

Interferenzfarben mit $\lambda/4$ + $\lambda/1$ -Filter

Mit dieser Dokumentation soll gezeigt werden wie sich das Einbringen von λ -Filtern in den Strahlengang zwischen zwei gekreuzten Polfiltern auswirkt.

Die λ -Filter sind nach links und rechts um jeweils 45° frei drehbar.

Wenn diese sich in der Stellung 0° (N-S Nord-Süd-Ausrichtung) befinden, ist ihr Einfluss auf die Interferenzfarbe ausgeschaltet. Es wird in meinem Beispiel ein schwarzer Hintergrund des Präparates sichtbar.

Dreht man nun z.B. den $\lambda/1$ -Filter in die Nordost-Südwest-Ausrichtung (NO-SW), also um 45° , so verändert sich die Hintergrundfarbe des Präparates ins Rötliche. Es kommt der Gangunterschied von ca. 560nm zu tragen. Bei einer Drehung des $\lambda/1$ -

Filters in NO-SW-Richtung hat der Gangunterschied einen positiven optischen Charakter, welches ich durch ein Plus-Zeichen (+ 560nm) ausdrücke.

Bei einer Drehung des $\lambda/1$ -Filters in NW-SO-Richtung, also um 45° , (Nordwest-Südost) hat der Gangunterschied einen negativen optischen Charakter, welches ich durch ein Minus-Zeichen (- 560nm) ausdrücke. Aber die Hintergrundfarbe des Präparates geht auch ins Rötliche.

Sinngemäß gilt dasselbe für den $\lambda/4$ -Filter. NO-SW-Ausrichtung bedeutet hierbei eine Veränderung der Hintergrundfarbe ins Gräuliche. Es entsteht ein Gangunterschied von ca. 140nm. NO-SW-Ausrichtung hat auch hier einen positiven optischen Charakter, welches ich durch ein Plus-Zeichen (+140nm) ausdrücke. Bei einer NW-SO-Ausrichtung verändert sich die Hintergrundfarbe ebenfalls ins Gräuliche. In diesem Fall liegt ein negativer optischer Charakter vor, welches ich durch ein Minus-Zeichen (-140nm) ausdrücke.

Die entstehenden Farben der Hintergrundfarben des Präparates sind in der Michel-Lévy-Farbtafel wieder zu finden. Diese Interferenzfarben sind jeweils einem Gangunterschied zugeordnet. Der Gangunterschied ist eine vorzeichenlose Zahl. Das Einbringen eines λ -Filters kann immer nur zu einer Verzögerung der Lichtwellen führen, niemals zu einer Beschleunigung. Deshalb muss folgendes gerechnet werden.

$\lambda/4$ -Filter - $\lambda/1$ -Filter oder **$\lambda/1$ -Filter - $\lambda/4$ -Filter**

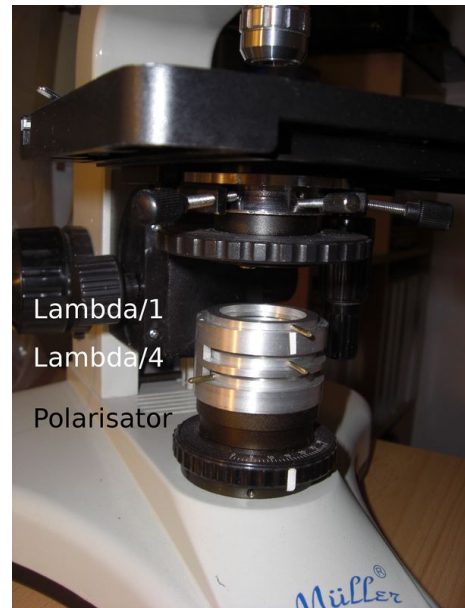
Der Unterschied liegt dabei nur im Vorzeichen des Ergebnisses.

z.B.

(+140nm) - (+560nm) = - 420nm oder (+560nm) - (+140nm) = + 420nm

Da der Gangunterschied aber Vorzeichenlos ist, ist das Ergebnis eine Betragszahl. Ich rechne bei meinen Überlegungen mit:

| $\lambda/4$ -Filter - $\lambda/1$ -Filter | = GF (Gangunterschied / Interferenzfarbe)



Interferenzfarben mit $\lambda/4$ + $\lambda/1$ -Filter

Versuchsdurchführung:

1. Die beiden Polfilter befinden sich in gekreuzter Stellung. Analysator in N-S-Ausrichtung (0°) und Polarisator in O-W-Ausrichtung (90°). Die beiden Polfilter bleiben während des Versuches in gekreuzter Stellung.
 $\lambda/4$ -Filter und $\lambda/1$ -Filter befinden sich in N-S-Ausrichtung, also 0° .
Die Hintergrundfarbe des Objektes, bei mir eine Schmelze mit Natriumcarbonat, ist Schwarz.

2. Der $\lambda/1$ -Filter bleibt in N-S-Ausrichtung (0°). Der $\lambda/4$ -Filter wird in NW-SO-Ausrichtung gebracht (45°). Die Hintergrundfarbe wechselt ins Gräuliche. Ein Nachsehen in der Michel-Lévy-Farbtabelle zeigt einen Gangunterschied von ca. 150nm. Das liegt im Rahmen, da der Hersteller der Filter $140 \text{ nm} \pm 20 \text{ nm}$ angibt. Das Licht hat jetzt einen negativen optischen Charakter.

Der $\lambda/1$ -Filter bleibt in N-S-Ausrichtung (0°). Der $\lambda/4$ -Filter wird in NO-SW-Ausrichtung gebracht (45°). Die Hintergrundfarbe wechselt ins Gräuliche. Ein Nachsehen in der Michel-Lévy-Farbtabelle zeigt einen Gangunterschied von ca. 150nm. Das liegt im Rahmen, da der Hersteller der Filter $140 \text{ nm} \pm 20 \text{ nm}$ angibt. Das Licht hat jetzt einen positiven optischen Charakter.

3. Der $\lambda/4$ -Filter bleibt in N-S-Ausrichtung (0°). Der $\lambda/1$ -Filter wird in NW-SO-Ausrichtung gebracht (45°). Die Hintergrundfarbe wechselt ins Rötliche. Ein Nachsehen in der Michel-Lévy-Farbtabelle zeigt einen Gangunterschied von ca. 550nm. Das liegt im Rahmen, da der Hersteller der Filter $560 \text{ nm} \pm 20 \text{ nm}$ angibt. Das Licht hat jetzt einen negativen optischen Charakter.

Der $\lambda/4$ -Filter bleibt in N-S-Ausrichtung (0°). Der $\lambda/1$ -Filter wird in NO-SW-Ausrichtung gebracht (45°). Die Hintergrundfarbe wechselt ins Rötliche. Ein Nachsehen in der Michel-Lévy-Farbtabelle zeigt einen Gangunterschied von ca. 550nm. Das liegt im Rahmen, da der Hersteller der Filter $560 \text{ nm} \pm 20 \text{ nm}$ angibt. Das Licht hat jetzt einen positiven optischen Charakter.

Interferenzfarben mit $\lambda/4$ + $\lambda/1$ -Filter

4. Der $\lambda/1$ -Filter wird in NW-SO-Richtung ausgerichtet (-560nm). Der $\lambda/4$ -Filter wird in NW-SO-Ausrichtung gebracht (-140nm). Die Hintergrundfarbe wechselt in Gelbliche. Ein Nachsehen in der Michel-Lévy-Farbtabelle zeigt einen Gangunterschied von ca. 360nm. Das liegt im Tolleranzrahmen. Es kommt hier zum so genannten Subtraktionsfall.

$$|\lambda/4\text{-Filter} - \lambda/1\text{-Filter}| = \text{GF} = |(-140\text{nm}) - (-560\text{nm})| = 420\text{nm}$$

Der $\lambda/1$ -Filter wird in NW-SO-Richtung ausgerichtet (-560nm). Der $\lambda/4$ -Filter wird in NO-SW-Ausrichtung gebracht (+140nm). Die Hintergrundfarbe wechselt in Bläuliche. Ein Nachsehen in der Michel-Lévy-Farbtabelle zeigt einen Gangunterschied von ca. 660nm. Das liegt im Tolleranzrahmen. Es kommt hier zum so genannten Additionsfall.

$$|\lambda/4\text{-Filter} - \lambda/1\text{-Filter}| = \text{GF} = |(+140\text{nm}) - (-560\text{nm})| = 700\text{nm}$$

5. Der $\lambda/1$ -Filter wird in NO-SW-Richtung ausgerichtet (+560nm). Der $\lambda/4$ -Filter wird in NW-SO-Ausrichtung gebracht (-140nm). Die Hintergrundfarbe wechselt in Bläuliche. Ein Nachsehen in der Michel-Lévy-Farbtabelle zeigt einen Gangunterschied von ca. 660nm. Das liegt im Tolleranzrahmen. Es kommt hier zum so genannten Subtraktionsfall.

$$|\lambda/4\text{-Filter} - \lambda/1\text{-Filter}| = \text{GF} = |(-140\text{nm}) - (+560\text{nm})| = 700\text{nm}$$

Der $\lambda/1$ -Filter wird in NO-SW-Richtung ausgerichtet (+560nm). Der $\lambda/4$ -Filter wird in NO-SW-Ausrichtung gebracht (+140nm). Die Hintergrundfarbe wechselt in Gelbliche. Ein Nachsehen in der Michel-Lévy-Farbtabelle zeigt einen Gangunterschied von ca. 360nm. Das liegt im Tolleranzrahmen. Es kommt hier zum so genannten Additionsfall.

$$|\lambda/4\text{-Filter} - \lambda/1\text{-Filter}| = \text{GF} = |(+140\text{nm}) - (+560\text{nm})| = 420\text{nm}$$

Literatur:

Wikipedia / Polarisationsfilter

Wikipedia / Verzögerungsplatte

Wikipedia / Doppelbrechung

Polarisation des Lichts Anleitung zum Anfängerpraktikum

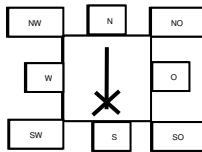
Optische Mikroskopie Jörg Haus

Uni Regensburg/Fakultät II - Physik

Interferenzfarben mit $\lambda/4$ + $\lambda/1$ -Filter

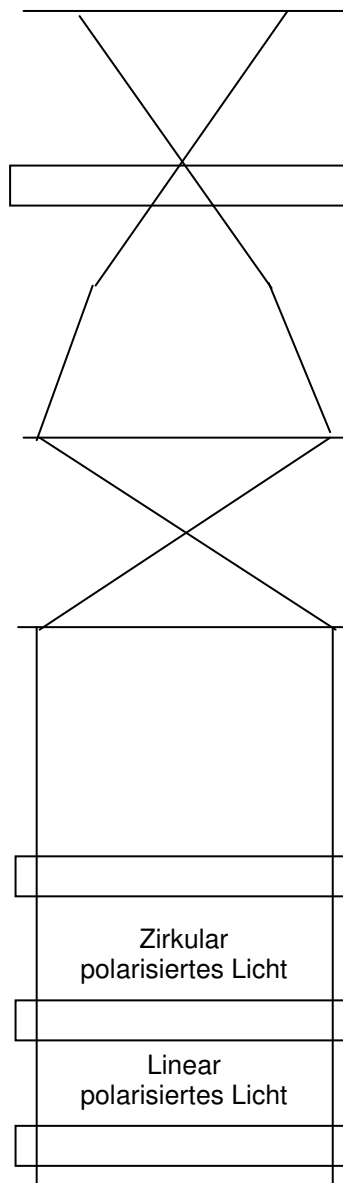
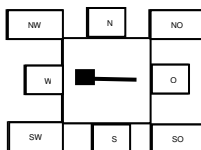
Anordnung der optischen Elemente

Lage des
Analysators in
gekreuzter Stellung



Na_2CO_3
Natriumcarbonat

Lage des
Polarisators in
gekreuzter Stellung



Zwischenbild

Analysator

Objektiv

Objekt

Kondensor

$\lambda / 1$ -Kompensator

$\lambda / 4$ -Kompensator

Polarisator

Beleuchtung des BIOLAB
6V / 20W Halogen

Käsemann-Filter:

$\lambda / 1$ -Filter Gangunterschied laut Hersteller: $560 \text{ nm} \pm 20 \text{ nm}$

$\lambda / 4$ -Filter Gangunterschied laut Hersteller: $140 \text{ nm} \pm 20 \text{ nm}$

Der Analysator steht fest.

Der Polarisator und die beiden Kompensatoren sind drehbar.

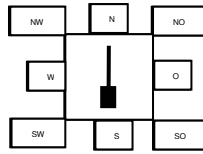
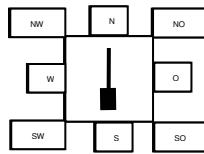
Interferenzfarben mit $\lambda/4$ + $\lambda/1$ -Filter

mit gekreuzten Polarisatoren und Stellungen der λ -Filter.

$\lambda / 4$

$\lambda / 1$

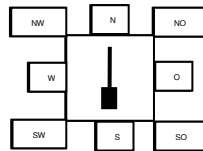
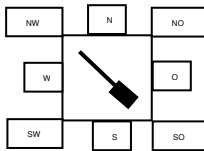
Gangunterschied [nm]
Farbe nach Michel-Lévy-Tafel || gerechnet



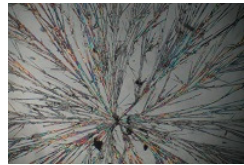
ca. 0



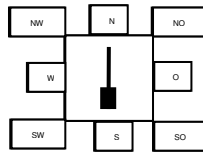
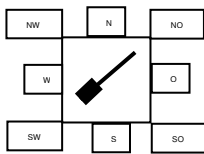
0nm ± 20 nm
(angenommener Wert)
 $\lambda/4$ - und $\lambda/1$ -Filter neutrale Lage



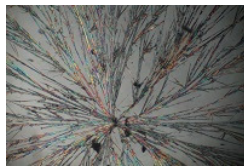
ca. 150



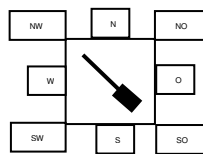
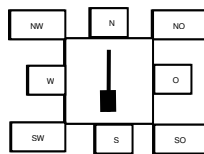
- (140nm ± 20 nm)
negativen optischen Charakter
 $\lambda/4$ -Filter NW - SO



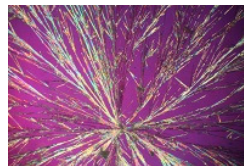
ca. 150



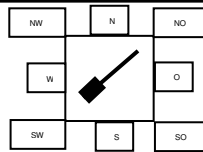
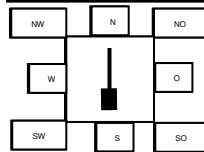
+ (140nm ± 20 nm)
positiven optischen Charakter
 $\lambda/4$ -Filter NO - SW



ca. 550



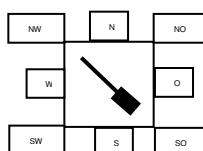
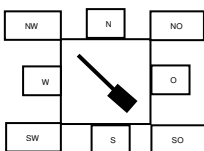
- (560nm ± 20 nm)
negativen optischen Charakter
 $\lambda/1$ -Filter NW - SO



ca. 550



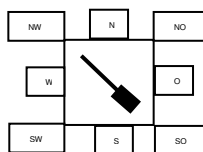
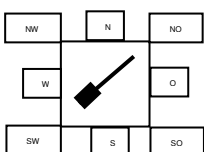
+ (560nm ± 20 nm)
positiven optischen Charakter
 $\lambda/1$ -Filter NO - SW



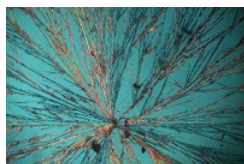
ca. 360



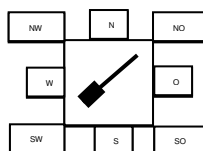
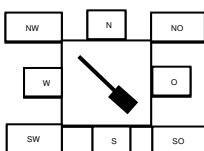
$| (-140) - (-560) | =$
Subtraktionsfall
+ 420nm ± 60 nm |



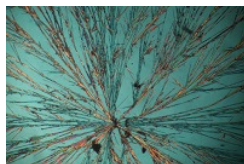
ca. 660



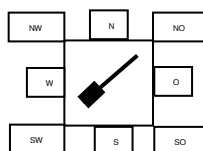
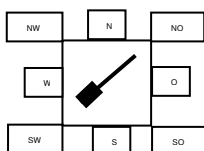
$| (+140) - (-560) | =$
Additionsfall
+ 700nm ± 60 nm |



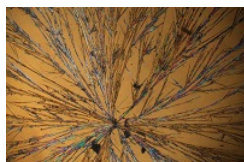
ca. 660



$| (-140) - (+560) | =$
Subtraktionsfall
- 700nm ± 60 nm |



ca. 360



$| (+140) - (+560) | =$
Additionsfall
- 420nm ± 60 nm |

Interferenzfarben mit $\lambda/4 + \lambda/1$ -Filter

