

AB: Doppelbrechung und Interferenzfarben

Einleitung

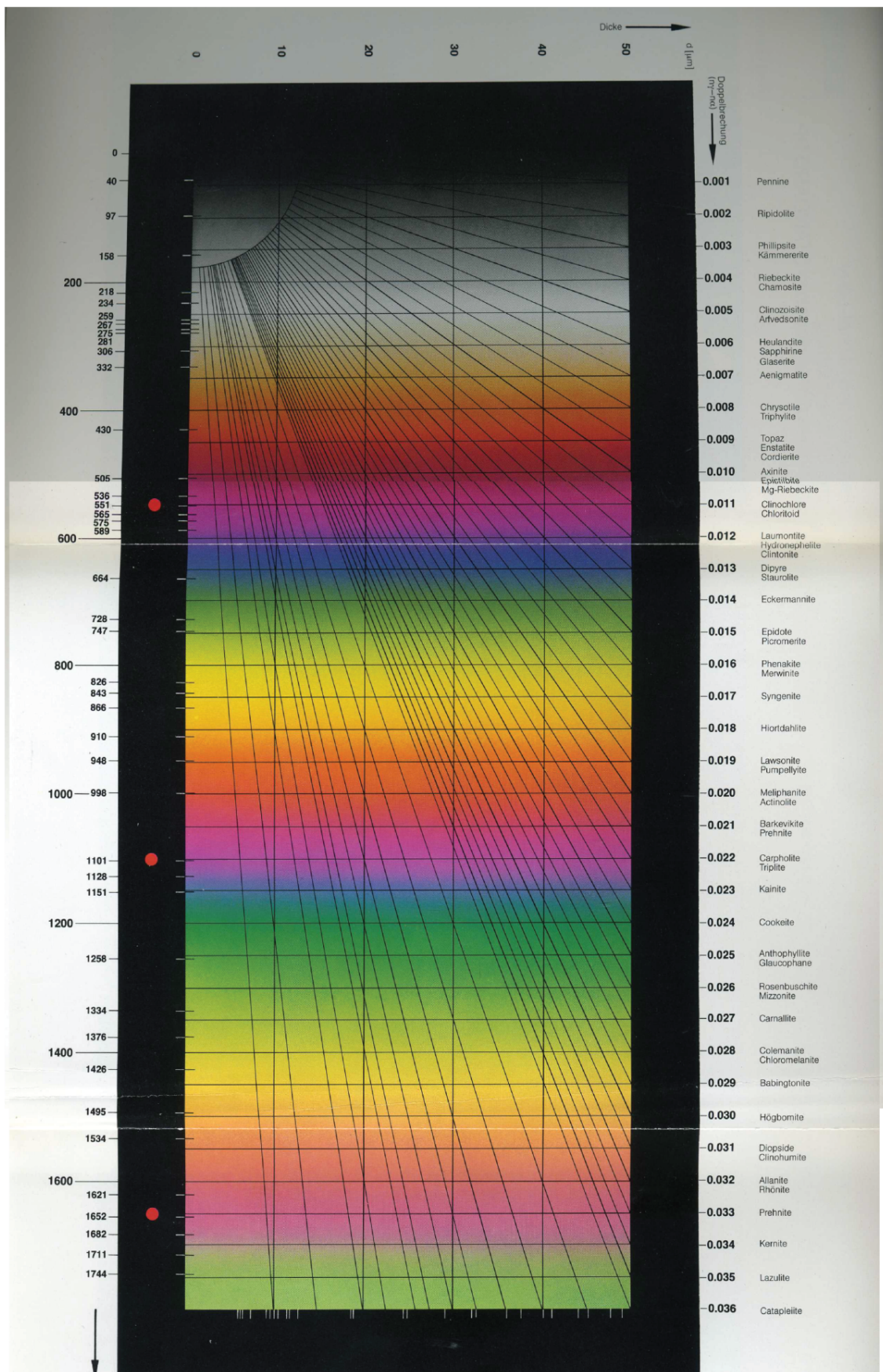
Doppelbrechung ist ein Phänomen, das bei allen (außer kubischen) Kristallen auftritt, auch wenn der Effekt meistens so schwach ist, dass man es nicht ohne Hilfsmittel erkennen kann. Die unterschiedliche Geschwindigkeit der beiden sich im Kristall ausbreitenden Wellen führt jedoch stets dazu, dass eine der beiden Wellen einen Vorsprung (**Phasenverschiebung**) zu der anderen bekommt. Dieser Vorsprung ist umso größer, je größer die Doppelbrechung Δ und die Dicke d des Kristalls ist. Es gilt

$$\Gamma = d \cdot \Delta \quad (1)$$

Weißes Licht besteht aus elektromagnetischer Strahlung mit **Wellenlängen** im Bereich von $\lambda = 400\text{--}700\text{ nm}$, wobei unterschiedliche Wellenlängen unterschiedlichen Farben entsprechen (violett: $\lambda = 400\text{ nm}$, rot: $\lambda = 700\text{ nm}$). Beim Austritt aus dem Kristall überlagern sich die beiden oben beschriebenen Wellen (**Interferenz**) und können sich bei geeigneter Verschiebung¹ genau auslöschen. Auf diese Weise fehlen dem Lichtspektrum einige „Farben“ und das Restspektrum erscheint uns bunt (Abb. 1).

Auf der folgenden Seite ist die Farbtabelle nach Michel-Lévy dargestellt. Der Gangunterschied (gleichbedeutend mit einer Interferenzfarbe) ist auf der x-Achse aufgetragen (0–1800 nm), die Dicke auf der y-Achse (0–50 μm). Kristalle (bzw. Kristallschnitte) folgen je nach Doppelbrechung einer der diagonal eingezeichneten Geraden gemäß Gleichung (1). Mit steigendem Gangunterschied kehren die Farben in regelmäßigen Abständen wieder (sog. Ordnungen), und werden dabei zu höherer Ordnung immer blasser, bis bei sehr großem Gangunterschied die Interferenzfarben beige erscheinen (sogenanntes „Weiß höherer Ordnung“, hier nicht dargestellt).

¹Hierzu werden zwei senkrecht zueinanderstehende (gekreuzte) Polarisatoren benötigt. Der Kristall befindet sich zwischen den Polarisatoren. Aufgrund von Richtungsänderungen beim Ein- und Austritt in bzw. aus dem Kristall kommt es zur Auslöschung, wenn der Gangunterschied ein ganzzahliges Vielfaches von der entsprechenden Wellenlänge beträgt. Folglich kommt es zu keiner Auslöschung, wenn kein Kristall im Strahlengang ist ($d=0$).



Aufgabe 1: Doppelbrechung: Interferenzfarben im polarisierten Licht

Für diese Experimente brauchen wir eine polarisierende Lichtquelle. Dazu kann man einen modernen LED-Bildschirm verwenden, meistens funktioniert auch ein Smartphone-Display, auf dem Ihr einfach einen hellen Untergrund wählt. Verwendet dafür die Polarisationsfolie. Testet vorher, ob der Polarisator auch keine Strahlung des Bildschirms durchlässt (dabei muss der Polarisator im Uhrzeigersinn gedreht werden, bis die geeignete Stellung erreicht ist). Sollte das Display nicht die gewünschte Polarisation haben, braucht man zwei Polarisatoren, eine direkt auf der Lichtquelle und eine oberhalb der Probe.

1.1 Legt eine Kristallscheibe (z.B. Glimmer), einen Kristallsplitter (Calcit-Bruchstück, Sandkorn) oder einen Gesteinsdünnschliff auf die polarisierende Lichtquelle. Nehmt den Linear-Polarisator, haltet diesen über das Smartphone-Display mit Kristall und rotiert den Polarisator solange, bis die Anzeige außerhalb der Kristallscheibe dunkel erscheint. Die Kristallscheibe sollte nun eine Interferenzfarbe zeigen (auch beige oder weiß sind Farben). Wenn die Kristallscheibe dunkel bleibt, dreht diese um ca. 45° gegenüber dem Display und versucht es noch einmal.

1.2 Wiederholt die Experimente von 1.1 mit zwei aufeinanderliegenden Objekten (z.B. zwei Glimmerscheiben, Dünnschliff + Glimmerscheibe). Notiert die Beobachtungen und diskutiert/interpretiert die Ergebnisse.

1.3 Ritzt mit einem Messer vorsichtig ein Muster in die Glimmerscheibe und wiederholt das Experiment 1.1. Notiert die Abfolge der Farben und versucht durch weitere Verringerung der Dicke herauszufinden, welches der maximale Gangunterschied des Plättchens ist.