Das Jüngste Gericht,  
Stundenbuch des Herzogs von  
Berry, 1412–1416



Grablegung Christi, 1500/1501  
Michelangelo Buonarroti (1475–1564)

11

Das Bild zeigt den Leichnam Christi, der rechts und links von den **Heiligen Johannes** der Evangelist und **Nikodemus** flankiert wird. Gestützt wird er durch den unfertigen **Joseph von Arimathäa**. Rechts neben Nikodemus sieht man **Maria Magdalena** und links im **Vordergrund eine unbekannte Heilige**, die als Maria Salome identifiziert werden könnte. Rechts im Vordergrund, nur in Umrissen zu erkennen, befindet sich die **Jungfrau Maria**.

Many of the unfinished parts of the painting, such as the cloak of the missing Virgin, would have required quantities of the expensive blue pigment ultramarine made from powdered lapis lazuli. If this was in short supply, it could be that this would have held up completion of the painting, which may explain why it was unfinished.[8] However, even if this were so, it would not explain why the artist could not have completed the many other parts of the painting that did not require any blue

**Titian** made dramatic use of ultramarine in the sky and draperies of Bacchus and Ariadne (1520–23).

## die aufregende Farbe



vor der Restauration

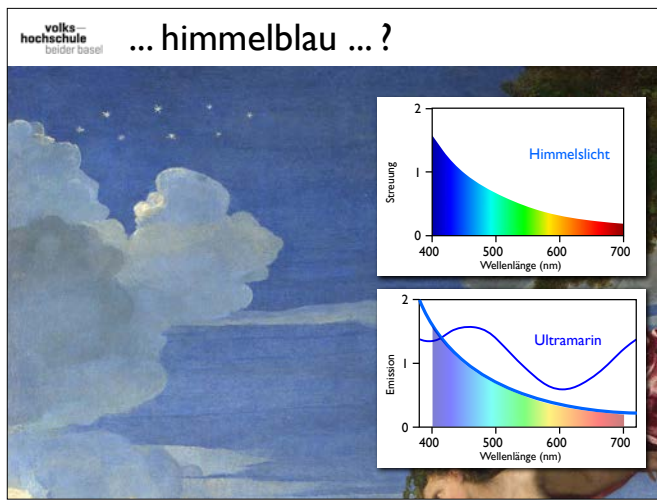


Bacchus und Ariadne, 1522/1523  
Tizian (Tiziano Vecelli or Vecellio) (1488/90 – 1576)  
restauriert 1967/1968

12

The canvas on which Bacchus and Ariadne is painted was rolled up twice in the first century of its existence, which had consequences for the painting. From the turn of the 19th century onwards it was frequently being restored to stop paint from flaking off, with the most controversial restoration being that carried out at the National Gallery between 1967 and 1968. This greatly brightened the surface of the painting, and came as something of a shock to many viewers, used to a heavy varnish finish. When discoloured varnish lying directly on top of the paint surface was removed, some of the paint itself came off as well and repainting was necessary. This has caused some critics to note that the expanse of blue sky on the left-hand side, one of the worst-affected areas of the painting, appears flat and pallid. It has also been argued that the removal of the varnish has left the painting tonally out of balance, since Titian is likely to have added some subtle glazes to the paint surface in order to tone down some of the more jarring colors. The National Gallery maintains that this was an unavoidable loss, because the accrued layers of later varnish had turned the painting brown and sludgy and had to be removed. More recent examination has confirmed that the paint remains largely original.





13

Gottseidank können wir Metamerie ...

volks-  
hochschule  
beider basel

## synthetisches Blau

1877  
synthetisches Ultramarin

1706 erste Synthese durch  
Johann Jacob Diesbach

1708 Bekanntmachung

1709 Name "Preussisch Blau"  
→ "Berlinisch Blau"

1710 erste Publikation zum  
Berliner Blau "Notitia  
Coerulei Berolinensis  
nuper inventi"

1706  
als Ersatz für Ultramarin: Berliner Blau

Berliner oder Preußisch Blau

RGB (r, g, b) (0, 49, 85)

COOL ← BLUES → WARM

Ultramarine Cobalt Cerulean Manganese Prussian Thalo

14

**Ultramarin:** 1836 begann Johannes Zeltner aus unternehmerischem Interesse, das von Thomas Leykauf und Friedrich Wilhelm Heyne entwickelte Verfahren zur Erzeugung von Ultramarin zu fördern. 1838 errichtete er an der heutigen Zeltnerstraße in Nürnberg die erste Ultramarinfabrik in Bayern, die Nürnberger Ultramarinfabrik. Zeltner meldete am 2. Juli 1877 sein Verfahren zur Herstellung einer rothen Ultramarinfarbe zum Patent an. Dies war das erste Patent in Deutschland überhaupt. Die jährliche Weltproduktion an synthetischem, reinblauem Ultramarin beträgt heute über 20'000 Tonnen.

**Berliner Blau:** Prussian blue  $Fe_7(CN)_{18}$  (also  $Fe_4[Fe(CN)_6]_3 \cdot xH_2O$ ) was probably synthesized for the first time by the paint maker Diesbach in Berlin around 1706. Bei der Methode nach Diesbach werden Cochenilleschildläuse in Alaun und Eisensulfat gekocht. Anschließend wird das Pigment mit „Dippels Tieröl“ ausgefällt. 1756 bis 1799 Gründung von elf Berliner-Blau-Fabriken in Deutschland  
Berliner Blau gilt als das erste moderne Pigment, das in dieser Form nicht in der Natur vorkommt. Einer der Hauptbestandteile, das Kaliumhexacyanidoferrat(II), kommt dagegen als seltenes Mineral Kafehydrocyanit vor.

volks-  
hochschule  
beider basel

## ... bis monochrome bleu

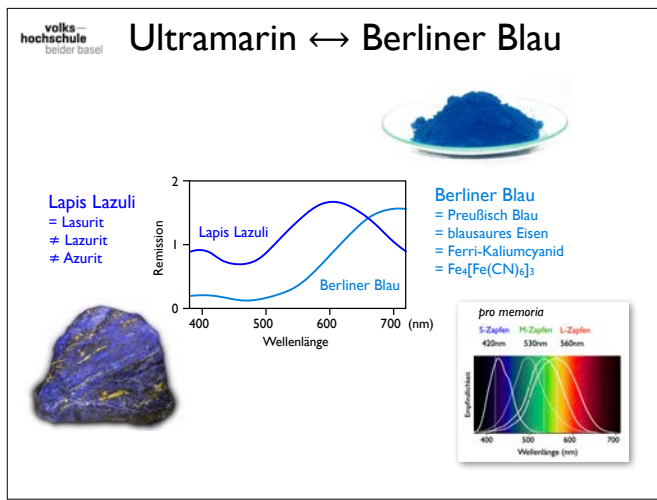
Monochrome bleu sans titre (IKB 316), ~1959  
Yves Klein (1928 - 1962)

Monochrome l'accord bleu, 1960  
Yves Klein (1928 - 1962)

Sculpture aérostatique,  
action de Yves Klein  
reproduite à Paris en 2007

15

L'International Klein Blue (IKB) est un procédé déposé le 19 mai 1960 à l'Institut national de la propriété industrielle (INPI), sous l'enveloppe Soleau no 63471 par l'artiste plasticien Yves Klein<sup>1</sup>. Il associe le **bleu outremer synthétique** à un liant choisi avec l'aide du marchand de couleurs Édouard Adam.



16

**Absorption im Blau tief, Remission hoch**, deshalb sehen wir Blau.

Fällt in vorwiegend in den Absorptionsbereich der S-Zapfen, ganz wenig auch der M- und L-Zapfen. Die Absorptionsspektren aller 3 Zapfen erstrecken sich praktisch über das ganze Spektrum (Data: AnM54184-Lapispigment spectrum.png & Berlinerblau spectrum.png)



17

Links: Giovanni Antonio Canaletto, Markusplatz in Venedig, 1723-1724

Rechts: Grablegung Christi von Pieter van der Werff aus dem Jahr 1709

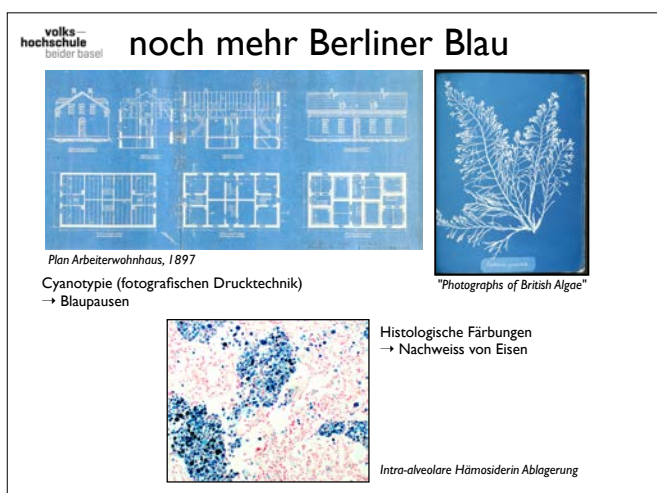
Maler am preußischen Hof, in Rotterdam und Paris verwendeten Berliner Blau bereits 1710 im großen Umfang. Das Gemälde Die Grablegung Christi von Pieter van der Werff aus dem Jahr 1709 gilt als das älteste Gemälde, bei dem Berliner Blau verwendet wurde.



18

Katsushika Hokusai, Grosse Welle, 1830-1832

Die Farbe wurde in der späten Edo-Zeit im japanischen Farbholzschnitt beliebt. Bekannt ist vor allem das von Katsushika Hokusai geschaffene Werk Die große Welle vor Kanagawa.



19

Bei der fotografischen Drucktechnik der **Cyanotypie** entsteht als Pigment unter UV-Licht aus grünem Ammoniumeisen(III)-citrat und Kaliumhexacyanidoferrat(III) Berliner Blau. Das Verfahren wurde bis ins 20. Jahrhundert als einfaches Verfahren verwendet, um Kopien von technischen Zeichnungen zu erstellen, die als Blaupausen bezeichnet werden. Die Technik der Blaupause wurde 1842 entdeckt. Eine erste Anwendung fand die Technik in dem Buch "Photographs of British Algae": Cyanotype Impressions von Anna Atkins (1844).

volks-  
hochschule  
beider basel

## Purpur



Purpurschnecken (*Hexaplex trunculus*)

Brandhorn  
*Bolinus brandaris*

Purpurschnecke  
*Hexaplex Trunculus*  
Tyrianisches Purpur

Rotmund-Leistenschnecke  
*Thais haemastoma*

*The Discovery of Purple (1638/1638)*  
Theodoor van Thulden


20

Purpur (lateinisch *purpura*, altgriechisch πορφύρα *porphyra* (Purpurschnecke) ist ein Purpurfarbstoff, der aus den im Mittelmeer lebenden Purpurschnecken (bevorzugt *Hexaplex trunculus*) gewonnen wurde. Auch seine leuchtstarke Farbe (Purpurrot) wird Purpur genannt. Chemisch handelt es sich um 6,6'-Dibromindigo, das dem Indigo eng verwandt ist. Die Struktur des Purpur wurde 1909 von Paul Friedländer als Dibromindigo bestimmt. Der Farbstoff 6,6'-Dibromindigo wurde erstmals 1903 chemisch synthetisiert.

Der Legende nach soll der mit dem phönizischen Melkart gleichgesetzte Herakles einst einer Nymphe namens Tyros nachgestellt haben. Als der Hund des Herakles in eine auf einer Klippe am Meer sitzende Purpurschnecke biss und seine Leffen sich mit einem schönen Rot färbten, erklärte die Nymphe, Herakles erst wieder empfangen zu wollen, wenn er ihr ein Kleid mit dieser Farbe verschafft habe.

volks-  
hochschule  
beider basel

## Purpur statt Ultramarin



*Madonna glykophilousa, 1457*  
Kreta oder Venedig

*Heilige Jungfrau, 1640/1650*  
Sassetto (Giovanni Battista Savi) (1609–1685)

21

Links:

[Creta\\_o\\_venezia,\\_madonna\\_glykophilousa,\\_1457.jpg](#)  
Ihr Umhang ist mit tyrrhenischem Purpur gefärbt ...  
und gemalt

Rechts: Sassetto's depiction of the Blessed Virgin Mary, c. 1654.

Her blue cloak is painted in ultramarine.

volks-  
hochschule  
beider basel

## Kardinäle und Königinnen



*Cardinal de Richelieu (1633/1640)*  
Phillippe de Champaigne

*Queen Elizabeth I (1536)*  
Steven van der Meulen

22

Links: [Cardinal\\_de\\_Richelieu.jpg](#)

Greßi vu däre Vorschau: 403 × 600 Pixel. Wyteri  
Ufflösig: 161 × 240 Pixel | 322 × 480 Pixel | 516 ×  
768 Pixel | 688 × 1.024 Pixel | 2.483 × 3.696 Pixel.  
(Wikipedia, alemannisch) ---- aaaahhhh

Rechts: [Queen Elisabeth I Hampden Portrait 1563.png](#)



## von Purpur zu Karmin



Der heutige sogenannte „Kardinalspurpur“ ist in Wahrheit rein rot, während die Farbe der Bischöfe ein Violett aus dem Purpurbereich ist.



23

Der heutige sogenannte **Kardinalspurpur** ist in Wahrheit rein rot, während die Farbe der Bischöfe ein Violett aus dem Purpurbereich ist.

**Karmin** (echtes Karmin, Cochenille, Koschenille) ist ein aus Cochenilleschildläusen gewonnener roter Farbstoff, dessen Hauptbestandteil die Karminsäure ist. Für die intensiv rote Farbe von **Campari** wurde lange der aus Cochenilleschildläusen gewonnene natürliche Lebensmittelfarbstoff Karmin (E 120) verwendet.

Der Farbstoff ist verwandt mit **Kermes** (unechtes Karmin), das aus Schildläusen aus dem Mittelmeerraum gewonnen wird, dem Lac Dye aus der indischen Lackschildlaus, der Polnischen Cochenille (auch Wurzelkermes oder Johannisblut) aus der Polnischen Karminschildlaus Porphyrophora polonica und der Armenischen Cochenille aus der Schildlaus Porphyrophora hameli. Mitunter wird der Begriff Karmin für alle aus Schildläusen gewonnenen Farbstoffe verwendet.

24

Unter dem Stichwort findet sich nicht nur die additive und subtraktive Farbmischung sondern auch die sogenannte integrierte.

## 2. Szene: Farbmischung

25

Die integrierte Farbmischung ist nur der Vollständigkeit halbe hier erwähnt. Diese Form der Farbmischung ist nicht Thema dieser VL, sie wird höchstens nochmals erwähnt im Zusammenhang mit Farbsystemen.

## integrierte Farbmischung

physikalische Mischung  
betrifft Mischung von Deckfarben  
→ Malerei und Grafik

8 notwendige Grundfarben



Farbkörper nach Harald Küppers

weiss  
gelb  
magenta  
cyan  
rot  
grün  
blau  
schwarz



Basisschema nach Harald Küppers



## additive Farbmischung

26

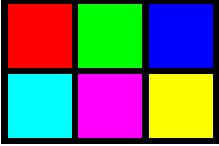
3 notwendige Grundfarben

physiologische Mischung  
betrifft Mischung von Licht  
→ Fotografie und Film



Rotes + blaues Licht = magentafarbenes Licht  
Grünes + rotes Licht = gelbes Licht  
Blaues + grünes Licht = cyanfarbenes Licht  
Rotes + grünes + blaues Licht = weisses Licht

R G B



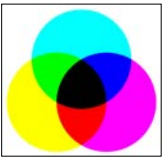
Weisses - rotes Licht = cyanfarbenes Licht  
Weisses - grünes Licht = magentafarbenes Licht  
Weisses - blaues Licht = gelbes Licht

## subtraktive Farbmischung

27

3 notwendige Grundfarben

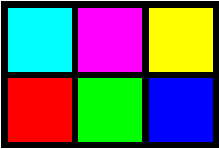
physikalische Mischung  
betrifft Absorption von Licht  
→ Foto, Film und Farbdruk



Cyan + magenta gedruckt = blau  
Magenta + gelb gedruckt = rot  
Gelb + cyan gedruckt = grün  
Cyan + magenta + gelb gedruckt = schwarz<sup>\*)</sup>

<sup>\*)</sup> theoretisch, in der Praxis wird schwarz (K) dazu gedruckt

C M Y

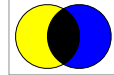
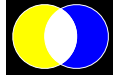
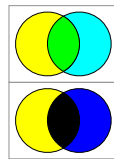
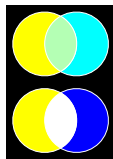
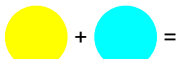
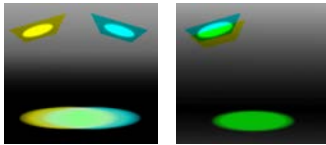


Rot = Gegenfarbe zu cyan  
Grün = Gegenfarbe zu magenta  
Blau = Gegenfarbe zu gelb

## additive ↔ subtraktive Mischung

28

was addiert wird sind... Lichter transparente Folien



bezüglich Licht ist das...

additiv

subtraktiv

Folien entsprechen Absorptionen

<http://www.huevaluechroma.com/> - The Dimensions of Color by David Briggs

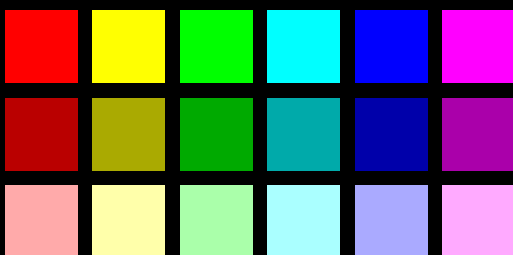
In Boolean Algebra ausgedrückt:

additiv = Vereinigungsmenge OR:  $Y \cup C = \text{hellgelb}$ ,  $Y \cup B = \text{weiss}$

subtraktiv = Schnittmenge AND:  $Y \cap C = \text{grün}$ ,  $Y \cap B = \text{schwarz}$

## wie kommt die Farbe ins Bild?

29



... bzw. auf 's Papier?

Hier geht es um subtraktive Farbmischung, d.h. wir schauen uns an, wie Farben im Druck wiedergegeben werden.

## 3. Szene: Farbe im Druck

**Jakob Christoph Le Blon** (1667 - 1741) war ein Maler und Kupferstecher, der den Drei- und Vierfarbdruck erfand.

1725 veröffentlichte Le Blon seine Schrift *Coloritto: Or the Harmony of Colouring in Painting*. Darin stellte er die These auf, dass **alle Farben inklusive Schwarz aus drei „Grund“-Farben – Rot, Gelb und Blau – gemischt** werden können. 1727 wurde Le Blon wiederum das exklusive Recht auf die Anwendung seiner Dreifarben-Theorie bei der Herstellung von bedruckten Stofftapeten eingeräumt. 1737 räumte Ludwig XV. Le Blon das exklusive Recht zur Herstellung farbiger Reproduktionsdrucke ein. Seine dem Farbdruckverfahren angepassten **Mezzotinto-Drucke** waren in Frankreich sehr gesucht. Die Reproduktionsdrucke wurden zunächst aus drei Platten aufgebaut (rot, gelb und blau), später noch eine schwarze und gelegentlich gar weiße Platte hinzugefügt. Schon um die Mitte des 19. Jh. war das Druckverfahren von Le Blon in Vergessenheit geraten, seine Farbtheorie bildete dennoch die Grundlage moderner Drucktechniken.

### Drei- und Vierfarbendruck, 1719

Jakob Christoph Le Blon:  
Erfinder des Drei- und  
Vierfarbendruckes.

Mezzotinto-Druck  
(= Tiefdruckverfahren)

Grundfarben Blau-Gelb-Rot



Kardinal André-Hercule de Fleury im  
Vierfarbdruck von 1738 (separiert)

4 états ou épreuves intermédiaires  
(C, Y, M, B) pour une gravure en  
couleurs du cardinal Fleury par  
Jacob Christoph Le Blon d'après  
Hyacinthe Rigaud.

**Alois Senefelder** (1771–1834) ist der Erfinder der **Lithographie**. Außerdem war er Theaterschriftsteller, Sänger, Musiker und Komponist. Solnhofener Plattenkalk (Oberjura), ein ausgesprochen feinkörniger Kalkstein eignete sich gut als Grundlage für das Druckverfahren. Senefelder zeichnete zunächst auf die plangeschliffene Steinplatte mit fetthaltiger Tusche oder Kreide seitenverkehrt die zu druckenden Partien, wodurch diese Stellen wasserabweisend wurden. Danach befeuchtete er die Druckform mit einer wässrigen Lösung aus Gummiarabikum und verdünnter Salpetersäure, was bewirkte, dass die nicht beschrifteten Stellen Wasser hielten und so

### Lithografie, 1796/98

Alois Senefelder:  
Erfinder der Lithografie



Kreidelithografie von Honoré Daumier. Erschienen im *Le Charivari*  
Nr. 20, 1838



Lithografie von Senefelder, aus  
"Specimens of Polyautography,  
Consisting of Impressions Taken  
from Original Drawings (Made on  
Stone) Purposely for This Work",  
1803


fettabweisend wurden. Die im dritten Arbeitsgang mit einer Rolle aufgebrauchte fettthaltige Druckfarbe haftete nur noch an den wasserabweisenden Partien. Schließlich wurde ein Bogen Papier auf den Stein gelegt und die Druckfarbe durch kräftiges Aufpressen übertragen.

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/45/Daumier-Charivari\\_No\\_20.jpg/1572px-Daumier-Charivari\\_No\\_20.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/45/Daumier-Charivari_No_20.jpg/1572px-Daumier-Charivari_No_20.jpg)


volks-hochschule beider basel

## Chromolithografie, 1837

Godefroy Engelmann:  
Erfinder der Farblithografie (Chromolithografie)



Zigarrenkisten-Deckelbild, Innenseite, Chromolithografie um 1900



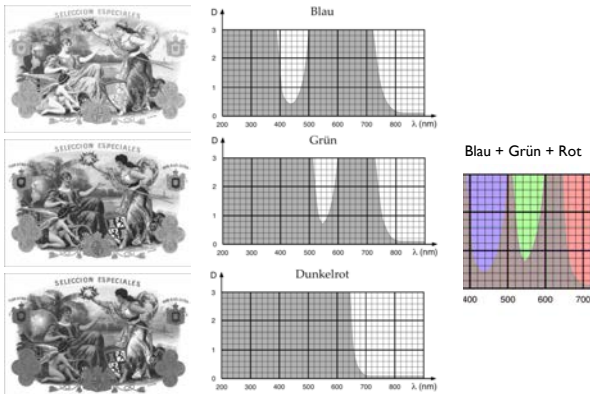
Farbauszug mit Passkreuzen  
Chromolithografie, Vorlage für Platte "Braun" mit Passkreuzen

33

**Godefroy Engelmann** (oder Gottfried Engelmann; 1788 - 1839) war ein französischer Lithograf. Engelmann ließ 1837 sein Verfahren der **Chromolithografie** patentieren, das es erlaubte, hoch aufgelöste und detaillierte bunte Illustrationen und Plakate zu drucken. Es zeichnete sich gegenüber dem bereits bestehenden Verfahren farbiger Lithografie dadurch aus, dass er das Bild analytisch in die Grundfarben zerlegte und so den Druck **theoretisch mit nur vier Platten** ausführen konnte. Dennoch wurden auch später **Farblithographien mit bis zu 21 Platten gedruckt**. Das Verfahren wurde bis in die 1930er Jahre von zahlreichen Verlagen genutzt.

volks-hochschule beider basel

## Auszugsfilter



Blau

Grün

Dunkelrot

Blau + Grün + Rot

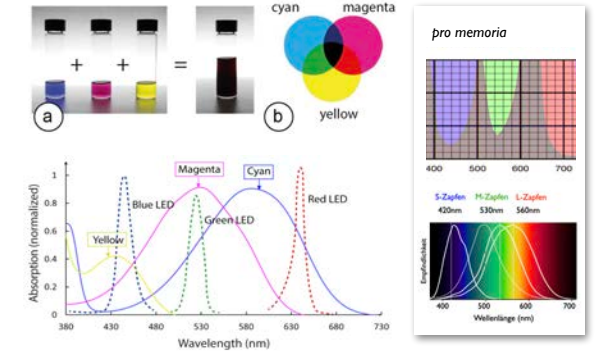
34

Auszugsfilter sind schmale Band- oder Kantenfilter, welche benötigt werden um drei Negative, bzw. drei Clichés herzustellen.

Der blaue Auszug wird yellow (=minus blau) gedruckt  
Der grüne Auszug wird magenta (=minus grün) gedruckt  
Der rote Auszug wird cyan (=minus rot) gedruckt

volks-hochschule beider basel

## Druckfarben (Vollfarben)



pro memoria

S-Zapfen 420nm  
M-Zapfen 530nm  
L-Zapfen 560nm

35

Beachte Unterschiede zwischen Maxima der Druckfarben und Minima der Auszugsfilter...  
... und Maxima der Augenempfindlichkeit

volks-  
hochschule  
beider basel

# Halbton

Hochdruck Flachdruck  
Tiefdruck Durchdruck

Beispiele für Schraffuren

Drucktechniken

Hochdruck	Tiefdruck	Flachdruck	Durchdruck
Holzschnitt Holzstich Linolschnitt Stempel	Radierung Aquatinta Vernis Mou Kaltnadel Kupferstich	Lithografie Algrafie Zinkografie Offsetdruck	Siebdruck (Serigrafie) Monotypie

36

Flachdruck-Verfahren können keine echten Halbtöne wie der Tiefdruck darstellen. Vor der Erfindung des Druckrasters konnten **Halbtöne nur mit manuellen Techniken** erzeugt werden.

volks-  
hochschule  
beider basel

# Druckraster

100% 90% 80% 70% 60% 50% 40% 30% 20% 10% 0%

Glasgravurraster

Winklung

37

**Georg Meisenbach** (1841–1912) war ein deutscher Kupferstecher, Grafiker und Unternehmer. Er gilt als Erfinder des **Glasgravurrasters** und der **Autotypie**. 1883 erschien das erste gerasterte Foto in einer deutschen Zeitung, in der Illustrierten Zeitung. Ein **Glasgravurraster** dient zum Zerlegen von Halbtönen auf fotografischem Wege in druckbare Rasterpunkte und wurde 1881 von Georg Meisenbach erfunden. In der Drucktechnik ist **prinzipiell nur** möglich, einen **Vollton** zu drucken. Bei allen Zwischen- oder sogenannten **Halbtönen** wird das menschliche Auge getäuscht, indem der Vollton in größere oder kleinere Punkte zerlegt, also aufgerastert wird. Dieser Effekt wird fotografisch durch das Vorschalten eines Glasgravurrasters erzielt. In zwei runde Glasscheiben werden eng nebeneinander liegende dünne parallele Linien mit einem Diamant eingeritzt und mit Asphalt geschwärzt. Die beiden Glasplatten werden anschließend rechtwinklig zueinander zusammengekittet, so dass winzige quadratische Fenster entstehen.

volks-  
hochschule  
beider basel

# von CMY zu CMYK

Unbuntbau

- spart Farbe
- trocknet schneller
- scharfe Konturen bei Passungenauigkeiten

CMYK-Boxen: Cyan, Magenta, Yellow, Black

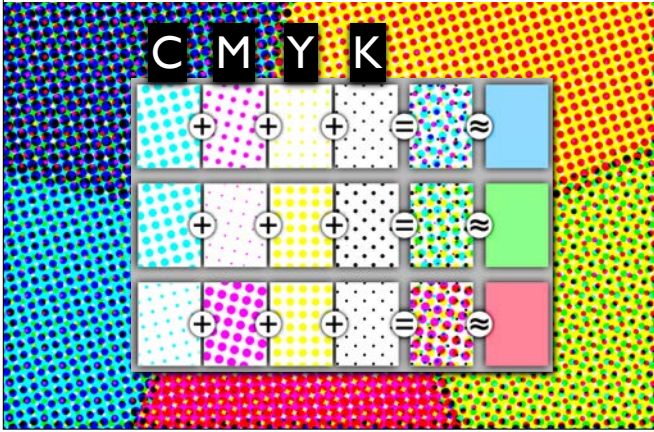
38

Beim **Unbuntbau (Grey Component Replacement, GCR)** werden in farbigen und neutralen Bereichen gleiche Anteile der drei Primärfarben Cyan, Magenta und Yellow entfernt, bis eine der drei Grundfarben verschwindet. Die Menge der verschwundenen Farbe wird durch Schwarz ersetzt. Der Unbuntbau bringt die gesättigten, dunklen Farben besser zu Geltung als die Unterfarbentfernung. Da die neutralen grauen Flächen fast nur noch aus Schwarz aufgebaut werden, ist die Graubalance stabiler – darum tendiert der Unbuntbau weniger zu Farbstichen. GCR wird bevorzugt, wenn das Papier nicht sehr viel Farbe aufnehmen kann und sehr schnell trocknen soll.



## Vierfarbendruck

39



Printing black by overlaying cyan, yellow and magenta ink in offset printing has three major problems. First, coloured ink is expensive. Replacing coloured ink by black ink – which is primarily carbon – makes economic sense. Second, printing three ink layers causes the printed paper to become quite wet. If three inks can be replaced by one, the ink will dry more quickly, the press can be run faster, and the job will be less expensive. Third, if black is printed by combining three inks, and mechanical tolerances cause the three inks to be printed slightly out of register, then black edges will suffer coloured tinges. Vision is most demanding of spatial detail in black and white areas. Printing black with a single ink minimizes the visibility of registration errors. (Skript zur Vorlesung Farbphotographie, Institut für Medienwissenschaften, Universität Basel, Abteilung für Bild und Medientechnologie, WS 2001/02, Regula Anklin-Mühlemann, PD Dr. R. Gschwind)

## CMYK - Bild

40



## CMYK Kanäle

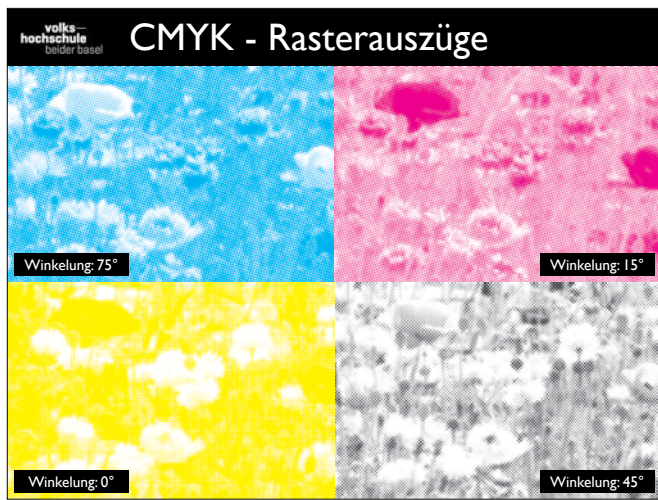
41



### Farbkanäle in Photoshop

Zur Darstellung/zum Kopieren in Farbe: Löschen der jeweils anderen Kanäle





42

### Farbkanäle in Photoshop

Photoshop: Filter > Pixelate > Color Halftone

Default:

Max. Radius 16 (Pixels)

#### Winkelung

Channel 1: 75°

Channel 2: 15°

Channel 3: 0°

Channel 4: 45°

Zur Darstellung/zum Kopieren in Farbe: Löschen der jeweils anderen Kanäle



43

Photoshop: Filter > Pixelate > Color Halftone

Max. Radius 16 (Pixels)

Channel 1: 75°

Channel 2: 15°

Channel 3: 0°

Channel 4: 45°

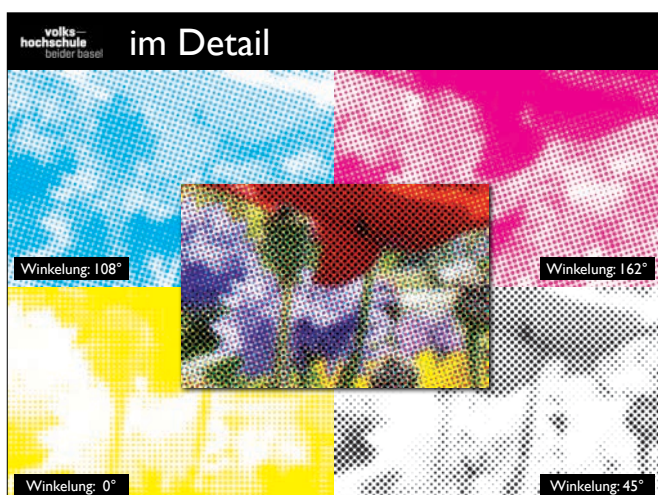


44

**Je kleiner die Rasterweite** (je feiner der Raster), desto weniger verschiedene Punktgrößen, d.h. Halbtöne können generiert werden → **kleine Dynamik der Tonwerte, aber gute Auflösung.**

**Je grösser die Rasterweite** (je gröber der Raster), desto mehr verschiedene Punktgrößen, d.h. Halbtöne können generiert werden → **grosse Dynamik der Tonwerte, aber schlechte Auflösung.**

Photoshop: Filter > Pixelate > Color Halftone



45

Photoshop: Filter > Pixelate > Color Halftone

Default:

Max. Radius 8 (Pixels)

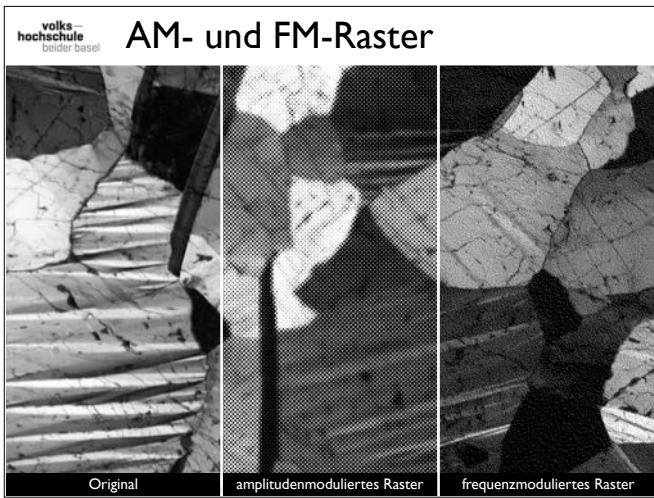
Channel 1: 108°

Channel 2: 162°

Channel 3: 90°

Channel 4: 45°

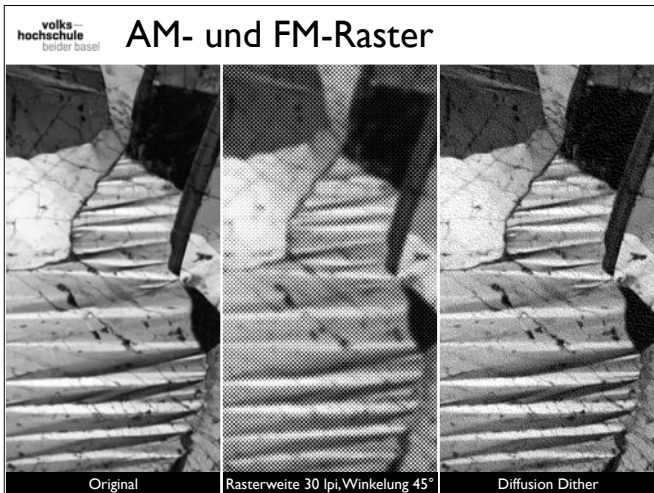




46

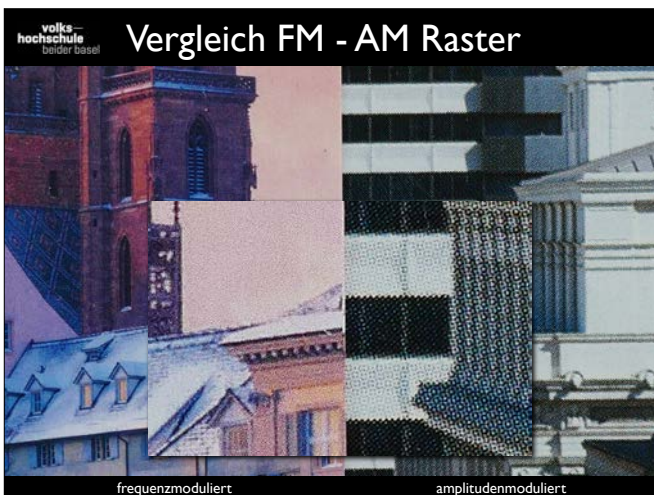
Der Druckerpunkt druckt immer in der **Vollfarbe**, **Halbtöne** entstehen:

- durch Änderung der Grösse des Druckerpunktes (**amplitudenmoduliert**) bei fixem Abstand (Raster)
- durch (stochastische) Änderung des Abstandes (**frequenzmoduliert**) bei fixer Punktgrösse



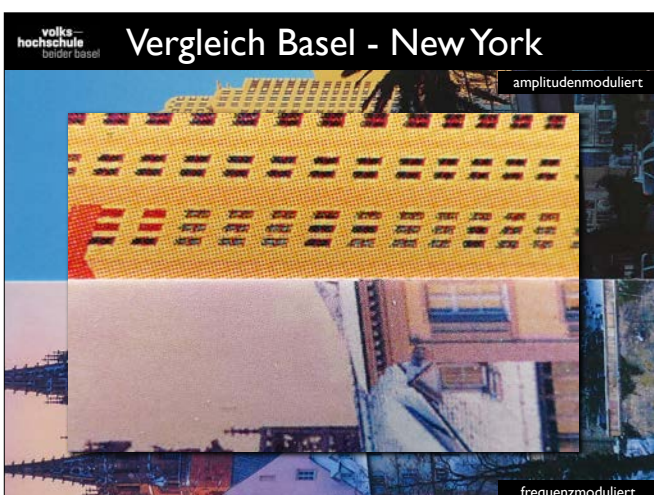
47

von links nach rechts:  
Original Halbtone, AM-gerastert, FM-gerastert



48

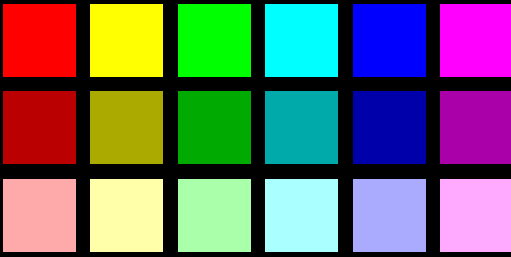
FM: Buchzeichen von Bider  
AM: Postkarte von Sehnsuchtskalender



49

FM: Buchzeichen von Bider  
AM: Postkarte von Sehnsuchtskalender

# wie kommt die Farbe ins Bild?

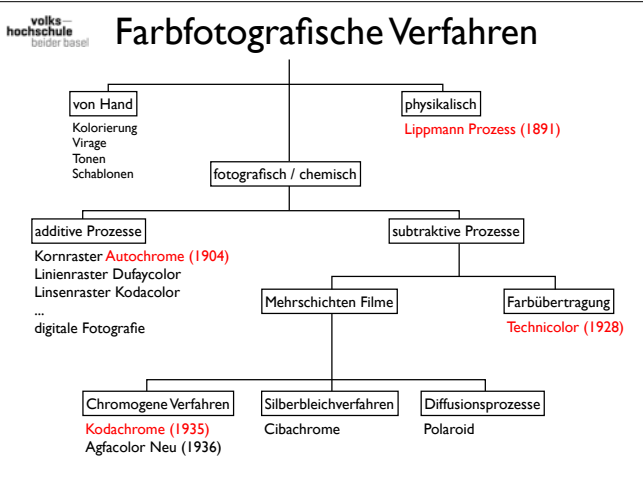


... bzw. in oder auf den Film?

## 4. Szene: Farbe in der Fotografie

Der Begriff "**direkte Verfahren**" meint Verfahren, bei denen Farben "direkt", oder von Hand, in die Fotografie eingetragen werden. Dabei kann auch ein beträchtlicher technischer Aufwand betrieben werden. Deswegen hier umbenannt in → "**von Hand**". Der Begriff "**indirekte Verfahren**" meint Verfahren, bei denen Farben nicht "direkt", d.h. von Hand, in die Fotografie eingetragen werden, sondern "technisch" bzw. "chemisch", ohne menschliches Zutun, im Film oder Papier entwickelt werden bzw. auf Film oder Papier gedruckt werden. Deswegen hier umbenannt in → "**technisch / chemisch**".

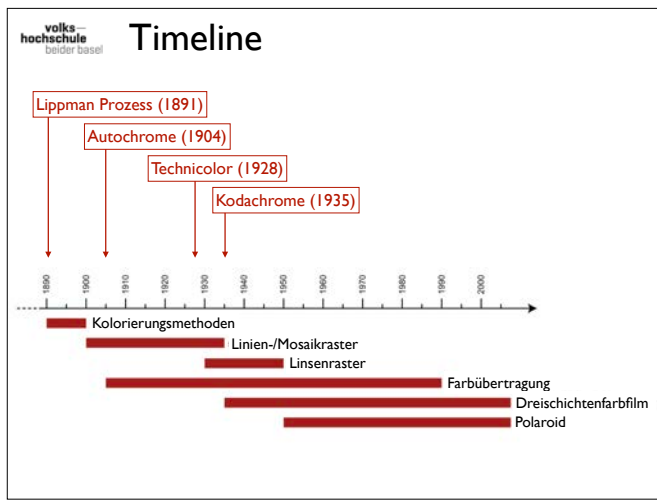
ungefähr nach  
**A Short History and Concepts of Color Photography**  
Annette Roulier, Imaging and Media Lab, Basel, 2008  
entstanden im Rahmen von nicephor[e] (Programm des Swiss Virtual Campus)  
e-learning course in scientific and forensic photography  
**Achtung:** gegenüber der ersten Version ist hier einiges umbenannt



Grundsätzliche Verfahren, längst nicht alle. Abgedunkelt sind die Verfahren, auf welche hier nicht eingegangen wird.

wie kommt die Farbe in den Film?		
<b>Kolorierung</b> hier wird die Farbe auf ein Halbton Bild aufgemalt 	<b>Lippmann</b> die reine Physik - frei von Chemie: Farben ohne Farbstoff 	<b>Autochrome</b> "ich bin allhier!" - die Farbe ist schon vor dem Belichten da 
<b>Kodachrome</b> hier wird die Farbe beim Entwickeln hineindiffundiert (...mit Musikbegleitung) 	<b>Agfacolor Neu</b> hier wird die Farbe beim Entwickeln synthetisiert - und sitzt fest. 	<b>Ektachrome</b> hier wird die Farbe beim Entwickeln synthetisiert - und bleibt eingesperrt 
<b>Technicolor</b> Dye Transfer: hier wird die Farbe auf einen blanken Träger übertragen 	<b>Polaroid</b> hier diffundiert die Farbe durch den belichteten Film auf's Papier 	<b>Cibachrome</b> hier ist die Frage eher: wie kommt die Farbe aus dem Bild heraus? 



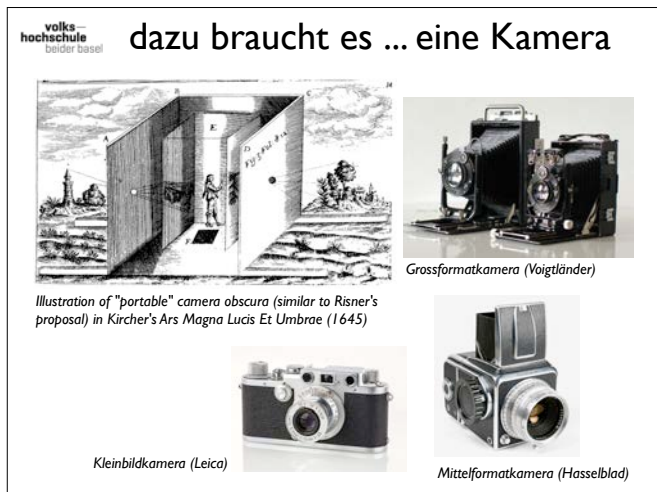


54

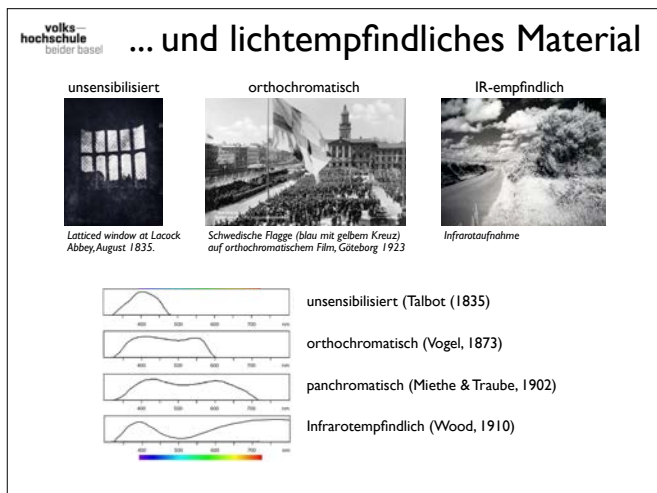
ungefähr nach:

## A Short History and Concepts of Color Photography

Annette Roulier, Imaging and Media Lab, Basel, 2008  
entstanden im Rahmen von nicephor[e] (Programm  
des Swiss Virtual Campus)  
e-learning course in scientific and forensic  
photography



55



56

Die **orthochromatische Sensibilisierung** (= isochromatische Sensibilisierung) des

Negativmaterials gelang erstmals **Hermann Wilhelm Vogel 1873**; hierbei wurde das Aufnahmematerial neben Blau auch für die Grün- und Gelbanteile des Lichts sensibilisiert.

Vogel benutzte als optische Sensibilisatoren, d. h. als Stoffe, die das Silberbromid gelb-, resp.

rotempfindlich machen, im Licht leicht verschiedene organische Farbstoffe wie Fuchsin, Cyanine, Eosin etc.; dadurch gelang es ihm, die Silberhalogenide auch für langwelligeres grünes und rotes Licht zu sensibilisieren. Vogels **orthochromatische Sensibilisierung** wurde 1902 durch **Adolf Miethe**

und **Arthur Traube** weiter verbessert; mit der so genannten panchromatischen Sensibilisierung wurde erstmals eine vollständige Tonwertrichtigkeit bei der Umsetzung von Farben in Graustufen erzielt.

Die **panchromatische Sensibilisierung** bildet die Grundlage für jede Farbfotografie.

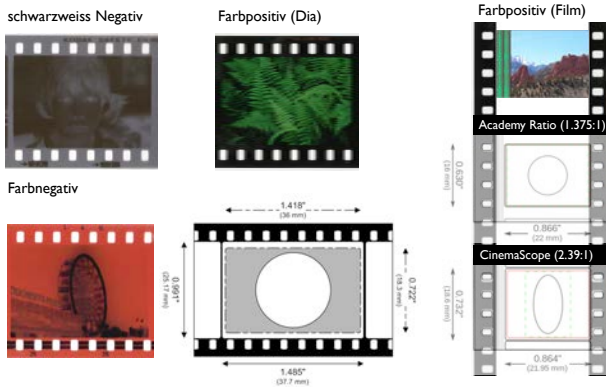
## von der Fotoplatte...



57

Als Fotoplatte bezeichnet man eine **mit einer Fotoemulsion beschichtete Platte aus Metall oder Glas**. Beispiele für Metallplattenverfahren sind die Heliografie nach Niépce, die Daguerreotypie sowie die Heliogravüre.

## ... zum 35mm Film



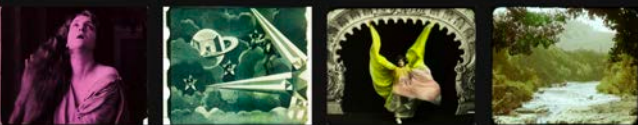
58

**35-mm-Film** (auch Normalfilm) ist ein Filmformat, bei dem der Filmstreifen 35 mm breit ist. Er wurde ursprünglich von **George Eastman** für die Aufzeichnung von Bewegtbildern (Kinofilme) entwickelt (**ab ca. 1889**). Erst später wurde er auch in der Stehbildfotografie als Kleinbildfilm (KB-Film, 135er) verwendet. In beiden Bereichen wurde er zum meistgenutzten Filmformat.

59

# 5. Szene: Farbe von Hand

## farbige Filme



Virage  
(tinting)

ganzer Film wird in  
Färbädern eingefärbt

Tonen  
(toning)

Bildsilber wird  
chemisch in farbige  
anorganische  
Verbindungen überführt

Handkolorierung  
(hand coloring)

Film wird Bild per Bild  
von Hand koloriert

Schablonen-  
kolorierung  
(stencil coloring)

Farben werden durch  
Schablonen auf den  
Film gedruckt

60

Quelle: <https://filmcolors.org/>

volks-  
hochschule  
beider basel

## Virage (engl. tinting, frz. tintage)



Das Cabinet des Dr. Caligari, 1920

61

Beim der **Virage** (engl. tinting, frz.: tintage) werden Teile einer Schwarzweißkopie in Bäder mit organischen Farbstoffen gelegt. Die Farbstoffe lagern sich in der Gelatine des gesamten Filmbands an und färben dieses in der gewünschten Farbe ein. Die Virage erkennt man daran, dass bei der Vorführung die transparenten Bereiche des Bildes (Himmel mit Wölkchen, helle Kleidung, Schaumkronen auf dem Meer etc.) die Farbe tragen, während sie auf den dunklen Stellen nicht zu sehen ist.

Das **Cabinet des Dr. Caligari** ist ein deutscher Horrorfilm von Robert Wiene aus dem Jahr 1920 über einen Schlafwandler, der tagsüber vom zwielichtigen Dr. Caligari als Jahrmarktsattraktion herumgezeigt wird, und nachts Morde begeht. Der expressionistische Stummfilm gilt als ein Meilenstein der Filmgeschichte.

<https://filmcolors.org/>

volks-  
hochschule  
beider basel

## Tonen (engl. toning, frz. virage)



Toned Samples, Gert Koshofer Collection

62

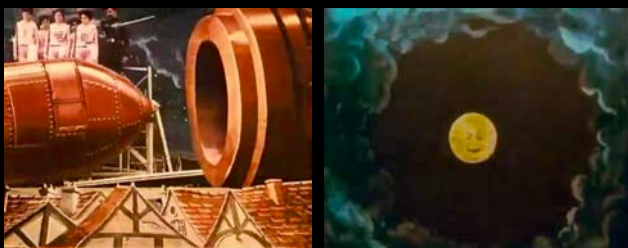
Bei der **Färbung** (engl. toning, frz. virage), bzw. beim **Tonen**, werden schwarzweiße Filmteile ebenfalls in Bäder gelegt. Ein chemischer Prozess tauscht das im Bild enthaltene Silbersalz gegen Farbsalze aus, die u.a. auf der Basis von Schwefel (gelb), Kupfer (rot) oder Eisen (blau) hergestellt wurden. Bei diesem Verfahren sind die vorher dunklen, d.h. silberhaltigen Teile des Bildes nun farbig, während die hellen Stellen (die wenig Silbersalz enthielten) die Farbe kaum angenommen haben.

**Toned Samples, Gert Koshofer Collection**

<https://filmcolors.org/>

volks-  
hochschule  
beider basel

## handkoloriert



George Méliès: Le Voyage dans la Lune, 1912  
(<https://sia.education/schulbuecher/tv/video/0252/>)

63

Neben der Einfärbung durch Bäder, welche bereits in den ersten Jahren der Kinematographie angewandt wurde, gab es bis um 1905 die **Handkolorierung**. Wie der Name sagt, wurde Phasenbild für Phasenbild mit der Hand bemalt. Dabei kamen bis zu sechs Farben zum Einsatz, wobei in der Regel Frauen mit einem feinen Haarpinsel eine jeweilige Farbe, für die sie zuständig waren, auf den vorher festgelegten Teilen des Schwarzweißbildes (vor allem der Kleidung, aber auch besonders zu beachtender Elemente im Bild) auftrugen. Jede Kopie erhielt so eine ihre eigene Farbausstattung, die vom Kinobetreiber – die Kopien wurden damals noch verkauft – bestellt werden konnte. Man erkennt die Handkolorierung daran, dass

die Farbe unregelmäßig dick aufgetragen ist und oft über die Ränder des bemalten Gegenstandes hinausgeht.



64

**Pathécolor** ist ein Verfahren der **Schablonenkolorierung (stencil coloring, pochoir)**, das von der Firma Pathé Frères im Jahr 1905 patentiert wurde. Dabei wurden mit Schablonen und Farbwalzen mehrere Farben gleichzeitig auf einen Schwarzweiß-Filmstreifen aufgetragen. Durch die feine und exakte Färbung wurde das Verfahren vom Hersteller als besonders „naturgetreu“ beworben, sodass zahlreiche Naturfilme in Pathécolor entstanden. Außerdem wurden die historisch anmutenden Kostümfilm des Film d'Art eingefärbt, um diesen einen zusätzlichen Schauwert zu geben, z.B. *Cyrano de Bergerac* (1922).

Stencil coloring required the manual cutting, frame by frame, of the area which was to be tinted onto another identical print, one for each color. Usually the number of colors applied ranged from 3 to 6. The process was highly improved by the introduction of a cutting machine. For every color the stencil print was fed in register with the positive print into a printing machine where the acid dye was applied. Several hundred women performed the exacting task at the Pathé workshop in Vincennes.



65

**Cyrano de Bergerac** is a Franco-Italian silent film directed by Augusto Genina in 1922 based on the play of the same name by Edmond Rostand. Nearly the entire film was colored using the **Pathé Stencil Color process**, which took three years to complete, delaying the film's release until 1925. This involved cutting stencils for each frame of the film, one for each of up to four colors. This was done in Paris by Mme. Thullier, the most famous stencil-color artist, by projecting each frame onto a ground glass screen, and tracing with a Pantograph. These stencils were then used to apply colors to black-and-white prints in a process similar to silk-screening. Each shot was processed separately, so different color palettes



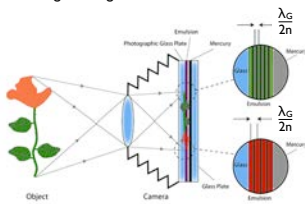
# Zwischenspiel: Lippmann

66

volks-  
hochschule  
beider basel

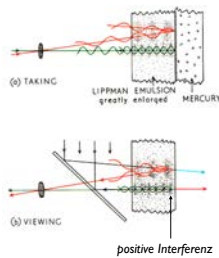
## Lippmann Prozess, 1891

Lippmann Platte = extrem feinkörnige Emulsion:  
Korngröße 10 – 40 nm Durchmesser.  
Auflösungsvermögen = 400 lines/mm.



$$\text{Streifenstärke} = \frac{\lambda}{2n} = 130 - 200 \text{ nm} = 0.13 - 0.2 \mu\text{m}$$

Belichtung und Beobachtung



67

**Jonas Ferdinand Gabriel Lippmann** (1845 - 1921 im Atlantik auf der France auf der Fahrt von New York nach Le Havre) war ein französischer Physiker und Nobelpreisträger für Physik.

Er entwickelte unter anderem das auf der **Interferenz** beruhende und nach ihm benannte Lippmannverfahren der Farbfotografie, das er 1891 der Akademie der Naturwissenschaften vorstellte und für das er 1908 den Nobelpreis für Physik erhielt. Ein extrem feinkörniger Schwarzweißfilm (**Lippmann-Emulsion**) wird mit der Schichtseite **auf Quecksilber** gelegt und belichtet. Es bilden sich Interferenzen zwischen dem einfallenden und reflektierten Licht, die entsprechende Schwärzungen im Volumen der lichtempfindlichen Schicht bewirken. Nach normaler Entwicklung kann das Bild erneut auf Quecksilber gelegt werden und es erscheinen Interferenzfarben, ähnlich wie bei Seifenblasen.



68

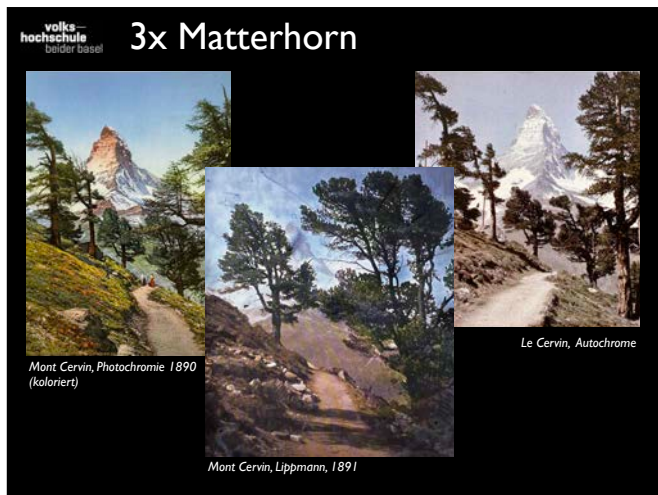
aus:

Christophe Mauron, Nicolas Crispini, Christophe Dutoit

Fous de couleur

Autochromes, les premières photographies couleur de Suisse (1907-1938), 215 p.

ISBN:978-2-88930-045-7



69

aus:

Christophe Mauron, Nicolas Crispini, Christophe Dutoit

Fous de couleur

Autochromes, les premières photographies couleur de Suisse (1907-1938), 215 p.

ISBN:978-2-88930-045-7



70

<https://www.lippmannphotography.com/>

My name is **Filipe Alves**, I am an architect living in Lisbon, Portugal.

In the last 10 years I have dedicated my free time to explore unusual processes in photography, from astrophotography to wetplate collodion, ancient and cutting edge processes fascinate me. I have a studio together with my partner, where I make my research in Lippmann photography.

Please visit our studio website here: Silverbox studio - You can contact me through: filipe at silverbox dot pt



71

<https://www.lippmannphotography.com/>

I was invited to give a small Lippmann photography workshop and support for the LCAV team at EPFL, Switzerland in August 2017. It was a wonderful experience to meet everyone involved and participate in their project. We were invited by the Musée de l'Elysée and met with the curators that showed us some beautiful plates made by Lippmann, it was an amazing experience.



72

- Christophe Mauron, Nicolas Crispini, Christophe Dutoit: **Fous de couleur**, Autochromes, les premières photographies couleur de Suisse (1907-1938), Musée gruérien, Edition Alphil, 2015
- David Okuefuna: **The Dawn of Color Photography**, Albert Kahn's Archives of the Planet, Princeton University Press, 2008
- Norbert Welsch, Claus Chr. Liebmann: **Farben**, Natur Technik Kunst, Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg-Berlin, 2003
- Barbara Flückiger, Eva Hielscher, Nadine Wietlisbach: **Color Mania**, Materialität in Fotografie und Film, Fotomuseum Winterthur, Lars Müller Publishers, 2019
- **The Wonderful World of Albert Kahn: Colour Photographs from a Lost Age**, BBC (3DVDs), 2009

## 6. Szene: additive Verfahren

73

volks-  
hochschule  
beider basel

## Trichromatische Theorie, 1850

**Young-Helmholtz-Theorie**

Hypothetische Reizkurven, skizziert von Helmholtz (1850):  
 1: rot-sensitive Fasern, 2: grün-sensitive Fasern,  
 3: violett-sensitive Fasern.  
 R: Rot, O: Orange, G: Gelb, Gr.: Grün, Bl.: Blau, V: Violett  
 Geht auf Vermutungen von Young (Lectures, 1802) zurück.

74

Die **Dreifarbentheorie** oder **Trichromatische Theorie** oder **Young-Helmholtz-Theorie** ist eine historische Theorie zur Farbwahrnehmung im menschlichen Auge. Sie wurde um 1850 maßgeblich von Hermann von Helmholtz entwickelt, auf Basis einer älteren Theorie von Thomas Young. Die Theorie beschreibt die drei Grundfarben Rot, Grün und Blau. Trichromie (aus altgriechisch τρι tri = drei und χρώμα chroma = Farbe entlehnt) ist ein Verfahren der Farbfotografie, bei der drei getrennte Schwarzweißaufnahmen durch die Farbfilter Rot, Grün und Blau hergestellt werden, die zum Betrachten wieder zur farbigen Darstellung überlagert werden.



Young has also been called the founder of physiological optics. In his lectures he presented the hypothesis (1802), afterwards developed by Hermann von Helmholtz, (the Young–Helmholtz theory), that colour perception depends on the presence in the retina of three kinds of nerve fibres. This foreshadowed the modern understanding of colour vision, in particular the finding that the eye does indeed have three colour receptors which are sensitive to different wavelength ranges.

75

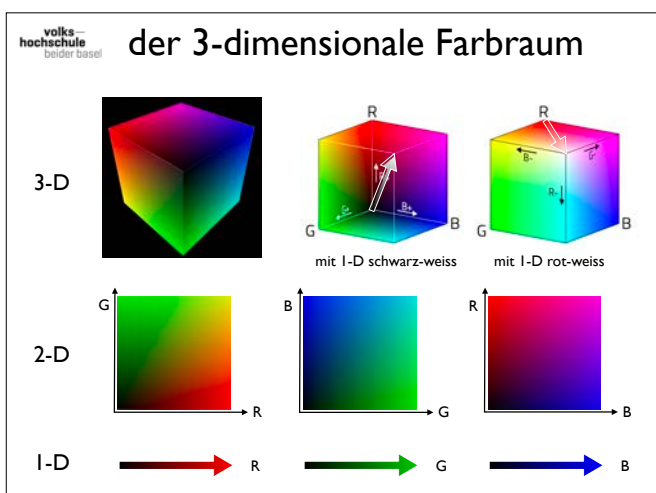


**Tartan Ribbon**, photograph taken by James Clerk Maxwell in 1861. Considered the **first durable colour photographic image**, and the very first made by the **three-colour method** Maxwell first suggested in 1855. Maxwell had the photographer Thomas Sutton photograph a tartan ribbon three times, each time with a different colour filter (red, green, or blue-violet) over the lens. The three photographs were developed, printed on glass, then projected onto a screen with three different projectors, each equipped with the same colour filter used to photograph it. When superimposed on the screen, the three images formed a full-colour image. Maxwell's three-colour approach underlies nearly all forms of colour photography, whether film-based, analogue video, or digital. The three photographic plates now reside in a small museum at 14 India Street, Edinburgh, the house where Maxwell was born.

Am 17. Mai 1861 zeigte der schottische Physiker James Clerk Maxwell in einem Vortrag an der Royal Institution das erste Farbfoto. Zu sehen war darauf ein Tartan-Band. Die Vorführung der additiven Farbmischung (Additionsverfahren) basierte auf drei (schwarz-weiß) Diapositiven, die durch drei Farbfilter (Rot, Grün und Blau) fotografiert worden waren und durch entsprechende Filter deckungsgleich projiziert wurden.

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7f/Tartan\\_Ribbon.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/7/7f/Tartan_Ribbon.jpg)

76



Entsprechend dem dreidimensionalen Farbsehen hat der **RGB Farbraum 3 Dimensionen (trichrome Wiedergabe)**. Er wird durch drei Vektoren R, G, und B, aufgespannt. Es braucht also für die vollständige Farbwiedergabe drei Farbkanäle.

Wird nur einer Ebene im Farbraum benützt, z.B. die R-G-, B-R- oder G-B-Ebene (d.h. 2 Dimensionen), so können sehr viel weniger Farben dargestellt werden. Bei solchen **dichromen** Wiedergaben stört es am wenigsten, wenn der Blau-Kanal wegfällt.


**Monochrome** Bilder entstehen, wenn die Farben entlang eines Vektors im Farbraum gewählt werden (1-dimensionale Wiedergabe). Die Linie zwischen der schwarzen und der weissen Ecke entspricht dem sog.


Schwarz-weiss-, bzw. Halbton-, Bild. Jedes schwarz-weiße Halbtonbild ist monochrom, aber es gibt auch andere monochrome Bilder, z.B. schwarz-grüne oder weiss-rote, etc..

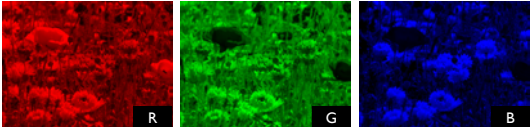
volks-  
hochschule  
beider basel

## die 3 Dimensionen der Farbe

Original RGB  
3 Kanäle mit 3 Farbauszügen (alle verschieden)

3-D  RGB

2-D  RG GB BR

1-D  R G B

77


Beispiele für 3-, 2- und 1-dimensionale Farbwiedergabe. Die dargestellten Farbkanäle sind angegeben.

Die 3 Farbkanäle enthalten die 3 Farbauszüge, sie sind also verschieden. Wären sie alle gleich, wäre das Bild schwarz-weiß.


volks-  
hochschule  
beider basel

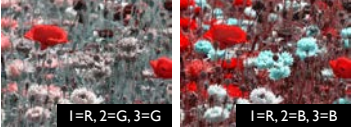
## Wiedergabe mit 2 Farben

Original RGB  
3 Kanäle mit 3 Farbauszügen (alle verschieden)

3-D  RGB

Wiedergabe durch  
3 Kanäle mit 2 verschiedenen Farbauszügen (2 Kanäle identisch)

2-D  I=R, 2=G, 3=0 I=R, 2=R, 3=B I=G, 2=G, 3=B

2-D  I=R, 2=G, 3=G I=R, 2=B, 3=B

78

Beispiel für 2-dimensionale Farbwiedergabe. Die dargestellten Farbkanäle sind angegeben. Die 3 Farbkanäle enthalten nur zwei verschiedene Farbkanäle, bzw. 2 von den 3 enthalten jeweils den gleichen Auszug.


Preisfrage: Was passiert, wenn alle Farbkanäle gleich sind?


(Antwort: aus dem Farbbild wird ein Schwarz-weiß Bild...)


volks-  
hochschule  
beider basel

## monochrome Bilder

Original RGB  
3 Kanäle mit 3 Farbauszügen (alle verschieden)

3-D  RGB

1-D  monochrom G-Kanal monochrom Halbton monochrom Sepia getont

1-D  Duotone von R-Kanal Duotone von R-Kanal

79

Beispiele für verschiedene **monochrome** Bilder. Der Grün-Kanal entspricht oft dem **Halbtonbild**, ist hier aber deutlich verschieden davon (Halbtonbild durch Photoshop berechnet: Image Mode... Halftone).

**Sepiatonung** ergibt zwar ein farbiges, aber dennoch monochromes Bild. Um ein monochromes Bild entlang eines anderen Vektors im Farbraum zu erzeugen, muss man in Photoshop ein sogenanntes **Duotone** herstellen. Links geht es von grün (dunkel) nach violett (hell), rechts ist es umgekehrt. Vom Informationsgehalt her sind solche Duotones auch monochrome Bilder...

volks-  
hochschule  
beider basel

## monochrome Farbbilder

3-D monochrom

I-D monochrom

80

Es gibt aber in unserer farbigen Umwelt gelegentlich nahezu monochrome Szenen. Das bedeutet dann, dass die drei Farbauszüge praktisch das gleiche zeigen, nur mit unterschiedlichen Intensitäten.

volks-  
hochschule  
beider basel

## additive Farben

<https://filmcolors.org/>

**Rasterverfahren**

- Linsenraster
- Linienraster
- Kornraster

**Spatial synthesis**  
(getrennte Farbauszüge, spezielle Projektion)

**Temporal synthesis**  
(nur im Film möglich)

81

volks-  
hochschule  
beider basel

## Linsenraster - Berthon, 1909

**Aufnahme**  
Objekt = roter Punkt

**Betrachtung**  
Bild des roten Punktes

Leinwand

dreigeteiltes Filter  
Objektiv

Linsenraster  
Emulsion

Linsenraster  
Emulsion

weisses Licht

Kamera mit Filter

Projektion durch dreifarbigem Filtervorsatz

Schwarz-weißes Negativ:  
enthält je drei Linien für R,G,B

82

### Linsenraster

In 1909, Rodolphe **Berthon** was the first to patent the method of using lenticulations in a system of additive color photography. He used a banded tricolor filter inside the lens of the camera together with **tiny lenticulations embossed on one side of the film** forming countless tiny images of that filter on the sensitive surface. In his patent he showed two forms of lenticulation patterns: a regular **pattern of tiny spherical lenses** and one of **parallel cylindrical lenses**. Berthon thought of producing separate embossed sheets that could be laminated to glass because at that time most photographers still used glass plates. After the War he joined forces with Albert Keller-Dorian who patented a method of producing continuous lengths of embossed films (22 lenses/mm<sup>2</sup>).



## Kodacolor, 1928, Agfacolor

83



Kamera mit Filter

Fotografie  
ohne Filter



Fotografie  
mit Filter



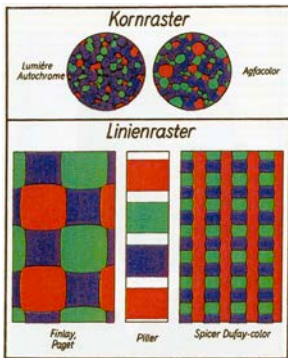
## Linsenraster

In **1928**, Eastman Kodak launched the **Kodacolor system** after acquiring the rights from the Keller-Dorian Berthon Company. The photographer had to buy a special camera, a correctly banded filter for each batch of film and a corresponding projector or a conversion kit before he could use the 16mm film. The system was withdrawn in 1937 after limited success.

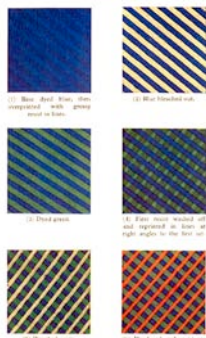
In Europe **Agfa produced the lenticular films for both amateur movies and still photographs taken with the Leica camera**. The film differed only in resolution from the American equivalent (lenticulations in 0.028mm width against 0.043mm).

## Korn- und Linienraster

84



Herstellung eines Dufay Linienrasters



\*These photographs were taken on Dufaycolor film, the reproduction being made from the transparencies.

Finger, Ehrhard (1998): Die Pioniere des Wolfener Farbfilms. In: Industrie- und Filmmuseum Wolfen e. V. (ed.), Die Filmfabrik Wolfen. Aus der Geschichte, Heft 2, pp. 16-36. (in German)  
<https://filmcolors.org>

## Linienraster - Prinzip

85

Umkehrentwicklung des panchromatischen Films, das Linienraster bleibt wo es ist

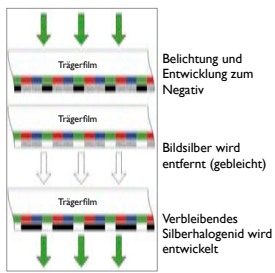
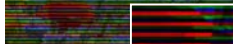


Abbildung einer grünen Fläche

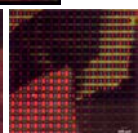


schematisch

Linienraster ist ein additives Verfahren. Analog zur Autochromie (s.später) befindet sich vor dem Film rot-, grün-, und blau-eingefärbtes Material, hier in Form von Linien. Diese Linienraster bleibt auch nach der (Umkehr-)Entwicklung auf dem Film.

## Dufaycolor Prozess, 1908

86



Diophtichrome Plates



Foto und Film



## Linienraster

The Frenchman **Louis Dufay** invented this pattern for still photography (**Diophtichrome Plate**) in **1908**. Different companies exploited the process and changed the arrangement several times during its evolution, but the principle remained the same  
<https://filmcolors.org/>

## Joly Prozess, 1895



Arum lily and Anthuriums, 1898 (70 - 70 mm)



Film und Linienraster werden getrennt nach der Entwicklung wieder zusammengefügt (... was nicht immer perfekt gelingt)

87

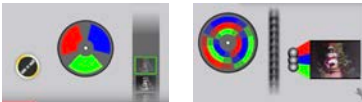
### Linienraster

In 1894 Professor John Joly of Dublin patented a process for producing a screen of red, green and blue-violet lines by ruling them on a gelatin-coated glass plate. Joly used ruling machines of great accuracy, with drawing pens trailed across the plate producing lines less than 1/225 inch (**0.1 mm**) wide, in contact with each other, but not overlapping. Aniline dyes mixed with gum provided the colour inks. The ruled plates were varnished when they were dry. The screen plate was placed face to face with an orthochromatic plate in a plate holder, with the screen towards the lens. It was necessary to use a yellow filter over the camera lens, to correct the plate's excessive blue sensitivity. The **exposed plate was separated** from the screen and developed. A black and white transparency was then made on a suitable plate, and this positive was bound up with another line screen, the two being very **carefully registered** so that the correct colour element was behind each line of the picture. The Joly process was introduced commercially in 1895, and was the first additive screen-plate process to appear on the market. It remained available for a few years, but the inadequate colour sensitivity of the negative plates then available limited its usefulness.

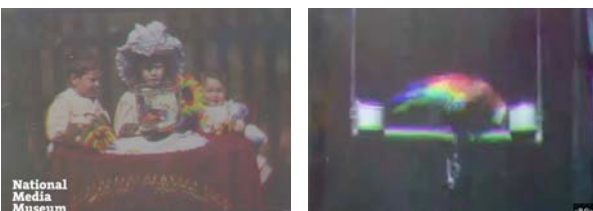
<https://filmcolors.org/>

## Sequenzieller Farbaufbau

... geht nur im Film



Sequentielle Aufnahme → Wiedergabe durch 3 Objektive



Edward Turner, 1902

88

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/Still\\_from\\_footage\\_recorded\\_by\\_Edward\\_Turner%2C\\_1902\\_%287996010096%29.jpg](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/4a/Still_from_footage_recorded_by_Edward_Turner%2C_1902_%287996010096%29.jpg)

<https://www2.bfi.org.uk/news/worlds-earliest-colour-moving-images-view>

<https://www.youtube.com/watch?v=1V0Vc5iRoLY>

<https://www.theatlantic.com/facebook-instant/article/467022/>

<https://www.youtube.com/watch?v=aG3kgVZ0ZMc>

## Kinemacolor, 1908 – 1914



Kinemacolor projector used for David Cleveland's and Brian Pritchard's reconstruction



Visit to the seaside, 1908

89

**A Visit to the Seaside (1908)** was the first successful motion picture filmed in Kinemacolor

Der britische Fotograf George Albert Smith (1864–1959) entwickelte **Kinemacolor** 1906. Das Verfahren arbeitet mit 32 Einzelbildern pro Sekunde, von denen abwechselnd je eines durch einen Rotfilter und einen Grünfilter belichtet wird. Dadurch erhält man 16 Einzelbilder durch den Rotfilter belichtet und 16 durch den Grünfilter. Der Wechsel der Farbfilter wird durch eine Drehscheibe vor dem Objektiv ermöglicht.

**Kinemacolor** was the first successful colour motion picture process, used commercially from 1908 to 1914. It was invented by George Albert Smith in 1906. He was influenced by the work of William Norman

Lascelles Davidson and, more directly, Edward Raymond Turner.

The camera is so geared that exposures are made alternately through the red gelatine and the green gelatine.

volks-  
hochschule  
beider basel

## Kinemacolor, 1908 – 1914



The Durbar at Delhi, 1912

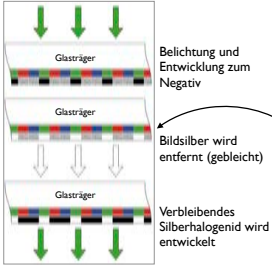
90

The **Delhi Durbar** (meaning "Court of Delhi") was an Indian imperial-style mass assembly organized by the British at Coronation Park, Delhi, India, to mark the succession of an Emperor or Empress of India. Also known as the Imperial Durbar, it was held three times, in 1877, 1903, and 1911, at the height of the British Empire. The 1911 Durbar was the only one that a sovereign, George V, attended. The term was derived from the common Mughal term durbar. In 1911, Kinemacolor released the first dramatic film made in the process, *Checkmated*. The company then produced the documentary films **With Our King and Queen Through India (also known as The Durbar at Delhi, 1912)**

volks-  
hochschule  
beider basel

## Autochromie - Verfahren, 1904

Umkehrentwicklung des panchromatischen Films, das Kornraster bleibt wo es ist



Belichtung und Entwicklung zum Negativ

Bildsilber wird entfernt (gebleicht)

Verbleibendes Silberhalogenid wird entwickelt

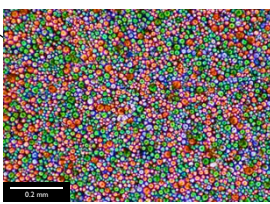



Abbildung einer grünen Fläche

Kornraster, Durchmesser der Körner ca. 10 µm



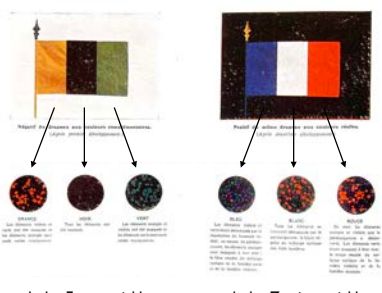
91

Die Brüder **Auguste und Louis Lumière** stellten 1904 das **Autochromverfahren** vor, das mit orangefarben, grün und violett eingefärbten Kartoffelstärkekörnchen als rasterartigem Farbfilter und einer Silberbromid-Gelatine-Emulsion arbeitete. Obgleich dieses Verfahren mit seinen weichen Farben und lichtechten Pigmenten bei großformatig aufgenommenen Standbildern erstaunliche Resultate erbrachte, war es für den Kinofilm ungeeignet, da das grobe Raster ein sehr störendes Rauschen erzeugt.

volks-  
hochschule  
beider basel


## Autochrome - Verfahren

Photographie du drapeau français sur plaque autochrome



nach der Erstentwicklung

nach der Zweitentwicklung



Diascope für die Betrachtung von Autochromie Platten

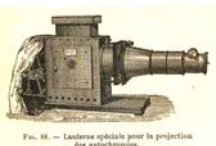


Fig. 88. — L'objectif spécial pour la projection des autochromes.

92

### Autochrome, 1907 – 1935

"The Autochrome process was the first fully practical single-plate colour process to reach the photographic public. It was easy to use. The plate was loaded into a conventional holder, glass to the front. The exposure was made through a yellow filter which corrected for the excessive blue sensitivity of the emulsion. A normal exposure for a landscape in summer, by midday sun, was one to two seconds at f/8, while a typical portrait exposure in a well lit studio would be ten to thirty seconds at f/5. The exposed plate was developed to a negative, and after a rinse the silver formed was bleached in an acid potassium permanganate solution. After another rinse the plate



was redeveloped in the light to produce a positive. Fixing and washing completed the operation, although the dried plate was usually varnished for protection.

The Autochrome plate could record both saturated and subtle colours with fidelity, and since the screen and the image were combined, there were no registration problems. Nonetheless, it had drawbacks. The exposure times were long, and the processed plates were very dense, transmitting only 7½% of the light reaching them. Although the starch grain filters were microscopically small – about four million to the square inch (620,000 to the square cm) – their random distribution meant that inevitably there would be clumping – groups of grains of the same colour. Probability theory predicted that in a square inch (6.5 square cm) there would be thirty-three clumps of twelve grains or more. In practice about fifty of such clumps were present in each square inch, and were visible to the naked eye. A further drawback was the cost.

The Autochrome plates remained on the market until the 1930s.”

(Coe, Brian (1978): Colour Photography. The First Hundred Years 1840-1940. London: Ash & Grant, pp. 52-53.)

volks-  
hochschule  
Bilder Basel

## Agfacolor Ultra, 1932



Aufnahmen mit Agfacolor Ultra in  
Schiltach in den 1930-er Jahren

93

### Kornraster

In 1932, I. G. Farbenindustrie (Agfa) introduced a mosaic screen additive process that was in some ways similar to Autochrome. The Agfa mosaic filter layer was composed of three solutions of dyes in colloidal suspension instead of dyed starch grains. Because the dyed droplets dried in close contact to each other there was no need for carbon black to fill the gaps between them as was necessary with Autochrome plates. Thus **Agfacolor and Agfacolor Ultra** were faster than Autochromes and have been sold between 1934 and 1938.

<https://www.bo.de/dossiers/schiltach-in-agfa-color-farbaufnahmen-vor-80-jahren>

94

Zwischenspiel:  
Autochrome



95

A. Lumière et ses fils: Composition florale, autochrome, 13 x 18 cm (Detail)

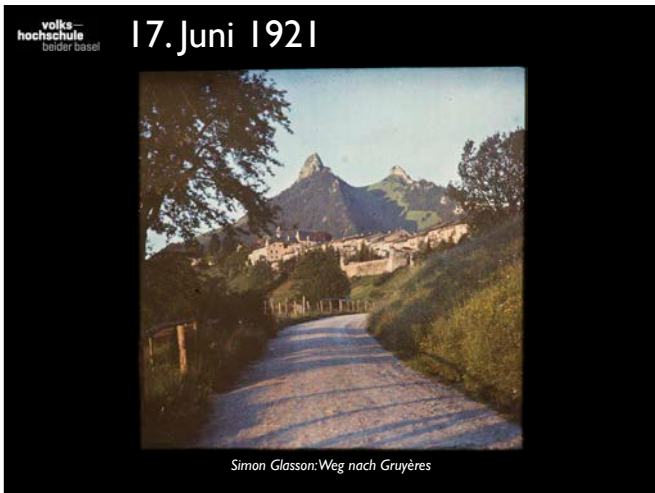
aus:

Christophe Mauron, Nicolas Crispini, Christophe Dutoit

Fous de couleur

Autochromes, les premières photographies couleur de Suisse (1907-1938), 215 p.

ISBN:978-2-88930-045-7



96

Simon Glasson: Weg nach Gruyères, 17. Juni 1921,

Collection : Musée gruérien

<https://blog.tagesanzeiger.ch/zoom/wp-content/uploads/sites/41/2015/12/MG-24029.jpg>

Simon Glasson: Weg nach Gruyères



97

Auguste Vauthier-Dufour: Bäuerin in Val-d'Illiez.

Autochrome, 1925—1935. Collection Musée alpin, Bern

[https://blog.tagesanzeiger.ch/zoom/wp-content/uploads/sites/41/2015/12/106\\_01\\_03507neu-978x677.jpg](https://blog.tagesanzeiger.ch/zoom/wp-content/uploads/sites/41/2015/12/106_01_03507neu-978x677.jpg)

Auguste Vauthier-Dufour: Bäuerin in Val-d'Illiez

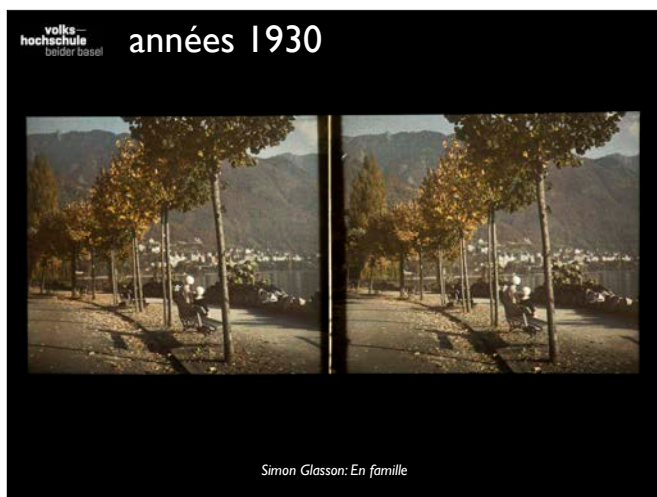


98

Auguste Vauthier-Dufour: Skifahrer im Jura (Les Rasses VD). Autochrome, 1923—1933. Collection Musée alpin, Bern

[https://blog.tagesanzeiger.ch/zoom/wp-content/uploads/sites/41/2015/12/106\\_01\\_03497neu-978x717.jpg](https://blog.tagesanzeiger.ch/zoom/wp-content/uploads/sites/41/2015/12/106_01_03497neu-978x717.jpg)

Auguste Vauthier-Dufour: Skifahrer im Jura (Les Rasses VD)



99

## Autochrome stéréoscopiques

aus:

Christophe Mauron, Nicolas Crispini, Christophe Dutoit

Fous de couleur

Autochromes, les premières photographies couleur de Suisse (1907-1938), 215 p.

ISBN:978-2-88930-045-7



100

aus:

Christophe Mauron, Nicolas Crispini, Christophe Dutoit

Fous de couleur

Autochromes, les premières photographies couleur de Suisse (1907-1938), 215 p.

ISBN:978-2-88930-045-7



101

aus:

Christophe Mauron, Nicolas Crispini, Christophe Dutoit

Fous de couleur

Autochromes, les premières photographies couleur de Suisse (1907-1938), 215 p.

ISBN:978-2-88930-045-7



102

aus:

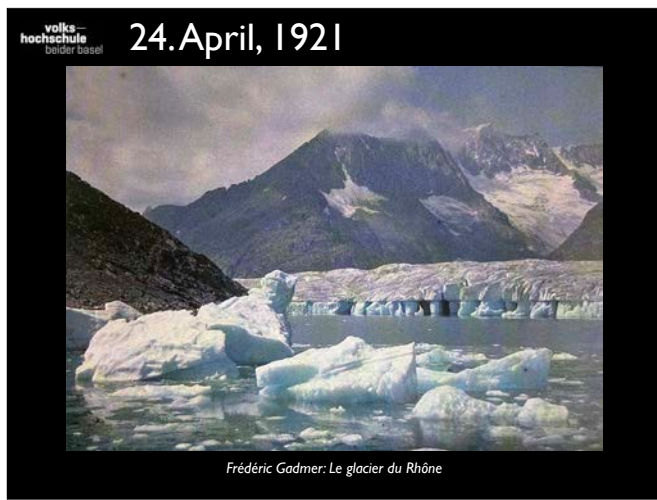
Christophe Mauron, Nicolas Crispini, Christophe Dutoit

Fous de couleur

Autochromes, les premières photographies couleur de Suisse (1907-1938), 215 p.

ISBN:978-2-88930-045-7





103

aus:

Christophe Mauron, Nicolas Crispini, Christophe Dutoit

Fous de couleur

Autochromes, les premières photographies couleur de Suisse (1907-1938), 215 p.

ISBN:978-2-88930-045-7



104

Alle Farben des Regenbogens werden mit drei Sorten Kartoffelstärkekörnern dargestellt... ist das nicht schön?

aus:

Christophe Mauron, Nicolas Crispini, Christophe Dutoit

Fous de couleur

Autochromes, les premières photographies couleur de Suisse (1907-1938), 215 p.

ISBN:978-2-88930-045-7

volks-  
hochschule  
beider basel

## Zusammenfassung

- Metamerie ist Voraussetzung für Farbsehens
- integrierte Farbmischung = Mischung von Malfarben (Pigmenten)
- additive Farbmischung = Mischung von Licht  
z.B. Addition durch Projektoren, Farbpixel, ...
- subtraktive Farbmischung = Absorption von Licht  
Subtraktion von Licht z.B. durch Folien, Druckfarben, ...
- Subtraktive Verfahren im Druck  
Aufnahme mit R-, G-, B-Auszugsfilter  
Negative für die Druckfarben C, M, Y und K  
Rasterung: AM- (analog) und FM-Raster (digital)

105

volks-  
hochschule  
beider basel

## Zusammenfassung

- Farbverfahren in der Fotografie  
Kolorierung von Hand: Virage, Tönen, Schablonentechnik  
Physikalisch: Lippmann-Verfahren  
Fotografisch/chemisch: Mehrschichtenfilme, Dye Transfer
- Additive Verfahren  
Linsenraster RGB Trennung durch Filtervorsatz und feines Raster auf Film  
Linienraster RGB Trennung durch RGB-Linien auf Film  
Kornraster RGB Trennung durch gefärbte Körner auf Film
- Autochromie  
Verfahren  
Beispiele

106