

# Scanning Laser Optical Tomography SLOT (IQ18)

Laborpraktikum durchgeführt im Block 1  
22.10.2018 – 09.11.2018



Daniel Scheiermann  
3227680

Felix Springer  
10002537

25. November 2018

# **Inhaltsverzeichnis**

<b>1</b>	<b>SLOT - Auflösungsvermögen</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>Aufnahmen von Heuschreckengehirnen</b>	<b>5</b>

# 1 SLOT - Auflösungsvermögen

Der Kontrast in Abhängigkeit von der horizontalen und vertikalen Auflösung wurde für verschiedene Fokussierungen, Strahlendurchmesser und Wellenlängen des Lasers gemessen. Dadurch ergibt sich die Modulationsübertragungsfunktion.

Bei allen Messungen wurde die Dunkelaufnahme von der normalen abgezogen, um ein Rauschen herauszurechnen.

Für geringe Auflösung wurde die Modulationsübertragungsfunktion in Abhängigkeit zur horizontalen Auflösung in Abbildung 1 und zur vertikalen Auflösung in Abbildung 2 dargestellt.

Für hohe Auflösung ist diese zur horizontalen Auflösung in Abbildung 3 und zur vertikalen Auflösung in Abbildung 4 dargestellt.

Außerdem sind die Modulationsübertragungsfunktionen für hohe Auflösungen in Abbildung 5 dargestellt, um diese untereinander besser vergleichen zu können.

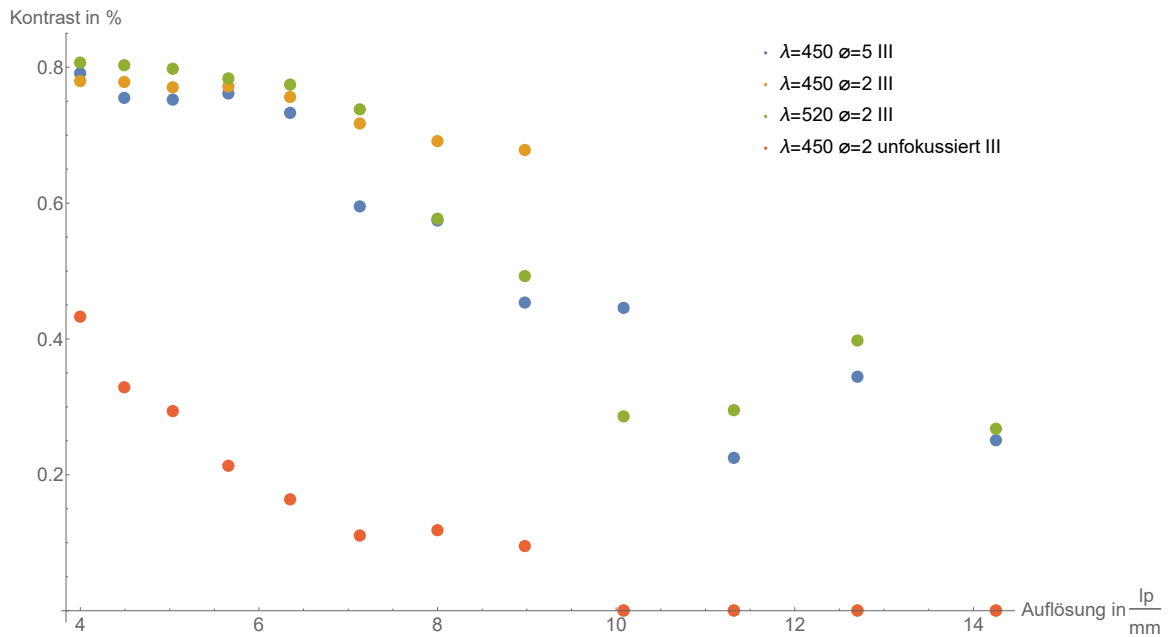


Abbildung 1: Kontrast bei geringer Auflösung (horizontal)

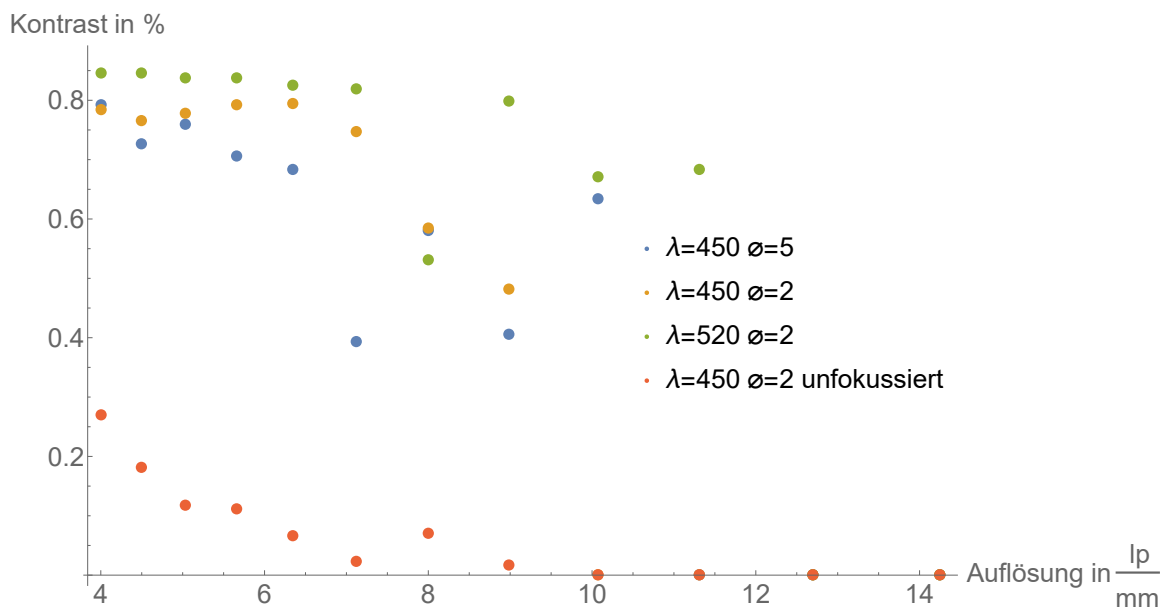


Abbildung 2: Kontrast bei geringer Auflösung (vertikal)

Ein erhöhter Strahlendurchmesser verbessert den Kontrast.  
Bei geringer Auflösung ist der Kontrast für eine höhere Wellenlänge höher.  
Der Kontrast ist in horizontaler und vertikaler Richtung von vergleichbarer Höhe.  
Der Kontrast sinkt rapide, falls ohne Fokussierung gemessen wird.

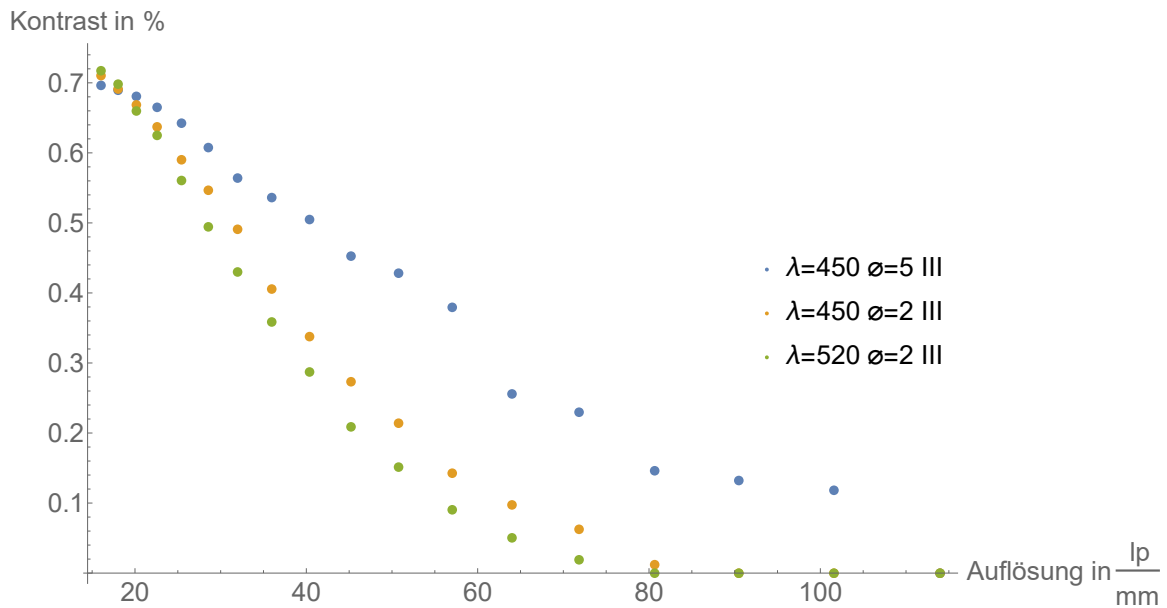


Abbildung 3: Kontrast bei hoher Auflösung (horizontal)

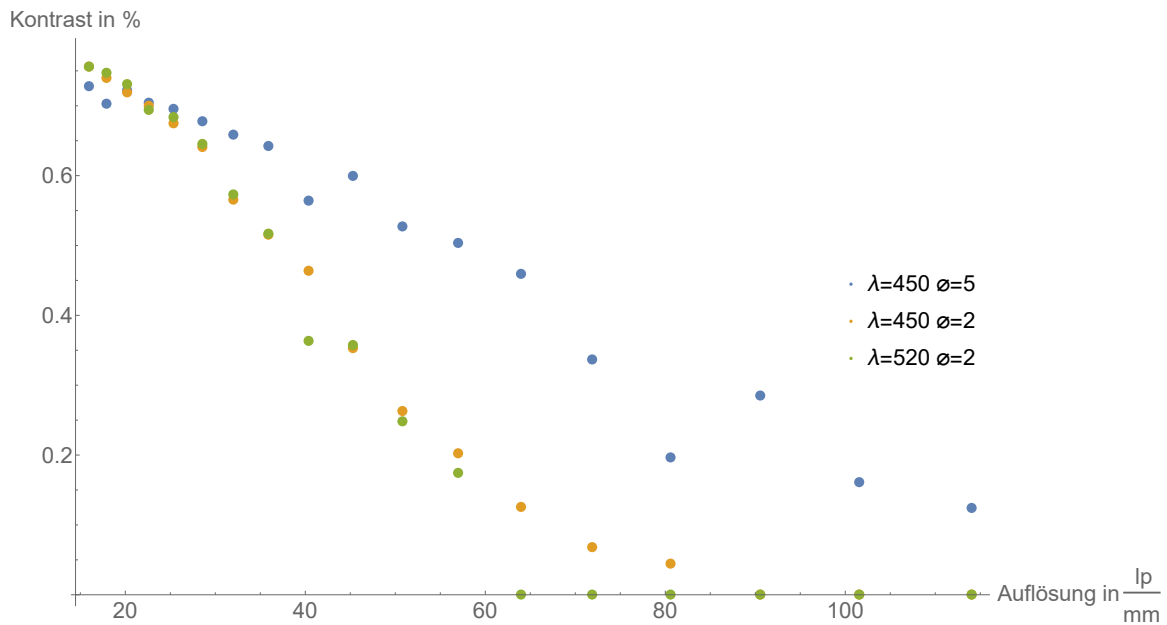


Abbildung 4: Kontrast bei hoher Auflösung (vertikal)

Ein erhöhter Strahlendurchmesser verbessert den Kontrast. Bei hoher Auflösung ist der Kontrast für eine höhere Wellenlänge höher. Etwa bei einer Auflösung von  $20 \frac{\text{lp}}{\text{mm}}$  erhöht eine kleine Wellenlänge den Kontrast.

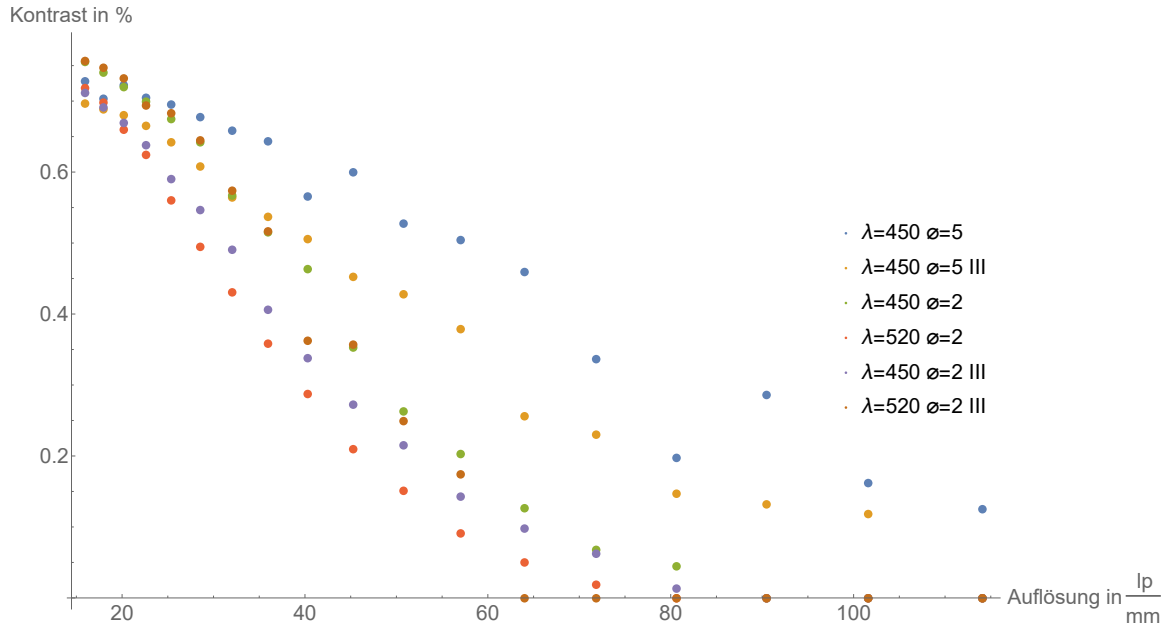


Abbildung 5: Kontrast bei hoher Auflösung (horizontal & vertikal)

## 2 Aufnahmen von Heuschreckengehirnen

In diesem Versuchsabschnitt haben wir als Probe ein präpariertes Heuschreckengehirn in den SLOT-Aufbau gestellt. Die Probe war in einer Küvette und hat sich mit dieser um die  $z$ -Achse gedreht. Mit einer  $360^\circ$ -Drehung um die  $z$ -Achse haben wir also unsere Aufnahmen unter verschiedenen Einstellungen aufgenommen. Interessant war bei dieser Messung, dass wir die Fluoreszenz mit dem Photomultiplier (PMT) darstellen konnten, da es sich hier, im Gegensatz zum USAF-Target, um eine 3-dimensionale Probe handelt.

Wichtig für die Auswertung dieser Messung war, dass die Drehachse der Probe nicht präzisiert, was wir leider durch ausprobieren am Aufbau nicht ganz vermeiden konnten. Die Achse wandert also ca. 4 Pixel von links nach rechts.

Die durchschnittliche Schiefelage  $\alpha$  konnten wir bei der Auswertung jedoch ausgleichen. Dazu haben wir den Drehachsendurchlauf am oberen und unteren Bildrand gemessen und den Winkel  $\alpha$  mit

$$\alpha = \arcsin \left( \frac{\Delta x_{\text{oben}} - \Delta x_{\text{unten}}}{y_{\text{max}}} \right)$$

berechnet. Hier entspricht  $y_{\text{max}}$  der Anzahl an Pixel auf der  $y$ -Achse im Bild.

Um  $\Delta x_{\text{oben}}$  und  $\Delta x_{\text{unten}}$  messen zu können haben wir die jeweilige Ebene mit 100 verschiedenen  $x$ -Achsenverschiebungen mit „tilt“ rekonstruiert und anschließend das beste Bild herausgesucht (möglichst keine Ringartefakte).

Dann haben wir die Aufnahme mit „ImageJ“ um den jeweiligen Winkel gedreht und das Ergebnis wieder mit „tilt“ aber dieses mal für alle Ebenen rekonstruiert. Dabei haben wir auch die mittlere  $x$ -Achsenverschiebung

$$\Delta x = \frac{\Delta x_{\text{oben}} - \Delta x_{\text{unten}}}{2}$$

beachtet.

Eine Verlängerung der Integrationszeit  $\Delta t$  von 1s zu 2s hatte nur eine Aufhellung des PMT-Bildes zu Folge. Da wir bei dieser Aufnahme jedoch einen unpassenden Filter verwendeten, zeigt das PMT-Bild auch nur das gestreute Licht. Das Ergebnis ist in Abbildung 6 zu sehen.

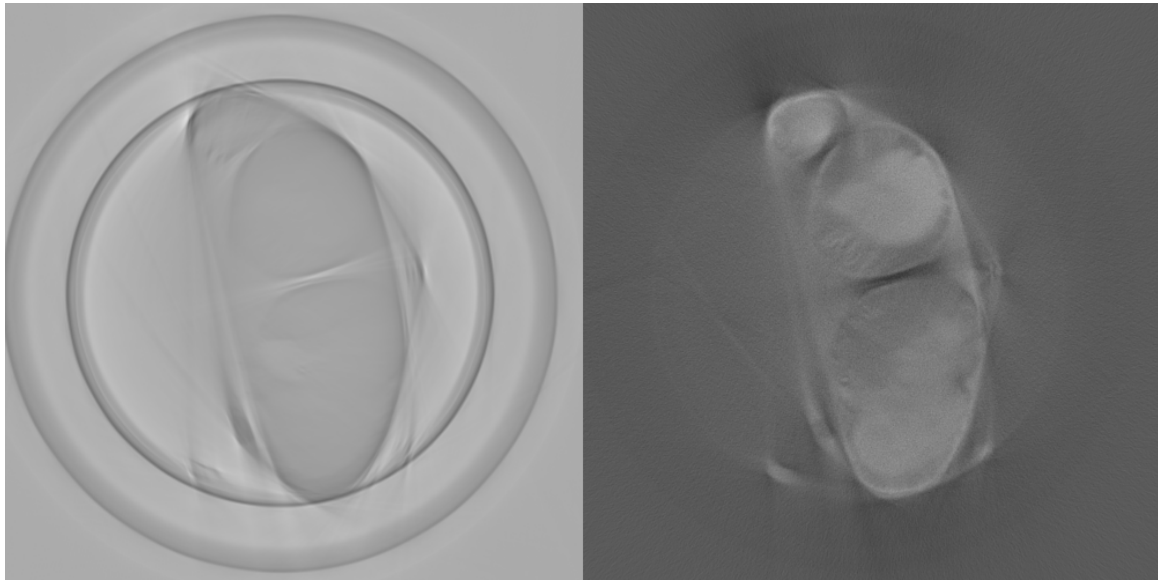


Abbildung 6: Rekonstruktion: Photodiode links, PMT rechts;  $\lambda = 450\text{nm}$ ,  $\Delta t = 2\text{s}$ ,  
 $\lambda_{\text{Filter}} = (520 \pm 36)\text{nm}$ ,  $d_{\text{Strahl}} = 5\text{mm}$

Mit der Photodiode lassen sich die äußeren Umrisse gut erkennen, mit dem PMT auch die Dichte im Inneren.

In Abbildung 7 sind 2 Rekonstruktionen der Bilder der Photodiode dargestellt. Man erkennt, dass das Bild mit der längeren Wellenlänge feinere Strukturen im Heuschreckengehirn darstellt.

In Abbildung 8 wurden Bilder des PMT vom jeweiligen Fluoreszenzlicht der Laser rekonstruiert. Im Vergleich stellt man fest, dass man bei  $\lambda = 520\text{nm}$  mehr erkennt.

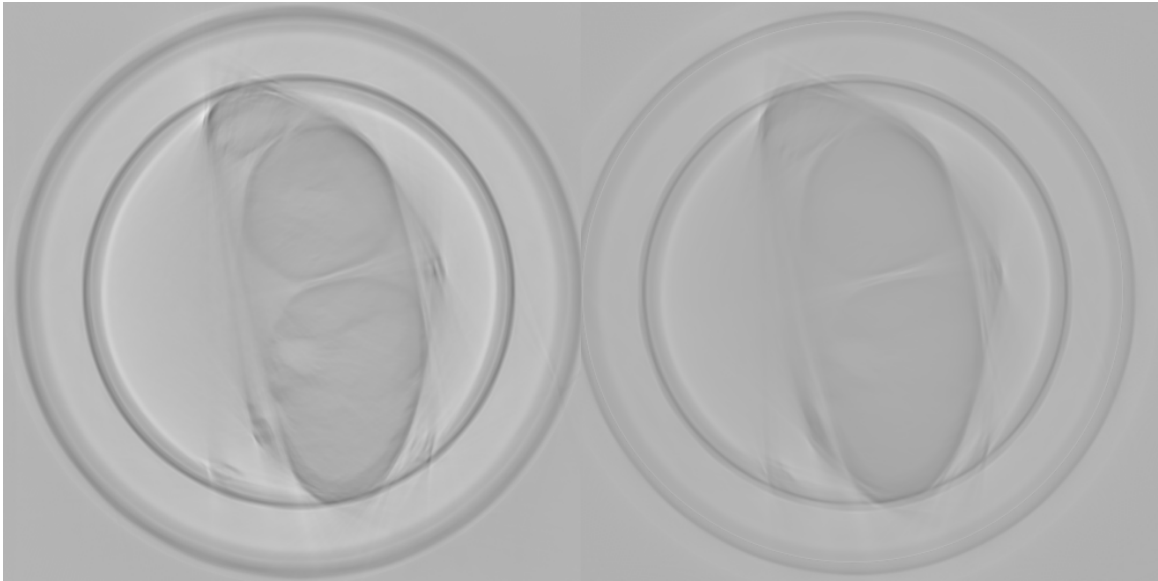


Abbildung 7: Rekonstruktion:  $\lambda = 520\text{nm}$  links,  $\lambda = 450\text{nm}$  rechts; Photodiode,  $\Delta t = 1\text{s}$ ,  $\lambda_{\text{Filter}} = (520 \pm 36)\text{nm}$ ,  $d_{\text{Strahl}} = 5\text{mm}$

Mit dem ImageJ-Plugin „Volume Viewer“ ist es nach der Rekonstruktion möglich verschiedene Ansichten auf das Heuschreckengehirn zu generieren. Ein anschauliches Beispiel ist in Abbildung 9 zu finden.



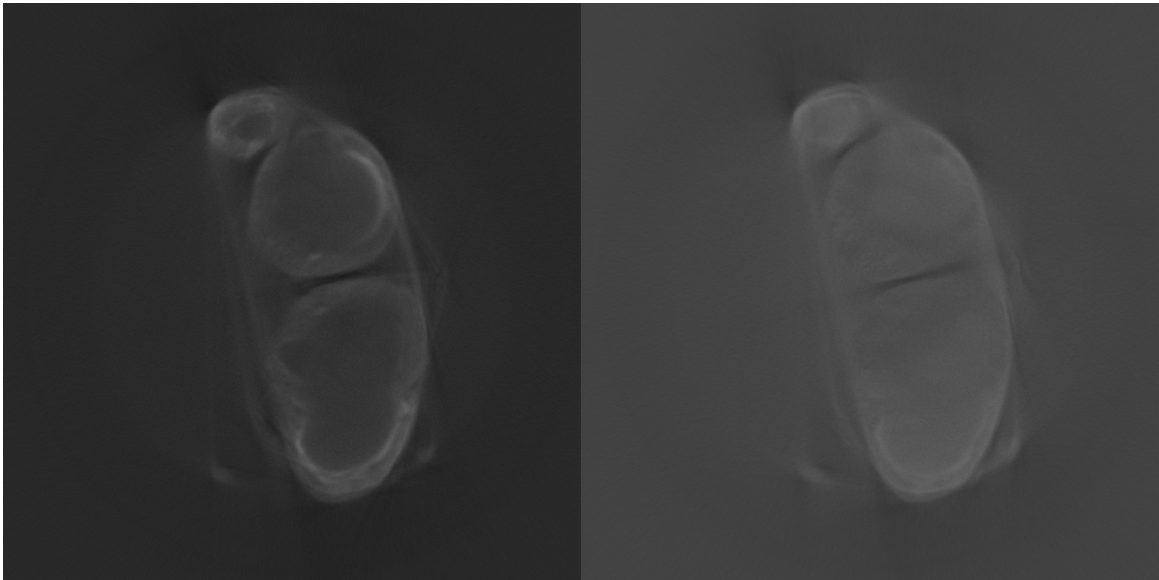


Abbildung 8: Rekonstruktion:  $\lambda = 520\text{nm}$  links mit  $\lambda_{\text{Filter}} = (676 \pm 29)\text{nm}$  links,  $\lambda = 450\text{nm}$  mit  $\lambda_{\text{Filter}} \geq 570\text{nm}$  rechts; Photodiode,  $\Delta t = 1\text{s}$ ,  $d_{\text{Strahl}} = 5\text{mm}$

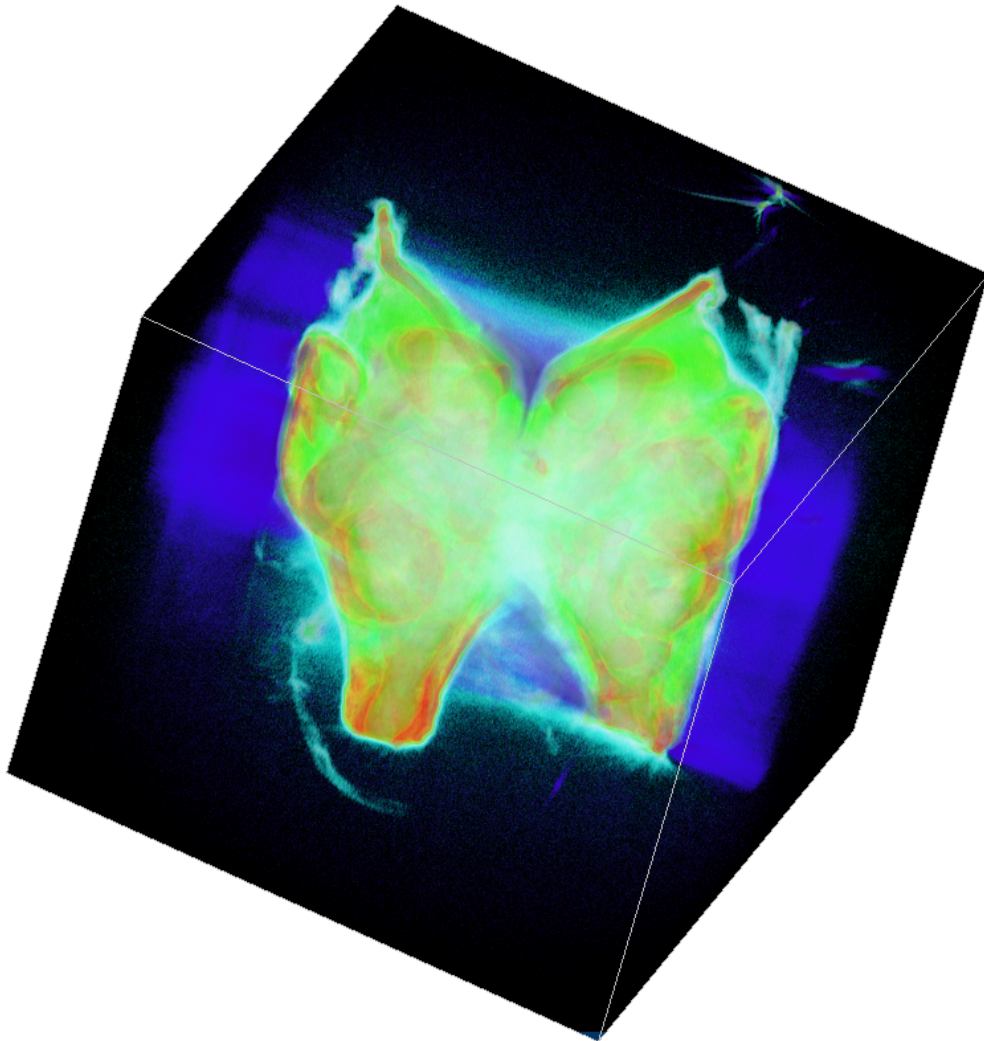


Abbildung 9: 3-dimensionale Ansicht einer PMT-Aufnahme:  $\lambda = 520\text{nm}$  mit  $\lambda_{\text{Filter}} = (676 \pm 29)\text{nm}$ ,  $\Delta t = 1\text{s}$ ,  $d_{\text{Strahl}} = 5\text{mm}$