

Fachbibliothek Mikrographie

# FILM-TECHNOLOGIE in der MIKROGRAPHIE

(Silber-, Diazo- und Vesikularfilm,  
Aufbau, Verarbeitung und Möglichkeiten)

**Ein Präsent des FMI**

Sind Sie an weiteren Details über die  
Informationsspeicherung, -verarbeitung  
und -verteilung interessiert, schreiben  
Sie uns oder rufen Sie uns an.

FMI Fachverband Mikrographie und Informationsverarbeitung e.V.  
Postfach 42, D-8057 Eching  
Telefon 0 89/3 19 40 10, Telefax 0 89/3 19 13 28

**VdMF**

Verband der  
Mikrofilm-Fachbetriebe e.V.

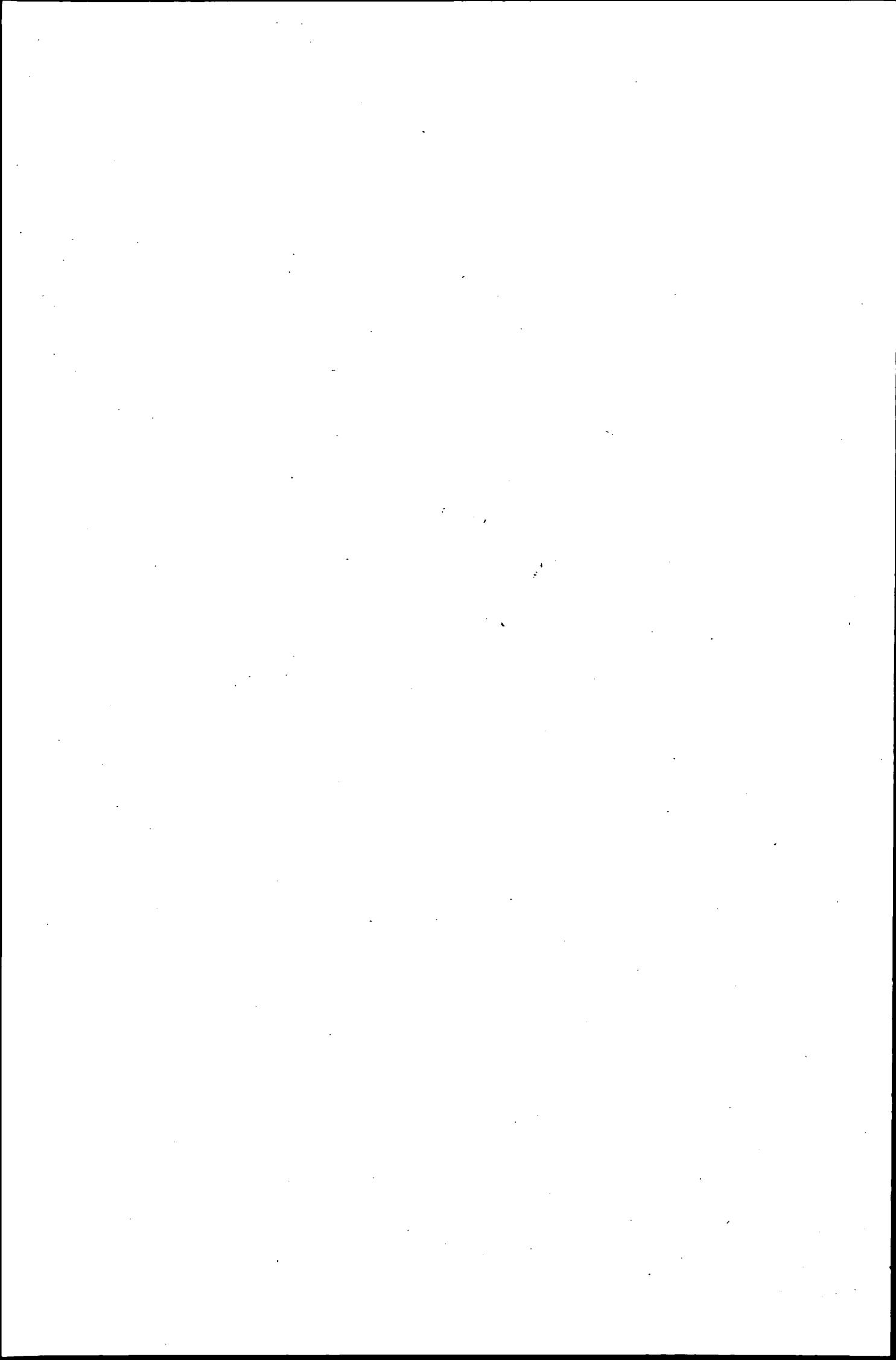


# INHALTSVERZEICHNIS

<b>Vorwort und Einleitung</b> . . . . .	5
<b>Grundlagen der Fotografie</b> . . . . .	6
Elemente der Fotografie . . . . .	6
Licht . . . . .	6
Fotografische Emulsion . . . . .	6
Latentes Bild . . . . .	6
Entwicklung . . . . .	6
Fixieren . . . . .	7
Das Licht in der Fotografie . . . . .	7
Farbempfindlichkeit . . . . .	8
Farbtemperatur . . . . .	8
Ultraviolett (UV)-Empfindlichkeit . . . . .	8
Emulsion und Film-Unterlage . . . . .	9
Logarithmen und Belichtung . . . . .	9
Opazität, Durchlässigkeit und Dichte . . . . .	10
Ausdrücke der Dichte . . . . .	11
Das Gesetz der Reziprozität . . . . .	11
Geräte für Sensotometrische Messungen . . . . .	11
Sensitometer . . . . .	11
Densitometer . . . . .	11
Graukeil . . . . .	12
Kontroll-Streifen . . . . .	12
Densitometrie . . . . .	12
Diffuse Dichte und Reflektions-Dichte/Projektion . . . . .	13
Die Verwendung von Filtern . . . . .	14
Die Verwendung eines Densitometers . . . . .	14
Die Schwärzungskurve . . . . .	14
Grundschleier . . . . .	16
Helligkeits-Bereich und Belichtungs-Bereich . . . . .	16
Die Belichtungs-Latitude . . . . .	17
Gradient . . . . .	18
Gradation . . . . .	18
Kontrast, Gamma und Gamma-Strich . . . . .	18
Kontrast . . . . .	18
Gamma . . . . .	18
Gamma-Strich . . . . .	19
Schärfe und Kantengenauigkeit . . . . .	20
Auflösung . . . . .	20
Die Modulations-Transfer-Funktion (MFT) . . . . .	21
Die Archiv-Qualität des Films . . . . .	23
<b>Silber-Film</b> . . . . .	25
Das Silber-Verfahren . . . . .	25
Der Film-Aufbau . . . . .	25
Die Lichthofschutzschicht . . . . .	27
Lichthof . . . . .	27
Farbempfindlichkeit und Geschwindigkeit . . . . .	28
Konventionelle Negativ-Entwicklung . . . . .	29
Entwickeln . . . . .	29
Arbeitsweise des Entwicklers . . . . .	30
Fixieren . . . . .	30

Wässern . . . . .	31
Trocknen . . . . .	31
Silber-Rückgewinnung . . . . .	32
Umkehr-Entwicklung . . . . .	32
Die Archivierung . . . . .	33
Luftfeuchtigkeits-Kontrolle . . . . .	33
Temperatur-Kontrolle . . . . .	33
Chemische Verschmutzungen . . . . .	33
Ablage Behälter . . . . .	34
Archiv-Aufbewahrung (10 Jahre und länger) . . . . .	34
 <b>Diazo-Film</b> . . . . .	35
Das Diazo-Verfahren . . . . .	35
Die Bild-Formierung . . . . .	35
Diazo-Entwicklung . . . . .	36
Das Diazo-Dampfverfahren . . . . .	37
Thermo-Entwicklung . . . . .	38
Diazo-Verfärbung . . . . .	38
Der Film-Aufbau . . . . .	39
Spektral-Empfindlichkeit . . . . .	40
Kontrast . . . . .	40
Die Schwärzungs-Kurve . . . . .	41
Auflösung . . . . .	41
Reproduktions-Eigenschaften . . . . .	42
Arbeits-Bedingungen und Lagerfähigkeit . . . . .	42
Archivierung . . . . .	43
 <b>Vesikular-Film</b> . . . . .	45
Das Vesikular-Verfahren . . . . .	45
Die Emulsion . . . . .	46
Die Haftsicht . . . . .	46
Die Basis . . . . .	46
Kontrast und Dichte . . . . .	47
Farbempfindlichkeit . . . . .	48
Verarbeitung . . . . .	48
Hitzeentwicklung . . . . .	48
Fixieren . . . . .	49
Auswirkungen der Vor-Belichtung . . . . .	50
Auflösungsvermögen . . . . .	52
Reproduktions-Eigenschaften . . . . .	52
Arbeitsbedingungen . . . . .	53
Archiv-Fähigkeit . . . . .	53
Chemische Stabilität . . . . .	53
Thermo-Stabilität . . . . .	54
Auswirken von Feuchtigkeit und Strahlungen . . . . .	54
 <b>Mikrofilm-Produktion in der Praxis</b> . . . . .	55
Verfahrens Kontrolle . . . . .	55
Verfahrens Kontrolle für Belegverfilmung und COM-Einheiten . . . . .	56
Qualitäts-Kontrolle . . . . .	58
Inspektionsverfahren . . . . .	60
Kriterien der Qualitätskontrolle für den Duplizierfilm . . . . .	61
Silber Duplizierung . . . . .	61
Diazo Duplizierung . . . . .	61

<b>47 B-Filter . . . . .</b>	<b>61</b>
<b>Vesikular Duplizierung . . . . .</b>	<b>61</b>
<b>Techniken der Störungs-Suche . . . . .</b>	<b>62</b>
<b>Die Auswahl eines Dupliziersystems . . . . .</b>	<b>73</b>
<b>Umwelt-Bedingungen . . . . .</b>	<b>74</b>
<b>Bestehende Technologien . . . . .</b>	<b>74</b>
<b>Produktions-Bedingungen . . . . .</b>	<b>74</b>
<b>System-Erfordernisse . . . . .</b>	<b>74</b>
<b>Kosten . . . . .</b>	<b>74</b>
<b>Die Auswahl des Filmtyps . . . . .</b>	<b>76</b>
<b>Die erste Regel für die Filmtypauswahl ist . . . . .</b>	<b>76</b>
<b>Die zweite Regel ist . . . . .</b>	<b>76</b>
<b>Bestimmen der Duplizier-Eigenschaften . . . . .</b>	<b>76</b>
<b>Überprüfen des Silberfilm-Duplizierers . . . . .</b>	<b>76</b>
<b>Reinigen . . . . .</b>	<b>76</b>
<b>Produktions-Kontrolle . . . . .</b>	<b>76</b>
<b>Beschädigungen . . . . .</b>	<b>76</b>
<b>Überprüfen des Diazo-Duplizierers . . . . .</b>	<b>77</b>
<b>Reinigung . . . . .</b>	<b>77</b>
<b>Anwärmen . . . . .</b>	<b>77</b>
<b>Entwicklungs-Probe . . . . .</b>	<b>77</b>
<b>Belichtungs-Probe . . . . .</b>	<b>77</b>
<b>Produktions-Kontrolle . . . . .</b>	<b>77</b>
<b>Beschädigungen . . . . .</b>	<b>77</b>
<b>Überprüfen des Vesikular-Duplizierers . . . . .</b>	<b>78</b>
<b>Reinigung . . . . .</b>	<b>78</b>
<b>Anwärmen . . . . .</b>	<b>78</b>
<b>Belichtungs-Probe . . . . .</b>	<b>78</b>
<b>Entwicklungs-Probe . . . . .</b>	<b>78</b>
<b>Kühl-Probe . . . . .</b>	<b>78</b>
<b>Klär-Probe . . . . .</b>	<b>78</b>
<b>Produktions-Kontrolle . . . . .</b>	<b>78</b>
<b>Beschädigungen . . . . .</b>	<b>78</b>
<b>Normen der Mikrofilmtechnik nach Sachgruppen (Stand 1. 1. 1982) . . . . .</b>	<b>80</b>
<b>Normen/Richtlinien/Spezifikationen (ISO/US-Militär) . . . . .</b>	<b>83</b>
<b>VdMF-Mikrofilm-Literatur . . . . .</b>	<b>85</b>
<b>Mikrofilm-Literatur (Auszug) . . . . .</b>	<b>86</b>
<b>Allgemeine Hinweise . . . . .</b>	<b>87</b>
<b>Werbung . . . . .</b>	<b>88/89/90</b>



## **Vorwort und Einleitung**

Lange Zeit ist die Welt der Mikrografie für viele Leute ein großes Geheimnis gewesen. Wir neigen dazu, unsere Technologie geheim zu halten. Es ist erstaunlich zu sehen, wie schnell eine Industrie so in ihrer Größe und Komplexität wachsen kann und doch niemals die einfachsten technischen Aspekte dieser Industrie schriftlich festgehalten werden. Die Industrie der Fotografie und die der Daten-Verarbeitung, aus der wir im Feld abstammen, sind gut dokumentiert. Wenn die Mikrografie Status und Anerkennung als eine Industrie erreichen will, müssen wir zunächst unser eigenes Haus in Ordnung bringen.

Dieses Manuskript entstand im Frühjahr 1976 im Zusammenhang mit einem Basis-Seminar über Mikrofilm. Es war Grundlage zu vielen weiteren Seminaren, die G. Mezher - Direktor des Xidex-Institutes für Filmtechnologie - in Zusammenarbeit mit vielen Ortsverbänden der National Micrographics Association, abhielt.

1978 wurde das Manuskript auf Veranlassung der NMA in erster Linie von J. Turner komplett überarbeitet, um dem Mikrofilmanfänger eine Einführung, aber auch dem Fortgeschrittenen ein Nachschlagewerk an die Hand zu geben.

Die Notwendigkeit nach einer solchen Basisarbeit veranlaßte die NMA zu dieser Publikation.

Wir vom VdMF danken auf diesem Wege sowohl der Xidex Corporation wie auch der NMA für die Erlaubnis zur Übersetzung. Die Hauptarbeit leistete Herr Hans J. Kröber, NCR-Augsburg. Die technische Betreuung und Überarbeitung übernahmen Dipl.-Ing. Dietrich Hofmaier, MFM-München und Heinz Müller-Saala, Eching.

Ein Buch dieses Umfangs kann unmöglich eine gesamte Technologie abdecken. Dieses Buch hier löst jedoch ausgezeichnet die Aufgabe, ein Basis-Verständnis für Film (Silber, Diazo und Vesikular), seine Verarbeitung (für alle drei Typen), sowie für die Praxis der Mikrofilm-Produktion (Qualitäts-Kontrolle und die für ein erfolgreiches mikrografisches System notwendigen Arbeitsabläufe) zu vermitteln.

„Film-Technologie in der Mikrografie“ ist das erste auf dem Sektor der Technologie der Mikrografie publizierte Buch. Es stellt somit einen Meilenstein in der Ausbildung auf dem Gebiete der Mikrografie dar.

Wir haben alles getan, um sicherzustellen, daß dieses Buch zuverlässig und neutral berichtet. Wir wissen aber auch, daß noch viele Gebiete in diesem Buch nicht abgehandelt wurden. Wir sind sicher, daß wir durch weitere technische Veröffentlichungen diese Lücken schließen werden. Wir sind stolz auf dieses Buch und voller Anerkennung für all die Mühe und Arbeit, die es gekostet, dieses Buch an Sie, den Leser, zu bringen.



Dipl.-Ing. Dietrich Hofmaier  
1. Vorsitzender VdMF

---

# GRUNDLAGEN DER FOTOGRAFIE

Die Wissenschaft des Mikrofilms steht im direkten Zusammenhang mit der Wissenschaft der Fotografie. Folglich benutzen beide etwa das gleiche Konzept und die gleiche Terminologie.

Aus diesem Grunde ist es wichtig, fototechnische Ausdrücke zu verstehen und zu wissen, wie sie beim Mikrofilm angewendet werden. In diesem Kapitel werden Sie mit den Grundkenntnissen beider Konzepte und Technischer Terminologien vertraut gemacht, damit Sie später Ihre technischen Mikrofilm-Entscheidungen klarer und fachmännischer fällen können.

In der Tabelle 1.1 werden Mikrofilm und konventionelle Fotografie einander gegenübergestellt und ihre Hauptunterschiede aufgezeigt. Dabei sollte noch einmal betont werden, daß die Grund-Prinzipien bei beiden Sparten die gleichen sind. Der Haupt-Unterschied im Konzept zwischen konventioneller Fotografie und Mikrofilm liegt beim Duplizieren, wo häufig die Nichtsilber-Technologien, wie Diazo- und Vesikular-Technologie, eingesetzt werden.

Die für die Formierung des fotografischen Abbildes verantwortlichen Komponenten sind: Licht, die fotografische Emulsion, das latente Abbild, die Entwicklung und die Fixierung.

## Elemente der Fotografie

### LICHT.

Das Licht ist der Teil des elektromagnetischen Spektrums, für den das Auge empfindlich ist. Die Energie des Lichtes wirkt auf die chemischen Bestandteile der fotografischen Emulsion ein und modifiziert sie.

### FOTOGRAFISCHE EMULSION.

Dies ist eine lichtempfindliche Schicht, die auf ein Substrat (die Film-Basis) aufgetragen wurde. Das Abbild wird von der Emulsion aufgenommen und festgehalten.

### LATENTES ABBILD.

Wenn eine ausreichende Menge von Licht auf eine fotografische Emulsion auftrifft, wird eine chemische Veränderung ausgelöst. Auf diese Weise wird ein komplettes, jedoch noch nicht sichtbares Bild in der Emulsion aufgebaut, das sogenannte „Latente Abbild“.

### ENTWICKLUNG.

Durch die Entwicklung wird das latente Abbild in ein sichtbares Bild umgewandelt. Dieses Verfahren ist, abhängig vom Entwickler, ein Verstärkungs-Verfahren, wobei die in der Entwicklungs-Flüssigkeit enthaltene Energie benutzt wird, um das Bild sichtbar zu machen. Der Verstärkungsfaktor variiert sehr, abhängig von der Film- und Entwickler-Kombination.

Die untenstehende Übersicht zeigt einen relativen Vergleich zwischen Silber- und Nichtsilber-Filmen.

Mikrofilm-Typ	Relative Verstärkung
Silber	$10^7$
Diazo	1
Vesikular	10

## **FIXIEREN.**

Unter Fixieren versteht man das Verfahren, mit dem die lichtempfindlichen Bestandteile, die nicht für den Bild-Aufbau benutzt wurden, aus der Emulsion entfernt werden, um das Abbild dauerhaft zu machen.

Der Zweck dieses Überblicks ist es, Sie mit einem generellen Gefühl für den fotografischen Prozeß und das Zusammenspiel der einzelnen Komponenten auszustatten.

Der Rest dieses Abschnitts, sowie das ganze Buch, befaßt sich mit den Einzelheiten.

## **Das Bild der ersten Generation.**

Ein Vergleich zwischen konventioneller Fotografie und Mikrofilm.

	Konventionelle Fotografie	Mikrofilm
Gegenstand	Dreidimensionales Objekt, sehr oft in Bewegung	Flachliegende Belege oder Kathodenstrahl-Röhre
Belichtungs-Strahlung	Sichtbares Spektrum	Sichtbares Spektrum
Aufzeichnungs-Medium	Silberhalogen-Film	Silberhalogen-Film
Verarbeitungsweise	Chemische Entwicklung	Chemische Entwicklung
Ergebnis	Negative oder Diapositive	Negativer oder Positiver Mikrofilm

## **Das Licht in der Fotografie**

In der Natur kommen elektro-magnetische Strahlen, Hitze, Radio, Mikrowellen, um ein paar zu nennen, in vielen Formen vor. Der Mensch kann jedoch nur einen kleinen Teil dieses Strahlen-Spektrums wahrnehmen und hat zu diesem Zwecke ein sehr empfindliches Empfangs-Instrument entwickelt – das Auge. Die Begrenzung durch das Auge erlaubt lediglich die Aufnahme des Strahlungsbereichs, den der Mensch „Licht“ nennt. Abb. 1.1 zeigt einen Teil des elektromagnetischen Spektrums, in dem das „Licht“ enthalten ist.

Die Zeichnung des sichtbaren Lichts bildet zwei Schlüsselpunkte:

- 1.) **Elektromagnetische** Energie wird in Form von Wellenlängen ausgedrückt. Sie wird in Nano-Metern (1 Milliardstel-Meter) gemessen. Das Licht pflanzt sich wellenförmig fort. Somit kann man durch Angabe der Wellenlänge seine Art festlegen. Nach der Grafik in Abbildung 1.1 kann man sagen, daß eine Energie von 650 Nano-Metern ein „rotes“ Aussehen hat.
- 2.) Die eingezeichnete Kurve, die sich fast über das ganze sichtbare Spektrum erstreckt, gibt die Reaktion des menschlichen Auges auf das Licht wieder.

Hieraus geht auch hervor, daß wir nicht alle Farben mit der gleichen Intensität wahrnehmen.

Das Auge ist in der Lage, zwischen den einzelnen Teilen (Wellenlängen) innerhalb dieses sichtbaren Bandes zu differenzieren. Diese Differenzierung wird von uns als Farbe aufgenommen.

Es ist wichtig zu wissen, daß Farbe, wie wir sie kennen, sich nur auf das menschliche Auge bezieht. Licht wird deshalb definiert, als „der Teil der Strahlungs-Energie, den ein menschlicher Beobachter durch die visuellen Gefühle, die von der Reizung der Retina des Auges ausgelöst werden, zu erkennen in der Lage ist“.

Obwohl Chemikalien auf Strahlenenergie quer durch das Spektrum reagieren können, kann die Geschichte der Fotografie als die Bemühung beschrieben werden, einen chemischen Prozeß zu entwickeln, der das festhält, was das Auge sieht. Es ist wichtig, sich daran zu erinnern, wenn man die Auswirkungen von „Licht“ auf eine fotografische Emulsion untersucht.

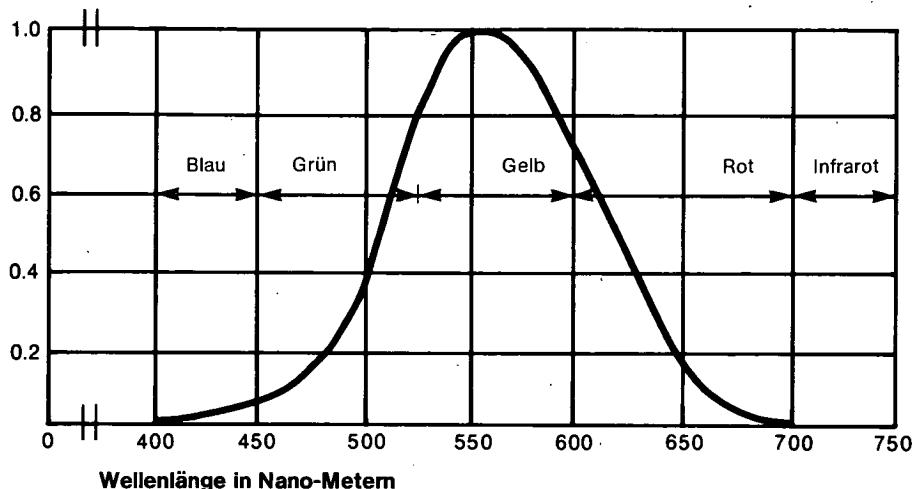


Abb. 1.1 Der sichtbare Teil des elektromagnetischen Spektrums.

### Farb-Empfindlichkeit

Damit bezeichnet man die Fähigkeit einer Emulsion, die Farbtöne des Originals festzuhalten. Beim Mikrofilm, wo es sich hauptsächlich ein Schwarz-Weiß-Medium handelt, bedeutet Farbempfindlichkeit die Fähigkeit, die Farbtöne des Originals in Abstufungen von Grautönen zu erfassen.

### Farbtemperatur

Mit diesem Ausdruck beschreibt die spektrale Ausstrahlung einer Lichtquelle. Wir wissen, daß, wenn man die Temperatur eines schwarzen Körpers erhöht, die dabei sichtbar werdenden Lichtstrahlen zunächst rot (rotglühend) sind. Bei weiterem Erhöhen der Temperatur werden weitere Komponenten des sichtbaren Spektrums emittiert, bis der Körper schließlich weiß (weißglühend) erscheint. Die Farbstrahlung einer Lampe kann demnach in Form ihrer Farbtemperatur ausgedrückt werden.

Viele Filme, sowohl die kommerziellen als auch die Mikrofilme, sind auf einen bestimmten Lichttyp zugeschnitten. Sehr oft enthält die Spezifikation für einen Film auch die Angabe der Farbtemperatur (in Kelvin-Gradern) der zu verwendenden Belichtungsquelle.

### Ultraviolet (UV)-Empfindlichkeit

Bei der Mikrofilm-Duplizierung wird weitgehend ultra-violettes Licht eingesetzt. Die Duplizierfilme (Diazo und Vesikular) können bei Tageslicht gehandhabt werden, ohne daß die Emulsion bemerkbar beeinträchtigt wird.

Theoretisch haben diese Filme keine (oben beschriebene) Farbempfindlichkeit, praktisch sind sie jedoch empfindlich für das blaue Ende des Spektrums (350 bis 450 Nanometer), für Gelb und Rot jedoch unempfindlich.

Die Duplizierfilme, ob Silber, Diazo oder Vesikular, sind zum Kopieren von Schwarz-Weiß-Originalen gedacht. Eine Farbempfindlichkeit ist daher unnötig.

### **Emulsion und Film-Unterlage**

Sowohl die Silber- als auch die Nichtsilber-Fabrikate bestehen aus zwei Komponenten. Die Trägerschicht, gewöhnlich „Basis“ genannt, und die lichtempfindliche Schicht, die beim Silberfilm „Emulsion“ genannt wird.

In der Geschichte der Fotografie wurden und werden verschiedene Trägermaterialien benutzt, wie Glas, Papier, Nitro-Zellulose, Azetat und Polyester. Der Mikrofilm benutzt ausschließlich Azetat und Polyester-Basen. Beide Typen sind Sicherheitsfilme, d. h. sie sind schwer entflammbar.

Azetat ist ein Zellulose-Derivat und wird in erster Linie als Basis für Kamera-Silberfilm verwendet. Die Hauptvorteile sind die ausgezeichnete Klarheit sowie eine geringe Neigung zu statischer Aufladung. Statische Entladungen innerhalb der Kamera können Schleier auf dem Film hervorrufen.

Die Polyester-Basis ist ein Petroleum-Derivat, das sich immer größerer Beliebtheit erfreut. Die starke Neigung zur statischen Aufladung hat diese Basis auf den Duplizierfilm-Markt beschränkt. Neuere Entwicklungen auf dem Gebiet der Statik-Kontrolle haben es jedoch ermöglicht, daß diese Basis auch im Kamerafilm-Markt Eingang gefunden hat.

In den folgenden Bereichen hat sich die Polyester-Basis ausgezeichnet bewährt:

- bleibt dimensionsstabil
- ist widerstandsfähig gegen Hitze, Luftfeuchtigkeit und die meisten Chemikalien
- reißt nicht, bricht nicht, wellt sich nicht
- wird beim Altern weder gelb oder brüchig
- die Widerstandsfähigkeit von Polyester gestattet die Herstellung von dünneren Basen, wodurch mehr Information pro Rolle aufgezeichnet werden kann.

### **Logarithmen und Belichtung**

Bevor wir uns mit den Begriffen „Belichtung“ und „Dichte“ näher befassen, müssen wir über Logarithmen sprechen. Wir werden dabei erkennen, daß der fotografische Prozeß geometrisch und nicht arithmetisch abläuft. Mit anderen Worten, es bedarf beträchtlicher Änderungen in der Energie, um erkennbare Änderungen in der Film-Dichte zu erreichen. Für diejenigen, die sich bisher wenig mit Mathematik beschäftigt haben, sich aber trotzdem eingehender mit Logarithmen und der Fotografie/Sensitometrie befassen wollen, sei hier Speziallektüre empfohlen.

Das Auge erkennt gleichmäßige Helligkeits-Intervalle in der Reihe 1, 10, 100, 1000 (d. h.  $10^0$ ,  $10^1$ ,  $10^2$ ,  $10^3$ ). Mathematisch gesehen, ist der Logarithmus einer Zahl die Potenz, mit der man die Basis (10) potenzieren muß, um die Zahl zu erhalten.

$$\text{Log } 1 = \text{Log } (10^0) = 0$$

$$\text{Log } 10 = \text{Log } (10^1) = 1$$

$$\text{Log } 100 = \text{Log } (10^2) = 2$$

$$\text{Log } 1000 = \text{Log } (10^3) = 3$$

In diesem Falle ist die 10 die Basis.

Somit sind Logarithmen aus zwei Gründen in der Fotografie nützlich: (1.) Sie gleichen der geometrischen Reaktion des Auges auf Dichte/Energie-Änderungen und (2.) sie ermöglichen uns, die extremen Unterschiede zwischen Energie und Dichte, die beim fotografischen Prozeß

gang und gäbe sind, in den Griff zu bekommen. Bei näherer Betrachtung werden wir finden, daß Verhältnisse von 10000 zu 1 nicht ungewöhnlich sind.

Die Belichtung  $E$  ist die Menge von Licht, die auf eine fotografische Emulsion auftrifft. Sie ist das Produkt der Intensität  $I$  der Beleuchtung und der Belichtungs-Zeit.

Die Gleichung sieht wie folgt aus:

$$E = I \cdot t$$

In der Praxis regulieren die Kameras ihre Belichtung durch Variieren der Intensität  $I$  mit Hilfe einer verstellbaren Öffnung und durch Variieren der Zeit  $t$  durch einen verstellbaren Verschluß. Sehr viele Mikrofilm-Kameras haben feste Blenden-Öffnungen und feste Verschluß-Stellungen. Hier wird die Belichtung durch Verändern der Beleuchtung reguliert. Wir beziehen uns dabei, wie bei den Logarithmen besprochen, auf  $\log E$  oder  $\log I \cdot t$  oder auf Relativer  $\log E$ .

### Opazität, Durchlässigkeit und Dichte

Bevor man den Begriff „Dichte“ verstehen kann, muß man sich zunächst mit „Opazität“ und „Durchlässigkeit“ beschäftigen. Wenn man einfallendes Licht ( $I$ ) auf ein Filmstück leitet, dann wird eine bestimmte Lichtmenge durchgelassen und der Rest wird zurückgehalten (blockiert). Den Grad der Blockierung bezeichnet man mit „Opazität“  $O$  (vom Wort opak = lichtunddurchlässig). Das durchgelassene Licht wird als Durchlässigkeit  $T$  (Transmission) bezeichnet. Diese Begriffe werden in Prozent ausgedrückt. Somit hat ein relativ dunkles Filmstück eine Opazität von 90% und eine Durchlässigkeit von 10%. Die Summe von Opazität und Durchlässigkeit ist immer 100. Im obigen Falle blockiert der Film 90% des einfallenden Lichts und läßt 10% durch.

Die Formel für Opazität ist wie folgt:

$$\text{Opazität} = \frac{\text{Intensität des einfallenden Lichts}}{\text{Intensität des durchgelassenen Lichts}}$$

Die Dichte steht in direktem Zusammenhang mit dem Gedanken Opazität/Durchlässigkeit, denn die Dichte ist der logarithmische Ausdruck der Durchlässigkeit.

Die Formel für die Dichte lautet:

$$D = \log \frac{I}{T}$$

$$D = \log 1/0,1 = \log 10^1$$

$$D = 1,0$$

Wenn wir bei unserem vorigen Beispiel von 90% Opazität und 10% Durchlässigkeit bleiben, dann bedeutet das, daß ein Film von 10% Durchlässigkeit eine Dichte von 1,0 hat.

Weitere Beispiele:

$$\text{Durchlässigkeit } 100\% = \text{Dichte } 0,0 = \log \frac{1}{1} = \log 10^0$$

$$\text{Durchlässigkeit } 10\% = \text{Dichte } 1,0 = \log \frac{1}{0,1} = \log 10^1$$

$$\text{Durchlässigkeit } 1\% = \text{Dichte } 2,0 = \log \frac{1,00}{0,01} = \log 10^2$$

$$\text{Durchlässigkeit } 0,1\% = \text{Dichte } 3,0 = \log \frac{1000}{0,001} = \log 10^3$$

Man sollte sich merken, daß bei einer Dichte von  $D = 1,0$  bereits 90% der verfügbaren Durchlässigkeit aufgebraucht sind. Daraus ist leicht erklärlich, warum die meisten fotografischen Verfahren kaum über eine Dichte von 1,0 hinausgehen. Auf der logarithmischen Dichte-Skala bedeutet jede Veränderung um 0,3 in der Dichte ein Verdoppeln der visuellen Dichte. Beim Aufstellen von Dichte-Spezifikationen sollte diese Tatsache berücksichtigt werden.

### Ausdrücke der Dichte

Es gibt verschiedene wichtige Dichte-Ausdrücke, mit denen man sich zunächst vertraut machen muß. Zunächst nennt man die maximale Dichte auf einem bestimmten Stück Film „ $D_{max}$ “, die Mindest-Dichte bezeichnet man mit „ $D_{min}$ “. Die Hintergrund-Dichte ist die Dichte des Hintergrundes einer einzelnen Seite (eines Belegs) auf dem belichteten Film.

Delta-Dichte ( $\Delta D$ ) ist der Dichte-Unterschied zwischen zwei belichteten Bereichen auf einem bestimmten Stück Film, sehr oft aber auch der Unterschied zwischen  $D_{max}$  und  $D_{min}$ , z. B.

$D_{max}$	1,10
$D_{min}$	0,05
$\Delta D$	1,05

Der Begriff  $\Delta D$  ist im Mikrofilm äußerst wichtig, da ein genügend großer Dichte-Unterschied zwischen den hellen und dunklen Bereichen des Originals-Belegs bestehen muß, um eine gute Reproduktion zu gewährleisten. Andererseits muß auch die Film-Kopie genügend  $\Delta D$  haben, um lesbar und kopierfähig zu sein.

### Das Gesetz der Reziprokität

Bunsen und Roscoe stellten fest, daß die optische Dichte einer belichteten Emulsion bei Standard-Entwicklung eine Funktion der Intensität der Belichtung ( $I$ ) und der Zeit ( $t$ ) ist. Mit anderen Worten, um mit der gleichen Emulsion die gleiche Dichte zu erreichen, genügt es, wenn man die Belichtung (das Produkt von  $I \cdot t$ ) konstant hält.

Man stößt immer dann auf Reziprokitätsversagen, wenn  $I$  und  $t$  zu sehr variieren (sehr kurze oder sehr lange Belichtungen) und dann trifft dieses Basis-Gesetz nicht mehr zu. Glücklicherweise interessiert ein solches Reziprokitäts-Versagen im Mikrofilm überhaupt nicht, weil hier vernünftige und konstante Belichtungs-Zeiten die Regel sind.

### Geräte für sentiometrische Messungen

Die Sensitometrie ist das Studium der Auswirkung von Belichtung und Entwicklung auf fotografische Emulsionen. Zum Messen dieser Auswirkungen benötigt man die folgenden Geräte: Sensitometer, Densitometer, Grau-Keil und Kontroll-Streifen.

**SENSITOMETER.** Dies ist ein Gerät, mit dem man in der Lage ist, aufeinanderfolgende Teile eines Streifens von fotografischem Material mit einer Serie von abgemessenen, genau bekannten und wiederholbaren Belichtungen, die von einem Teil zum nächsten Teil im gleichen Verhältnis stehen, zu belichten. Wenn ein so belichteter Film entwickelt ist, zeigt er ein entsprechendes Dichte-Muster.

**DENSITOMETER.** Ein Densitometer ist ein Instrument zur genauen Messung der auf einem fotografischen Film produzierten Dichten. Ein Mikro-Densitometer mißt die Dichte auch bei sehr kleinen Flächen.

**GRAU-KEIL.** Darunter versteht man einen Streifen von Standard-Material, gewöhnlich Film, der vorher genau belichtet und entwickelt wurde und bei dem die Dichte-Steigerung von Schritt zu Schritt exakt bekannt ist.

**KONTROLL-STREIFEN.** Diese Streifen, auch als Entwicklungs-Kontroll-Streifen bekannt, sind genau belichtete Filmstreifen. Nach ihrer Verarbeitung werden sie zur Überwachung, d. h. Kontrolle der Filmverarbeitung benutzt. Die gleichmäßigen Belichtungen auf diesen Streifen bedeuten, daß sie nur gleichmäßige Dichte-Messungen ergeben, auch wenn sie zu unterschiedlichen Zeiten verarbeitet wurden, falls die Verarbeitungsbedingungen gleichgeblieben sind. Somit kann eine Kontrolle oder Überwachung der Entwicklung durchgeführt werden.

### Densitometrie

Die Kontrolle der Dichte ist die Fundamental-Technik der Film-Industrie zum Aufrechterhalten guter Qualität. Daher ist die einwandfreie Dichte-Messung von großer Wichtigkeit. Zum Messen der Film-Dichte verwendet man das Densitometer. Um es aber der Situation gerecht und korrekt zu verwenden, muß man jedoch gut verstehen mit ihm umzugehen. In Abb. 1.2 wird ein Densitometer schematisch dargestellt.

Das Licht von der Lampe des Densitometers wird durch die Öffnung zu einem schmalen Strahl reduziert. Wenn das einfallende Licht auf den Film auftrifft, wird es entweder gebrochen, absorbiert oder durch den Film gelassen. Das durchscheinende Licht wird innerhalb eines bestimmten Winkels oder Kegels erfaßt und gemessen. Durch Quantifizieren des einfallenden und des durchscheinenden Lichts unter ähnlichen Bedingungen kann die folgende Rechnung aufgestellt werden.

$$\frac{\text{Einfallendes Licht}}{\text{Durchscheinendes Licht}} = \text{Opazität}$$

Woraus

$$\text{Dichte} = \frac{1}{\text{Log Durchlässigkeit}}$$

abgeleitet werden kann.

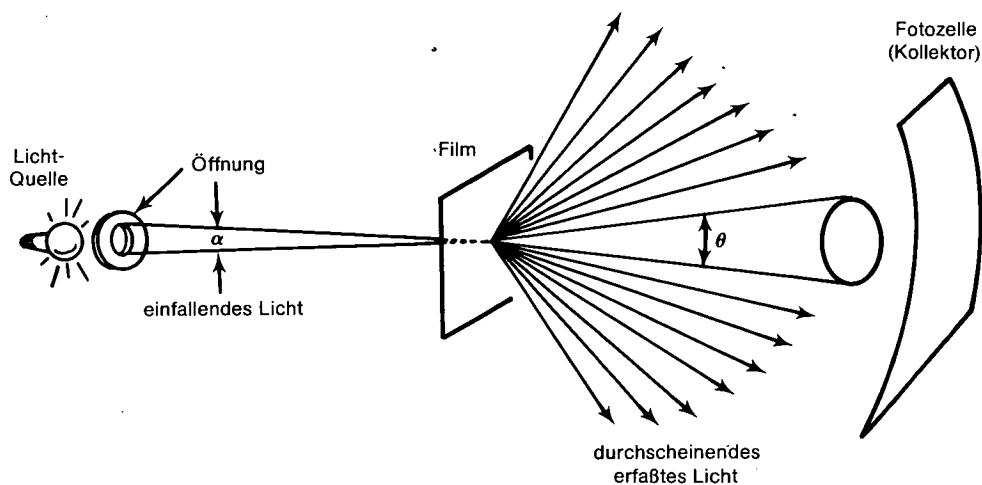


Abb. 1.2 So arbeitet ein Densitometer.  
Die gemessene Dichte richtet sich nach dem Winkel, über den das Licht erfaßt wird.

Bei modernen Densitometern wird dieses gleich innerhalb des Geräts erledigt. Hier ist ein Direkt-Ablesen möglich.

Abhängig vom Erfassungswinkel des durchscheinenden Lichts können zwei verschiedene Messungen durchgeführt werden, nämlich die Diffuse-Dichte und die Reflektions-Dichte.

#### Diffuse Dichte und Reflektions-Dichte/Projektion

Die Diffuse-Dichte wird gemessen, indem man die gesamte durchscheinende Lichtmenge erfaßt. Siehe dazu Abb. 1.3a.

Die Reflektions-Dichte wird gemessen; indem man das Licht für einen bestimmten Winkel erfaßt. Um die Maße zu standardisieren, muß die „relative Öffnung“ des optischen Systems angegeben werden, wodurch seinerseits die Geometrie des optischen Systems völlig definiert ist. Schematisch ist dies in Abb. 1.3b dargestellt.

Weder bei Silber- noch bei Diazo-Film gibt es größere Mengen an gebrochenem Licht. Hier wird im allgemeinen die Diffuse-Messung verwendet. Ein Vergleich mit der Reflektions-Messung ergibt kaum Abweichungen.

Bei Vesikular-Film ist dies nicht der Fall, da dieser das Licht in alle Richtungen streut. Ein Vergleich zwischen Diffuse- und Reflektions-Dichte ergibt daher bei verschiedenen Öffnungen verschiedene Resultate. Gewöhnlich wird eine Öffnung von 4.5 benutzt, da diese den optischen Systemen der meisten Lese- und Rückvergrößerungsgeräten entspricht.

Kurz gesagt, die Diffuse-Dichte-Messung bringt Information über die Eigenschaften des Films für den Kontakt-Druck, d. h. Duplizieren, während die Reflektions-Dichte-Messung Information über die Eigenschaften des Films für die Projektion, d. h. Lese-Rückvergrößerungsgeräte ergibt.

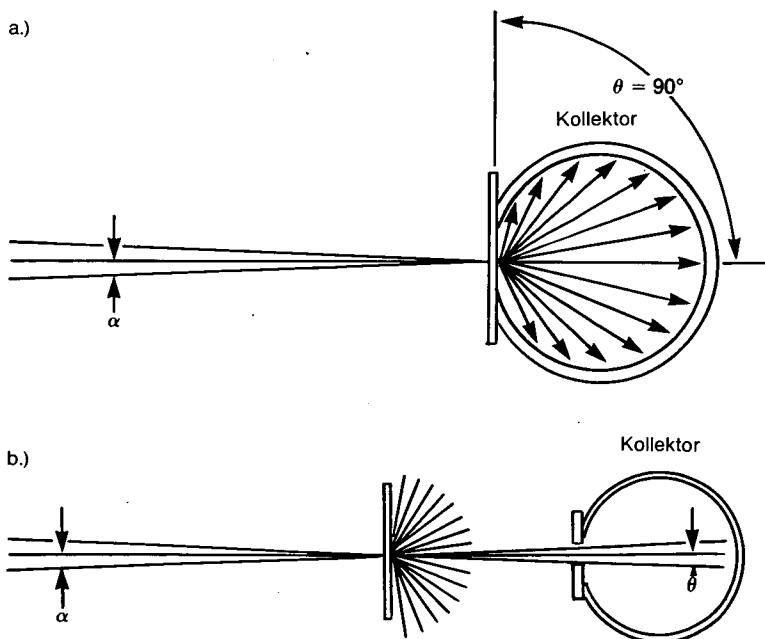


Abb. 1.3 Diffuse und Reflektions-Dichte. (1.3a)  
Beleuchtungs-Bedingungen und Licht-Empfang beim Messen der totalen Diffuse-Dichte und (1.3b) Beleuchtungs-Bedingungen und Licht-Empfang beim Messen der Reflektions-Dichte.

## **Die Verwendung von Filtern**

In manchen Fällen müssen wir die Dichte eines Filmes für eine bestimmte Wellenlänge (Farbe) wissen. Dies trifft besonders für Diazo-Filme zu, die bestimmte Wellenlängen blockieren. Bei diesen Filmen ist die Dichte geringer, wo mehr Licht durchscheint und höher bei den Wellenlängen, die das Licht blockieren.

Im Falle der Mikrofilm-Duplizierung befassen wir uns im allgemeinen mit einer ultravioletten Lichtquelle. Deshalb brauchen wir die Dichte-Werte des Original-Films unter diesen Bedingungen. Die meisten modernen Densitometer sind mit Filtern ausgerüstet, die uns gestatten, die Film-eigenschaften unter den verschiedensten Bedingungen zu messen. Die brauchbarsten sind: der Wratten-Filter 106, der dem Augen entspricht und der benutzt wird, wenn im Bereich des sichtbaren Lichts gearbeitet wird, sowie der Wratten-Filter 18A. Er mißt das Licht in der UV-Region. Aus diesem Grunde wird dieser Filter benutzt, um das Verhalten des Films als Duplizier-Original zu bestimmen, wenn zur Belichtung UV-Licht verwendet wird.

Die Filter erlauben nur Lichtstrahlen mit einer bestimmten Wellenlänge den Durchgang zum Film. Wo diese Wellenlänge (Farbe) vom Film blockiert wird, ergibt das einen hohen Dichte-Wert auf dem Densitometer. Auf ähnliche Weise gibt ein Filter, der dem Spektral-Gefüge eines Rückvergrößerungssystems entspricht, Information über das Verhalten des Films.

## **Die Verwendung eines Densitometers**

Wenn man ein Densitometer benutzt, muß man auf einige Punkte besonders achten.

Dazu gehört:

**1. Korrektes Aufwärmen**

Damit sie die korrekte Arbeitstemperatur hat, muß die Maschine zunächst für die angegebene Zeit eingeschaltet bleiben.

**2. Betriebs-Art**

Man muß sich vergewissern, daß das Gerät für die gewünschte Art der Messung, d. h. Diffuse oder Reflektion eingerichtet ist.

**3. Filter**

Sicherstellen, daß der für die gewünschte Art der Messung erforderliche Filter vorhanden und eingesetzt ist.

**4. Kalibrierung**

Jedem Densitometer ist ein Kalibrierungs-Maß beigegeben, das aus einem Filmstreifen besteht, auf dem in gleichmäßige Dichte-Intervallen belichtet wurde. Die einzelnen Schritte sind markiert. Sie dienen zur Überprüfung der Genauigkeit des Gerätes.

**5. Null-Justierung**

Bevor das Gerät eingesetzt wird, muß es null-justiert werden, damit es korrekte Messungen ergibt.

## **Die Schwärzungs-Kurve**

Nehmen wir an, ein Streifen fotografischen Materials sei Schritt für Schritt belichtet worden, wobei man mit einem sehr geringen Belichtungswert angefangen und diesen Schritt für Schritt erhöht hat, so daß die Belichtung von einem Schritt zum nächsten in einem bestimmten konstanten Verhältnis steht (d. h. jeder Schritt wird doppelt so stark belichtet wie der vorhergehende). Wird dieser Streifen normal entwickelt, entsteht ein Dichte-Muster. Im Falle von Silberfilm, konventionell entwickelt, kann man beobachten, daß die sehr niedrige

Belichtung nur eine kaum erkennbare Dichte hervorruft, d. h. die Dichte ist hier nicht höher, als der Schleier, der bei der Entwicklung eines nichtbelichteten Teils des Films entsteht. Über einen gewissen Grenzwert hinaus zeigen die weiteren Schritte (von erhöhter Belichtung) progressiv ansteigende Dichte, die dann eine obere Grenze erreichen, was volle Entwicklung bedeutet, d. h. das Maximum an Dichte, zu dem das Material fähig ist. Zeichnet man jetzt diese Dichten in Form einer Kurve im Verhältnis zum entsprechenden Log E (oder Relativen Log E) auf, erhält man die sogenannte Schwärzungskurve (Abb. 1.4).

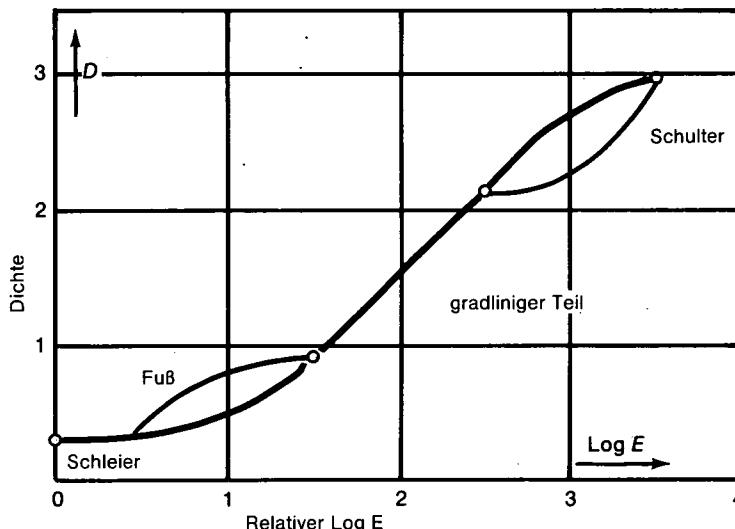


Abb. 1.4  
Die Schwärzungskurve

Die Schwärzungskurve eines fotografischen Materials hängt nicht allein vom Film ab, sondern von einer Kombination von Charakteristiken, nämlich des fotografischen Materials, der Belichtung und den Entwicklungs-Bedingungen.

Ein bestimmtes fotografisches Material kann eine unbegrenzte Anzahl von Schwärzungskurven aufweisen. Aus diesem Grunde hat eine solche Kurve letztlich keinen Aussagewert, wenn dabei nicht auch Belichtung und Entwicklungs-Bedingungen genau definiert werden.

Im Falle von Diazofilm und bei Systemen, die die Polarität beibehalten, ist die Neigung der Kurve entgegengesetzt, wie Abbildung 1.5 zeigt.

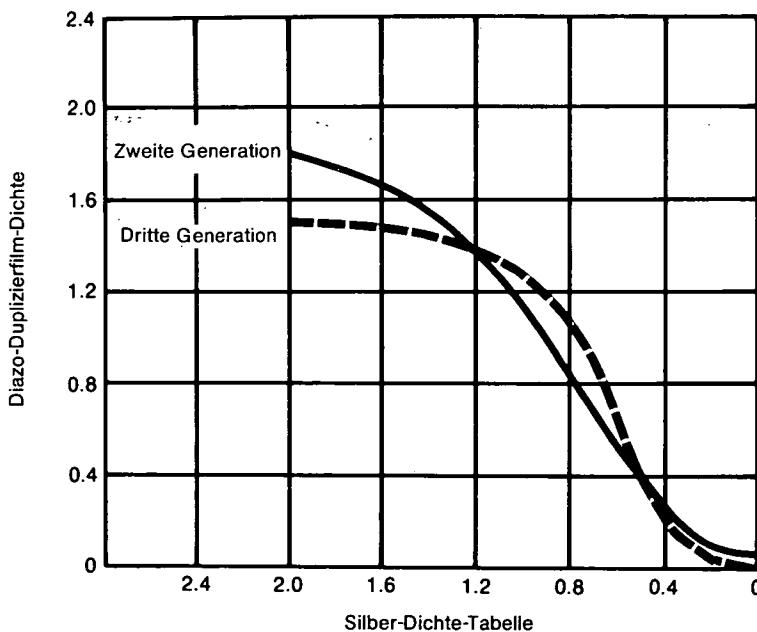


Abb. 1.5  
Die Schwärzungskurve für einen Diazo-Film von mittlerem Kontrast.

Kurven für positiv-arbeitende Filme zeigen, daß erhöhte Belichtung eine Verringerung der Dichte ergibt, das genaue Gegenteil von negativ-arbeitendem Film.

Man kann durch korrektes Interpretieren der Schwärzungs-Kurve sehr viel über den betreffenden Film lernen. Dabei sollte hervorgehoben werden, daß hier lediglich der Film im allgemeinen behandelt wird. Da die Film-Hersteller die Schwärzungs-Kurve als ihr Hauptbeweismittel für die Arbeitsweise eines Films ansehen, ist das Verständnis für die wichtigsten Punkte für das Begutachten der verschiedensten Filme notwendig.

Grundsätzlich ist die Schwärzungs-Kurve eine grafische Darstellung, wie sich die Dichte eines bestimmten Materials mit der Belichtung ( $I \cdot t$ ) bei gleichbleibenden Entwicklungsbedingungen ändert. Die Kurve kann generell in drei Abschnitte eingeteilt werden: Fuß, Mittelteil und Schulter.

Der **Fuß**, der nicht geradlinig ist, zeigt das Verhalten unter minimalen Belichtungs-Bedingungen. Im allgemeinen fängt er horizontal an und erst über einen Mindest-Belichtungs-Punkt hinaus vergrößert sich die Dichte.

Der **Mittelteil** der Kurve zeigt die Variierung von Belichtung/Dichte ( $D/\log E$ ) unter den häufig in der Praxis anzutreffenden Bedingungen. Bei einigen Filmen gibt es ein lineares Verhältnis von Belichtung zu Dichte. Diesen Teil der Kurve bezeichnet man als den **gradlinigen Teil**.

Bei weiterem Ansteigen der Belichtung wird irgendwo ein Punkt erreicht, an dem die Dichte sich nur noch geringfügig erhöht, um letztlich als Horizontale aufzuhören. Man nennt dies die **Schulter** der Kurve. Der Film ist gesättigt, eine weitere Erhöhung der Dichte ist nicht mehr möglich. Dies ist der  $D_{\max}$ -Wert des Films.

Sowohl beim Fotografieren als auch beim Mikrofilm ist man zunächst am Festhalten von Einzelheiten interessiert. Das bedeutet, daß Helligkeits-Unterschiede (Beleuchtung) beim Original als Dichte-Unterschied auf dem fotografischen Material auftreten sollten. Der Teil der Kurve, der für diesen Zweck am geeignetsten ist, ist der gradlinige, bei dem sich die Dichte-Variationen (mathematisch) den Variationen der Energie (des Lichts) zuordnen lassen.

Aus diesem Grunde ist man bei der Fotografie hauptsächlich am gradlinigen Teil der Kurve interessiert.

### Grundschleier

Die Kurve beginnt stets bei einem Dichtewert größer Null. Dieser Mindestwert für die Emulsion wird Schleier genannt und ist bereits bei der Herstellung des Films das Produkt von Silberteilchen, die in kleinsten Mengen auch in den klaren Filmbereichen vorhanden sind.

Die Film-Basis hat ihre eigene Dichte, als Basis-Dichte bekannt. Wenn man die Dichte eines Films mißt, dann setzt sich die Mindest-Dichte aus dem Schleier und der Basis-Dichte zusammen, was den  $D_{\min}$ -Wert ergibt.

### Helligkeits-Bereich und Belichtungs-Bereich

Der **Helligkeitsbereich** bezieht sich auf den fotografierten Gegenstand und bedeutet das Verhältnis zwischen dem Bereich mit der größten und dem Bereich mit der geringsten Helligkeit,

$$\text{d. h. Helligkeitsbereich} = \frac{\text{Größte Helligkeit}}{\text{Geringste Helligkeit}}$$

Auf Mikrofilm bei einem Belegverfilmungs-System bezogen

$$\text{Helligkeitsbereich} = \frac{\text{Helligkeit des Hintergrundes}}{\text{Helligkeit der Zeichen}}$$

jedoch bei einem COM-System

$$\text{Helligkeitsbereich} = \frac{\text{Helligkeit der Zeichen}}{\text{Helligkeit des Hintergrundes}}$$

Der Belichtungsbereich bezieht sich auf das in Betracht gezogene fotografische Material und ist das Verhältnis zwischen der maximalen und der minimalen Belichtung (Beleuchtung), die auf das Material auftreffen kann und noch immer als merklicher Dichte-Unterschied aufgezeichnet wird.

$$\text{Belichtungsbereich} = \frac{\text{maximale Belichtung}}{\text{minimale Belichtung}}$$

Bei einem Film, der die Ton-Werte des aufzunehmenden Gegenstandes gut wiedergeben soll, muß

Helligkeitsbereich  $\geq$  Belichtungsbereich

sein.

**Die Belichtungs-Latitude.** ( $\Delta \log E$ ) eines bestimmten Materials ist die gesamte Strecke  $\log E$  über die das Material einen verwendbaren Gradienten ergibt, d. h. eine merkliche Dichte-Variation ( $\Delta D$ ) bei Änderungen in der Belichtung oder, einfacher gesagt, die Fähigkeit eines Films, verschiedene Belichtungen aufzunehmen und dabei einen Dichte-Unterschied aufzuweisen (Abb. 1.6). Die Belichtungs-Latitude ist nur ein weiterer Weg, den Belichtungs-Bereich auszudrücken.

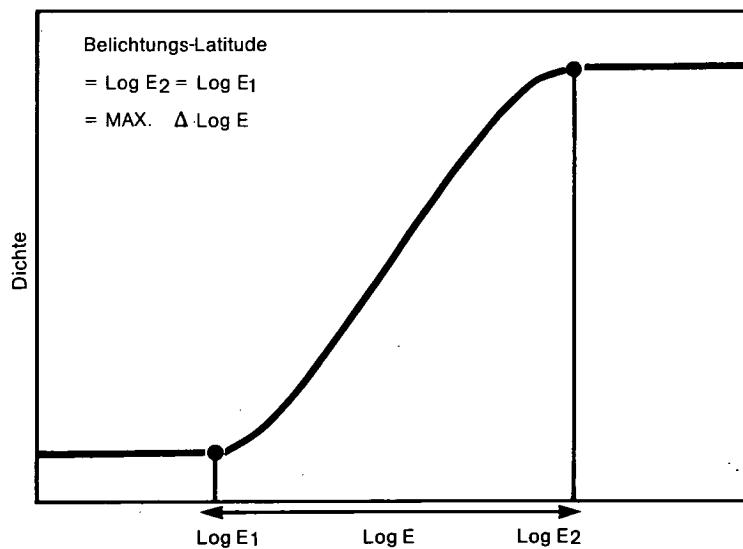


Abb. 1.6 Belichtungs-Latitude oder Belichtungs-Bereich

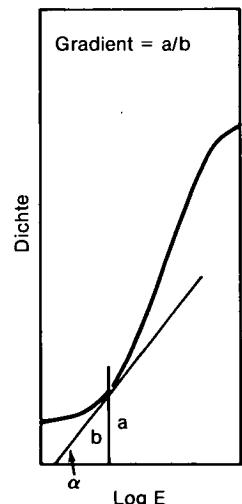


Abb. 1.7 Der Gradient

## Gradient

Der Gradient ist der Neigungswinkel an einem bestimmten Punkt der Schwärzungs-Kurve. Der Neigungswinkel an einem nichtgradlinigen Teil der Schwärzungs-Kurve ist gleich dem Neigungswinkel  $a/b$  der Tangente an diesem Punkt. Der Gradient wird im allgemeinen durch eine einfache Zahl, manchmal als Prozentzahl oder als Gradzahl des Neigungswinkels ausgedrückt. Im Mikrofilm wird dieses Konzept generell nicht angewendet.

## Gradation

Alle Gradienten der Schwärzungs-Kurve zusammen bilden die Gradation der Emulsion. Der Begriff „Gradation“ bezieht sich auf die Form der Schwärzungs-Kurve in ihrer Gesamtheit und kann deshalb nicht numerisch ausgedrückt werden.

## Kontrast, Gamma und Gamma-Strich

Diese Begriffe sind beim Mikrofilm von großer Wichtigkeit, sowohl für die Auswahl eines Filmes zum Gebrauch, als auch für die Beurteilung eines Originals zwecks Duplizierung.

Kontrast ist einer der gebräuchlichsten Ausdrücke in diesem Metier. Es bestehen allerdings viele Unklarheiten über seine Bedeutung, da dieser Ausdruck bei den verschiedensten Gelegenheiten unterschiedlich verwendet wird.

In der Fotografie bedeutet Kontrast, daß wenn zwei Fotos vom gleichen Gegenstand unter gleichen Bedingungen auf zwei Materialien, die unter gleichen Bedingungen entwickelt wurden, aufgenommen wurden, festgestellt werden kann, daß das eine Material einen größeren Dichte-Unterschied ( $\Delta D$ ) aufweist, als das andere, was durch bestimmte Unterschiede in der Belichtung ( $\Delta \log E$ ) hervorgerufen wurde.

$$\text{Kontrast} = \frac{\Delta D}{\Delta \log E}$$

Aus Zeichnung 1.8 ist zu erkennen, daß der Kontrast analog zum durchschnittlichen Gradienten zwischen zwei Punkten der Kurve ist.

Kontrast ist jedoch weitaus komplexer. Wie aus der Schwärzungs-Kurve ersichtlich, kann der Kontrast durch Variieren der Belichtung (oder  $\Delta \log E$ ) verändert werden und hängt darüber hinaus vom verwendeten Material, den Verarbeitungsbedingungen und ähnlichem ab. Gewöhnlich wird der Ausdruck „Kontrast“ bei drei Situationen angewendet:

1. Subjekt-Kontrast. Hierbei bezieht man sich auf den fotografierten Gegenstand, analog zum Helligkeits-Bereich. Der Subjekt-Kontrast bezieht sich auf den Unterschied in der Beleuchtung der dunkelsten und der hellsten Stellen.
2. Material-Kontrast. Man bezieht sich hier auf den in Betracht kommenden Film (oder das Papier). Er wird hier durch die Schwärzungs-Kurve des Materials unter den gegebenen Umständen dargestellt.
3. Bild-Kontrast. Bezogen wird sich hierbei auf das belichtete und entwickelte Bild. In diesem Zusammenhang bedeutet Kontrast die Differenz zwischen  $D_{\max}$  und  $D_{\min}$ , ist also identisch mit dem Maximum von  $\Delta D$ .

Gamma ( $\gamma$ ). Unter dem Gamma-Wert versteht man den Maximum-Gradienten der Schwärzungs-Kurve. Gamma kann, wie jeder andere Gradient mit einer gewöhnlichen Zahl ausgedrückt werden. Gamma bezieht sich nur auf den gradlinigen Teil und kann deshalb numerisch höher sein als der Kontrast. Der Gamma-Wert (durch das Symbol  $\gamma$  ausgedrückt)

ist gewöhnlich das beste Mittel, um die Kontrast-Eigenschaften verschiedener Kurven zu vergleichen. Da manche Benutzer auch den Fuß der Kurve verwenden, würden sie ein Maß-System bevorzugen, das auch den Fuß einschließt.

Gamma-Strich ( $\gamma$ ). Dies ist ein neuerdings eingeführtes Konzept, womit ein Versuch gemacht wird, einen numerischen Wert zu schaffen, mit dem man eine bessere Möglichkeit des Beurteilens der Eigenschaften eines Films hat. Bei Gamma-Strich werden sowohl Fuß als auch Schulter in Betracht gezogen.

$\gamma$  ist der Neigungswinkel von zwei Parallelen, die 0,1 Einheiten horizontal voneinander entfernt sind. Die eine Parallele ist die Tangente zur Schulter und die andere zum Fuß der Kurve. In der Praxis ist  $\gamma$  für den Diazo-Benutzer wichtig, weil Diazo einen schlecht-definierten gradlinigen Kurventeil aufweist.

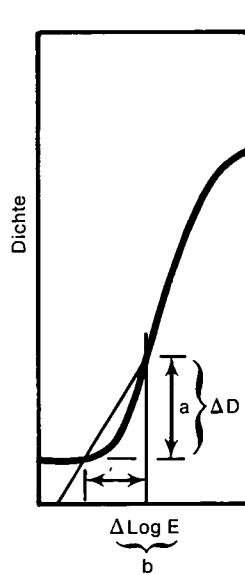


Abb. 1.8 Durchschnittlicher Gradient und Kontrast

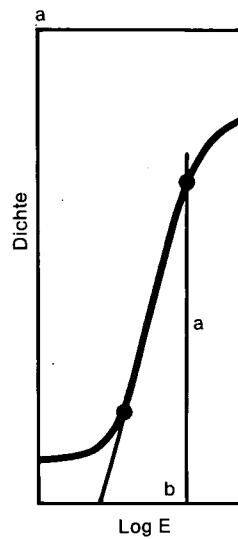


Abb. 1.9 Gamma (1.9a) und Gamma-Strich (1.9b)

## Schärfe und Kantengenauigkeit

Wenn Licht auf eine unbelichtete Emulsion auftrifft, wird innerhalb der Emulsion eine gewisse Menge an Streuung ausgelöst, was dazu führt, daß das Licht sich über die Begrenzungen des Bildes hinaus ausbreitet.

Auch Auswirkungen der Entwicklung können die Kanten verändern.

Wenn wir mit einem Mikrodensitometer die Dichte-Variationen über die Abgrenzungen zwischen belichteten und unbelichteten Stellen eines entwickelten Films hinweg messen, erhalten wir Messungen wie in Abb. 1.10.

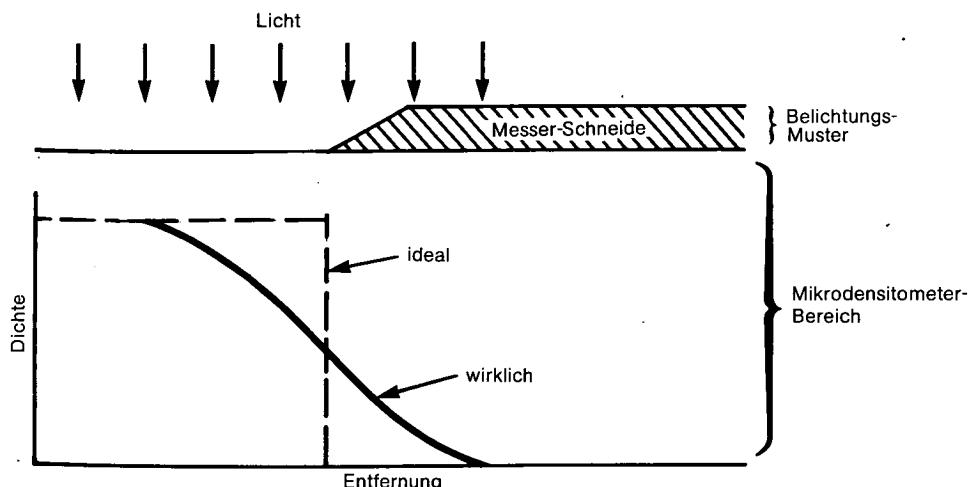


Abb. 1.10 Schärfe und Kantengenauigkeit

Das Auge ist für dieses Abfallen an Dichte sehr empfänglich. Die **Schärfe** ist deshalb ein sehr subjektives Beurteilungs-Mittel für die Kantenqualität eines fotografischen Abbildes. Das Messen der Kanten-Qualität, der Kanten-Genauigkeit, wird mit Hilfe des Neigungswinkels im Mikrodensitometer durchgeführt und wird englisch als „acutance“ bezeichnet. Diese Messungen entsprechen auch der subjektiven Beurteilung der Schärfe.

## Auflösung

Abb. 1.11 ist ein Beispiel eines Test-Musters des NBS (National Bureau of Standards), das häufig zum Messen der Auflösung verwendet wird. Dieses Muster wird auf den Film projiziert und nach der Entwicklung ausgewertet, um die Auflösung zu errechnen. Beim Mikrofilm ist die kleinste für Qualitätsprodukte akzeptable Auflösung 90 Liniennaare pro Millimeter (Muster-Nummer mal linearer Verkleinerung).

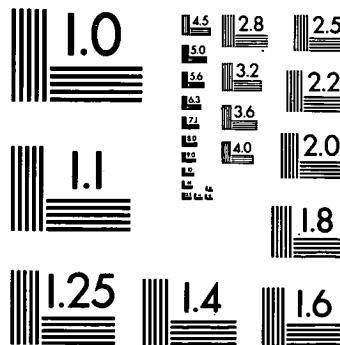


Abb. 1.11 Testvorlage für das Auflösungs-Vermögen.  
National Bureau of Standards.

Hier muß hervorgehoben werden, daß die Auflösung ein Maß für das gesamte System ist, d. h. Objektiv, Entwicklungs-Verfahren und Material. Sie muß stets im Hinblick auf das gesamte System gesehen werden. Theoretische Meßwerte, die vom Hersteller zur Verfügung gestellt werden, beziehen sich lediglich auf Labor-Bedingungen. Daher sollte die Wirksamkeit der Auflösung als praktische Maß-Einheit für die Möglichkeiten eines Films nicht überbewertet werden. Die Auflösung variiert mit dem Subjekt- und dem Bild-Kontrast und besitzt deshalb keinen absoluten Aussagewert. Die Auflösung ist keine Maß-Einheit für die Schärfe und sie darf auch nicht mit der Kanten-Genauigkeit verwechselt werden. Diese Feststellungen sind im folgenden Auszug aus Baines – The Science of Photography – präzise formuliert:

„Das Auflösungsvermögen variiert mit dem Typ des Test-Objekts. Weiße Linien auf schwarzem Hintergrund werden gewöhnlich fotografiert, um für die Überprüfung ein farb-umgekehrtes entwickeltes Abbild zu bekommen. Wenn man nun anstelle des schwarzen Hintergrundes für die weißen Linien den Kontrast des Test-Objektes durch Verwendung eines grauen Hintergrundes herabsetzt, dann erhält man ganz andere Werte für das Auflösungsvermögen.“

Derzeit besteht die Tendenz, dem Auflösungsvermögen einer Emulsion als einen Beweis ihrer Möglichkeit ein klares, scharfes Bild zu erbringen, zuviel Bedeutung beizumessen.

Das Auflösungsvermögen wird an einem schwarz-weißen Test-Objekt gemessen, in der Praxis – wo eine Auflösung feiner Details gefordert wird – hat das Detail normalerweise nur einen schwachen Kontrast. Klare, scharfe Abbilder hängen mehr von der Kanten genauigkeit als vom Auflösungsvermögen ab, wobei diese beiden nicht unbedingt voneinander abhängen.

In der Fotografie ist es generell wünschenswert, eine einzige Meß-Einheit zu haben, mit der die Möglichkeiten und die Arbeitsweise eines Films gemessen werden. Dies hilft beim Vergleich zweier Filme. Die nur bedingte Verwendbarkeit des Auflösungsvermögens als eine solche Meß-Einheit führte daher zu weiteren Entwicklungen:

### Die Modulations-Transfer-Funktion (MTF)

Eine der neuesten Entwicklungen ist die MTF, die sich als zufriedenstellendes Mittel für die Beschreibung und Beurteilung von Mikrofilmbildern erwiesen hat. Das Test-Objekt ist eine Reihe von parallelen Linien mit sich schrittweise vergrößernder Frequenz. Das Test-Muster und das daraus resultierende Negativ sind in Abb. 1.12 dargestellt. Wenn wir die Dichte des verarbeiteten Negativs messen, dann erhalten wir das in Abb. 1.13 gezeigte Muster.

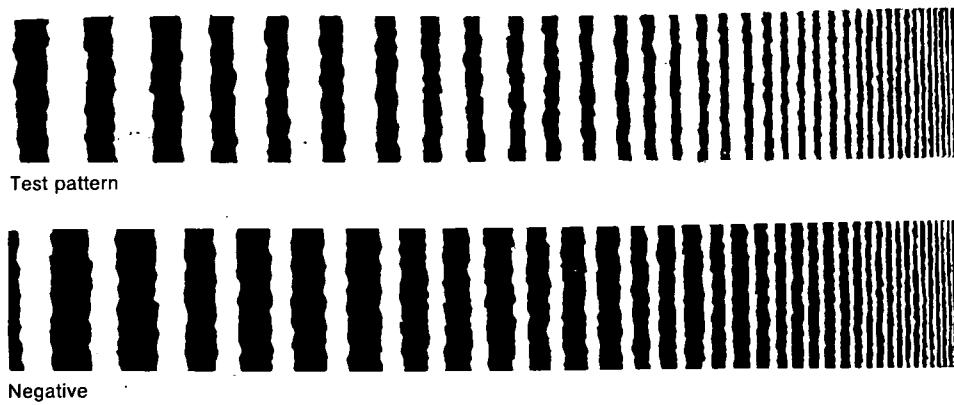


Abb. 1.12 Vorlage zur Berechnung der MTF (Modulation Transfer Funktion).

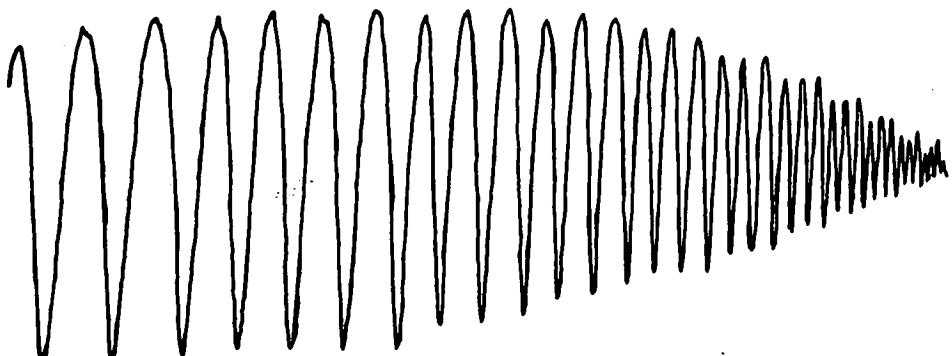


Abb. 1.13 Mikrodensitometer-Messung des MTF-Musters auf dem Film

Aus den Mikrodensitometer-Messungen des Originals kann für jede Frequenz ein Modulations-Faktor ( $M_0$ ) errechnet werden, der analog zu  $D_{max}/D_{min}$  ist. Im Falle des Test-Objekts ist der Modulations-Faktor für alle Frequenzen gleich.

Von der Mikrodensitometer-Aufzeichnung des Testfilms kann für jede Frequenz ein Modulations-Faktor ( $M_F$ ) errechnet werden.

Also  $M_F$  ist analog zu  $D_{max}/D_{min}$  des Films.

In diesem Falle bleibt die Modulation jedoch nicht einheitlich. Das Verhältnis  $M_F/M_0$  wird deshalb errechnet, in Prozenten ausgedrückt und auf einer Graphik gegen die räumliche Frequenz dargestellt. Dabei entsteht die Kurve in Abb. 1.14, die als Modulations-Transfer-Funktion bekannt ist.

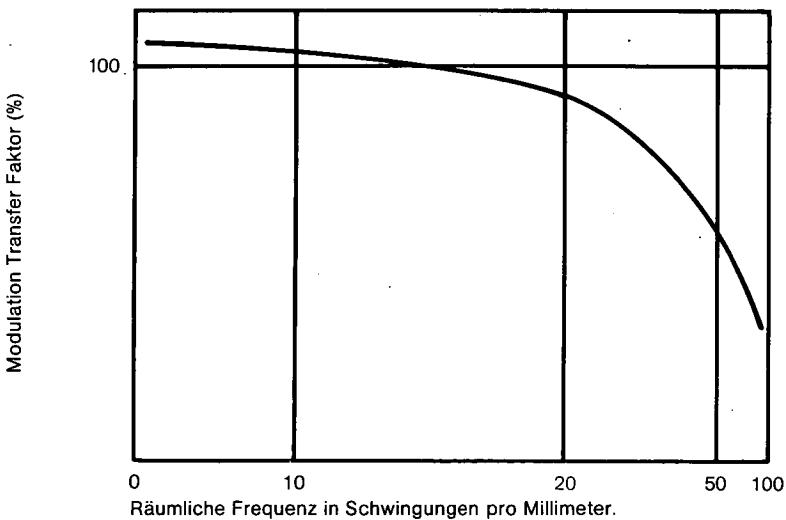


Abb. 1.14 Die Modulations-Transfer-Funktion einer Emulsion

Die MTF ist eine weitaus bessere Technik für die Bild-Analyse als die des Auflösungsvermögens, da sie auch Information über die System-Möglichkeiten über einen kompletten Bereich von Frequenzen gibt, wohingegen die Auflösung nur einen Maßstab für den Endpunkt bietet. Die MTF gibt die beste Beschreibung der Film-Eigenschaft, besonders, wenn der Film als Duplizier-Original benutzt wird, wie dies generell für Silberfilm zutrifft. In der Praxis ist diese Methode recht schwierig einzusetzen, weil die Kosten für ein Mikrodensitometer beachtlich sind, eine UV-Lichtquelle benötigt wird, wenn die Duplizier-Eigenschaft festgestellt werden soll und die MTF für Vesikular-Film ein Projektions-Objektiv mit einer relativen Öffnung von F/4.5 erfordert, das derzeit noch nicht existiert.

Es ist zu beachten, daß die Lesbarkeit eines Abbildes ab MTF 20% einsetzt, was praktisch als untere Grenze angesehen werden kann.

**DIE ARCHIV-QUALITÄT DES FILMS** ist von fundamentaler Wichtigkeit für die Mikrofilm-Industrie und obwohl noch wenig verstanden, sehr häufig die Ursache von hitzigen Debatten. Die Ursache ist, daß man wissen will, wie lange sich ein Film hält. Die Basis-Definitionen und -Kriterien wurden durch das American National Standards Institute (ANSI) bzw. dem Deutschen Normenausschuß (DIN) festgelegt.

Dafür gilt folgende Definition:

„Archival Record Film. Dies bedeutet einen fotografischen Film, der so zusammengesetzt und behandelt worden ist, daß er, unter archivfähigen Aufbewahrungsbedingungen für die Aufbewahrung von Unterlagen von permanentem Wert geeignet ist.“

Aus dieser Definition kann man drei Punkte ableiten:

Der Film an sich ist nicht archivfähig. Er kann jedoch „geeignet“ für die Aufbewahrung von „Unterlagen von permanentem Wert“ werden, wenn der Film unter archivfähigen Umständen aufbewahrt wird und wenn der Film ordnungsgemäß hergestellt und verarbeitet worden ist.

Der Zusammenhang dieser Faktoren wird deutlich im Vorwort zu ANSI PH 1.41 – 1976 ausgeführt:

Jeder der mit der Aufbewahrung von Unterlagen auf fotografischem Film beschäftigt ist, sollte klar erkennen, daß die Spezifizierung der chemischen und physikalischen Eigenschaften des Materials allein keine Sicherheit für archivfähiges Verhalten geben. Es ist äußerst wichtig, dafür auch angemessene Aufbewahrungs-Temperaturen, Luftfeuchtigkeitswerte, sowie den nötigen Schutz vor Brand, Wasser, Bakterien und gewissen atmosphärischen Verunreinigungen gewährleistet wird.

Archivierungsfähige Filme **müssen** unter den in den einschlägigen American National Standards festgelegten Bedingungen gelagert werden. (PH 1.43 – 1979)

Es ist aus den obigen Ausführungen klar ersichtlich, daß ein Film, selbst wenn er als archivfähig klassifiziert wurde, keine Garantie bieten kann, über welchen Zeitraum er haltbar ist, es wird lediglich angegeben, daß er „geeignet“ ist, Information von permanentem Wert aufzubewahren.

Darüber hinaus ist die Natur dieser Standards so, daß dazu Test-Verfahren entwickelt werden müssen, damit die Kriterien festgelegt werden, nach denen ein Film beurteilt werden kann, ob er korrekt hergestellt und verarbeitet worden ist. Traditionsgemäß bestehen solche Tests aus chemischen Prüfungen und/oder künstlichen Alterungen, wobei ANSI wegweisend beim Aufstellen von Tests und Kriterien gewesen ist. Bis zum heutigen Tage sind jedoch nur die Kriterien für Silberfilm sowie Vorschläge für Diazo-Film aufgestellt worden.

Damit Silberfilm als „archivfähig“ eingestuft werden kann, muß eine Messung des Restgehalts an Thiosulphat (Fixiermittel) aus dem Film nach Abschluß der Entwicklung durchgeführt werden. Dabei wird entweder die Methylen-Blau oder die Silber-densitometrische Methode (nach ANSI PH 4.8 – 1978) benutzt. Wenn der gemessene Wert unter einem bestimmten Wert, nämlich 0.7 Mikrogramm pro cm<sup>2</sup> liegt, kann der Film als archivfähig bezeichnet werden.

Hieraus ist klar ersichtlich, daß der Begriff „archivfähig“ eine Eigenschaft ist, die weder einem Film bei seiner Herstellung, noch bei seiner Verarbeitung zugeordnet werden kann. Es ist dagegen eine Kombination aller Faktoren, nämlich ordnungsgemäß Herstellung,

Verarbeitung sowie Lagerung. Wenn dies alles beachtet worden ist, hat man die beste Garantie dafür, daß der Film für den längstmöglichen Zeitraum haltbar ist.

Beim Aufbau eines eigenen Mikrofilm-Systems sollte man zunächst klären, ob der eigene Mikrofilm „archivfähig“ sein muß oder nicht. In der überwiegenden Anzahl der Fälle ist dies kein Erfordernis des Systems und die Angelegenheit lediglich von akademischem Interesse. Falls der eigene Film jedoch „archivfähige“ Qualitäten besitzen muß, dann muß man diesem Thema und den entsprechenden System-Anforderungen beträchtlich mehr Aufmerksamkeit widmen.

---

## Silber-Film

Es war ein langer Weg, den die Foto-Technik seit ihrer Erfindung im frühen 19. Jahrhundert bis heute zurücklegte. Es ist nicht nur die Technik verbessert worden, auch ihre Anwendungsbiete sind unglaublich gewachsen.

Von der Wissenschaft der Foto-Technik stellt der Mikrofilm einen eigenständigen Zweig mit diffizilen Techniken und fortschrittlicher Technologie dar.

Bei den Mikrofilm-Systemen spielt der Silber-Film eine sehr wichtige Rolle. Die meisten der zum Erstellen eines Mikrofilm-Originals verwendeten Filme sind Silberfilme, ganz gleich, ob die Kamera Belege verfilmt oder Teil eines COM-Systems ist. Daneben kann Silber-Film aus Gründen der Archivierung auch als Duplikat-Film oder als Zwischen-Original verwendet werden.

Wegen seiner Wichtigkeit beschäftigt sich dieses Kapitel ausschließlich mit konventionellem Silber-Film, obwohl uns klar ist, daß es die verschiedensten Varianten des Silber-Verfahrens gibt, wie z. B. den hitze-entwickelten Trocken-Silber-Film oder die Direkt-Duplizier-Filme (positive Arbeits-Silber-Filme, die konventionell entwickelt werden). Wegen der spezifischen Eigenarten dieser Filmtypen sollte man die jeweiligen Hersteller um weitergehende Informationen anschreiben.

### **Das Silber-Verfahren**

Wenn Licht in genügend großer Menge auf die Silber-Emulsion auftrifft, dann tritt dort eine Veränderung ein. Die Silber-Halogen-Kristalle werden zu Silber-Kernen. Die Kerne sind so klein, daß die Schicht äußerlich unverändert aussieht. An den Stellen, an denen viel Licht eingefallen ist, werden viele Kerne formiert, dort, wo weniger Licht auftrat, entsprechend weniger. An solchen Stellen, an denen kein (oder zu wenig) Licht auf die Emulsion traf, ist die Emulsion unverändert. Somit wird während der Belichtung ein vollständiges, wenn auch unsichtbares (latentes) Bild in der Emulsion aufgebaut.

Das latente Bild wird durch den Entwickler chemisch in ein sichtbares Abbild umgebaut. Die Silber-Halogen-Kristalle, die das latente Bild tragen, werden in Silbermetall verändert. Eine völlig entwickelte Emulsion enthält an den belichteten Stellen Silberkörner und an den unbelichteten Stellen noch immer die originalen Halogen-Kristalle.

Nach dem Entwickeln wird der Film chemisch fixiert. Die Aufgabe des Fixiermittels ist es, die übriggebliebenen Halogen-Kristalle aufzuweichen und wasserlöslich zu machen, damit lediglich das belichtete Silber auf dem Film verbleibt. Nach dem Fixieren muß der Film gründlich gewaschen werden, damit die übriggebliebenen Chemikalien entfernt werden. Das Resultat der konventionellen Entwicklung ist eine Film-Schwärzung an den vom Licht getroffenen Stellen, während an den unbelichteten Film-Stellen nur noch der durchsichtige Filmträger und Gelatine verbleiben.

### **Der Film-Aufbau**

Wenn wir uns einen Querschnitt durch Silber-Film ansehen, erkennen wir die folgenden Teile: die Schutzschicht, die Emulsion, die Haftsicht, die Basis und den Lichthof-Schutz.

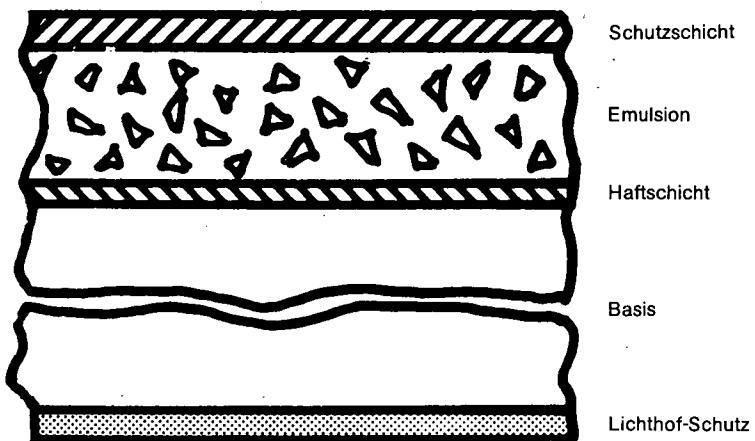


Abb. 2.1 Querschnitt durch Silber-Film

Die Schutzschicht besteht aus durchsichtigem Material, das Kratzer, Flecken und andere Beschädigungen von der Emulsion fernhalten soll. Sie wird beim Mikrofilm kaum verwendet, da die meisten Mikrofilm-Arten im Kontaktverfahren dupliziert werden und die Schutzschicht den zum Duplizieren wichtigen Direkt-Kontakt stört.

Die Emulsion ist eine licht-empfindliche Schicht, die das Bild festhält. Sie besteht aus mikroskopisch kleinen Silber-Halogen-Kristallen, die in Gelatine eingebettet sind. Die Halogen-Kristalle sind innerhalb der Emulsion nicht gleich groß. Größere Kristalle sind lichtempfindlicher und werden deshalb in „schnellen“ Filmen verwendet. Mikrofilme benötigen eine kleine Korn-Struktur wegen der Kanten-Genauigkeit. Die meisten Mikrofilme sind deshalb „langsam“. Die Gelatine bestimmt die fotografischen Eigenschaften des Silber-Film. Gelatine wird aus Fell, Hufen und Knochen von Tieren (besonders von Rindern) hergestellt. Sie ist aus folgenden Gründen gut anwendbar:

- Sie dehnt sich bei Kontakt mit Entwicklungsflüssigkeit aus, wodurch diese in der Lage ist, alle Silberkörnchen zu erreichen.
- Sie löst sich weder in den Chemikalien auf, noch löst sie das Bild auf oder beschädigt es innerhalb der Lösung oder beim Trocknen.
- Sie wird beim Trocknen hart.
- Sie enthält bestimmte Chemikalien, die die generelle Lichtempfindlichkeit erhöhen.

Alle bisherigen Versuche, die Gelatine durch etwas anderes zu ersetzen, sind ohne Erfolg geblieben.

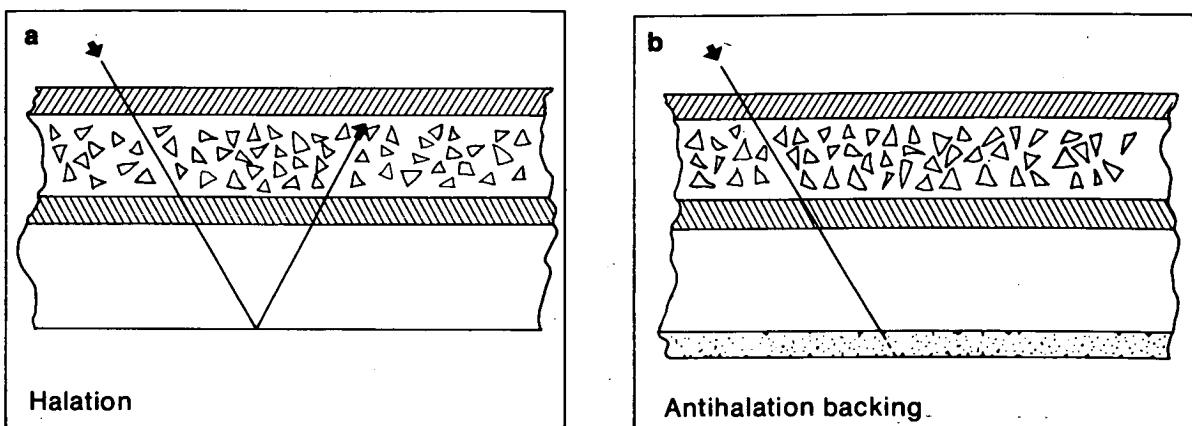
Die Gelatine hat aber auch Nachteile. Für den Mikrofilm sind die Haupt-Nachteile: (1) Sie verkratzt leicht, wodurch die Bilder nach öfteren Benutzen in Lesegeräten schlechter werden oder ganz verschwinden, und (2) sie ist ein organisches Produkt, d. h. anfällig für Bakterien und ähnliche Probleme. Dies ist besonders für die Archivierfähigkeit wichtig, weil man besondere Vorsichtsmaßnahmen in bezug auf Temperatur, Feuchtigkeit und Ventilation treffen muß!

Die Haftsicht ist ein klarer durchsichtiger Klebstoff, der die Emulsion auf dem Träger-Material festhält. Heutzutage ist Azetat das am häufigsten verwendete Träger-Material. Es ist

nicht entflammbar und generell als „Sicherheits-Film“ bekannt. Seit neuester Zeit wird Polyester mehr und mehr als Basis-Material benutzt.

Polyester hat eine größere Reißfestigkeit und ist unter den wechselnden Einflüssen von Feuchtigkeit und Temperatur dimensionsstabiler. Azetet ist jedoch weniger anfällig für statische Aufladungen und lässt sich leichter schneiden.

**Die Lichthofschutzschicht** wird aus zwei Gründen benutzt. (1) Schon lange wird eine Lichtschutz-Unterlage unter das Träger-Material gelegt, um Lichtreflektionen (Lichthöfe) zu verringern und (2) seit neuester Zeit wird sie auch als antistatische Schutzunterlage benutzt.



### Lichthof

Abb. 2.2 Das durch die Emulsion hindurchgehende Licht kann von der Basis reflektiert werden und somit einen Lichthof hervorrufen (2.2 a). Dies kann durch einen Lichthof-Schutz reduziert werden (2.2 b).

Das Licht, das die Emulsion eines Silberfilms durchdringt, kann von der Oberfläche der Basis reflektiert werden und ruft beim Wieder-Eindringen in die Emulsion ein schemenhaftes Abbild hervor. Man nennt dies den Lichthof. Diese Erscheinung muß soweit wie möglich verhindert werden, um die Bild-Qualität zu sichern. Dazu werden die folgenden Methoden benutzt:

Die Lichthof-Schutzschicht enthält bestimmte dunkle Farbstoffe, deren Spektral-Eigenschaften so ausgewählt wurden, daß das durch die Emulsion dringende Licht absorbiert wird. Nach der Belichtung wird diese Schicht überflüssig. Da durch sie das Lesen des Mikrofilms behindert wird, muß sie, entweder durch Abreiben oder durch Auflösen, entfernt werden.

In manchen Fällen wird der Lichthof-Schutz durch eine Grau-Färbung zum Lichtabsorbieren bewirkt. Diese Methode hat den Nachteil, daß die absorbierende Graufärbung auch nach der Entwicklung verbleibt und somit die Lesbarkeit beeinträchtigt. Wegen dieses Problems wird dieser Filmtyp beim Mikrofilm nicht benutzt.

Seit neuer Zeit werden andere Methoden für den Lichthof-Schutz verwendet, nämlich AHU- und AHI-Film.

Beim AHU (Anti-Halation Undercoat)-Film werden die lichtabsorbierenden Farbstoffe in eine Zwischenschicht eingebettet, die zwischen der Emulsion und der Haftsicht liegt und beim AHI (Anti-Halation Incoating) -Film werden sie direkt in die Emulsion eingebaut. In beiden Fällen absorbieren die Färbungen das Streulicht und werden während der Verarbeitung durch das Fixiermittel wieder entfernt.

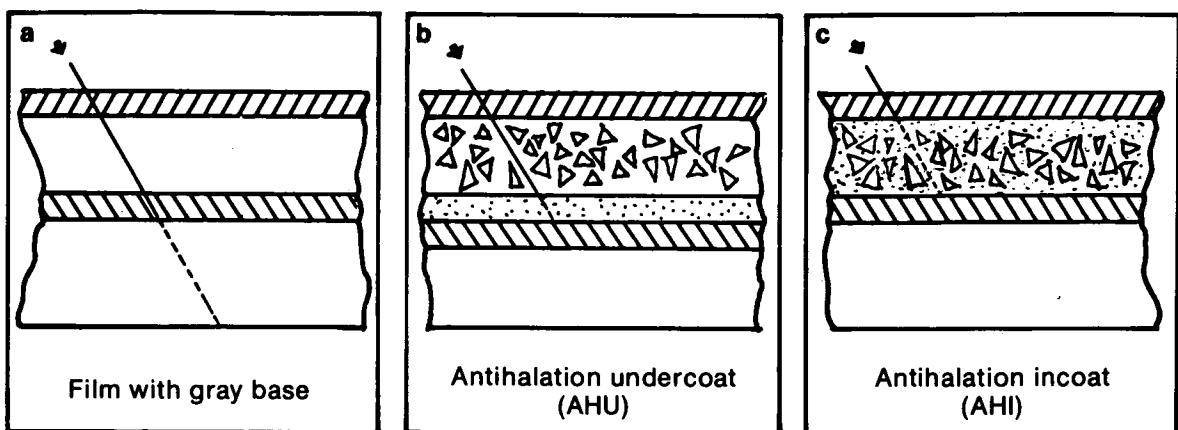


Abb. 2.3 Ein Schutz gegen den Lichthof kann durch eine graue Filmbasis (2.3 a) eine Lichthof-Zwischenschicht (2.3 b) oder einen eingebauten Lichthof-Schutz (2.3 c) erreicht werden.

#### Farb-Empfindlichkeit und Geschwindigkeit

Fotografische Emulsionen reagieren unterschiedlich auf die verschiedenen Farben des sichtbaren Spektrums, das sich von etwa 400 Nanometern Wellenlänge (violett) bis zu 700 Nanometern (rot) erstreckt. Der Mikrofilm-Benutzer ist lediglich an drei fotografischen Emulsionen interessiert, die sich voneinander durch ihre unterschiedliche Empfindlichkeit in einem bestimmten Wellen-Bereich unterscheiden.

Die blau-empfindlichen Emulsionen sind nur auf das blau-violette Licht im 400 bis 500 Nanometer-Bereich empfindlich. Dieser Filmtyp ist besonders für COM-Systeme geeignet, wo der Phosphor des CRT's blaues Licht emittiert. Darüber hinaus sind sehr viele Duplikat-Silber-Filme hauptsächlich blau-empfindlich, was die Benutzung von roten Dunkelkammer-Leuchten im Duplizier-Bereich gestattet.

Die ortho-chromatischen Emulsionen sind nur auf blaues und grünes Licht im 400 bis 600 Nanometer-Bereich empfindlich und sind somit, wie die Filme mit blau-empfindlicher Emulsion für COM-Systeme passend, besonders für solche mit blau-grün emittierenden CRT's. Manche Duplikat-Silber-Filme sind orthochromatisch. Man darf nicht vergessen, daß keinerlei Bedarf für eine breite Spektral-Empfindlichkeit besteht, wenn man lediglich ein Schwarz-Weiß-Original duplizieren will. Bei der Auswahl eines Films für ein COM-System sollte man sorgfältig dessen Spektral-Empfindlichkeit auf die Eigenschaften des CRT **und** der Formular-Einblendung abstimmen.

Die panchromatischen Emulsionen sind für das komplette Lichtspektrum empfindlich. Filme mit panchromatischen Emulsionen sind hervorragend für die Beleg-Verfilmung geeignet, wo man die unterschiedlichsten Papier- und Druckfarben antrifft. Da die Film-Empfindlichkeit sich mit der Wellenlänge (Farbe) des Lichts ändern kann, muß man die Farbtemperatur der Lichtquelle sorgfältig beobachten.

Natürlich ist die Zusammenstellung der Emulsion nicht allein für die Empfindlichkeit maßgebend. Die Empfindlichkeit wird auch beeinflußt von der Farb-Temperatur der Lichtquelle, von der Belichtung, von der Entwicklung, wie z. B. der chemischen Zusammensetzung, der Konzentration, der Temperatur und der Umwälzung der Entwicklung-Flüssigkeit sowie der Entwicklungszeit.

Wenn man sich mit dem Film-Verhalten gegenüber einem dieser Faktoren befaßt, muß man, wenn man aussagefähige Resultate erhalten will, alle anderen Parameter stets konstant halten.

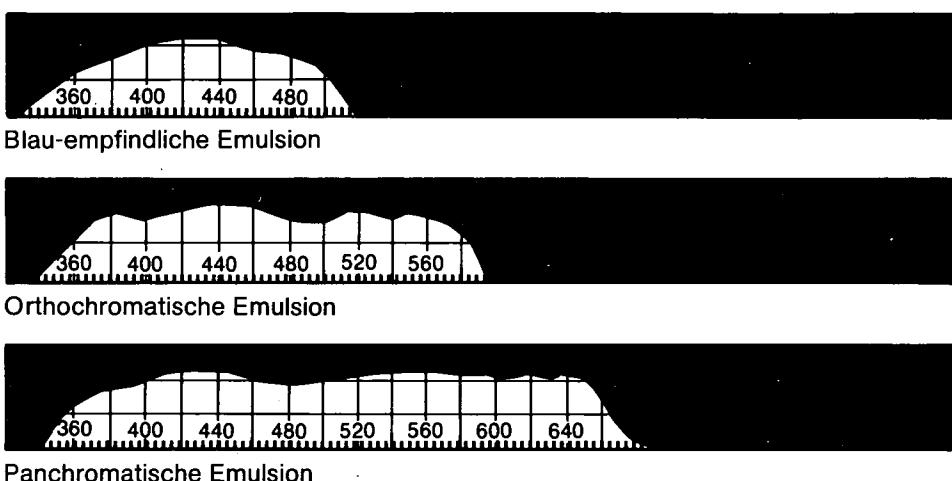


Abb. 2.4 Spektrogramme von blauempfindlichen, orthochromatischen und panchromatischen Emulsionen.

### Konventionelle Negativ-Entwicklung

Beim konventionellen Verfahren wird das latente Bild entwickelt, fixiert und gewässert, um dadurch das permanente, sichtbare Bild zu produzieren.

Dieses Verfahren bedeutet ein Umkehren der Farbe, d. h. wenn das Original schwarze Zeichen auf hellem Hintergrund hat, dann zeigt der in diesem Verfahren hergestellte Film helle Zeichen auf schwarzem Hintergrund. Wenn andererseits das Original helle Zeichen auf dunklem Hintergrund aufweist, dann ergibt das konventionelle Verfahren dunkle Zeichen auf hellem Hintergrund.

Das Negativ-Verfahren besteht aus den folgenden Phasen: Entwickeln, Fixieren, Wässern und Trocknen.

### Entwickeln

Die Entwicklungs-Lösung ist eine komplexe chemische Flüssigkeit, deren primäre Funktion das Umstellen (chemisches Reduzieren) des belichteten Silber-Halogens in Silber-Metall ist. Im Idealfall werden lediglich die Silberkörnchen, die das latente Bild enthalten, umgesetzt. Wenn aber die Entwicklungs-Grenzwerte (Zeit, Temperatur, Bewegung und Zusammensetzung) nicht genau gesteuert und eingehalten werden, dann kann es vorkommen, daß auch die nicht-belichteten Silber-Halogene mit entwickelt werden. Man nennt dieses Phänomen „Fog“ (Schleier-Entwicklung), was auf eine Über-Aktivität des Entwicklers zurückzuführen ist. In der Praxis müssen Basis- und Schleier-Dichte ( $D_{min}$ ) strikt überwacht werden, damit keine Verschleierung vorkommt. Daraus ist klar ersichtlich, daß eine wichtige Eigenschaft des Entwicklers sein muß, unterschiedlich zu handeln, d. h. die latenten Bild-Halogene umzusetzen und die unbelichteten so gut wie gar nicht anzugreifen. Diese Selektivität wird bei seiner Zusammenstellung sorgfältig bestimmt, aber durch Veränderung solcher Umstände kann ein Entwickler außerhalb seiner Grenzen operieren. Ein Entwickler muß weiterhin genügend Energie zum Entwickeln des latenten Bildes mitbringen, innerhalb der Lösung stabil und gegen Oxydation aus der Luft widerstandsfähig sein, darf seine Eigenschaften bei Änderung der Verarbeitungs-Bedingungen nicht übermäßig verändern, die Gelatine-Schicht nicht übermäßig aufweichen, nur lösliche Nebenprodukte produzieren und muß ungiftig sein.

## Arbeitsweise des Entwicklers

Wenn der belichtete Film in die Entwickler-Lösung getaucht wird, greift der Entwickler die belichteten Körner, die das latente Bild enthalten, an. Dabei wird das Silber aus seiner Verbindung gelöst und als winzige Körnchen von Silbermetall abgesetzt. Der Entwickler greift auch die unbelichteten Bereiche an, so daß unter normalen Verhältnissen eine Schleier-Bildung vorkommt. Die Qualität der Entwicklung hängt von vier Faktoren ab, die strikt gesteuert werden müssen, wenn man einen konstanten Qualitätsgrad erreichen will.

Temperatur der Flüssigkeiten, Umlaufgeschwindigkeit der Chemikalien, Entwicklungszeit, Frische- bzw. Abnutzungsgrad.

Die Entwicklungsgeschwindigkeit hängt von der **Temperatur** ab. Wird die Temperatur erhöht, erhöht sich ebenfalls die Entwicklungsgeschwindigkeit. Manche Entwickler/Film-Kombinationen reagieren schon auf Schwankungen von  $\pm 1/2$  Grad Celsius.

Wenn der belichtete Film entwickelt wird, ohne daß der Entwickler umgerührt wird, dann nimmt die Entwicklungskraft der mit dem Film in Kontakt befindlichen Lösung schnell ab und die Entwicklung wird ungleichmäßig. Durch **Umwälzung** werden stets frische Teile des Entwicklers an die Emulsion gebracht, so daß die Entwicklung gleichmäßig und konstant bleibt. Die verwendete Entwicklungs-Einheit bestimmt normalerweise die Art der Umwälzung. Da die meisten Mikrofilmer Entwicklungs-Automaten benutzen, ist die richtige Umwälzung gesichert und bleibt konstant.

Wenn das entwickelte Material in den Entwickler getaucht wird, dann durchdringt die Lösung die Emulsion und reduziert die belichteten Silberkristalle zu Silbermetall. Je länger die Entwicklung dauert, desto mehr Silber wird gebildet und umso schwärzer wird das Abbild. Die Maximal-Dichte erhöht sich bis zu dem Punkt, an dem der höchste Kontrast erreicht ist. Wenn jedoch dieser Prozeß zu lang andauert, dann greift der Entwickler auch unbelichtete Silber-Kristalle an, erhöht den  $D_{min}$ -Wert und bewirkt die „Entwickler-Schleier“. Die Verweil-Dauer ist bei Entwicklungs-Automaten eine Funktion der Transportzeit, die bei Einheiten mit verstellbarer Geschwindigkeit genau überwacht werden muß.

Der Lösungsgrad des Entwicklers beeinflußt die Tätigkeit ebenfalls. Zufälliger oder falscher Lösungsgrad (z. B. beim Selber-Mixen) kann Dichte-Veränderungen bewirken. Alle Entwickler oxydieren, wenn sie mit Luft in Berührung kommen, wobei die Oxydations-Geschwindigkeit von Entwickler zu Entwickler unterschiedlich ist. Höhere Temperaturen bewirken auch hier schnellere Oxydation. Daneben werden die Entwickler durch die beim Entwickeln anfallenden Neben-Produkte, wie Sodium-Bromid oder -Jodid, belastet. Um die Konsistenz und somit die Aktivität des Entwicklers zu erhalten, wird gewöhnlich die Entwickler-Lösung nachgefüllt. Normalerweise gibt der Hersteller Auskunft über die Filmfläche und die Zeit, für die eine bestimmte Menge an Entwickler konsistent arbeitet.

## Fixieren

Nach dem Durchlauf durch den Entwickler enthält der Film jetzt Metall-Silber in den von Licht beeinflußten Bereichen und die originale Silber-Halogen-Emulsion dort, wo kein Licht eingefallen ist, und wo sie noch licht-empfindlich ist. Das Fixiermittel soll das Silber-Halogen auf chemischem Wege auflösen und in neutrale Salze umwandeln. Danach verbleibt nur noch die durchsichtige Film-Basis in den unbelichteten Bereichen des Films.

Das Fixiermittel muß deshalb das Silber-Halogen auflösen, ohne das Silber-Metall-Bild anzugreifen, lösungs-stabil sein, darf keine festen Nebenprodukte bilden und muß das Anschwellen oder Aufweichen der Gelatine verhindern.

Das bekannteste Fixier-Mittel ist Ammonium-Thiosulfat. Es wird in der Mikrofilm-Industrie fast ausschließlich für die schnellen Fixierbäder verwendet.

Man kann falsches Fixieren, das von zu schwachem oder verbrauchtem Fixier-Mittel herrührt, leicht an den Wolken auf dem Film erkennen. Es ist in solchen Fällen nicht mehr möglich, die Salze durch Wässerung zu entfernen oder das Bild permanent zu machen. Die verbleibenden Salze verfärbten mit der Zeit das Bild.

Die Wirksamkeit des Fixier-Vorgangs für einen bestimmten Film variiert mit den folgenden Parametern:

1. Fixier-Zeit: Generell sollte die Fixier-Zeit doppelt so lang sein, wie die zum Klären des Film benötigte Zeit.
2. Temperatur: Mit höheren Temperaturen wird das Fixieren schneller. Es ist jedoch nicht so temperaturabhängig, wie die Entwicklung.
3. Umwälzung: Durch Zurverfügungstellen von ständig frischer Lösung wird die Fixier-Zeit kürzer.
4. Zusammensetzung: Fixier-Lösung und ihre chemische Zusammensetzung werden durch den Anfall von Nebenprodukten beeinflußt. Zur Kompensation kann ein Nachfüllen notwendig werden, damit das Fixier-Mittel konsistent bleibt.

Darüber hinaus bestimmen Art und Dicke der Emulsion die notwendige Fixierzeit. Je dicker die Emulsion, je größer die Körnung, desto länger die Fixierzeit.

### **Wässern**

Nach dem Fixieren enthält der Film eine Anzahl löslicher Chemikalien, die durch das Wässern entfernt werden müssen. Darüber hinaus wird durch die Wässerung auch das Fixiermittel von der Emulsion gewaschen.

Wenn das Fixiermittel auf dem Film verbleibt, verbindet es sich mit der Zeit mit dem Silber-Bild und bewirkt dadurch einen Dichte-Verlust. Aus diesem Grunde ist eine ausreichende Wässerung sehr wichtig. Es wurden Tests entwickelt, die die Menge des auf dem Film verbliebenen Fixiermittels (Hypo) messen, um sicherzustellen, daß eine Bild-Verschlechterung nicht vorkommt. (Rest-Thiosulfat-Gehalt-Test).

Die Wirksamkeit der Wässerung hängt von der Häufigkeit des Wasser-Wechsels, Temperatur und dem pH-Wert des Wassers (7 bis 8) ab.

Wenn das Wasser viele Unreinheiten oder der Fixierer bereits viel Silber enthält, wird der Wässerungsvorgang verlangsamt. Manche Benutzer müssen wegen der Versorgung mit unsauberem Wasser, Wasserfilter-Systeme installieren.

### **Trocknen**

Die Mikrofilm-Anwendung direkt beim Benutzer erfordert, daß der Film sofort nach der Entwicklung zur Verfügung steht. Aus diesem Grunde besitzen alle Entwicklungs-Geräte eine Trocken-Station. In dieser Trocken-Station muß die von der Gelatine absorbierte Feuchtigkeit gründlich entfernt werden.

Die normalen Trockentemperaturen liegen zwischen 40° C und 70° C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von unter 80%. Wenn die Trockentemperatur zu hoch ist, dann besteht die Gefahr, daß sich der Film verwirft, d. h. nicht mehr plan liegt. Dies sollte unbedingt vermieden werden, da dadurch der Film beschädigt werden kann.

### **Silber-Rückgewinnung**

Durch das Fixierbad werden die unbelichteten Silber-Halogene gelöst und sie verbleiben in der Fixier-Lösung. Unter Silber-Rückgewinnung versteht man das Verfahren mit dem (1) das Metall-Silber aus dem verbrauchten Fixier-Mittel (Hypo) herausgezogen und verkauft und (2) das verbrauchte Fixier-Mittel dadurch „verjüngt“ wird und wieder verwendet werden kann (obwohl das letzte kaum vorkommt). Bei einigen Einheiten muß man das verbrauchte Fixier-Mittel zum Behandeln herausnehmen, andere, kompliziertere Einheiten erlauben die Silber-Rückgewinnung „in-line“, d. h. gleich in der Einheit selbst, wobei das wiederaufgefischte Fixier-Mittel dem Chemikalien-Kreislauf wieder zugeführt werden kann. Man sollte sich mit den verschiedenen Möglichkeiten im Hinblick auf ihre ökonomische Einsetzbarkeit befassen. Einige Gemeinden verlangen bereits, daß das Silber entfernt wird, bevor die Chemikalien weggeschüttet werden dürfen. (Hier sind die lokalen Abwasser-Verordnungen zu beachten.)

### **Umkehr-Entwicklung**

Bei der Umkehr-Entwicklung wird das latente Bild so entwickelt, daß es ein sichtbares Bild der gleichen Polarität ergibt, d. h. wenn das Original dunkle Zeichen auf hellem Hintergrund hat, erzeugt die Umkehr-Entwicklung ebenfalls dunkle Zeichen auf hellem Hintergrund. Sind die Zeichen auf dem Original hell auf dunklem Hintergrund, dann bringt die Umkehr-Entwicklung ebenfalls helle Zeichen auf dunklem Hintergrund.

Die einzelnen Schritte der Voll-Umkehr-Entwicklung sind Entwickeln, Wässern, Bleichen, Klärbad, Wässern, Nachbelichten, Entwickeln, Wässern, Fixieren, Wässern und Trocknen.

Die Arbeit des **ersten Entwicklers** ist die gleiche, wie bei der Negativ-Verarbeitung, d. h. die Silber-Halogene des latenten Abbildes auf chemischem Wege zu Silber-Metall zu reduzieren. Auch hier sind die zuvor beschriebenen Eigenschaften gleichfalls wichtig.

Nach der Wässerung kommt der Film in das **Bleichbad**. Ab hier unterscheidet sich das Verfahren völlig von der konventionellen Verarbeitung. Die schwefelsaure Bleiche löst das Silbermetall in den entwickelten Bereichen völlig auf. Danach verbleibt lediglich die durchsichtige Basis in den Bildbereichen. Das **Klärbad (Stop-Bad)** stoppt die Ausbleich-Aktion, damit keine unbelichteten Silber-Halogene angegriffen werden, und verhindert gleichzeitig Fleckenbildung auf der Gelatine oder der Film-Basis. Zu diesem Zeitpunkt hat der Film lediglich die durchsichtige Film-Basis in den von Licht betroffenen Stellen sowie die ursprünglichen Silber-Halogene in den unbelichteten Stellen. Zum Vergleich kann man jetzt das konventionelle Verfahren heranziehen, wo der Film jetzt in das Fixierbad gelangt.

Das Voll-Umkehr-Verfahren erfordert jetzt, daß der Film (1) erneut (voll-) belichtet wird, d. h. daß das bisher unbelichtete Silber-Halogen völlig dem Licht ausgesetzt wird, oder (2) die nichtbelichteten Silber-Halogene in Metall-Silber umgesetzt werden.

Wenn der Film durch den **zweiten Entwickler** läuft, wird nunmehr der Hintergrund in metallisches Silber umgesetzt. Das **Fixier-Mittel** entfernt sämtliches Rest-Silber-Halogen und der Film wird erneut **gewässert**, um ihn archivfähig zu machen. Auf diese Weise wird die Polarität erhalten, d. h. dunkle Flächen bleiben dunkel, helle Flächen werden auf dem Film durchsichtig.

## Die Archivierung

Die abschließende Betrachtung dient der Haltbarkeit des Silber-Films. Man sollte sich dabei zunächst die Frage stellen: „Wie lange erwarte ich, daß mein Silber-Film hält? Wenn die Antwort darauf „6 Monate“ lautet, dann braucht man lediglich eine ordnungsgemäße Produktions-Technik. Während der folgenden Abhandlung unterstellen wir, daß der Film ordnungsgemäß verarbeitet und gewässert wurde und daß der Rest-Thiosulfat-Gehalt weniger als 2 Mikrogramm pro cm<sup>2</sup> für Arbeitsfilme und weniger als 0,7 Mikrogramm pro cm<sup>2</sup> für Archivfilme beträgt. Diese Grenzwerte sind in den ANSI (American National Standards Institute)-Spezifikationen, die sich auf Silber-Film-Verarbeitung und -Archivierung beziehen enthalten. Will man sich eingehender mit der Haltbarkeit von Silber-Film-Unterlagen befassen, sollte man die ANSI-Spezifikationen PH 1.25 – 1976, PH 1.41 – 1976, PH 1.28 – 1976 und PH 1.43 – 1979 (1) lesen. Siehe auch DIN 19070. Darüber hinaus ist die Broschüre „Storage and Preservation of Microfilm“ von Eastman Kodak lesenswert. Eine Durchsicht der zur Verfügung stehenden Daten macht folgendes klar:

1. Die Empfehlungen für die Aufbewahrung sind auf Silber-Film abgestimmt, obwohl diese Tatsache nicht besagt, daß die gleichen Bedingungen für Diazo- und Vesikular-Film unanwendbar sind. Derzeit ist jedoch der Silber-Film das einzige **anerkannte** Archiv-Mittel.
2. Es gibt zwei Arten von Empfehlungen, die eine für Kurzzeit-Stabilität und die andere für Langzeit- oder Archivierungs-Stabilität.
3. Es ist bekannt, daß Silber-Film gegenüber Feuchtigkeit, Hitze und chemischen Verunreinigungen empfindlich ist.

Aufgrund der Empfindlichkeit des Films seiner Umgebung gegenüber ist für eine sachgemäße Aufbewahrung eine Luftfeuchtigkeits- und Temperatur-Kontrolle sowie ein Schutz vor chemischer Verschmutzung notwendig.

### Luftfeuchtigkeits-Kontrolle

Bei einer Luftfeuchtigkeit von mehr als 50% wird die Bildung von Pilz-Bewuchs und/oder mikroskopisch-kleiner Flecken begünstigt, da die im Silber-Film verwendete Gelatine organischen Ursprungs ist und den Bewuchs fördert. Andererseits kann zu niedrige Luftfeuchtigkeit, weniger als 15%, Film-Krümmungen bewirken und elektrostatische Probleme mit sich bringen. Wegen der Feuchtigkeits-Empfindlichkeit von Silber-Film sollte eine ordnungsgemäß geplante Lagerungs-Stätte mit einer Luftfeuchtigkeits-Kontrolle ausgerüstet sein.

### Temperatur-Kontrolle

Die DIN empfiehlt Temperaturen von nicht höher als <20° C. In der Praxis ist die eigentliche (eher niedriger als zu hoch) weniger wichtig, als eine konstante Temperatur. Häufige Temperatur-Wechsel sind unerwünscht.

## Chemische Verschmutzungen

Verschmutzungen können auf verschiedenen Wegen an die Unterlagen gelangen. Es kann z.B. die Klima-Anlage Verunreinigungen in der Luft hereinbringen. Falsch ausgewählte Lagerungs-Behälter oder das gemischte Lagern von Diazo- oder Vesikular-Filmen mit Silber-Film kann unerwünschte Chemikalien beibringen. Wegen der beträchtlich langen Lagerzeit muß die chemische Konzentration gar nicht so hoch sein, um Schaden anzurichten. Darüber hinaus können Fett-Ablagerungen auf dem Film, von Fingerabdrücken hinterlassen, Schaden hervorrufen. Aus diesen Empfindlichkeiten geht die Notwendigkeit einer gründlichen Luftfilterung für den Lagerbereich hervor, der Auswahl von solchen Aufbewahrungs-Behältern

(Umschläge, Kartons, etc.), die keinerlei schädliche Emissionen abgeben, sowie die Handhabung der Mikrofilm-Unterlagen, ganz gleich ob Kurzzeit- oder Archivierungs-Ablage, ausschließlich und immer mit Handschuhen, um dadurch Fingerabdrücke zu vermeiden. DIN gibt die folgenden Empfehlungen für Kurzzeit- und für die Archivierungs-Ablage:

#### **Ablage-Behälter**

Kurzzeit-Aufbewahrung von Mikrofilm (bis zu 10 Jahre). Die Temperatur für Kurzzeit-Ablage sollte höchstens 24°C bei einer relativen Luftfeuchtigkeit von nicht mehr als 60% betragen. Für Polyester-Basis-Filme sollte die relative Luftfeuchtigkeit über 30% und für Zellulose-Basis-Filme über 15% liegen. Die Aufbewahrungs-Behälter sollten keine schädlichen Emissionen abgeben. Ungleiche Filme, wie Diazo und Vesikular, sollten nie zusammen abgelegt werden. Der Film sollte nur am Rand oder mit Handschuhen angefaßt werden. (Siehe auch DIN 19070)

#### **Archiv-Aufbewahrung (10 Jahre und länger)**

Für eine Archivierung sollte die Temperatur weniger als 20°C mit einem Minimum an Temperatur-Schwankungen betragen. Für Polyester-Basis-Filme sollte die relative Luftfeuchtigkeit im 30–40% Bereich liegen, während die Filme auf Zellulose-Basis innerhalb von 15 bis 40% relativer Luftfeuchtigkeit liegen sollten. Schwankungen der Luftfeuchtigkeit sollten sich in Grenzen halten. Die Ablage-Behälter müssen emissionsfrei sein. Ungleiche Filme, wie Diazo und Vesikular, dürfen nicht zusammen gelagert werden.

Es ist ausreichende Luftfilterung notwendig, um sicherzustellen, daß keinerlei Verschmutzung von außen (z. B. Schwefel-Dioxyd, Schwefel-Wasserstoff, Peroxyde) an die Ablage gelangen. Film, der zur Archivierung abgelegt wird, sollte keine Fingerabdrücke aufweisen. Schließlich muß eine solche Archiv-Ablage nach einem Inspektions-Plan etwa alle zwei Jahre nachgesehen werden, um die Wirksamkeit der Umgebungs-Sicherung zu überprüfen. (Siehe auch DIN 19070)

---

## Diazo-Film

Die ersten Schritte der Entwicklung des Films, den wir DIAZO nennen, geschahen etwa vor einem Jahrhundert, als Diazo-Salze synthetisch hergestellt wurden. Es dauerte jedoch bis in das Jahr 1920, bis das Verfahren kommerziell verwertbar wurde. Das geschah in Europa, wo die Reproduktion mit Diazo als Wettbewerber zum Blaupause-Verfahren auf dem Felde der technischen Vervielfältigung auftrat, Material und Maschinen der frühen Zeit waren noch sehr einfach, aber die grundsätzliche Einfachheit des Verfahrens, seine Vielseitigkeit und die Möglichkeit, sowohl geschnittene Filmstücke als auch Film-Rollen verwenden zu können, bahnten diesem Verfahren den Weg. Wichtiger jedoch war die Schnelligkeit, mit der die Kopien hergestellt werden konnten.

Durch die Ausweitung der Kommunikations-Mittel während des Zweiten Weltkrieges bekam die Industrie neue Impulse und erneut, als nach Kriegsende geheime Information jedermann zugänglich wurde. Nach dem Erlöschen von Grund-Patenten erschienen über Lizenz-Verträge weitere Hersteller auf diesem Gebiet und heutzutage stellt es das wettbewerbsreichste Feld innerhalb der Reproduktions-Industrie dar. Diazo wird weitgehend als Duplizier-Medium eingesetzt. Es begann als Vervielfältigungs-Methode für technische Zeichnungen und wird häufig noch in diesem Zusammenhang erwähnt. Jedoch haben die Vielseitigkeit des Verfahrens, seine niedrigen Kosten und die ästhetischen Möglichkeiten viele neue Anwendungs-Gebiete erschlossen, wozu Mikrofilm und die Herstellung von gedruckten Schalttafeln gehören. Chemikalien vom Diazo-Typ werden heutzutage auf die verschiedensten Papier-Sorten, Gewebe-Arten und Film-Typen aufgetragen. Eines der Haupt-Anwendungs-Gebiete von Diazo-Film liegt bei der Mikrofilm-Industrie, wo dieser Film in den verschiedensten Emulsionen als Hoch- oder Mittel-Kontrast-Film, blau oder schwarz, mit hoher oder mittlerer Empfindlichkeit (Geschwindigkeit) verwendet wird. Diazo-Film steht in Breiten von 16 mm, 35 mm oder 105 mm und in Basis-Dicken von 0,06 mm, 0,10 mm, 0,12 mm oder 0,17 mm (2,5 mil, 4 mil, 5 mil oder 7 mil) zur Verfügung.

### Das Diazo-Verfahren

Die Grundlage des Diazo-Verfahrens ist die Tatsache, daß die Diazo-Salze in der Emulsion die Eigenschaft haben, sich mit den Farb-Kopplern zu verbinden und dadurch eine stark-gefärbte Substanz zu bilden. Wird Diazo jedoch einer ultra-violetten Strahlung ausgesetzt, dann wird diese Verbindungs-Fähigkeit zerstört und die Farb-Bildung unterbunden. Die Diazo-Salze zersetzen sich sofort nach dem Auftreffen von UV-Licht. Es entsteht Stickstoff. Lediglich ein inaktives Produkt verbleibt in der Emulsion.

Der Kopplungsvorgang beginnt sofort, wenn Diazo-Salze und Farb-Koppler zusammentreffen. Das Koppeln (und die Farb-Bildung) muß jedoch bis zur Belichtung verhindert werden. Zu diesem Zweck wird der Emulsion ein Stabilisator hinzugefügt, der das Koppeln unterbindet.

### Die Bild-Formierung

Abb. 2.1 zeigt in vereinfachter Form den Bild-Formierungs-Prozeß bei Diazo-Film. In der Praxis müssen beide, das Silber-Original und der unbelichtete Diazo-Film, in direktem Kontakt (Emulsion auf Emulsion) liegen. Das Original ist entscheidend für das Licht, das den Diazo-

Film erreicht. Das Licht wird an den hellen Stellen des Originals durchgelassen und von den dunklen blockiert. Wenn das durchgelassene Licht auf die Diazo-Beschichtung auftrifft, dann werden die Diazo-Salze in ein durchsichtiges, nicht mehr färbungsfähiges Produkt umgesetzt und Stickstoff wird in der Schicht frei. Hierbei sei bemerkt, daß die Plastik-Schicht, die die Chemikalien enthält, so aufgebaut ist, daß sie den Stickstoff entweichen läßt. In den Bereichen, die vom UV-Licht nicht getroffen wurden, befinden sich die Salze, die Koppler und der Stabilisator noch immer unverändert in der Schicht.

Wenn der Film nach der Belichtung einer alkalischen Substanz (zum Beispiel Ammoniak) ausgesetzt wird, wird der Säure-Stabilisator neutralisiert und der Verbindungs-Prozeß findet sofort statt, wobei die bisher nicht durch UV belichteten Stellen, d. h. die dunklen Stellen im Original, verfärbt werden. Das Duplikat behält die gleiche Polarität, wie das Original, d. h. dunkle oder schwarze Flächen auf dem Original sind auch auf dem Duplikat dunkel, helle Flächen sind auch auf dem Diazo-Duplikat hell. Hieraus ist ersichtlich, daß Diazo ein bildwert-erhaltendes Verfahren ist.

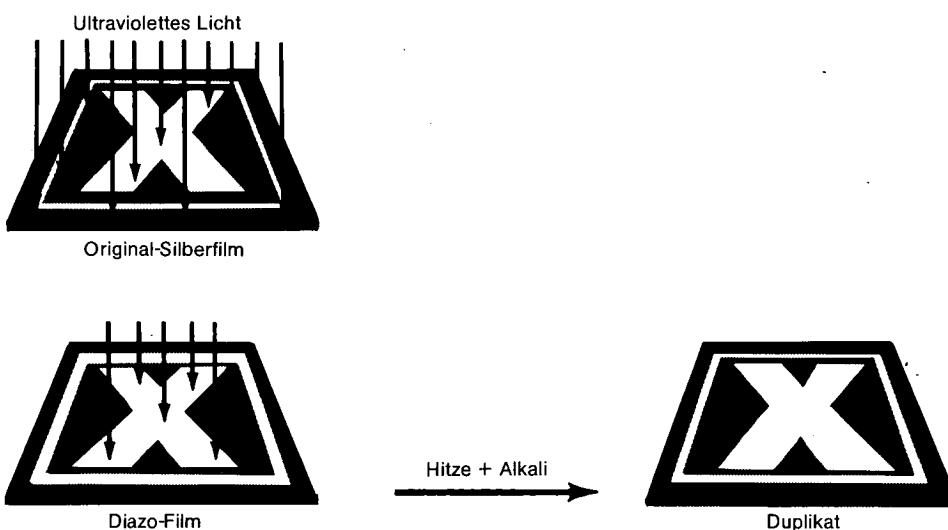


Abb. 3.1 Das Diazo-Verfahren

### Diazo-Entwicklung

Wenn das Diazo-Material ultravioletten Strahlen ausgesetzt wird, muß die Lichtquelle so viel Energie entwickeln, daß alle Diazo-Salze in den betroffenen Bereichen zerstört werden. Daraus folgt, daß für das Formieren des Abbildes hauptsächlich die Belichtungs-Energie durch Zerstörung der Färbungs-Fähigkeit der Diazo-Emulsion verantwortlich ist.

Der Diazo-Film wird jetzt entwickelt, indem der Stabilisator neutralisiert wird, wodurch die Farbe in den Bereichen gebildet wird, in denen bisher nicht belichtet wurde.

Die Färbung, die die dunklen Bereiche bildet, stammt von der chemischen Kopplung von Diazo-Salzen mit dem Farb-Koppler. Wir haben eine Voll-Entwicklung, wenn der Stabilisator völlig neutralisiert ist und alle Salze und Koppler vereinigt sind. Ein Über-Entwickeln ist nicht möglich. Sowie der Stabilisator einmal neutralisiert ist, hat der alkalische Entwickler keinerlei Einfluß mehr auf den Film. Ein Verlängern der Entwicklung kann das Bild nicht verschlechtern. Auch findet während der Entwicklung keinerlei Verstärkung statt. Somit sind lantentes Bild und fertigentwickeltes Bild identisch. Da der Entwickler, anders als bei Silber-Film, keinerlei Energie beisteuert und da das Bild bereits vor der Entwicklungs-Phase komplett aufgebaut

wird, ist die zum Aufbau eines Diazo-Abbildes benötigte Energie millionenfach stärker als die für Silber-Filme.

Bei Mikrofilm-Systemen wird generell Ammoniak als alkalisches Mittel zur Neutralisierung des Stabilisators verwendet. Da beim praktischen Einsatz von Diazo-Film die Kopplungs-Geschwindigkeit sehr wichtig ist, wird bei den meisten Diazo-Entwicklungs-Verfahren Hitze verwendet, weil dadurch die Reaktion verstärkt und die Kopplungs-Geschwindigkeit beschleunigt wird. Die Auswirkungen der Hitze sind für die verschiedenen Färbungsstoffe und Koppler unterschiedlich. Daher können Hitze-Variationen Farbverschiebungen beim fertigen Film ergeben.

Dies ist außerordentlich wichtig bei solchen Filmen, die Mehrfach-Farbstoffe zum Aufbau der gewünschten Farbe verwenden, d. h. Neutral-Schwarz. In diesen Fällen wird die Kopplungs-Aktion der einzelnen Farbstoffe durch die Hitze in der Entwicklungs-Kammer unterschiedlich beeinflußt, wobei ein Farbstoff schneller reagieren könnte als der andere. Aus diesem Grunde ist die Temperatur-Regelung für die gewünschte End-Färbung recht kritisch. Eine Abweichung von dieser Temperatur kann eine Abweichung von der erwarteten Diazo-Farbe bewirken. Im allgemeinen verstärken höhere Temperaturen den Blau-Ton, niedrigere hingegen den Braun- oder Sepia-Ton.

In der Mikrofilm-Industrie werden zwei verschiedene Verarbeitungs-Verfahren für Diazo-Film eingesetzt:

Das Diazo-Dampf-Verfahren (das gebräuchlichste) und die Thermo-Entwicklung.

1.) Das **Diazo-Dampf-Verfahren** hat die folgenden Komponenten:

Die Film-Schicht enthält Diazo-Salz, Farb-Koppler und Säure-Stabilisatoren, Ammoniak-Dampf bewirkt das Entwickeln des Abbilds, die Hitze dient zum Beschleunigen.

Das in den Entwicklungs-Stationen eingesetzte Ammoniak ist entweder **gasförmig** oder **flüssig**. Gasförmiges Ammoniak ist reines Ammoniak in gasförmigem Zustand, das keinerlei Wasser enthält.

Systeme, die Ammoniak gasförmig verwenden, leiten es unter hohem Druck und bei hohen Temperaturen in die Entwicklungs-Kammer. Gasförmiges Ammoniak beschleunigt den Kopplungs-Vorgang. Es ist sehr aggressiv, da es in die Emulsion gepreßt wird und benötigt daher nur sehr kurze Entwicklungs-Zeiten und ist für eine schnelle Verarbeitung ausgezeichnet geeignet. Beim flüssigen Ammoniak handelt es sich um eine Ammoniak-Wasser-Lösung, wobei das Wasser als Träger-Medium dient und gleichzeitig das Durchdringen der Emulsion unterstützt. Flüssiges Ammoniak ist weniger aktiv im Entwicklungs-Vorgang als das gasförmige. Das flüssige Ammoniak wird aufgeheizt und erreicht den Film normalerweise als Dampf.

Der Typ des verwendeten Ammoniak-Systems beeinflußt die Kopplungsgeschwindigkeit, so daß die Farbe des Diazo-Films sich von System zu System verschieben kann, auch wenn die Entwicklungs-Temperatur konstant gehalten wird.

Der Hauptvorteil eines Systems mit gasförmigem Ammoniak ist die schnelle chemische Reaktion und die extrem kurze Entwicklungs-Zeit. Die Nachteile sind die Notwendigkeit von Hochdruck-Systemen innerhalb der Entwicklungs-Kammer mit allen Problemen von Druck-Leitungen und -Ventilen sowie die gesetzlichen und Arbeitsplatz-Sicherheits-Vorkehrungen bei der Verwendung von Ammoniak in Gasflaschen.

Andererseits benötigen die Systeme mit flüssigem Ammoniak bedeutend mehr Zeit für die Entwicklung. Der Hauptvorteil ist jedoch, daß sie gefahrlos in jedem Raum aufgestellt werden können.

## 2. Thermo-Entwicklung

Thermo-entwickeltes Diazo unterscheidet sich von den konventionellen Diazo-Produkten, weil Hitze und nicht Ammoniak als Entwicklungs-Mittel benutzt wird. In dem zur Zeit einzigen auf dem Markt befindlichen Produkt befinden sich alle benötigten Chemikalien bereits auf der Film-Schicht. Nach der Belichtung wird der Film starker Hitze ausgesetzt, damit die Farbverbindung sich entwickeln kann.

### Diazo-Verfärbungen

Wie schon zuvor erwähnt, reagieren die Diazo-Salze zusammen mit dem Koppler in der Emulsion und bilden eine Farbschicht. Eine Farbe zeigt ihr spezifisches Aussehen, da sie nur Licht dieser Farbe (Wellenlänge) weitergibt und die anderen Farben absorbiert (blockiert). (Abb. 3.2)

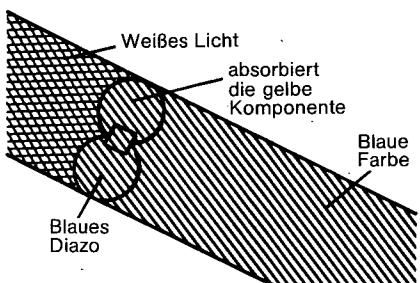


Abb. 3.2:  
Die Farb-Schicht (in diesem Falle blau), durch die Diazo-Salze und Farb-Koppler gebildet, lässt das blaue Licht durch und blockiert oder absorbiert alle anderen Farben und bildet so den blauen Diazo-Film.

Allgemein gesprochen kann man das Spektrum in die in Abb. 3.3 aufgeführten Farben zerlegen.

Die Hauptfarben sind Rot, Blau und Grün. In einem additiven Farb-System ergibt Rot plus Grün plus Blau die weiße Farbe. Manche Systeme, wie z. B. Diazo, arbeiten subtraktiv. Hier fallen bestimmte Farben aus.

Die vom Diazo-Film absorbierten oder durchgelassenen Farben können aufgrund der von den meisten Herstellern gelieferten spektralen Dichte-Kurven bestimmt werden. Solche Kurve zeigt die Film-Dichte bei einer Beleuchtung innerhalb des sichtbaren/ultravioletten Spektrums. Der in Abb. 3.4 dargestellte Film blockiert (absorbiert) die gelb-roten Komponenten mit einer maximum (Spitzen-) Absorption von 575 Nanometern. Im blauen Teil des Spektrums ist nur wenig Absorption vorhanden und unser Auge erkennt die blaue Farbe.

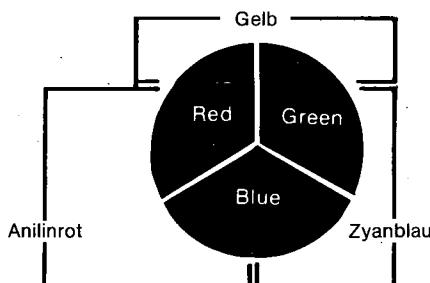


Abb. 3.3: Das Farb-Spektrum

Um einen Diazo-Film zu produzieren, der ein neutrales Schwarz aufweist, müssen alle Farben des Spektrums gleichmäßig absorbiert werden.

Die Farbe	absorbiert
Schwarz	Weiß (Gelb plus Zyanblau plus Anilinrot)
Blau	Gelb (Rot plus Grün)
Rot	Zyanblau (Grün plus Blau)
Grün	Anilinrot (Blau plus Rot)

Mit einem einzigen Farbton kann man das nicht erreichen. Gewöhnlich nimmt man dazu zwei, nämlich Sepia und Blau. Sepia ist ein Farbton, der sehr effektiv das Ultraviolett und das Blau absorbiert. Die spektrale Dichte-Kurve eines schwarzen Diazo-Filmes sieht wie in Abb. 3.4 aus und kann zeichnerisch wie in Abb. 3.5 dargestellt werden.

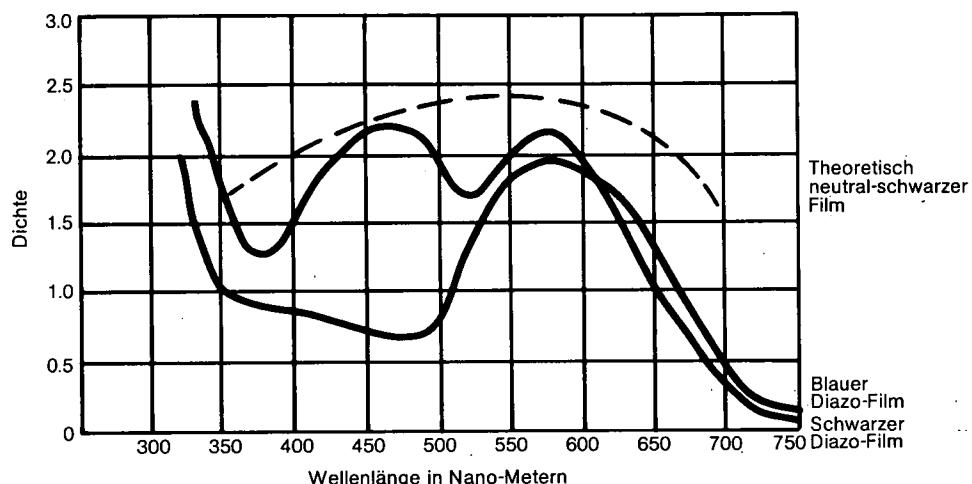


Abb. 3.4: Vergleich der spektralen Dichte-Kurve von blauem und schwarzem Diazo-Film.

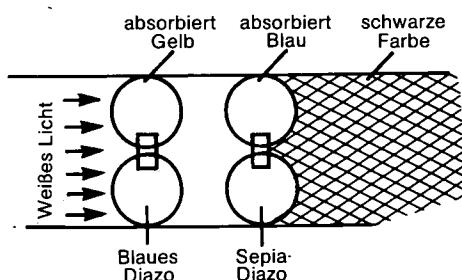


Abb. 3.5:  
Schwarzer Diazo-Film wird durch eine Kombination von Farbstoffen wie z. B. Blau und Sepia, hergestellt.

Für die Herstellung von Diazo-Film gelten die folgenden Punkte:

1. Die endgültige Färbung hängt von den Diazo-Salzen und dem Koppler ab. Es ist möglich, mit einer einzigen Farbe gelbe, rote, braune oder blaue Diazo-Filme zu produzieren.
2. Schwarzer Diazo-Film ist komplexer und macht es notwendig, eine Farb-Kombination zu produzieren, die das einfallende Licht gleichmäßig absorbiert. Der Entwicklungs-Prozeß ist kritischer, wenn als Endprodukt ein neutrales Schwarz gefordert wird, da durch Temperatur-Schwankungen oder Änderungen im Verarbeitungs-System Farbverschiebungen hervorgerufen werden können.
3. Ausbleich-Wiederstand und Kopplungs-Geschwindigkeit hängen stark von den verwendeten Diazo-Salzen und den Farb-Kopplern ab.

### Der Film-Aufbau

Bei den ersten Mikrofilm-Anwendungen von Diazo wurde ein Azetat-Träger für die Beschichtung verwendet. Seit neuerer Zeit geht die Tendenz stärker in Richtung Polyester, das jetzt fast ausnahmslos noch verwendet wird. Dafür sprechen folgende Vorteile:

Der Querschnitt durch Diazo-Film auf Polyester-Basis in Abb. 3.6 zeigt seine Struktur, wobei die entsprechenden Dicken nicht maßstabgerecht dargestellt sind. Die fotosensitive Schicht oder Emulsion ist eine polymere (Plastik)-Schicht, die die folgenden Chemikalien enthält: (1) Diazo-Salze, die durch UV-Licht-Einstrahlung zerlegt werden und die somit das photosensitive Element bilden, sowie (2) Farb-Koppler, die sich mit den Salzen verbinden (koppeln), und dadurch die Färbung hervorrufen, und (3) einen Stabilisator, der die chemische Verbindung solange verhindert, bis der gewünschte Zustand erreicht ist, d. h. nach der Belichtung. Die Haftsicht dient zur besseren Bindung von Emulsion zur Polyester-Basis.

Da Diazo-Film nicht überentwickelt werden kann, noch einen Verstärkungs-Prozess verwendet, hängen die sensitometrischen Eigenschaften eines Filmstreifens fast ausschließlich von der Zusammensetzung der Diazo-Schicht ab. Noch einmal festgestellt, das Diazo-Verfahren unterscheidet sich weitgehend von dem der Silber-Emulsion, bei dem die Schwärzungs-Kurve durch Verändern der Verarbeitungs-Bedingungen verändert werden kann.

Somit ist Diazo-Film ein einfaches und zuverlässiges Duplizier-Medium.

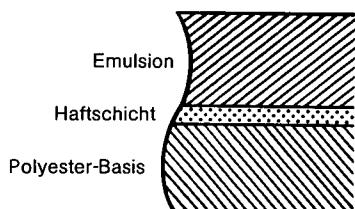


Abb. 3.6: Querschnitt durch Diazo-Film.

### Spektral-Empfindlichkeit

Da das Diazo-Verfahren keinerlei Energie-Verstärkung benutzt, müssen kräftige Lichtquellen mit hohem Anteil an ultravioletten Strahlen zur Belichtung der Diazo-Emulsion (d. h. Zersetzung der Diazo-Salze) verwendet werden. Zu diesem Zwecke sind Hochdruck-Quecksilber-Lampen gut geeignet, deren Lichtstrahlen gut auf die Spektral-Empfindlichkeit der Diazo-Schicht abgestimmt sind. Das bedeutet, daß Diazo-Film eine sehr geringe „Farbempfindlichkeit“, soweit es das sichtbare Licht betrifft, besitzt, und das sie bei sichtbarem Licht benutzt werden können. Die UV-Komponenten in einer Lichtquelle, wie z. B. Neon-Röhren, haben jedoch einen schädlichen Einfluß auf den Film, sie zersetzen die Diazo-Salze. Das Ausmaß der Zersetzung hängt von der Stärke der UV-Komponenten und der Länge der Belichtungsdauer ab.

Von der Sensitometrie her wird die Geschwindigkeit des Diazo-Films nach Belichtung ( $I \times t$ ) gemessen, die benötigt wird, um die Diazo-Schicht völlig einzubrennen. Der endgültige Stand wird zur Zeit der Belichtung definiert. Dabei sollte man beachten, daß ein Original mit einem hohen  $D_{min}$  die Duplizier-Geschwindigkeit eines Diazo-Films beträchtlich reduziert, weil dadurch die Licht-Energie in den Bereichen geringerer Dichte blockiert und somit das Zerlegen der Diazo-Salze erschwert wird. Weitere interessante Punkte bei der Geschwindigkeit von Diazo-Film sind:

(1) schwarzer Film ist im allgemeinen langsamer als blauer Film und (2) je höher der  $D_{max}$ -Wert, desto langsamer ist der Film.

### Kontrast

Diazo-Filme werden unter „mittlerer“ bis „hoher“ Kontrast eingestuft. Ihre Schwärzungskurve hat selten einen geraden Teil und somit wird Gamma-Strich ( $\gamma$ ) häufiger zum technischen Beschreiben der Eigenschaften des Films benutzt. Ein Hoch-Kontrast-Film hat einen Gamma-Strich-Wert ( $\gamma$ ) von 1,5 oder mehr, ein Film von mittlerem Kontrast einen Gamma-Strich-Wert ( $\gamma$ ) von weniger als 1,5.

### Die Schwärzungs-Kurve

In Abb. 3.7 sind einige typische Schwärzungs-Kurven von Diazo-Film dargestellt. Im allgemeinen werden jeweils zwei Kurven gezeigt. Die erste für die zweite Generation (eine Generation hinter dem Original) und eine weitere für die dritte Generation des Diazo-Films. Bei der Kurve für die zweite Generation zeigt die vertikale Achse die Dichten, die auf einem Diazo-Film von einer Silber-Schritt-Tabelle erreicht werden können. Die Form der Kurve ist typisch für ein nicht umkehrendes System. Bereiche mit hoher Dichte auf der Silber-Tabelle produzieren Bereich mit hoher Dichte auf dem Diazo-Duplikat.

Ein Dichte-Unterschied auf der Schritt-Tabelle ergibt einen entsprechenden Unterschied auf dem Diazo-Film. Der Film mit hohem Kontrast neigt dazu, diese Unterschiede stärker darzustellen, als der mit mittlerem Kontrast. Diese Art von Kurve ist für den Benutzer recht nützlich, da man damit für einen bestimmten Diazo-Film den Dichte-Verstärkungs-Effekt für die jeweilige Silber-Dichte vorausbestimmen kann.

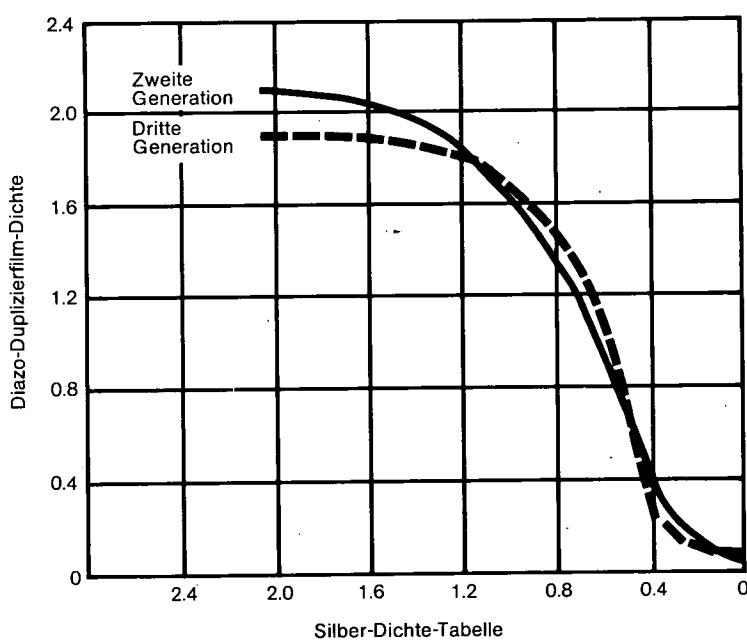


Abb. 3.7:  
Eine für  
Diazo-Film typische  
Schwärzungs-Kurve  
bei hohem Kontrast.

### Auflösung

Das Abbild auf dem Diazo-Film wird als Resultat der innerhalb der Emulsion gebildeten Färbung sichtbar. Die Färbung entsteht aus der Verbindung der Diazo-Salze mit dem Farbkoppler. Diese Verbindung geschieht auf der Ebene der Moleküle. Die Auflösung hängt von der Größe der Körnung (in diesem Falle = ein Molekül) ab. Daher hat Diazo-Film ein sehr hohes Auflösungs-Vermögen, mehr als 1000 Linienpaare pro Millimeter.

In der Praxis hat dieser Wert keine Bedeutung, da Mikrofilm-Systeme im Bereich von 100 bis 200 Linienpaaren pro Millimeter arbeiten.

Aus diesem Grunde ist Diazo-Film ein sehr gut geeignetes Duplizier-Medium. Jedoch bringt dieser hohe theoretische Auflösungs-Wert keinesfalls Kopien von hoher Qualität. Bestimmend für die Qualität der Kopie ist hauptsächlich die Qualität des Originals.

Auch das Duplizier-Gerät kann bei der Qualität eine Rolle spielen, weil einige Modelle aufgrund von schlechtem Kontakt oder mangelhafter Lichtbündelung die Auflösung negativ beeinflussen können.

## **Reproduktions-Eigenschaften**

Man sollte sich eingehend mit den Reproduktions-Eigenschaften beschäftigen, wenn man den Diazo-Film als Original verwendet, um Papierkopien auf einem Rückvergrößerer oder weitere Diazo-Kopien davon anzufertigen. Da der Diazo-Film die Reflektions-Eigenschaften der Lichtquelle durch das Durchlassen bestimmter Farben und das Blockieren anderer verändert, muß man die Reproduktions-Eigenschaft nach den folgenden Gesichtspunkten betrachten: (1) die Spektral-Empfindlichkeit des Reproduktions-Systems, d. h. die Papier-Empfindlichkeit oder die Empfindlichkeit des unbelichteten Diazo-Films und (2) die Reflektions-Dichte des als Original benutzten Diazo-Films, d. h. seine Fähigkeit, bestimmte Wellenlängen zu blockieren.

Für die Entscheidung, ob sich ein Film als „Original“ verwenden läßt, ist der Bildkontrast, nämlich der Dichte-Unterschied ( $\Delta D$ ) zwischen Zeichen und Hintergrund sehr wichtig. Bei Diazo-Film variiert die Hintergrund-Dichte mit der in Betracht gezogenen Wellenlänge und somit ändert sich der Kontrast des Films bei einer bestimmten Wellenlänge mit den Reflektions-Dichte-Eigenschaften. Der Diazo-Film behält seinen guten Kontrast bei den Wellenlängen, in denen der Film das Licht effektiv blockiert.

Allgemein gesprochen muß das Diazo-„Original“, um zufriedenstellend in einem Reproduktions-System zu funktionieren, in solchen Wellenlängen einen guten Kontrast aufweisen, in denen das Reproduktions-System am empfindlichsten ist, d. h. er muß das Licht blockieren, auf das das Reproduktions-System empfindlich ist. In den oben angeführten Fällen kann man diese Regel wie folgt anwenden:

1. Wenn man den Film in einem Lesegerät benutzt, dann ist die Empfindlichkeit des Auges der entscheidende Faktor. Da das Auge am empfindlichsten im gelb-grünen Bereich ist, erscheint ein Film mit einer Blaufärbung am kontrastreichsten, d. h. entweder blauer oder schwarzer Diazo-Film.
2. Mikrofilm-Rückvergrößerer haben unterschiedliche spektrale Empfindlichkeiten. Hier sollte man den jeweiligen Hersteller konsultieren und danach einen Diazo-Film auswählen, der eine gute Spiegelungs-Dichte in der Wellenlänge ergibt, auf der das System empfindlich ist.
3. Bei der Autogeneration, ein Verfahren, bei dem der gleiche Filmtyp für das Original und für die Duplikate verwendet wird und bei dem das Diazo-Original die ultravioletten Strahlen blockieren muß (d. h. das Diazo-Original muß einen Sepia-Farbstoff enthalten), nimmt man am besten einen schwarzen Film.

Merke: Blau = Lesen, Schwarz = Rückvergrößern, Sepia = Weiterduplicieren.

## **Arbeits-Bedingungen und Lagerfähigkeit**

Einer der Hauptvorteile des Diazo-Filmes ist, daß er bei Tageslicht verwendet werden kann, weil er für das sichtbare Licht nicht sensitiv (empfindlich) ist. Es sind jedoch trotzdem einige Vorsichtsmaßnahmen nötig, z. B.:

- Das Sonnenlicht (Tageslicht) enthält UV-Strahlen. Deshalb sollte der Film stets geschützt werden, besonders aber vor direkter Sonneneinstrahlung.
- Neonleuchten geben eine geringe Menge UV-Strahlen ab. Solchen Lichtquellen sollte der Film nicht für längere Zeit, also mehr als ein paar Minuten, ausgesetzt werden. Gelbe Neon-Lampen bieten ausgezeichneten Schutz und können deshalb empfohlen werden.

- Glühlampen sind ebenfalls relativ harmlos. Es ist kaum zu befürchten, daß die Emulsion dadurch in kurzer Zeit angegriffen wird. Gelbfilter blockieren sehr wirksam alle schädlichen Strahlungen. In der Praxis sollte der Film stets ordnungsgemäß vor Licht geschützt sein, damit man kein unnötiges Risiko eingeht.

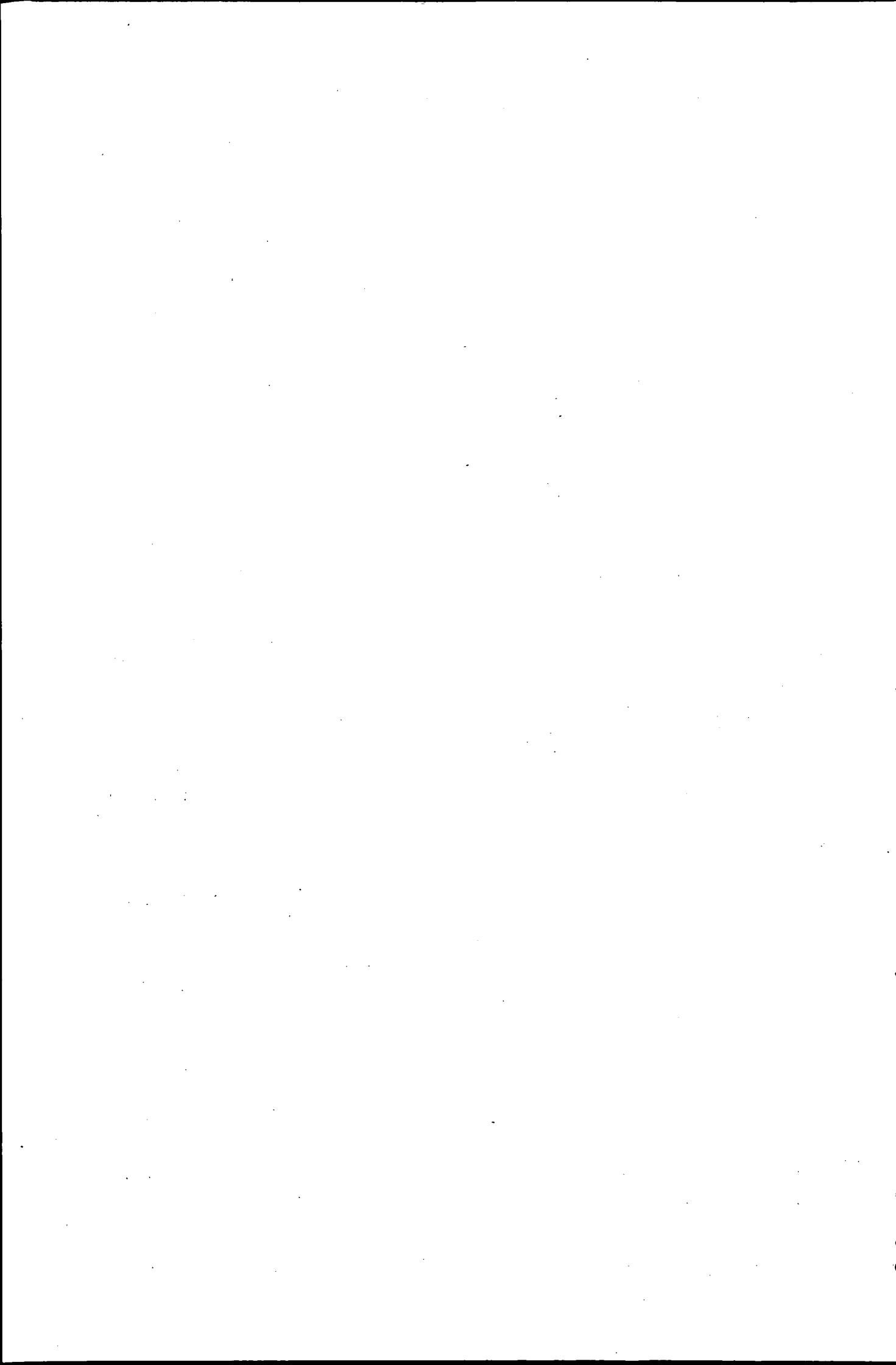
Die Lagerungszeit von Diazo-Film ist begrenzt. Nach einer gewissen Zeit zersetzt sich die Stabilisierungs-Säure in der Emulsion und gestattet dadurch ein verfrühtes Farbkoppeln vor der eigentlichen Belichtung.

Normalerweise ist der Film für mindestens sechs Monate bei 24° C gebrauchsfähig. Dieser Zeitraum kann auf ein Jahr bei 16° C und sogar bis 18 Monate bei 7° C ausgedehnt werden. Unbelichteter Diazo-Film kann weder durch Röntgen-Strahlen noch durch Infrarotlicht beschädigt werden. Unnötig zu erwähnen, daß der Film nicht in der Nähe von Ammoniak gelagert oder Ammoniak-Dämpfen ausgesetzt werden darf, weil dadurch ein verfrühtes Entwickeln der Emulsion ausgelöst wird.

### **Archivierung**

Es kann kein Film korrekt archiviert werden, wenn die Aufbewahrungsbedingungen dem Film keinen entsprechenden Schutz bieten. Die Bedingungen für die Archivierung von Diazo-Film sind im einzelnen in der ANSI-Ausarbeitung PH1.43-1979 unter dem Titel „Practice for storage of processed safety photographic film other than microfilm“ enthalten. Die wichtigsten Empfehlungen sind wie folgt:

1. Temperatur unter 21° C
2. Relative Luftfeuchtigkeit: 15% bis 50%
3. Filme mit durch Farbstoffe hervorgerufenen Bildern müssen in verschlossenen, lichtundurchlässigen Behältern aufbewahrt oder auf andere Weise für Lichteinfall geschützt werden.
4. Es sollten Vorkehrungen getroffen werden, die die Kondenswasserbildung im Archivbereich verhindern.
5. Für entsprechende Ventilation muß gesorgt sein.



---

## Vesikular-Film

Das Vesikular-Verfahren benutzt Diazo-Salze als fotosensitives Element.

Das Verfahren wurde im Jahre 1936 zum ersten Male in Deutschland vorgestellt, Gelatine als Emulsions-Medium verwendet. Später wurde von der G.A.F. Corporation ein Patent angemeldet, bei dem eine Kombination von Gelatine und Harz eingesetzt wurde. In der Folgezeit entwickelte Kalvar eine Emulsion auf Harz-Basis.

Die erste kommerzielle Verwendung für Vesikular-Film kam in den frühen 60er Jahren mit dem Erscheinen der ersten COM-Einheiten auf. Zu dieser Zeit war die konventionelle Entwicklung Standard, und somit die seinerzeit produzierten Originale positiv, d. h. schwarze Schriftzeichen auf hellem Hintergrund. Die Mikrofilm-Industrie war jedoch mit Lese- und Rückvergrößerungs-Geräte auf Film mit schwarzem Hintergrund eingestellt. Es war aus diesem Grunde notwendig, einen tonwertumkehrenden Film als Duplizier-Medium zu verwenden.

Obwohl Silberfilm zur Verfügung stand, war dieser bei den Benutzern nicht beliebt, weil er Dunkelkammer und Naß-Entwicklung verlangt, was in EDV-Räumen Probleme aufwarf. Seine generelle Geschwindigkeit war langsam. Außerdem gab es damals nur 16 mm-Kameras, was bedeutete, daß beträchtliche Längen an Film verarbeitet werden mußten.

Weitaus attraktiver und natürlich auch billiger war der Vesikular-Film, der bei Tageslicht verwendet und durch Hitze trockenentwickelt wurde.

Diese beiden Faktoren sind in letzter Zeit noch wichtiger geworden, besonders im Hinblick auf Umweltschutz und zunehmender Rohstoff-Verknappung. Die Verwendung von Vesikular-Film wächst aus diesen Gründen.

Dabei wird das Gebiet der Mikropublikation, das traditionell silberorientiert ist, mehr und mehr erfaßt. Die Hauptgründe sind: Einfachheit der Handhabung, Bild-Qualität, Aussehen (ähnlich wie Silber), und Einsparungen (wobei nicht nur die Materialkosten, sondern auch die Investitionen in Geräte berücksichtigt werden).

### DAS VESIKULAR-VERFAHREN

Eine Vesikular-Emulsion enthält Diazo-Salze in einer Plastik-Schicht, die man als Polymer bezeichnet.

Wenn dieser Film ultravioletten Strahlen ausgesetzt wird, dann zersetzen sich die Diazo-Salze in der Emulsion und bilden Stickstoff und ein farbloses Photolyse-Produkt. Es liegt in der Natur des Polymers, daß der Stickstoff dort für eine ganz kurze Zeit verbleibt und das latente Bild formt. Das Polymer ist so konzipiert, daß der Stickstoff so lange wie möglich innerhalb der Schicht verbleibt. Trotzdem neigt der Stickstoff dazu, aus der Schicht zu entweichen (zu diffundieren) und bewirkt dadurch einen rapiden Verfall des latenten Bildes.

Das latente Bild wird durch Hitze entwickelt. Die Plastik-Schicht wird momentan aufgeweicht, der eingebettete Stickstoff dehnt sich aus und bildet mikroskopisch-kleine Bläschen (engl. Vesicle), die beim Erkalten des Films fest werden. Das Bild setzt sich aus solchen Bläschen zusammen. Danach muß der Film fixiert werden, um das restliche fotosensitive Material zu entfernen, in den vom Licht betroffenen Bereichen ein stabiles Bild zu schaffen und die anderen Filmstellen zu löschen.

#### Der Film-Aufbau

Abb. 4.1 zeigt einen für den Vesikular-Film typischen Querschnitt.

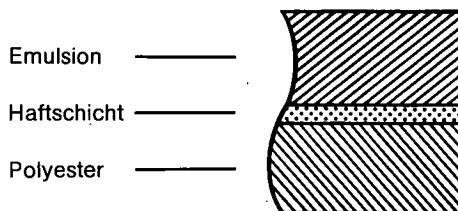


Abb. 4.1 Querschnitt durch Vesikularfilm

**Die Emulsion** ist eine fotosensitive Schicht. Sie besteht aus einer Polymer-Masse, in die die folgenden Chemikalien eingebettet sind: Diazo-Salze, die für Ultra-Violett-Strahlen empfindlich sind und die zum Aufbau des fotografischen Abbildes verwendet werden, ein bildverbessernder Farbstoff, der lediglich hinzugefügt wurde, um das „kosmetische“ Aussehen des fertigen Produktes zu verbessern.

**Die Haftschicht** dient zur Verbesserung der Adhäsion vom Emulsion und Film-Basis. Die Haftschicht wird vor Auftragen der Emulsion angebracht.

**Die Basis** ist bei Vesikular-Film stets Polyester. Es wird benutzt, weil es weder reißt, noch bricht, noch wellt. Es ist darüber hinaus unter den verschiedensten Umwelt-Bedingungen besonders dimensions-stabil und hält die bei der Vesikular-Entwicklung verwendeten Temperaturen aus. Obwohl Vesikular-Film für elektrostatische Ladungen stark anfällig ist, bildet dies kein besonderes Problem, da Duplizierer gewöhnlich mit Anti-Statik-Vorrichtungen ausgestattet sind. Azetat wird niemals als Basis für Vesikular-Film verwendet, weil die hohen Entwicklungs-Temperaturen (ca. 130° C) solchen Film beschädigen.

Das Polymer muß hart und fest werden, um die Polymer-Bläschen-Verbindung, die das latente Abbild darstellt, zu bewahren. Die Kratzfestigkeit wird fast ausschließlich von der Härte des Polymers bestimmt. Ein weiterer wichtiger Punkt bei Vesikular-Film ist die Forderung, die relativ hohen Temperaturen in einem Lesegerät auszuhalten. Nach den ANSI-Spezifikationen darf die Temperatur in einem Lesegerät an der Film-Ebene 75° C nicht überschreiten. Daher muß das Polymer das Vesikular-Bild bei solchen Temperaturen voll schützen und keinen Bildverfall unterhalb jener Werte zulassen. Im allgemeinen erfüllen die im Handel erhältlichen Vesikular-Filme diese Bedingungen.

Im Vergleich zu Silber-Halogen-Filmen sind die Vesikular-Filme relativ langsam und erfordern darüber hinaus energiereiche Lichtquellen. Da jedoch durch den während der Belichtung erzeugten Stickstoff relativ große lichtstreuende Querschnitte (Bläschen) im Zusammenhang mit der Entwicklungs-Hitze erzeugt werden, verfügt das Vesikular-Verfahren über einen Verstärkungs-Faktor, der ihn 4 bis 10mal schneller macht als Diazo-Film. Dieser dem Vesikular-Film eigene Verstärkungs-Faktor macht es möglich, schnellere (sensitivere) Filme zu entwickeln. Bei Diazo-Film machen die Molekular-Natur des Verfahrens und das Fehlen eines Verstärkungs-Faktors so etwas praktisch unmöglich. Aus diesem Grunde wäre der Einsatz von Vesikular-Film als Original-Aufzeichnungs-Medium möglich, wenn auch technisch schwierig.

## Kontrast und Dichte

Wenn man ein entwickeltes Mikrofilm-Bild betrachtet, dann kann man sagen, daß der Kontrast der Dichte-Unterschied zwischen Zeichen und Hintergrund ist. Bei belichtetem Vesikular-Film hängt der Kontrast jedoch von der Film-Verwendungsweise ab. Dies trifft sowohl auf die Betrachtung als auch auf die Densitometrie zu.

In Abb. 4.2 geht es um die folgenden Punkte:

Sowohl bei der Betrachtung als auch bei der Dichte-Messung besteht das optische System aus einer Beleuchtungs-Quelle.

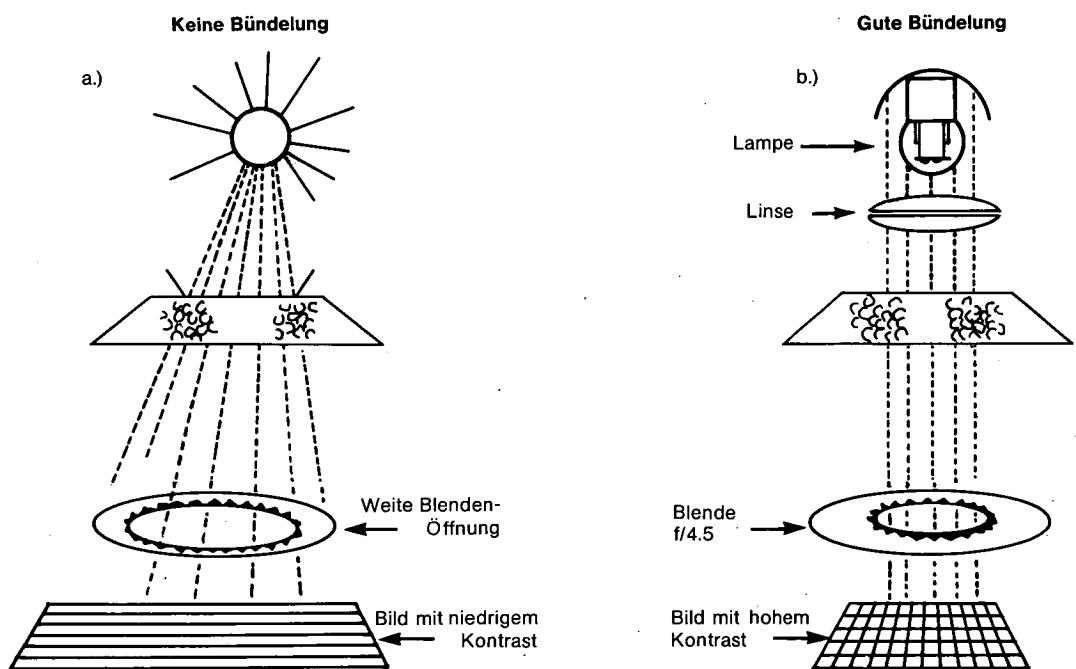


Abb. 4.2 Ein optisches System ohne Kondenser und ohne Lichtbündelung (4.2a) produziert ein Bild mit niedrigem Kontrast, während ein System mit guter Bündelung und einer Blenden-Öffnung von  $f/4.5$  (4.2b) ein Bild von hohem Kontrast ergibt.

Abb. 4.2a stellt ein optisches System ohne Kondenser/Bündelung, jedoch mit einer weiten Blenden-Öffnung dar, wodurch ein Abbild mit niedrigem Kontrast hervorgerufen wird. Abb. 4.2b zeigt eine gute Bündelung und eine kleinere Blende an der Projektions-Optik, was ein Abbild mit hohem Kontrast ergibt. Alle Hersteller von Vesikular-Film haben übereinstimmend festgestellt, daß Betrachtungs- und Densitometer-Systeme eine effektive Blende von  $f/4.5$  haben sollten. Da der Vesikular-Film das Licht zerstreut, ist er insofern einzig in seiner Art, weil der Kontrast des projizierten Bildes von der Geometrie des optischen Systems, d. h. Lesegerät oder Densitometer abhängt. Wenn die effektive Blenden-Öffnung verkleinert (der Winkel des Kegels kleiner) wird, dann wird der Kontrast größer, da durch den kleineren Kegelwinkel ein Teil der gestreuten Lichtstrahlen nicht mehr erfaßt wird. Deshalb kann der Kontrast eines bestimmten Films variiert werden, indem man die Geometrie des optischen Systems entsprechend ändert. Die in bezug auf Vesikular-Film benutzten Schwärzungs-Kurven sind die der  $f/4.5$ -Projektions-Dichte und die der Ultraviolett-Diffuse-Dichte-Kurve.

## **Farbempfindlichkeit**

Die in der Vesikular-Emulsion eingebetteten Diazo-Salze sind für ultraviolettes Licht empfindlich, mit einer Spitzenempfindlichkeit bei 405 Nanometern. Auch hier sind, wie bei Diazo, Hochdruck-Quecksilber-Lampen am besten geeignet, da ihre spektrale Emission der generellen Empfindlichkeit (340 bis 440 nm) der Vesikular-Emulsion bestens entspricht.

Wegen der geringen Empfindlichkeit der Vesikular-Emulsion gegenüber sichtbarem Licht können diese Filme für eine begrenzte Zeit auch in jedem Büro gehandhabt und gebraucht werden.

## **Verarbeitung**

### **Das Formieren des Bildes**

Das Duplizieren auf Vesikular-Film ist ein Kontakt-Verfahren, wobei die Emulsion des Originals fest gegen die Emulsion des Vesikular-Films gepreßt wird. Siehe auch das Diagramm in Abb. 4.3.

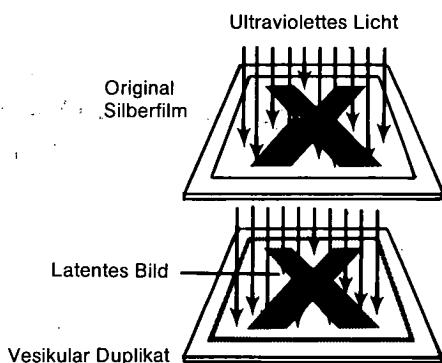


Abb. 4.3. Das Formieren des Vesikular-Abbildes

Das UV-Licht, das durch die hellen Stellen des Originals kommt, trifft auf den Vesikular-Film und bewirkt das Zersetzen der Diazo-Salze. An den Stellen, an der die Zersetzung stattfindet, bildet sich Stickstoff und das latente Bild entsteht. Die dunklen Stellen des Originals blockieren die ultra-violetten Strahlen, schützen dadurch die Diazo-Salze und verhindern die Entstehung von Stickstoff.

Das latente Bild muß umgehend, spätestens aber nach 30 bis 60 Sekunden entwickelt werden. Wird dieser Zeitraum überschritten, rufen Diffusion und Stickstoff-Verlust ein Herabsetzen des  $D_{max}$ -Wertes des entwickelten Bildes hervor. Das ist als „Verfall des latenten Bildes“ bekannt. Um ein vorzeitiges Entwickeln des Vesikular-Bildes zu vermeiden, sollten bei der Belichtung hohe Temperaturen über 90° C vermieden werden.

## **Hitze-Entwicklung**

Das in der Emulsion aufgebaute latente Bild wird durch Hitze entwickelt. Die ideale Temperatur ist 130° C und höher. Die Hitze weicht das Polymer auf und der Stickstoff entwickelt Bläschen. Bei den obengenannten Temperaturen wachsen die Bläschen zu einer Größe von ungefähr einem Mikron (1/1000 Millimeter) an. Beim Abkühlen des Films stabilisieren und festigen sich die Blasen und geben die besten Bild-Eigenschaften.

Jetzt enthält die Emulsion Blasen in den von UV-Licht getroffenen Stellen und in den übrigen Flächen noch immer fotosensitives Material. Dieses Material muß zunächst desensitivisiert werden, um weitere Bild-Formierungen zu verhindern.

Da für die optischen Eigenschaften sowie für die Stabilität eine korrekte Film-Entwicklung wichtig ist, sollte man sicherstellen, daß der Film ordnungsgemäß entwickelt wurde. In der Praxis bedeutet das, daß die Bild-Schicht für ungefähr eine Sekunde einer Temperatur von mehr als 130° C ausgesetzt werden muß. Man sollte die Spezifikationen des Vesikular-Film-Herstellers daraufhin überprüfen, ob die vorgeschriebenen Entwicklungs-Bedingungen eingehalten werden.

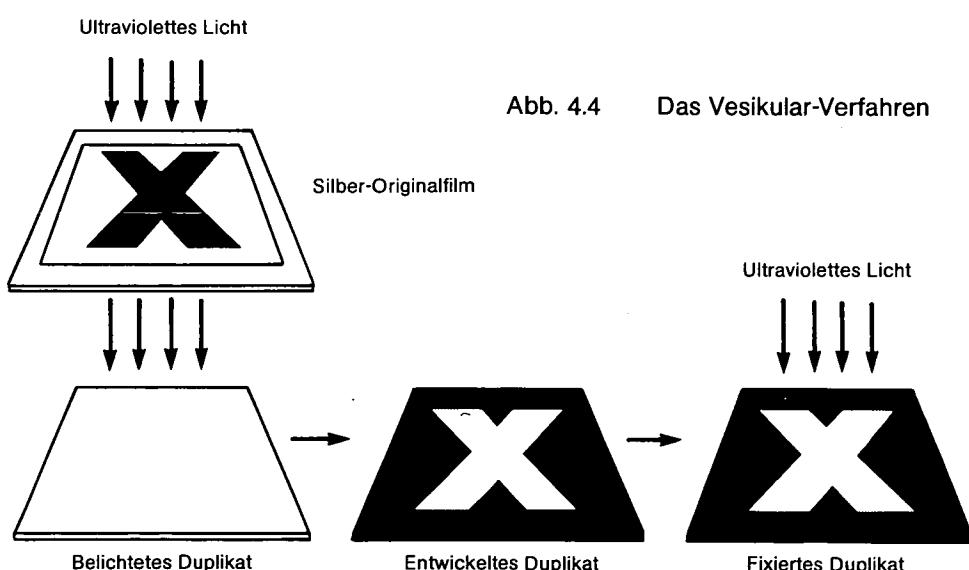
Unvollständig entwickelter Film hat eine Bläschengröße von weniger als 0,5 Mikron. Glücklicherweise kann man solchen Film sehr leicht erkennen. Wenn man ihn gegen eine weiße Lichtquelle hält (floureszierend), dann zerstreuen die Bläschen das einfallende Licht so, daß das Bild für den Betrachter bräunlich erscheint. Der Film ist vom ästhetischen her weniger ansprechend und besitzt nicht die gleiche Stabilität, wie völlig entwickelter Film, und bleicht darüber hinaus nach kurzer Zeit in einem heißen Lesegerät aus.

### Fixieren

Nach der Entwicklung enthält die Emulsion ein völlig entwickeltes Bild, doch auf den Stellen, die noch nicht von den UV-Strahlen getroffen wurden, befinden sich noch immer lichtempfindliche Salze. Fixieren bedeutet, den ganzen Film noch einmal völlig dem UV-Licht aussetzen. Alle bisher noch nicht belichteten Diazo-Salze werden in Stickstoff und das Photolyse-Produkt zerlegt. Danach verbleibt kein Rest von fotosensitivem Material in der Emulsion.

Sofort bei der Belichtung beginnt der Stickstoff zu entweichen. Die Fixierung ist erst dann vollständig, wenn der gesamte Stickstoff den Film verlassen hat. Der Film muß jetzt vor Temperaturen höher als 75° C geschützt werden, denn der Stickstoff hat sich erst nach einigen Stunden verflüchtigt. Wenn der Film vor Abschluß der Diffusion Temperaturen von über 75° C ausgesetzt wird, dann kann diese Temperatur zu Bläschen-Bildung und dem Aufbau von „Geister“-Bildern führen. Das wiederum kann von den bereits produzierten Bildern ablenken oder kann sie unleserlich machen.

Das komplette Vesikular-Verfahren ist in Abb. 4.4 dargestellt. Diese Art ist ein bildwert-umkehrendes Verfahren, was bedeutet, daß die hellen Bereiche auf dem Original, die die ultravioletten Strahlen durchgelassen haben, den dunklen Feldern auf dem Original entsprechen, nämlich dort, wo sich die Bläschen gebildet haben. Ändererseits entsprechen die dunklen Bereiche des Originals, die das Licht blockiert haben, den hellen Bereichen auf dem Duplikat.



Das Vesikular-Bild wird reproduziert, oder sichtbar gemacht, durch das in Abb. 4.5 dargestellte Verfahren. Wenn Licht auf eine Seite des Vesikular-Films auftrifft, dann lassen die hellen Bereiche das Licht durch, während die mit Bläschen ausgestatteten (Bild-)Bereiche das Licht in alle Richtungen zerstreuen. Sieht man sich dies nun von der anderen Seite an, dann sehen alle Bereiche mit Bläschen dunkler aus, da die Intensität des durchgelassenen Lichts reduziert wurde. Der Schlüssel zur Produktion der beabsichtigten Intensität liegt beim Betrachtungs-System. Wird das Bild bei diffusem (Umgebungs-)Licht betrachtet, dann erscheint das Vesikular-Bild verwaschen.

Wird der Film in ein Lesegerät eingelegt, das eine gebündelte Lichtquelle besitzt (bei der die Lichtstrahlen optisch so ausgerichtet sind, daß sie senkrecht zur Mikrofilm-Ebene stehen), dann gibt das Bild die beabsichtigte Dichte wieder. Da alle Mikrofilm-Lesegeräte in der einen oder anderen Form das Licht bündeln, ist die Dichte gewöhnlich mehr als ausreichend.

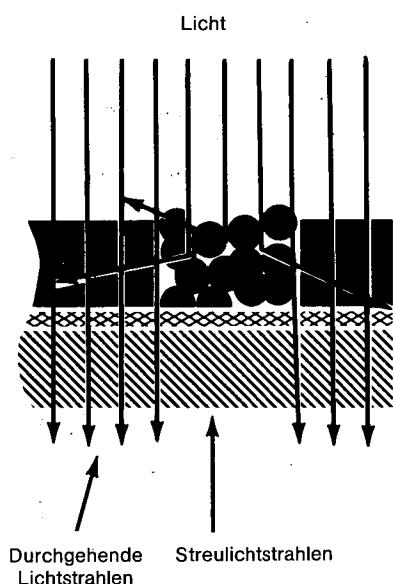


Abb. 4.5. Helle Bereiche auf dem Vesikular-Film lassen Licht durch, während die Bereiche, auf denen Bläschen vorhanden sind, das Licht in alle Richtungen streuen.

Die Bläschen (vesicles), die die Lichtstreuung verursachen, nehmen einen weitaus größeren Platz ein, als die Moleküle, aus denen sie entstanden. Aus diesem Grunde braucht der Vesikular-Film weniger Bild-Verstärkung als Diazo, und weniger ultraviolette Belichtung, um eine bestimmte Bild-Dichte zu erreichen. Eine weitere interessante Beobachtung, das Aussehen des Bildes betreffend, kann man machen, wenn man es bei reflektiertem Licht betrachtet, d. h. von der gleichen Seite, wie die Lichtquelle. In diesem Falle streuen (reflektieren) die Bildbereiche das einfallende Licht und erscheinen grau (oder nehmen die Farbe der kosmetischen Einfärbung an), wohingegen die blanken Bereiche, die das Licht durchlassen, dunkel erscheinen. Wenn man das Vesikular-Bild bei reflektierendem Licht betrachtet, dann hat es die gleiche Polarität, wie das Original, von dem es produziert wurde, d. h. das Gegenteil von der Polarität, die es hat, wenn es bei durchscheinendem Licht betrachtet wird.

#### Auswirkungen der Vor-Belichtung

Das Vor-Belichten ist eine Technik, bei der kleine Mengen an ultraviolettem Licht gleichmäßig unmittelbar vor der eigentlichen Belichtung aufgetragen werden. Man benutzt die Vor-Belichtung, um den Kontrast des Vesikular-Films zu senken. Bei entsprechender Anwendung wird der Grad der Vor-Belichtung gerade so hoch angesetzt, daß sie noch keine Schleier hervorruft. In der Praxis macht man das so, indem man den Grad der Vor-Belichtung langsam in kleinen Schritten erhöht, bis eine Schleier-Bildung auftritt, und danach den Grad etwas zurücknimmt.

Die Hauptwirkung der Vor-Belichtung ist das „Empfindlich-machen“ des Films oder das Senken seiner Empfindlichkeits-Schwelle. Das Vor-Belichten bewirkt ein gleichmäßiges Entstehen von Stickstoff auf dem ganzen Film. Bei der eigentlichen Belichtung wird Stickstoff in den Bild-Bereichen unterschiedlich stark produziert. In den Bereichen von niedrigem Kontrast, wo normalerweise kein sichtbarer Dichte-Unterschied auftreten würde, wird durch das Vor-Belichten der Belichtungs-Effekt verstärkt. Bereiche mit starker Bild-Formierung werden nur geringfügig, wenn überhaupt, davon beeinflußt. Somit kann auch von einem Original mit niedrigem Kontrast eine lesbarere Kopie hergestellt werden (Abb. 4.6).

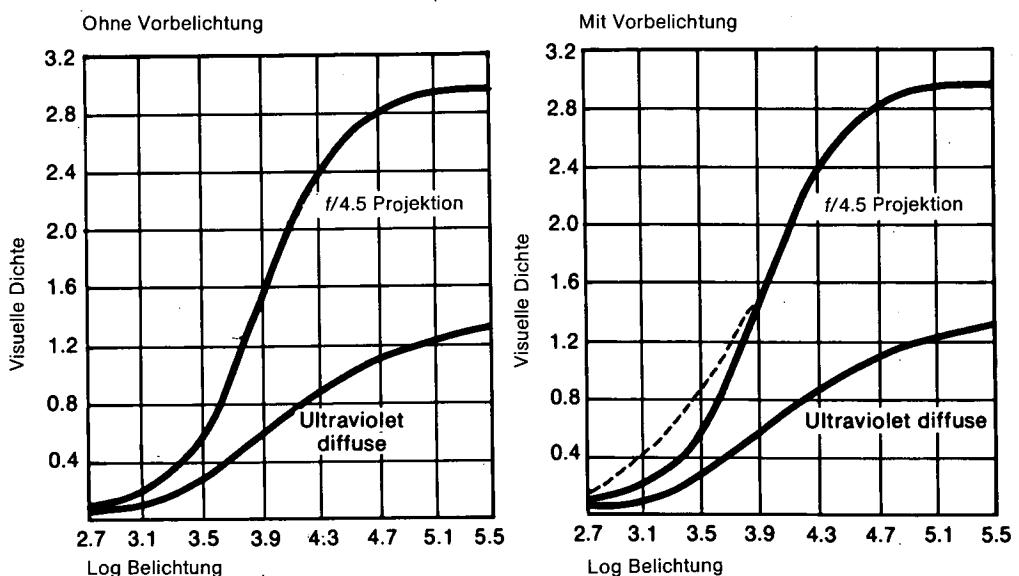


Abb. 4.6. Visuelle Dichte von Vesikular-Film ohne und mit Vorbelichtung. Man beachte die unterschiedlichen Schwärzungskurven für Projektions-Dichte und ultraviolette Diffuse-Dichte.

Vom fotografischen Standpunkt her betrachtet bedeutet das, daß die Bild-Bereiche mit niedrigen Kontrast exakter dupliziert werden, ohne dabei den  $D_{max}$ -Wert des Films zu beeinflussen. Der Gamma-Wert (Kontrast) des Films wird jedoch durch die Vor-Belichtung echt herabgesetzt. Der Film bietet daher einen besseren Abstufungs-Bereich, ein Faktor, der bei der Duplizierung von Halbton-Bildern, z. B. Fotos in der Mikropublikation, wichtig sein kann.

#### Bildwert-erhaltender Vesikular-Film

Vesikular-Film kann auch eingesetzt werden, um bildwerterhaltende Duplikate zu produzieren. Diese Möglichkeit ist eine natürliche Eigenschaft des Vesikular-Films. Die Polarität des Duplikats hängt fast ausschließlich von den physikalischen Eigenschaften des benutzten Verarbeitungs-Systems ab. (Abb. 4.7).

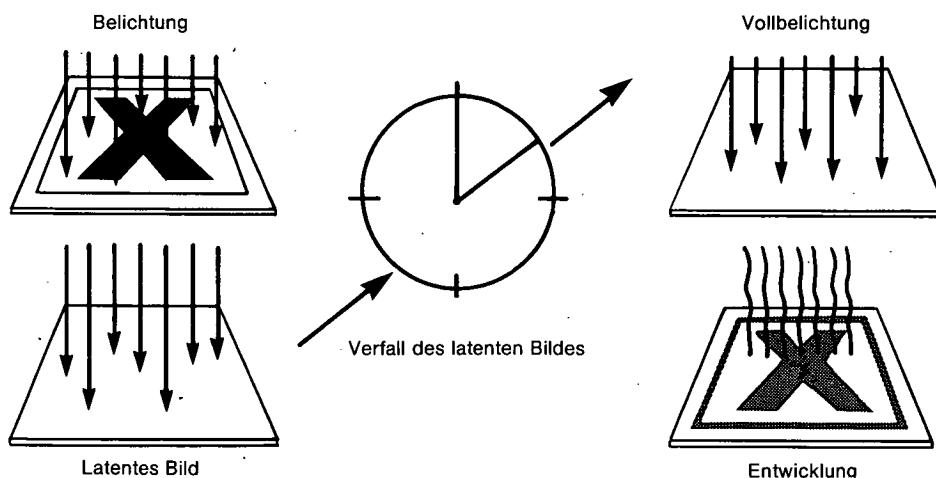


Abb. 4.7. Bildwert-erhaltendes Vesikular-Verfahren

Während der Belichtung wird das latente Bild dort im Vesikular-Film gebildet, wo sich im Original die durchsichtigen Stellen befinden. Der Film muß dann für eine bestimmte Zeit „ruhen“, damit der gesamte entstandene Stickstoff sich verflüchtigen kann (Verfall des latenten Bildes). Zu diesem Zeitpunkt enthält der Film nur noch an den Stellen sensitive Diazo-Salze, die bisher noch nicht von der UV-Strahlung betroffen wurden. Danach wird der Film vollbelichtet, wodurch über den ganzen Film hinweg das latente Bild (Stickstoff) aufgebaut wird, mit Ausnahme der Flächen, die bereits zuvor belichtet worden waren und somit keine sensitiven Materialien mehr enthalten.

Während der Entwicklung werden in den Bereichen Bläschen produziert, die den dunklen Bereichen des Originals entsprechen. Bei der Projektion erscheinen die Flächen mit den Bläschen dunkel, somit ist die Polarität von Original zu Duplikat gleichgeblieben. Ein Fixieren ist nicht nötig, da durch Belichten und erneutes Belichten eigentlich alle Diazo-Salze in der Emulsion zerlegt wurden.

### Auflösungsvermögen

Der Vesikular-Film ist in der Lage, mehr als 400 Linienpaare pro Millimeter aufzulösen. Für die normale Mikrofilm-Anwendung ist dies mehr als ausreichend.

Jedoch ist, wie bei jedem Duplizier-System, sehr oft das Original oder der Duplizierer der begrenzende Faktor zum Erzielen eines Qualitäts-Bildes.

### Reproduktions-Eigenschaften

Bei der Betrachtung der Reproduktions-Eigenschaften ist es wichtig, sich daran zu erinnern, daß der Bild-Kontrast bei Vesikular-Film mit der relativen Blenden-Öffnung variiert. Deshalb existieren verschiedene Schwärzungskurven für jede in Betracht kommende optisch/geometrische Kombination. Die f/4,5-Projektions-Kurve stellt das Film-Verhalten in einem Leser-Rückvergrößerer mit einer f/4,5-Optik dar, während die UV-Diffuse-Kurve die Eignung zur Autogeneration unter Verwendung einer UV-Lichtquelle darstellt. (Siehe Abb. 4.6).

Wenn die relative Öffnung des optischen Systems eines Lesegerätes etwa f/4,5 beträgt, dann sind die projizierten Dichten den densitometrischen Maßen des Films nach der Schwärzungskurve ähnlich. Dies ergibt ausgezeichnete Kopien. Ist die relative Öffnung größer, z. B. f/2,8, dann hat die daraus resultierende Kopie ein weicheres Aussehen (weniger Kontrast).

Ist die relative Öffnung kleiner als f/4,5, z. B. f/11, dann zeigt der Film Hoch-Kontrast-Eigenschaften. In Kombination mit einem Papier-System von ebenfalls hohem Kontrast kann dies zu unterbrochenen Zeichen oder Informations-Verlust in schwachen Bild-Bereichen führen.

Um die Eigenschaften eines Films als Duplizier-Original festzustellen, z. B. Autogeneration, sollte eine Diffuse-Dichte-Messung unter Verwendung eines 18A-Filters durchgeführt werden. Man benutzt die Diffuse-Methode, da sie dem Belichtungs-System der Duplizierer am nächsten kommt. Da die meisten Vesikular-Filme einen niedrigen  $D_{max}$ -Wert haben (aus Gründen des Bild-Aufbaus), bringt die Autogeneration mit vielen Vesikular-Filmen weniger ideale Kopien. Es haben jedoch die Vesikular-Film-Hersteller besondere Filme mit genügender Diffuse-Dichte für die Autogeneration. Falls also ein Weiterkopieren, die Autogeneration, erforderlich ist, sollte man den entsprechenden Film sorgfältig auswählen.

### **Arbeitsbedingungen**

Die relative Unempfindlichkeit von Vesikular-Film für sichtbares Licht macht ihn zum idealen Duplizier-Medium. Der Film kann unter normalen Büro-Bedingungen gehandhabt werden und erfordert keine Dunkelkammer. Dabei sollte man jedoch nicht vergessen:

1. Sonnen- (Tages-)Licht enthält eine gewisse Menge von UV-Strahlungen. Daher muß Vesikular-Film vor direkten Sonnen-Einstrahlung oder Tageslicht geschützt und darf nicht zu lange dem Tageslicht ausgesetzt werden. Der Film sollte, wenn immer möglich, in der Schutzhülle belassen werden.
2. Gelbe Neonlampen oder gelbe Filter über den Lampen bieten den besten Schutz für den Film. Solche Beleuchtung ist für Duplizier-Räume sehr empfehlenswert. Um Verlust zu vermeiden, sollte der Film stets vorschriftsmäßig verpackt und gelagert werden, wenn er nicht in Gebrauch ist.

Der Aufbewahrungszeitraum für Vesikular-Film ist theoretisch unbegrenzt und die fotografischen Eigenschaften des Films bleiben bei normalen Temperaturen für eine beträchtliche Länge an Zeit unverändert, d. h. daß man Vesikular-Film gefahrlos für bis zu fünf Jahren bei Temperaturen unter 27° C und 75% relativer Luftfeuchtigkeit aufbewahren kann.

### **Archiv-Fähigkeit**

Es gibt zur Zeit noch keine Standards, nach denen die Archivfähigkeit von Vesikular-Film beurteilt werden kann. Die folgenden Grundsätze bezüglich der Filmstabilität unter verschiedenen Bedingungen können jedoch aufgestellt werden:

### **Chemische Stabilität**

Nach ordnungsgemäßer Belichtung und Entwicklung besteht die Bild-Schicht aus dem Polymer, in dem die Bläschen, die inaktiven Photolyse-Produkte der Zersetzung und einen Rest von bildverstärkendem Farbstoff enthalten sind.

Diese Materialien beeinflussen sich gegenseitig in keiner Weise, auch nicht das Polymer oder die Film-Basis. Der Film ist demzufolge chemisch stabil. Es ist zudem bekannt, daß Polymer den meisten chemischen Substanzen außer starken Lösungsmitteln gegenüber widerstandsfähig und somit hochgradig stabil ist.

## **Thermo-Stabilität**

Wenn man ausreichende Entwicklung und somit ausreichend große Bläschen voraussetzt, dann ist die Stabilität der Bläschen nur von den physikalischen Eigenschaften des Polymers abhängig, das die Bläschen umgibt.

Die wichtigste davon ist der Punkt, an dem das Polymer aufweicht. Gewöhnlich liegt dieser etwa bei 100° C. Wird diese Temperatur überschritten, fängt das Polymer an, sich zu bewegen, zu fließen und die Bläschen fallen in sich zusammen.

In der Praxis sollte man Temperaturen über 75° C über längere Zeiträume vermeiden. Wenn man also Vesikular-Film in Mikrofilm-Lesegeräten verwendet, die dem ANSI-Standard PH5 entsprechen („Film-Temperaturen in einem Mikrofilm-Lesegerät sollten nicht über 75° C gehen“), dann wird die Thermo-Stabilität des Vesikular-Films nicht in Mitleidenschaft gezogen. Es ist vielleicht interessant zu wissen, daß Infrarot-Strahlen nicht, wie bei Silber, absorbiert, sondern vom Vesikular-Film zerstreut werden. Aus diesem Grunde ist der Filmträger bei Vesikular-Film kühler als bei Silber.

## **Auswirken von Feuchtigkeit und Strahlungen**

Durch erhöhte Luftfeuchtigkeit wird der Aufweichpunkt des Vesikular-Bildträger-Polymers herabgesetzt. In der Praxis liegen Kombinationen von Temperatur und Luftfeuchtigkeit, unter denen ein Ausbleichen des Bildes beobachtet werden kann, weitaus höher, als die ungünstigsten äußeren Umstände, unter denen gearbeitet wird.

Bis heute haben Versuche bei 50° C und 75% Luftfeuchtigkeit keinerlei Anzeichen von Ausbleichen erkennen lassen.

Obwohl sichtbares Licht keine Auswirkung auf die Bild-Stabilität des belichteten Vesikular-Films hat, sind die in einigen Filmen verwendeten Bild-Verstärkungs-Farbstoffe UV-empfindlich. Ein längeres Verbleiben des (fotografisch) fixierten Films unter einer starken UV-Lichtquelle kann ein geringfügiges Verbllassen des Films aufgrund des Ausbleichens des Farbstoffs bewirken. Jedoch entsteht hier, selbst in diesem extremen Falle, kein Bild-Ausbleichen über diesen anfänglichen Dichte-Verlust am  $D_{max}$ -Wert (wegen des Verblassens des Farbstoffs) hinaus. Mit anderen Worten, die Stabilität der Bläschen selbst wird weder durch UV-Licht noch durch Infrarot-Strahlen beeinflußt.

---

# Mikrofilm-Produktion in der Praxis

Die Mikrofilm-Praxis ist das Aufzeichnen von Information auf einen Film. Es ist ein Produktions-Verfahren, das die Erfordernisse des Benutzers erfüllen muß, die Qualitäts-Kriterien erreichen soll und dabei ein Produzieren bei einem finanziell gerechtfertigten Daten-Durchsatz erlaubt.

Um diese Ziele zu erreichen, benutzt ein Mikrofilm-Produktions-Center die folgenden Hilfsmittel: festgelegte Verfahrens-Vorschriften, durchzuführende Kontrollen, Standard-Werte, sowie die Entwicklung von Techniken zur Störungs-Suche. Jedes einzelne davon hat eine wichtige Funktion bei der Produktion von Qualitäts-Mikrofilm auf organisierter und wirtschaftlicher Basis. Ein festgelegtes System von Verfahrens-Weisen hilft z. B. den Produktions-Ablauf zu organisieren und zu steuern. Jedes Produktionszentrum sollte ein Handbuch aufstellen, das sie einzelnen Operations-Abläufe klar definiert, um ein Durcheinander zu vermeiden und den Arbeits-Ablauf flüssig zu gestalten.

Beim Mikrofilm sind zwei Aspekte der Kontrolle wichtig: die Verfahrens-Kontrolle; mit der die Arbeitsweise der Produktions-Geräte überwacht wird, um eine zufriedenstellende Operation sicherzustellen, und die Qualitäts-Kontrolle, mit der festgestellt wird, ob das Produkt zufriedenstellend und den Wünschen des Benutzers entsprechend hergestellt wurde.

Standards sind Beurteilungs-Kriterien und beziehen sich auf alle Aspekte der Produktion – Qualitäts-Durchsatz, Verlust, etc.

Störungssuche nennt man das Verfahren zum Auffinden und Lösen eines Problems. Zur effizienten Störungssuche müssen besondere Techniken entwickelt werden. Zu beachten ist, daß das Störungssuchverfahren sich gegenläufig zum Produktions-Ablauf bewegen muß, und der Reihe nach, sich mit jeder einzelnen Produktions-Einheit befassen sollte.

Es würde den Rahmen dieses Buches sprengen, wollte man alle in der Mikrofilm-Produktion vorkommenden Verfahren näher beleuchten. Für einen zufriedenstellenden Ablauf ist die Hilfe des Lieferanten wichtig. Ebenso kann man sich der Erfahrungen eines MF-Fachbetriebes bedienen oder die Hilfe von spezialisierten Servicebetrieben in Anspruch nehmen. Der Hersteller sollte technische Unterstützung, Bedienungs-Ausbildung sowie Anleitungen über die korrekte Wartung, Pflege und Säuberung der Geräte bieten. Aus diesem Grunde behandelt der Rest dieses Abschnitts lediglich Verfahrens-Kontrolle, Qualitäts-Kontrolle sowie die Techniken der Störungs-Suche.

**Verfahrens-Kontrolle.** Durch die Verfahrens-Kontrolle wird die Arbeitsleistung der Produktions-Geräte überwacht, um dadurch einen zufriedenstellenden Ablauf sicherzustellen. Eine Art der Verfahrens-Kontrolle ist, einen Test-Lauf an einem Arbeits-Muster durchzuführen, das man im System verarbeitet. Diese Methode hat jedoch einige Nachteile: (1) die eigentliche Arbeit muß bis zum Abschluß des Tests zurückgestellt werden und (2) die Problem-Zone ist selbst nach negativem Abschluß des Tests nicht sofort erkennlich und erfordert ggf. zeitraubende Anstrengungen, um die Schwierigkeiten zu beheben, ehe der Test wiederholt werden kann. Ein besserer Weg ist, eine der in Abb. 5.1 dargestellte typischen Verfahrens-Kontroll-Methode

zu benutzen. Es ist klar ersichtlich, daß diese Technik so aufgebaut ist, daß sie parallel zum Arbeits-Ablauf verläuft und die Arbeitsweise einer Produktions-Einheit auf regelmäßiger Basis auswertet, damit Fehl-Funktionen rechtzeitig genug entdeckt werden können, ohne den Arbeits-Ablauf zu unterbrechen. Bei sorgfältiger Vorbereitung kann man eine Verfahrens-Kontroll-Methode aufstellen, die jede einzelne Produktions-Einheit überprüft. Generell können solche Test recht einfach sein, manchmal benötigt man komplexere Prüfverfahren. Einige der häufig benutzten Verfahrenskontrollen, durch die überwachte Produktions-Einheit klar erkennbar, sind die, die während der Aufzeichnung oder Verfilmung an der Kamera und an der Entwicklungsmaschine eingesetzt werden.

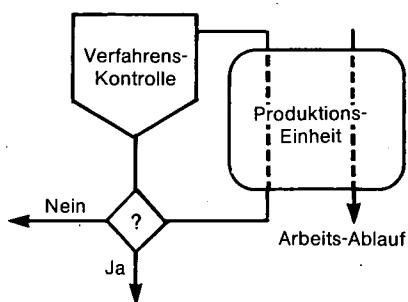


Abb. 5.1. Ein typisches Verfahrens-Kontroll-Verfahren

Die Aufzeichnung selbst benötigt die komplexeste Produktions-Einheit, da hierzu sowohl der vom Eingabe-Material abhängige mechanische Transport als auch die Kamera, die die fotografischen Bilder aufzeichnet, gehören.

#### Verfahrens-Kontrolle für Belegverfilmung und COM-Einheiten

Aufzeichnungs-Typ	Überprüfte Einheit	Verfahrens-Kontrolle
Beleg-Verfilmung	Mechanischer Transport	Standard-Papier – Einlegen verschiedener Papier-Dicken und -Strukturen.
	Kamera	Auflösungs-Test-Vorlage – um Fokus und Verkleinerungs-Faktor zu prüfen (vorausgesetzt, daß ein Maßstab in der Vorlage enthalten ist.).
	Kamera	Grau-Karte – zur Dichte-Prüfung (eine Grau-Karte mit 50% Reflektion ist Standard für Dichte-Messungen).
	Kamera	Standard-Papier (mehrfarbig) – zum Testen der Reaktion des Kamera/Film-Systems bei verschiedenen Hintergrund-Farben durch Film-Dichte-Messungen.
COM	Mechanischer Transport	Standard-Magnetband – zum Testen der Band-Justage, der Zeichen-Bildung, der Zeichen-Ausrichtung und der Zeichen-Dichte.
	Kamera	Auflösungs-Dia – um Fokus, Verkleinerungs-Faktor und Intensität des Formular-Dias zu testen.

Ohne Zweifel ist die sorgfältige Kontrolle der Entwicklungs-Einheit das wichtigste Element des gesamten Systems der Verarbeitungs-Kontrolle. Wenn regelmäßig durchgeführt, kann die Verarbeitung im Hinblick auf die Zuverlässigkeit so gründlich überwacht werden, daß Fehler sofort lokalisiert werden können. Zum Testen der Verarbeitungs-Einheit kann ein Verarbeitungs-Kontroll-Streifen verwendet werden.

Ein Verarbeitungs-Kontroll-Streifen ist ein auf einem Sensitometer genauestens vorbelichtetes Filmstück. Nach der Verarbeitung enthält dieser Streifen eine Reihe von Dichte-Abstufungen. Der Hauptzweck eines solchen Streifens ist die Überwachung der Beständigkeit in der Verarbeitung durch Klarstellen von Belichtungs-Abweichungen. (Der absolute Wert der Dichte an sich ist von zweitrangiger Bedeutung.)

Solange sich die Dichte innerhalb der vorher festgelegten Grenzen hält, gibt es keine Probleme. Bewegen sich die Ergebnisse jedoch außerhalb dieser Grenze, dann muß man Korrekturmaßnahmen ergreifen. Um den richtigen Schritt auszuwählen, nimmt man gewöhnlich den Punkt dessen Dichte nahe an 1,1 liegt, mit einer Abweichung von  $\pm 0,1$ . Dieses Verfahren bringt eine zufriedenstellende Kontrolle. Werden die Ergebnisse grafisch festgehalten, sehen sie wie in Abb. 5.2 dargestellt aus. Die Theorie des Gebrauchs des Streifens wird am besten in der Gegenüberstellung zur Schwärzungskurve (Abb. 5.3) erklärt.

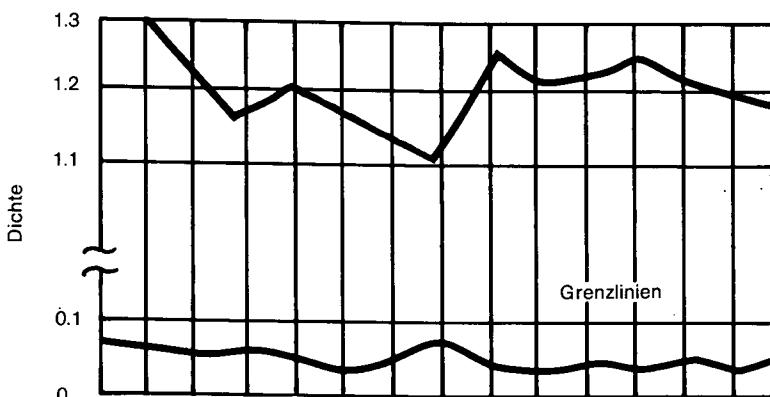


Abb. 5.2.  
Die Dichte sollte innerhalb vorgegebener Grenzen bleiben.

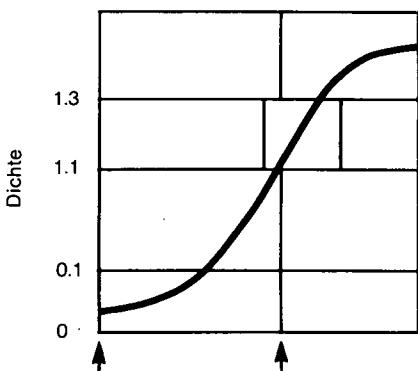


Abb. 5.3. Die Schwärzungskurve.

Da der Verarbeitungs-Kontroll-Streifen genauestens vom Hersteller vorbelichtet worden ist, kann eine Abweichung in der Dichte nur durch die Verarbeitung hervorgerufen worden sein. Wenn man sicherstellt, daß die Dichte-Abweichung sich in Grenzen hält, garantiert man, daß die Kurven-Form (und somit der Gamma-Wert) innerhalb der vorgegebenen Begrenzungen bleibt und somit eine einigermaßen gleichmäßige Dichte und Kontrast auf dem produzierten Film sicherstellt.

Es ist offensichtlich, daß die Kontrolle um so besser wird, je mehr Kontrollpunkte benutzt werden. Für gewöhnlich benutzt man Punkte, die dem  $D_{max}$  und  $D_{min}$  Wert, sowie einer Dichte von  $1,1 \pm 0,1$  entsprechen. (Verarbeitungspunkt).

• Natürlich sind bei der Verwendung des Verarbeitungs-Kontroll-Streifens einige Vorsichts-Maßnahmen nötig.

1. Man sollte stets den gleichen Film-Typ benutzen. Diese Maßnahme bringt die genaueste Kontrolle, da das Verhalten des Kontroll-Streifens und des produzierten Films nahezu identisch sein werden. Falls dies nicht möglich ist, können auch andere Film-Typen verwendet werden. Obwohl dann das Verhalten nicht unbedingt dem Produktion-Film absolut gleich, gibt es doch genügend Übereinstimmung, um eine zufriedenstellende Kontrolle zu gewährleisten.

2. Um das sensitometrische, latente Bild bestmöglich zu erhalten, sollte der Kontrollstreifen tiefgekühlt aufbewahrt werden. Vor der Benutzung sollte man den Film-Streifen bei Zimmertemperatur akklimatisieren lassen, um Kondensation zu vermeiden.

3. Bei Kontrollstreifenrollen-Ende sollte man „Übergangs-Tests“ durchführen. Da die neue Rolle, wenn auch geringfügig, unterschiedlich sein kann, muß man alte und neue Streifen zusammen verarbeiten. Die hierbei auftretenden Dichte-Abweichungen gehen dann zu Lasten des Films, nicht der Verarbeitung. Beim Festsetzen der Grenzen für den neuen Film muß diese Abweichung in die absoluten Dichte-Messungen eingebaut werden. Schließlich sollte man zu Beginn eines Verfahrens-Kontroll-Systems drei oder vier Kontrollstreifen zur gleichen Zeit testen, um damit normale System-Abweichungen festzustellen. Dies ist bei der Festlegung der Spezifikation wichtig.

Falls ein Kontrollstreifen nicht verfügbar ist, genügt ein Stück Film, das teilweise belichtet und teilweise unbelichtet ist, für einen einfachen Test. Das bietet zwar Kontrollpunkte für die Werte  $D_{max}$  und  $D_{min}$ , gibt aber keine Information über den Gamma-Wert oder das Verhalten des Systems bei den dazwischenliegenden Punkten der Kurve. Es gibt jedoch zumindest einen Anhaltspunkt für das Verhalten der Einheit.

Zu weiteren Geräten der Verfahrens-Kontrolle gehören: (1) für Kameras ein Luxmeter zur Messung der gleichmäßigen Ausleuchtung, und ein Volt-Meter zur Überwachung von Spannungs-Abweichungen, (2) für Entwicklungsmaschinen ein genaues Thermometer und ein pH-Wert-Messer zur Überwachung der Entwickler-Lösung, sowie (3) für Diazo- bzw. Vesikular-Duplizierer, Temperatur-Streifen oder Thermo-Kuppler zur Überwachung der Entwickler-Temperatur.

Noch ein abschließendes Wort zur Verfahrens-Kontrolle. Es liegt in der Natur des Mikrofilms, daß man kleinste Defekte mit nacktem Auge nicht ausmachen kann, was einen wesentlichen Unterschied zur konventionellen Reproduktion darstellt und daß man annimmt, daß die Ausgabe korrekt läuft, es sei denn, man könne sich den Luxus einer 100%igen Inspektion leisten (was nur selten der Fall ist).

### Qualitäts-Kontrolle

Selbst bei der besten Verfahrens-Kontrolle ist es notwendig, Teile der ausgehenden Produktion auf Qualitäts-Probleme zu überwachen. Die Qualitätskontrolle ist innerhalb der Film-Inspektion ein Entscheidungs-Prozeß, der auf festgelegten Kriterien (Standards) aufbaut. Diese Kriterien müssen vorher festgelegt worden sein. Sie können sich an Industrie-Standards anlehnen oder auf bestimmte Situation zugeschnitten sein. Dabei sind zwei Dinge wichtig: Die Auswahl der Kriterien und das ständige Einhalten solcher Kriterien.

Das erstere ist wichtig, weil sich das Ausmaß stark auf den Durchsatz auswirkt. Strenge Kriterien verlangsamen den Durchsatz, garantieren jedoch Qualität. Andererseits wird die Durchsatz-Menge auf Kosten der Qualität erhöht. Irgendwo zwischen diesen beiden Extremen liegt der Operationspunkt einer Installation. Es ist wichtig, daß dieser Punkt in jedem Einzelfalle klar festgelegt wird. Nach der Auswahl ist „ständiges Einhalten“ wichtig, weil es der einzige Weg ist, eine Norm für das Verfahren aufzustellen.

Die Kriterien können von zwei Gesichtspunkten her betrachtet werden. Objektive Kriterien, das sind solche Kriterien, die in meßbaren Mengen ausgedrückt werden, wie z.B. Dichte, Auflösung usw. und subjektive Kriterien, nämlich solche Kriterien, die stark von der Beurteilung des Einzelnen abhängen und deshalb von Person zu Person variieren.

#### Originalbelegverfilmung

Zusammenziehungen  
Doppelbelichtung  
Falten im Beleg  
Stau  
Layout/Format  
Überlappungen  
Zusammenziehungen  
Auflösung\*  
Verzerrungen  
Statische Aufladungen  
Gleichauf

\* Die Auflösung wird auch durch die End-Dichte auf dem Film beeinflußt und hängt deshalb nicht nur von der Kamera ab.

#### COM-Verfahren

Aufrollen  
Lichtpunkte  
Formular-Intensität  
Layout/Format  
Zeichen-Intensität  
Zeichen-Justierung  
Undeutlichkeit  
Zusammenziehungen  
Auflösung\*  
Statische Aufladungen

#### Entwicklungsmaschine

Archiv-Qualität  
Film-Schäden  
Flecken  
Wellen  
Wasserflecken  
Schmutz- und Chemiereste  
Chemie-Schleier  
Streifen

#### Aufzeichnung und/oder Film-Verarbeitung

Leerfilm  
 $D_{\max}$  und  $D_{\min}$ -Dichte  
Kanten-Schleier  
Auffasern  
Druckstellen  
Kratzer  
Auflösung

#### Prüfverfahren und Kriterien für die Qualitäts-Kontrolle

Die Grund-Aufgabe der Qualitätskontrolle ist es, sicherzustellen, daß keine wichtige Information verloren geht. Falls man während der Prüfung unlesbare Unterlagen (Bilder) feststellt, handelt es sich um einen **größeren Defekt**, wobei fast immer die gesamte Arbeit wiederholt werden muß.

Ein **kleiner Defekt** liegt dann vor, wenn der Film zwar den Kriterien nicht entspricht, jedoch keine wichtige Information verloren wurde. In solchen Fällen muß die Entscheidung getroffen werden, ob die Arbeit zu wiederholen ist oder nicht. Das Größer/Kleiner-Konzept ist für alle Qualitäts-Kontrollen, nicht nur bei Mikrofilm gleich und somit ein guter Startpunkt.

## **Inspektions-Verfahren**

Zur ständigen Qualitäts-Überwachung sind gewisse Geräte- und Verfahrens-Vorschriften notwendig.

Die gleichen Geräte werden für die Qualitäts-Kontrolle von Silber-Original Diazo-, Vesikular- und Silber-Duplizier-Film benutzt.

Wegen der unterschiedlichen Technologien erfolgt auch die Beurteilung von Silber- und Duplizier-Film unterschiedlich. Daraus folgt, daß die auftretenden Probleme und ihre Lösungen ebenfalls unterschiedlich sind.

Bevor man sich mit spezifischen Defekten befaßt, sollten zwei Punkte der Prüf-Geräte und der Prüf-Häufigkeit näher betrachtet werden.

1. Eine korrekte Qualitäts-Kontrolle setzt das Vorhandensein der Prüf-Werkzeuge voraus. Die Mindest-Ausstattung ist ein Densitometer, ein Mikroskop mit doppelt so hoher Vergrößerung wie der eingesetzte Verkleinerungs-Faktor sowie einen Leuchtkasten.
2. Die Häufigkeit der Inspektionen steht in engem Zusammenhang mit den (internen oder externen) Spezifikation und den Produktions-Kosten. Es sollte jedoch mindestens ein Bild pro Rolle oder Mikrofiche aus der Produktion auf Dichte und Auflösung überprüft werden. Der gegebenenfalls höhere Zeitaufwand zur Sicherstellung von Qualitäts-Originalen wird beim Duplizieren wieder eingespart.

Man sollte die in Tabelle 5.2 aufgeführten Kriterien beim Inspizieren des Original-Films beachten. Der Einfachheit halber sind diese Kriterien in drei Sektionen unterteilt: die, die sich mit der Kamera befassen, die, die von der Entwicklungsmaschine abhängen, und die, die sich auf die Aufzeichnung und/oder die Verarbeitung beziehen.

Darüber hinaus ist unsachgemäße Behandlung durch die Bedienungskraft ebenfalls ein Grund für Film-Defekte. Die häufigsten sind Fingerabdrücke, Zigaretten-Asche, Kaffee-Flecke, Brot-Krümel und ähnliches. Bei der Qualitäts-Kontrolle sollte man solche Defekte schriftlich festhalten.

Schließlich sollte auch ein Kontroll- oder Standard-Original angefertigt werden, das den derzeitigen Stand der Produktion (so gut es eben geht) repräsentiert. Man kann es als Bezugs-Punkt benutzen. Dieses Kontroll-Original wird auch verwendet, um herauszufinden, ob die Bedienung bei der Beurteilung der Qualität gleichmäßig vorgeht. Dieses Original ist ganz einfach ein Film-Muster, das zum dauernden Vergleich bei der Beurteilung von produzierendem Film eingesetzt wird und mit dem die Bedienung ständig auf die Grund-Anforderungen hingewiesen wird.

Es sollte ein solches Testfilm/Original auch für die Überprüfung des Duplizierers bereithalten werden. Zu Arbeitsbeginn oder von Zeit zu Zeit während des Arbeitsablaufs kann dieses Original in das Gerät eingelegt und die Arbeitsweise somit überprüft werden. Es ist fernerhin recht nützlich, wenn man einige der vom Kontroll-Original hergestellten Kopien als Vergleichs-Duplikate für die im vorhergehenden Kapitel beschriebenen Qualitäts-Kontrolle aufbewahrt.

## Kriterien der Qualitätskontrolle für den Duplizier-Film

Das in der VdMF Broschüre angegebene Gerät und die Verfahrens-Vorschriften sind auch für die Inspektion von Duplikat-Film zutreffend. Wenn jedoch ein Problem auftaucht, sollte man das Original auf solche Fehler zu untersuchen, die auf dem Duplikat auftreten. Dadurch wird eine sehr häufige Fehlerquelle (ererbte Fehler) ausgeschaltet und die echte Auswertung des Duplikat-Films ermöglicht.

**Silber Duplizierung.** Sie ist die älteste Form der Filmduplizierung. Mit normalem Silberfilm (Printfilm = PF) erhält man bei Standardentwicklung eine umgekehrte Polarität; gleiche Polarität erhält man bei einer Volumkehrentwicklung.

Gleiche Polarität erhält man bei Standardentwicklung durch Verwendung eines Direkt-umkehrenden Silberfilmes (Direkt Duplizier Film = DDP).

Die Bearbeitung ist die gleiche, wie sie für Originalsilberfilme notwendigerweise angewandt wird.

**Diazo Duplizierung.** Der Diazo-Film wirkt, soweit auftreffendes Licht in Betracht kommt, als Absorber. Es werden bestimmte Farben blockiert und bestimmte, abhängig von der Art der Emulsion, durchgelassen. Schwarz-Film ist so aufgebaut, daß er alle Farben absorbiert. Je nach Verwendungszweck des Films müssen in das Densitometer unterschiedliche Filter eingebaut werden, um exakte Meß-Ergebnisse zu erzielen. Ein **106-Filter** entspricht dem Augenlicht und mißt dementsprechend die Dichte, wie sie das Auge sieht. Ein **18A-Filter** ist zur Dichte-Messung im UV-Bereich konzipiert und entspricht daher der Diazo-Empfindlichkeit. Dieser ist für die Weiterkopierung (Autogeneration) wichtig, da er die Dichte der ultra-violetten Wellenlängen mißt und den Ultraviolett-Kontrast des Original-Films anzeigt. Ein hoher Dichte-Wert bedeutet, daß der Diazo-Film, der getestet wurde, das UV-Licht wirksam blockiert und deshalb zur Autogeneration verwendbar ist.

Ein **47b-Filter** ist ein Blau-Filter, der der Lichtquelle einiger Reader/Printer entspricht. Damit wird die Verwendbarkeit für die Anfertigung von Rückvergrößerungen gemessen. Je höher die gemessenen Werte, umso besser der Druck. Hier erscheint eine Warnung angebracht. Ein Reader/Printer ist eine komplexe Kombination von Lichtquelle und Papier-Empfindlichkeit (Spektral-Reaktionen). Um dieses Verfahren bei der Qualitäts-Kontrolle von Diazo-Duplikaten zu verwenden, die als Kopier-Originale für den Druck auf Papier eingesetzt werden sollen, muß man sicherstellen, daß der benutzte Filter dem in Betracht gezogenen Rückvergrößerer entspricht.

Es ist beim Diazo-Film wichtig zu wissen, ob die volle Entwicklung eingetreten ist. Andernfalls kann nämlich ein weiteres Belichten Bild-Schwund bewirken. Man führt diesen Test durch, in dem man ein Stück des Films entwickelt, aber nicht belichtet. Danach legt das Filmstück in das Densitometer (18A-Filter) und nimmt eine fortlaufende Dichte-Messung vor.

Das Test-Material muß für etwa 60 Sekunden in der „Aktiv-Position“ verbleiben, wobei man laufend Messungen durchführt. Wenn der Film voll entwickelt ist, bleiben die Messungen konstant, falls nicht, gehen die Meß-Werte zurück. Da die gelben Diazo-Salze die ultravioletten Strahlen blockieren, werden durch die andauernde Belichtung durch das Ultraviolett vom Densitometer die Salze zerlegt und die Dichte-Meßwerte verringern sich. Die fotografischen Eigenschaften des Diazo-Films werden fast ausschließlich von der Film-Emulsion bestimmt. Dadurch ist Diazo im echten Einsatz gut verwendbar, da die möglichen Probleme begrenzt sind. Darüber hinaus gibt es weitere Verfahren zur Überprüfung des Duplizierers. Diese Methoden werden im Kapitel Störungs-Suche für Diazo-Film näher behandelt.

**Vesikular Duplizierung.** Wie bereits zuvor erwähnt, erfordert die Art und Weise, wie der Vesikular-Film das Bild aufbaut, eine besondere Art der Dichte-Messung.

Mit einem Densitometer wird herkömmlicherweise eine Diffuse-Dichte-Messung durchgeführt, d. h. das gesamte durch eine bestimmte Öffnung passierende Licht. Für Diazo- und Silber-Film ist das in Ordnung, da hier wenig Licht gestreut wird. Für Vesikular-Film, bei dem die Licht-Streuung von der Geometrie des Winkels abhängt, in dem das Licht gesammelt wird, ist eine Diffuse-Messung nicht geeignet. Aus diesem Grunde muß bei der Dichte-Messung von Vesikular-Film das Projektions-Verfahren (Reflektions-Dichte) angewandt werden, bei dem lediglich die sichtbare Dichte gemessen wird, wie sie auf dem Schirm eines Lesegerätes erscheint. Dieses ist auch als Projektions-Dichte bekannt. Sie variiert von Winkel zu Winkel. Der von diesem Winkel gebildete Kegel wird gewöhnlich die „relative Öffnung“ genannt. Beim Mikrofilm verwenden wir eine relative Öffnung von 4,5, was einem Winkel von 6,3° entspricht.

Dieser Aspekt des Vesikular-Films ist interessant und man muß sich ihn ständig vor Augen halten, da ein solcher Film auf zwei verschiedenen Lesegeräten einen unterschiedlichen Eindruck machen kann, wenn beide unterschiedliche Öffnungen haben.

Die neueren Densitometer sind bereits mit Zusatzeinrichtungen für die Projektions-Dichte ausgestattet, die bei Vesikular-Film-Messungen stets verwendet werden müssen.

Die Entwicklung geschieht beim Vesikular-Verfahren durch Hitze. Einfallendes UV-Licht zerstört die in der Emulsion befindlichen Diazo-Salze und setzt Stickstoff unter hohem Druck frei. Die Entwicklungs-Hitze bewirkt, daß das Nitrogen sich ausdehnt, das Polymer weich wird und gestattet dadurch, daß sich die Bläschen (vesicles) bilden können. Es ist deshalb wichtig, bei der Entwicklung die richtigen Temperaturen einzuhalten, damit die Bläschen die richtige Größe erreichen und das Polymer (und somit das Abbild) bei der Benutzung stabil ist.

Im allgemeinen erfordert Vesikular-Film eine Entwicklungs-Temperatur von über 130° C an der Emulsions-Ebene (obwohl man sich auch hier nach den Spezifikationen des Herstellers richten sollte).

Falsche Entwicklung kann in der Praxis leicht erkannt werden. Wenn man solchen Film gegen weißes Licht hält und das Abbild erscheint bräunlich, dann ist der Film unterentwickelt. Es bedeutet in der Praxis, daß die Bläschen zu klein sind und deswegen die roten Bestandteile des Lichtes durchlassen. Hier ist die Entwicklungstemperatur zu niedrig. Dies ist eine recht einfache Methode zur Überprüfung und zum Justieren der Entwickler-Temperatur, die stets angewendet werden sollte.

#### Techniken der Störungs-Suche

Wo immer die aufgestellten Kriterien nicht eingehalten werden, setzt die Störungs-Suche ein. Es ist das Resultat eines Entscheidungs-Prozesses, ob das Produkt den Kriterien entspricht oder nicht.

Wie bereits aus Abb. 5.4 erkenntlich, arbeitet die Störungssuche in dem Arbeitsablauf entgegengesetzter Richtung.

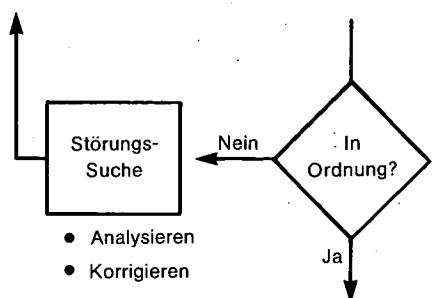


Abb. 5.4. Die Störungs-Suche verläuft in Gegen-Richtung zum Arbeits-Ablauf.

Der Zweck der Störungssuche ist es, (1) die Produktions-Einheit zu ermitteln, die das Problem verursacht, (2) das Problem zu beheben und (3) erneut zu verfilmen, wenn nötig.

Um diese Ziele zu erreichen, geht man am besten wie folgt vor:

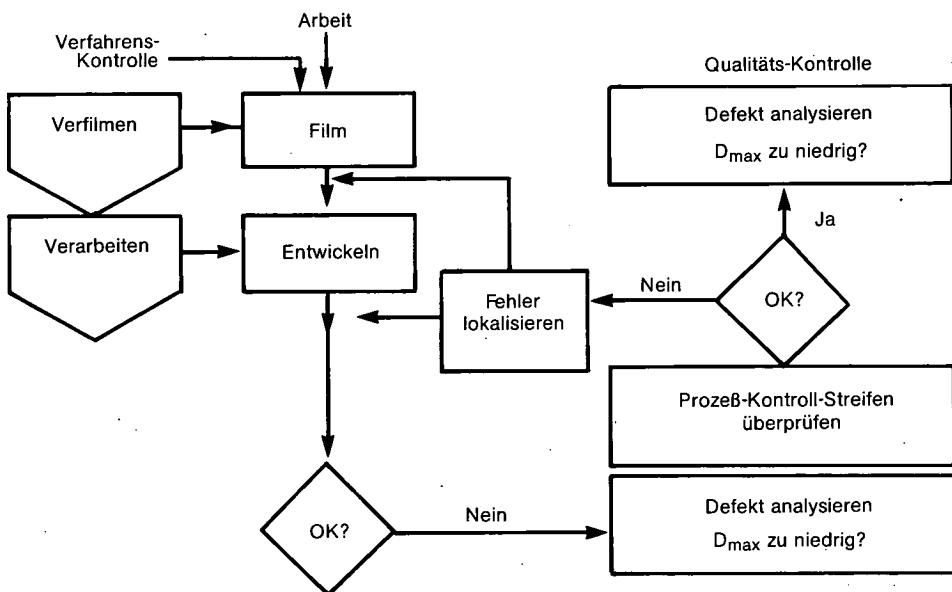


Abb. 5.5. Störungs-Suche beim Original-Film

- Man beginnt mit der Analyse der Produktions-Einheit, die unmittelbar vor dem aufgetretenen Problem liegt.
- Dann analysiert und/oder testet man die Verarbeitungs-Kontroll-Vorschriften für diese Einheit, um festzustellen, ob der Fehler hier liegt.
- In dieser Weise wird das System von hinten nach vorn überprüft, bis der Fehler gefunden wurde.

Im Beispiel von Abb. 5.5 treten zwei Möglichkeiten zutage: Entweder ist der Entwicklungs-Kontroll-Streifen nicht zufriedenstellend, was bedeutet, daß die Entwicklungsmaschine nicht ordnungsgemäß arbeitet, oder der Kontroll-Streifen ist in Ordnung, dann arbeitet die Verarbeitungs-Einheit nach den vorgegebenen Kriterien. Wenn der Kontroll-Streifen nicht zufriedenstellend ist, dann müssen die einzelnen Arbeits-Parameter (Temperatur, Geschwindigkeit, Konzentration der Entwickler-Chemikalien und die Umlösung) überprüft werden, um sicherzustellen, daß jeder einzelne einwandfrei ist. Ist der Streifen jedoch in Ordnung, dann kann die niedrige Dichte von ungenauen Belichtungen im Duplizierer oder in der Kamera oder vom Film selbst herrühren. Um die Fehlerquelle genau zu lokalisieren, muß jede mögliche Ursache gründlich überprüft werden.

Mit diesem Beispiel sollte hervorgehoben werden, daß die Störungs-Suche ein sehr logisches Verfahren ist, an das man mit Kenntnissen sowohl vom Produktions-System als auch von der Film-Technologie her herangehen muß. Sonst wird die Störungs-Suche zum Ratespiel, eine Situation die sehr häufig zu falschen Schlüssen und kostspieligen Fehlern führt.

In Tabelle 5.3 sind die gewöhnlich auftretenden und recht einfach zu behebenden Silber-Film-Defekte aufgeführt.

Bei der Fehlersuche am Duplizier-Film muß zunächst sichergestellt sein, daß das Original fehlerfrei ist. Das Original gibt seine Fehler stets an das Duplikat weiter. Abb. 5.6 zeigt dieses Verfahren.

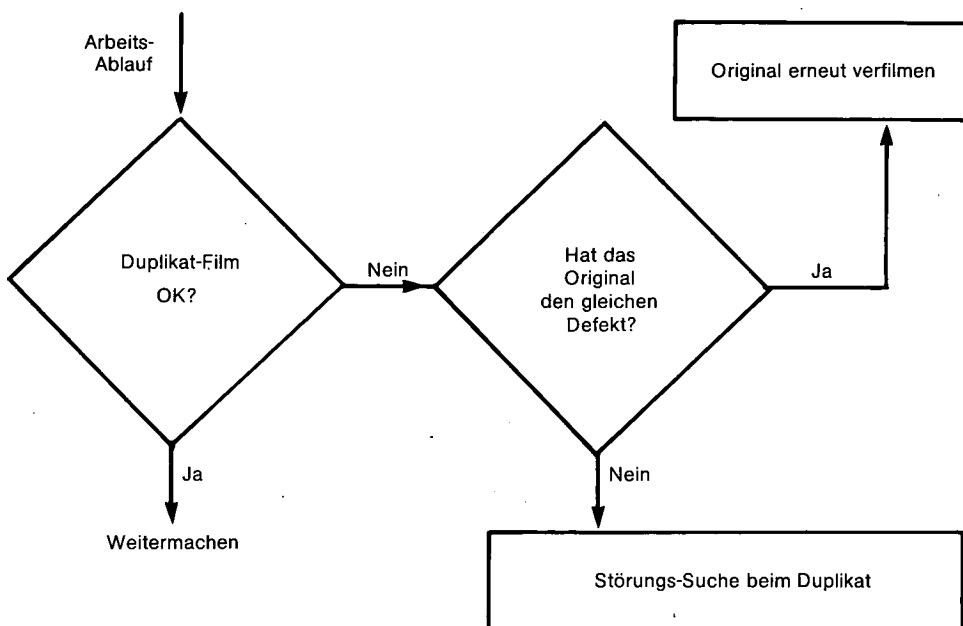


Abb. 5.6. Störungs-Suche beim Duplikat-Film.

Das Silber-Original sollte folgenden Bedingungen entsprechen:

- Bild-Dichte und Zeichen/Hintergrund-Kontrast müssen dupliziergeeignet sein.
- Die Hintergrund-Dichte bei Umkehr-Silber sollte bei der Betrachtung in einem Lesegerät licht-undurchlässig sein.
- Verschmutzungen auf einem Silber-Original bewirken mangelhaften Kontakt und unscharfe Bilder.

Nachdem diese offensichtlichen Fehler ausgeschaltet wurden und der Film noch immer unerwünschte Eigenheiten aufweist, kann nunmehr ein systematisches Untersuchen bestimmter Details zur Fehler-Quelle führen. In Tabelle 5.3 sind die bei Filmen am häufigsten auftretenden Fehler mit den möglichen Ursachen und Beseitigungen aufgeführt.

Tabelle 5.3 Leitfaden zur Störungssuche bei der Duplizierung bei positiv-aussehendem Silber-Film, negativ-aussehendem Diazo-Film und negativ-aussehendem Vesikular-Film

Problem	Filmtyp	Mögliche Ursache	Lösung
Leerer Film (keine Bilder)	Silber	Defekter Film, keine Belichtung, keine Entwicklung	Andere Fabrikations-(Emulsions-)Nr. probieren. Lampe und Verschluß nachsehen. Prüfen, ob die richtigen Chemikalien in der Einheit sind.
	Diazo	Defekter Film, Überbelichtung, keine Entwicklung	Andere Fabrikations- (Emulsions-)Nr. probieren. Lampe und Verschluß nachsehen, Verarbeitungs-Einheit überprüfen.
	Vesikular	Keine lichtempfindliche Emulsion, keine Belichtung, keine Entwicklung (zur Bläschenbildung nicht ausreichende Hitze)	Defekte oder durch UV zerstörte Schicht (siehe Schleier-Film). Lampe und Verschluß nachsehen. Temperatur und Verweildauer im Entwickler prüfen.
Überbelichtung (Hintergrund dunkel, zusammenlaufende Zeichen, schlechter Kontrast, hoher $D_{min}$ -Wert)	Silber	Zu viel Belichtung	Belichtungs-Zeit regulieren
	Diazo	Zu wenig Licht	Belichtung verstärken, um bessere Zeichen-Ausbrennung zu bekommen
	Vesikular	Original mit niedrigem $D_{max}$ -Wert  Zu viel Licht, Original hat schlechten Kontrast und niedrigen $D_{max}$ -Wert	Dichte des Originals nachprüfen  Belichtung reduzieren, Original mit höherem Kontrast produzieren
Unterbelichtung (Hintergrund hell, fette Zeichen, schlechter Kontrast)	Silber	Zu wenig Belichtung Original mit niedrigem $D_{max}$ -Wert	Belichtung oder Druckgeschwindigkeit regulieren, Dichte des Originals nachprüfen
	Diazo	Zu viel Licht auf dem Film	Belichtungs-Zeit verringern, bis Hintergrund und Zeichen besser sind.
	Vesikular	Nicht genug Licht, Original hat schlechten Kontrast und hohen $D_{max}$ -Wert	Belichtung verstärken Original mit höherem Kontrast produzieren

Problem	Filmtyp	Mögliche Ursache	Lösung
Ungleiche Belichtung (Dichte-Variationen über den ganzen Film, gewöhnlich in sich wiederholenden Mustern)	Silber	Ungleiche Beleuch- tung über die gesamte Belichtungs- ebene	Lampen-Justierung überprüfen. Sind Platten und Spiegel sauber?
	Diazo	Ungleiche Beleuch- tung an der Film- Ebene	Lampe überprüfen. Lichtweg auf Verschmutzung überprüfen. Sind die Spiegel sauber und ordnungsgemäß justiert?
	Vesikular	Ungleiche Beleuch- tung über den ge- samten Belichtungs- Bereich	Lampen und Spiegel-Justierung überprüfen. Lichtweg auf Ver- schmutzung und andere Störungen überprüfen.
Ungenügende Entwicklung	Silberfilm	Zu kalter Entwickler, zu kurze Entwick- lungszeit	Temperatur überprüfen, Geschwindigkeit, Chemie zu ausgenutzt
Grün-gelbes Aussehen (ganzer Film oder nur teil- weise)	Diazo	Ammoniak fehlt, ungenügende Hitze im Entwickler	Ammoniak-Vorrat und Zulei- tungen auf Durchfluß überprüfen. Wasser/Absorber prüfen. Ist die Temperatur an der Film- Ebene korrekt?
Farb-Verschiebungen (nur bei schwarzem Diazo-Film)		Falsches Verarbei- tungs-System für diesen Film	Ist der Film für ein Flüssig- oder ein Druck-System vorgesehen?
Zu heller Film, geringe Schwärzung Film erscheint braun/violett		Entwickler-Tempe- ratur zu niedrig. Sepia-Koppler zu schnell	Entwickler-Temperatur erhöhen
Film ist zu blau		Entwickler-Tempe- ratur zu hoch. Blau- Koppler zu schnell.	Entwickler-Temperatur verringern
Film ist völlig oder stellenweise bräun- lich, gewöhnlich in sich wiederholenden Mustern	Vesikular	Entwickler Tempe- ratur/Verweil- Dauer zu hoch	Entwickler-Temperatur und Verweil-Dauer überprüfen

Problem	Filmtyp	Mögliche Ursache	Lösung
Überentwicklung (Hohe Dichte, hoher $D_{min}$ -Wert)	Silber	Verarbeitungs-Einheit	Temperatur, Geschwindigkeit und Alter der Entwicklungs-Flüssigkeiten überprüfen
nicht möglich	Diazo		
Film sieht im Lese-gerät körnig aus. Hintergrund nicht schwarz, sondern grau. Geplatzte Bläschen hinterlassen winzige Flecken	Vesikular	Entwickler-Temperatur/Verweil-Dauer zu hoch	Entwickler-Temperatur und Verweil-Dauer überprüfen
(Gleichmäßig hoher Schleier $D_{min}$ -Wert)	Silber	Alter Film Temperatur der Verarbeitungs-Einheit zu hoch. Alte oder verschmutzte Chemikalien.	Andere Fabrikations- (Emulsions-) Nr. verwenden Temperatur verringern. Chemikalien wechseln.
Licht		Falsche Film-Behandlung. Lichteinfall im Duplizier-Bereich. Falsche Dunkelkammer-Beleuchtung	Filmbehälter und Handhabungs-Vorschriften prüfen. Duplizier-Bereich auf Streulicht prüfen. Spektral-Empfindlichkeit anhand der Hersteller-Angaben überprüfen
Braun-Schleier		Zu langes Entwickeln in verbrauchter Entwicklungs-Lösung. Verunreinigung des Fixier-Mittels durch den Entwickler. Zu viel Überlauf vom Entwickler	Korrekt entwickeln. Auf Chemikalien-Überlauf überprüfen. Umlauf- und Erneuerungsgeschwindigkeit überprüfen. Abdichtfunktion der Transport-Rollen in der Entwicklungs-Einheit überprüfen.
Gelb-Schleier (Bei reflektiertem Licht grün oder metallisch, bei durchscheinendem Licht rot aussehend)			
Niedrige Dichte in einigen Stellen des Films, gewöhnlich an den Kanten, wobei eine oder beide blank sein können	Diazo	Film wurde bereits dem Licht ausgesetzt. Emulsion bereits vor Gebrauch ausgebrannt	Film ordnungsgemäß behandelt? In Schutzhüllen belassen. Tageslicht und weiße Neon-Leuchten in Duplizier-Räumen vermeiden. Gelblicht oder -Filter zum Ausschalten der UV-Elemente verwenden

Problem	Filmtyp	Mögliche Ursache	Lösung
Helle Stellen, gewöhnlich an den Kanten	Vesikular	Vorbelichteter Film. Das latente Bild verfällt rasch (Stickstoff-Diffusion)	Film-Verpackung – Lagerung und – Handhabung prüfen
Hintergrund-Dichte dort wo eigentlich hell sein sollte		Wenn man den Film vor Gebrauch Licht und Wärme aussetzt, ergibt dies eine unerwünschte Dichte	Belichtungs-Station, besonders den Verschluß auf Streulicht überprüfen. Film-Abkühlung vor Eintritt in die Klärstation prüfen
Unscharfe (Zeichen verschwommen, nicht klar umrissen)	Diazo	Schlechter Kontakt zwischen Original und Duplizierfilm (falsches Film-Einlegen, Emulsion nicht auf Emulsion). Durch den Stickstoff-Austritt aus dem Diazo werden beide Filme getrennt.	Original und Diazo Emulsion auf Emulsion legen. Das Original hat größere Hell-Bereiche. Wenn möglich, die Belichtung reduzieren. Bei Fiche-Geräten den Andruck und bei Rollfilm-Geräten die Spannung erhöhen. Bei bestimmten Duplizierern einen rutschfesten Diazo-Film benutzen.
Doppeltes Bild (Zeichen erscheinen doppelt)	Silber	Schlupf	
	Diazo und Vesikular	Kommt häufig bei Rolle-zu-Rollen-Maschinen vor. Röhrt von Gas-Kissen zwischen den Filmen (siehe auch unter „Unschärfe“) sowie ungleicher Rollen-Spannung her. Das Gas arbeitet wie ein Lager. Die Filme bewegen sich im Verhältnis zueinander. Kann auch bei Fiche-zu-Rollen-Maschinen vorkommen. Belichtung bereits vor der korrekten Kontakt-Aufnahme zwischen Original und Duplikat.	Ausbalancieren der Spannung von Zuführungs- und Aufnahmerolle bei Original und Duplikat. Rutschfesten Film einsetzen. Verschluß-Mechanismus an der Belichtungs-Station prüfen, ob dieser zur vorgeschriebenen Zeit öffnet.

Problem	Filmtyp	Mögliche Ursache	Lösung
Dichte Flecke auf dem Film, durch die die Information blockiert wird. (Schmutz, umgebender Bereich leicht unscharf und leicht dichter, weitere Umgebung normal)	Diazo und Vesikular	Das Licht gelangt nicht auf die Emulsion, weil es durch Schmutz zwischen Original und Duplikat oder zwischen Lichtquelle und Original gehindert wird. Dies kann durch Statik noch verstärkt werden.	Umgebung so sauber wie möglich halten. Nur saubere Originale und Duplikat-Film verwenden.
Kanten-Verfärbung (verfrühtes Koppeln)	Diazo	Blaue Filme: Der Film befand sich in alkaliner (Ammoniak) Umgebung, wodurch die Farb-Kopplung ausgelöst wurde. Schwarzer Film: Hitze oder Alterung hat den Stabilisator deaktiviert und die Farb-Kopplung ausgelöst.	Nicht in der Nähe von Ammoniak-Dämpfen lagern. Kühl, d. h. unter (21° C) aufbewahren. Gelagerten Film rotierend (umschichtig) verbrauchen.
Basis-Beschädigungen (die Polyester-Basis weist physikalische Veränderungen auf)	Silber Diazo und Vesikular	Häufig durch Transportieren eines Schmutzkrümels am Filmweg entlang verursacht.	Auf Muster-Wiederholung, besonders an den Rollen, achten. Besondere Aufmerksamkeit beim Entwicklungsteil, da Hitze das Problem verstärkt.
Kratzer (auf der Emulsion oder der Basis)	Silber Diazo Vesikular	Verschmutzte Rollen, Film-Schlitzte, etc. zu streng aufgerollter Rollfilm Scharfe Kanten oder Unregelmäßigkeiten im Filmweg. Film-Vorrat	Filmweg von Schmutz und scharfkantigem Material reinigen. Lose Filmrollen nicht nachspulen. Auf Muster-Wiederholungen achten. Filmweg sorgfältig überprüfen. Verklemmte Rollen? Kratzer schon auf dem Rohfilm?

Problem	Filmtyp	Mögliche Ursache	Lösung
Wasserflecke (die von Wasser hinterlassenen Spuren nach der Verdunstung)	Silber Diazo	Nicht gut getrocknet. Zu kalkhaltiges Wasser  Wasser in der Entwicklungs-Kammer. Gewöhnlich bei Flüssig-Ammoniak-Systemen aufgrund von Kondensierung.	Trockendauer und Temperatur prüfen, erst Entkalkung einbauen, Abstreifer.  Temperatur und Dichtungen auf kühle Stellen überprüfen, wo Kondensation vorkommen kann.
Niedriger $D_{max}$ -Wert (niedrige Hintergrund-Dichte, Zeichen in Ordnung, in Extrem-Fällen blanker Film)	Silber Diazo	Alter Entwickler  Überbelichtet. Unvollständige Entwicklung. Alte Emulsion (riecht nach Säure). Defekte Emulsion. Falsche Handhabung. Fotosensitivität bereits vor der Belichtung zerstört.	Neu ansetzen  Belichtung reduzieren. Ammoniak-Vorrat und -Leitungen zur Entwicklungskammer prüfen. Temperatur und Heizung in der Entwicklungs-Kammer prüfen. Entwicklung auf Vollständigkeit prüfen. Emulsions-Nummer überprüfen. Entwicklungs-Test durchführen. Wenn zufriedenstellend, aber $D_{max}$ noch immer zu niedrig, dann ist der Film defekt. Prüfen, ob der Film korrekt gehandhabt und stets in der Schutzhülle aufbewahrt wird.
Unterentwicklung (niedrige Dichte)	Silber	Verarbeitungs-Einheit	Temperatur, Geschwindigkeit und Alter der Entwicklungs-Flüssigkeiten prüfen.
Kleine schwarze Flecke	Silber	Nicht-aufgelöste Entwickler- oder Alkali-Partikel hängen an der Emulsion. Entwickler-Spritzer auf der Emulsion vor der Entwicklung.	Sicherstellen, daß die Entwickler-Mischung korrekt ist, daß sich weder im Entwickler noch in der Wasser-Filtrierung Kristalle bilden, und daß keine Spritzer von Entwicklungs-Flüssigkeit auf den Film vor Eingang in das Entwicklungsbad gelangen.

Problem	Filmtyp	Mögliche Ursache	Lösung
Löcher (Kleine weiße Flecke)	Silber	Staub auf der Emulsion. Kleine Blasen auf der Oberfläche der Emulsion entstehen durch das Freisetzen von Kohlen-Dioxyd durch das Fixier-Mittel im alkalischen Entwickler. Fixier-Mittel zu kräftig.	Sicherstellen, daß sich kein Schmutz oder Staub in der Entwicklungs-Einheit absetzt, daß die Chemikalien korrekt gemischt sind und ordnungsgemäß ausgewechselt werden, daß die Temperatur des Fixier-Bades korrekt ist.
Emulsions-Schicht mit zahlreichen unregelmäßigen Haar-Rissen	Silber	Abruptes Anschwellen und Zusammenziehen der Gelatine-Schicht, hervorgerufen durch einen (1) Übergang von einer sehr sauren in eine sehr alkalische Lösung, oder umgekehrt, bzw. (2) Übergang von einer warmen in eine kalte Lösung oder umgekehrt.	pH-Wert und Lösungstemperaturen überprüfen.
Bildung von Dichte-Flecken ggf. in Bienenwaben-Mustern	Silber	Ungenügender Umlauf, ungenügende Auflösung oder Mischung der Entwickler-Lösung	Umlaufgeschwindigkeit verbessern. Mischungsverhältnis korrigieren. Chemikalien-Erneuerung überprüfen.
Milchiges Aussehen	Silber	Unvollständige Fixierung. Zu kurze Entwicklungs-Dauer oder Fixier-Mittel erschöpft. Ein generell weißliches Aussehen kann durch die Verwendung von zu hartem Wasser hervorgerufen werden.	Gründlich erneut fixieren. Kein erschöpftes Fixiermittel verwenden. Keine zu niedrigen Temperaturen. Fixiermittel öfters erneuern. Weicheres Wasser verwenden. Durchlaufgeschwindigkeit der Entwicklungs-Einheit überprüfen.
Oberfläche der Emulsion erscheint körnig	Silber	Entwickler oder Fixierer mit zu hartem Wasser angesetzt. Spül-Wasser zu hart.	Weicheres Wasser verwenden.

Problem	Filmtyp	Mögliche Ursache	Lösung
Kristalle oder Ablagerungen auf dem Film	Silber	Ungenügende Wässe- rung. Salz-Rück- stände trocknen am Film fest.	Sorgfältiger Wässern. Durch- laufgeschwindigkeit der Ent- wicklungs-Einheit überprüfen.
Dunkle, sich verzweigende Markierungen	Silber	Statische Aufladungen aufgrund der Reibung beim Aufspulen. Schnelles Aufspulen in sehr trockener Umgebung.	Langsam aufspulen. Kamera überprüfen. Relative Luftfeuchtigkeit im Raum erhöhen. Erden

## Die Auswahl eines Duplizier-Systems

Zu häufig wird dies lediglich als eine Auswahl zwischen Filmen, Silber, Diazo und Vesikular angesehen, obwohl es sich in Wahrheit um die Auswahl eines Duplizier-Systems, bildwert-erhaltend oder bildwert-umkehrend, handelt.

Gewöhnlich ist Diazo-Film bildwert-erhaltend, Vesikular-Film bildwert-umkehrend und Silber-Film sowohl als auch. Darüber hinaus werden neue Filme entwickelt, so daß es notwendig ist, ein Duplizier-System daraufhin zu begutachten, ob es bildwert-erhaltend oder -umkehrend ist und welche Vorteile im einzelnen von der in Frage kommenden Film-Technologie geboten werden.

Generell sind die wichtigsten Kriterien für die Auswahl die Eingabe-Polarität des Originals und die gewünschte Ausgabe-Polarität des Duplikat-Films. Tabelle 5.4 zeigt eine Entscheidungs-Tabelle für diese Faktoren.

Sich für ein System zu entscheiden, heißt sich für 2 Parameter in der Tabelle zu definieren. Einige dieser bedeutenderen Punkte fallen in eine oder mehrere Gruppen wie: Umweltbedingungen, bestehende Technologien, Produktionsbedingungen, Systemerfordernisse und Kosten.

**Tabelle 5.4**  
Entscheidungs-Tabelle zur Auswahl eines Duplizier-Systems

Eingabe-Polarität	Duplizier-System	Filmtyp	Ausgabe-Polarität
Positiv	bildwert-erhaltend oder -umkehrend	Silber	Positiv oder Negativ
Positiv	bildwert-erhaltend	Diazo	Positiv
Positiv	bildwert-umkehrend	Vesikular	Negativ
Negativ	bildwert-erhaltend oder -umkehrend	Silber	Negativ oder Positiv
Negativ	bildwert-erhaltend	Diazo	Negativ
Negativ	bildwert-umkehrend	Vesikular	Positiv

Umwelt-Bedingungen	Umwelt-Faktoren können zwei Entscheidungen beeinflussen: die der Eingabe-Polarität und die des Duplizier-Systems. Es können z. B. die Verarbeitungsmittel schädlich sein, besonders bei Umkehr-Entwicklung, wo schweflige Säure in der Bleiche verwendet wird. Dieser Punkt muß im Hinblick auf die Wahl der Polarität beachtet werden. Ein weiterer Faktor ist die Verwendung von Ammoniak im Diazo-System, die die Auswahl eines Duplizier-Systems beeinflussen, denn dabei sind die Abgase sowie Einsatz und Lagerung der Ammoniak-Vorräte, besonders der Stahlflaschen zu beachten.
Bestehende Technologien	Die Entscheidung für ein bestimmtes Duplizier-System kann auch durch eine Analyse der bereits in der eigenen Organisation vorhandenen Technologien beeinflußt werden. Ist bereits ein Mikrofilm-System im Einsatz? Kann die bestehende Technologie erweitert werden? Kann das vorhandene Personal die neue Duplizier- oder Verarbeitungs-Technik verkraften? Welcher Verwaltungsaufwand (Lagerung etc.) wird bei der Verwendung von zwei Techniken nebeneinander notwendig?
Produktions-Bedingungen	Die Auswahl von Polarität und Duplizier-System kann durch bereits bestehende Produktions-Bedingungen beeinflußt werden. Für die Polarität sollten zwei Fragen beantwortet werden: Kann ein positives Original zufriedenstellend eingesetzt werden und ist die Polarität des Originals von vornherein festgelegt?
System-Erfordernisse	Die System-Erfordernisse bestimmen die geeignete Ausgabe-Polarität. Einige zu beachtende Punkte sind:  Besteht die Notwendigkeit der Rückvergrößerung/Weiterkopierung? Bestimmen die vorhandenen Lese-/Rückvergrößerungsgeräte die Polarität? Liegt aus irgendeinem anderen Grunde die Ausgabe-Polarität fest? Darüber hinaus bestimmen die System-Erfordernisse auch die Eingabe-Polarität. Wird mehr Rollfilm als Mikrofiche produziert (was die Länge des zu bearbeitenden Films und somit die Verarbeitungs-Zeit beeinflußt)?
Kosten	Die Kosten müssen auf der Gesamt-Basis betrachtet werden, d. h. auch die zusätzlichen Kosten der Installation des infragekommenden Systems. In die Kosten-Analyse gehören die Entwicklungsmaschine, ihre Installation, Chemikalien, Duplizierer (ob Rollfilm oder Mikrofiche), die Installation und der Duplizier-Film.  Einen entscheidenden Einfluß auf die Auswahl eines Duplizier-Systems sind die vorgesehenen Benutzer. Was erwarten sie, was brauchen sie? Eine Antwort auf diese Fragen führt gewöhnlich zur Auswahl des geeigneten Duplizier-Mediums. Ein letzter Hinweis:  Die Auswahl eines Systems hat häufig aus anderen Gründen lange vor der Kosten-Zusammenstellung stattgefunden. Das Gewichten der einzelnen Kriterien hängt deshalb von den gegebenen Umständen ab.
	Duplizieren wird häufig als einfache Knöpfchen-Druck-Tätigkeit angesehen.

Das kann zwar möglich sein, ist es aber allzuoft nicht, weil die Originale Qualitätsunterschiede aufweisen. Bei guten Originalen ist das Duplizieren einfach. Sind die Originale weniger gut, bedeutet das, daß der Duplizier-Vorgang darauf eingestellt werden muß, diese Mängel auszugleichen. Dabei fällt das Duplizieren aus dem Bereich der Voll-Automatik heraus.

In jeder Branche der grafischen Industrie gilt die Goldene Regel des Duplizierens:

„Gute Originale ergeben gute Kopien“. Dies gilt genauso für den Mikrofilm, bei dem es sich um starke Verkleinerungen dreht. Und trotzdem wird diese Goldene Regel bei der Mikrofilm-Produktion häufig vernachlässigt oder gar übersehen.

Tabelle 5.5 Eigenschaften des idealen Original-Films

Filmtyp	Dichte des verarbeiteten Films	
	$D_{\max}$	$D_{\min}$
Film, generell	Hoch und gleichmäßig, auch in kleinen Bereichen.	Niedrig und gleichmäßig, auch in kleinen Bereichen, keine chemischen Flecken und kein Verschleieren.
Bild, negativ-aussehender Film	Hintergrund-hoch, gleichmäßig über das Bild, auch in kleinen Bereichen, konstante Dichte der einzelnen Bildbereiche, konstanter Bildkontrast.	Zeichen – so niedrig wie möglich, einheitliche Zeichen-Intensität, keine unvollständigen Zeichen, so klar wie möglich, konstanter Bildkontrast.
Bild, positiv-aussehender Film	Zeichen – so hoch wie möglich, einheitliche Zeichenintensität, keine unvollständigen Zeichen, so klar wie möglich (fast zusammenlaufend), kontanter Bildkontrast.	Hintergrund – so hell wie möglich, einheitlich über das ganze Bild, auch in kleinen Bereichen, konstanter Bildkontrast.

Hinweise:

1. Schleier, Wasserflecke, Kratzer, andere Flecke, Schmutz und Beschädigungen der Film-Basis sollten so wenig wie möglich sein und sollten in keinem Falle die Information auf dem Film beeinträchtigen.
2. Die Auflösung muß gut sein, besonders für den Mutterfilm.

In Tabelle 5.5 sind einige der Eigenschaften aufgezählt, die einen Original-Film ideal für die Duplizierung machen. Diese Eigenschaften sollten jedoch im Lichte der vorgegebenen Dichte-Ziele gesehen werden, die man sich als Qualitäts-Kontroll-Standards selbst vorgegeben hat. Praktisch bedeutet das, daß der eigene Original-Film nur wenige oder gar keine der idealen Eigenschaften aufweisen könnte.

Doch im täglichen Leben findet man, daß einzelne oder gar alle der beschriebenen Ideal-Eigenschaften fehlen. Trotzdem müssen Duplikate hergestellt werden, was auch für gewöhnlich gutgeht. Der kritische Punkt ist die Auswahl des Filmtyps (hoher oder geringer Kontrast), da dadurch die Ergebnisse stark beeinflußt werden.

## Die Auswahl des Filmtyps

Hat man sich einmal für ein Duplizier-System entschieden, hängt die anschließende Auswahl des Filmtyps echt vom Original ab. Aus dieser Sicht müssen wir uns mit Dichte, Kontrast und Zeichen-Bildung des Original-Films befassen. Bei der Wahl zwischen einem Film von hohem und einem von niedrigen Kontrast sind wir weitaus mehr von der Bild-/Hintergrund-Charakteristik des Original-Films abhängig.

**Die erste Regel für die Filmtypauswahl ist:** Wenn die  $D_{\max}$ - und die  $D_{\min}$ -Werte für das Abbild über den ganzen Film, ebenso wie der Bild-Kontraste  $\Delta D$ , gleichmäßig sind, dann kann ein Film mit hohem Kontrast verwendet werden.

**Die zweite Regel ist:** Wenn die  $D_{\max}$ - und die  $D_{\min}$ -Werte für das Abbild über den ganzen Film stark variieren und dadurch ein fluktuierender Bild-Kontraste  $\Delta D$  erreicht wird, dann sollte ein Film mit mittlerem Kontrast benutzt werden.

In einem COM-System ist der Kontraste generell einheitlich über den gesamten Film hinweg. Hier kann der Duplizier-Film ein Film mit hohem Kontrast sein. Bei der Belegverfilmung hingegen treffen wir häufig wegen der verschiedenen Farben des Papiers und der Fotos unterschiedliche Bild-Dichten an. In diesem Falle ist ein Film mit mittlerem Kontrast besser geeignet.

## Bestimmen der Duplizier-Eigenschaften

Um entsprechende Verfahrens-Kontrollen aufstellen zu können, muß man zunächst die Film-Duplizier-Eigenschaften des Duplizierers festhalten. Da sich die Film-Transport-Mechanismen von Gerät zu Gerät unterscheiden, sollte zu diesem Zwecke die betreffende Bedienungs-Anleitung herangezogen werden. Der Einfachheit halber nehmen wir als Beispiel einen Fiche-Duplizierer, da die gleiche Logik auch für Rollfilm-Duplizierer anwendbar ist.

**Überprüfen des Silberfilm-Duplizierers.** Der Silberfilmduplizierer sollte in dieser Reihenfolge geprüft werden: Reinigen, Produktionskontrolle, Beschädigungen.

**REINIGEN.** Sämtliche Rollen, Metall- und Gummiflächen mit Isopropylalkohol, alle Glasflächen mit Glas-Reiniger säubern. Nur fusselfreies Tuch verwenden.

**PRODUKTIONS-KONTROLLE.** Negatives Kontroll-Original einlegen. Belichtung auf den bisherigen Wert einstellen. Duplikat produzieren. Sorgfältig überprüfen. Mit vorhergehender Kontroll-Kopie auf Dichte und Zeichenbreite vergleichen. Neue Dichte notieren. Belichtung entsprechend nachstellen, um die gleiche Dichte wie zuvor zu erreichen. Neuen Belichtungswert festhalten.

Über das Festhalten der Belichtungs-Werte hinaus gibt dieses Verfahren einen Anhaltspunkt für den Status der Lampe. Beim Übergang auf ein neues Filmpaket kann ein Übergangs-Test, ähnlich wie beim Entwicklungs-Kontroll-Verfahren, benutzt werden.

**BESCHÄDIGUNGEN.** Das Fiche sollte sorgfältig auf Kratzer oder Beschädigungen der Film-Schicht oder der Basis überprüft werden. Falls solche auftauchen, auf Wiederholungen überprüfen. Wenn sich diese Fehler wiederholen, sollte man die Teile der Maschine überprüfen, die solche Schäden verursachen können. Darüber hinaus sollte der Film innerhalb der Maschine, beginnend mit der Eingabe-Seite, zum Lokalisieren der Ursachen beobachtet werden.

**Überprüfen des Diazo-Duplizierers.** Der Diazo-Duplizierer sollte in dieser Reihenfolge geprüft werden: Reinigung, Anwärmen, Entwicklungs-Probe.

**REINIGUNG.** Sämtliche Rollen, Transportbänder und Metallflächen mit Isopropyl-Alkohol, alle Glasflächen mit Glasreiniger säubern. Nur fusselfreies Tuch verwenden.

**ANWÄRMEN.** Das Gerät etwa 20 Minuten anwärmen lassen. Empfehlungen des Herstellers beachten.

**ENTWICKLUNGS-PROBE.** Mit einem Original von einheitlicher Dichte von 1.5 oder höher stellt man die Belichtung so ein, daß ein Mikrofiche mit einer Dichte von  $\pm 1.0$  unter Verwendung eines visuellen Diffuse-Filters produziert wird. Das Mikrofiche sorgfältig auf Verfärbungen überprüfen. Eine grünliche Verfärbung bedeutet unvollständige Entwicklung (und Kopplung). Ein verlässlicher Test ist es, das Mikrofiche in ein Densitometer zu legen. Das Densitometer mit einem Wratten 18A-Filter benutzen und den Meßarm für etwa 60 Sekunden in der Meß-Position halten. Alle Dichte-Messungen notieren. Bleiben sie konstant, dann ist der Film voll entwickelt. Werden die Dichte-Werte geringer, dann ist der Film nicht vollständig entwickelt.

Eine völlige Entwicklung des Diazo-Film ist erreicht, wenn der Farb-Kopplungs-Vorgang in dem unbelichteten Bereich komplett durchgeführt wurde. Die Kopplung hängt ab von der Temperatur und dem Ammoniak-Vorrat. Das Heiz- und das Ammoniak-System müssen jetzt überprüft werden. Es muß sicher sein, daß die vorgeschriebene Menge an Ammoniak die Entwicklungs-Kammer erreicht und dort gleichmäßig verteilt wird. Das gleiche trifft auf die Hitze zu. Auch bei den Flüssig-Systemen wird Ammoniak-Dampf verwendet. Hier muß man den Wasser-Vorrat und den Abnutzungsgrad des Ammoniak-Vorrats beobachten.

Bei den Gas-Systemen muß das Druck-System überwacht und besonders darauf geachtet werden, daß alle Ammoniak-Ventile frei und sauber sind.

**BELICHTUNGS-PROBE:** Unter Verwendung eines visuellen Diffuse-Filters und eines guten Originals mit gleichmäßiger Dichte die Belichtung jetzt so einstellen, daß eine Dichte von etwa 1.0 erreicht wird. Fiche auf gleichmäßige Dichte über die ganze Fläche überprüfen. Dabei sollte die Dichte von oben nach unten, von links nach rechts und diagonal besonders beobachtet werden.

Eine gleichmäßige Dichte an den Punkten in Abb. 5.7 bedeutet eine gleichmäßige Belichtung. Wenn die Dichte ungleichmäßig ist, kann es an folgendem liegen: zu alte Lampe, verstellte Spiegel, Verschmutzungen auf dem Spiegel oder der Glasplatte.

Überprüfen, ob die Dichte auch in kleineren Bereichen einheitlich ist. Ungleichmäßige Dichte in kleinerem Bereich wird wahrscheinlich durch Verschmutzungen, ungleiche Temperatur im Entwickler oder eine defekte Dichtung hervorgerufen.

**PRODUKTIONS-KONTROLLE.** Negatives Kontroll-Original einlegen. Belichtung auf den bisherigen Wert einstellen. Duplikat produzieren. Sorgfältig überprüfen. Mit vorhergehender Kontroll-Kopie auf Dichte und Zeichenbreite vergleichen. Neue Dichte notieren. Belichtung entsprechend nachstellen, um die gleiche Dichte wie zuvor zu erreichen. Neuen Belichtungswert festhalten.

Über das Festhalten der Belichtungs-Werte hinaus gibt dieses Verfahren einen Anhaltspunkt für den Status der Lampe. Beim Übergang auf ein neues Filmpaket kann ein Übergangs-Test, ähnlich wie beim Entwicklungs-Kontroll-Verfahren, benutzt werden.

**BESCHÄDIGUNGEN.** Das Fiche sollte sorgfältig auf Kratzer oder Beschädigungen der Film-Schicht oder der Basis überprüft werden. Falls solche auftauchen, auf Wiederholungen überprüfen. Wenn sich diese Fehler wiederholen, sollte man die Teile der Maschine überprüfen, die solche Schäden verursachen können. Darüber hinaus sollte der Film innerhalb der Maschine, beginnend mit der Eingabe-Seite, zum Lokalisieren der Ursachen beobachtet werden.

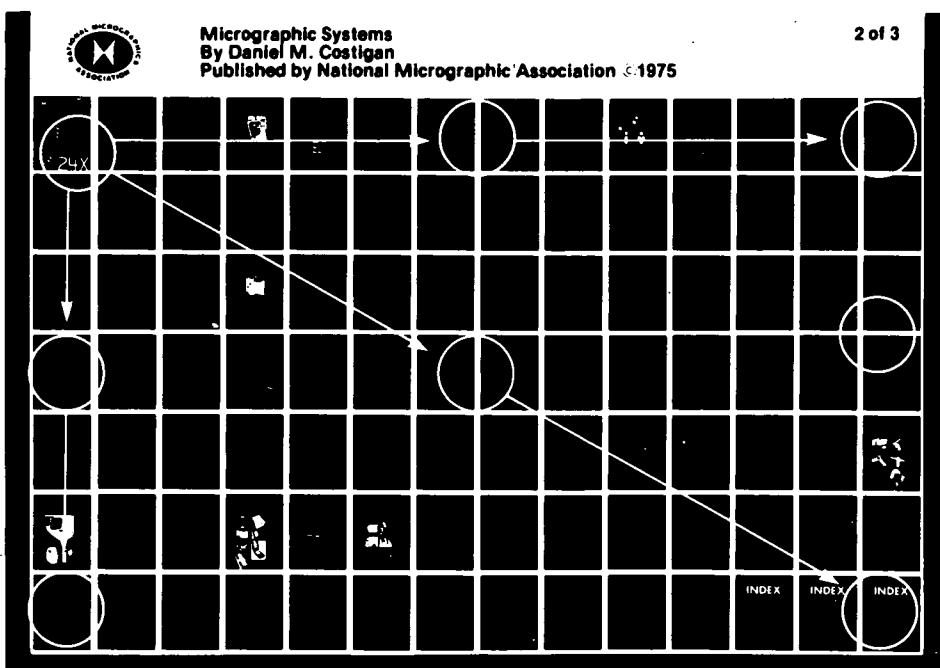


Abb. 5.7. Prüfverfahren für Mikroplanfilme

**Überprüfen des Vesikular-Duplizierers.** Der Vesikular-Duplizierer sollte in dieser Reihenfolge geprüft werden: Reinigen, Anwärmen, Belichtungs-Probe, Entwickler-Probe, Kühl-Probe, Klär-Probe, Verfahrens-Kontroll-Probe, Beschädigungen.

**REINIGUNG.** Sämtliche Rollen, Transportbänder und Metallflächen mit Isopropyl-Alkohol, alle Glasflächen mit Glas-Reiniger säubern. Nur fusselfreies Tuch verwenden.

**ANWÄRMEN.** Das Gerät etwa 20 Minuten anwärmen lassen. Empfehlungen des Herstellers beachten.

**BELICHTUNGS-PROBE.** Die Belichtung jetzt ohne eingelegtes Original so einstellen, daß eine Dichte von etwa 1,5 erreicht wird (Reflektions-Dichte). Der Film sollte im Lesegerät flanell-grau aussehen. Fiche auf gleichmäßige Dichte über die ganze Fläche überprüfen. Dabei sollte die Dichte von oben nach unten, von links nach rechts und diagonal besonders beobachtet werden. Eine gleichmäßige Dichte an den in Abb. 5.7 bezeichneten Punkten bedeutet eine gleichmäßige Belichtung. Wenn die Dichte ungleichmäßig ist, kann es an folgendem liegen: zu alte Lampe, verstellte Spiegel, falsch eingebaute Lampe, Verschmutzungen auf dem Spiegel oder der Glasplatte. Überprüfen, ob die Dichte auch in kleineren Bereichen einheitlich ist.

Ungleichmäßige Dichte in kleinerem Bereich wird wahrscheinlich durch Verschmutzungen oder Fingerabdrücke auf Spiegel oder Glasplatte hervorgerufen. (Newtonische Ringe sind dabei unberücksichtigt zu lassen.)

**ENTWICKLUNGS-PROBE.** Das gleiche Fiche in den angegebenen Bereichen auf bräunliche Verfärbungen überprüfen. Falls keine Verfärbungen vorhanden, ist die Entwicklung voll und gleichmäßig. Bräunliche Verfärbungen in einem der Bereiche bedeutet unvollständige Entwicklung, d. h. die Temperatur ist an diesen Stellen zu niedrig. Bei größeren Bereichen kann das Problem generell auf das Heiz-Element oder auf Schmutz-Ansammlungen auf der Heiz-Platte zurückgeführt werden. Kleinere bräunliche Flecke werden gewöhnlich durch Verschmutzung ausgelöst. Die Entwicklungs-Kammer kann mit Alkohol gesäubert werden.

**KÜHL-PROBE.** Man legt ein undurchsichtiges Original mit einer Dichte bis zu 2.0 ein (oder man dreht die Belichtung auf Null und benutzt schwarzes Papier) und stellt eine Kopie her. Danach überprüft man das Duplikat auf Schleierbildung. Der Film sollte keine Schleier aufweisen, was eine einwandfreie Kühlung bedeutet. Wenn der Film Schleier aufweist, bedeutet das eine unzureichende Kühlung zwischen Belichtungs- und Fixier-Station. Der Film ist noch zu heiß, wenn er in die Fixier-Station und die Klär-Stationen gelangt. Hier bewirkt die Kombination von UV-Licht und Hitze die Bläschenbildung in der Emulsion. Zur Behebung des Schadens sollte das Kühl-System der Maschine auf verschmutzte Filter, verstopfte Schläuche und mechanische Fehler untersucht werden.

**KLÄR-PROBE.** Der Test auf korrekte Klärung kann in zwei Stufen durchgeführt werden. Zunächst wird unter Verwendung des (positiven) Kontroll-Originals ein Vesikular-Duplikat hergestellt. Dieser Film wird sorgfältig auf grün-gelbe Verfärbungen überprüft. Die grün-gelbe Verfärbung deutet auf das Vorhandensein von unbelichteten Diazo-Salzen in der Emulsion hin. Ein objektiver Test ist, ein Fiche mit einer Seite für ungefähr 30 Sekunden in ein Lesegerät einzulegen. Danach nimmt man das Fiche heraus und überprüft es. Erscheint rings um die Seite, die im Lesegerät war, ein farbiger Ring, dann war der Film nicht ordnungsgemäß fixiert.

**PRODUKTIONS-KONTROLLE.** Positives Kontroll-Original einlegen. Belichtung auf den bisherigen Wert einstellen. Duplikat produzieren. Sorgfältig überprüfen. Mit vorhergehender Kontroll-Kopie auf Dichte und Zeichenbreite vergleichen. Neue Dichte notieren. Belichtung entsprechend nachstellen, um die gleiche Dichte wie zuvor zu erreichen. Neuen Belichtungswert festhalten.

Über das Festhalten der Belichtungs-Werte hinaus gibt dieses Verfahren einen Anhaltspunkt für den Status der Lampe. Beim Übergang auf ein neues Filmpaket kann ein Übergangs-Test, ähnlich wie beim Entwicklungs-Kontroll-Verfahren, benutzt werden.

**BESCHÄDIGUNGEN.** Das Fiche sollte sorgfältig auf Kratzer oder Beschädigungen der Film-Basis überprüft werden. Wenn sich diese Fehler wiederholen, sollte man die Teile der Maschine überprüfen, die solche Schäden verursachen können. Darüber hinaus sollte der Film innerhalb der Maschine, beginnend mit der Eingabe-Seite, zum Lokalisieren der Ursachen beobachtet werden.

**Normen der Mikrofilmtechnik nach Sachgruppen geordnet  
(Stand vom 1. Januar 1982)**

**Band 1: bis DIN 19 045  
Band 2: ab DIN 19 046**

**Benennungen und Begriffe**

Begriffe der Photographie;  
Allgemeine Begriffe in der Blitzlichttechnik, DIN 19 040 Teil 9 (4.79)  
Allgemeine Begriffe der Sensitometrie, DIN 19 040 Teil 12 (4.79)  
Allgemeine optische Begriffe in der Photographie, DIN 19 040 Teil 5 (4.79)  
Allgemeine technische Begriffe der photographischen Beleuchtungstechnik, DIN 19 040 Teil 7 (4.79)  
Allgemeine technische Begriffe der Stehbildprojektion (Stehbildentwurf), DIN 19 040 Teil 10 (4.79)  
Allgemeine technische Begriffe für Arbeitsprojektoren und Transparente, DIN 19 040 Teil 11 (4.79)  
Allgemeine technische Begriffe für Labor- und Dunkelkammereinrichtungen, DIN 19 040 Teil 6 (4.79)  
Allgemeine technische Begriffe für photographische Aufnahmegeräte und Zubehör, DIN 19 040 Teil 3 (4.79)  
Allgemeine technische Begriffe für photographische Materialien und ihre Eigenschaften, DIN 19 040 Teil 4 (4.79)  
Allgemeine technische Begriffe für photographische Verfahren und Techniken, DIN 19 040 Teil 2 (4.79)  
Allgemeine technische Begriffe für Stereoskopie, DIN 19 040 Teil 8 (4.79)  
Alphabetisches Verzeichnis, Beiblatt 1 zu DIN 19 040 (4.79)  
Grundbegriffe, DIN 19 040 Teil 1 (4.79)  
Begriffe der Reprographie;  
Allgemeine technische Begriffe der Aufnahmetechnik, Entwurf DIN 19 060 Teil 2 (5.80)  
Allgemeine technische Begriffe der Optik und Beleuchtungstechnik, Entwurf DIN 19 060 Teil 7 (5.80)  
Allgemeine technische Begriffe für Geräte und Geräteteile, Entwurf DIN 19 060 Teil 6 (5.80)  
Allgemeine technische Begriffe reprographischer Verfahren, Entwurf DIN 19 060 Teil 3 (5.80)  
Allgemeine technische Begriffe reprographischer Werkstoffe und Arbeitsergebnisse, Entwurf DIN 19 060 Teil 4 (5.80)  
Alphabetisches Verzeichnis, Entwurf Beiblatt 1 zu DIN 19 060 (12.80)  
Begriffe der Mikrofilm-Aufnahmetechnik, Entwurf DIN 19 060 Teil 12 (12.80)  
Begriffe für Werkstoffe und Arbeitsergebnisse der Mikrofilmtechnik, Entwurf DIN 19 060 Teil 14 (12.80)  
Grundbegriffe, Entwurf DIN 19 060 Teil 1 (5.80)  
Grundbegriffe der Mikrofilmtechnik, Entwurf DIN 19 060 Teil 11 (12.80)  
Technische Begriffe der Qualitätsprüfung in der Mikrofilmtechnik, Entwurf DIN 19 060 Teil 15 (12.80)  
Technische Begriffe für Geräte und Geräteteile in der Mikrofilmtechnik, Entwurf DIN 19 060 Teil 16 (12.80)

**Betrachtungs- und Projektionsbedingungen**

Betrachtungs- und Projektionsbedingungen, DIN 19 045 Teil 1 (10.74)  
Übersichtstabellen für Projektionsdaten, Beiblatt 1 zu DIN 19 045 (6.77)

**Bildwände**

Bildwände, DIN 19 045 Teil 2 (10.74)  
Konfektionierte Bildwände, Entwurf DIN 19 045 Teil 2 (4.81)  
Reflexions- und Transmissionseigenschaften von Bildwänden, Kennzeichnende Größen, Bildwand-Typen, Messung, DIN 19 045 Teil 4 (3.81)

**Bildzeichen \*) (für die Mikroverfilmung)**

Anfang der Verfilmung, DIN 30 600 Bz.-Nr 1675  
Beschädigter Test, DIN 30 600 Bz.-Nr 1681  
Ende der Verfilmung, DIN 30 600 Bz.-Nr 1676  
Fehlende Seite(n) oder Angaben, DIN 30 600 Bz.-Nr 1677  
Unrichtige Nummerung, DIN 30 600 Bz.-Nr 1679  
Vorlage(n) schwer lesbar, DIN 30 600 Bz.-Nr 1680  
Wiederholung der Filmaufnahme(n), DIN 30 600 Bz.-Nr 1678  
Mikrofilme; Bildzeichen für die Mikroverfilmung, Anwendung und Übersicht, DIN 19 059 Teil 2 (12.77)  
Mikrofilme; Bildzeichen für die Mikroverfilmung, Beiblatt 1 zu DIN 19 059 Teil 2 (12.77)

**Dias, Bildbänder und Arbeitstransparente**

Dias für allgemeine Zwecke, DIN 108 Teil 1 (8.79)  
Folien, Transparente, Vorführhilfen, für Arbeitsprojektoren, DIN 108 Teil 17 (5.81)  
Mindestmaße für kleinste Bildelemente, Linienbreiten, Schrift- und Bildzeichengrößen in Originalvorlagen für die Projektion, DIN 19 045 Teil 3 (12.81)  
Technische Dias und Vorlagen, DIN 108 Teil 2 (4.77)

**Haltbarkeit verarbeiteter strahlungsempfindlicher Materialien**

Aufbewahrung verarbeiteter strahlungsempfindlicher Filme DIN 19 070 Teil 3 (3.79)  
Aufbewahrung und Lagerung von verarbeiteten photographischen Schwarzweiß-Papierbildern, DIN 19 070 Teil 5 (5.81)  
Bestimmen des Restgehaltes am Thiosulfat und anderer Chemikalien in verarbeiteten photographischen Filmen, Platten und Papieren, die photometrische Methylenbrau-Methode und die densitometrische Silbersulfid-Methode, DIN 19 069 (2.79)  
Filme vom Silber-Gelatine-Typ auf Polyethylenterephthalat-Unterlage, Eigenschaften und Prüfung, DIN 19 070 Teil 2 (8.78)  
Filme vom Silber-Gelatine-Typ auf Zelluloseester-Unterlage, Eigenschaften und Prüfung, DIN 19 070 Teil 1 (8.78)

**Messungen**

Bewertung von Stehbildwerfern mit Lichtwurflampen, Lichtmessungen und Auswertung, DIN 19 021 Teil 1 (4.72)  
Bewertung von Stehbildwerfern mit Lichtwurflampen, Temperaturmessung, DIN 19 021 Teil 2 (4.72)  
Bewertung von Stehbildwerfern mit Lichtwurflampen; Temperaturmessung an Arbeitsprojektoren, DIN 19 021 Teil 3 (3.76)

best. = bestätigte Norm

\*) Für die Anwendung des Bildzeichens in der Praxis existiert eine Filmlochkarte, die das beim DIN Deutsches Institut für Normung e. V. hinterlegte Original des Bildzeichens im Nennmaß  $a = 10$  mm enthält (Negativ) (zu beziehen über den Beuth Verlag GmbH, Berlin). Von der Filmlochkarte sind Verkleinerungen bzw. Vergrößerungen von Nennmaß  $a = 2,5$  mm bis  $a = 50$  mm ohne Qualitätsverlust herzustellen.

## Mikrofilm- und Kopiertechnik

### a) Zeichnungsverfilmung

- Allgemeines, Maße auf Mikrofilm 35 mm, DIN 19 052 Teil 1 (10.79)
- Aufnahme in Teilen auf Mikrofilm 35 mm, DIN 19 052 Teil 4 (10.79)
- Aufnahmetechnik auf Mikrofilm 35 mm, DIN 19 052 Teil 2 (10.79)
- Mikrofilm 35 mm, Verkleinerungs- und Vergrößerungsfaktor, DIN 19 052 Teil 3 (3.80)
- Mikrofilm 35 mm, Mindestanforderungen an Vergrößerungen, Entwurf DIN 19 052 Teil 6 (3.81)

### b) Prüfung von Mikrofilm-Aufnahmen

- Testfelder zum Prüfen der Lesbarkeit und Messen des Auflösungsvermögens, DIN 19 051 Teil 2 (9.80)
- Graufelder zur praktischen Anwendung, Beiblatt 1 zu DIN 19 051 Teil 3 (4.81)
- ISO-Testzeichen Nr 1 und Nr 2 als Grundelemente für Testfelder, DIN 19 051 Teil 1 (9.80)
- Testanordnung (Testtafel) zum Prüfen der optischen Dichte, DIN 19 051 Teil 4 (9.80)
- DIN-Testtafel mit Graufeldern zur praktischen Anwendung, Beiblatt 1 zu DIN 19 051 Teil 4 (9.80)
- Testanordnung (Testtafel) zur Prüfung der Mikroverfilmung von technischen Zeichnungen, DIN 19 051 Teil 3 (9.69)
- Testblatt mit 20 DIN-Testfeldern zur praktischen Anwendung, Beiblatt 1 zu DIN 19 051 Teil 2 (4.81)
- Testfeld mit 20 DIN-Testfeldern zur praktischen Anwendung bei Durchlaufkopiergeräten, DIN 19 051 Teil 2 Beiblatt 2 (9.71)
- Testnegativ, Originalnegativ für die Zeichnungsverfilmung, optische Dichte, Lesbarkeit, Haltbarkeit, DIN 19 051 Teil 20 (5.73)
- Probeaufnahmen zum Festlegen der Aufnahmebedingungen für die Zeichnungsverfilmung, Entwurf DIN 19 051 Teil 20 (3.81)
- Testnegative und Originalnegative für Schriftgut und Schrifttum, optische Dichte, Lesbarkeit, Haltbarkeit, DIN 19 051 Teil 21 (8.75)
- Probeaufnahmen zum Festlegen der Aufnahmebedingungen für die Verfilmung von Schriftgut und Schrifttum sowie für die Zeitungsverfilmung, Entwurf DIN 19 051 Teil 21 (3.81)

### c) Mikroplanfilme

- COM-Film (Computer-Output-Microfilm); Begriffe, allgemeine Anforderungen, DIN 19 065 Teil 1 (1.78)
- COM-Film (Computer-Output-Microfilm); Format A6, 13 Reihen; Maße, Aufbau, Verkleinerungsfaktoren, DIN 19 065 Teil 2 (6.78)
- COM-Film (Computer-Output-Microfilm); Format A6, 7 Reihen bzw. 15 Reihen, Maße, Aufbau, Verkleinerungsfaktoren, DIN 19 065 Teil 3 (12.81)
- Mikroplanfilm für Dokumentation (Microfiche), Begriffe, DIN 19 054 Teil 1 (8.75)
- Mikroplanfilm (Microfiche); Anwendung, Allgemeine Anforderungen, Aufnahmearten, Übersicht über Rasterfelder, Entwurf DIN 19 054 Teil 1 (8.81)
- Mikroplanfilm (Microfiche), Format A6, 5 Reihen; Maße, Aufbau, Verkleinerungsfaktoren, DIN 19 054 Teil 2 (5.76)
- Mikroplanfilm (Microfiche), Format A6, 7 Reihen; Maße, Aufbau, Verkleinerungsfaktoren, DIN 19 054 Teil 3 (5.76)
- Mikroplanfilm (Microfiche); Format A6, 18 Reihen bzw. 9 Reihen; Maße, Aufbau, Verkleinerungsfaktoren, DIN 19 054 Teil 4 (5.78)
- Mikroplanfilm (Microfiche); Format A6 mit Raster, 15 Reihen; Maße, Aufbau, Verkleinerungsfaktoren, DIN 19 054 Teil 5 (7.80)
- Mikroplanfilm mit wahlweiser Rastereinteilung, Mikroplanfilm (Microfiche) 18 x 24; Maße, Aufbau, Verkleinerungsfaktoren, DIN 19 064 Teil 1 (5.76)

### d) Mikrofilmtaschen

- Mikrofilmtasche (Microfilm Jacket); Aufbau, Allgemeine Anforderungen, DIN 19 063 Teil 1 (6.78)
- Mikrofilmtasche (Microfilm Jacket); Format 105 mm x 148 mm (A6) und 86 mm x 187 mm, Maße und Aufbau, DIN 19 063 Teil 2 (6.78)

### e) Lochkarten

- Lagerung und Handhabung von Lochkarten für Informationsverarbeitung, Beiblatt 1 zu DIN 66 018 (5.72)
- Maße für Lochkarten, DIN 66 018 Teil 1 (5.72)
- Maße und Lage der rechteckigen Löcher für Lochkarten, DIN 66 018 Teil 2 (5.72)
- Mikrofilm-Lochkarte für Film 35 mm, Kamerakarte, Montagekarte, Kopierkarte, DIN 19 053 Teil 1 (11.76)

### f) Verfilmung von Schrifttum und Zeitungen

- Mikrofilmtechnik, Verfilmung von Schrifttum; Aufnahme von Dokumenten auf Film 35 mm, DIN 19 055 Teil 1 (5.76)
- Mikrofilmtechnik, Verfilmung von Schrifttum; Aufnahme von Dokumenten auf Film 16 mm, DIN 19 055 Teil 2 (5.76)
- Mikrofilmtechnik, Verfilmung von Zeitungen, Aufnahme auf Film 35 mm, DIN 19 057 (6.76)
- Mikrofilmtechnik; Verfilmung von Zeitungen, Aufnahme auf Film 35 mm, Entwurf DIN 19 057 (6.81)

### g) Weitere Normen der Mikrofilmtechnik

- Diazo-Kopien; Ermittlung der optimalen Belichtung, DIN 19 056 (9.79)
- Mikrofilm 16 mm mit Schrittameraufgenommen, DIN 19 071 Teil 1 (10.75)
- Mikrofilm 16 mm mit Durchlaufkamera aufgenommen, DIN 19 071 Teil 2 (10.75)
- Mikrofilm 16 mm; Suchmarken, Indexlinien und Bildmarken, DIN 19 071 Teil 3 (3.79)
- Mikrofilme, Klasseneinteilung, Benennungen und Kurzzeichen, DIN 19 059 (3.72) (best.: 1981)
- Mikrofilm-Lesegeräte, Mindestangaben in Datenblättern, DIN 19 078 Teil 4 (6.79)
- Papier-Endformate, DIN 476 (12.76)
- Technische Zeichnungen; Ausführungsregeln, vervielfältigungsgerechte Ausführung, DIN 6774 Teil 1 (7.79)
- Technische Zeichnungen; Ausführungsregeln, Gezeichnete Vorlagen für Dias, Entwurf DIN 6774 Teil 3 (10.79)
- Technische Zeichnungen; Maßstäbe, DIN-ISO 5455 (12.79)
- Technische Zeichnungen; Formate und Gestaltung von Zeichnungsvordrucken, Entwurf DIN-ISO 5457 (9.77)

## Photographische Filme

- Filme in Blattform für bildmäßige Aufnahmen, Maße und Packungsgrößen, DIN 4515 (10.81)
- Sicherheitsfilm für Stehblphotographie; Begriffe, Anforderungen, Prüfung, Kennzeichnung, DIN 15 551 Teil 2 (5.76)
- Lagern und Verarbeiten von Sicherheitsfilm; Empfohlene Klimabedingungen, DIN 15 556 (3.81)

## Photographische Papiere

- Blattpapiere für allgemeine Zwecke, Maße und Lieferart, DIN 4506 Teil 1 (3.79)
- Strahlungsempfindliche Materialien für die Reprographie, Maße, Silberhalogenidmaterialien, DIN 4518 Teil 1 (12.74)
- Strahlungsempfindliche Materialien für die Reprographie; Diazomaterialien, DIN 4518 Teil 2 (5.78)
- Strahlungsempfindliche Materialien für die Reprographie; Halbleiterpapiere, DIN 4518 Teil 3 (12.74)

**Strahlungsempfindliche Materialien für die Reprographie;  
Kontakt-Diffusionsmaterialien, DIN 4518 Teil 4 (12.74)**

**Sensitometrie**

**Aufsichts-Grauskala für die Reproduktionstechnik, 14stufig,  
DIN 16 543 (9.63)**

**Durchsichts-Grauskala für die Reproduktionstechnik,  
20stufig, DIN 16 545 (9.60)**

**Bestimmung der optischen Dichte von durchlässigen  
streuenden Schichten, DIN 4512 Teil 3 (1.73)  
(best.: 1979, 1981)**

**Sicherheitstechnische Festlegungen**

**Bestimmungen für Projektoren und ähnliche Geräte [VDE-  
Bestimmung], DIN 57 730 Teil 2 Q/VDE 0730 Teil 2 Q  
(7.81)**

**Für Filmprojektoren und Filmprojektionsanlagen, Entwurf  
DIN 19 090 Teil 2 (8.81)**

**Zusammenstellung von sicherheitstechnischen Festlegungen  
für Projektionsgeräte, Entwurf DIN 19 090 Teil 1 (5.80)**

**Spulen, Patronen, Kassetten**

**Kameraspule für Film 16 mm, DIN 15 632 (2.77)**

**Patrone für Film Nr 35 (35 mm), Kapsel mit Spule,  
DIN 4535 Teil 1 (6.78)**

**Stehbildwerfer**

**Arbeitsprojektoren, Folienrollen, DIN 108 Teil 53 (7.75)**

**Folien, Transparente, Vorführhilfen, für Arbeitsprojektoren,  
DIN 108 Teil 17 (5.81)**

**Nutzfläche, Haltestifte, Projektionsfläche, Bewertung für  
Arbeitsprojektoren, DIN 108 Teil 7 (5.81)**

**DIN-Prüftransparent für Mindestanforderungen mit 9 DIN-  
Testfeldern, Linien und Schriften für die praktische  
Anwendung, DIN 108 Teil 7 Beiblatt 1 (7.73)**

**DIN-Einstelltransparent für Betrachtungs- und Projektions-  
bedingungen für die Arbeitsprojektoren, Beiblatt 2 zu  
DIN 108 Teil 7 (12.81)**

## **Normen/Richtlinien/Spezifikationen**

Folgende Normen, Vorschriften, Richtlinien der Mikroverfilmung sollen als „Normenblatt-Sammlung“ mit Änderungsdienst in der Mikrofilmstelle aufliegen und zur Anwendung kommen:

### **ISO-Normen**

ISO 5-1974	Photographie; Bestimmung der optischen Dichte von durchlässigen, streuenden Schichten
ISO 69-1972	Film 16 mm, Rohfilm, Filmbreite und Perforation, Abmessungen
ISO 216-1975	Fertigformate von Schreib- und Druckpapier
ISO 353-1975	Bezeichnung der Abmessungen von Schreibpapier und verschiedene Arten von Drucksachen
ISO 417-1977	Photographie; Bestimmen des Restgehalts an Thiosulfat und anderen Chemikalien in verarbeiteten fotografischen Filmen, Platten und Papieren; Photometrische Methylenblau-Methode und die densitometrische Silbersulfid-Methode
ISO 435-1975	ISO-Testbild für die Beurteilung der Lesbarkeit von Vorlagen
ISO 446-1975	Mikrokopien; ISO-Mire Nr. 1, Beschreibung und Anwendung bei der photographischen Reproduktion von Dokumenten
ISO 543-1974	Begriffe und Kennzeichnung von Sicherheits-Kinefilm
ISO 2707-1973	Mikroplanfilm, Format A6, mit gleichmäßiger Einteilung der Bildfelder, Anordnung 1 (60 Bildfelder) und Anordnung 2 (98 Bildfelder)
ISO 2803-1974	Photographie; Mikrofilm auf Silbergelatine-Basis, Verarbeitung und Lagerung für Archivzwecke
ISO 4331-1977	Photographie; entwickelter photographischer Film für Archivzwecke, Silber-Gelatine-Typ auf Zelluloseester-Unterlage, Spezifikationen
ISO 4332-1977	Photographie; entwickelter photographischer Film für Archivzwecke, Silber-Gelatine Typ auf Polyäthylenterephthalat-Unterlage, Spezifikationen
ISO 5126-1978	COM-Film; Computer-Output-Mikrofilm; Mikrofiche A 6

### **US-Vorschriften**

MIL-M-38748	Microfiche; For Engineering/technical Data, Reports, Studies and Related Data, Requirements for
MIL-M-46849	Microfilming of Engineering and Related Documents, 16 mm, Requirements for
MIL-V-80240	Viewer, Microfiche (24 x and 48 x)
MIL-V-80241	Viewer/printer, Microfiche (24 x and 48 x)
MIL-F-80242	Film, Microfiche, 48 x
MS 27210	Density Step Wedge
L-F 315	Film, Diazotype, Sensitized (Direct Image Microforms)

L-F-320	Film, Thermal Developing
L-F-334	Film, Photographic, Roll, Microfilm (Black and White)
L-F-340	Film, Diazotype, Sensitized, Moist and Dry Process, Roll and Sheet
FED-STD-125	Film Photographic and Film, Photographic, Processed
FED-STD-170	Film, Photographic, Black and White, Classification and Testing Methods

## **VdMF-Mikrofilm-Literatur**

### **Informationsbroschüren aus der Reihe „Fachbibliothek MIKROGRAPHIE“**

Einführung in die Mikrographie (F1) (2. Auflage 1980)

Inspektion und Güteprüfung (F2)

Begriffe der Mikrographie (F3)

Grundlagen für COM-Computer-Output-Microfilm (F4)  
(2. Auflage 1980)

Haltbarkeitsprüfungen (F5)

Welches Lesegerät (F6)

Kritische Betrachtungen zur Wirtschaftlichkeit (F8)

Mikrofilm-Technologie (F9)

### **Informationsschriften aus der Reihe**

### **„Aus der Praxis für die Praxis“**

Der Verband der Mikrofilm-Fachbetriebe e. V. (P1)  
(Eine Selbstdarstellung)

Die unsichtbaren Leistungen der Mikrofilm-Fachbetriebe (P2)  
(Verfilmung von technischen Unterlagen)

Mikrofilm Partner der Datenverarbeitung (P3)  
(Hat der Mikrofilm im Zeitalter der Datenverarbeitung noch Zukunft)

**Weitere Informationsbroschüren sowie Informationsschriften  
erscheinen in unregelmäßiger Reihenfolge.**

### **VdMF-Mikrofilm-Geräte-Katalog**

(Das deutsche Mikrofilm-Geräte-Angebot in Loseblattform)

6. Auflage

1. Nachtrag (Stand Hannover-Messe 81)

2. Nachtrag (Stand EMK 81/Hannover-Messe 82)

## **Mikrofilm-Literatur (Auszug)**

Die nachstehend aufgeführten Veröffentlichungen können zur vertiefenden Information über Teilgebiete der Mikrographie beitragen. Auswahl und Reihenfolge enthalten keine Bewertung.

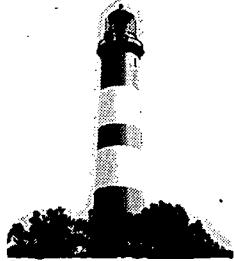
- |                            |   |
|----------------------------|---|
| MBB TN-FE 001-213-73       | Hinweise für die Zubereitung von Schriftgut zur Mikroverfilmung   |
| MBB TN-FE 001-233-73       | Anwendung des Mikrofilms bei MBB für technisches und administratives Schriftgut   |
| MBB TN-FE 001-Kai/ch       | Technisch-wissenschaftliches Schriftgut (Berichte, Dokumentationen) als Mikrofiche oder Jacket  |
| MBB UH-HE 131-Schm/hz      | Verfilmung und Weiterverarbeitung von Schriftgut und Schrifttum auf 16 mm-Mikrofilm   |
| VFW-Fokker GmbH<br>FO B-80 | Richtlinie für die Verfilmung von Schriftgut auf 16 mm-Mikrofilm und deren Weiterverarbeitung   |
| AWV-Schrift Nr. 155        | Die Aufbewahrungsfristen der Schriftgutarten nach dem Handelsgebrauch der Wirtschaftspraxis<br><br>(Neuauflage März 1979: Die Aufbewahrungsfristen nach Handels- und Steuerrecht)   |
| AWV-Schrift Nr. 345        | Der Mikrofilm – Organisation, Technik und Wirtschaftlichkeit der Verfilmung von Schriftgut (2. Auflage 1974)  |
| AWV-Schrift 346            | Mikroverfilmung technischer Unterlagen, Technik und Wirtschaftlichkeit der Verfilmung (2. Auflage 1979)   |
| AWV-Schrift 347            | COM – Computer-Output-Microfilm (1. Auflage 1979)<br><br>Mikrofilm-Basiswissen für Bibliotheken und Dokumentationsstellen<br>Peter Heydt Mikrofilm Didaktik<br><br>Mikrofilm-Grundwissen für Mikrofilm-Anwender<br>Peter Heydt Mikrofilm-Didaktik |

## Allgemeine Hinweise

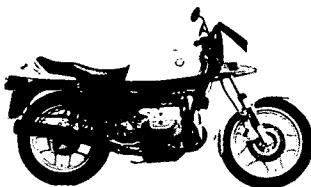
Grundlage der Informationsschrift	Micrographic Film Technology RS 11 - 1979 National Micrographics Association
Übersetzung	Hans J. Kröber
Fachliche Beratung	Dietrich Hofmaier (Dipl.-Ing.) Heinz Müller-Saala (Ing. grad.)
Redaktionsausschuß	Dietrich Hofmaier (Dipl.-Ing.) Heinz Müller-Saala (Ing. grad.)
Copyright (US-Ausgabe)	NMA-National Micrographics Association 8719 Colesville Road SILVER SPRING, Md., 20910
Copyright (Deutsche Ausgabe)	VdMF-Verband der Mikrofilm-Fachbetriebe e. V. Mallershofener Weg 17 D-8057 Eching Telefon 089-3 19 13 31
Normblätter	Informationen über die neuesten Ausgaben von DIN-Deutsches Institut für Normung, Burggrafen- straße 4-7, D-1000 Berlin 30, oder ANSI-American National Standard Institut, Washington, Maryland, sollten immer von den betroffenen Instituten angefordert werden. Normblätter unterliegen der dauernden Verbesserungen, die dem Stand der Technik entsprechen.
Bildunterlagen, Skizzen, Trademarks und Texte	Wir danken allen Privatpersonen, Firmen und Instituten, die uns mit Ihrem Informationsmaterial die bessere Gestaltung dieser Informationsschrift erst ermöglicht haben.

# Wir kriegen alles klein.

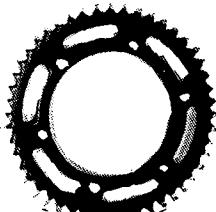
Auch Ihre Verwaltungskosten.



Die Registratur einer Leuchtenfabrik.



Die Ersatzteilkataloge eines Motorradherstellers.



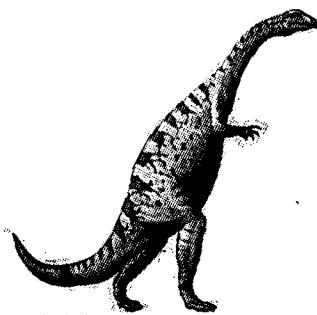
Die Stücklisten eines Getriebeherstellers.



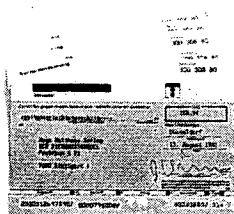
Die Archiv-Miete eines Sportartikelgroßhändlers.



Die Patientenakten eines Zahnarztes.



Ihn haben wir nicht kleinkriegt.



Die Tagesbelege und Kreditakten einer Sparkasse.



Die Zugriffszeit für Verlegerrechnungen einer Privatbrauerei.



Die Versicherungsakten einer Versicherung.

Bevor Ihre Kosten Sie kleinkriegen, machen Sie doch alles klein. Ihre Akten. Ihren Zeitaufwand. Ihre Miete. Ihre Papierflut, etc., etc. (siehe oben).

Mit dem AGFA-GEVAERT Mikrofilm-System.

Wir kriegen alles klein. In jedem Unternehmen. In jedem Büro. Denn jetzt passen riesige Archive in einen Schreibtisch. Das schafft Platz. Und Zeit. Denn jetzt haben Sie

alle Daten sofort zur Hand, sofort im Blick. Auch EDV-gestützt. Auf den AGFA-GEVAERT Lesegeräten. Damit sind wir Marktführer.

Sparen auch Sie bis zu 50% Ihrer Verwaltungskosten.

Sprechen Sie mit uns.



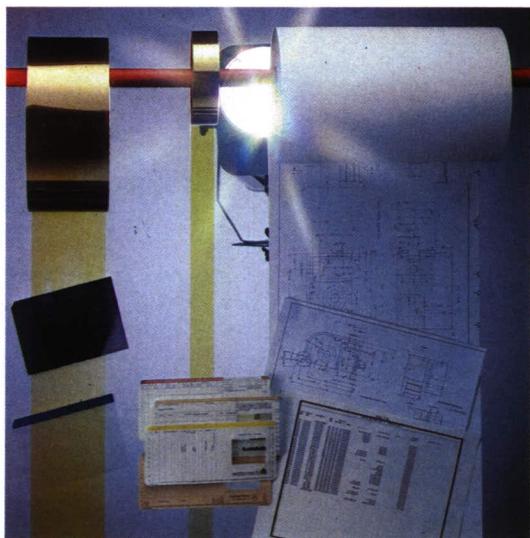
**Coupon:**

Zeigen Sie uns, wie wir mit dem AGFA-GEVAERT Mikrofilm-System unsere Kosten kleinkriegen. Wir sind aktiv in der Branche: Bitten Sie Ihren Friseur, Einserden von AGFA-GEVAERT Mikrofilm Organisation Beratung 5090 Leverkusen 1 S-T 4/82

## AGFA-GEVAERT

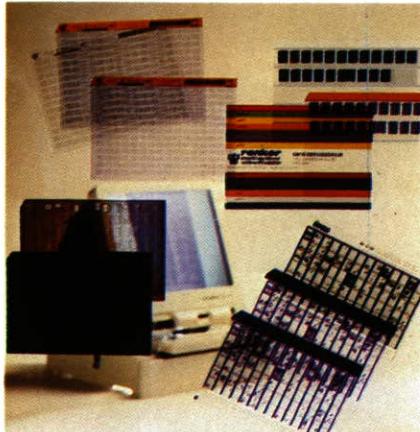
Das Mikrofilm-System. Eine unglaublich einfache Rationalisierung.

**Bei der Duplizierung  
von Mikrofilmen  
sind wir sehr  
(licht-)empfindlich.**



# SAFIR® Mikro-Duplizierfilme.

## Von Renker.



Diazo-Duplizierfilm

SAFIR DMD Diazo-Mikro-Duplizierfilm – für die Duplizierung von Silberfilm-Originalen bei der Zeichnungsverfilmung (Rolle oder Filmlochkarten) bei COM-, Jacket- oder Ficheaufnahmen (Rollen oder Formate). In



Mikrofilm-Lochkarten

verschiedenen Filmdicken, mit unterschiedlichen Entwicklungsfarben mit oder ohne farbigen Kopfstreifen. Mit hervorragenden sensitometrischen und spektralen Eigenschaften für die jeweils geforderten Ansprüche.

SAFIR Duplizierautomaten fertigen von Original-Silberfilmkarten oder Diazo-Duplizierkarten qualitativ hochwertige Diazo-Duplikate.

Getrennte Zuführungen für Originale und unbelichtete Duplizierkarten nehmen jeweils bis zu 500 Karten auf. Der sichere Transport in den Belichter- teil wird durch Führungsschienen und die vertikale Stellung der Karten gewährleistet.

Bei der Belichtung im Stillstand werden die Karten deckungsgleich aufeinander gepreßt.

Das SAFIR Mikrofilm-Lochkarten-Dupliziersystem bringt dem Anwender viele Vorteile.

Das Grundgerät SAFIR D 100 fertigt komplett Kartensätze für die nachfolgende Ablochung und Lochschriftübersetzung.

Zu jeder Zeit können D 100 Automaten ergänzt werden.

Variable Dupliziermengen fertigt der zur D 152 ergänzte Automat.

Soll ein fertig abgelochter und lochschriftübersetzter Kartensatz erstellt werden, kann die D 100 oder die D 152 zu einer D 200 ausgebaut werden.

Das SAFIR Dupliziersystem verringert etwaige Sortierfehler und zeichnet sich durch einen niedrigen Bedienungsaufwand aus.

Das Wichtigste über Renker: Seit Generationen führend in der Entwicklung und Fertigung von beschichteten und kaschierten – veredelten – Standard-Papieren, Spezial-Papieren und Folien. Mit Produktionsstätten in Düren, Berlin und Freiburg. Mit Verkaufsbüros in Bielefeld · Frankfurt · Hamburg · Hannover · Köln · Krefeld · Mannheim · München · Nürnberg · Stuttgart

Renker GmbH & Co. KG, Postfach 445, 5160 Düren, Tel.: 0 24 21/5 97-1, Telex: 833 834

- Bitte schicken Sie mir ausführliche Informationen über SAFIR DMD Diazo-Mikro-Duplizierfilm.
- Ich habe Interesse an den SAFIR Mikrofilm-Lochkarten Duplizierautomaten. Bitte schicken Sie mir ausführliche Informationen.

Kreuzen Sie an und unterstreichen Sie, was Sie aus diesem Programm noch interessiert:

- Grafische und reprografische Informationsverarbeitung**  
SAFIR Papiere und Folien für die Zeichnungserstellung in Konstruktion und Planung und im Grafischen Bereich. SAFIR Diazopapiere und -folien für die Lichtpausteknik, Selbstklebefolien für Zeichnungsmontage, Mikrofilmtechnik, Reprogeräte und Maschinen.

**Renker GmbH & Co. KG, Postfach 445, 5160 Düren**

Kreuzen Sie an und unterstreichen Sie, was Sie aus den weiteren drei Renker-Programmen interessiert oder schreiben Sie uns, welche Lösungen Sie zusätzlich suchen.

### Durchschreib-Systempapiere

rrp renker reaktions-papier, novoscript top, novoscript duplo, novoscript back, picoscript, formulax, pico Schreibmaschinen-Kohlepapiere und Handdurchschreib-Papiere.

### Beschichtete und kaschierte Spezialprodukte

Beschichtungen und Kaschierungen unterschiedlicher Substrate, selbstklebende und heißsiegelbare Gewebe, Vliese, Papiere, Folien, SAFIR Registratur-Papiere. Gewebeverstärkte Papiere, Kartons und Folien für die Lampenschirm-Herstellung

### Bürokopie

SAFIR Elektrostatische Kopierer, SAFIR Elektrostatische Kopierpapiere, SAFIR Elektrostatische pressure fusing Kopierpapiere, SAFIR Dielektrische Kopierpapiere.

Name

Firma

Anschrift

9abcd



Name

Firma

Anschrift

Zwar nicht aus Hollywood.  
Dennoch ein „Filmstar“:  
**xidex**

Der „Number One“-Duplizier-  
Microfilm jetzt auch in  
Deutschland.

Echte „Filmstars“ sind die  
XIDEX-Filme in den USA.  
Weil Sie dort herkommen.  
Und weil sie dort auf Platz 1  
stehen.

Die Erfahrung des weltweit  
anerkannt Ersten steht Ihnen  
jetzt auch in Deutschland zur  
Verfügung. Angeboten von  
der deutschen Tochter von  
XIDEX.

Als Vesikular-Film und als  
Diazo-Film. In verschiedenen  
Farben. Mit 13 Farbcodier-  
streifen in Standardfarben  
und allen Sonderfarben.  
Mit einer ausgesprochen  
kurzen Lieferzeit bei Eilauf-  
trägen von nur 48 Stunden.  
Wir sind flexibel.

achen Sie den Test.  
r schicken Ihnen gerne  
e Musterpackung zu.

on

cken Sie mir eine Packung XIDEX-Duplizierfilme  
kular  
o in  blau oder  schwarz  
en Sie uns an. Wir haben Fragen

mbH  
er Straße 74-75

**xidex**

XIDEX GmbH  
Frankfurter Straße 74-75  
6236 Eschborn  
Tel.: 06196-48651  
Tx.: 418330

