

RAYGUIDE VISION SOLUTIONS



RAYGUIDE
CLICK & TEACH



RAYGUIDE
MATCH

RAYGUIDE VISION SOLUTIONS

RAYGUIDE CLICK & TEACH
RAYGUIDE MATCH

BENUTZERHANDBUCH

© RAYLASE GmbH

Alle Rechte vorbehalten. Die Vervielfältigung dieses Handbuchs (auch auszugsweise), insbesondere auch durch Fotokopieren, Scannen oder Fotografieren sowie jegliche andere Reproduktion, ist nur mit schriftlicher Genehmigung durch RAYLASE zulässig.

RAYLASE behält sich das Recht vor, das in diesem Handbuch beschriebene Produkt ebenso wie die enthaltenen Informationen ohne vorherige Mitteilung zu ändern.

Dokument: MN_RAYGUIDE VISION SOLUTIONS

Stand der Information: V1.0 [2025-04-01]

INHALTSVERZEICHNIS

1	EINFÜHRUNG	6
1.1	Über CLICK & TEACH	6
1.2	Über RAYGUIDE MATCH	7
1.3	Über dieses Handbuch	8
1.4	Kompatibilität	9
1.5	PC-Anforderungen	9
1.6	Lieferumfang	9
2	INSTALLATION	10
2.1	Hardware	10
2.2	Software	11
2.2.1	RAYGUIDE CLICK & TEACH und RAYGUIDE MATCH installieren	11
2.2.2	Lizenzen	13
2.2.3	Software-Updates	15
2.3	WICHTIG: System-Vorbereitung	15
3	RAYGUIDE CLICK & TEACH	16
3.1	CLICK & TEACH-Komponenten	16
3.2	Kameraeinrichtung	17
3.2.1	Konfiguration der Netzwerkverbindung zur Kamera	17
3.2.1.1	JAI-Kameras	18
3.2.1.2	Teledyne DALSA-Kameras	21
3.2.2	Kamera als Gerät in RAYGUIDE einrichten	23
3.2.2.1	Kamera als Gerät hinzufügen	23
3.2.2.2	Kamera-Dialog	24
3.2.2.3	Kamera verbinden / zuweisen	29
3.2.3	Kamera ausrichten und Fokus justieren	31
3.2.3.1	Vorgehensweise bei Ablenkeinheiten mit Kameraadapter	34
3.2.3.2	Vorgehensweise bei AS FIBER mit RAYSPECTOR	35
3.2.4	Kamerabild kalibrieren	36
3.2.4.1	Fokuskalibrierung	36
3.2.4.2	Manuelle Kalibrierung der (realen) Kamera	38
3.3	Bedienfeld CLICK & TEACH	55
3.3.1	Kameraauswahl	56
3.3.2	Schaltflächen	57
3.3.3	Picken	60
3.3.4	CLICK & TEACH-Einstellungen	62
3.3.5	Live-Bild	65
3.3.6	Beispiel einer Kachelung	68

3.4	Beleuchtung	71
3.4.1	Beleuchtungscontroller	71
3.4.2	Bedienfeld Beleuchtung (Illumination)	76
3.5	Webcam	78
3.6	Automatisierungen	79
3.6.1	Bild aufnehmen und speichern (Acquire and save image)	79
3.6.2	Beleuchtung setzen (Set illumination)	81
4	RAYGUIDE MATCH	82
4.1	Grundlegende Informationen	82
4.1.1	Leitfaden für das Vorgehen	82
4.2	MATCH als Bestandteil eines RAYGUIDE Laserprozess-Jobs	83
4.2.1	Bildverarbeitungselement (Bildverarbeitungsjob)	83
4.2.2	Interaktionen zwischen Bildverarbeitungsjob und RAYGUIDE Funktionen	84
4.2.2.1	Prozesstransformation	84
4.2.2.2	Berechtigungen	85
4.2.2.3	Automatische Fehlerbehandlung	86
4.2.2.4	Remote Interface	87
4.2.3	Limitierungen	88
4.3	Der RAYGUIDE Bildverarbeitungsjob	89
4.3.1	Erstellen und Ausführen eines Bildverarbeitungsjobs	91
4.4	Bildverarbeitungs-Jobelemente	95
4.4.1	Bildaufnahme	95
4.4.1.1	Dialog-Bereich "Benutzte Geräte"	97
4.4.1.2	Dialog-Bereich "Parameter"	97
4.4.1.3	Dialog-Bereich „Parametervariationen“	101
4.4.1.4	Dialog-Bereich „Testen“	101
4.4.2	Bildfilter	102
4.4.2.1	Invertieren	104
4.4.2.2	Helligkeit / Kontrast	104
4.4.2.3	Glättungsfilter	104
4.4.2.4	Schwellwert-Filter	112
4.4.2.5	Histogramm-Ausgleich-Filter	116
4.4.2.6	Filter "Rauschen hinzufügen"	117
4.4.2.7	Filter "Rauschen entfernen"	119
4.4.2.8	Anwenderdefinierter (Kernel-) Filter	121
4.4.2.9	Strukturbasierte Filter	122
4.4.2.10	Filter "Maskieren"	126
4.4.3	Suche von Merkmalen	128
4.4.3.1	Geometrische Merkmale suchen	130
4.4.3.2	Grauwertübergang suchen	156
4.4.3.3	Ecken-Suche	159
4.4.3.4	Merkmal mittels Vorlage suchen	167
4.4.4	Ergebnisverarbeitung	172
4.4.4.1	Testen und Einlernen	173
4.4.4.2	Auswerten der Testläufe	175

4.5	Allgemeine Einstellungen und Funktionen der Bildverarbeitungs-Jobelemente ...	178
4.5.1	Einstellungen pro Bildverarbeitungs-Jobelement	178
4.5.2	Dialogbereich: Testen	179
4.5.2.1	Testläufe durchführen	179
4.5.2.2	Ergebnisbilder der Testläufe	180
4.5.2.3	Allgemeine Optionen der Ergebnisbilder	183
4.5.3	Dialogbereich: Parametervariationen	185
5	KAMERA-EMULATOR	188
5.1	Kalibrierung	191
5.1.1	Automatische Kalibrierung	191
5.1.2	Manuelle Kalibrierung	193
5.2	Hintergrundbild ändern	197
6	FEHLERBEHEBUNG	198
6.1	RAYGUIDE Click & Teach	198
6.1.1	Allgemein	198
6.1.2	Kacheln	201
6.2	RAYGUIDE MATCH	202
6.2.1	Allgemein	202
6.2.2	Bildaufnahme	203
6.2.3	Bildfilter	203
6.2.4	Grauwertübergangssuche	203
6.2.5	Kreissuche	204
6.2.5.1	Kreissuche mit "Ausgleichsellipse"	204
6.2.5.2	Kreissuche mit "Grauwertübergängen"	204
6.2.6	Liniensuche	204
6.2.6.1	Liniensuche mit "Ausgleichsgerade"	204
6.2.6.2	Liniensuche mit "Grauwertübergangslinie"	204
6.2.6.3	Liniensuche mit "Fast line"	204
6.2.7	Eckensuche	205
6.2.7.1	Eckensuche mit "Shi und Thomasi"	205
6.2.7.2	Eckensuche mit "Fast line"	205
6.2.7.3	Eckensuche mit "Ausgleichsgerade"	205
6.2.8	Vorlagensuche	205
6.2.9	Ergebnisverarbeitung	206
GLOSSAR	207

1 EINFÜHRUNG

1.1 Über CLICK & TEACH

RAYGUIDE Click & Teach, im Folgenden häufig mit C&T abgekürzt, ist eine Erweiterung der RAYGUIDE-Laser-Software. C&T nutzt Kameras, die auf der optischen Achse von Ablenkeinheiten angebracht sind, zur Darstellung des realen Arbeitsbereichs im Ansichtsfenster von RAYGUIDE.

HINWEIS: Die RAYGUIDE Click & Teach-Zusatzoption kann unabhängig von RAYGUIDE MATCH genutzt werden.

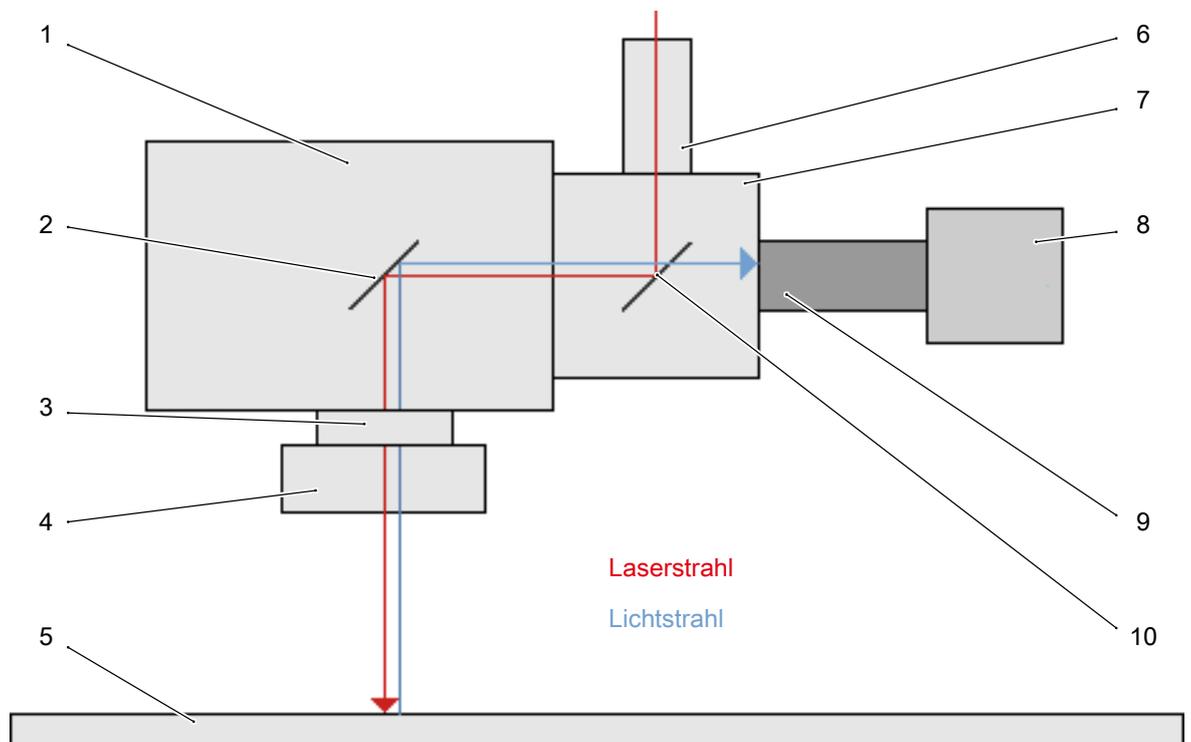


Abb. 1.1: CT-AAA

- | | | | |
|---|---------------|----|------------------------|
| 1 | Ablenkeinheit | 6 | Kollimator |
| 2 | Ablenkspiegel | 7 | Kameraadapter |
| 3 | Distanzring | 8 | Kamera |
| 4 | F-Theta-Linse | 9 | Kameraobjektiv |
| 5 | Arbeitsfläche | 10 | Dichroitisches Element |

Auf diese Weise ist es möglich, Konturen der realen Objekte mit den Grafikfunktionen der RAYGUIDE-Software nachzuzeichnen und Laser-Jobs komfortabel zu erzeugen. Bereits vorhandene Objekte in einem Job können leicht mit den Positionen der realen Objekte zur Deckung gebracht werden.

Das Kamerabild bildet i. d. R. nur einen kleinen Ausschnitt des Arbeitsbereichs ab. Das Gesamtbild wird aus einzelnen Kacheln zusammengesetzt.

1.2 Über RAYGUIDE MATCH

RAYGUIDE MATCH, im Folgenden auch MATCH genannt, ist ebenso wie RAYGUIDE Click & Teach eine Erweiterung der RAYGUIDE-Laser-Software.

MATCH operiert aufbauend auf RAYGUIDE Click & Teach und kommt somit immer im Verbund mit CLICK & TEACH zum Einsatz. Die Funktionen zum Einrichten und Kalibrieren der koaxialen Kamera und des Beleuchtungssteuergeräts sind daher Bestandteil der Beschreibung von RAYGUIDE Click & Teach.

Die RAYGUIDE MATCH-Zusatzoption dient dazu,

- Bauteilpositionen anhand der Erkennung von Bauteilmerkmalen zu ermitteln und
- die Abweichung gegenüber einer eingelernten Bauteilposition durch das Setzen der sogenannten Prozesstransformation zu korrigieren.

Die dazu von der koaxial eingekoppelten Kamera aufgenommenen Bilder der Bauteilmerkmale können anschließend durch digitale Bildfilter nachbearbeitet werden, bevor sie mit Hilfe von Bildverarbeitungsalgorithmen ausgewertet werden.

1.3 Über dieses Handbuch

Das RAYGUIDE VISION Solutions- Handbuch beschreibt die Funktionsweise, Installation und Bedienung der C&T- sowie der MATCH-Zusatzanwendung der RAYGUIDE-Software, wenn diese mit der grafischen Benutzeroberfläche (GUI) verwendet wird.

Dieses Handbuch ist standardmäßig in der PDF-Ausgabe des RAYGUIDE-Handbuchs enthalten. Es wird nicht als alleinstehendes Dokument ausgegeben.

HINWEIS: Es gelten damit die gleichen Rechte wie für das Haupthandbuch der RAYGUIDE-Anwendung und es gelten ebenfalls die gleichen Regelungen für Gewährleistung und Support.

Konventionen

- Wichtige Sätze sind durch **Fettdruck** hervorgehoben.
- Wichtige Hinweise und Bemerkungen sind mit den Begriffen **HINWEIS:**, **REGEL:** etc. eingeleitet.
- Die Namen von Ordnern und Dateien sind durch *Kursivdruck* gekennzeichnet.
- Die Namen von Fenstern, Dialogen und Registerkarten sind als Normaltext angegeben: Auf der Registerkarte Einstellungen.
- Auszuwählende Menüoptionen sind durch Fett- und Kursivdruck gekennzeichnet: Wählen Sie ***Datei > Speichern unter...***
- Die Namen von Dialogoptionen (Funktionsschaltflächen, Kontrollkästchen) sind in Kursivdruck angegeben: Wählen Sie den Kalibrierungs-Modus *manuell*.
- Schaltflächen sind durch Fett- und Kursivdruck gekennzeichnet und in Klammern gesetzt: Klicken Sie auf ***[Kalibrierung starten]***.
- Schaltflächen, die mit Symbolen beschriftet sind, werden in Worten beschrieben.

Beispiel:  ist die Schaltfläche ***[Suchen]***.

- Verweise auf andere Seiten im Handbuch sind durch Kursivdruck gekennzeichnet: Siehe *Seite 22, Einrichtung*.
- Links zu Webadressen sind unterstrichen: Besuchen Sie [RAYLASE](#).

1.4 Kompatibilität

Die Zusatzanwendungen CLICK & TEACH und MATCH sind mit der RAYGUIDE-Laser-Software kompatibel.

Bitte beachten Sie, dass aktuell nur die Kameras der GO-PGE-Serie der Firma JAI und die Kameras der Serie Genie Nano GigE der Firma Teledyne DALSA unterstützt werden. Die Software wurde erfolgreich mit den Modellen GO-5100M-PGE, GO-2400M-PGE (JAI) und Genie Nano 5G M2450 Mono (Teledyne DALSA) getestet.

Für die Ansteuerung der Beleuchtungselemente aus der RAYGUIDE Software sind die Beleuchtungscontroller von der Firma GARDASOFT kompatibel. Weitere Details siehe *Seite 71, Beleuchtung*.

HINWEIS: Wir empfehlen, die Kamera primär über eine Peer-to-Peer Netzwerkverbindung zu betreiben und raten von einem Betrieb über firmeninterne Netzwerke ab (Stichwort „Datenmenge“).

1.5 PC-Anforderungen

Für den Betrieb der RAYGUIDE-Software mit dem Zusatz-Feature RAYGUIDE VISION SOLUTIONS muss der PC folgende Bedingungen erfüllen:

- Ein Windows 10 / Windows 11 Betriebssystem mit 64 Bit Plattform
- Einen Arbeitsspeicher von mindestens 16 GB
- Als Netzwerkkarte für die Verbindung wird dringend eine Netzwerkkarte mit einem INTEL Chip empfohlen, da bei Verwendung dieser Netzwerkkarten eine reibungslose Verbindung zur Kamera getestet werden konnte. Bei Verwendung anderer Netzwerkkarten wird kein Support gewährleistet.

HINWEIS: Wir empfehlen die Nutzung von zwei Monitoren, um überlagernde Dialoge auf einen zweiten Monitor auszulagern und somit das Ansichtsfenster voll nutzen zu können.

1.6 Lieferumfang

Zum Lieferumfang der RAYGUIDE VISION Solutions-Installation gehören

- die Kamera-Plug-ins für die generelle Kommunikation zum jeweiligen Kameratyp,
- das Bedienfeld für die RAYGUIDE Click & Teach-Anwendung sowie
- das Automatisierungsobjekt zur Erzeugung von Bildverarbeitungsjobs einschließlich der dazugehörigen Bibliotheken.

Ebenso werden die benötigten und getesteten Hardwaretreiber für die unterstützten Kamera-Modelle und die Beleuchtungssteuereinheit beigelegt.

2 INSTALLATION

2.1 Hardware

Neben den zum Betrieb von RAYGUIDE erforderlichen Komponenten (Ablenkeinheit, Lasergerät, Steuerkarte usw.) sind für C&T zusätzlich folgende Komponenten erforderlich:

- Bei 2-Achs-Ablenkeinheiten: geeigneter Kameraadapter plus Kameralinse
- Bei vorfokussierenden Ablenkeinheiten: RAYLASE Monitoring-Modul RAYSPECTOR mit dazugehöriger Korrekturdatei, um die optische Achse im RAYSPECTOR anzusteuern
- Kamera (siehe Kompatibilität)
- Beleuchtungseinrichtung zur Beleuchtung des Prozessfeldes

HINWEIS: Die Beleuchtungseinrichtung (bestehend aus Beleuchtungskontroller und Lampen) kann auf Wunsch von RAYLASE bezogen werden.

Bei der Nutzung der Zusatzanwendung RAYGUIDE MATCH ist der Einsatz der durch RAYLASE integrierten Beleuchtung grundsätzlich angeraten, da die Einstellbarkeit der Beleuchtungsintensität aus RAYGUIDE für die Bildverarbeitung von grundlegender Bedeutung ist.

HINWEIS: Stimmen Sie die optomechanische Einkopplung der Kamera und der dazu notwendigen Komponenten mit Ihrem RAYLASE Vertriebsmitarbeiter ab, um die Kompatibilität zum Laser und zur Kamera zu gewährleisten.

HINWEIS: Es ist prinzipiell möglich, bestehende Lasersysteme für eine Kameraintegration nachzurüsten. Je nach Situation ist dafür ggf. ein Hersteller-Service der Ablenkeinheit erforderlich. Kontaktieren Sie bei Bedarf Ihren RAYLASE Vertriebsmitarbeiter.

HINWEIS (JUSTAGE): Das dichroitische Element des RAYLASE Kameraadapters muss nach Aufsetzen und Befestigen des Faserkollimators des Lasers justiert werden, um den Strahl exakt in die Ablenkeinheit einzukoppeln. Beachten Sie dazu die RAYLASE Handbücher *Kameraadapter Standard* und *Kameraadapter High Power*. Im Falle von vorjustierten High Power Schweißmodulen mit Kollimator ist keine Justierung des *Kameraadapters High Power* notwendig.

2.2 Software

2.2.1 RAYGUIDE CLICK & TEACH und RAYGUIDE MATCH installieren

Für die Installation aller RAYLASE Softwareprodukte stellt RAYLASE den sogenannten RAYBOARD PRODUCT INSTALLER (RBPI) kostenlos als zentrales Werkzeug auf seiner Webseite zur Verfügung.

Da die beiden Zusatzoptionen *CLICK & TEACH* und *MATCH* beide die gleiche Hardware benutzen, und *MATCH* auf *CLICK & TEACH* aufbaut, werden sie gemeinsam durch die separate Installation *RAYGUIDE VISION Solutions* installiert.

Wählen Sie hier im Menüpunkt „Select the targeted software configuration“ *RAYGUIDE VISION Solutions* mit der passenden Version aus.

WICHTIG: Die Version von *RAYGUIDE VISION Solutions* muss der Version von *RAYGUIDE* entsprechen.



NAME	DESCRIPTION	INSTALLED VERSION	SELECT VERSION	CHANGE LOG	NEXT ACTION
<input type="checkbox"/> License Manager	Tool for querying, requesting and updating any RAYLASE licenses.		2.2.0 (latest)		
<input type="checkbox"/> Multi Point Editor	Software for creating/editing field/pointer correction files.		8.2.1 (latest)	View Change Log	
<input checked="" type="checkbox"/> Process Data Analyzer	Software to process and analyze signals from the trace buffer of RAYLASE control cards.	1.0.0 (latest)	1.0.0 (latest)	View Change Log	
<input checked="" type="checkbox"/> RAYGUIDE	Software for advanced laser marking.	2.7.0 (latest)	2.7.0 (latest)	View Change Log	
<input checked="" type="checkbox"/> RAYGUIDE Vision Solution	Includes the addons RAYGUIDE Click & Teach and RAYGUIDE Match.		3.0.0 (latest)	View Change Log	install software version 3.0.0 (latest)
<input checked="" type="checkbox"/> SP-ICE-3 Log Viewer	Tool for visualizing SP-ICE-3 log files.	1.54.3	1.54.3		
<input checked="" type="checkbox"/> SP-ICE-3 SWI	Client SW package containing libraries, tools and documentation.	3.4.0 (latest)	3.4.0 (latest)	View Change Log	

Abb. 2.1: RG_V-AAA

WICHTIG: Die Zusatzoptionen *CLICK & TEACH* und *MATCH* können nur zusammen mit der eigentlichen *RAYGUIDE*-Anwendung funktionieren. Daher ist es essenziell, dass Sie die *RAYGUIDE*-Anwendung ebenfalls für die Installation auswählen, bzw. bereits installiert haben.

Über den direkten Link auf den Change Log können Sie sich einen Überblick über die letzten Änderungen zur Vorgängerversion verschaffen. Es existiert ein eigener Change Log für alle Änderungen bezüglich der *RAYGUIDE VISION Solutions*-Zusatzanwendungen. Anschließend lädt der RBPI die *RAYGUIDE VISION Solutions*-Installationsdatei herunter und die Installationsoptionen werden angezeigt.:

Für *RAYGUIDE VISION Solutions* stehen Ihnen folgende Installationsoptionen zur Verfügung:

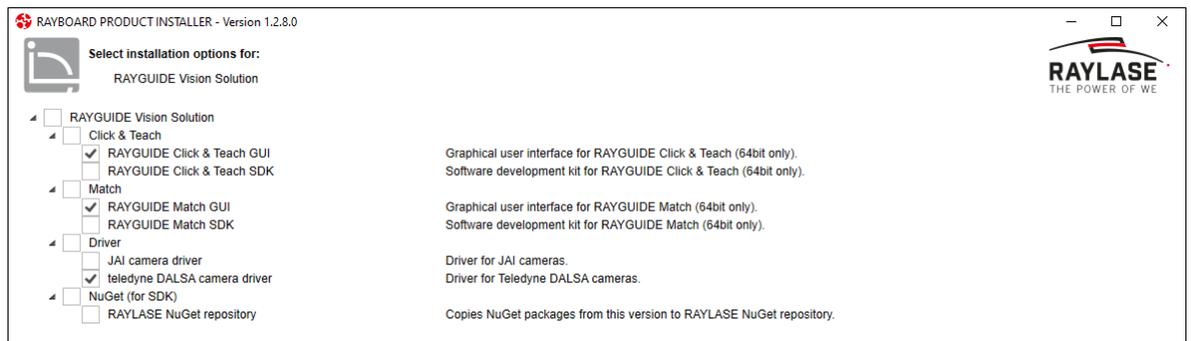


Abb. 2.2: RG_V-AAC

1. Wählen Sie, ob Sie nur die *GUI* und / oder *SDK Komponenten* von *RAYGUIDE Click & Teach* bzw. *RAYGUIDE MATCH* installieren wollen.
2. Wählen Sie die Kameravariante aus, die zum Einsatz kommt, um die jeweiligen Kameratreiber zu installieren.

HINWEIS: Bei Installation oder Upgrade der Kamera-Treiber durch andere Setup-Dateien kann RAYLASE im Fehlerfall keinen Support gewährleisten.

Nach der Auswahl der Installationsoptionen müssen Sie noch der Lizenzvereinbarung zustimmen, anschließend werden die Zusatzoptionen *CLICK & TEACH* und *MATCH* installiert.

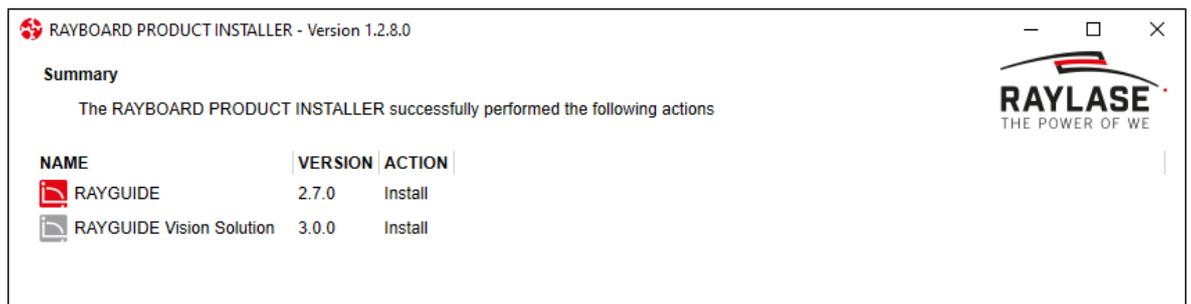


Abb. 2.3: RG_V-AAB

2.2.2 Lizenzen

Um die CLICK & TEACH-Zusatzanwendung nutzen zu können, benötigt Ihre RAYGUIDE-Lizenz ein zusätzliches „Lizenz-Produkt“.

Um die MATCH-Zusatzoption nutzen zu können, benötigt Ihre RAYGUIDE-Lizenz auch ein entsprechendes Lizenz-Produkt.

Diese jeweiligen Lizenz-Produkte können bei der initialen Bestellung über die RAYGUIDE-Software mitbestellt oder nachträglich geordert werden.

Hierzu wird Ihre bestehende RAYGUIDE-Lizenz mittels Datei-Upload erweitert.

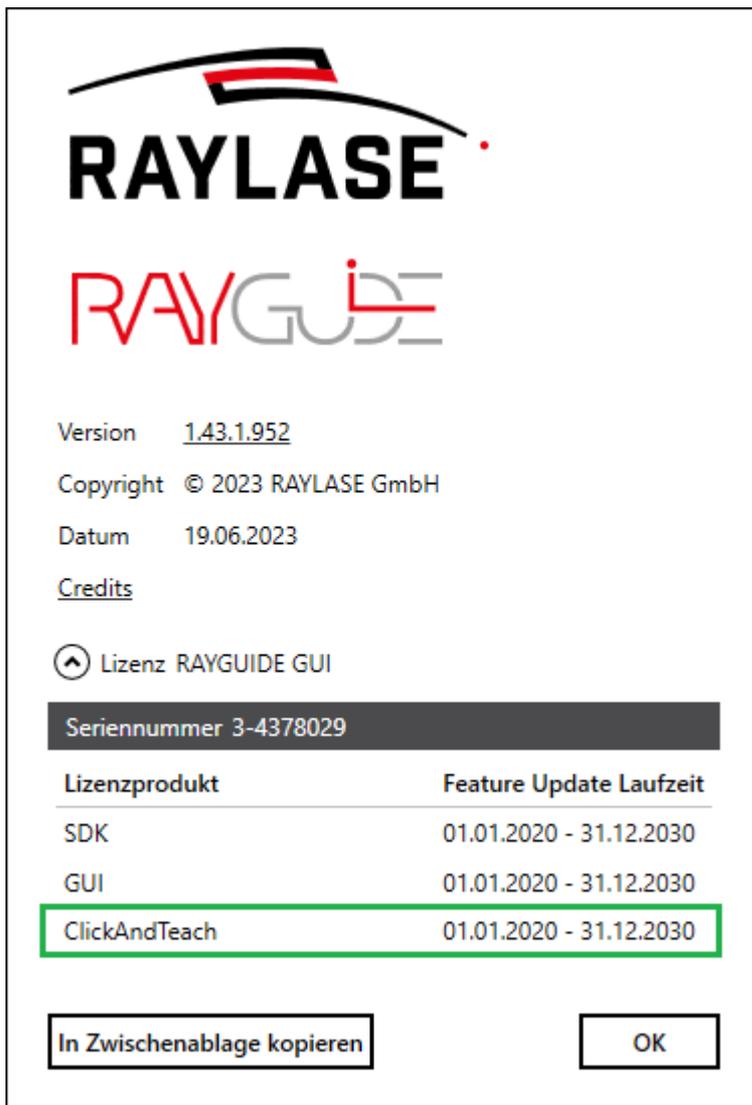
HINWEIS: Es wird lediglich die Seriennummer der bestehenden RAYGUIDE-Lizenz benötigt.

Lizenz-Produkte einsehen

Wählen Sie im Menü **Hilfe > Über RAYGUIDE**, um die vorhandenen Lizenz-Produkte einzusehen.

Ist der Eintrag RAYGUIDE Click & Teach als Lizenz-Produkt gelistet, so ist die CLICK & TEACH-Zusatzanwendung frei geschaltet.

Beispiel:



RAYLASE

RAYGUIDE

Version 1.43.1.952

Copyright © 2023 RAYLASE GmbH

Datum 19.06.2023

Credits

⬆️ Lizenz RAYGUIDE GUI

Seriennummer 3-4378029

Lizenzprodukt	Feature Update Laufzeit
SDK	01.01.2020 - 31.12.2030
GUI	01.01.2020 - 31.12.2030
ClickAndTeach	01.01.2020 - 31.12.2030

In Zwischenablage kopieren

OK

Abb. 2.4: CT-AAE

2.2.3 Software-Updates

Sollten Sie Updates Ihrer RAYGUIDE-Anwendung vornehmen, indem Sie neuere Versionen aufspielen, dann muss die begleitende RAYGUIDE VISION Solutions-Installation ebenfalls ausgeführt werden. Dies ist notwendig, um die Kompatibilität zwischen der Hauptanwendung und den Zusatzanwendungen zu gewährleisten.

Die Kamera-Treiber können, müssen bei einem Update aber nicht per se, mit angewählt werden. Außer es wird explizit darauf hingewiesen, dass sich mit der neuen Version auch die Treiber aktualisieren.

2.3 WICHTIG: System-Vorbereitung

Vor der Anwendung von CLICK & TEACH bzw. MATCH muss sichergestellt sein, dass Ihr System bezüglich Ablenkeinheit und Laser bereits konfiguriert und Ihr Scan-Feld bereits kalibriert ist.

Die Art und Weise, wie das Scan-Feld bezogen auf den Laser kalibriert wird, entscheidet sich anhand Ihrer Genauigkeitsanforderungen.

Die Optionen die RAYGUIDE hierfür bietet, finden Sie im

- RAYGUIDE GUI Handbuch, Kapitel 5.3.2 bzw.
- im Handbuch vom MULTI POINT EDITOR.

Ebenfalls werden Einträge für die Prozesstransformation berücksichtigt:

- das Hintergrundbild wird automatisch entsprechend transformiert dargestellt und
- eine deckungsgleich nachgezeichnete oder positionierte Kontur wird beim Markieren wieder unverzerrt dargestellt.

Es empfiehlt sich, bereits einen Pen im als „Standard“ gekennzeichneten Bibliotheks-Pen-Set zur Verfügung zu haben, mit welchem Sie später mit gutem Kontrast und scharfem Ergebnis Ihr Material für die Kamerakalibrierung markieren können.

3 RAYGUIDE CLICK & TEACH

3.1 CLICK & TEACH-Komponenten

C&T besteht aus Anwendersicht im Wesentlichen aus zwei Komponenten, die vollständig in die RAYGUIDE-Software integriert sind:

- Kamera (als Gerät) mit dazugehörigem Gerätedialog für Konfiguration und Kalibrierung.
Siehe Seite 23, *Kamera als Gerät in RAYGUIDE einrichten* und Seite 17, *Kameraeinrichtung*.
- CLICK & TEACH -Bedienfeld für die Nutzung der Kamera.
Siehe Seite 55, *Bedienfeld CLICK & TEACH*.

Des Weiteren kann optional eine Beleuchtungsansteuerung von RAYLASE bezogen und genutzt werden. Dafür stehen in der Software folgende Komponenten zur Verfügung:

- Der Beleuchtungscontroller (als Gerät) mit dazugehörigem Gerätedialog für Konfiguration.
Siehe Seite 71, *Beleuchtungscontroller*.
- Das Bedienfeld *Beleuchtung*, um die Beleuchtungsintensität direkt aus der Benutzeroberfläche heraus einzustellen.
Siehe Seite 76, *Bedienfeld Beleuchtung (Illumination)*.

Um die benötigten Bedienfelder zur RAYGUIDE GUI hinzuzufügen, wählen Sie diese unter dem Menüpunkt **Ansicht > Bedienfelder > Plugins > Click & Teach** und ggf. **Beleuchtung** aus:

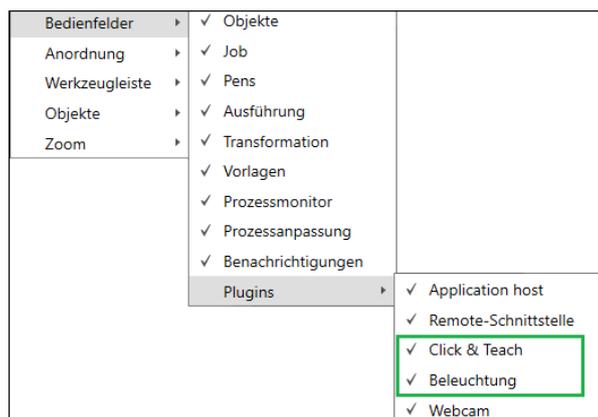


Abb. 3.1: CT-AAF

3.2 Kameraeinrichtung

Bevor Sie mit der Kameraeinrichtung beginnen, stellen Sie sicher, dass alle mechanischen Komponenten korrekt ausgerichtet sind, die Kamera mittels Adapter an der Ablenkeinheit angebracht und per Ethernet-Kabel mit der Netzwerkkarte verbunden ist.

Für die Ablenkeinheit und die verwendete F-Theta-Linse muss die passende Korrekturdatei geladen sein (siehe Click&Teach-Software-Installation). Bei Verwendung einer vorfokussierenden Ablenkeinheit plus RAYSPECTOR muss eine Korrekturdatei geladen sein, welche die sogenannte Sensor-Achse unterstützt.

Fokussieren Sie das Kameraobjektiv so, dass ein scharfes Bild angezeigt wird.

3.2.1 Konfiguration der Netzwerkverbindung zur Kamera

Führen Sie mit den Konfigurationswerkzeugen des Kameraherstellers die grundlegende Inbetriebnahme der Kamera durch. Stellen Sie die erforderlichen Netzwerkparameter für Ihre Netzwerkkarte ein und versorgen Sie die Kamera mit einer gültigen IP-Adresse.

3.2.1.1 JAI-Kameras

Die Firma JAI stellt zur Konfiguration ihrer Kameras das Programm *eBUS Player for JAI* zur Verfügung. Der *eBUS Player* ermöglicht umfangreichere Einstellungen als der Dialog Einstellungen (siehe Seite 16, *CLICK & TEACH-Komponenten*), über den nur die wichtigsten Parameter verstellt werden können.

Die notwendigen Schritte zur Konfiguration der IP-Adresse werden im Folgenden beschrieben:

1. Starten Sie den *eBUS Player* und klicken Sie auf die Schaltfläche **[Select / Connect]**. Sie finden die ausführbare Datei bei einer Treiber-Standardinstallation unter `C:\Program Files\JAI\eBUS SDK\Binaries\eBUSPlayerJAI64.exe`.

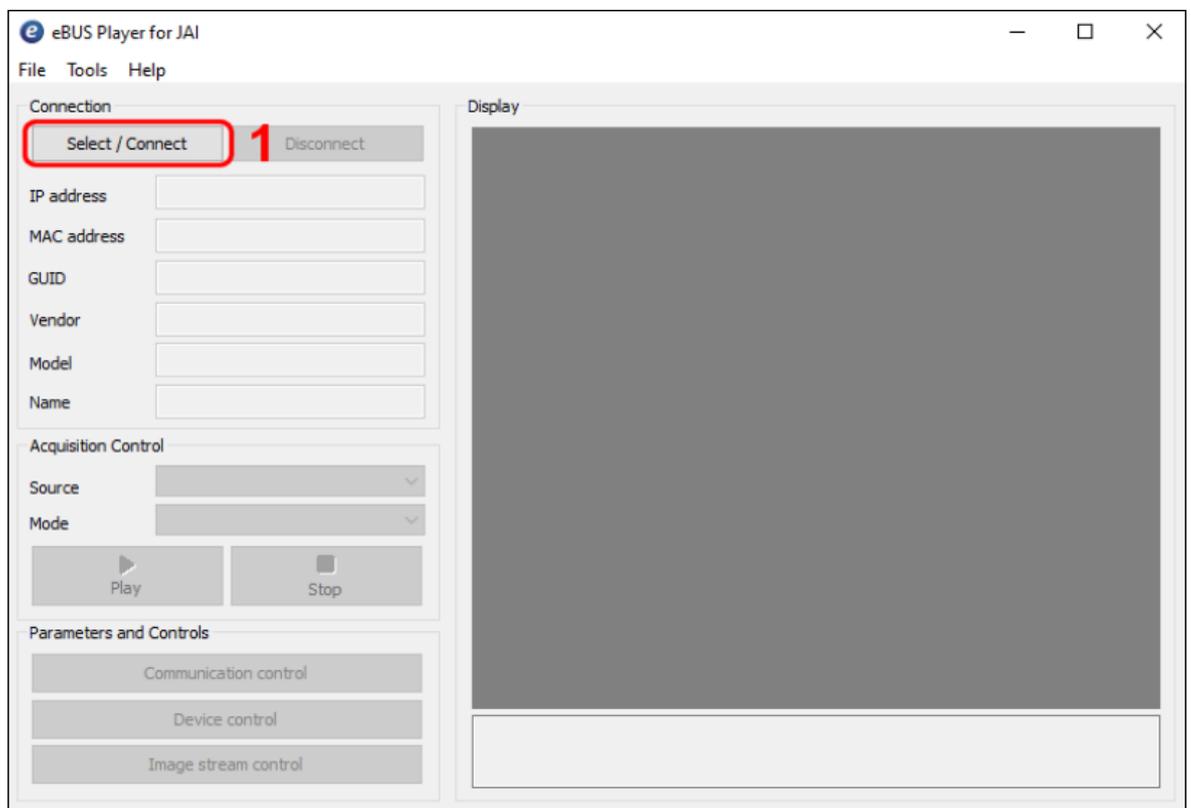


Abb. 3.2: CT-AAG

2. Im Dialog Device Selection werden auf der linken Seite alle Netzwerkadapter aufgelistet, die Ihrem PC bekannt sind. Da Ihre Kamera noch keine IP-Adresse hat, ist sie im Moment noch nicht erreichbar. Aktivieren Sie *Show unreachable Network Devices*:

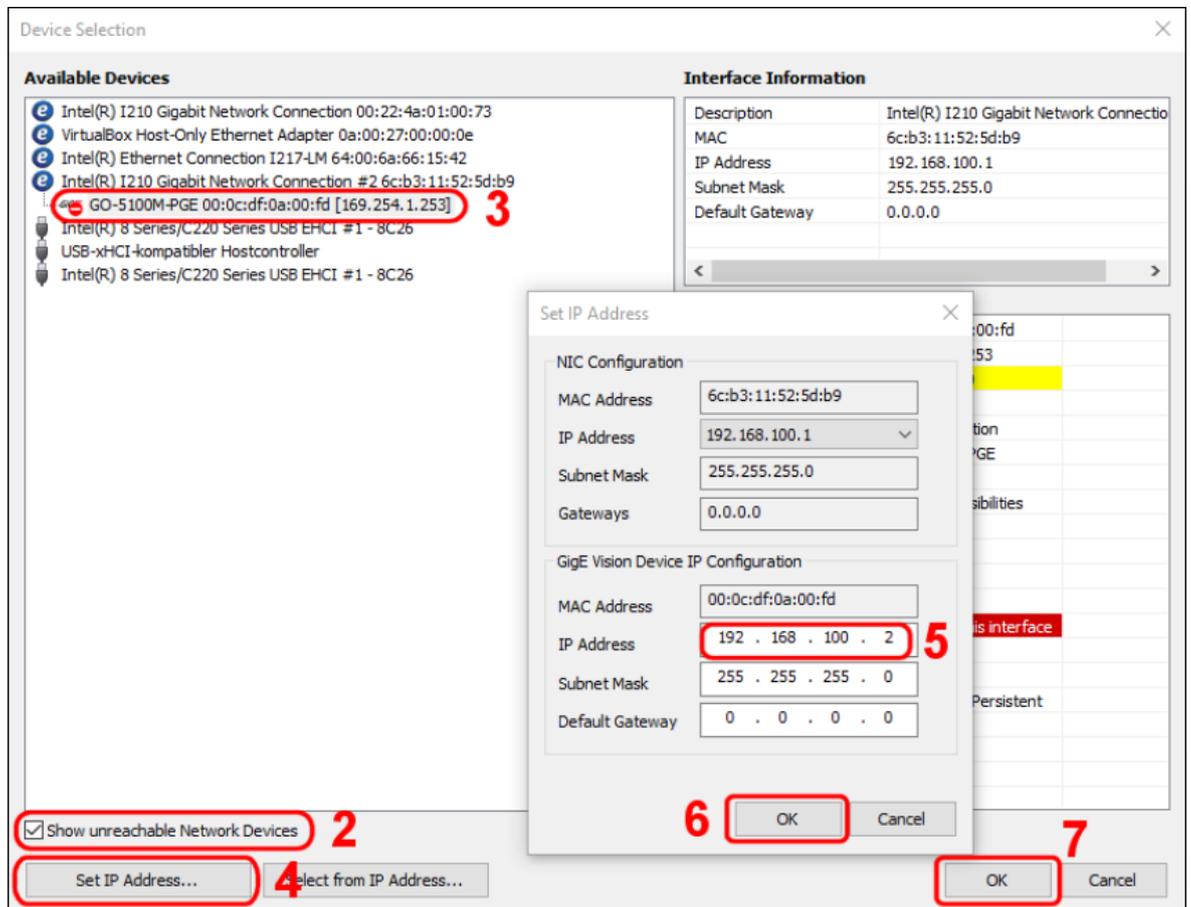


Abb. 3.3: CT-AAH

3. Die Kamera (in Beispiel: GO-5100M-PGE) erscheint unterhalb des Netzwerkadapters, an den sie angeschlossen ist. Klicken Sie auf den Eintrag, um die Interface-Information und Device-Information anzuzeigen.
4. Klicken Sie auf die Schaltfläche **[Set IP Address...]**, um den Dialog zur Konfiguration der IP-Adresse zu öffnen.
5. Geben Sie eine in Ihrem Netzwerk noch freie IP-Adresse ein.
6. Das rote Warnsymbol in der Geräteliste verschwindet, wenn Sie den Dialog Device Selection schließen.
7. Schließen Sie den Dialog Device Selection mit Klicken auf **[OK]**.
8. Mit Klicken auf **[Play]** wird ein Live-Bild angezeigt. Zunächst wird allerdings die IP-Konfiguration vervollständigt. Klicken Sie auf **[Device control]**:

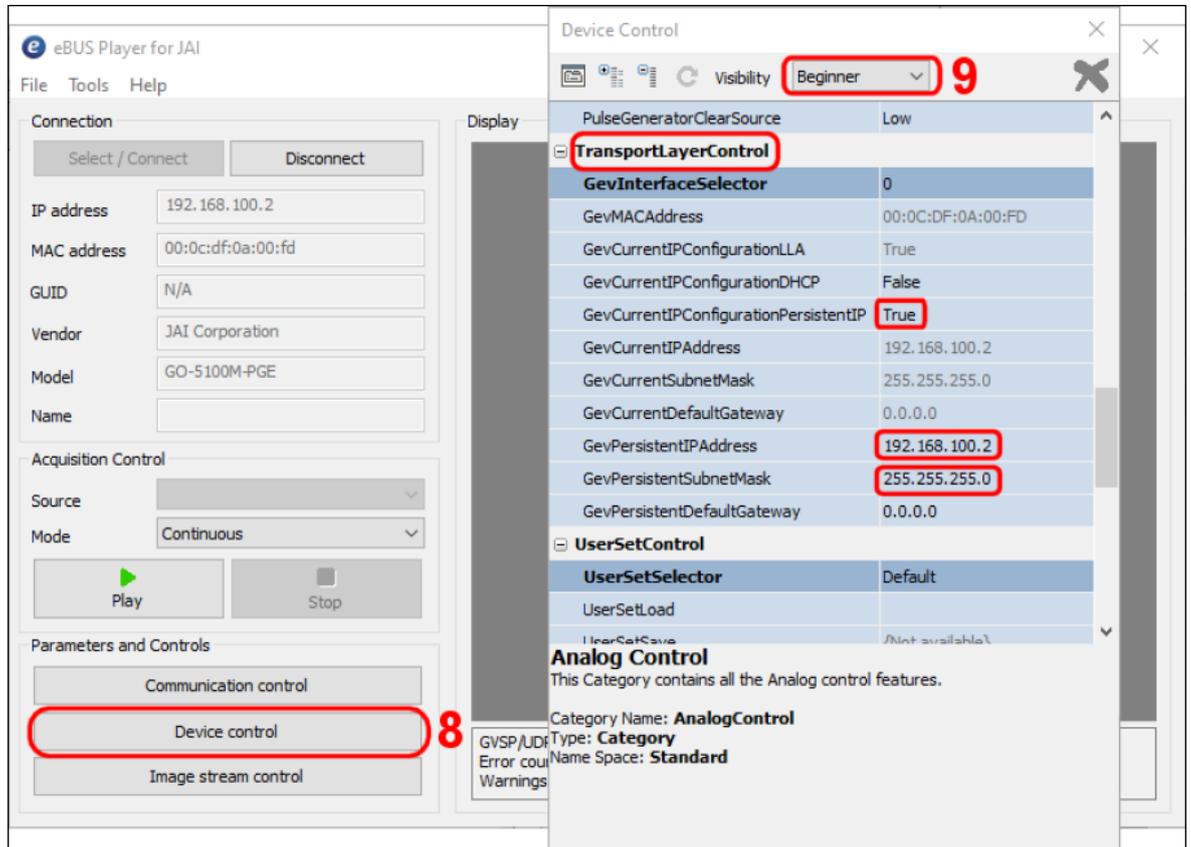


Abb. 3.4: CT-AAI

9. Wählen Sie im Dialog Device Control die Sichtbarkeitsstufe *Beginner*, um die Parameterliste zu reduzieren.
10. Im Bereich *TransportLayerControl* können Sie einstellen, wie die Kamera zukünftig mit einer IP-Adresse versorgt wird. Wenn sich ein DHCP-Server in Ihrem Netzwerk befindet, kann die Kamera ihre Adresse von dort beziehen. Setzen Sie dazu das Element *GetCurrentIPConfigurationDHCP* auf *True*.
Im oben dargestellten Fall hängt die Kamera direkt an einer im Rechner verbauten Netzwerkkarte, so dass die IP-Adresse i. d. R. fest vorgegeben ist. Setzen Sie dazu das Element *GetCurrentIPConfigurationPersistentIP* auf *True* und tragen die feste IP-Adresse und Submaske in den entsprechenden Feldern ein.

3.2.1.2 Teledyne DALSA-Kameras

Die Firma Teledyne DALSA stellt zur Konfiguration ihrer Kameras mehrere Programme zur Verfügung.

3.2.1.2.1 Sopera Network Configuration Tool

Verwenden Sie das Sopera Network Configuration Tool zur Einstellung der IP-Adresse.

Sie finden die ausführbare Datei bei einer Treiber-Standardinstallation unter:

C:\Program Files\Teledyne DALSA\Network Interface\Bin\CorNetConfigApp.exe

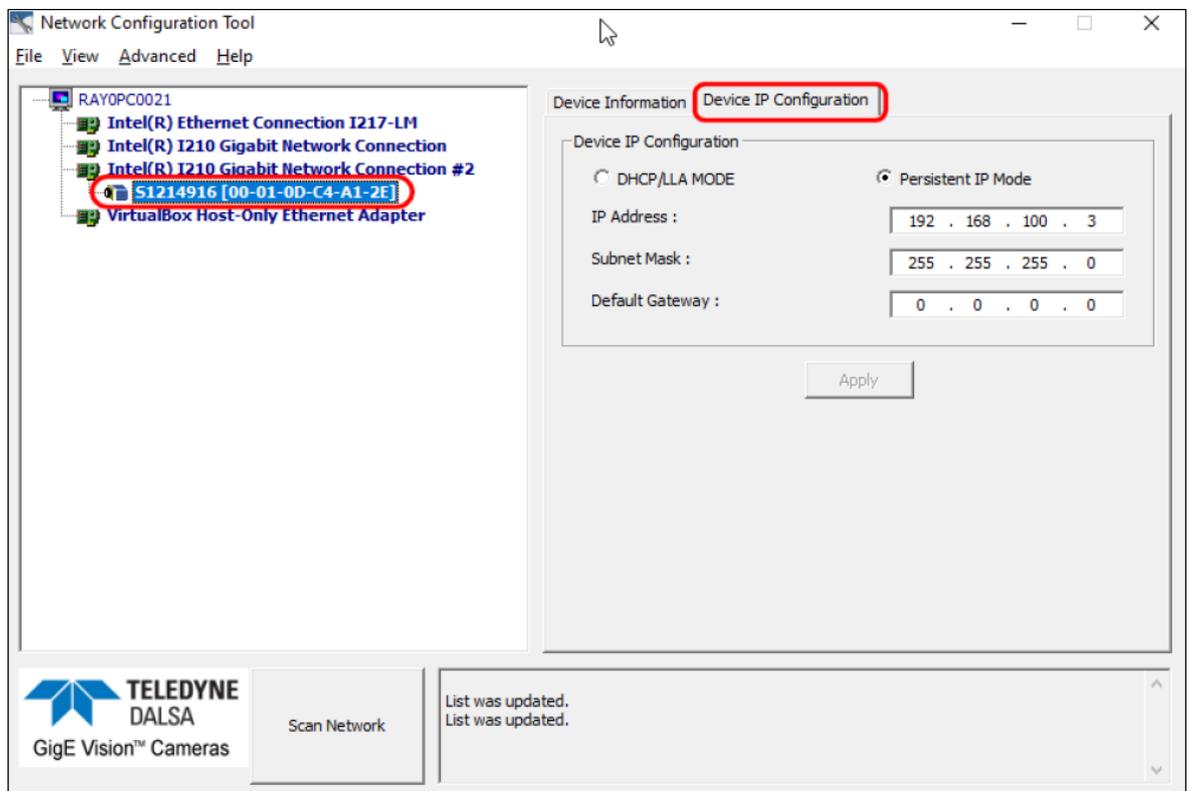


Abb. 3.5: CT-AAJ

1. Wählen Sie ihre Kamera in der Liste der Netzwerkadapter aus.
2. Wechseln Sie zur Registerkarte Device IP Configuration und geben Sie die gewünschte IP-Konfiguration ein.

3.2.1.2.2 Sopera CamExpert

Verwenden Sie den Sopera CamExpert zur Einstellung von Kameraparametern wie beispielsweise Belichtungszeit, zum Testen der Kamera-Grundfunktion (Bildaufnahme sollte möglich sein) oder um Kameraparameter zu ändern, welche nicht im Konfigurationsdialog angeboten werden.

Sie finden die ausführbare Datei bei einer Treiber-Standardinstallation unter:

C:\Program Files\Teledyne DALSA\Sopera\CamExpert\camexpert.exe.

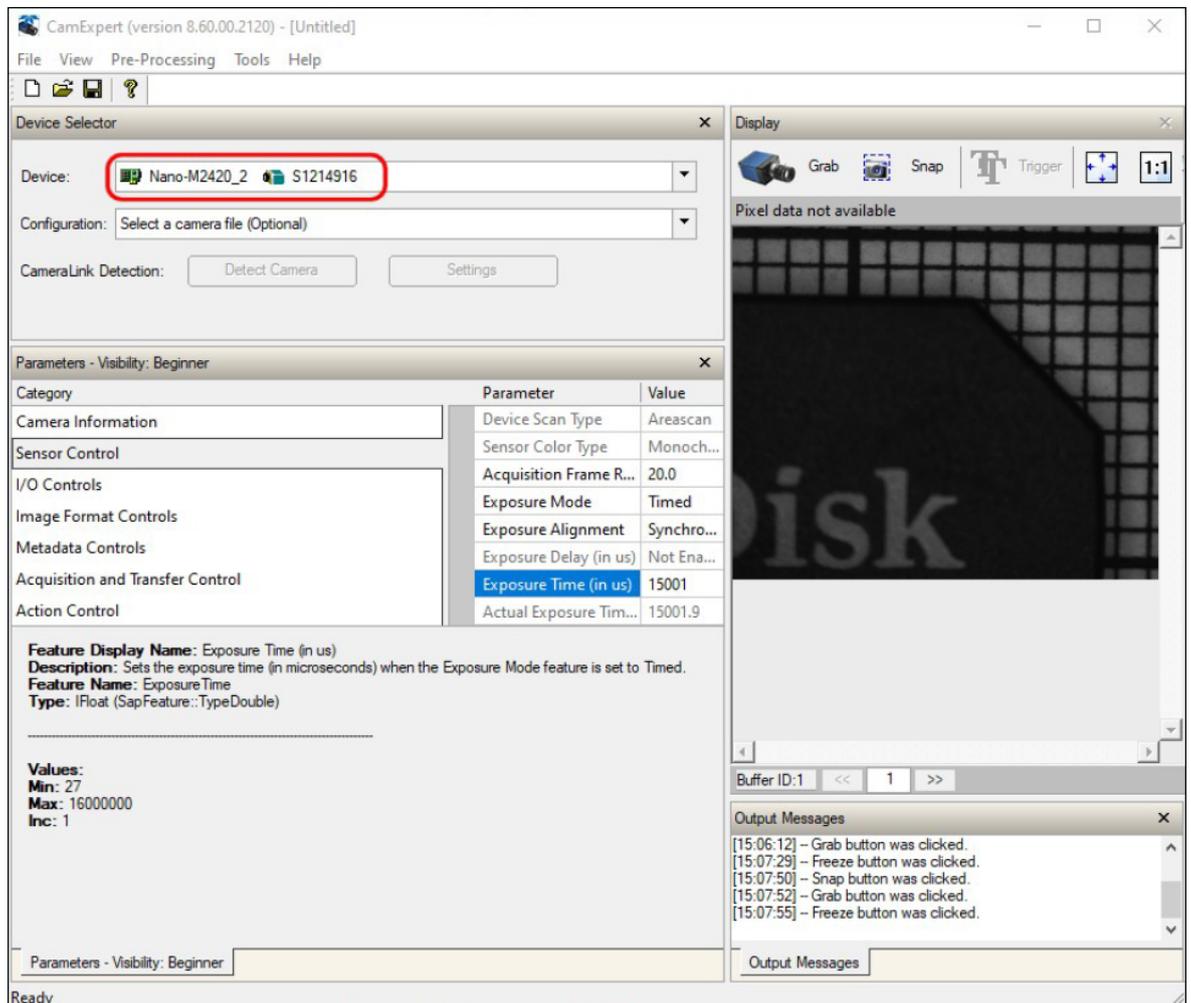


Abb. 3.6: CT-AAK

1. Wählen Sie ihre Kamera im Bereich Device Selector in der Drop-down-Liste *Device* aus.
2. Geben Sie die gewünschten Kameraparameter ein.

3.2.2 Kamera als Gerät in RAYGUIDE einrichten

3.2.2.1 Kamera als Gerät hinzufügen

Die Kamera wird über den Dialog Gerätekonfiguration zu RAYGUIDE hinzugefügt. Wählen Sie im Menü **System > Geräte > Konfigurieren...**

Konfigurationsfenster mit Beispielinhalt:

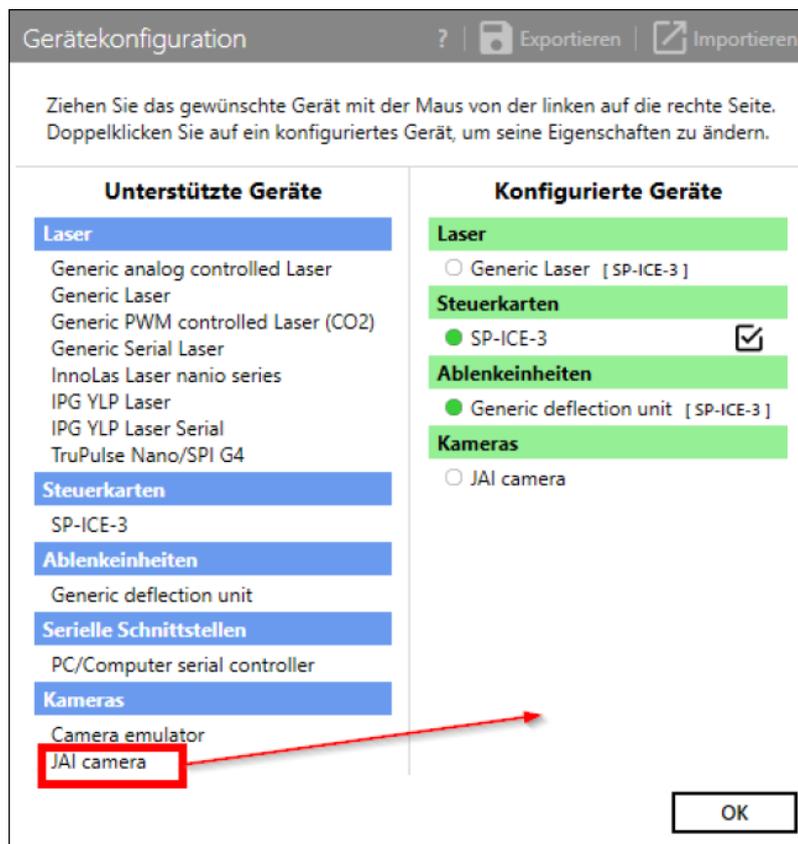


Abb. 3.7: CT-AAL

Sofern die C&T-Erweiterung installiert und eine gültige Lizenz vorhanden ist, erscheinen die vorhandenen Kamera-Plug-ins im Fensterbereich **Unterstützte Geräte** auf der linken Seite. Ziehen Sie die gewünschte Kamera mit der Maus aus dem Fensterbereich **Unterstützte Geräte** in den Bereich **Konfigurierte Geräte**.

3.2.2.2 Kamera-Dialog

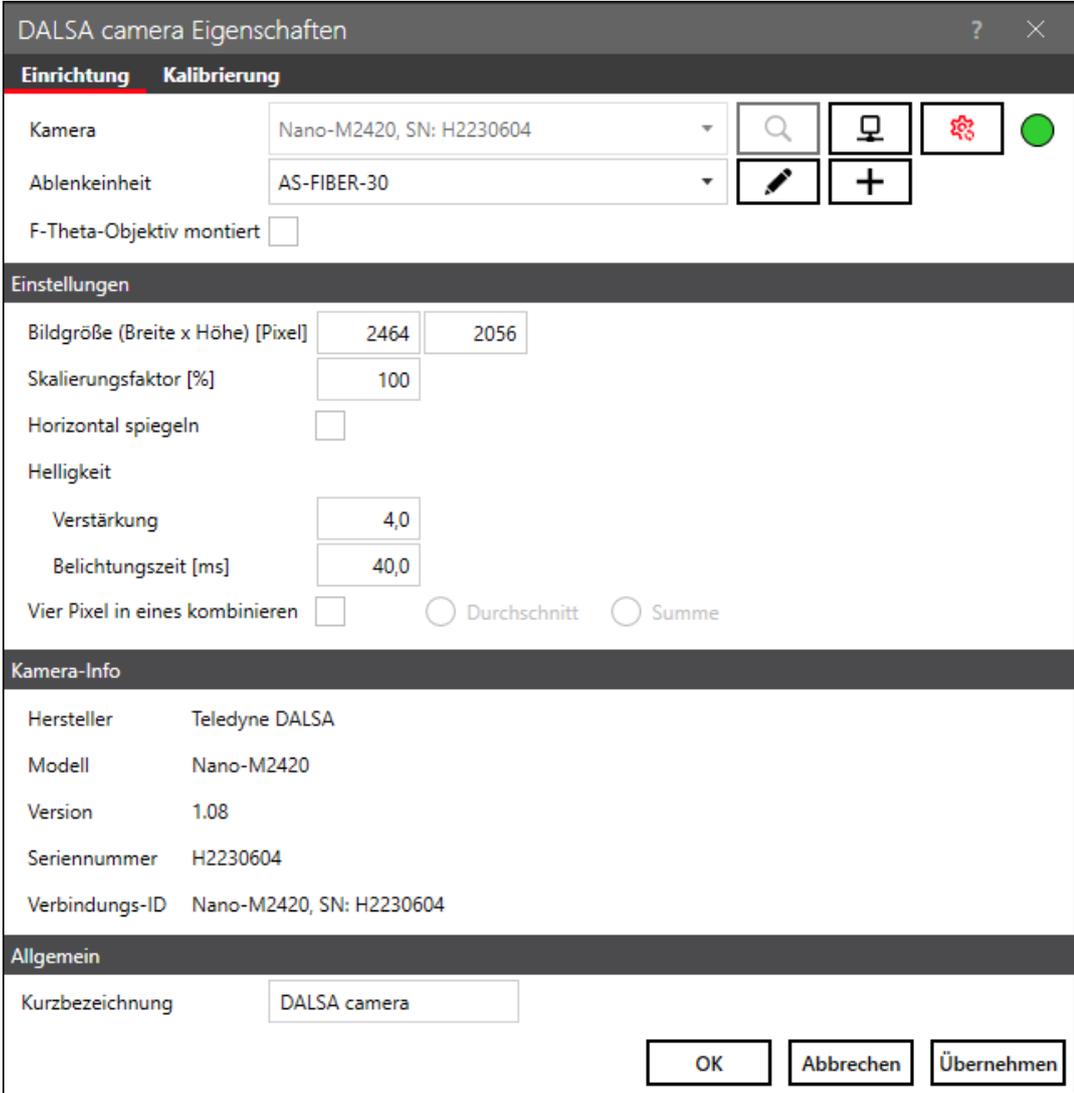
Für jede angeschlossene Kamera gibt es einen Dialog Einstellungen, der als RAYGUIDE-Geräte-Plug-in ausgeführt ist.

HINWEIS: Der Kamera-Dialog ist für die verfügbaren Kamera-Modelle gleich.

Öffnen Sie den Kamera-Dialog z. B. über einen Doppelklick auf den entsprechenden Eintrag in der Gerätekonfiguration, oder verwenden Sie das Kontextmenü der Kamera und wählen Sie **Eigenschaften**.

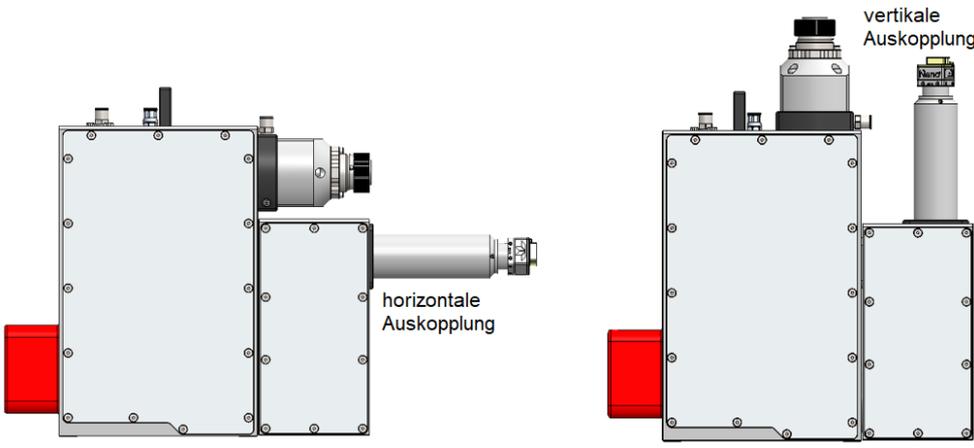
Alternative Navigation: **System > Geräte > Kameras > (Gerätename)**

Registerkarte Einrichtung



DALSA camera Eigenschaften	
Einrichtung Kalibrierung	
Kamera	Nano-M2420, SN: H2230604
Ablenkeinheit	AS-FIBER-30
F-Theta-Objektiv montiert	<input type="checkbox"/>
Einstellungen	
Bildgröße (Breite x Höhe) [Pixel]	2464 2056
Skalierungsfaktor [%]	100
Horizontal spiegeln	<input type="checkbox"/>
Helligkeit	
Verstärkung	4,0
Belichtungszeit [ms]	40,0
Vier Pixel in eines kombinieren	<input type="checkbox"/> <input type="radio"/> Durchschnitt <input type="radio"/> Summe
Kamera-Info	
Hersteller	Teledyne DALSA
Modell	Nano-M2420
Version	1.08
Seriennummer	H2230604
Verbindungs-ID	Nano-M2420, SN: H2230604
Allgemein	
Kurzbezeichnung	DALSA camera
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Abbrechen"/> <input type="button" value="Übernehmen"/>	

Abb. 3.8: CT-AAM

Einstellung	Erläuterung
Einrichtung Zur Festlegung einiger Kameraparameter, wie z. B. der Belichtungszeit.	
Kamera	Auswahl der gewünschten Kamera, falls mehrere Kameras am System gefunden wurden.
Ablenkeinheit	Auswahl der Ablenkeinheit, an welcher die entsprechende Kamera optomechanisch angedockt ist.
F-Theta-Linse montiert	Geben Sie an, ob Ihre Ablenkeinheit eine F-Theta Linse hat oder nicht. HINWEIS: Diese Angabe ist wichtig für die Berechnung der Entzerrung (siehe Seite 49, Entzerrungskalibrierung).
Einstellungen	
Bildgröße (Breite, Höhe) [Pixel]	Die Größe der produzierten Kacheln kann hier reduziert werden. HINWEIS: Für klassische CLICK & TEACH Anwendungen ist davon abzuraten, insbesondere wenn die Entzerrungskalibrierung benutzt wird.
Skalierungsfaktor [%]	Um diesen Faktor wird die Auflösung einer Kachel bzw. des Gesamtbildes nach der Aufnahme reduziert, um Speicherplatz zu sparen und die Performanz zu erhöhen.
Horizontal spiegeln	Bei der Anbringung einer Kamera an einem RAYSPECTOR Modul in Kombination mit einem AS FIBER kann das Licht für die Kamera vertikal oder horizontal ausgekoppelt werden: <div style="text-align: center;">  </div> <p>Im Fall einer vertikalen Auskopplung muss das Kamerabild gespiegelt werden, ebenso im Fall einer vertikalen Auskopplung beim FOCUSHIFTER RD-14.</p>

Einstellung	Erläuterung
Helligkeit	<p>Die Helligkeit der Kamerabilder wird durch folgende Einstellungen beeinflusst:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Verstärkung: Die Kameras erlauben die elektrische Verstärkung des detektierten Lichteinfalls, um das Kamerabild heller zu machen. HINWEIS: Eine Erhöhung der Verstärkung kann zu mehr Rauschen im Bild führen. ■ Belichtungszeit [ms] Die Kameras erlauben die Einstellung der Belichtungszeit für eine einzelne Aufnahme. Eine längere Belichtungszeit macht das Kamerabild heller. HINWEIS: Eine Erhöhung der Belichtungszeit macht die Aufnahmen und somit das Kacheln langsamer. <p>Entscheidend ist somit ein guter Kompromiss aus Verstärkung und Belichtungszeit.</p>
Vier Pixel in eines kombinieren	<p>Die Kameras erlauben sogenanntes „Pixel-Binning“.</p> <p>Dabei werden Pixel zusammengeschaltet. Dadurch wird das Bildrauschen auf Kosten der Auflösung reduziert. Wahlweise können die Grauwerte der Pixel aufsummiert oder deren Durchschnitt berechnet werden, um den Ergebnisbildpunkt zu berechnen.</p> <p>HINWEIS: Das Pixel-Binning geschieht auf Hardwareebene der Kamera. Dadurch wird die Datenmenge der Übertragung signifikant reduziert, wodurch sich die Geschwindigkeit der Bildaufnahme signifikant erhöht.</p>
<p>Kamera-Info Angaben über Hersteller, Modell, Version, Seriennummer, Verbindungs-ID</p>	
<p>Allgemein</p>	
Kurzbezeichnung	Tragen Sie einen Namen ein, unter dem die Kamera in der Geräteliste geführt werden soll.

Tab. 3.1: CT-001

Einstellung	Erläuterung
Kalibrierung	
Zur Einstellung und / oder Ermittlung der Kalibrierungsparameter.	
Sensorachsenversatz [%]	Der Schieberegler kann genutzt werden, um den Fokus der Kamera für die Referenzlage (im Arbeitsabstand) einzustellen. ACHTUNG: Ein positiver Wert verschiebt den Fokus nach „Unten“. HINWEIS: Eingabefeld und Schieberegler sind ausgegraut, wenn die Korrekturdatei keinen z-Bereich enthält.
Kalibrierung gültig für Fokusebene [mm]	Für Systeme, die mit einer Korrekturdatei inklusive z-Bereich arbeiten, muss die Kamera in unterschiedlichen Fokuslagen kalibriert werden, um Bilder in unterschiedlichen Fokuslagen aufzunehmen. Zwischen den beiden kalibrierten Ebenen werden die Daten interpoliert. Daher empfiehlt es sich, die oberste und die unterste Fokuslage zu kalibrieren. HINWEIS: Falls in der Korrekturdatei kein z-Bereich ausgewiesen wird, sind diese Felder ausgegraut.
Pen für Kalibrier-Job	Auswahl des Pens zum Markieren des Kalibrier-Jobs. HINWEIS: Die Pen-Nummer bezieht sich auf das als „Standard“ definierte Bibliotheks-Pen-Set. Ist der Job angelegt, kann dieser Pen bei Bedarf noch editiert werden.
Kalibrierung der Kamerabildgröße	
Maßstab [mm]	Der Abstand, den die beiden, bei der Kalibrierung der Kamerabildgröße, verwendeten Skalenmarkierungen in der echten Welt haben.
Bildgröße (Breite, Höhe) [Pixel]	Die Bildgröße ist das Ergebnis der Bildgrößenkalibrierung und gibt an, wie groß das von der Kamera erfasste Gebiet in realiter ist.
Pixelgröße (Breite, Höhe) [μm]	Gibt an, wie groß das von einem einzelnen Pixel erfasste Gebiet in realiter ist.
Kalibrierung des Mittelpunkts	
Abweichung (x,y) [mm]	Konstruktionsbedingt gibt es eine Abweichung zwischen dem Punkt, auf den der Laser zielt, und dem Mittelpunkt des Kamerabildes. Dieser Versatz, bezogen auf die Koordinatenachsen, wird durch die Mittelpunktskalibrierung ermittelt und dann beim Kacheln entsprechend kompensiert.

Einstellung	Erläuterung
Wellenlängenkalibrierung	
Obere, linke Ecke (x,y) [mm]	An dieser Stelle wird im Kalibrier-Job ein Kreuz erzeugt, das durch die unterschiedlichen Wellenlängen von sichtbarem und Laser-Licht im Kamerabild an einer etwas anderen Stelle erscheint. Aus dieser Differenz werden die Skalierungsfaktoren für die Wellenlängenkorrektur berechnet.
Untere, rechte Ecke (x,y) [mm]	Die zweite Kreuzposition befindet sich nur zwecks besserer Genauigkeit der Berechnung an der diagonal entgegengesetzten Stelle.
Skalierungsfaktor (x,y)	Das Ergebnis der Wellenlängenkorrektur gibt einen Faktor an, mit dem Spiegelpositionen beaufschlagt werden müssen, um die unterschiedliche Brechung von sichtbarem und Laser-Licht zu berücksichtigen.
Entzerrungskalibrierung	
Kachelposition	Auswahl der acht abzuarbeitenden Kachelpositionen, in denen jeweils vier Kreuzpositionen eingelernt werden müssen. Die Farbe der Beschriftung ändert sich beim Kalibriervorgang, wenn die jeweilige Kachelposition eingelernt wurde.
Kreuzpositionen	Anzeige der X/Y-Koordinaten in Prozent der Kamerabild-Breite und -Höhe für jede der vier Kreuzpositionen. Gültig für die aktuell gewählte Kachelposition.

Tab. 3.2: CT-002

3.2.2.3 Kamera verbinden / zuweisen

Klicken Sie im Menü auf **System > Geräte > Kameras > (Gerätename)**, um den Dialog Einstellungen zu öffnen. Wählen Sie die Registerkarte **Einrichtung**, um die Verbindung zur Kamera einzurichten.

1. Klicken Sie auf die Schaltfläche **[Suchen]**, um nach vorhandenen Kameras zu suchen.
2. Wählen Sie die gewünschte Kamera in der Drop-down-Liste aus und klicken Sie auf die Schaltfläche **[Verbinden]** / **[Trennen]**, um eine Verbindung herzustellen bzw. die Verbindung zu unterbrechen. Eine aktive Verbindung wird durch eine grüne "Ampelleuchte" angezeigt.

Sobald eine Verbindung hergestellt ist, werden einige Parameter, wie beispielsweise die Bildgröße oder die aktuelle Belichtungszeit aus der Kamera ausgelesen.

3. Weisen Sie der Kamera die ihr zugehörige Ablenkeinheit zu.

4. Geben Sie an, ob Ihr System mit F-Theta-Objektiv ausgestattet ist. Diese Angabe ist für die Entzerrung der Kamerabilder relevant.



Abb. 3.10: CT-AAO

5. Bearbeiten Sie die Parameter im Bereich Einstellungen.

HINWEIS: Verwenden Sie zur Anpassung weiterer Kameraparameter das Konfigurationsprogramm des Kameraherstellers.

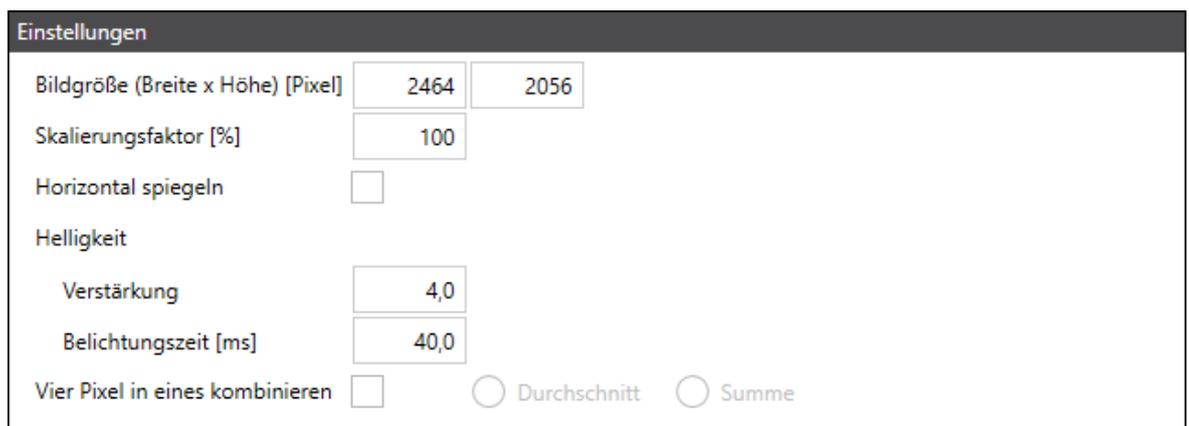


Abb. 3.11: CT-AAP

Eine besondere Bedeutung hat der *Skalierungsfaktor*. Ein komplettes Bild des Arbeitsbereiches setzt sich aus vielen (z. B. zehn mal zehn) Bildkacheln zusammen. Wenn eine Kamera nun beispielsweise Bilder von 2000 Pixeln in der Breite produziert, hätte das Gesamtbild eine Breite von 20.000 Pixeln. Dies kann wiederum die Performance in Bezug auf die Zeit beeinträchtigen und ist auch nicht immer notwendig. Wählen Sie den Skalierungsfaktor daher so, dass die Bilder über genug Auflösung für Ihren Bedarf verfügen, aber nicht höher als notwendig, um das Handling nicht zu zäh zu gestalten.

HINWEIS: Bei der Kalibrierung ist erhöhte Genauigkeit gewünscht, daher werden die Bilder in diesem Fall immer in voller Auflösung eingeblendet.

6. Schließen Sie den Dialog mit **[OK]**, um die Änderungen zu übernehmen. Klicken Sie im Menü auf **Ansicht > Bedienfelder > Click & Teach**, um das C&T-Bedienfeld zu öffnen.

3.2.3 Kamera ausrichten und Fokus justieren

Dieser Schritt dient dazu, sicherzustellen, dass die Kamerabilder fokussiert bzw. „scharf“ sind und orthogonal zum Arbeitsbereich ausgerichtet angezeigt werden.

HINWEIS: Eine Änderung der Feldausrichtung bedarf keiner neuen Ausrichtung der Kamera, jedoch sollte die Live-Bild Drehung angepasst werden.

In Vorbereitung empfehlen wir den Kalibrier-Job mit passendem Pen auf geeignetem Material zu markieren. Die im Kalibrier-Job enthaltenen parallelen Linien dienen dann als Referenz für die Ausrichtung der Kamera.

Wählen Sie dazu die Registerkarte Kalibrierung im Kamera-Dialog, wählen den Pen aus und klicken dann auf **[Erstelle 1. Kalibrier-Job]**.

HINWEIS zu Kalibrier-Jobs und Feldtransformation: Ist in der Feldtransformation ein Winkel für die Rotation angegeben (siehe RAYGUIDE-Handbuch, Kapitel 5.3.2), wird jede Rotation von CLICK & TEACH automatisch gegenkompensiert. Der Kalibrier-Job wird dann im Ansichtsfenster invers rotiert dargestellt.

HINWEIS zu Kalibrier-Jobs und RAYGUIDE-Arbeitsbereich: Der Arbeitsbereich kann in der RAYGUIDE-Software ein aus mehreren Scan-Feldern zusammengesetzter Arbeitsbereich sein. Er kann im Verhältnis zum Scan-Feld ggf. eingeschränkt oder größer sein und ggf. einen Versatz zum Scan-Feld haben.

CLICK & TEACH positioniert den Kalibrier-Job automatisch immer zentriert zum Scan-Feld und nicht zentriert zum Arbeitsbereich, da jede koaxial arbeitende Kamera immer pro Scan-Feld agiert.

Sollten die Geometrien in einen Bereich des Scan-Felds fallen, welcher vom Laser nicht getroffen werden kann / soll, so müsste der Job manuell angepasst werden (Eine Skalierung wäre dabei nicht zulässig, da dies den Maßstab der Skala zerstören würde).

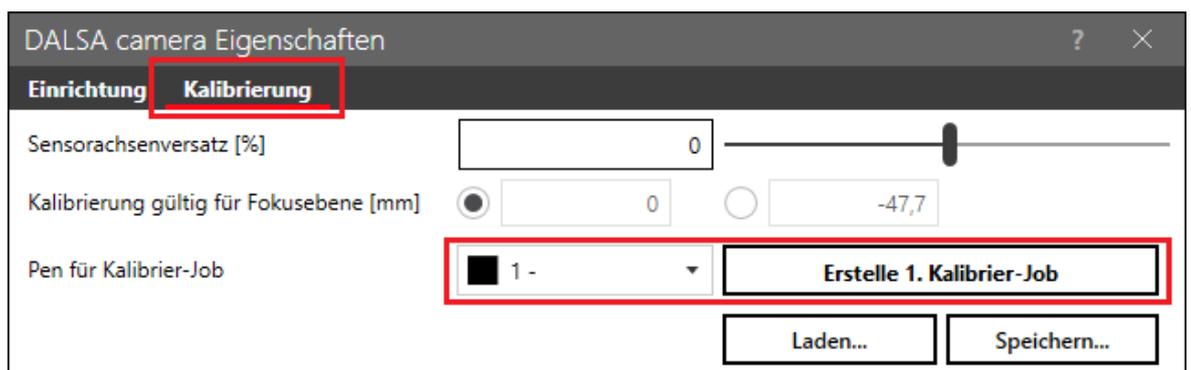


Abb. 3.12: CT-ACH

Interessant ist hier nur der mittlere Bereich, der zwei Texte und horizontale Linien enthält. Die Kreuzpositionen werden in der eigentlichen Kamera-Kalibrierroutine beschrieben.

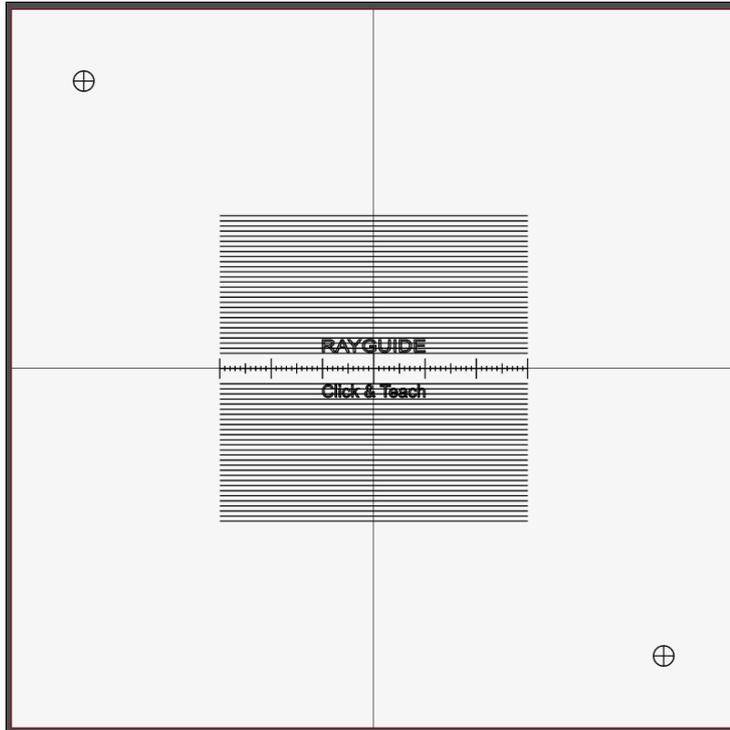


Abb. 3.13: CT-ACI

Führen Sie den Kalibrier-Job wie einen gewöhnlichen RAYGUIDE Job aus und aktivieren Sie das Live-Bild der Kamera, indem Sie im C&T-Bedienfeld auf das Kamerasymbol klicken:

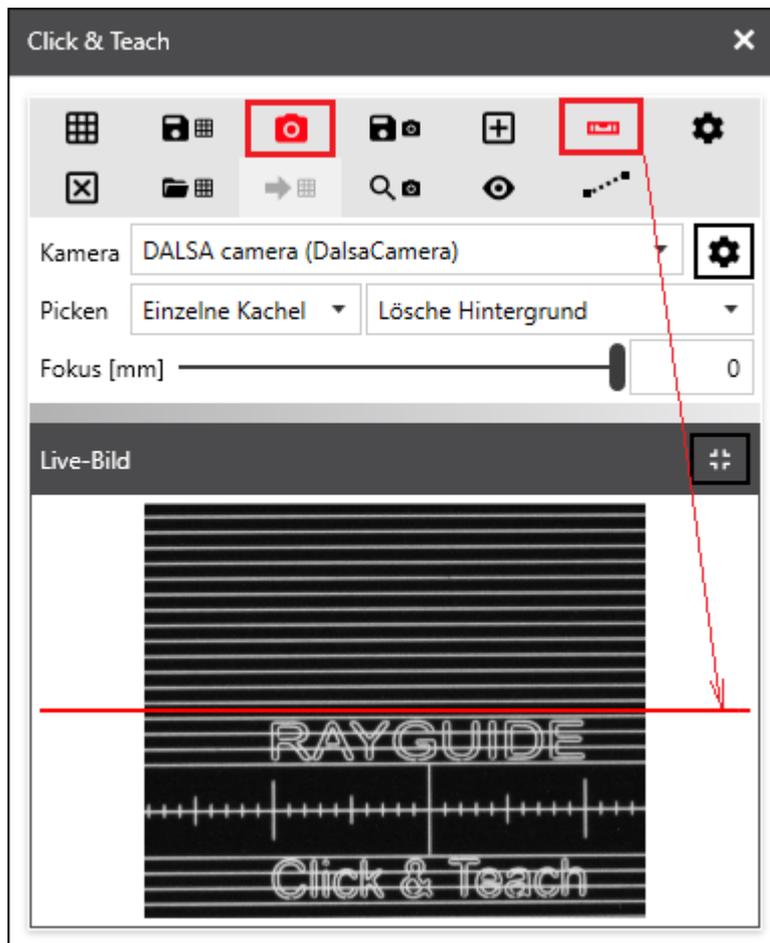


Abb. 3.14: CT-ACJ

Aktivieren Sie zusätzlich die Anzeige der Justagelinie im Live-Bild (siehe *Seite 57, Schaltflächen*). Mit dem Maus-Rad können Sie diese Linie so nach unten/oben positionieren, dass sie dort liegt, wo die horizontalen Linien der Markierung zu sehen sind.

Das Live Bild kann bei Bedarf auch vergrößert werden, Details siehe *Seite 65, Live-Bild*.

HINWEIS: Um die Kameraposition auf die Mitte des Scan-Feldes zu navigieren, genügt es, einmal die Schaltfläche **[Abbruch]** im Bedienfeld Ausführung zu klicken.

Drehen Sie nun das Kameraobjektiv bzw. Kameraaufnahme so, dass die Texte nicht auf dem Kopf oder auf der Seite stehen und die horizontalen Linien parallel zu der eingeblendeten, horizontalen Justagelinie verlaufen. Details siehe nachfolgendes Kapitel.

3.2.3.1 Vorgehensweise bei Ablenkeinheiten mit Kameraadapter

Diese Vorgehensweise gilt z. B. bei 2-Achsen Ablenkeinheiten oder FOCUSSHIFTER-14-MVC mit entsprechendem Kameraobjektiv:

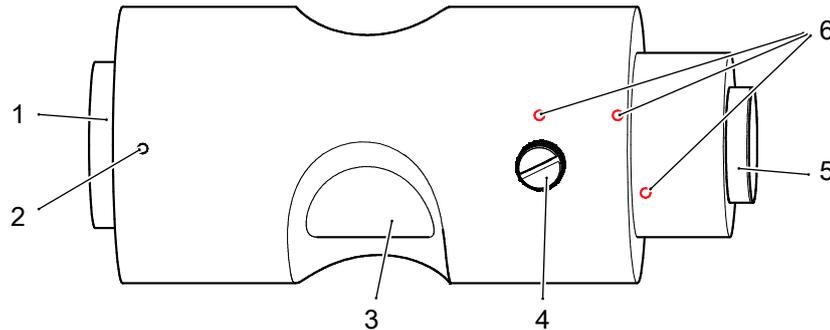


Abb. 3.15: CT-AAQ

- | | | | |
|---|-------------------------------------|---|---|
| 1 | Anschlussgewinde für Kameraobjektiv | 4 | Rändelschraube (für Fokuseinstellung) |
| 2 | Madenschrauben (für Rotation) | 5 | Anschlussgewinde für Kamera (C-Mount) |
| 3 | Innenzylinder | 6 | Sicherungsschrauben (lackgesichert, nicht öffnen) |

- Schrauben Sie das Kameraobjektiv mit dem Anschlussgewinde (1) in den Kameraadapter bis zum Anschlag ein. Ziehen Sie das Kameraobjektiv am Anschlag nur leicht fest.
- Schrauben Sie die Kamera bis zum Anschlag auf das Anschlussgewinde (5). Ziehen Sie die Kamera am Anschlag nur sehr leicht an. Zu festes Anziehen beschädigt das Gewinde und führt zur Zerstörung der Kamera oder des Kameraobjektivs.
- Öffnen Sie die Rändelschraube (4), stellen Sie den Fokus ¹ grob ein und ziehen Sie die Rändelschraube wieder fest.
- Lösen Sie die drei Madenschrauben (2) leicht und drehen Sie das gesamte Kameraobjektiv, bis die markierten Linien im Live-Bild horizontal erscheinen. Während die Madenschrauben geöffnet sind, darf der Fokus nicht verstellt werden, ansonsten besteht die Gefahr von mechanischer Beschädigung.
- Ziehen Sie eine der Madenschrauben (2) wieder leicht fest, um ein unbeabsichtigtes Verdrehen zu verhindern.
- Stellen Sie den Fokus ¹ exakt ein und sichern Sie diese Einstellung durch leichtes Festziehen der Rändelschraube (4).

¹ **HINWEIS:** Bei einem RAYLASE FOCUSSHIFTER besteht die Option, die Fokusslage frei im (durch die Korrekturdatei definierten) Fokusbereich festzulegen. Da der FOCUSSHIFTER jedoch über keine dynamische Fokussnachführung verfügt, kann nur eine einzige Fokusslage einjustiert werden. Die anschließende Kalibrierung des Kamerabildes muss dann in dieser Fokusslage erfolgen.

3.2.3.2 Vorgehensweise bei AS FIBER mit RAYSPECTOR

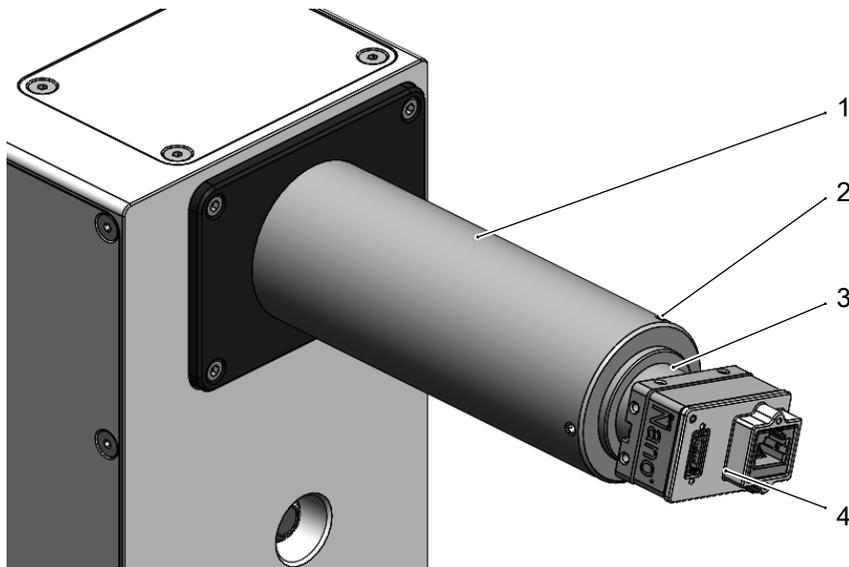


Abb. 3.16: CT-AAR

- | | | | |
|---|---------------------------|---|--------------------------------|
| 1 | Abstandsrohr | 3 | Montageoption Kamera (C-Mount) |
| 2 | Schrauben am Abstandsrohr | 4 | Kamera |

1. Schrauben Sie die Kamera mit dem Anschlussgewinde bis zum Anschlag in die Kameraaufnahme (C-Mount) ein. Ziehen Sie die Kamera am Anschlag nur leicht fest.
2. Öffnen Sie die drei Schrauben am Abstandsrohr leicht, so dass Sie die Kameraaufnahme drehen können.
3. Drehen Sie die Kamera so in Position, bis die im Live-Bild sichtbaren markierten Linien horizontal erscheinen.
4. Fixieren Sie diese Position, indem Sie die drei Schrauben wieder vorsichtig anziehen.
HINWEIS: Beachten Sie dabei, dass möglichst keine Zugspannung auf den Kabeln zur Kamera vorliegt.

3.2.4 Kamerabild kalibrieren

Für ein optimales Ergebnis beim Zusammensetzen der Bildkacheln muss bekannt sein, wie groß der Bereich des Arbeitsfeldes ist, der in einer einzelnen Bildkachel abgebildet wird. Außerdem ist der Mittelpunkt des Kamerabildes vor der Kalibrierung nicht identisch mit dem Punkt, auf den die Spiegel den Laserstrahl lenken würden. Diese Abweichung muss ausgeglichen werden. Der Laser besitzt i. d. R. eine andere Wellenlänge als das sichtbare Licht, welches das Kamerabild erzeugt, und wird daher von der Optik anders abgelenkt. Dieser chromatische Aberration wird mittels eines Kalibrierschritts berücksichtigt.

Des Weiteren sorgen entweder die im Strahlengang verbaute F-Theta-Linse, aber auch die reine Auslenkung über die Ablenkspiegel für eine Verzerrung der Kamerabilder. Die Verzerrung ist umso größer, je weiter die Spiegel auslenken. Auch diese Verzerrungen lassen sich durch einen Kalibrierschritt weitestgehend kompensieren.

Kalibrierung starten

1. Wählen Sie im Menü **System > Geräte > Kamera > (Gerätename)**, um den Kamera-Dialog zu öffnen.
2. Wählen Sie die Registerkarte **Kalibrierung**.

3.2.4.1 Fokuskalibrierung

Bei Einsatz der Kamera an einem RAYSPECTOR-Modul, das an eine AS-FIBER-Ablenkeinheit gekoppelt ist, ist die Sensor-Z-Achse im RAYSPECTOR ab Werk in Kombination mit der passenden Korrekturdatei so eingestellt, dass die Kamera im Arbeitsabstand im Fokus ist. Dennoch kann es notwendig sein, die Fokusslage leicht nachzujustieren.

ACHTUNG: Dieser Schritt muss einmalig vor der Kalibrierung erfolgen.



Abb. 3.17: CT-AAS

Nutzen Sie in diesem Fall den Schieberegler.

Beachten Sie, dass ein positiver Sensorachsenversatz den Fokus nach „Unten“ korrigiert, während ein negativer Sensorachsenversatz den Fokus nach „Oben“ korrigiert.

HINWEISE:

- Im Fall, dass nachfolgend eine weitere Fokusebene für die Kamerakalibrierung Anwendung findet, muss die Fokuskalibrierung nur bei einer Fokusebene durchgeführt werden.
- Der Sensorachsenversatz wird auch im Dialog der entsprechenden Ablenkeinheit auf dem Reiter Kalibrierung angezeigt.
- Bei Einsatz der Kamera an einem 2-Achser mit F-Theta-Objektiv und entsprechender Korrekturdatei findet dieser Punkt keine Anwendung.

ACHTUNG: Wird der Fokus kalibriert, ändert sich das Abbildungsverhältnis der Kamera. Daher müssen alle anderen Kalibrierschritte, die ggf. bereits erfolgt sind, wiederholt werden.

3.2.4.2 Manuelle Kalibrierung der (realen) Kamera

Die Kalibrierung erfolgt in fünf einfachen Schritten mit Hilfe von zwei markierten Kalibrier-Jobs.

HINWEIS: Die Markierung hat immer in der Fokusebene des Systems zu erfolgen.

- Bei 2-Achsen Ablenkeinheiten hat die Markierung immer im Arbeitsabstand = Fokusebene zu erfolgen.
- Beim AS FIBER und unter Verwendung einer 3D Korrekturdatei ist vorgesehen, in zwei Fokusslagen (Oberkante und Unterkante) des Fokushubs (3D Volumen) zu markieren und zu kalibrieren.
- Bei einem FOCUSSHIFTER MVC (mit Kamerabeobachtung) kann eine einzige, jedoch frei wählbare Fokusslage definiert werden.

Es werden insgesamt zwei unterschiedliche Kalibrier-Jobs für die verschiedenen Kalibrierschritte benötigt

HINWEISE:

- Es empfiehlt sich, die beiden Jobs nicht zusammen auf dasselbe Material zu markieren.
- Um den zweiten Kalibrier-Job zu erzeugen, werden zudem Werte gebraucht, die mit den ersten Kalibrierschritten (d. h. im ersten Kalibrier-Job) erst ermittelt werden.

Primärer Kalibrier-Job

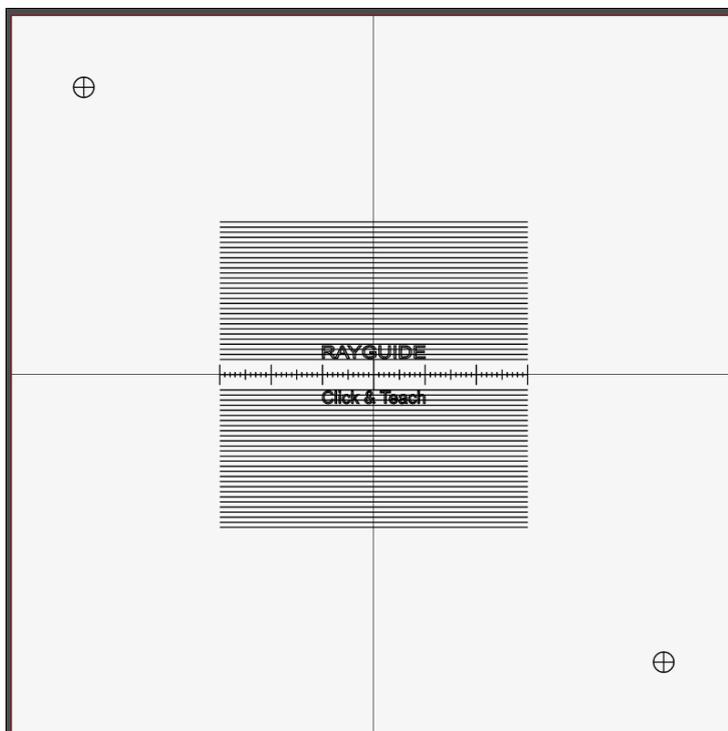


Abb. 3.18: CT-AAT

Kalibrier-Job für die Entzerrungskalibrierung

Mit Mustern für
acht Bildkacheln

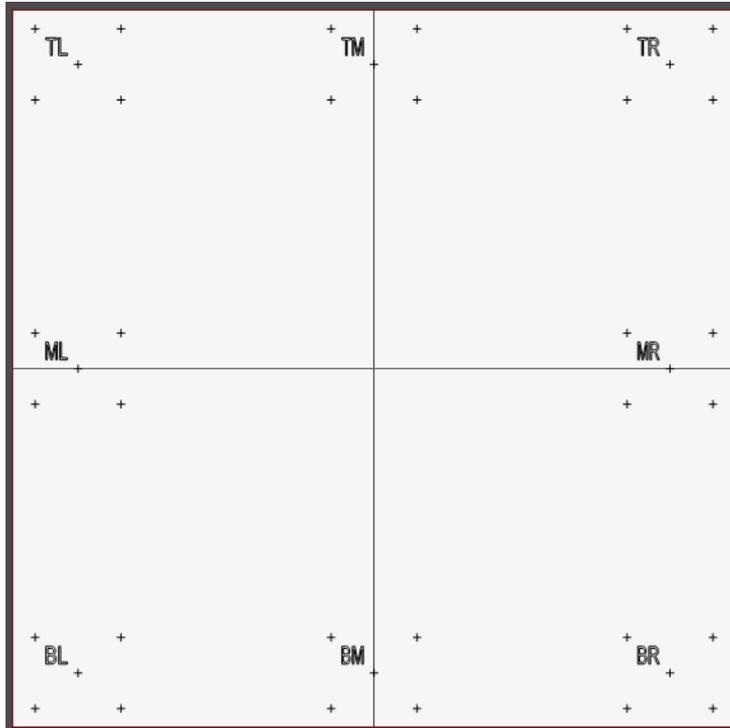


Abb. 3.19: CT-ACK

Mit Mustern für
16 Bildkacheln

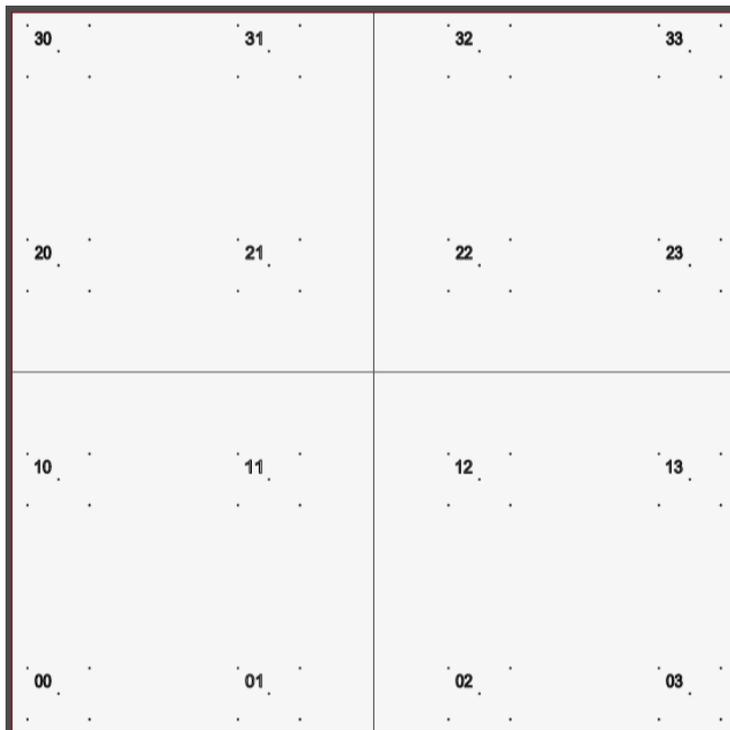


Abb. 3.20: CT-ACL

3.2.4.2.1 Halbautomatische Unterstützung der Kalibrierschritte

Jeder der nachfolgenden Kalibrierschritte ist durch eine Merkmalerkennung automatisierbar. Hierbei werden mit Hilfe der Vorlagensuche vor allem Kreuzpositionen gesucht und gefunden. Dadurch entfällt in der Regel das manuelle Positionieren der Hilfslinien bzw. Kreuze.

Dennoch können die Führungslinien jederzeit manuell nachkorrigiert werden.

WICHTIG: Die automatische Lagererkennung der einzulernenden Positionen ist in der Regel sehr zuverlässig. Es wird jedoch dringend empfohlen, die Position vor der Übernahme bzw. vor dem Einlernen dennoch zu überprüfen, da diese Position die Kalibrierdaten bestimmt.

HINWEIS: Bei Verwendung der automatischen Lageerkennung sollten die beiden Kalibrierjobs nicht auf dem gleichen Material markiert werden. Andernfalls kann es vorkommen, dass sich die Kreuze der Wellenlängenkalibrierung mit denen der Entzerrungskalibrierung vermischen und die Bildverarbeitung falsche Kreuzpositionen erkennt.

3.2.4.2.2 Kalibrierungs-Referenz erzeugen

Als Referenz dient in der Regel eine Lasermarkierung der beiden Kalibrier-Jobs auf einem für die Laserwellenlänge geeigneten Papier oder Folie.

HINWEIS: Achten Sie darauf, dass sich das zu markierende Material während der Kalibrierung nicht verschiebt und sich auch nicht wellt.

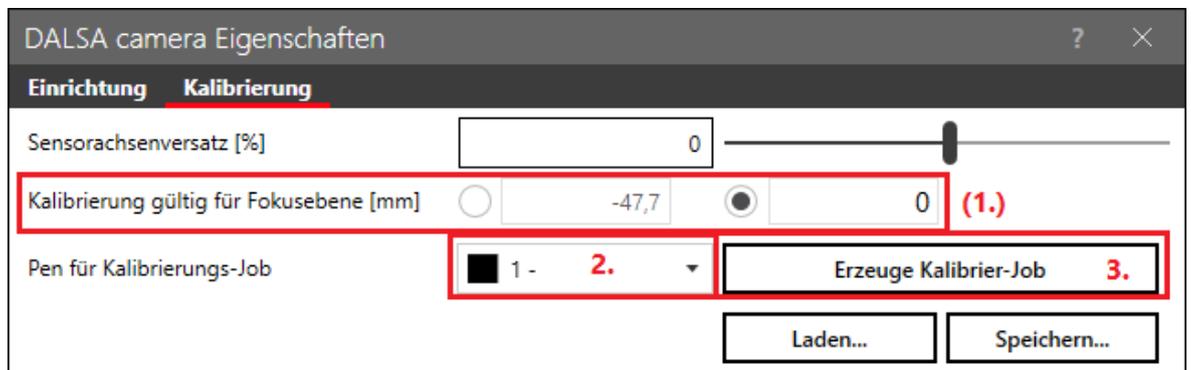


Abb. 3.21: CT-AAU

1. **Optional:** Fokusebene für Kamerakalibrierung festlegen

■ *AS FIBER mit RAYSPECTOR*

Falls der genutzte Arbeitsbereich eine Ausdehnung in z-Richtung haben soll, müssen die im folgenden beschriebenen Kalibrierschritte auf zwei verschiedenen Ebenen durchgeführt werden:

- am höchsten Punkt (z-Position = 0 mm)
- und noch einmal möglichst am untersten Punkt (hängt von den Werten in der Korrekturdatei ab).

Bei den dazwischenliegenden z-Positionen werden die gewonnenen Kalibrierungsdaten dann automatisch (linear) interpoliert.

HINWEIS: Der Wert für die untere Fokusebene wird standardmäßig laut Korrekturdatei vorgegeben. Sollte sich eine Markierung in dieser Fokuslage aufgrund der Anlagenkonstruktion nicht realisieren lassen, so kann ein alternativer Wert eingetragen werden.

■ *FOCUSHIFTER MVC*

Geben Sie die von Ihnen einjustierte Lage vom Kamerafokus ein, damit die Kalibrierung und Erstellung der Kalibrier-Jobs entsprechend in dieser Fokuslage erfolgt.

HINWEIS zu Kalibrier-Jobs und Feldtransformation:

Ist in der Feldtransformation ein Winkel für die Rotation angegeben (siehe RAYGUIDE-Handbuch, Kapitel 5.3.2), wird jede Rotation von CLICK & TEACH automatisch gegenkompensiert. Der Kalibrier-Job wird dann im Ansichtsfenster invers rotiert dargestellt.

2. Wählen Sie einen Pen (Prozessparameter), der für das Markieren auf Ihrem Material geeignet ist. Die hier gelisteten Pens kommen aus dem Standard Pen-Set der Pen-Bibliothek.

3. Klicken Sie auf die Schaltfläche **[Erstelle 1. Kalibrier-Job]**, um den Job zu erzeugen. Dieser wird dann wie ein regulärer Laserbearbeitungsjob in RAYGUIDE ausgeführt.

HINWEIS: Die Kreuze mit Kreis für die Wellenlängenkorrektur werden dabei automatisch bei 80% der Feldgröße in zwei Ecken positioniert. Bei Bedarf kann die Position vor dem Erstellen des Jobs manuell geändert werden.

HINWEISE zu Kalibrier-Jobs und RAYGUIDE-Arbeitsbereich:

- Der Arbeitsbereich kann in der RAYGUIDE-Software ein aus mehreren Scan-Felder zusammengesetzter Arbeitsbereich sein. Er kann im Verhältnis zum Scan-Feld ggf. eingeschränkt oder größer sein und ggf. einen Versatz zum Scan-Feld haben.
Sofern der Arbeitsbereich kleiner als das Scan-Feld ist und zentriert bleibt, passt sich der erste der beiden Kalibrier-Jobs automatisch in den Arbeitsbereich ein. Der zweite, optionale Kalibrier-Job erstreckt sich immer auf das gesamte Scan-Feld.
- Es wird immer auf den Arbeitsbereich Bezug genommen, der als Standard in den Job-Voreinstellungen definiert ist.
- CLICK & TEACH positioniert den Kalibrier-Job automatisch immer zentriert zum Scan-Feld und nicht zentriert zum Arbeitsbereich, da jede koaxial arbeitende Kamera immer pro Scan-Feld agiert.
- Wenn die Grafikelemente eines Jobs in einen Bereich vom Scan-Feld fallen, welcher vom Laser nicht getroffen werden kann / soll, so muss der Job manuell angepasst werden. Eine Skalierung ist dabei nicht zulässig, da dies den Maßstab der Skala zerstören würde.

HINWEIS zum Kalibrier-Job und der Feldausrichtung:

Bevor der Kalibrier-Job erzeugt wird, muss die Feldausrichtung final definiert sein, da sich dessen Ausrichtung im RAYGUIDE-Ansichtsfenster daran orientiert.

4. Führen Sie den Job mit der RAYGUIDE-Software aus.

3.2.4.2.3 Kalibrierung der Kamerabildgröße

In diesem Schritt wird ermittelt, wie groß der Bereich des Arbeitsfeldes ist, den eine einzelne Kamerakachel abbildet. Dazu wird dem System mitgeteilt, wie groß ein bekannter Vergleichsmaßstab im Kamerabild erscheint.

Die Kalibrierung der Kamerabildgröße kann automatisch oder manuell erfolgen.

... Vorgehensweise Klicken Sie im Bereich Kalibrierung der Kamerabildgröße auf die Schaltfläche **[Kalibrierung starten]**.

Kalibrierung der Kamerabildgröße	
Maßstab [mm]	31,0
Volle Bildgröße (Breite, Höhe) [mm]	32,054 26,746
Pixelgröße (Breite, Höhe) [µm]	13,009 x 13,009
Aktuelle Bildgröße (Breite, Höhe) [mm]	32,054 x 26,746

1
(2)
3

Abb. 3.22: CT-AAV

Dadurch werden die Spiegel der Ablenkeinheit auf den Nullpunkt ausgerichtet und das dazugehörige Kamerabild einer Bildkachel im Arbeitsbereich von RAYGUIDE im Vollformat eingeblendet.

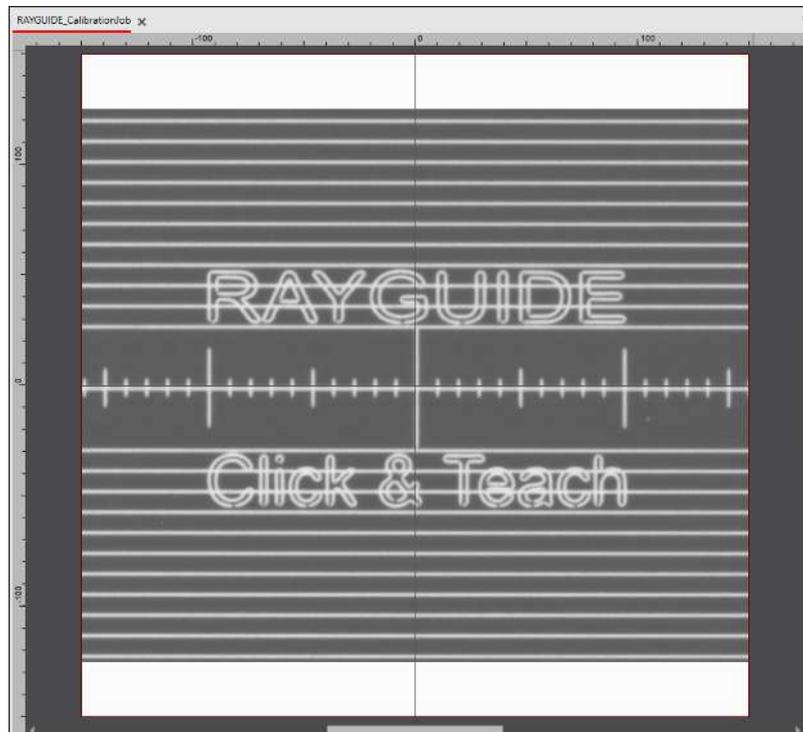


Abb. 3.23: CT-AAW

Sie sehen die Skala des markierten Jobs. Jeder Skalenstrich hat in der realen Welt einen Abstand von 1 mm zum Nachbarn.

Automatische Kalibrierung der Kamerabildgröße

Klicken Sie auf die Schaltfläche **[Auto]**, um den Wert für den Maßstab automatisch zu ermitteln und die Führungslinien automatisch auf den beiden äußersten Skalenstrichen zu positionieren.

Prüfen Sie die Position der Führungslinien; justieren Sie diese bei Bedarf manuell nach.

Übernehmen Sie die Werte und lernen die Position mit Klick auf die Schaltfläche **[✓]** ein.

Alternative: Manuelle Kalibrierung der Kamerabildgröße

Wählen Sie zwei möglichst weit außen am Rand liegende, aber noch vollständig sichtbare Skalenstriche aus und zählen Sie den Abstand dieser beiden Elemente zueinander ab.

Im Beispiel unten sind die beiden gerade noch sichtbaren, äußersten Skalenstriche 31 mm voneinander entfernt.

HINWEIS: Die Messung wird naturgemäß umso genauer, je weiter entfernt voneinander die beiden gewählten Skalenstriche sind.

Tragen Sie den Abstand der beiden ausgewählten Markierungen im Feld *Maßstab* ein.

Verschieben Sie die beiden Führungslinien anschließend so, dass sie genau auf den beiden ausgewählten Skalenstrichen zu liegen kommen. Um die Genauigkeit zu erhöhen, können Sie in den Arbeitsbereich hineinzoomen.

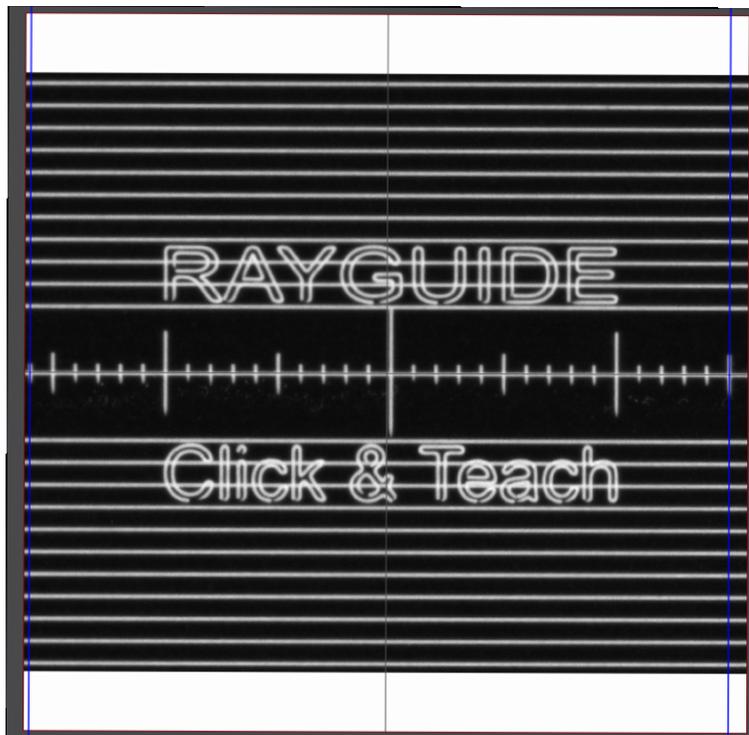


Abb. 3.24: CT-AAY

Wenn die beiden Führungslinien präzise positioniert sind, klicken Sie auf die Schaltfläche **[✓]**, um diesen Kalibrierschritt abzuschließen.

Das Ergebnis wird in den Feldern *Aktuelle Bildgröße (Breite, Höhe) [mm]* und *Pixelgröße (Breite, Höhe) [µm]* angezeigt.

3.2.4.2.4 Kalibrierung des Mittelpunkts

Konstruktionsbedingt gibt es eine Abweichung zwischen dem Punkt, auf den der Laser zielt, und dem Mittelpunkt des Kamerabildes. Dieser Versatz wird durch die Kalibrierung des Mittelpunkts ermittelt und kann damit beim Kacheln kompensiert werden.

... Vorgehensweise Klicken Sie im Bereich **Kalibrierung des Mittelpunkts** auf die Schaltfläche **[Kalibrierung starten]**:

Kalibrierung des Mittelpunkts		1	(2)	3
Abweichung (x, y) [mm]	0,462	-0,020	Kalibrierung starten	Auto
				X
				✓

Abb. 3.25: CT-AAZ

Genau wie bei der Kalibrierung der Kameraauflösung wird das Kamerabild im Arbeitsbereich von RAYGUIDE als Hintergrund eingeblendet, diesmal aber mit einer vertikalen und einer horizontalen Führungslinie.

Automatische Kalibrierung des Mittelpunkts

Mit der Schaltfläche **[Auto]** kann der Schnittpunkt der beiden Führungslinien automatisch auf den Mittelpunkt der markierten Kalibrierungsreferenz ausgerichtet werden. Prüfen Sie dennoch das Ergebnis!

Manuelle Anpassung

Falls notwendig, nehmen Sie die Anpassung manuell vor.

Bewegen Sie die blauen Linien so, dass ihr Schnittpunkt mit dem Mittelpunkt der markierten Kalibrierungsreferenz übereinstimmt.

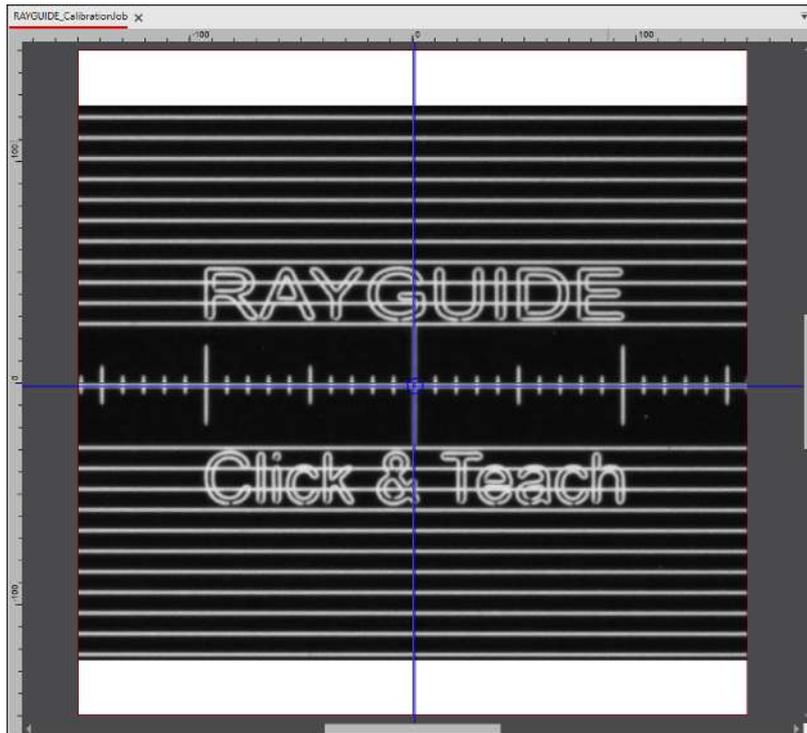


Abb. 3.26: CT-ABA

Klicken Sie auf die Schaltfläche , um diesen Kalibrierschritt abzuschließen.

3.2.4.2.5 Wellenlängenkalibrierung

Als nächstes folgt ein Kalibrierschritt, um die chromatische Aberration aufgrund unterschiedlicher Wellenlängen von Laser zu Beobachtungswellenlänge der Kamera zu kompensieren.

... Vorgehensweise Klicken Sie im Bereich **Wellenlängenkalibrierung** auf die Schaltfläche **[Kalibrierung starten]**.

Wellenlängenkalibrierung			
Obere, linke Ecke (x, y) [mm]	-120,0	120,0	
Untere, rechte Ecke (x, y) [mm]	120,0	-120,0	
Skalierungsfaktor (x, y)	1,0002	1,0002	
		1	(2)
		Kalibrierung starten	Auto
		<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>

Abb. 3.27: CT-ABB

Die Kamera wird zunächst auf die obere, linke Ecke ausgerichtet und das Bild im Arbeitsbereich eingeblendet. Es sollte das eingekreiste Kreuz zu sehen sein, das der Kalibrier-Job dort markiert hat.

Automatische Wellenlängenkalibrierung

Mit der Schaltfläche **[Auto]** kann der Schnittpunkt der beiden Führungslinien automatisch auf den Mittelpunkt der markierten Kalibrierungsreferenz ausgerichtet werden. Prüfen Sie in dennoch das Ergebnis!

Wiederholen Sie die Schritte für das zweite Kreuz der Wellenlängenkalibrierung (untere rechte Ecke).

Manuelle Anpassung

Falls notwendig nehmen Sie die Anpassung manuell vor:

Verschieben Sie die beiden blauen Führungslinien so, dass ihr Schnittpunkt mit dem Mittelpunkt des markierten Kreuzes zusammenfällt. Klicken Sie auf die Schaltfläche **[✓]**, um die ersten der beiden Positionen zu übernehmen.

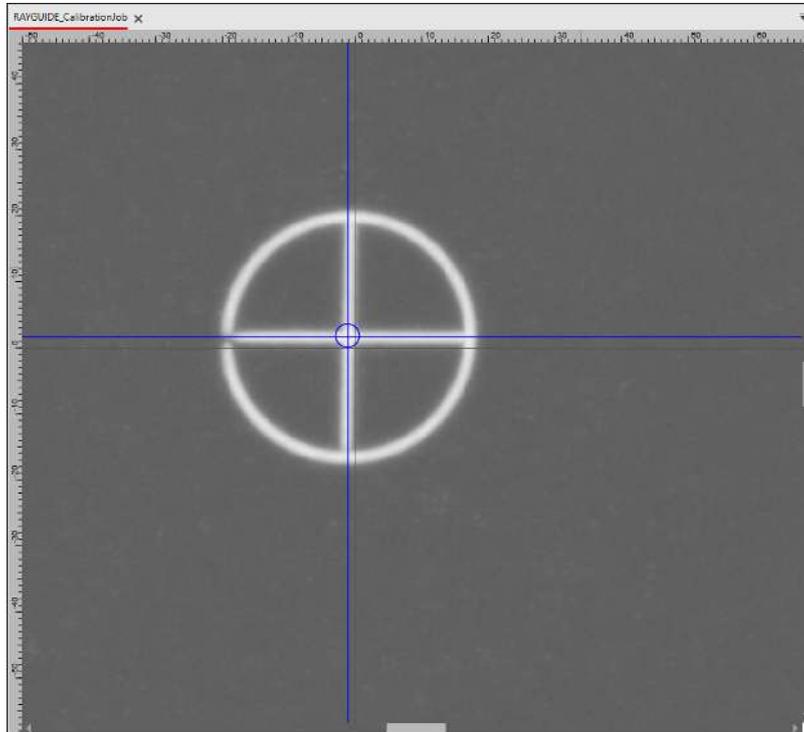


Abb. 3.28: CT-ABC

Die Kamera springt auf die Position der unteren, rechten Ecke, wo das zweite eingekreiste Kreuz markiert wurde.

Auch diese Kreuzposition können Sie bei Bedarf manuell anpassen.

Das Ergebnis sind zwei Skalierungsfaktoren, die die Wellenlängendifferenz beim Kacheln ausgleichen.

3.2.4.2.6 Entzerrungskalibrierung

Die von der Kamera aufgenommenen Bilder weisen bei dem Strahlengang über die Ablenkspiegel und ggf. F-Theta-Linse naturgemäß Verzerrungen auf, die bei den Bildkacheln am Feldrand am stärksten sind. Wenn der Mittelpunkt einer Bildkachel nicht mit dem „anzulernenden“ Punkt übereinstimmt, führt dies zu Positionsabweichungen.

Ziel der Entzerrungskalibrierung ist es, diesen Effekt zu korrigieren.

Je nach Ihren Anforderungen an die Genauigkeit, insbesondere an die Übergänge zwischen den Bildkacheln, können Sie wählen, ob Sie

- „nur“ 8 Bildkacheln oder
- 16 Bildkacheln

für die Datengenerierung verwenden möchten.

HINWEIS:

Bei 8 Bildkacheln wird die Entzerrung durch quadratische Interpolation berechnet, während bei 16 Bildkacheln eine kubische Interpolationsmethode verwendet wird. Siehe auch *Seite 68, Beispiel einer Kachelung*.

Variante mit 8 Bildkacheln

Hier enthält der Kalibrier-Job in allen vier Ecken sowie in allen Koordinatenrichtungen ein 5-Kreuze-Muster.

Entzerrungskalibrierung

Anzahl der Kalibrierkacheln 8 16 Erstelle 2. Kalibrier-Job Auto X

Kachelposition Oben links Oben Mitte Oben rechts
 Mitte links Unten Mitte Mitte rechts
 Unten links Unten rechts

Kreuzpositionen [%]	Mitte		
Mitte	50,00	50,00	
Oben links	10,00	10,00	
Oben rechts	90,00	10,00	
Unten links	10,00	90,00	
Unten rechts	90,00	90,00	

Kalibrierung starten Auto X ✓

Abb. 3.29: CT-ABD

Variante mit 16 Bildkacheln

Hier enthält der Kalibrier-Job gleichmäßig über den Arbeitsbereich verteilt 4 Reihen und 4 Spalten mit einem 5-Kreuze-Muster. Die Benennung der Kacheln folgt dem Schema „Zeilenindex Spaltenindex“.

Entzerrungskalibrierung

Anzahl der Kalibrierkacheln 8 16

Kachelposition

<input type="radio"/> 30	<input type="radio"/> 31	<input type="radio"/> 32	<input type="radio"/> 33
<input type="radio"/> 20	<input type="radio"/> 21	<input type="radio"/> 22	<input type="radio"/> 23
<input type="radio"/> 10	<input type="radio"/> 11	<input type="radio"/> 12	<input type="radio"/> 13
<input checked="" type="radio"/> 00	<input type="radio"/> 01	<input type="radio"/> 02	<input type="radio"/> 03

Kreuzpositionen [%]

Mitte	50,00	50,00
Oben links	10,00	10,00
Oben rechts	90,00	10,00
Unten links	10,00	90,00
Unten rechts	90,00	90,00

Abb. 3.30: CT-ACM

Die Wertetabelle zeigt die X/Y Koordinaten in Prozent der Kamerabildbreite und -höhe der fünf Kreuzpositionen für die jeweils ausgewählte Kachelposition.

... Vorgehensweise Bevor Sie mit diesem Kalibrierschritt starten können, erstellen Sie mit Klick auf die Schaltfläche **[Erstelle 2. Kalibrier-Job]** das benötigte Muster als weiteren RAYGUIDE Job. Markieren dieses Muster ebenfalls auf Ihr Kalibriermaterial.

Beispiel-Job mit
8 Bildkacheln

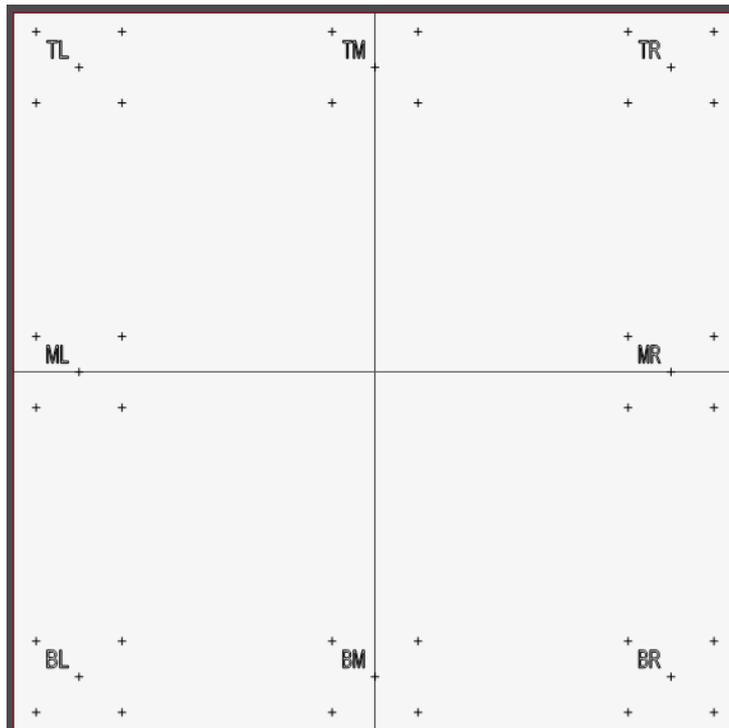


Abb. 3.31: CT-ABE

Sie können zwischen drei Vorgehensweisen wählen.

Vollautomatische Entzerrungskalibrierung der Bildkacheln

Hierbei werden alle Kachelposition in einer festen Reihenfolge aufgenommen, die jeweils fünf Kreuzpositionen automatisch eingelernt und zur nächsten Kachelposition gesprungen, bis bei allen Kachelpositionen alle Kreuzpositionen eingelernt sind.

Sollten dabei in einer Bildkachel nicht alle fünf Kreuzpositionen gefunden werden (oder an „unglaublichen“ Positionen), so werden Sie am Ende der Routine darüber informiert und sollten die entsprechenden Bildkacheln manuell nachbearbeiten.

Halbautomatische Entzerrungskalibrierung der Bildkacheln

Hierbei wählen Sie jede Bildkachel in beliebiger Reihenfolge aus, und klicken anschließend auf die Schaltfläche **[Kalibrierung starten]**.

Dann sehen Sie im Ansichtsfenster die entsprechende Bildkachel mit den fünf Kreuzen des markierten Kalibrier-Jobs. Wenn Sie jetzt auf die Schaltfläche **[Auto]** klicken, werden die fünf Kreuzpositionen automatisch gefunden und die blauen Führungslinien entsprechend positioniert.

Kontrollieren Sie die gefundenen Positionen nochmal. Bei Bedarf können Sie jede Kreuzposition gleich manuell nachjustieren. Wenn alle fünf Kreuzpositionen passen können Sie diese für die entsprechende Bildkachel mit Klick auf die Schaltfläche **[✓]** einlernen.

Entzerrungskalibrierung

Anzahl der Kalibrierkacheln 8 16 Erstelle 2. Kalibrier-Job

Kachelposition **Oben links** Oben Mitte Oben rechts
 Mitte links Mitte rechts
 Unten links Unten Mitte Unten rechts

Kreuzpositionen [%]	Mitte		
Mitte	50,00	50,00	
Oben links	10,00	10,00	
Oben rechts	90,00	10,00	
Unten links	10,00	90,00	
Unten rechts	90,00	90,00	

pro Kachelposition

1 **(2)** **3**

Abb. 3.32: CT-ACN

Manuelle Entzerrungskalibrierung der Bildkacheln

Wie beim halbautomatischen Verfahren wählen Sie die einzelnen Bildkacheln in beliebiger Reihenfolge selbst aus und klicken dann auf die Schaltfläche **[Kalibrierung starten]**.

Zu jeder Kachelposition gehören fünf Kreuzpositionen (ein Kreuz in der Mitte und je ein Kreuz in allen vier Ecken), die dann mit den blauen Hilfslinien („Fadenkreuze“) in Übereinstimmung gebracht werden müssen.

HINWEIS: Es empfiehlt sich, möglichst hochauflösend in die jeweilige Kreuzposition hineinzuzoomen, um die Positionen so genau wie möglich zu treffen.

Zu Beginn ist das Fadenkreuz nicht deckungsgleich mit dem Referenzkreuz. Man sieht alle Linien aller fünf Fadenkreuze.

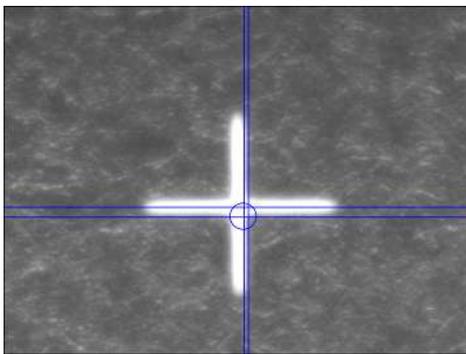


Abb. 3.33: CT-ABF

Sobald man anfängt, das Fadenkreuz zu verschieben, sieht man nur noch das relevante Fadenkreuz.

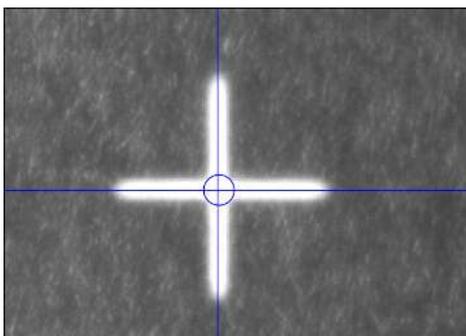


Abb. 3.34: CT-ABG

Hat man das Fadenkreuz deckungsgleich positioniert und „lässt es los“, sieht man wieder alle Fadenkreuzlinien.

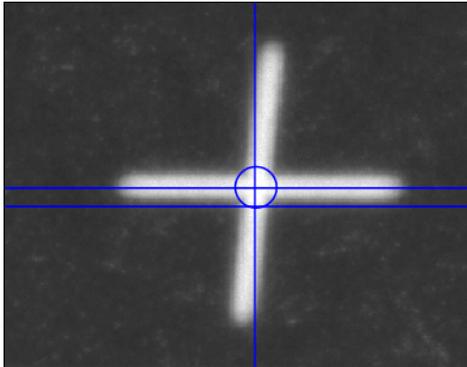


Abb. 3.35: CT-ABH

Zum Schluss sind alle fünf Fadenkreuze einjustiert. Diese Kachelposition kann mit einem Klick auf die Schaltfläche eingelert werden, so dass die Positionswerte der Fadenkreuze in die Kalibrierberechnung einfließen.

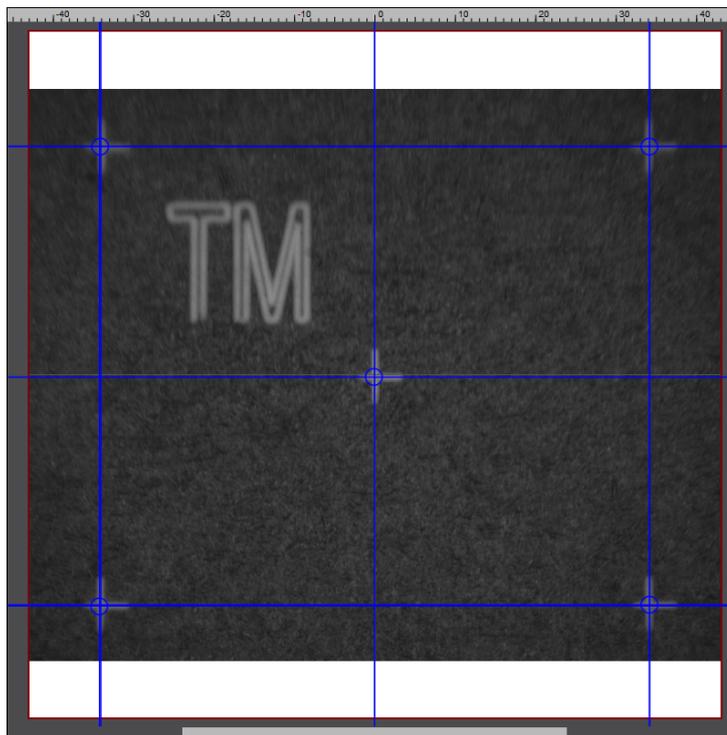


Abb. 3.36: CT-ABI

HINWEISE:

Zu Beginn sind alle unbearbeiteten Kalibrierpositionen im Dialog orange eingefärbt. Sobald eine Kalibrierpositionen alle fünf Kreuzpositionen eingelert hat, springt die Farbkennzeichnung auf dunkelgrün um.

Sollten Sie eine Kalibrierposition auslassen, so wird in diesem Bereich des Scan-Feldes keine Verzerrungskorrektur stattfinden können.

3.3 Bedienfeld CLICK & TEACH

Wählen Sie im RAYGUIDE-Menü **Ansicht > Bedienfelder > Click & Teach**, um das C&T-Bedienfeld anzuzeigen. Es kann wahlweise ein- oder ausgeblendet werden und befindet sich in demselben Bereich wie die Bedienfelder für Transformation und Prozessanpassung (standardmäßig auf der rechten Seite im Bildschirm). Das Bedienfeld kann auch von dieser Verankerungsposition losgelöst werden. Es kann z. B. auf einem zweiten Monitor geschoben und dort vergrößert werden, um so z. B. das Live-Bild im „Vollformat“ einzusehen.

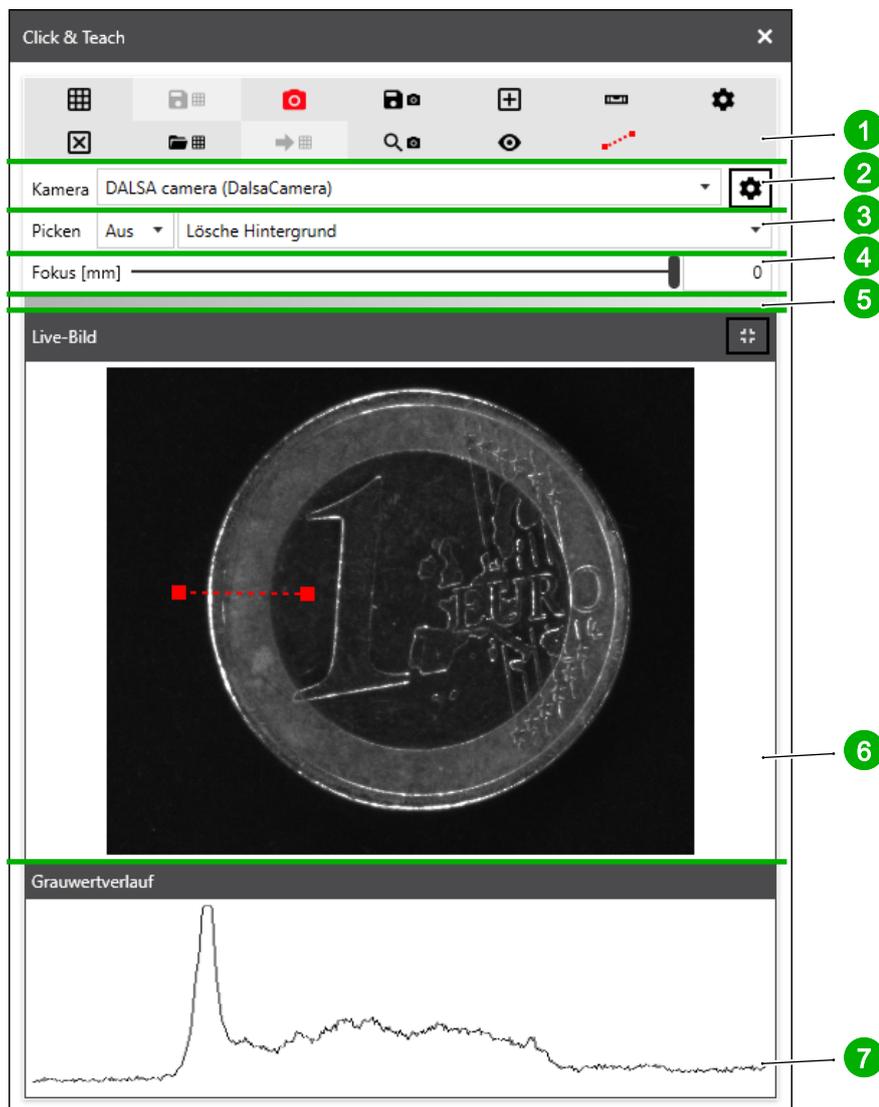


Abb. 3.37: CT-ABJ

- | | | | |
|---|-------------------------------------|---|-------------------------|
| 1 | Schaltflächen | 5 | Fortschrittsbalken |
| 2 | Kameraauswahl | 6 | Live-Bild |
| 3 | Picken | 7 | Anzeige Grauwertverlauf |
| 4 | Schieberegler Fokusslage (optional) | | |

HINWEIS: Falls die benutzte Korrekturdatei für die Ablenkeinheit ein 3D Arbeitsvolumen bereitstellt, kann mit dem Schieberegler Fokusslage der Kamerafokus innerhalb des verfügbaren Arbeitsvolumens nachgeführt werden. Der angezeigte z-Wert bezieht sich auf die Koordinatenachse in der Felddomäne!

Das C&T Bedienfeld gliedert sich in verschiedene Bereiche, die im Folgenden genauer erläutert werden.

Siehe auch

- Seite 56, Kameraauswahl
- Seite 57, Schaltflächen
- Seite 60, Picken
- Seite 62, CLICK & TEACH-Einstellungen
- Seite 65, Live-Bild

3.3.1 Kameraauswahl

Es können mehrere Ablenkeinheiten mit Kameras ausgestattet sein. Wählen Sie über die Drop-down-Liste *Kamera* die anzusteuernde Kamera aus.

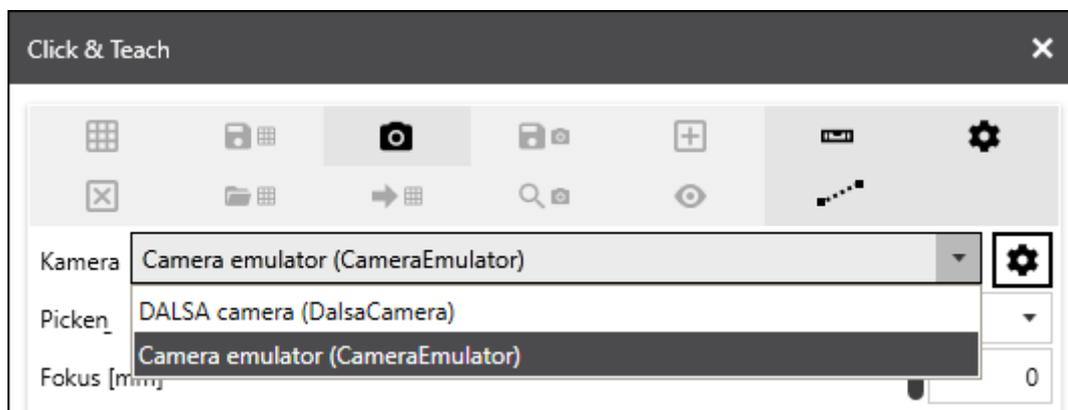


Abb. 3.38: CT-ABK

Der Name der Kamera setzt sich aus der Kurzbezeichnung der Kamera und dem Kameratyp zusammen. Mit der Schaltfläche neben der Kameraauswahl können Sie direkt den dazugehörigen Kamera-Gerätedialog öffnen.

Nur mit der hier selektierten Kamera kann kommuniziert werden. Dies bezieht sich nicht nur auf Picken und Kacheln, sondern auch auf die Kalibrierung: wenn die Kamera im Bedienfeld nicht ausgewählt ist, sind in der Registerkarte **Kalibrierung** des Kameradialogs alle Schaltflächen für eine Kalibrierung ausgegraut.

3.3.2 Schaltflächen

Symbol-Schaltflächen

Folgende Symbol-Schaltflächen werden im C&T-Bedienfeld angeboten und in nachfolgender Tabelle erläutert:

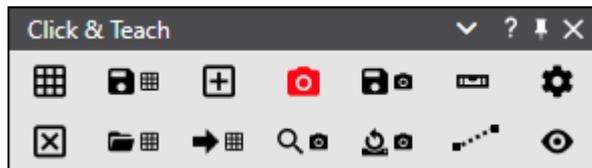


Abb. 3.39: CT-ABL

Schaltfläche / Symbol	Bezeichnet als	Funktion
	[Arbeitsbereich kacheln]	<p>Wechselschaltfläche, um den gesamten Arbeitsbereich zu kacheln.</p> <p>Die Schaltfläche erscheint rot wenn der Kachelvorgang läuft. Ein erneuter Klick auf die Schaltfläche bricht den Kachelvorgang ab.</p> <p>HINWEIS: Wenn beim Klicken auf die Schaltfläche [Arbeitsbereich kacheln] zusätzlich die linke Umschalttaste auf der Tastatur gedrückt ist, werden alle Kacheln im Temp-Verzeichnis des Benutzers im Unterverzeichnis <i>ClickAndTeach</i> als PNG-Dateien gespeichert.</p> <p>HINWEIS: Ist der Arbeitsbereich kleiner als das Scan-Feld, wird nur dieser Bereich gekacheln. Sollte der Arbeitsbereich über das Scan-Feld hinausgehen, wird nur bis zur Grenze vom Scan-Feld gekacheln.</p>
	[Aktuellen Hintergrund speichern]	<p>Speichert den aktuellen, gekachelten Scan-Feld-Hintergrund in eine Datei.</p> <p>Dabei werden immer zwei Varianten abgespeichert:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ eine Variante <i>ohne Feldrotation</i> (für das erneute Laden über CLICK & TEACH) und ■ eine Variante <i>inklusive Feldrotation</i>, falls dieses Bild als Hintergrundbild für RAYGUIDE-Jobs benutzt werden soll. <p>Diese Varianten sind am entsprechenden Zusatz im Dateinamen zu erkennen.</p>
	[Live-Bild ein- / ausblenden]	<p>Schaltet das Live-Bild ein und aus.</p> <p>Die Bildrate beträgt 10 Bilder pro Sekunde.</p>

Schaltfläche / Symbol	Bezeichnet als	Funktion
	[Live-Bild speichern]	Speichert das aktuelle Live-Bild in eine Datei.
	[Justage linie]	Blendet die Justage linie im Live-Bild ein bzw. aus. Die Justage linie dient zur Unterstützung der Kameraausrichtung, siehe Seite 31, <i>Kamera ausrichten und Fokus justieren</i> . HINWEIS: Die Lage der Justage linie kann mit dem Mousrad nach oben / unten verschoben werden.
	[Einstellungen]	Öffnet den Dialog mit den C&T-Einstellungen, siehe Seite 62, <i>CLICK & TEACH-Einstellungen</i> .
	[Fadenkreuz ein / aus]	Schaltet das Fadenkreuz ein und aus. Das Fadenkreuz markiert den Ort, auf den der Laser positioniert wird. HINWEIS: Größe; Dicke und Farbe des Fadenkreuzes können in den Einstellungen geändert werden.
	[Hintergrund löschen]	Löscht den Hintergrund des Arbeitsbereichs.
	[Hintergrund laden]	Lädt den Hintergrund des Arbeitsbereichs aus einer Datei.
	[Zuletzt geladenen Hintergrund laden]	Lädt den zuletzt geladenen Hintergrund erneut, ohne einen Dateiauswahldialog zu öffnen.
	[In Live-Bild zoomen]	Zoomt das Ansichtsfenster auf die Position des Live-Bildes. Dabei wird die ausgewählte Option in der Drop-down-Liste <i>Picken</i> berücksichtigt. <u>Beispiel:</u> Ist die <i>Option 3 x 3 Kacheln</i> ausgewählt, dann wird auf den Bereich dieser Größe gezoomt.
	[Kamerabildgröße zurücksetzen]	Setzt die Bildgröße der Kamera auf die Standardwerte von 2464 x 2056 Pixel zurück.
	[Grauwertverlauf anzeigen]	Blendet eine gestichelte Linie mit zwei „Daumen-Punkten“ im Live-Bild ein. Die Lage der Linie im Live-Bild lässt sich über die Position der Daumen-Punkte frei wählen. <ul style="list-style-type: none"> ■ blauer Daumen-Punkt = Start, ■ roter Daumen-Punkt = Ende. Dazu erscheint unter dem Live-Bild ein Bereich, in dem der Grauwertverlauf entlang dieser Linie dargestellt wird.

Schaltfläche / Symbol	Bezeichnet als	Funktion
	[Vorschau]	<p>Startet eine spezielle Markiervorschau.</p> <p>Dabei wird das Live-Bild eingeschaltet und darin ein Fadenkreuz angezeigt, welches die Position des Laserpunktes repräsentiert. Anschließend wird die aktuelle Job-Geometrie abgefahren, so dass sich das Fadenkreuz im Live-Bild entlang der Geometrie bewegt. So lässt sich verifizieren, dass sich die Job-Geometrie genau mit der gewünschten Bauteilkontur deckt.</p> <p>HINWEISE:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Ob alle oder nur ausgewählte Geometrieelemente im Job abgefahren werden, kann im Bedienfeld Ausführung im Bereich Vorschau definiert werden. ■ Die Scangeschwindigkeit, die hier zum Einsatz kommt, kann in den CLICK & TEACH-Einstellungen definiert werden. ■ Standardmäßig wird die gewählte Geometrie einmal komplett angefahren. ■ Eine laufende Vorschau kann immer über die [Abbruch]-Schaltfläche im Bedienfeld Ausführung gestoppt werden. Will man, dass sich die Vorschau automatisch wiederholt, so kann auch dies in den CLICK & TEACH-Einstellungen definiert werden. ■ Beim Ausführen der Vorschau muss die Wellenlängenkalibrierung berücksichtigt werden. Das geschieht, indem die Skalierung der aktuellen Prozesstransformation automatisch mit den bei der Kamerakalibrierung ermittelten Faktoren für die Wellenlängenkorrektur beaufschlagt wird. Nach Beendigung der Vorschau wird die alte Skalierung wiederhergestellt.

Tab. 3.3: CT-003

HINWEIS: Die Deckkraft der über die Kamera aufgenommenen Hintergrundbilder kann mit einem Schieberegler eingestellt werden. Details dazu siehe RAYGUIDE-Handbuch, Kapitel 4.3.

3.3.3 Picken

Neben dem Kacheln des gesamten Scan-Feldes ist es auch möglich, ausgewählte Bereiche des Scan-Feldes separat zu kacheln, indem Sie mit dem Mauszeiger auf die gewünschte Position klicken.

Das Picken-Werkzeug wird über zwei Vorgaben definiert, welche über zwei-Drop-Down-Listen ausgewählt werden können:

Picken	Aus ▾	Lösche Hintergrund ▾
	Aus Einzelne Kachel 3 x 3 Kacheln 5 x 5 Kacheln 10 mm x 10 mm 25 mm x 25 mm 50 mm x 50 mm Selektierte Objekte Selektierte Konturen Selektierten Bereich kacheln	Lösche Hintergrund Erhalte Hintergrund

Abb. 3.40: CT-ABM

Einstellung	Erläuterung
Linke Drop-down-Liste	
Größe des zu kachelnden Bereiches auswählen oder Picken ausschalten.	
Einzelne Kachel	Es wird ein einzelnes Kamerabild aufgenommen, wobei der Mauszeiger die Spiegelpositionen angibt. HINWEIS: Wenn Sie während des Pickens die [Alt] -Taste gedrückt halten, erscheint ein Dialog, um das Einzelbild inkl. Metadaten zu speichern.
Kachel-Bereich	Es wird ein Bereich aus mehreren Kamerabildern aufgenommen, wobei der Mauszeiger die Spiegelpositionen der mittleren Kachel angibt. Für die Anzahl der Kacheln im Kachelbereich stehen folgende Kombinationen zur Verfügung: <ul style="list-style-type: none"> ■ 3x3, ■ 5x5, ■ 10x10, ■ 25x25 oder ■ 50x50.
Größe in Millimetern	Weisen Sie der gekachelten Fläche eine Mindestgröße zu. Überstehende Bereiche, die sich durch die Kachelgröße (Field of view) ergeben, werden nicht abgeschnitten.

Einstellung	Erläuterung
Selektierte Objekte	Selektierte Objekte werden komplett (rechteckig) gekachelt. Dabei ist es unerheblich, wo im Arbeitsbereich gepickt wird.
Selektierte Konturen	Es werden Kacheln entlang der gewählten Konturen erzeugt. Die Auswahl der Kontur kann ein ganzes Objekt, ein Layer oder ein Pfad sein. Dabei ist es unerheblich, wo im Arbeitsbereich gepickt wird.
Selektierten Bereich kacheln	<p>Ziehen Sie mit dem Cursor ein Rechteck im Arbeitsbereich auf. Beim Loslassen wird das aufgezoene Rechteck gekachelt.</p> <p>HINWEIS: Überstehende Bereiche, die sich durch die Kachelgröße ergeben, werden nicht abgeschnitten.</p> <p>HINWEIS: Wenn Sie während des Kachelns die [Alt]-Taste gedrückt halten, erscheint ein Dialog mit der Möglichkeit, eine Gesamtaufnahme des gewählten Bereichs inkl. Metadaten als Bilddatei zu speichern.</p>
<p>Rechte Drop-down-Liste Zwei Einstellungsmöglichkeiten für den Hintergrund des Arbeitsbereiches.</p>	
Lösche Hintergrund	Existierende C&T-Hintergrundbilder werden gelöscht, bevor neue C&T-Bildkacheln angezeigt werden.
Erhalte Hintergrund	Existierende C&T-Hintergrundbilder werden beibehalten, und neue C&T-Bildkacheln hinzugefügt bzw. über die existierenden Bildkacheln gelegt.

Tab. 3.4: CT-004

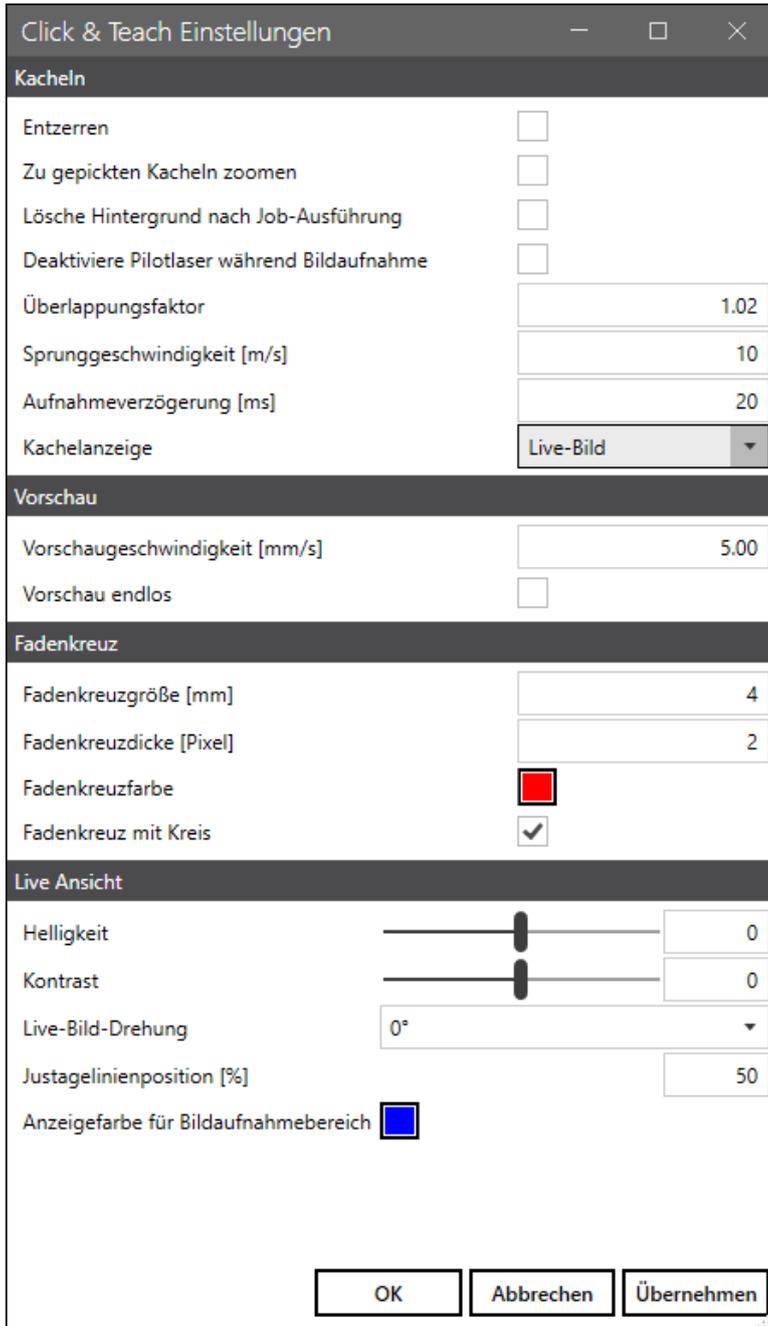
Wie beim Kacheln des gesamten Scan-Feldes werden alle Bildkacheln beim Picken auch als PNG-Dateien im *Temp*- Verzeichnis des Benutzers im Unterverzeichnis *ClickAndTeach* gespeichert, wenn beim Mausklick gleichzeitig die linke Umschalttaste der Tastatur gedrückt ist.

HINWEISE zu Multi-Feld Arbeitsbereichen:

- Wird an einer Position gepickt, die nur von einer der verfügbaren Kameras / Ablenkeinheiten erreicht werden kann, wird diese Kamera automatisch ausgewählt.
An Positionen, die in einem Feldüberlappungsbereich liegen, muss die gewünschte Kamera manuell ausgewählt werden.
- Beim Picken entlang einer Kontur wird nur der Teil der Kontur verfolgt, der im Scan-Feld der aktiv gewählten Kamera liegt.
- Drücken sie die **rechte [Shift]**-Taste, um z. B.
 - automatisch alle Arbeitsbereiche (nacheinander) zu kacheln und
 - die Hintergrundbilder von allen Kameras auf einmal zu löschen.

3.3.4 CLICK & TEACH-Einstellungen

Unter **Einstellungen** können für unterschiedliche C&T-Funktionen diverse Konfigurationsparameter eingestellt werden:



Click & Teach Einstellungen	
Kacheln	
Entzerren	<input type="checkbox"/>
Zu gepickten Kacheln zoomen	<input type="checkbox"/>
Lösche Hintergrund nach Job-Ausführung	<input type="checkbox"/>
Deaktiviere Pilotlaser während Bildaufnahme	<input type="checkbox"/>
Überlappungsfaktor	1.02
Sprunggeschwindigkeit [m/s]	10
Aufnahmeverzögerung [ms]	20
Kachelanzeige	Live-Bild
Vorschau	
Vorschaugeschwindigkeit [mm/s]	5.00
Vorschau endlos	<input type="checkbox"/>
Fadenkreuz	
Fadenkreuzgröße [mm]	4
Fadenkreuzdicke [Pixel]	2
Fadenkreuzfarbe	<input type="checkbox"/>
Fadenkreuz mit Kreis	<input checked="" type="checkbox"/>
Live Ansicht	
Helligkeit	0
Kontrast	0
Live-Bild-Drehung	0°
Justagelinienposition [%]	50
Anzeigefarbe für Bildaufnahmebereich	<input type="checkbox"/>
<input type="button" value="OK"/> <input type="button" value="Abbrechen"/> <input type="button" value="Übernehmen"/>	

Abb. 3.41: CT-ABN

Einstellung	Erläuterung
Kacheln	
Entzerren	<p>Aktiviert / deaktiviert die Entzerrung, welche im letzten Kalibrierschritt der Kamera erreicht werden kann.</p> <p>HINWEIS: Die Einbindung der Entzerrung kostet etwas zusätzliche Rechenzeit und ist nicht immer zwingend notwendig, daher kann Sie optional genutzt werden.</p>
Zu gepickten Kacheln zoomen	<p>Wenn aktiviert, wird im Arbeitsbereich automatisch so gezoomt, dass die gepickte(n) Kachel(n) formatfüllend dargestellt werden.</p> <p>Dies ist ebenfalls mit Klicken auf die Schaltfläche [In Live-Bild zoomen] möglich.</p>
Lösche Hintergrund nach Job-Ausführung	<p>Wenn aktiviert: Nachdem der Job ausgeführt wurde, werden durch CLICK & TEACH erzeugte Hintergrundbilder automatisch gelöscht.</p>
Deaktiviere Pilotlaser während Bildaufnahme	<p>Wenn aktiviert: Um Störungen im Bild durch Reflektionen der Pilotlaserstrahlung auf dem Material zu vermeiden, wird der Pilotlaser abgeschaltet, sobald die Kamera ein Bild aufnimmt. Nach der Bildaufnahme wird der Pilotlaser ggf. wieder eingeschaltet.</p>
Überlappungsfaktor	<p>Auf Grund unvermeidlicher Rundungsfehler kann es vorkommen, dass zwischen den einzelnen Bildkacheln eine Lücke von einem Pixel bleibt. Um das zu vermeiden, können die Kacheln etwas überlappen.</p> <p><u>Beispiel:</u> Ein Wert von 2 bedeutet, dass doppelt so viele Kacheln erzeugt werden, die sich dann jeweils um 50 % überlappen.</p> <p>Standardwert: 1,02.</p>
Sprunggeschwindigkeit [m/s]	<p>Geschwindigkeit, mit der die Spiegel von der einen zur nächsten Kachelposition springen.</p> <p>Standardwert: 10 m/s.</p>
Aufnahmeverzögerung [ms]	<p>Zeit, die gewartet wird, bis die Spiegel eine neue Position eingenommen haben und das nächste Bild aufgenommen werden kann.</p> <p>Das kann nützlich sein, falls die Kamera die Belichtungszeit und / oder Verstärkung automatisch ermitteln kann und dafür etwas Zeit benötigt.</p> <p>Standardwert: 0 ms.</p>
Kachelanzeige	<p>Wählen Sie, wo Sie den Fortschritt beim Kacheln von Bereichen sehen wollen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Im Live Bild Fenster ■ Direkt im Arbeitsbereich (Ansichtsfenster) <p>Auf Wunsch können Sie diese Anzeige auch ganz abwählen.</p>

Einstellung	Erläuterung
Vorschau	
Vorschaugeschwindigkeit [mm/s]	Definiert den Wert für die C&T-Vorschaugeschwindigkeit.
Vorschau endlos	Schaltet die spezielle C&T-Vorschau in eine automatische Wiederholschleife. Die Wiederholschleife kann durch erneuten Klick auf die Wechselschaltfläche [Vorschau] oder die allgemeine RAYGUIDE-Schaltfläche [Abbruch] beendet werden.
Fadenkreuz	
Fadenkreuzgröße [%]	Angabe der Länge der Fadenkreuzbalken in Prozent relativ zur Kachelgröße.
Fadenkreuzdicke [Pixel]	Angabe der Dicke der Fadenkreuzbalken in Pixeln.
Crosshairs color	Auswahl der Farbe für die Darstellung des Fadenkreuzes.
Fadenkreuz mit Kreis	Auswahl, ob das Fadenkreuz mit einem Kreis umschlossen wird.
Live-Bild	
Helligkeit	Schieberegler, um die Helligkeit des Live-Bilds und allen zukünftigen Bildkacheln zu erhöhen oder zu reduzieren. Bereits aufgenommene Bildkacheln werden davon nicht beeinflusst. HINWEIS: Diese Einstellung ändert nicht die Kameraeinstellungen, sondern ist eine digitale Nachbearbeitung der Bilder.
Kontrast	Schieberegler, um den Kontrast des Live-Bilds und allen zukünftigen Bildkacheln zu erhöhen oder zu reduzieren. Bereits aufgenommene Bildkacheln werden davon nicht beeinflusst. HINWEIS: Diese Einstellung ändert nicht die Kameraeinstellungen, sondern ist eine digitale Nachbearbeitung der Bilder.
Live-Bild-Drehung	Das Live-Bild kann in 90°-Schritten gedreht werden.
Justagelinienposition [%]	Angabe der Position der Justagelinien im Live-Bild in [%] der Live-Bild-Höhe. Die Position kann hier direkt mit den [+] / [-] Tasten, oder mittels Maus-Rad verschoben werden.
Anzeigefarbe für den Bildaufnahmebereich	Auswahl der Farbe, mit welcher die Bereiche im Ansichtsfenster dargestellt werden, wo die Kamera Hintergrundbilder aufnimmt. Diese Kameraaufnahmen werden gesteuert durch das Automatisierungsobjekt <i>Bild aufnehmen und speichern</i> (siehe Seite 79, <i>Bild aufnehmen und speichern (Acquire and save image)</i>), HINWEIS: Um die Bereiche anzeigen zu lassen, wählen Sie das Automatisierungsobjekt im Job-Baum aus.

Tab. 3.5: CT-005

3.3.5 Live-Bild

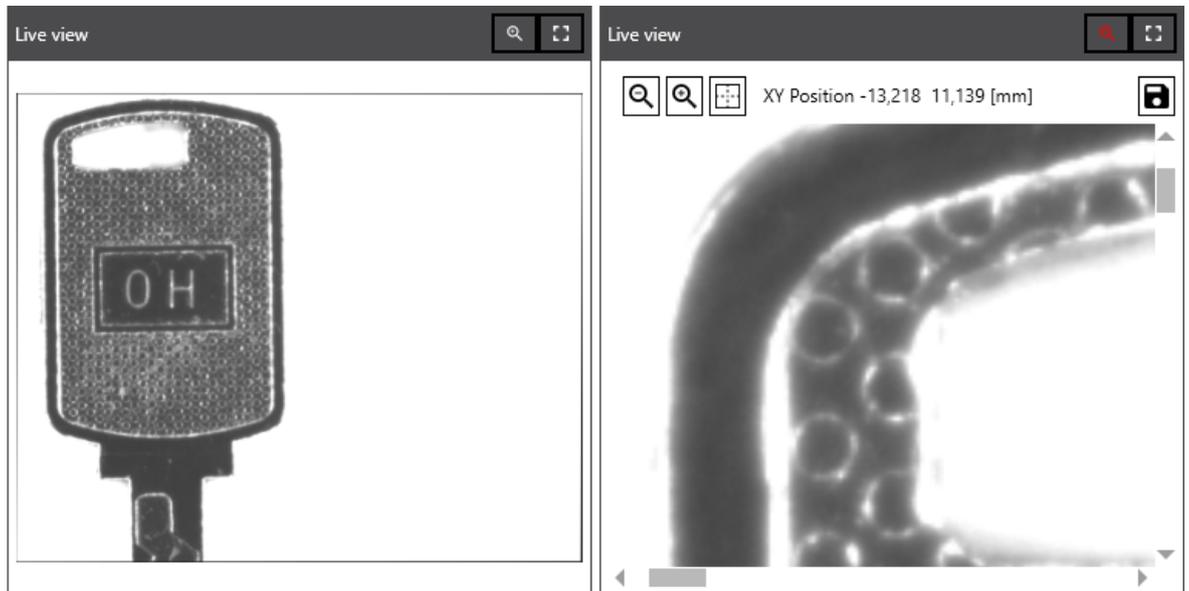


Abb. 3.42: CT-ABO

Das Live-Bild wird über die Schaltfläche **[Live-Bild ein- / ausblenden]** ein- und ausblendet und kann über die Schaltfläche **[Live-Bild speichern]** gespeichert werden.

Zusätzlich kann im Live-Bild ein Grauwertverlauf eingeblendet werden, um z. B. die Beleuchtung für mögliche Bildverarbeitungsaufgaben zu optimieren. Verwenden Sie dazu die Schaltfläche **[Grauwertverlauf anzeigen]** und positionieren Sie die Linie entsprechend im Live-Bild:

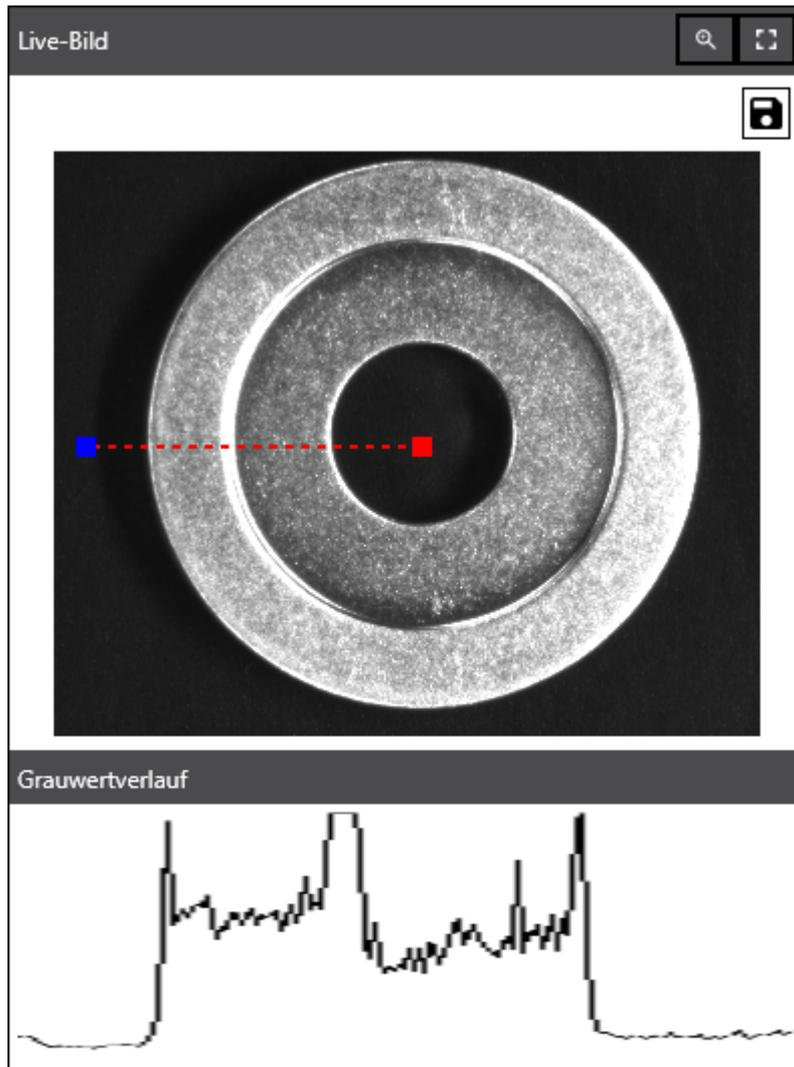


Abb. 3.43: CT_ACF

Weitere Optionen für das Live-Bild sind:

Einstellung	Erläuterung
	Vergrößert das Live-Bild so, dass es die gesamte Fläche des C&T-Bedienfelds einnimmt, und in den sogenannten „Vollbildmodus“ schaltet. HINWEIS: Eine eventuell angezeigte Justagelinie oder Positionslinien des Grauwertverlaufs wird abgeschaltet.
	Passt das Live-Bild wieder auf die normale Größe im C&T-Bedienfeld an.
	Wechselschaltfläche, um die Zoom-Funktion auch bei normaler Größe des Live-Bildes zu aktivieren / deaktivieren.
	Die drei Schaltflächen dienen dazu, in das Live-Bild hinein- bzw. herauszuzoomen, bzw. dieses wieder einzupassen. Daneben wird die absolute Cursor-Position im Arbeitsbereich mit X/Y Koordinaten angezeigt. HINWEIS: Die Zoom-Funktionen sind nur im „Vollbildmodus“ des Live-Bilds verfügbar.
	Speichert die aktuelle Ansicht des Live-Bildes.

Tab. 3.6: CT-006

Das Live-Bild kann in 90°-Schritten gedreht werden. Damit lässt es sich auf eine mögliche Feldausrichtung ungleich 0° anpassen.

HINWEIS: Beachten Sie, dass das Live-Bild nicht in der vollen Kameraauflösung angezeigt wird, sondern auf den Wert herunterskaliert wird, der in den Kameraeinstellungen im Feld Skalierungsfaktor angegeben ist (siehe *Seite 29, Kamera verbinden / zuweisen*).

3.3.6 Beispiel einer Kachelung

Beispiel:

Die folgende Abbildung zeigt eine Kachelung eines Quadranten eines Scan-Feldes mit einem markierten Liniengittermuster und mit der vollen Bildgröße des verwendeten Kameramodells von 2464 x 2058 Pixeln:

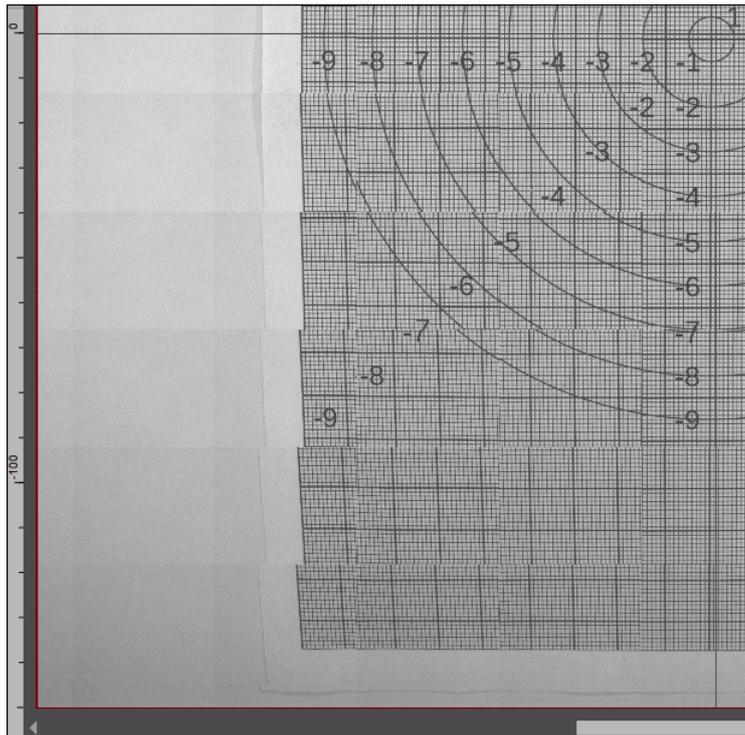


Abb. 3.44: CT-ABP

Die Verzerrungen sowie der Versatz an den Kachelübergängen können bei 2-Achsen-Ablenkeinheiten durch die F-Theta Linse verursacht sein. Bei vorfokussierenden Ablenkeinheiten wie z. B. AS FIBER durch die sogenannte geometrische Verzerrung (siehe Beispielbild).

Wenn Sie einzelne Konturpunkte jedoch direkt anpicken, dann ist dieser Verzerrungseffekt nicht so relevant. Dennoch kann er gerade beim Teachen von Positionen im Bereich des Feldrandes Ungenauigkeiten verursachen.

Daher empfiehlt es sich, die Entzerrungskalibrierung durchzuführen, und die Entzerrung beim Kacheln zu aktivieren (siehe Seite 62, *CLICK & TEACH-Einstellungen*).

Beispiel:

Beispiel eines Quadranten mit aktivierter Entzerrung basierend auf *Entzerrungskalibrierung* mit acht Bildkacheln und quadratischer Interpolation:

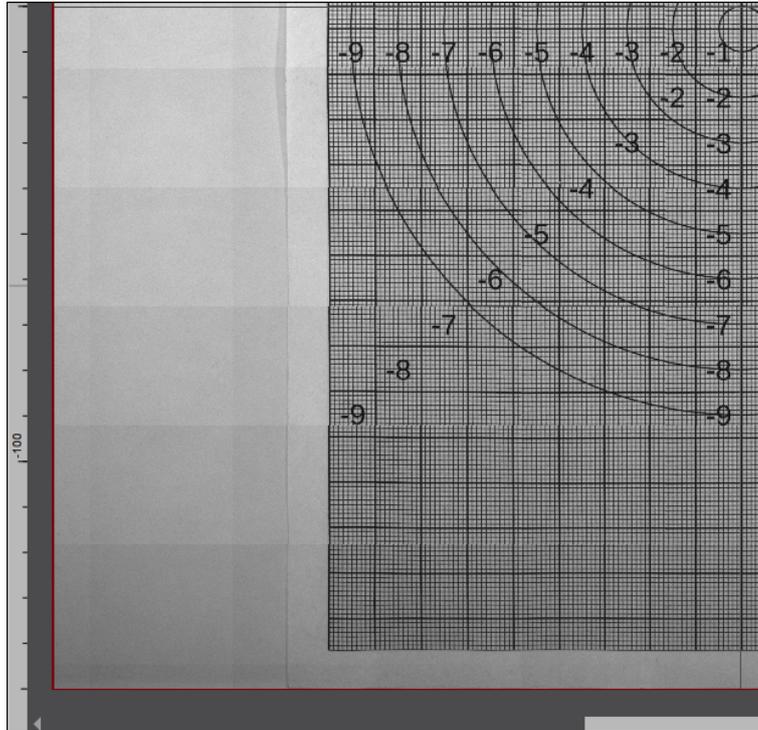


Abb. 3.45: CT-ABQ

Beispiel:

Beispiel eines Quadranten mit aktivierter Entzerrung basierend auf *Entzerrungskalibrierung* mit 16 Bildkacheln und kubischer Interpolation:

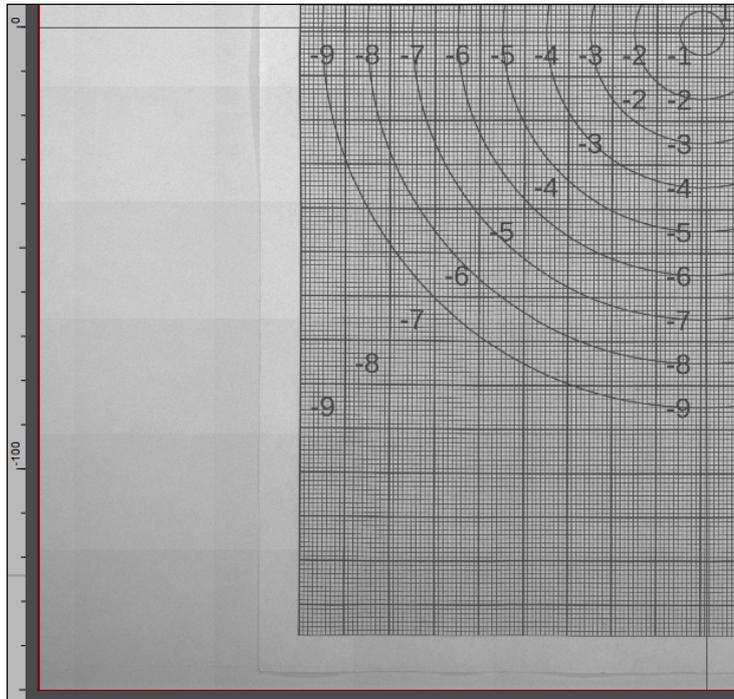


Abb. 3.46: CT-ACO

3.4 Beleuchtung

3.4.1 Beleuchtungscontroller

RAYLASE bietet Ihnen an, einen 1-, 4- oder 8-Kanal Beleuchtungscontroller der Firma Gardasoft Vision Ltd. für die Ausleuchtung Ihres Scan-Feldes einzusetzen. Der Beleuchtungscontroller kommuniziert über Ethernet mit Ihrem Computer bzw. der RAYGUIDE-Anwendung.



Abb. 3.47: CT-ABR (Quelle: <http://www.gardasoft.com>)

HINWEIS: Der Beleuchtungscontroller von GARDASOFT kann bei Bedarf auch direkt über ein Webinterface angesprochen werden. Wir empfehlen, die dazu notwendige Dokumentation sowie Software-Werkzeuge direkt über die offizielle Webseite von GARDASOFT zu beziehen: www.gardasoft.com.

Fügen Sie den Beleuchtungscontroller zuerst als Gerät zur RAYGUIDE Gerätekonfiguration hinzu:

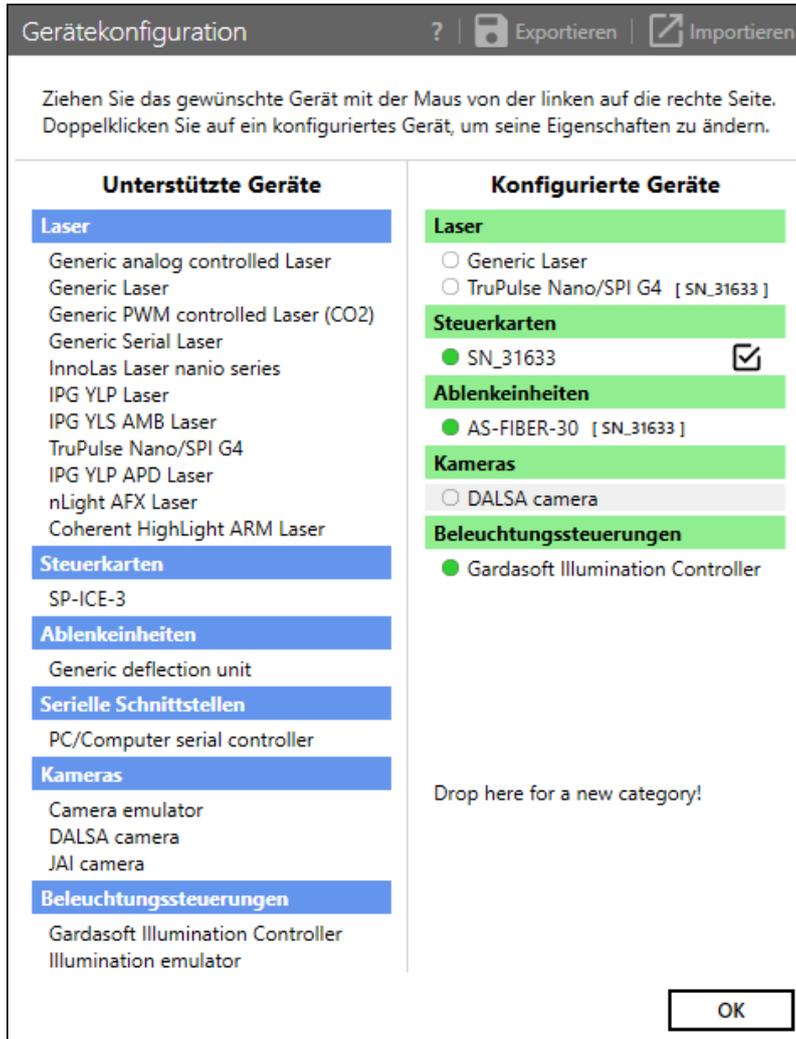


Abb. 3.48: CT-ABS

Öffnen Sie den Eigenschaften-Dialog mittels Doppelklick auf den neuen Geräteeintrag (alternativ rechter-Maus-Klick und dann Eigenschaften wählen):

?
✕

Gardasoft Illumination Controller Eigenschaften

Steuergerät

RT820F-20 [418325]

●

Kanäle

Kanal	1	Name	Channel 1	✓ Aktiv
Modus	Continuous			
Trigger-Eingang	Trigger 1			
Intensität [%]	20,0			
Intensität 2 [%]	0,0			
Pulsverzögerung [ms]	1,000			
Pulsbreite [ms]	20,000			
Retrigger-Verzögerung [ms]	21,000			
Beleuchtungsauslegung	0,50	<input type="radio"/> Spannung [V] <input checked="" type="radio"/> Stromstärke [A]		

↶ Gemessene Kanaldaten
↻

Status	0	Erwartete Spannung [V]	18,35
Gemessene Stromstärke [A]	0,11	Auslastungsgrad [%]	100
Sicherheitsspannung [V]	28,42	Trigger-Anzahl	0
Beleuchtungsspannung [V]	18,34		

Steuergerät
↻

Hersteller	Gardasoft	Hardware-Version	HW01
Modell	RT820F-20	Firmware-Version	V053
Seriennummer	418325	IP-Adresse	10.2.0.108 <input type="text" value="🌐"/>
Temperatur [°C]	46,5	Fehler-Code	19

Allgemein

Kurzbezeichnung

Gardasoft Illumination Controller

Abb. 3.49: CT-ABT

Einstellung	Erläuterung
Steuergerät	<p>Name und [Seriennummer] des Beleuchtungscontrollers</p> <p>Klicken Sie auf die Schaltfläche [Suchen], um die im Netzwerk verfügbaren Beleuchtungscontroller zu suchen. Die im Netzwerk verfügbaren Beleuchtungscontroller werden mit ihrem Modelnamen und ihrer Seriennummer aufgelistet. Identifizieren Sie den Beleuchtungscontroller anhand seiner Seriennummer und wählen Sie ihn aus.</p> <p>Klicken Sie dann auf [Verbinden] / [Trennen], um die Verbindung mit dem Beleuchtungscontroller herzustellen / zu trennen. Eine aktive Verbindung zum Steuergerät wird durch eine grüne „Ampelleuchte“ angezeigt.</p> <p>Nutzen Sie die Umschalttaste [Bei Programmstart automatisch verbinden] um festzulegen, ob der Beleuchtungscontroller beim Starten von RAYGUIDE verbunden werden soll.</p> <p>Standardmäßig ist die Schaltfläche aktiviert. Wenn Sie die Verbindung zum Steuergerät trennen und nicht möchten, dass beim nächsten Programmstart automatisch wieder eine Verbindung zum Steuergerät hergestellt wird, müssen Sie diese Schaltfläche deaktivieren.</p> <p>HINWEIS: Auch bei aktivem Autoconnect kann es nach dem Programmstart von RAYGUIDE einige Sekunden dauern, bis die Verbindung zum Beleuchtungscontroller aufgebaut ist.</p>
Kanäle	
Kanal	<p>Wählen Sie die Kanal-Nummer, die Sie bearbeiten möchten.</p> <p>Je nach Modell vom GARDASOFT-Beleuchtungscontroller stehen Ihnen 1, 4- oder 8 Kanäle zur Verfügung.</p> <p>Alle nachfolgenden Einstellmöglichkeiten gelten pro Kanal.</p>
Mode	<p>Es stehen vier Modi zur Auswahl:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Continuous: Der Strom für die Beleuchtungselemente ist konstant und kontinuierlich (standardmäßig zu verwendender Modus). ■ Pulse: Ein einzelner Puls wird emittiert wie in den Einstellungen festgelegt, sobald ein Trigger-Signal am Controller empfangen wurde. ■ Switch: Dieser Modus nutzt ein Trigger-Signal am Controller, um den Strom ein- und wieder auszuschalten. ■ Selected: Dieser Modus nutzt ein Trigger-Signal, um zwischen Intensitätswert 1 und Intensitätswert 2 umzuschalten. <p>Hierbei gilt: Intensitätswert 1 > Intensitätswert 2.</p>
Trigger-Eingang	Definieren Sie, welcher Trigger-Eingang am Beleuchtungscontroller für diesen Kanal genutzt wird.
Intensität [%]	Definieren Sie den Standardwert für die Beleuchtungsintensität des am jeweiligen Kanal angeschlossenen Beleuchtungselements.
Intensität 2 [%]	Definieren Sie einen zweiten Intensitätswert, auf welchen im Modus <i>Selected</i> umgeschaltet wird.

Einstellung	Erläuterung
Pulsverzögerung [ms]	Zeitspanne, die im Modus <i>Pulse</i> nach dem Trigger-Signal gewartet wird, bis der Strom für den Puls eingeschaltet wird.
Pulsbreite [ms]	Zeitspanne, die der Strom im Modus <i>Pulse</i> eingeschaltet ist.
Retrigger-Verzögerung [ms]	Definiert die minimal erlaubte Zeit zwischen zwei aufeinanderfolgenden Trigger-Signalen. Sollte ein folgendes Trigger-Signal eher kommen, so wird es ignoriert.
Beleuchtungsauslegung	Definiert den Spannungs- bzw. Stromwert, welcher bei den angeschlossenen Beleuchtungselementen 100% Intensität bewirkt. HINWEIS: Dieser Wert, sowie die Information ob die Beleuchtungselemente spannungs- oder stromgesteuert sind, müssen deren technischen Daten entnommen werden.
Spannung / Stromstärke	Wählen Sie, ob die Leuchtintensität per Strom oder Spannung am Controller geregelt wird.
Gemessene Kanaldaten Nutzen Sie den Expander, um verfügbare Messdaten vom Beleuchtungscontroller einzusehen.	
Steuergerät	
HINWEIS: Nutzen Sie die Schaltfläche [Aktualisieren] , um die angezeigten Informationen zu aktualisieren	
Beleuchtungscontroller-Informationen	Anzeige der wichtigsten Informationen zum angeschlossenen Beleuchtungscontroller wie <ul style="list-style-type: none"> ■ Modellbezeichnung, ■ Seriennummer, ■ Version von Hard- und Software, ■ Temperatur, ■ Fehlercode.
Allgemein	
Kurzbezeichnung	Tragen Sie einen Namen ein, unter dem der Beleuchtungscontroller in der Geräteliste geführt werden soll.

Tab. 3.7: CT-007

HINWEIS: Die am Beleuchtungscontroller angeschlossenen Beleuchtungselemente leuchten auf, sobald der Beleuchtungscontroller seine Versorgungsspannung bekommt. Mit welcher Intensität hängt davon ab, ob in RAYGUIDE für diesen Controller bereits Standardwerte eingerichtet wurden oder er noch die Werkseinstellungen hat.

Die Beleuchtungselemente erlöschen, sobald entweder die Verbindung zum Beleuchtungscontroller getrennt wird (was auch durch das Beenden der RAYGUIDE-Anwendung geschieht) oder wenn die Spannungsversorgung abgeschaltet wird. Sobald die RAYGUIDE-Anwendung startet und die Verbindung mit dem Beleuchtungscontroller etabliert ist, werden die in der Gerätekonfiguration hinterlegten Werte eingestellt.

3.4.2 Bedienfeld Beleuchtung (Illumination)

HINWEIS: Die Standardwerte der Beleuchtungsintensität der Beleuchtungselemente werden in der Gerätekonfiguration des Beleuchtungscontrollers eingestellt (siehe Kapitel *Seite 71, Beleuchtungscontroller*).

Wenn die Standardwerte für die Beleuchtungsintensität der Beleuchtungselemente oft angepasst werden müssen, wird empfohlen, dies über das Bedienfeld **Beleuchtung** zu tun. In diesem Bedienfeld lässt sich die Intensität der angeschlossenen Beleuchtungselemente direkt einstellen.

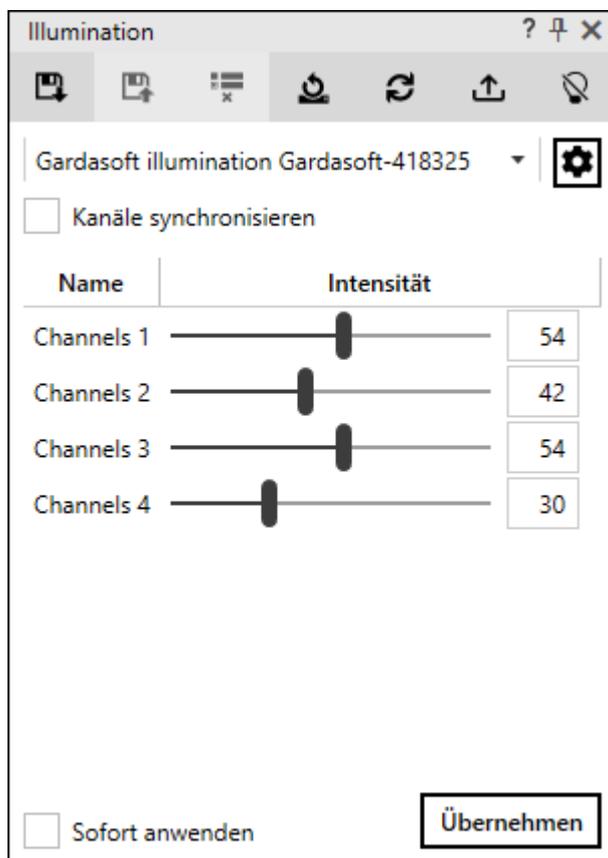


Abb. 3.50: CT-ABU

Einstellung	Erläuterung
	Mit den Schaltflächen können Sie die im Dialog definierten Einstellungen speichern, bereits gespeicherte Einstellungen laden oder eine gespeicherte Einstellung löschen.
	Schaltfläche, um die Einstellungen auf die Grundeinstellung, wie in der Gerätekonfiguration definiert, zurückzusetzen.

Einstellung	Erläuterung
	Schaltfläche, um die zuletzt an den Beleuchtungscontroller kommandierten Werte vom Beleuchtungscontroller zurückzulesen und die Schieberegler an die entsprechende Position zu setzen. HINWEIS: Diese Option ist nützlich, sollte eine andere Instanz die Beleuchtungsintensitäten an den Controller geschrieben haben.
	Schaltfläche, um die im Bedienfeld gesetzten Intensitätswerte in die Gerätekonfiguration zu übernehmen.
	Wechselschaltfläche, um sämtliche Beleuchtungselemente <ul style="list-style-type: none"> ■ direkt abzuschalten (Intensität = Null) oder ■ wieder einzuschalten (Intensität = zuletzt eingestellter Wert).
Auswahl des Beleuchtungscontrollers Die Schaltfläche [Gerätedialog] ermöglicht ein direktes Öffnen der Gerätekonfiguration des ausgewählten Beleuchtungscontrollers.	
Kanäle synchronisieren	Wählen Sie diese Option, wenn Sie alle Kanäle auf die gleiche Intensität einstellen möchten.
Intensitätsregler pro Kanal mit Wertefeld zum Einstellen der gewünschten Intensität Die Spalte Name zeigt die - im Geräte-Dialog des Beleuchtungscontrollers frei zu definierenden - Namen pro Kanal an. HINWEIS: Es werden nur die Kanäle angezeigt, die in der Gerätekonfiguration als „genutzt“ markiert wurden.	
Sofort anwenden	Schreibt die Intensitätswerte automatisch an den Beleuchtungscontroller, sobald der Werte geändert wurden.
[Übernehmen]	Schaltfläche, um die eingestellten Intensitätswerte direkt an den Beleuchtungscontroller zu übermitteln.

Tab. 3.8: CT-008

3.5 Webcam

Dieses Plug-In erlaubt die Einbindung von Live-Bildern einer Webcam in die RAYGUIDE GUI. Bilder aus dem Inneren einer Laserkammer sind für den Anwender häufig nicht einsehbar. Mit Hilfe der Webcam können Sie einen unmittelbaren Eindruck darüber gewinnen, wie der Laserprozess in der Laserkammer abläuft.



Abb. 3.51: CT-ABV

Einstellung	Erläuterung
	Klicken Sie die Schaltfläche [Suchen] , um nach verfügbaren Webcams zu suchen. Wenn die Suche beendet ist, wählen Sie einer der verfügbaren Webcams aus.
	Klicken Sie auf die Schaltfläche [Kamera] um das Streaming vom Livebild zu starten / stoppen.

Tab. 3.9: CT-009

3.6 Automatisierungen

Die beiden Automatisierungsobjekte der CLICK & TEACH-Erweiterung werden im Bedienfeld Objekte, in der Kategorie Automatisierungsobjekte integriert.

3.6.1 Bild aufnehmen und speichern (Acquire and save image)



Schaltfläche

Dieses Automatisierungsobjekt dient dazu, in einem Jobablauf automatisch Bilder des Werkstücks mit oder ohne in der GUI überlagernde Kontur aufzunehmen und zu speichern. Somit kann im laufenden Betrieb anhand der Bilder geprüft werden, ob sich die gelastrate Kontur noch wie gewünscht mit der Kontur des Bauteils deckt.

Dieses Automatisierungsobjekt kann an jede beliebige Stelle im Jobablauf eingefügt werden.

Es verhält sich wie alle sonstigen Automatisierungsobjekte in RAYGUIDE (siehe RAYGUIDE-Handbuch, Kapitel 7.2.7).

HINWEIS: Da dieses Automatisierungsobjekt die Kamerafunktion verwendet, kann es nicht über die Job-Ausführungsvarianten „Auf Karte“ oder im *autarken Steuerkartenbetrieb* benutzt werden.

HINWEIS zum Automatisierungsobjekt in einem RAYGUIDE Vervielfältigungs-Container

Dieses Automatisierungsobjekt kann prinzipiell in einen Vervielfältigungs-Container platziert werden. Somit kann der Aufnahmebereich nach den Regeln des Containers über den Arbeitsbereich an diverse Positionen kopiert werden.

Dabei sind folgende Regeln zu beachten:

- Neben diesem Automatisierungsobjekt muss sich auch immer noch mindestens ein Markierobjekt im Container befinden.
- Da dieses Automatisierungsobjekt eine Kamera benutzt, welche einer Ablenkeinheit zugewiesen ist, darf der Bereich, den der Container mit seinen Kopien erzeugt, *nur in einem Scan-Feld liegen*.

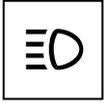
Dieser Regel ist bei Einrichtung von *Multi-Scan-Feld Arbeitsbereichen* zu beachten!

Einstellung	Erläuterung
Kamera	Wählen Sie das Kamera-Gerät, mit dem die Aufnahmen erfolgen sollen, aus der Liste verfügbarer Kameras aus.
Aufnahmebereich	
 Zentrum (x, y, z) [mm]	Nutzen Sie die Schaltfläche [Picken] , um mit dem Maus-Cursor den gewünschten Bildbereich im Ansichtsfenster aufzuziehen. Zentrum und Größe werden dann automatisch eingetragen. Anzeige der Lage des Aufnahmebereichs, welcher von der Kamera abfotografiert werden soll. Sollte die Aufnahme in einer anderen Fokusslage als z = 0 erfolgen, geben Sie die entsprechende Z-Koordinate an.

Einstellung	Erläuterung
Größe (Breite, Höhe) [mm] 	Anzeige der Abmaße des Aufnahmebereichs, welcher von der Kamera abfotografiert werden soll. Der gewählte Bereich wird mit einem blauen Rechteck im Ansichtsfenster visualisiert. Nutzen Sie das Symbol [Zurücksetzen] , um den Bereich auf die Größe einer einzigen Bildkachel zurückzusetzen.
Reduziere Kamerabildgröße auf ...x... Pixel	Setzen Sie diese Option, wenn nur der gewählte Aufnahmebereich von der Kamera abgeholt werden soll, um Datentransferzeit einzusparen. Die Werte zeigen an, wie viele Pixel der gewählte Bereich benötigt.
Speicherort	
Dateiname 	Geben Sie einen frei wählbaren Dateinamen für die Aufnahmen an. Die Schaltfläche [Variable einfügen] öffnet eine Liste mit Variablen (z. B. Datums-/Zeitstempel, Inkrement oder Jobvariable). Wählen Sie eine Variable aus der Liste aus, um sie dem Dateinamen der Bilddatei hinzuzufügen.
Ausgabe	Anzeige des resultierenden Dateinamens. Dieser besteht aus dem Namen und <ul style="list-style-type: none"> ■ dem standardmäßigen Datum / Zeitstempel oder ■ der aus der Liste ausgewählten Variable(n). Das Dateiformat ist standardmäßig *.png.
Einstellungen	
Arbeitsbereich überlagern	Wählen Sie: <ul style="list-style-type: none"> ■ ob die Konturen, die sich im Aufnahmebereich des Arbeitsbereichs befinden, im Bild mit abgespeichert werden sollen, ■ oder nur die mit der Kamera abfotografierten Hintergrundbilder gespeichert werden sollen.
Liniestärke	Angabe der Liniestärke für die Konturlinien im Resultatbild.
Linienfarbe	Wählen Sie eine Farbe für alle Konturlinien oder ob die Konturlinien mit Ihrer jeweiligen Pen-Farbe dargestellt werden.
Vorschau	
	Nutzen Sie die Schaltfläche [Aktualisieren] , um die Vorschau neu anzuzeigen.
Allgemein	
HINWEIS: Die allgemeingültigen Eigenschaften von Automatisierungsobjekten finden Sie im RAYGUIDE-Handbuch, Kapitel 7.2.7).	

Tab. 3.10: CT-010

3.6.2 Beleuchtung setzen (Set illumination)



Schaltfläche

Mit Hilfe dieses Automatisierungsobjekts können in einem Jobablauf die am Beleuchtungscontroller angeschlossenen Beleuchtungselemente automatisch auf eine bestimmte Intensität eingestellt werden.

Dieses Automatisierungsobjekt kann an jede beliebige Stelle im Jobablauf eingefügt werden.

Es verhält sich wie alle sonstigen Automatisierungsobjekte in RAYGUIDE (siehe RAYGUIDE-Handbuch, Kapitel 7.2.7).

Als Eigenschaften des Automatisierungsobjekts lassen sich einstellen:

Einstellung	Erläuterung
Steuergerät	Auswahl eines zur Verfügung stehenden Beleuchtungscontrollers
Kanäle synchronisieren	Wählen Sie diese Option, wenn Sie alle Kanäle auf die gleiche Intensität einstellen möchten.
Kanal	
Wählen Sie per Kontrollkästchen , ob dieser Kanal bzw. dessen Intensitätswert gesetzt werden soll oder unverändert bleibt, wenn das Automatisierungsobjekt ausgeführt wird.	
Intensitätsregler pro Kanal mit Wertefeld zum Einstellen der gewünschten Intensität.	
Die Spalte Name zeigt die - im Geräte-Dialog des Beleuchtungscontrollers frei zu definierenden - Namen pro Kanal an.	
HINWEIS: Es werden nur die Kanäle angezeigt, die in der Gerätekonfiguration als „genutzt“ markiert wurden.	
Verzögerung [ms]	Zeit, die nach dem Setzen der Intensitätswerte gewartet wird, da die Beleuchtungselemente etwas Zeit brauchen, um sich einzuregeln.
Allgemein	
HINWEIS: Die allgemeingültigen Eigenschaften von Automatisierungsobjekten finden Sie im RAYGUIDE-Handbuch, Kapitel 7.2.7).	

Tab. 3.11: CT-011

4 RAYGUIDE MATCH

4.1 Grundlegende Informationen

4.1.1 Leitfaden für das Vorgehen

Hinweis: Grundsätzlich empfehlen wir eine Nutzung von RAYGUIDE MATCH nur nach ausreichender Schulung und Applikationsberatung durch unser Technical Competence Center.

1. Nehmen Sie zunächst die Kamera in Betrieb, inklusive Justieren und Kalibrieren. Details dazu siehe *Seite 17, Kameraeinrichtung*.
2. Definieren Sie, welche Merkmale des Bauteils sich für die Erkennung eignen. Dabei sind folgende Aspekte zu beachten:
 - Sind diese Merkmale in fester Referenz zu der gewünschten Laserbearbeitungskontur?
 - Können diese Merkmale gut beleuchtet und von der Kamera aufgenommen werden?
 - Sind die Merkmale ausreichend groß, aber auch nicht zu groß, damit nicht zu viele Bildkacheln benötigt werden?
3. Arbeiten Sie die Erkennungsaufgabe unter Verwendung möglichst mehrerer, entsprechender Bauteile aus, so dass diese zuverlässig und robust ist.

Dies beinhaltet das Parametrisieren der Bildverarbeitungs-Jobelemente bis hin zur **Ergebnisverarbeitung**, Festlegen von möglichen Parameterschleifen und das Verhalten für den Fehlerfall.

4. Lernen Sie die Referenzposition des „Golden Master“ ein, welche dann für die nachfolgenden Erkennungen als Referenz dient. Details siehe *Seite 173, Testen und Einlernen*.
5. Prüfen Sie, dass die Bauteile mit der entsprechenden Lagekorrektur korrekt bearbeitet werden, bevor Sie in den automatisierten Betrieb übergehen.

4.2 MATCH als Bestandteil eines RAYGUIDE Laserprozess-Jobs

4.2.1 Bildverarbeitungselement (Bildverarbeitungsjob)



Icon

RAYGUIDE MATCH agiert innerhalb von RAYGUIDE wie ein Automatisierungsobjekt und kann grundsätzlich an jede Stelle im Job-Ablauf eingefügt werden.

HINWEIS: Grundsätzlich ist es empfehlenswert, das sogenannte Bildverarbeitungselement (im folgenden auch Bildverarbeitungsjob genannt) vor denjenigen Markierobjekten zu platzieren, welche anschließend von der Position her passend zur Bauteilposition ausgeführt werden sollen.

Beispiel:

Job-Baum mit Bildverarbeitungselement vor Schweißgeometrie

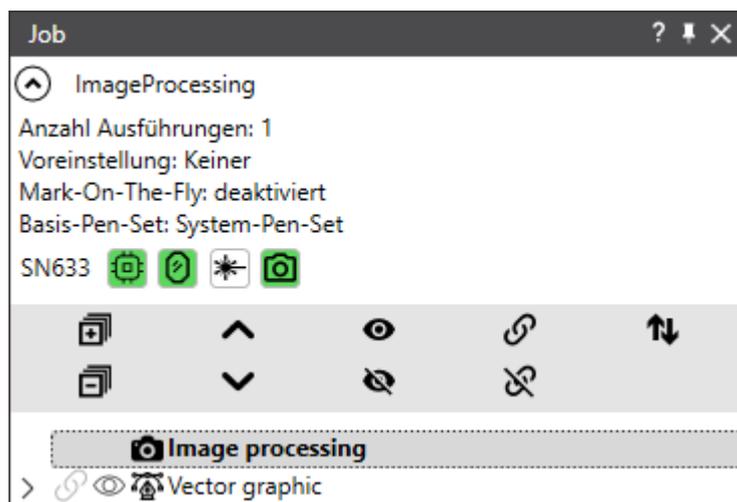


Abb. 4.1: RG_M-AAA

4.2.2 Interaktionen zwischen Bildverarbeitungsjob und RAYGUIDE Funktionen

4.2.2.1 Prozesstransformation

Die grundlegende Aufgabe des Bildverarbeitungsjobs ist es, am Ende die Prozesstransformation zu bestimmen und einzustellen, um die nachfolgende Laserbearbeitung passend zur Bauteilposition zu positionieren.

Der Bildverarbeitungsjob setzt die Prozesstransformation ebenso bei diversen Ereignissen auch wieder zurück. Dies geschieht um zu vermeiden, dass die Position für die folgende Bildaufnahme durch eine verbliebene Prozesstransformation beeinflusst wird. Diese Ereignisse sind:

- Sobald der Dialog vom Bildverarbeitungsjob geöffnet wird. ²
- Wenn im Bildverarbeitungsjob-Dialog die Schaltfläche **[Ausführen]** betätigt wird. ²
- Wenn ein RAYGUIDE Job mit Bildverarbeitungsjob ausgeführt wird, wird die Transformation dann im Jobablauf zurückgesetzt, bevor als nächstes der Bildverarbeitungsjob ausgeführt wird. ²
- Im Bildverarbeitungs-Jobelement *Ergebnisverarbeitung*, wenn die Schaltfläche **[Prozesstransformation zurücksetzen]** betätigt wird.

Siehe dazu auch RAYGUIDE-Handbuch Kap. 7.8.6.

² Bei diesem Ereignis findet das Zurücksetzen der Prozesstransformation automatisch statt.

4.2.2.2 Berechtigungen

In den Berechtigungen von RAYGUIDE gibt es eine Option, Benutzerrollen das Editieren von Bildverarbeitungsjobs zu erlauben bzw. zu unterbinden.

Siehe dazu auch RAYGUIDE-Handbuch, Kap. 6.1.5.

Benutzer/Gruppen	Tätigkeiten	
⊕ Rolle hinzufügen		
Tätigkeiten	Designer  	Operator  
Prozessparameter anpassen	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Rollen Operationen zuweisen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Benutzern Rollen zuweisen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Geräte konfigurieren	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
System konfigurieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Job-Voreinstellungen konfigurieren	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rollen definieren	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vorlagen löschen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Bildverarbeitungselemente bearbeiten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Abb. 4.2: RG_M-ABP

4.2.2.3 Automatische Fehlerbehandlung

Es gibt zwei Fehlerereignisse seitens der Bildverarbeitungsjobs, welche über diese Option kommuniziert werden können:

- Die Suche war nicht erfolgreich.
- Die Suche war erfolgreich, aber die Ausgabevalidierung der Ergebnisverarbeitung schlägt fehl, weil die ermittelten Transformationswerte die erwarteten Grenzen der Transformation überschreiten.

Fehlerbehandlung
?
×

Gerätetyp I/O-Controller ▾

Gerät

Steuerkarte SN_633 - IO ▾ Use affected scan controller

Port Pulsbreite [ms] 0

Fehleraktion

	15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	
Lasert	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0
Ablenkeinheit	15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	
	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0
Steuerkarte	15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	
	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0
Außerhalb des Feldes	15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	
	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0
Ausführung abgebrochen	15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	
	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0

Fehleraktion (ImageProcessing)

	15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	
Objekt nicht gefunden	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0
Objekt außerhalb des gültigen Bereichs	15 14 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 0	
	0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	0

OK
Abbrechen

Abb. 4.3: RG_M-ABQ

Siehe dazu auch RAYGUIDE-Handbuch, Kap. 7.8.4.

4.2.2.4 Remote Interface

Bei Nutzung vom Remote Interface können Informationen zurückgeliefert werden:

- Die Erkennung war erfolgreich: Hier bekommt man sowohl die Zeit für die Erkennung inkl. Setzen der Prozesstransformation als auch die gesetzten Transformationswerte zurück.
- Die Erkennung war nicht erfolgreich: Hier bekommt man eine Information welche der Suchen fehlgeschlagen ist, oder ob z.B. die Toleranzwerte aus der Ausgabevalidierung, welche im Bildverarbeitungs-Jobelement *Ergebnisverarbeitung* definiert wurden, überschritten wurden.
- Dazu abonniert man entsprechend den „MessageEvent“ mit dem Attribut „ImageProcessing“. Details siehe RAYGUIDE-Handbuch, Kapitel 8.4.3 Liste der verfügbaren Befehle.

Beispiele für die möglichen Antworten:

1. Die Erkennung war erfolgreich:

Die Meldung enthält die ermittelte Prozesstransformation sowie die verbrauchte Prozesszeit.

```
> enableevent,messageevent,Plugin-ImageProcessing
Waiting for response to command 'enableevent,messageevent,Plugin-ImageProcessing,eol' ...
received
content-length: 3
timing      : 101 ms
response    : ACK
> run
Waiting for response to command 'run,eol' ...
received
content-length: 3
timing      : 23 ms
response    : ACK
> EVT,MessageEvent,Plugin-ImageProcessing,IMAGE_PROCESSING: Process transformation: Offset. (-0.003; 0), scale: (1; 1),
rotation: 0. 'Image processing' ended successfully. Total time: 148 ms.
>
```

Abb. 4.4: RG_M-ABX

2. Die Erkennung ist fehlgeschlagen.

```
> run
Waiting for response to command 'run,eol' ...
received
content-length: 3
timing      : 12 ms
response    : ACK
> EVT,MessageEvent,Plugin-ImageProcessing,IMAGE_PROCESSING_ERROR: Expected number of objects: 1
Found objects: 0 No found objects in search(es): 1
```

Abb. 4.5: RG_M-ABY

3. Die Erkennung an sich war erfolgreich, aber die ermittelte Position lag außerhalb des Toleranzbereichs.

```
> run
Waiting for response to command 'run,eol' ...
> received
content-length: 3
timing      : 106 ms
response    : ACK
EVT,MessageEvent,Plugin-ImageProcessing,IMAGE_PROCESSING_ERROR: Offset x: 2.541 mm.
Max. allowed offset x: ±0.3 mm.
```

Abb. 4.6: RG_M-ABZ

4.2.3 Limitierungen

- RAYGUIDE Jobs, die ein MATCH -Automatisierungsobjekt (bzw. Bildverarbeitungsjob) enthalten, können ausschließlich in der Ausführungsart „Auf PC“ ausgeführt werden.
Eine Ausführung von der Steuerkarte aus (Ausführungsart „auf Karte“ oder auch „autarker Steuerkartenmodus“) ist nicht möglich, da die Auswertung der Kamerabilder zur Lagebestimmung durch Bibliotheken auf dem PC erfolgt.
- Die Nutzung von RAYGUIDE MATCH in einem System mit mehreren Steuerkarten / Ablenkeinheiten ist derzeit auf das Erkennen der Bauteilmerkmale im Scan-Feld einer Ablenkeinheit beschränkt.
- Eine Lageerkennung von sich durch das Scan-Feld bewegenden Bauteilen (MOTF-Prozesse) ist grundsätzlich nicht möglich.

4.3 Der RAYGUIDE Bildverarbeitungsjob

Jeder RAYGUIDE Bildverarbeitungsjob kann je nach Erkennungsaufgabe modular aufgebaut werden, besteht aber in der Regel mindestens aus den folgenden drei Bildverarbeitungs-Jobelementen:

- Bildaufnahme
- Suche
- Ergebnisverarbeitung

Optional kommen hinzu: Ein oder mehrere Bildfilter.

HINWEIS: Bevor Sie mit der Erstellung des Bildverarbeitungsjobs beginnen, sollten Sie den relevanten Bereich des Arbeitsbereichs, über den sich das Bauteil erstreckt, über die CLICK & TEACH-Funktionen „abkacheln“ (abfotografieren), so dass bereits Hintergrundbilder des Bauteils im Ansichtsfenster vorhanden sind.

In den meisten Anwendungsfällen wird nicht nur ein Bauteilmerkmal ausgewertet, sondern mindestens noch ein zweites. Dies kann in einem Bildverarbeitungs-Jobablauf geschehen.

Beispiel:

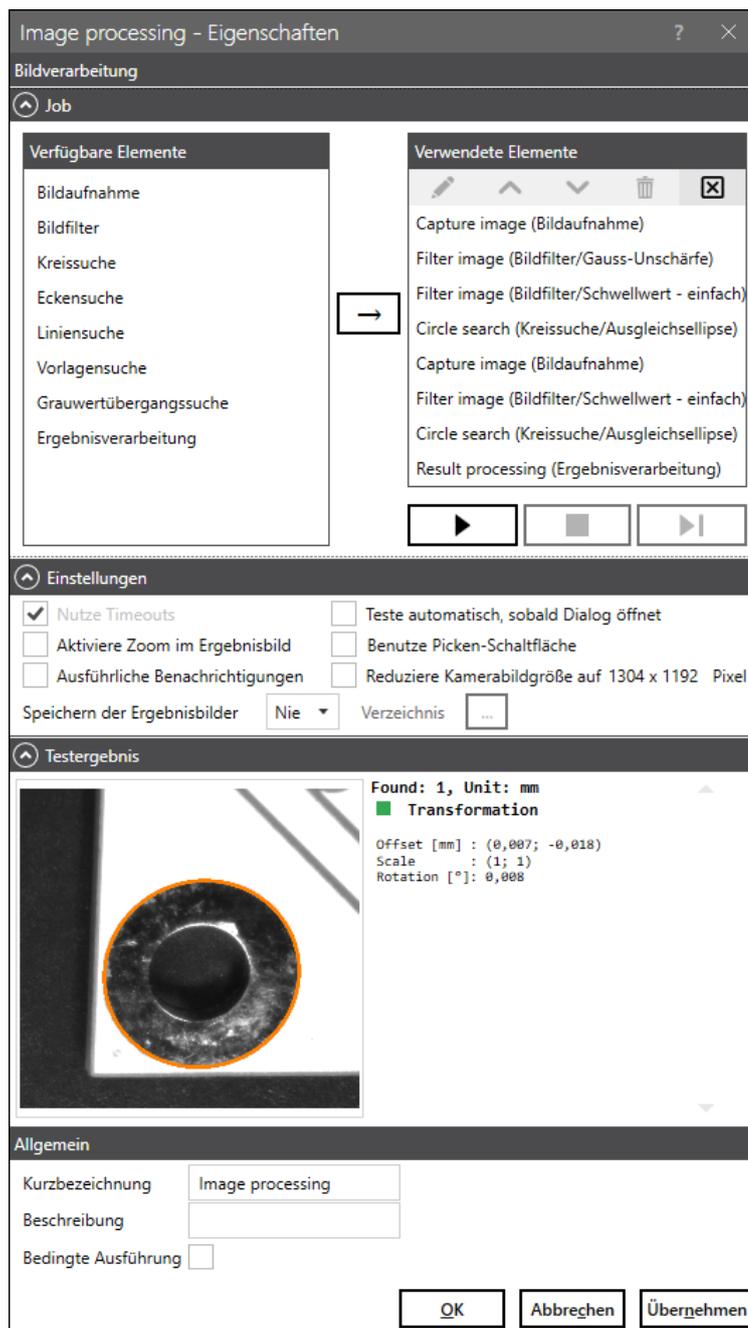
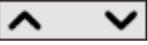


Abb. 4.7: RG_M-ABW

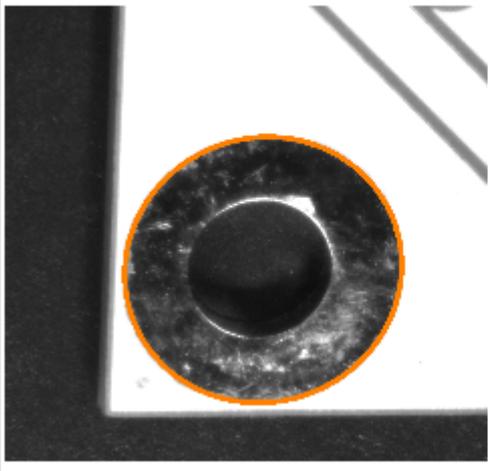
4.3.1 Erstellen und Ausführen eines Bildverarbeitungsjobs

Der Bildverarbeitungsjob-Dialog und seine Funktionen:

Element	Erläuterung
Jobs	
Verfügbare Elemente	<p>Liste der Bildverarbeitungs-Jobelemente, die für den Aufbau des Bildverarbeitungsjobs zur Verfügung stehen.</p> <p>Um ein Element im Bildverarbeitungsjob zu nutzen, ziehen Sie es entweder mit der Maus per Drag-and-drop in die Liste „Benutzte Elemente“ oder verwenden Sie die [Pfeil]-Schaltfläche.</p> <p>Neue Elemente werden standardmäßig unten an die Liste angefügt.</p> <p>Zur Verfügung stehen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Bildaufnahme ■ Bildfilter ■ Kreissuche ■ Eckensuche ■ Liniensuche ■ Vorlagensuche ■ Grauwertübergangssuche ■ Ergebnisverarbeitung <p>Für eine Detailbeschreibung der einzelnen Elemente siehe <i>Seite 95, Bildaufnahme</i> bis <i>Seite 172, Ergebnisverarbeitung</i>.</p>
Verwendete Elemente    	<p>Liste der verwendeten Bildverarbeitungs-Jobelemente, die tatsächlich für die Erkennungsaufgabe(n) eingesetzt werden.</p> <p>Öffnet den Dialog zum Editieren des jeweiligen Job-Elements</p> <p>Schiebt ein Element in der Reihenfolge um eine Position pro Klick nach vorne bzw. nach hinten</p> <p>Löscht das ausgewählte Bildverarbeitungs-Jobelement aus der Liste</p> <p>Entfernt alle Bildverarbeitungs-Jobelemente aus der Liste</p>

Element	Erläuterung
Unter der Liste <i>Verwendete Elemente</i> befinden sich Schaltflächen, die während der Ausarbeitung des Bildverarbeitungsjobs Testdurchläufe ermöglichen:	
 [Test ausführen]	Im Test werden die benutzten Bildverarbeitungs-Jobelemente vollständig durchlaufen. HINWEIS: Diese Ausführung dient primär zum Testen beim Einrichten der Erkennungsaufgabe. Sie setzt keine Prozesstransformation.
 [Test abbrechen]	Bricht die laufende Testausführung des Bildverarbeitungsjobs ab.
 [Ausführungsschritt]	Führt den Test der Bildverarbeitungs-Jobelemente schrittweise pro Tastendruck aus, angefangen beim ausgewählten Job-Element.
Einstellungen HINWEIS: Die Anzeige der Einstelloptionen lässt sich über den Expander wahlweise ein- bzw. ausklappen.	
Nutze Timeouts	Aktivieren Sie diese Option, wenn Sie das Timeout (standardmäßig 5000 ms) für alle Bildverarbeitungs-Jobelemente nutzen wollen, um ggf. zu lange Rechenzeiten abubrechen. Führt ggf. zu einer Timeout-Fehlermeldung.
Teste automatisch, sobald Dialog öffnet	Aktivieren Sie diese Option, wenn Sie beim Öffnen der einzelnen Jobelemente gleich einen Testlauf dieses Elements anstoßen wollen.
Aktiviere Zoom im Ergebnisbild	Aktivieren Sie diese Option, wenn Sie die Möglichkeit haben wollen, direkt in das Ergebnisbild hinein zu zoomen.
Benutze Picken-Schaltfläche	<ul style="list-style-type: none"> ■ Wenn aktiviert, wird im Jobelement <i>Bildaufnahme</i> die Schaltfläche [Picken] angezeigt. Es ist dann nur nach vorherigem Klick auf diese Schaltfläche möglich, einen Suchbereich mit dem Maus-Cursor aufzuziehen. ■ Wenn nicht aktiviert, wird der Suchbereich im Jobelement <i>Bildaufnahme</i> bei jedem Mausklick im Arbeitsfeld unmittelbar neu aufgezogen.
Ausführliche Benachrichtigungen	<ul style="list-style-type: none"> ■ Wenn aktiviert, werden im RAYGUIDE-Bedienfeld <i>Benachrichtigungen</i> die Benachrichtigungen je einzeltem Bildverarbeitungs-Jobelement angezeigt. ■ Wenn nicht aktiviert, werden nur die wesentlichen Benachrichtigungen wie gesamte Bearbeitungszeit und ermittelte Prozesstransformation aufgeführt.

Element	Erläuterung
Reduziere Kamerabildgröße auf ... Pixel	<p>Nutzen Sie diese Option, um die Kamerabildgröße auf die minimal notwendige Größe einzustellen. Dies kann zu einer gewissen Zeitersparnis bei der Datenübertragung der Bilddaten von der Kamera zur RAYGUIDE-Anwendung führen.</p> <p>Minimal notwendige Größe:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ deckt alle definierten Suchregionen ab, ■ ist aber kleiner als die Standard-Kamerabildgröße.
Speichern der Ergebnisbilder	<p>Treffen Sie hier eine Auswahl, bei welchen Ereignissen Sie die (finalen) Ergebnisbilder abspeichern möchten. Wählen Sie zwischen:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Nie</i> ■ <i>Immer</i> ■ <i>Bei Fehler</i> <p>Definieren Sie hier auch, unter welchem Dateipfad die Bilder abgespeichert werden sollen. Das Dateiformat ist standardmäßig PNG.</p> <p>HINWEISE:</p> <p>Die Bilddateien werden mit folgender Logik gespeichert:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Pro Tag ein Unterordner mit Datum als Ordnername. ■ Die Syntax für den Dateinamen ist: <i>hh.mm.ss.ms_Kurzbezeichnung.png</i> ■ Das Erzeugen der Bilder benötigt Zeit. <p>Wägen Sie daher ab, ob Sie diese Zeit immer (insbesondere im automatischen Ablauf) oder nur im Fehlerfall investieren möchten.</p>

Element	Erläuterung
Testergebnis	
Ergebnisbild	<p>Zeigt das Ergebnisbild</p> <ul style="list-style-type: none"> entweder nach der letzten Suche samt Suchergebnis / Suchergebnissen oder im Einzelschrittdurchlauf das Zwischenergebnis vor dem jeweils aktuellen Bildverarbeitungs-Jobelement. <p>Abhängig vom aktuellen Bildverarbeitungs-Jobelement werden die Daten zum Suchergebnis bzw. den Suchergebnissen angezeigt.</p> <p>Beispiel:</p> <div data-bbox="502 831 1410 1386" data-label="Image">  <p>Found: 1, Unit: mm ■ Transformation Offset [mm] : (0,007; -0,018) Scale : (1; 1) Rotation [°]: 0,008</p> </div>
Allgemein	
Kurzbezeichnung	Geben Sie eine Bezeichnung ein, die Ihnen hilft, diesen Vision-Job innerhalb des RAYGUIDE-Jobs zu identifizieren.
Beschreibung	Geben Sie bei Bedarf eine genauere Beschreibung zu diesem Bildverarbeitungsjob an.
Bedingte Ausführung	<p>Aktivieren Sie die <i>Bedingte Ausführung</i>, wenn Sie möchten, dass dieser Bildverarbeitungsjob abhängig von einem digitalen Signalmuster ausgeführt wird oder nicht.</p> <p>Weitere Details siehe RAYGUIDE-Handbuch, Kapitel 7.2.4.</p>

Tab. 4.1: RG_M-001

4.4 Bildverarbeitungs-Jobelemente

HINWEIS: Mehrere Bildverarbeitungs-Job-Elemente bieten die Möglichkeit, die verfügbaren Parameter zu erweitern (sogenannte *Expertenparameter*). Diese Parameter erfordern ein gutes Verständnis der Bildverarbeitungsalgorithmen. Expertenparameter müssen nicht unbedingt bearbeitet werden, um das gewünschte Ergebnis zu erzielen.

4.4.1 Bildaufnahme

Das Jobelement *Bildaufnahme* wird genutzt, um alle für die Bildaufnahme relevanten Einstellungen vorzunehmen. Dazu gehören:

- Auswahl der benutzten Hardware (Kamera und in der Regel der Beleuchtungscontroller)
- Optional: Einstellung der Beleuchtungsintensitäten
- Optional: Einstellung der Kameraparameter
- Definition Suchbereich („Region of interest“, ROI)

Der Dialog ist in mehrere Bereiche gegliedert. Jeder Dialog-Bereich lässt sich ein- und ausklappen.

4 RAYGUIDE MATCH

Bildaufnahme

^ Benutzte Geräte

Beleuchtungssteuergerät: 8-Kanal (GardasoftIlluminationController) v
 Kamera: TeledyneDalsa (DalsaCamera) v

^ Parameter

Zeige Expertenparameter Timeout-Zeit [ms]: 5000 Speichere Bild 📄

^ Beleuchtung/Kamera

Beleuchtung

Setze vor Bildaufnahme

Aktiv	Kanalname	Helligkeit	
<input checked="" type="checkbox"/>	Channels 1	<input type="range" value="82"/>	82
<input checked="" type="checkbox"/>	Channels 2	<input type="range" value="82"/>	82
<input checked="" type="checkbox"/>	Channels 3	<input type="range" value="82"/>	82
<input checked="" type="checkbox"/>	Channels 4	<input type="range" value="82"/>	82

 Synchronisiere Kanäle Verzögerung [ms]: 200

Kamera

Setze vor Bildaufnahme
 Verstärkung: 1,000
 Belichtungszeit [ms]: 10,000
 Skalierungsfaktor [%]: 50,000
 Vier Pixel in eines kombinieren

Suchbereich

Zentrum (x, y, z) [mm]:
 Größe (Breite, Höhe) [mm]: 📄
 Winkel [°]:
 Anzahl Bildkacheln: 1, Pixelgröße: 1718 x 1427

v Parametervariationen

^ Testen

▶
□
⌛

Bildaufnahme


Abb. 4.8: RG_M-AAB

4.4.1.1 Dialog-Bereich "Benutzte Geräte"

Element	Erläuterung
Beleuchtungssteuergerät	Angabe des Beleuchtungssteuergeräts, welches die Beleuchtung dieser Bildaufnahme steuert. HINWEIS: Wenn nur ein Beleuchtungssteuergerät unter der Geräteverwaltung konfiguriert wurde, wird dieses automatisch ausgewählt.
Kamera	Angabe der Kamera, welche diese Bildaufnahme aufnehmen soll. HINWEIS: Wenn nur eine Kamera unter der Geräteverwaltung konfiguriert wurde, wird diese automatisch gewählt. Es sollte sich um dieselbe Kamera handeln, die auch im CLICK & TEACH Bedienfeld gewählt ist.

Tab. 4.2: RG_M-002

4.4.1.2 Dialog-Bereich "Parameter"

Zuoberst finden Sie hier allgemeine Einstellungen wie Timeout-Zeit, eine Checkbox für die Bildspeicherung und eine Schaltfläche zum Zurücksetzen.

Beim Zurücksetzen werden die Beleuchtungsintensitäten für alle Kanäle auf 50 % und die Kameraeinstellungen auf Ihre Standardwerte gesetzt.

4.4.1.2.1 Gruppenfeld: Beleuchtung / Kamera

Die nachfolgenden Einstellungen für Beleuchtung und Kamera sind optional. In der Regel sollten die global eingestellten Werte sowohl für die Beleuchtung als auch die Kamera benutzt werden.

Ändern Sie hier nur Parameter, wenn sich z. B. zwei Merkmale so stark in ihrem Kontrast unterscheiden, dass die Bildqualität für die Verarbeitung je Merkmal angepasst werden muss.

Element	Erläuterung
Beleuchtung	
Setze vor Bildaufnahme	<ul style="list-style-type: none"> ■ Wenn aktiviert, wird die Beleuchtung wie nachfolgend parametrisiert vor der Bildaufnahme eingestellt. ■ Wenn nicht aktiviert, werden diejenigen Beleuchtungsintensitäten verwendet, die im CLICK & TEACH-Bedienfeld <i>Beleuchtung</i> eingestellt wurden.
Synchronisierte Kanäle	Wenn aktiviert, werden alle Kanäle mit einem Schieberegler auf die gleiche Intensität gesetzt.
Aktiv	Wählen Sie, welche der Kanäle durch das Bildaufnahme-Jobelement eine neue Intensität zugewiesen bekommen, bzw. welche Kanäle unverändert bleiben können.

Element	Erläuterung
Kanalname	Anzeige der Kanalnamen, wie sie in der Konfiguration des Beleuchtungskontrollers vergeben wurden.
Helligkeit	Nutzen Sie den Schieberegler pro Kanal, um die gewünschte Helligkeit zu definieren. Alternativ können Sie den Wert direkt eingeben.
Verzögerung [ms]	Angabe einer Wartezeit, um sicherzustellen, dass die Beleuchtungselemente sich auf die neuen Intensitätswerte eingestellt haben, bevor die eigentliche Bildaufnahme erfolgt. Ein guter Ausgangswert sind ca. 200 ms
Kamera	
Setze vor Bildaufnahme	<ul style="list-style-type: none"> ■ Wenn aktiviert, werden vor der Bildaufnahme die Kameraeinstellungen wie nachfolgend parametrisiert eingestellt. ■ Wenn nicht aktiviert, werden die Kameraeinstellungen des Gerätedialogs der Kamera für die Bildaufnahme verwendet.
Verstärkung	Angabe der elektrischen Verstärkung der Pixelintensität. HINWEIS: Ein höherer Verstärkungsfaktor macht die Bilder heller, aber gleichzeitig ist das Bild verrauschter.
Belichtungszeit [ms]	Angabe der Belichtungszeit in [ms] Kürzere Belichtungszeiten bedeuten automatisch weniger Helligkeit. Andererseits gilt: je länger die Belichtungszeit, desto höher die Prozesszeit für den Bildverarbeitungsjob.
Skalierungsfaktor [%]	Nach der Bildaufnahme wird die Auflösung einer Kachel bzw. des Gesamtbildes um diesen Faktor reduziert. HINWEIS: Die Suche erfolgt bei geringerer Bildauflösung schneller, da weniger Pixel abgeglichen werden. Beispielsweise bei der Vorlagensuche ist nicht immer die volle Bildauflösung notwendig.
Vier Pixel in eines kombinieren	Dabei werden vier Pixel zu einem Pixel zusammengeschaltet. Dadurch wird das Bildrauschen auf Kosten der Auflösung reduziert. Um den Ergebnisbildpunkt zu berechnen, können wahlweise die Grauwerte der Pixel aufsummiert oder deren Durchschnitt berechnet werden. HINWEIS: Die Zusammenführung der Pixel findet direkt auf der Kamera statt. Somit wird die Datenmenge für den Bildeinzug reduziert, was einen schnelleren Bildeinzug zur Folge hat.

Tab. 4.3: RG_M-003

HINWEISE:

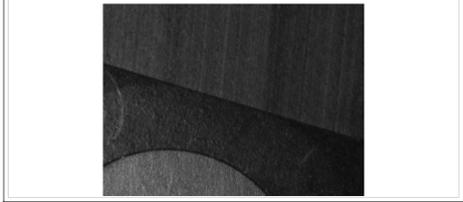
- Das Ändern der Beleuchtungsintensitäten kosten relativ viel Zeit (ggf- mehrere Sekunden). Daher sollte davon nur Gebrauch gemacht werden, wenn an den Suchregionen mit einer einzigen, globalen Intensitätseinstellung nicht genug Licht / Kontrast für alle nachfolgenden Erkennungsaufgaben vorhanden ist.
- Beachten Sie, dass die Werte für die Kamera, welche über das Bildaufnahme-Jobelement gesetzt werden, auch in den Kamera-Gerätedialog übernommen werden. D. h., diese Werte sind dann bis auf Weiteres global gültig.
- Nutzen sie das CLICK & TEACH Live-Bild und den darin verfügbaren Grauwertverlauf, um die Ausrichtung der Beleuchtungselemente ggf- so zu optimieren, dass sich an den ausgewählten Merkmalen möglichst scharfe Grauwertübergänge zeigen. Siehe Seite 55, Bedienfeld CLICK & TEACH.

4.4.1.2.2 Gruppenfeld: Suchbereich (Region of Interest, "RoI")

An dieser Stelle wird derjenige Bereich des Arbeitsbereichs definiert, von dem eine Aufnahme für die nachfolgende Bildverarbeitung gemacht wird. Darin muss sich das zu erkennende Bauteilmerkmal befinden.

ANWENDERHINWEISE:

- Der Suchbereich sollte so klein wie möglich, jedoch so groß wie nötig sein.
Beachten Sie also, dass Sie entsprechend Platz um das eigentliche Bauteilmerkmal lassen, so dass das Bauteilmerkmal bei den zu erwartenden Positionsabweichungen immer noch vollständig im Suchbereich liegt.
- Der Suchbereich sollte möglichst nicht größer als eine Bildkachel sein.
Übergänge zwischen Bildkacheln könnten die Bilderkennung negativ beeinflussen; und auch die Bildeinzugszeit wächst an.
- Ziehen Sie im Arbeitsbereich mit gedrückter linker Maustaste den gewünschten Suchbereich auf.
Abhängig von den allgemeinen Einstellungen muss über die Schaltfläche **[Picken]** das sogenannte Picken aktiviert werden (siehe Seite 60, Picken). So vermeiden Sie, dass ein bereits definierter Suchbereich durch erneutes, versehentliches Klicken im Arbeitsbereich verworfen wird.

Element	Erläuterung																																
 [Picken]	Diese optionale Schaltfläche aktiviert das Picken des Suchbereichs mit dem Maus-Cursor.																																
Zentrum (x, y, z) [mm]	<p>Angabe der Zentrumskoordinaten des Suchbereichs für X- und Y-Koordinate, abgeleitet aus dem aufgezogenen Suchbereich.</p> <p>Die Z-Koordinate ist standardmäßig Null.</p> <p>HINWEIS: Sollte sich das Bauteilmerkmal in einer anderen Fokusslage als $Z = 0$ befinden, so kann die Z-Lage bei geeignetem Hardware-Setup (vorfokussierende Ablenkeinheit mit 3D-Korrekturdatei) auch unterhalb der Nullebene definiert werden.</p>																																
Größe (Breite, Höhe) [mm]	<p>Abmessungen des Suchbereichs in X- und Y-Richtung.</p> <p>Die Werte ergeben sich automatisch nach dem Aufziehen des Suchbereichs. Sie können direkt editiert werden, um den Suchbereich zu vergrößern oder zu verkleinern.</p> <p>Mit Klick auf die Schaltfläche [Zurücksetzen] wird die Größe des Suchbereichs auf die Maße einer Bildkachel zurückgesetzt.</p>																																
Winkel [°]	<p>Angabe des Winkels des Suchbereichs relativ zur X-Achse des Arbeitsbereichs.</p> <p>Diese Option können Sie z. B. verwenden, wenn Sie nach einer Kante suchen und den Suchbereich an der Kante ausrichten – dann wird der Suchbereich kleiner.</p> <p>ein Suchbereich, der an der Kante des Merkmals ausgerichtet ist und für eine lineare Suche verwendet wird, kleiner wird.</p> <p>Beispiel:</p> <div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Suchbereich</p> <table border="1"> <tr> <td>Zentrum (x, y, z) [mm]</td> <td>-62,647</td> <td>-43,160</td> <td>0,000</td> </tr> <tr> <td>Größe (Breite, Höhe) [mm]</td> <td>19,700</td> <td>14,636</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Winkel [°]</td> <td>0,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Anzahl Bildkacheln: 1, Pixelgröße: 1515 x 1125</td> </tr> </table> <p>Parametervariationen</p> <p>Testen</p> <p>Bildaufnahme</p>  </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Suchbereich</p> <table border="1"> <tr> <td>Zentrum (x, y, z) [mm]</td> <td>-62,647</td> <td>-43,160</td> <td>0,000</td> </tr> <tr> <td>Größe (Breite, Höhe) [mm]</td> <td>18,700</td> <td>9,636</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Winkel [°]</td> <td>-16,0</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Anzahl Bildkacheln: 1, Pixelgröße: 1438 x 741</td> </tr> </table> <p>Parametervariationen</p> <p>Testen</p> <p>Bildaufnahme</p>  </div> </div>	Zentrum (x, y, z) [mm]	-62,647	-43,160	0,000	Größe (Breite, Höhe) [mm]	19,700	14,636		Winkel [°]	0,0			Anzahl Bildkacheln: 1, Pixelgröße: 1515 x 1125				Zentrum (x, y, z) [mm]	-62,647	-43,160	0,000	Größe (Breite, Höhe) [mm]	18,700	9,636		Winkel [°]	-16,0			Anzahl Bildkacheln: 1, Pixelgröße: 1438 x 741			
Zentrum (x, y, z) [mm]	-62,647	-43,160	0,000																														
Größe (Breite, Höhe) [mm]	19,700	14,636																															
Winkel [°]	0,0																																
Anzahl Bildkacheln: 1, Pixelgröße: 1515 x 1125																																	
Zentrum (x, y, z) [mm]	-62,647	-43,160	0,000																														
Größe (Breite, Höhe) [mm]	18,700	9,636																															
Winkel [°]	-16,0																																
Anzahl Bildkacheln: 1, Pixelgröße: 1438 x 741																																	
ExpP Anzahl Bildkacheln	Dieser Expertenparameter kann genutzt werden, um nicht nur eine, sondern ggf. mehrere Aufnahmen eines Merkmals zu machen, die dann von der Software zu einem gemittelten Bild vereint werden.																																

Element	Erläuterung
	Dies führt je nach Anzahl zu höheren Prozesszeiten, kann aber Bildrauschen deutlich reduzieren.

Tab. 4.4: RG_M-004

Die Suchbereiche werden im RAYGUIDE-Ansichtsfenster bei Auswahl des Bildverarbeitungs-jobs im Baum auch grafisch hervorgehoben (in der Regel blau). So hat man sofort eine Übersicht, wo die Merkmale im Arbeitsfeld gesucht werden.

Beispiel:

Das folgende Beispiel zeigt die Suchbereiche von zwei Kreis-Suchen.

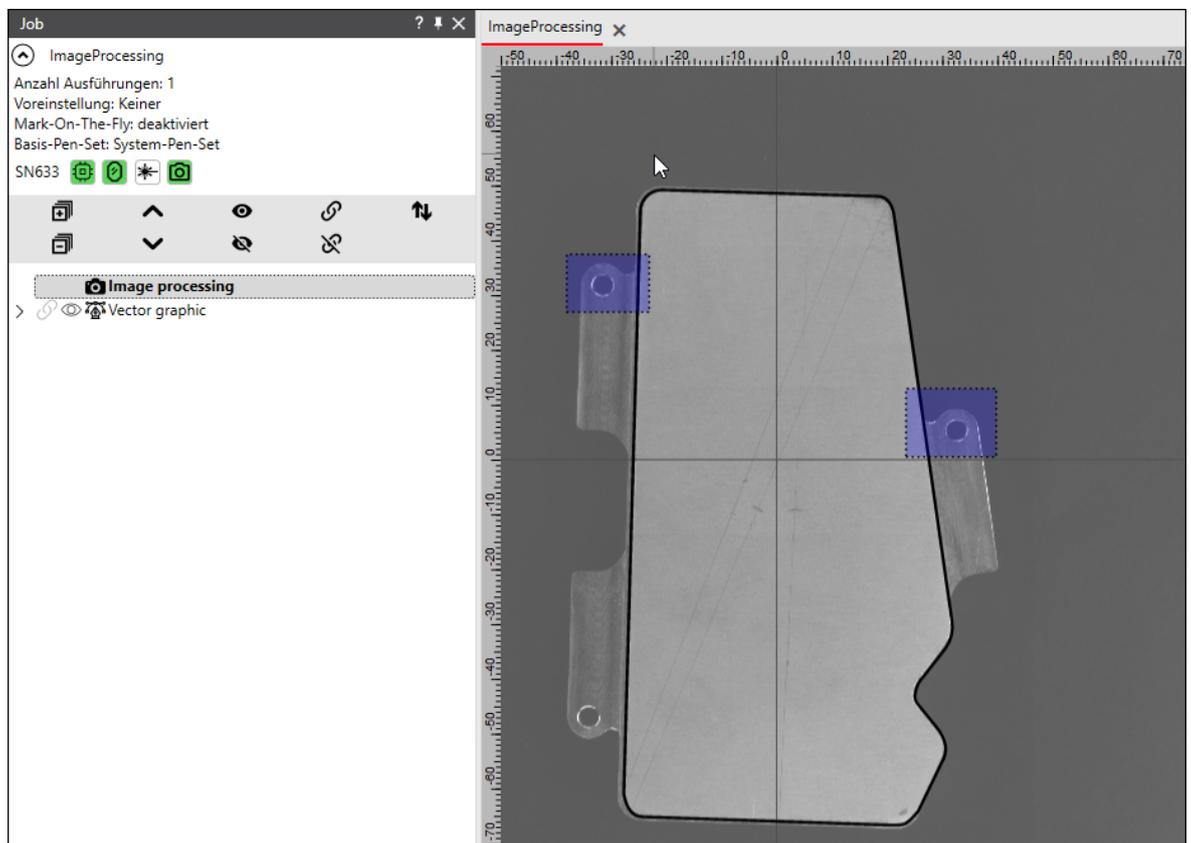


Abb. 4.9: RG_M-AAC

4.4.1.3 Dialog-Bereich „Parametervariationen“

Der Dialogbereich *Parametervariationen* ist allen Bildverarbeitungs-Jobelementen gemeinsam. Siehe dazu Seite 185, *Dialogbereich: Parametervariationen*.

4.4.1.4 Dialog-Bereich „Testen“

Der Dialogbereich *Testen* ist allen Bildverarbeitungs-Jobelementen gemeinsam. Siehe dazu Seite 179, *Dialogbereich: Testen*.

4.4.2 Bildfilter

RAYGUIDE MATCH bietet eine umfangreiche Auswahl an Bildfiltern.

Damit besteht die Möglichkeit, von der Kamera aufgenommene Bilder digital nachzubearbeiten. Dadurch kann das Erkennen der Suchmerkmale robuster bzw. einfacher gestaltet werden.

Der Dialog stellt einige Algorithmen bereit, um jedes Pixel eines Bildes zu verändern. Prinzipiell gibt es zwei Arten der Pixelmanipulation:

- Ein Pixel kann durch eine Operation verändert werden, die nur dieses eine Pixel berücksichtigt.

Beispielsweise kann ein Wert addiert werden. Oder der Wert des Pixels wird auf null gesetzt, wenn sein ursprünglicher Wert unterhalb einer Schwelle ist, wie es bei einer Binarisierung gemacht wird.

- Ein Pixel kann durch eine Operation verändert werden, die zusätzlich die Nachbarpixel berücksichtigt.

In diesem Fall werden die Nachbarpixel mit Werten gewichtet, die in einem sogenannten Kernel abgelegt sind.

Ein **Kernel** ist eine Matrix, die die Gewichtungen enthält. Man kann sich den Kernel wie ein kleines Fenster vorstellen, das über das Bild bewegt wird, bei jedem Pixel stehen bleibt und für dieses Pixel einen neuen Wert berechnet. Alle benachbarten Pixelwerte werden entsprechend den Elementen der Matrix gewichtet und aufsummiert.

Formel:

$$g'(x, y) = \sum k_{i,j} \cdot g(x + i, y + j)$$

Abb. 4.10: RG_M-ACA

$g(x,y)$:	Grauwert des Pixels mit den Koordinaten x und y,
$g'(x, y)$:	modifizierter Grauwert des Pixels
i:	Zeile
j:	Spalte
k:	Kernel

Beispiel:

Beispielsweise berechnet der sogenannte Sobel-Filter die Ableitungen eines Bildes in X-Richtung und erkennt damit horizontale Kanten:

```
-1  0  1
-2  0  2
-1  0  1
```

- Verfügbare Filter:
- Invertieren,
 - Helligkeit / Kontrast,
 - Unschärfefilter,
 - Median-Unschärfefilter,
 - Gauß-Unschärfefilter,
 - Bilateral-Unschärfefilter,
 - Schwellwert - einfach,
 - Schwellwert - adaptiv,
 - Histogramm-Ausgleich-Filter,
 - Filter "Rauschen hinzufügen",
 - Filter "Rauschen entfernen",
 - Anwenderdefinierter (Kernel-) Filter,
 - Dilatation,
 - Erosion,
 - Filter "Maskieren".

HINWEISE:

- Beachten Sie, dass nicht alle Kernel-basierten Filter in einer Formel wie oben ausgedrückt werden können.
Beispielsweise sind die morphologischen Transformationen (Dilatation, Erosion) oder die Median-Glättung nicht linear. Sie verwenden einen Maximumwert der Pixel, über denen sich der Kernel befindet.
- Bei allen Filtern, die einen Kernel verwenden, welcher einen Pixelbereich umfasst, ist bei der Wahl der Größe des Pixelbereichs die Gesamtgröße des Bildes in Pixeln und die Größe der Pixelstörungen zu berücksichtigen.
- Grundsätzlich können vor der eigentlichen Merkmalsuche auch mehrere Filter in Reihe angewandt werden. Ob und welche Filter geeignet sind, hängt ganz von der originalen Aufnahme, deren Ausleuchtung und der anschließenden Merkmalsuche ab.

4.4.2.1 Invertieren

Beim Invertieren werden die Grauwerte der einzelnen Pixel invertiert. Es gibt hier keine weiteren Einstellmöglichkeiten.

4.4.2.2 Helligkeit / Kontrast

Diesen Bildfilter können Sie nutzen, um sowohl die Helligkeit als auch den Kontrast der Bilder zu verändern.

- Helligkeit:

Bei der Anpassung der Helligkeit wird sozusagen die Grauwertverlaufslinie parallel verschoben.

- Kontrast:

Bei der Anpassung des Kontrasts wird die Steigung der Grauwertverlaufslinie verändert (steiler / flacher).

Der Wertebereich für Helligkeit / Kontrast reicht jeweils von -100 bis +100.

HINWEIS: Beachten Sie, dass sowohl bei der Änderung der Helligkeit als auch des Kontrasts Pixel in den Sättigungsbereich des Grauwertverlaufs fallen. Das Bild verliert also Grauwertinformationen.

4.4.2.3 Glättungsfilter

Bildrauschen entsteht durch thermische Fluktuationen im Bildsensor und wird durch eine Bildverstärkung vergrößert. Durch den Einsatz von Glättungsfiltern können das Bildrauschen und auch eventuelle, kleinteilige Oberflächenstrukturen von Objekten in gewissen Grenzen reduziert werden, so dass die zu erkennenden Merkmale deutlicher hervortreten.

Es wird hierbei davon ausgegangen, dass durch eine geeignete Mittelung lokale Störungen der umgebenden Grauwerte reduziert werden können.

4.4.2.3.1 Unschärfefilter

Der Unschärfefilter berechnet den Mittelwert der Grauwerte aller Pixel in einer Nachbarschaft des Pixels als neuen Grauwert des Pixels.

Diese Filteroperation basiert auf einem 'Kernel': Dies ist eine Matrix von Gewichtungsfaktoren, die verwendet werden, wenn ein Pixelwert unter Berücksichtigung der benachbarten Pixel geändert wird.

Alle Elemente des Kernels haben den Wert 1, und das Ergebnis nach dem Aufsummieren wird durch die Anzahl der Elemente im Kernel geteilt.

Die folgenden Parameter sind zu definieren:

Parameter	Erläuterung
Fenstergröße X/Y	<p>Definition der Kernel-Größe (Fenstergröße)</p> <p>Die maximale Fenstergröße ist auf 200 x 200 Pixel beschränkt.</p> <p>HINWEIS: Beachten Sie, dass umso mehr Rechenzeit für diesen Filter verbraucht wird, je größer Sie das Fenster wählen.</p>
^{ExpP} Ankerpunkt X/Y	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Der Ankerpunkt des zu verändernden Pixels liegt standardmäßig im Zentrum des Kernels. Dieser Ankerpunkt kann hier verschoben werden.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Wert (-1, -1): Der Ankerpunkt liegt im Zentrum des Kernels. ■ Wert (0, 0): Der Ankerpunkt ist die linke, obere Ecke des Kernels.

Tab. 4.5: RG_M-005

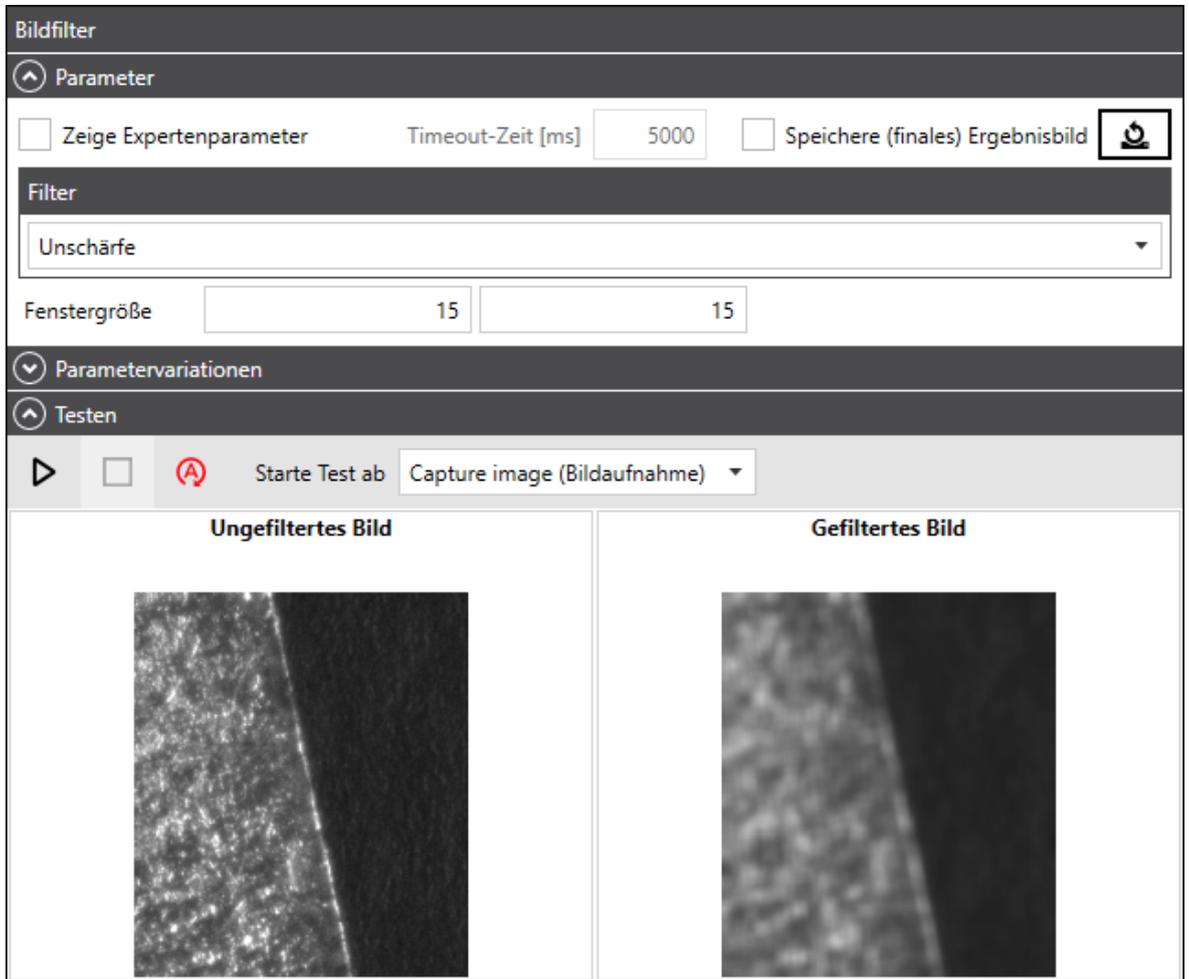


Abb. 4.11: RG_M-AAE

4.4.2.3.2 Median-Unschärfefilter

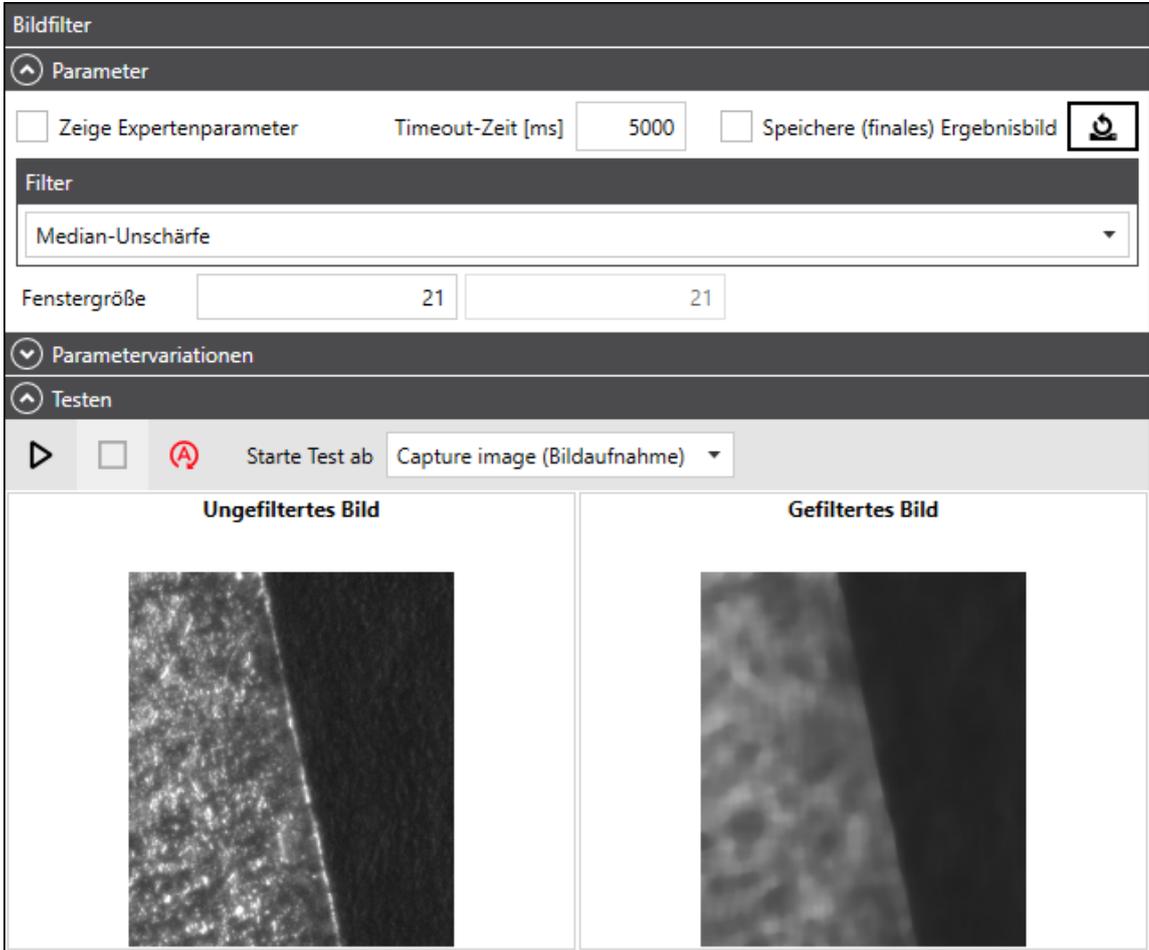
Der Median-Filter ersetzt in einer rechteckigen Region um das Pixel herum den Grauwert jedes Pixels durch den Median-Grauwert. Er reagiert daher weniger empfindlich auf Ausreißer ("Rauschen").

Diese Filteroperation basiert auf einem 'Kernel': Dies ist eine Matrix von Gewichtungsfaktoren, die verwendet werden, wenn ein Pixelwert unter Berücksichtigung der benachbarten Pixel geändert wird.

Die folgenden Parameter sind zu definieren:

Parameter	Erläuterung
Fenstergröße X/Y	Definition der Kernel-Größe (Fenstergröße) Die maximale Fenstergröße ist auf 200 x 200 Pixel beschränkt. HINWEIS: Beachten Sie, dass umso mehr Rechenzeit für diesen Filter verbraucht wird, je größer Sie das Fenster wählen.

Tab. 4.6: RG_M-005



The screenshot shows the 'Bildfilter' (Image Filter) software interface. The 'Parameter' section includes a checkbox for 'Zeige Expertenparameter', a 'Timeout-Zeit [ms]' field set to 5000, and a checkbox for 'Speichere (finales) Ergebnisbild'. The 'Filter' dropdown menu is set to 'Median-Unschärfe'. The 'Fenstergröße' (Window Size) is set to 21 for both X and Y. Below this, there are sections for 'Parametervariationen' and 'Testen'. The 'Testen' section has a play button, a stop button, a red 'A' icon, and a 'Starte Test ab' dropdown menu set to 'Capture image (Bildaufnahme)'. At the bottom, two image preview windows are shown: 'Ungefiltertes Bild' (Unfiltered Image) and 'Gefiltertes Bild' (Filtered Image). The unfiltered image shows a noisy, grainy texture, while the filtered image shows a smoother, less noisy texture.

4.4.2.3.3 Gauß-Unschärfefilter

Diese Filteroperation basiert auf einem 'Kernel': Dies ist eine Matrix von Gewichtungsfaktoren, die verwendet werden, wenn ein Pixelwert unter Berücksichtigung der benachbarten Pixel geändert wird.

Der Gauß-Unschärfefilter verwendet ein Kernel mit einer Gauß-Verteilung.

Der Ergebnis-Grauwert eines Pixels ergibt sich aus einem gewichteten Durchschnitt eines Pixels mit seiner Umgebung. Hierbei wird jedes Kernel-Element mit dem Kehrwert der Summe der Kernel-Elemente (Normalisierungsfaktor) multipliziert.

Beispiel:

Kernel mit einer Größe von 5 x 3 Elementen und $\sigma_X = 1$ und $\sigma_Y = 0,5$:

1	4	7	4	1
7	26	41	26	7
1	4	7	4	1

- Summe der Elemente = 141,
- Normalisierungsfaktor = 1/141.

Die folgenden Parameter sind zu definieren:

Parameter	Erläuterung
Fenstergröße X/Y	Definition der Kernel-Größe (Fenstergröße) Die maximale Fenstergröße ist auf 200 x 200 Pixel beschränkt. HINWEIS: Beachten Sie, dass umso mehr Rechenzeit für diesen Filter verbraucht wird, je größer Sie das Fenster wählen.
Sigma	Halbe Breite des halben Maximums der Gauß-Glockenkurve. Sigma bestimmt die Breite der Gaußschen Glocke, die den Kernel definiert. Dieser Wert hat keine Einheit.

Tab. 4.7: RG_M-005

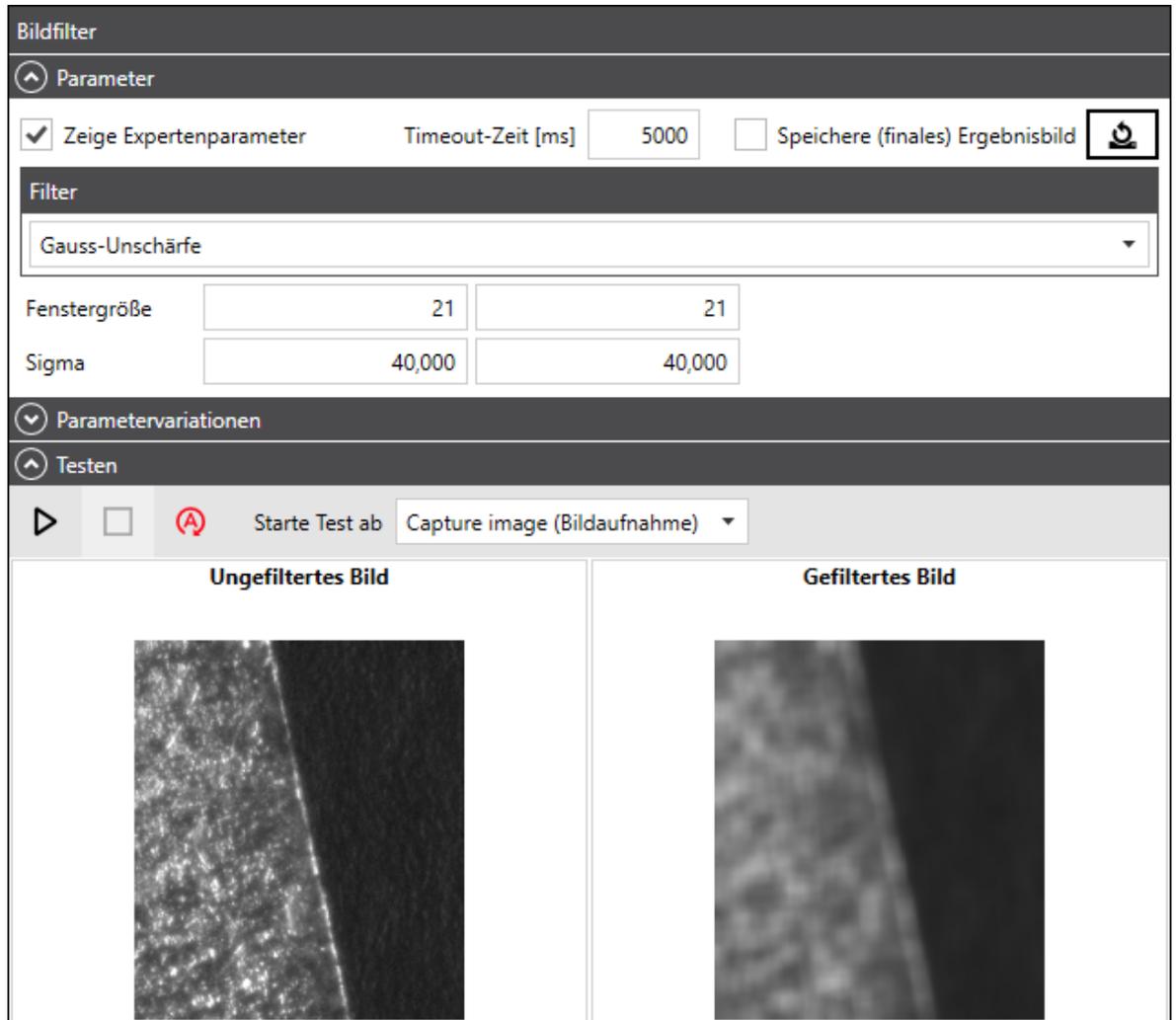


Abb. 4.12: RG_M-AAG

4.4.2.3.4 Bilateral-Unschärfefilter

Der Bilateral-Unschärfefilter enthält im Unterschied zu den anderen Glättungsfiltern die Kanten.

Ähnlich wie beim Gauß-Unschärfefilter ergibt sich der Ergebnis-Grauwert eines Pixels aus einem gewichteten Durchschnitt mit seiner Umgebung.

Er besteht aus zwei Komponenten:

- einer Gauß-Gewichtung und
- einer Gewichtung basierend auf der Grauwertdifferenz zum mittleren Pixel.

HINWEIS: Der Bilateral-Unschärfefilter benötigt mehr Rechenzeit als die anderen Unschärfefilter.

Die folgenden Parameter sind zu definieren:

Parameter	Erläuterung
Durchmesser Pixel-Nachbarschaft [Pixel]	Der Durchmesser der Pixelnachbarschaft, die berücksichtigt wird. <ul style="list-style-type: none"> ■ Wert = -1: Automatische Berechnung in Abhängigkeit von 'Sigma (Ort)'
Sigma (Farbe)	Halbe Breite des halben Maximums der Gauß-Glockenkurve im <i>Raum der Grauwerte</i> .
Sigma (Ort)	Halbe Breite des halben Maximums der Gauß-Glockenkurve im <i>Raum der Orte</i> .

Tab. 4.8: RG_M-006

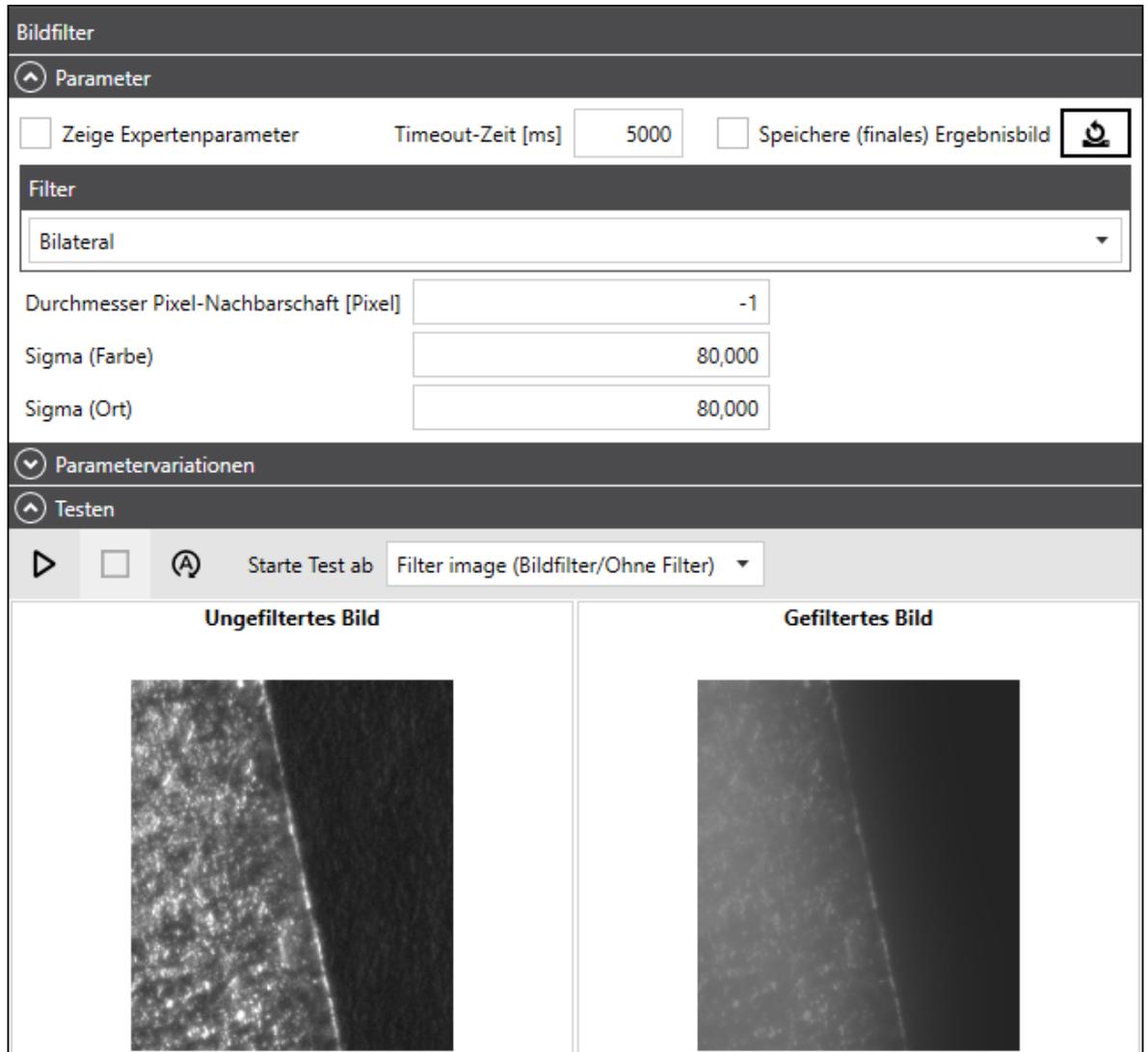


Abb. 4.13: RG_M-AAH

4.4.2.4 Schwellwert-Filter

Bei einem Schwellwert-Filter werden alle Pixel unterhalb und oberhalb vom Schwellwert auf jeweils einen einheitlichen Grauwert gesetzt.

4.4.2.4.1 Schwellwert-Filter - einfach

Der einfache Schwellwert-Filter verändert ein Pixel abhängig von seinem Grauwert und dem Schwellwert. Je nachdem, ob der Grauwert über oder unter dem Schwellwert liegt, wird er auf verschiedene Arten verändert.

Wie der Grauwert verändert wird, hängt von weiteren Parametern ab.

Beispiel:

Eine klassische Binarisierung setzt z. B. alle helleren Pixel mit einem Grauwert < 128 auf den Grauwert = 255 und alle dunkleren Pixel (> 128) auf den Grauwert = 0.

Die folgenden Parameter sind zu definieren:

Parameter	Erläuterung
Schwellwert [0...255]	Grauwertgrenze Pixel, die über diesem Wert liegen, werden auf eine bestimmte Art behandelt. Pixel mit Grauwerten, die unter diesem Wert liegen, werden auf eine andere Art behandelt. Wie die Pixel behandelt werden, hängt vom Schwellwerttyp ab.
Maximalwert [0...255]	Der Maximalwert begrenzt den Endwert bei Aufwärts-Schwellwertoperationen.
^{ExpP} Schwellwerttyp	(Expertenparameter) Der Schwellwerttyp entscheidet darüber, wie der Grauwert g' eines Pixels aus dem originalen Grauwert g berechnet wird. <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Binär:</i> $g' = \text{Wenn } g > \text{Schwellwert, dann } \textit{Maximalwert}; \text{ ansonsten } 0.$ ■ <i>Binär und invertiert :</i> $g' = \text{Wenn } g > \text{Schwellwert, dann } 0; \text{ ansonsten } \textit{Maximalwert}.$ ■ <i>Abschneiden:</i> $g' = \text{Wenn } g > \text{Schwellwert, dann } \textit{Schwellwert}.$ ■ <i>Zu Null:</i> $g' = \text{Wenn } g > \text{Schwellwert, dann } \textit{Schwellwert}; \text{ ansonsten } 0.$ ■ <i>Zu Null und invertiert :</i> $g' = \text{Wenn } g > \text{Schwellwert, dann } 0; \text{ ansonsten } \textit{Schwellwert}.$ Standardmäßig steht die Auswahl auf <i>Binär</i> .

Parameter	Erläuterung
Autom. Schwellwert nach Otsu	Normalerweise wird der Schwellwert als eine feste Zahl vorgegeben. Der Otsu-Algorithmus versucht, automatisch einen optimalen Schwellwert für das Bild zu berechnen.

Tab. 4.9: RG_M-007

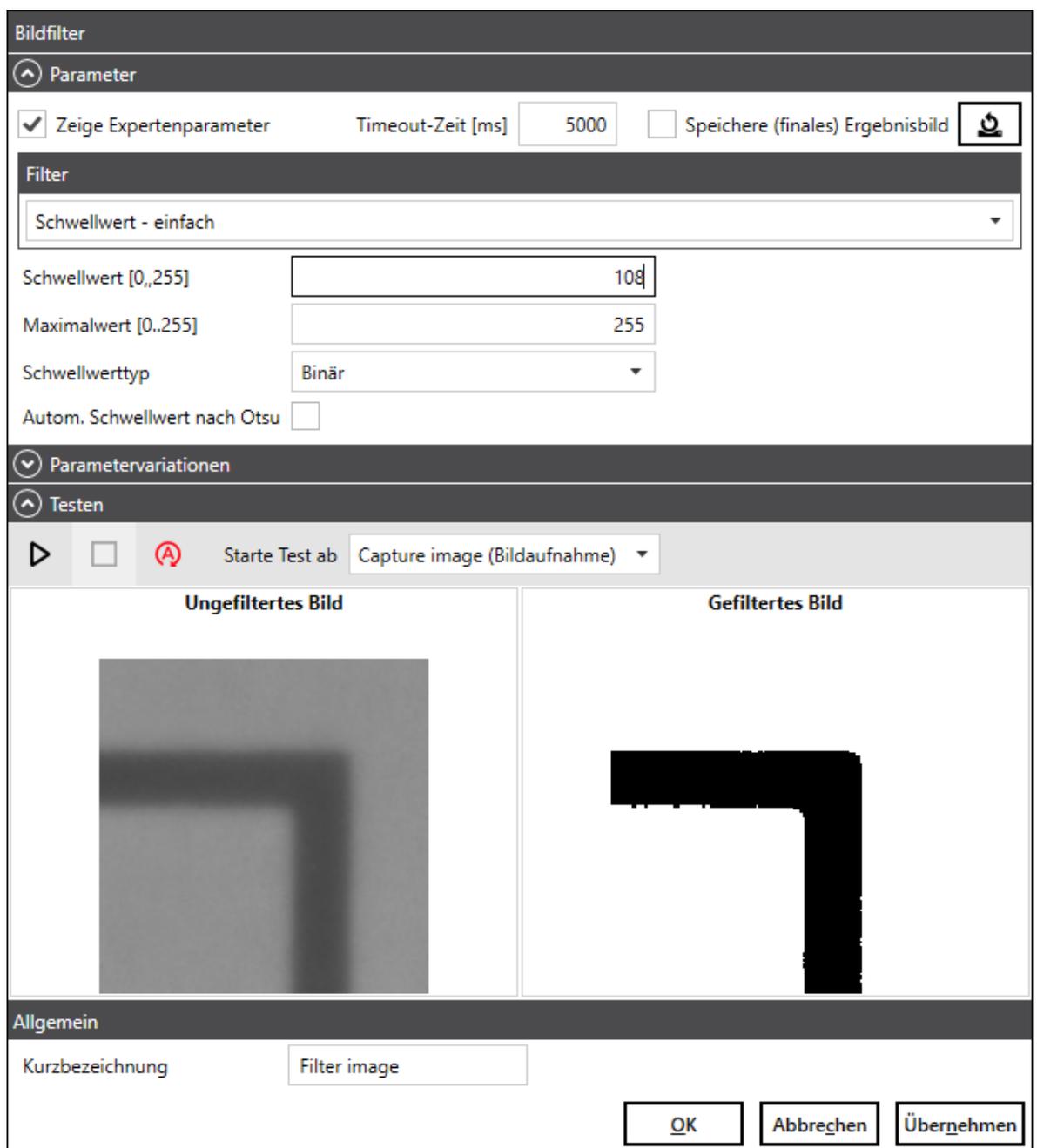


Abb. 4.14: RG_M-AAI

4.4.2.4.2 Schwellwert-Filter - adaptiv

Der adaptive Schwellwert-Filter verwendet keinen konstanten Schwellwert für das gesamte Bild, sondern modifiziert ihn abhängig vom lokalen Kontrast in der Nachbarschaft jedes Pixels automatisch. Falls im Suchbereich die Beleuchtung nicht gleichmäßig ist, kann das hiermit kompensiert werden.

Es gibt zwei adaptive Schwellwerttypen. Es wird jeweils für jedes Pixel ein individueller Schwellwert berechnet, der von den Nachbarpixeln in einem quadratischen Bereich abhängt. Nachdem der Schwellwert eines Pixels berechnet und die Nachbarpixel gewichtet wurden, wird als letzter Schritt ein konstanter Grauwert abgezogen.

Die folgenden Parameter sind zu definieren:

Parameter	Erläuterung
Maximalwert [0...255]	Der Maximalwert begrenzt den Endwert bei Aufwärts-Schwellwertoperationen.
^{ExpP} Adaptiver Schwellwerttyp	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Der Schwellwert basiert auf der Berechnung eines gewichteten Durchschnitts aus den Grauwerten einer quadratischen Region um das Pixel herum minus einer Konstante.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>MeanC</i>: Alle Pixel in der Umgebung werden gleich gewichtet. ■ <i>GaussianC</i>: Alle Pixel in der Umgebung werden mit einer Gauß-Funktion und basierend auf der Entfernung von der Mitte gewichtet. <p>Standardmäßig steht die Auswahl auf <i>MeanC</i>.</p>
^{ExpP} Schwellwerttyp	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Der Schwellwerttyp entscheidet darüber, wie der Grauwert g' eines Pixels aus dem originalen Grauwert g berechnet wird.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Binär</i>: $g' = \text{Wenn } g > \text{Schwellwert, dann } \textit{Maximalwert}, \text{sonst } 0$ ■ <i>Binär und invertiert</i>: $g' = \text{Wenn } g > \text{Schwellwert, dann } 0, \text{sonst } \textit{Maximalwert}$ <p>Standardmäßig steht die Auswahl auf <i>Binär</i>.</p>
^{ExpP} Nachbarschaftsgröße [Pixel]	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Die Größe des quadratischen Bereichs um das Pixel.</p> <p>Standardwert für die Nachbarschaftsgröße beträgt 3 Pixel</p>
^{ExpP} Versatz	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Konstanter Grauwert, der im letzten Schritt abgezogen wird.</p> <p>Der Standardwert für den Versatz beträgt Null.</p>

Tab. 4.10: RG_M-008

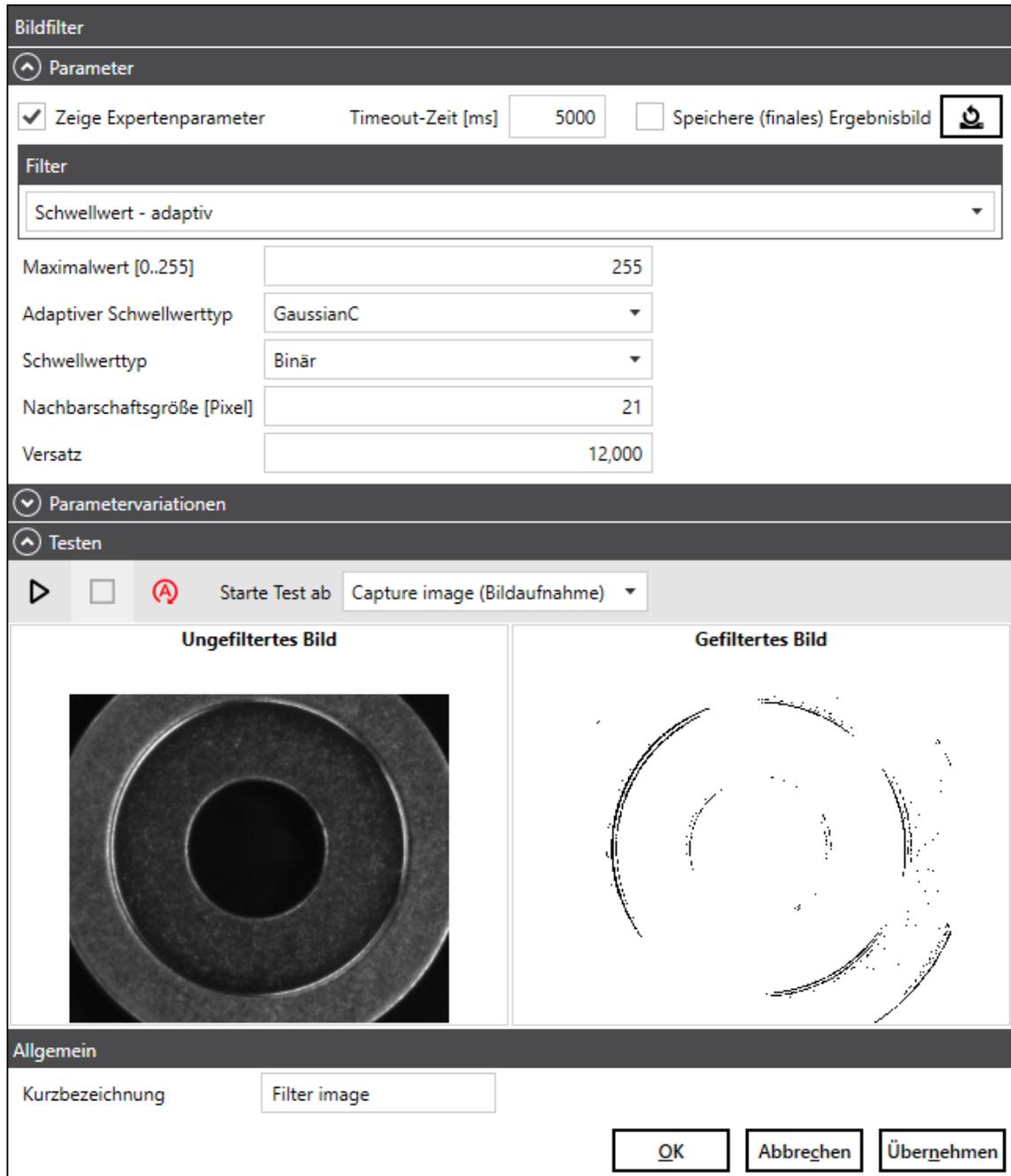


Abb. 4.15: RG_M-AAJ

4.4.2.5 Histogramm-Ausgleich-Filter

Der Histogramm-Ausgleich basiert auf dem Verfahren der Histogramm-Spreizung. Wenn es nur relativ wenige dunkle oder helle Pixel in dem Grauwertbild gibt, führt der Histogramm-Ausgleich zu einer deutlichen Erhöhung des Kontrasts.

Dieser Filter erfordert keine Parametrisierung.

Beispiel:

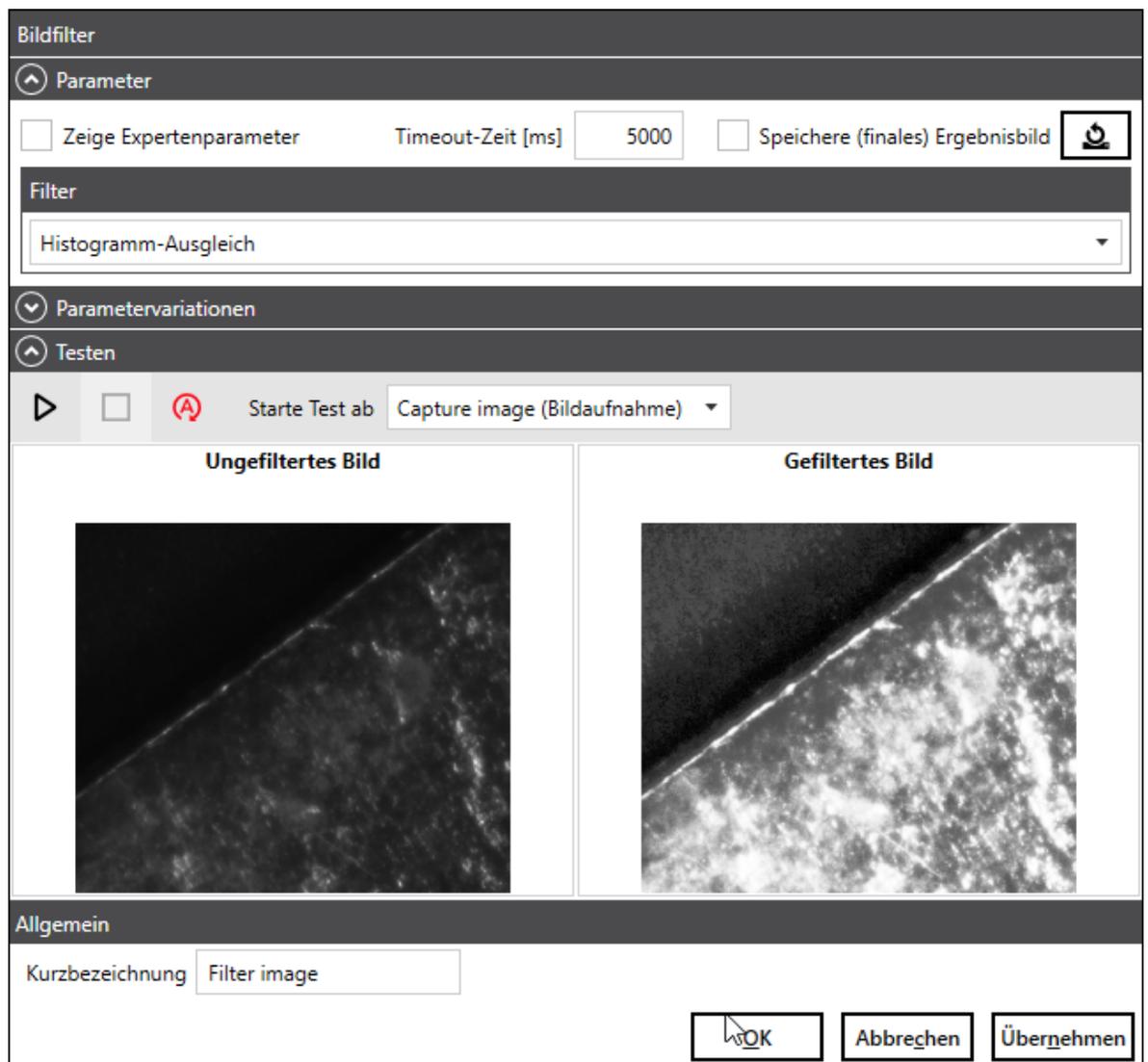


Abb. 4.16: RG_M-AAD

Dazugehörige Histogramm-Kurven:

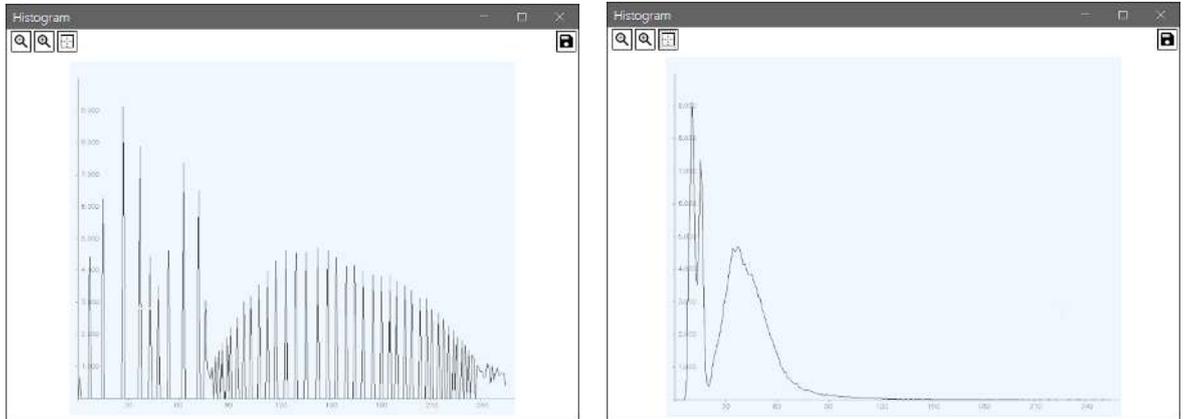


Abb. 4.17: RG_M_AAE

4.4.2.6 Filter "Rauschen hinzufügen"

Dieser Filter fügt dem Originalbild verschiedene Arten von Bildrauschen hinzu.

Diese Art von Filter dient im Gegensatz zu den meisten anderen Filtern dazu, das Originalbild bewusst zu verändern, um die Bilderkennung auf Robustheit zu testen.

Alternativ können Sie bewusst Versatz- und Rotationswerte einstellen, um diese dann als Prozesstransformation zu erhalten, und so die Bilderkennung zu testen.

Die folgenden Parameter sind zu definieren:

Element	Erläuterung
Typ: Salz und Pfeffer Dieser Typ fügt dem Bild Salz- und Pfeffer-Rauschen hinzu. Schwarze Pixel werden zuerst hinzugefügt. Weiße Pixel können schwarze Pixel daher überschreiben.	
Schwellwert [0...1000]	Für jedes Pixel im Bild wird eine zufällige Zahl zwischen 0 und 1000 erzeugt. Nur wenn diese Zahl größer oder gleich dem Schwellwert ist, wird das Pixel verändert.
ExpP Anfangswert für Zufallsgenerator	(Expertenparameter) Wenn dieser Wert verschieden von 0 ist, wird er als Basiswert ("Seed") für den Zufallszahlengenerator verwendet. D. h., der Generator erzeugt dann immer dieselbe Sequenz an Zahlen.
Salz	Wenn aktiviert, werden dem Bild an zufälligen Positionen weiße Pixel hinzugefügt.
Pfeffer	Wenn aktiviert, werden dem Bild an zufälligen Positionen schwarze Pixel hinzugefügt.

Element	Erläuterung
Typ: Versatz-Variation Dieser Typ verschiebt das Bild zufällig oder um einen festen Wert.	
Versatz [mm] X / Y	Das Bild des Suchbereichs wird um diese Werte verschoben. Wenn die 'Zufallswerte' aktiviert sind, werden Zufallswerte innerhalb der angegebenen Plus- / Minusgrenzen erzeugt; in diesem Fall spielen die Vorzeichen keine Rolle.
Zufallswerte	Wenn aktiviert, werden Zufallswerte in dem angegebenen Plus- / Minus-Bereich erzeugt. Andernfalls werden die angegebenen Werte verwendet.
Typ: Rotationsvariation Dieser Typ rotiert das Bild zufällig oder um einen festen Wert.	
Rotation [°]	Das Bild des Suchbereichs wird um diesen Wert rotiert. Wenn 'Zufallswerte' aktiviert ist, werden Winkelwerte zufällig im angegebenen Plus- / Minus-Bereich erzeugt; das Vorzeichen spielt in diesem Fall keine Rolle.
Zufallswerte	Wenn aktiviert, werden Zufallswerte in dem angegebenen Plus- / Minus-Bereich erzeugt. Andernfalls werden die angegebenen Werte verwendet.

Tab. 4.11: RG_M-009

4.4.2.7 Filter "Rauschen entfernen"

Dieser Filter entfernt Rauschen aus einem Bild mit Hilfe des sogenannten "Fast Non-Local Means Denoising"-Algorithmus (FNLMD).

Im Unterschied zum lokalen Entrauschen, wie es z. B. mit dem Median-Filter gemacht wird, wird nicht nur die lokale Umgebung eines Pixels berücksichtigt, sondern ähnliche Pixel und ihre Umgebung in einem größeren Bereich.

Wenn ein Bild sich wiederholende Strukturen enthält, werden mit dieser Methode gute Resultate erzielt.

Zum einen wird ein 'Schablonen'-Fenster verwendet, welches über das Bild bewegt wird und möglicherweise in der Mitte ein verrauschtes Pixel enthält. Des Weiteren gibt es ein größeres 'Suchfeld'-Fenster, welches nach einer ähnlichen Pixelanordnung abgesucht wird.

Wird eine ähnliche Pixelanordnung gefunden, kann das verrauschte Pixel repariert werden.

Beim Vergleichen der Schablone mit dem Suchfenster wird mit dem 'Gewichtung'-Parameter gesteuert, wie schnell ein Pixel bei wachsender Entfernung irrelevant wird.

Die folgenden Parameter sind zu definieren:

Parameter	Erläuterung
Schablonenfenstergröße [Pixel]	Ein Fenster dieser Größe wird über das Bild geschoben, um zu prüfen, ob das mittlere Pixel verrauscht ist. Das Feld erlaubt entsprechend nur ungerade Zahlenwerte.
Suchfenstergröße [Pixel]	In der Umgebung dieser Größe um jedes Pixel herum sucht der Algorithmus nach einer ähnlichen Region wie im Schablonenfenster. HINWEIS: Das Suchfeld sollte größer gewählt werden als das Schablonenfenster.
Gewichtung	Dieser Parameter steuert, wie relevant eine Region bei steigender Entfernung zum Schablonenfenster ist.

Tab. 4.12: RG_M-010

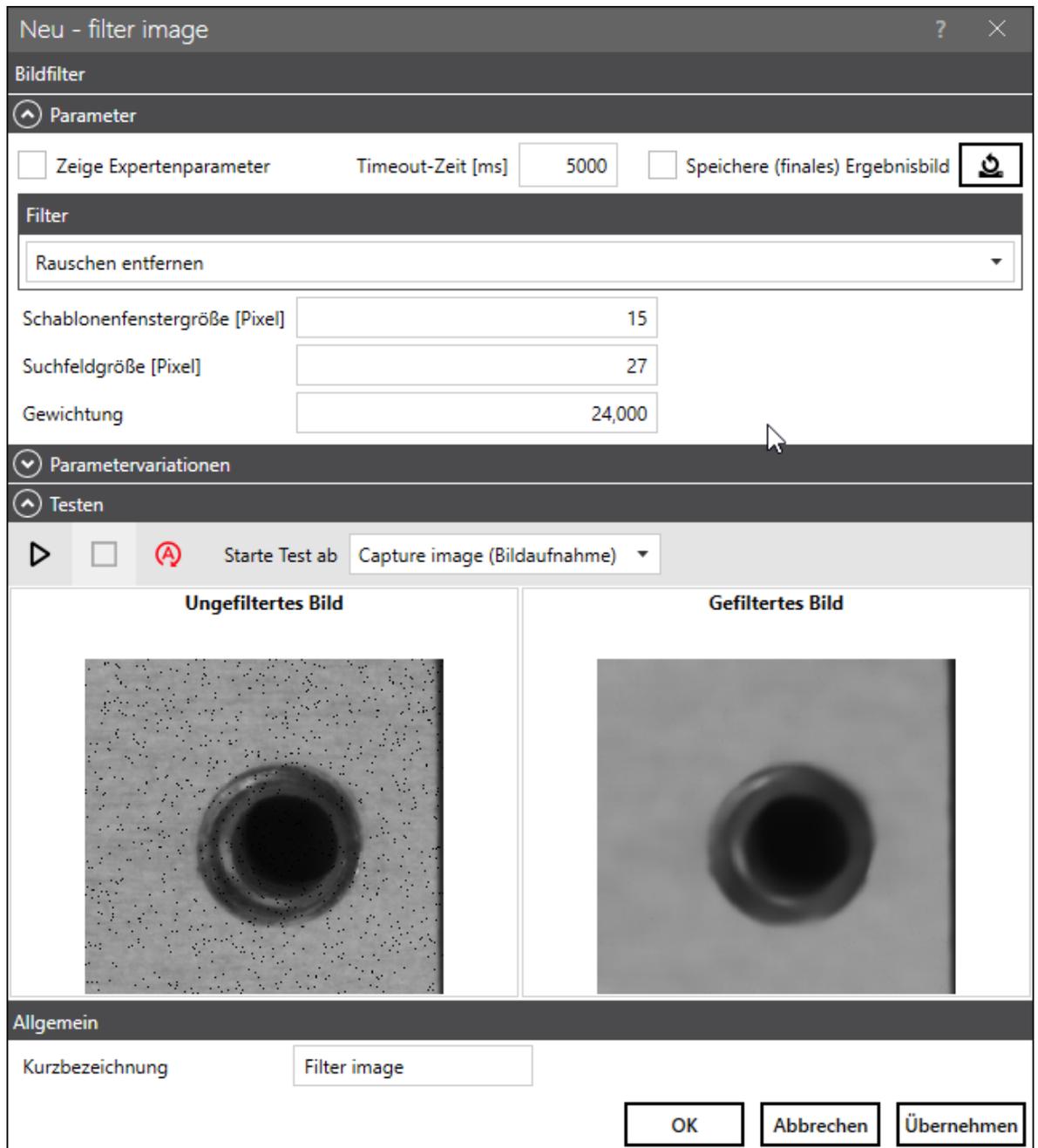


Abb. 4.18: RG_M-AAK

4.4.2.8 Anwenderdefinierter (Kernel-) Filter

Diese Filteroperation basiert auf einem 'Kernel': Dies ist eine Matrix von Gewichtungsfaktoren, die verwendet werden, wenn ein Pixelwert unter Berücksichtigung der benachbarten Pixel geändert wird.

Die Kernel-Struktur kann hier im Vergleich zu anderen Kernel-basierten Filtern frei definiert werden.

Mit diesem Filter lassen sich bei geeigneter Definition des Kernels Strukturen verstärken.

Die folgenden Parameter sind zu definieren:

Parameter	Erläuterung
Fenstergröße X/Y	Definition der Kernel-Größe (Fenstergröße) Die maximale Fenstergröße ist auf 21 x 21 Pixel beschränkt. HINWEIS: Beachten Sie, dass umso mehr Rechenzeit für diesen Filter verbraucht wird, je größer Sie das Fenster wählen.
^{ExpP} Ankerpunkt X/Y	(Expertenparameter) Der Ankerpunkt des zu verändernden Pixels liegt standardmäßig im Zentrum des Kernels. Dieser Ankerpunkt kann hier verschoben werden. <ul style="list-style-type: none"> ■ Wert (-1, -1): Der Ankerpunkt liegt im Zentrum des Kernels. ■ Wert (0, 0): Der Ankerpunkt ist die linke, obere Ecke des Kernels.
Delta	Der Delta-Wert wird nach der Berechnung der Faltung auf das Ergebnis addiert, wodurch das Bild heller oder dunkler wird.
Kernel-Matrix	Eine Matrix aus Eingabefeldern entsprechend der zuvor definierten Fenstergröße.
[Alle setzen]	Klicken sie auf diese Schaltfläche, um die gesamte Matrix mit Eins-Werten zu füllen.
[Alle zurücksetzen]	Klicken sie auf diese Schaltfläche, um die gesamte Matrix auf Null-Werte zurückzusetzen.

Tab. 4.13: RG_M-032

4.4.2.9 Strukturbasierte Filter

Mit diesen Filtern lassen sich Kernel mit bestimmten Strukturen erzeugen (z. B. Ellipse, Kreuz), die dann Pixel-Bereiche mit gleicher Struktur entweder hinzufügen bzw. entfernen.

4.4.2.9.1 Dilatation (Erweiterung)

Dieser Filter führt eine sogenannte morphologische Transformation durch.

Die Dilatation ist eine Faltung, die für ein Pixel den maximalen Grauwert im Bereich des Kernels zurückgibt. Das bedeutet, die Dilatation verdickt helle Regionen. Einzelne dunkle Pixel werden dadurch eliminiert.

Die folgenden Parameter sind zu definieren:

Parameter	Erläuterung
Fenstergröße X/Y	Definition der Kernel-Größe (Fenstergröße) Die maximale Fenstergröße ist auf 21 x 21 Pixel beschränkt. HINWEIS: Beachten Sie, dass umso mehr Rechenzeit für diesen Filter verbraucht wird, je größer Sie das Fenster wählen.
^{ExpP} Ankerpunkt X/Y	(Expertenparameter) Der Ankerpunkt des zu verändernden Pixels liegt standardmäßig im Zentrum des Kernels. Dieser Ankerpunkt kann hier verschoben werden. <ul style="list-style-type: none"> ■ Wert (-1, -1): Der Ankerpunkt liegt im Zentrum des Kernels. ■ Wert (0, 0): Der Ankerpunkt ist die linke, obere Ecke des Kernels.
^{ExpP} Wiederholungen	(Expertenparameter) Dieselbe Dilatation oder Erosion kann mehrmals angewandt werden, entsprechend diesem Parameter.
Kernel-Form	Diese Liste vereinfacht die Eingabe von Nullen und Einsen im Kernel in spezifischen Formen. Ein Kreuz kann z. B. Gitterlinien im Bild entfernen.
Kernel-Matrix	Eine Matrix aus Eingabefeldern entsprechend der zuvor definierten Fenstergröße. Grundsätzlich wird bei diesen Werten nur zwischen Null und ungleich Null (z. B. 1) unterschieden.
[Alle setzen]	Klicken sie auf diese Schaltfläche, um die gesamte Matrix mit Eins-Werten zu füllen.
[Alle zurücksetzen]	Klicken sie auf diese Schaltfläche, um die gesamte Matrix auf Null-Werte zurück zu setzen.

Tab. 4.14: RG_M-032

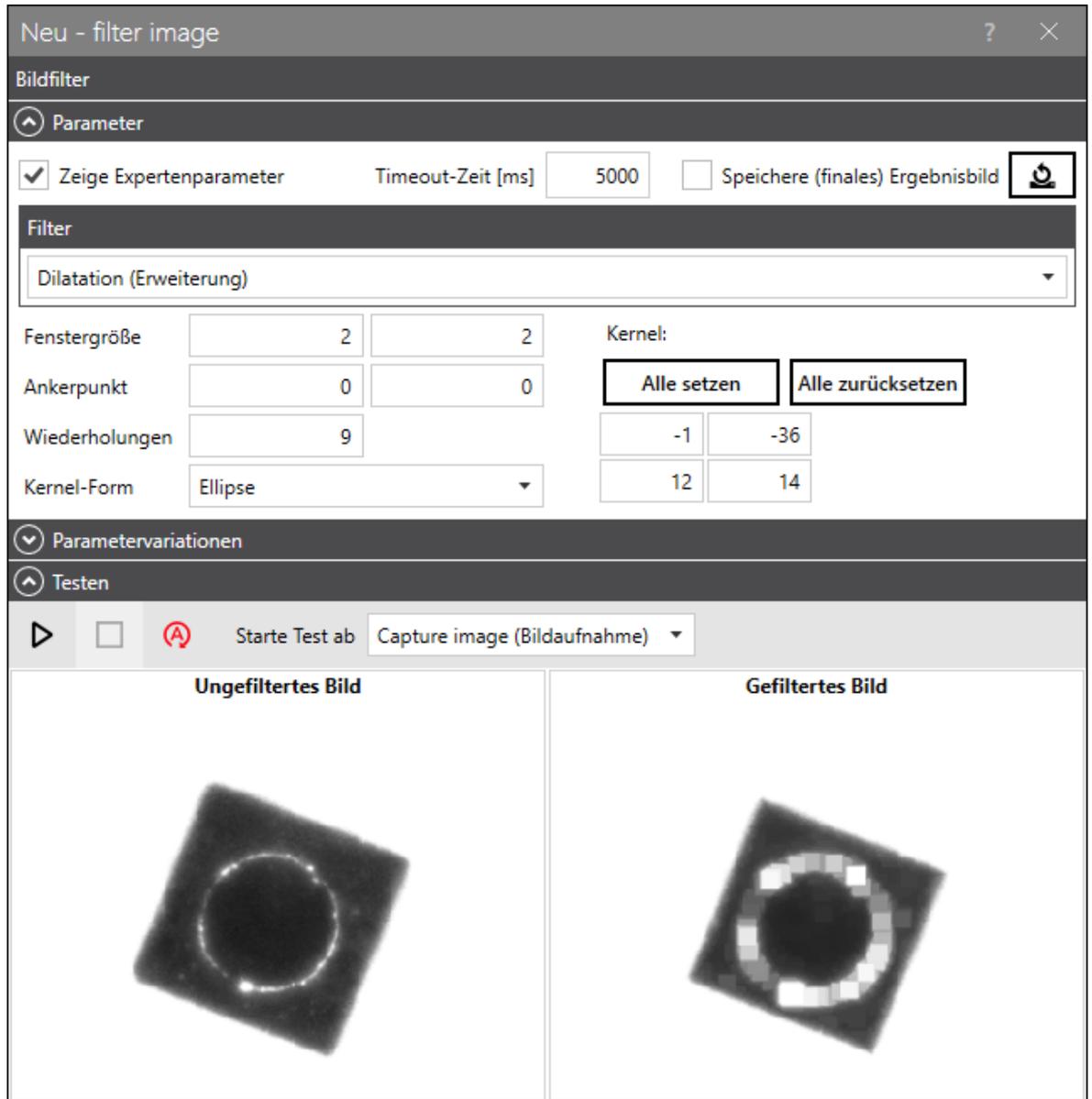


Abb. 4.19: RG_M-AAL

4.4.2.9.2 Erosion (Abtrag)

Dieser Filter führt eine sogenannte morphologische Transformation durch.

Die Erosion ist eine Faltung, die für ein Pixel den minimalen Grauwert im Bereich des Kernels zurückgibt. Das bedeutet, die Erosion verdünnt helle Regionen.

Einzelne, helle Pixel werden dadurch eliminiert.

Die folgenden Parameter sind zu definieren:

Parameter	Erläuterung
Fenstergröße X/Y	Definition der Kernel-Größe (Fenstergröße) Die maximale Fenstergröße ist auf 21 x 21 Pixel beschränkt. HINWEIS: Beachten Sie, dass umso mehr Rechenzeit für diesen Filter verbraucht wird, je größer Sie das Fenster wählen.
^{ExpP} Ankerpunkt X/Y	(Expertenparameter) Der Ankerpunkt des zu verändernden Pixels liegt standardmäßig im Zentrum des Kernels. Dieser Ankerpunkt kann hier verschoben werden. <ul style="list-style-type: none"> ■ Wert (-1, -1): Der Ankerpunkt liegt im Zentrum des Kernels. ■ Wert (0, 0): Der Ankerpunkt ist die linke, obere Ecke des Kernels.
^{ExpP} Wiederholungen	(Expertenparameter) Dieselbe Dilatation oder Erosion kann mehrmals angewandt werden, entsprechend diesem Parameter.
Kernel-Form	Diese Liste vereinfacht die Eingabe von Nullen und Einsen im Kernel in spezifischen Formen. Ein Kreuz kann z. B. Gitterlinien im Bild entfernen.
Kernel-Matrix	Eine Matrix aus Eingabefeldern entsprechend der zuvor definierten Fenstergröße. Grundsätzlich wird bei diesen Werten nur zwischen Null und ungleich Null (z. B. 1) unterschieden.
[Alle setzen]	Klicken sie auf diese Schaltfläche, um die gesamte Matrix mit Eins-Werten zu füllen.
[Alle zurücksetzen]	Klicken sie auf diese Schaltfläche, um die gesamte Matrix auf Null-Werte zurück zu setzen.

Tab. 4.15: RG_M-032

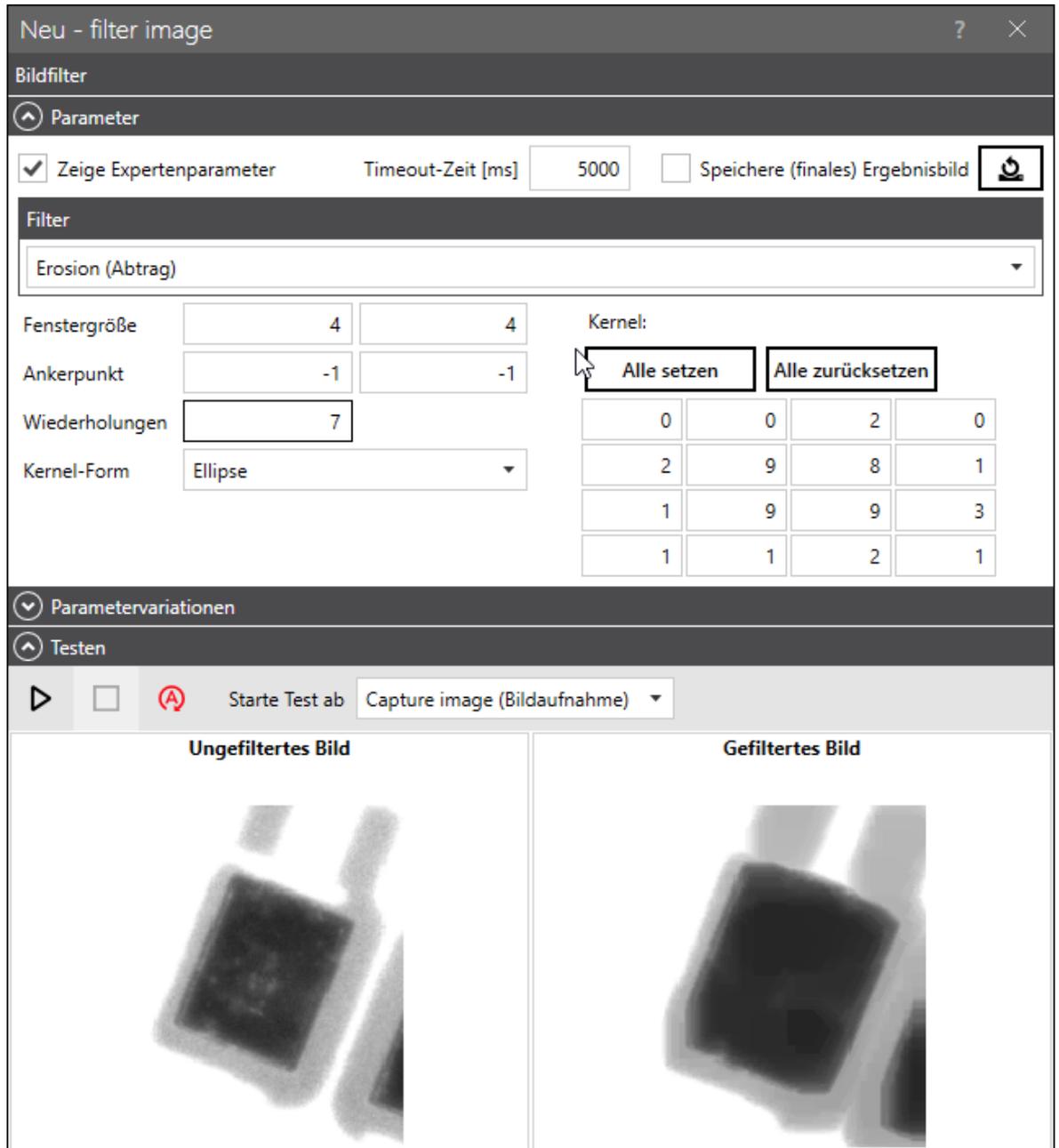


Abb. 4.20: RG_M-AAN

4.4.2.10 Filter "Maskieren"

Dieser Filter überlagert das Bild mit einem benutzerdefinierten Bild als Maske.

Alle Pixel im Bild, an deren Position die Maske schwarze Pixel hat, bleiben erhalten, alle anderen Pixel werden auf einen einheitlichen, vorzugebenden Grauwert gesetzt.

Empfohlenes Vorgehen:

1. Doppelklicken Sie auf das Bild 'Vorher' und speichern Sie es als Vorlage für die Maske.
2. Öffnen Sie das gespeicherte Bild in einem Grafikprogramm (für Pixelgrafiken).
3. Überdecken Sie alle Pixel schwarz, die sie später beibehalten wollen.
4. Speichern Sie dieses modifizierte Bild als Maske.
5. Geben Sie Pfad und Dateiname in das Feld *Maskierungsdatei* ein.
6. Setzen Sie den Grauwert auf einen geeigneten Wert.

Die folgenden Parameter sind zu definieren:

Parameter	Erläuterung
Maskierungsdatei	Wählen Sie die Bilddatei aus, die „maskiert“ wurde.
Grauwert	Geben Sie hier den Grauwert ein, den alle Pixel innerhalb der Maske zugewiesen bekommen sollen.

Tab. 4.16: RG_M-012

Beispiel:

Originalbild mit diversen Strukturen, wobei nur der Kreis erkannt werden soll.

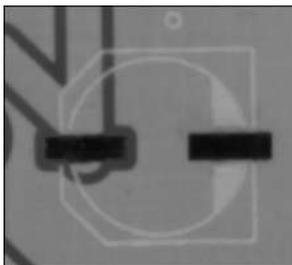


Abb. 4.21: RG_M-AAO

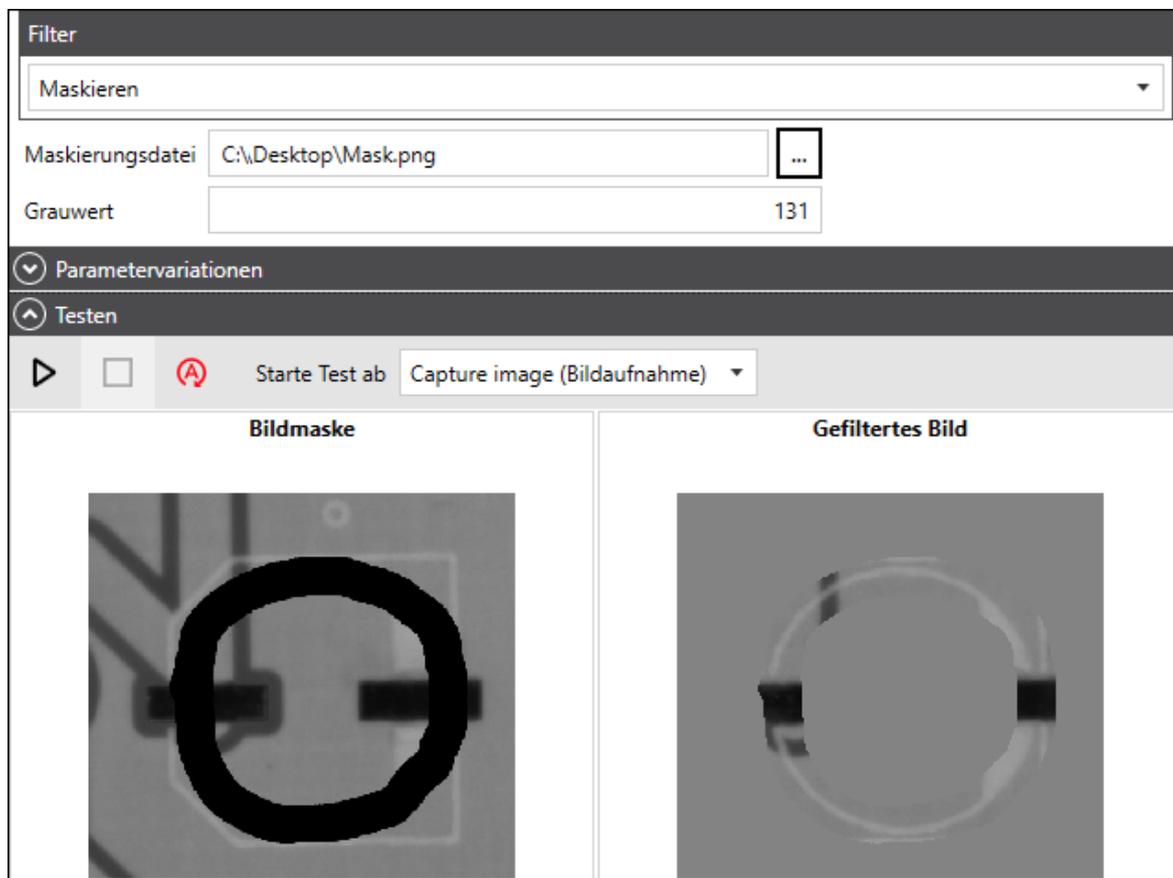


Abb. 4.22: RG_M-AAP

4.4.3 Suche von Merkmalen

RAYGUIDE MATCH bietet Ihnen einen definierten Umfang an Suchen für Bauteilmerkmale. In der Regel suchen diese Algorithmen nach definierten Geometrien am Bauteil, wie z. B. gerade Kanten, Kreise, Ecken.

Welche Suche sich eignet, hängt primär von den Formen des zu erkennen Bauteils ab.

HINWEISE:

- Das zu erkennende Merkmal muss in einer festen Referenz zu der zu bearbeitenden Geometrie stehen.
Werden z. B. zwei Ecken eines Rechtecks gesucht, um eine Kontur im Rechteck zu schweißen, muss die Lage der Schweißkontur zur Außenkontur unverändert bleiben.
- Die Position der Merkmale im Scan-Feld sollte so sein, dass sie gut zu beleuchten sind und auch keine Abschattung durch sonstige Anbauten erfahren.
- Die Oberflächenbeschaffenheit sollte möglichst einheitlich und sauber sein. Dies gilt insbesondere für die Merkmale.
- Sie können auch Markierungen auf dem Bauteil verwenden. In diesem Fall ist jedoch Hinweis 1 besonders zu beachten. Dies gilt auch, wenn das zu kennzeichnende Bauteil aus mehreren Komponenten besteht.
- Jede Suche darf im Resultat genau ein Ergebnis liefern. Suchen, die kein oder mehr als ein Ergebnis liefern, werden im automatischen Ablauf als Fehler gewertet.

Die Anzahl und die Art der Suchvorgänge, die für eine korrekte Bestimmung der Position der Komponenten geeignet sind, hängt davon ab, ob Sie pro Bauteil nur einen Versatz, nur eine Rotation, oder eine Kombination aus Versatz und Rotation erwarten.

Welche Fehlstellung wird pro Bauteil erwartet?	Welche Suche bzw. Suchen bieten sich dafür an?
Fehlplatzierung bedingt nur durch XY Offset	Eine Kreissuche
	Eine Eckensuche
	Eine Vorlagensuche
	Zwei Grauwertübergangssuchen (möglichst rechter Winkel)
Fehlplatzierung bedingt nur durch Rotation	Eine Liniensuche
	Zwei Eckensuchen
	Zwei Kreissuchen
Fehlplatzierung bedingt durch Offset und Rotation	Zwei Eckensuchen
	Zwei Kreissuchen
	Zwei Vorlagen-Suchen
	Jeweils Ecken-, Kreis-, Vorlagen-Suchen in gemischter Zweier-Kombination
	Zwei Liniensuchen, wobei der Schnittpunkt der Linien in der Nähe der beiden Suchbereiche liegen sollte.

Tab. 4.17: RG_M-031

ANWENDERHINWEIS:

Bei den meisten Suchen können Sie die Suchparameter so wählen, dass Sie mehrere Suchergebnisse erhalten, die Sie dann durch geeignete Auswahlkriterien auf ein Suchergebnis reduzieren können.

Ausnahme: Suchen, die auf Grauwertübergängen basieren.

4.4.3.1 Geometrische Merkmale suchen

4.4.3.1.1 Liniensuche

Bei einer Liniensuche ist das Merkmal, das es zu erkennen gilt, eine gerade Kante.

Die Komponenten, mit denen eine Gerade beschrieben werden kann, sind in der Zeichnung unten aufgeführt:

- Zwei Punkte, insbesondere z. B. die Start- und Endpunkte P1 und P2.
- Das Zentrum C der Geraden, also die Mitte zwischen P1 u P2.
- Der Abstand des Zentrums C vom Ursprung.
- Der Lot-Punkt (Plumb point), an dem die Senkrechte der Geraden, die durch den Ursprung läuft, die Gerade schneidet.
- Der Abstand r der Geraden vom Ursprung, also der Abstand zwischen Ursprung und Lot-Punkt.
- Der Winkel ϕ zwischen der x-Achse und der Senkrechten durch den Lotpunkt.
- Der Winkel $angle$ zwischen der Geraden und der x-Achse.

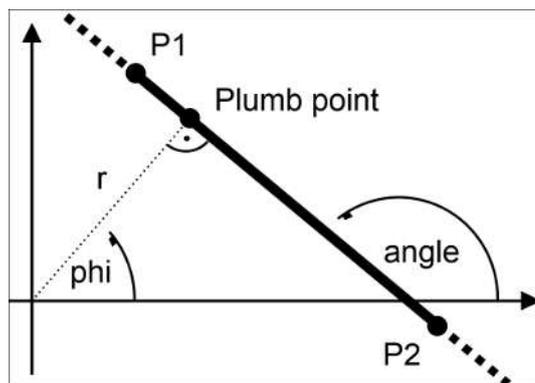


Abb. 4.23: RG_M-AAQ

Ergebnis:

Die Liniensuche liefert im Wesentlichen nur einen 1-dimensionalen Versatz senkrecht zur Linie und den Winkel der Linie. Sie ist damit nicht so effektiv wie Suchen, die eine vollwertige Koordinate liefern.

Es stehen drei Erkennungsmethoden zur Auswahl, die im Folgenden genauer beschrieben werden:

- Ausgleichsgerade,
- „Fast Line“ und
- Grauwertübergangslinie.

4.4.3.1.1.1 Liniensuche mit Erkennungsmethode „Ausgleichsgerade“

Den charakteristischen Anteil dieser Suche beschreibt der nachfolgende Algorithmus, der in drei Schritten abläuft:

1. Die gefundenen Kanten werden in Konturen umgewandelt.
Konturen sind Listen von verbundenen Punkten.
2. Jede gefundene Kontur wird in mehrere Konturen aufgespalten, indem sie durch ein Polygon approximiert wird (grüne Linien in der Zeichnung).
Die Konturpunkte, aus denen ein Polygonschenkel hervorgegangen ist, bilden die Teilpunkte der aufgespaltenen Kontur.
3. Die Punkte in jeder Teilkontur werden verwendet, um eine Ausgleichsgerade zu berechnen (blaue Linie in der Zeichnung).

Die Anpassung geschieht dabei durch Minimierung einer Kostenfunktion (Summe der Abstände zwischen den Punkten und der gesuchten Linie):

$$\sum \rho(r)$$

Abb. 4.24: RG_M-ACB

Es sind verschiedene Distanzfunktionen $\rho(r)$ verfügbar. Sie unterscheiden sich z. B. im Einfluss von Ausreißerpunkten. Eine der Distanzfunktionen ist die häufig verwendete Anpassung durch kleinste Quadrate.

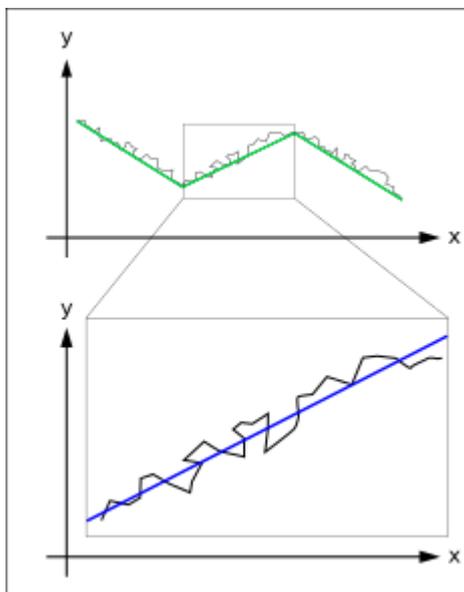
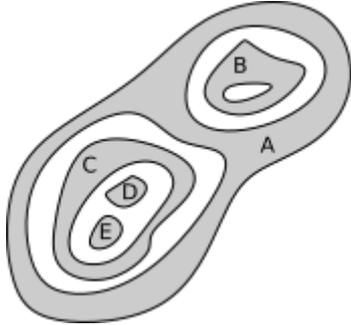


Abb. 4.25: RG_M_ABB

Die folgenden Parameter sind zu definieren:

Parameter	Erläuterung
Kantenerkennung (Canny)	<p>Eine Kantenerkennung ist häufig der erste Schritt bei der Suche nach Objekten. Der Canny-Kantendetektor ist eine Verbesserung des simplen Laplace-Filters. Der Laplace-Filter berechnet Grauwertgradienten nur in zwei Richtungen.</p> <p>Der Canny-Kantendetektor verwendet jene beiden Grauwertgradienten zur Berechnung von Gradienten in vier Richtungen. Außerdem gibt es einen zweiten Schwellwert, der eine Art Konturermittlung erlaubt.</p>
Überspringen	<p>Die Canny-Kantenerkennung kann unerwünschte Kanten erkennen, wenn zuvor Filter mit binären Schwellwerten verwendet wurden.</p> <p>Daher funktioniert die Merkmalerkennung in diesem Fall besser ohne die Canny-Kantenerkennung.</p>
Canny-Schwellwert 1 / <small>ExpP</small> Canny-Schwellwert 2	<p>Es gibt zwei Schwellwerte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Canny-Schwellwert 1 und ■ Canny-Schwellwert 2 (Expertenparameter). <p>Der eine ist der obere, der andere der untere Schwellwert.</p> <p>Es ist unerheblich, welcher Schwellwert der obere oder welcher der untere ist - sie werden bei Bedarf getauscht.</p> <p>Es gelten die folgenden Schwellwertregeln:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Gradient eines Pixels > oberer Schwellwert:</i> Das Pixel wird als Kantenpixel akzeptiert. ■ <i>Gradient eines Pixels < unterer Schwellwert:</i> Das Pixel wird zurückgewiesen. ■ <i>oberer Schwellwert > Gradient eines Pixels > unterer Schwellwert:</i> Das Pixel wird nur dann als Teil der Kante akzeptiert, wenn es mit einem Pixel verbunden ist, dessen Gradient oberhalb des oberen Schwellwertes ist. <p>Die Standardwerte sind 120 und 180.</p>
Fenstergröße	<p>Die erste Phase der Canny-Kantenerkennung ist eine Filterung mit dem Sobel-Operator.</p> <p>Die Fenstergröße ist dabei die Größe der verwendeten Matrix. Der Wert 5 bedeutet beispielsweise, dass die Matrix die Größe von 5 x 5 Pixel hat.</p> <p>Der Standardwert dafür sind 3 Pixel.</p>

Parameter	Erläuterung
^{ExpP} L2 Gradient	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Bei der Berechnung des Richtungsgradienten kann die korrekte L2-Norm verwendet werden oder die ungenauere, aber schnellere L1-Norm.</p> <p>Diese Option ist standardmäßig nicht aktiv.</p>
<p>Ausgleichsgerade</p> <p>Konturerkennung</p> <p>Mehrere Pixel einer Kante bilden eine Kontur. Eine Kontur ist eine Liste von Punkten, die eine Kurve in einem Bild repräsentieren. Konturen können ineinander verschachtelt sein; sie trennen dunkle von hellen Regionen im Bild.</p> <p>Abhängig von der Anwendung sind Darstellungen als Konturbaum, als Liste aller Konturen oder auch nur als der äußersten Kontur von Interesse.</p> <p><u>Beispiel:</u></p> <p>In der Zeichnung gibt es fünf dunkle Regionen (A bis E), die neun Konturen aufweisen. Wegen der Verschachtelung kann man einen Konturbaum aufbauen, der zeigt, welche Kontur in welcher anderen enthalten ist.</p>	
	
^{ExpP} Erkennungstyp	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Es gibt verschiedene Arten, wie Konturen ermittelt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>External</i>: Nur die äußerste Kontur einer Konturhierarchie wird zurückgeliefert. ■ <i>List</i>: Alle Konturen einer Konturhierarchie werden zurückgeliefert. <p>Die Auswahl steht standardmäßig auf <i>External</i>.</p>

Parameter	Erläuterung
^{ExpP} Annäherungsmethode	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Es gibt verschiedene Möglichkeiten, eine Kontur zu repräsentieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>ChainCode</i>: Konturen werden im Freeman-Chain-Code ausgegeben. Alle anderen Methoden geben Polygone zurück (Punktlisten). ■ <i>ChainApproxNone</i>: Übersetzt alle Punkte des Kontur-Codes in Punkte. Jeder Punkt ist einer der acht Nachbarn eines Punktes. Es wird keine Reduzierung der Konturgröße durch Approximation durchgeführt. ■ <i>ChainApproxSimple</i>: Komprimiert horizontale, vertikale und diagonale Segmente, indem nur die Endpunkte gespeichert werden. Im Fall eines horizontalen Rechtecks bleiben z. B. nur die Eckpunkte übrig. ■ <i>ChainApproxTc89L1</i>: Der Teh-Chin Chain-Approximationsalgorithmus wird verwendet. Er ist elaborierter als <i>ChainApproxSimple</i>. ■ <i>ChainApproxTc89Kcos</i>: Auch eine Teh-Chin Chain-Approximation, aber mit geringen Unterschieden. <p>Die Auswahl steht standardmäßig auf <i>ChainApproxSimple</i>.</p>

Parameter	Erläuterung
Linienannäherung	
Durch eine grobe Polygonapproximation wird eine Kontur in mehrere Konturen aufgespalten. Jedes Teilstück der Kontur kann anschließend separat weiterbearbeitet werden.	
^{ExpP} Epsilon [mm]]	(Expertenparameter) Dieser Parameter steuert die Genauigkeit der Approximation. Er gibt die größte, erlaubte Abweichung zwischen der Kontur und den Ergebnislinien an. Der Standardwert ist auf 0,1mm gesetzt.
^{ExpP} Auto	(Expertenparameter) Wenn aktiviert, wird der Epsilon-Parameter automatisch anhand der Konturlänge bestimmt. Diese Option ist standardmäßig aktiv.
^{ExpP} Mindestlänge [mm]	(Expertenparameter) Das ist die Mindestlänge, die ein Polygonschenkel haben muss, um akzeptiert zu werden. Der Wert ist standardmäßig gleich 0 [mm]

Parameter	Erläuterung
Kompensationsparameter	
Diese Parameter werden verwendet, wenn Punkte einer Kontur zu einer Linie approximiert werden.	
Exp ^P Abstandsberechnung	(Expertenparameter) Dieser Parameter legt fest, wie die Distanz $\rho(r)$ zwischen einem Pixel und der Linie berechnet wird. x_1, y_1 und x_2, y_2 sind die Koordinaten von zwei Pixeln:
	L1: $ x_1 - x_2 + y_1 - y_2 $
	L2: $\sqrt{(x_1 - x_2)^2 + (y_1 - y_2)^2}$ (kleinste Quadrate)
	C: $\max(x_1 - x_2 , y_1 - y_2)$ (im Moment nicht implementiert)
	L12: $2 \left(\sqrt{1 + \frac{x^2}{2}} - 1 \right)$
	Fair: $c^2 \left(\frac{ x }{c} - \log \left(1 + \frac{ x }{c} \right) \right)$, $c = 1.3998$
	Welsch: $\frac{c^2}{2} \left(1 - e^{-\left(\frac{x}{c}\right)^2} \right)$, $c = 2.9846$
	Huber: $ x < c: \frac{x^2}{2}$ $ x \geq c: c \left(x - \frac{c}{2} \right)$, $c = 1.345$
	User: Benutzerdefinierte Distanz (im Moment nicht implementiert)
	Die Auswahl steht standardmäßig auf L1.
Abstandsgenauigkeit [mm]	Benötigte Genauigkeit für die ermittelte Distanz r zwischen der Linie und dem Ursprung.
Winkelgenauigkeit [°]	Benötigte Genauigkeit für den ermittelten Winkel ϕ zwischen der Senkrechten der Linie und der x-Achse.

Tab. 4.18: RG_M-013

4 RAYGUIDE MATCH

Beispiel:

In diesem Beispiel werden die Kante bzw. der gerade Kantenverlauf einer Linearführung gesucht.

Originalbild des Suchbereichs:

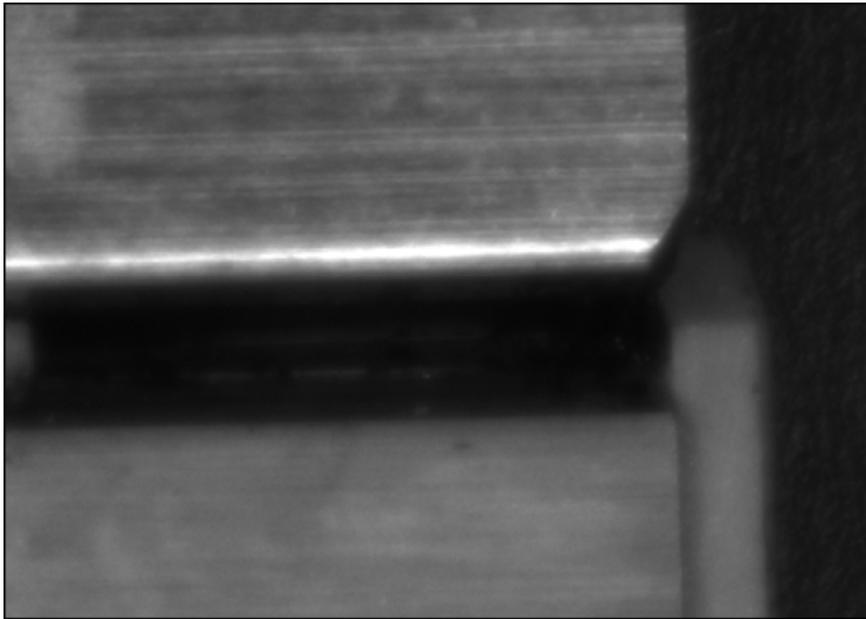


Abb. 4.26: RG_M-AAZ

Testergebnis der Suche mittels einer Ausgleichsgeraden:

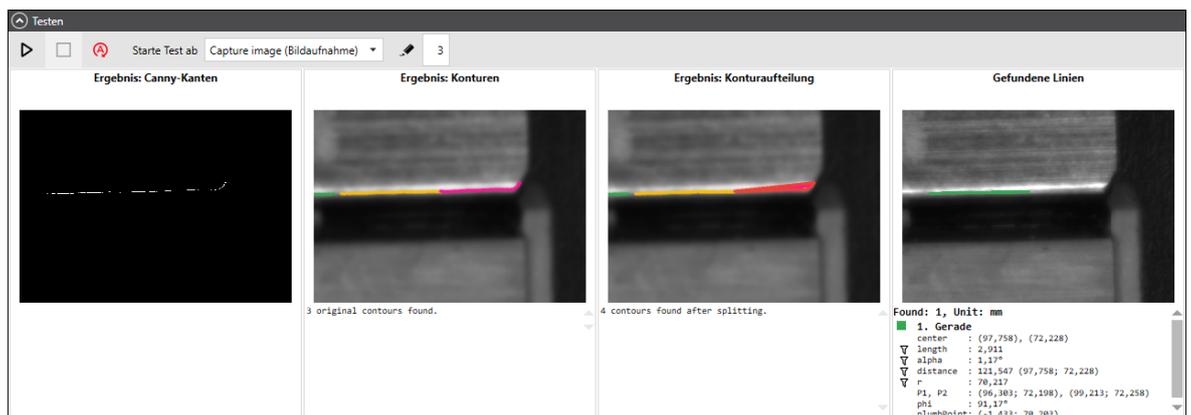


Abb. 4.27: RG_M-ABA

4.4.3.1.1.2 Liniensuche mit Erkennungsmethode „Fast Line“

Diese Methode verwendet den "Fast Line Detector"-Algorithmus (FDL) wie von Lee Jin Han, Lee Sehyung, Zhang Guoxuan, Lim Jongwoo und Suh Il Hong vorgeschlagen.

Der erste Schritt ist auch hier eine Canny-Kantenerkennung, diesmal direkt im Algorithmus integriert.

Die folgenden Parameter sind zu definieren:

Parameter	Erläuterung
Fast-Line-Erkennung.	
Unterer Längengrenzwert [mm]	Nur Linien ab dieser Länge werden akzeptiert.
^{ExpP} Abstandsgrenzwert [mm]	(Expertenparameter) Ein Punkt, der weiter vom hypothetischen Liniensegment entfernt ist, wird als Ausreißer angesehen und ignoriert. Der Standardwert ist 1 µm.
^{ExpP} Canny-Schwelwert 1 / ^{ExpP} Canny-Schwelwert 2	(Expertenparameter) Es gibt zwei Schwellwerte: <ul style="list-style-type: none"> ■ Canny-Schwelwert 1 und ■ Canny-Schwelwert 2. Der eine ist der obere, der andere der untere Schwellwert. Es ist unerheblich, welcher Schwellwert der obere oder welcher der untere ist - sie werden bei Bedarf getauscht. Es gelten die folgenden Schwellwertregeln: <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Gradient eines Pixels > oberer Schwellwert:</i> Das Pixel wird als Kantenpixel akzeptiert. ■ <i>Gradient eines Pixels < unterer Schwellwert:</i> Das Pixel wird zurückgewiesen. ■ <i>oberer Schwellwert > Gradient eines Pixels > unterer Schwellwert:</i> Das Pixel wird nur dann als Teil der Kante akzeptiert, wenn es mit einem Pixel verbunden ist, dessen Gradient oberhalb des oberen Schwellwertes ist. Die Standardwerte sind 120 und 180.

Parameter	Erläuterung
^{ExpP} Fenstergröße	(Expertenparameter) Die erste Phase der Canny-Kantenerkennung ist eine Filterung mit dem Sobel-Operator. Die Fenstergröße ist dabei die Größe der verwendeten Matrix. Der Wert 5 bedeutet beispielsweise, dass die Matrix die Größe von 5 x 5 Pixel hat. Der Standardwert dafür sind 3 Pixel.
^{ExpP} Zusammenfassen	(Expertenparameter) Wenn aktiviert, werden Linienstücke zusammengefasst Diese Option ist standardmäßig aktiv. HINWEIS: Dieser Vorgang kann einige Zeit in Anspruch nehmen. Die Zeit nimmt exponentiell mit der Anzahl der Linien zu, die wiederum mit der Größe des Fensters zunimmt..

Tab. 4.19: RG_M-018

Beispiel:

In diesem Beispiel werden die Kante bzw. der gerade Kantenverlauf einer Linearführung gesucht.

Originalbild des Suchbereichs:

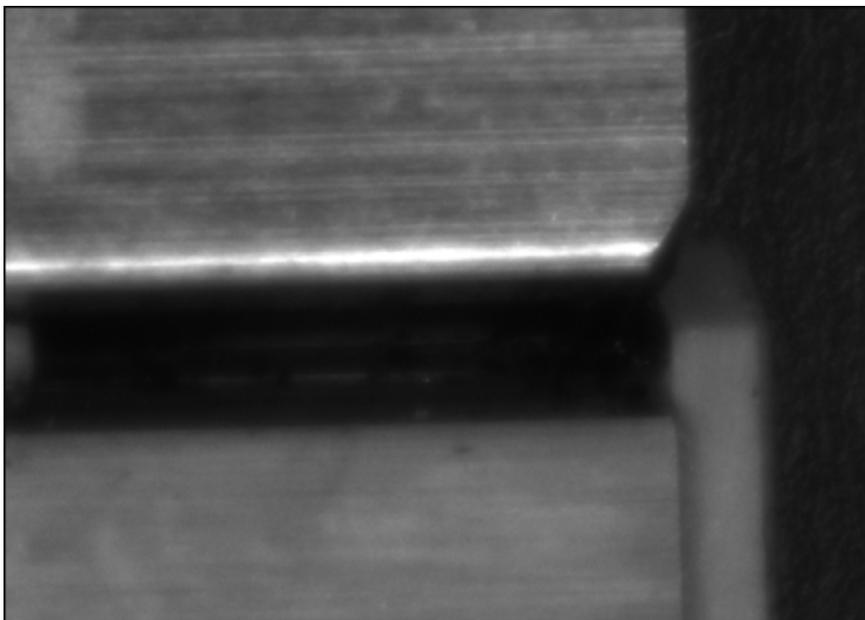


Abb. 4.28: RG_M-AAZ

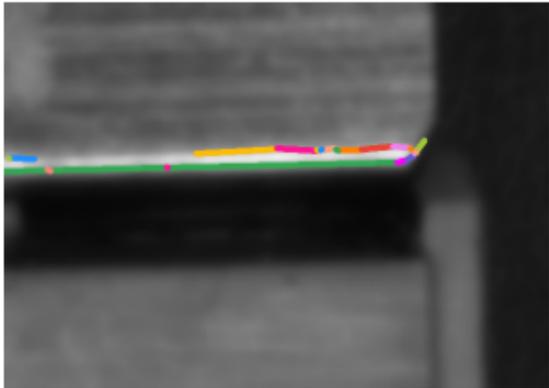
Testergebnis der Suche mittels Fast-Line Methode:

↑ Testen

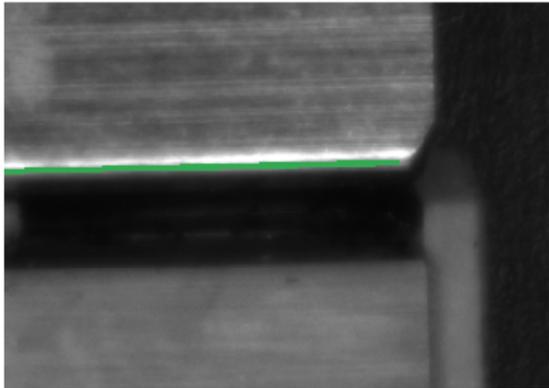
▶

Ⓐ
Starte Test ab
Capture image (Bildaufnahme) ▼
3

Ergebnis: Fast-Line-Detektion



Gefundene Linien



Found: 21, Unit: mm

- 1. Gerade
- center : (98,363), (72,246)
- length : 5,732
- alpha : 1,303°
- distance : 122,044 (98,363; 72,246)
- r : 69,991
- P1, P2 : (95,497; 72,181), (101,228; 72,312)
- phi : 91,303°
- nlumhPoint: (-1.592; 69.972)

Found: 1, Unit: mm

- 1. Gerade
- center : (98,363), (72,246)
- length : 5,732
- alpha : 1,303°
- distance : 122,044 (98,363; 72,246)
- r : 69,991
- P1, P2 : (95,497; 72,181), (101,228; 72,312)
- phi : 91,303°
- nlumhPoint: (-1.592; 69.972)

Abb. 4.29: RG_M-ABC

4.4.3.1.1.3 Liniensuche mit zwei Grauwertübergängen

Bei dieser Methode werden an zwei Positionen der Linie Grauwertübergänge gesucht. Details zur Grauwertübergangssuche siehe Seite 156, *Grauwertübergang suchen*.

Beide Übergangssuchen können separat konfiguriert werden und liefern jeweils einen Punkt mit einem definierten Grauwert auf einer Abtastlinie (in blau). Diese beiden Punkte definieren dann die gesuchte Übergangslinie (in grün).

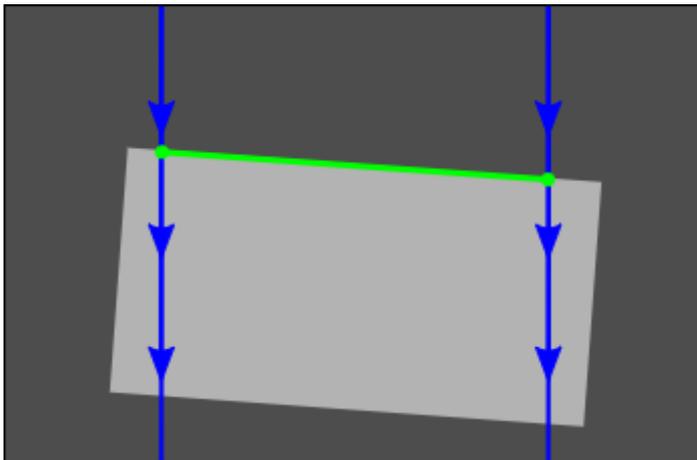


Abb. 4.30: RG_M-ABD

Die folgenden Parameter sind zu definieren:

Parameter	Erläuterung
Übergangslinien	
Nr. Übergang	<p>Wählen Sie, für welchen der beiden gesuchten Grauwertübergänge die nachfolgenden Parameter gelten.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Blaue Linie:</i> Die aktive Abtastlinie wird im Bild „Abtastlinien“ blau dargestellt. ■ <i>Grüne Linie:</i> Der gefundene Übergangspunkt wird im Bild „Abtastlinien“ als kleiner grüner Kreis dargestellt. <p>Man kann die Abtastlinie auch direkt mit der Maus in Testbild auswählen, indem man einen der Endpunkte anklickt.</p>
Suchrichtung	<p>Wählen Sie, ob Sie</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ beim Übergang von <i>Hell nach Dunkel</i> eher das Maximum oder ■ bei einem Übergang von <i>Dunkel nach Hell</i> das Minimum des Grauwertverlaufs suchen.

Parameter	Erläuterung
Extremwert	<p>Option 1: Der Übergangspunkt wird durch den maximalen oder minimalen Grauwert bestimmt.</p>
Absoluter Grauwert [1...255]	<p>Option 2: Der Übergangspunkt wird durch einen vorgegebenen Grauwert und die Abtastrichtung bestimmt. Er liegt an dem Punkt, wo der vorgegebene Wert das erste Mal erreicht wird.</p>
Grauwertdifferenz [1...255] / Pixelbereich [Pixel]	<p>Option 3: Wenn aktiviert, wird der Übergangspunkt durch eine definierbare Grauwertdifferenz bestimmt: Jedes Pixel entlang der Abtastrichtung wird als ein Startpixel angesehen. Die folgende Anzahl an Pixeln innerhalb des <i>Pixelbereichs</i> wird untersucht. D. h., die Grauwertdifferenz zwischen einem Pixel und dem Startpixel wird berechnet. Wenn die Differenz gleich oder größer als die <i>Grauwertdifferenz</i> ist, wird die Position dieses Pixels als Ergebnis geliefert. Wenn keine ausreichende Grauwertdifferenz innerhalb des <i>Pixelbereichs</i> gefunden wird, wird die Prozedur mit dem nächsten Startpixel wiederholt.</p>
^{ExpP} Relativ zum Grauwertbereich [%]	<p>Unteroption zu Option 2 von 3: (Expertenparameter) Wenn aktiviert, wird die Suche nach einem absoluten oder relativen Schwellwert modifiziert. Der Schwellwert wird als Prozentwert der Differenz zwischen dem hellsten und dunkelsten gefundenen Grauwert auf der Abtastlinie angegeben. HINWEIS: Das macht die Suche unabhängig von der absoluten Helligkeit und erlaubt es, die Helligkeit des Bildes zu ändern, ohne das Ergebnis zu beeinflussen.</p>
^{ExpP} Abtastlinienstartpunkt [%] X / Y	<p>(Expertenparameter) Der Startpunkt der Abtastlinie in [%] der Höhe und Breite des Suchbereichs. In der Regel wird der Punkt im Testbild „Abtastlinien“ mit der Maus bestimmt.</p>
^{ExpP} Abtastlinienendpunkt [%] X / Y	<p>(Expertenparameter) Der Endpunkt der Abtastlinie in [%] der Höhe und Breite des Suchbereichs. In der Regel wird der Punkt im Testbild „Abtastlinien“ mit der Maus bestimmt.</p>

Parameter	Erläuterung
[Drehe Abtastlinie um]	Nutzen Sie die Schaltfläche, um die Abtastrichtung der Linie zu invertieren.
^{ExpP} Abtastlinienlänge [mm]	(Expertenparameter) Zeigt Ihnen die resultierende Länge der Abtastlinie in [mm] an.

Tab. 4.20: RG_M-019

Beispiel:

In diesem Beispiel wird eine Kante bzw. der gerade Kantenverlauf mittels zweier Grauwertübergänge bestimmt. Hierzu ist ein sehr starker und möglichst scharfer Kontrastübergang an der Kante notwendig.

Originalbild des Suchbereichs:

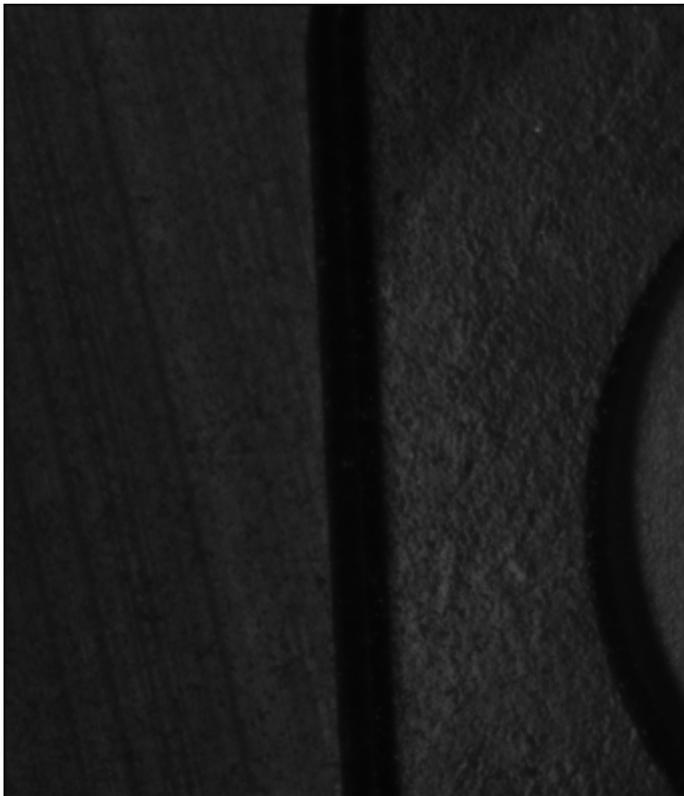


Abb. 4.31: RG_M-ABE

Testergebnis der Suche mit zwei Grauwertübergängen:

(HINWEIS: Es wird nur der Grauwertverlauf entlang der aktiven, blauen Linie angezeigt.)

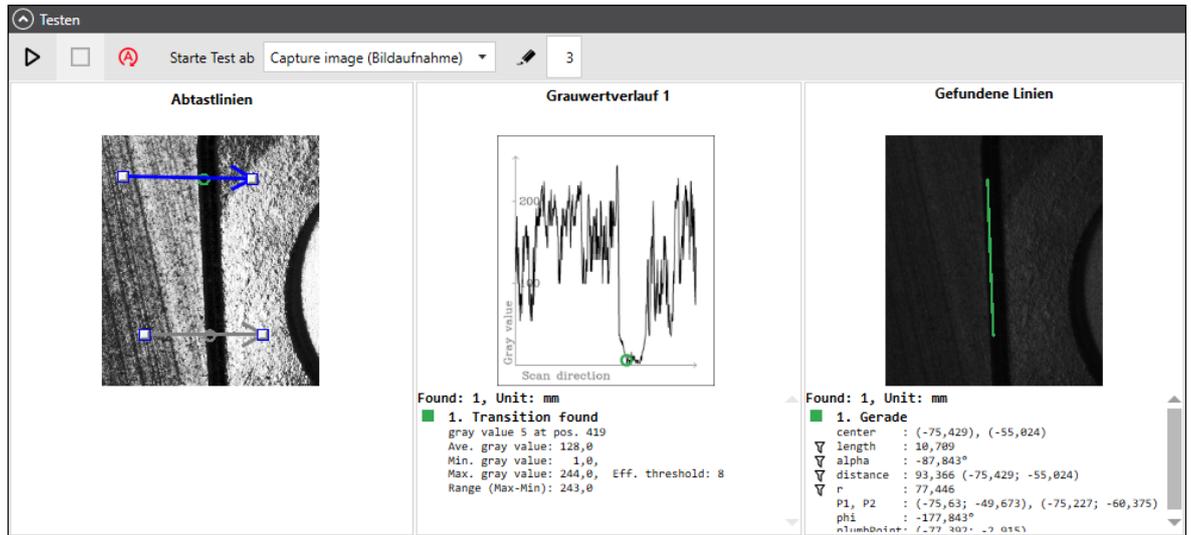


Abb. 4.32: RG_M-ABF

4.4.3.1.1.4 Auswahl-Parameter der Liniensuche

Über die Auswahl-Parameter kann das Ergebnis der Liniensuche noch durch Auswahl geeigneter geometrischer Parameter so gefiltert werden, dass am Ende genau eine Linie übrigbleibt. Diese Linie sollte dann mit dem gesuchten Merkmal übereinstimmen.

Parameter	Erläuterung
Auswahl	
Länge [mm] Min. / Max.	Nur Linien mit einer Länge in diesem Bereich werden akzeptiert.
Mittenabstand [mm] Min. / Max.	Lot vom Mittelpunkt der Linie zum Mittelpunkt des Suchbereichs. Nur Linien mit einer Entfernung zum Ursprung in diesem Bereich werden akzeptiert.
Winkel [°] Min. / Max.	Nur Linien mit einem Winkel <i>alpha</i> zwischen der x-Achse und der Geraden in diesem Bereich werden akzeptiert.
Dominante Linie	<p>Normalerweise werden mehrere Linien gefunden, man ist aber nur an einer interessiert. Diese Linie kann hier ausgewählt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Entfernteste</i> : Die Linie mit dem längstem Lot zum Mittelpunkt des Suchbereichs. ■ <i>Zentralste</i> : Die Linie mit der kürzestem Lot zum Mittelpunkt des Suchbereichs. ■ <i>Durchschnitt</i>: Alle gefundenen Linien werden zu einer gemittelt. ■ <i>Längste</i>: Die längste Linie, also die mit dem größten Abstand zwischen Start- und Endpunkt. ■ <i>Kürzeste</i>: Die kürzeste Linie, also die mit dem kleinsten Abstand zwischen Start- und Endpunkt. ■ <i>Behalte alle</i>: Alle Linien bleiben in der Ergebnisliste. <p>HINWEIS: Gilt nur für das Testen; die Ergebnisverarbeitung akzeptiert nur eine Linie.</p>

Tab. 4.21: RG_M-020

4.4.3.1.2 Kreissuche

Bei einer Kreissuche ist das zu erkennende Merkmal kreisförmig.

Je nach Variante der Kreissuche muss nicht zwingend der komplette Kreis im Suchbild zu sehen sein. Wenn jedoch insgesamt nur ein Kreisbogenstück im Suchbild zu sehen ist, kann die Kreissuche den Kreismittelpunkt möglicherweise nicht hinreichend genau berechnen.

Ein weiterer Aspekt bei der Kreissuche ist die Elliptizität. Bis auf die Methode der *Ausgleichsellipse* wird von einem perfekten Kreis und keiner Ellipse ausgegangen.

Ergebnis:

Als Ergebnis liefert eine Kreissuche mit dem Kreismittelpunkt eine vollwertige Koordinate zurück.

Zusätzlich wird auch der Radius (oder im Fall einer Ellipse die Achslängen) im Ergebnis mitgeliefert und kann für eine Skalierungsberechnung genutzt werden.

Es stehen zwei Erkennungsmethoden zur Auswahl, die im Folgenden genauer beschrieben werden:

- Ausgleichsellipse und
- Drei Grauwertübergänge.

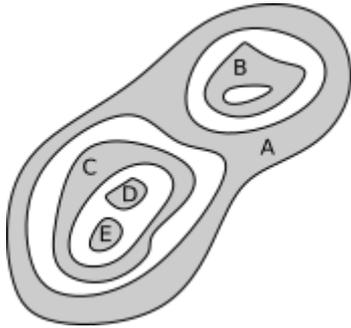
4.4.3.1.2.1 Kreissuche mit Erkennungsmethode "Ausgleichsellipse"

Diese Methode sammelt nach einer Canny-Kantenerkennung alle Konturen sowie für jede Kontur die Punkte, aus denen sie besteht.

Für jede dieser Punktmenge wird dann mit der Methode der kleinsten Quadrate eine Ellipse ermittelt, die die Punkte am besten approximiert.

Die folgenden Parameter sind zu definieren:

Parameter	Erläuterung
Kantenerkennung (Canny)	
<p>Eine Kantenerkennung ist häufig der erste Schritt bei der Suche nach Objekten. Der Canny-Kantendetektor ist eine Verbesserung des simplen Laplace-Filters. Der Laplace-Filter berechnet Grauwertgradienten nur in zwei Richtungen.</p> <p>Der Canny-Kantendetektor verwendet jene beiden Grauwertgradienten zur Berechnung von Gradienten in vier Richtungen. Außerdem gibt es einen zweiten Schwellwert, der eine Art Konturermittlung erlaubt.</p>	
Überspringen	<p>Die Canny-Kantenerkennung kann unerwünschte Kanten erkennen, wenn zuvor Filter mit binären Schwellwerten verwendet wurden.</p> <p>Daher funktioniert die Merkmalerkennung in diesem Fall besser ohne die Canny-Kantenerkennung.</p>
Canny-Schwellwert 1 / <small>ExpP</small> Canny-Schwellwert 2	<p>Es gibt zwei Schwellwerte:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Canny-Schwellwert 1 und ■ Canny-Schwellwert 2 (Expertenparameter). <p>Der eine ist der obere, der andere der untere Schwellwert.</p> <p>Es ist unerheblich, welcher Schwellwert der obere oder welcher der untere ist - sie werden bei Bedarf getauscht.</p> <p>Es gelten die folgenden Schwellwertregeln:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Gradient eines Pixels > oberer Schwellwert:</i> Das Pixel wird als Kantenpixel akzeptiert. ■ <i>Gradient eines Pixels < unterer Schwellwert:</i> Das Pixel wird zurückgewiesen. ■ <i>oberer Schwellwert > Gradient eines Pixels > unterer Schwellwert:</i> Das Pixel wird nur dann als Teil der Kante akzeptiert, wenn es mit einem Pixel verbunden ist, dessen Gradient oberhalb des oberen Schwellwertes ist. <p>Die Standardwerte sind 120 und 180.</p>
Fenstergröße	<p>Die erste Phase der Canny-Kantenerkennung ist eine Filterung mit dem Sobel-Operator.</p> <p>Die Fenstergröße ist dabei die Größe der verwendeten Matrix. Der Wert 5 bedeutet beispielsweise, dass die Matrix die Größe von 5 x 5 Pixel hat.</p> <p>Der Standardwert dafür sind 3 Pixel.</p>

Parameter	Erläuterung
Exp ^P L2 Gradient	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Bei der Berechnung des Richtungsgradienten kann die korrekte L2-Norm verwendet werden oder die ungenauere, aber schnellere L1-Norm.</p> <p>Diese Option ist standardmäßig nicht aktiv.</p>
<p>Konturerkennung</p> <p>Mehrere Pixel einer Kante bilden eine Kontur. Eine Kontur ist eine Liste von Punkten, die eine Kurve in einem Bild repräsentieren. Konturen können ineinander verschachtelt sein; sie trennen dunkle von hellen Regionen im Bild.</p> <p>Abhängig von der Anwendung sind Darstellungen als Konturbaum, als Liste aller Konturen oder auch nur als der äußersten Kontur von Interesse.</p> <p><u>Beispiel:</u></p> <p>In der Zeichnung gibt es fünf dunkle Regionen (A bis E), die neun Konturen aufweisen. Wegen der Verschachtelung kann man einen Konturbaum aufbauen, der zeigt, welche Kontur in welcher anderen enthalten ist.</p>	
	
Exp ^P Erkennungstyp	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Es gibt verschiedene Arten, wie Konturen ermittelt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>External</i>: Nur die äußerste Kontur einer Konturhierarchie wird zurückgeliefert. ■ <i>List</i>: Alle Konturen einer Konturhierarchie werden zurückgeliefert. <p>Die Auswahl steht standardmäßig auf <i>External</i>.</p>

Parameter	Erläuterung
^{ExpP} Annäherungsmethode	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Es gibt verschiedene Möglichkeiten, eine Kontur zu repräsentieren:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>ChainCode</i>: Konturen werden im Freeman-Chain-Code ausgegeben. Alle anderen Methoden geben Polygone zurück (Punktlisten). ■ <i>ChainApproxNone</i>: Übersetzt alle Punkte des Kontur-Codes in Punkte. Jeder Punkt ist einer der acht Nachbarn eines Punktes. Es wird keine Reduzierung der Konturgröße durch Approximation durchgeführt. ■ <i>ChainApproxSimple</i>: Komprimiert horizontale, vertikale und diagonale Segmente, indem nur die Endpunkte gespeichert werden. Im Fall eines horizontalen Rechtecks bleiben z. B. nur die Eckpunkte übrig. ■ <i>ChainApproxTc89L1</i>: Der Teh-Chin Chain-Approximationsalgorithmus wird verwendet. Er ist elaborierter als <i>ChainApproxSimple</i>. ■ <i>ChainApproxTc89Kcos</i>: Auch eine Teh-Chin Chain-Approximation, aber mit geringen Unterschieden. <p>Die Auswahl steht standardmäßig auf <i>ChainApproxSimple</i>.</p>

Tab. 4.22: RG_M-013

Beispiel:

Im folgenden Beispiel wird eine Lötstelle gesucht. Da die Stelle in der Ecke des Scan-Feldes liegt, wird die kreisförmige Lötstelle leicht elliptisch abgebildet

Originalbild des Suchbereichs:

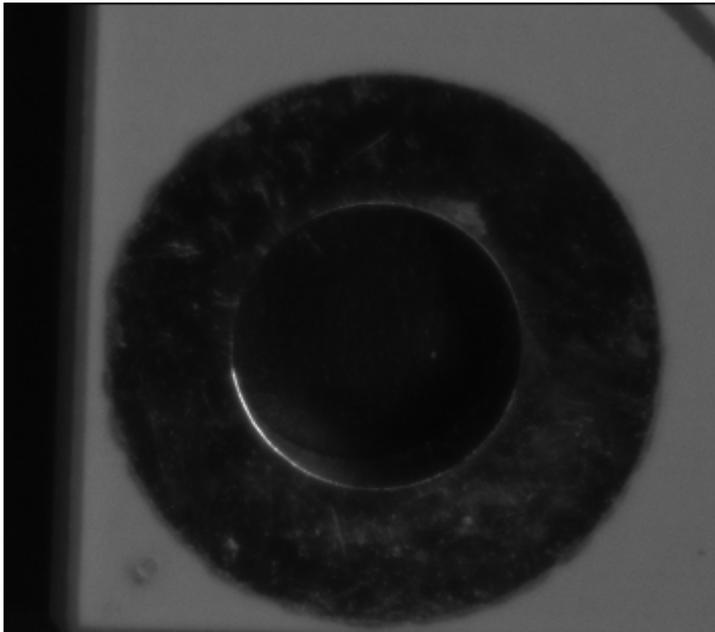


Abb. 4.33: RG_M-AAR

Testergebnis der Suche mit der Methode „Ausgleichsellipse“:

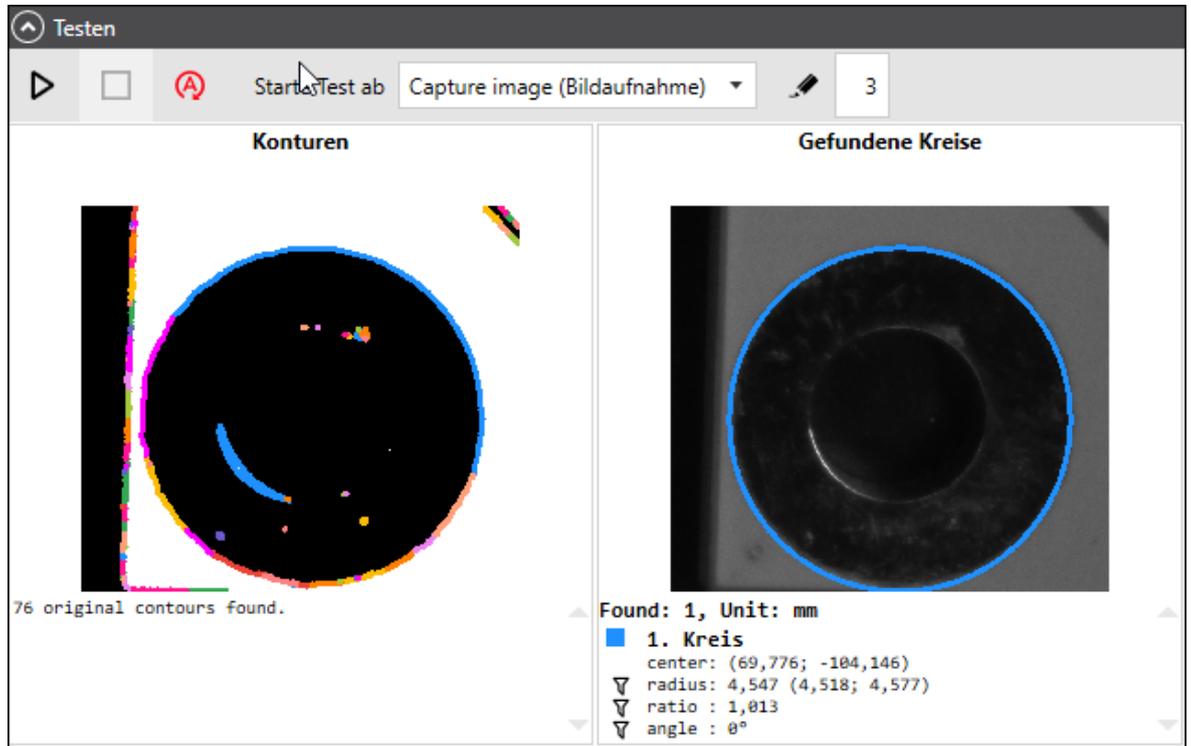


Abb. 4.34: RG_M-AAS

4.4.3.1.2.2 Kreissuche mit Erkennungsmethode "Drei Grauwertübergänge"

Für diese Methode müssen drei Abtastlinien definiert werden, die den gesuchten Kreis an geeigneten Stellen schneiden. Entlang jeder Linie wird nach einem Grauwertübergang gesucht, der durch einen Schwellwert angegeben ist.

Wenn die Schwellwerte sorgfältig genug gewählt sind, werden drei Schnittpunkte gefunden, aus denen dann der Kreismittelpunkt und der Radius berechnet werden.

Die folgenden Parameter sind zu definieren:

Parameter	Erläuterung
Übergangslinien	
Nr. Übergang	<p>Wählen Sie, für welchen der beiden gesuchten Grauwertübergänge die nachfolgenden Parameter gelten.</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Blaue Linie:</i> Die aktive Abtastlinie wird im Bild „Abtastlinien“ blau dargestellt. ■ <i>Grüne Linie:</i> Der gefundene Übergangspunkt wird im Bild „Abtastlinien“ als kleiner grüner Kreis dargestellt. <p>Man kann die Abtastlinie auch direkt mit der Maus in Testbild auswählen, indem man einen der Endpunkte anklickt.</p>
Suchrichtung	<p>Wählen Sie, ob Sie</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ beim Übergang von <i>Hell nach Dunkel</i> eher das Maximum oder ■ bei einem Übergang von <i>Dunkel nach Hell</i> das Minimum des Grauwertverlaufs suchen.
Extremwert	<p>Option 1: Der Übergangspunkt wird durch den maximalen oder minimalen Grauwert bestimmt.</p>
Absoluter Grauwert [1...255]	<p>Option 2: Der Übergangspunkt wird durch einen vorgegebenen Grauwert und die Abtastrichtung bestimmt. Er liegt an dem Punkt, wo der vorgegebene Wert das erste Mal erreicht wird.</p>

Parameter	Erläuterung
Grauwertdifferenz [1...255] / Pixelbereich [Pixel]	<p>Option 3:</p> <p>Wenn aktiviert, wird der Übergangspunkt durch eine definierbare Grauwertdifferenz bestimmt:</p> <p>Jedes Pixel entlang der Abtastrichtung wird als ein Startpixel angesehen. Die folgende Anzahl an Pixeln innerhalb des <i>Pixelbereichs</i> wird untersucht. D. h., die Grauwertdifferenz zwischen einem Pixel und dem Startpixel wird berechnet.</p> <p>Wenn die Differenz gleich oder größer als die <i>Grauwertdifferenz</i> ist, wird die Position dieses Pixels als Ergebnis geliefert.</p> <p>Wenn keine ausreichende Grauwertdifferenz innerhalb des <i>Pixelbereichs</i> gefunden wird, wird die Prozedur mit dem nächsten Startpixel wiederholt.</p>
^{ExpP} Relativ zum Grauwertbereich [%]	<p>Unteroption zu Option 2 von 3:</p> <p>(Expertenparameter)</p> <p>Wenn aktiviert, wird die Suche nach einem absoluten oder relativen Schwellwert modifiziert.</p> <p>Der Schwellwert wird als Prozentwert der Differenz zwischen dem hellsten und dunkelsten gefundenen Grauwert auf der Abtastlinie angegeben.</p> <p>HINWEIS: Das macht die Suche unabhängig von der absoluten Helligkeit und erlaubt es, die Helligkeit des Bildes zu ändern, ohne das Ergebnis zu beeinflussen.</p>
^{ExpP} Abtastlinienstartpunkt [%] X / Y	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Der Startpunkt der Abtastlinie in [%] der Höhe und Breite des Suchbereichs.</p> <p>In der Regel wird der Punkt im Testbild „Abtastlinien“ mit der Maus bestimmt.</p>
^{ExpP} Abtastlinienendpunkt [%] X / Y	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Der Endpunkt der Abtastlinie in [%] der Höhe und Breite des Suchbereichs.</p> <p>In der Regel wird der Punkt im Testbild „Abtastlinien“ mit der Maus bestimmt.</p>
[Drehe Abtastlinie um]	Nutzen Sie die Schaltfläche, um die Abtastrichtung der Linie zu invertieren.
^{ExpP} Abtastlinienlänge [mm]	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Zeigt Ihnen die resultierende Länge der Abtastlinie in [mm] an.</p>

Tab. 4.23: RG_M-019

4 RAYGUIDE MATCH

Beispiel:

In diesem Beispiel soll der Mittelpunkt einer Beilagscheibe ermittelt werden. Bei den drei Übergängen empfiehlt es sich, diese gleichmäßig über den verfügbaren Kreisumfang / Kreisbogen zu verteilen.

Originalbild des Suchbereichs:

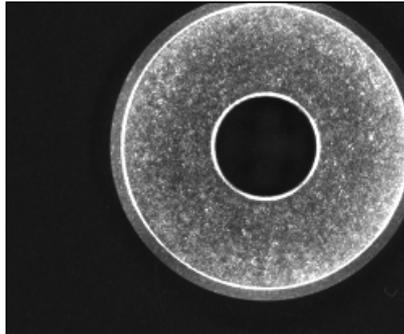


Abb. 4.35: RG_M-ABG

Testergebnis der Suche mit drei Grauwertübergängen:

(HINWEIS: Es wird nur der Grauwertverlauf entlang der aktiven, blauen Linie angezeigt.)

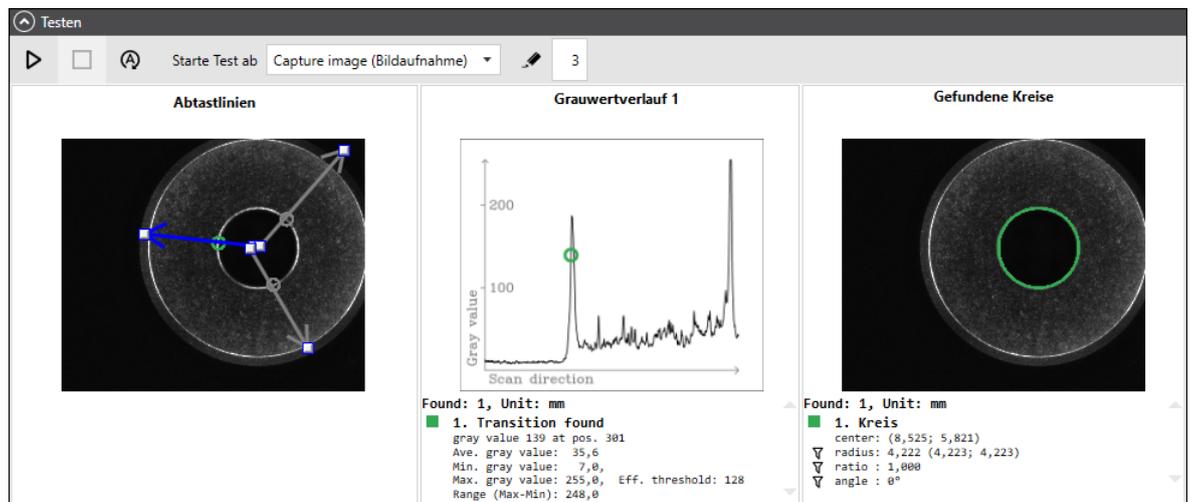


Abb. 4.36: RG_ABH

4.4.3.1.2.3 Auswahl-Parameter der Kreissuche / Ellipsensuche

Über die Auswahl-Parameter kann das Ergebnis der Kreissuche noch durch Auswahl geeigneter geometrischer Parameter so gefiltert werden, dass am Ende genau ein Kreis übrigbleibt. Dieser Kreis sollte dann mit dem gesuchten Merkmal übereinstimmen.

Parameter	Erläuterung
Auswahl	
Radius [mm] Min. / Max.	Nur Kreise deren Radius in diesem Wertebereich liegt werden akzeptiert. Bei Ellipsen wird der Durchschnitt der beiden Halbachsen betrachtet.
Achsenverhältnis Min. / Max.	Nur Ellipsen, deren Achsenverhältnis in diesem Wertebereich liegt werden akzeptiert. Je näher die Grenzwerte um 1 liegen, umso kreisförmiger muss die Ellipse sein.
Winkel [°]	Nur Ellipsen mit einem Winkel, der in diesem Wertebereich liegt, werden akzeptiert. Der Winkel hier ist jedoch gemäß der Bildverarbeitungsbibliothek sehr speziell definiert und lässt sich nicht eindeutig beschreiben. Daher wird empfohlen, das Filter-Symbol bei den Suchergebnissen zu verwenden, um einen geeigneten Wertebereich vorzugeben.
Dominanter Kreis	Die Suchergebnisse können noch durch folgende Auswahl auf einen Kreis bzw. eine Ellipse limitiert werden: <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Zentralster</i> : Der Kreis mit dem kleinsten Abstand zwischen Mittelpunkt Kreis zum Mittelpunkt des Suchbereichs ■ <i>Größter</i>: Kreis mit der größten Fläche ■ <i>Kleinster</i>: Kreis mit der kleinsten Fläche ■ <i>Kreisförmigster</i>: Wählt die Ellipse, deren Achsenverhältnis am meisten gegen 1 geht. ■ <i>Behalte alle</i>: Alle gefundenen Kreise bleiben in der Ergebnisliste. <p>HINWEIS: Nur zum Testen, denn die Ergebnisverarbeitung akzeptiert nur eine Ecke.</p>

Tab. 4.24: RG_M-022

4.4.3.2 Grauwertübergang suchen

Diese Suche findet Grauwertübergänge entlang einer Abtastlinie von dunklen zu hellen Pixeln (oder umgekehrt) unter Verwendung eines Schwellwertes.

Das Ergebnis ist die Pixelposition des gefundenen Grauwertübergangs, transformiert in die Weltkoordinaten des Arbeitsbereichs.

In der Regel wird die Suche verwendet, um den Versatz einer Kante in Bezug auf ein anderes Bild (das aus dem Einlernen stammt) zu berechnen.

Der Versatz wird senkrecht zu der Kante ermittelt. Damit empfiehlt sich diese Suche primär nur, wenn man ausschließlich mit einem Versatz in eine Richtung rechnet.

Die folgenden Parameter sind zu definieren:

Parameter	Erläuterungen
Suchrichtung	Wählen Sie, ob Sie <ul style="list-style-type: none"> ■ beim Übergang von <i>Hell nach Dunkel</i> eher das Maximum oder ■ bei einem Übergang von <i>Dunkel nach Hell</i> das Minimum des Grauwertverlaufs suchen.
Extremwert	Option 1: Der Übergangspunkt wird durch den maximalen oder minimalen Grauwert bestimmt.
Absoluter Grauwert [1...255]	Option 2: Der Übergangspunkt wird durch einen vorgegebenen Grauwert und die Abtastrichtung bestimmt. Er liegt an dem Punkt, wo der vorgegebene Wert das erste Mal erreicht wird.
Grauwertdifferenz [1...255] / Pixelbereich [Pixel]	Option 3: Wenn aktiviert, wird der Übergangspunkt durch eine definierbare Grauwertdifferenz bestimmt: Jedes Pixel entlang der Abtastrichtung wird als ein Startpixel angesehen. Die folgende Anzahl an Pixeln innerhalb des <i>Pixelbereichs</i> wird untersucht. D. h., die Grauwertdifferenz zwischen einem Pixel und dem Startpixel wird berechnet. Wenn die Differenz gleich oder größer als die <i>Grauwertdifferenz</i> ist, wird die Position dieses Pixels als Ergebnis geliefert. Wenn keine ausreichende Grauwertdifferenz innerhalb des <i>Pixelbereichs</i> gefunden wird, wird die Prozedur mit dem nächsten Startpixel wiederholt.

Parameter	Erläuterungen
^{ExpP} Relativ zum Grauwertbereich [%]	<p>Unteroption zu Option 2 von 3: (Expertenparameter)</p> <p>Wenn aktiviert, wird die Suche nach einem absoluten oder relativen Schwellwert modifiziert.</p> <p>Der Schwellwert wird als Prozentwert der Differenz zwischen dem hellsten und dunkelsten gefundenen Grauwert auf der Abtastlinie angegeben.</p> <p>HINWEIS: Das macht die Suche unabhängig von der absoluten Helligkeit und erlaubt es, die Helligkeit des Bildes zu ändern, ohne das Ergebnis zu beeinflussen.</p>
^{ExpP} Abtastlinienstartpunkt [%] X / Y	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Der Startpunkt der Abtastlinie in [%] der Höhe und Breite des Suchbereichs.</p> <p>In der Regel wird der Punkt im Testbild „Abtastlinien“ mit der Maus bestimmt.</p>
^{ExpP} Abtastlinienendpunkt [%] X / Y	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Der Endpunkt der Abtastlinie in [%] der Höhe und Breite des Suchbereichs.</p> <p>In der Regel wird der Punkt im Testbild „Abtastlinien“ mit der Maus bestimmt.</p>
[Drehe Abtastlinie um]	Nutzen Sie die Schaltfläche, um die Abtastrichtung der Linie zu invertieren.
^{ExpP} Abtastlinienlänge [mm]	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Zeigt Ihnen die resultierende Länge der Abtastlinie in [mm] an.</p>

Tab. 4.25: RG_M-015

HINWEIS: Diese Suche bietet keine weiteren Auswahl-Parameter an, um die Suchergebnisse einzugrenzen.

4 RAYGUIDE MATCH

Beispiel:

In dem folgenden Beispiel wird der Grauwertübergang an einer Stelle einer Bauteilgeometrie gesucht.

Originalbild des Suchbereichs:

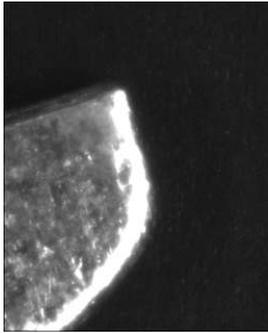


Abb. 4.37: RG_M-AAV

Testergebnis der einfachen Grauwertübergangssuche:

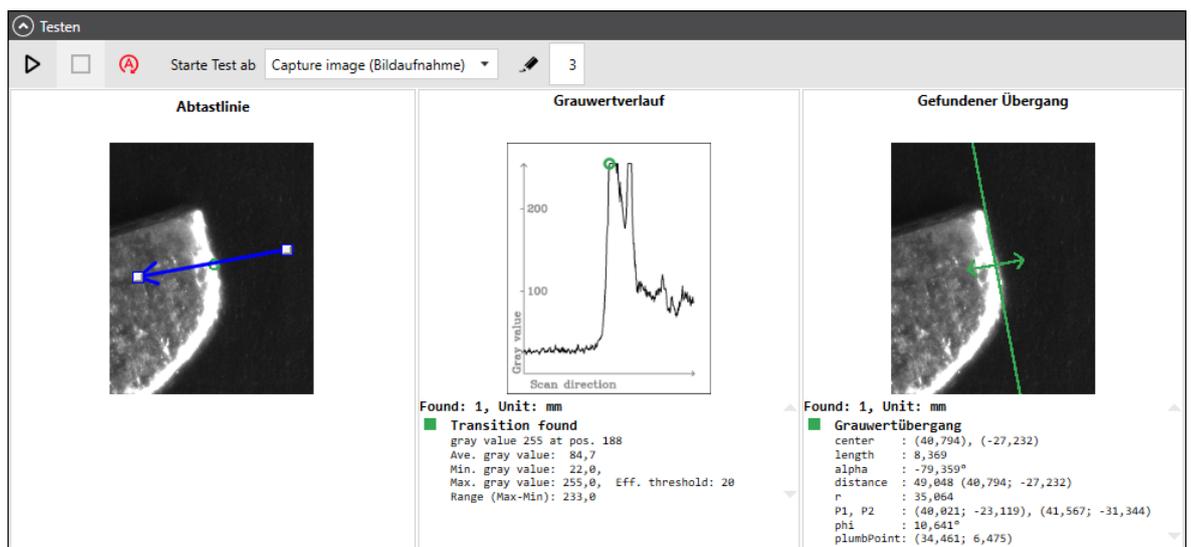


Abb. 4.38: RG_M-AAV

4.4.3.3 Ecken-Suche

Es gibt zwei Klassen von Algorithmen:

- Die erste sucht Ecken direkt und kann z. B. die Ecken eines Rechtecks erkennen.
Das geschieht, indem ein Fenster Pixel für Pixel über das Bild geschoben wird. Die gefundenen Grauwerte im Fenster werden gewichtet und die Differenzen berechnet. Große Differenzen weisen auf Ecken hin, wobei ein Schwellwert berücksichtigt wird. Abgerundete Ecken können so nicht gefunden werden (dies sind Linien mit Gradienten nur in einer Richtung).
- Die zweite Klasse führt zunächst eine Liniensuche durch und berechnet alle Schnittpunkte aller gefundenen Linien.

Das kann zu vielen unerwünschten Eckpunkten führen, erlaubt aber die Erkennung von "Ecken" abgerundeter Objekte.

Wie bei der normalen Liniensuche ist der erste Schritt eine Canny-Kantenerkennung.

Die folgenden Erkennungsmethoden sind verfügbar:

- Nach „Shi/Tomasi“
- Linienschnittpunkt (Liniensuche mit Ausgleichsgeraden-Methode)
- Linienschnittpunkt (Liniensuche mit Fast-Line-Methode)

4.4.3.3.1 Ecken-Suche mit Erkennungsmethode "Nach Shi und Tomasi"

Diese Suche arbeitet im Wesentlichen wie der Harris-Algorithmus, aber mit Verbesserungen von J. Shi und C. Tomasi. Diese Verbesserungen führen zu weniger, aber relevanteren Punkten.

Diese Methode ist jedoch etwas rauschempfindlicher und kann nur scharfe Ecken erkennen.

Die folgenden Parameter sind zu definieren:

Parameter	Erläuterungen
„Shi und Tomasi“-Parameter	
Die Eckensuche nach Shi und Tomasi arbeitet ähnlich wie die Harris-Suche. Es wird ein Faltungsfenster über das Bild geschoben und Differenzen berechnet. Die Parameter sind jedoch unterschiedlich; z. B. gibt es statt eines Schwellwertes einen Qualitätsparameter.	
^{ExpP} Max. Anzahl Ecken	(Expertenparameter) Maximale Anzahl an Ecken, die gefunden werden. Nach dieser Anzahl von gefundenen Ecken wird die Suche eingestellt. Als Standard sind 100 Ecken definiert.
Qualitätsstufe	Statt eines Schwellwerts wird eine Qualitätsstufe für die Berechnung verwendet. Die Qualitätsstufe ist definiert als Bruchteil des größten Eigenwertes. Der Wert der Qualitätsstufe sollte zwischen 0,1 und 0,001 liegen. Der Wert von 0,1 entspricht dabei einer höheren Qualität. Das hat zur Folge, dass weniger Ecken gefunden werden.
Min. Eckenabstand [mm]	(Expertenparameter) Wenn Ecken mit geringerer Qualität in der Umgebung einer Ecke mit höherer Qualität gefunden werden, werden sie in einem Radius dieses Wertes ignoriert.
^{ExpP} Block-Größe [Pixel]	(Expertenparameter) Das ist die Größe des Fensters, das zur Faltungsberechnung verwendet wird. Der Wert steuert also, wie viele Nachbarpixel bei der Faltung berücksichtigt werden. Der Standardwert ist auf 3 gesetzt.
^{ExpP} Harris-Metrik	(Expertenparameter) Wenn aktiviert, wird der normale Harris-Algorithmus verwendet, ohne die Verbesserung nach Shi und Tomasi. Diese Option ist standardmäßig nicht aktiv.
^{ExpP} Harris-Metrikwert	(Expertenparameter) Eine Konstante zur Steuerung der verwendeten Harris-Metrik.

Parameter	Erläuterungen
Subpixel-Berechnung Die folgenden Einstellungen steuern die Subpixel-Berechnung. Dies ist ein iterativer Prozess, der kontrolliert wird durch <ul style="list-style-type: none"> ■ die Angabe einer Genauigkeit, bei der die Iteration stoppt, sobald sie erreicht ist, ■ oder durch die maximale Anzahl an Iterationen. Der Prozess endet, sobald eines der beiden Kriterien erfüllt ist.	
Aktivieren	Aktiviert die Subpixel-Berechnung
^{ExpP} Fenstergröße [Pixel]	(Expertenparameter) Dieser Wert steuert, wie viele Nachbarpixel eines Pixels bei der Subpixel-Berechnung berücksichtigt werden.
^{ExpP} Größe Ausschlussbereich [Pixel]	(Expertenparameter) Bei der Berechnung von Subpixeln werden die berücksichtigten Nachbarpixel durch den Parameter <i>Fenstergröße [Pixel]</i> festgelegt. Der verwendete Algorithmus kann jedoch wegen der Pixel im Zentrum des Fensters instabil werden. Durch die Definition eines Ausschlussbereichs können diese Pixel ausgeschlossen werden. Standardeinstellung: kein Ausschlussbereich, Werte: (-1, -1).
^{ExpP} Genauigkeit	(Expertenparameter) Wenn aktiviert, endet die Iteration spätestens, sobald diese Genauigkeit erreicht wurde. Standardeinstellung: 0,1.
^{ExpP} Max. Anzahl Wiederholungen	(Expertenparameter) Wenn aktiviert, endet die Iteration spätestens, sobald diese Anzahl an Iterationen erfolgt ist. Standardeinstellung: 5.

Tab. 4.26: RG_M-016

Beispiel:

Im folgenden Beispiel soll eine scharfe Ecke einer Kontaktlasche gefunden werden. Hier eignet sich die Eckensuche nach „Shi und Tomasi“, da sich die Ecke relativ scharf abzeichnet.

Originalbild vom Suchbereich:

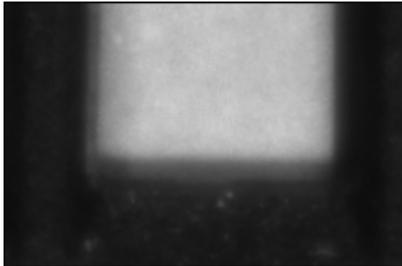


Abb. 4.39: RG_M-AAX

Testergebnis der Eckensuche nach Shi und Tomasi:

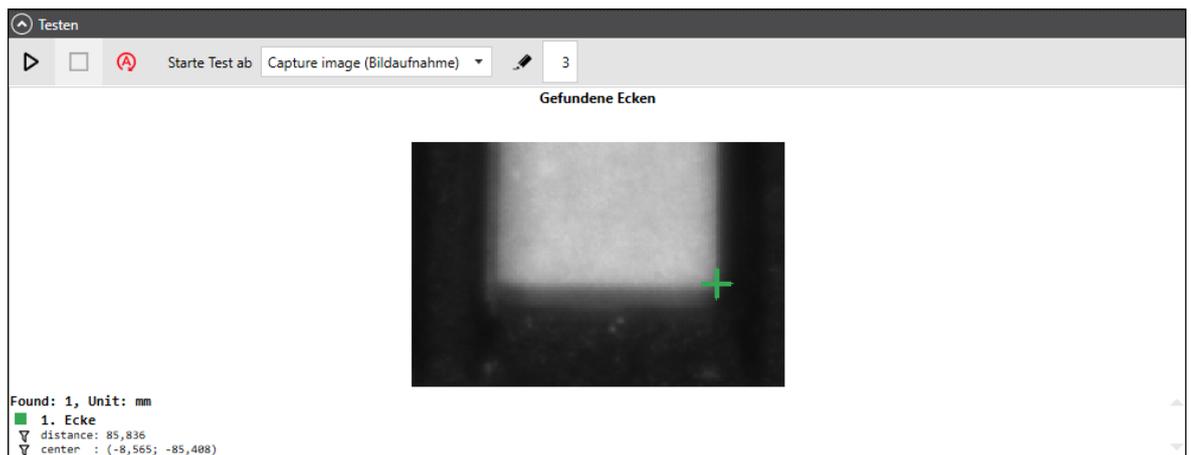


Abb. 4.40: RG_M-AAY

4.4.3.3.2 Ecken-Suche mit Erkennungsmethode „Linienschnittpunkt“

Diese Suche basiert auf einem Algorithmus, bei dem zwei Linien gesucht werden. Der Schnittpunkt der Linien wird als Ecke gewertet, was auch die Suche nach abgerundeten oder abgefasten Ecken ermöglicht.

Die folgenden Liniensuchen stehen zur Auswahl:

- Ausgleichsgeraden-Methode:
Parameter siehe Seite 131, *Liniensuche mit Erkennungsmethode „Ausgleichsgerade“*.
- Fast-Line-Methode:
Parameter siehe Seite 138, *Liniensuche mit Erkennungsmethode „Fast Line“*.

4.4.3.3.3 Auswahl-Parameter der Ecken-Suche

Über die Auswahl-Parameter kann das Ergebnis der Eckensuche noch durch Auswahl geeigneter geometrischer Parameter so gefiltert werden, dass am Ende genau eine Ecke übrigbleibt. Diese Ecke sollte dann mit dem gesuchten Merkmal übereinstimmen.

Parameter	Erläuterung
Auswahl	
Abstand [mm] Min. / Max.	Nur Ecken mit einer Entfernung zum Mittelpunkt des Suchbereichs in diesem Wertebereich werden akzeptiert.
Länge [mm] Min. / Max.	Nur bei Linienschnittpunkten: Nur Schnittpunkte mit Linien deren Länge im hier definierten Wertebereich liegen werden als Ecke akzeptiert.
Schnittwinkel [°] Min. / Max.	Nur bei Linienschnittpunkten: Der Schnittpunkt zweier Linien wird nur als Ecke akzeptiert, wenn der Schnittwinkel in diesem Wertebereich liegt.

Parameter	Erläuterung
Dominante Ecke	<p>Normalerweise werden mehrere Ecken gefunden, man ist aber nur an einer interessiert. Diese Ecke kann hier ausgewählt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ <i>Zentralste:</i> Die Ecke mit dem kleinsten Abstand vom Eckpunkt zum Mittelpunkt des Suchbereichs. ■ <i>Entfernteste:</i> Die Ecke mit dem größten Abstand vom Eckpunkt zum Mittelpunkt des Suchbereichs. ■ <i>Schnittpunkt der zwei längsten Linien:</i> Die Ecke, die sich aus dem Schnittpunkt der zwei längsten Linien ergibt wird ausgewählt HINWEIS: Nur wählbar, wenn Eckensuche mit Linienschnittpunkt benutzt wird. ■ <i>Durchschnitt:</i> Alle gefundenen Ecken werden zu einer gemittelt. ■ <i>Behalte alle:</i> Alle gefundenen Ecken bleiben in der Ergebnisliste. HINWEIS: Nur zum Testen, denn die Ergebnisverarbeitung akzeptiert nur eine Ecke.

Tab. 4.27: RG_M-023

Beispiel:

In dem Beispiel wird eine abgerundete Ecke von einem Gehäuse gesucht.
Originalbild des Suchbereichs:

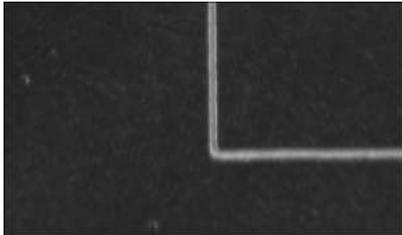
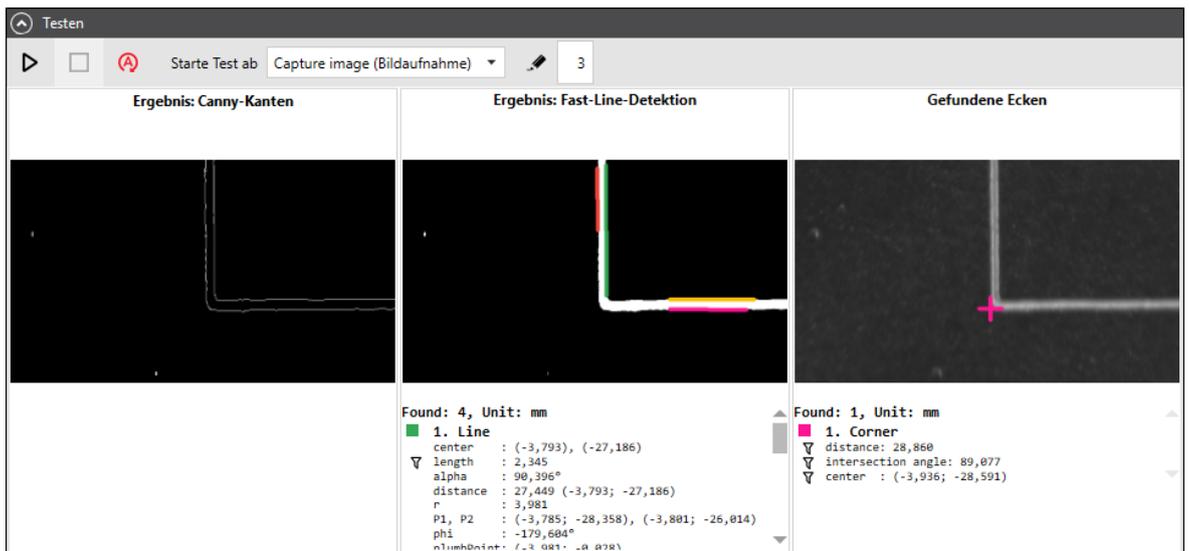


Abb. 4.41: RG_M-ABI

Fast-Line Methode

Es werden Linien ermittelt, deren Schnittpunkt dann den Eckpunkt ergibt.



The screenshot shows a software interface with three main panels and two data panels below them.

- Ergebnis: Canny-Kanten:** Shows the original image with white edges on a black background.
- Ergebnis: Fast-Line-Detektion:** Shows the original image with colored lines (green, red, yellow) overlaid on the edges.
- Gefundene Ecken:** Shows the original image with a pink crosshair marking the corner point.

Below the panels, there are two data panels:

- Left Panel (Fast-Line-Detektion):**

Found: 4, Unit: mm

1. Line

 - center : (-3,793), (-27,186)
 - length : 2,345
 - alpha : 90,396°
 - distance : 27,449 (-3,793; -27,186)
 - r : 3,581
 - P1, P2 : (-3,785; -28,358), (-3,801; -26,014)
 - phi : -179,604°
- Right Panel (Gefundene Ecken):**

Found: 1, Unit: mm

1. Corner

 - distance: 28,860
 - intersection angle: 89,077
 - center : (-3,936; -28,591)

Abb. 4.42: RG_M-ABJ

Methode der Ausgleichgerade (alternativ)

Es werden Linien gesucht, deren Schnittpunkt dann wieder den Eckpunkt ergibt:

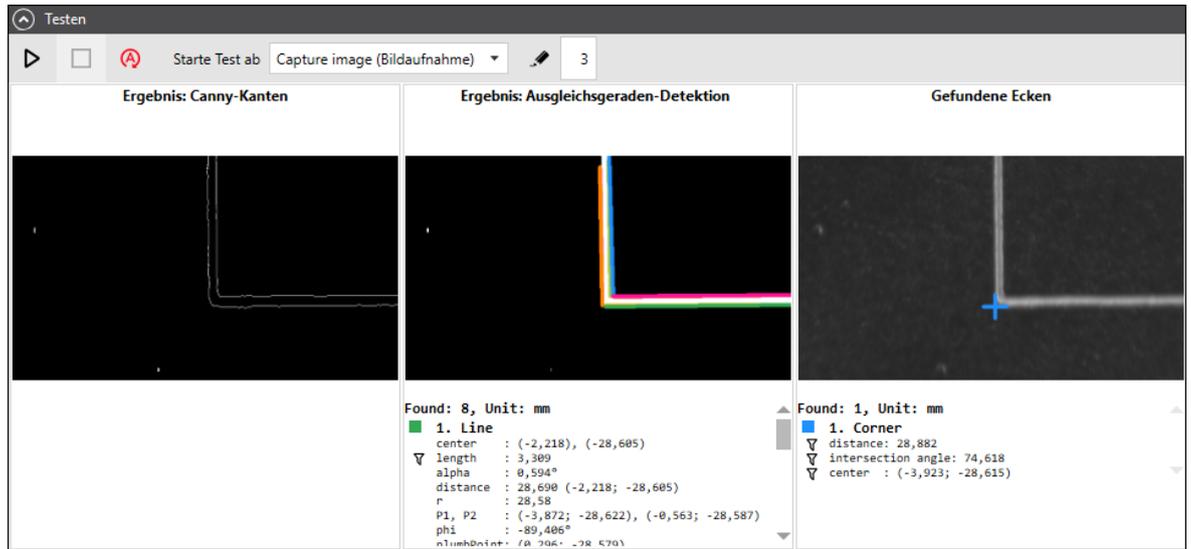


Abb. 4.43: RG_M-ABK

4.4.3.4 Merkmal mittels Vorlage suchen

4.4.3.4.1 Vorlagensuche

Bei der Suche mit Vorlagen wird in dem größeren Suchbereich das Merkmal gesucht, welches dem Merkmal aus dem etwas kleineren Vorlagebild entspricht.

HINWEIS: Die Vorlage muss zwingend kleiner sein als der Suchbereich.

Der wesentliche Vorteil dieser Suche ist die vollkommen freie Form des Merkmals. Die Vorlagensuche eignet sich insbesondere, wenn die Bauteile keine klaren geometrischen Merkmale aufweisen.

Durch das Abrastern des Suchbereichs mit dem Vorlagebild kann diese Suche jedoch verhältnismäßig zeitintensiv sein.

HINWEIS: Bei Einsatz dieser Suche sollte auf die Verwendung von Filtern verzichtet werden. Diese führen zu mehr Unterschieden zwischen dem Bild des Suchbereichs und der Vorlage. Eine pixelgenaue Übereinstimmung wird dadurch unwahrscheinlicher.

Die folgenden Parameter sind zu definieren:

Parameter	Erläuterung
Vorlagendateiname	Wählen Sie hier die Bilddatei aus, die als Vorlage dient. ACHTUNG: Die Kameraauflösung des Vorlagebildes muss mit der des Suchbereich-Bildes übereinstimmen.
Qualitätsschwellwert [0...1]	Gibt an, wie ähnlich die Stelle der Vorlage ist. Eine wiedergefundene Stelle im Suchbereich hat einen Qualitätswert zwischen 0 und 1.

Parameter	Erläuterung
ExpP Vergleichsverfahren	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Um die Vorlage mit einer Stelle im Suchbereich zu vergleichen, stehen hier zwei verschiedene Metriken zur Verfügung.</p> <ul style="list-style-type: none"> CCorrNormed: (Standard) $Q(x, y) = \frac{\sum_{x',y'} T(x',y') \cdot I(x+x',y+y')}{\sqrt{\sum_{x',y'} T(x',y')^2 + \sum_{x',y'} I(x+x',y+y')^2}}$ CCoeffNormed: <p>Hierbei wird dieselbe Formel wie oben verwendet, aber T und I werden durch T' und I' ersetzt, die wie folgt definiert sind:</p> $T' = T(x', y') - \frac{\sum_{x'',y''} T(x'',y'')}{w \cdot h}$ $I'(x + x', y + y') = I(x + x', y + y') - \frac{\sum_{x'',y''} I(x'',y'')}{w \cdot h}$ <p><u>Formelzeichen:</u> Q = Qualitätswert, T = Vorlagenbild (Template), I = Suchregion (Image), w = Breite der Vorlage, h = Höhe der Vorlage.</p>
ExpP Winkel [°] (der Vorlage)	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Wenn sich der zu erwartende Winkel des Merkmals zur Vorlage geändert hat, kann dieser Winkel hier eingetragen werden. Damit spart man sich, ein neues Vorlagen-Bild aufzunehmen.</p> <p>Wenn der Rotationswinkel nicht bekannt ist, kann man in den folgenden Eingabefeldern einen Winkelsuchbereich definieren und automatisch absuchen lassen.</p> <p>Man kann den Winkel also vorgeben oder ermitteln lassen. Das Ermitteln des Winkels wird aber wiederum Zeit kosten.</p>
ExpP Kleinster Suchwinkel	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Geben Sie hier den kleineren der beiden Winkel ein, in welchem die Drehung der Vorlage relativ zum Suchbereich erwartet wird.</p>
ExpP Größter Suchwinkel	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Geben Sie hier den größeren der beiden Winkel ein, in welchem die Drehung der Vorlage relativ zum Suchbereich erwartet wird.</p>

Parameter	Erläuterung
^{ExpP} Schrittweite	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Wenn sich der kleinste und größte Suchwinkel unterscheiden, wird automatisch nach gedrehten Vorkommen der Vorlage im Suchbereich gesucht. In diesem Feld kann man die Schrittweite angeben, mit der die Vorlagensuche im Winkelbereich wiederholt wird.</p> <p>HINWEIS:</p> <p>Je größer der Winkelbereich und je kleiner die Schrittweite, desto mehr Suchiterationen werden durchgeführt, was die Suche entsprechend zeitintensiver macht.</p> <p>Eine winkelgenaue Übereinstimmung der Vorlage erhöht andererseits den Qualitätswert der Suche.</p>
^{ExpP} Optimiere Winkel	<p>(Expertenparameter)</p> <p>Wenn aktiviert, wird die Winkelgenauigkeit einer gefundenen Vorlage in einem zusätzlichen, iterativen Prozess optimiert.</p> <p>Bei diesem Prozess wird nach einem besseren Ergebnis um den gefundenen Winkel herum in einem Bereich von \pm <i>Schrittweite</i> gesucht.</p> <p>Diese Optimierung wird nur angewandt, wenn der Wert für die Schrittweite $\neq 0$ ist</p>

Tab. 4.28: RG_M-024

4 RAYGUIDE MATCH

Beispiel:

Im folgenden Beispiel wird ein unförmiges Loch in einem Schlüssel gesucht.
Originalbild des Suchbereichs:

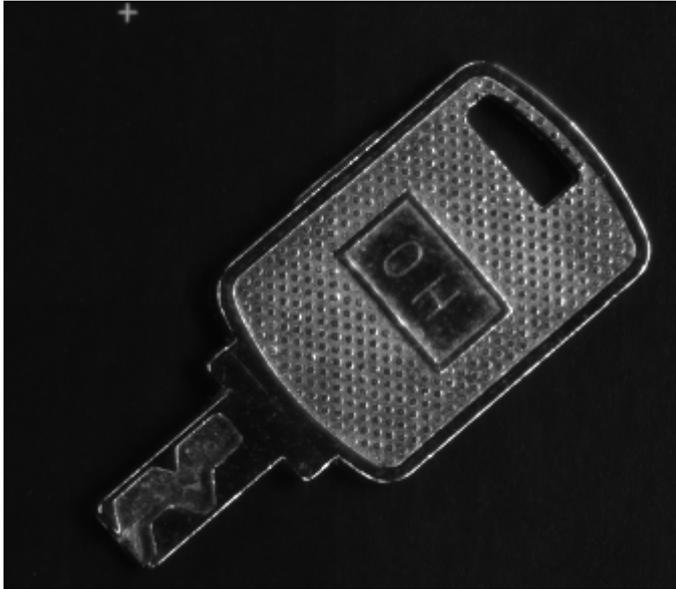


Abb. 4.44: RG_M-ABL

Testergebnis der Vorlagensuche:

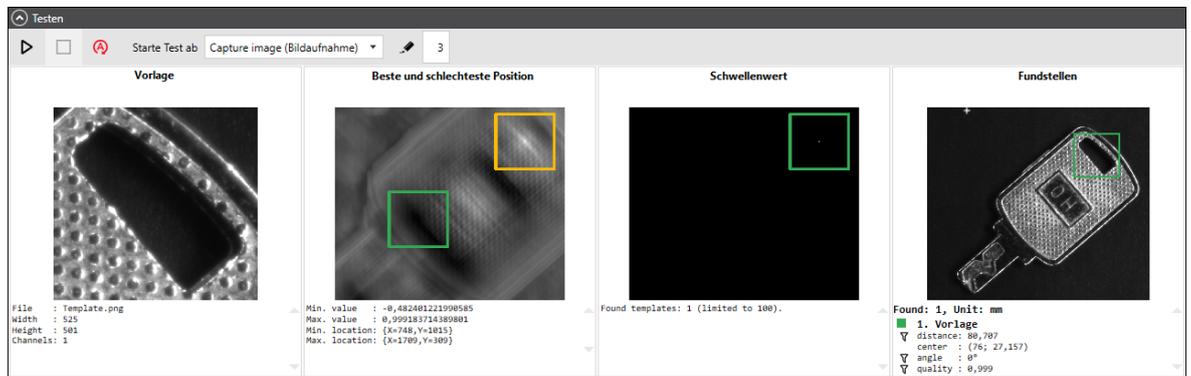


Abb. 4.45: RG_M-ABM

4.4.3.4.2 Auswahl-Parameter der Vorlagensuche

Über die Auswahl-Parameter kann das Ergebnis der Vorlagensuche noch durch Auswahl geeigneter geometrischer Parameter so gefiltert werden, dass am Ende genau eine Vorlagen-Position übrigbleibt. Diese Vorlagen-Position sollte dann mit dem gesuchten Merkmal übereinstimmen.

Parameter	Erläuterungen
Auswahl	
Mittenabstand [mm] Min. / Max.	Mit der Vorlage übereinstimmende Fundstellen werden nur dann als Ergebnis akzeptiert, wenn ihre Entfernungen innerhalb dieses Wertebereiches liegen (gemessen vom Mittelpunkt des Begrenzungsrahmens zum Mittelpunkt des Suchbereichs).
Winkel [°] (der Vorlage) Min. / Max.	Mit der Vorlage übereinstimmende Fundstellen werden nur dann als Ergebnis akzeptiert, wenn ihre Rotationswinkel innerhalb dieses Wertebereiches liegen.
Erlaubter Objektabstand [mm]	Ist der Abstand zwischen zwei Fundstellen, die mit der Vorlage übereinstimmen, kleiner als dieser Wert, werden sie als dieselbe Fundstelle betrachtet. Die Fundstelle mit dem geringeren Qualitätslevel wird aus der Liste entfernt.
Dominante Fundstelle	Die Suchergebnisse können noch durch folgende Auswahl auf eine Fundstelle limitiert werden: <ul style="list-style-type: none"> ■ Beste Qualität: Nur die Fundstelle mit der besten Qualität wird ausgewählt. ■ Entfernteste: Die Fundstelle mit dem größten Abstand zwischen Mittelpunkt der Fundstelle zum Mittelpunkt des Suchbereichs. ■ Zentralste: Die Fundstelle mit dem kleinsten Abstand zwischen Mittelpunkt Fundstelle zum Mittelpunkt des Suchbereichs. ■ Behalte alle: Alle Fundstellen bleiben in der Ergebnisliste.

Tab. 4.29: RG_M-025

4.4.4 Ergebnisverarbeitung

Am Ende eines Bildverarbeitungsjobs wird das Bildverarbeitungs-Jobelement der **Ergebnisverarbeitung** benötigt, um die Resultate der einzelnen **Suchen** zu verarbeiten und daraus die notwendige Prozesstransformation zu ermitteln.

Element	Erläuterung
Eingabe	
Objekte automatisch ermitteln	<p>Wenn diese Option gesetzt ist, wird sowohl die Anzahl als auch die Art der Objekte automatisch aus dem Bildverarbeitungs-Jobablauf bis zur Ergebnisverarbeitung ermittelt.</p> <p>HINWEISE:</p> <p>Die integrierte Logik informiert auch, wenn vorab zu viele Suchen zum Job-Ablauf hinzugefügt worden sein sollten. Dies verursacht eine Überbestimmung.</p> <p>Je nach Suche und deren Informationsgehalt können daraus ggf. nicht alle Werte der Prozesstransformation (z. B. Skalierung) ermittelt werden. Wenn dies der Fall ist, ist der Wert nicht auswählbar.</p>
Anzahl zu findender Objekte	<p>Dieses Feld wird automatisch gesetzt, wenn <i>Objekte automatisch ermitteln</i> benutzt wird.</p> <p>Wenn Sie diese Option nicht nutzen, geben Sie hier an, wie viele Merkmale gesucht bzw. wie viele Suchen ausgewertet werden sollen.</p> <p>Je nach der hier angezeigten Anzahl hat die nachfolgende Objektliste mehr oder weniger Einträge.</p>
n-tes Objekt	<p>Dieses Feld wird automatisch mit dem Sucheintrag in der Reihenfolge wie im Job-Ablauf definiert gesetzt, wenn <i>Objekte automatisch ermitteln</i> benutzt wird.</p> <p>Wenn Sie diese Option nicht nutzen, geben Sie hier an, welche Suche als erstes, zweites, usw. im Jobablauf ein Suchergebnis liefert.</p>
Erwartete Koordinate / Erwarteter Winkel des Begrenzungsrahmens / Erwarteter Startpunkt / Erwarteter Endpunkt	<p>Je nach Suche werden hier für die eingelernte Position die erwarteten Koordinaten, Winkel und Linienpunkte der Suche angezeigt.</p> <p>So lange noch kein Einlernen stattgefunden hat, sind diese Werte standardmäßig Null.</p>

Tab. 4.30: RG_M-030

4.4.4.1 Testen und Einlernen

Zu Beginn hat die Bildverarbeitung keine Referenz. D. h., alle Werte („Zu erwartende Koordinate“ usw.) haben den Wert Null. Wenn weitere Testläufe durchgeführt werden, sollte die dabei ermittelte Prozesstransformation für Versatz und Winkel annähernd Null betragen.

Abweichungen, die dann noch zu sehen sind, lassen sich primär durch Bildrauschen erklären. Größere Abweichungen weisen jedoch auf eine noch nicht robuste Erkennung hin.

Wenn Sie die Erkennungsaufgabe soweit optimiert haben, dass die zu erkennenden Merkmale robust erkannt werden, können Sie ein Bauteil positionieren. In der Ergebnisverarbeitung können Sie die Lage dieses Bauteils ermitteln und anschließend über die Schaltfläche **[Referenzdaten setzen]** einlernen.

Als Einlernen bezeichnet man den Schritt, in dem eine Position eines zu erkennenden Bauteils als Referenz für alle nachfolgenden Bauteile definiert wird.

Vor dem Einlernen wird die Kontur in der Regel mittels CLICK & TEACH angepasst und passend zum Referenz-Bauteil positioniert.

ACHTUNG: Ändern Sie nach dem Einlernen keine relevanten Einstellungen der für die Erkennung verwendeten Jobelemente. Dies würde das Ergebnis der Erkennung beeinflussen, und die bisherige Referenz wäre damit hinfällig.

Parameter	Erläuterungen
Ausgabevalidierung	
Die aus den Suchen ermittelte Transformation kann noch auf Sinnhaftigkeit validiert werden. Definieren Sie hier, in welchem Toleranzbereich sich die Werte der Prozesstransformation bewegen dürfen. Bei Überschreitung dieses Bereichs wird eine Fehlermeldung angezeigt.	
Transformationswerte, die die zu erwarteten Positionstoleranzen überschreiten, lassen darauf schließen, dass möglicherweise falsche Merkmale erkannt wurden oder sich das Bauteil an einer unerwarteten Position befindet.	
Max. erlaubter Versatz [\pm mm] X / Y	Geben Sie hier die Werte für den maximal erwarteten Versatz in [mm] an.
Max. erlaubte Skalierung [$1\pm$ mm] X / Y	Geben Sie hier die Werte als Summand an, um den die zu erwartende Skalierung vom Faktor 1 abweichen darf.
Max. erlaubte Rotation [\pm °]	Geben Sie hier den Wert für den maximal erwartete Rotation in [Grad] an.
Ausgabe	
Die Kernaufgabe der Lageerkennung ist es, die von der Steuerkarte anzuwendende Prozesstransformation zu ermitteln und einzustellen.	
Exp ^P Write port	(Expertenparameter) Wenn gewünscht, kann bei erfolgreichem Absolvieren der Erkennungsaufgabe eine Information über I/O-Port oder serielle Schnittstelle ausgegeben werden.

Parameter	Erläuterungen
Prozesstransformation	<p>Wählen Sie hier, welche Anteile der Prozesstransformation gesetzt werden, um im Anschluss an die Lageerkennung folgende Laserbearbeitungen an die passende Bauteilposition anzupassen.</p> <p>Auswahl:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Versatz , ■ Rotation, ■ Skalierung. <p>HINWEISE:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Die Prozesstransformation wird nur automatisch gesetzt, wenn der Bildverarbeitungsjob als Teil eines RAYGUIDE-Jobs über das reguläre Bedienfeld <i>Ausführung</i> ausgeführt wird. ■ Wenn der Bildverarbeitungsjob in seinem Hauptdialog über die Schaltfläche [Ausführen] ausgeführt wird, wird die Prozesstransformation nicht gesetzt. ■ Um die Prozesstransformation bei offenem Dialog der Ergebnisverarbeitung zu setzen, muss dies direkt über die Schaltfläche [Prozesstransformation setzen] erfolgen.
Testen	<p>Es gibt auch hier die Möglichkeit, Testläufe durchzuführen, um die oben genannten Eingabe-Erkennungen und die resultierende Prozesstransformation zu testen.</p> <p>Insbesondere kann man damit die Wiederholgenauigkeit testen: Bei Anzahl der Testläufe $\neq 1$ und gleichen Bedingungen (Beleuchtung, Bauteil) ist bei n Durchläufen immer die gleiche Transformation zu erwarten.</p>
[Starte Testlauf] 	Schaltfläche, um den/die Testläufe zu starten.
[Testlauf abbrechen] 	Schaltfläche, um den/die aktuell laufenden Testläufe abzubrechen.
Testläufe	Anzahl der durchzuführenden Testläufe.
Starte Test ab	<p>Geben Sie hier an, ab welchem Bildverarbeitungs-Jobelement der Testlauf starten soll.</p> <p>Die Auswahlliste wird automatisch mit den verwendeten Bildverarbeitungs-Jobelementen gefüllt. Das erste Bildverarbeitungs-Jobelement wird gemäß Voreinstellung ausgewählt.</p> <p>Standardmäßig ist immer das erste Bildverarbeitungs-Jobelement gewählt.</p>
Liniendicke 	Definieren Sie hier die Dicke der Linien in Pixel, welche die Suchergebnisse in den Ergebnisbildern markieren.

Parameter	Erläuterungen
[Referenzdaten setzen] 	<p>Wenn die Suchen die Merkmale stabil erkennen und ein Bauteil in der sogenannten Referenzposition vorliegt, wird diese Position (bzw. die aus den Suchen gewonnene Information) mit Klick auf Schaltfläche [Referenzdaten setzen] eingelernt.</p> <p>Damit werden im Bereich Eingabe die Werte bei den erwarteten Koordinaten gesetzt.</p> <p>Bei einem direkt nachfolgenden Testlauf ist eine Prozesstransformation mit annähernd Versatz = 0, Rotation = 0 und Skalierung = 1 zu erwarten.</p> <p>Jede sonst variierende und erkannte Bauteilposition resultiert in einer Prozesstransformation.</p> <p>HINWEIS: Wenn mehrere Testläufe durchgeführt wurden (durch Eintrag eines Wertes > 1 im Feld <i>Testläufe</i>), werden die Mittelwerte der gefundenen Daten als Referenzdaten verwendet.</p>
[Prozesstransformation setzen] 	<p>Mit dieser Schaltfläche können Sie eine ermittelte Prozesstransformation an die Steuerkarte übermitteln und damit anwenden.</p>
[Prozesstransformation zurücksetzen] 	<p>Mit dieser Schaltfläche können Sie eine aktuell aktive Prozesstransformation zurücksetzen.</p> <p>Wann die Prozesstransformation ansonsten meist automatisch zurückgesetzt wird, siehe <i>Seite 84, Prozesstransformation</i>.</p>

Tab. 4.31: RG_M-026

4.4.4.2 Auswerten der Testläufe

Werden zur Prüfung der Wiederholbarkeit und Robustheit der Suche mehrere Testläufe

- auf ein und das selbe Merkmal
- bei ein und demselben Bauteil (ohne dieses in seiner Position zu verändern)

in automatischer Abfolge durchgeführt, können folgende Szenarien bzw. Ergebnisse auftreten:

Alle Testläufe waren erfolgreich

Neu - result processing
? X

Ergebnisverarbeitung

Parameter

Speichere (finale) Ergebnisbild 

Eingabe	Ausgabvalidierung
Objekte automatisch ermitteln <input checked="" type="checkbox"/>	Max. erlaubter Versatz [\pm mm] <input type="text" value="1,000"/> <input type="text" value="1,000"/>
Anzahl zu findender Objekte <input type="text" value="2"/>	Max. erlaubte Skalierung [$1 \pm$] <input type="text" value="0,90"/> <input type="text" value="0,90"/>
1. Objekt <input type="text" value="Kreis"/>	Max. erlaubte Rotation [\pm°] <input type="text" value="0,5"/>
Erwartete Koordinate [mm] <input type="text" value="122,629"/> <input type="text" value="-21,226"/>	
2. Objekt <input type="text" value="Kreis"/>	
Erwartete Koordinate [mm] <input type="text" value="62,598"/> <input type="text" value="-111,258"/>	

Ausgabe

Write port

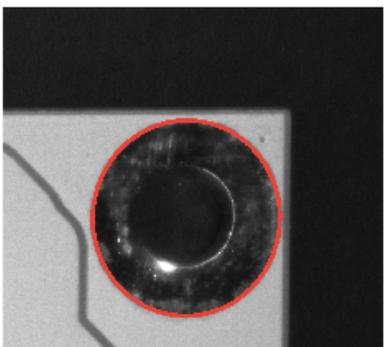
Prozesstransformation:

- Setze Versatz
- Setze Rotation
- Setze Skalierung

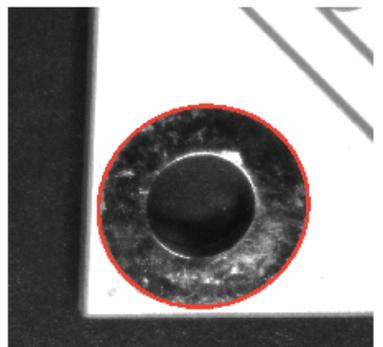
Testen

▶ Testläufe Starte Test ab Capture image (Bildaufnahme) 3   

1. gefundenes Objekt



2. gefundenes Objekt



Found: 1, Unit: mm

■ Transformation

Statistic derived from 9 runs:

Offset [mm] : (0,009; -0,017) \pm (0,0146; 0,0045) \pm (160,7%; 26,6%)

Scale : (1; 1) \pm (0; 0) \pm (0%; 0%)

Rotation [$^\circ$]: 0,007 \pm 0,0001 \pm 1,4%

Abb. 4.46: RG_M-ABN

In der Statistik werden der Mittelwert und die Standardabweichung zur eingelernten Position angezeigt. Somit erhält man eine Aussage, wie präzise die Erkennung trotz Bildrauschen ist.

Ein oder mehrere Testläufe sind fehlgeschlagen

Eine Liste aller Testläufe wird angezeigt, wobei zu sehen ist, welcher Durchlauf an welcher Suche gescheitert ist. Die entsprechenden Suchen sollten daraufhin auf Robustheit optimiert werden, bevor in den automatischen Betrieb gewechselt wird.

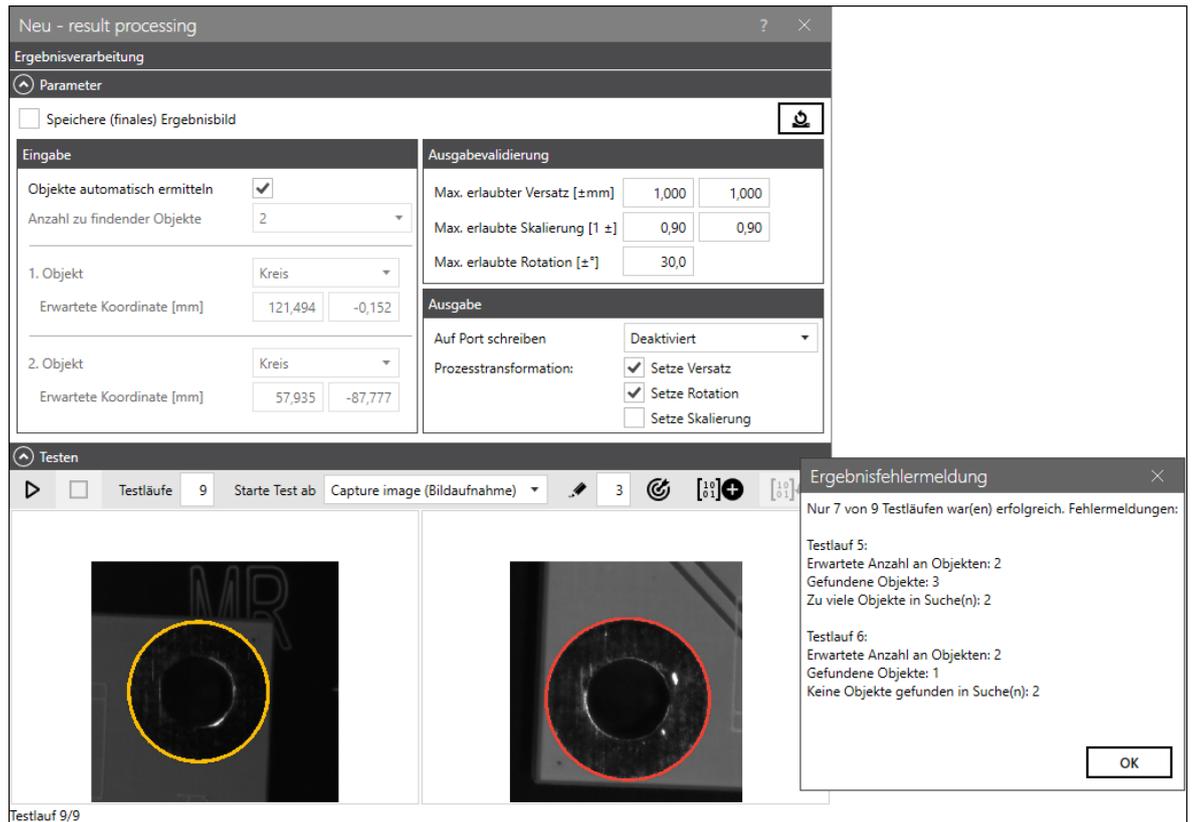


Abb. 4.47: RG_M-ABO

In dem Beispiel sieht man, dass...

- bei einem Suchdurchlauf eine der beiden Kreissuchen (in diesem Fall die zweite) zu viele Kreise als Ergebnis zurückliefert.
- bei einem anderen Suchdurchlauf eine der beiden Kreissuchen (in diesem Fall die zweite) gar keinen Kreis findet, und demnach kein Ergebnis zurückliefert.

4.5 Allgemeine Einstellungen und Funktionen der Bildverarbeitungs-Jobelemente

4.5.1 Einstellungen pro Bildverarbeitungs-Jobelement

Alle Bildverarbeitungs-Jobelemente wie *Bildaufnahme*, *Bildfilter*, *Suchen* und *Ergebnisverarbeitung* bieten standardmäßig ganz oben im Dialog folgende Einstellungen an:

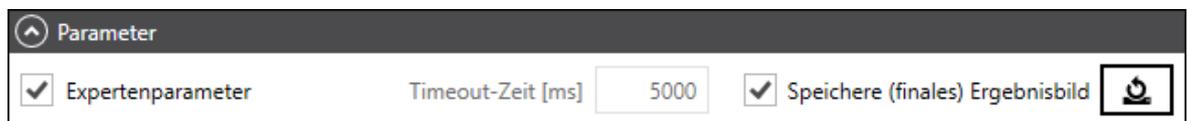


Abb. 4.48: RG_M-AAT

Parameter	Erläuterungen
Expertenparameter	<p>Aktiviert die Ansicht der sogenannten Expertenparameter.</p> <p>Es bedarf tiefergehender Fachkenntnisse, diese Parameter gewinnbringend anzupassen. Diese Expertenparameter sind nach Erfahrungswert so voreingestellt, dass eine Anpassung nur selten notwendig ist.</p> <p>HINWEISE:</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ Die reine Sichtbarkeit der Parameter entscheidet nicht darüber, ob diese Parameter benutzt werden oder nicht. ■ Das Aktivieren der Expertenparameter startet automatisch einen neuen Testlauf, sofern die Wechselschaltfläche [Teste automatisch] aktiviert ist.
Timeout-Zeit [ms]	<p>Definieren Sie hier die Zeit, ab der eine Zeitüberschreitung zu einem Abbruch führt.</p> <p>Dieser Abbruch wird in der Fehlerbehandlung wie eine fehlgeschlagene Suche gewertet.</p>
Speichere (finales) Ergebnisbild	<p>Aktiviert das Speichern des finalen Ergebnisbildes inkl. eingezeichneter Suchergebnisse. Ob und wann das Bild gespeichert wird, kann man über die Einstelloptionen des Bildverarbeitungs-Jobs definieren, siehe <i>Seite 91, Erstellen und Ausführen eines Bildverarbeitungsjobs</i>.</p>
<p>[Zurücksetzen]</p> 	<p>Setzt alle Werte auf Standardwerte zurück (inkl. aktuell nicht sichtbarer Expertenparameter). Das schließt auch die Auswahl-Parameter mit ein.</p>

Tab. 4.32: RG_M-014

4.5.2 Dialogbereich: Testen

4.5.2.1 Testläufe durchführen

Alle Bildverarbeitungs-Jobelemente (*Bildaufnahme, Bildfilter, Suchen, Ergebnisverarbeitung*) haben die Option, einen Testlauf durchzuführen, um die Wirkung der aktuell eingestellten Parameter zu verstehen und zu bewerten.

Zum Testen des Bildverarbeitungs-Jobelements **Ergebnisverarbeitung** siehe Seite 173, *Testen und Einlernen*.

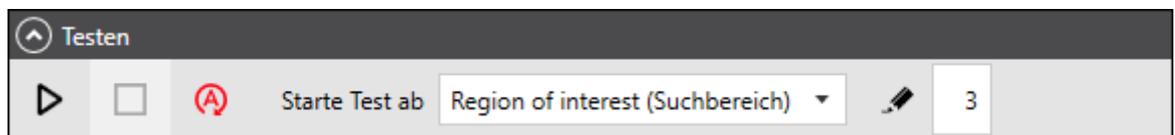


Abb. 4.49: RG_M-AAU

Element	Erläuterung
[Starte Testlauf] 	Schaltfläche, um den Testlauf zu starten.
[Testlauf abbrechen] 	Schaltfläche, um den aktuell laufenden Testlauf abzubrechen.
[Teste automatisch] 	Wechselschaltfläche Wenn aktiviert, sorgt sie dafür, dass nach jeder Parameteränderung sofort ein neuer Testlauf startet.
Starte Test ab	Geben Sie hier an, ab welchem Bildverarbeitungs-Jobelement der Testlauf starten soll. Die Auswahlliste wird automatisch mit den verwendeten Bildverarbeitungs-Jobelementen gefüllt. Standardmäßig ist immer das erste Bildverarbeitungs-Jobelement gewählt.
Liniendicke 	Definieren Sie hier die Dicke der Linien in Pixel, die die Suchergebnisse in den Ergebnisbildern markieren.

Tab. 4.33: RG_M-027

4.5.2.2 Ergebnisbilder der Testläufe

4.5.2.2.1 Bildaufnahme

Hier wird als Ergebnis das sogenannte Roh-Bild für die nachfolgende Suche angezeigt.

Damit lässt sich prüfen, ob das zu suchende Merkmal mit genügend Spielraum für Positionstoleranzen eingefangen wurde.

4.5.2.2.2 Bildfilter

Hier sind in der Regel immer zwei Bilder zu sehen: das Roh-Bild und das gefilterte Bild.

So ist der Effekt des Filters sofort sichtbar.

4.5.2.2.3 Suchen

Die Anzahl der angezeigten Ergebnisbilder kann bei den Suchen variieren. Auch die An- oder Abwahl des Expertenmodus hat in der Regel einen Einfluss, welche Zwischenschritte einer Suche mittels Ergebnisbild angezeigt werden.

Die Ergebnisse werden in den Bildern mithilfe farbiger Linien dargestellt. Die Linienstärke ist einstellbar.

In den meisten Fällen zeigt das erste Bild die Ergebnisse der Kantensuche. Die weiteren Bilder zeigen die Ergebnisse der Kontursuche bzw. des jeweils aktiven Grauwertübergangs. Das letzte Bild (ganz rechts) zeigt das eigentliche Suchergebnis.

Unter den Bildern finden Sie Angaben zur Anzahl der gesuchten Objekte.

Abhängig dem gesuchten Merkmal werden zu allen Bildern (Zwischenschritte, finales Ergebnisbild) jeweils auch die Resultate angezeigt.

Wenn mehrere Ergebnisse vorliegen, gibt es folgende Option, um das Ergebnis auf ein Resultat zu reduzieren:

1. Identifizieren Sie das gewünschte Suchergebnis aus der Menge der Ergebnisse.
2. Benutzen Sie die Schaltfläche **[Setze Filter]**, um die Werte des Ergebnisses für einen Auswahl-Parameter inklusive Toleranz zu übertragen.

Beispiel:

In diesem Beispiel wurden bei den eingestellten Such-Parametern statt nur einem Kreis bzw. Ellipse zwei Kreise bzw. Ellipsen gefunden. Ziel wäre es jetzt, mittels der Auswahl-Filter die Ergebnisse auf genau den gewünschten Kreis zu reduzieren.

Die Auswahl-Parameter lassen sich am effektivsten über die Filter definieren.

Das entsprechende Auswahlkriterium wird hierbei mit einem Bereich um den entsprechenden Wert des gewünschten Resultates herum dimensioniert.

4 RAYGUIDE MATCH

Erkennungsmethode

Ausgleichsellipse

Ausgleichsellipse

Kantenerkennung (Canny)

Schwelwert 1

Schwelwert 2

Fenstergröße

L2-Gradient

Konturerkennung

Erkennungstyp

Annäherungsmethode

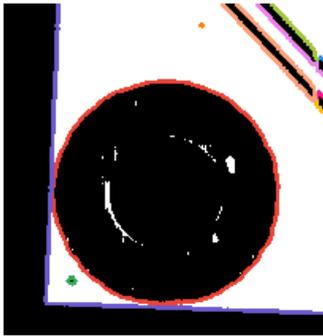
Auswahl

	Min.	Max.
→ Radius [mm]	<input type="text" value="4.101"/>	<input type="text" value="5.034"/>
→ Achsenverhältnis	<input type="text" value="0.906"/>	<input type="text" value="1.108"/>
Winkel [°]	<input type="text" value="0,000"/>	<input type="text" value="360,000"/>

⌵ Parametervariationen
⌵ Testen

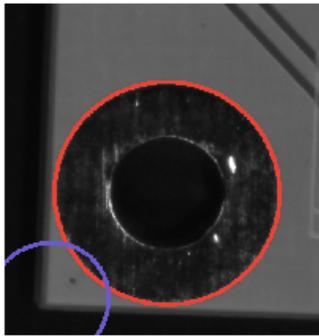
▶ ⏏ Ⓜ Starte Test ab Capture image (Bildaufnahme) 3

Konturen



10 original contours found.

Gefundene Kreise



Found: 2, Unit: mm

- **1. Kreis**
center: (57,935; -87,77)
radius: 4,575 (4,566; 4,585)
ratio : 1,004
angle : 117,818°
- **2. Kreis**
center: (53,077; -92,277)
radius: 2,500 (2,409; 2,590)
ratio : 1.075

Abb. 4.50: RG_M-ABS

4.5.2.2.4 Ergebnisverarbeitung

Bei der Ergebnisverarbeitung wird zu jeder beteiligten Suche das finale Ergebnisbild angezeigt. Das Suchergebnis ist farblich eingezeichnet.

Unter den Ergebnisbildern sind die Ergebniswerte dargestellt. Weiterhin wird die aus den Suchergebnissen abgeleitete Prozesstransformation für Versatz, Rotation und Skalierung relativ zur eingelernten Referenz angezeigt.

HINWEIS: Wenn eine der Suchen kein Ergebnis liefert, wird auch kein Ergebnisbild dieser Suche angezeigt. So kann es vorkommen, bei beispielsweise bei zwei Suchen nur ein Ergebnisbild vorhanden ist.



Abb. 4.51: RG_M-ABR

4.5.2.3 Allgemeine Optionen der Ergebnisbilder

Unabhängig vom Bildverarbeitungs-Jobelement stehen über das Kontextmenü folgende Optionen zur Verfügung (Klick mit der rechten Maustaste):

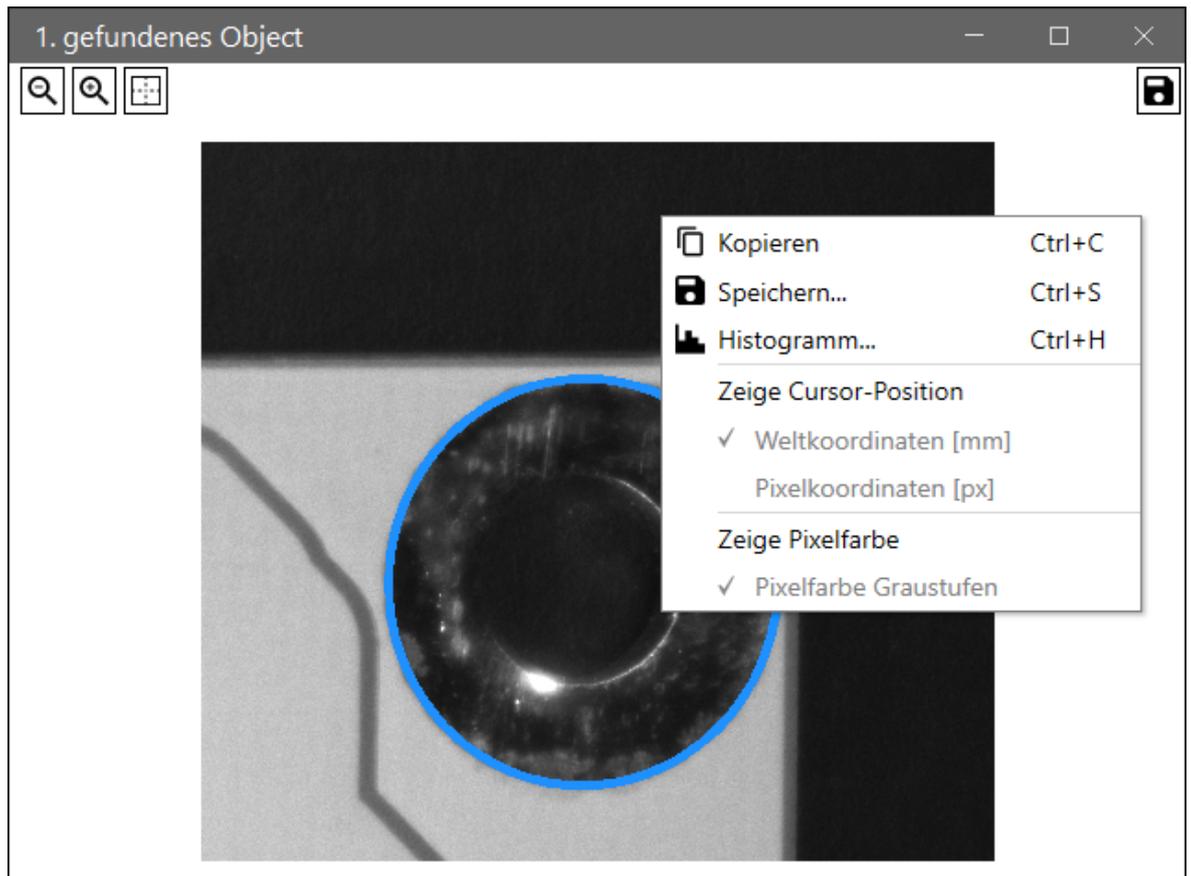


Abb. 4.52: RG_M-ABT

Element	Erläuterung
Kopieren	Kopiert das Bild in die Zwischenablage
Speichern...	Öffnet den Standard Dialog zum Speichern von Dateien. Standardformat für Ergebnisbilder ist PNG.
Histogramm	Öffnet ein Fenster zur Anzeige der statistischen Verteilung der Grauwerte
Zeige Cursor-Position	Die Cursor-Position wird oberhalb vom Bild entweder in <i>Weltkoordinaten</i> mit Einheit [mm] (bezogen auf den Ursprung vom RAYGUIDE Arbeitsbereich) oder in <i>Pixel</i> mit Einheit [px] (bezogen auf das jeweilige Bild) angezeigt.
Zeige Pixelfarbe	Wählen Sie diese Option an, wenn zusätzlich zu den Koordinaten auch noch der Grauwert zur Cursor-Position angezeigt werden soll

Tab. 4.34: RG_M-028

Detail-Zoom

Die Bilder können per Doppelklick in einem extra Fenster geöffnet werden. Dort besteht zusätzlich die Option, in die Details des Bildes hinein zu zoomen. Auch aus diesem Fenster heraus lassen sich die Bilder abspeichern.

Automatisches Abspeichern der Ergebnisbilder

Es gibt die Option, die Ergebnisbilder abzuspeichern. Siehe dazu die Einstellungen auf *Seite 91, Erstellen und Ausführen eines Bildverarbeitungsjobs* und *Seite 178, Einstellungen pro Bildverarbeitungs-Jobelement*.

4.5.3 Dialogbereich: Parametervariationen

Die Option *Parametervariationen* findet sich sowohl in den Jobelementen *Bildaufnahme*, *Bildfilter* als auch allen *Suchen*.

Diese Option können Sie nutzen, um eine Suche mit unterschiedlichen, das Ergebnis beeinflussenden Einstellungen zu wiederholen, um so ein Fehlschlagen der Suche zu vermeiden.

Selbstverständlich beansprucht jede Parametervariation Zeit. Wenn dadurch jedoch die Wahrscheinlichkeit eines erfolgreichen Suchergebnisses erhöht wird, kann es sich lohnen, diese Zeit zu investieren.

Für die Parametervariation können nicht nur die Parameter der eigentlichen *Suche*, sondern auch Parameter der vorgelagerten Objekte wie der *Bildaufnahme* oder *Bildfilter* verwendet werden.

Um die Parameter in der nachfolgenden Suche und der eigentlichen Parametervariation verwenden zu können, müssen sie im *Bildfilter*-Jobelement ausgewählt und eingestellt werden.

Ob die Parameter eingesetzt werden oder nicht, wird dann über die Checkbox *Verwende beim Variieren* gesteuert.

Element	Erläuterung
Wähle Parameter	Wählen Sie hier den Parameter, der variiert werden soll. HINWEIS: Es stehen nur Parameter zur Auswahl, die über einen Zahlenwert definiert sind.
[Hinzufügen]	Klicken Sie die Schaltfläche [Hinzufügen] , um eine neue Tabellenzeile mit dem ausgewählten Parameter zu erzeugen.
Verwende beim Variieren	Nur bei Jobelementen vom Typ Bildaufnahme, Bildfilter: Nur wenn aktiv, werden die hier ausgewählten Parameter dieser Bildverarbeitungs-Jobelemente für die Parametervariation der nachfolgenden Jobelemente vom Typ <i>Suche</i> ebenfalls berücksichtigt.
Variieren	Nur bei Jobelementen vom Typ Suche: Nur wenn aktiv, werden die Parameter entsprechend durchvariiert.
Permutieren	Wenn sie diese Option wählen, werden alle Kombinationsmöglichkeiten aller gewählter Parameter ausprobiert. <u>Reihenfolge am Beispiel mit zwei Parametern:</u> <ul style="list-style-type: none"> ■ Parameter 1 (alle Variationen); Parameter 2 bei Ausgangswert ■ Parameter 1 (alle Variationen), Parameter 2 bei Ausgangswert + 1. Delta ■ Parameter 1 (alle Variationen), Parameter 2 bei Ausgangswert + 2. Delta ■ Parameter 1 (alle Variationen), Parameter 2 bei Ausgangswert + 3. Delta etc.

Element	Erläuterung
Variationsparameter	
HINWEIS: Parameter, die von einem vorherigen Jobelement eingesetzt werden, werden grau angezeigt, und sind somit nicht direkt editierbar.	
Parameter	Anzeige des zuvor ausgewählten Parameters
Ausgangswert	Definiert den Startwert von dem aus variiert wird. Dieser Wert entspricht standardmäßig dem eingestellten Wert.
Delta	Definiert, um wie viel der Wert pro Versuch variiert wird.
Versuche	Definiert die Anzahl der Versuche
Alterniere Delta	Wenn aktiviert, wird der eingesetzte Wert ausgehend vom Startwert abwechselnd um das Delta größer dann kleiner, dann wieder größer und dann wieder kleiner, usw. <u>Beispiel:</u> Ausgangswert = 100, Delta = 10 1. Wert = 110, 2. Wert = 90, 3. Wert = 120, 4. Wert = 80, usw.
Aktueller Wert	Zeigt den aktuell eingesetzten Wert an. HINWEIS: Einige Parameter sind in ihrem Wertebereich beschränkt. Sollte durch die Variation ein Wert außerhalb des gültigen Bereichs herauskommen, werden nur die zulässigen Werte verwendet.
Zähler	Der Zähler zeigt die aktuelle Anzahl der unternommenen Versuche an.

Tab. 4.35: RG_M-029

HINWEIS: Die Parametervariationen werden beendet sobald die jeweilige Suche erfolgreich war. Erfolgreich bedeutet, dass die Suche genau ein Ergebnis (nicht mehrere oder kein Ergebnis) liefert, welches aber nicht zwingend bedeutet, dass das gesuchte Merkmal optimal erkannt wurde.

Beispiel:

Beispiel für Parametervariation, zusammengesetzt aus zwei Bildverarbeitungs-Jobelementen

Verwendete Elemente

Capture image (Bildaufnahme)

Filter image (Bildfilter/Ohne Filter)

Circle search (Kreissuche/Ausgleichsellipse)

Filter

Helligkeit/Kontrast

Helligkeit [-100..100]

Kontrast [-100..100]

Parametervariationen

Wähle Parameter Kontrast Verwende beim Variieren

Variationsparameter						
Parameter	Ausgangswert	Delta	Versuche	Alterniere Delta	Aktueller Wert	Zähler
Helligkeit	30,000	5,000	5	<input type="checkbox"/>	30,000	0

Erkennungsmethode

Ausgleichsellipse

Ausgleichsellipse	Auswahl												
<p>Kantenerkennung (Canny)</p> <p>Schwelwert 1 <input type="text" value="100"/></p> <p>Fenstergröße <input type="text" value="5"/></p>	<table style="width: 100%;"> <tr> <td></td> <td>Min.</td> <td>Max.</td> </tr> <tr> <td>Radius [mm]</td> <td><input type="text" value="1,000"/></td> <td><input type="text" value="5,000"/></td> </tr> <tr> <td>Achsenverhältnis</td> <td><input type="text" value="0,900"/></td> <td><input type="text" value="1,100"/></td> </tr> <tr> <td>Winkel [°]</td> <td><input type="text" value="0,000"/></td> <td><input type="text" value="360,000"/></td> </tr> </table>		Min.	Max.	Radius [mm]	<input type="text" value="1,000"/>	<input type="text" value="5,000"/>	Achsenverhältnis	<input type="text" value="0,900"/>	<input type="text" value="1,100"/>	Winkel [°]	<input type="text" value="0,000"/>	<input type="text" value="360,000"/>
	Min.	Max.											
Radius [mm]	<input type="text" value="1,000"/>	<input type="text" value="5,000"/>											
Achsenverhältnis	<input type="text" value="0,900"/>	<input type="text" value="1,100"/>											
Winkel [°]	<input type="text" value="0,000"/>	<input type="text" value="360,000"/>											

Parametervariationen

Wähle Parameter Fenstergröße Variieren Permutieren

Variationsparameter						
Parameter	Ausgangswert	Delta	Versuche	Alterniere Delta	Aktueller Wert	Zähler
Helligkeit	30,000	5,000	5	<input type="checkbox"/>	30,000	0
Schwelwert 1	100,000	-10,000	3	<input type="checkbox"/>	100,000	0
Schwelwert 2	80,000	-10,000	3	<input type="checkbox"/>	30,000	0

Abb. 4.53: RG_M-ABU

5 KAMERA-EMULATOR

Zu Test-, Präsentations- und Schulungszwecken gibt es den Kamera-Emulator. Damit kann die Handhabung der meisten C&T-Funktionen wie z. B. Kalibrierung und Picken / Kacheln simuliert werden, ohne dass eine echte Kamera angeschlossen sein muss.

Falls eine Ablenkeinheit mit einem Pilotlaser zur Verfügung steht, kann die Funktionsweise von C&T auch ohne echten Laser anschaulich vorgeführt werden.

Statt Bilder aufzunehmen, hat der Emulator ein großes Bild fest eingebaut, aus dem, je nach Spiegelposition, Ausschnitte als „Live“-Bild oder Bildkachel eingeblendet werden. Der Emulator ist wie bei echten Kameras als RAYGUIDE-Plug-in ausgeführt. Um mit einer emulierten Kamera zu arbeiten, fügen Sie diese zunächst als Gerät hinzu:

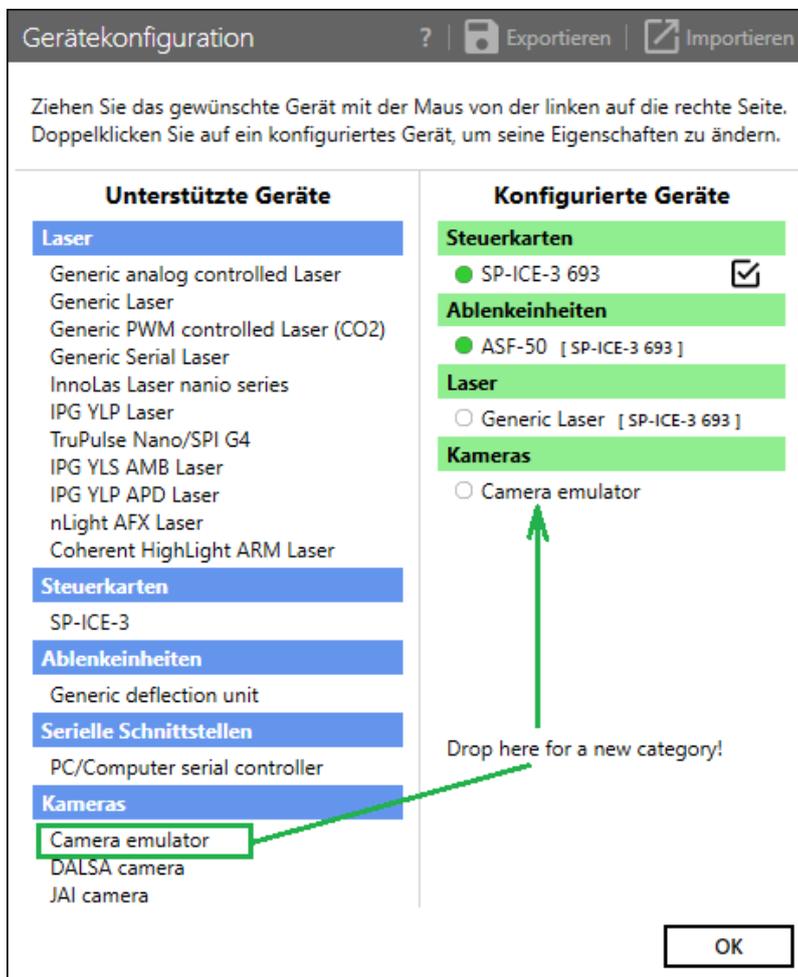


Abb. 5.1: CT-ABW

Im nächsten Schritt wählen Sie eine der vier verfügbaren emulierten Kameras aus, und aktivieren die Verbindung.

Genau wie bei einer echten Kamera, muss der emulierten Kamera noch eine Ablenkeinheit zugewiesen werden.

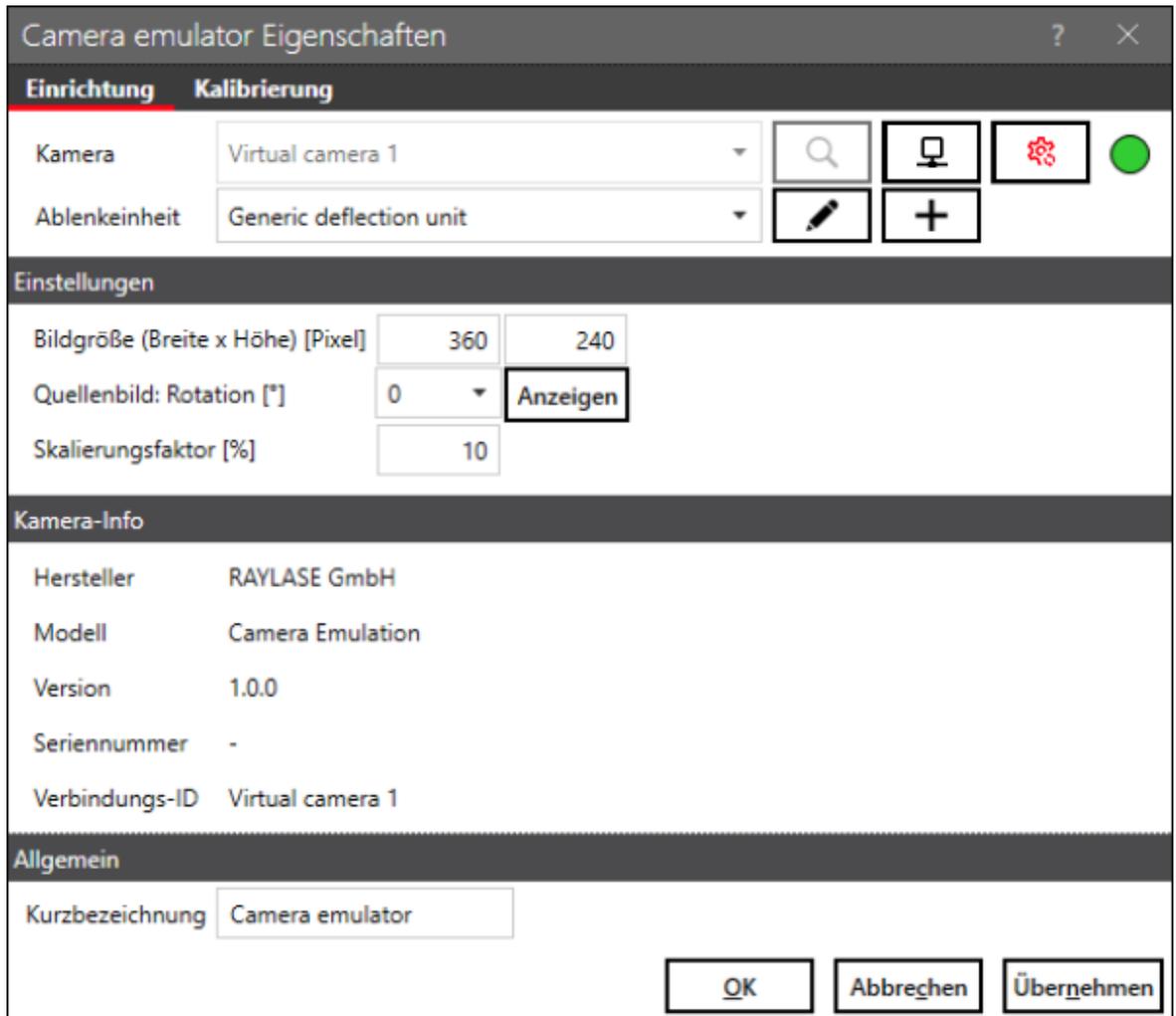


Abb. 5.2: CT-ABX

Einstellung	Erläuterung
Einstellung	
Bildgröße (Breite, Höhe) [Pixel]	Einstellung der Bildgröße. Die maximale Größe des Kamerabildes ist auf 360 x 240 Pixel beschränkt. Bei echten Kameras kann es sinnvoll sein, die Größe zu reduzieren; beim Emulator dürfte das jedoch nur selten der Fall sein (außer zu Demonstrationszwecken).
Quellenbild-Rotation [°]	Falls in der Ablenkeinheit eine Rotation eingestellt ist, kann dies hier kompensiert werden, um ein aufrechtstehendes Bild zu erhalten.
[Anzeigen]	Mit Klicken auf die Schaltfläche [Anzeigen] wird das Hintergrundbild in den Arbeitsbereich eingeblendet. Das kann nützlich für die Kalibrierung des Emulators sein, siehe <i>Seite 193, Manuelle Kalibrierung</i> .
Skalierungsfaktor [%]	Einstellung des Skalierungsfaktors. Das Quellenbild ist mit 3000 x 3000 Pixel klein genug, so dass der Skalierungsfaktor ohne Performanzeinbußen auf 100 % eingestellt werden kann.

Tab. 5.1: CT-012

Anschließend steht die emulierte Kamera im Rahmen ihrer Möglichkeiten zur Simulation bereit.

5.1 Kalibrierung

5.1.1 Automatische Kalibrierung

Die automatische Kalibrierung vereinfacht den Kalibrierungsvorgang unter Verwendung von Bildverarbeitungsalgorithmen.

HINWEIS: Diese Option steht ausschließlich bei der emulierten Kamera zur Verfügung.

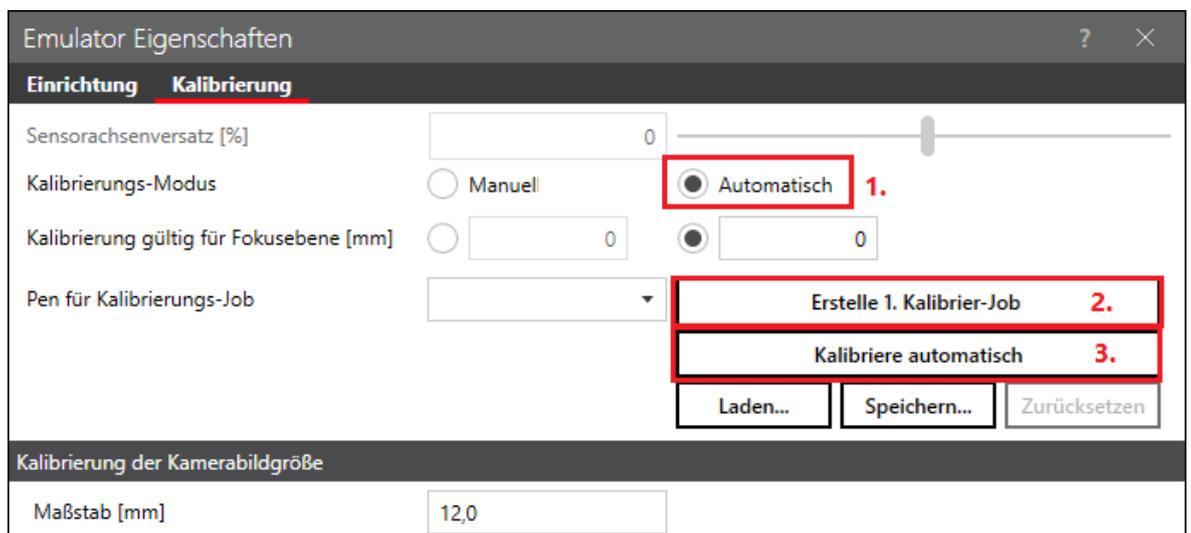


Abb. 5.3: CT-ABY

1. Stellen Sie den Kalibrierungs-Modus auf *automatisch*.
2. Optional: Fokusebene für Kamerakalibrierung festlegen

Falls der genutzte Arbeitsbereich eine Ausdehnung in z-Richtung haben soll, muss die in folgender beschriebener Kalibrierung grundsätzlich mindestens zweimal durchgeführt werden:

- Am höchsten Punkt (z-Position = 0 mm) und
- noch einmal möglichst am untersten Punkt (hängt vom Werten in der Korrekturdatei ab).

Bei den dazwischenliegenden z-Positionen werden die gewonnenen Kalibrierungsdaten dann automatisch (linear) interpoliert.

HINWEIS: Der Wert für die untere Fokusebene wird standardmäßig laut Korrekturdatei vorgegeben. Sollte sich eine Markierung in dieser Fokuslage aufgrund der Anlagenkonstruktion nicht realisieren lassen, so kann ein alternativer Wert eingetragen werden.

3. Wählen Sie einen Pen aus, der auf der zu markierenden Oberfläche gute Ergebnisse liefert.
ACHTUNG: Ein gutes Markierergebnis ist die Voraussetzung dafür, dass die Mustererkennung gelingt. Die Laser-Parameter müssen anhand einfacher Markiertests zuvor ermittelt worden sein. Für die Bildererkennung ist eine gute Beleuchtung mit ausreichendem Kontrast erforderlich.
4. Geben Sie im Feld *Maßstab* die ungefähre Breite des Gebietes im Arbeitsbereich an, das von der Kamera abgebildet wird. Nach diesem Wert richtet sich die Größe der Schachbrettmuster, die der Kalibrier-Job enthalten wird und die später durch die Bildverarbeitung erkannt werden müssen.
5. Erzeugen Sie den Kalibrier-Job und führen Sie ihn aus. Er besteht aus einigen sinnvoll angeordneten Quadraten, die von der Bildererkennung detektiert werden sollen.
6. Führen Sie die automatische Kalibrierung durch. Während diese läuft, wird der gerade ausgeführte Kalibrierungsschritt in der Statusleiste der RAYGUIDE-Software rechts unten protokolliert.

Anschließend erscheint ein Dialog, der entweder das Gelingen oder Scheitern der Bildererkennung anzeigt. Ist die Kalibrierung gelungen, werden die ermittelten Werte automatisch in die entsprechenden Felder des Dialogs Einstellungen eingetragen. Der Dialog wird mit Klicken auf die Schaltfläche **[OK]** beendet.

Falls die Kalibrierung scheitert, versuchen Sie, die Beleuchtung zu verbessern oder die Laser-Parameter anzupassen. Außerdem können Sie die Ergebnisse der Bildverarbeitung auch direkt als Bilder sehen, wenn Sie die linke Umschalttaste drücken und zeitgleich die Schaltfläche **[Kalibriere automatisch]** anklicken. In diesem Fall legt RAYGUIDE im *Temp*-Verzeichnis des Benutzers (geben Sie *%temp%* in die Adresszeile des Windows-Explorers ein, um ihn zu öffnen) fünf PNG-Dateien an, die alle mit *ClickAndTeach* beginnen und gefundene Schachbrettmuster mit einem grauen Rand kennzeichnen.

Da die Größe des Quellenbildes, aus dem Ausschnitte passend eingeblendet werden, und die Abmessungen des Arbeitsfeldes bekannt sind, funktioniert die automatische Kalibrierung immer perfekt, indem die Kalibrierparameter einfach ausgerechnet werden. Die Erzeugung eines Kalibrier-Jobs ist nicht erforderlich.

Schalten Sie in den automatischen Kalibriermodus und klicken Sie auf **[Kalibriere automatisch]**.

HINWEIS: Die automatische Mittelpunktskalibrierung funktioniert nur mit dem fest eingebauten Quellenbild, da die Mittelpunktsverschiebung bekannt ist (12 Pixel in x- und 24 Pixel in negativer y-Richtung bei 3000 x 3000 Pixeln Gesamtgröße). Bei der Verwendung eines eigenen Quellenbildes müssen Sie die Mittelpunktskalibrierung manuell durchführen.

5.1.2 Manuelle Kalibrierung

Zu Demonstrationszwecken oder bei Verwendung eines eigenen Quellenbildes kann die Kalibrierung auch manuell durchgeführt werden. Sie läuft geringfügig anders ab als bei einer echten Kamera, denn das Erstellen des Kalibrier-Jobs wird durch das händische Ausmessen geeigneter Abstandsmarken im Quellenbild ersetzt.

Problem: Das eingebaute Quellenbild hat eine Größe von 3000 x 3000 Pixeln und enthält Skalen auf der x- und y-Achse, wobei die einzelnen „Millimeter“-Markierungen eine Entfernung von 10 Pixeln haben.

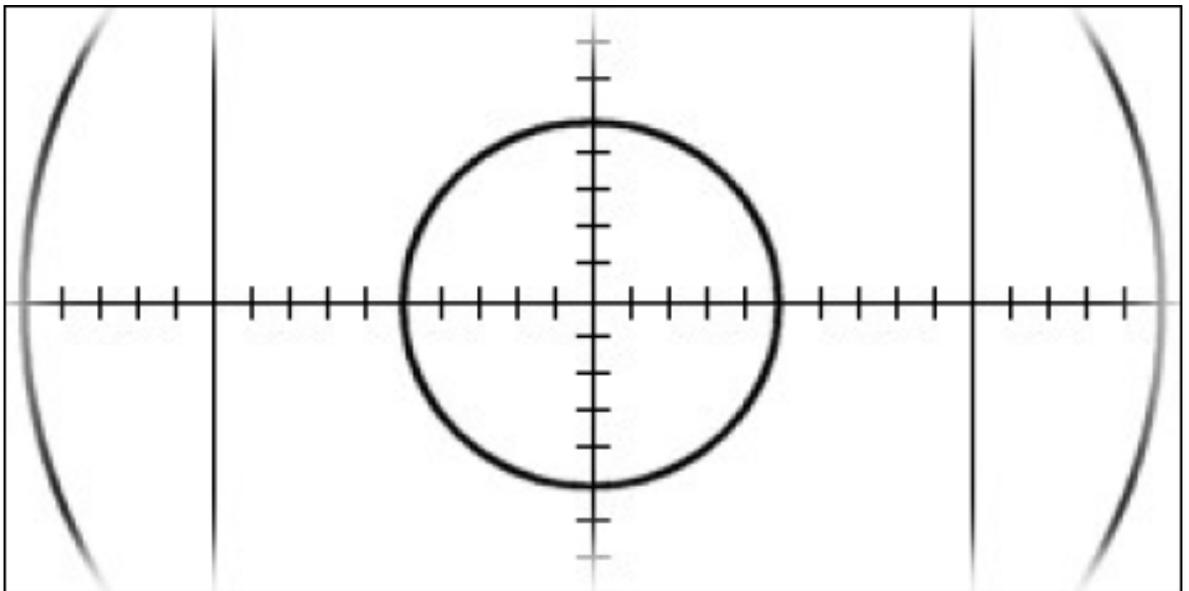


Abb. 5.4: CT-ABZ

Das Quellenbild wird nun stets in kompletter Breite und Höhe in den Hintergrund des Arbeitsfeldes eingeblendet.

- 3000 Pixel entsprechen immer der Breite des Arbeitsfeldes.
- Bei einem Arbeitsfeld von 300 mm x 300 mm entsprechen 10 Pixel genau einem Millimeter.

Das ist jedoch bei anderen Arbeitsfeldgrößen nicht der Fall, so dass vor der eigentlichen Kalibrierung eine geeignete Bezugsgröße ermittelt werden muss.

Die notwendigen Schritte zur manuellen Kalibrierung werden im Folgenden beschrieben:

1. Klicken Sie im Bereich Kalibrierung der Kamerabildgröße auf die Schaltfläche **[Kalibrierung starten]**. Dadurch wird das Zentrum des Bildfeldes vergrößert in den Arbeitsbereich eingeblendet:

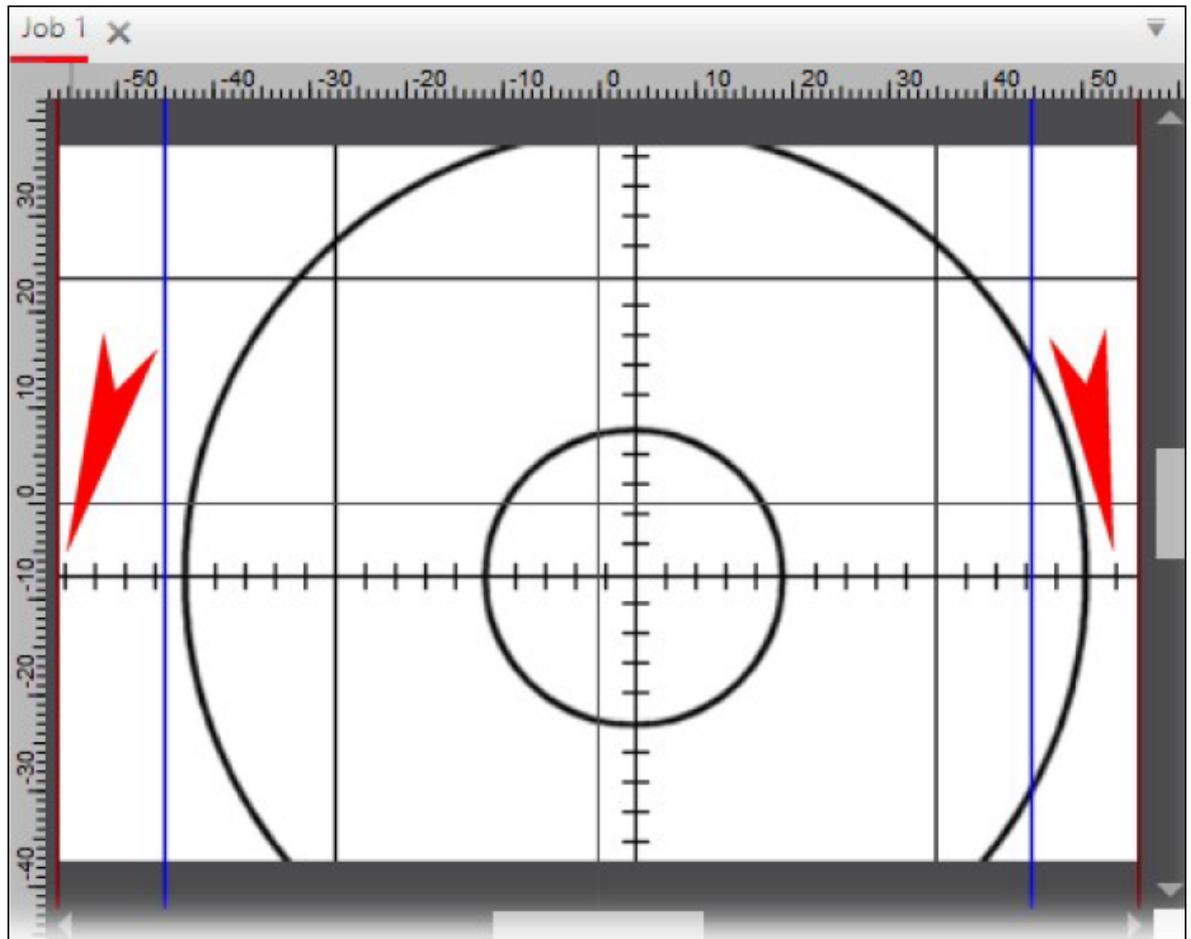


Abb. 5.5: CT-ACA

- Suchen Sie sich zwei möglichst weit entfernte Punkte im Bild aus, die leicht wiederzufinden sind.

Im Beispiel bieten sich die mit roten Pfeilen markierten „Millimeter“-Markierungen bei -19 und +16 an. Die Frage ist nun, wie groß deren Abstand in der realen Welt ist. Bei einem 300er-Feld wären es genau 35 mm. In diesem Beispiel verwenden wir aber ein Feld von 112 mm x 112 mm. Bei einer Pixeldistanz von 35 * 10 Pixeln könnte man den wahren Abstand nun nach der Formel $112 \text{ mm} / 3000 \text{ Pixel} * 350 \text{ Pixel} = 13,067 \text{ mm}$ umrechnen. Dieser kann aber auch gemessen werden. Brechen Sie dazu den Kalibriervorgang ab, indem Sie auf die Schaltfläche **[Kalibrierung abbrechen]** klicken. Blenden Sie das Gesamtbild als Hintergrund ein, indem Sie auf die Schaltfläche **[Anzeigen]** unter Einstellungen klicken:



Abb. 5.6: CT-ACB

- Zoomen Sie soweit in das Bild hinein bis beide Markierungen gut zu sehen sind. Messen Sie den Abstand mit dem *Abstand messen*-Werkzeug von RAYGUIDE:

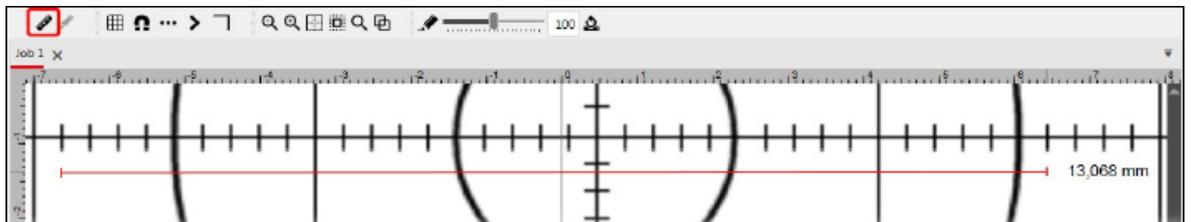
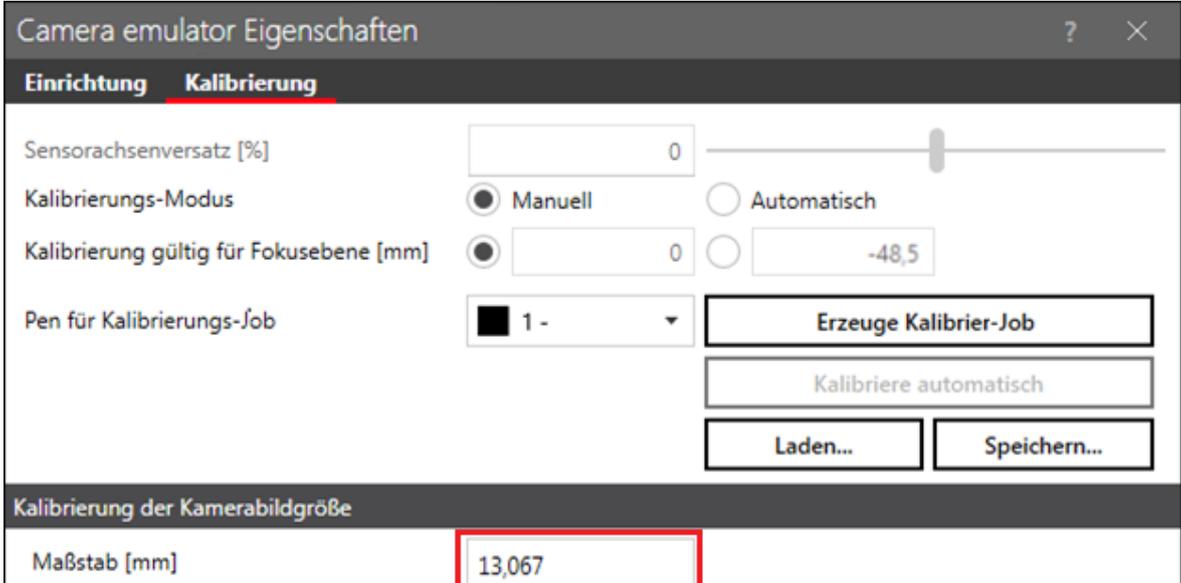


Abb. 5.7: CT-ACC

4. Tragen Sie den Wert (empfohlen: errechneter Wert) in das Feld *Maßstab* ein:



The screenshot shows the 'Camera emulator Eigenschaften' dialog box with the 'Kalibrierung' tab selected. The 'Maßstab [mm]' field is highlighted with a red box and contains the value '13,067'. Other fields include 'Sensorachsenversatz [%]' (0), 'Kalibrierungs-Modus' (Manuell), 'Kalibrierung gültig für Fokusebene [mm]' (0), and 'Pen für Kalibrierungs-Job' (1 -). Buttons for 'Erzeuge Kalibrier-Job', 'Kalibriere automatisch', 'Laden...', and 'Speichern...' are also visible.

Abb. 5.8: CT-ACD

5. Nehmen Sie die weitere Kalibrierung wie auf Seite 43, *Kalibrierung der Kamerabildgröße* beschrieben vor. Das fest eingebaute Hintergrundbild weist absichtlich eine Verschiebung von 6 Pixeln in x- und 12 Pixeln in negativer y-Richtung auf, um die Kalibrierung des Mittelpunktes demonstrieren zu können.

5.2 Hintergrundbild ändern

Das fest eingebaute Hintergrundbild, welches vom Emulator als Vorlage verwendet wird, kann bei Bedarf durch ein anderes ersetzt werden. Kopieren Sie Ihr PNG-Bild dazu einfach in den Ordner `C:\ProgramData\RAYLASE\RAYGUIDE\Configurations\`.

Der Dateiname muss dabei allerdings genauso heißen wie die verbundene virtuelle Kamera, also *Virtual Camera 1.png*, *Virtual Camera 2.png*, *Virtual Camera 3.png* oder *Virtual Camera 4.png*.

Den Ordner öffnen Sie am schnellsten, indem Sie im Windows-Explorer in die Adresszeile `%programdata%` eingeben.

ACHTUNG: Die Autokalibrierung des Mittelpunkts funktioniert nur mit dem eingebauten Hintergrundbild, weil die Abweichung vom echten Mittelpunkt nur bei diesem bekannt ist.

6 FEHLERBEHEBUNG

6.1 RAYGUIDE Click & Teach

6.1.1 Allgemein

C&T-Bedienfeld ist nicht sichtbar.

C&T-Bedienfeld über den Menüpunkt **Ansicht > Bedienfelder > Click & Teach** aktivieren.

C&T-Bedienfeld lässt sich nicht aktivieren.

Prüfen, ob die RAYGUIDE-Lizenz über den entsprechenden Produkt-Code verfügt.

Gewünschte Kamera erscheint nicht in der Drop-down-Liste des C&T-Bedienfeldes.

- Prüfen, ob die Kamera im Dialog Gerätekonfiguration hinzugefügt wurde.
- Prüfen, ob die Kamera im Dialog Einstellungen verbunden ist.

Der Beleuchtungscontroller wird für die Gerätekonfiguration nicht gefunden.

Wird der Beleuchtungscontroller nicht über das Netzwerk eingebunden, sondern in einer Peer-to-Peer-Verbindung direkt über ein Netzkabel mit der Netzwerkkarte des PCs verbunden, so ist folgendes zu beachten:

- Der "Netzwerkprofiltyp" der Netzwerkkarte muss in den Windows-Netzwerkeinstellungen auf "Privates Netzwerk" eingestellt sein
- Die Firewall muss die Kommunikation zwischen der Netzwerkkarte und RAYGUIDE zulassen.

Andernfalls kann RAYGUIDE die Beleuchtungssteuerung nicht finden, die Auswahlliste "Steuergerät" im Eigenschaften-Dialog bleibt leer und eine Verbindung zum Gerät ist nicht möglich.

Im Zweifelsfall wenden Sie sich bitte an Ihren IT-Spezialisten.

Die Kamera liefert kein Live-Bild

1. Prüfen Sie, ob die Kamera ein Live Bild in der Software-Anwendung des Kamera-herstellers liefert.

A. JAI Kamera

- Starten Sie die eBUS Player-Anwendung (siehe auch *Seite 18, JAI-Kameras*).
- Verbinden Sie sich mit der Kamera.
- Starten Sie das Live-Bild mit der **[Play]**-Schaltfläche.

B. Teledyne DALSA Kamera

- Starten Sie die CamExpert-Anwendung (siehe auch *Seite 22, Sopera CamExpert*).
- Verbinden Sie sich mit der Kamera.
- Starten Sie das Live Bild mit der **[Grab]**-Schaltfläche.

2. Wenn die Kamera im jeweiligen Software-Tool der Kamerahersteller auch kein Live-Bild liefert, kann es daran liegen, dass ggf. ein Kamera-Parameter verstellt wurde.

Um die Kamera wieder in einen betriebsfähigen Zustand zu bringen, gehen Sie wie folgt vor:

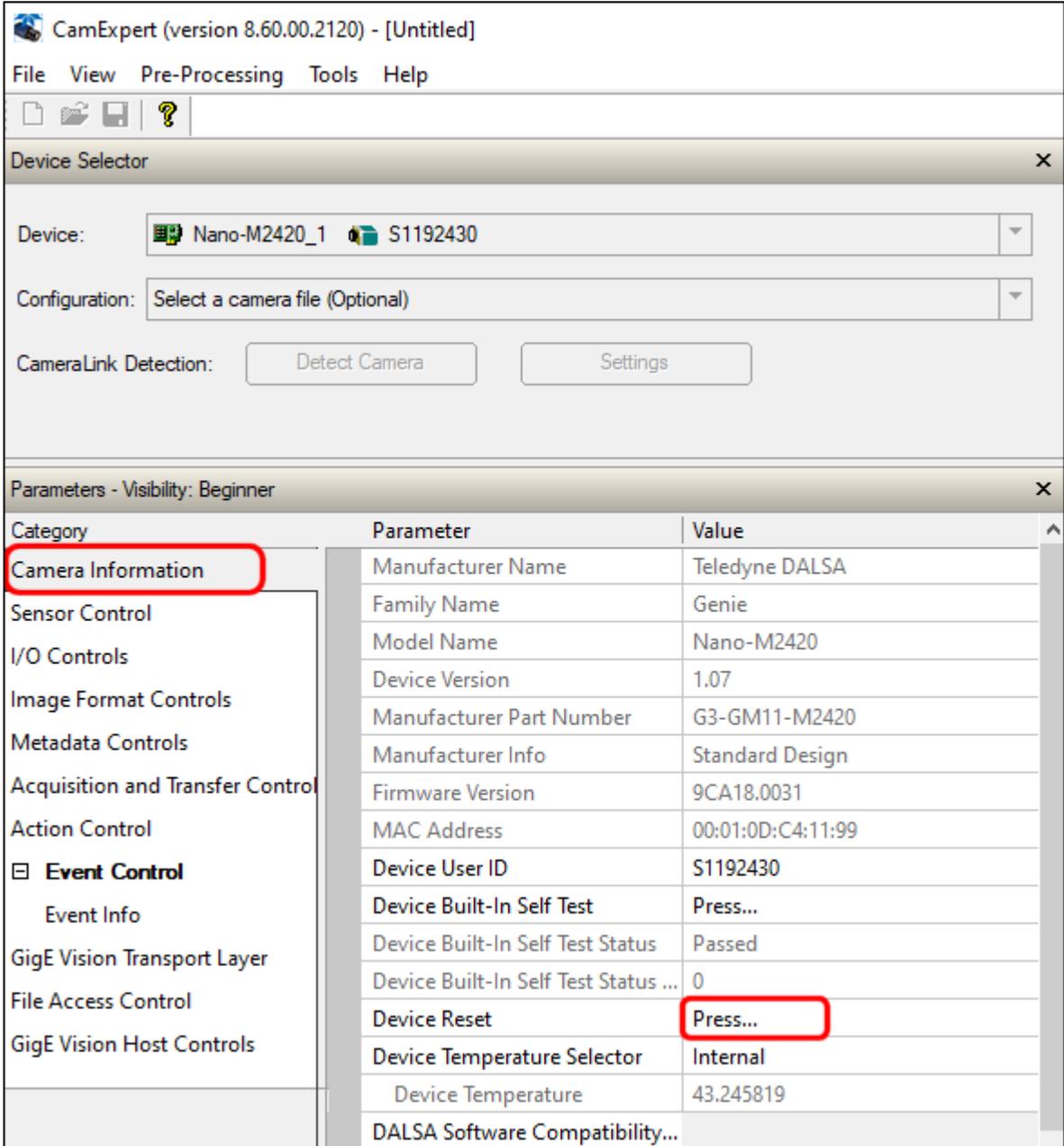
A. JAI Kamera

- Starten Sie die eBUS Player-Anwendung.
- Verbinden Sie sich mit der Kamera.
- Laden Sie die passende Recovery-Datei über den Menüpunkt **File > Open** aus dem Ordner:

`C:\ProgramData\RAYLASE\RAYGUIDE\Resources\Camera\`

B. Teledyne DALSA Kamera

- Starten Sie die CamExpert-Anwendung.
- Verbinden Sie sich mit der Kamera.
- Betätigen in der Kategorie *Camera Information* unter dem Parameter *Device Reset* die Schaltfläche **[Press...]**:



The screenshot shows the CamExpert (version 8.60.00.2120) - [Untitled] application window. The 'Device Selector' window is open, showing the 'Device' dropdown set to 'Nano-M2420_1 S1192430' and the 'Configuration' dropdown set to 'Select a camera file (Optional)'. Below these are 'Detect Camera' and 'Settings' buttons. The 'Parameters - Visibility: Beginner' window is also open, displaying a table of parameters. The 'Camera Information' category is selected in the left sidebar. The 'Device Reset' parameter value is 'Press...', which is highlighted with a red box. The 'Device Built-In Self Test' parameter value is also 'Press...', also highlighted with a red box.

Category	Parameter	Value
Camera Information	Manufacturer Name	Teledyne DALSA
	Family Name	Genie
	Model Name	Nano-M2420
	Device Version	1.07
	Manufacturer Part Number	G3-GM11-M2420
	Manufacturer Info	Standard Design
	Firmware Version	9CA18.0031
	MAC Address	00:01:0D:C4:11:99
	Device User ID	S1192430
	Device Built-In Self Test	Press...
	Device Built-In Self Test Status	Passed
	Device Built-In Self Test Status ...	0
	Device Reset	Press...
	Device Temperature Selector	Internal
	Device Temperature	43.245819
	DALSA Software Compatibility...	

Abb. 6.1: CT-ACE

Schaltflächen zur Kalibrierung sind im Dialog Einstellungen ausgegraut.

- Kamera Kalibrierung ggf. erneut durchführen oder gespeicherte Kalibrierung laden.
- Prüfen, ob der Kamera im Konfigurationsdialog der Kamera > Registerkarte Einrichtung, eine Ablenkeinheit zugewiesen ist.

Schaltfläche zum Kacheln ist im C&T-Bedienfeld ausgegraut.

- Kamera kalibrieren.
- Im Konfigurationsdialog der Kamera prüfen, ob die gewünschte Kamera mit einer Ablenkeinheit verbunden ist.

6.1.2 Kacheln

Kacheln stoßen auch in der Bildmitte nicht korrekt aneinander (an den Außenbereichen ist das bei fehlender Entzerrung normal).

Kamerabildgröße kalibrieren.

Mitte des Arbeitsfeldes wird nicht in der Mitte des RAYGUIDE-Fensters abgebildet.

Mittelpunkt kalibrieren.

Markierte Objekte werden im gekachelten Bild zum Rand des Arbeitsbereichs hin mit immer größerer Abweichung dargestellt.

Wellenlängenkorrektur durchführen.

Bilder, die in einer anderen Fokusslage aufgenommen wurden als der Null-Lage weisen „Lücken“ zwischen den Kacheln auf.

Die Kamera wurde nur in einer Fokusebene kalibriert. Es muss entsprechend eine zweite Kamerakalibrierung in einer weiteren Fokusslage erfolgen. (Siehe Seite 38, *Manuelle Kalibrierung der (realen) Kamera*)

- Ggf. die Netzwerk-Verbindung zur entsprechenden Kamera in der Gerätekonfiguration kurz trennen und wieder verbinden.
- In der eBUS Player-Anwendung prüfen, ob dort ein Live-Bild verfügbar ist, und ggf. die Netzwerkeinstellungen prüfen.

6.2 RAYGUIDE MATCH

6.2.1 Allgemein

Das Icon für den Bildverarbeitungsjob wird nicht angezeigt.

- Prüfen, ob MATCH installiert ist.
Die folgende Datei muss vorhanden sein:
C:\Programme\RAYLASE\bin\Plugins\Vision\RAYLASE.Marker.ImageProcessingPlugin.dll.
- Anzeige-Optionen prüfen, ob das Icon grundsätzlich vorhanden ist. Falls ja, anzeigen lassen
- Prüfen, ob die RAYGUIDE-Lizenz über den entsprechenden Produkt-Code verfügt.

Die Erkennung schlägt fehl, obwohl sie beim Einlernen funktioniert hat.

- Prüfen, ob sich das Bauteil ggf. in seiner Form geändert hat.
- Prüfen, ob sich die Oberflächenbeschaffenheit des Bauteils geändert hat oder ob es verschmutzt ist.
- Prüfen, ob das zu findende Merkmal möglicherweise bedeckt ist.
- Prüfen, ob die Beleuchtung noch wie gewünscht eingerichtet ist, und die Beleuchtungsintensitäten passen.
- Sie können dazu die Unterstützung des RAYLASE-Supports dazu anfragen: Bitte speichern Sie bei fehlgeschlagenen Erkennungsaufgaben die Bilder des Suchbereichs ab und schicken Sie diese zusammen mit dem RAYGUIDE-Job an support@raylase.de.

Die Ausgabevalidierung meldet eine Überschreitung.

Das bedeutet, dass die Erkennung das Merkmal außerhalb des zu erwartenden Toleranzbereichs gefunden hat.

- Prüfen, ob sich die Bauteillage außerordentlich verändert hat.

Eine Erkennung liefert immer wieder einen Timeout-Fehler.

- Parameter so anpassen, dass die Algorithmen schneller abgearbeitet werden, z. B.:
 - Fenstergrößen verkleinern,
 - Kameraauflösung reduzieren,
 - Kernel-Größen bei Filtern verkleinern usw.
- Die Timeout-Meldung abschalten.

6.2.2 Bildaufnahme

Bild stark verrauscht, daher schwankende Ergebnisse.

- Verstärkung der Kamera reduzieren, im Gegenzug die Belichtungszeit erhöhen und/oder die Beleuchtungsintensität vergrößern.
- Anzahl der Aufnahmen erhöhen. Dabei werden die Aufnahmen gemittelt.

Das zu erkennende Merkmal passt von der Orientierung her schlecht in den Bildausschnitt.

- Den Suchbereich drehen. Dadurch kann er kleiner werden, und die Verarbeitungszeit reduziert sich.

6.2.3 Bildfilter

Verschiedene Filter wirken nur schwach bzw. benötigen große Fenster oder Kernel.

- Kameraauflösung reduzieren.

Verschiedene Filter benötigen lange Ausführungszeiten:

- Kameraauflösung reduzieren.

Beim Hinzufügen von Versatz- und Rotationsrauschen schwanken die Ergebnisse.

- Standardmäßig werden die Werte per Zufallsgenerator variiert. Zufallsgenerator ggf. abschalten.

Dilatation und Erosion bewirken nichts.

- Der Kernel muss Werte auch außerhalb der Mittenposition haben.

6.2.4 Grauwertübergangssuche

Auf einer Abtastlinie wird der gesuchte Punkt nicht gefunden.

- Je nach Bildsituation muss man den Expertenparameter „Suchrichtung“ auf „Von dunkel zu hell“ oder „Von hell zu dunkel“ umschalten.

6.2.5 Kreissuche

6.2.5.1 Kreissuche mit "Ausgleichsellipse"

Bei der Kantenerkennung werden übermäßig viele Strukturen gefunden.

- Die Fenstergröße reduzieren.
- Die Kameraauflösung reduzieren.

Die Ellipse wird nicht gefunden.

- Standardmäßig ist das „Achsenverhältnis“ auf kreisähnliche Ellipsen eingestellt. Diesen Filter ggf. anpassen.

In Verbindung mit einem Grenzwertfilter werden mehrere, fast identische Ellipsen gefunden

- Canny-Filter deaktivieren.

6.2.5.2 Kreissuche mit "Grauwertübergängen"

Siehe Seite 203, Grauwertübergangssuche.

6.2.6 Liniensuche

6.2.6.1 Liniensuche mit "Ausgleichsgerade"

Bei der Kantenerkennung werden übermäßig viele Strukturen gefunden.

- Die Fenstergröße reduzieren.
- Die Kameraauflösung reduzieren.

Innere Kanten einer Struktur werden nicht gefunden.

- Den Expertenparameter „Erkennungstyp“ von „External“ auf „List“ umstellen.

6.2.6.2 Liniensuche mit "Grauwertübergangslinie"

Siehe Seite 203, Grauwertübergangssuche.

6.2.6.3 Liniensuche mit "Fast line"

Es werden viele, kurze Linien gefunden.

- Expertenparameter „Unterer Längengrenzwert [mm]“ erhöhen.
- Expertenparameter „Zusammenfassen“ aktivieren.

6.2.7 Eckensuche

Abgerundete Ecken werden nicht gefunden

- Auf Liniensuche basierende Erkennungsmethode verwenden.

6.2.7.1 Eckensuche mit "Shi und Thomasi"

Es werden zu viele bzw. zu wenige Ecken gefunden.

- Die „Qualitätsstufe“ anpassen.

6.2.7.2 Eckensuche mit "Fast line"

Siehe Seite 204, Liniensuche mit "Fast line".

6.2.7.3 Eckensuche mit "Ausgleichsgerade"

Siehe Seite 204, Liniensuche mit "Ausgleichsgerade".

6.2.8 Vorlagensuche

Die Vorlagen-Suche liefert eine Fehlermeldung „Die Vorlage muss kleiner sein als der Suchbereich.“

- Prüfen, dass das Vorlagen-Bild kleiner ist als der Suchbereich

Die Vorlagen-Suche liefert keinen Treffer, obwohl das Merkmal klar in Vorlage und Suchbereich liegt

- Prüfen, dass Suchbereich und Vorlage dieselbe Kamera-Auflösung haben.

Die Vorlage wird nicht oder nur mit sehr niedrigem Qualitätsschwellwert gefunden.

- Prüfen, ob das Vorlagenbild mit derselben Kameraauflösung aufgenommen wurde wie das aktuelle Kamerabild.

Die Vorlage wird an keiner oder sehr vielen Stellen wiedergefunden.

- „Qualitätsschwellwert [0...1]“ anpassen.

Das zu erkennende Objekt hat sich gedreht und wird nicht mehr gefunden.

- In den Expertenparametern den zu erwartenden Winkel eingeben oder in einem Winkelbereich suchen lassen.

6.2.9 Ergebnisverarbeitung

Die Ergebnisse schwanken relativ stark.

- Siehe *Seite 203, Bildaufnahme*, Thema Bildrauschen.
- Durch geringere Kameraauflösung lassen sich die Ergebnisse stabilisieren.
Häufig leidet darunter die Endgenauigkeit nicht.

Die Ergebnisse schwanken: welches soll man als Referenz verwenden?

- Sie können mehrere „Testläufe“ durchführen lassen.
Beim Setzen als Referenz wird dann der Mittelwert dieser Testläufe verwendet.

Abtastlinie

Eine Abtastlinie ist eine Linie, entlang derer (im Bild) die Grauwerte der einzelnen Pixel analysiert werden. Meist wird entlang einer Abtastlinie nach einem steilen Anstieg oder Abfall des Grauwertes gesucht.

Bildeinzugszeit

Die Zeit, die von der Anforderung einer Bildaufnahme bis zu dem Zeitpunkt vergeht, zu dem das Bild zur weiteren Verarbeitung verfügbar ist. Sie setzt sich zusammen aus der Zeit für das Senden des Befehls an die Kamera, der Belichtungszeit und der Zeit für den Transport der Bilddaten (über Ethernet) von der Kamera zu einem Speicherpuffer in der Software.

Bildfilter

Ein Bildfilter ist ein Verfahren, das auf mathematischen Operationen beruht, um Bilder gezielt zu verändern. Zumeist werden dabei Kernel (Matrizen) eingesetzt, die den originalen Grauwert eines Pixels mit den Grauwerten seiner Umgebungspixel verrechnen. Die Matrixelemente dienen als Gewichtungsfaktoren.

Bildrauschen

Bildrauschen bezeichnet unerwünschte, zufällige Störungen im Bild, die vor allem durch thermische Fluktuationen im Sensor entstehen. Durch die elektrische Verstärkung („Gain“) wird auch das Bildrauschen verstärkt. Das Bildrauschen kann durch Pixel-Binning oder Mittelung mehrerer Bilder effektiv vermindert werden.

Bildverarbeitungsjob

Automatischer Ablauf von Einstellung der Kamera und Beleuchtung, Bildaufnahme, Bildnachbearbeitung, Bildanalyse bis hin zum Berechnen und Einstellen einer Prozesstransformation. Der Bildverarbeitungsjob ist wiederum ein Automatisierungsobjekt im Ablauf eines RAYGUIDE-Laserprozess-Jobs.

Bildverarbeitungs-Jobelemente

So werden die Bausteine genannt, aus denen sich ein Bildverarbeitungsjob zusammensetzt. Das sind die Elemente Bildaufnahme, Filter, diverse Suchen nach Merkmalen und die Ergebnisverarbeitung.

Dilatation

Eine Dilatation verdickt helle Bildbereiche durch Hinzufügen von Randpixeln. Sie wird vorwiegend auf Binärbildern angewandt.

Erosion

Eine Erosion dünnt helle Bildbereiche durch Entfernen von Randpixeln einer Struktur aus. Wird vorwiegend auf Binärbildern angewandt.

Grauwert

Jedes Pixel (Bildpunkt) des Kamerabildes wird durch seinen Grauwert charakterisiert. Der Grauwert hat keine Einheit und liegt bei einer Standardauflösung von 8 Bit pro Pixel zwischen 0 (schwarz) und 255 (weiß). Der Grauwert entspricht dabei der Lichtintensität der Kamerasensor-Pixel bei der Beleuchtungswellenlänge.

Grauwertübergang

Signifikante Änderung des Grauwerts entlang einer Abtastlinie.

Histogramm

Grafische Darstellung, die die Häufigkeitsverteilung von Grauwerten in einem Bild veranschaulicht. Auf der Abszisse werden dabei die möglichen Grauwerte (von 0 bis 255) aufgetragen, auf der Ordinate die Anzahl der Pixel mit dem dazugehörigen Grauwert.

Kachelgröße (Field of view)

Die Kachelgröße definiert den Bereich, den die koaxiale Kamera aufgrund ihres optischen Abbildungswegs über die Ablenkspiegel abfotografieren kann. Die Kachelgröße ist abhängig von der Größe des Scan-Felds (bzw. dem Arbeitsabstand der Ablenkeinheit) und von der Apertur der Ablenkspiegel.

Kacheln

Prozess, bei dem mehrere Bildkacheln in einer definierten Reihenfolge aufgenommen und dann zu einem Bild (oft Hintergrundbild) zusammengefügt werden.

Kamera

Die hier eingesetzten Kameras haben einen monochromatischen CMOS Bildsensor. Der Bildsensor wandelt die Lichtintensität der Beleuchtungswellenlänge in elektrische Spannung um und übersetzt diese dann in Grauwerte. Die Kamera ist koaxial in die Ablenkeinheit eingekoppelt; das Licht für den Bildsensor wird also über die Ablenkspiegel geleitet.

Kernel

Ein Kernel ist eine Matrix, die die Gewichtungen enthält. Man kann sich den Kernel wie ein kleines Fenster vorstellen, das über das Bild bewegt wird, bei jedem Pixel stehen bleibt und dieses Pixel einen neuen Wert berechnet. Alle benachbarten Pixelwerte werden entsprechend der den Elementen der Matrix gewichtet und aufsummiert.

Merkmale

Ein Merkmal eines Bauteils steht in einer festen Relation zur Bauteilposition. Das können z. B. Kanten, Ecken oder Radien der eigentlichen Bauteilform sein, aber auch Aussparungen (Löcher). Ebenso können dazu weitere Merkmale herangezogen werden wie z. B. nachträglich aufgebrachte Markierungen, Schrauben oder ähnliches, sofern sie in fester Beziehung zur Bauteilposition stehen.

Parametervariation

Falls eine Suche kein Ergebnis liefert, kann MATCH die Suche von einem oder mehreren variierten Bildverarbeitungsparametern wiederholen. Dabei können auch die Parameter von vorgelagerten Jobelementen, wie Filter oder Suchbereich, modifiziert werden. Eine Parametervariation wird zwangsläufig mehr Zeit in Anspruch nehmen, kann aber die Suche robuster machen.

Picken

Picken bezeichnet den Vorgang, mittels Positionierung des Maus-Cursors den Bereich für die Bildaufnahme zu bestimmen und über die linke Maustaste die Bildaufnahme anzufordern.

Pixel-Binning

Beim Pixel-Binning werden bereits in der Kameraelektronik vier Pixel zusammengefasst. Dadurch wird beispielsweise das Bildrauschen auf Kosten der Auflösung reduziert, weil meist der durchschnittliche Grauwert verwendet wird. Die Datenmenge des Bildes wird ebenfalls reduziert, was einen schnelleren Bildeinzug zur Folge hat.

RAYGUIDE CLICK & TEACH

Produktname für eine RAYGUIDE Softwareerweiterung. Es werden koaxial Bilder von Bauteilen aufgenommen und in der Softwareoberfläche angezeigt. Mit Hilfe dieser Bilder können an der tatsächlichen Bauteilposition Konturen eingelernt bzw. positioniert werden.

RAYGUIDE MATCH

Produktname für eine RAYGUIDE Softwareerweiterung zur Lageerkennung von Bauteilen durch Bildverarbeitung von koaxial aufgenommenen Bildern.

Schwellwert

Meist ein Grauwert (0...255), der eine kollektive Behandlung derjenigen Pixel vorsieht, die einen Grauwert größer oder auch kleiner als der Schwellwert haben.

Suchbereich (Region of Interest, "RoI")

Der Bereich, in dem sich Bauteilmerkmale befinden. Der Bereich muss mit der Kamera einsehbar und gut zu beleuchten sein. Es gilt die Regel, dass der Suchbereich so groß wie nötig (um zu erwartenden Abweichungen abzudecken) und so klein wie möglich (möglichst nie größer als eine Bildkachel) sein sollte.



ANWENDUNGSSOFTWARE

Zentrale:
RAYLASE GmbH
Wessling, Deutschland
☎ +49 8153 9999 699
✉ info@raylase.de

Tochterfirma China:
RAYLASE Laser Technology (Shenzen), Ltd.
Shenzhen, China
☎ +86 199 25 48 3946
✉ info@raylase.cn

Tochterfirma USA:
RAYLASE Laser Technology Inc.
Newburyport, MA, USA
☎ +1 (313) 552-7122
✉ info@raylase.com

