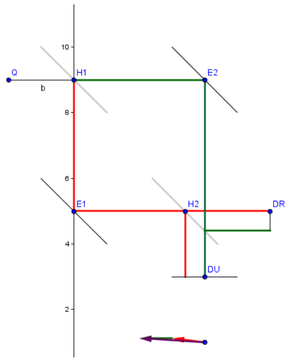
Welcher- Weg- Information am Mach-Zehnder-Interferometer

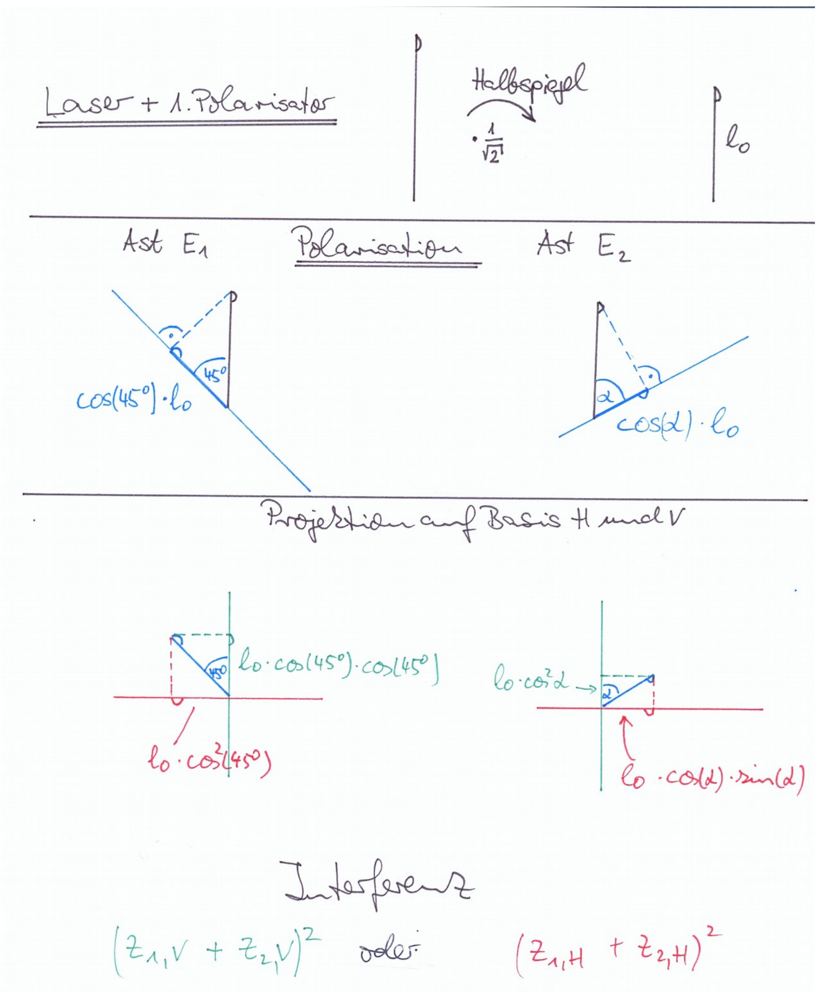
[WWI_MZI.ggb](WWI_MZI.ggb)

Die Modellation verwendet folgenden Aufbau:



Im Experiment wird zunächst vor H1 das Laserlicht vertikal polarisiert. In den Zweigen über E1 bzw. wird danach WWI erzeugt durch zwei Polarisatoren. Der im Zweig 1 steht dabei auf 45°, der im anderen Zweig ist variabel.

Dann kann man die zugehörigen Zeigerlängen folgendermaßen bestimmen:

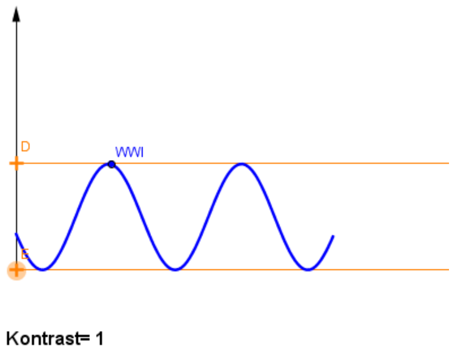


Das geschieht in der Modellation MZI_WWI mit Hilfe der Zeiger

$u1 = -0.99 + 0.12i$
$u1h = -0.5 + 0.06i$
$u1v = -0.5 + 0.06i$
$u2 = -1 - 0i$
$u2h = 0.4 + 0i$
$u2v = -0.21 - 0i$

Dabei ist u1 der Zeiger für die Verbindung über E1 zum unteren Detektor, u1h ein dazu gleichphasiger Zeiger mit der zur Projektion auf den horizontalen Basiszustand gehörigen Länge, u2h ein zu u2 gleichphasiger Zeiger mit der durch Projektion ermittelten Länge für die Verbindung über E2 und so weiter entsprechend.

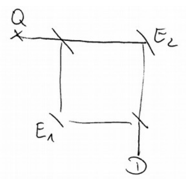
Im Diagramm dargestellt ist $(u1h+u2h)^2 + (u1v+u2v)^2$ über der Lage des zweiten Halbspiegels.



Mit dem Schieberegler kann der Winkel des einen Polarisators verändert werden.

Mittels der orangefarbigen Kreuze kann zu einer gegebenen Winkelgröße der Kontrast des Musters gemäß $k(\alpha)=\frac{Max-Min}{Max+Min}$ bestimmt werden.

Die mathematische Beschreibung des Problems muss folgenden Schritten folgen



Zeiger für Verbindung über E_1 heißt z_1 usw.

Ohne Polarisatoren:

$$(*)\ p(QD) = (z_1 + z_2)^2 = \underset{\text{konstant}}{z_1^2} + \underbrace{2 z_1 z_2}_{\text{Interferenzterm}} + \underset{\text{auch konstant}}{z_2^2}$$

Nun werde polarisiert. Vor E_1 auf $\bar{D}$, vor E_2 auf D (steht für -45^0 bzw 45^0 „Diagonal“.

Dann kann man * schreiben als [dabei ist D, $\bar{D}$ nur ein Symbol, das die Pol. angibt]

$$** \ p(QD) = \left(\bar{D} \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot z_1 + D \cdot \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot z_2\right)^2$$

$$= \bar{D}^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot z_1^2 \underbrace{- 2\bar{D}D \cdot \frac{1}{2} \cdot z_1 z_2}_{\text{ist null, weil das selbe Photon nie gleichzeitig } \bar{D} \text{ und } D \text{ sein kann.}} + D^2 \cdot \frac{1}{2} \cdot z_2^2$$

Nun soll ** auf die beiden Basisvektoren projiziert werden.
Die zugehörigen Zeigerlängen packe ich in die Vorfaktoren [siehe mail von gestern] 1)

$$p(QD) = \left([\bar{d}_h \cdot z_1 h + \bar{d}_v \cdot z_1 v] + [d_h \cdot z_2 h + d_v \cdot z_2 v]\right)^2$$

$$= \left([\bar{d}_h \cdot z_1 h + d_h \cdot z_2 h] + [\bar{d}_v z_1 v + d_v z_2 v]\right)^2$$

„ausklammern“

$$= \left(f_h \cdot [z_{1h} + z_2 h] + f_v [z_{1v} + z_2 v]\right)^2$$

$$= \underbrace{f_h^2 \cdot [z_{1h} + z_2 h]^2}_{\text{enthält Interferenzterm (wie *), weil beide h}} + \underbrace{2 f_h f_v [z_1 h + z_2 h][z_1 v + z_2 v]}_{***} + f_v^2 [z_{1v}^2 + 2 z_{1v} z_{2v} + z_{1v}]^2$$

*** ist wieder Null, weil h und v senkrecht aufeinander stehen.

1) $\bar{d}_h$ ist die Zeigerlänge, die sich aus der Projektion aus -45^0 auf die horizontale Richtung ergibt.