

WIE ENTSTEHT DAS INTERFERENZ- MUSTER AM MICHELSON- INTERFEROMETER?

Der Strahlteiler ist das wichtigste Element beim Michelson-Interferometer. Dort wird das Laserlicht sowohl **reflektiert** (Wegstrecke S_1) als auch **transmittiert** (Wegstrecke S_2). Am Ende beider Wegstrecken steht je ein Spiegel, so dass die Wegstrecken zweimal durchlaufen werden. Das Licht wird am Strahlteiler dann ein zweites Mal sowohl reflektiert als auch transmittiert. Ein Teil vom Licht (S_1 : Erst Reflektion, dann Transmission, S_2 : Erst Transmission, dann Reflektion) wird auf dem Schirm sichtbar, wo beide Teilstrahlen überlagern.



Strahlteiler

Wenn Licht auf einen Strahlteiler trifft, wird ein Teil des Lichtes gespiegelt (*reflektiert*) und ein Teil durchgelassen (*transmittiert*). Aus dem Alltag kennt man ähnliches Verhalten von Fensterscheiben. Im Gegensatz zu Fensterscheiben wird bei Strahlteilern genau die Hälfte des Lichtes transmittiert und die andere Hälfte reflektiert.

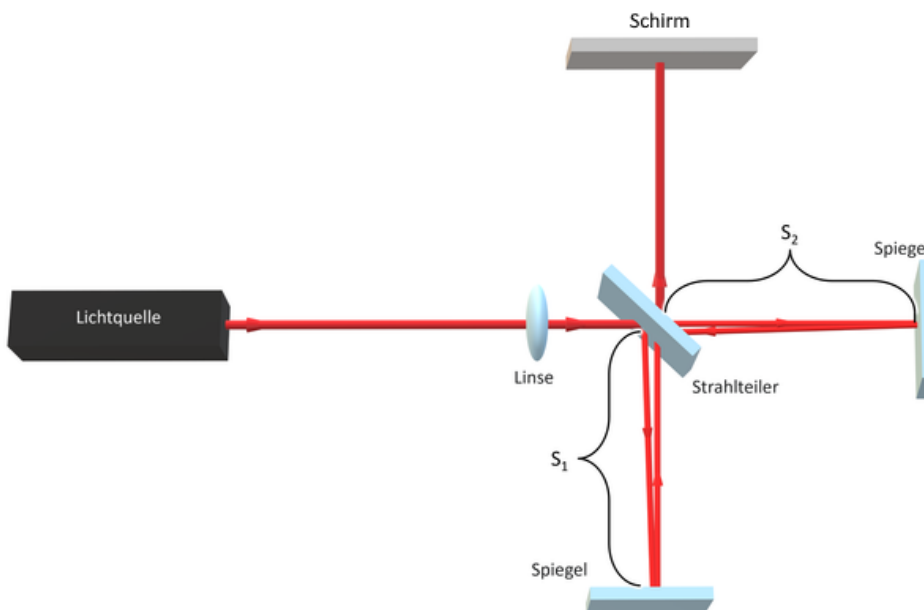


Abb. 1 – Auf dem Schirm überlagert sich das Licht der beide Teilstrahlen.

Auf dem Schirm kann Interferenz beobachtet werden, wenn das Interferometer richtig justiert ist. Durch eine *Linse* kann dafür gesorgt werden, dass sich ein großes Kreismuster bildet, das auch mit bloßem Auge gut zu erkennen ist. Der Einfachheit halber betrachten wir im folgenden nur das Interferenzverhalten in der Mitte des Kreismusters.

INTERFERENZVERHALTEN BEIM MICHELSON INTERFEROMETER

Wir modellieren das Laserlicht als elektromagnetische Welle mit Wellenlänge $\lambda = 650\text{nm}$ (rotes Licht). Die beiden sinusförmigen Teilstrahlen unterscheiden sich nur in der zurückgelegten Wegstrecke. Dadurch verändert sich nicht die Wellenlänge wohl aber die Orte von Maxima und Minima der Teilwellen (Abb. 2).

Die Art des Interferenzverhaltens hängt beim Michelson Interferometer also vom Längenunterschied der Strecken S_1 und S_2 ab (Abb 2). Im einfachsten Fall sind beide Strecken gleich. Dann ergibt sich kein *Gangunterschied* und die Maxima der beiden Teilwellen liegen genau übereinander. In diesem Fall kommt es (im Zentrum des Musters) zu **konstruktiver Interferenz**.

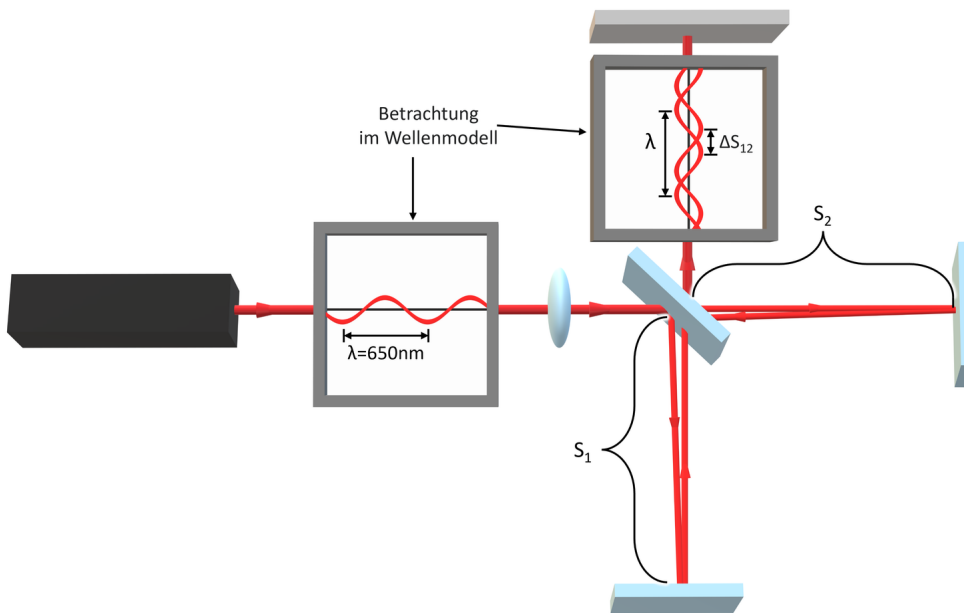


Abb. 2 – Betrachtung des Michelson Interferometers im Wellenmodell

Um eine allgemeine Voraussage darüber zu machen, welches Interferenzverhalten sich ergibt, muss eine Formel für den *Gangunterschied* ΔS aufgestellt werden. Weil beide Teilstrahlen die Strecke zwischen Laser und Strahlteiler und die Strecke zwischen Strahlteiler und Schirm gemeinsam zurücklegen, haben nur die Strecken S_1 und S_2 einen Einfluss auf den Gangunterschied. Weil S_1 und S_2 jeweils zwei mal zurückgelegt werden, ergibt sich:

$$\Delta S = 2 \cdot |S_1 - S_2|$$

- ① Leite die Bedingung für **konstruktive** bzw. **destruktive** Interferenz in Abhängigkeit vom Gangunterschied ΔS her.

Lösung 1

Leite die Bedingung für konstruktive bzw. destruktive Interferenz in Abhängigkeit vom Gangunterschied ΔS her.

Konstruktive Interferenz:

$$\Delta S = \lambda \cdot n \text{ für } n = 0, 1, 2, \dots$$

$$\text{Bzw. } 2 \cdot |S_1 - S_2| = \lambda \cdot n \text{ für } n = 0, 1, 2, \dots$$

Destruktive Interferenz:

$$\Delta S = \lambda \cdot \left(n + \frac{1}{2}\right) \text{ für } n = 0, 1, 2, \dots$$

$$\text{Bzw. } 2 \cdot |S_1 - S_2| = \lambda \cdot \left(n + \frac{1}{2}\right) \text{ für } n = 0, 1, 2, \dots$$



Konstruktive Interferenz

Bei konstruktiver Interferenz zwischen den Teilwellen trifft Wellenberg auf Wellenberg.



Gangunterschied

Der Gangunterschied ΔS ist die Differenz der zurückgelegten Wege zweier Wellen. Zusammen mit der Wellenlänge lassen sich aus dem Gangunterschied die Bedingungen für konstruktive und destruktive Interferenz herleiten.



Destruktive Interferenz

Bei destruktiver Interferenz zwischen den Teilwellen trifft Wellental auf Wellental.