EOL: Erweiterung der Teststation mittels 3D Kamera

Studienarbeit

Studiengang Elektrotechnik

Studienrichtung Automation

Duale Hochschule Baden-Württemberg Ravensburg, Campus Friedrichshafen

von

Veaceslav Gorban, Zilong Zhao

Abgabedatum:	15.01.2023
Bearbeitungszeitraum:	02.10.2023 - 15.01.2024
Matrikelnummer:	1005147
Kurs:	TEA21
Gutachter der Dualen Hochschule:	Peter Buckel

Erklärung

gemäß Ziffer 1.1.13 der Anlage 1 zu §§ 3, 4 und 5 der Studien- und Prüfungsordnung für die Bachelorstudiengänge im Studienbereich Technik der Dualen Hochschule Baden-Württemberg vom 29.09.2017 in der Fassung vom 25.07.2018.

Ich versichere hiermit, dass ich meine Bachelorarbeit (bzw. Projektarbeit oder Studienarbeit bzw. Hausarbeit) mit dem Thema:

EOL: Erweiterung der Teststation mittels 3D Kamera -

selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Ich versichere zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

Ort, den Datum

_____

Veaceslav Gorban, Zilong Zhao

Sperrvermerk

gemäß Ziffer 1.1.13 der Anlage 1 zu §§ 3, 4 und 5 der Studien- und Prüfungsordnung für die Bachelorstudiengänge im Studienbereich Technik der Dualen Hochschule Baden-Württemberg vom 29.09.2017 in der Fassung vom 25.07.2018:

Der Inhalt dieser Arbeit darf weder als Ganzes noch in Auszügen Personen außerhalb des Prüfungsprozesses und des Evaluationsverfahrens zugänglich gemacht werden, sofern keine anders lautende Genehmigung vom Dualen Partner vorliegt.

Ort, Datum

_____

Veaceslav Gorban, Zilong Zhao

Kurzfassung

Das Forschungsprojekt befasst sich mit der Verbesserung der End-of-Line (EoL) Testing Station, die bisher nicht mit der erforderlichen Überwachung für fertige Bauteile ausgestattet ist. Als entscheidender Kontrollpunkt am Ende der Produktionslinie hat die EoL-Station die Aufgabe, Produkte auf vordefinierte Fehler zu überprüfen und dient als Qualitätskontrolle sowie als Entscheidungspunkt für den weiteren Produktionsverlauf.

Im Fokus dieser Arbeit steht die umfassende Recherche und Implementierung von Kameras für die EoL-Testing Station, um eine effiziente und zuverlässige Qualitätskontrolle zu gewährleisten. Die spezifischen Aufgaben beinhalten die Auswahl geeigneter Kameras, die Auseinandersetzung mit der zugehörigen Software, präzise Kalibrierung, Synchronisation, Punktwolkenerstellung und Fehlererkennung. Um die Funktionalität der EoL-Testing Station zu gewährleisten und Optimierungsmöglichkeiten zu identifizieren, werden umfangreiche Experimente durchgeführt.

Das übergeordnete Ziel besteht darin, eine leistungsfähige Qualitätskontrolle am Ende der Produktionslinie zu etablieren und die Gesamtqualität der hergestellten Produkte nachhaltig zu verbessern. Die Arbeit strebt an, nicht nur präzise und zuverlässige Kameras zu integrieren, sondern diese auch effektiv in die Produktionslinie einzubinden. Durch die systematische Umsetzung der beschriebenen Schritte soll die Effektivität der EoL-Testing Station gesteigert und somit eine fortgeschrittene Qualitätskontrolle gewährleistet werden.

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis **1**

1 Einleitung **2**

1.1 Problemstellung 2
1.2 Aufgabenstellung 3
1.3 Zielsetzung 4

2 Theoretische Grundlagen **5**

2.1 End of Line Station 5
2.2 Qualitätsprüfung 6
2.2.1 Optische Messtechnik 7
2.2.2 Anforderungen an die EoL-Prüfung 7
2.2.3 Allgemein - Messung einer Geometrie 8
2.3 3D-Kameratechnik für die Qualitätsprüfung - Time of Flight-Kamera . . 9
2.4 Verwendete Komponente 11
2.4.1 Kameratechnik 11
2.4.1.1 Helios-ToF-Kamera 11
2.4.1.2 Triton-RGB-Kamera 12
2.5 ArenaView 13
2.5.1 JupiterLab 14

3 Umsetzung **16**

3.1 Verbindung der Helios2 Kamera (HLT003S-001): 16
3.2 Verbindung der Triton 3,2MP Farbkamera (TRI032S-CC): 17
3.3 Konfiguration in ArenaView 18
3.4 Triton Objektivkalibrierung 19
3.5 Kameraorientierung 22
3.5.1 Helios2-Orientierung 22
3.5.2 Triton-Orientierung 26
3.6 3D + RGB-Stream in ArenaView 27

4 Zusammenfassung und Ausblick **30**

Literatur **32**

Abbildungsverzeichnis **33**

Tabellenverzeichnis **34**

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
bzw.	beziehungsweise
EoL	End of Line
etc.	et cetera
mind.	mindestens
o.ä.	oder ähnlichem
usw.	und so weiter
vgl.	vergleiche
z. B.	zum Beispiel

1 Einleitung

Im Rahmen des Zentrums für Digitalisierung in der Produktion ZDP soll eine reale Wertschöpfungskette erstellt werden, welche durch vernetzte, adaptive und selbstlernende Systeme abgebildet wird. Ein Team aus Professoren, Doktoranden, wissenschaftlichen Mitarbeitern und studiengangsübergreifenden Studenten schaffen gemeinsam mit der Lernfabrik des IWT Wirtschaft und Technik GmbH mit dem Zukunftsfabrik Bodensee eine Grundlage für die Digitalisierung.

Durch den Einsatz intelligenter Sensoren wird eine Vernetzung der Produktion möglich, welche die Basis für eine automatisierte Produktion bildet. Ziel ist es ein smartes Produkt in hoher Variantenvielfalt zu fertigen und eine Demontage dieses Produktes auf der Produktionslinie zu ermöglichen. Diese Anforderungen können durch den Einsatz moderner Technologien, die der Industrie 4.0 zugeordnet werden, erfüllt werden. Die Fertigung und Vormontage des Produkts geschehen im ZDP, die Endmontage und Endprüfung des fertigen Bauteils in der Lernfabrik des IWT. Das Produkt wird mittels einem mit Sensoren ausgestattetem Bandsystem zu seinen Stationen verfahren. Der Handarbeitsplatz zur manuellen Montage ist ausgestattet durch ein hochmodernes Werkerassistenzsystem, welches dem Werker bei seinen Tätigkeiten hilft und somit Fehler bereits bei der Montage vermeidet.

1.1 Problemstellung

Ausgangspunkt der Arbeit ist die fehlende Überwachung von fertigen Bauteilen an der End of Line Station, kurz EoL-Station. Die End of Line Station befindet sich am Ende der Produktionslinie. Aufgabe der EoL-Station ist die Überprüfung von Produkten auf festgelegte Fehler. Somit dient die EoL-Testing Station als Qualitätssicherung und als Entscheidungspunkt für den weiteren Verlauf des Produktes.

1.2 Aufgabenstellung

In dieser vorliegenden Arbeit liegt der Fokus auf der umfassenden Recherche und Implementierung der Kameras für die End of Line Testing Station. Die EoL befindet sich strategisch am Ende unserer Produktionslinie und hat die entscheidende Aufgabe, jedes einzelne Produkt auf vordefinierte Fehler zu überprüfen. Auf diese Weise fungiert die EoL-Testing Station nicht nur als Qualitätssicherungsmaßnahme, sondern auch als entscheidender Punkt für den weiteren Verlauf des jeweiligen Produkts.

Die spezifischen Aufgaben, die im Rahmen dieser Arbeit bearbeitet werden, gliedern sich wie folgt:

- Recherche zu den verwendeten Kameras: Eine gründliche Untersuchung der verfügbaren Kameras, um diejenigen auszuwählen, die optimal für die Anforderungen der EoL-Testing Station geeignet sind.

- Auseinandersetzung mit der Software: Eine detaillierte Analyse und Verständnis der Software, die in Verbindung mit den ausgewählten Kameras verwendet wird, um eine reibungslose Integration und Funktionalität sicherzustellen.

- Kalibrierung der Kameras: Die präzise Kalibrierung der Kameras, um sicherzustellen, dass sie akkurate und zuverlässige Ergebnisse liefern.

- Synchronisieren von Kameras: Die Implementierung einer synchronisierten Arbeitsweise der Kameras, um kohärente Daten zu erfassen und eine effiziente Fehlererkennung zu ermöglichen.

- Punktwolkenerstellung: Die Entwicklung von Methoden zur Erstellung von Punktwolken über die Software, die eine detaillierte dreidimensionale Darstellung der überprüften Produkte ermöglichen.

- Fehlererkennung: Die Implementierung von Algorithmen und Technologien zur zuverlässigen Erkennung vordefinierter Fehler in den aufgenommenen Daten. Das

heißt die Auswertung bzw. Vergleich von den Punktwolken.

- Experimente für Produkt durchführen: Die Durchführung von umfassenden Experimenten, um die Effektivität der EoL-Testing Station in der Fehlererkennung zu validieren und etwaige Optimierungsmöglichkeiten zu identifizieren.

1.3 Zielsetzung

Das übergeordnete Ziel dieser Arbeit besteht darin, eine leistungsfähige End of Line Testing Station durch die Integration von sorgfältig ausgewählten Kameras zu schaffen. Dabei sollen diese Kameras nicht nur präzise und zuverlässig arbeiten, sondern auch effektiv in die Produktionslinie eingebunden sein. Konkret zielt die Arbeit darauf ab, eine umfassende Recherche durchzuführen, um die optimalen Kameras auszuwählen, die Software gründlich zu verstehen und zu integrieren, die Kameras präzise zu kalibrieren, ihre Synchronisation sicherzustellen und fortschrittliche Techniken wie Punktwolkenerstellung und Fehlererkennung zu implementieren. Die abschließenden Experimente dienen dazu, die Funktionalität der EoL-Testing Station zu validieren und Verbesserungsmöglichkeiten zu identifizieren. Durch diese Zielsetzung strebt die Arbeit an, eine effiziente und zuverlässige Qualitätskontrolle am Ende der Produktionslinie zu etablieren, um die Gesamtqualität der hergestellten Produkte zu verbessern.

2 Theoretische Grundlagen

2.1 End of Line Station



Abbildung 2.1: EoL-Prüfstation

Die End of Line Stationen fungieren als abschließende Überprüfung am Ende einer Produktionslinie und sind in verschiedenen Phasen des Produktionsprozesses von der Prototypenfertigung bis zur Serienfertigung relevant. Ihr primäres Ziel besteht darin sicherzustellen, dass die Qualitätsstandards, Validierungskriterien und spezifizierten Anforderungen von der Produktentwicklung bis zur Serienfertigung konsistent eingehalten werden.

Die EoL-Prüfung umfasst diverse Testverfahren und Inspektionen, die je nach Art des hergestellten Produkts variieren. Elektronische Prüfungen konzentrieren sich auf die Überprüfung elektrischer Eigenschaften und die Funktionalität der Produkte, einschließlich Leistungs-, Spannungs-, Strom-, Widerstands- und Kapazitätstests. Spezialisierte Testgeräte ermöglichen eine schnelle und genaue Beurteilung der elektronischen Parameter, um sicherzustellen, dass die Produkte den festgelegten Standards entsprechen.

Mechanische Prüfungen spielen ebenfalls eine bedeutende Rolle und umfassen Dimen-

sionalkontrollen, Montage- und Passungstests sowie Funktionalitätstests, um sicherzustellen, dass die mechanischen Funktionen den Anforderungen entsprechen.

Optische Prüfungen, durch den Einsatz spezifischer Sensorik und Kameras, fokussieren sich auf die Sichtprüfung, um sichtbare Mängel wie Risse, Beschädigungen und Oberflächenrauheit zu detektieren.

Die EoL-Prüfung ist entscheidend, um potenzielle Produktfehler frühzeitig zu erkennen und vor dem Versand an Kunden zu beheben. Eine gut organisierte Prüfstation mit entsprechender Ausstattung, darunter automatisierte Prüfsysteme, gewährleistet Effizienz und Genauigkeit in diesem kritischen Schritt der Produktionslinie. Insgesamt trägt die EoL-Prüfung zur Produktvalidierung bei, steigert die Produktqualität und sichert die Kundenzufriedenheit durch das Vertrauen in die Produktqualität und Zuverlässigkeit.

2.2 Qualitätsprüfung

Qualitätskontrollen sind ein integraler Bestandteil des Produktionsprozesses, die sowohl vor, während als auch nach der Fertigung durchgeführt werden. Eine automatisierte Qualitätskontrolle ermöglicht eine vollständige Überprüfung des Produkts und realisiert ein zunehmend bedeutendes durchgängiges Qualitätsmanagement zur Gewährleistung fehlerfreier Ergebnisse. Qualität wird dabei definiert durch die zulässigen Abweichungen der Ist-Werte von den Soll-Werten. Diese Abweichungen können verschiedene Prüfkriterien betreffen, darunter Abmessungen, Gewicht, Beschädigungen, Korrosion und weitere Parameter, die für die spezifische Produktqualität relevant sind. Die automatisierte Natur dieser Qualitätskontrollen ermöglicht eine präzise und effiziente Bewertung, um sicherzustellen, dass die hergestellten Produkte den definierten Qualitätsstandards entsprechen.

2.2.1 Optische Messtechnik

Der Einsatz optischer Sensoren in der Fertigungsmesstechnik begann bereits in den 1980er Jahren. Erst im letzten Jahrhundert eröffnete die Technik die Möglichkeit, optische Informationen in elektronische Daten umzuwandeln, was wiederum berührungslose und automatisierte Messungen ermöglichte. Traditionelle taktile Koordinatenmessgeräte erfassten die Geometrie von Bauteilen Punkt für Punkt und erreichten dabei eine hohe Genauigkeit. Bedingt durch steigende Qualitätsanforderungen an Bauteile und den zunehmenden Konkurrenzdruck, richtet sich das Augenmerk vermehrt auf die Integration optischer Messtechnik direkt in den Fertigungsprozess oder die Maschine.

Vorteile und Nachteile optischer Messverfahren:

Vorteile: Optische Messverfahren zeichnen sich im Vergleich zu taktilen Methoden durch ihre berührungslose Charakteristik aus, was eine hohe Messgeschwindigkeit bei gleichzeitig hoher Genauigkeit ermöglicht. Diese Verfahren werden erfolgreich in der Prozessqualitätssicherung, Werkstückformüberwachung und Fehlererkennung eingesetzt. Die Vielseitigkeit des Messprinzips ermöglicht Messungen selbst auf weichen und empfindlichen Materialien. Darüber hinaus sind nicht verkörperte und schwer zugängliche Maße messbar. Die Schnelligkeit dieser Messungen erfolgt ohne subjektive Einflüsse des Bedieners.

Nachteile: Ein gewisser Nachteil optischer Prüfverfahren besteht in der potenziellen Einbuße der Messgenauigkeit im Vergleich zu taktilen Koordinatenmessgeräten, insbesondere wenn letztere zudem in einem klimaneutralen Messraum betrieben werden. Es ist wichtig, diesen Aspekt bei der Auswahl des Messverfahrens zu berücksichtigen und die Genauigkeitsanforderungen der spezifischen Anwendung zu evaluieren.

2.2.2 Anforderungen an die EoL-Prüfung

Die Qualitätsprüfung muss eine präzise und wiederholbare Messung ermöglichen, um genaue und konsistente Ergebnisse bei der Bewertung des Bauteils zu gewährleisten.

Die Messergebnisse müssen zuverlässig sein und eine hohe Konsistenz aufweisen, um die Qualität des Bauteils verlässlich zu ermitteln.

Die Spezifikationen für die Qualitätsevaluierung müssen klar definiert und vorgegeben werden, oft in branchenspezifischen Normen oder kundenspezifischen Anforderungen festgehalten werden. Der Qualitätsprüfprozess darf den Produktionsprozess nicht verlangsamen oder behindern; daher müssen die Messgeschwindigkeit und die Analyse der Ergebnisse dem Prozess angemessen gewählt sein.

Für die Verarbeitung der Messergebnisse und die Bewertung müssen die Systeme in der Lage sein, Fehlerkriterien zu erkennen und zu kennzeichnen. Um die Rückverfolgbarkeit zu gewährleisten, müssen die Ergebnisse dokumentiert werden, um bei Bedarf als Nachweis für die Produktqualität dienen. Besonders bei optischen Messsystemen spielt die Auflösung eine entscheidende Rolle, insbesondere angesichts immer strengerer Fehlertoleranzen. Eine hohe Detektionsqualität ist ebenso von wesentlicher Bedeutung, um zu quantifizieren, wie viele Defekte während der Kontrolle erfasst wurden. Schließlich ist die Stabilität und Ausfallsicherheit des Messsystems von großer Bedeutung. Störgrößen wie Tageszeit und Sensoralterung dürfen die Fehlererkennung nicht beeinträchtigen. Zusätzlich muss das System fehlerhaft arbeitende Komponenten erkennen und entsprechende Maßnahmen ergreifen.

2.2.3 Allgemein - Messung einer Geometrie

Die Erfassung der Bauteilgeometrie erfolgt durch Maßangaben (wie Länge, Durchmesser und Abstand), die Beschreibung der Eigenschaften der Geometrieelemente (Form- und Lagetoleranzen) sowie die Berücksichtigung von Oberflächeneigenschaften (wie Welligkeit und Rauheit). Die Bewertung der geometrischen Produktqualität erfolgt anhand von Maß-, Form- und Lageabweichungen.

Bei einer automatischen Sichtprüfung durchläuft der Prozess verschiedene Schritte, darunter die Objekterkennung, Lageerkennung, Vollständigkeitsprüfung, Form- und Maßprüfung, Geometrieprüfung und Defekterkennung.

Die Objekterkennung ermöglicht die Identifikation des Werkstücks anhand seiner spezifischen Eigenschaften, wie Farbe oder geometrische Kennungen. Die Lageerkennung bestimmt die Position und Orientierung des Werkstücks in einem vorgegebenen Koordinatensystem. Die Vollständigkeitsprüfung überprüft das Vorhandensein bestimmter Elemente des Werkstücks und trifft eine Ja-/Nein-Entscheidung. Die Form- und Maßprüfung erfasst geometrische Größen wie Längen, Winkel, Konturen und die Form. Die Oberflächenprüfung untersucht Fehler, Oberflächenbeschaffenheit, Farbgebung und Oberflächenmusterung. Die Spezifikation der Fehlergrenze gestaltet sich aufgrund der vielfältigen möglichen Fehler als herausfordernd.

Für die optische Produktmessung bieten sich zwei Messmöglichkeiten mit optischen 1D bis 3D-Sensoren: das Messen im Bild und das Messen am Bild. Beim Messen im Bild werden die Messachsen des Profilprojektors verwendet, um Messpunkte sichtbar zu machen, während die eigentliche Messung durch das Anlegen eines Maßstabs erfolgt. Die Qualität dieser Messung hängt von der Optik, dem Maßstab und der visuellen Antastung ab. Beim Messen am Bild werden die Messpunkte mithilfe der Messachsen angefahren, gespeichert und der Abstand wird berechnet. Die erreichbare Genauigkeit ist dabei von der Genauigkeit der Messachsen und der visuellen Antastung abhängig.

2.3 3D-Kameratechnik für die Qualitätsprüfung - Time of Flight-Kamera

Die Time-of-Flight (ToF)-Technologie ist im industriellen Bereich seit einigen Jahren etabliert und basiert auf der Messung der Lichtlaufzeit. Dies erfolgt durch die Nutzung der angenommenen Konstanz und präzisen Kenntnis der Lichtgeschwindigkeit in einem Medium, wie z.B. Luft, um die Entfernung eines Oberflächenpunkts eines Objekts zu bestimmen. Puls- und Phasenlaufzeitmessungen sind gängige Verfahren innerhalb der ToF-Technologie. Jedoch bringt die Aufnahme eines zusätzlichen Entfernungsbildes neben dem Helligkeitsbild einige Nachteile mit sich. Dies führt zu einer geringeren Auflösung dieser Sensoren, die sich von 200x200 Pixeln im Jahr 2010 verbessert hat.

Für die Messung der Lichtlaufzeit werden entweder kontinuierlich moduliertes Licht oder kurze Laserimpulse ausgesendet. Die reflektierte Strahlung wird von der Sensorik empfangen, und aus der Lichtlaufzeit wird die Entfernung berechnet. Da die Lichtgeschwindigkeit etwa $3*10^8 m/s$ beträgt, erfordert die präzise Zeitmessung eine hohe Genauigkeit, um kleine Entfernungsunterschiede zu detektieren.

Das Pulslaufzeitverfahren sendet kurze Laserimpulse aus und ermittelt die Entfernung anhand der Laufzeit. Vor dem Aussenden des nächsten Lichtimpulses wird gewartet, bis kein Echosignal mehr im System vorhanden ist. Dieses Verfahren eignet sich besonders für größere Entfernungen bis in den Kilometerbereich, da es einen großen Messbereich, eine hohe Unempfindlichkeit gegenüber Fremdlicht und Augensicherheit trotz hoher Pulsierung bietet.

Das Phasenlaufzeitverfahren unterscheidet sich durch die kontinuierliche Aussendung von Licht. Dieses wird mit einer konstanten Frequenz moduliert, auch als Continuous-Wave-ToF-Verfahren bekannt. Es erfolgt keine direkte Zeitmessung, stattdessen wird die Phasenverschiebung zwischen ausgestrahltem und reflektiertem Licht bestimmt, um auf die Entfernung zu schließen. Die Genauigkeit hängt von der gewählten Modulationsfrequenz ab, wobei höhere Frequenzen zu präziseren Distanzmessungen führen.

ToF-Systeme können zwischen Laserscannern und ToF-Kameras unterschieden werden. Laserscanner vermessen ein Objekt Punkt für Punkt seriell, während ToF-Kameras parallel eine Vielzahl von Punkten in einer Szene vermessen. ToF-Kameras zeichnen sich durch ihren erschwinglichen Preis und ihre kompakte Bauweise aus, während Laserscanner mit ihrer Messentfernung und höheren Auflösung punkten können.

2.4 Verwendete Komponente

2.4.1 Kameratechnik

Für die 3D-Vermessung der Bauteile setzt die Station auf die Kameratechnik des kanadischen Herstellers Lucid Vision Labs. Lucid Vision Labs bietet eine vielfältige Produktpalette von hochmodernen Kameras, die speziell für den industriellen Einsatz entwickelt und konzipiert wurden. An der Station wird ein 3D+RGB-Kamerapaket eingesetzt, bestehend aus zwei Kameras, die beide nach dem industriellen Standard IP67 geschützt sind. Dadurch können sie auch unter anspruchsvollen, industriellen Bedingungen sicher betrieben werden.

Die erste Kamera im Paket ist eine Helios-ToF-Kamera, die mithilfe des Time-of-Flight (ToF)-Verfahrens die 3D-Punktewolke des Bauteils erstellt. Die zweite Kamera ist eine Triton-RGB-Kamera, die für die Aufnahme der erforderlichen Farbinformationen der Bauteile verantwortlich ist. Durch die Software ArenaView des Herstellers können diese Informationen miteinander verknüpft werden, um ein realistisches 3D-Bild der Bauteile zu generieren. In den nachfolgenden Abschnitten wird detaillierter auf die einzelnen Eigenschaften und Funktionen der beiden Kameras eingegangen.

2.4.1.1 Helios-ToF-Kamera

Die Helios-Kamera ist eine ToF-Kamera, die das Phasenlaufzeitverfahren verwendet, um die Entfernung der einzelnen Punkte zu ermitteln. Diese Kamera zeichnet sich durch einige besondere Merkmale aus, auf die im Folgenden näher eingegangen wird. Mit einer Auflösung von 640 x 480 Pixeln, entsprechend 0,3 MP, bietet die Kamera eine sehr gute Wertigkeit für ToF-Kameras. Der in der Kamera verbaute Sony DepthSense IMX556 CMOS Sensor ist rückseitig belichtet und verwendet die "Global-Shutter"Technologie. Mit einer Pixelgröße von 10,0 µm nutzt der IMX556 einen Current Assisted Photonic Demodulator (CAPD) in seiner Pixelstruktur, um die Phasenverschiebung genau zu berechnen. Diese Struktur tastet das eingehende Licht synchron mit der modulierten

Lichtemission ab.

Die Helios-Kamera verwendet Licht von vertical cavity surface emitting lasers (VCSEL), auch als vertikal emittierende Oberflächenlaser bekannt. Im Vergleich zu kantenemittierenden Lasern weisen VCSELs eine geringere Kohärenz auf, was zu bildrauschfreien Bildern führt. Die höhere Spitzenleistung dieser Lichtquelle beleuchtet die Szene mit mehr Photonen, reduziert Rauschen, verbessert die Immunität gegenüber Umgebungslicht und ermöglicht präzisere Abstandsberechnungen.

Die rückseitigbelichtete Sensorarchitektur stellt sicher, dass die maximale Lichtmenge die Fotodiode erreicht. Im Gegensatz zu traditionellen CMOS-Sensor-Designs, bei denen die Verdrahtungsschicht auf der Vorderseite liegt, wird bei der rückseitig beleuchteten Sensortechnologie die Verdrahtungsschicht unterhalb der Fotodiode platziert, was die Lichtempfindlichkeit verbessert. Diese Platzierung eliminiert mögliche Verdrahtungs- oder Schaltungshindernisse, die sonst einen Teil des einfallenden Lichts blockieren könnten. [1]



Abbildung 2.2: HLT003s

2.4.1.2 Triton-RGB-Kamera

Die Triton-Kamera ist eine Standard-RGB-Kamera mit einer Auflösung von 2048 x 1536 Pixeln, was 3,2 Megapixeln entspricht. Auch bei dieser Kamera kommt ein hochwertiger

Sony-Sensor zum Einsatz, konkret der Sony IMX265 CMOS Sensor. Im Vergleich zur Helios-Kamera weist die Triton-Kamera keine spezifischen Besonderheiten oder zusätzlichen Merkmale auf.[2]



Abbildung 2.3: TRI032s

2.5 ArenaView

ArenaView ist eine Software, die von Lucid Vision Labs bereitgestellt wird und speziell für die Verwendung mit ihren industriellen Kameras entwickelt wurde. Diese Software ermöglicht die umfassende Verwaltung, Steuerung und Auswertung von Bilddaten, die von den Kameras erfasst werden. Hier sind einige detaillierte Aspekte von ArenaView:

Bildverarbeitung und Fusion: ArenaView bietet fortschrittliche Bildverarbeitungsfunktionen, um die erfassten Bilder von verschiedenen Kameras zu verarbeiten und zu fusionieren. Dies ist besonders wichtig, wenn mehrere Kameras unterschiedliche Informationen, wie zum Beispiel 3D-Punktewolken und Farbinformationen, bereitstellen.

Echtzeitvorschau: Die Software ermöglicht eine Echtzeitvorschau der erfassten Bilder.

Dies ist besonders nützlich, um während des Betriebs den aktuellen Status der Bildqualität und der erfassten Daten zu überprüfen.

Datenverknüpfung: ArenaView ermöglicht die nahtlose Verknüpfung und Integration von Informationen aus verschiedenen Kameratypen. In Bezug auf die zuvor erwähnte Konfiguration mit Helios (ToF-Kamera) und Triton (RGB-Kamera) würde ArenaView die 3D-Punktewolken der Helios-Kamera mit den Farbinformationen der Triton-Kamera verknüpfen, um ein vollständiges und realistisches 3D-Bild zu generieren.

Benutzeroberfläche: Die Software bietet eine benutzerfreundliche Oberfläche, die es dem Bediener ermöglicht, die Kameras einfach zu konfigurieren, Parameter anzupassen und den Betriebsstatus zu überwachen.

Datenanalyse: ArenaView unterstützt die Analyse der erfassten Daten. Dies kann die Auswertung von 3D-Punktewolken, die Überprüfung von Farbinformationen und die Fehlererkennung umfassen. Die Analysefunktionen sind entscheidend für die Qualitätssicherung und Fehlererkennung in industriellen Anwendungen.

Flexibilität und Anpassbarkeit: Die Software bietet Flexibilität bei der Anpassung an verschiedene Anwendungen und Szenarien. Dies ermöglicht es Unternehmen, die Software gemäß ihren spezifischen Anforderungen zu nutzen.

2.5.1 JupiterLab

JupyterLab in ArenaView ist eine Integration, die es Anwendungsentwicklern ermöglicht, alle Kamerafunktionen schnell zu testen und zu validieren sowie ihren Workflow zur Produktqualifizierung zu beschleunigen, ohne eine benutzerdefinierte Entwicklungsumgebung einrichten zu müssen. JupyterLab bietet eine integrierte und vorab konfigurierte interaktive Entwicklungsumgebung, die für das Testen und Dokumentieren aller SDK-Funktionen und Kameraleistungen verwendet werden kann. Es wird zusammen mit dem Arena SDK über die Entwicklerinstallationsoption installiert. Die folgenden Anweisungen erklären, wie JupyterLab in ArenaView gestartet und verwendet wird.

Schneller Test und Validierung: JupyterLab erleichtert es den Anwendungsentwicklern, schnell Tests durchzuführen und Kamerafunktionen zu validieren. Dies beschleunigt den Prozess der Qualifizierung von Produkten erheblich.

Eingebaute, vorkonfigurierte Entwicklungsumgebung: JupyterLab bietet eine Entwicklungsumgebung, die bereits eingebaut und vorkonfiguriert ist. Dadurch entfällt die Notwendigkeit einer zeitaufwändigen Einrichtung einer individuellen Entwicklungsplattform.

Testen und Dokumentieren von SDK-Funktionen: Die Plattform ermöglicht es den Entwicklern, alle SDK-Funktionen zu testen und zu dokumentieren. Dies ist entscheidend, um sicherzustellen, dass die Kamera den Anforderungen und Spezifikationen entspricht.

Einfache Konfiguration: JupyterLab wird mithilfe der Entwicklerinstallationsoption des Arena SDK installiert, was den Installationsprozess vereinfacht und sicherstellt, dass die erforderlichen Tools nahtlos integriert sind.

3 Umsetzung

3.1 Verbindung der Helios2 Kamera (HLT003S-001):

Um die Helios2 Kamera anzuschließen, wird das CAB-MR-2M M12 zu RJ45 IP67 Cat6a Kabel verwendet. Der M12-Stecker des Kabels wird am dedizierten Kameraanschluss der Helios2 Kamera angeschlossen. Am anderen Ende des Kabels wird ein USB to LAN Adapter verbunden. Dieser wird wiederum an einen freien USB-Anschluss an Ihrem Computer angeschlossen. Die Stromversorgung erfolgt über einen POE-Injektor, der am zweiten Anschluss der Helios2 Kamera angeschlossen wird. Siehe Abbildung 3.1

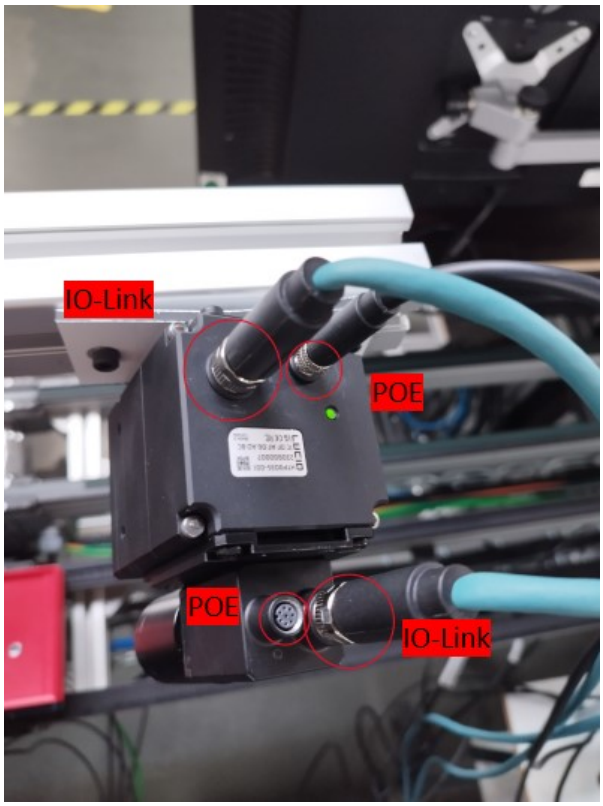


Abbildung 3.1: IO-Link und POE Anschlüsse

3.2 Verbindung der Triton 3,2MP Farbkamera (TRI032S-CC):

Die Verbindung der Triton 3,2MP Farbkamera erfolgt exklusiv über das CAB-MR-2M M12 zu POE-fähigen Switch. Der M12-Stecker des Kabels wird am entsprechenden Anschluss an der Triton-Kamera angeschlossen. Das andere Ende des Kabels wird mit einem POE-fähigen Switch verbunden. Es ist wichtig sicherzustellen, dass der POE-fähige Switch über einen freien Ethernet-Port mit dem Computer verbunden ist. (Siehe Abbildung 3.1)

Der Grund dafür, dass beide Kameras nicht über den gleichen Switch mit dem PC verbunden werden, liegt in der Notwendigkeit, Bandbreitenbeschränkungen zu überwinden und die Leistung des Switches optimal zu nutzen. Angesichts der begrenzten Kapazität und Ressourcen des Switches sowie der potenziellen Beeinträchtigung der Datenübertragungsgeschwindigkeiten wird eine separate Verbindung für jede Kamera bevorzugt. Dies gewährleistet eine zuverlässige und effiziente Datenübertragung, ohne dass die Bandbreite des PCs und die Leistung des Switches durch die Anbindung von zwei Kameras beeinträchtigt werden.

In diesem Zusammenhang erhält die 3D-Kamera eine dedizierte POE-Leitung, die durch das CAB-MR-2M M12 zu RJ45 IP67 Cat6a Kabel realisiert wird. Diese separate Stromversorgung über einen POE-Injektor stellt sicher, dass die 3D-Kamera eine konstante und ausreichende Energiezufuhr erhält. Gleichzeitig wird die Verbindung zum PC über einen USB to LAN Adapter hergestellt, um eine stabile Datenübertragung zu gewährleisten. (Siehe Abbildung 3.2)

Im Gegensatz dazu wird die Farbkamera ohne separate Stromversorgung über das CAB-MR-2M M12 zu POE-fähigen Switch direkt mit dem PC verbunden. (Siehe Abbildung 3.2) Der POE-fähige Switch liefert sowohl die benötigte Energie als auch die Datenübertragungsfähigkeit über dasselbe Ethernet-Kabel. [3]



(a) Verbindung über USB-to-LAN **(b)** Verbindung Über POE-Switch

Abbildung 3.2: Verbindung der Kameras

3.3 Konfiguration in ArenaView

Nachdem die Kameras erfolgreich physisch mit dem System verbunden wurden, erscheinen sie in der Netzwerkkonfiguration als erkannte Geräte. Diese Erkennung basiert auf der korrekten Verbindung der Kameras mit den entsprechenden Netzwerkschnittstellen, wie beispielsweise dem POE-fähigen Switch und dem USB to LAN Adapter. Sobald die Kameras erfolgreich identifiziert wurden, können sie von anderen Systemkomponenten oder Anwendungen erkannt und angesprochen werden. Dies erleichtert den Zugriff auf die Kameras für verschiedene Anwendungen oder Dienste, die auf die Bild- oder Videodaten zugreifen müssen. (Siehe Abbildung 3.3)

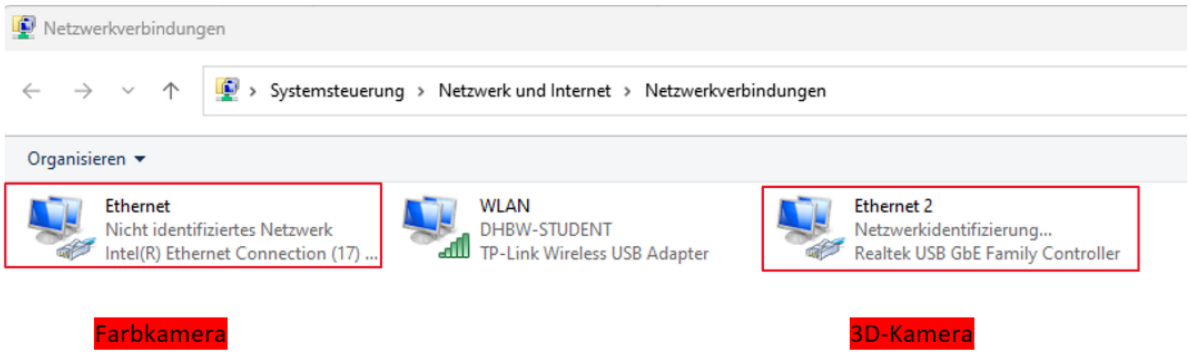


Abbildung 3.3: Netzwerkverbindung

In ArenaView haben Benutzer die Möglichkeit, die Kameras durch Schiebeschalter in den Streaming-Modus zu versetzen oder sie wieder auszuschalten. (Siehe Abbildung 3.4)

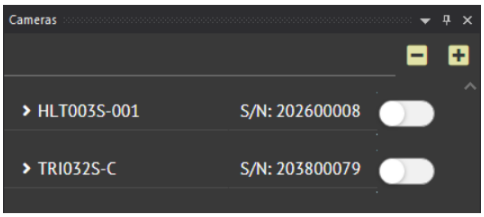


Abbildung 3.4: Kameras in ArenaView

Diese Funktion wird verwendet, um die Kameras zu testen und sicherzustellen, dass sie ordnungsgemäß funktionieren. Durch das Aktivieren des Streaming-Modus können Benutzer Echtzeitbilder oder -videos von den Kameras überwachen, was eine wichtige Phase bei der Inbetriebnahme und Fehlersuche ist. Diese Funktionalität ermöglicht es Anwendern, die Performance der Kameras zu überprüfen, sicherzustellen, dass die Bildqualität den Anforderungen entspricht, und eventuelle Probleme frühzeitig zu erkennen.

3.4 Triton Objektivkalibrierung

Die Objektivkalibrierung der Triton-Farbkamera ist ein entscheidender Schritt, um eine präzise und unverzerrte Bildaufnahme sicherzustellen, bevor die Daten zwischen den beiden Kameras kombiniert werden können. Ziel dieser Kalibrierung ist es, das optische Zentrum, die Brennweite sowie die Verzerrungskoeffizienten des Objektivs zu ermitteln. Hierfür ist es notwendig das Kalibrierungsziels (Schachbrettmuster) von Hersteller-Website zu drucken. (Siehe Abbildung 3.5)

Vor Beginn der Triton-Kamerakalibrierung ist es zwingend erforderlich, das Objektiv zu fokussieren. Das Kalibrierungsziel wird in der Arbeitsentfernung der jeweiligen Anwendung platziert, und das Triton-Objektiv wird justiert, bis das Kalibrierungsziel scharf abgebildet ist.

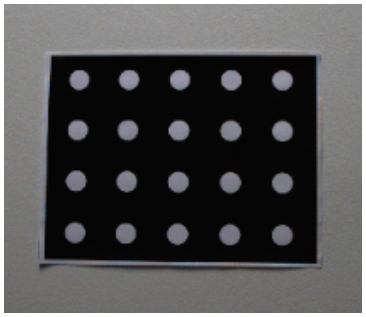


Abbildung 3.5: Kalibrierungsziel

Die Kalibrierung der Farbamera wird in folgenden Schritten beschrieben:

Farbkamera auswählen und einschalten Die Konfiguration der Farbkamera (Modell: TRI032S-CC) in ArenaView beginnt mit der Auswahl der Kamera im Bereich „Kameras“. Hierbei identifiziert man das spezifische Modell und wählt es aus der Liste der angeschlossenen Geräte aus. Nach der Auswahl erfolgt die Aktivierung der Farbkamera durch Betätigen des Schiebeschalters oder der entsprechenden Taste. Diese Aktivierung ermöglicht nicht nur die Erfassung von Live-Bildern, sondern gewährt auch den Zugang zu den erweiterten Funktionen der Farbkamera innerhalb der ArenaView-Oberfläche. Abschließend wird das Pixelformat auf „BayerRG8“ angepasst, indem man zu den Kameraeinstellungen oder dem Abschnitt „Features“ navigiert. Dieses Pixelformat ist besonders geeignet für Farbfilteranordnungen und stellt sicher, dass die Farbkamera unter optimalen Bedingungen arbeitet. (Siehe Abbildung 3.6)

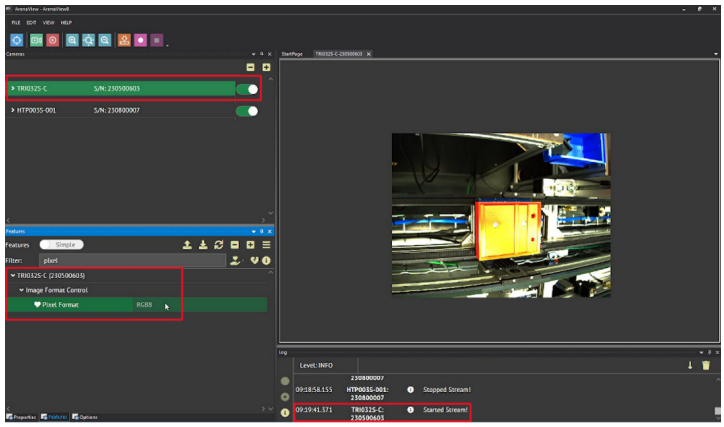


Abbildung 3.6: Farbkamera-Kalibrierung

Kalibrierungsziel positionieren (Schachbrettmuster): Für die präzise Kalibrierung der Triton-Kamera wird das Kalibrierungsziel, ein Schachbrettmuster im Querformat (4 Reihen, 5 Spalten), positioniert. Die korrekte Platzierung und die Distanz zwischen der Triton-Kamera und dem Kalibrierungsziel sind entscheidend, um eine schärfere Bildqualität zu gewährleisten. Nachdem das Kalibrierungsziel platziert ist, werden Live-Bilder mit der Triton-Kamera durch Betätigen der Aufnahmetaste erfasst. Die Bildschärfe dient als Indikator dafür, dass der eigentliche Prozess zur Objektivkalibrierung beginnen kann. Anschließend werden die Optionen geöffnet, und der Reiter „Kalibrierung“ wird ausgewählt. Durch Drücken der „Grab Image“-Schaltfläche im Kalibrierungsreiter werden 10 Kalibrierungsbilder erfasst. Während die Kamera in Position gehalten wird, wird das Kalibrierungsziel zwischen den Bildaufnahmen zu verschiedenen Bereichen der Szene bewegt, um die Kalibrierungsgenauigkeit zu verbessern. Dabei ist es wichtig, das Ziel in unterschiedlichen Höhen zu erfassen, um optimale Kalibrierungsergebnisse zu erzielen. Das ArenaView-Protokoll gibt dabei die Anzahl der aufgenommenen Bilder an, um den erfolgreichen Abschluss dieses Kalibrierungsschritts zu verifizieren. (Siehe Abbildung 3.7)

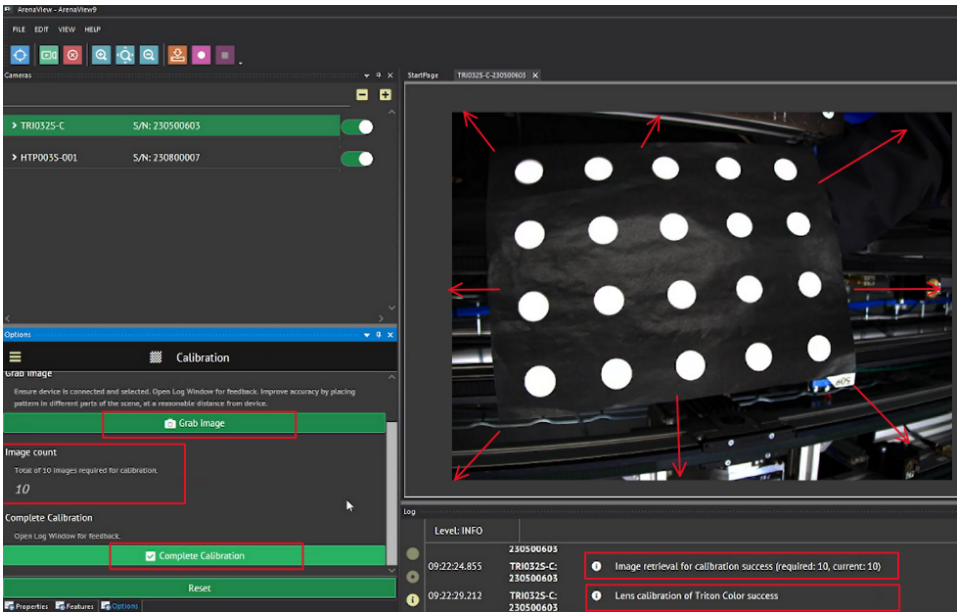


Abbildung 3.7: Farbkamera-Kalibrierung-Abgeschlossen

Kalibrierung abschließen: Nach Aufnahme der Kalibrierungsbilder wird die „Kalibrierung abschließen“-Schaltfläche betätigt. Das ArenaView-Protokoll informiert darüber, dass der Prozess der Objektivkalibrierung erfolgreich abgeschlossen wurde. Die Triton-Kamera ist nun optimal kalibriert und bereit für präzise Bildaufnahmen in der spezifischen Anwendung.

3.5 Kameraorientierung

Die Methode von ArenaView, um Farbdaten zu überlagern, basiert darauf, die 3D-Punkte ABC (XYZ) von der Helios2 zu lesen und sie direkt auf die Triton-RGB-Kamera zu projizieren. Um dies zu erreichen, muss zunächst die Ausrichtung des Helios-Koordinatensystems relativ zum nativen Koordinatensystem der Triton in Bezug auf Rotation und Translation bestimmt werden.

3.5.1 Helios2-Orientierung

Pixelformat auswählen: Für die Ausrichtung der Helios2-Kamera beginnt der Prozess mit der Auswahl des spezifischen Modells im Abschnitt „Kameras“. Der eigentliche Ausrichtungsprozess wird durch das Öffnen der Orientierungsoptionen im Optionsfenster gestartet, wo die notwendigen Einstellungen für eine präzise Ausrichtung der Helios2-Kamera zu finden sind. Nach dem Wechsel zum Tab „Orientierung“ wird die Helios2-Kamera gezielt aus den verfügbaren Optionen ausgewählt, um den spezifischen Ausrichtungsprozess für dieses Modell zu initiieren. Eine entscheidende Maßnahme zur Sicherstellung der korrekten Bilddatenverwendung besteht darin, das Pixelformat der Helios2-Kamera zu überprüfen und sicherzustellen, dass die Einstellungen auf $Coord3D_ABCY16$ festgelegt sind. Diese Konfiguration gewährleistet eine präzise Ausrichtung und optimale Nutzung der Bilddaten während des gesamten Ausrichtungsprozesses. (Siehe Abbildung 3.8)

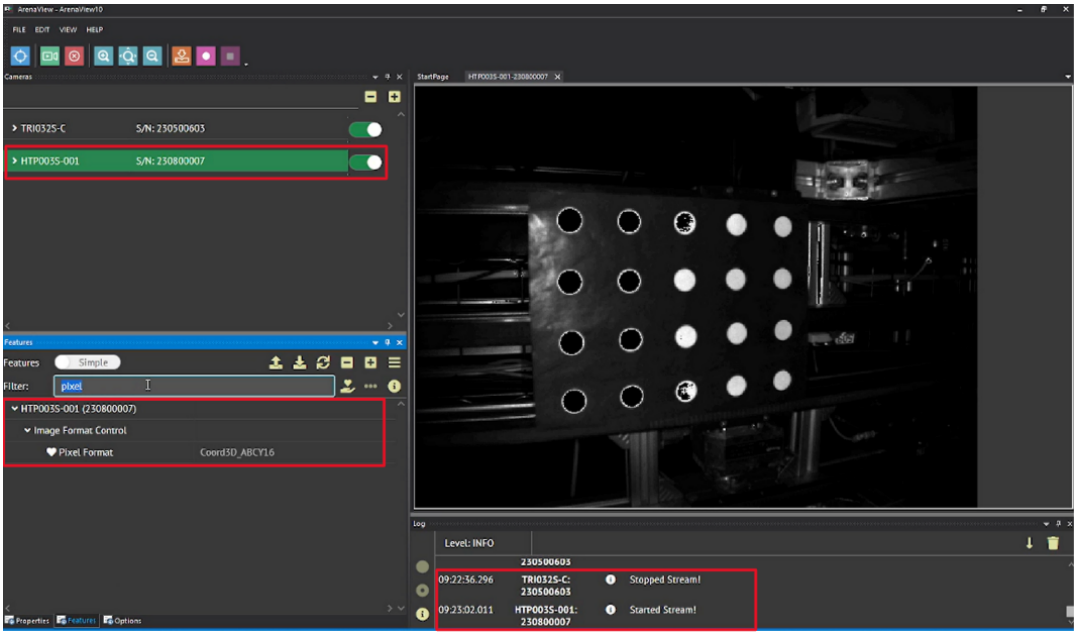


Abbildung 3.8: Helios2-Orientierung

Einstellen der Belichtungszeit für die Helios2 Die Belichtungszeit, auch Exposure Time genannt, ist eine entscheidende Einstellung bei der Fotografie und Bildaufnahme. Sie definiert den Zeitraum, während dem der Kameraverschluss geöffnet ist und Licht auf den Bildsensor trifft. Die Wahl der geeigneten Belichtungszeit hängt von verschiedenen Faktoren ab, einschließlich der Lichtverhältnisse, der Bewegungsgeschwindigkeit von Objekten im Bild und der gewünschten Bildqualität.

In ArenaView gibt es drei Belichtungszeit-Optionen (62,5us, 250us und 1000us):

62,5us: Eine sehr kurze Belichtungszeit eignet sich für schnelle Bewegungen und gut beleuchtete Umgebungen. Sie minimiert Bewegungsunschärfe, ist jedoch in dunkleren Situationen möglicherweise nicht ausreichend belichtet.

250us: Diese mittlere Belichtungszeit bietet eine ausgewogene Option. Sie ist gut geeignet für verschiedene Lichtverhältnisse und ermöglicht sowohl die Erfassung von Bewegungen als auch eine angemessene Belichtung in weniger beleuchteten Umgebungen.

1000us: Eine längere Belichtungszeit eignet sich für schwach beleuchtete Szenarien,

da mehr Licht eingefangen wird. Allerdings kann dies zu Bewegungsunschärfe führen, insbesondere wenn sich Objekte schnell bewegen.

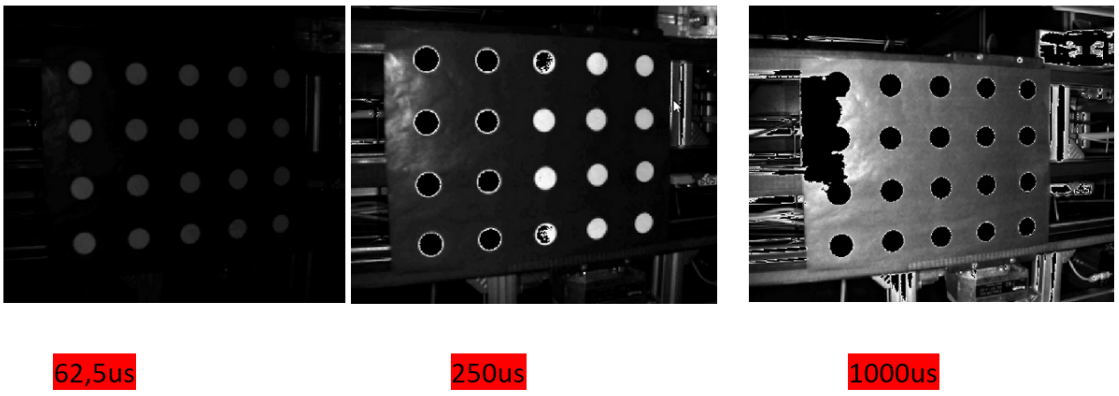


Abbildung 3.9: Exposure Time

Um die Belichtungszeit in ArenaView anzupassen, befindet sich die entsprechende Option im Bereich „Features“ unter „Acquisition Control“. Dort kann die gewünschte Belichtungszeit (z. B. 62,5us, 250us oder 1000us) entsprechend den Anforderungen der Aufnahmesituation ausgewählt werden. (Siehe Abbildung 3.10)

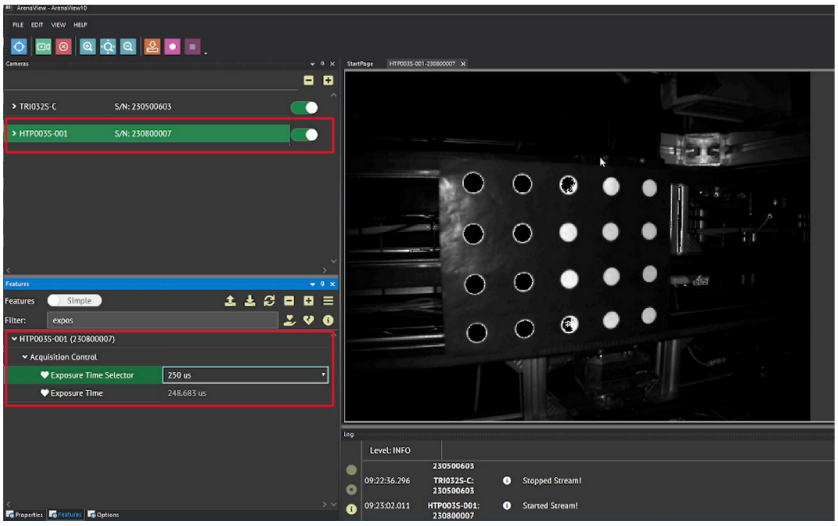


Abbildung 3.10: Exposure Time einstellen

Die Wahl der Belichtungszeit hängt auch von der Entfernung zwischen der Kamera und dem Kalibrierungsziel ab. Bei einer Distanz zwischen Kamera und Ziel in diesem Fall bietet eine Belichtungszeit von 250us eine bessere Bildschärfe. Dies liegt daran, dass sie ausreichend Licht einfängt, um klare Bilder zu liefern, während Bewegungsunschärfe minimiert wird, insbesondere in Situationen, in denen die Belichtung kurz gehalten werden muss. Es ist ratsam, die Belichtungszeit entsprechend der spezifischen Aufnahmesituation und Distanz anzupassen, um optimale Ergebnisse zu erzielen.

Helios2-Kamera Vororientierung und Ausrichtungsprozess: Die Vororientierung und der Ausrichtungsprozess der Helios2-Kamera stellen eine wesentliche Phase für die präzise Bildgebung dar. Um den Prozess zu starten, wird eine Momentaufnahme als Ausgangspunkt festgelegt, indem die entsprechende Taste gedrückt wird. Dies erfolgt im Rahmen des Orientierungsprozesses, um eine klare Referenz für die folgende Ausrichtung zu schaffen.

In der „Orientation“-Registerkarte werden spezifische Einstellungen vorgenommen. Die Luminanz-Farbgebung wird ausgewählt, und der Farbalgorithmus wird auf „Raw“ gesetzt. Diese Konfiguration stellt sicher, dass die Helios2-Kamera das Kalibrierungsziel unter den aktuellen Bedingungen korrekt wahrnimmt. Zur weiteren Optimierung wird der Farbbereich angepasst, um sicherzustellen, dass das Kalibrierungsziel im Luminanzbild der Helios2-Kamera deutlich sichtbar ist und für die nachfolgende Kalibrierung effektiv genutzt werden kann. (Siehe Abbildung 3.11)

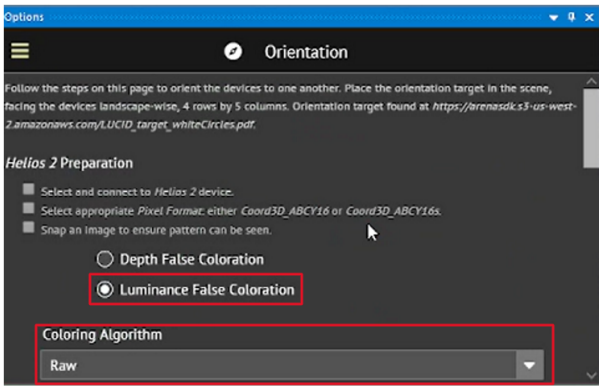


Abbildung 3.11: Helios2 Preparation

Nach der visuellen Bestätigung der Sichtbarkeit des Kalibrierungsziels wird die entsprechende Taste betätigt, um den nächsten Schritt im Orientierungsprozess zu starten. Die Vororientierung der Helios2-Kamera wird abgeschlossen, indem auf die Schaltfläche „Pre-orient Helios 2“ gedrückt wird. Das ArenaView-Protokoll dokumentiert und bestätigt den erfolgreichen Abschluss dieses Vororientierungsprozesses, und somit wird die Basis für eine präzise Ausrichtung gelegt. (Siehe Abbildung 3.12)

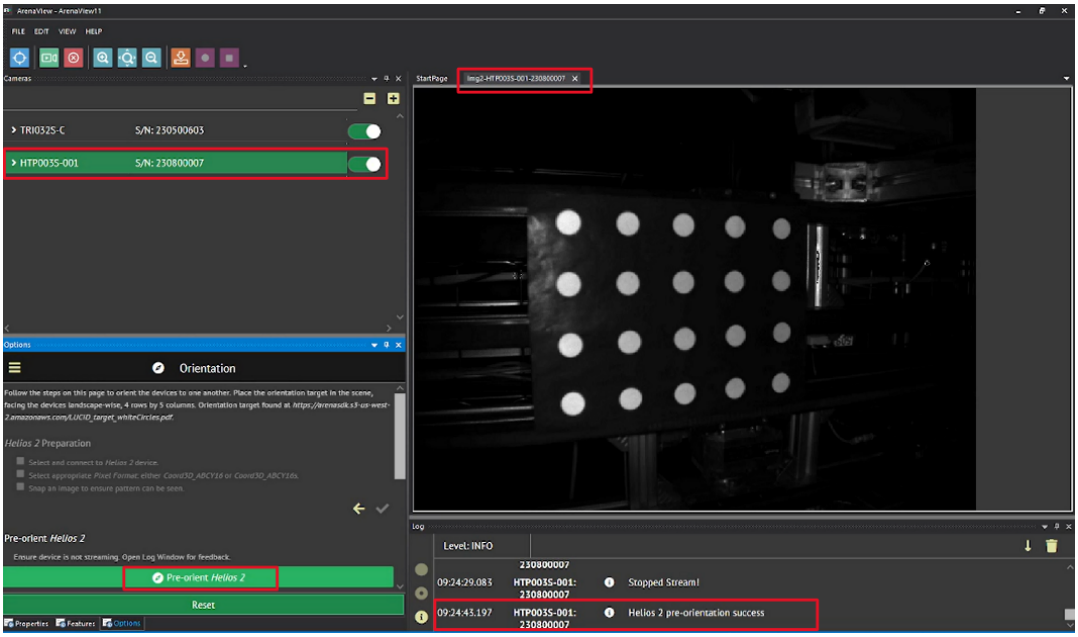


Abbildung 3.12: Helios2 Vororientierung

3.5.2 Triton-Orientierung

Die Auswahl der Triton-Kamera erfolgt aus den verfügbaren Optionen, wobei das Pixelformat auf RGB8 eingestellt wird. Anschließend wird eine Momentaufnahme mit der Triton-Kamera erstellt, und die Sichtbarkeit des Kalibrierungsziels im Bild wird bestätigt. Nach dieser Bestätigung wird die Schaltfläche „Pre-orient Triton Color“ gedrückt, um den Vororientierungsprozess abzuschließen. Das ArenaView-Protokoll gibt an, dass die Vororientierung der Triton-Kamera erfolgreich durchgeführt wurde. Diese Schritte

gewährleisten eine präzise Ausrichtung der Triton-Kamera und ermöglichen eine effektive Integration von Farbdaten.

Nach Abschluss des Vororientierungsprozesses für beide Kameras wird die Orientierung durch Betätigen der Schaltfläche „Complete Orientation“ vollständig abgeschlossen. Die Bestätigung im ArenaView-Protokoll informiert darüber, dass der gesamte Orientierungsprozess erfolgreich durchgeführt wurde. Dieser finale Schritt gewährleistet eine erfolgreiche Ausrichtung beider Kameras und ermöglicht eine reibungslose Integration der Daten in ArenaView. (Siehe Abbildung 3.13)

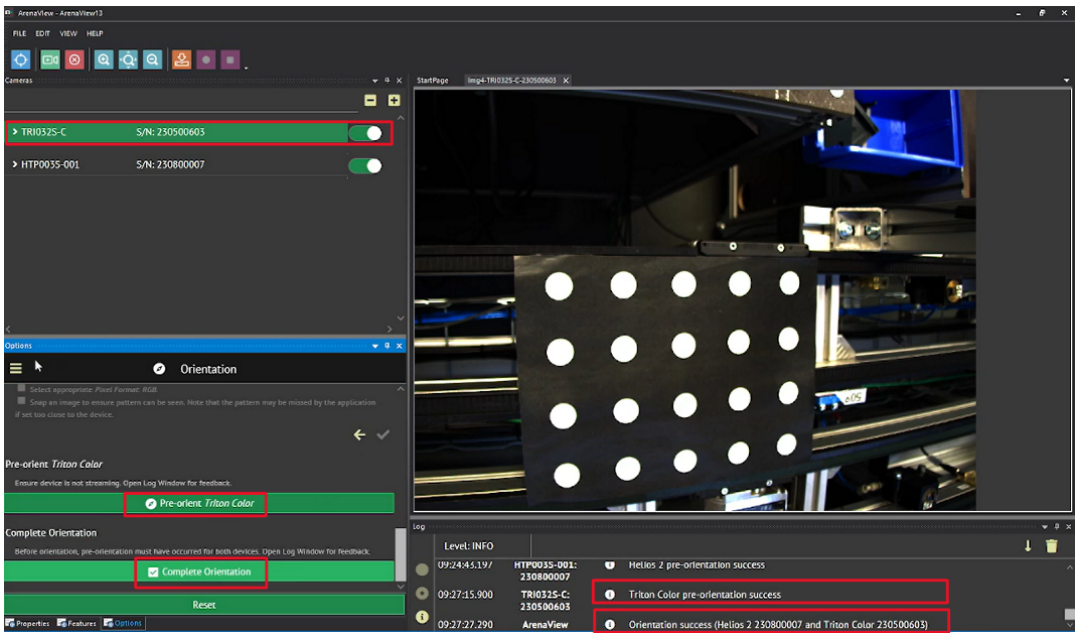


Abbildung 3.13: Triton Vororientierung und das Beenden von Orientierungsprozesses

3.6 3D + RGB-Stream in ArenaView

Die Konfiguration des 3D + RGB-Streams in ArenaView erfordert die Durchführung bestimmter Schritte, um eine reibungslose Übertragung der kombinierten Daten sicher-

zustellen. Vor Beginn dieses Prozesses sollte die Triton-Linse kalibriert und sowohl die Helios2- als auch die Triton-Kameras erfolgreich vororientiert worden sein.

Öffnen der RGB-Tiefenoptionen: Im Optionsfenster wird der Tab „RGB Depth“ ausgewählt. Dabei ist zu beachten, dass die Triton-Kamera vor dem Versuch, 3D + RGB-Daten zu streamen, keine Bilder übertragen sollte. (Siehe Abbildung 3.14)

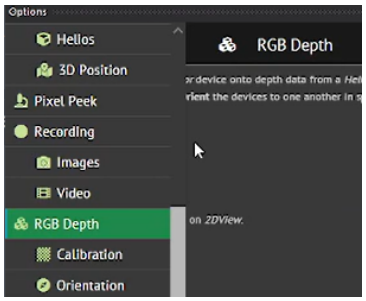


Abbildung 3.14: RGB Depth

Aktivieren der RGB Depth Enable-Option: Es wird sichergestellt, dass die Option „RGB Depth Enable“ aktiviert ist, um die Übertragung von RGB-Tiefendaten zu ermöglichen. (Siehe Abbildung 3.15)

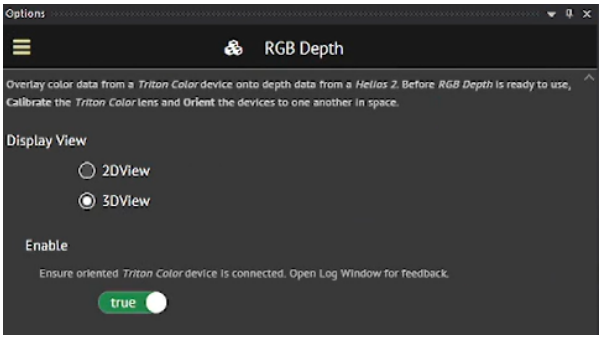


Abbildung 3.15: RGB Depth 3DView

Live-Bilder mit Helios2 erfassen: Die Helios2-Kamera wird ausgewählt, und es werden Live-Bilder erfasst, um den Streaming-Prozess vorzubereiten. (Siehe Abbildung 3.16)

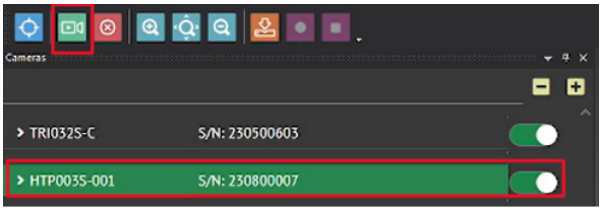


Abbildung 3.16: Stream von Helios2

Öffnen der Pixel-Format-Optionen: Rückkehr zum Optionsfenster und Wechsel zum Tab „Pixel Format“. Das Pixel-Format wird auf „3D-Ansicht“ gesetzt. (Siehe Abbildung 3.17)

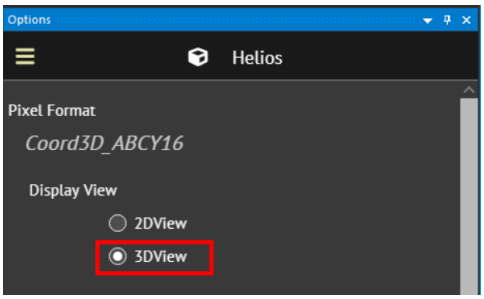


Abbildung 3.17: Helios 3DView

Anzeigen der 3D + RGB-Daten im Streaming-Fenster: Nach Auswahl von „3D-Ansicht“ werden die kombinierten 3D + RGB-Daten im Streaming-Fenster angezeigt.(Siehe Abbildung 3.18) [4]

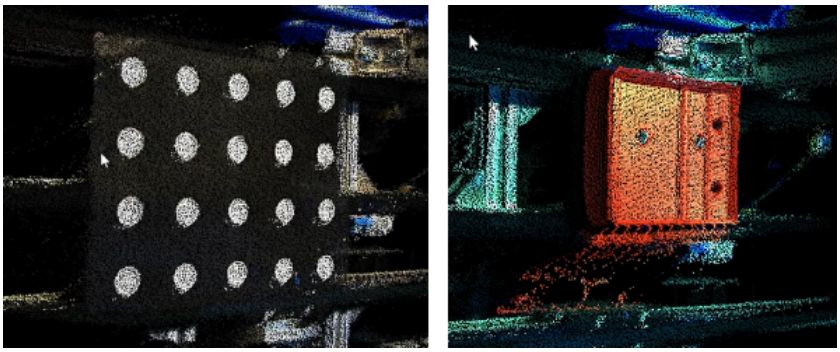


Abbildung 3.18: Schachbrettmuster und Bauteil in 3DView

4 Zusammenfassung und Ausblick

Die erfolgreiche Kalibrierung und Orientierung der Helios2- und Triton-Kameras stellen entscheidende Schritte dar, um einen effizienten 3D + RGB-Stream in ArenaView zu ermöglichen. Diese Prozesse gewährleisten eine präzise Erfassung von Daten und eine zuverlässige Überlagerung von Farb- und Tiefeninformationen. Durch die genaue Positionierung des Kalibrierungsziels und die Orientierung der Kameras im Raum wird eine konsistente Datenerfassung sichergestellt.

Vorteile und Verbesserungen:

Präzision: Die Kalibrierung und Orientierung verbessern die Präzision der 3D-Daten, was zu genaueren Ergebnissen bei der räumlichen Erfassung führt.
Bildqualität: Die optimierte Ausrichtung der Kameras trägt zur Verbesserung der Bildqualität und Farbwiedergabe bei.
Nahtlose Integration: Der 3D + RGB-Stream ermöglicht eine nahtlose Integration von Tiefeninformationen und Farbdarstellung.

Ziele für das nächste Projekt:

Bauteilidentifikation: Das Hauptziel ist die Entwicklung eines Systems zur automatischen Identifikation von Bauteilen und deren Speicherung als Muster.
Defekterkennung: Nach der Identifikation sollen defekte Bauteile mit idealen Bauteilen verglichen werden, um Fehler zu erkennen.
Distanzoptimierung: Um die Bildqualität zu steigern, ist es ratsam, die Entfernung zwischen dem Bauteil und der Kamera durch eine optimierte Positionierung sowie eine verbesserte Lichtführung zu optimieren. Dies könnte unter anderem durch das Erhöhen der Kameraposition und die Installation eines Sonnenschirms erreicht werden.
Integration eines neuen PoE-fähigen Switches: Ein weiteres Ziel umfasst den Einbau eines leistungsstarken Power-over-Ethernet (PoE)-fähigen Switches, der eine zuverlässige Leistung für beide Kameras sicherstellt.

Die Umsetzung dieser Ziele wird nicht nur die Effizienz der Fertigungsprozesse steigern, sondern auch die Qualität der erfassten Daten verbessern, was letztendlich zu präziseren Analysen und Entscheidungsfindungen führt.

Literatur

[1] LUCID Vision Labs. *Helios2 Time of Flight (ToF) IP67 3D Camera*. 2. Januar 2024. URL: https://thinklucid.com/product/helios2-time-of-flight-imx556/.

[2] LUCID Vision Labs. *Triton 3.2 MP Model (IMX265)*. 2. Januar 2024. URL: https://thinklucid.com/product/triton-32-mp-imx265/.

[3] LUCID Vision Labs. *Getting Started*. 2. Januar 2024. URL: https://support.thinklucid.com/getting-started/#gs-phoenix-connect.

[4] LUCID Vision Labs. *Using LUCID's 3D + RGB IP67 Kit in ArenaView*. 2. Januar 2024. URL: https://support.thinklucid.com/knowledgebase/using-lucid-3d-rgb-ip67-kit-in-arenaview/#camera.

Abbildungsverzeichnis

2.1 EoL-Prüfstation 5
2.2 HLT003s 12
2.3 TRI032s 13

3.1 IO-Link und POE Anschlüsse 16
3.2 Verbindung der Kameras 18
3.3 Netzwerkverbindung 18
3.4 Kameras in ArenaView 19
3.5 Kalibrierungsziel 20
3.6 Farbkamera-Kalibrierung 20
3.7 Farbkamera-Kalibrierung-Abgeschlossen 21
3.8 Helios2-Orientierung 23
3.9 Exposure Time 24
3.10 Exposure Time einstellen 24
3.11 Helios2 Preparation 25
3.12 Helios2 Vororientierung 26
3.13 Triton Vororientierung und das Beenden von Orientierungsprozesses . . 27
3.14 RGB Depth 28
3.15 RGB Depth 3DView 28
3.16 Stream von Helios2 29
3.17 Helios 3DView 29
3.18 Schachbrettmuster und Bauteil in 3DView 29

Tabellenverzeichnis