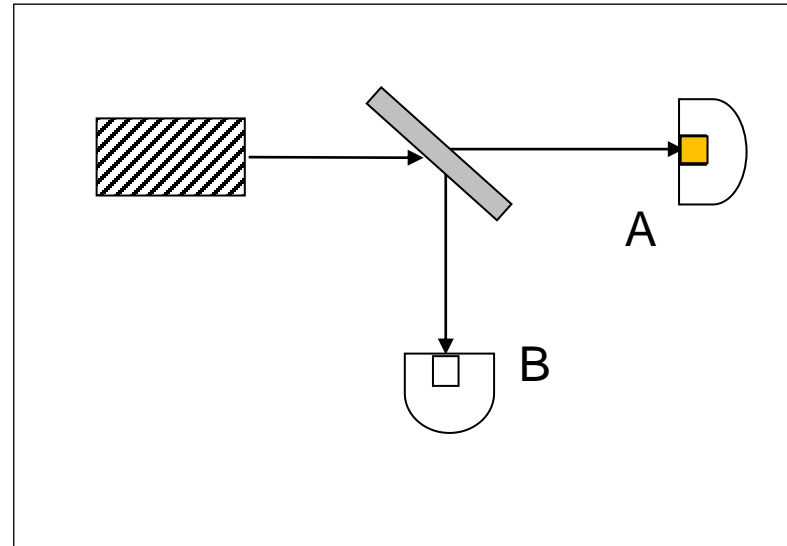


Delayed-Choice-Experiment

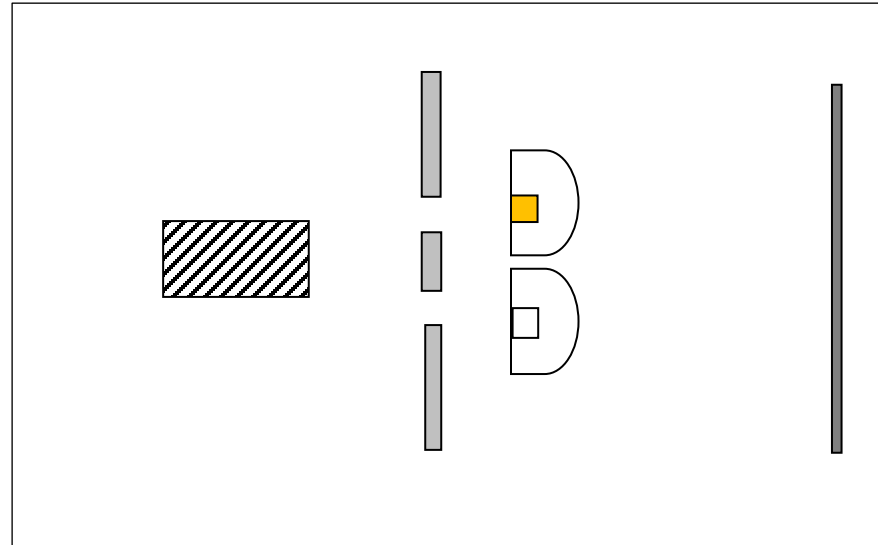
- **Annahme:** ...
- **Delayed:** ...
- **Interferenz?**

Vorüberlegung



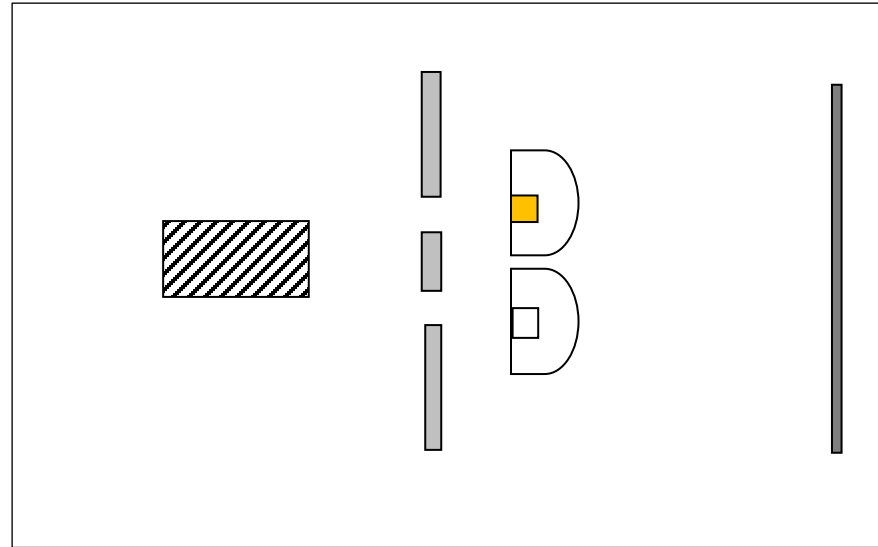
Was kann man über das Quantenobjekt sagen, wenn es vom Detektor A nachgewiesen wird?

Vorüberlegung



Was kann man über das Quantenobjekt sagen, wenn es vom oberen Detektor nachgewiesen wird?

Vorüberlegung



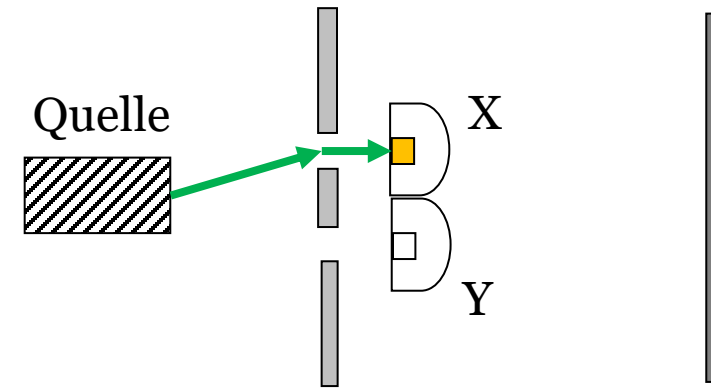
Falsche Vorstellung:

„Wenn man Ortsmessungen auf den beiden Wegen macht, dann geht das Quantenobjekt nur einen Weg.“

**Leider
falsch!**

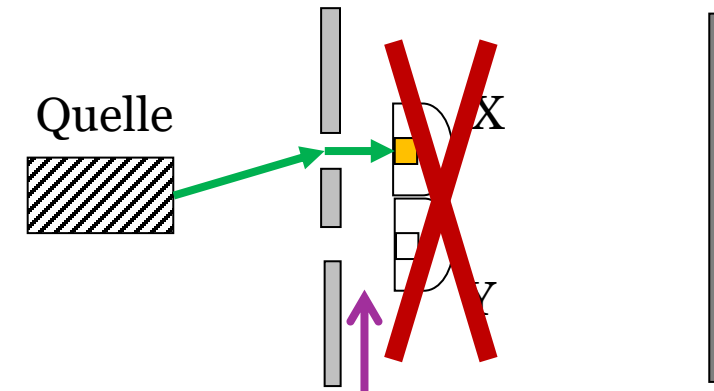
Prinzip der Delayed-Choice-Experimente

- **Annahme:** Das Quantenobjekt wählt bei vorhandener Messapparatur genau einen Weg (choice).



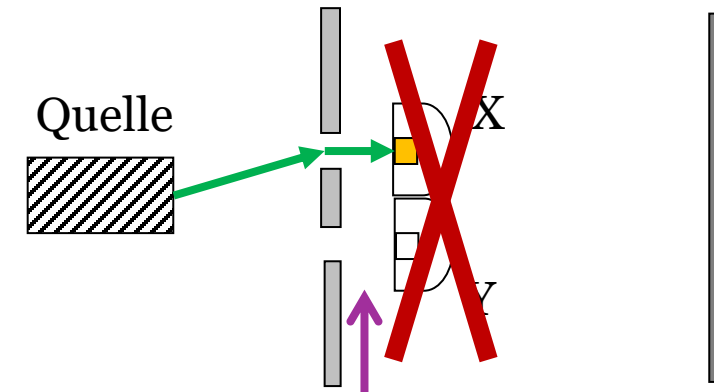
Prinzip der Delayed-Choice-Experimente

- **Annahme:** Das Quantenobjekt wählt bei vorhandener Messapparatur genau einen Weg (choice).
- **Delayed:** Etwas später: Wenn das Quantenobjekt etwa auf der Höhe des lila Pfeils ist, wird die Messapparatur entfernt.



Prinzip der Delayed-Choice-Experimente

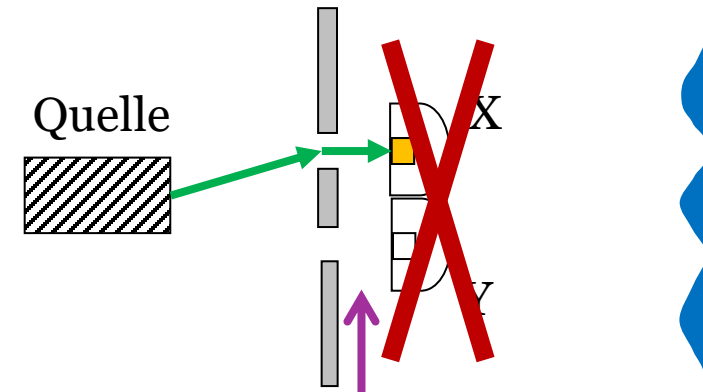
- **Annahme:** Das Quantenobjekt wählt bei vorhandener Messapparatur genau einen Weg (choice).
- **Delayed:** Etwas später: Wenn das Quantenobjekt etwa auf der Höhe des lila Pfeils ist, wird die Messapparatur entfernt.
- Erwartet man Interferenz?
Nein!



Prinzip der Delayed-Choice-Experimente

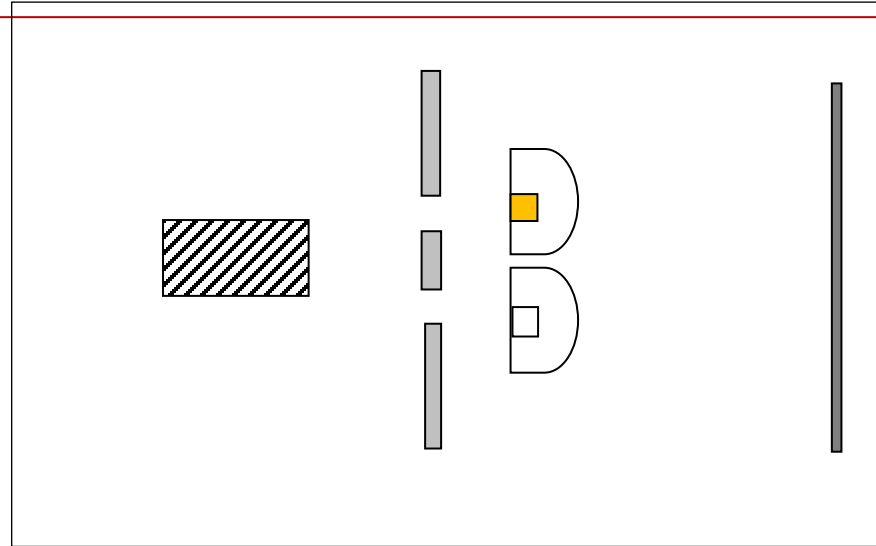
- **Annahme** wählt bei Messung genau ein Objekt Messapparatur

Annahme falsch!



- **Delayed**: Etwas später:
Wenn das Quantenobjekt etwa auf der Höhe des lila Pfeils ist, wird die Messapparatur entfernt.
- Wenn **Interferenz** auftritt, war die **Annahme falsch**.

Konsequenz

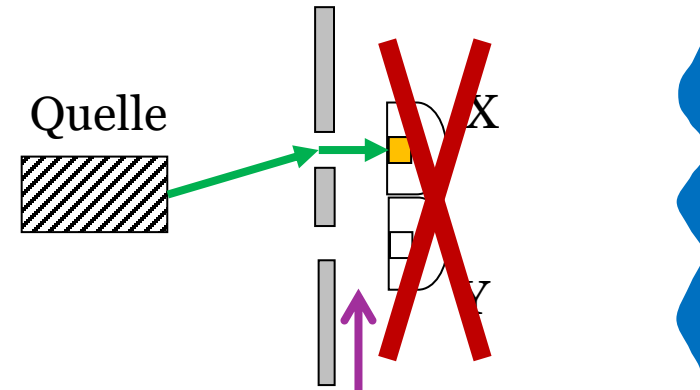


- Jegliche Modellvorstellung, bei der sich das Quantenobjekt am Doppelspalt für einen Weg entscheidet, ist falsch.
- Man kann nicht vom Messergebnis auf den Zustand schließen: Zwar erhält man bei der Ortsmessung ein bestimmtes Ergebnis, der Zustand vorher war dennoch unbestimmt.

Prinzip der Delayed-Choice-Experimente

- **Annahme** wählt bei Messung genau e...
ekt
apparatur

Annahme falsch!



- **Delayed**: Etwas später:
Wenn das Quantenobjekt etwa auf der Höhe des lila Pfeils ist, wird die Messapparatur entfernt.
- Wenn **Interferenz** auftritt, war die **Annahme falsch**.

Am Doppelspaltexperiment nicht experimentell durchgeführt!

Delayed-Choice-Experimente

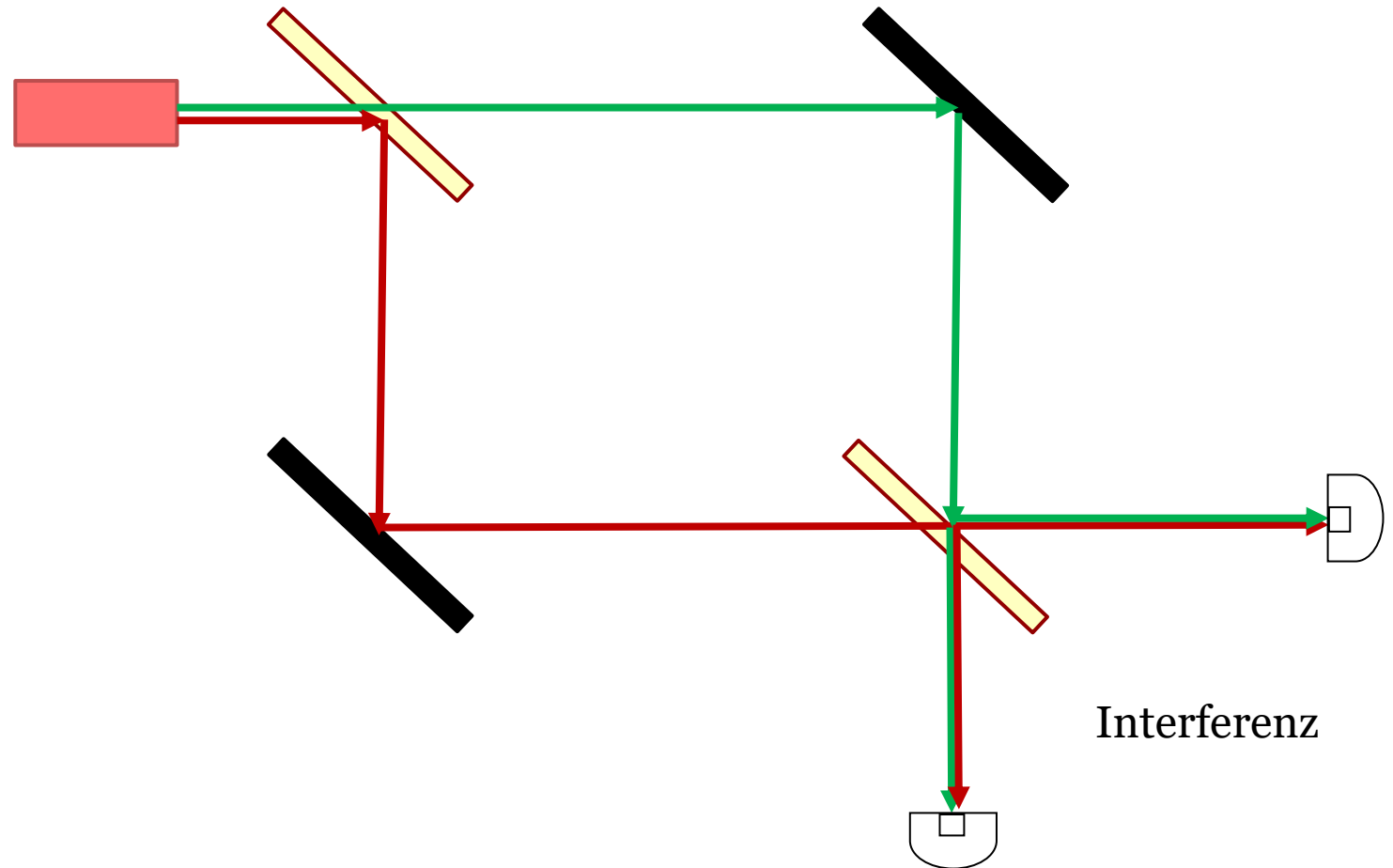
Delayed Choice am Doppelspalt ist nur Gedankenexperiment
(nicht durchgeführt!)

Delayed Choice am Interferometer wurde durchgeführt.

- Das Prinzip
- Das Experiment (Walther et al. 1987)

Delayed-Choice am Interferometer (Prinzip)

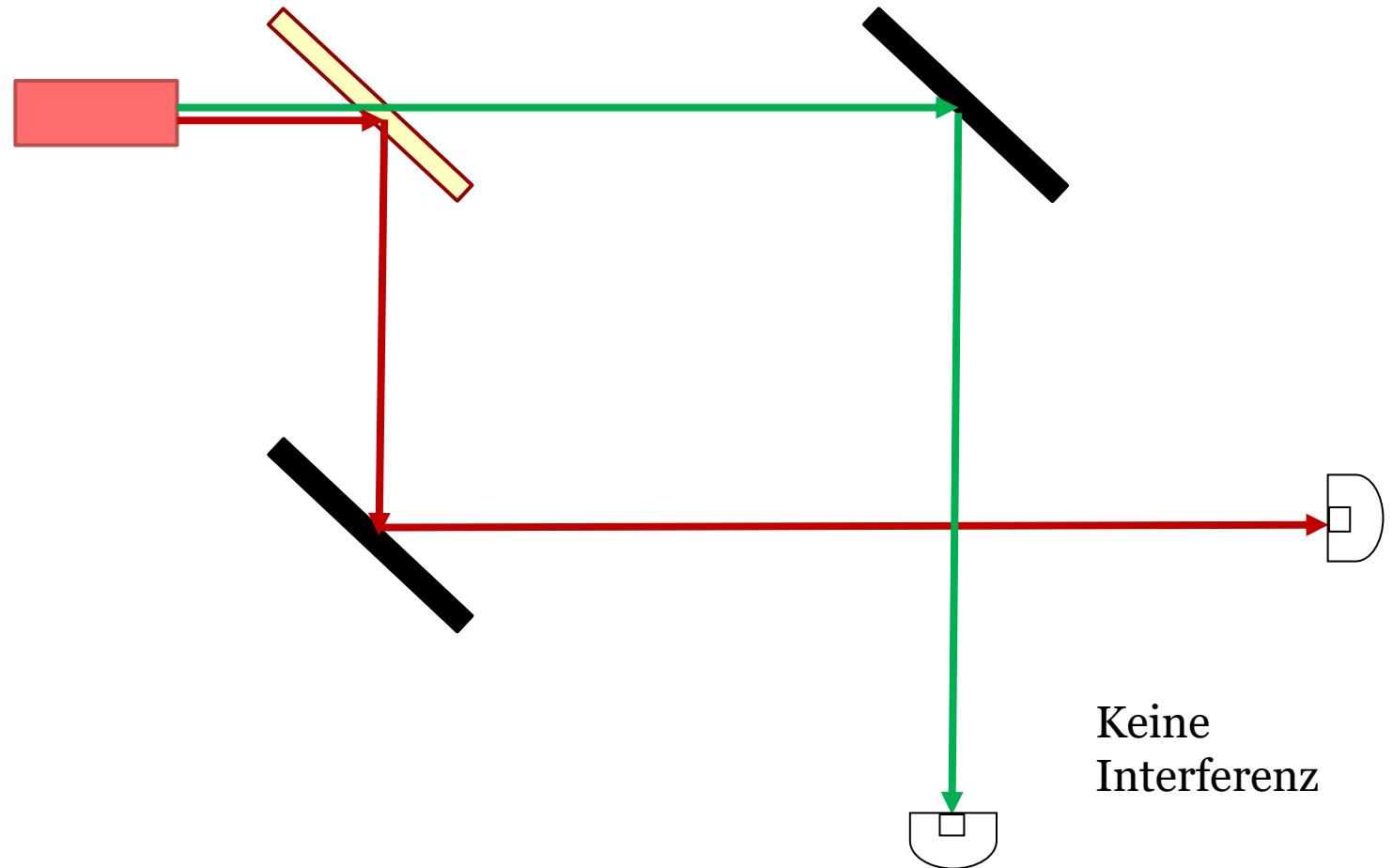
Interferometer



Interferenz

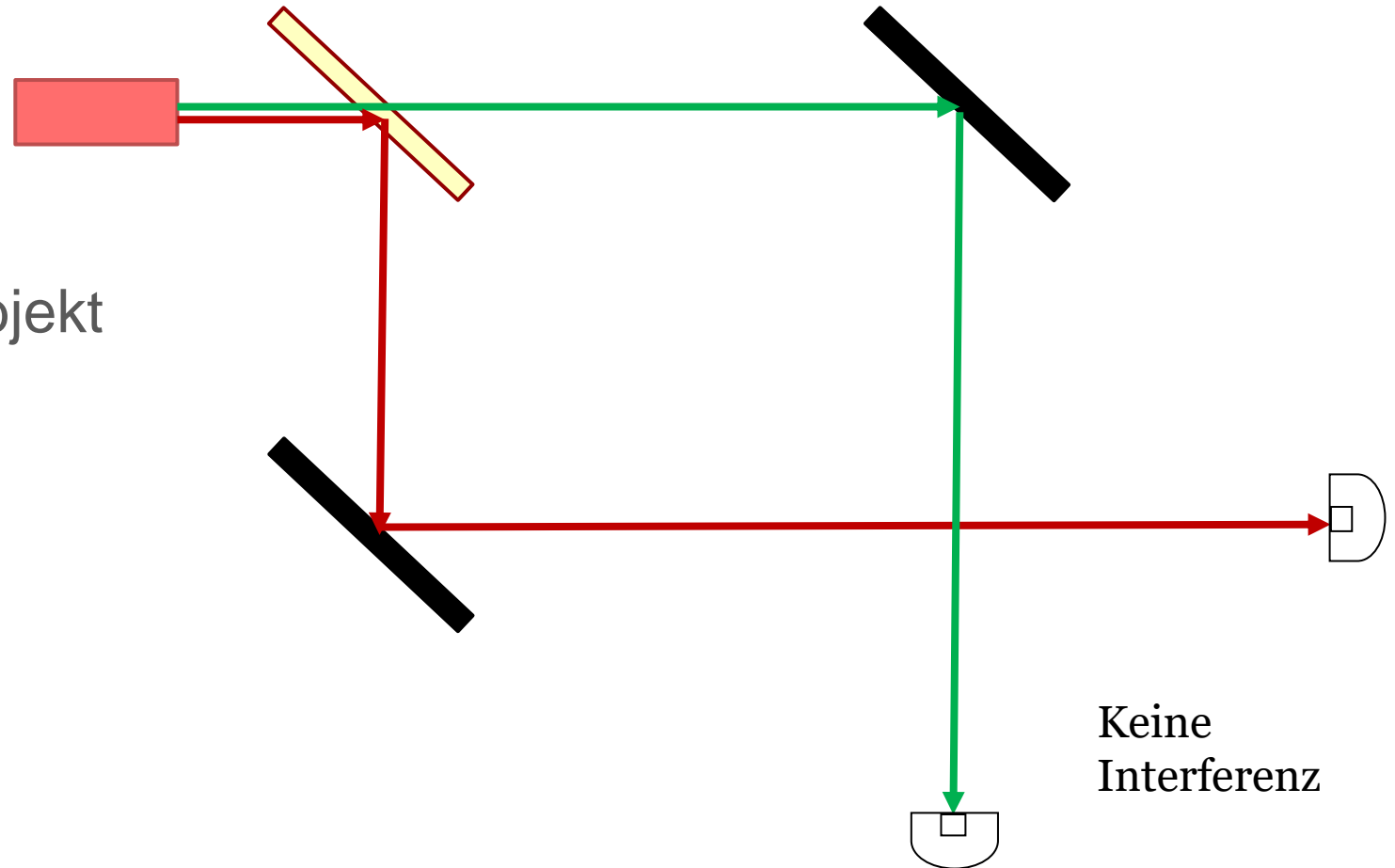
Delayed-Choice am Interferometer (Prinzip)

Ein Strahlteiler



Delayed-Choice am Interferometer (Prinzip)

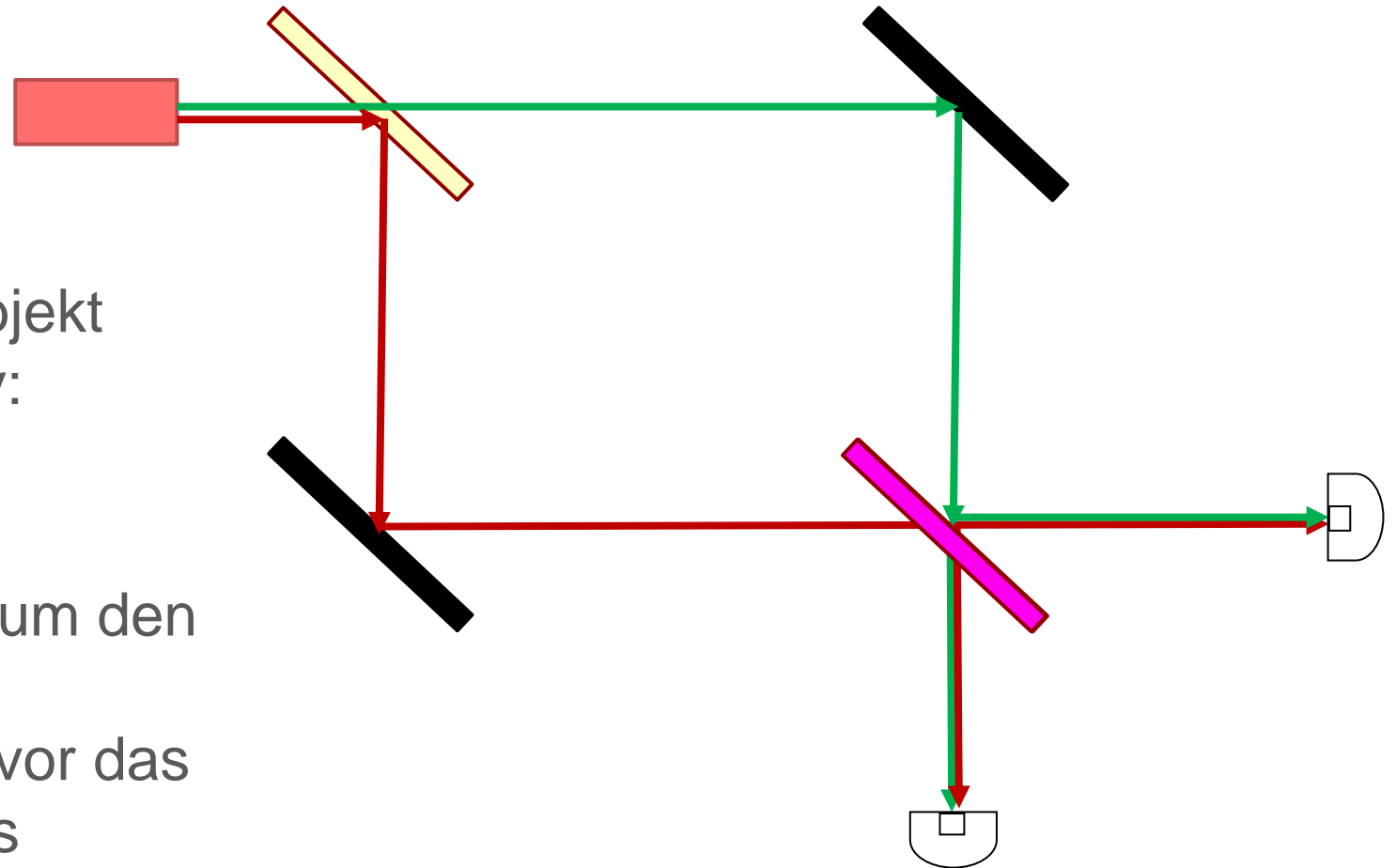
Annahme: Das Quantenobjekt wurde reflektiert.



Delayed-Choice am Interferometer (Prinzip)

Annahme: Das Quantenobjekt wurde reflektiert (alternativ: durchgelassen)

Delayed: Der Aufbau wird um den zweiten Strahlteiler zum Interferometer ergänzt, bevor das Quantenobjekt den Ort des zweiten Strahlteilers erreicht.



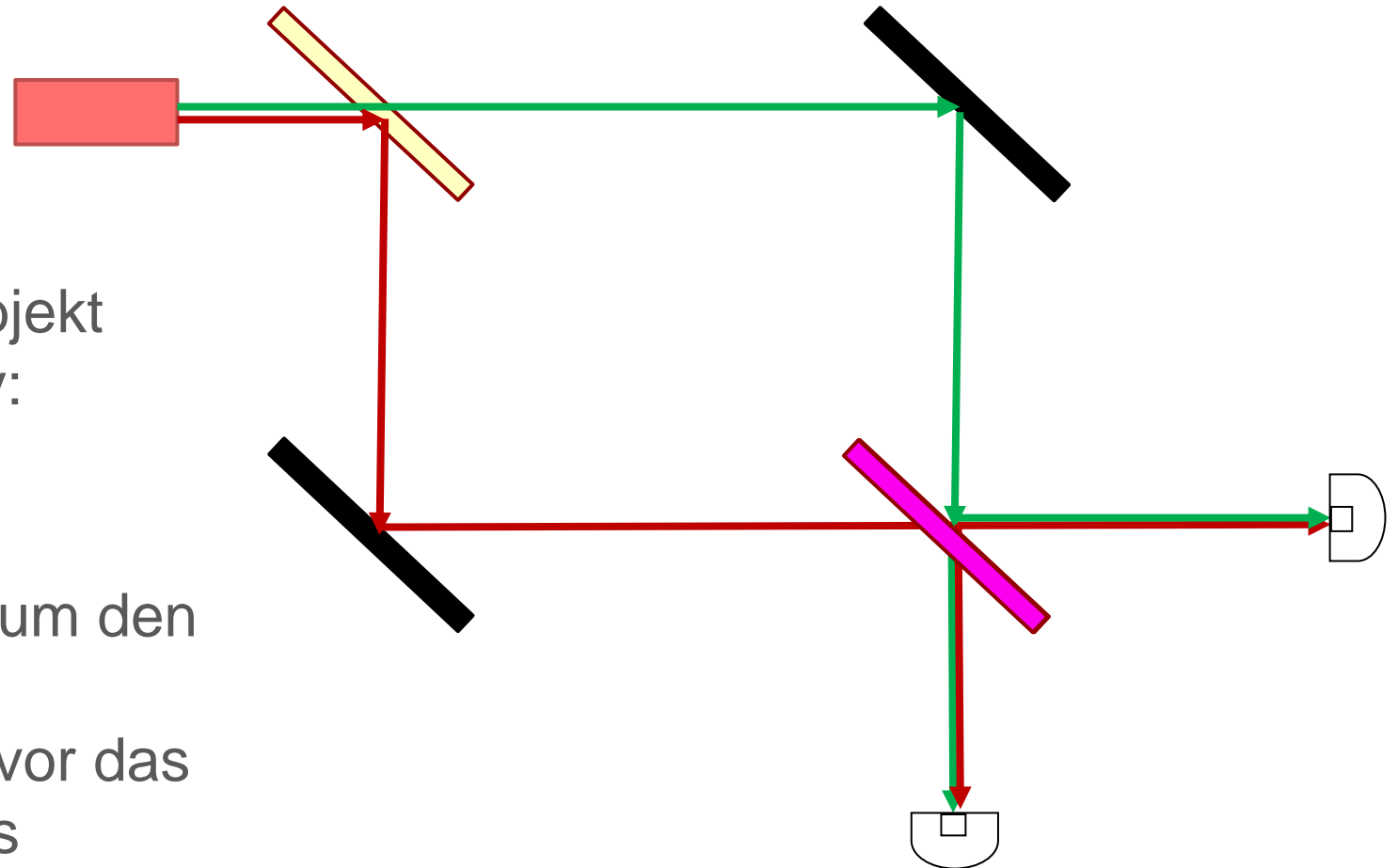
Delayed-Choice am Interferometer (Prinzip)

Annahme
wurde
durch

objekt
tiv:

Annahme falsch!

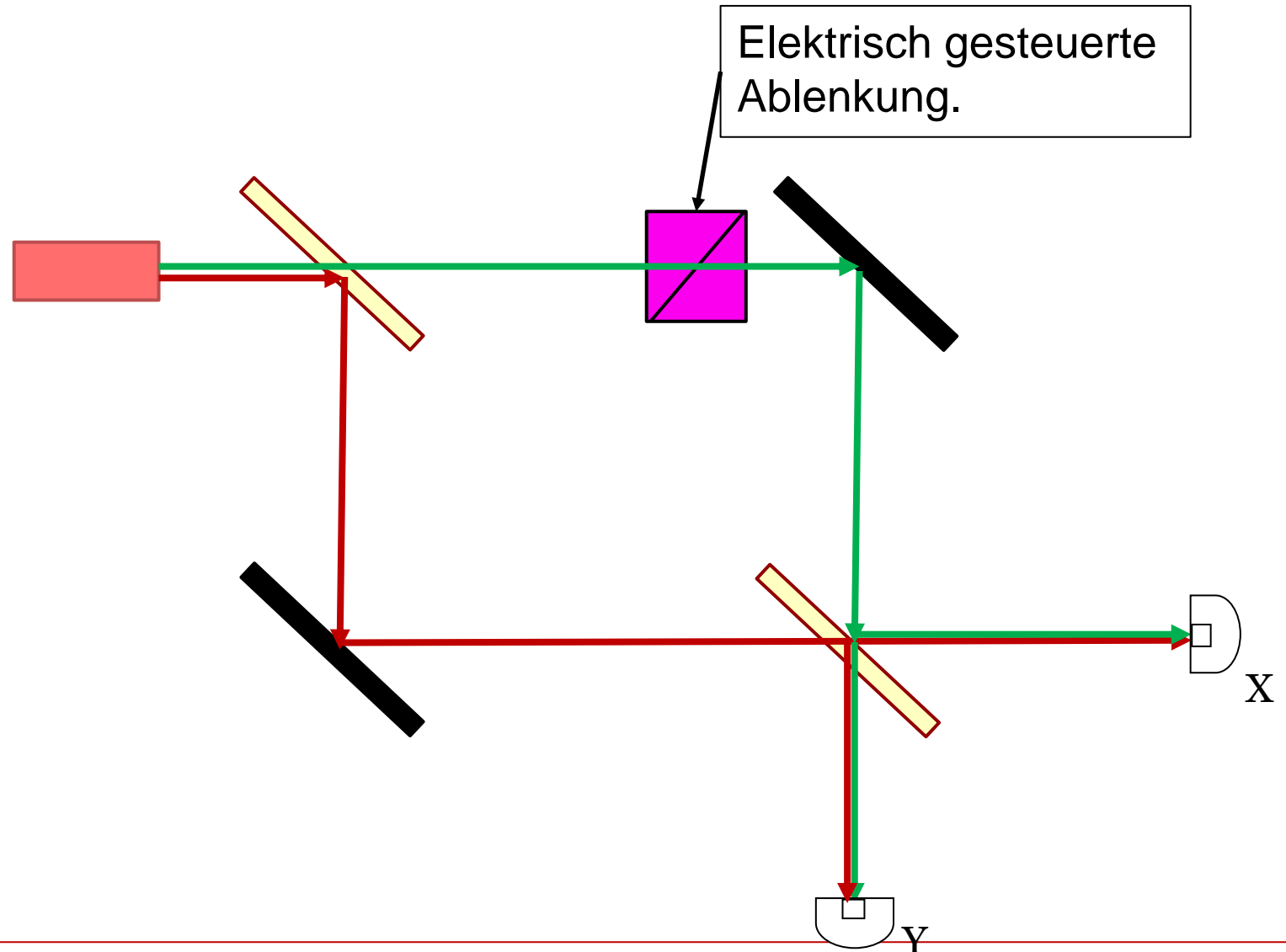
Delayed: Der Aufbau wird um den zweiten Strahlteiler zum Interferometer ergänzt, bevor das Quantenobjekt den Ort des zweiten Strahlteilers erreicht.



Interferenz

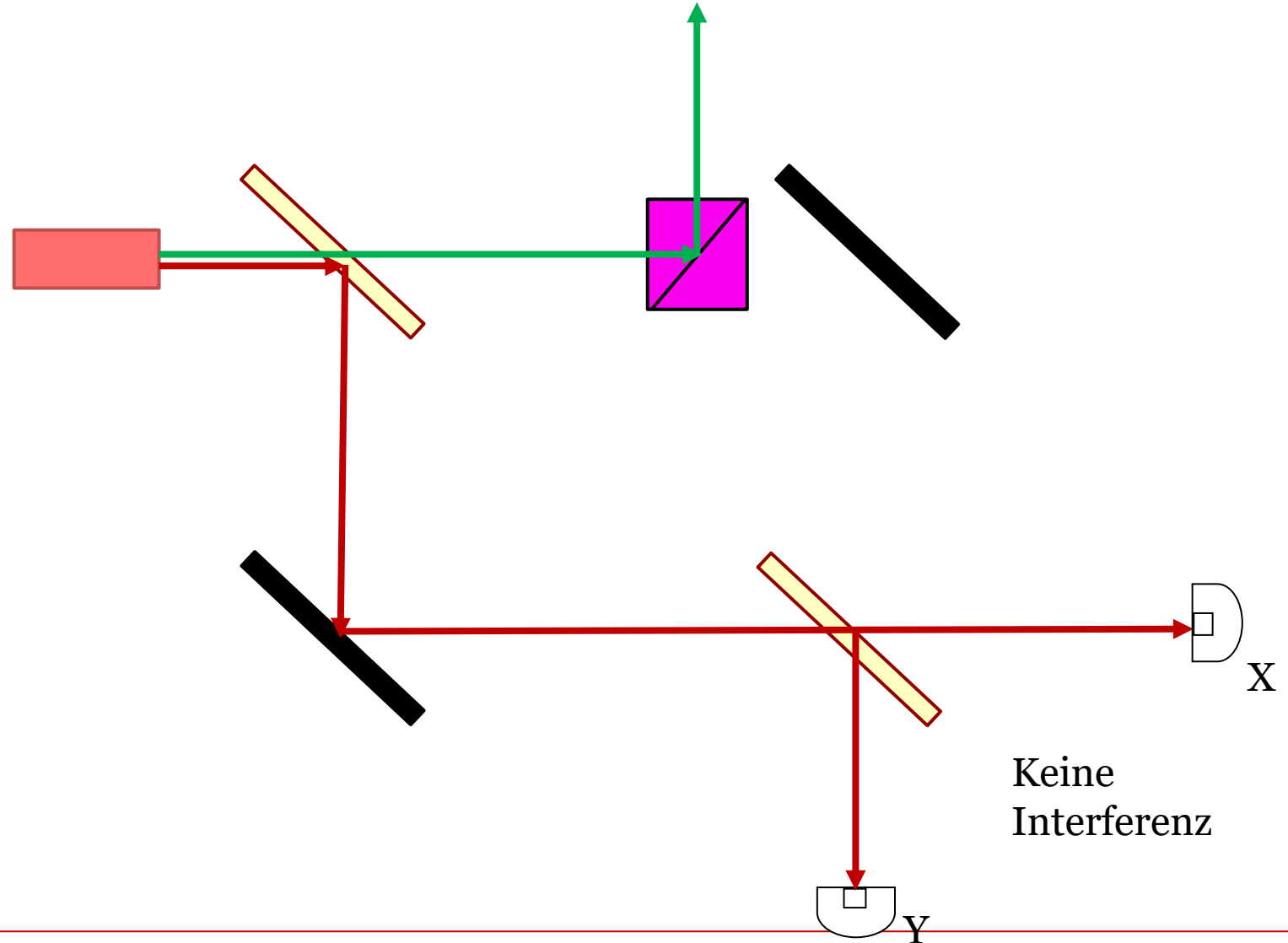
Delayed-Choice am Interferometer (Experiment)

Umsetzung im Experiment:
(Walther et al. 1987)



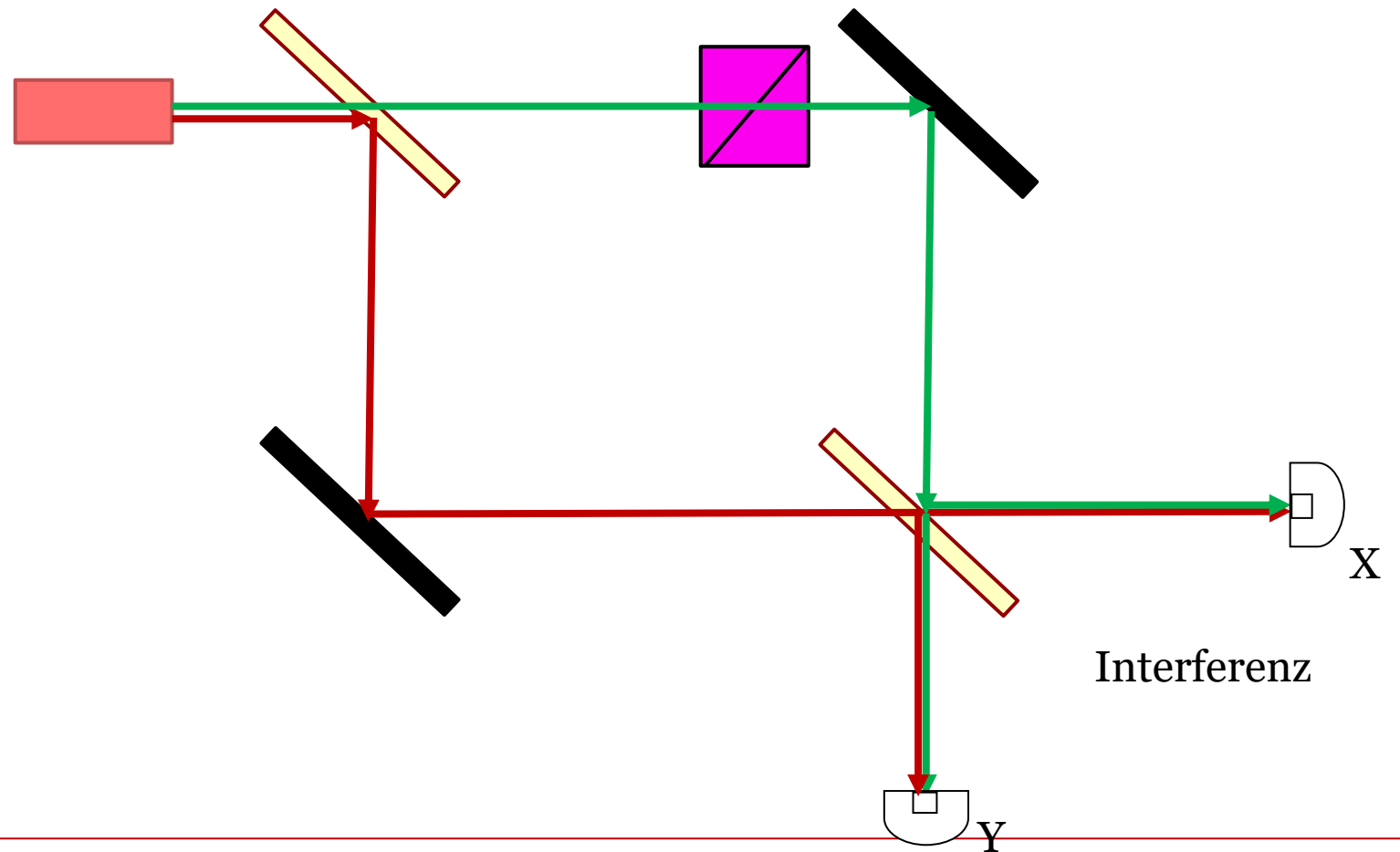
Delayed-Choice am Interferometer (Experiment)

Ablenkung
eingeschaltet:

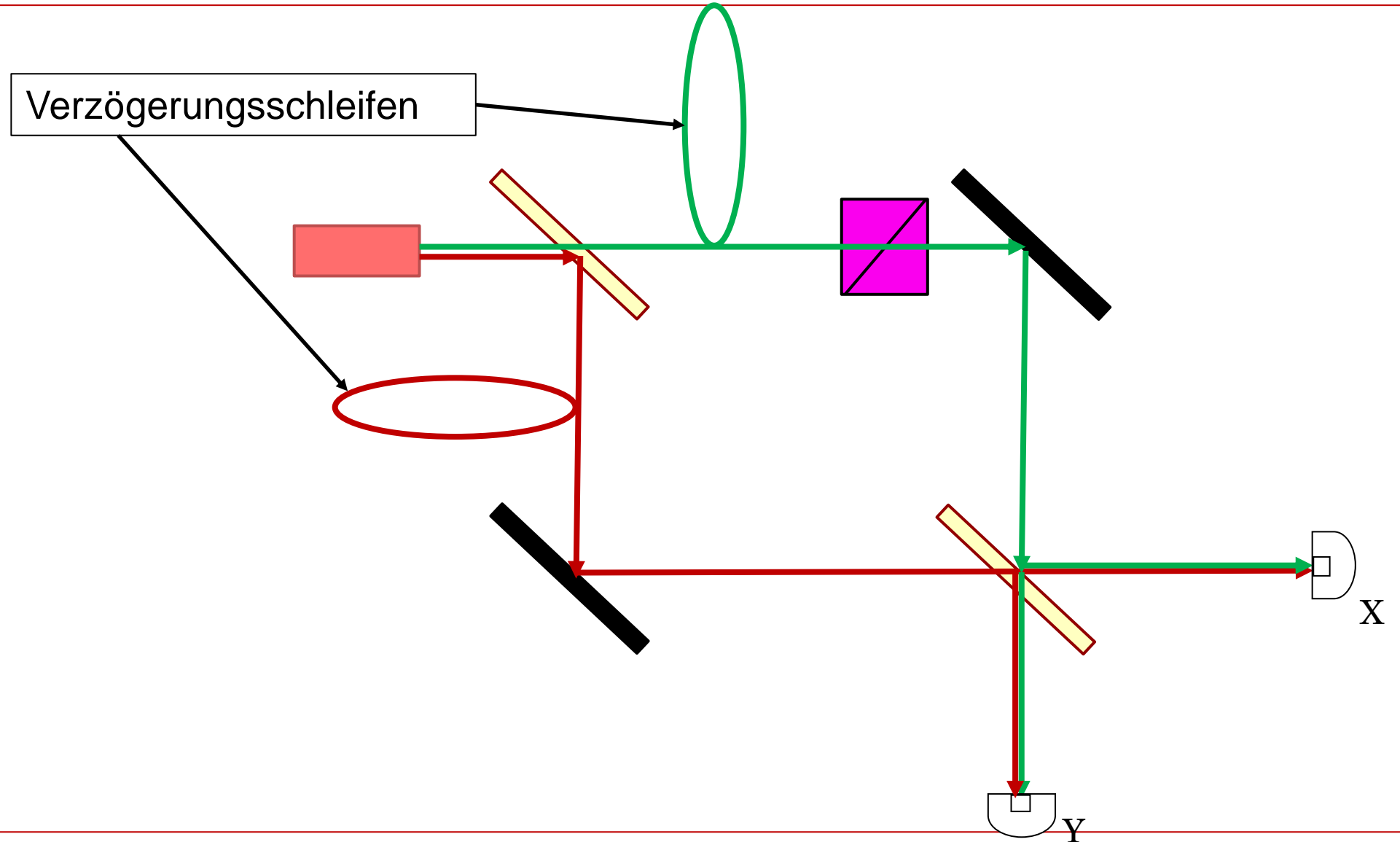


Delayed-Choice am Interferometer (Experiment)

Ablenkung
ausgeschaltet:

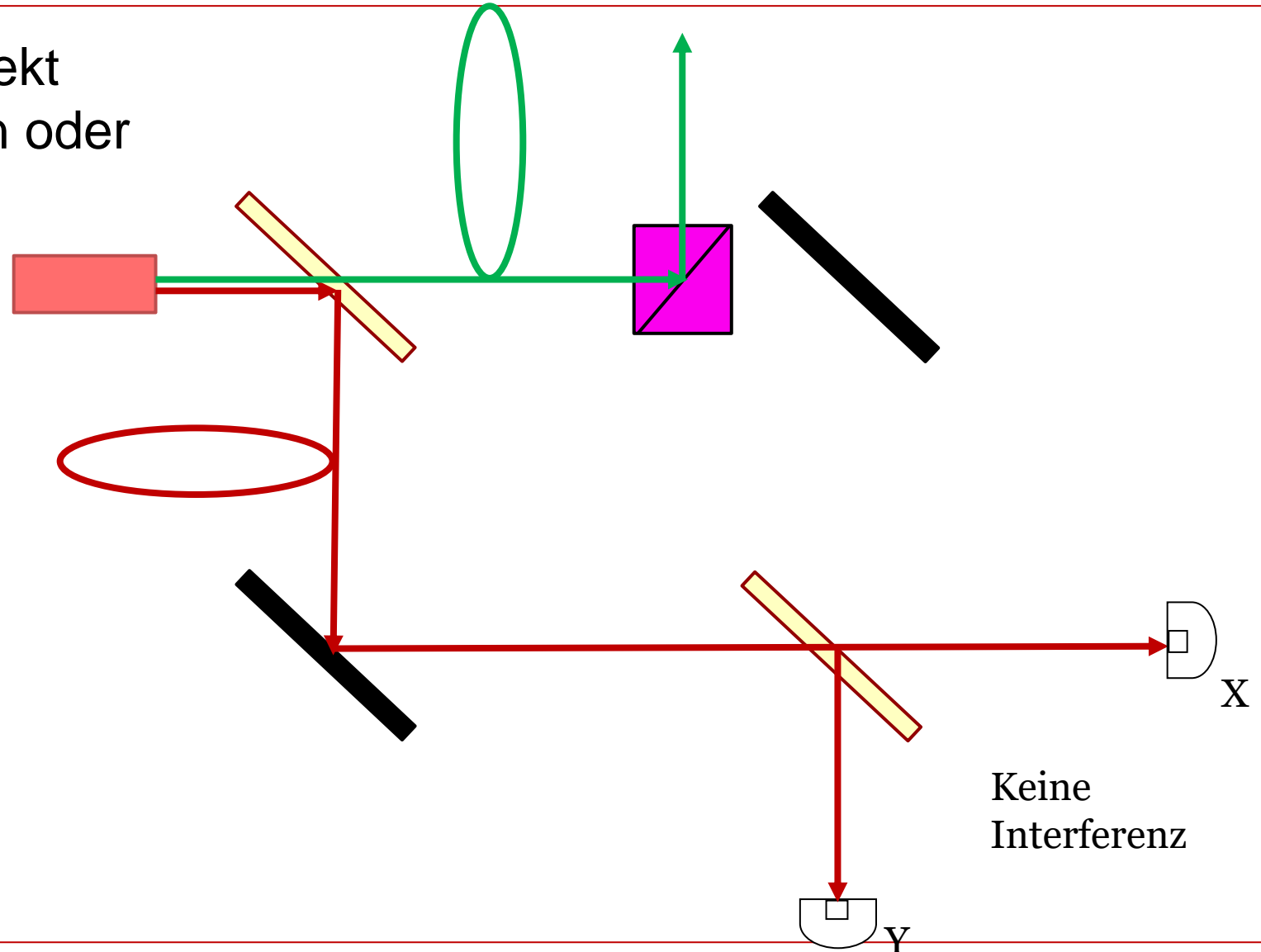


Delayed-Choice am Interferometer (Experiment)



Delayed-Choice am Interferometer (Experiment)

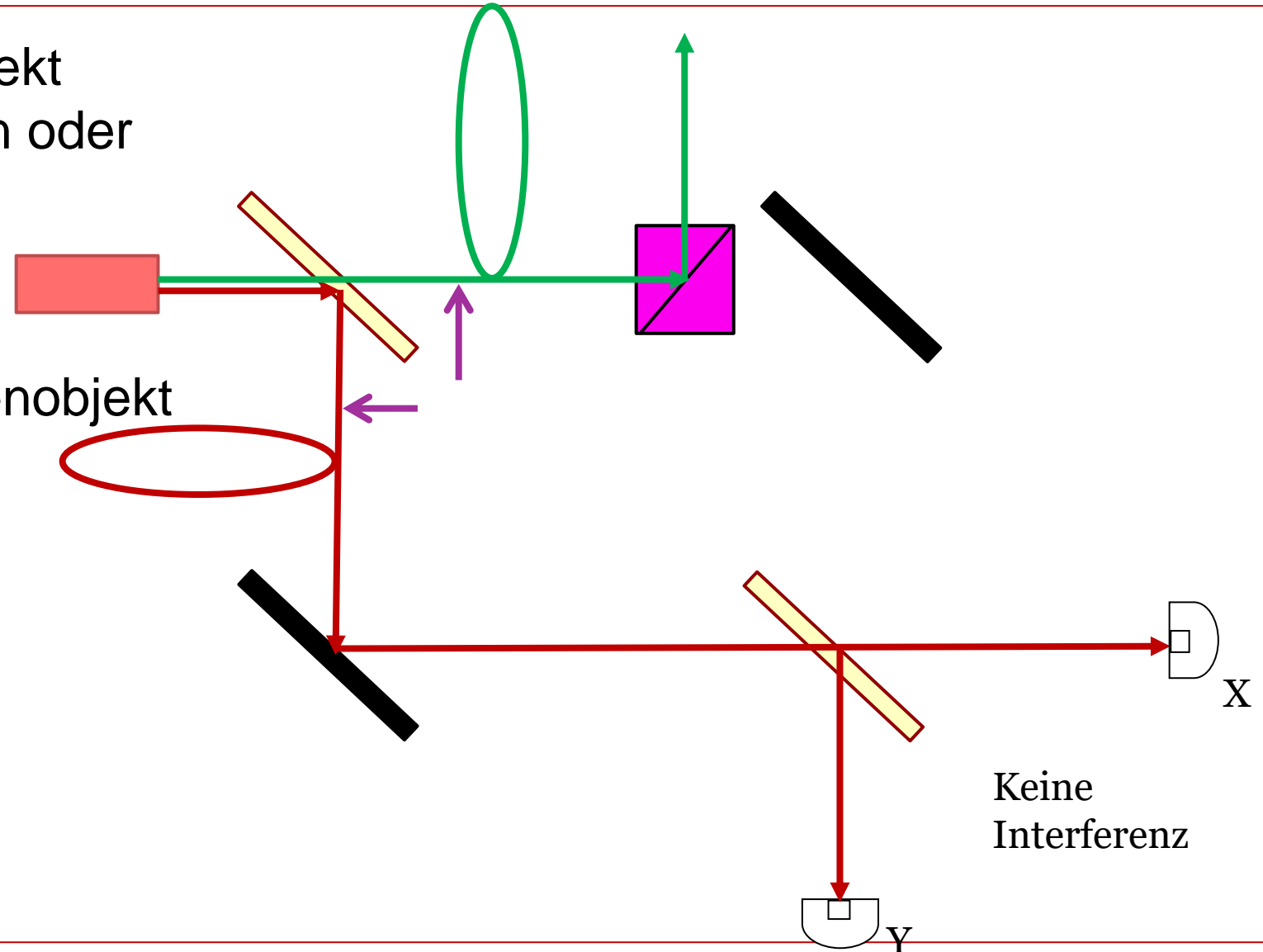
Annahme: Das Quantenobjekt nimmt entweder den grünen oder einen roten Weg.



Delayed-Choice am Interferometer (Experiment)

Annahme: Das Quantenobjekt nimmt entweder den grünen oder einen roten Weg.

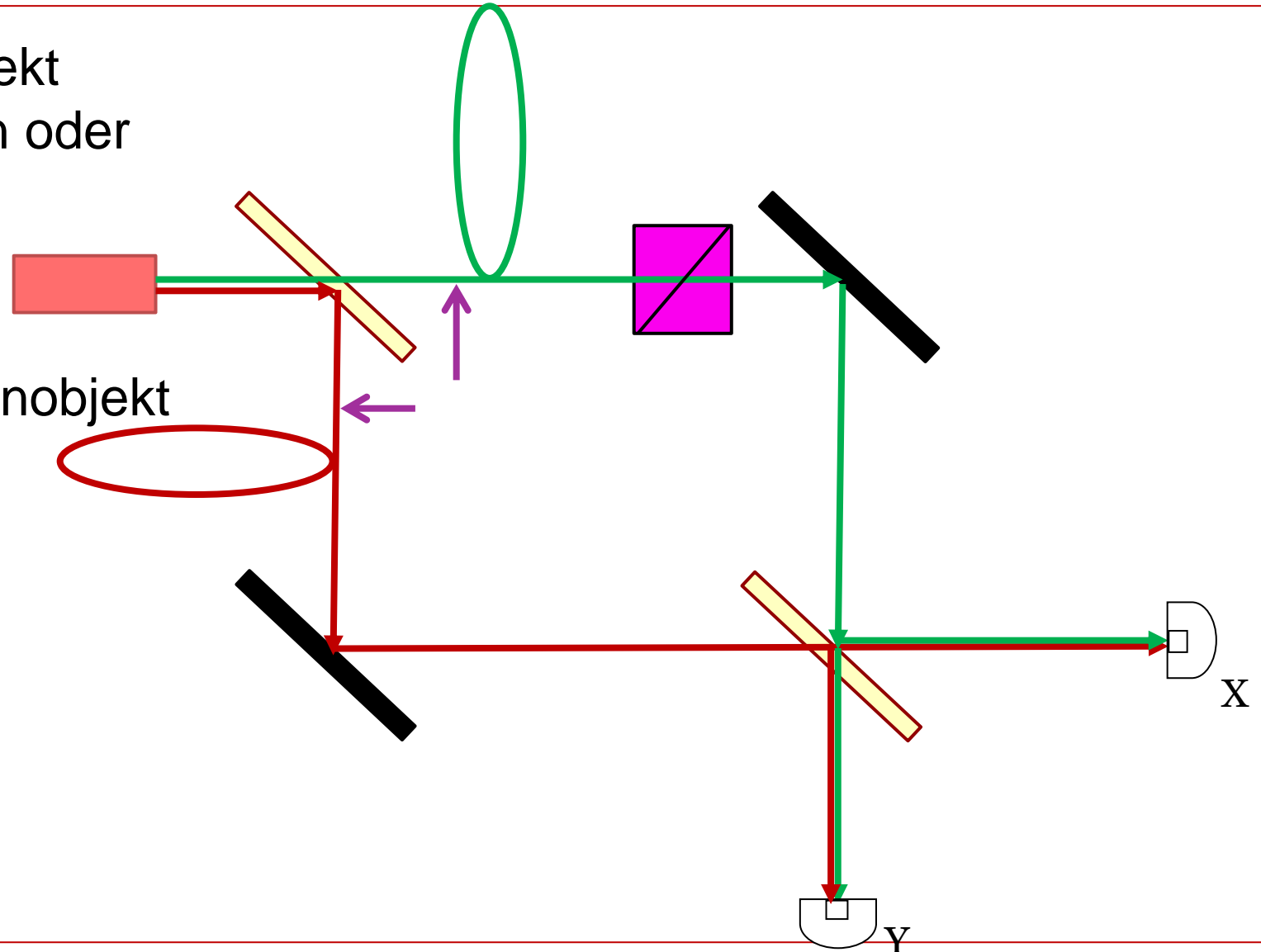
Delayed: Wenn das Quantenobjekt hinter dem 1. Strahlteiler ist,



Delayed-Choice am Interferometer (Experiment)

Annahme: Das Quantenobjekt nimmt entweder den grünen oder einen roten Weg.

Delayed: Wenn das Quantenobjekt hinter dem 1. Strahlteiler ist, wird die Ablenkung schnell ausgeschaltet.

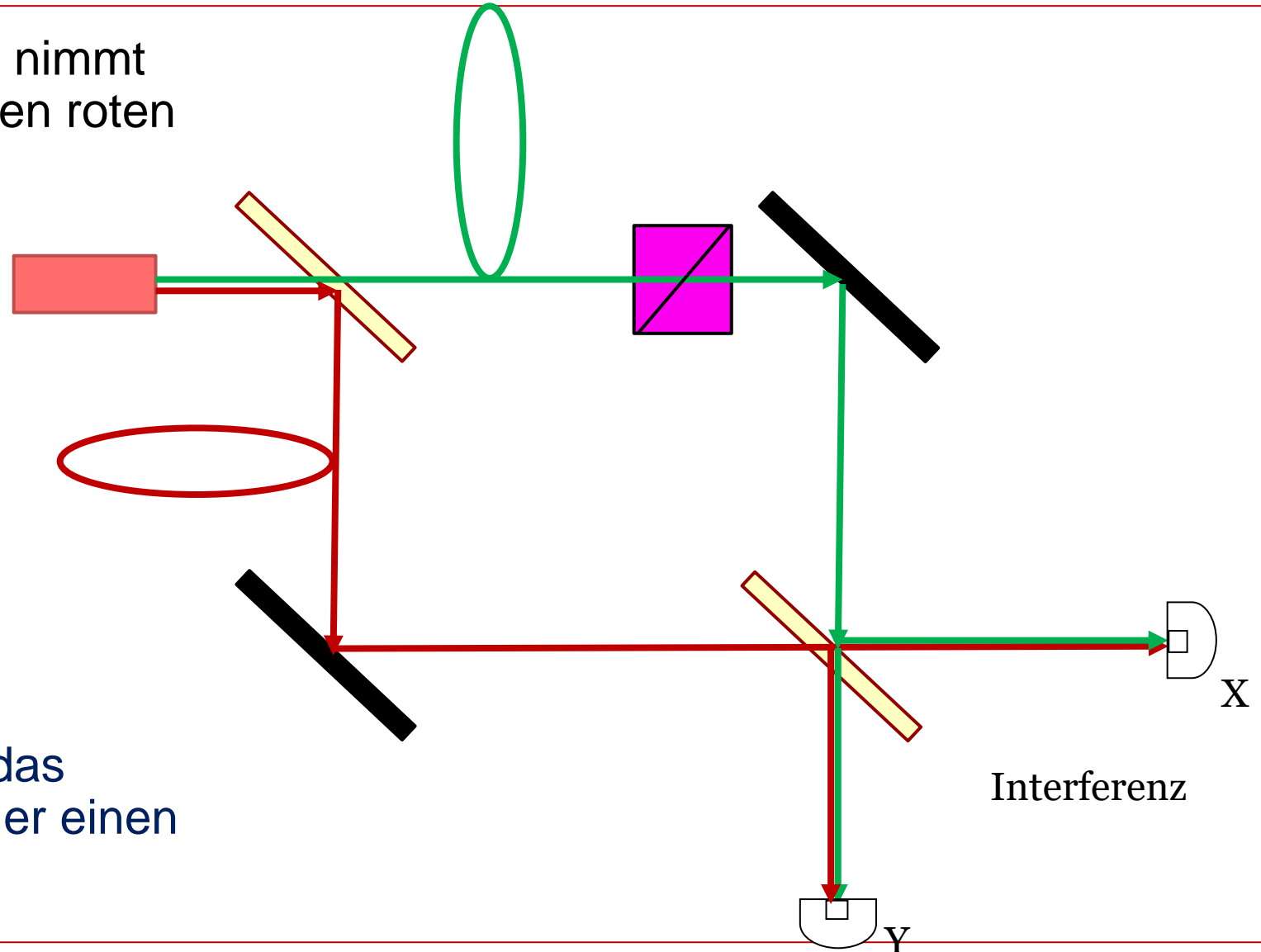


Delayed-Choice am Interferometer (Experiment)

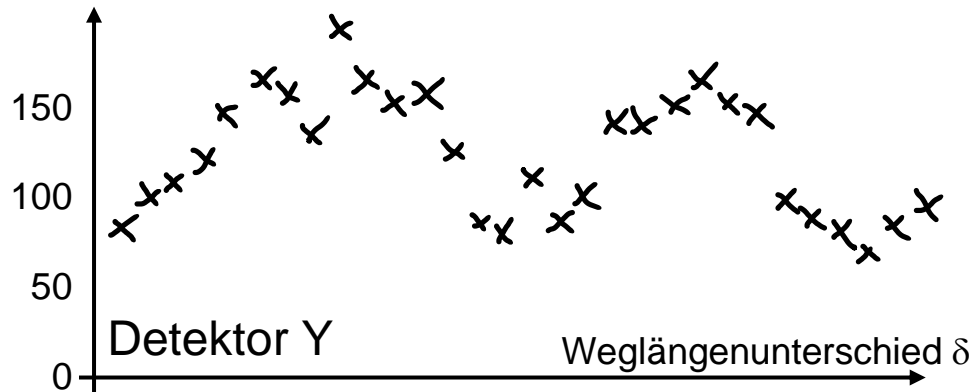
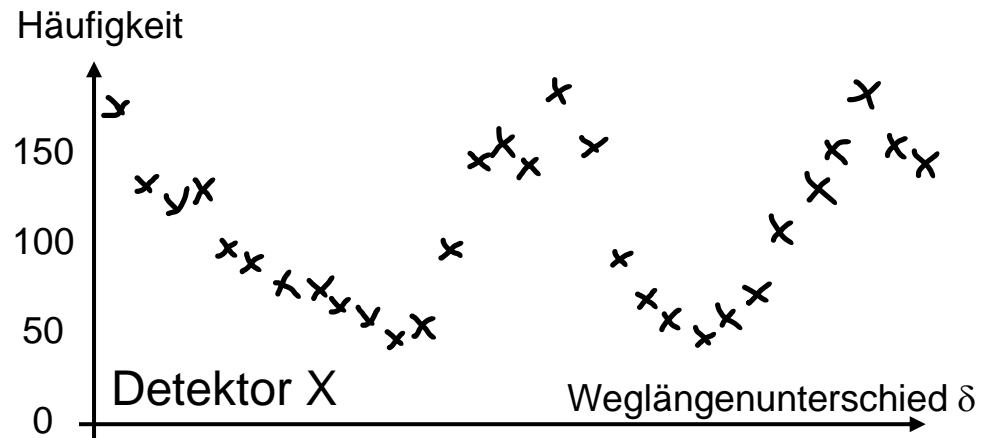
Annahme: Das Quantenobjekt nimmt entweder den grünen oder einen roten Weg.

Delayed: Wenn das Quantenobjekt hinter dem 1. Strahlteiler ist, wird die Ablenkung schnell ausgeschaltet.

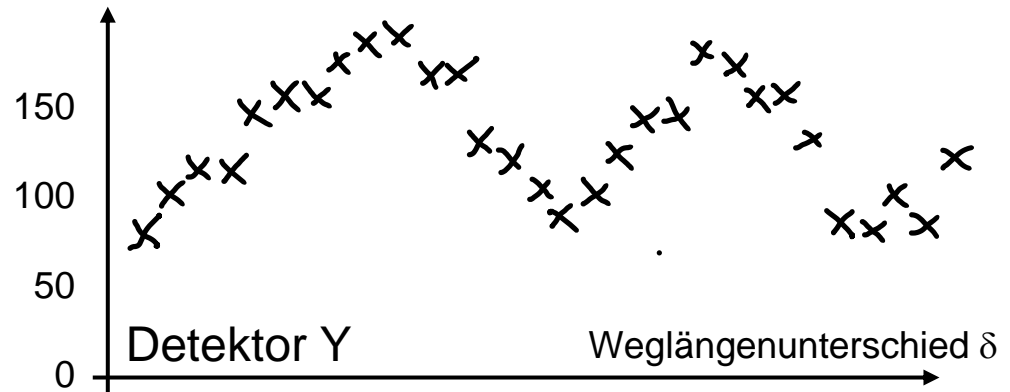
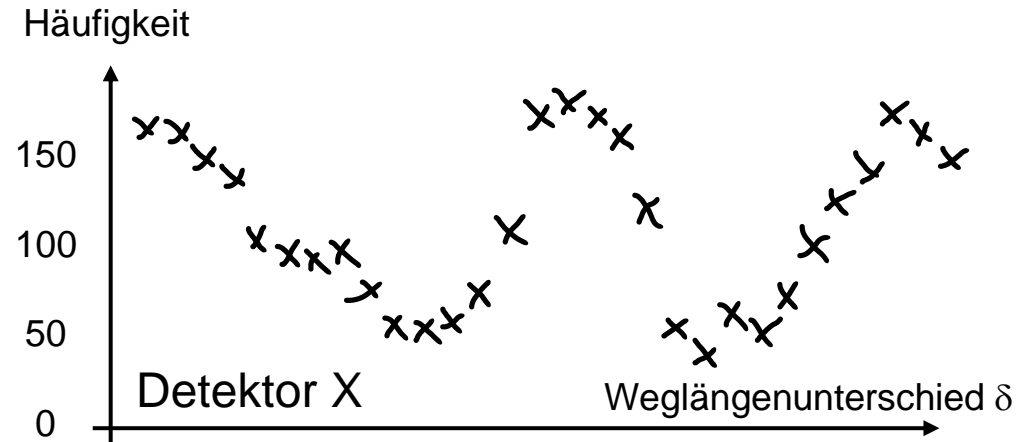
Ergebnis: Interferenz!
Die Annahme ist falsch, dass das Quantenobjekt am 1. Strahlteiler einen der Wege genommen hat.



Delayed-Choice am Interferometer (Experiment)

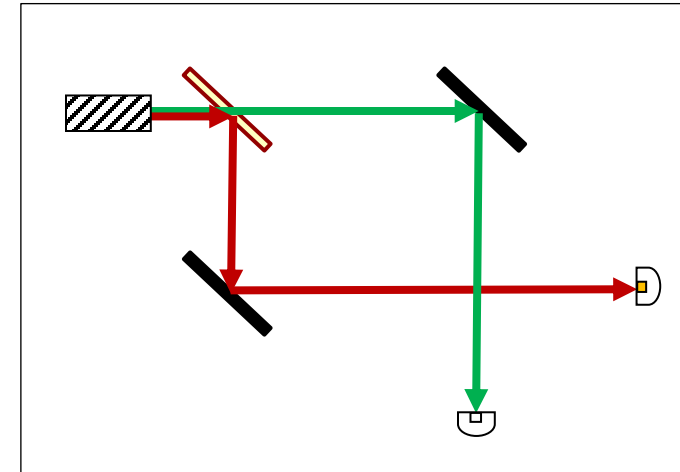
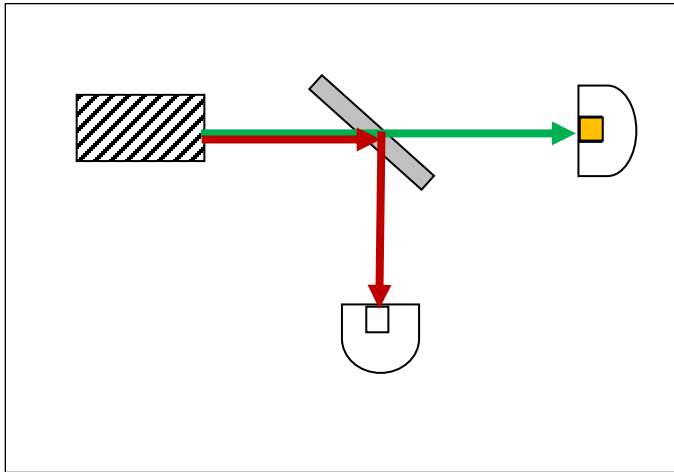


Ergebnis bei normaler Interferenz



Ergebnis mit delayed choice

Konsequenz



- Jegliche Modellvorstellung, dass sich das Quantenobjekt an einem Strahlteiler für einen Weg entscheidet, ist falsch.
- Man kann nicht vom Messergebnis auf den Zustand schließen: Zwar erhält man bei der Ortsmessung ein bestimmtes Ergebnis, der Zustand vorher war dennoch unbestimmt.