

## Methode: Farbkontrastierungen und Stereobilder mit polarisiertem Licht und doppelbrechenden Platten

Literatur: MIKROKOSMOS 79, 28 - 30 (1990)

### Anwendungsbereich:

Alle Mikroskope mit HF-Kondensator und Filterträger

Im MIKROKOSMOS 78, H 11, 351-352 (1989) wurde beschrieben, daß ein Polarisationsfilter von 19 mm Durchmesser zusammen mit einem gleichgroßen

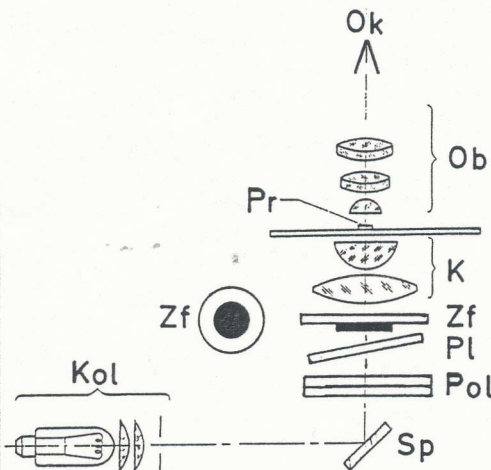


Bild 1: Rheinbergbeleuchtung ohne Farbfilter  
*Kol* Kollektor, *Sp* Spiegel, *Pol* Polarisator, *Pl* doppelbrechende Polystyrolplatte, *Zf* zentrales Polarisationsfilter, *K* Kondensator, *Pr* Präparat, *Ob* Objektiv, *Ok* zum Okular.

Rheinbergfilter im Filterträger des Hellfeldkondensators durch Drehen eines Polarisators auf der Lichtaustrittsöffnung des Mikroskopfußes den raschen Übergang vom Hellfeld zum Dunkelfeld bzw. zur Rheinbergbeleuchtung ermöglicht. Diese einfache Beleuchtungsanordnung (3) läßt sich noch variabler gestalten, wenn man zwischen den Polarisator und dem als Zentralblende dienenden Polarisationsfilter eine doppelbrechende Platte in den Strahlengang bringt. Ein Stück glasklares Polystyrol von einer Klarsichtdose wird oberhalb des Polarisators so angeordnet, daß diese Kunststoffplatte nicht nur gedreht, sondern auch gekippt werden kann. Der geschickte Bastler wird hier mehrere Möglichkeiten einer Lösung des Problems finden. Ich setze einfach ein 40 mm langes Kunststoffrohr (45 mm i.D.) auf den Polarisator, in dem eine Kunststoffplatte kippbar befestigt ist. Diese Vorrichtung ist drehbar. In der Kunststoffplatte wird das aus dem Polarisator kommende linear polarisierte Licht in eine ordentliche und eine außerordentliche Wellenfront aufgespalten, die aus der Platte mit einem gewissen Gangunterschied austreten. Nachdem sie das zentrale Polarisationsfilter, das jetzt als Analysator wirkt, verlassen haben, interferieren sie miteinander. Je nach der Größe des Gangunterschiedes zwischen ordentlicher und außerordentlicher Wellenfront entstehen dabei alle

Interferenzfarben von der ersten bis zur dritten Ordnung, jedoch nur in der Zone des zentralen Polfilters. Von der peripheren Zone des Kondensators wird das Objekt so schräg mit weißem Licht beleuchtet, daß dieses nicht ins Objektiv gelangt.

Das ist eine Rheinbergbeleuchtung ganz ohne Farbfilter (Bild 1). Die Farbe des Bilduntergrunds entsteht allein durch Interferenz, wobei die Farbtiefe durch Kippen und Drehen der Polystyrolplatte gesteuert werden kann. Zwischen Rot und Blau ist jeder beliebige Farbuntergrund einstellbar. Da Polystyrolplatten mit unterschiedlichen Wanddicken überall zu haben sind, besorgt man sich am besten gleich mehrere Platten und hat dann sicher eine dabei, mit der besonders satte Interferenzfarben erzeugt werden können.

Wenn man das zentrale Polarisationsfilter zusammen mit einem Rheinbergfilter in den Filterträger legt und durch Drehen des Polarisators einen schwarzen Untergrund, also Dunkelfeld erzeugt, so erhält man sofort Rheinbergbeleuchtung, wenn man, ohne den Polarisator zu drehen, die Polystyrolplatte in den Strahlengang bringt. Die Wirkung ist sehr verblüffend, wenn die Farbe des Bilduntergrundes von Schwarz auf z.B. Tiefblau umschlägt.

### Farbkontrastierung doppelbrechender Objekte

Mit der Polystyrolplatte können auch andere sehr schöne Farbeffekte erzielt werden. Man entfernt das als Zentralblende dienende Polarisationsfilter aus dem Filterträger des Kondensators und ordnet statt dessen ein Polarisationsfilter als Analysator zwischen Objektiv und Okular an. Man kann es auch in Steckfassung auf die Augenlinse des Okulars stecken. Ein für die Demonstration sehr gut geeignetes Präparat ist die in Balsam eingeschlossene Zwiebschale mit zahlreichen Kalziumoxalatkristallen. Bei gekreuzten Schwingungsrichtungen von Polarisator und Analysator, aber ohne doppelbrechende Polystyrolplatte, erscheinen die Oxalatkristalle farblos hell auf mehr oder weniger grauem bis dunklem Grund. Bringt man zusätzlich die Polystyrolplatte zwischen Polarisator und Kondensator, so kann man durch Drehen und Kippen dieser Platte jede beliebige Farbkontrastierung erreichen, z.B. grüne oder blaue Kristalle auf rotem Grund, rote Kristalle auf grünem Grund, leuchtend gelbe Kristalle auf blauem Grund usw. Schöne Farbeffekte erhält man auch bei anderen doppelbrechenden Objekten, wie Gesteinsdünnschliffen und Kristallschmelzen. Da sich die doppelbrechende Polystyrolplatte im Beleuchtungsstrahlengang befindet (Bild 2), spielt ihre schlechte optische Qualität keine Rolle.

### Schiefe Hellfeldbeleuchtung

Für den nächsten Versuch entfernt man den Analysator aus dem Abbildungsstrahlengang und legt statt dessen ein Polarisations-Halbfilter in den Filterträger des Kondensors (Bild 3). Es besteht aus zwei Filterhälften, deren Schwingungsrichtungen senkrecht aufeinander stehen. Man kann es leicht selbst herstellen, wenn man zwei Polarisatoren aus Kunststoff so aufeinanderlegt, daß die Schwingungsrichtungen gekreuzt sind (die Filter kein Licht durchlassen) und dann in dieser Stellung beide der Länge nach durchschneidet, also halbiert. Eine Hälfte des einen und eine Hälfte des anderen Filters werden dann mit einer Spur Zweikomponenten-

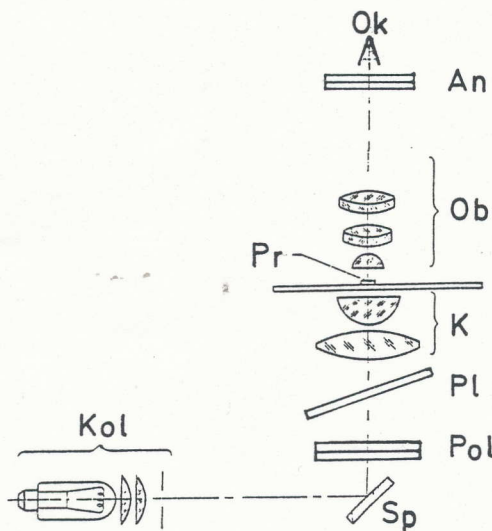


Bild 2: Farbkontrastierung doppelbrechender Objekte  
*Kol* Kollektor, *Sp* Spiegel, *Pol* Polarisator, *Pl* doppelbrechende Polystyrolplatte, *K* Kondensator, *Pr* Präparat, *Ob* Objektiv, *An* Analysator, *Ok* zum Okular.

tenkleber aneinanderg kittet. Mit einem Hilfsmikroskop orientiert man das im Filterträger des Kondensors liegende Halbfilter so, daß die Trennlinie von oben nach unten mitten durch die Austrittspupille des Objektivs verläuft. Als Testobjekt ist ein Diatomeenpräparat geeignet. Man stellt es unter Berücksichtigung der KÖHLERSchen Beleuchtung scharf ein und dreht den Polarisator auf der Lichtaustrittsöffnung des Mikroskopfußes um  $360^\circ$ . Dabei wird einmal die rechte und einmal die linke Hälfte des Beleuchtungsstrahlenganges vollkommen ausgelöscht. Es entsteht eine einseitige schiefe Beleuchtung, in den Zwischenstellungen jedoch Hellfeld mit mehr oder weniger großer Betonung der rechten oder linken Bildhälfte. Wenn man anstelle von Diatomeen die dickeren Radiolarien verwendet und das Bild einmal bei Ausblendung der rechten und danach bei Ausblendung der linken Beleuchtungsapertur fotografiert, so erhält man zwei Fotos (am besten sind Dias), die mit Hilfe eines Stereobildbetrachters ein verblüffend plastisches Raumbild liefern. Man ist aber nicht nur auf die Fotografie angewiesen, sondern kann das Raumbild mit dem binokularen Tubus direkt beobachten. Erforderlich sind lediglich zwei kleine Polarisationsfilter, die man entweder in Steckfassung auf die Augenlinse der Okulare steckt oder als ungefaßte Filter aus Kunststoff an eine geeignete Stelle in die Okulare legt. Der Polarisator wird von der Licht-

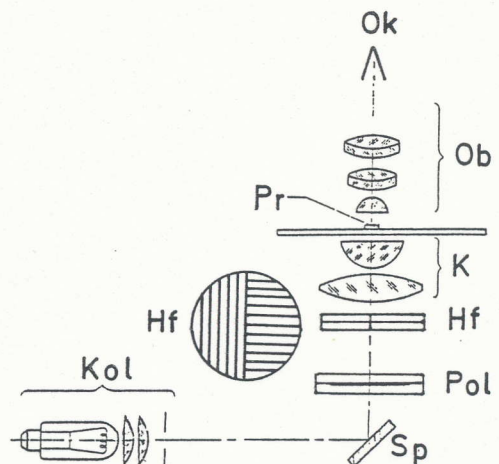


Bild 3: Schiefe Hellfeldbeleuchtung und stereoskopische Beobachtung  
*Kol* Kollektor, *Sp* Spiegel, *Pol* Polarisator, *Hf* Polarisationshalbfilter, *K* Kondensator, *Pr* Präparat, *Ob* Objektiv, *Ok* zum Okular.

austrittsöffnung des Mikroskopfußes entfernt. Die Okulare bzw. Filter müssen so gedreht werden, daß die beiden inneren Hälften der Beleuchtungsapertur ausgeblendet sind. Das kann man ganz einfach kontrollieren. Wenn man ein Okular mit Vorderblende, z.B. ein Weitfeld-Okular vom Ramsdentyp, direkt auf das mit dem Pol-Filter versehene Okular setzt, so sieht man den kleinen leuchtenden Kreis der Austrittspupille. Dann dreht man das Okular mit dem Pol-Filter so weit, daß beim rechten Okular die linke und beim linken Okular die rechte Hälfte des leuchtenden Kreises ausgeblendet wird. Mit beiden Augen sieht man jetzt ein sehr schönes stereoskopisches Bild der Radiolarien. Die Methode liefert auch bei starken Vergrößerungen gute Resultate, die besten jedoch bei schwachen bis mittleren Vergrößerungen von sehr plastischen Objekten. Wenn man zusätzlich eine Doppelblende aus Pappe in den Filterträger legt, ist der stereoskopische Effekt noch eindrucksvoller (2).

#### Literaturhinweise:

1. APPELT, H.: Einführung in die mikroskopischen Untersuchungsmethoden. 3. Auflage. Leipzig 1955.
2. GÖKE, G.: Moderne Methoden der Lichtmikroskopie. Franckh-Stuttgart 1988.
3. GÖKE, G.: Eine variable Dunkelfeld- und Rheinbergbeleuchtung. MIKROKOSMOS 78, 351-352 (1989).
4. WOLF, R. und K.-F. FISCHBACH: Räumliches Sehen im Lichtmikroskop. 1. Ein 3-D-Blick ins Fliegengehirn mit der Polarisationstechnik. MIKROKOSMOS 74, 257-266, 1985

Verfasser: Gerhard Göke, Bahnhofstr. 27, 5800 Hagen 1