

MACO EM/EMS Film

Filme für Elektronenmikroskopie

1 Eigenschaften und Anwendung

Bei MACO EM und EMS Film handelt es sich um Materialien, die für die wissenschaftliche Anwendung in der Elektronenmikroskopie (Electron Micrography) optimiert sind. Sie zeichnen sich aus durch

- hohe Flexibilität,
- hohe Empfindlichkeit,
- hervorragendes Signal-Rausch-Verhältnis (bzw. feinstes Korn) und
- höchste Detailauflösung.

Als Trägermaterial wird robustes, mechanisch und chemisch stabiles und maßhaltiges, praktisch unzerreißbares Polyester verwendet. So wird u.a. eine hervorragende Archivsicherheit (Lebenserwartung 500 Jahre) sichergestellt. Von mehreren Benutzern wurde berichtet, dass MACO EM und EMS Film als Ersatz für den bewährten Agfa Scientia 23D56® Film wie auch für andere bekannte Elektronenmikroskopiefilme verwendet werden können. Prozessanpassungen sind dabei, wenn überhaupt, i.d.R. nur in begrenztem Rahmen erforderlich.

2 Konfektionierung

Format in cm	EM	EMS
6,5×9	ja	ja
7×7	ja	nein
8,3×10,2	ja	ja
9×12	ja	ja

Zur Verbesserung der Handhabung sind die einzelnen Blätter bei MACO EM und EMS Film mit Trennblättern verpackt. Dies reduziert Probleme durch statische Aufladung (Verblitzungen) und stellt sicher, dass die einzelnen Blätter bei der Entnahme nicht zusammenkleben. Jedes Blatt MACO EM und EMS Film ist mit einer Einkerbung am Filmrand markiert, die sich rechts oben befindet, wenn der Film von der Emulsionsseite her betrachtet wird.

3 Technische Daten: Übersicht

Sensibilisierung	orthochromatisch bis 695 nm
Empfindlichkeit	Nennempfindlichkeit ISO 25/15° Effektive Empfindlichkeit und Kontrast durch Entwickler und Entwicklungszeit entsprechend den Bedürfnissen des Benutzers anpassbar
Trägermaterial	Polyester, 175 µm, glasklar
Auflösungsvermögen	über 300 Lp/mm bei Nennempfindlichkeit und Kontrast 1:1 000
Verarbeitung	unter roter Dunkelkammerbeleuchtung, 15 W, Abstand 1,2 m

4 Lagerung unbelichteten und belichteten Filmmaterials

Es wird (wie bei allen lichtempfindlichen Materialien) empfohlen, den Film nicht direktem Sonnenlicht, starker Hitze oder hoher Luftfeuchte auszusetzen.

Bei längerfristiger Lagerung ist Kühlung Lagerung empfehlenswert. Bei Filmen, die gekühlt gelagert wurden, sollte die Akklimatisierung des Films auf Umgebungstemperatur abgewartet werden, bevor der Film der Lagerverpackung entnommen und der umgebenden Luft ausgesetzt wird. Ist der Film wesentlich kälter als die umgebende Luft, kann es zu Kondenswasserniederschlag kommen.

5 Belichtung, Empfindlichkeit, Kontrast

5.1 Allgemeines

Wiewohl elektronenmikroskopische Aufnahmen auf konventionellem lichtempfindlichem Material angefertigt werden und wie bei konventionellen Fotos ausgehend vom Negativ ein Positiv angefertigt wird, bestehen doch wichtige Unterschiede zwischen der Erzeugung eines Negativs mit Licht und mit Elektronen: Bei der konventionellen Fotografie wird das latente Bild auf dem Negativ durch Photonen (= Lichtteilchen) erzeugt. Damit ein Silberhalogenidkristall entwickelbar wird, muss er i.d.R. von mehreren, typischerweise 5 bis 10, Photonen getroffen worden sein. Anders im Fall der Elektronenmikroskopie: Das Bild wird durch Elektronen erzeugt. Ein einziges Elektron reicht aus, um bis zu 10 Silberhalogenidkristalle in der Emulsion entwickelbar zu machen. Dieser Unterschied liegt in den unterschiedlichen Energien begründet, die ein Photon und ein Elektron

übertragen: Während das Photon im Bereich sichtbaren Lichts typischerweise 2 bis 3 eV überträgt, sind es bei einem Elektron in einem Elektronenmikroskop 50 bis 100 keV, also etwa das 25000- bis 35 000fache! Entsprechend verhält sich das Filmmaterial in den beiden Fällen unterschiedlich:

Während das Bildrauschen – entsprechend der Körnigkeit in der konventionellen Fotografie – bei konventionellen Filmen im Wesentlichen durch die Größe der Kristalle in der Emulsion bestimmt wird, wird es bei elektronenmikroskopischen Aufnahmen durch statistische Fluktuationen der Elektronenstrahlintensität bestimmt. Es zeigt sich, dass das eigentliche Bildsignal, die Nutzinformation, linear mit zunehmender Belichtung zunimmt. Demgegenüber nimmt das Bildrauschen nur mit der Quadratwurzel der Belichtung zu. Daraus ergeben sich Schlussfolgerungen hinsichtlich der optimalen Bildqualität, d.h. des bestmöglichen Signal-Rausch-Verhältnisses:

Werden die nötige Bilddichte und der nötige Kontrast durch Verlängerung der Entwicklung erreicht, verbessert das nicht das Signal-Rausch-Verhältnis, denn das Rauschsignal wird in demselben Maße durch die Entwicklung verstärkt wie das Nutzsignal.

Statistische Fluktuationen, die Ursache des Rauschsignals sind, werden jedoch bei Mittelung über eine größere Zahl von Elektronen weniger bedeutend. Die Verwendung einer größeren Zahl von Elektronen, eine Erhöhung der Abtastrate, führt daher zu einer Verringerung des Bildrauschens und zu einer Verbesserung des Reichtums an kleinen Details.

Ein weiterer Faktor bei der Wahl der Belichtung ist die Belastbarkeit der Probe. Bei Proben, deren (In-)Stabilität eine längere Belichtung verbietet, kann ein Weg zur Erhöhung der Bildqualität darin bestehen, dass die Gerätevergrößerung (also die Vergrößerung durch das Elektronenmikroskop selbst) möglichst klein gewählt wird und die nötige Endvergrößerung (effektive Vergrößerung im fertigen Bild) auf optischem Weg erzielt wird. Die Herabsetzung der Gerätevergrößerung führt dazu, dass bei gleicher Belastung der Probe je Filmfläche mehr Elektronen zur Verfügung stehen. So kann eine Endvergrößerung von z.B. 80fach einerseits durch 80fache Gerätevergrößerung erzielt werden, andererseits aber auch durch 20fache Gerätevergrößerung und 4fache optische Vergrößerung des Negativs. Im Fall einer stabilen Probe kann beliebig lange belichtet werden, und der erstgenannte Weg würde zu optimalen Resultaten führen. Im Fall einer instabilen Probe, die nur für begrenzte Zeit dem Elektronenbeschuss ausgesetzt werden kann, würde jedoch eine kleinere Gerätevergrößerung und anschließende optische Nachvergrößerung bessere Resultate liefern.

Dies macht deutlich, dass für die Elektronenmikroskopie verwendete Filme andere Anforderungen erfüllen müssen als konventionelle fotografische Materialien. Insbesondere muss es je nach den Erfordernissen der Probe möglich sein, vergleichbare Dichten und Kontraste auf unterschiedlichen Wegen (schwache Belichtung + energiereiche Entwicklung oder starke Belichtung und verzögernde Entwicklung) zu erzielen.

6 Verarbeitung

6.1 Entwickler und Entwicklungszeiten

MACO EM und EMS Filme können in allen Arten von Entwicklern verarbeitet werden. Filme für Elektronenmikroskopie werden dabei vorzugsweise in kräftig arbeitenden Entwicklern entwickelt. Empfehlenswert sind LP-DOCUFINE HC und Kodak D-19, aber auch Ilford ID-11 und Kodak D-76.

Die folgenden Entwicklungszeiten sind Anhaltswerte, die als Ausgangspunkte für eigene Optimierung dienen können. Aufgrund von Eigenheiten in der Verarbeitung kann es erforderlich sein, dass Sie als Endanwender die Werte nach Ihren Bedürfnissen modifizieren.

Entwickler	Entwicklungszeit [min]
LP-SUPERGRAIN 1+9	5
LP-DOCUFINE HC 1+7	4-5
Kodak D-19 1+2	4

6.2 Stoppbad

Das Stoppbad dient in erster Linie dazu, vom Film mitgeschlepptes Alkali zu neutralisieren, um ein Nachlassen der Wirksamkeit des Fixierbades durch zunehmenden pH-Wert zu verhindern.

Folgende Stoppbäder werden empfohlen:

Stoppbad	Einwirkzeit [min]
LP-CITRIN 1+19	1
LP-CITRODUR 1+16	1
LP-ECOSTOP 1+7	1

Wird *kein* saures Stoppbad verwendet, wird eine Zwischenwässerung von 2× 30s bei 20 ° C und ständiger Bewegung empfohlen, um die Verschleppung von Entwicklerresten ins Fixierbad zu verhindern.

6.3 Fixage

Zur Fixage des MACO EM und EMS Films wird LP-FIX SUPRA 1+7 bis 1+9, ein modernes Hochleistungsfixierbad auf Ammoniumthiosulfatbasis empfohlen. Die erforderliche Fixierzeit kann durch eine Bestimmung der Klärzeit bestimmt werden. (Fixierzeit = doppelte Klärzeit) Falls keine Klärzeitmessung durchgeführt wird, wird bei

frischem Fixierbad eine Fixierzeit von 3 min bei 20° C empfohlen.

6.4 Wässerung

Es ist eine Zulauftemperatur von annähernd 20 ° C sicherzustellen. Eine Wässerung von 5 min in fließendem Wasser ist dann hinreichend.

6.5 Netzmittel

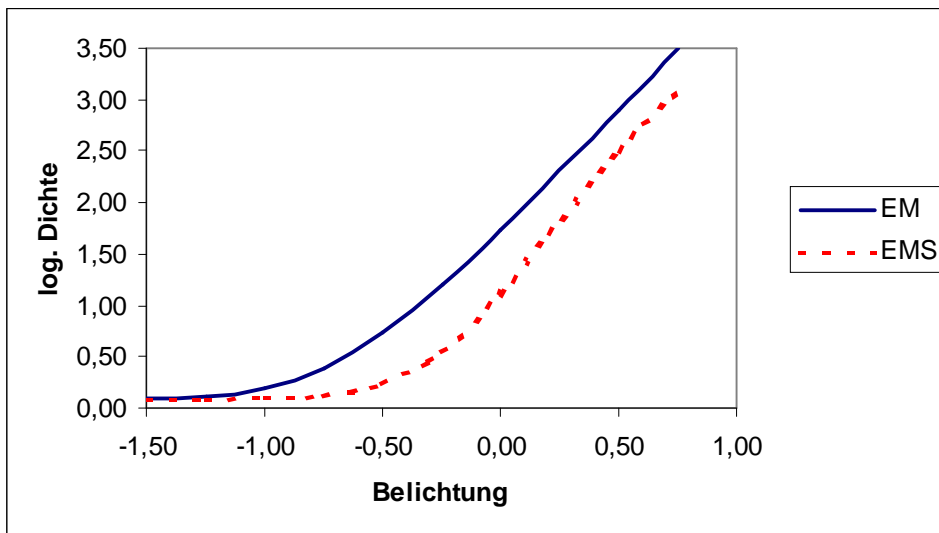
Als Schlussbad wird ein Netzmittelbad, angesetzt mit demineralisiertem, deionisiertem oder destilliertem Wasser (Batteriewasser) empfohlen, um Trockenflecken durch hartes Wasser zu vermeiden und statische Aufladung des Filmmaterials zu vermeiden. Statische Aufladung führt dazu, dass das Filmmaterial Staubpartikel anzieht, die sich auf Positivkopien als weiße Flecken störend bemerkbar machen. Empfohlen wird LP-MASTERPROOF 1+200 bis 1+100 für eine Minute *ohne Bewegung* (wg. der Schaumbildung, s.u.). Netzmittel sollte nicht überdosiert werden. Es eignet sich nur dann zur mehrfachen

Verwendung, wenn sofort hintereinander mehrere Filme verarbeitet werden. Schaum läuft schlecht von der Filmoberfläche ab. Daher sollte beim Ansetzen des Netzmittels durch vorsichtiges Zusetzen des Wassers Schaumbildung vermieden werden.

6.6 Trocknung

Das Abstreifen von Filmen wird nicht empfohlen, da es die Gefahr von Kratzern birgt. Nach dem Netzmittelbad sollte möglichst viel Wasser durch Abschütteln von der Oberfläche des Films entfernt werden. Hängen Sie dann den Film an einem staubarmen Ort für mehrere Stunden, z. B. über Nacht, zum Trocknen auf. Bei Trocknung im Trockenschrank sollte die Heizung eines solchen Geräts ausgeschaltet bleiben. Die Trocknung mit einem Haartrockner wird *nicht* empfohlen, da Haartrockner mangels Staubfilter dazu neigen, Staubpartikel auf den Film zu blasen, die auf der noch feuchten Oberfläche des Films haften bleiben und kaum ohne Schaden für den Film wieder zu entfernen sind.

7 Kurven



Änderungen vorbehalten.

Hans O. Mahn & Co. KG
22145 Stapelfeld (b. Hamburg)
Kunden-Hotline: 040 237008-88
Fax: 040 237008-488
E-Mail: photo@mahn.net
Internet: www.mahn.net