

Präsentation Optische Systeme

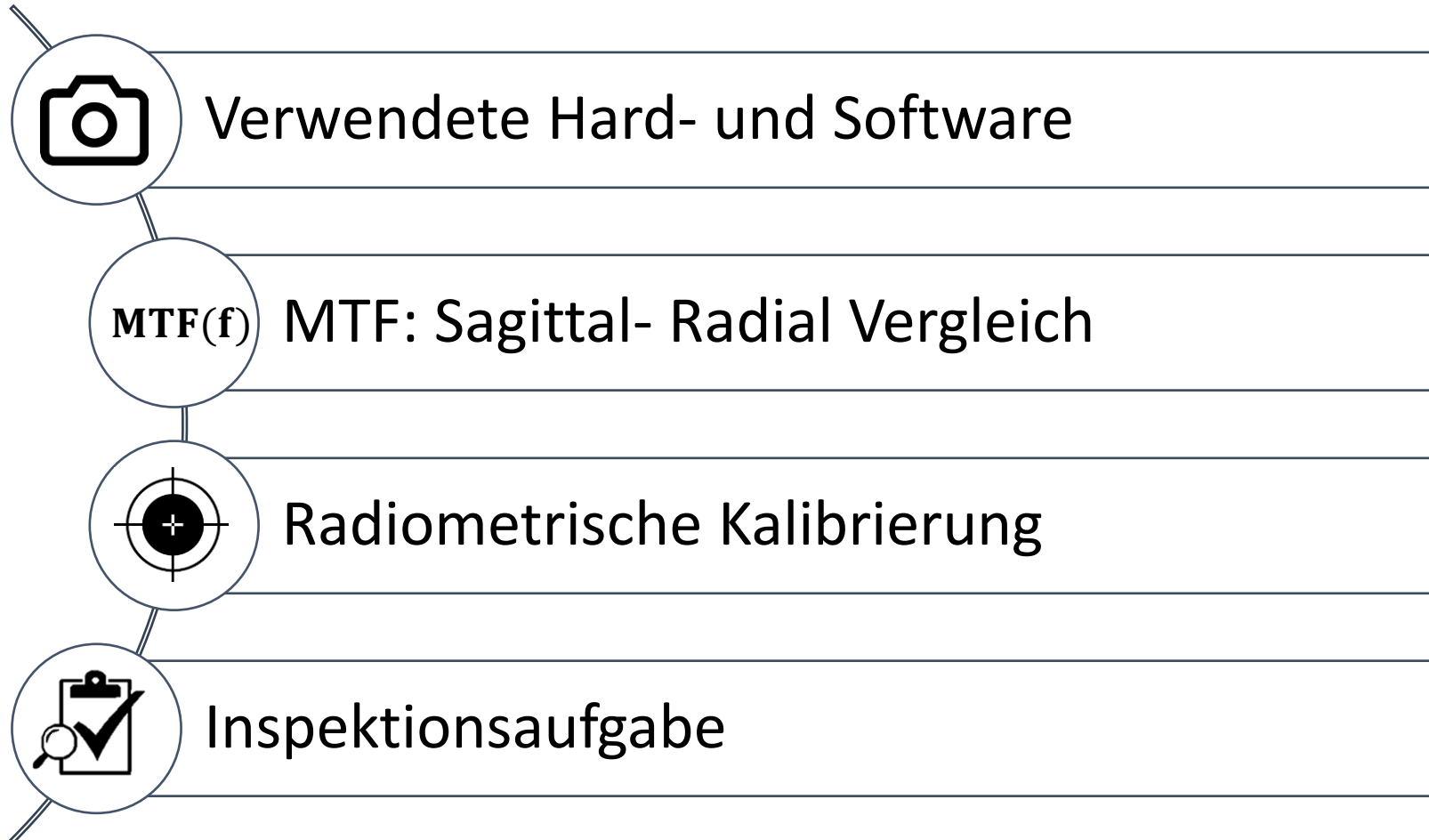
Team 4

Lavinia Weber
Mechatronik

Mathias Götz
Elektrische Systeme

Optische Systeme

Prof. Dr. Bernd Jödicke
Prof. Dr. Jürgen Sum
Prof. Dr. Matthias Franz
WS 20/21





Verwendete Hard- und Software

Kamera, Objektiv und Software

- Kamera: IDS UI-3250LE-M-GL
 - Sensortyp: CMOS Mono
 - Auflösung: 1600 x 1200 Pixel
 - Pixelgröße: 4,5 μm
-
- Objektiv: Ricoh FL-CC2514A-2M

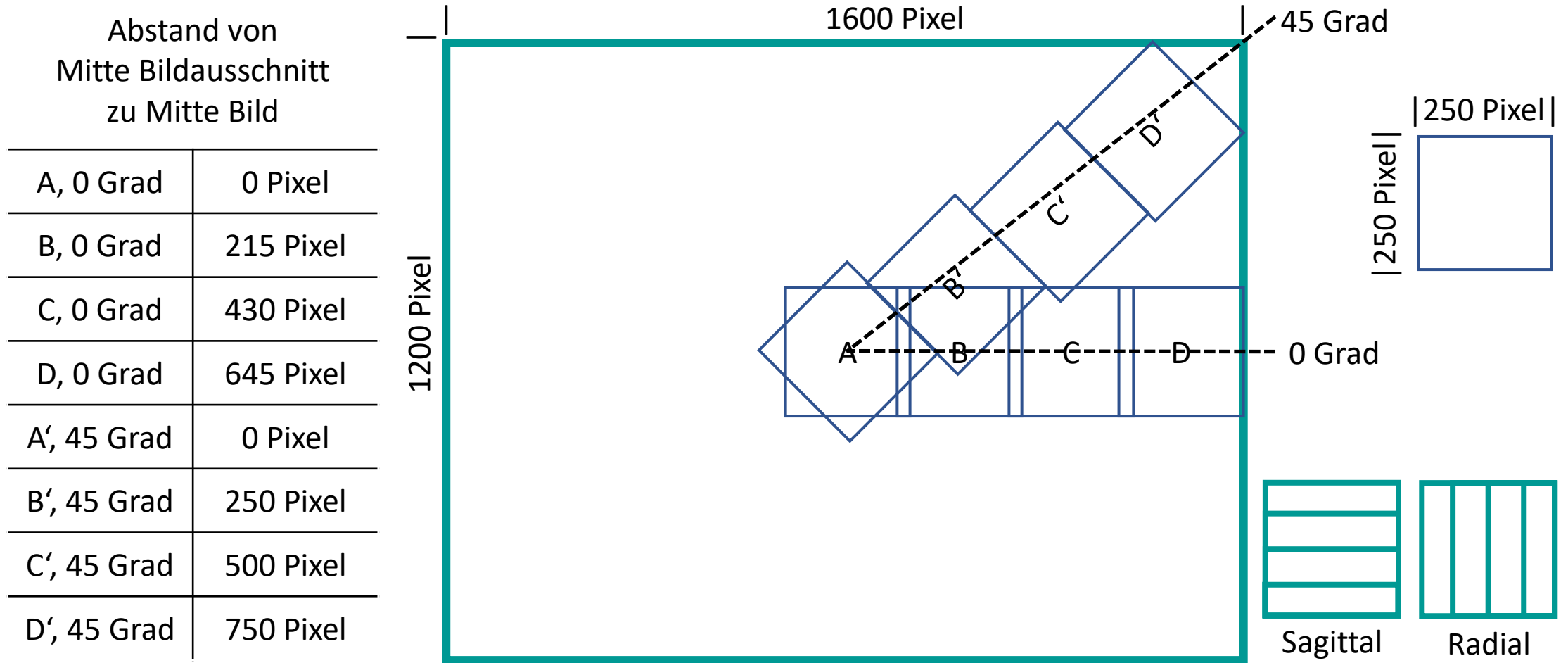
Sensor	
Sensortyp	CMOS Mono
Shuttersystem	Global-Shutter / Rolling-Shutter / Global-Start-Shutter
Charakteristik	Linear
Sensor-Auslesemethode	Progressive Scan
Auflösungsklasse	UXGA
Auflösung	1,92 MPixel
Auflösung (h x v)	1600 x 1200 Pixel
Seitenverhältnis	4:3
ADC	10 Bit
Farbtiefe (Kamera)	12 Bit
Optische Sensorklasse	1/1,8"
Optische Fläche	7,200 mm x 5,400 mm
Optische Sensordiagonale	9 mm (1/1,78")
Pixelgröße	4,5 μm



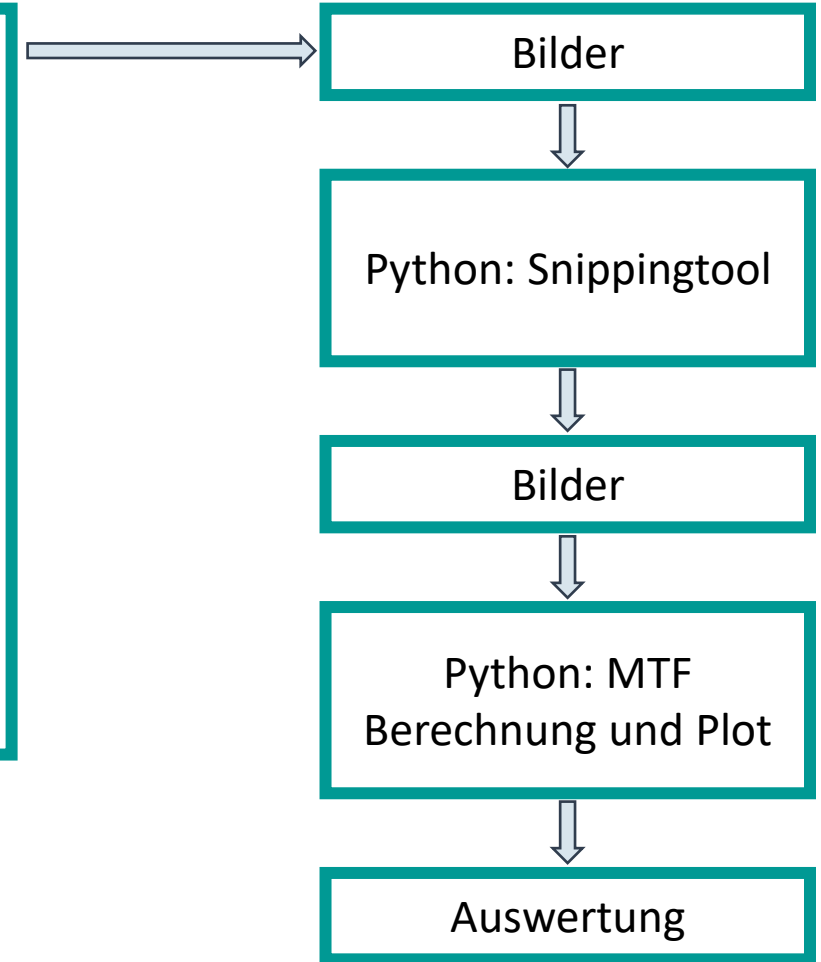
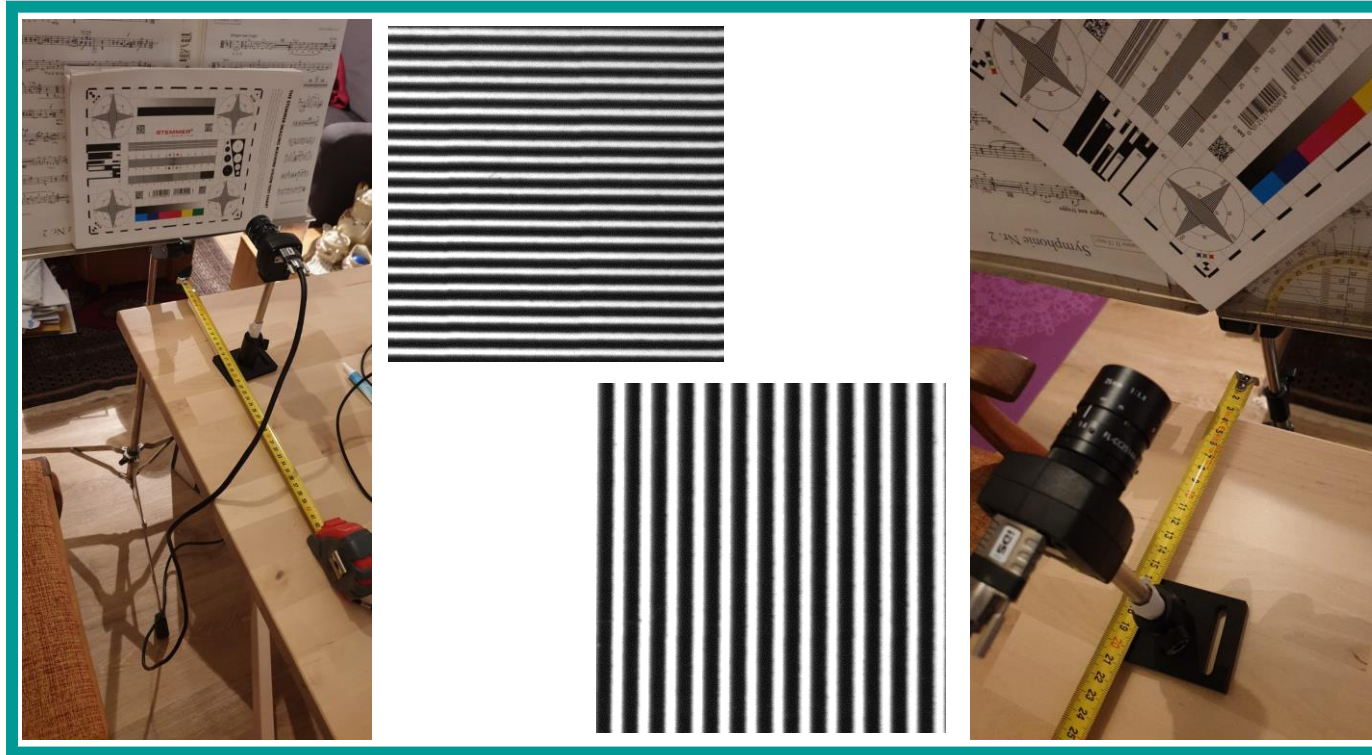
MTF: Sagittal- Radial Vergleich

MTF(f)

Aufgabenstellung und Lösungsansatz



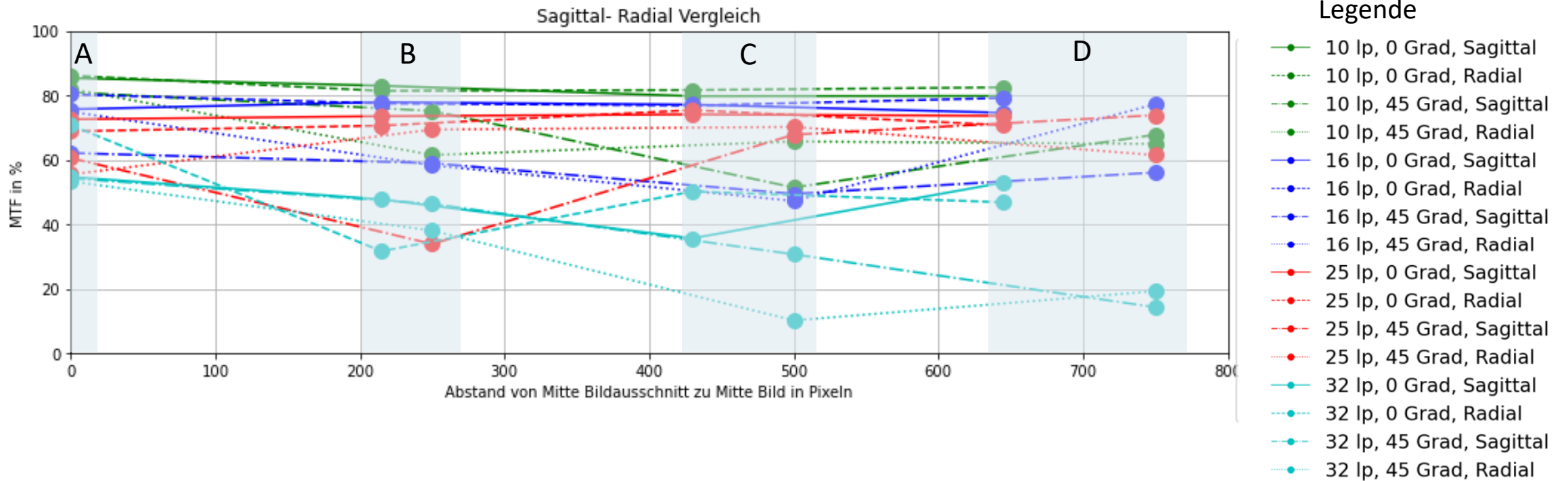
Versuchsaufbau und Systemarchitektur



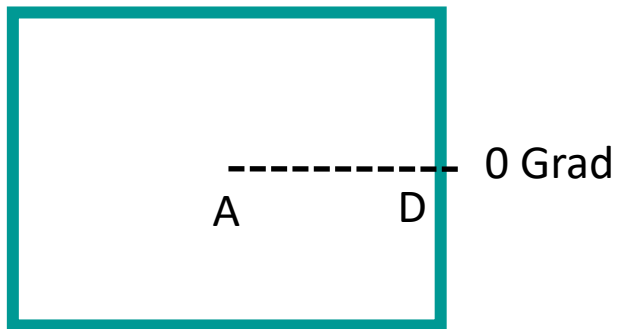
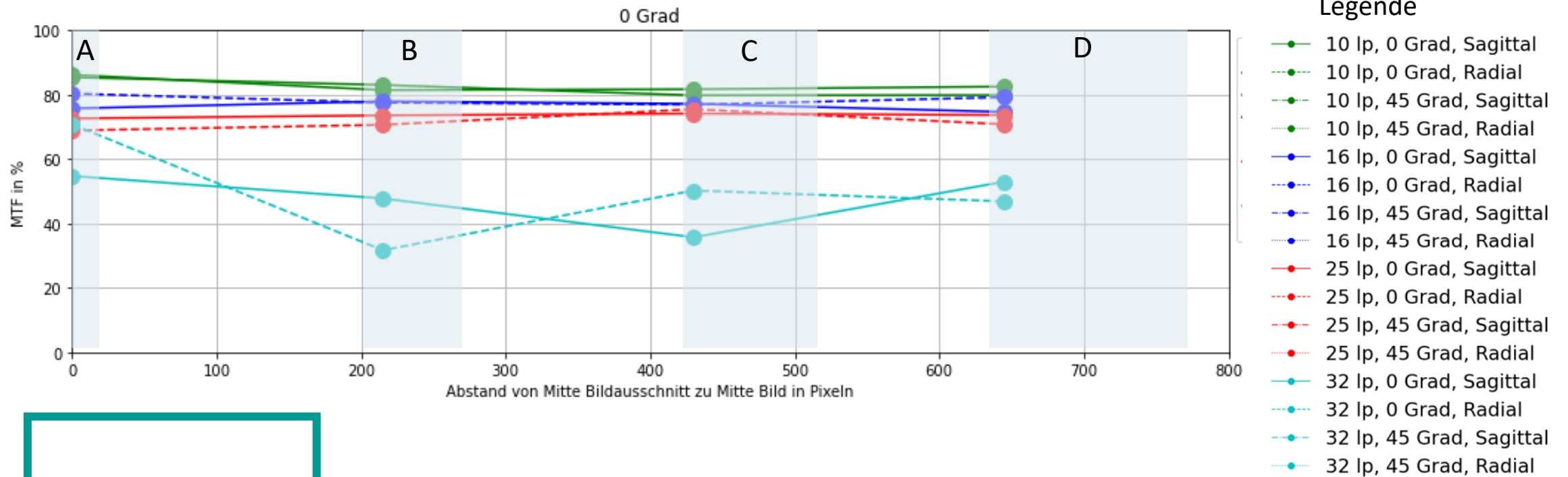
$$\text{MTF}(f) = \frac{\sigma(f)}{\phi(f)}$$

- Idealisierte Bedingungen:
 - Definierte Bildgröße
 - Definierte Positionen

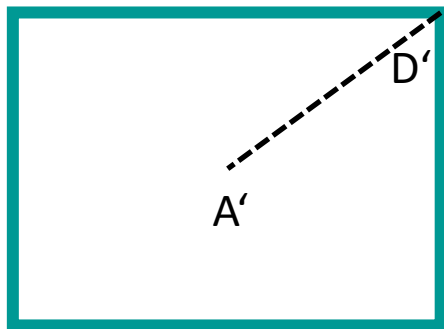
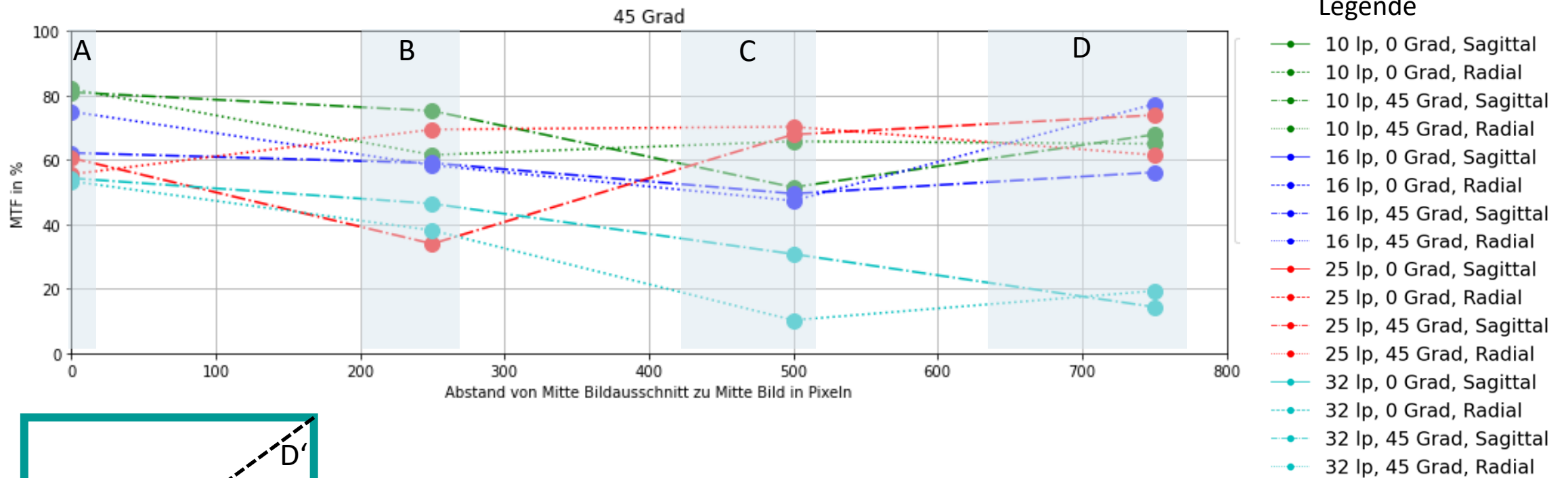
Auswertung



Auswertung



Auswertung



Auswertung

Übersichtsgraph:

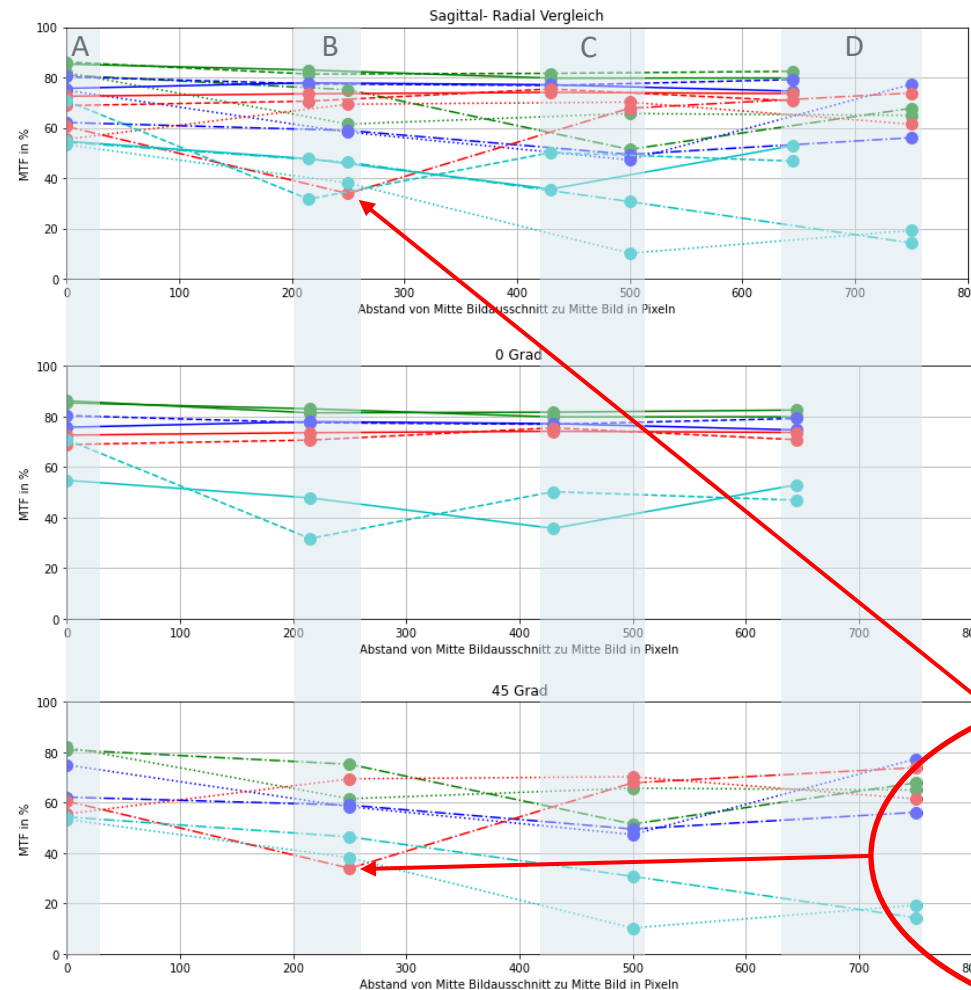
- 0 Grad Bilder weisen bessere MTF auf
- Geringe Abweichung bei Sagittal und Radial

0 Grad:

- Minimale Tendenz bei größerem Abstand
- Qualitativer Einbruch ab 32 Ip

45 Grad

- Minimale Tendenz bei größerem Abstand
- Ausreißer begründen sich durch Bildqualität



Legende

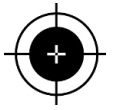
- 10 lp, 0 Grad, Sagittal
- 10 lp, 0 Grad, Radial
- 10 lp, 45 Grad, Sagittal
- 10 lp, 45 Grad, Radial
- 16 lp, 0 Grad, Sagittal
- 16 lp, 0 Grad, Radial
- 16 lp, 45 Grad, Sagittal
- 16 lp, 45 Grad, Radial
- 25 lp, 0 Grad, Sagittal
- 25 lp, 0 Grad, Radial
- 25 lp, 45 Grad, Sagittal
- 25 lp, 45 Grad, Radial
- 32 lp, 0 Grad, Sagittal
- 32 lp, 0 Grad, Radial
- 32 lp, 45 Grad, Sagittal
- 32 lp, 45 Grad, Radial

ist



soll

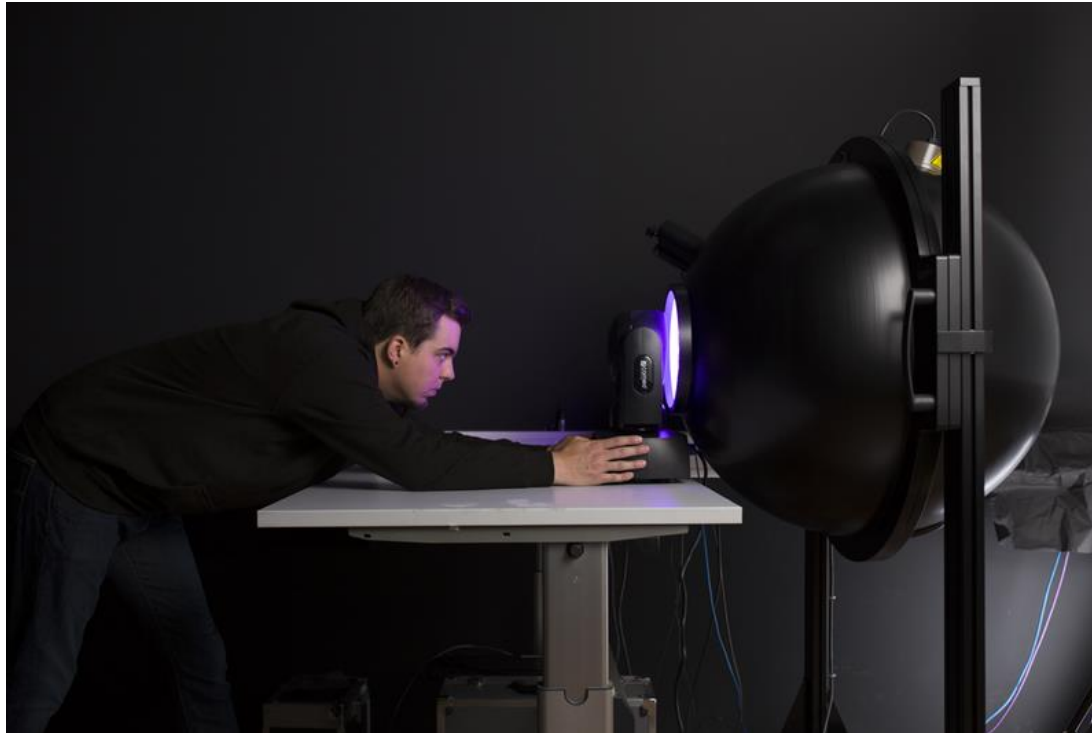




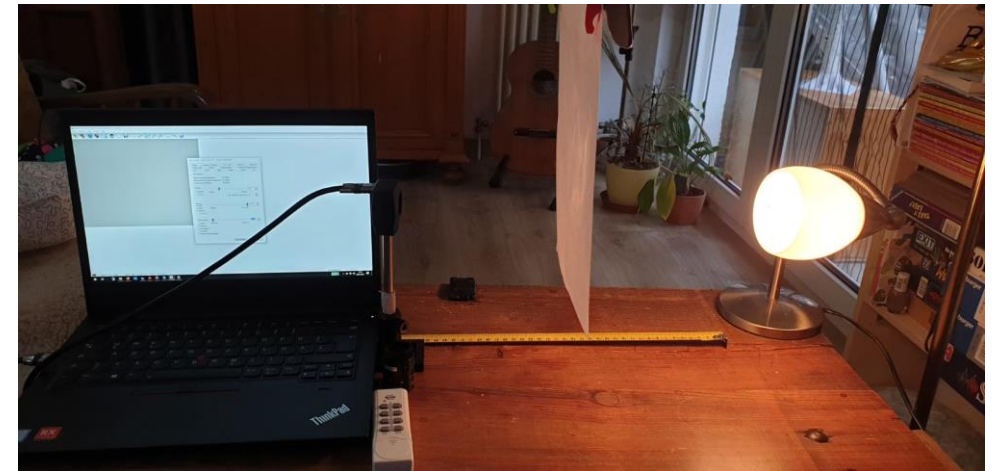
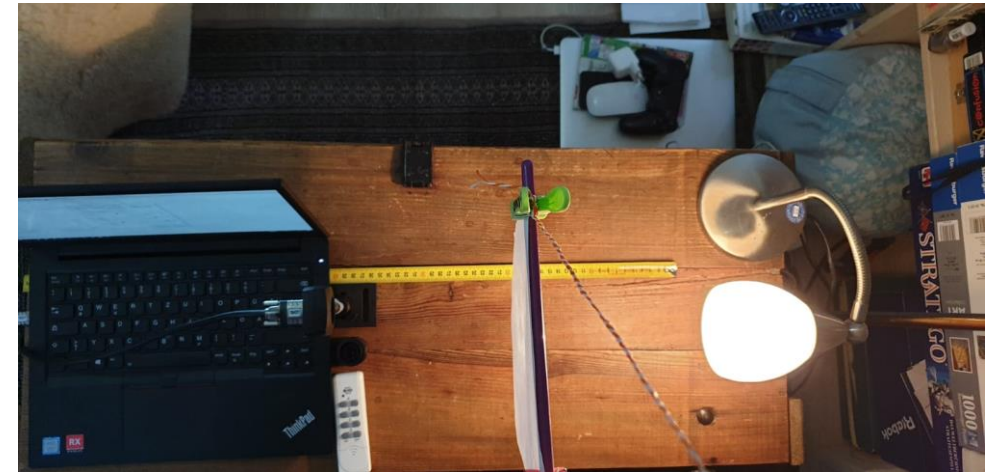
Radiometrische Kalibrierung

Versuchsaufbau mit dem Ziel ein möglichst Diffuses Licht mit der Kamera einzufangen

Vorbild Ulbrichtkugel

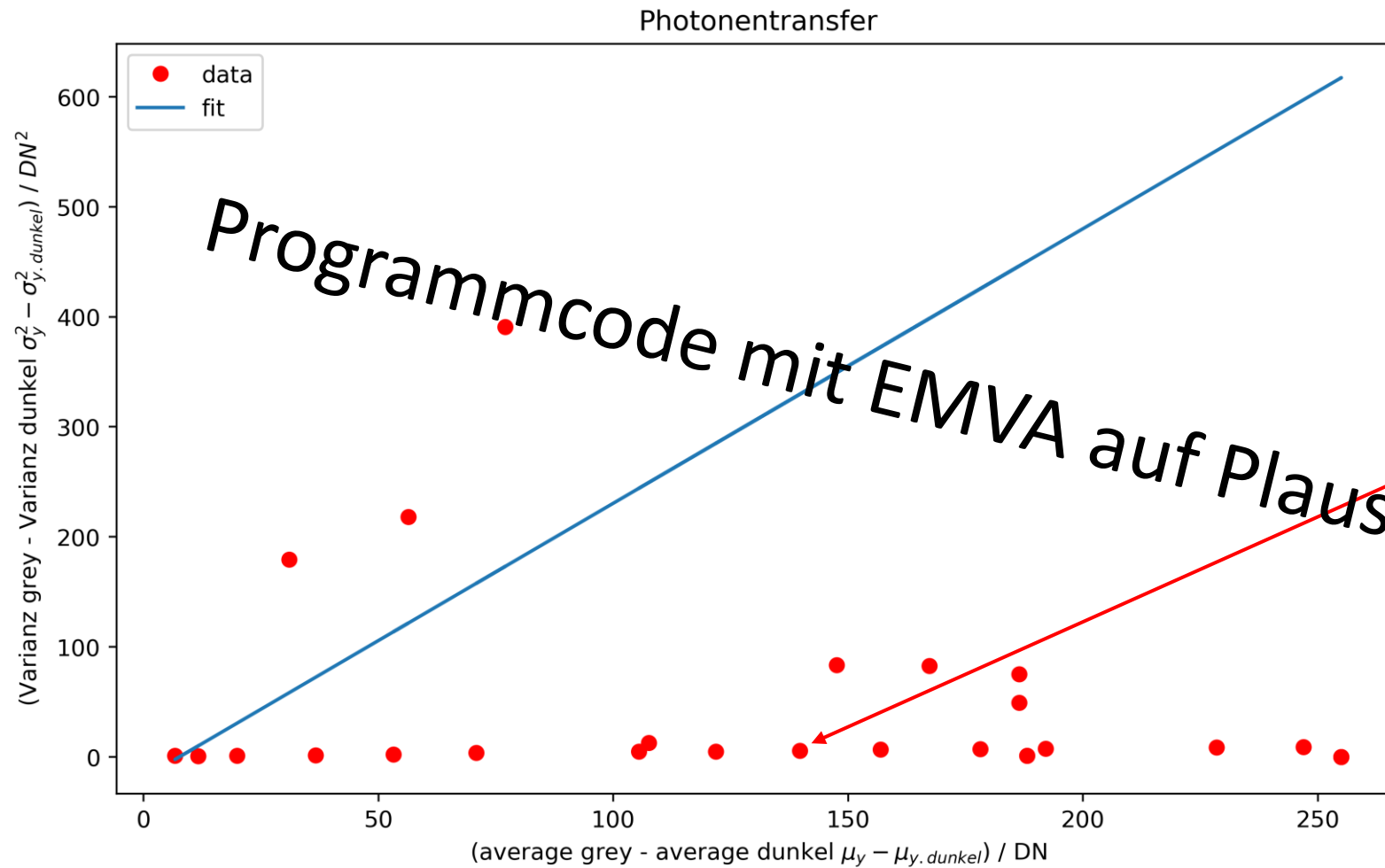


Bildquelle: https://www.opsira.de/fileadmin/benutzerdaten/opsira-de/bilder/Adam_Hall_Lichtmessung_mit_opsira_uku.png Abgerufen am 15.01.2020





Problem



Programmcode mit EMVA auf Plausibilität prüfen ✓

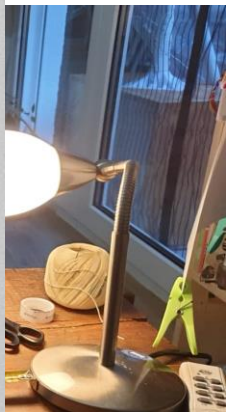
Radior

Optimieru

Abgedunk
eines leer



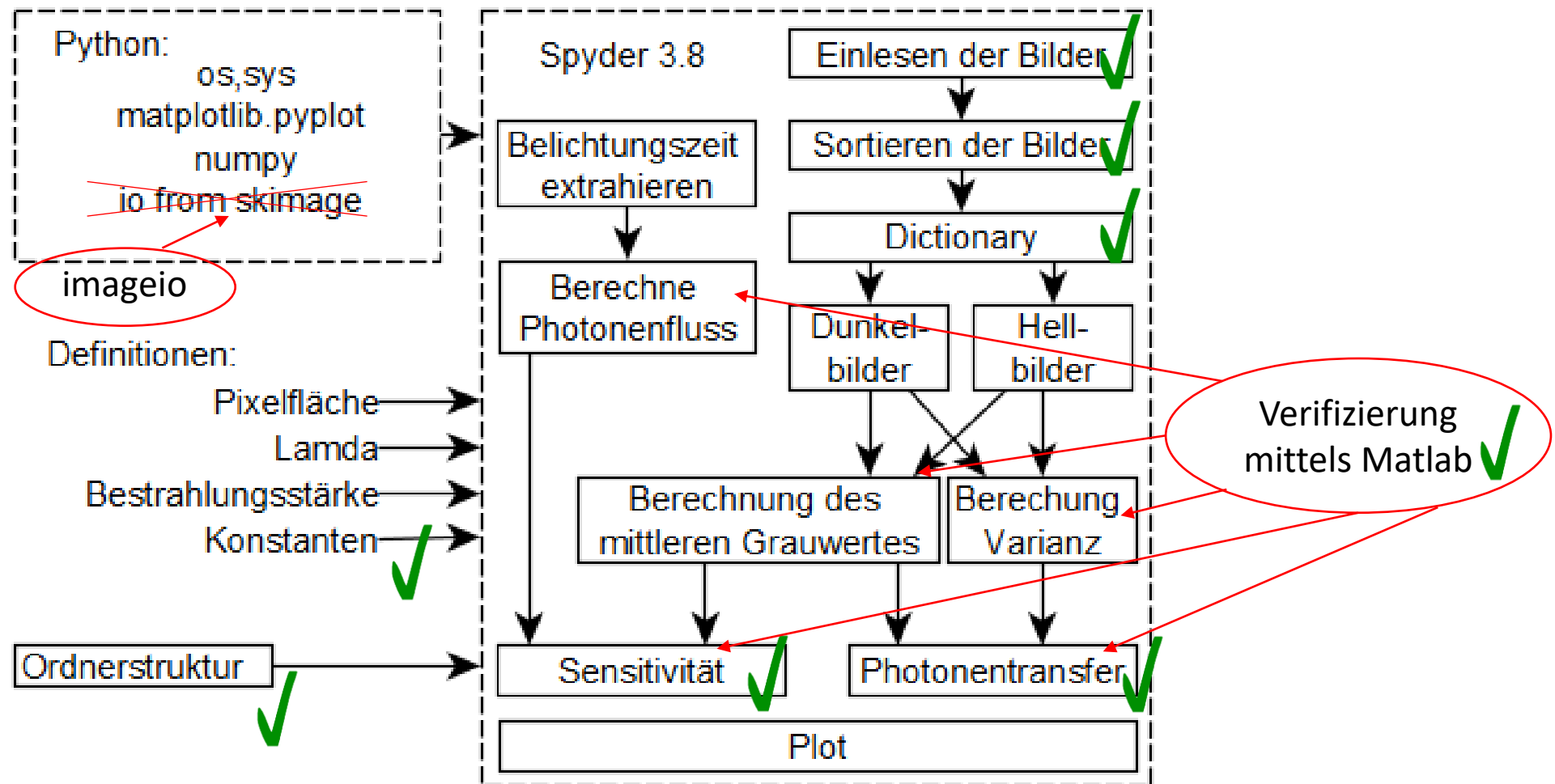
schließen.





Radiometrische Kalibrierung

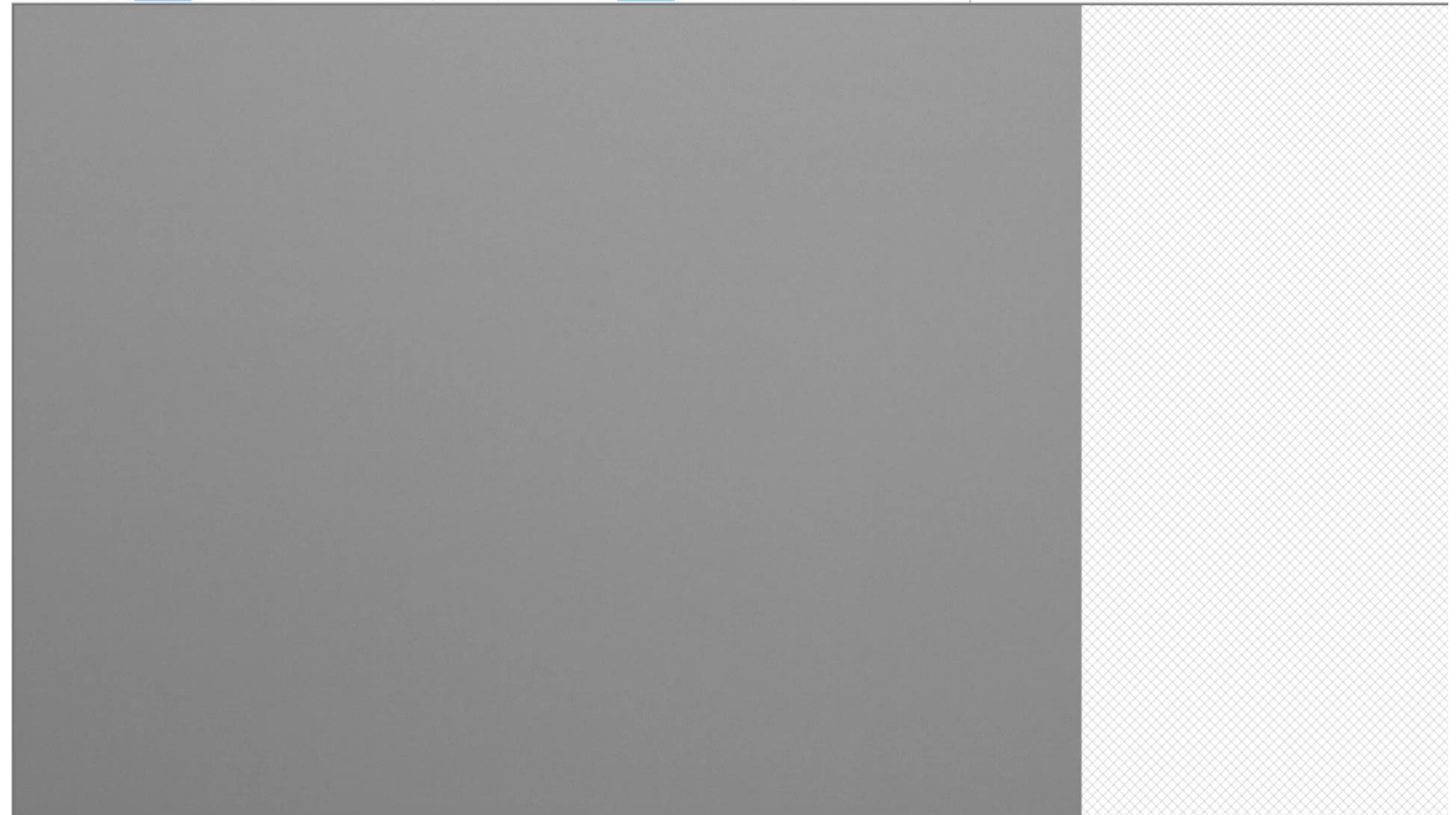
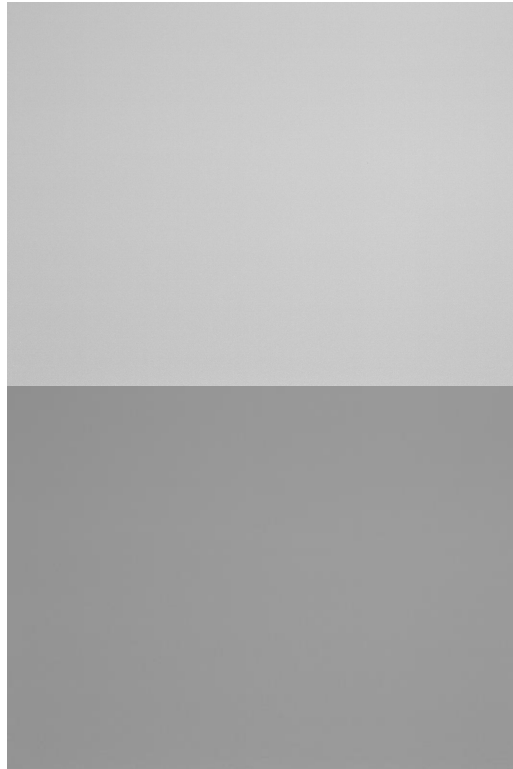
Analyse des möglichen Softwarefehlers





Fehlerursache

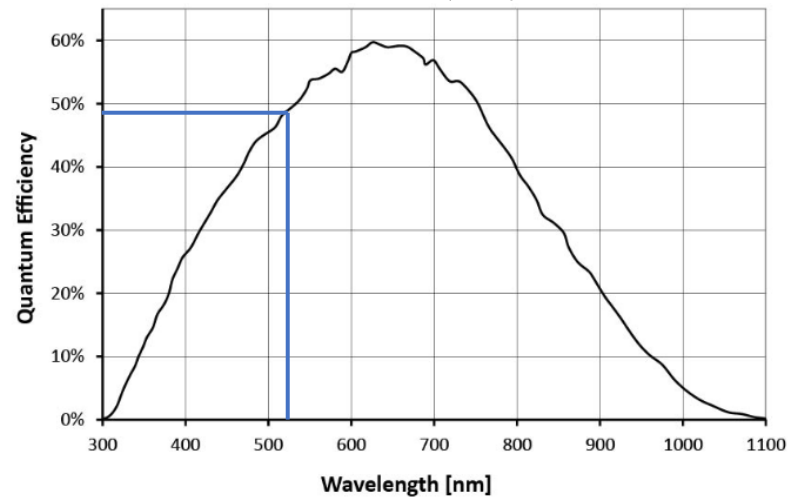
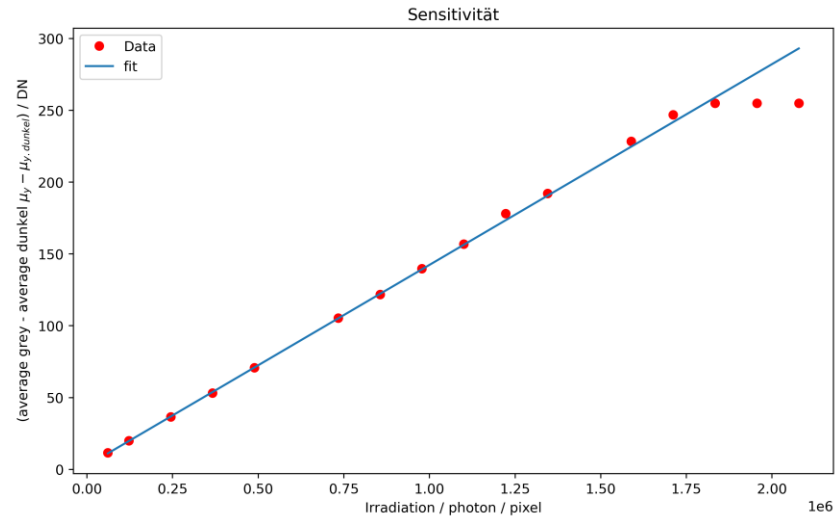
Bilder mit gleicher
Belichtungszeit:





Radiometrische Kalibrierung

Daten aus Bilder der Gruppe 1

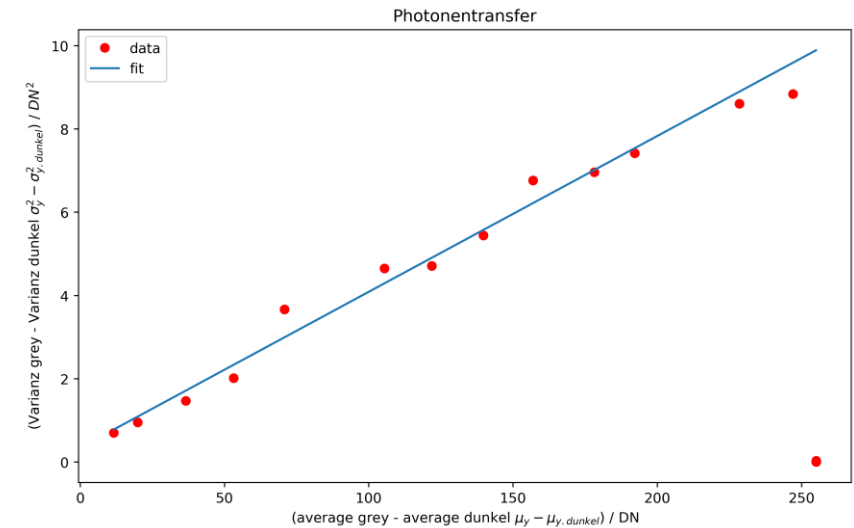


Bestrahlungsstärke

$$E = 0.02 \frac{W}{m^2}$$

Responsivität:

$$R = 0.014$$



Kameraverstärkung

$$K = 0.037$$

Wellenlänge $\lambda = 527nm$

$$\text{Quanteneffizienz } \eta = \frac{R}{K} = 37\%$$

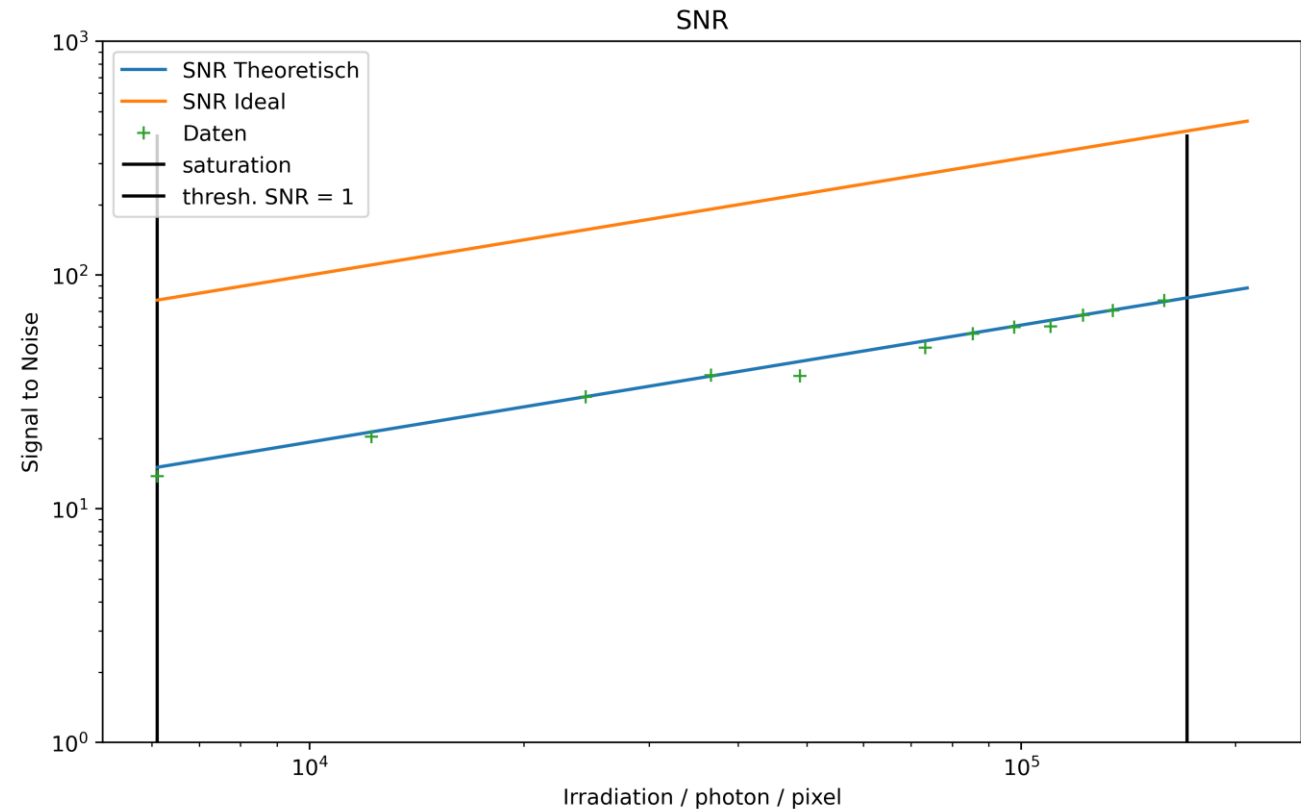


Radiometrische Kalibrierung

Daten aus Bilder der Gruppe 1

- Das Signal-zu-Rauschverhältnis ist ein Qualitätsmerkmal des Kamerasignals
- Die SNR hängt von der Quanteneffizienz ab
- Je höher die Quanteneffizienz, desto näher ist die theoretische SNR an der Idealen SNR ($\eta=1$)
- Der Dynamikbereich ist ein Maß für den nutzbaren Bestrahlungsbereich

$$DR = 20 \log 10 * \frac{\mu_{p,sat}}{\mu_{p,min}} = 28.94dB$$

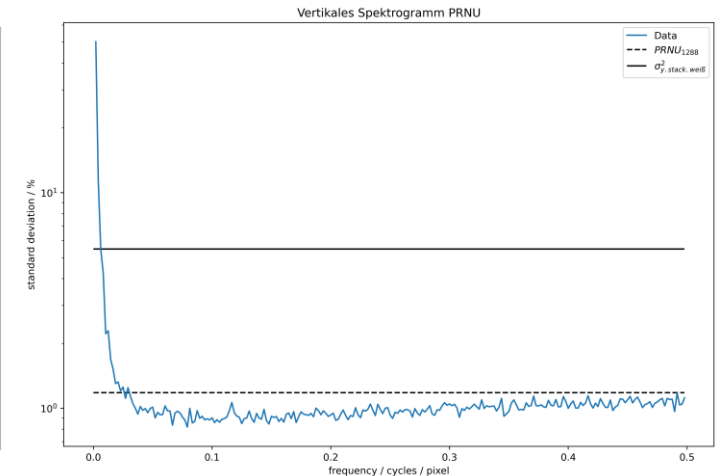
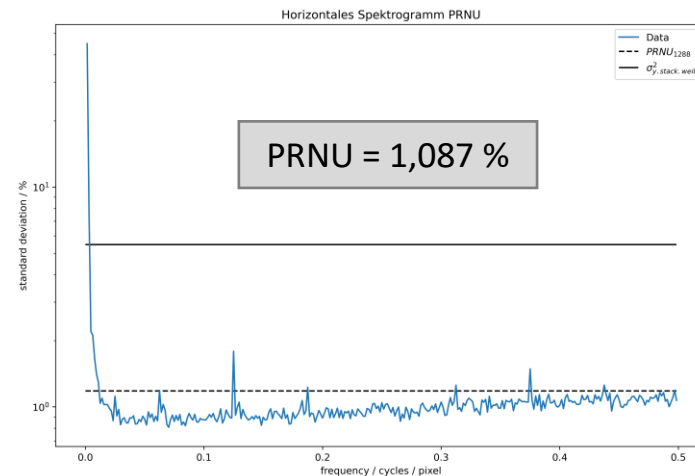
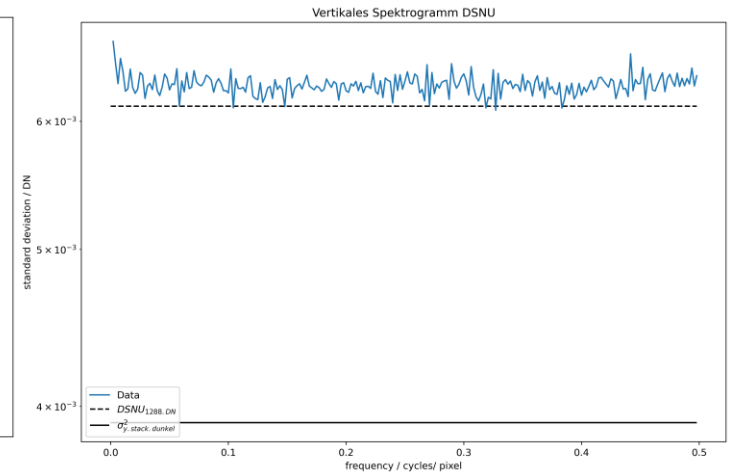
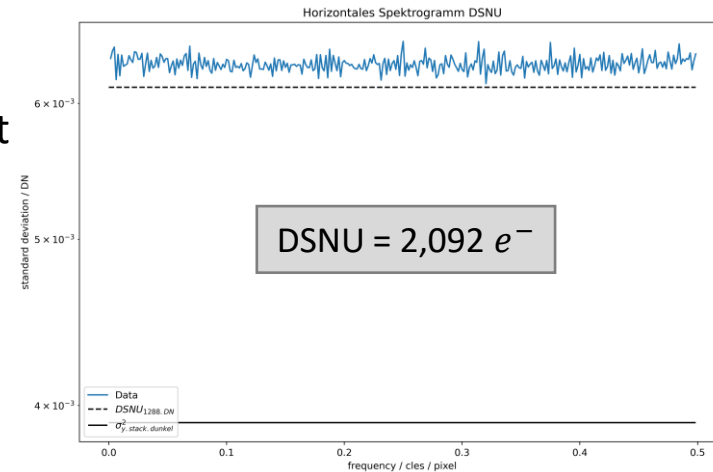




Radiometrische Kalibrierung

Daten aus Bilder der Gruppe 1

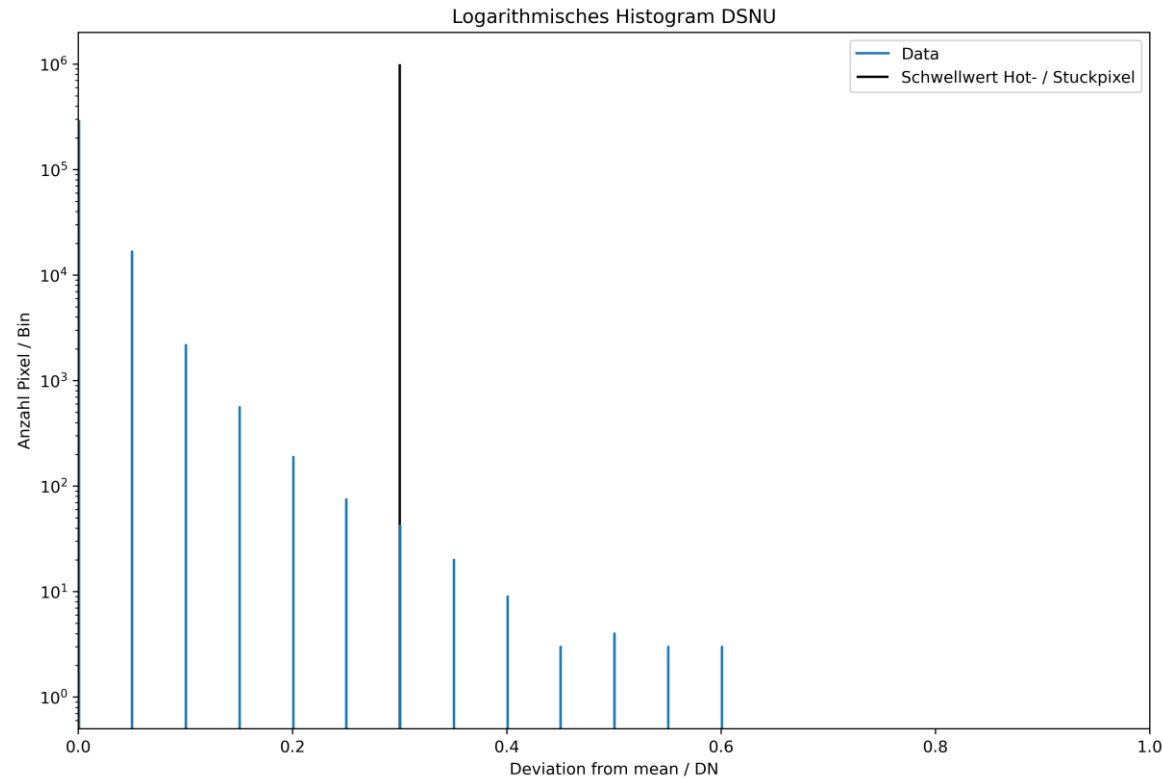
- Dunkelsignal variiert von Pixel zu Pixel und damit der Offsetwert
 - Zeitliches Rauschen als Referenzwert
 - Keine räumliche Inhomogenität erkennbar
-
- Sensitivität variiert und daher auch die Kennliniensteigung jeden Pixels
 - Im Horizontalen Spektrogramm der PRNU sind geringe Inhomogenitäten erkennbar
 - Die sind Inhomogenitäten in dem Bild nicht zu sehen
 - Keine Inhomogenität im vertikalen Spektrogramm der PRNU





Radiometrische Kalibrierung

Daten aus Bilder der Gruppe 1

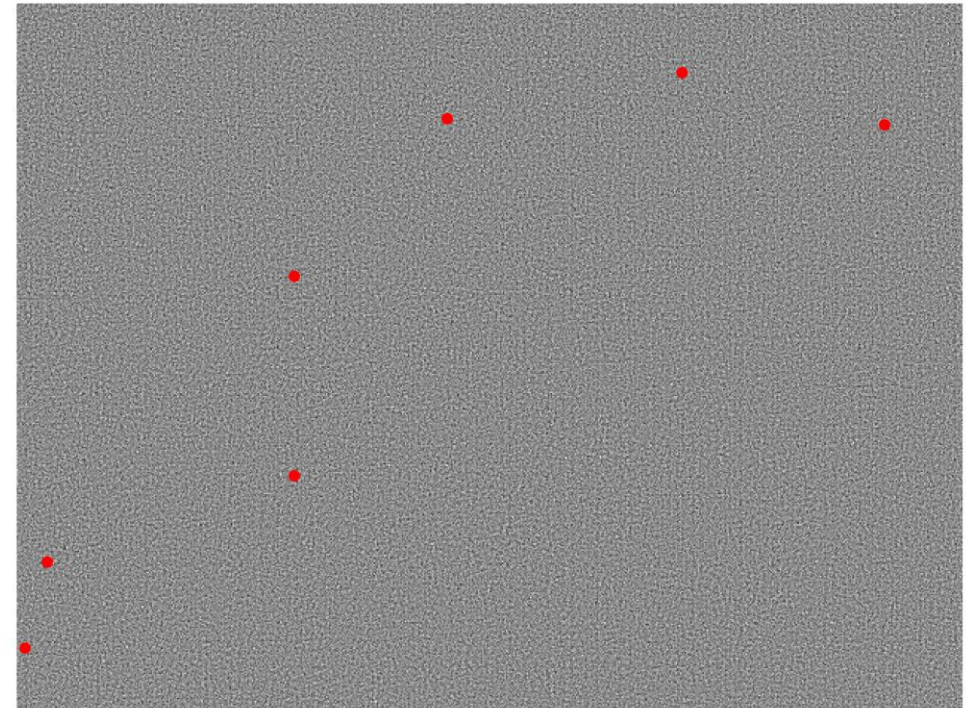
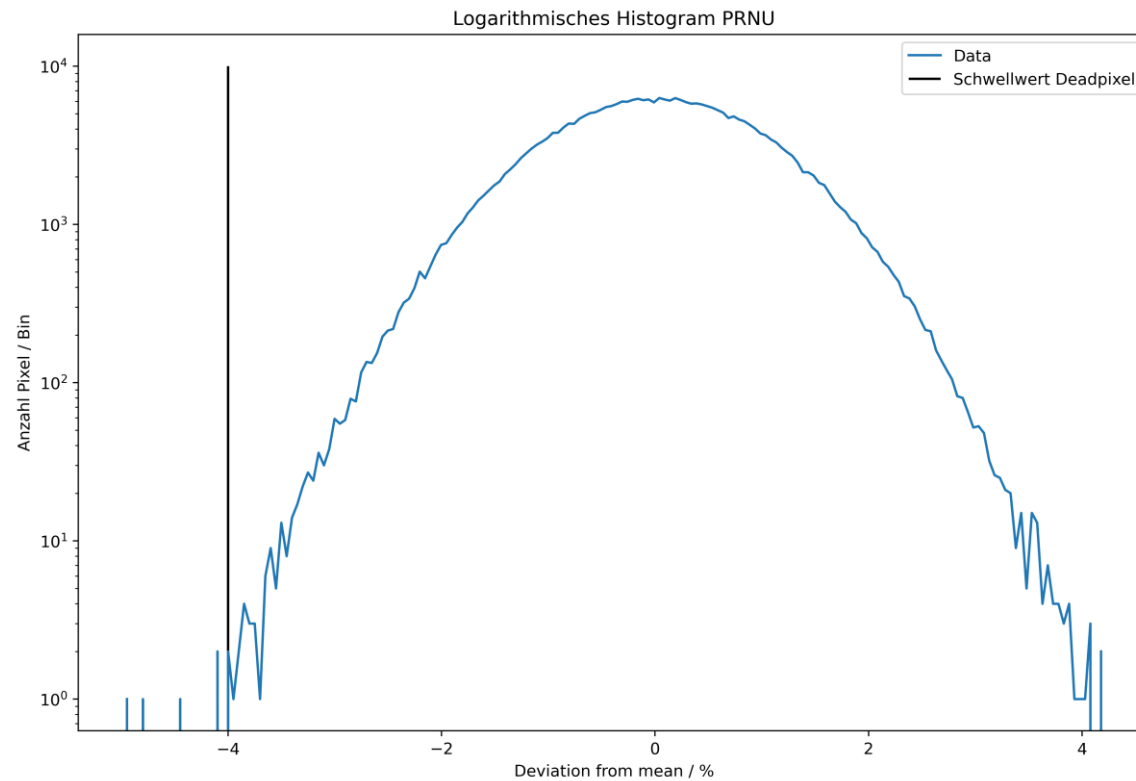


- Schwellwert für Hotpixel bei 0.3 DN



Radiometrische Kalibrierung

Daten aus Bilder der Gruppe 1



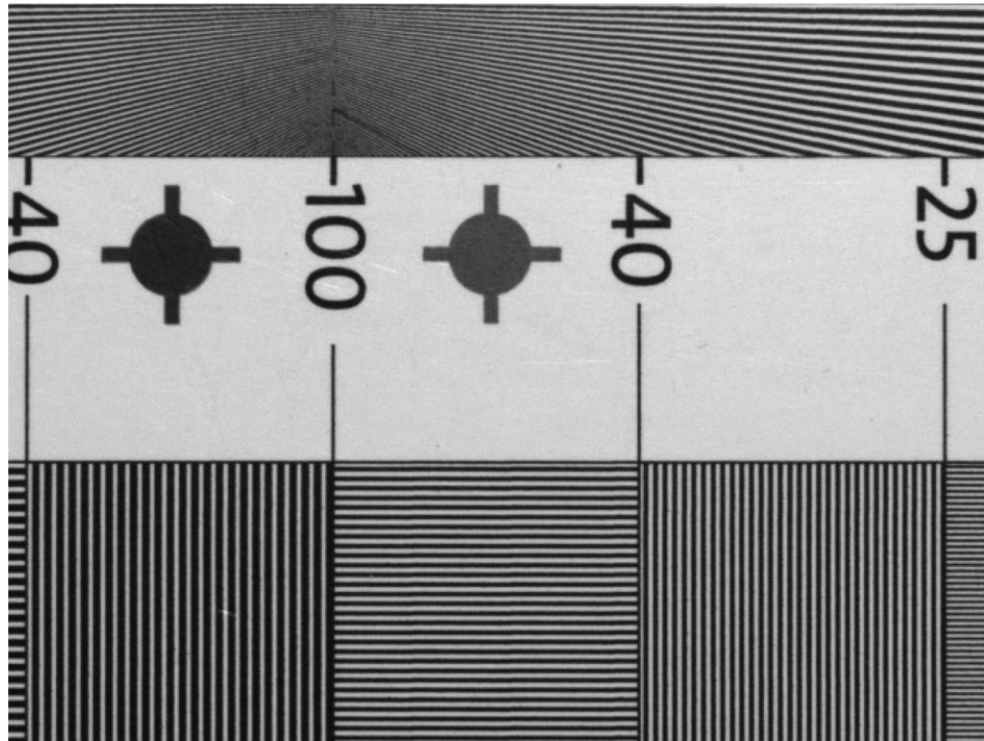
- Die Pixel folgen dem Gauß Modell
- Deadpixel ab einer Abweichung von -4% vorhanden



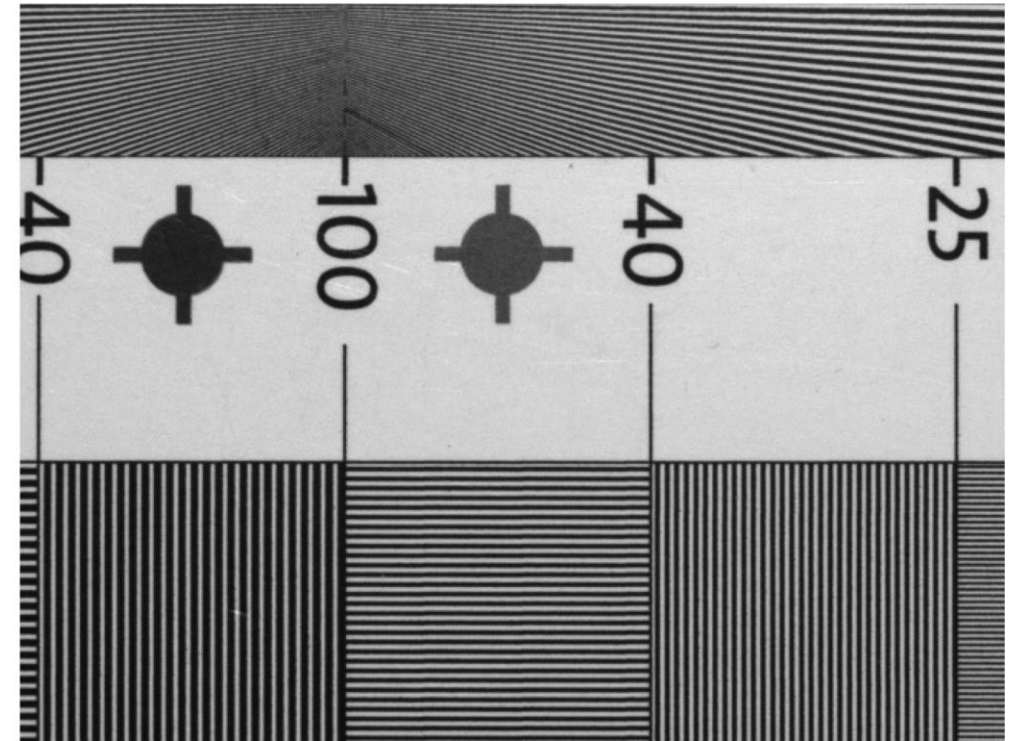
Radiometrische Kalibrierung

Daten aus Bilder der Gruppe 1

Original



Kalibriert

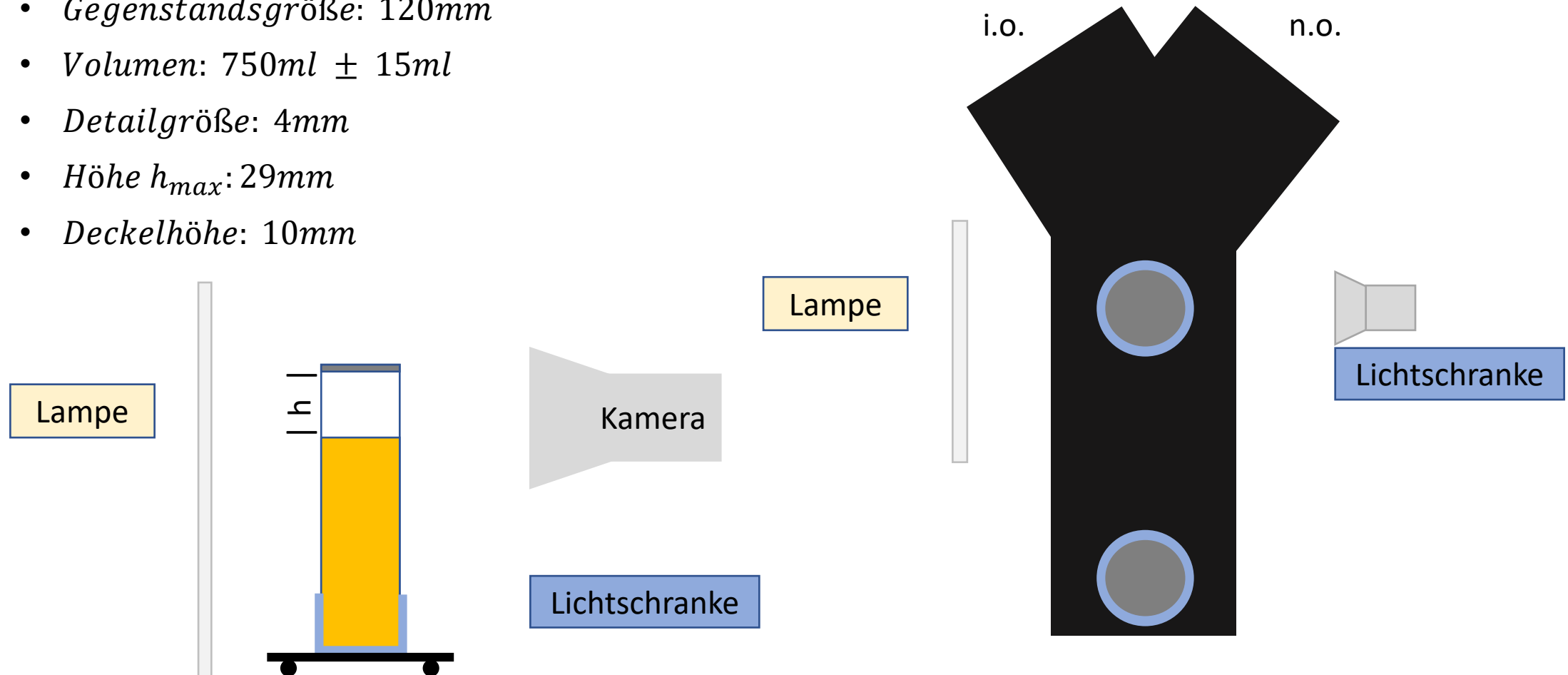




Inspektionsaufgabe

Problemstellung und Lösungsansatz

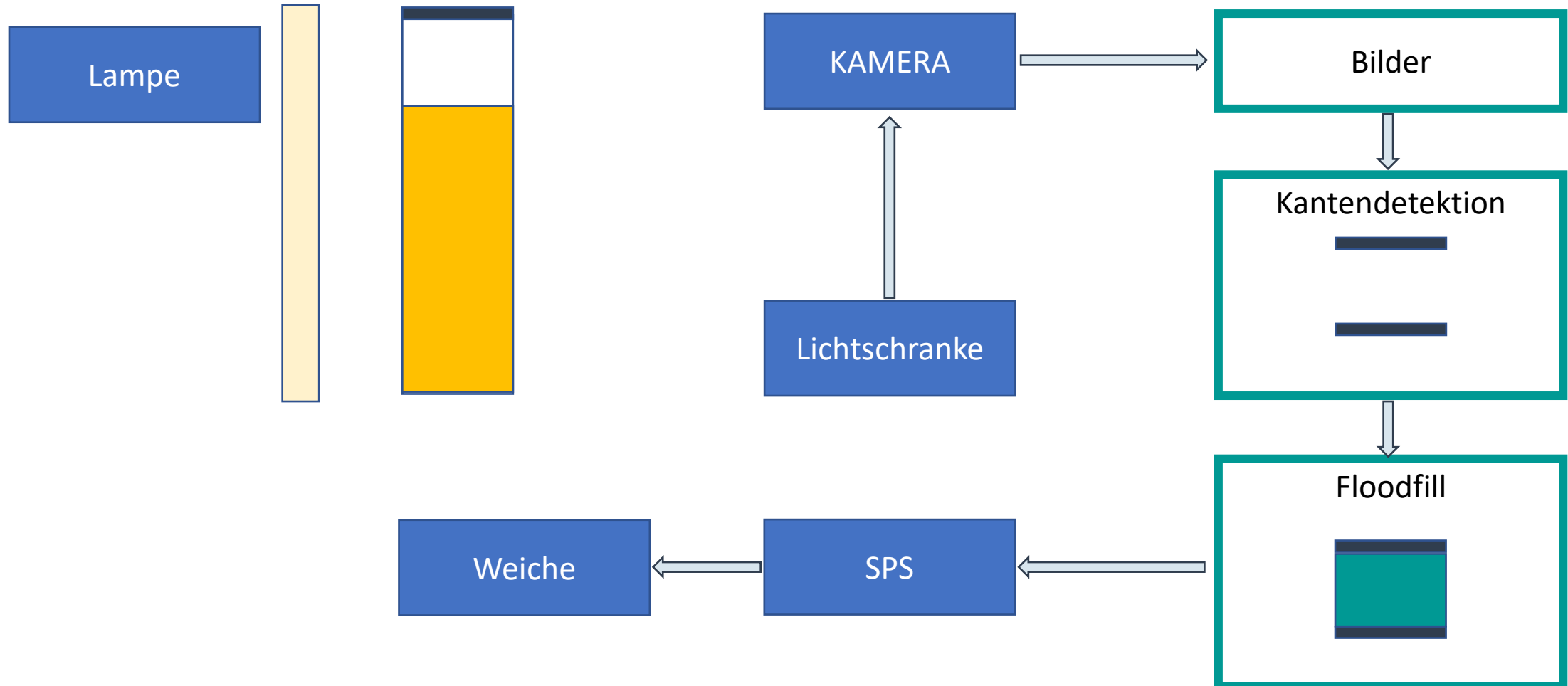
- *Gegenstandsgröße: 120mm*
- *Volumen: 750ml \pm 15ml*
- *Detailgröße: 4mm*
- *Höhe h_{max} : 29mm*
- *Deckelhöhe: 10mm*





Inspektionsaufgabe

System- und Softwaremodel





Inspektionsaufgabe

Kameraauslegung

$$1. \quad Na = \frac{3 \cdot 230 \text{ mm}}{4 \text{ mm}} = 90 \text{ px}$$

2. Allied Vision Mako-Kamera CP90-3-M/C-540

3. CMOS-Sensor in Farbe mit Global Shutter

$$4. \quad s_{px} = 6,9 \mu\text{m}, \quad Na = 544 \text{ px}, \quad Nb = 728 \text{ px}, \quad \text{Auflösung} = 0,4 \text{ Mpx}$$

$$5. \quad \beta = \frac{3 \cdot s_{px}}{d} = \frac{3 \cdot 6,9 \cdot 10^{-3} \text{ mm}}{4 \text{ mm}} = 0,005$$

$$6. \quad b = g \cdot \beta = 400 \text{ mm} \cdot 0,005 = 2,0 \text{ mm}$$

$$7. \quad \phi_{Bk} = s_{px} \cdot \sqrt{Na^2 + Nb^2} = 6,9 \mu\text{m} \cdot \sqrt{544^2 + 728^2} = 6,27 \text{ mm}$$

$$8. \quad k_{max} = \frac{s_{px}}{1,34 \mu\text{m}} = \frac{6,9 \mu\text{m}}{1,34 \mu\text{m}} = 5,15$$



Inspektionsaufgabe

Zusammenfassung und Ausblick

Vorteile

Einfach zu realisierende Beleuchtung

Günstige „optische Lösung“



Wartung und Fehlersuche

„einfache“ Algorithmik

Parameter der Flasche können leicht verändert werden

Potential

LIFO

Motion Detection



Mehr Flaschen pro Zeiteinheit:
Schnellere Kamera
Mehrere Kameras

**Vielen Dank
für die Aufmerksamkeit.**

Inspektionsaufgabe

Kameraauslegung

$$1. Na = \frac{3 \cdot 230 \text{ mm}}{4 \text{ mm}} = 90 \text{ px}$$

$$2. f_s = \frac{3 \cdot v}{d} = \frac{3 \cdot 0,5 \frac{\text{m}}{\text{s}}}{4 \cdot 10^{-3} \text{ m}} = 375 \text{ Hz}$$

3. Highspeed-Kamera Optronis CP90-3-M/C-540

4. CMOS-Sensor in Farbe mit Global Shutter

$$5. s_{px} = 8 \mu\text{m}, f_s = 540 \text{ Hz}, Na = 1710 \text{ px}, Nb = 1696 \text{ px}, \text{Auflösung} = 3,9 \text{ Mpx}$$

$$6. \beta = \frac{3 \cdot s_{px}}{d} = \frac{3 \cdot 8 \cdot 10^{-3} \text{ mm}}{4 \text{ mm}} = 0,006$$

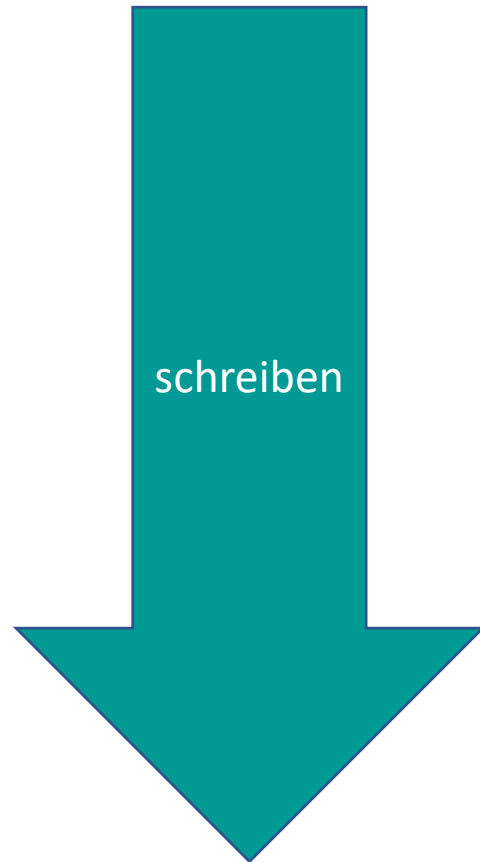
$$7. b = g \cdot \beta = 400 \text{ mm} \cdot 0,006 = 2,4 \text{ mm}$$

$$8. \phi_{Bk} = s_{px} \cdot \sqrt{Na^2 + Nb^2} = 8 \mu\text{m} \cdot \sqrt{1710^2 + 1696^2} = 19,27 \text{ mm}$$

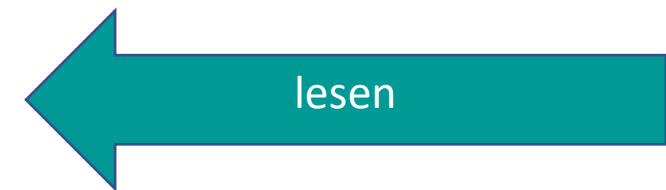
$$9. k_{max} = \frac{s_{px}}{1,34 \mu\text{m}} = \frac{8 \mu\text{m}}{1,34 \mu\text{m}} = 5,97$$

Last In – First Out LIFO

Speicherbaustein



Adresse	Inhalt
0	n.o.
1	i.o.
2	n.o.
3	i.o.
4	i.o.
5	i.o.
6	i.o.



Kantendetektion

Canny-Operator

Ziele:

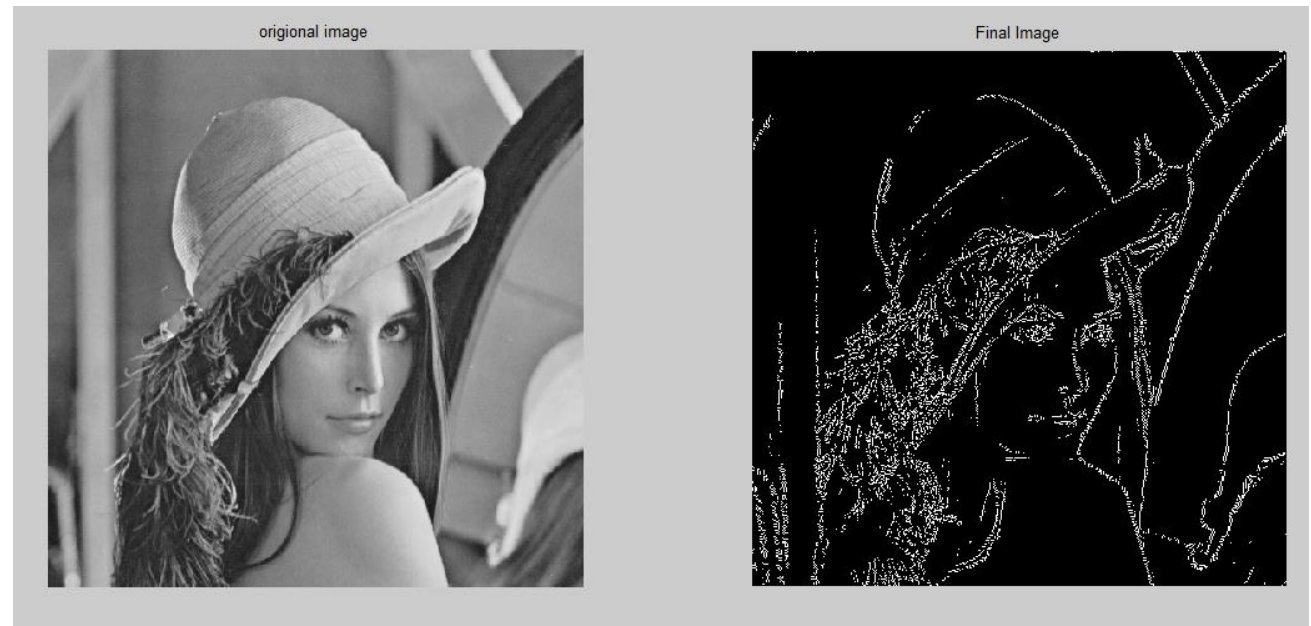
Gute Detektion aller Kanten ohne viel Clutter.

Minimale Distanz zwischen detektierter Kante und echter Kante.

Klare Antwort: Nur eine Antwort pro Kante.

Vorgehensweise:

1. Glättung des Bildes mittels Gaußfilter.
2. Differenzierung mit Prewitt-Operator.
3. Unterdrückung von Nichtmaxima.
4. Schwellwertbildung.

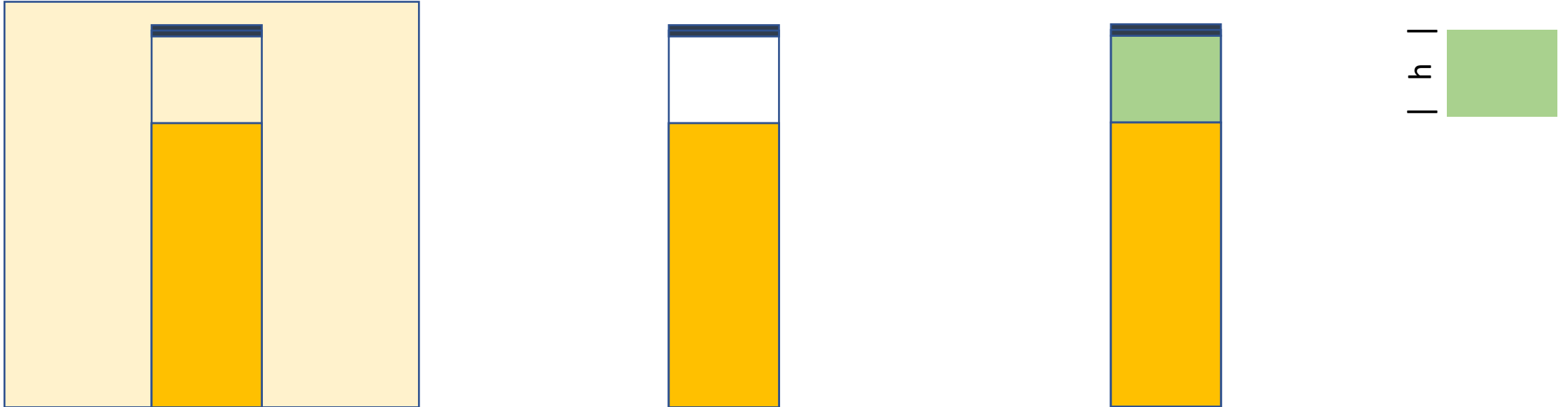


Bildquelle: <https://www.google.com/url?sa=i&url=https%3A%2F%2Fwww.mathworks.com%2Fmatlabcentral%2Ffileexchange%2F40737-canny-edge-detector&psig=AOvVaw3AwGSd-dux21Wm2EYjBzsi&ust=1611652080147000&source=images&cd=vfe&ved=0CAIQjRxqFwoTCPCs8Yfetu4CFQAAAAAdAAAAABAF> Abgerufen am 15.01.2020

Floodfill

Bildverarbeitung

Füllt zusammenhängende Flächen mit einer Farbe aus.



Siehe Video: [https://de.wikipedia.org/wiki/Floodfill#/media/Datei:Recursive_Flood_Fill_4_\(aka\).gif](https://de.wikipedia.org/wiki/Floodfill#/media/Datei:Recursive_Flood_Fill_4_(aka).gif)