

## 8. Feinstaub und Mehrfachinterferenzen

### Inhalt

8.1. Ein Aufbau mit doppelter Interferenz. ....	1
8.2. Eine Interferenz einer Interferenz und ihre Umkehrung.....	3
8.3. Einige weitere Mehrfachinterferenzen.....	4

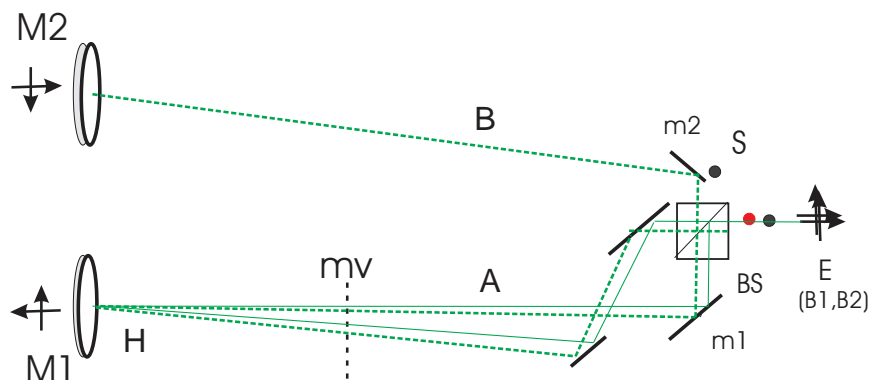
### 8.1. Ein Aufbau mit doppelter Interferenz.

Als Nächstes fragten wir uns, ob wir zwei Interferenzen miteinander interferieren lassen könnten und welche Bilder dies erzeugen würde. Wir durchsuchten das Internet, um zu sehen, ob so etwas schon einmal gemacht wurde. Aber vielleicht haben wir nicht genug gesucht, denn wir haben nichts dergleichen gefunden.

Wenn wir einen Moment bei diesem Gedanken verweilen, scheint es uns, dass ein Aufbau mit einer solchen doppelten Interferenz viel schwieriger zu bauen sein wird, aber wenn er gelingt, könnte er zu einem außergewöhnlich empfindlichen Instrument werden. Die kleinste Bewegung in einem solchen Aufbau wird sofort zu einer großen Farbverschiebung und Farbfülle führen.

Entwickeln und bauen Sie also einen Aufbau, bei dem zwei unterschiedliche Interferenzen zusammenkommen. Also nicht zwei Lichtstrahlen, die sich miteinander vermischen. Sondern zwei Interferenzen, die wir miteinander interferieren lassen wollen. Was dabei herauskommt, sehen wir auf dem Bild unten.

Schauen wir uns die Zeichnung unten an. Der Einfachheit halber haben wir nur das Laserlicht gezeichnet und die divergierenden und konvergierenden Strahlen weggelassen.

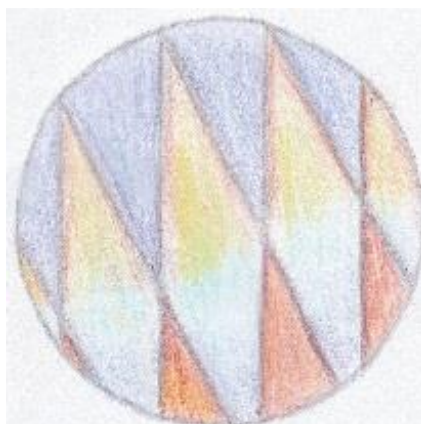


Das System A unten zeigt den Grundaufbau mit gleichem Lichtweg. Die Buchstaben mv stehen für den kleinen Planspiegel. Der Großbuchstabe H steht für die Position der Hand direkt vor dem Spiegel M1. Wir drehen M1 leicht, so dass das reflektierte Licht m1 und Bs nicht an der gleichen Stelle erreicht, sondern einige mm daneben. Der nach m2 austretende Strahl ergibt ein Interferenzbild, aber wegen des, sagen wir, nicht optimalen, nicht axialen Lichtweges ergibt dieses Bild einige Interferenzlinien. Diese sind in E zu sehen, direkt neben der Stelle, an der der Laser den Teiler Bs beleuchtet.

Wir sind jedoch fasziniert von dem Interferenzlicht, das von m2 in Richtung des Spiegels M2 divergiert. Nach der Reflexion kehrt dieses Licht zurück und läuft über m2 zu Bs. Das Ergebnis sind also zwei Interferenzen, die sich gegenseitig stören.

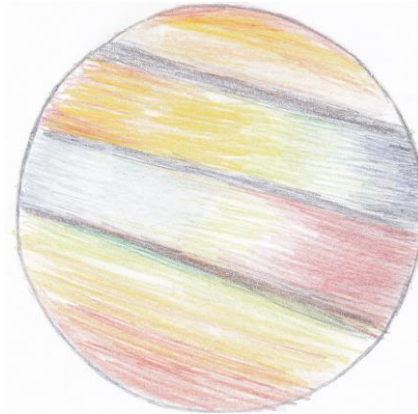
In E sieht man vom Splitter aus zwei Bildpunkte nebeneinander. Der erste „Punkt“, eigentlich eine kleine Ebene, zeigt uns die erste Interferenz der Grundeinstellung. Der zweite Bildpunkt, gleich daneben, und die Stelle, an der der Laser in den Aufbau eintritt, zeigt das Bild mit der doppelten Interferenz. Dieses Bild hat nur die Hälfte der Leuchtkraft des ersten Bildes. Das ist verständlich, denn das Licht, das durch den Splitter nach S gelangt, geht für den Beobachter verloren.

Wenn wir dann in E schauen, um zu sehen, was von der doppelten Interferenz zu sehen ist, sehen wir, was in der Zeichnung unten gezeigt wird. Wir sehen einige vertikale Interferenzlinien, die von schrägen Interferenzlinien gekreuzt werden. Wir sehen auch, dass sich ihre Farben vermischen und ein schönes symmetrisches Muster entsteht.



Die kleinste Bewegung auf einer der stellaren Linien erzeugt ein weiteres kaleidoskopisches Muster mit einer Reihe von anderen Farben. Es ist jedoch faszinierend, all

diese wechselnden Farben zu betrachten. Unten laufen die beiden Interferenzen etwas zusammen. Man kann Verfärbungen in den Bändern selbst sehen.

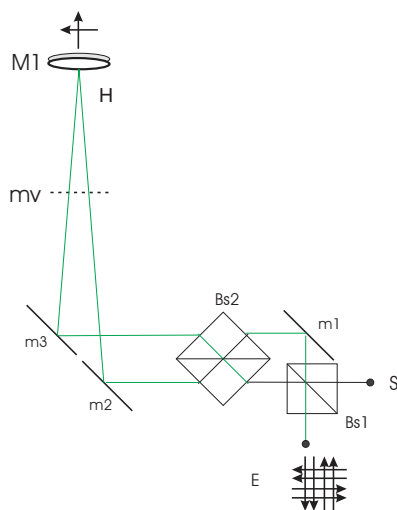


Bringt man den Zeigefinger in die Anordnung ein, zeigen sich praktisch keine Farbverschiebungen. Die Anordnung muss mit größerer Präzision gebaut werden, so dass eine einzige Mischfarbe die gesamte Spiegelfläche ausfüllt. Diese Präzision haben wir nicht erreichen können.

### 8.2. Eine Interferenz einer Interferenz und ihre Umkehrung.

Der folgende Aufbau zeigt uns auch eine doppelte Interferenz. Die vertikalen Interferenzstreifen sind auf der rechten Seite zu sehen, aber im Hintergrund sind auch die Interferenzen dieser Streifen zu sehen. Da es sich um eine Inversion handelt, ist das Bild nicht stabil.

Eine perfekt ausgerichtete Anordnung würde nur eine einzige Mischfarbe ergeben und wäre eine hypersensible Anordnung. Aber diese Präzision zu erreichen, auch weil es sich um eine Umkehrung handelt, ist einem Amateur nicht gegeben.

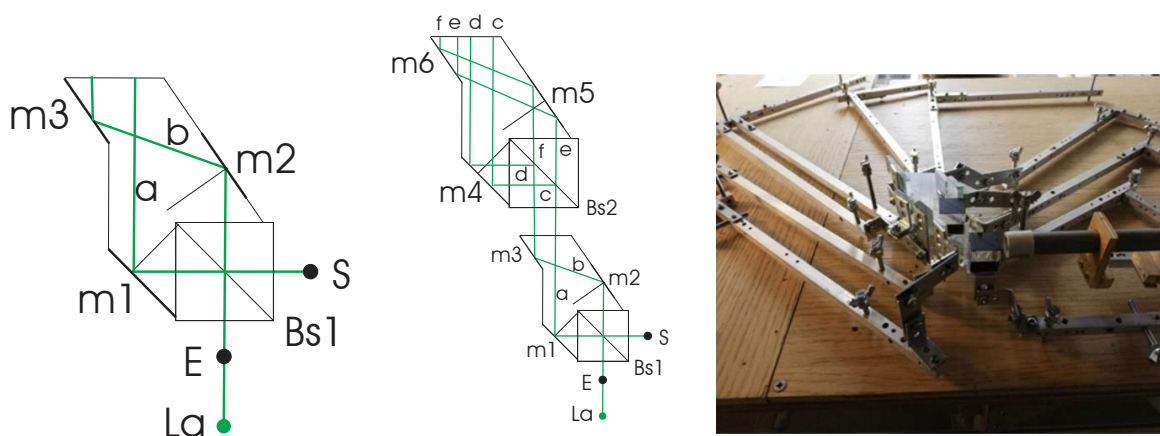


### 8.3. Einige weitere Mehrfachinterferenzen.

Erinnern Sie sich in der Zeichnung unten links an die Karte aus Abschnitt 6.3. Sie diente dort als „Substrat“ für den Splitter, und dies, um eine Anordnung mit gleichem Lichtweg aufzubauen. Nichts hindert uns daran, eine zweite Karte an sie anzuschließen. Hier sehen wir den Verteiler Bs2 und die Flachspiegel m4, m5 und m6. Der Lichtweg a, den wir darauf sehen, verdoppelt sich in die Teilstrahlen c und e, der Lichtweg b teilt sich in die Teilstrahlen d und f. Diese vier Strahlen konvergieren auf dem Hauptspiegel. Nach der Reflexion konvergiert der Strahl f in c und umgekehrt, und der Strahl e konvergiert in d und umgekehrt.

Im Teiler Bs2 konvergieren die vier Strahlen paarweise, so dass zwei Interferenzen entstehen. Schließlich interferieren diese Interferenzen in Bs1 miteinander. Wir sehen also eine doppelte Interferenz in E. Auf der rechten Seite sehen wir ein Detail des Aufbaus.

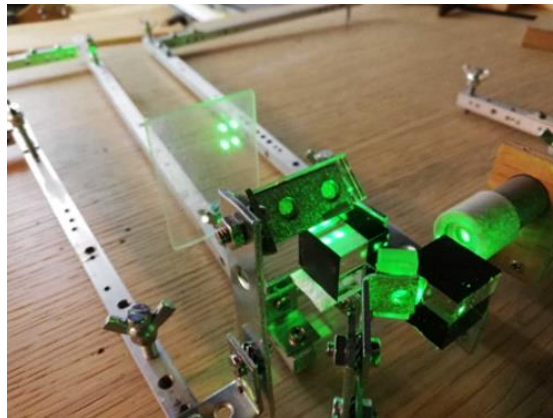
Wir haben diesen Aufbau fertiggestellt, aber es traten immer wieder Interferenzlinien auf. Es ist uns nicht gelungen, sie mit der erforderlichen Genauigkeit zu justieren. Es ist keine leichte Aufgabe, etwa hundert Schrauben richtig einzustellen. Auch hier muss die Ausrichtung mit größeren Flachspiegeln erfolgen, um alles genau zu justieren. Auf dem Foto unten sind nur die vertikalen Einstellschrauben vorhanden, die horizontalen noch nicht. Diese müssen sich dann gegen eine senkrecht montierte Holz- oder Metallplatte abstoßen können, aber mit einem Gummiband dagegen gezogen werden. Eine ziemliche Arbeit, denn jedes optische Bauteil benötigt drei horizontale und drei vertikale Justierschrauben, die alle konisch aufgebohrt und unten mit einem Konus versehen sind. Außerdem behindern diese Platten bei der Justierung mit dem Laser das Laserlicht.



Eine verbesserte Version des vorherigen Aufbaus besteht darin, den zweiten Teiler Bs2 um 90 Grad zu drehen. Die Teilstrahlen f und e befinden sich dann nicht neben den Teilstrahlen d und c, sondern direkt über ihnen. Dadurch wird die Parallaxe kleiner.

In der Abbildung unten haben wir eine solche Anordnung gebaut, allerdings mit dem Grundaufbau, d.h. mit einem ungeraden Lichtweg. Diese Anordnung benötigt nur zwei Flachspiegel und ist daher viel einfacher zu bauen. Wir hofften, damit sehr breite Interferenzlinien zu erhalten, möglicherweise so breit, dass sie die gesamte Spiegelfläche ausfüllen. Aber das hat nicht geklappt.

Das Foto zeigt die Lichtquelle, die beiden Teiler und die beiden Flachspiegel. Gleich hinter dem zweiten Teiler haben wir eine Plastikplatte angebracht. Auf dieser kann man deutlich die vier Laserpunkte sehen, 2 pro 2 übereinander. Im vorherigen Aufbau sahen wir ebenfalls vier Laserpunkte, allerdings in einer Reihe nebeneinander. Abschließend sei angemerkt, dass es sich bei den beiden letzten Aufbauten nicht um Umkehrinterferometer handelt.



Schließlich sind noch viele Kombinationen möglich, aber die hier erforderliche Genauigkeit ist keine Aufgabe mehr für einen Amateur.

Wir sehen den idealen Mehrfachinterferenzaufbau als ein hochempfindliches Instrument. Eine minimale Interferenz führt hier zu einer maximalen Verschiebung, entweder von Farben bei ausreichendem Licht oder von Schatten, die bei dunklerer Beleuchtung sichtbar werden. Wichtig ist, dass die gesamte Spiegelfläche hier nur eine einzige Mischfarbe oder destruktive Interferenz zeigt. Besteht die Mischfarbe aus mehr als einer Interferenz, so liegt es auf der Hand, dass diese eine höhere Empfindlichkeit aufweist und somit - im wahrsten Sinne des Wortes - mehr dem Licht oder im anderen Fall der Dämmerung nachgibt.