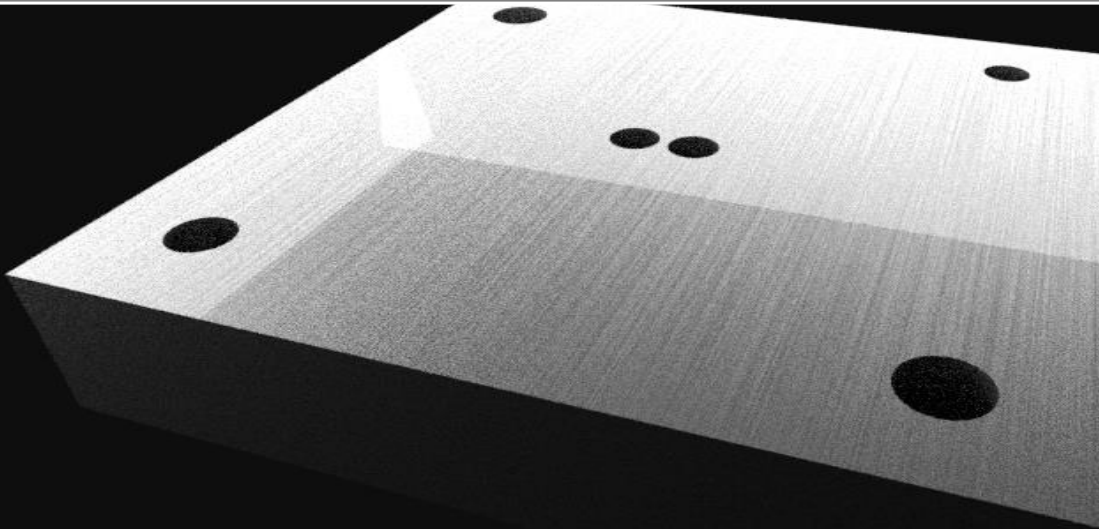


Projektpraktikum Robotik und Automation I

Institut für Anthropomatik und Robotik (IAR) -
Intelligente Prozessautomation und Robotik (IPR)



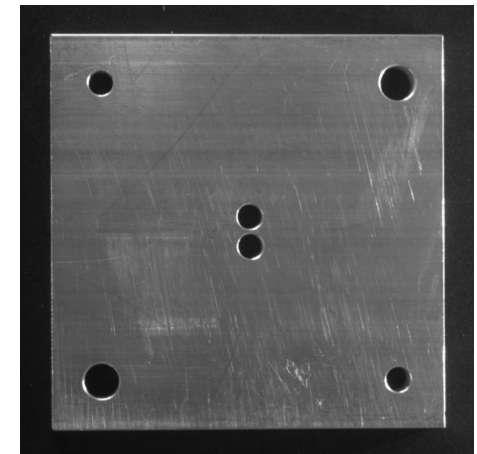
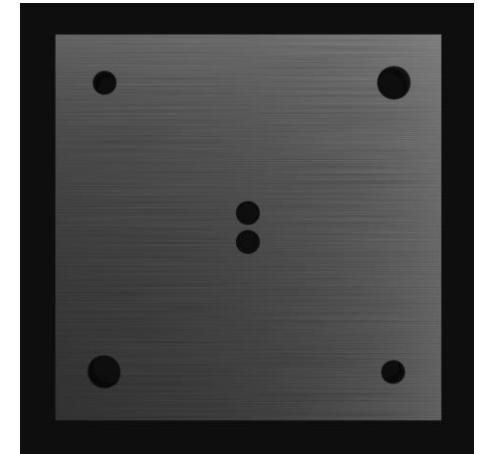
Agenda

- Werkstück & Prüfaufgaben
- Aufbau
- Verwendete Software
- Unterschied Modell & Aufnahme
- Programmablauf
- Was wir gelernt haben
- Vorführung

Werkstück & Prüfaufgaben

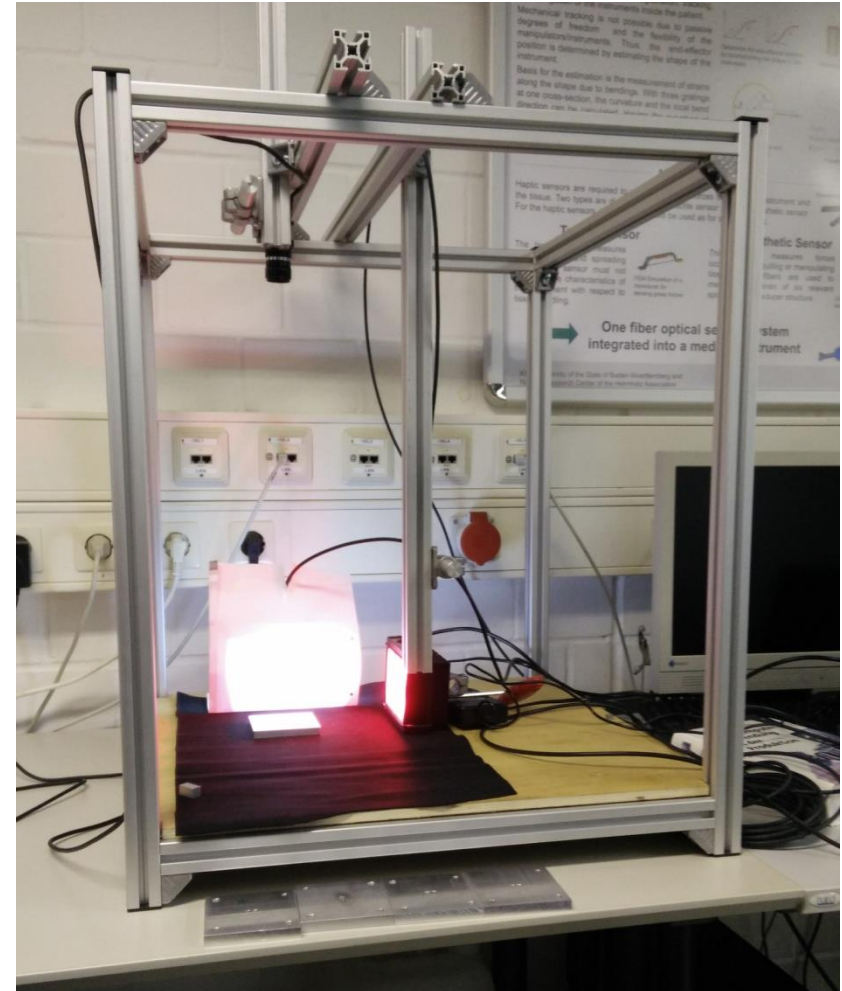
- Maße 8x8cm
- 4x 5mm Bohrung
- 2x 7mm Bohrung
- Mittlerer Steg Maß 1mm

- Abmessung Werkstück (Toleranz 2mm)
- Bohrungen (Toleranz 2mm)
 - Existenz
 - Durchmesser
 - Korrekte Position
- Tiefe Kratzer und strukturelle Schäden



Aufbau

- 60 x 60 x 60 cm Aufbau
- Kamera: UI-1 460SE-C-HQ
 - 2048 x 1536
- Objektiv: Tamron 1:1,6 25mm
- 2 Lichter mit Diffusor



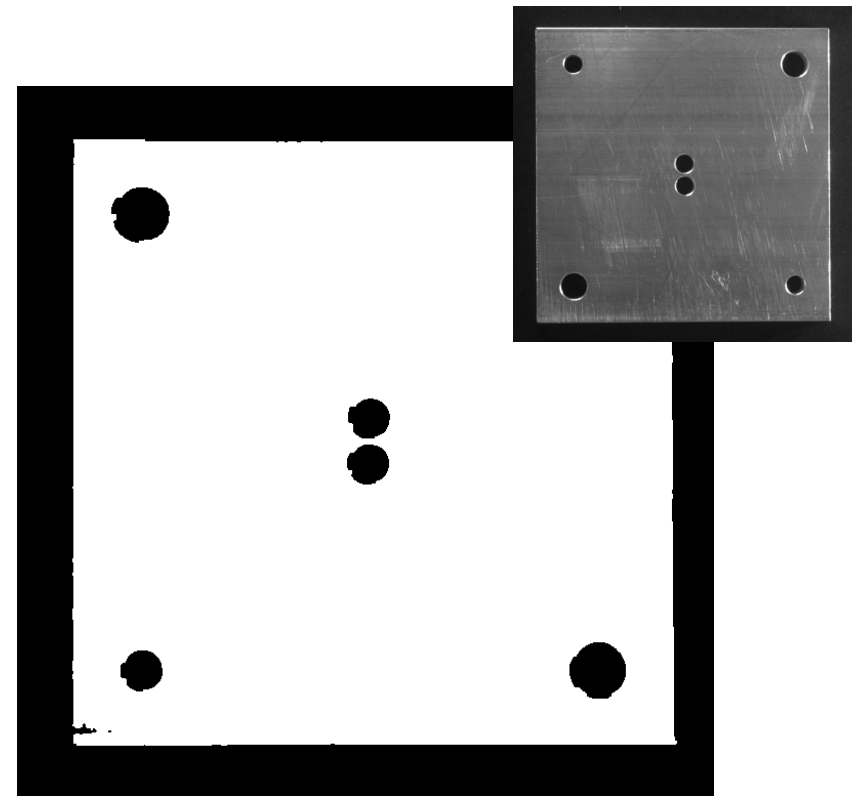
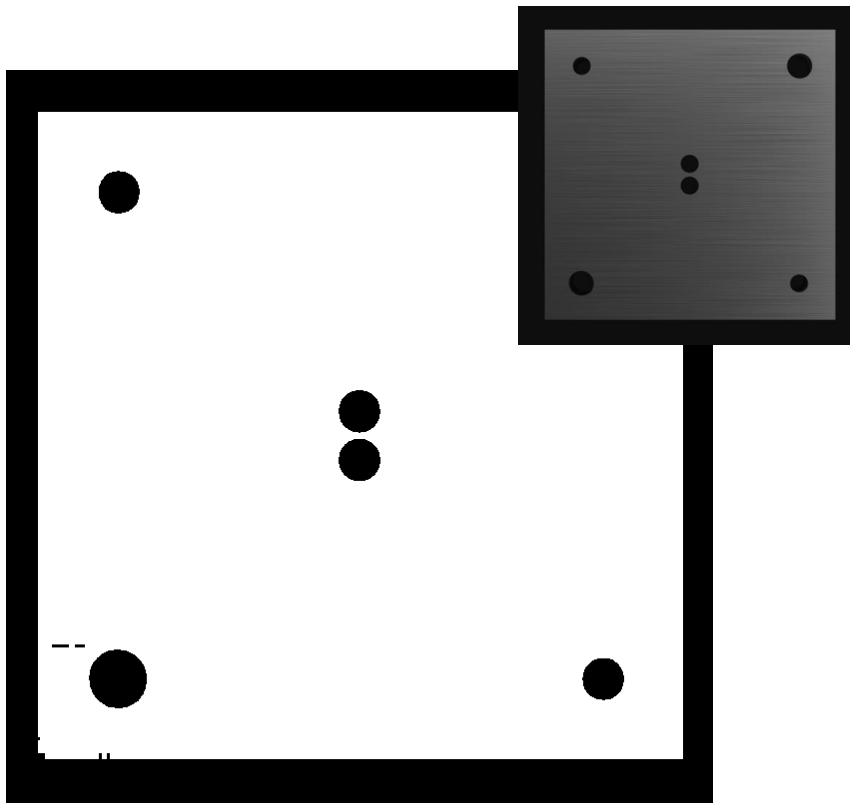
Verwendete Software

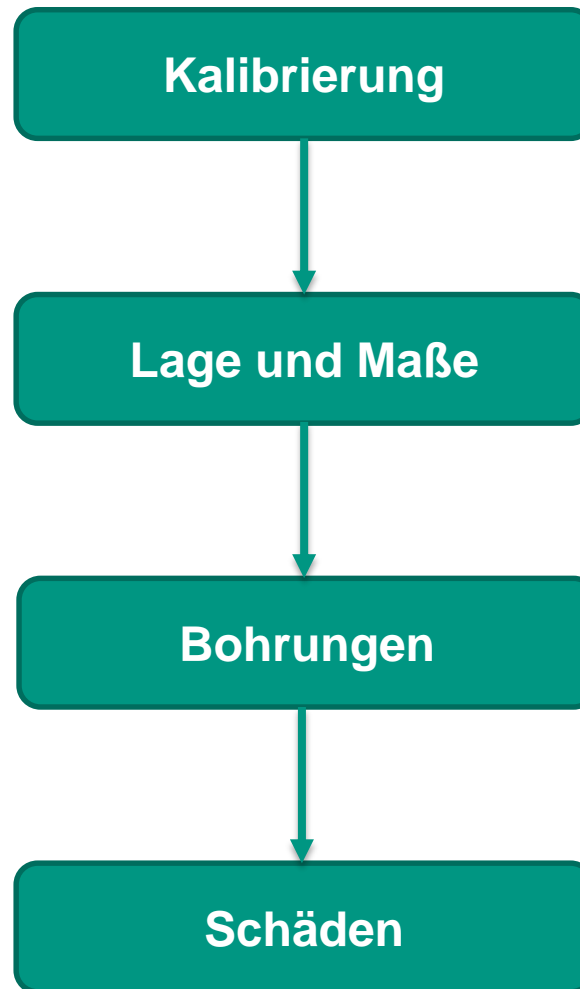
- AutoCAD
- Blender
- Visual Studio
- OpenCV
- IDS uEye SDK



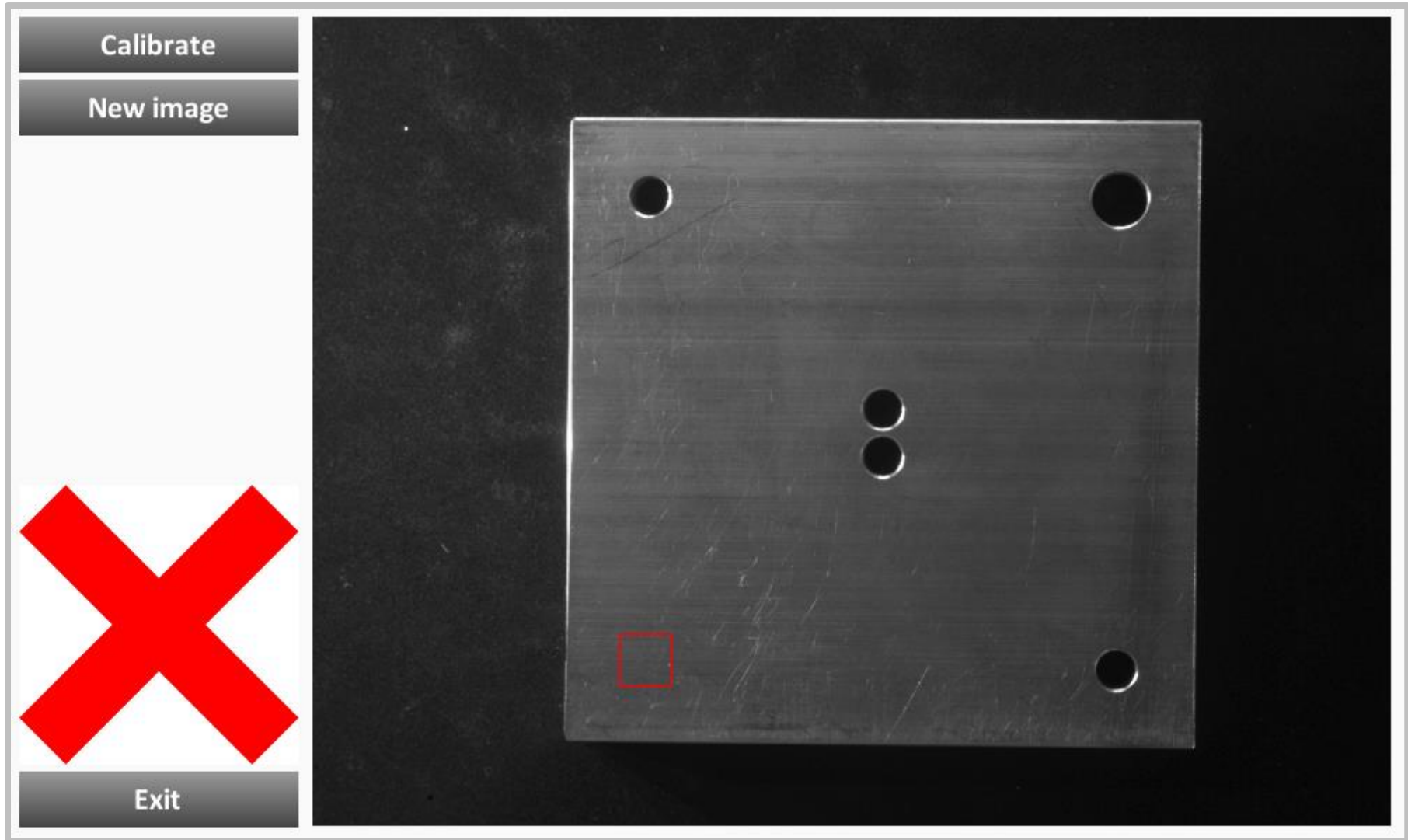
Unterschied Modell & Aufnahme

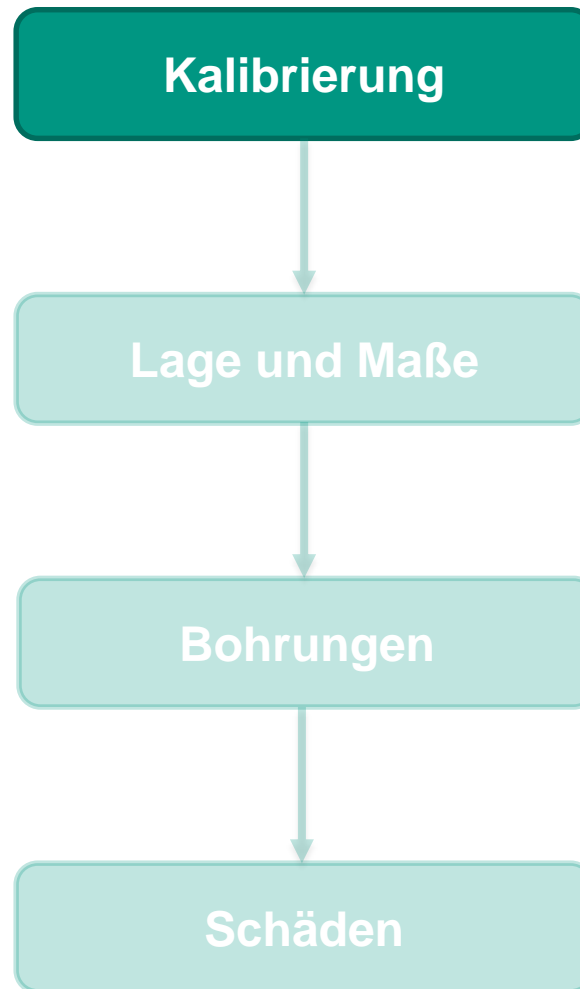
- Perfekte Beleuchtung
 - Perfekte Kanten
 - Perfekte Genauigkeit



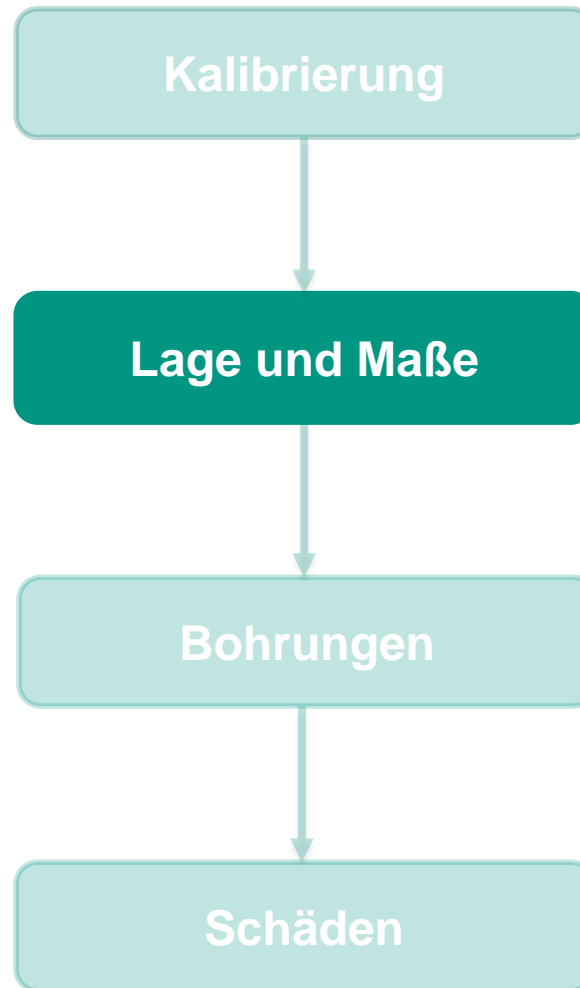


Programm-Ablauf

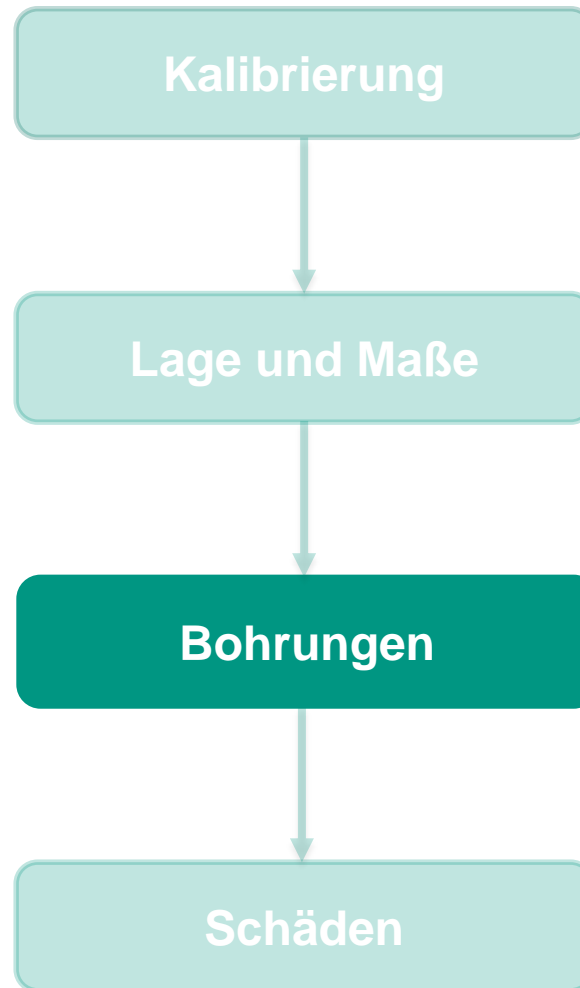




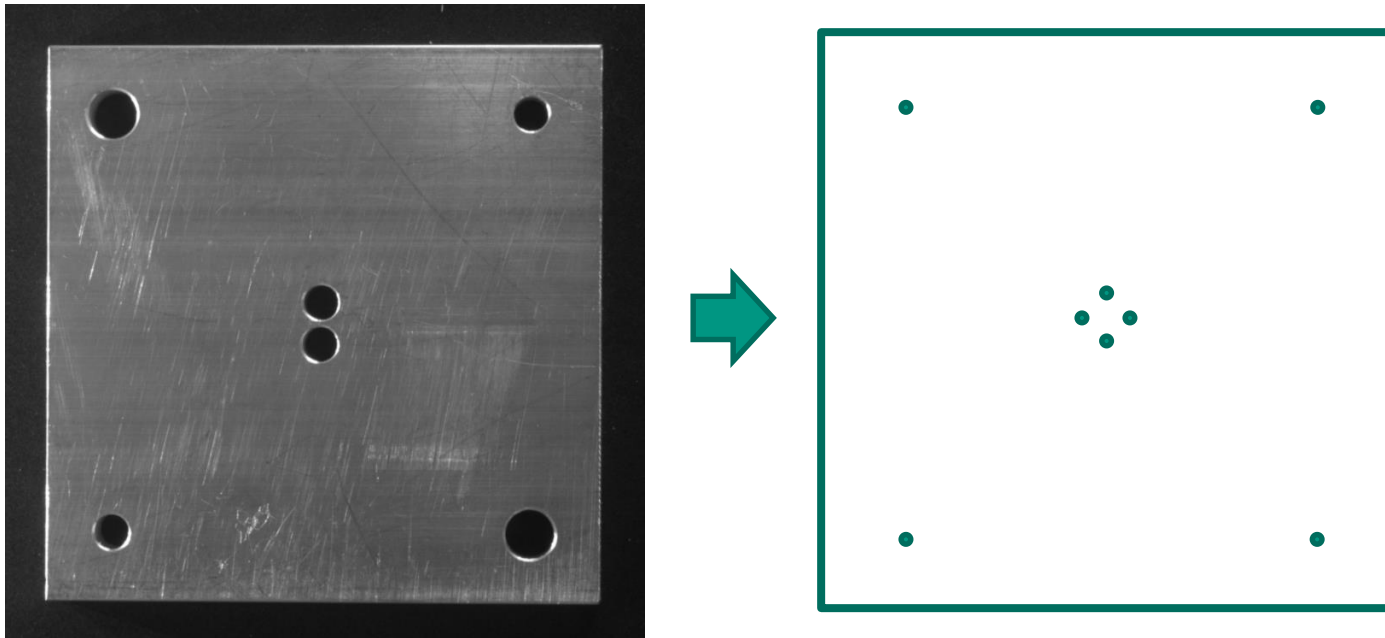
- Bildvorverarbeitung
 - Maskieren der Werkstück-Pixel
 - Pixel mit Grauwert ≥ 70 werden auf 255 (weiß) gesetzt
 - Restliche Pixel auf 0 (schwarz)
 - Reduktion von Noise
 - Morphologische Erosion und Dilatation zur Reduktion von Noise an den Objektkanten
 - Kantendetektion mit Canny
- Ermitteln der Kalibrierungsgröße Pixel-to-Centimeter (PX2CM)
 - Annahme: Kontur, die den Flächeninhalt des kleinsten, vollständig umschließenden Rechtecks maximiert ist die Kontur des Kalibrierungswerkstücks
 - Seitenlängen des Kalibrierungswerkstücks sind bekannt
 - $PX2CM = \text{Quotient aus längster Seite und längster bekannter Seitenlänge}$



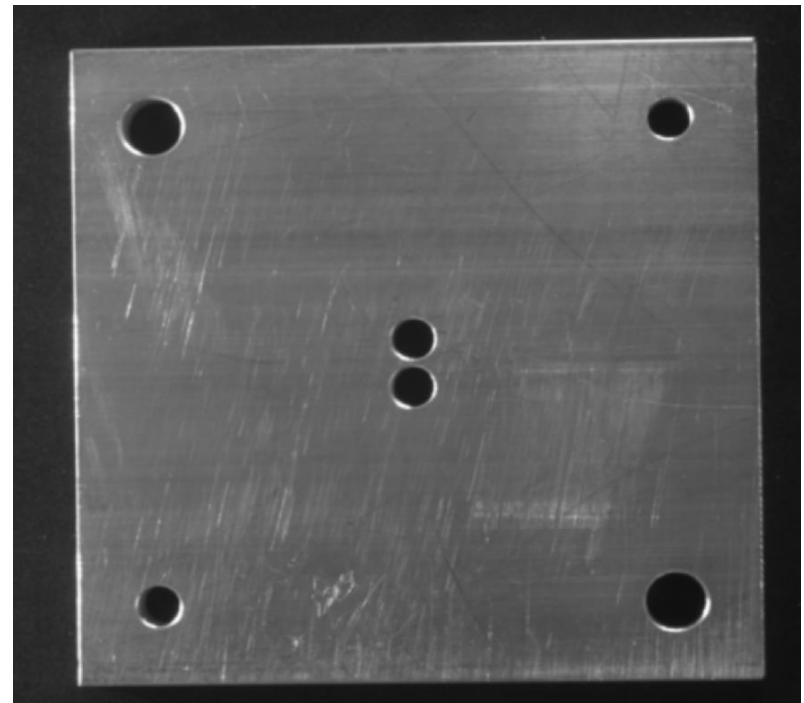
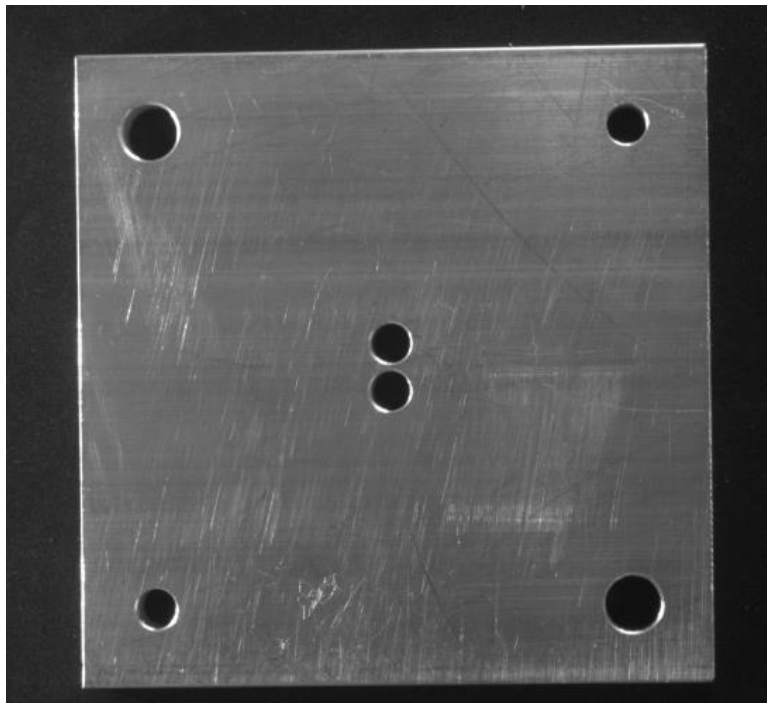
- Bildvorverarbeitung wie bei der Kalibrierung
- Überprüfen der Abmaße und Lage
 - Annahme: Kontur, die den Flächeninhalt des kleinsten, vollständig umschließenden Rechtecks maximiert ist die Kontur des Werkstücks
 - Überprüfe alle Kanten auf vorgeschriebene Länge
 - Lage des umschließenden Rechtecks = Lage des Werkstücks



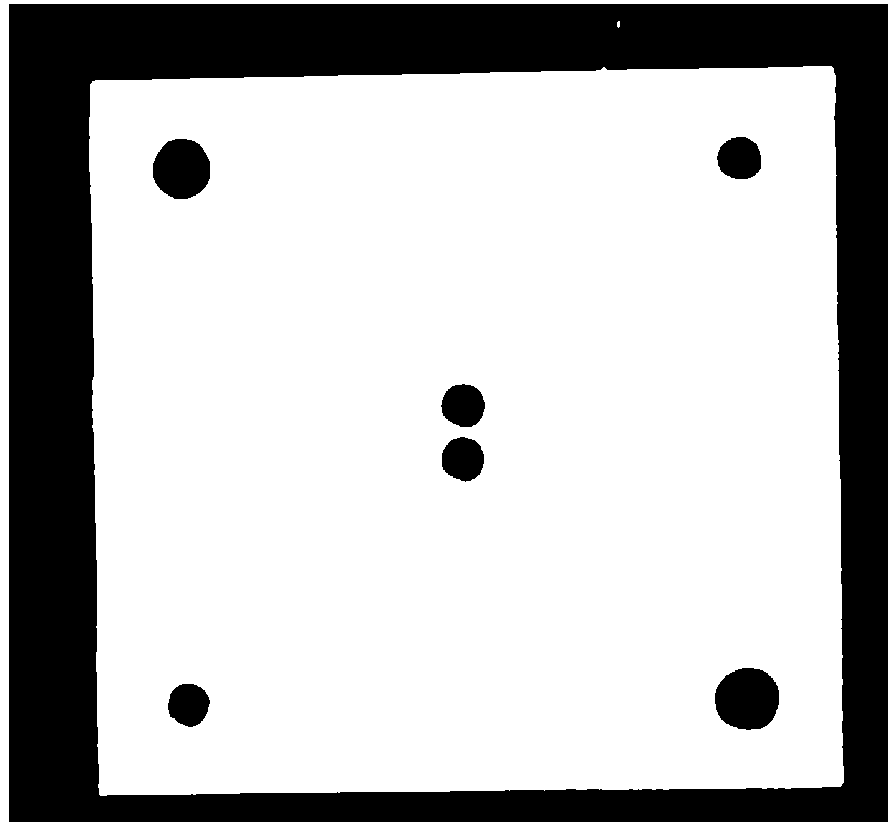
- Berechnung der Bohrungspositionen anhand Rechteck-Eckpunkten



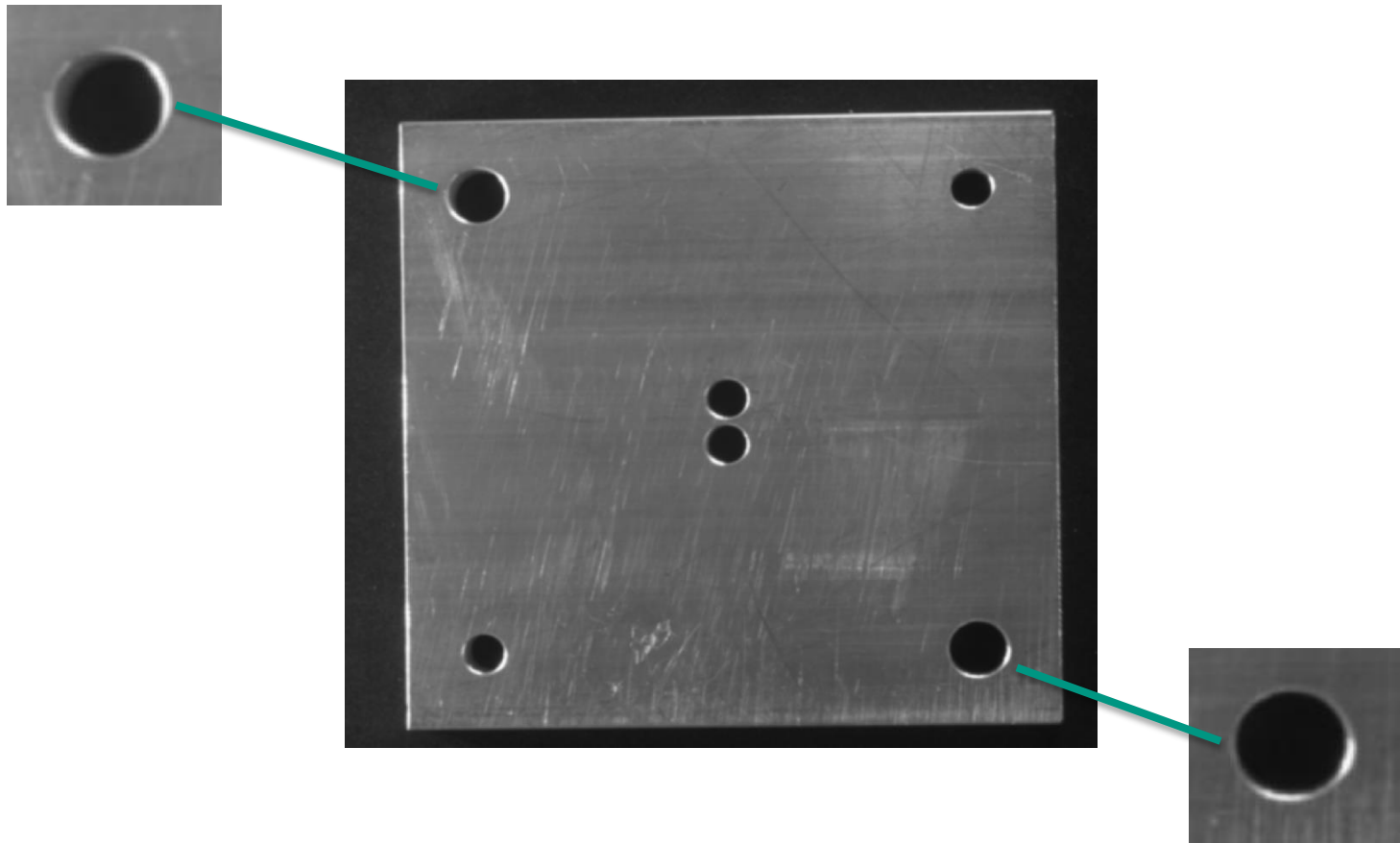
- Anwendung eines Gauß-Filters
 - Rauschentfernung



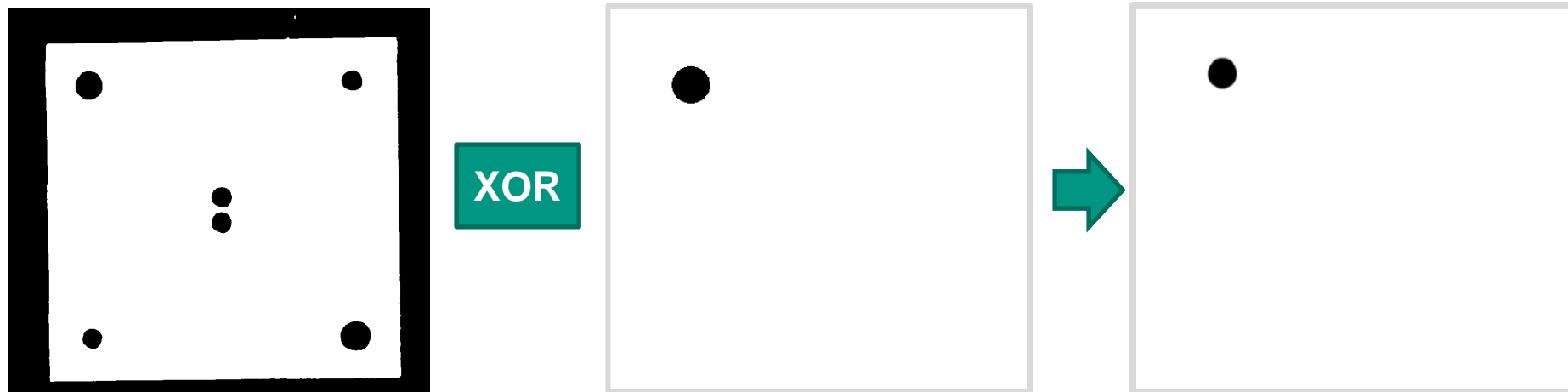
- Entfernung von Hintergrund mittels Schwellwert
 - Bessere Erkennung von Bohrungen



- Maskierung pro erwarteter Bohrungsposition
 - Individuelle Schwellwerte für unterschiedliche Beleuchtung

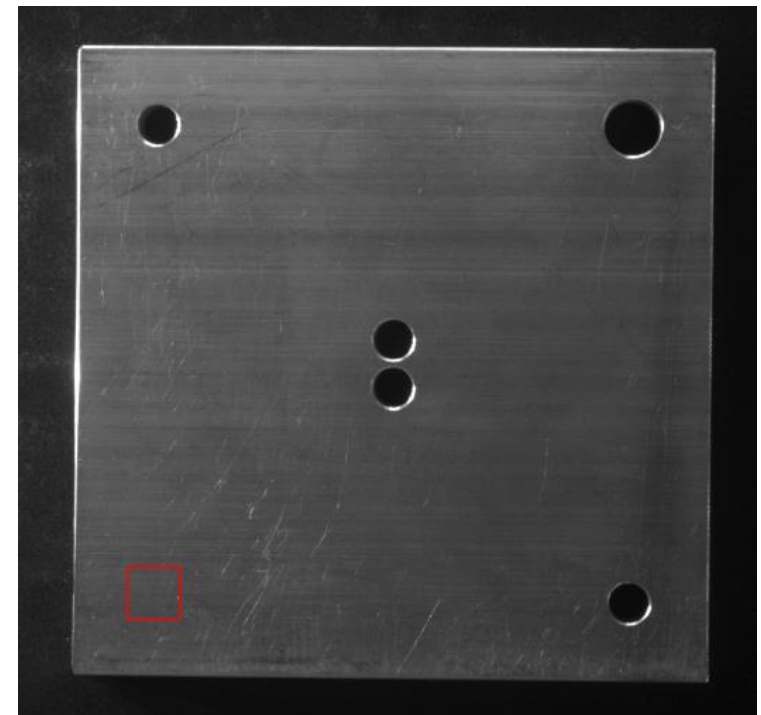
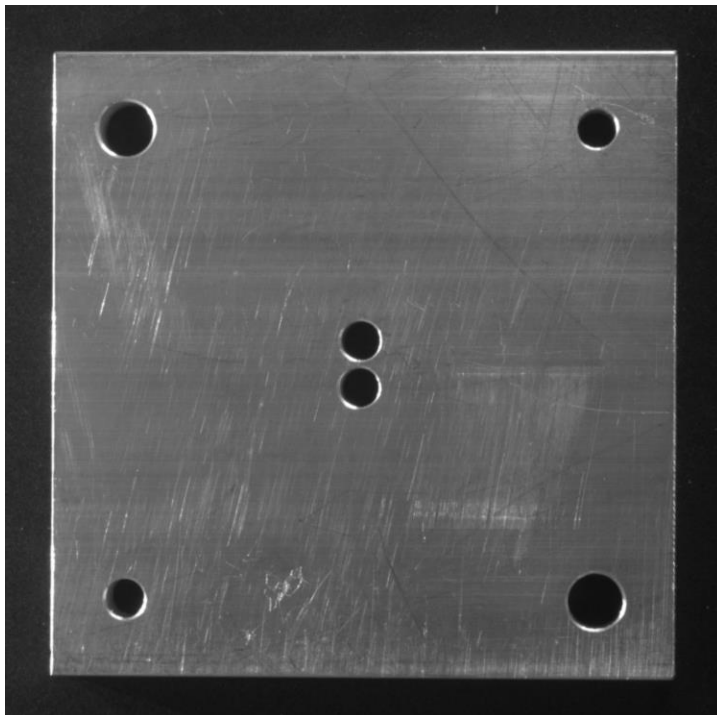


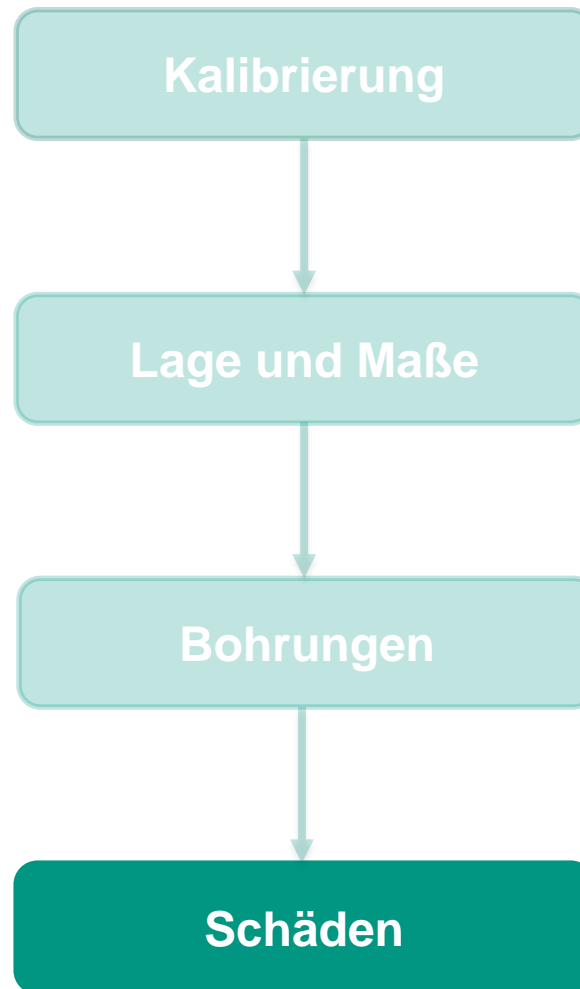
- XOR von Schwellwertbild und Maskierung
 - Einzelne Detektion von Bohrungen



- Hough Transformation zur Kreis-Detektion

- Existenz von Bohrung in Nähe der berechneten Bohrungsposition
- Zuordnung zu Bohrungsgrößen
- Anordnung der erkannten Bohrungsgrößen
- Markierung im Fehlerfall





- Maskieren des Werkstücks
- Filtern
 - Guided Image Filter
- Kantendetektion mit Canny
- Kanten und Bohrungen entfernen
- Cluster finden
- Zusätzlich: Überprüfung des Stegs
 - Threshold

- Simulation und Realität unterscheiden sich stark
 - Beleuchtung
 - Messgenauigkeit
- Gute Beleuchtung ist entscheidend
- Wahl der idealen Parameter/Schwellwerte aufwendig
 - Unterschiedliche Beleuchtung benötigt andere Werte
- Messungenauigkeiten summieren sich auf
 - 1mm Toleranz schwierig zu erzielen

Vorführung