

Handleiding dubbelspleetexperiment

Handleiding dubbelspleetexperiment

v0.9

Aernout van Rossum
a.n.vanrossum@utwente.nl

Contactpersoon uitleen
John Kooiker
j.kooiker@utwente.nl

Handleiding dubbelspleetexperiment

Inhoud van dit document

1. Beschrijving van de opstelling	3
2. Software installeren.	4
3. Aansluiten	5
4. Starten en Instellen van de software	6
5. Meten	8
6. Analyse	11
7. Afsluiten	13
8. Didactiek	13
9. Feedback	13

1. Beschrijving van de opstelling

In de lichtdichte koffer is een dubbelspleetexperiment gebouwd met een *single photon detector* (SPC). De SPC is op een rails geplaatst die op commando van links naar rechts verschuift. Gelijktijdig worden het aantal fotonen via de software grafisch zichtbaar gemaakt. De SPC kan dus individuele fotonen tellen!

Het laserlicht is afkomstig van een laserdiode ($\lambda = 635 \text{ nm}$). Dit laserlicht wordt afgezwakt met een Neutrale grijsfilter ($N = 7$, dus verzwakking 10^7 .)

Het licht gaat daarna door een dubbelspleet van rvs splaat.

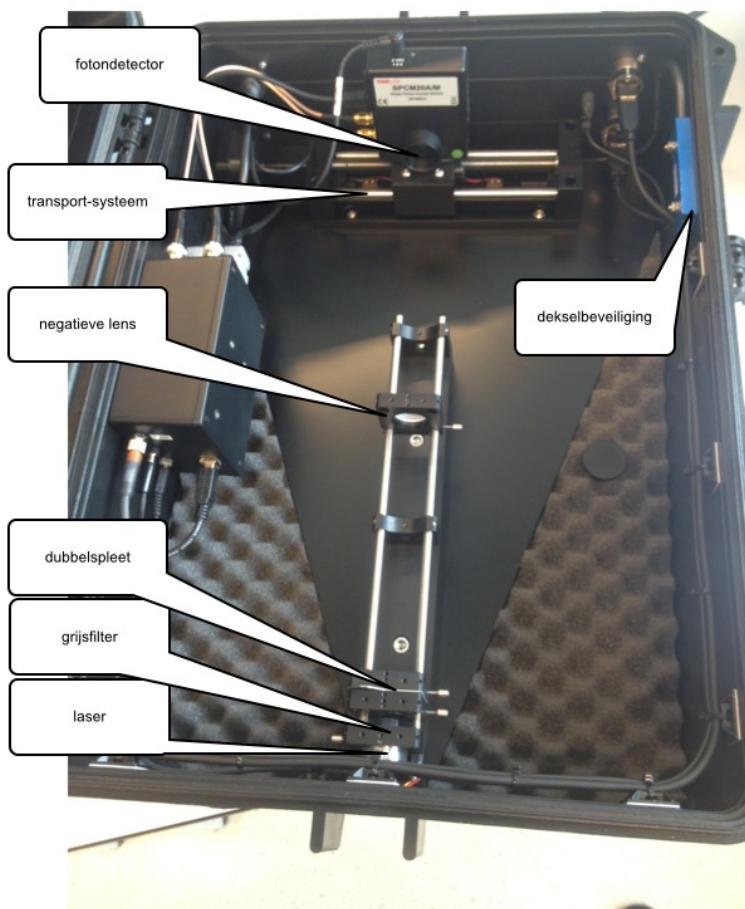
Het interferentiepatroon wordt met de SPC gedetecteerd. Het aantal fotonen wordt op 300 posities gemeten gedurende 100 ms (instelbaar).

Alleen tijdens het meten is de laser aan.

De fotonen worden ook via een geluidssignaal hoorbaar gemaakt (vergelijkbaar met het geluid van een Geigerteller).

Attributen:

- 2x dubbelspleet (0,3/0,1 en 0,4/0,1 mm)
- 1x afdekplaatje voor dubbelspleet (zodat er maar 1 spleet open blijft)



BELANGRIJK De opstelling kan alleen met gesloten koffer uitgevoerd worden. In het deksel zit een beveiliging die de detector uitschakelt op het moment dat de koffer geopend wordt.

2. Software installeren.

LET OP: Als bij de koffer een laptop is meegeleverd, dan kan dit deel overgeslagen worden.

Via deze link kan de software gedownload worden. De software is ontwikkeld in Labview, zodat met de installatie ook labview runtime geïnstalleerd wordt.

<https://tinyurl.com/y9ampomb>



3. Aansluiten

1. Sluit de voedingskabel aan op de kast (4 polige stekker met 2 netvoedingen) en doe de netvoedingen in het stopcontact.



2. Sluit de 2 USB kabels aan, zowel op de koffer als op de computer.

LET OP: op het moment dat de USB van het transportsysteem aangesloten wordt en de voedingsspanning is aanwezig, gaat het transportsysteem naar de beginstand.

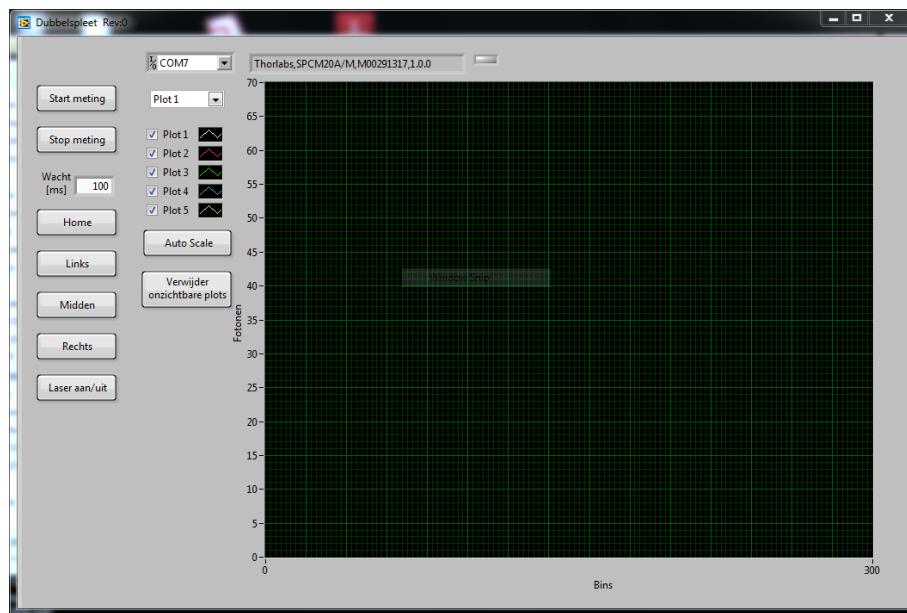


3. Sluit het luidsprekertje aan met de 3,5mm plug en schakel de luidspreker in.

4. Maak de koffer open en verwijder de stofkap op de SPC.

4. Starten en Instellen van de software

Nadat de software geïnstalleerd is, kan het programma Dubbelspleet gestart worden. Er verschijnt onderstaand scherm.



In de bovenste regel worden de status van de com-poorten weergegeven (arduino en SPCM). Zodra de Arduino contact heeft, voert de scanner een homing procedure uit.

Knop	functie
Start meting	De scanner start, scand over 300 posities en keert terug naar beginstand
Stop meting	Meting kan onderbroken worden
Home	Homing procedure (bv als middenstand niet meer klopt)
Links	Plaats de laser links
Midden	Plaats de laser in de midden positie
Rechts	
Laser aan/uit	Zet laser aan/uit. Deze werkt ook als de koffer open is.
Auto Scale	Kies voor automatisch schalen van de y-as
Verwijder onzichtbare plots	Verwijder meetseries.
Wacht (ms)	Wachttijd in ms tussen de meetpunten. Default 100 ms, minimale waarde 80 ms

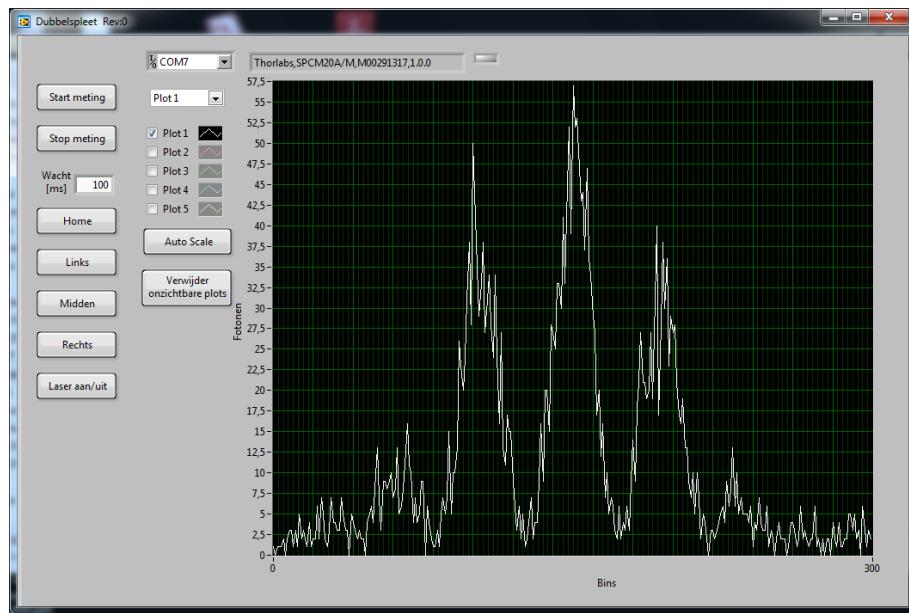
Op de horizontale as staat het aantal meetposities (bins) van 0 tot 300. Verticaal het aantal fotonen per meeteenheid.

De wachttijd (in ms) tussen de meetpunten is instelbaar (minimaal 80 ms).

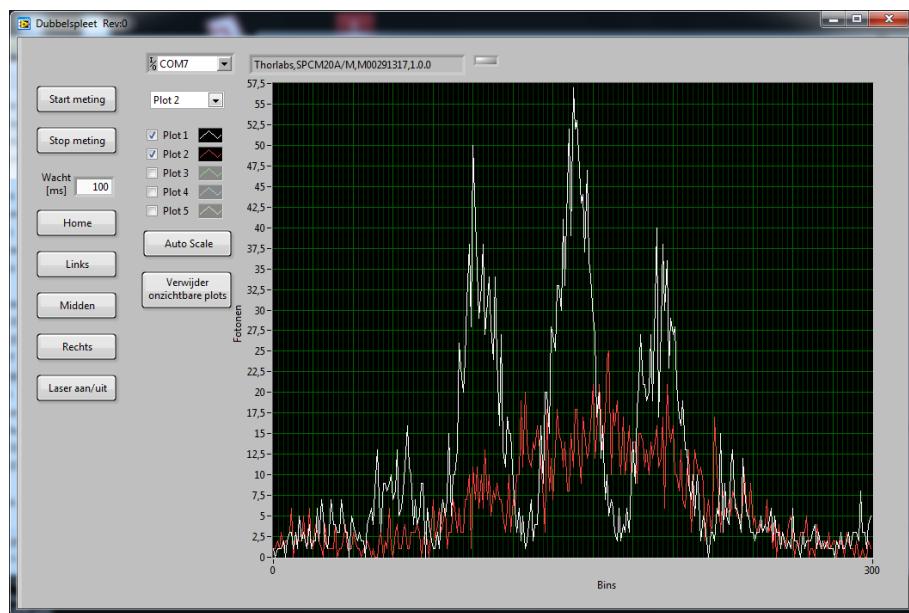
Sluit de deksel en wacht tot Thorlabs SPCM20 zichtbaar is. Klik dan Start meting.

Tijdens het scanner ontstaat het beeld en zijn gelijktijdig de fotonen-clicks hoorbaar

Handleiding dubbelspleetexperiment



De software biedt de mogelijkheid meerdere meetseries over elkaar heen te leggen (bv single slit en double slit).



Voer de eerste meting uit met Plot1

Voer de tweede meting uit met Plot2

etc.

Met de selectieknopjes kan geselecteerd worden welke meetseries getoond worden.

De metingen overschrijven elkaar met dezelfde plot

5. Meten

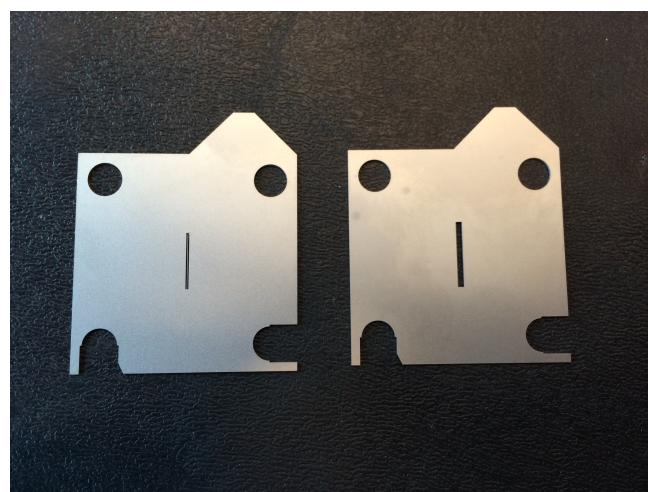
LET OP: de detector kan niet aan direct omgevingslicht blootgesteld worden. Om te meten moet de deksel gesloten zijn. Er zit een beveiliging in de deksel die de detector uitschakelt bij openen.

Om schade te voorkomen mag de deksel niet frequent geopend en gesloten worden.

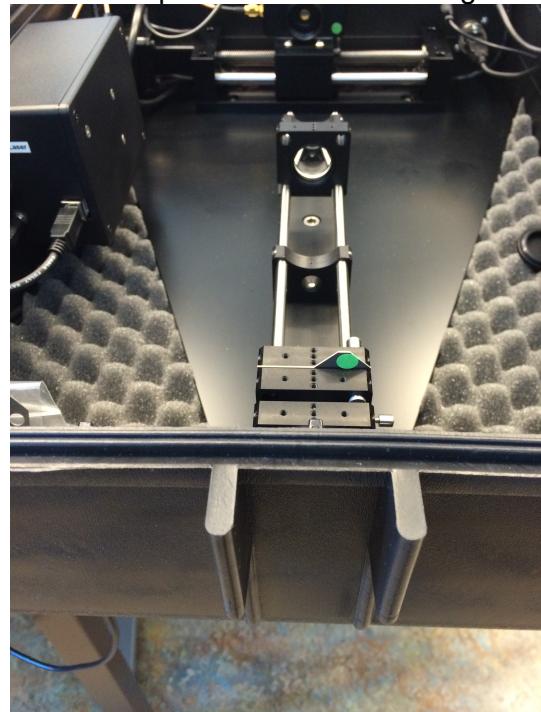
LET OP 2: tijdens het scanning moeten de grijsfilters geplaatst zijn! Dit leidt anders tot schade aan de detector

Het laserlicht schijnt door de dubbelspleet (via de grijsfilter). Gekozen kan worden uit 2 configuraties:

1. dubbelspleet (twee verschillende spleetbreedtes en -afstanden)
2. dubbelspleet met tweede plaatje dat een van de twee spleten afdekt.



De dubbelspleten moeten met de “gekleurde” kant naar de voorkant van de opstelling wijzen.



Handleiding dubbelspleetexperiment

De groen gemaarkeerd heeft spleetafstand/spleetbreedte van 0,3/0,1 mm, de blauw gemaarkeerd van 0,4/0,1 mm.

Na het einde van de meting gaat de detector automatisch naar de beginstand en kan een tweede meting gestart worden. De gegevens van de vorige meting worden verwijderd.

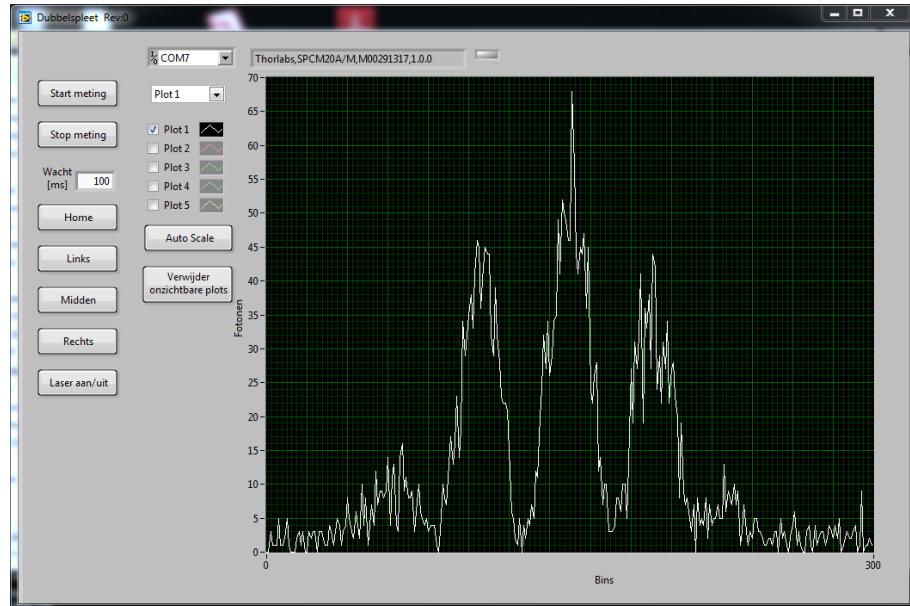
Scanafstand: 15mm (= 1500 stappen),

Scannen met 300 stappen (=bins), dus 5 stappen per bin.

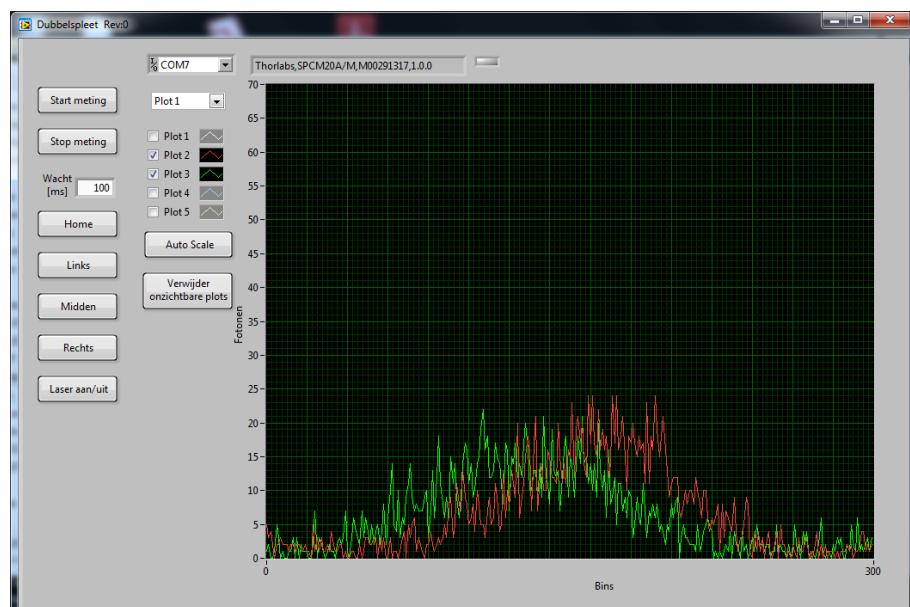
Bingrootte: 50 um/bin

Verzwakker: 10^6

Dubbelspleet patroon (0,3/0,1)



Enkele spleet (linker en rechter spleet afgesloten in één plot)



Handleiding dubbelspleetexperiment

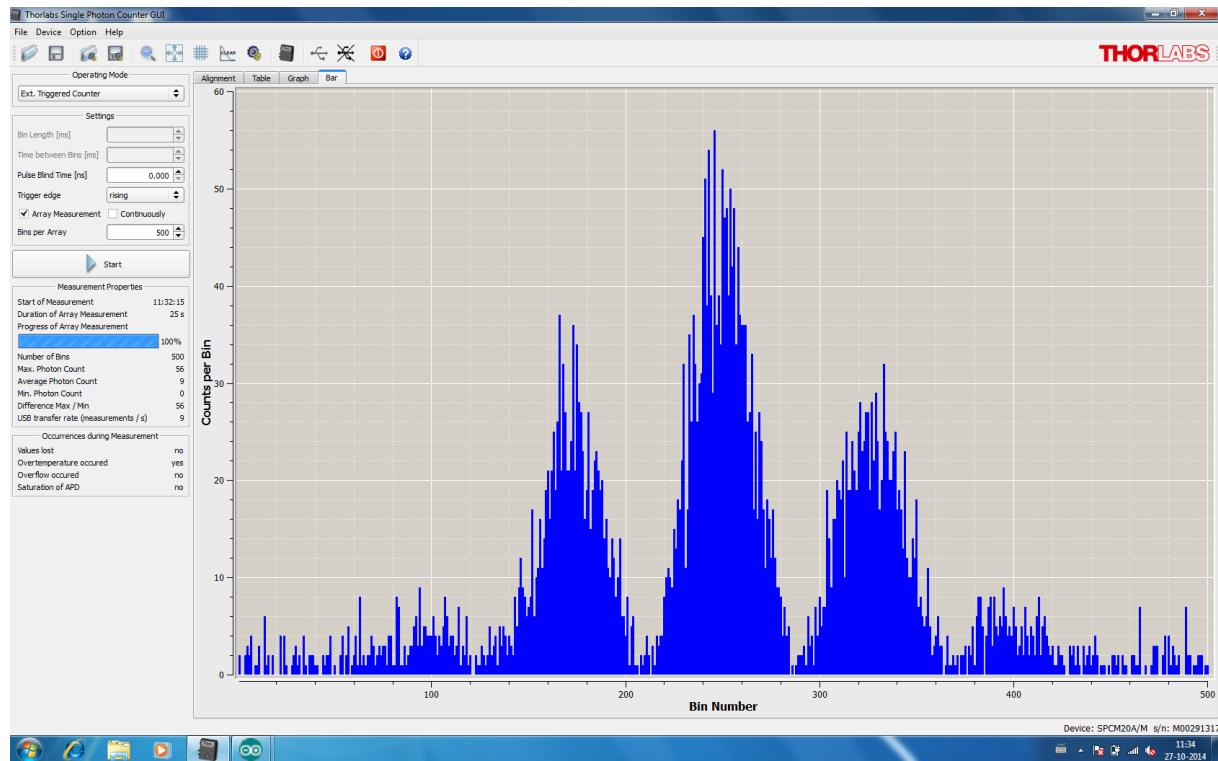
Extra: Ter informatie zijn in de hieronder ook metingen opgenomen die zonder lens gedaan zijn. Hiervoor moeten Arduino variabelen aangepast worden en zijn dus niet zonder aanpassing uitvoerbaar.

Scanafstand: 500 stappen (= 5mm),

Scannen met 500 stappen (=bins), dus 1 stap per bin.

Bingrootte: 10 um/bin

Verzwakker: 10^7



6. Analyse

Elke tijdsbin komt overeen met 50 um. Een volledige scan is 300 stappen.

Het hele beeld is dus $300 \times 50 \text{ um} = 15 \text{ mm}$

Fysieke lengte bedraagt 396 mm, met de lens wordt deze verlengd tot 1060mm

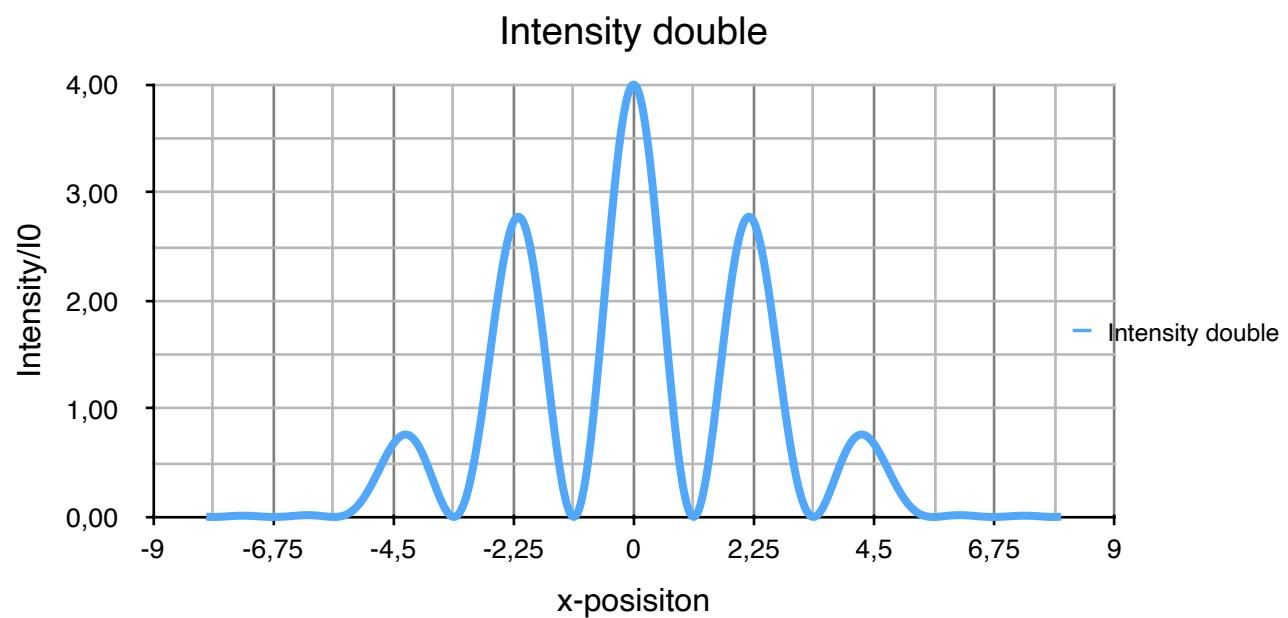
Twee afmetingen:

spleetafstand = 0,3 mm en 0,4 mm

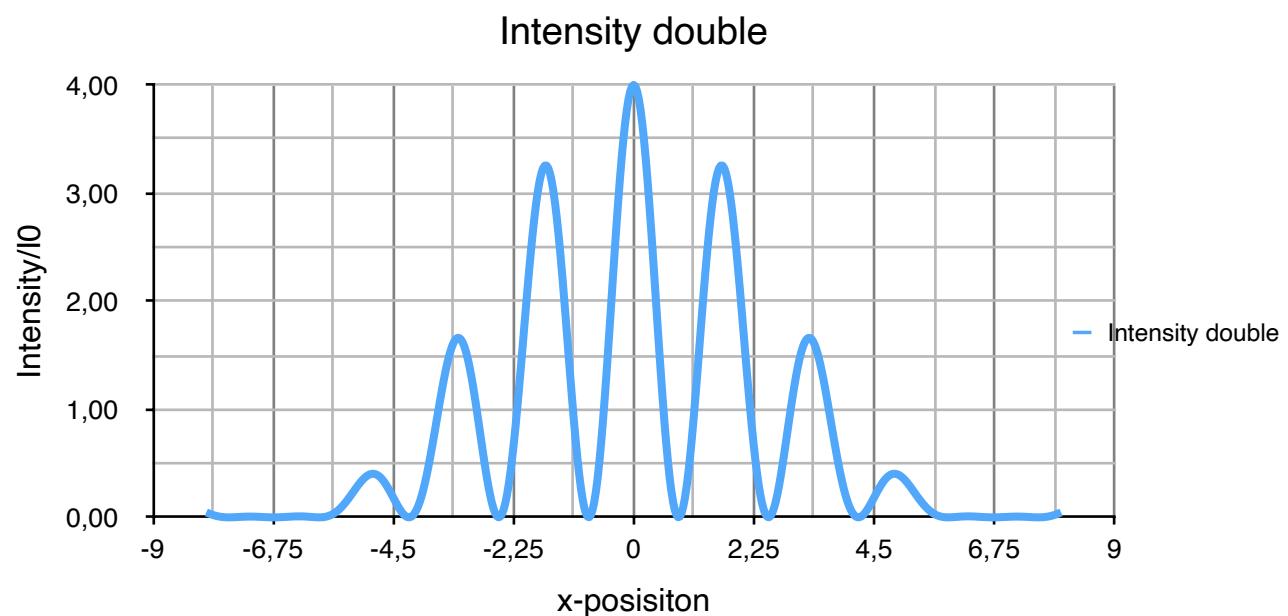
spleetbreedte = 0,1 mm

Onderstaande grafieken zijn berekende interferentiepatronen met $L = 1060\text{mm}$.

0,3mm:



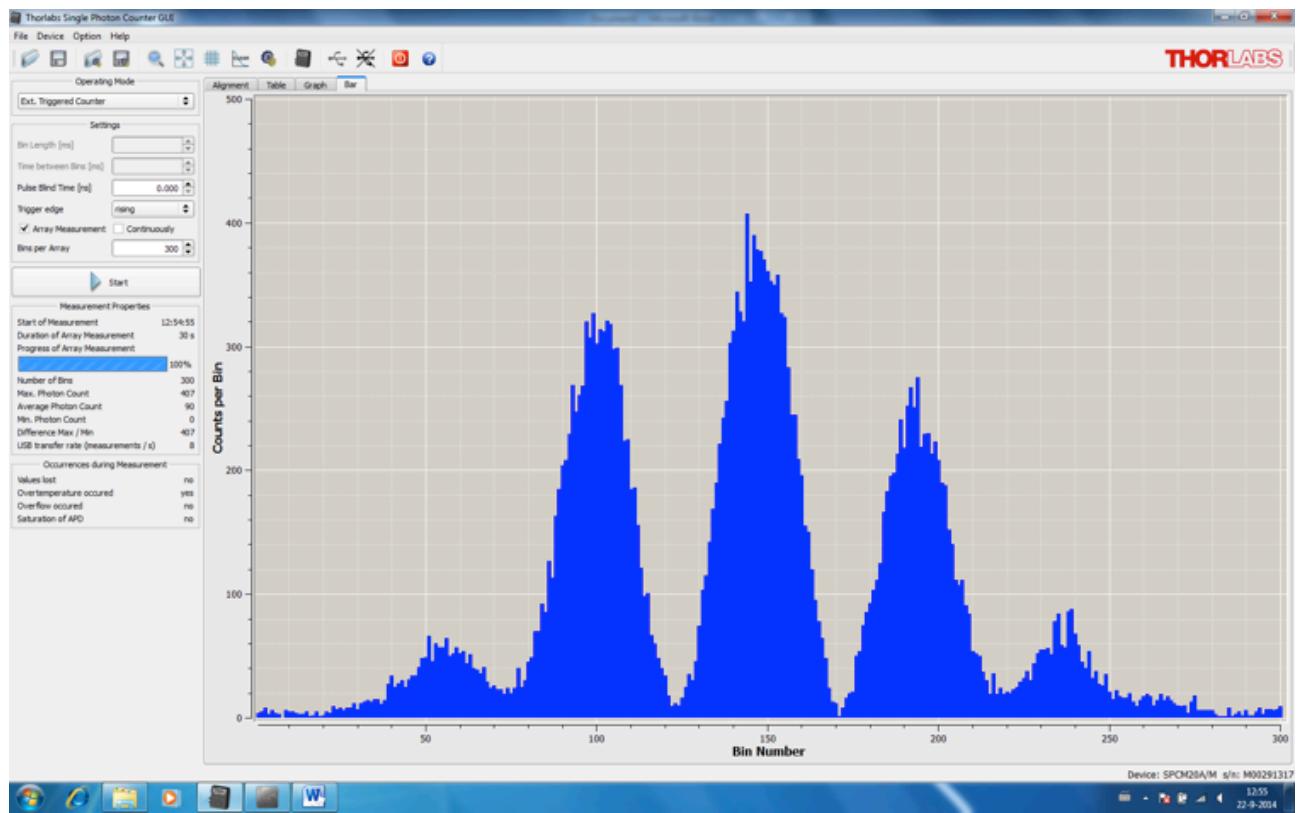
0,4 mm:



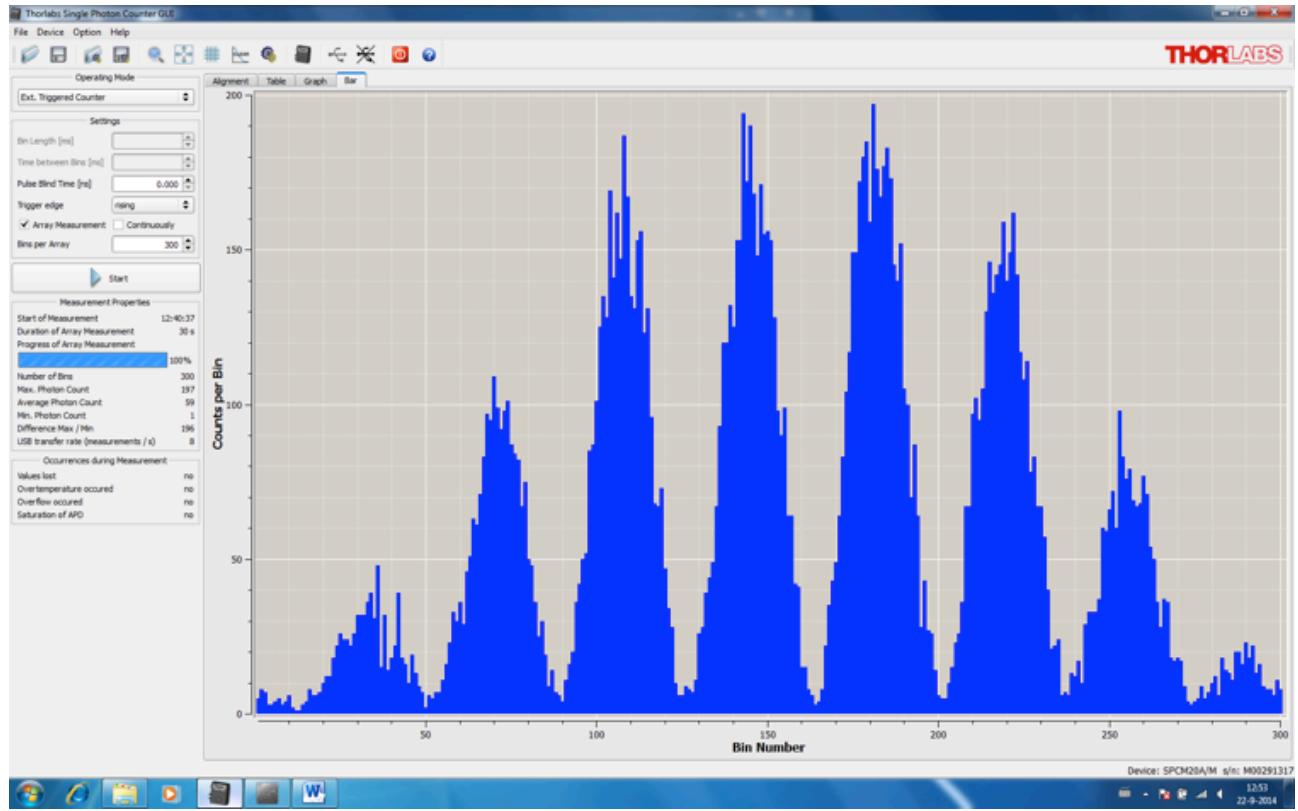
Handleiding dubbelspleetexperiment

De meetresultaten:

0,3 - 0,1:



0,4 - 0,1:



7. Afsluiten

De volgende stappen moeten gedaan worden om de koffer af te sluiten:

1. Stofkapje op de fotonendetector draaien
2. Luidspreker uitzetten
3. Voedingskabel in het etui met de luidspreker
4. USB Kabels los in de koffer
5. Koffer afsluiten
6. Documentatie terug in de koffer

8. Didactiek

De koffer is een demonstratieexperiment, die onderdeel van een les over golf-deeltjes dualiteit ingezet kan worden. Over deze didactiek is een artikel in de NVOX verschenen. Dit artikel is bij de documentatie bijgevoegd.

Via deze link is een lesbrief te downloaden

<https://www.utwente.nl/en/bms/elan/researchanddevelopment/projects/impuls/deelprojecten/natuurkunde/lesopzetdualiteit.pdf>

9. Feedback

Graag hoor ik hoe de inzet van de koffer in de les geweest is. Ook verneem ik graag suggesties ter verbeteringen.

Op- en aanmerkingen graag mailen naar: a.n.vanrossum@utwente.nl