

INTERFERENZ  
MI-18 FIXTURE  
ZU EINEM BIOLOGISCHEN MIKROSKOP  
BESCHREIBUNG

1953

1. Zweck der MI-18-Befestigung

Die Interferenzvorrichtung MI-18 für ein biologisches Mikroskop dient der Kontrastverstärkung bei der Betrachtung von kontrastarmen Objekten, wie lebenden, ungefärbten Zellen, Geweben, Bakterien usw. Mit der Interferenzvorrichtung können sehr kleine Unterschiede in den Brechungsindizes und Dicken einzelner Bereiche des zu untersuchenden Objekts festgestellt werden.

Die Interferenzvorrichtung ist in erster Linie für Forschungslabors von Interesse.

Die MI-18-Halterung kann in Verbindung mit den Biomikroskopstativen MBI-1, MBI-3 und MBI-4 verwendet werden. 2.

2. optisches Schema und Funktionsprinzip der MI-18-Leuchte.

In Verbindung mit einem biologischen Verbundmikroskop bietet die MI-18-Halterung drei verschiedene Beobachtungsmuster:

- a) ein Mikroskop mit variablem Phasenkontrast;
- b) ein Interferenzmikroskop;
- c) ein gewöhnliches Mikroskop, aber mit einem direkten Bild des Objekts.

Abbildung 1 zeigt eine schematische Darstellung des optischen Systems der Halterung MI-18 zusammen mit einem biologischen Mikroskop, wobei die optischen Teile und Baugruppen 1 und 2 - Lampe und Sammellinse der Mikroskopbeleuchtung, 7 - Mikroskopobjektiv, 13 - Mikroskopokular - nicht Teil der Halterung sind, sondern zum Mikroskop gehören.

Die Halterung besteht aus:

- a) einen Spezialkondensator 5 (mit austauschbaren Blenden 4 und einem Lichtfilter 3);
- b) "Interferenz"- und "Phasen"-Platten 10;
- c) Kompensator 11 mit Analysator 12.

Der Kondensator 5 und die Linsen 8 und 9 sind in allen drei Beobachtungsschemata obligatorisch und befinden sich ständig im Strahlengang. Zusammen mit dem Objektiv und dem Okular führen sie das Schema des Mikroskops mit einem direkten Bild aus.

Die anderen Teile werden in den Strahlengang einbezogen, je nachdem, welches Beobachtungsschema angewandt wird. Sie sind in Abb. 1 durch Pfeile gekennzeichnet.

Bei Verwendung des MI-18 als Mikroskop mit variablem Phasenkontrast werden ein Filter 3 und eine kreisförmige Blende 4 in den Strahlengang des Beleuchtungsgeräts geschaltet und eine Phasenplatte 10 und ein Kompensator mit Analysatoren 11 und 12 direkt hinter dem Objektiv 9 angebracht. Die Funktionsweise des Systems beruht auf folgendem Prinzip: Das durch die kreisförmige Öffnung 4 einfallende Licht trifft auf das Objekt 6, wo es zum Teil ohne Richtungsänderung hindurchgeht (direkte Durchgangskomponente) und zum Teil aufgrund der Beugung an der Struktur oder an einzelnen Einschlüssen des Objekts gebrochen wird (gebrochene Komponente). Das Bild eines Objekts in einem Mikroskop entsteht durch die Wechselwirkung der beiden Komponenten des Lichts. Und im Falle eines absorbierenden (z. B. farbigen) und eines transparenten Objekts haben diese Komponenten unterschiedliche Zustände von Lichtschwingungen.

Die Wirkung des variablen Phasenkontrastschemas besteht darin, die Beobachtungsbedingungen des transparenten Objekts denen des absorbierenden Objekts anzugleichen. Dies wird mit Hilfe eines Phasenrings, eines Kompensators und eines Analysators erreicht, deren kombinierte Wirkung es ermöglicht, die Phasen und Amplituden der beiden Lichtkomponenten zu verändern. Das Gerät MI-18 ermöglicht diese Änderungen in einem weiten Bereich: in der Phase - von 0 Grad bis zu 360 Grad, und in der Intensität (Amplitude) - von 100% bis Null. Um den größtmöglichen Kontrast im Bild verschiedener transparenter Objekte zu erhalten, sollte man die Positionen des Kompensators und des Analysators während der direkten Beobachtung des Objekts am Mikroskop variieren. Die MI-18-Vorrichtung mit variablem Phasenkontrast ermöglicht die Beobachtung eines größeren Spektrums transparenter Objekte als das KF-1. Auf diese Weise werden sowohl positive als auch negative Kontraste im Bild ermöglicht.

Wenn die MI-18-Vorrichtung eine Interferenzmikroskopschaltung implementiert, sind die Spaltblende 4 (anstelle der Ringblende) und die Interferenzplatte 10 (Abb. 1) in den Strahlengang einbezogen. Die optischen Teile 3, 10, 11 und 12 (Abb. 1) müssen ausgeschaltet werden. Die Interferenzplatte ist eine durchsichtige Platte, auf der eine Reihe sehr feiner Striche (Rillen) aufgebracht werden (Abb. 2b).

Die Funktionsweise des Interferenzschemas kann wie folgt angenähert werden: Eine Lichtwelle, die ein inhomogenes transparentes Objekt durchläuft, erfährt eine lokale Verzerrung ihrer Form. Diese kleinen Verzerrungen sind für das Auge nicht wahrnehmbar, wenn man sie mit einem gewöhnlichen biologischen Mikroskop betrachtet. Beim Interferenzschema durchläuft eine verzerrte Lichtwelle nach dem Durchgang durch das Objekt eine Interferenzplatte. Dabei wird ein Teil der gesamten Lichtenergie zur Bildung einer neuen Welle verwendet, die auf die Beugung des Lichts an den Strichen der Platte zurückzuführen ist und keine Verzerrung aufweist. In der Bildebene überlagern sich diese beiden Wellen, wodurch Teile des Objekts im Bild dunkler, heller oder farbiger werden. Das Ergebnis der Interferenz wird durch zwei Eigenschaften des Objekts an einem bestimmten Punkt bestimmt: den Brechungsindex  $n$  und die Dicke  $l$ . Die Farbe der Interferenz hängt von dem Produkt dieser Größen  $nl$  ab.

Das Phasenkontrast-Beobachtungsschema und das Interferenzschema sind komplementär. Ersteres eignet sich am besten für die Beobachtung sehr kleiner Strukturen und dünner Präparate, letzteres für die Beobachtung größerer Strukturen und dickerer Präparate sowie für die Beobachtung gleichmäßiger Veränderungen der Brechungsindizes und der Dicke.

Die Kombination der drei Beobachtungsschemata in einer Vorrichtung (MI-18) macht es sehr einfach, zur Beobachtung derselben Stelle eines Objekts mit verschiedenen Methoden zu wechseln.

### 3. Die Konstruktion der MI-18-Halterung

Die MI-18-Leuchte ist für die Verwendung von 4 Standard-Achromaten ausgelegt: 10x0,30; 20x0,40; 40x0,65; 90x1,25 (Ölimmersion).

Die Fotos (Abbildung 3 und Abbildung 4) zeigen eine Außenansicht der auf einem Mikroskop montierten MI-18-Halterung.

Die Halterung MI-18 besteht aus zwei Einheiten:

- 1) eine vertikale Halterung, die mit einer Schraube 7 (Abb. 3) am Mikroskop befestigt ist und in die der geneigte Mikroskoptubus - 1 (Abb. 4) eingesetzt wird, und
- 2) ein spezieller Verflüssiger (Abb. 6).

Das Linsensystem des Beobachters wird in den Beobachtungstubus eingesetzt, und unmittelbar dahinter befindet sich ein Drehrahmen mit Phasen- und Interferenzplatten-4 (Abb. 3). Der Aufbau des Revolverrahmens ist in Abb. schematisch dargestellt. 5 (Draufsicht beim Schneiden des Rohres entlang

A - A-Ebene (Abb. 3) Der Revolver 4 (Abb. 3) wird durch Drehen des Rings 3 entlang der Achse des Beobachtungsrohrs bewegt.

Am Beobachtungstube sind Markierungen angebracht, die die Vergrößerung der Objektivlinse entsprechend den Positionen der Phasen- oder Interferenzplatten für jede Objektivlinse angeben. Auf dem vorstehenden Rand des Revolvers sind Ziffern eingraviert, die angeben, welche Objektivphasenplatte für welches Objektiv bestimmt ist, sowie die Buchstaben AND für die Interferenzplatte und O für eine freie Sichtöffnung des herkömmlichen Mikroskops.

Im oberen Teil des Rohrstützens befindet sich ein Kompensator (siehe Rohr 5, Abb.3) und darüber ein Analysator

(Fass 6, Abbildung 3). Der Analysator ist innerhalb von  $\pm 60$  Grad drehbar. Abbildung 3 zeigt den Kompensator in der eingerasteten Stellung. Im ausgeschalteten Zustand gleitet er in das Innere des Rohrs. Der Analysator muss jedoch zunächst auf Null gestellt werden.

Der Kondensator des Phasenkontrastgeräts KF-1, in den zusätzliche Blenden eingesetzt sind, dient als Kondensator des Mikroskops, wenn mit der Halterung MI-18 gearbeitet wird. Die Ansicht des Kondensators von unten ist in Abbildung 6 dargestellt. 6, wobei

1 - ein aufklappbarer Rahmen zum Einsetzen eines Interferenzfilters;

2 - ein Griff an der Irisblende des Kondensators;

3 - ein Schlitz mit kreisförmiger Blende;

4 - Schlitz mit Schlitzblende;

5 - freie Blende entsprechend der Abbildung 0.

Ein Zubehörteil der Interferenzvorrichtung ist ein Hilfsmikroskop MIR4 aus dem

Phasenkontrastgerät KF-1, das in Abb. dargestellt ist. 3(7). Das Hilfsmikroskop wird anstelle eines Okulars eingesetzt und

Sie dient zur Betrachtung von Bildern der Blenden 3 oder 4 des Kondensators (Abbildung 6), was bei der Einstellung und Justierung der Phasenkontrast- und Interferenzbeobachtungsvorrichtung erforderlich ist. Das Hilfsmikroskop wird durch Verschieben des inneren Rahmens mit der Augenlinse geschärft, die im Moment der Scharfeinstellung durch eine Schraube gesichert ist. Die Gesamthöhe des Mikroskops mit Interferenzaufsatz beträgt 39 cm. Daher sollte für die Arbeit mit dem MI-18-Gerät ein hoher Laborhocker (60-70 cm) verwendet werden.

Abbildung. 7 zeigt die Interferenzhalterung MI-18 in ihrem Gehäuse. Bei der Aufbewahrung wird ein Deckel in den oberen Teil des Aufsatzrohrs eingesetzt und mit der Schraube 1, Abb. 4, gesichert. Der vorstehende Rand der Vorrichtung wird in den oberen Teil des Rohrs eingesetzt. 4, und eine Schutzkappe wird auf den überstehenden Rand der unteren Linse gesetzt.

#### 4. Betrieb des Interferenzgeräts MI-18

Bevor der MI-18 in Betrieb genommen wird, müssen die Schutzkappe und die Abdeckung entfernt werden. Um den Aufsatz auf dem Mikroskop zu installieren, entfernen Sie zuerst den schrägen Okulartubus des Mikroskops und ersetzen ihn durch den Aufsatz; dann entfernen Sie den Kondensator des Mikroskops und ersetzen ihn durch den Kondensator des Aufsatzes. Das Beobachtungsrohr sollte in der in Abb. dargestellten Position befestigt werden. 3 (Handkurbel 5 rechts vom Beobachter). Nach dem Aufstellen und Befestigen der Halterung werden die erforderlichen Linsen eingeschraubt und zunächst die richtige Beleuchtung des Präparats durch Einstellen der Zahl 0 auf der Kondensorscheibe und auf dem Laufrevolver in der Halterung sichergestellt.

Der Lichtstrahl der Beleuchtungseinrichtung sollte auf den mittleren Teil des Mikroskopspiegels fallen und ein Bild der Filamente in der Ebene der Kondensoröffnung ergeben. Die Irisblende des Beleuchtungsgeräts sollte in die Ebene des Objekts projiziert werden. Zu diesem Zweck sollte der

Kondensator im Moment der scharfen Fokussierung auf das Objekt entlang der optischen Achse bewegt werden, um ein scharfes Bild der Ränder der maximal geschlossenen Beleuchtungsblende (der Feldapertur) zu erhalten.

Nach der Einstellung der Beleuchtung in der angegebenen Weise wird die Beleuchtungsöffnung entsprechend der Größe des Sichtfeldes geöffnet.

Der Betrieb des Geräts in einem normalen Mikroskopkreislauf erfolgt in den folgenden Positionen:

- 1) an der Kondensatorscheibe 0;
- 2) auf dem Revolver des Anbaugeräts 0;
- 3) Kompensator aus;
- 4) Der Interferenzfilter ist ausgeschaltet.

Beim Umschalten auf Beobachtung in einem variablen Phasenkontrastmuster in der Leuchte sollte die Einstellung sein:

- 1) Schalten Sie den Interferenzfilter ein;
- 2) Schalten Sie den Kompensator ein (mit dem Analysator in Nullstellung);
- 3) Verfeinern Sie den Fokus des Objekts;
- 4) Stellen Sie die weiße Zahl auf der Kondensorscheibe so ein, dass sie der Vergrößerung des verwendeten Objektivs entspricht;
- 5) die gleiche Zahl auf dem Revolver der Düse (durch Drehen des Revolvers) und auf dem Lauf der Düse (durch Drehen des Ringes am Lauf) einstellen;
- 6) Nachdem Sie ein Hilfsmikroskop anstelle des Okulars aufgestellt und auf ein scharfes Bild der Ringblende (hell) und des Phasenrings (dunkel) fokussiert haben, richten Sie diese beiden Ringe mit Hilfe der Zentrierschrauben des Kondensors KF-1 genau aus.

Nach dieser Einstellung können Sie mit der Beobachtung des Objekts beginnen, indem Sie das Okular wieder einstecken.

Der gewünschte Bildkontrast wird durch die gleichzeitige Betätigung von Analysator (linke Hand) und Kompensator (rechte Hand) beim direkten Blick in das Okular erreicht.

Ist eine wiederholte Betrachtung einer bestimmten Probe vorgesehen, ist es sinnvoll, festzuhalten, bei welchen Ablesungen auf der Skala des Analysators und der Kompensatortrommel der beste Bildkontrast erzielt wurde.

Wenn Sie bei der Beobachtung zu einem anderen Objektiv wechseln, sollten Sie die Voreinstellung ab Punkt 3 erneut vornehmen.

Die Arbeit mit einem variablen Phasenkontrastsystem erfordert eine ständige Kontrolle, um sicherzustellen, dass die richtige Beleuchtung beibehalten wird (bei geschlossener Beleuchtungsöffnung muss sich das scharfe Bild der Öffnung in der Mitte des Sichtfeldes befinden).

Achten Sie beim Arbeiten darauf, dass die Aperturblende des Kondensors vollständig geöffnet ist. Außerdem ist zu beachten, dass der Kompensator nur dann ein- und ausgeschaltet werden kann, wenn sich der Analysator in Nullstellung befindet.

Um mit der Beobachtung in einem Interferenzmikroskop-Kreislauf fortzufahren, sollte eine Voreinstellung vorgenommen werden:

1. Schalten Sie das Interferenzfilter und den Kompensator aus.
2. Setzen Sie den Buchstaben "I" auf den Düsenturm.
3. Stellen Sie den Fokus des Mikroskops auf das Objekt ein.
4. Stellen Sie die rote Zahl auf dem Kondensorradein, die der Objektivvergrößerung entspricht.
5. Mit Hilfe eines Hilfsmikroskops, das auf die Lichtschlitze der Blende gerichtet ist, wird durch Bewegen des Düsenrevolvers Rändel 3 (Abb. 3) ein Bild von dünnen Strichen der Interferenzplatte I erhalten.

6. Mit Hilfe der Zentrierschrauben des Kondensors sollte man eine exakte Ausrichtung der Lichtschlitze der Blende mit den dunklen Strichen der Platte erreichen. Durch eine leichte Drehung des Beobachtungsrohrs können die Schläge in die richtige Richtung gelenkt werden.

Bei der Beobachtung durch das Okular kann durch sehr kleine Bewegungen der Kondensorzentrierschrauben ein Interferenzmuster erzielt werden. Wenn das Interferenzbild die Form eines dunklen Bandes hat, das nur einen Teil des Feldes bedeckt, sollte man Ring 3 (Abb. 3) mit einer vorsichtigen Drehung drehen, um ein Bild zu erhalten, das im Feld am kontrastreichsten und gleichmäßigsten ist.

Bei der Beobachtung des Interferenzmusters mit einem anderen Mikroskopobjektiv sollte die Einstellung ab Punkt 4 vorgenommen werden.

Wenn das Präparat nach der Fokussierung gewechselt wird, sollte nur eine sehr kleine Bewegung der Zentrierschrauben des Kondensors verwendet werden, um das Interferenzmuster zu erhalten und es durch Verschieben des Tonnenrings zu verfeinern. Die Kontrastqualität des Interferenzmusters kann auch durch sehr kleine Bewegungen des Kondensors verändert werden.

Bei der Arbeit mit der MI-18-Halterung ist besonders darauf zu achten, dass die Oberflächen der oberen Linse des Kondensors, der Objektträgerlinse, der Deckglaslinse und der Frontlinse des Objektivs sauber sind

Methoden zur Beobachtung von Objekten, Methoden zur Vorbereitung von Präparaten und Methoden zur Entschlüsselung von Kontrastbildern, die mit dem MI-18-Gerät gewonnen wurden, müssen für jedes spezifische Fachgebiet (Histologie, Mikrobiologie, Botanik, Chemie usw.) während der praktischen Arbeit in Abhängigkeit von der Art des Objekts und der Forschungsaufgaben entwickelt werden.