

<b><u>Inhaltsverzeichnis</u></b>	<b><u>Seite</u></b>
1. Einleitung	3
2.1. Die Geschichte der Fotografie	4
2.1.1. Vergleich der digitale und chemische Fotografie	7
2.2. Funktionsweisen der chemischen Fotografie	9
2.3. Filmentwicklung	12
2.3.1. Entsorgung von Fixierer und Entwickler	15
3. Schluss	16
4. Versicherung der selbständigen Erarbeitung	17
5. Veröffentlichungseinverständnis	18
6. Literaturverzeichnis	19

## **1. Einleitung**

Im Folgenden werde ich darstellen, wie sich die Fotografie entwickelt hat, bzw. wie es überhaupt dazu kam, dass wir heute die Möglichkeiten haben Bilder einfach so festzuhalten und sie uns später auf Papier angucken können.

Weiterhin werde ich zeigen was für chemische Hintergründe hinter einem, für uns schon so normales Foto steckt. Was für Reaktionen dort stattfinden wenn wir nur den Auslöser drücken, und was später im Labor noch für Arbeit gemacht werden muss, damit wir unser Bild so kriegen wie wir es fotografiert haben.

Und zum Abschluss werde ich kurz zeigen wie die verwendeten Stoffe entwertet bzw. weiterverarbeitet werden.

## **2.1. Die Geschichte der Fotografie**

Der Mensch hat schon immer versucht sich ein Abbild von seiner Umgebung zu machen und es irgendwie festzuhalten. Angefangen hat es mit der Höhlenmalereien bei den Urmenschen. Bis vor ca. 150 Jahren hatte man noch nicht die technischen Möglichkeiten realistische Abbildungen irgendwie festzuhalten. Schon seit dem Mittelalter versuchten Wissenschaftler ein Gerät zu entwickeln, was Bilder festhalten kann. Schon damals kannte man die Camera obscura, heute bekannter unter dem Namen Lochkamera. L. J. M. Daguerre, welcher später als Erfinder der Fotografie gefeiert wurde, baute 1822 das erste Diorama in Paris. Raffinierte Beleuchtungsmethoden und bemalte Leinwände täuschten dem Besucher vor, sich inmitten von Landschaften, ziehenden Nebelschwaden und Wolken zu befinden. Forscher entdeckten dann die Empfindlichkeit der Silbersalze, man hatte allerdings noch nicht die Möglichkeiten die Schwärzung festzuhalten. Dem Franzosen J. N. Niépce gelang es 1827 auf einer Zinnplatte die erste Abbildung festzuhalten. Mit Daguerre entwickelte er die Technik dann weiter, woraus ein für die Zeit recht Praktisches Verfahren entstanden ist. 1839 kaufte die französische Akademie der Wissenschaften die Erfindung an, um sie der ganzen Welt zu „schenken“. Allerdings war die Anwendung der Daguerotypie noch sehr umständlich und schwierig. Die wichtige Entdeckung des Negativ-

Positiv-Prinzip machte ein britischer Privatgelehrter namens William Henry Fox Talbot, er erfand ebenso das Fotografieren mit Blitzlicht wie auch die ersten Reisekameras. Er und Josef Petzval, welcher spezielle Fotolinsen entwickelte, trugen besonders dazu bei, dass die Fotografie zum Massengebrauch fähig war.

1850/51 führte der F. S. Archer das Nasse Kollodiumverfahren ein. Dabei trug man eine noch nicht trockene jodhaltige Kollodiumschicht auf eine Glasplatte auf, das wird dann durch eine Silbernitratlösung sensibilisiert, sofort belichtet und entwickelt. Dies war zwar sehr aufwendig, aber die wesentlich höhere Lichtempfindlichkeit lohnte die Mühe. Es konnten nun erstmals Momentaufnahmen gemacht werden. Um tonwertige Bilder zu erhalten, verband man bald das Kollodium-Negativ mit einem Albuminpapier-Positiv. Die Beschichtung von Papier mit frischem Hühnereiweiß, unter Zusatz von Salzen und mit Silbernitrat lichtempfindlich gemacht bestimmte bis zur Jahrhundertwende die Technik. Auch die Kameratechnik machte große Fortschritte. Als dann A. H. Steinheil in München ein Objektiv entwickelte, welches die Unschärfe an den Ecken der Bilder rausnahm, hatte man zum ersten mal die Möglichkeit gänzlich reale Abbildungen zu schaffen.

Doch waren nun weitere Erfindungen notwendig um das Fotografieren billig und unkompliziert zu machen. 1880 wurde die Kollodiumschicht durch ein Gelantineemulsion ersetzt, wodurch es nicht mehr nötig war immer eine Dunkelkammer mitzuführen. 1887 wurde der Rollfilm aus Zelluloid entwickelt, so dass jetzt mehrere Aufnahmen hintereinander gemacht werden konnten. Mit der Zeit waren dann auch Handkameras

verfügbar und die Bildqualität wurde immer besser. 1861 wurde schon das erste Farbbild von J. C. Maxwell erschaffen. L. D. du Hauron entwickelte die Bildwiedergabe auf drei Ebenen, aber erst 1935/36 setzte sich mit dem Dreischichten-Farbfilm von Agfa und Kodak diese Form allgemein durch. 1943 wurde von dem Amerikaner E. Land den Polaroidfilm, seine Idee war es die Dunkelkammer mit in den Film zu legen. In dem Film ist Negativmaterial, Positivpapier und Entwickler enthalten, sodass man das Bild direkt angucken konnte, wo wie wir heute noch die Polaroidkamera kennen. Anfang der 70er Jahre war es dann Möglich richtig scharfe Bilder zu Produzieren, welche Künstler auch als Vorlagen Benutzten. In den 90er Jahren wurde dann die Digitale Fotografie entwickelt, welche keinen Film, keinen Entwickler oder ähnliches mehr braucht. Mann braucht nur noch einen Computer und einen Drucker. Diese Verfahren hat auch mit der normalen chemischen Fotografie nichts mehr viel zu tun. Die Bilder werden zwar auch durch ein Objektiv festgehalten, aber sie werden nun auf einem Speichemedium Festgehalten. Anfangs war die Qualität noch so schlecht, dass sie keine Konkurrenz zur klassischen Fotografie bildete, aber mittlerweile ist die Qualität schon fast vergleichbar, und es wird nicht mehr lange dauern und die chemische Fotografie wird der Vergangenheit angehören.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> <http://www.wein-spass.de/fb/geschichte.htm>

### **2.1.1. Vergleich der digitalen und der chemischen Fotografie**

Seit einiger Zeit sieht es so aus, als ob die digitale Fotografie dabei ist die chemische Fotografie abzulösen. Es gibt recht viele Vorteile der digitalen Fotografie aber auch sicherlich nachteile.

Die Qualität der digitalen Kameras steigt ständig und hat schon fast kein Unterschied mehr zu herkömmlichen Fotos. Die digitalen Bilder sind vom Preis her um ein vielfaches günstiger, weil man sie einfach selbst am eigenen Computer ausdrucken kann. Die Bedeutung elektronischer Medien steigt ständig, allen voran des Internet, die digital aufbereitete Bilder benötigen, welche nur durch die digitale Fotografie möglich sind. Man hat seine Bilder viel schneller als herkömmliche Bilder und kann sie selbst bearbeiten. So wäre es zum Beispiel kein Problem, während des Urlaubs sich am Abend in das Internet einzuloggen, seinen Tagebucheintrag mit ein paar Fotos zu garnieren und das ganze kurzerhand auf die eigene Homepage hoch zu laden und wenige Sekunden später können die Lieben daheim das Ganze bewundern. Mann hat die Möglichkeit seine Bilder übersichtlich auf seinem Computer zu archivieren. Fast beliebige Komprimierbarkeit bei entsprechend geringem

Platzbedarf ist mit den digitalen Bildern möglich. Eine Kodak Photo-CD komprimiert Dateien mit einem Datenvolumen von etwa 18 Megabyte (MB) bereits ohne sichtbaren Qualitätsverlust auf etwa 4,5 MB. Man hat die Möglichkeit die Bilder sofort anzusehen und zu löschen wenn sie nicht geworden sind, oder sie ganz einfach per Computer zu bearbeiten. Bei guten Digitalkameras hat man keine Probleme mit schlechten Belichtungsumständen. Ersparnis durch Verzicht auf Filmverschleiß, die Bilder werden auf einem Speichermedium gesichert, welches immer wieder verwendet wird. Auf diesem Speichermedium ist Platz für 50 bis über 300 Bilder, was bei einem herkömmlichen Fotoapparat viele Filme bräuchte, und somit sehr teuer wird. Selbst im Makrobereich nehmen die digitalen Kameras noch scharf auf. Digitale Kameras sind so klein und von der Handhabung einfach, dass man sie immer mitnehmen kann. Wie geagt gibt es auch Nachteile bei der digitalen Fotografie, wo die chemische Fotografie noch nicht abgelöst wird. Die Bilder sind zwar schon qualitativ hochwertig aber die Fotos der chemischen Fotografie sind noch um einiges genauer, gute Filme lösen noch immer weit jenseits von 100 Linien/mm auf. Das entspräche einem Speicherplatzbedarf für ein Foto von 50 MB und mehr; auf einer CD könnte man etwa 10 - 40 Bilder je nach Kompression unterbringen. Die neuen Digitalkameras der 3- 6 Megapixel Generation haben mächtig aufgeholt, das heißt gute Ausdrücke bis 20 x 30 cm sind möglich, womit die Galeriefähigkeit bald erreicht ist. Neben der digitalen hat auch die chemische Fotografie große Fortschritte gemacht - aber nicht so rasch wie die digitale. Die Investitionen für digitale Fotografie ist immer noch recht hoch in der

Anschaffung, eine Kamera mit halbwegs akzeptabler Auflösung und optischem Zoom kostet noch immer knapp 1000 €, dazu kommen Ausgaben für Lesegerät, Speicherkarten. Dazu werden leistungsfähige Massenspeicher wie große Festplatte, CD-Brenner etc. benötigt sowie gegebenenfalls Computer mit großem RAM-Speicher und schnellem Prozessor. Eventuell muss noch ein Fotodrucker für mehrere 100 € her. Man muss sich zwar etwas in alles einarbeiten, doch hat man das einmal hinter sich, so ist alles kinderleicht zu handhaben. relativ schneller Autofokus und Einschalten. Bilderreihen einfacher. Es besteht auch die Gefahr des Datenverlustes, wenn man nicht alles sorgfältig sichert ist beim nächsten Ausflug, wo man fotografiert alles wieder weg, da das Speichermedium ja formatiert werden muss.

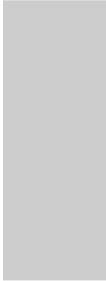




Wer also einen Akzeptablen Computer hat und nicht unbedingt Dias haben will ist mit einer digitalen Kamera schon gut bedient, da der Qualitätsunterschied mittlerweile so gering geworden ist, dass man es kaum sieht. Und auch die Dia-Projektion ist schon mit Videobeamer mit digitalen Bildern möglich.<sup>2</sup>

## **2.2. Funktionsweisen der chemischen Fotografie**

---

<sup>2</sup> <http://www.christian-bruenig.de/Sonstiges/frameset1.htm>

Grundlegend werden für die Fotografie Stoffe verwendet, die sich durch Licht entweder polarisieren oder scheitern. Durch bestimmte Farbstoffe ist es möglich Farben über die ganze Palette, und sogar bis in den Infrarotbereich, darzustellen. Der deutsche Chemiker H.W. Vogel entdeckte die Fähigkeit dieser Substanzen, längerwelliges Licht zu absorbieren und die absorbierte Energie auf das Silberbromid zu übertragen. Je nach verwendeter Emulsion lässt sich durch die Sensibilisatoren eine bestimmte Bandbreite abdecken.

	Unsensibilisierte Emulsionen:	Reine Silberbromidschichten sind "farbenblind" und nur für ultraviolett, blau und blaugrün, d. h. bis ca. 520 nm, empfindlich.
	Orthochromatische Emulsionen:	Diese Schichten sind nur für rot nicht sensibilisiert. Ihre Empfindlichkeit reicht bis orange, also knapp unter 600 nm.
	Panchromatische Emulsionen:	Ihre Empfindlichkeit reicht vom nahen ultraviolett bis einschließlich rot.
	Hyperchromatische Emulsionen:	Ihre Empfindlichkeit gleicht der panchromatischen Emulsion, dringt aber noch in den nahen Infrarotbereich vor.
	Infrarotemulsionen:	Diese Spezial-emulsionen erzielen eine Empfindlichkeit bis ca. 1300 nm.

Bei der Belichtung bilden sich in den Silberhalogenidkristallen winzige Partikel metallisches Silber, diese werden als Latentbildkeime bezeichnet. Diese sind so klein, dass sie nicht einmal untern dem Mikroskop zu sehen sind. Bei der Entwicklung eines latenten Bildes entsteht eine Redoxreaktion, bei der Silberionen reduziert werden und der Entwickler oxidiert wird. Diese Redoxreaktion wird durch Silber katalysiert. Während dieser Redoxreaktion bildet sich immer mehr Silber, das heißt es ist eine Autokatalyse. Dies wird bei der Entwicklung, die erst langsam Bildkonturen sichtbar macht und sich folgend immer schneller einschwärzt, gut sichtbar. Als Entwicklersubstanz verwendet man heute vorwiegend organische Substanzen.

Während des Entwickelns werden ständig Hydroxidionen verbraucht, sodass der PH – Wert langsam absinkt, wodurch auch das Entwicklervermögen der Entwicklersubstanz absinkt. Um dies vorzubeugen, fügt man der Entwicklerlösung eine Substanz zu, die alkalisch reagiert. Handelsüblicher Entwickler wird zudem noch mit einem Konservierungsmittel angereichert, damit er nicht an der Luft oxidiert. Lässt man ein Bild zu lange in der Entwicklerlösung wird es komplett schwarz, um dies zu verhindern muss das Bild rechtzeitig in ein Stoppbad gelegt werden, welches leicht säuerlich ist und somit die Reaktion stoppt. Um am Schluss noch die unbelichteten Silberbromidkristalle zu entfernen wird das Bild in ein Fixierbad gelegt, wo diese abgewaschen werden, damit das Bild nicht im nachhinein noch mal durch Belichtung verändert wird.

---

<sup>3</sup> <http://www2.snm-hgkz.ch/~unisex/frequenz/visual.html> ( Grafik 1 )



4

„Das Fotopapier hat, ähnlich wie ein Film, einen mehrschichtigen Aufbau. Als Schichtträger dient ein hochwertiger, wasserfester Rohkarton. Um zu verhindern, dass Bestandteile dieses Kartons in Lösung übergehen und den Entwicklungsvorgang beeinflussen, werden extrem hohe Anforderungen an seine Reinheit gestellt. Der Schichtträger besitzt eine Stärke zwischen 0,145 mm und 0,245 mm. Darüber befindet sich eine 0,010 mm bis 0,020 mm starke Gelatineschicht, in der Bariumsulfatkörner von 1/1000 mm bis 2/1000 mm Größe eingebettet sind. Diese sog. Bartyschicht verhindert das Einsinken der darüberliegenden Emulsion in den Rohkarton und schädliche Einflüsse des Kartons auf die Emulsion, da diese Schicht von den Lösungen nicht durchdrungen wird. Diese Emulsion bildet die eigentliche lichtempfindliche, fotografische Schicht und besteht aus einer Suspension von Silberhalogenidkörnern in wässriger Gelatinelösung bzw. nach dem Trocknen aus einer Dispersion der Körner in der Bindemittelmatrix. Für geringer empfindliche Papiere wurde Chlorsilber verwendet, für empfindlichere Papiere Bromjodsilber-, Chlorbromsilber- oder Bromsilberschichten.“<sup>5</sup>

<sup>4</sup> <http://www2.snm-hgkz.ch/~unisex/frequenz/visual.html> ( Grafik 2 )

<sup>5</sup> <http://www2.snm-hgkz.ch/~unisex/frequenz/visual.html> ( Zitat )

### 2.3. Filmentwicklung

Nach der Belichtung liegt das Bild latent auf dem Film und muss erst durch die Entwicklung sichtbar gemacht werden. Anschließend kann das entstandene Negativ weiterverarbeitet werden. Das fertige Bild (Positiv) wird als Abzug bezeichnet.

Die Entwicklung des latenten Bildes erfolgt mit Hilfe einer alkalischen Lösung, dem Entwickler. Die organischen Bestandteile dieser Lösung reagieren mit den durch die Belichtung dazu fähigen Silberhalogenidkristallen, ein Reduktionsvorgang, der Silberverbindungen in metallisches Silber (die spätere Schwärzung des Negativs) zurückverwandelt.

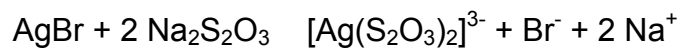
Die Dichte der sich absetzenden Silberpartikel hängt von der Lichtmenge ab, die während der Belichtung auf die einzelnen Filmpartien gelangt sind. Um den Entwicklungsvorgang zu fixieren, wird der Film anschließend in ein schwach saures Neutralisierungsbad getaucht, wobei Silberhalogenidreste weggespült werden und verbleibende metallische Silberpartikel stabilisiert werden. In der Regel besteht diese Fixierlösung aus Natriumthiosulfat oder bei Schnellfixierern aus Ammoniumthiosulfat.

Natriumthiosulfat:  $\text{S}_2\text{O}_3^{2-} \cdot \text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$   
Natriumthiosulfat pentahydrat

Natriumthiosulfat wird als Fixiersalz benutzt.

D.h. auf dem Photopapier ist eine Schicht aus

Silberbromid, Durch Lichteinfall wird das Silberbromid zu elementarem Silber Zersetzt. Das auf den unbelichteten Stellen vorhandene Silberbromid muss abgewaschen werden, da es sich sonst bei Lichteinwirkung zersetzen würde. Das abwaschen geschieht in einem Fixierbad dabei reagiert das noch vorhandene Silberbromid mit dem Fixiersalz Natriumthiosulfat in einer Komplexreaktion zu Dithiosulfatoargentat-1-Komplex-Ion.



Danach muss der Film sorgfältig gewässert werden, da Überreste des Fixiermittels zur allmählichen Zerstörung des Negativs führen können. Schließlich wird der entwickelte Film in ein Reinigungsbad getaucht, das dazu dient, Wasserflecken zu verhindern.

Bei Papierabzügen unterscheidet man Kontaktabzüge und Vergrößerungen. Kontaktabzüge haben die Größe des Negativs, welches auf ein Photopapier gelegt wird und dann wird das Photopapier belichtet.

Bei Vergrößerungen muss das Negativ zunächst in einen Projektionsapparat eingespannt und von einer Lichtquelle durchleuchtet werden. Ein Vergrößerungsobjektiv projiziert das so entstandene Bild auf eine mit lichtempfindlichem Photopapier bestückte Grundfläche. Je dunkler eine Partie des Negativs ist, desto weniger Licht dringt auf das Papier. Das Vergrößerungsverfahren erlaubt eine Regulierung der auf das Photopapier einfallenden Lichtmenge. So können beim so genannten Abwedeln, dem Abdecken von Flächen mit Masken oder der bloßen Hand, bestimmte Partien des endgültigen Abzugs in ihrer

Helligkeit manipuliert oder Konturen verwischt werden. Damit wird der Kontrast der Photographie verändert.

Nach der Belichtung wird das Photopapier einem Entwicklungsverfahren ausgesetzt, das dem des Filmes sehr ähnlich ist.

Abzüge von Farbdias können mit Hilfe eines so genannten Internegativs erstellt werden. Es gibt aber auch ein Dia-direkt-Verfahren, z. B. mit Farbumkehrpapier.

Das Photopapier für Farbdia- und Farbnegativabzüge besteht aus mehreren Emulsionsschichten, denen chemische Farbkuppler beigegeben sind. Dabei handelt es sich um Substanzen, die, selbst farblos, beim Entwicklungsprozess gemeinsam mit den Produkten der Oxidation für die Farbentwicklung der Schichten verantwortlich sind.<sup>6</sup>

### **2.3.1. Entsorgung von Fixierer und Entwickler**

Verbrauchte Fixierbäder dürfen nicht einfach in die Kanalisation geleitet werden, auch wenn sie vollkommen entsilbert wurden. Auf jeden Fall wird das verbrauchte Fixierbad noch weiter behandelt. Im normal Fall werden die Bäder an einen Verwerter oder Entsorger weitergeleitet. Bei größerem Verbrauch kann sich eine Eindampfanlage lohnen.

---

<sup>6</sup> Entwickeln, Norbert Göpel

Die meisten Entsorgungsunternehmen verwenden eine Kombination von physikalisch-chemischen Verfahren und die bewährte Verdampfungsmethode. Als Rückstände fallen da Schlamm-schlacken und Gips an, welche nach Angaben der Entsorgungsunternehmen zum größten Teil auf Sondermülldeponien eingelagert werden, teilweise werden sie auch verbrannt, weil es gesetzlich so vorgeschrieben ist.

Die Entsorgungsunternehmen, welche nur eine Einsammlung und Zwischenlagerung der Chemikalien vornehmen, leiten diese Chemikalien weiter zu anderen Entsorgungsunternehmen, die diese Chemikalien behandeln und entsorgen. Der durchschnittliche Entsorgungspreis je Liter Entwicklerflüssigkeit kostet ca. 1 € ( evtl. veraltete Angabe! ).<sup>7</sup>

### **3. Schluss**

Zum Schluss ist nur noch zu sagen, dass es ein super interessantes Thema ist, aber viel zu umfangreich um es auf 15 Seiten zu präsentieren. Aber ich hoffe einen kleinen Einblick geschafft zu haben, auch dass man jetzt weiß wie viel Arbeit eigentlich hinter so einem Foto steckt, wo man sich so nie Gedanken drüber gemacht hat.

---

<sup>7</sup> <http://www.hdm-stuttgart.de/printing-green/db2-wagn.htm>

Hiermit versichere ich, dass ich die Arbeit selbständig angefertigt, keine anderen als die angegebenen Hilfsmittel benutzt und die Stelle der Facharbeit, die im Wortlaut oder im wesentlichen Inhalt aus anderen Werken entnommen wurde, mit genauer Quellenangabe kenntlich gemacht habe.

Verwendete Informationen aus dem Internet sind dem Lehrer vollständig im Ausdruck zur Verfügung gestellt worden.

---

( Ort, Datum )

Kai Lindner

---

( Unterschrift )

Hiermit erkläre ich, dass ich damit einverstanden bin,  
wenn die von mir verfasste Facharbeit der  
schulinternen Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird.

---

( Ort, Datum )

Kai Lindner

---

( Unterschrift )

## Literaturverzeichnis

1. Göpel, Norbert. „Entwickeln“. VEB Fotokinoverlag Leipzig 1978
2. <http://www.wein-spass.de/fb/geschichte.htm>
3. <http://www.christian-bruenig.de/Sonstiges/frameset1.htm>
4. <http://www2.snmhgkz.ch/~unisex/frequenz/visual.html>
5. <http://www.hdm-stuttgart.de/printing-green/db2-wagn.htm>