

Verarbeitungshinweise

METODIAZ D-18 Diazofilme

1	<i>Einführung</i>	2
2	<i>Konditionierung</i>	2
2.1.1	Dimensionsstabilität	2
2.1.2	Anpassung an das Raumklima	2
2.1.3	Maßhaltigkeit	2
3	<i>Belichtungsanweisungen</i>	3
3.1.1	Erkennen der Emulsionsseite	3
3.1.2	Vorbereitung des Filmpakets	3
3.1.3	Belichtung	3
3.1.4	Ermitteln der Belichtungszeit	3
3.1.5	Stouffer-Keil, 21stufig	3
3.1.6	Längenveränderung	4
4	<i>Entwicklung</i>	4
4.1.1	Tipps für eine korrekte Entwicklung	4
4.1.2	Die Ammoniaklösung	4
4.1.3	Das Entwicklungsgerät	4
4.1.4	Temperatur-Messstreifen	4
5	<i>Dimensionsstabilität</i>	5
6	<i>Dimensionsstabilität</i>	5
6.1.1	Anpassung an das Raumklima	5
6.1.2	Maßhaltigkeit	5
7	<i>Dichte</i>	6
8	<i>Filmreinigung</i>	6
9	<i>Retusche</i>	6
10	<i>Handhabung und Lagerung von belichteten Diazofilmen</i>	7
11	<i>Handhabung und Lagerung von unbearbeiteten, neuen Diazofilmen</i>	7
12	<i>Arbeitsbedingungen und Haltbarkeit</i>	7
13	<i>Tägliche Arbeitsvorbereitung</i>	8
13.1	Benötigte Materialien	8
13.2	Belichtung	8
13.3	Entwicklung	8
14	<i>Fehlersuche</i>	9

Verarbeitungshinweise METODIAZ D-18 Diazofilme

1 Einführung

Der Diazofilm ist ein ideales Phototool:

- Die fotosensitive Schicht reagiert nur auf kurzwellige Lichtstrahlung (408 nm) und ist viel unempfindlicher als Silberhalid-Filme. Diazofilme können für kurze Zeit in normalem Raumlicht bearbeitet werden. Die eingeeengte spektrale Empfindlichkeit erlaubt den Einsatz von klaren bzw. gelben Filterfolien und -röhren, um den Arbeitsbereich für das menschliche Auge angenehm hell und ohne UV-Anteile zu gestalten.
- Das Diazobild wird mit Ammoniakdampf unter moderater Wärme (60 bis 65°C) entwickelt. Der einfache Entwicklungsprozess benötigt keine komplexe Chemie und produziert einen gebrauchsfertigen Film ohne zusätzliche Bearbeitungsschritte.
- Die Diazo-Bildschicht ist eingebettet in einen harten, widerstandsfähigen Kunstharz. Eine zusätzliche Beschichtung macht Diazofilme der Serie METODIAZ D-18 sehr unempfindlich gegenüber Lösemitteln. Bei Silberfilmen kann die Gelatine-Emulsion jedoch sehr leicht beschädigt werden.

2 Konditionierung

Es ist absolut wichtig, dass alle Fototools (also auch der Silberfilm) vor Gebrauch konditioniert werden.

Diazofilme werden bei etwa 21 °C / 50 % RH gefertigt und gepackt. Es wird jedoch empfohlen, die Filme, die innerhalb der nächsten 24 Stunden gebraucht werden, zu akklimatisieren. Die Filme müssen vor UV-Licht geschützt werden, da dies sonst vorzeitige Belichtung und somit eine Reduzierung des Kontrasts verursacht. Auch darf kein Ammoniak in der Umgebungsluft vorhanden sein, da sonst eine vorzeitige Farbkopplung und somit eine Gelbfärbung des Films folgt. Dies erhöht die Belichtungszeiten (Hintergrunddichte liegt dann meist weit über 0,12), wenn über den Diazofilm Resiste belichtet werden sollen.

Sinnvollerweise öffnet man die Verpackung, blättert die für den nächsten Arbeitstag benötigten Filme durch und lässt Luft zwischen die einzelnen Filmlagen kommen.

Ein Abluftsystem im Diazo-Verarbeitungsraum ist sinnvoll. Diazofilme sollen sauber, trocken und kühl (möglichst unter 18 °C) gelagert werden.

2.1.1 Dimensionsstabilität

Ohne diese Konditionierung wird die Dimensionsstabilität zu einem Problem werden. Je nach Materialdicke reagiert die Polyesterfilmbasis auf Temperatur und Luftfeuchtigkeit unterschiedlich schnell. Insbesondere wird Feuchtigkeit relativ schnell aufgenommen, aber nur sehr langsam wieder abgegeben.

2.1.2 Anpassung an das Raumklima

Die Tabelle 1 zeigt die Zeitfaktoren für eine Polyesterfilmbasis in 180 µm Stärke. Zu beachten ist, dass der Film in den ersten 6 Minuten bereits 20 % der wahrscheinlichen Formatänderung erfährt, wenn er von einem Klima in ein anderes gebracht wird.

Die Prozentangabe in der folgenden Tabelle entspricht der Rate des Ausgleichs. Ein 180 µm dicker Film hat sich nach 1 Stunde zu 45 % und erst nach 12 Stunden zu 99,9 % an das neue Klima angepasst.

Die besten Resultate wird man erst nach 24-stündiger Anpassung erreichen.

6 min	30 min	1 h	2 h	5 h	12 h
20 %	32 %	45 %	63 %	88 %	99,9 %

Tabelle 1: Rate der Anpassung

2.1.3 Maßhaltigkeit

Die Maßhaltigkeit von Diazofilmen hängt nicht nur von der Filmstärke ab (je dicker, desto stabiler), sondern insbesondere von Temperatur- und Luftfeuchtigkeitschwankungen.

Tabelle 2 zeigt, welche Temperatur- bzw. RH-Konstanz nötig ist, um eine Formatänderung von ±1 µm bei gegebener Filmlänge zu halten.

Um eine Maßhaltigkeit von ± 1 µm auf einer Filmlänge von 300 mm zu halten, darf die Temperatur nur um ± 1 °C und die rel. Luftfeuchtigkeit nur um 3 % schwanken.

Wichtig hierbei: Es ist das komplette System von der Filmlagerung über die Belichtung und Entwicklung bis hin zur Filmverwendung zu sehen.

Format ±1 µm bei Filmlänge	Temperaturbereich	RH-Bereich
100 mm	± 4,0 °C	± 9,0 %
200 mm	± 2,0 °C	± 4,5 %
300 mm	± 1,0 °C	± 3,0 %
400 mm	± 0,8 °C	± 2,0 %

Tabelle 2: Toleranz der Raumklima-Kontrolle

Auf das Thema der Maßhaltigkeit wird im Kapitel Dimensionsstabilität weiter unten nochmals genauer eingegangen.

Verarbeitungshinweise METODIAZ D-18 Diazofilme

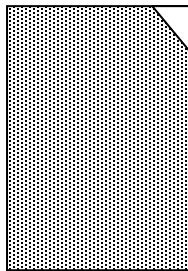
3 Belichtungsanweisungen

3.1.1 Erkennen der Emulsionsseite

Vor der Belichtung des Fototools ist es wichtig, die Filmseite zu bestimmen, die das fotosensitive Coating (Emulsion) enthält.

Bei matten Filmen kann man die Emulsionsseite sehen und fühlen: Es ist die raue Seite des Films.

Bei glänzenden Filmen (ohne Mattierungsschicht) ist eine eingekerbte Markierungsecke zu sehen. Wenn man das Blatt mit der langen Seite vertikal hält und die Markierungsecke rechts oben ist, schaut man auf die Emulsionsseite.



Markierungsecke rechts oben = Blick auf Emulsionsseite

3.1.2 Vorbereitung des Filmpakets

Die Emulsionsseite der Diazokopie muss beim Belichten engen Kontakt mit der Emulsionsseite des Masterfilms (Silberfilm oder Diazofilm) haben. Nur bei engem und vollflächigem Kontakt können höchste Auflösung und Kantenschärfe erreicht werden.

Alle Fehler des Originals (z.B. Kratzer) und Schmutzpartikel zwischen den Filmen werden abgebildet. Daher sollten die Filme mit einem antistatischen Reinraumtuch (z.B. METOCLEAN PL-30) oder mittels Reinigungsrollen und Adhäsivpapieren (siehe Asmetec DTS-Systeme) gereinigt werden.

Mit den Handrollern der METOCLEAN DTS-ECR Serie können die Filme sowohl gereinigt als auch luftblasenfrei zusammengefügt werden.

3.1.3 Belichtung

Richtige Belichtung wird bestimmt durch maximalen Kontrast (Differenz der Dichte zwischen klarem Hintergrund und dem Layout), ohne die Linienführung aufzuweichen.

Ein Vakuumrahmen, eine reflektionsfreie Abdeckung und eine UV-Lichtquelle mit Strahlung im Bereich von 360 bis 430 nm werden zur Belichtung von Diazofilmen benötigt. Xenon- oder Quecksilber-Hochdruck-Lampen sind gut geeignet, ebenso Metall-Halogenid-Brenner mit Gallium- oder Eisenjodid-Zusätzen.

Als Energie werden 150 bis 220 mJ/cm² benötigt bei etwa 390 nm Wellenlänge.

Eine Unterbelichtung führt zu einem trüben Hintergrund mit höherer Dichte (weil nicht alle Diazokristalle aufgespalten werden), während Überbelichtung eine Ände-

rung der Linienbreiten und unscharfe Kanten durch Unterstrahlung zur Folge hat.

Diesen Effekt nutzt man aber auch aktiv, um Schnittkanten, Staubpartikel u.ä. wegzubelichten. Hierzu wird die min. Belichtungszeit um 20 bis 50 % verlängert.

3.1.4 Ermitteln der Belichtungszeit

Die korrekte Belichtungszeit ist mittels Stufenbelichtung zu ermitteln. Hierzu wird der Diazofilm auf einem entsprechenden Testoriginal partiell unterschiedlichen Belichtungszeiten (Take nach und nach erhöhen) ausgesetzt. Die minimale Belichtungszeit ist gegeben, wenn an den bildfreien Stellen kein Grundschieier mehr sichtbar bzw. eine konstante Grunddichte mit einem geeigneten Densitometer messbar ist.

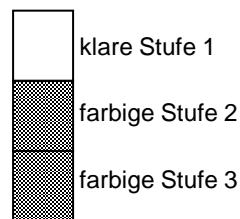
Sofern ein Densitometer zur Verfügung steht, ist es sehr einfach, mittels einiger Testbelichtungen mit einem Stouffer-Keil die optimale Belichtungsdauer zu bestimmen, sodass der Hintergrund eine UV-Dichte < 0,13 hat. Ohne Densitometer wird die optimale Belichtungszeit mit einem 21-stufigen Stouffer-Keil (ASMETEC Code-Nr. 100851) so bestimmt, dass Stufe 2 der Dichte (Transparenz) gleich Stufe 1 ist (möglichst klar); Stufe 3 ist noch schattiert zu erkennen.

3.1.5 Stouffer-Keil, 21stufig

Der Stouffer-Keil ist zwischen Mastervorlage und dem unbelichteten Diazofilm in einer klaren, layoutfreien Stelle des Masters zu positionieren. Die Emulsionsseite des Stouffer-Keils muss zur Emulsionsseite des Diazofilms zeigen.

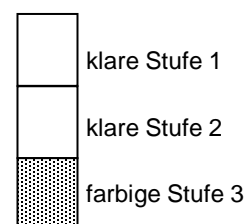
Die Belichtungszeit ist nach und nach so zu justieren, dass eine klare Stufe 2 und eine leicht schattierte Stufe 3 auf dem entwickelten Diazofilm erscheint.

3.1.5.1 Unterbelichtung



Obwohl Stufe 1 klar ist, reicht der Belichtungsspielraum nicht aus, um geringe UV-Dichteunterschiede des Diazofilms zu überbrücken.

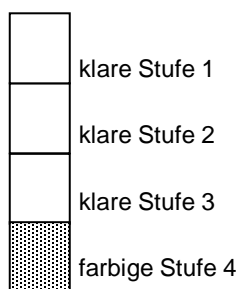
3.1.5.2 Korrekte Belichtung



Stufe 1 und 2 klar, Stufe 3 farbig ergibt genügend Kontrast für die Belichtung von Resisten

Verarbeitungshinweise METODIAZ D-18 Diazofilme

3.1.5.3 Überbelichtung



Durch Überbelichtung können Linienbreiten reduziert und Schnittkanten /Staubpartikel wegbelichtet werden.

3.1.6 **Längenveränderung**

Während der Belichtung können Längenveränderungen auftreten (verursacht durch Wärme der Belichter-Glastafel). Silberfilme reagieren aufgrund ihrer geringeren Materialdicke und der Absorption von Wärme durch die Silber-Halogenidpartikel schneller auf die Wärmezufuhr als die dickeren Diazofilme.

Es besteht so die Gefahr, dass bei zu warmer Glasplatte und zu langem Kontakt des Silberfilms sich dieser ausdehnt und das Leiterbild vergrößert auf dem Diazofilm abbildet.

4 **Entwicklung**

Diazofilme wie METODIAZ D-18 werden meist mit wässrigem Ammoniak im Bereich von 23 bis 26° Baumé bei Kammertemperatur von ca. 60 bis 65 °C entwickelt. Ein herkömmliches Entwicklungsgerät (z.B. TEM 22) ist hierzu geeignet. Die maximale Dichte (D_{max}) wird üblicherweise schon bei einem Durchlauf erreicht, wenn der Entwickler korrekt eingestellt ist. Die Bernsteinfärbung erschwert es, visuell die vollständige Entwicklung zu beurteilen. Aus diesem Grund empfehlen wir, Diazofilme zweimal durch den Entwickler zu geben, damit eine vollständige Entwicklung gesichert ist. Man kann Diazofilme nicht überentwickeln! Bei nicht vollständiger Entwicklung wird der Diazofilm nachträglich an Dichte verlieren, weil durch Lichteinfall noch intakte, aber nicht fixierte Diazokristalle zu klaren, inaktiven Produkten aufgespalten werden. Der entwickelte Diazofilm kann sofort verwendet werden, jedoch wird eine Akklimatisierungszeit von mind. 5 Stunden empfohlen.

4.1.1 **Tipps für eine korrekte Entwicklung**

Das Entwicklungsgerät soll innerhalb der empfohlenen Temperatur von 60 bis 65 °C arbeiten. Zu große Hitze kann dazu führen, dass der Film an den Walzen kleben bleibt und irreversibel gestreckt wird. Andererseits kann zu geringe Wärme unvollständige Entwicklung und somit zu geringe Dichte im Bild bzw. zu hohe Dichte im Hintergrund (also Reduzierung des Kontrasts) bewirken.

4.1.2 **Die Ammoniaklösung**

Frische Ammoniaklösung im Bereich von 23 bis 26 Baumé ist zu verwenden. Ammoniaklösung kann seine Konzentration verlieren, da Ammoniakgas durch die PE-Behälter diffundiert. Ein Hydrometer (z.B. NH₃-Tester, ASMETEC Code 420-00008) hilft bei der Konzentrationsbestimmung.

In geringer Konzentration ist Ammoniak eine ungefährliche Substanz. Der Mensch bemerkt bereits Konzentrationen von 5 bis 10 ppm. Diese Sensibilität bewirkt, dass er vor Konzentrationen über 20 ppm zurückweicht. Ammoniak-Konzentrationen über 50 ppm sind die untere Grenze gesundheitlicher Gefährdung. Die meisten Entwicklungsgeräte haben einen Anschluss für Ventilation. Ein belüfteter Entwickler sollte bei ausreichender Luftzufuhr keine Quelle für unangenehmen Ammoniakgeruch sein.

Wenn ein Densitometer verfügbar ist, sollte die Dichte nach dem ersten und zweiten Durchlauf gemessen werden. Sind beide Messungen an verschiedenen Messpunkten weitgehend gleich, ist ein zweiter Durchlauf nicht nötig; der Entwickler und die Ammoniaklösung sind optimal aufeinander abgestimmt.

4.1.3 **Das Entwicklungsgerät**

Ist der Entwickler zu kalt, wird der Film nicht völlig entwickelt, ist er zu heiß, können irreversible Formatänderungen und/oder Verwölbungen die Folge sein. Auch darf man den Film niemals aus dem Entwickler ziehen. Schon leichter Zug kann die Filmdimensionen nachhaltig verändern.

Mehrfach tägliches Ein- und Ausschalten des Entwicklungsgeräts kann die Filmentwicklung und Prozesssicherheit verschlechtern. Beim Einschalten des Entwicklers wird sich die Temperatur kurzfristig hochschnellen und wenn die Ammoniaklösung verdampft wieder schnell abkühlen. Erst nach gut einer halben Stunde wird sich das System eingependelt haben und die Temperatur weitgehend konstant halten.

Es ist also sehr wichtig, das Entwicklungsgerät mindestens 30 min. aufwärmen zu lassen!

4.1.4 **Temperatur-Messstreifen**

Die meisten Geräte haben ein Thermometer seitlich am Tank. Dieses zeigt aber nur die Temperatur im Tank, nicht jedoch die Temperatur der Walzen an. Aber genau das ist die Temperatur, die interessiert und die der Film "fühlt" (und entsprechend darauf reagiert).

Die einzige Methode, um die Temperatur auf dem Film selbst zu messen, ist die Verwendung von Temperatur-Messstreifen (ASMETEC Code 420-00007). Diese werden in einer oder mehreren Reihen auf die Emulsionsseite des Diazofilms geklebt, um die genaue Temperatur auf den Entwicklerwalzen zu ermitteln.

Die Temperatur soll zwischen 60 und 65 °C liegen. Bei Abweichungen muss das Entwicklungsgerät entsprechend justiert werden.

Verarbeitungshinweise METODIAZ D-18 Diazofilme

5 Dimensionsstabilität

METODIAZ D-18 Diazofilme werden auf einer 180 µm dicken Polyesterbasis beschichtet, die eine hervorragende Stabilität und Haltbarkeit garantiert. Wärmeaufnahme durch Infrarotanteile während der molekularen Belichtung ist äußerst gering. Daher bleibt der Film während der Belichtung kühler, was Verzug und Verzerung im Bild reduziert.

Polyester-basierende Filme (Silberfilm und Diazofilm) ändern ihr Format mit der Temperatur und der relativen Luftfeuchtigkeit (% RH). Obwohl es kleine Unterschiede in den Filmtypen gibt, haben die meisten 180 µm Polyester-Filme den ungefähren Koeffizienten linearer Ausdehnung von 0.00002/°C und 0.000015/% RH.

Bei konstanter RH wächst der Film mit steigender und schrumpft mit sinkender Temperatur. Das Filmformat wächst auch mit steigender Luftfeuchtigkeit und umgekehrt. Ändert sich die Temperatur, so ändert sich der Film innerhalb weniger Minuten. Bei Änderung der Luftfeuchte benötigt der Film jedoch 5 bis 10 Stunden, um sich anzupassen. Beide Effekte (Temperatur und Luftfeuchte) sind kumulativ.

	203	254	305	356	406	457	508	559	610	914
-40 %	-89	-112	-135	-158	-178	-201	-224	-246	-269	-401
-30 %	-66	-84	-112	-117	-142	-150	-168	-185	-201	-302
-20 %	-46	-56	-66	-79	-89	-102	-112	-122	-135	-201
-10 %	-23	-28	-33	-38	-46	-51	-56	-61	-66	-102
-5 %	-10	-15	-18	-20	-23	-25	-28	-31	-33	-51
0 %	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5 %	10	15	18	20	23	25	28	31	33	51
10 %	23	28	33	38	46	51	56	61	66	102
20 %	46	56	66	79	89	102	112	122	135	201
30 %	66	84	112	117	142	150	168	185	201	302
40 %	89	112	135	158	178	201	224	246	269	401

Tabelle 2.1: Auswirkung der Temperaturänderung [in mm]

	203	254	305	356	406	457	508	559	610	914
-22 °C	-76	-97	-117	-135	-155	-173	-193	-213	-231	-348
-17 °C	-58	-71	-86	-102	-117	-130	-145	-160	-173	-262
-11 °C	-38	-48	-58	-69	-76	-86	-97	-107	-117	-173
-6 °C	-20	-25	-28	-33	-38	-43	-48	-53	-58	-86
-3 °C	-10	-13	-15	-18	-20	-23	-25	-25	-28	-43
0 °C	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3 °C	10	13	15	18	20	23	25	25	28	43
6 °C	20	25	28	33	38	43	48	53	58	86
11 °C	38	48	58	69	76	86	97	107	117	173
17 °C	58	71	86	102	117	130	145	160	173	262
22 °C	76	97	117	135	155	173	193	213	231	348

Tabelle 2.2: Auswirkung der Feuchtigkeitsänderung [in mm]

6 Dimensionsstabilität

Ohne diese Konditionierung wird die Dimensionsstabilität zu einem Problem werden. Die Polyesterfilmbasis reagiert auf Temperatur und Luftfeuchtigkeit, je nach Materialdicke, unterschiedlich schnell.

6.1.1 Anpassung an das Raumklima

Die Tabelle 1 zeigt die Zeitfaktoren für eine Polyesterfilmbasis in 180 µm Stärke. Zu beachten ist, dass der Film in den ersten 6 Minuten bereits 20 % der wahrscheinlichen Formatänderung erfährt, wenn er von einem Klima in ein anderes gebracht wird.

Die Prozentangabe in der folgenden Tabelle entspricht der Rate des Ausgleichs. Ein 180 µm dicker Film hat

sich nach 1 Stunde zu 45 % und erst nach 12 Stunden zu 99,9 % an das neue Klima angepasst.

Die besten Resultate wird man erst nach 24-stündiger Anpassung erreichen.

6 min	30 min	1 h	2 h	5 h	12 h
20 %	32 %	45 %	63 %	88 %	99,9 %

Tabelle 1: Rate der Anpassung

6.1.2 Maßhaltigkeit

Die Maßhaltigkeit von Diazofilmen hängt nicht nur von der Filmstärke ab (je dicker, desto stabiler), sondern insbesondere von Temperatur- und Luftfeuchtigkeitschwankungen.

Während die Reaktion auf Temperatur relativ schnell und gleichmäßig erfolgt, wirken sich Änderungen der Luftfeuchtigkeit (und somit die Feuchtigkeitsaufnahme und -abgabe der Filmbasis) unterschiedlich schnell aus: Die Feuchtigkeitsaufnahme (z.B. im Entwickler, auch durch Wärme begünstigt) erfolgt schneller, als die Abgabe von Feuchtigkeit aus der Filmbasis an die Umgebungsluft.

Daher sollten Filme bei sehr hohen Ansprüchen an die Maßhaltigkeit sowohl vor dem Belichten als auch nach der Entwicklung ausreichend lange konditioniert werden. Insbesondere ist aber auch darauf zu achten, dass die Klimata der einzelnen Verarbeitungsräume gleich sind und während der Verarbeitung nur ganz geringe Schwankungen aufweisen.

Tabelle 2 zeigt, welche Temperatur- bzw. RH-Konstanz nötig ist, um eine Formatänderung von ± 1 µm bei gegebener Filmlänge zu halten.

Um eine Maßhaltigkeit von ± 1 µm auf einer Filmlänge von 300 mm zu halten, darf die Temperatur nur um ± 1 °C und die rel. Luftfeuchtigkeit nur um 3 % schwanken.

Wichtig hierbei: Es ist das komplette System von der Filmlagerung über die Belichtung und Entwicklung bis hin zur Filmverwendung zu sehen.

Format ± 1 µm bei Filmlänge	Temperaturbereich	RH-Bereich
100 mm	± 4,0°C	± 9,0 %
200 mm	± 2,0°C	± 4,5 %
300 mm	± 1,0°C	± 3,0 %
400 mm	± 0,8°C	± 2,0 %

Tabelle 2: Toleranz der Raumklima-Kontrolle

Auf das Thema der Maßhaltigkeit wird im Kapitel Dimensionsstabilität weiter unten nochmals genauer eingegangen.

7 Dichte

Technisch gesehen ist Dichte das logarithmische Maß der Opazität (Lichtundurchlässigkeit). Praktisch gesehen muss man nur das Verhältnis zwischen Opazität und den Dichtekennzahlen kennen. In der Auflistung unten ist erkennbar, dass die Dichtekennzahlen nicht linear sind. Eine Dichte von 2,0 ist nicht doppelt so dunkel als die von 1,0. Tatsächlich entspricht in dieser Liste der Faktor 0,3 einer Verdoppelung der Dichte.

X-Rite Dichtemessung im Vergleich zur prozentualen Lichtdurchlässigkeit (350 bis 20 nm, max. bei 380 nm)

X-Rite Densitometer Messung	% Transparenz des Bildes	% absorbiertes Licht durch das Bild
0,30	50,000 %	50,000 %
0,60	25,000 %	75,000 %
0,90	12,500 %	87,500 %
1,00	10,000 %	90,000 %
2,00	01,000 %	99,000 %
3,00	00,100 %	99,900 %
4,00	00,010 %	99,990 %
5,00	00,001 %	99,999 %

Tabelle 3: UV Dichtemessung

Ein Anstieg der Dichte im Bild von 4,00 auf 5,00 erhöht die Absorption im UV-Bereich nur um 0,009 %. Argumentiert man, ein Film hätte eine höhere Dichte (z.B. 4,4) als ein anderer (z.B. 4,3), bedeutet diese Differenz nichts anderes als:

- 4,30 blockiert 99,993 % des Lichts
- 4,40 blockiert 99,994 % des Lichts

Obwohl die Zahlen einen Dichteanstieg von 4,3 auf 4,4 anzeigen, bewirken sie dennoch nur einen Anstieg der lichtblockierenden Eigenschaften von nur 0,001 %. Dieser winzige Unterschied hat keinen Einfluss auf die Filmeigenschaft. Wir haben herausgefunden, dass eine Dichte > 3,5, gemessen auf einem X-Rite Densitometer, völlig ausreicht, um normale Fotoresiste zu belichten und dass eine Dichte über 4,0 für Lötstoppsmasken genügt.

8 Filmreinigung

Die Filme können mit Filmreiniger gereinigt werden. Man befeuchtet ein fusselfreies Baumwolltuch (oder besser das antistatische METOCLEAN PL23) mit Filmreiniger und wischt sanft über die Filmoberfläche. Ein Gemisch aus destilliertem Wasser und Reinigungsbenzin ist ebenfalls wirksam.

9 Retusche

Der fertige Diazofilm sollte keine besondere Nacharbeit durch Retusche benötigen. Wenn möglich, sollte die Retusche jedoch auf der Filmrückseite vorgenommen werden, um keinen zusätzlichen Abstand durch Retuschefarbe aufzubauen. Farbaufbau kann in den Resist dringen, diesen verdünnen und außerdem einen guten Filmresist-Kontakt verhindern. Dies führt zu unscharfen Kanten und/oder Unterstrahlung bei der Belichtung des Resists.

Übermäßiges Retuschieren eines Filmes deutet auf:

- Fehlerhafte, nicht korrigierte Filmvorlage/Masterfilm, und/oder
- Mangelhafte Duplikationstechnik oder -methoden (Schmutz/Staub auf Vorlagen, Filmen, Belichtungsrahmen oder Umgebung)

Die Retusche sollte möglichst auf der Duplikationsvorlage vorgenommen werden. Gründe hierfür sind:

1. Retusche auf den Fototools sollte möglichst reduziert werden, weil diese sehr oft verwendet und die Retuschefarbe oftmals abblättert bzw. beim Filmreinigen abgewischt werden kann. Nachretuschieren wird somit nötig, und abgelöste Farbpartikel beeinträchtigen die Belichtungsqualität des Resists. Andererseits werden Kopiervorlagen nur wenige Male und dazu noch unter wesentlich verbesserten und kontrollierten Bedingungen benutzt. Daher ist hier die Gefahr von Farbabblätterung erheblich reduziert.
2. Oft werden mehrere Sets von Fototools (Diazokopien) erstellt. Ist die Mastervorlage bereits fehlerhaft, dann muss jede Diazokopie einzeln retuschiert werden, wogegen sonst nur die Mastervorlage überarbeitet werden müsste.
3. Zu empfehlen sind Lightcut Retuschierstifte, rote Farbe (siehe ASMETEC Datenblatt "Abdeckstifte Lightcut"), mit geschliffenen Spitzen von 0,1 mm, 0,3 mm, 1,0 mm und 3,0 mm Durchmesser.

Es gibt verschiedene Retuschierstifte auf dem Markt, jedoch zeigt unsere Erfahrung, dass diese speziellen Lightcutstifte (bzw. die spezielle Tusche) perfekt mit allen unseren Diazofilmen harmonieren, auch auf den modernen SLPI-Filmen, die durch zusätzliches Coating besonders lösemittel- und kratzfest sind.

10 Handhabung und Lagerung von belichteten Diazofilmen

Der Hauptgrund für beschädigte Fototools ist mangelhafte Handhabung. Um eine Beschädigung von Fototools zu vermeiden, sollten diese Hinweise beachtet werden:

- Die Arbeitsbereiche und Belichtungsgeräte müssen sauber gehalten werden. Staub, Schmutz und Resistreste, die sich auf dem Fototool ablagern, sind zu entfernen. In den klaren Bereichen des Fototools blockieren diese Partikel das Licht und verhindern so die Polymerisation des Resists. Auch verhindern diese Partikel den festen Kontakt zwischen Fototool und Resist, pressen sich in den Resist und verändern seine Funktionalität.
- Es ist wichtig, alle Partikel vom Resist und dem Fototool zu entfernen, bevor beide in Kontakt kommen. Ein leicht feuchtes, fusselfreies Tuch (wie z.B. METOCLEAN RT-2), Reinigungsroller und Adhäsiv-Pads (Dust-Transfer-Systeme) sind hierbei sehr hilfreich.
- Es sollte vermieden werden, Fototools über Flächen oder andere Filme zu schieben. Die Reibung wird den Film abnutzen, auch wenn die Oberflächen rein sind. Bei verschmutzter Oberfläche können ernste Beschädigungen auftreten.
- Bediener sollten keine Handcremes oder Lotionen benutzen. Rückstände auf den Fototools ziehen Schmutz an und halten ihn fest.
- Scharfkantige Objekte, wie z.B. Zuschnittecken und -kanten oder Schnittgrat, können das Fototool zerstören. Besondere Vorsicht beim Registrieren reduziert Retuschearbeiten.
- Eine Beschädigung der Registrierlochungen im Fototool sollte vermieden werden. Werden die Löcher größer, kann der Film nicht mehr genau registriert werden.

Lagerbedingungen sollen mechanische Beschädigung sowie Dimensionsveränderungen ausschließen. Wir empfehlen daher:

- Filme müssen immer flach gelagert werden; sie dürfen niemals aufgerollt werden. Dieses würde irreversible Verwölbung und Dimensionsveränderungen zur Folge haben; der Film wird unbrauchbar.
- Die Lagerung des Films sollte immer bei der Temperatur und Luftfeuchtigkeit erfolgen, bei welcher der Film später auch wieder benutzt wird.
- Filme müssen in Umschlägen oder Taschen gelagert werden, damit Schmutzanziehung verhindert wird.
- Die Filme müssen vertikal hängend gelagert werden, um Druck zu vermeiden, der eventuelle Staubpartikel in den Film pressen könnte. Bei horizontaler Lagerung sollten die Filme nicht aufeinander gestapelt werden.

- Weiche Papierzwischenlagen sind zu verwenden, um Partikeleindrücke oder Kratzer zu vermeiden.

11 Handhabung und Lagerung von unbearbeiteten, neuen Diazofilmen

Lagerung und Handhabung sind generell die gleichen wie für alle fotografischen Filme. Zusätzlich müssen jedoch Diazofilme vor Ammoniak geschützt werden. Selbst geringste Ammoniak-Konzentrationen in der Lagerumgebung können durch die geschlossene Verpackung dringen und die Stabilisatoren im Diazofilm neutralisieren und so vorzeitige Entwicklung (=Gelbfärbung) besonders in den Randbereichen verursachen.

Unbehandelte Diazofilme reagieren auf violettes und ultraviolettes Licht, sind jedoch weitgehend unempfindlich im sichtbaren Lichtspektrum. Daher können Diazofilme für unbestimmte Zeit im Gelblicht bearbeitet werden (z.B. Leuchtstofflampen mit gelbem Glas oder durch Filterfolien geschützt). Sie können auch bis zu 15 min künstlichem, ungefiltertem Raumlicht ausgesetzt werden.

Unbehandelte Diazofilme dürfen nicht dem Sonnenlicht, Quecksilberlampen oder anderen UV-reichen Strahlungen ausgesetzt werden. Auch kurze Belichtungszeiten können einen Dichteverlust des Leiterbilds im entwickelten Film verursachen.

12 Arbeitsbedingungen und Haltbarkeit

Einer der wichtigsten Vorteile der Diazofilme ist, dass sie bei normalem Raumlicht verarbeitet werden können und nur geringe Empfindlichkeit im sichtbaren Lichtspektrum haben. Dennoch sind einige Vorkehrungen nötig:

- Sonnenlicht (Tageslicht) enthält UV-Strahlung; deshalb muss der Diazofilm immer vor direkter Belichtung mit Tageslicht geschützt werden.
- Licht aus Leuchtstofflampen enthält einen kleinen Anteil UV-Strahlung. Längere Belichtung (für mehrere Minuten) muss vermieden werden. Gelbe Leuchtstofflampen bieten ausreichenden Schutz. Empfohlen werden gelbe Schutzfolien oder Filterröhren (z.B. ASMETEC ASR-G-10, SFG-10), welche die UV-Anteile effizient absorbieren.
- Normale Glühlampen sind ebenfalls recht harmlos und haben so gut wie keinen Einfluss auf die Diazo-Emulsion bei kurzer Belichtungszeit. In der Praxis sollten die Filme immer gut vor ungewollter Belichtung geschützt sein.

Verarbeitungshinweise METODIAZ D-18 Diazofilme

Die Haltbarkeit von Diazofilmen ist begrenzt. Nach einer gewissen Zeit zersetzt sich der Stabilisator in der Emulsion und bewirkt so eine Farbkopplung schon vor der Belichtung. Die Filme haben eine generelle Haltbarkeit von 6 Monaten bei 24 °C Lagertemperatur. Die Haltbarkeit kann auf 1 Jahr bei 16 °C und auf 18 Monate bei 7 °C verlängert werden. Unbelichteter Diazofilm kann weder durch Röntgen- noch durch Infrarot-Strahlung beschädigt werden. Filme dürfen nicht in der Nähe von Ammoniak gelagert werden, da sonst eine vorzeitige Entwicklung eintreten kann. Auch wenn es bequem ist, die Filme immer griffbereit zu lagern, wird es Probleme geben, wenn Filme im selben Raum gelagert, in dem sie auch entwickelt werden. Auch wenn man es nicht riecht, ist die Umgebungsluft in diesem Bereich mit Ammoniak angereichert.

Es ist wichtig zu wissen, dass Ammoniak in wässriger Lösung durch PE-Flaschen diffundieren kann und so die Umgebungsluft anreichert.

13 Tägliche Arbeitsvorbereitung

Es ist wichtig, dass alle Geräte zur Diazobearbeitung jeden Morgen überprüft werden, um sicherzugehen, dass sich gegenüber dem Vortag nichts verändert hat. Diazo- wie auch Silberfilme Diazo sollten auf Unregelmäßigkeiten geprüft werden. Alle Geräte (Entwickler, Belichter, Densitometer) sollten mindestens 30 min vor dem Einsatz eingeschaltet werden, um zuverlässige Betriebsbedingungen ohne große Veränderungen zu erreichen.

13.1 Benötigte Materialien

- Silberfilm Mastervorlage
- 21-stufiger Stouffer-Keil
- Temperatur-Messstreifen (60 bis 80 °C)
- Hydrometer zur Prüfung des Baumé-Grads (über 23 °B)
- Ein Streifen unbelichteter Diazofilm

13.2 Belichtung

Der Stouffer-Keil muss zwischen Silberfilm und Diazofilm (Emulsionsseite auf Emulsionsseite) gelegt und der Film mit den Parametern vom Vortag belichtet werden.

13.3 Entwicklung

Der Ammoniakgehalt muss mit einem Hydrometer geprüft werden.

Ein Temperatur-Messstreifen muss auf die Emulsionsseite des Diazofilms geklebt und der Film bei gleicher Durchlaufgeschwindigkeit und Temperatur wie am Vortag entwickelt werden (60 bis 65 °C).

D_{min} und D_{max} müssen mit einem Densitometer geprüft werden (wichtig: Aufwärmzeit mindestens 30 min!). Das Densitometer sollte einmal wöchentlich kalibriert werden. Vor jeder Messung muss eine Nullpunkt-Justage erfolgen!

Verarbeitungshinweise METODIAZ D-18 Diazofilme

14 Fehlersuche

METODIAZ CD-18 Diazofilme wurden so gefertigt, dass Layouts höchster Qualität speziell für die Leiterplattenfertigung erstellt werden können. Diese Tabelle soll Hinweise auf Fehlerquellen geben, wenn ein entwickelter Film ungenügende Qualität zeigt.

Sichtbarer Effekt	Mögliche Ursache	Abstellmaßnahmen
Ungenügende Bilddichte Zu geringer Kontrast	Mangelhafte Entwicklung	<ul style="list-style-type: none"> · Ammoniakgehalt und Tropfrate prüfen · Ammoniak sollte über 23° Baumé (25 %) liegen · Filmtemperatur prüfen; sie sollte bei 60 - 70 °C liegen · Film ein 2. Mal durch den Entwickler geben · Durchlaufgeschwindigkeit im Entwickler reduzieren
	Film durch weißes Raumlicht oder Tageslicht vorbelichtet	<ul style="list-style-type: none"> · Gelbfilter an Fensterscheiben und an Leuchtstofflampen im Verarbeitungsraum einsetzen
	Schlechte Mastervorlage (ungenügende Dichte, evtl. Pinholes)	<ul style="list-style-type: none"> · Master hat ungenügende Dichte im Leiterbild, lässt somit mehr Licht durch und reduziert die Dichte im Diazobild
	Zu große Wärme während der Belichtung	<ul style="list-style-type: none"> · Dichtereducierung wird meist von einer Rotfärbung des Layouts begleitet. Die Wärme während der Belichtung sollte nicht über 38 °C liegen. · Infrarot-Filter einbauen oder Lichtquelle gegen einen passenden Typ ersetzen (Spitze bei 408 nm). · Die Lampenleistung kann zu groß sein für den Abstand der Lampe zur Belichter-Glasplatte.
	Nicht geeigneter Filmreiniger	<ul style="list-style-type: none"> · Filmreiniger können die Emulsionsschicht abtragen. Das Reinigungstuch ist auf starke Gelbfärbung zu prüfen, was auf Abtrag der Schicht hinweist.
Rötliches Layout	Zu große Wärme während der Belichtung	<ul style="list-style-type: none"> · Siehe oben
Farbfehler bzw. Schattierungen im Hintergrund	Unterbelichtung	<ul style="list-style-type: none"> · Belichtungszeit erhöhen, um remanente Diazosalze aufzubrechen
	Film wurde vor der Belichtung ammoniakhaltiger Luft ausgesetzt	<ul style="list-style-type: none"> · Lagernde Filme aus Räumen entfernen, in denen die Luft mit Ammoniak angereichert ist · Wenn ein Diazofilm als Master verwendet wird, kann Ammoniak noch immer im Film eingebunden sein. Der Master soll den Ammoniakgehalt ausdünsten, bevor er in Kontakt mit anderen Diazofilmen gebracht wird.
	Hintergrund des Masters ist trüb bzw. opak und reduziert die Lichtdurchlässigkeit	<ul style="list-style-type: none"> · Belichtungszeit erhöhen, damit ausreichende Lichtenergie durch den Master auf die Kopie fallen kann.
	Vor dem Verarbeiten wurde der Film großer Wärmestrahlung ausgesetzt	<ul style="list-style-type: none"> · Film kühl und trocken lagern, da sonst irreversible Schäden und vorzeitige Alterung auftreten können.
	Überlagertes oder überaltertes Produkt	<ul style="list-style-type: none"> · Neue Filme verwenden

Verarbeitungshinweise METODIAZ D-18 Diazofilme

Sichtbarer Effekt	Mögliche Ursache	Abstellmaßnahmen
Hintergrundverfärbung, (Flecken), Streifen und gelb-braune Filmränder	Lichtmengeneinbruch oder Verzerrungen aus der Lichtquelle	<ul style="list-style-type: none"> · Belichtungszeit erhöhen, um den Energieeinbruch bzw. die Verzerrungen zu kompensieren · Lichtquelle wechseln · Reflektor der Lichtquelle wechseln, damit mehr gleichmäßiges Licht abgegeben werden kann
	Schlechter Kontakt zwischen Master und Kopierfilm	<ul style="list-style-type: none"> · Vakuumrahmen langsamer fahren, damit eingeschlossene Luft besser entweichen kann · Vakuumzeit verlängern
	Turbulenzen des Ammoniakdampfes in der Entwicklerkammer	<ul style="list-style-type: none"> · Ventilationssystem und Absaugung prüfen, Lüftergeschwindigkeit drosseln
	Zu geringe Ammoniakkonzentration	<ul style="list-style-type: none"> · Ammoniakgehalt mit Hydrometer prüfen · Ammoniakfluss bzw. -tropfmenge prüfen
	Unregelmäßige Wärmeentwicklung in der Entwicklerkammer	<ul style="list-style-type: none"> · Heizsystem prüfen, in dem Temperaturmessstreifen alle 10 bis 15 cm über die Arbeitsbreite auf einen Film geklebt werden · Entwicklungsgerät zur Reparatur bringen
Leiterbahnen werden dünner, Zwischenräume werden größer	Überbelichtung verursacht Unterschneidung	<ul style="list-style-type: none"> · Belichtungszeit reduzieren · Mit Stouffer-Keil die korrekte Belichtungszeit ermitteln
	Master und Kopierfilm liegen nicht Emulsion an Emulsion	<ul style="list-style-type: none"> · Master und Kopierfilm korrekt zueinander positionieren
	Reflektierende Oberfläche als Abdeckung beim Belichten verursacht Lichtstreuung und Reflexionen	<ul style="list-style-type: none"> · Abdeckung mit matt-schwarzer Oberfläche verwenden
Verschwommenes Leiterbild	Master und Kopierfilm liegen nicht Emulsion auf Emulsion	<ul style="list-style-type: none"> · Siehe oben
	Reflektierende Oberfläche als Abdeckung beim Belichten verursacht Lichtstreuung und Reflexionen	<ul style="list-style-type: none"> · Siehe oben
	Ungenügender Kontakt zwischen Master und Kopierfilm	<ul style="list-style-type: none"> · Siehe oben
Nadellöcher im Leiterbild	Nadellöcher im Master	<ul style="list-style-type: none"> · Master auf Nadellöcher (Pinholes) prüfen · Master im Winkel auf diagonale Pinholes prüfen · Betroffene Bereiche mit Retuschierusche abdecken
Schwarze Flecken im klaren Bereich des Films	Staub auf dem Master oder Belichterglas	<ul style="list-style-type: none"> · Oberfläche mit antistatischem Filmreiniger oder Glasreiniger abwischen · Dust-Transfer-Systeme, Reinigungsroller, Reinraum-Wischtücher verwenden
	Flecken im klaren Bereich des Masters	<ul style="list-style-type: none"> · Flecken physisch vom Master wegkratzen · Belichtungszeit erhöhen, um Flecken wegzubelichten
Gerade Streifen auf dem entwickelten Film	Unsauberer, gestrippter Master; klebrige Stellen auf dem Master verursachen Lichtstreuung	<ul style="list-style-type: none"> · Belichtungszeit erhöhen, um diese Linien wegzubelichten · Linien physisch von der Kopie entfernen und diese Kopie dann als Master verwenden

Verarbeitungshinweise METODIAZ D-18 Diazofilme

Sichtbarer Effekt	Mögliche Ursache	Abstellmaßnahmen
Zufällige gelbe Flecken im Leiterbild	Resistpartikel kleben auf dem Fototool	<ul style="list-style-type: none"> · Film reinigen
	Schlechter Filmreiniger	<ul style="list-style-type: none"> · Filmreiniger nicht direkt auf den Film, sondern auf fusselfreies Reinigungstuch geben und damit den Film abwischen · Einige Filmreiniger bleichen die Emulsionsseite des Films aus · Kein Benzin verwenden!
Leiterbild verblasst oder verändert die Farbe	Verursacht durch pH-Veränderung, wenn Ammoniak aus dem Film austritt. Diese Farbänderung hat keinen negativen Einfluss auf die UV-Dichte	<ul style="list-style-type: none"> · Noch einmal durch den Entwickler geben, um die ursprüngliche Farbe wieder einzustellen
Dichte fällt, wenn eine Stelle mit dem Densitometer gemessen wird	Untereentwicklung; die visuelle Dichte ist normal, die UV-Dichte ungenügend	<ul style="list-style-type: none"> · Siehe oben
Leiterbild lässt Licht durch, nachdem der Film mehrmals benutzt wurde	Untereentwicklung	<ul style="list-style-type: none"> · Siehe oben
Ammoniak fließt nicht trotz Verwendung einer Pumpe bzw. Zufluss blockiert nach langem Gebrauch	Zuleitung verstopft	<ul style="list-style-type: none"> · Ammoniak mit destilliertem Wasser 10 bis 15 % verdünnen bzw. vorgemixte Ammoniaklösung 22 bis 24° Baumé verwenden
	Pumpe überhitzt	<ul style="list-style-type: none"> · Pumpe in belüfteter Umgebung montieren · Mit Ventilator Pumpe kühlen
Entwicklungsgerät arbeitet nicht zufriedenstellend trotz genauer Temperatureinstellung	Absaugung zu stark	<ul style="list-style-type: none"> · Absaugventilator ist zu stark und zieht Ammoniak zu schnell aus der Entwicklerkammer; Motor elektr. drosseln
	Verstopfte Ammoniak-Zuleitung	<ul style="list-style-type: none"> · Zuleitungen reinigen bzw. Service rufen
Film bleibt im Prozessor stecken oder kleben	Entwickler ist zu heiß	<ul style="list-style-type: none"> · Temperatur auf ca. 60 bis 65 °C einstellen und mittels Temperatur-Messstreifen kontrollieren
	Verschmutzte Transportrollen oder Umlenkmatte	<ul style="list-style-type: none"> · Rückstände auf Transportrollen und/oder Umlenkmatte entfernen bzw. Matte austauschen

Nachdruck dieser Informationsschrift- auch auszugsweise - kann nur mit schriftlicher Genehmigung durch Asmetec GmbH erlaubt werden.

Urheberrecht: Reinhard Freund, Asmetec GmbH

Die vorstehenden Angaben basieren auf dem aktuellen Stand unserer Kenntnisse. Unsere Angaben enthalten keine Zusicherung von Eigenschaften. Die Verwendung unserer Produkte durch unsere Kunden unterliegt den verschiedensten Bedingungen, sodass kein Kunde von der Eigenerprobung der Verwendbarkeit unserer Produkte entbunden ist. Eine Haftung für Folgeschäden ist in jedem Fall ausgeschlossen. Für Schäden, die sich aus der Verwertung unserer Angaben ergeben, haften wir nur, wenn uns Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit nachgewiesen werden kann. Dieses Datenblatt ersetzt etwaige vorherige Datenblätter. ASMETEC, METODRILL, METOCLEAN, METOCHECK, METOLIGHT und METO sind eingetragene Marken der ASMETEC GmbH DIAZOFILM-VERARBEITUNGSHINWEISE-D.DOC, VERSION NOV-18