
MEMS basiertes LIDAR System für die Gesten- und Objekterkennung

microtec nord
Mensch – Elektronik – Maschine

Norddeutscher Mikroelektronik Tag
07. September 2017

Thorsten Giese

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction,
editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.

© Fraunhofer ISIT 2017

Dipl. Ing. (FH) Thorsten Giese
E-Mail: thorsten.giese@isit.fraunhofer.de

 **Fraunhofer**
ISIT

Inhalt

- Motivation
- 2D MEMS Scanner
- Funktionsprinzip
- Systemelektronik
- Erste Ergebnisse
- Ausblick

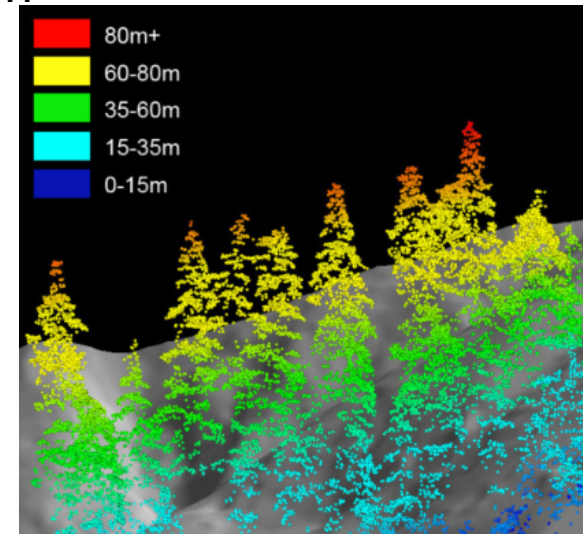
Seite 2

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.

© Fraunhofer ISIT 2017

Motivation [1] – Warum 3D?

- Zukünftige Robotik oder Geräte interagiert mit ihrer Umwelt.
- Erkennung der Umgebung für z.B. autonome Robotik, Spielekonsolen.
 - Qualitätskontrolle
 - Personenerkennung
 - ...
- Gestenerkennung
 - Fahrerinsassenerkennung
 - Unterscheidung Maske und lebender Person
 - ...
- 3D-Erfassung mit Hilfe von LIDAR
 - LIDAR verwandt mit RADAR
 - Arbeitet im „sichtbaren“ Bereich der elektromagnetischen Wellen
 - Sehr hohe laterale Auflösungen möglich.



Motivation [2] – Stand der Technik

■ Messverfahren

- TOF (direct) Zeitmessung
- TOF (indirect) Phasenmessung
- Triangulation
- Stereo-Vision
- ...

■ Distance-Image sensors

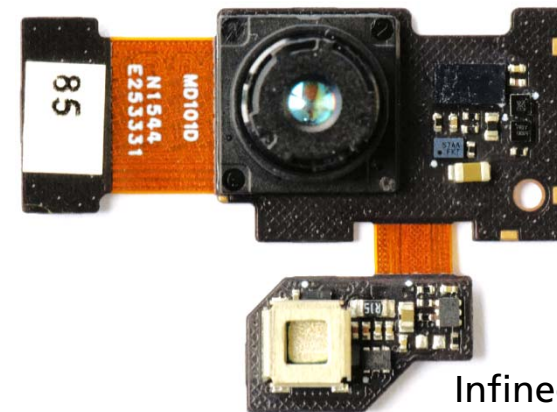
- Indirect TOF
- hoher Messgenauigkeit
- Kurz- mittlere Messreichweite mit
- kleinen optischen Bauelementen.
- Optik erzeugt Abbildung auf Sensor
- Gleichzeitige Beleuchtung aller Pixel



Sensor mit fester Auflösung und erhöhtem Verbrauch bei LD → scannendes LIDAR



Sony - Softkinect



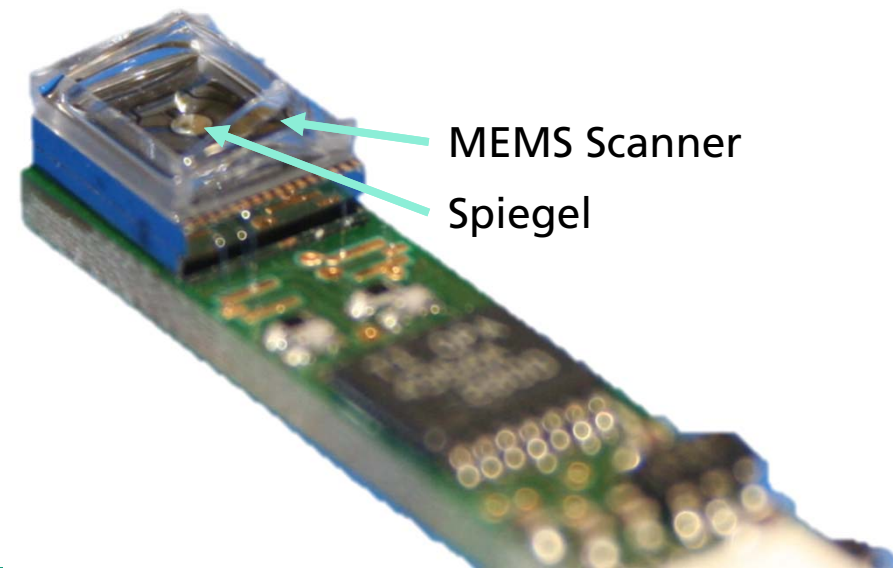
Infineon - PMD

2D-MEMS Scanner für LIDAR Kamera

- Resonante 2D-MEMS Scanner
 - Elektrostatische Anregung und
 - Vakuum Verkapselung auf Waferebene
 - ➔ Sehr energieeffizient $\ll 1$ mW
 - Optische Winkel $> 40^\circ$ in beiden Achsen
 - Closed-Loop Regelung für Antrieb und Positiondetektion.
- Effizienzsteigerung durch MEMS Scanner



Indirektes TOF mit 1-Pixel
Detektion und virtueller
Bilderzeugung



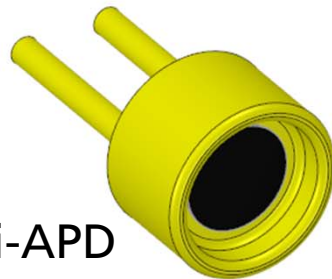
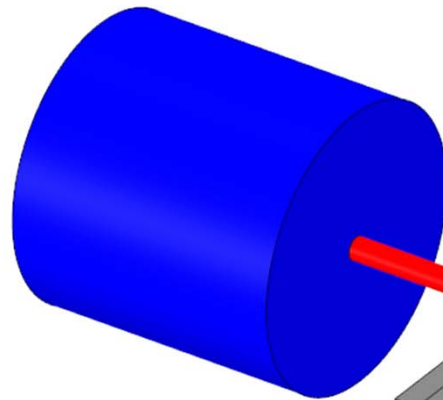
Seite 5

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.

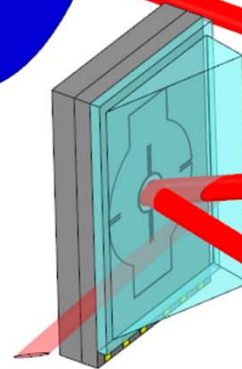
© Fraunhofer ISIT 2017

Funktionsprinzip[1] – Komponenten

Laser
 $\lambda=660\text{ nm}$
 $B>100\text{ MHz}$
 $P_{CW} < 50\text{mW}$



Si-APD
 $\varnothing\ 3\text{mm}$
 $B>80\text{ MHz}$



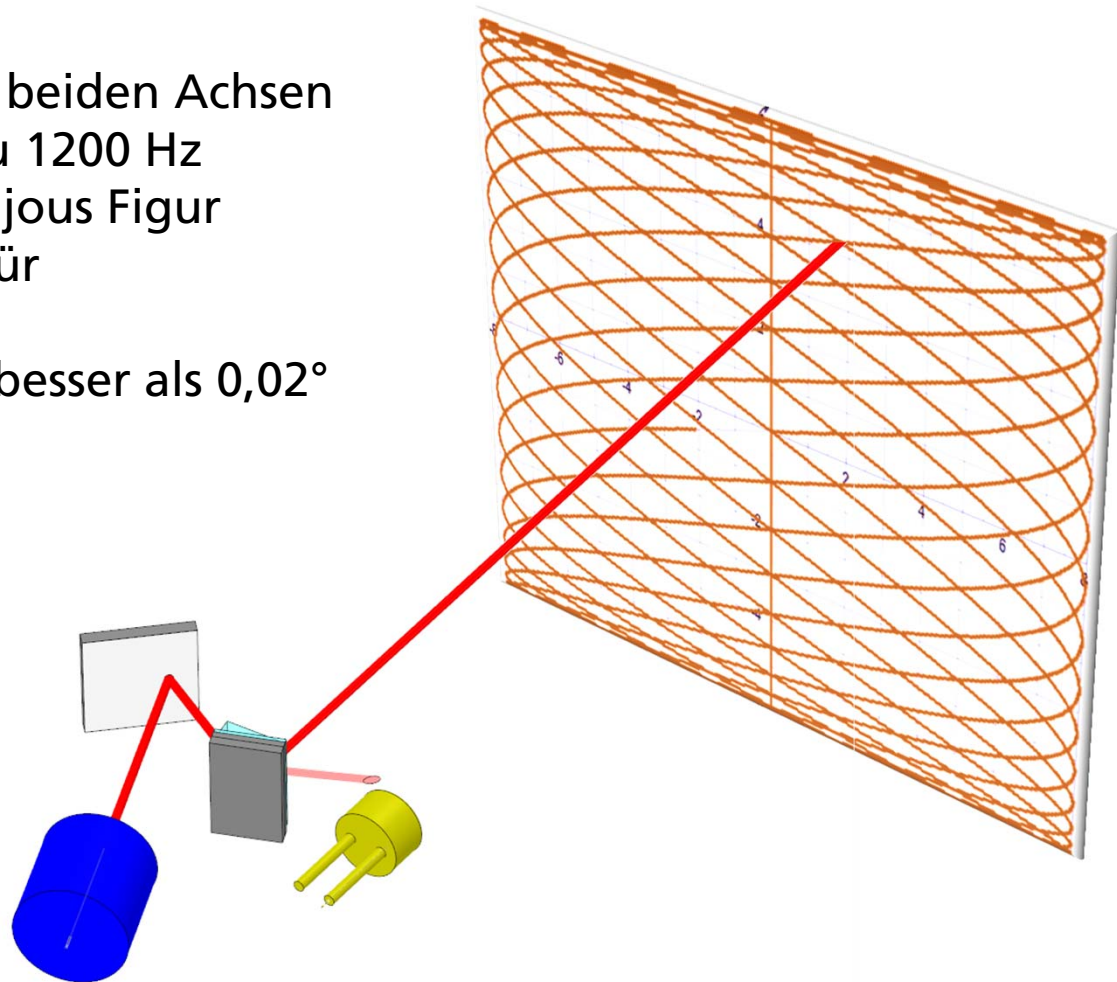
2D-MEMS

Umlenkspiegel



Funktionsprinzip[2] – Lissajous-Scan

- Kontinuierlicher Scan in beiden Achsen
- Interlaceraten von bis zu 1200 Hz
- Keine geschlossene Lissajous Figur
- Closed-Loop Regelung für Positionsdetektion
- Auflösungsgenauigkeit besser als $0,02^\circ$ @ 40° FOV



Seite 7

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.

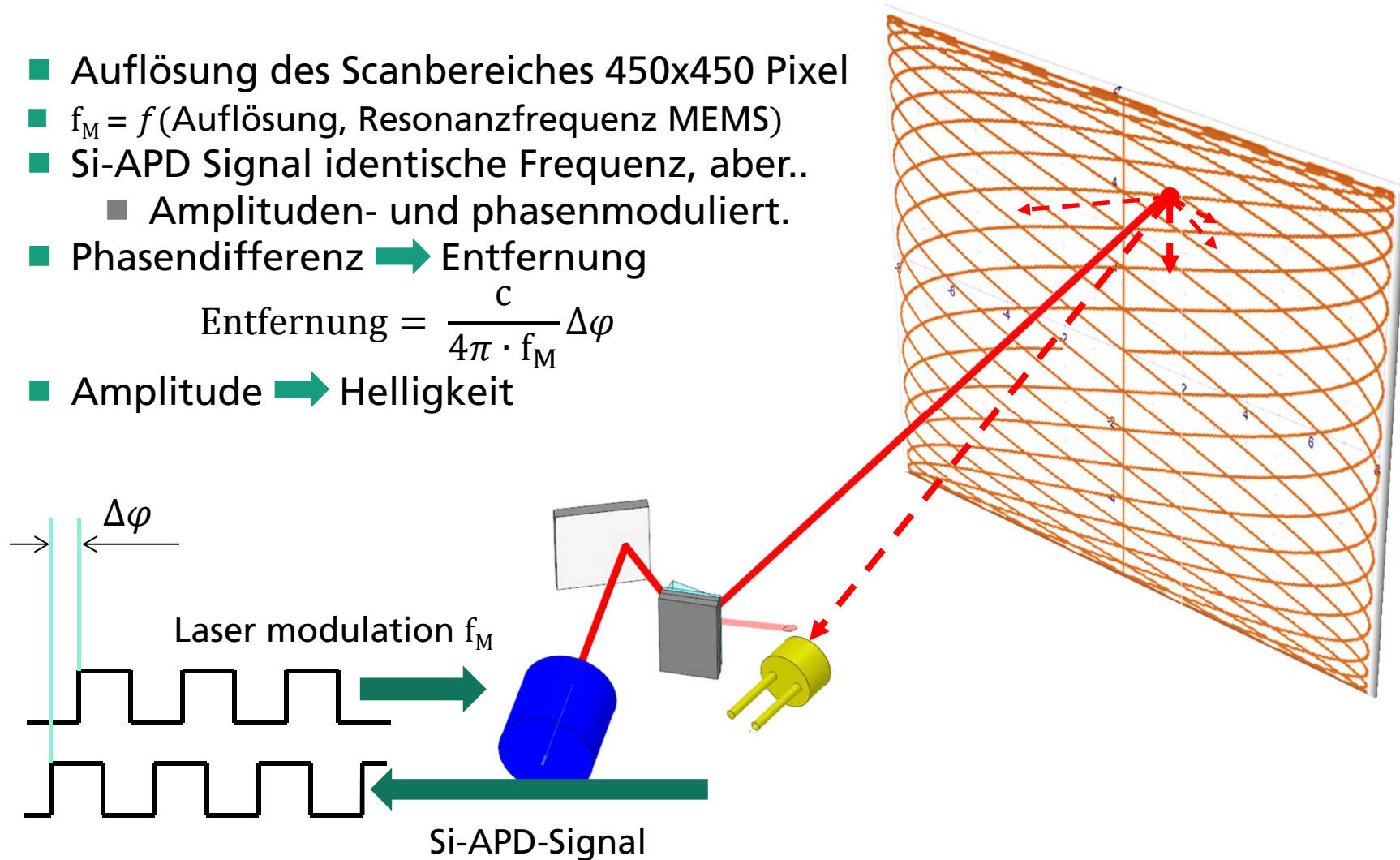
© Fraunhofer ISIT 2017

Funktionsprinzip[3] – Messung

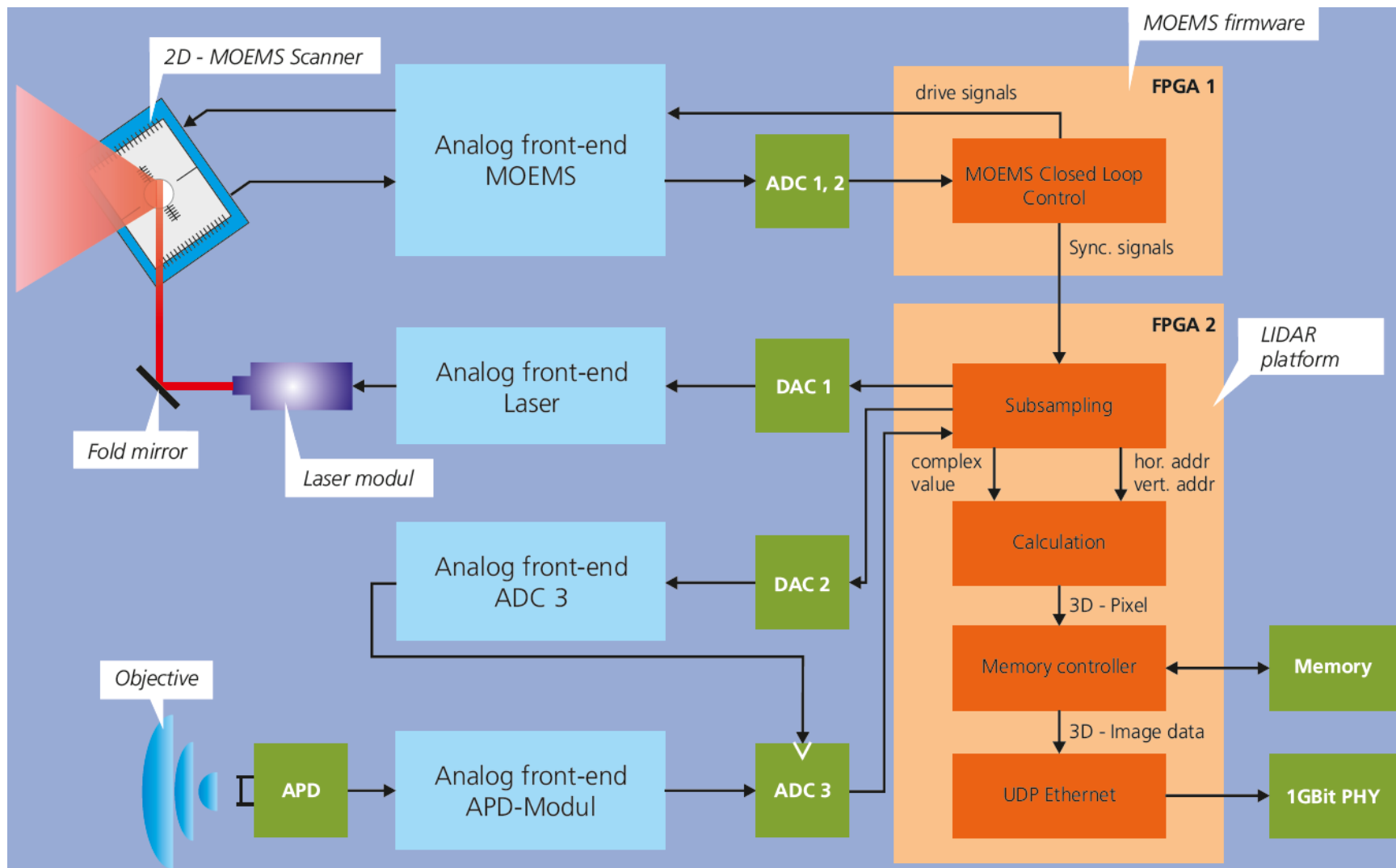
- Auflösung des Scanbereiches 450x450 Pixel
- $f_M = f$ (Auflösung, Resonanzfrequenz MEMS)
- Si-APD Signal identische Frequenz, aber..
 - Amplituden- und phasenmoduliert.
- Phasendifferenz \rightarrow Entfernung

$$\text{Entfernung} = \frac{c}{4\pi \cdot f_M} \Delta\varphi$$

- Amplitude \rightarrow Helligkeit



Systemelektronik

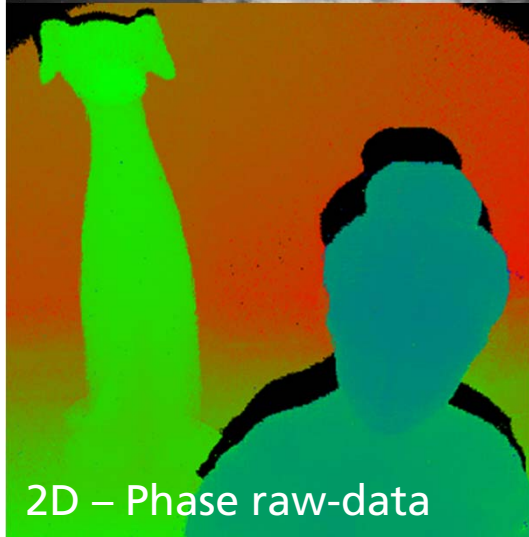
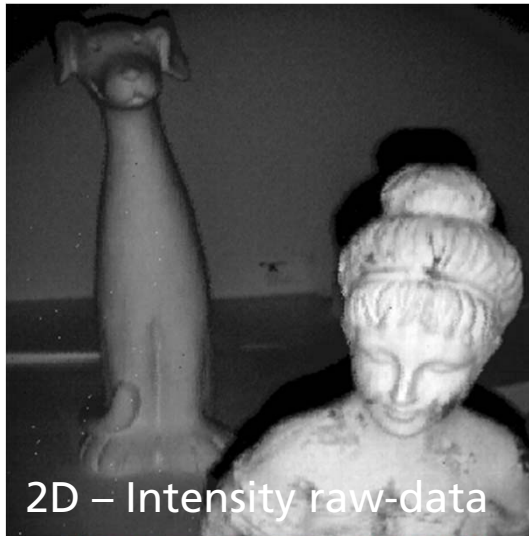


Seite 9

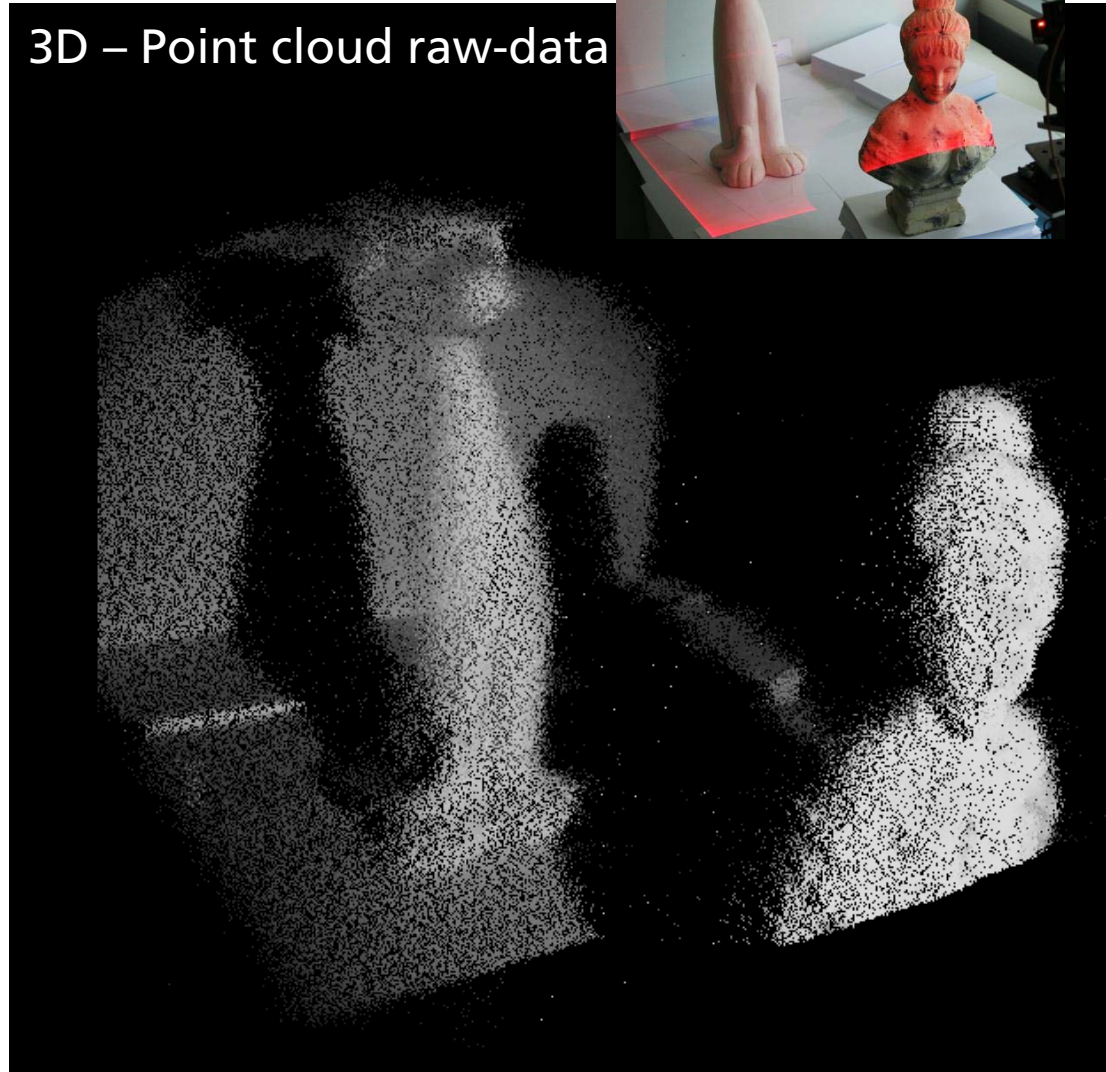
All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.

© Fraunhofer ISIT 2017

Erste Ergebnisse

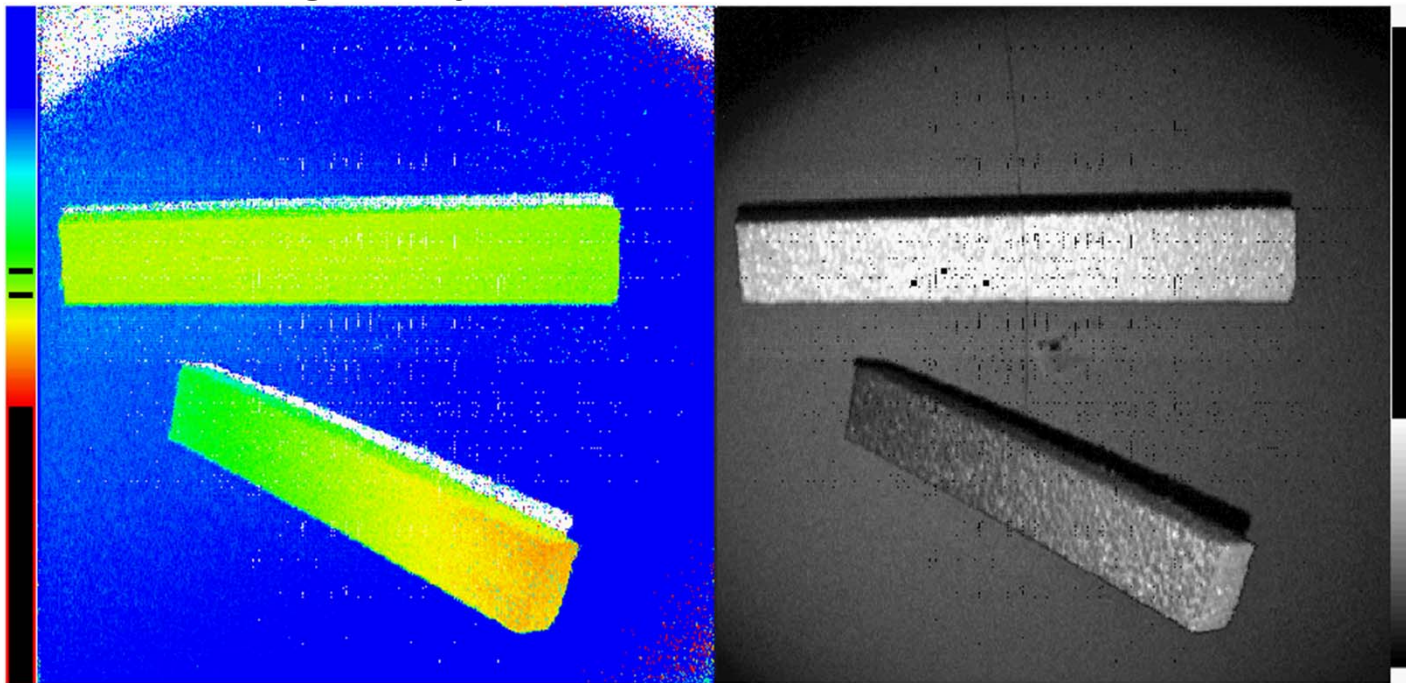


3D – Point cloud raw-data



Zusammenfassung / Ausblick

- Erfolgreicher Aufbau und Test mit 450x450 Pixel @ 6fps
- Grundlage für scannende Multi-Spektral Kameras
- Optimierung des SNR durch kleinere Detektorfläche
- Integration optischer Filter
- Überarbeitung der GUI
- Erhöhung der Reichweite
- Miniaturisierung der System-Elektronik



Seite 11

All rights reserved, also regarding any disposal, exploitation, reproduction, editing, distribution, as well as in the event of applications for property rights.

© Fraunhofer ISIT 2017