Kamerabasierte Lageerkennung von Bauteilen für ein automatisiertes Fließbandsystem

T3_3100

des Studienganges Elektrotechnik Automation

an der Dualen Hochschule Baden-Württemberg Ravensburg

von

Norman Kübler, Matrikelnummer: 5163670, E.P. Elektro-Projekt GmbH & Co.KG

&

Erik Kähm, Matrikelnummer: 2607414, Continental Automotive Technologies GmbH

10.01.2025

Bearbeitungszeitraum	11 Wochen
Kurs	TEA22
Betreuer der Studienarbeit	Edvin Hamzic

Internal

ELEKTRONIK+AUTOMATION EP

DHBW Duale Hochschule Baden-Württemberg

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.

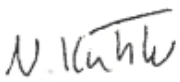
Ich versichere hiermit, dass ich meine Bachelorarbeit (bzw. Projektarbeit oder Studienarbeit bzw. Hausarbeit) mit dem Thema:

Kamerabasierte Lageerkennung von Bauteilen für ein automatisiertes Fließbandsystem

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.

Friedrichshafen, den 10.01.2025

Norman Kübler



Erik Kähm



Internal

ELEKTRONIK+AUTOMATION EP

DHBW Duale Hochschule Baden-Württemberg

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:

„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."

Friedrichshafen, den 10.01.2025

Norman Kübler



Erik Kähm



Internal

Zusammenfassung

Das Thema dieser Studienarbeit handelt von einer kamerabasierten Lageerkennung von Bauteilen für ein automatisiertes Fließbandsystem. Ein automatisierter Transportfahrzeugroboter mit dem Namen „Husky“ soll mit Hilfe eines Robotergreifarmes beladen werden, nachdem die zu transportierenden Produkte im Fließbandprozess fertiggestellt wurden. Die Herausforderung dieses Transportfahrzeuges stellt der korrekte Abladeort dar, weil dieser sich an einer vordefinierten Position befinden muss, sodass der Ablagebereich präzise beladen werden kann. Die Bauteile werden anschließend vom vierrädrigen Transportroboter abtransportiert. Für die Gewährleistung muss die Lageerkennung einwandfrei und fehlerlos funktionieren. Dieser schweren Aufgabe widmet sich ein 3D-Sensor von ifm, worauf es vor allem, nach der Inbetriebnahme, auf eine korrekte Parametrierung des Sensors ankommt.

Abstract

The topic of this student research project deals with camera-based position detection of components for an automated assembly line system. An automated transport vehicle robot called “Husky” is to be loaded with the help of a robot gripper arm after the products to be transported have been completed in the assembly line process. The challenge of this transport vehicle is the correct unloading location, as this must be in a predefined position so that the deposit area can be loaded precisely. The components are then transported away by the four-wheeled transport robot, and the position detection must function perfectly and without errors to ensure this. A 3D sensor from ifm is dedicated to this difficult task, which depends above all on correct parameterization of the sensor after commissioning.

Internal

Inhaltsverzeichnis

Erklärung 2

Sperrvermerk 3

Zusammenfassung 4

Abstract 4

Inhaltsverzeichnis 5

Abbildungsverzeichnis 7

Abkürzungen 10

Einführung 11

Automatisierung 11

Was ist ifm? 13

Projektbeschreibung 14

IFM 3D-Sensor 15

ifm Vision Assistant 21

Einrichtung des 3D-Sensors O3D304 22

Roboter Greifernavigation 29

1. Trigger Quelle 30

2. Sensoreinstellungen 31

3. Objektdefinition 33

4. Referenzebene 34

5. Definition Arbeitsbereich 35

6. Koordinaten-Transformation 36

7. Ausgabekonfiguration 37

8. Prozess-Schnittstelle 38

9. Ausgangskonfiguration 39

10. Gesamttest 40

SPS Anbindung *42*

O3D3xx_TCP_DB 43

O3D3xxEvalDim 44

O3D3xxAllROIsGood 44

O3D3xxEvalROI 45

Eigenes Netzwerk 46

Fazit *47*

Quellenverzeichnis *48*

Internal

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 CNC Maschine 11

Abbildung 2 Roboterarm 12

Abbildung 3 Siemens SPS 12

Abbildung 4 Tesla 12

Abbildung 5 ifm Logo 13

Abbildung 6 Husky 14

Abbildung 7 Husky auf Position 14

Abbildung 8 Kamera 14

Abbildung 9 ifm 3D-Sensor 15

Abbildung 10 ifm 3D-Sensor 15

Abbildung 11 Schaltschrank 17

Abbildung 12 Switch 17

Abbildung 13 Anschlussbelegung aus Datenblatt 18

Abbildung 14 Verdrahtung 19

Abbildung 15 ifm Anschlusskabel, Versorgungsspannung 19

Abbildung 16 Verdrahtung O3D304 20

Abbildung 17 O3D304 in Betrieb 20

Abbildung 18 Verdrahtung Schaltschrank 20

Abbildung 19 Vision Assistant Anwendung 21

Abbildung 20 Vision Assistant Ordner 21

Abbildung 21 Vision Assistant Start 22

Abbildung 22 Vision Assistant Sprachauswahl 22

Abbildung 23 Automatische Gerätesuche 23

Abbildung 24 Geräteliste 24

Abbildung 25 Vision Assistant, Monitoring 24

Abbildung 26 Vision Assistant, Gerätekonfiguration 25

Abbildung 27 Vision Assistant, Gerätekonfiguration, Schnittstelle 26

Abbildung 28 Vision Assistant, Gerätekonfiguration, Netzwerk 26

Abbildung 29 Vision Assistant, Anwendung 27

Abbildung 30 Vision Assistant Assistent 28

Abbildung 31 Vision Assistant, Roboter Greifernavigation 29

Abbildung 32 Vision Assistant, Trigger Quelle 30

Abbildung 33 Vision Assistant, Sensoreinstellungen 31

Abbildung 34 Vision Assistant, Sensoreinstellung 0,5m 32

Abbildung 35 Vision Assistant, Objektdefinition 33

Abbildung 36 Vision Assistant, Referenzebene 34

Abbildung 37 Vision Assistant, Definition Arbeitsbereich 35

Abbildung 38 Vision Assistant, Koordinaten-Transformation 36

Abbildung 39 Vision Assistant, Ausgabekonfiguration 37

Abbildung 40 Vision Assistant, Prozess-Schnittstelle *38*

Abbildung 41 Vision Assistant, Ausgangskonfiguration *39*

Abbildung 42 Vision Assistant, Gesamttest, Ergebnisse *40*

Abbildung 43 Vision Assistant, Gesamttest, Prozess-Schnittstelle *41*

Abbildung 44 Fehlerhafter Winkel *41*

Abbildung 45 SPS PLC_1 ..... *42*

Abbildung 46 SPS PLC_1 ..... *42*

Abbildung 47 Einzuführende Bibliothek von ifm *42*

Abbildung 48 Bausteine Lageerkennung *42*

Abbildung 49 O3D3xx_TCP_DB *43*

Abbildung 50 O3D3xxEvalDim *44*

Abbildung 51 O3D3xxAllROIsGood *44*

Abbildung 52 O3D3xxEvalROI *45*

Abbildung 53 PLC-Variablentabelle, Positionsüberwachung *46*

Abbildung 54 Netzwerk für Greifarm_Stop *46*

Abbildung 55 PLC-Variablen, Positionsüberwachung *46*

Abkürzungen

bzw.	beziehungsweise
u. v. m.	und vieles mehr
ggfs.	gegebenenfalls
z.B.	zum Beispiel
CNC	Computer Numerical Control
SPS	Speicherprogrammierbare Steuerung

Einführung

Automatisierung

In verschiedensten Bereichen, von Industrieproduktion über Logistik und Verwaltung bis hin zu Haushaltsgeräten, wird nach der Steigerung der Produktivität gestrebt. Gleichzeitig sollen Kosten reduziert und die Qualität von Produkten und Dienstleistungen verbessert werden. Zusätzlich sollen Wohlbefinden und Sicherheit von Mitarbeitern gefördert werden. Für diese Gewährleistung trägt die Automatisierung bei. Quelle?

Sie beschreibt Prozesse, Aufgaben, oder gesamte Produktionsabläufe, welche ohne menschliches Eingreifen ausgeführt werden können. Mit dem Einsatz von Maschinen, Systemen und Technologien können von Menschen ausgeführte Tätigkeiten unterstützt oder gar vollständig ersetzt werden. Verschiedene Technologien, welche zum Einsatz kommen, sind z.B. Maschinen, Roboter, Software und künstliche Intelligenz. Quelle?

Maschinen



Abbildung 1 CNC Maschine

Ein Beispiel für Maschinen sind CNC Maschinen. Ihr Einsatzgebiet ist in der Fertigung für das Bohren, das Fräsen, oder das Schneiden mechanischer Teile. Die Produktionsgeschwindigkeit und die Genauigkeit werden deutlich erhöht, da diese Maschinen automatisiert und nach festgelegten Programmen sehr präzise arbeiten. Quelle?

Roboter



Abbildung 2 Roboterarm

Bei den Robotern handelt es sich z.B. um Roboterarme, welche rund um die Uhr arbeiten und mit hoher Präzision und Geschwindigkeit repetitive Aufgaben ausführen können.
Hier ist als Beispiel ein Greifarm des Unternehmens Kuka aufgeführt. Quelle

Software



Abbildung 3 Siemens SPS

Eine SPS ist im Bereich Software ein Beispiel, welche speziell in der industriellen Automatisierung weit verbreitet ist. Eingesetzt wird eine SPS zur Steuerung und Überwachung von Maschinen und Prozessen. Sie verbindet die Software mit den Hardwarekomponenten wie Sensoren und Aktoren. Quelle?

Künstliche Intelligenz



Abbildung 4 Tesla

Durch Maschinelles Lernen und neuronale Netzwerke kann diese Technologie lernen und sich verbessern. Beispiele hierfür sind autonome Fahrzeuge (selbstfahrende Autos), welche ihre Umgebung erkennen, draus Entscheidungen treffen und somit autonom fahren können. Quelle?

Automatisierung spielt eine wichtige Rolle für zukünftige Prozesse. Für einen ständigen Fortschritt im Bereich der Automatisierung gibt es weltweit Unternehmen, welche durch Forschung und Entwicklung das Wachstum in dieser Branche gewährleisten. Quelle?

Was ist ifm?



Abbildung 5 ifm Logo

Die Abkürzung ifm steht für „Institut für Mikrotechnik“ und ist ein international tätiges Unternehmen, spezialisiert auf die Entwicklung und Herstellung von Sensoren, Industrieelektronik und Automatisierungslösungen. Das Unternehmen wurde im Jahr 1969 in Essen gegründet und bietet eine große Bandbreite an Produkten und Lösungen für die Automatisierungs- und Industriebranche. Quelle?

Die Kernbereiche von ifm beziehen sich auf:

- Sensorik
- Industrieautomatisierung
- Robotik und Greiftechnik
- Produktions- und Maschinenüberwachung

Im Bereich der Industrieautomatisierung gehört ifm aufgrund von kontinuierlichem Investieren in Forschung und Entwicklung zu den führenden Unternehmen. Neben der internationalen Tätigkeit und dem weltweiten Vertrieb seiner Produkte legt das Unternehmen großen Wert auf die Kundenorientierung. Eine enge Zusammenarbeit mit Kunden sorgt für eine Meisterung von komplexen industriellen Herausforderungen. Ifm ist führender Anbieter von Sensoren und Automatisierungslösungen für die industrielle Produktion und Fertigung. Quelle?

Internal

Projektbeschreibung

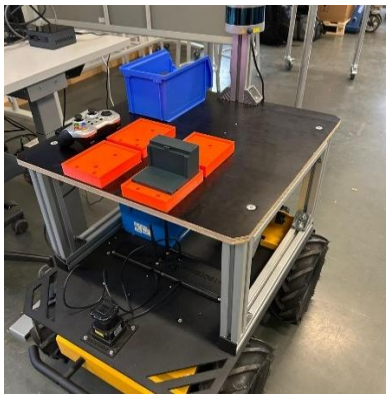


Abbildung 6 Husky

Für ein automatisiertes Fließbandsystem soll mit Hilfe einer Kamera eine Bauteilerkennung bzw. eine Positionsüberwachung stattfinden.
Der „Husky“, ein automatisiertes Fahrsystem, ist für den Transport von fertiggestellten Bauteilen zuständig und hat vorgefertigte Flächen für das Ablegen bestimmter Bauteile.



Abbildung 7 Husky auf Position

Sind die Bauteile von dem Fließbandsystem fertiggestellt, sollen diese durch einen Greifarm auf die Ablagefläche des Huskys gesetzt werden, genauer auf den orangefarbenen Oberflächen, welche auf die Maße der Bauteile angepasst sind. Im Anschluss können die Bauteile weitertransportiert werden.



Abbildung 8 Kamera

Damit dies gewährleistet werden kann muss sich der Husky auf einer vordefinierten Position befinden, welche an die Bewegungsvorschrift des Greifarms angepasst ist, der den Husky belädt. Bei der Beladung können aufgrund des undifferenzierten Verhaltens des Roboterarms Probleme auftreten, wodurch die Ablage der Bauteile überwacht werden muss. Hier kommt die Kamera für die Positionsüberwachung ins Spiel.

Internal

IFM 3D-Sensor

Für die Umsetzung stand der 3D-Sensor O3D304 von ifm zur Verfügung. Dieser wurde mittels einer Gewindestange über der Position des Huskys montiert. Die Gewindestange befindet sich senkrecht um ein vertikal hochragendes Item-Profilgerüst. Für einen möglichst geraden Winkel zur Oberfläche und ein optimales Einsehen der Ablagefläche des Huskys wurde der Sensor möglichst weit vorne an der Gewindestange montiert. Dennoch war ein leicht schräger Winkel aufgrund der Kürze der Gewindestange nicht auszuschließen.



Abbildung 9 ifm 3D-Sensor



Abbildung 10 ifm 3D-Sensor

Dies könnte durch eine Verschiebung der Abladeposition zugunsten einer optimalen Kameraausrichtung und der Umprogrammierung des Robotergreifarmes gelöst werden. Bei der Inbetriebnahme führte die leichte Schräge der Kamera jedoch zu keinen Messfehlern, weshalb keine weiteren Maßnahmen erforderlich waren.

keinen oder kleinen??

Internal

Für die erste Inbetriebnahme wurde eine Versorgungsspannung benötigt. Da es sich hierbei um eine Ethernet-Schnittstelle handelt, wurden beide Anschlusskabel verwendet, sowohl das 4-adrige Ethernet Kabel, in grün, als auch das 8-adrige Anschlusskabel, in schwarz (Abbildung 9). Für die erste Inbetriebnahme konnte das Ethernet Kabel direkt an den Laptop angeschlossen werden, welcher eine Netzwerkverbindung hatte. Vorteil der ifm Kamera ist, dass sie die vorgenommene Parametrisierung und Einstellungen über die Inbetriebnahme des Laptops übernimmt und speichert, sodass man sich Arbeit bei dem Anschluss zu einem anderen Ethernet-Teilnehmer spart, wie z.B. zu dem SPS Hauptrechner.

Internal



Abbildung 11 Schaltschrank



Abbildung 12 Switch

Im späteren Verlauf erfolgte der Anschluss für die Ethernet Verbindung über einen Switch im Schaltschrank. Hier handelt es sich in Abbildung 12 um den Steckplatz P8. Das Verwenden der Switches ist für das komplexe Gesamtprojekt essentiell, da das Fließband -und Transportsystem eine Vielzahl an Teilnehmern enthält, die zur Kommunikation mit der SPS einen Ethernet-Anschluss benötigen.

... wie in Abbildung 11 Dargestellt.

Internal

Die Versorgungsspannung liefert das 8-adrige mitgeführte Kabel. Aus dem Datenblatt, welches auf der offiziellen ifm Seite als Download zur Verfügung steht, konnten die Anschlussbelegungen entnommen werden. Hier traten erste Komplikationen auf.

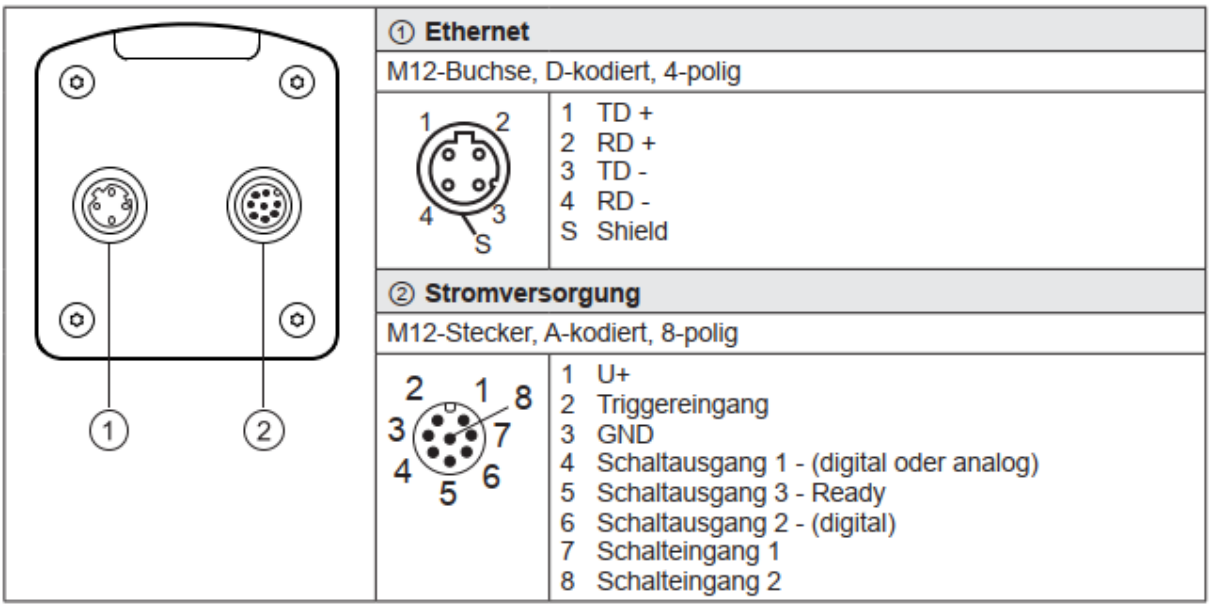


Abbildung 13 Anschlussbelegung aus Datenblatt

Die Anschlussbelegung (Abbildung 13) und die Verdrahtung (Abbildung 14) waren zwar gegeben, dennoch war die richtige Verdrahtung für den Sensor unklar. Das mitgeführte, zur Verfügung stehende, 8-adrige Kabel hatte andere Farbcodierungen.

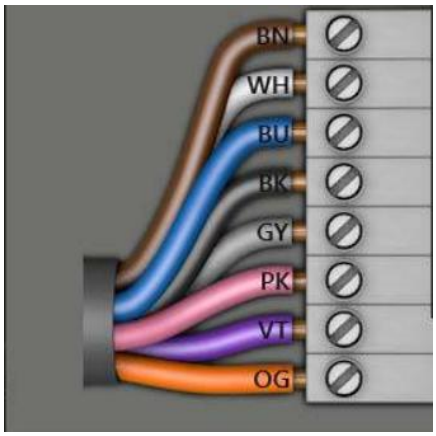


Abbildung 14 Verdrahtung

Aufgrund des Verdrahtungsplans im Datenblatt und aufgrund der eigenen Erfahrungen wurde der braune Draht für den 24V Anschluss und der blaue Draht als Masse angenommen. Nachdem der Sensor keine Reaktion zeigte, musste recherchiert werden. Durch Kontakt mit dem ifm Support konnte schnell eine Lösung für das Problem gefunden werden.



Abbildung 15 ifm Anschlusskabel, Versorgungsspannung

Für eine reibungslose Lösungsfindung wurde dem ifm Support die Artikelnummer des vorhandenen 8-adrigen Anschlusskabels für die Versorgungsspannung mittgeteilt.

Internal

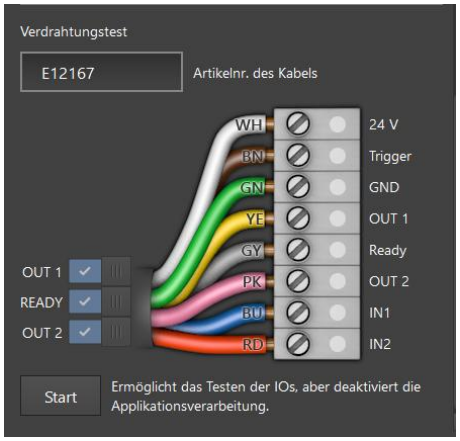


Abbildung 16 Verdrahtung O3D304

Je nach Sensor gibt es unterschiedliche Anschlusskabel mit unterschiedlichen Farbcodierungen. Der Sensor O3D304 hat das mitgelieferte Kabel mit der Artikelnummer: E12167. Hierfür sendete der Support von ifm die richtige Codierung. Im späteren Verlauf wurde festgestellt, dass für jedes Kabel ein Verdrahtungsplan im Vision Assistant hinterlegt ist.



Abbildung 17 O3D304 in Betrieb

Nachdem Verwenden des weißen Drahts für die 24V Spannungsversorgung und dem grünen Draht für Masse funktionierte der Sensor. Die LEDs an dem Sensor fingen an zu leuchten und signalisierten die Funktionalität. Sowohl das Verhalten von der Versorgung (Power), Ethernet, als auch von zwei Ausgängen war sichtbar. Der erste Schritt war abgehakt und die Kamera war in Betrieb.



Abbildung 18 Verdrahtung Schaltschrank

Die Verdrahtung im Schaltschrank fand provisorisch statt, da zu dem Zeitpunkt keine freie Anschlussklemme im unteren Bereich des Schaltschranks zur Verfügung stand.
Der weiße Draht geht auf einen freien Steckplatz der 24V-Klemme, der grüne Draht geht auf Masse.

Internal

ifm Vision Assistant

Der ifm Vision Assistant bietet eine große Erleichterung für die Programmierung und Konfiguration von Bildverarbeitungssystemen. Dieses Software-Tool wurde von der Firma ifm Electronic entwickelt und ermöglicht das Integrieren von Bildverarbeitungen in Systemen, ohne tiefgehende Programmierkenntnisse zu fordern.
Die Software ist für jeden Nutzer mit einem kostenlosen ifm-Account zugänglich und erhältlich auf der offiziellen ifm Homepage. Neben der Benutzerfreundlichkeit verfügt der Vision Assistant über unterschiedlichste Bildverarbeitungsfunktionen, beispielsweise für das Erkennen von Mustern, Farben, Formen und Objekte, das Vermessen von Objekten u. v. m. Das Tool verarbeitet Bilder in Echtzeit und für die Integration von Kameras und Sensoren wird der Inbetriebnehmer mit Hilfe eines Assistenten durch die unterschiedlichsten Schritte geführt.
Nach dem der Sensor angeschlossen wurde, kann der ifm Vision Assistant heruntergeladen und ausgeführt werden. Es folgt eine Schritt-für-Schritt-Anleitung, um die kamerabasierte Lageerkennung von Bauteilen umzusetzen.

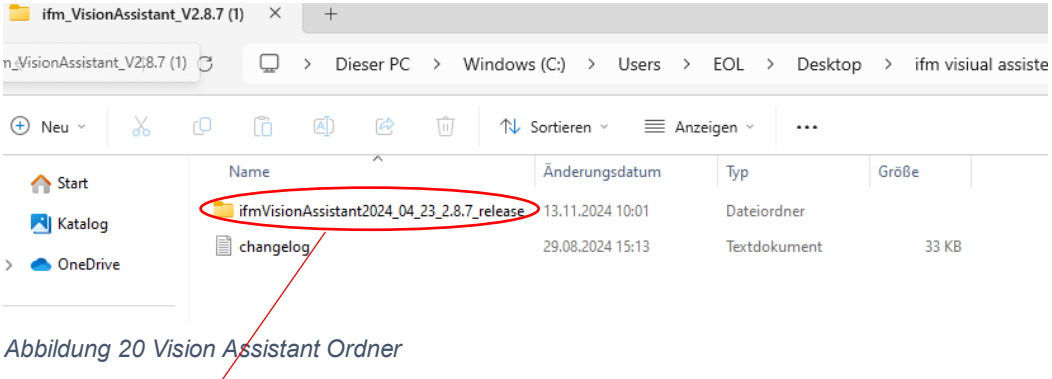


Abbildung 20 Vision Assistant Ordner

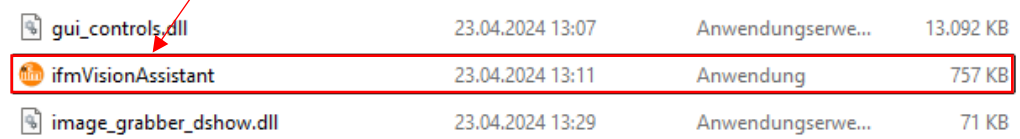


Abbildung 19 Vision Assistant Anwendung

Internal

Einrichtung des 3D-Sensors O3D304

Die Einrichtung des Sensors findet in der Software von Vision Assistant statt. Nachdem die Softwareanwendung ausgeführt wurde, öffnet sich folgendes Fenster:



Abbildung 21 Vision Assistant Start

Bevor die Option „Gerät finden“ (Abbildung 21) genutzt wird, wird ein Blick auf die Einstellungen geworfen.

"... wie in Abbildung 22 ersichtlich"

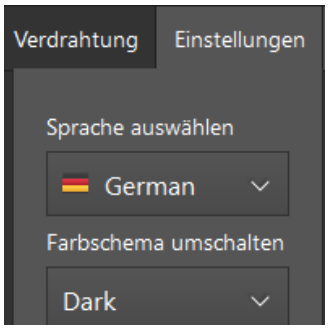


Abbildung 22 Vision Assistant Sprachauswahl

Hier gibt es eine mögliche Umschaltung des Farbschemas oder eine Wahl der Sprache. Ist die Artikelnummer des Anschlusskabels für die Versorgungsspannung bekannt, wäre unter Verdrahtung der korrekte Anschlussplan darzustellen.

Internal

Nun gibt es durch das Klicken auf „Gerät finden“ (Abbildung 21) zwei Möglichkeiten. Es gibt die manuelle Verbindungsherstellung oder die automatische. Bei der manuellen Geräteverbindung kann exakt das verwendete Gerät, in diesem Fall der Sensor, ausgewählt werden und mit mehreren Schritten kann exakt dieses Gerät gesucht werden. Da bereits aber eine Ethernet Verbindung mit dem Sensor besteht, wurde die automatische Suche verwendet.

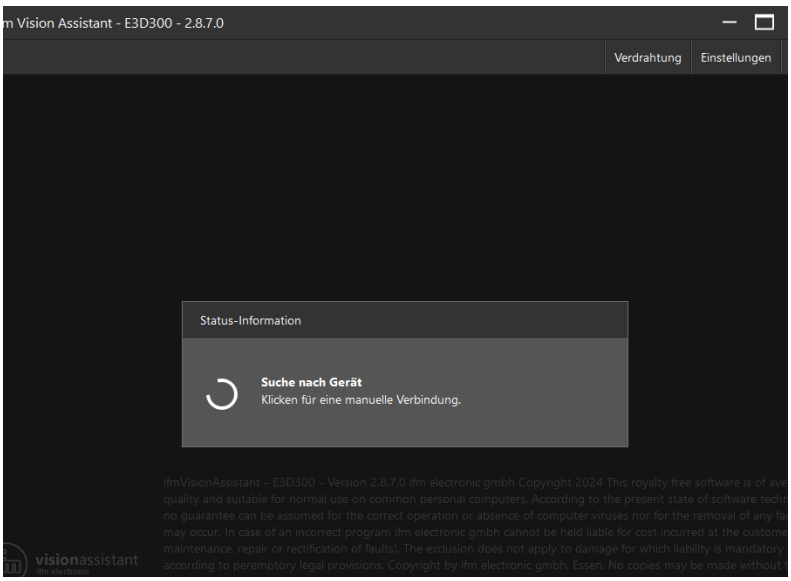


Abbildung 23 Automatische Gerätesuche

Nachdem die Suche beendet ist, werden alle verfügbaren und verbundenen Geräte angezeigt. Sollte das verwendete Gerät nicht angezeigt werden, muss ggfs. die Schnittstelle oder die Versorgung des Sensors überprüft werden. Im Normalfall wäre der angezeigte Gerätename der Name des Sensors

Internal

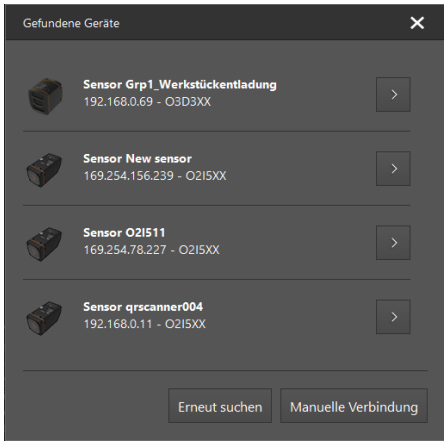


Abbildung 24 Geräteliste

Die Kamera wird in der Software als 03D3xxx angegeben, da die Softwareinbetriebnahme für alle Kameras mit den gleichen ersten vier Ziffern dieselbe ist. Der Gerätename wurde bereits umbenannt, voraussichtlich durch einen Vorgänger. Das einzurichtende Gerät ist in diesem Fall „Sensor Grp1_ Werkstückentladung“. Mit einem Klick auf den einzurichtenden Sensor kann die Parametrierung beginnen.

Die Oberfläche des Vision Assistant ist in mehrere Reiter aufgeteilt. Im Bereich Monitoring befindet sich die Überwachung und die Kontrolle von Bildverarbeitungsprozessen des parametrierten Sensors. Daten über den Status oder der Performance werden in Echtzeit wiedergegeben. Nach dem Parametrieren können in diesem Bereich ggfs. Fehler erkannt und auf diese Fehler reagiert werden.

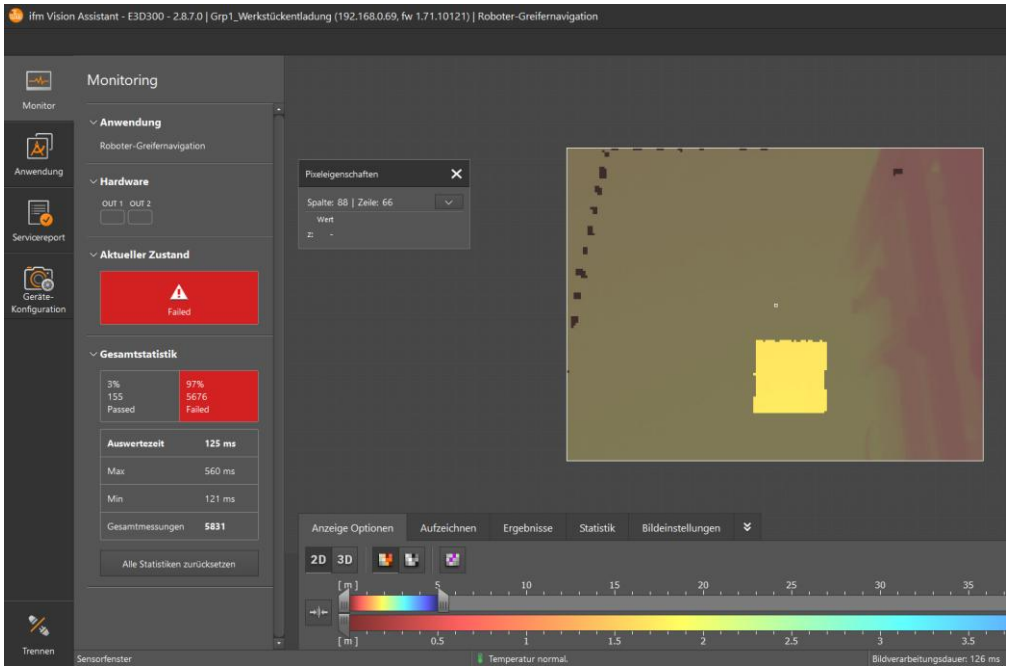


Abbildung 25 Vision Assistant, Monitoring

Internal

Neben der Echtzeitüberwachung und dem Erkennen von Fehlern kann der Gesamtstatus angezeigt werden. Von Kameraeinstellungen, über Bildverarbeitungsparameter bis hin zu Verarbeitungszeiten. Verschiedenste Protokolle und Diagnosen können abgerufen werden. Zusätzlich zur Bildanzeige können Daten für spätere Systemanalysen aufgezeichnet und gespeichert werden. Für die korrekte Konfiguration des Geräts wird in die Gerätekonfiguration navigiert.

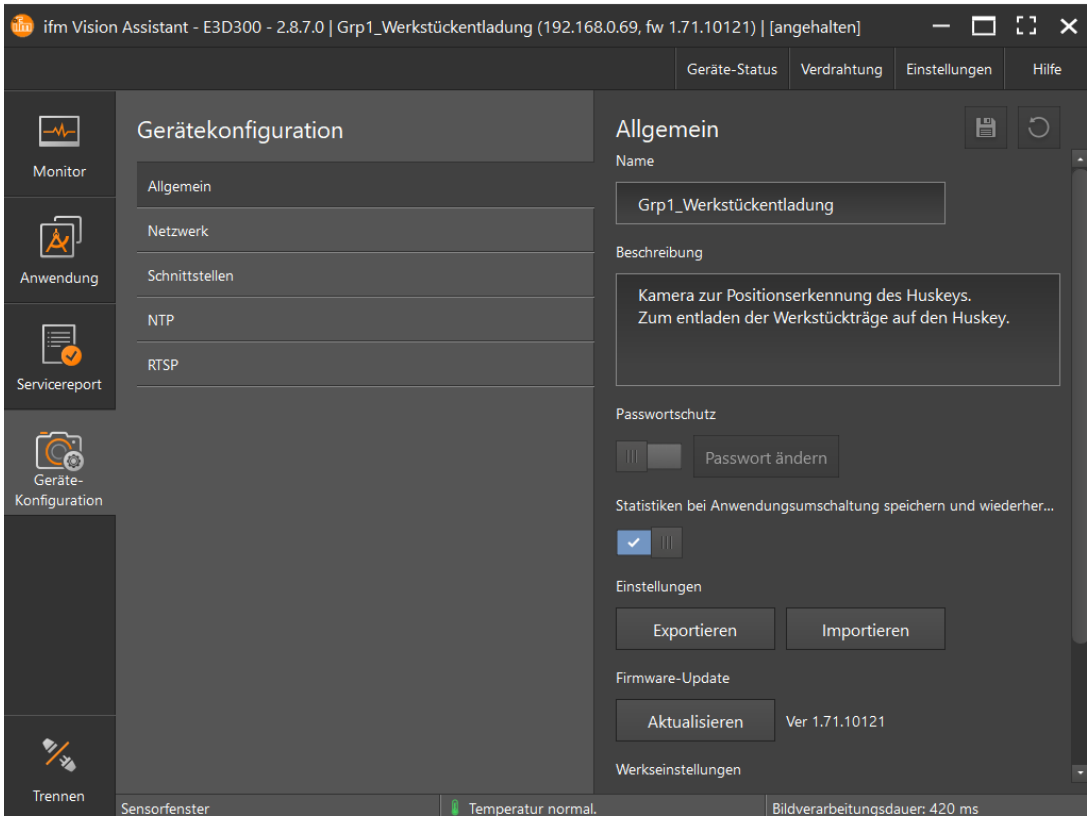


Abbildung 26 Vision Assistant, Gerätekonfiguration

In der Gerätekonfiguration gibt es weitere Unterteilungen. Im Allgemeinen Bereich kann der Name vergeben und eine zusätzliche Beschreibung hinterlegt werden. Dies kann sehr hilfreich bei komplexeren Anlagen sein, damit viele unterschiedliche Sensoren unterteilt werden können. Möglich wäre auch ein Anlegen eines Passwortes für den Schutz, sowie das Importieren, als auch das Exportieren von Einstellungen.

Internal

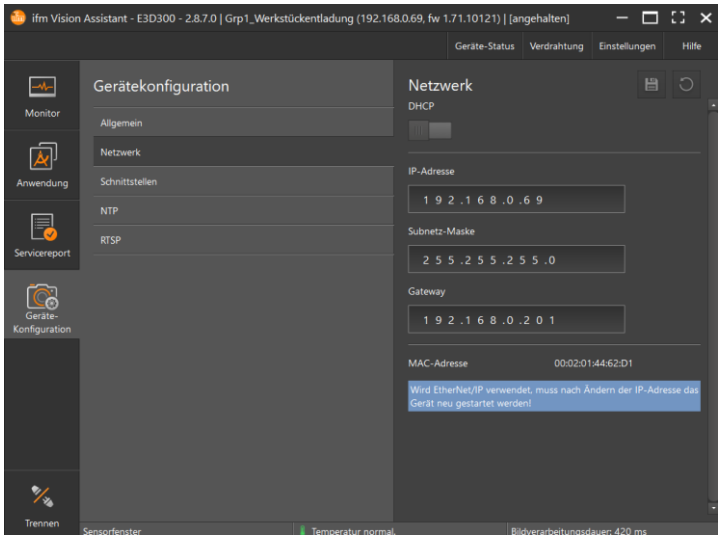


Abbildung 28 Vision Assistant, Gerätekonfiguration, Netzwerk

Im Bereich Netzwerk der Gerätekonfiguration können IP-Adresse, Gateway und Subnetzmaske individuell angepasst werden. Die IP-Adresse, Gateway und Subnetzmaske sind im ausgelieferten Zustand immer die gleichen. IP-Adresse: 192.168.0.69 , Subnetzmaske: 255.255.255.0 und Gateway:192.168.0.201.

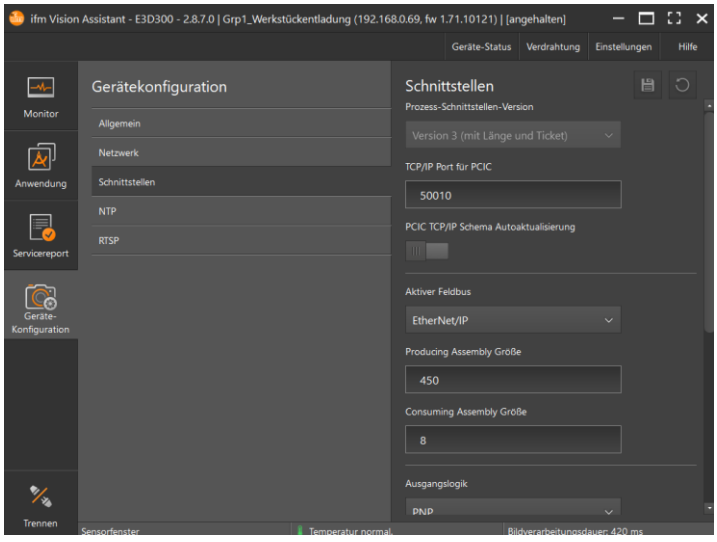


Abbildung 27 Vision Assistant, Gerätekonfiguration, Schnittstelle

Zusätzlich ist auch die Anpassung der Schnittstelle möglich. Im Bereich Netzwerk und Schnittstelle blieb in diesem Fall alles auf Standard.

Nachdem die Gerätekonfiguration fertiggestellt war, wurde in den Bereich Anwendung navigiert.

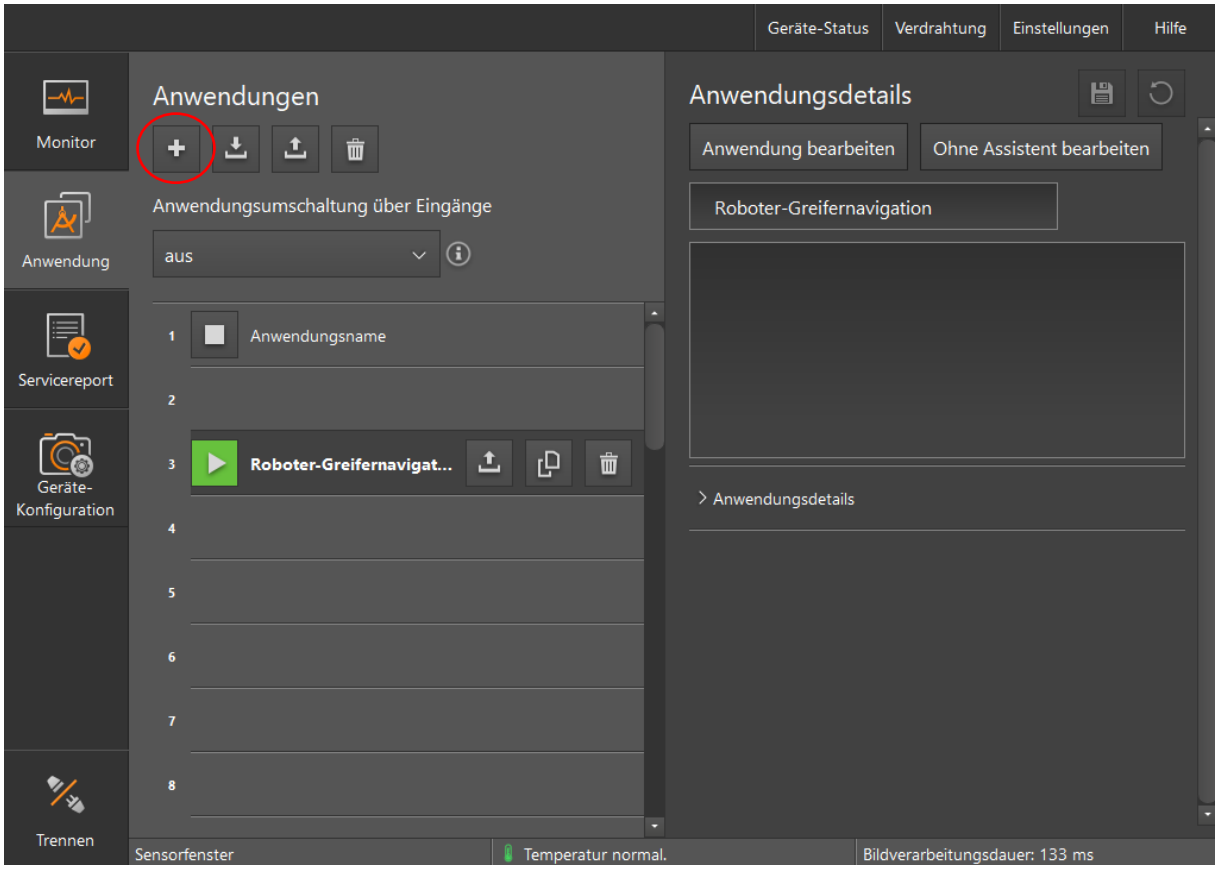


Abbildung 29 Vision Assistant, Anwendung

Im Bereich Anwendung können verschiedene Aufgaben für den Sensor gespeichert und hinterlegt werden. Je nach Aufgabe kann eine bestimmte Anwendung aufgerufen werden. In diesem Fall wurde nur eine Anwendung benötigt. Mit dem Klicken auf das Plus Symbol (Abbildung 29) wird eine neue Anwendung erstellt. Nun wird der Anwendung ein Name vergeben. Im Anschluss gibt es die Option, die Parametrierung mit Hilfe eines Assistenten durchzuführen, der diese Schritt-für-Schritt mit Erklärungen vornimmt. Selbstverständlich wurde die Parametrierung mit dieser Hilfeleistung in Angriff genommen.

Internal

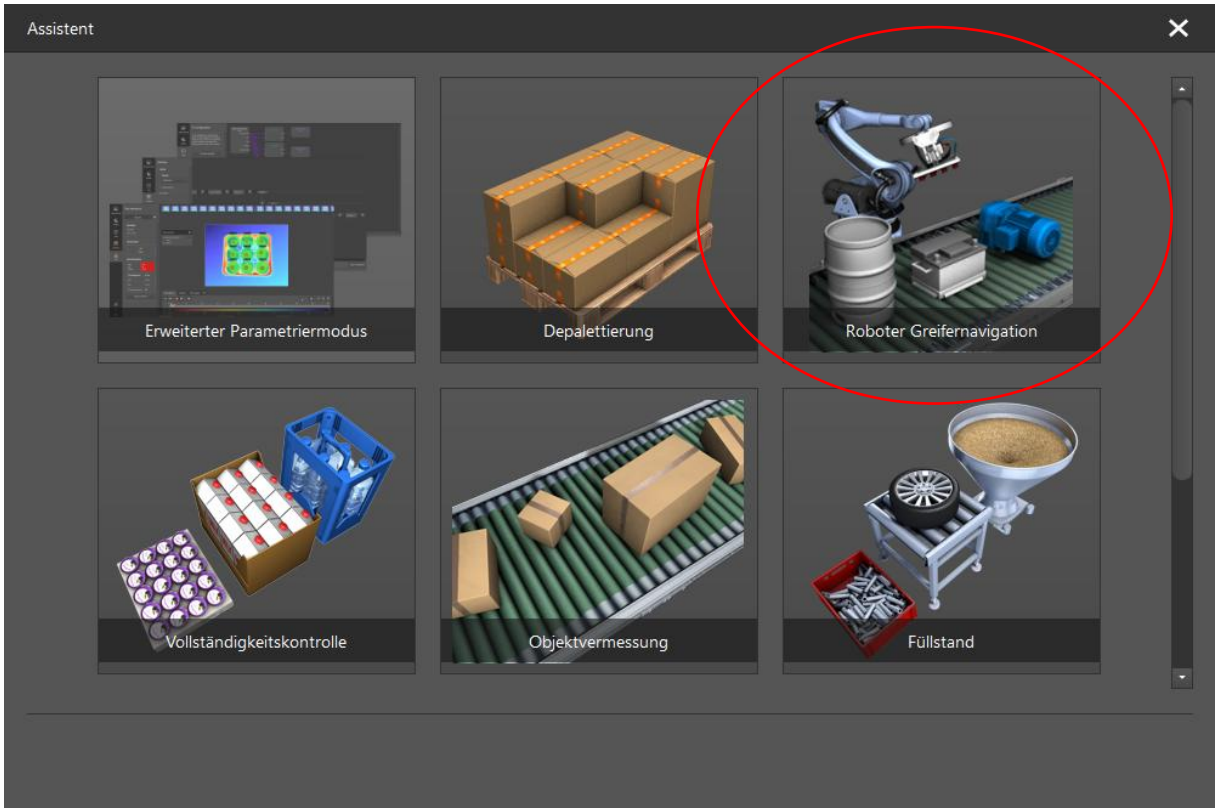


Abbildung 30 Vision Assistant Assistent

Der Assistent von Vision Assistent stellt verschiedene Parametrierungen zur Verfügung. Jede Auswahl führt ausführliche, unterschiedliche, aber zielorientierte Schritte durch, welche die exakte Wunschfunktion der Anwendung gewährleistet. Diese vorgefertigten Anleitungen ermöglichen dem Anwender vielseitige Möglichkeiten, ohne viel technisches Wissen oder Kenntnisse in der Programmierung.
Für die kamerabasierte Lageerkennung von Bauteilen wird die Roboter Greifernavigation verwendet.

Bildverweise???

Internal

Roboter Greifernavigation

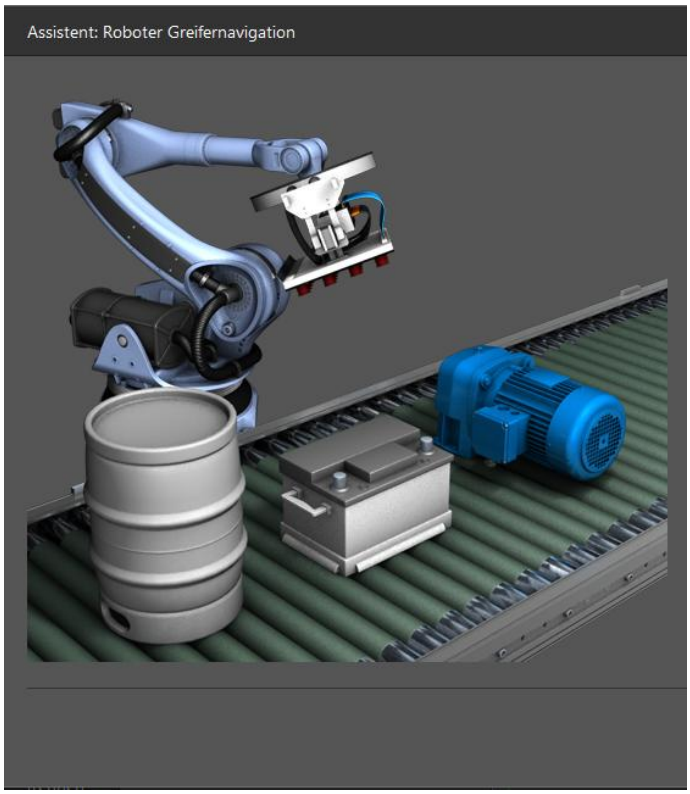


Abbildung 31 Vision Assistant, Roboter Greifernavigation

Mit der Roboter Greifernavigation können Positionen von Objekten gemessen werden, als auch deren Ausrichtung und Dimension bestimmt werden. Runde, eckige, oder auch unregelmäßige Formen können erkannt, die Anzahl von Objekten, ihre Abmessungen und auch die Schwerpunkt-Positionen können ausgegeben werden.
Die Roboter Greifernavigation bietet hohe Präzision und Flexibilität, was zu einer niedrigen Fehlerrate führt. Es gibt verschiedene Schritte für die Parametrierung, beginnend mit dem Einstellen der Trigger Quelle, abschließend mit dem Gesamttest.

Bildverweis??

Internal

1. Trigger Quelle

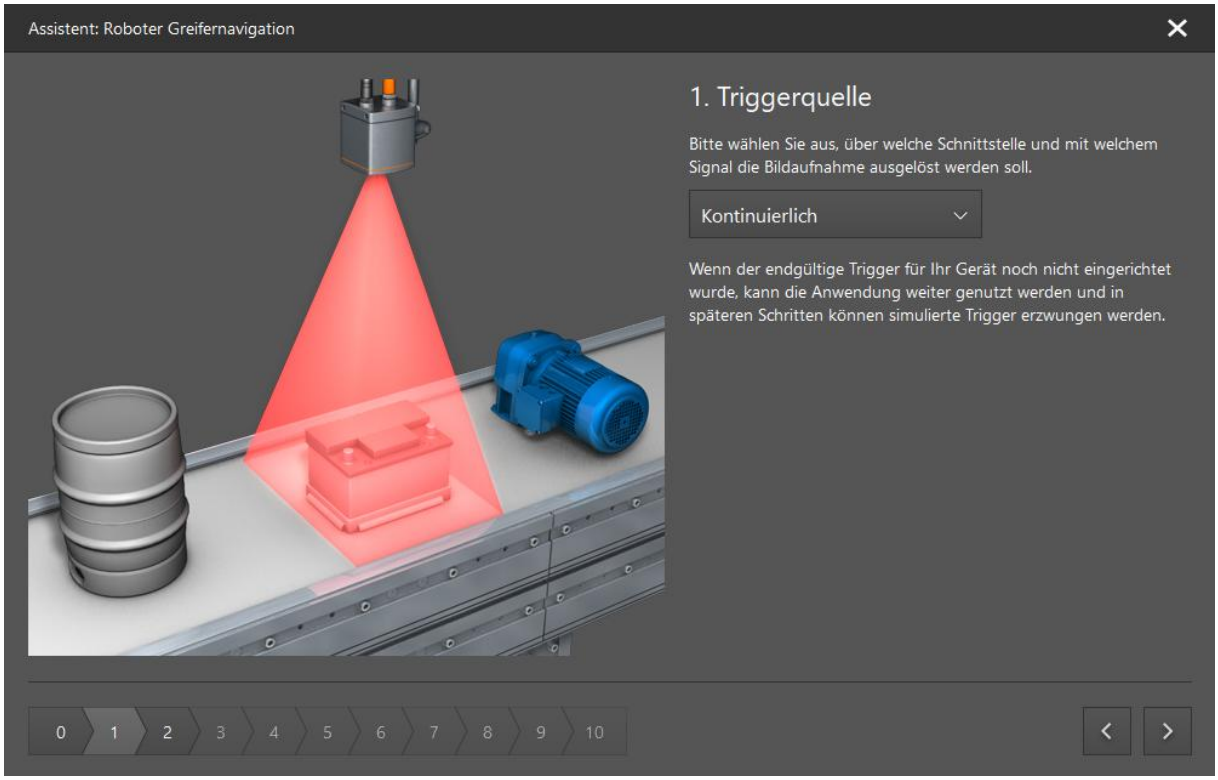


Abbildung 32 Vision Assistant, Trigger Quelle

Für die Initiierung des Greifvorgang des Roboters spielt die Trigger Quelle eine entscheidende Rolle. Nur wenn bestimmte Bedingungen erfüllt sind, werden Bilder verarbeitet und eine Greifaktion des Roboters beginnt, dies können externe als auch interne Bedingungen sein.
Diese Möglichkeit sorgt für eine präzise Steuerung und eine Synchronisierung von Bildverarbeitung, Roboterbewegung und Greifvorgang.
Zu Beginn wurde keine spezielle Bedingung benötigt, die Verarbeitung des Bildes soll nicht über eine Trigger Quelle gesteuert werden. Darum wird die Parametrierung der Trigger Quelle für das Erste auf kontinuierlich gestellt.

Internal

2. Sensoreinstellungen

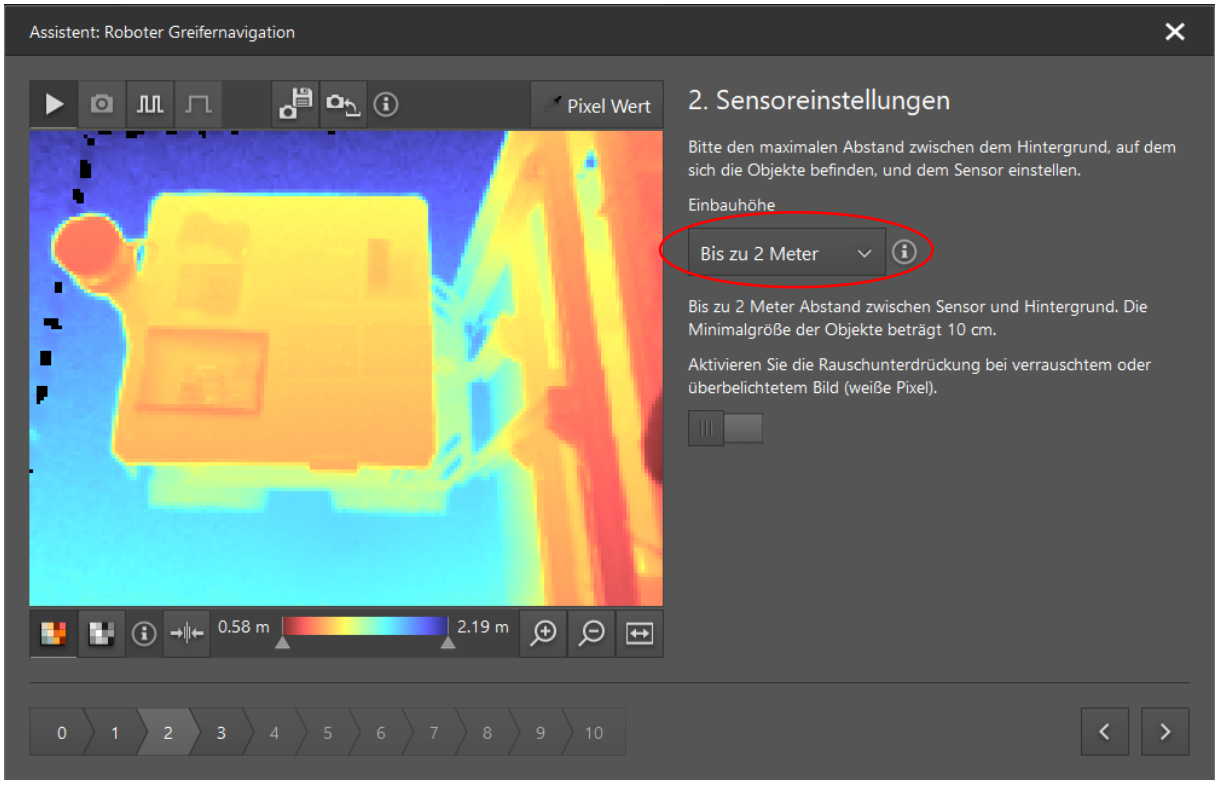


Abbildung 33 Vision Assistant, Sensoreinstellungen

"...siehe Abbildung 33"

In den Sensoreinstellungen wird der gewünschte Abstand abgefragt, von Kamera/Sensor bis hin zur Oberfläche, auf dem sich die Objekte letztendlich befinden. Da in diesem Fall ein Abstand von ungefähr einem Meter vorhanden ist, werden hier "bis zu 2 Meter“ eingestellt, um den umgebenden Boden mit einzubeziehen. Die nächstkleinere Einstellmöglichkeit wäre 0,5 Meter, was, wie in Abbildung 34, deutlich zu wenig Abstand wäre.

Internal

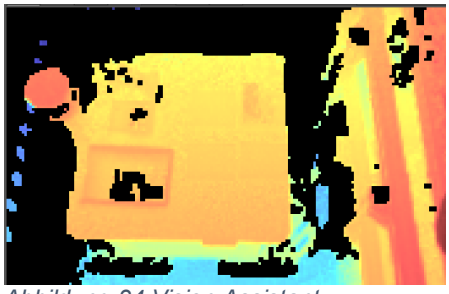


Abbildung 34 Vision Assistant, Sensoreinstellung 0,5m

Hier wird selbst die Oberfläche des Huskys nicht mehr klar und deutlich dargestellt. Bereits auf der Oberfläche ist die Darstellung verpixelt und der zu ignorierende Entfernungsbereich von über 0.5 Metern wird in einem kontrastreichen schwarz dargestellt.

Dadurch gehen wesentliche Informationen verloren, über den Abstand zum Boden als Bezugsfläche und Orientierung. Die ifm Kamera erfasst dreidimensionale Räume, die Ausgabe auf einem Display ist jedoch zweidimensional. Wie schon zu vermuten ist, werden die Abstände in Form eines Farbspektrums dargestellt mit entsprechender Rot -und Blauverschiebung. Je rötlicher und dunkler die Anzeige, desto geringer ist der Abstand zur Kamera, relativ zur Einstellung und je bläulicher und dunkler die Anzeige, desto größer ist der Abstand.

Internal

3. Objektdefinition

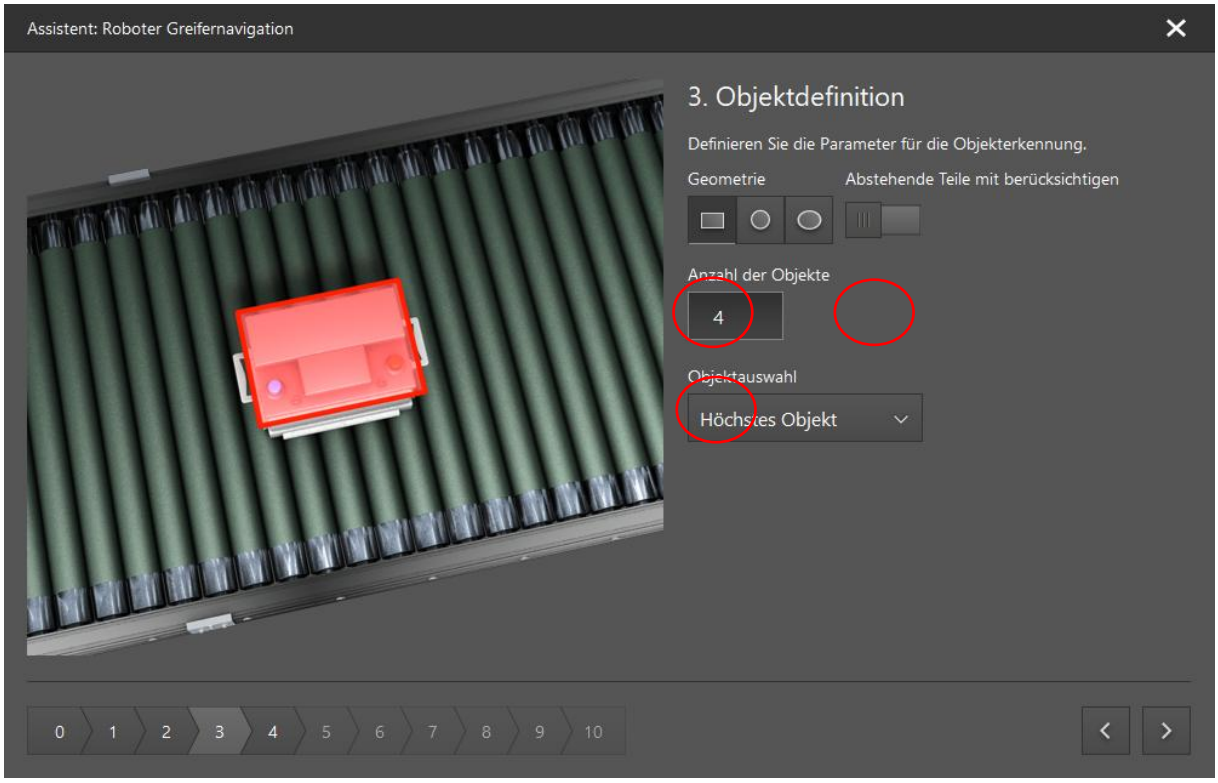
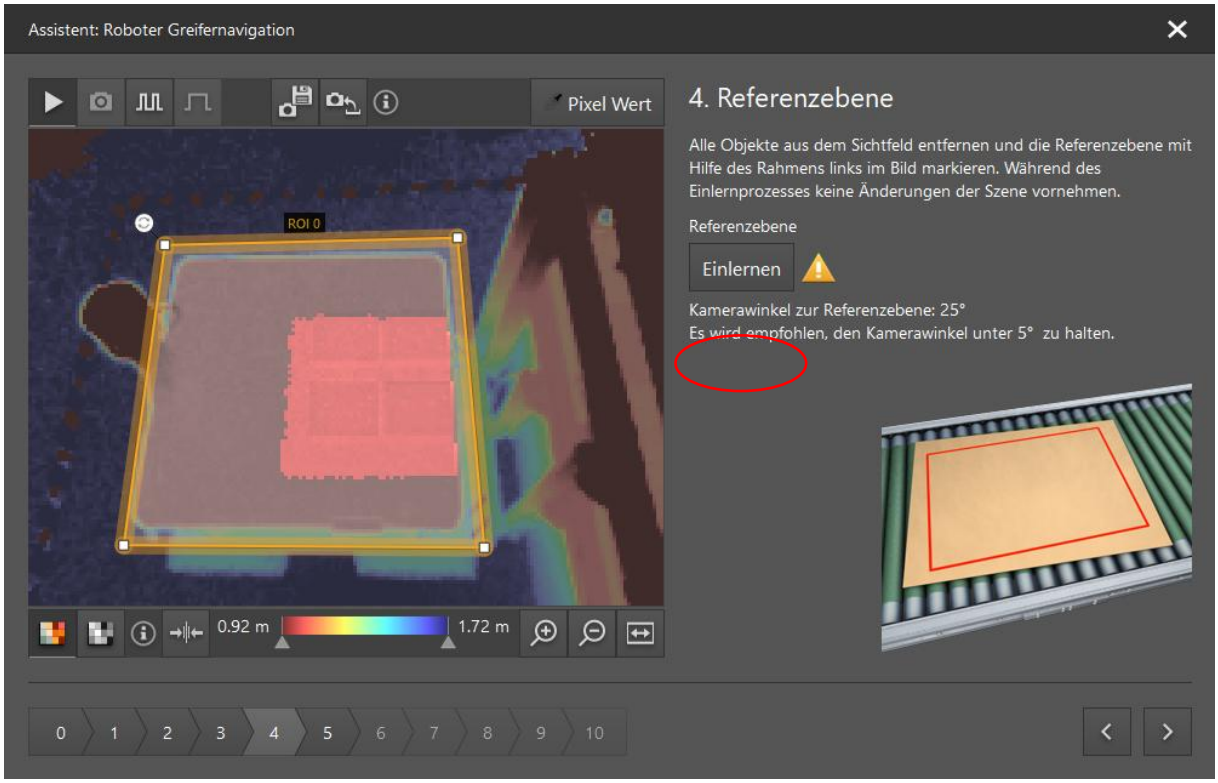


Abbildung 35 Vision Assistant, Objektdefinition

In diesem Schritt kann die Definition der Objekte parametriert werden. Ausgewählt werden rechteckige Objekte bei der Einstellmöglichkeit „Geometrie“, da dies der Bauteilform entspricht, welche von dem Fließband auf den Husky geladen wird. Abstehende Teile müssen nicht berücksichtigt werden. Es wird angenommen, dass die fehlerhaften Bauteile in vorangegangen Schritten schon aussortiert werden. Aufgrund der vorgeschriebenen Lademenge des Huskys wird bei Anzahl der Objekte „4“ angegeben. Bei der Objektauswahl gibt es ebenfalls verschiedene Einstellmöglichkeit. Es ist unrelevant, welches Bauteil als erstes erkannt wird, darum wurde das höchste Objekt ausgewählt.

Internal

4. Referenzebene



Markierung verschoben

Abbildung 36 Vision Assistant, Referenzebene

Bei dem Einstellen der Referenzebene ist auf eine ebene Oberfläche zu achten. Die Referenzebene wird mittels 4 Punkten so ausgerichtet, dass die Referenzebene ein wenig größer ist, als die Oberfläche des Huskys. Nach dem Ausrichten kann die Referenzebene „eingelernt“ werden. Falls die Oberfläche uneben ist (Bauteile auf dem Husky), kommt beim Versuch des Einlernens eine Fehlermeldung. Diese sollte beim Einlernen also möglichst eben sein.

Verweis Abbildung 36

Wird die Referenzebene auf einer ebenen Oberfläche eingelernt, wird der Kamerawinkel zur Referenzebene bestimmt. Ein empfohlener Winkel beträgt kleiner als 5 Grad. Da ein kleinerer Winkel aufgrund der für uns vorgesehenen Gewindestange nicht einstellbar war, wurde die Parametrierung mit dem Winkel von 25 Grad fortgesetzt.

Internal

5. Definition Arbeitsbereich

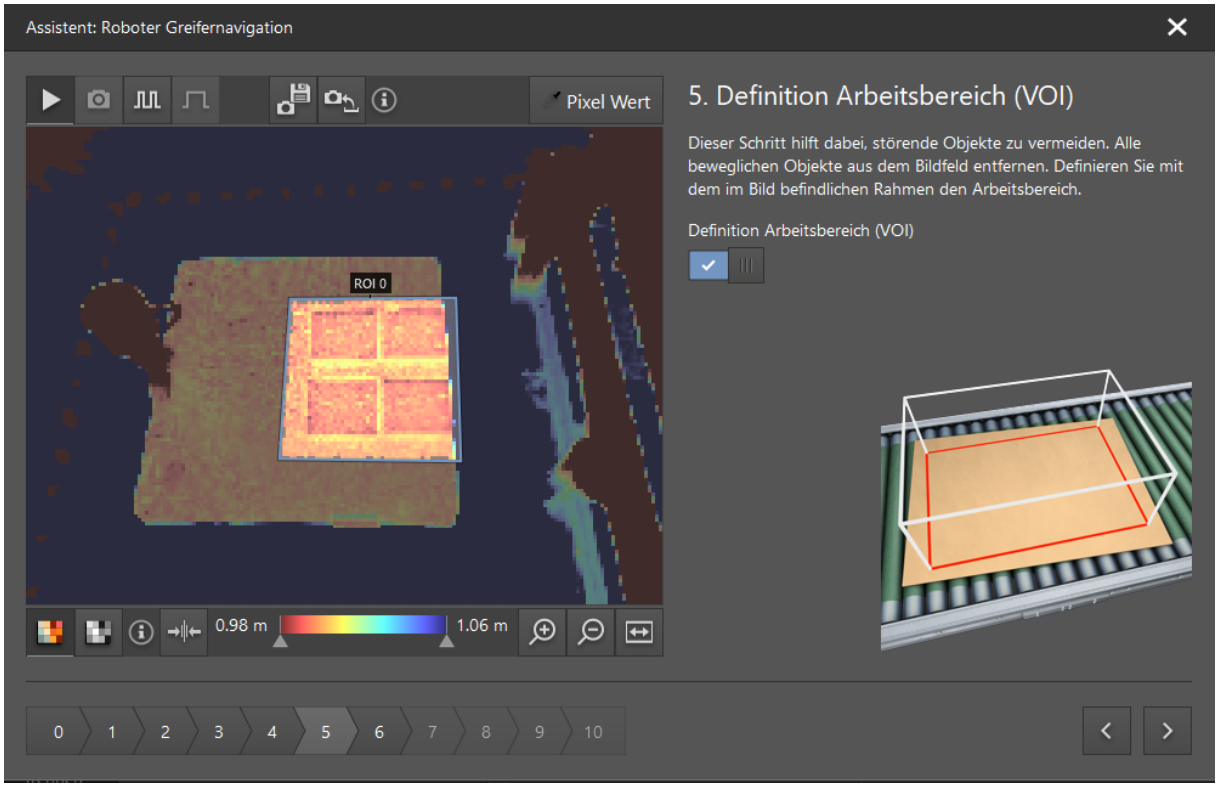


Abbildung 37 Vision Assistant, Definition Arbeitsbereich

In diesem Schritt wird der Arbeitsbereich definiert. Dieser wird eingestellt, um störende Objekte auf der Oberfläche des Arbeitsbereichs zu meiden und auszugrenzen. Selbstverständlich sollte der Arbeitsbereich nahezu innerhalb der eingestellten Referenzebene bleiben. Füllwörter meiden!

Somit wird, ähnlich wie bei der Referenzebene, eine Fläche über den Husky gezogen, in der die Bauteile erkannt werden sollen. Der Arbeitsbereich wird mit etwas Spielraum größer als die Ablagefläche der Bauteile des Huskys definiert. Satzbau

Bauteile, die außerhalb des definierten Bereichs liegen, werden nicht mehr erkannt.

Internal

6. Koordinaten-Transformation

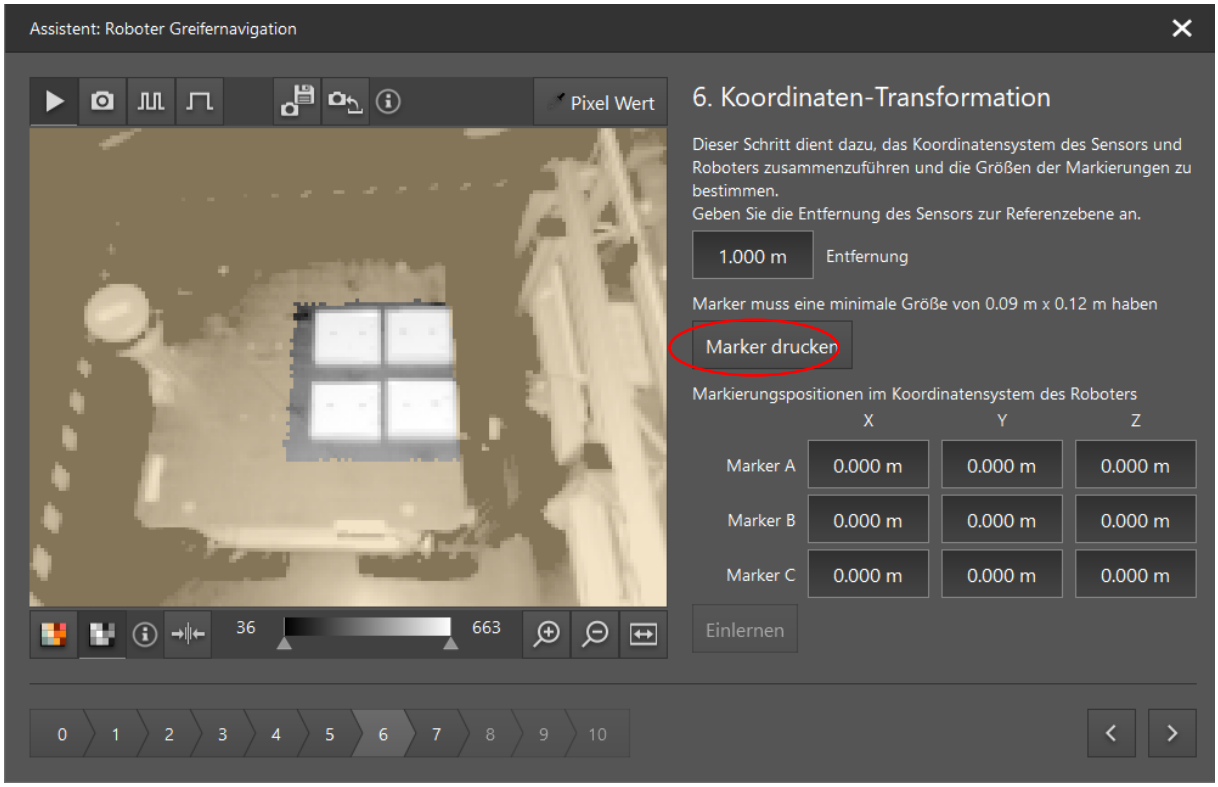


Abbildung 38 Vision Assistant, Koordinaten-Transformation

Sehr schwammige Aussage

Dieser Schritt kann von entscheidender Bedeutung für die zukünftige Parametrierung werden, da sich dieser auf die Umrechnung von Bildkoordinaten in reale Weltkoordinaten oder umgekehrt bezieht. Eine präzise Interaktion und Integration zwischen Bildverarbeitung der Robotersteuerung sorgt für ein korrektes Greifen des erkannten Objekts.

eingestellt

Die Einstellung der Entfernung zur Referenzebene wurde auf einen Meter gestellt. Für das Einbinden des Roboter-Greifarms kann dieser Schritt eine wichtige Rolle spielen. Zu dem Zeitpunkt des Parametrierens wurde auf diese Einstellung noch keine Rücksicht genommen, da in erster Linie die allgemeine Funktionalität des Sensors und das Einbinden in die SPS von Bedeutung war.

Internal

7. Ausgabekonfiguration

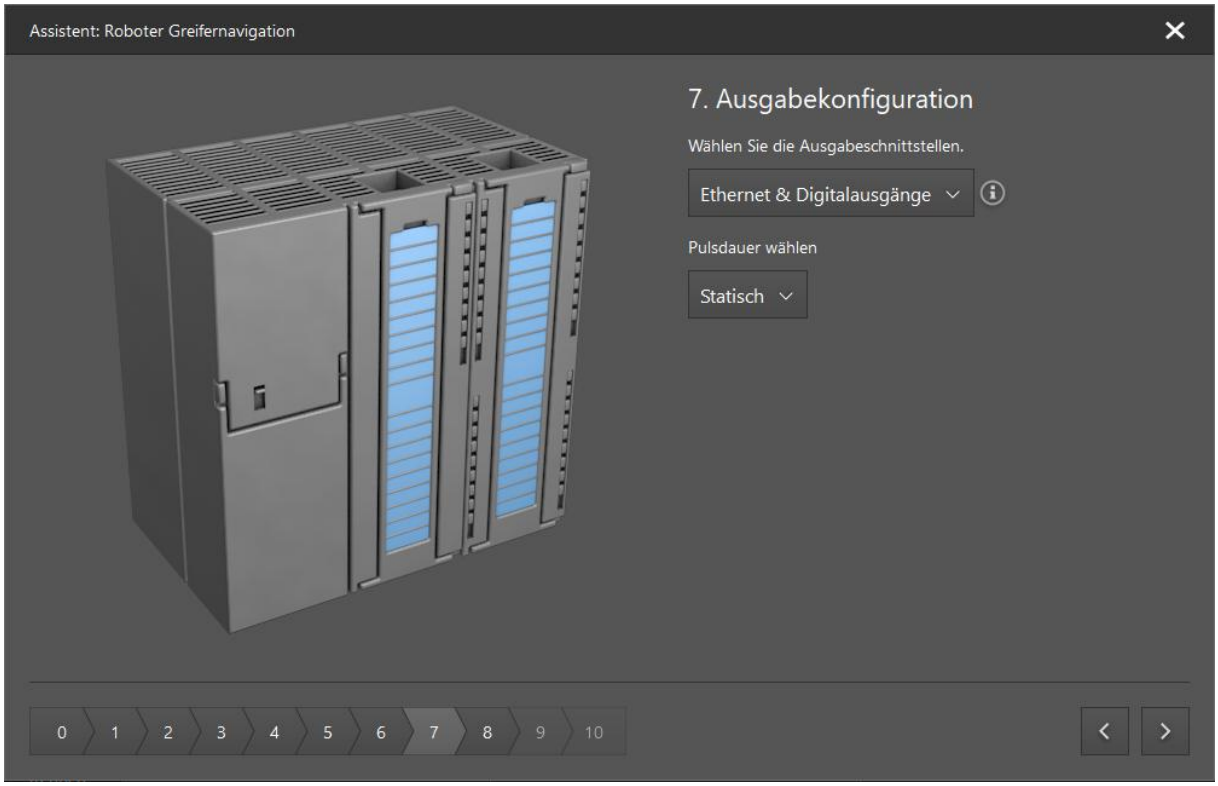


Abbildung 39 Vision Assistant, Ausgabekonfiguration

Die Überlegung war, ob überhaupt digitale Ausgänge benötigt werden. Es gibt zwei digitale Ausgänge, welche geschaltet werden können. Diese sind vergeben auf den gelben und auf den pinken Draht (Abbildung 16). Über die Ethernet Schnittstelle kann die SPS mit dem Sensor kommunizieren. Mögliche Einstellparameter der Ausgabeschnittstellen sind Ethernet, Ethernet & Digitalausgänge, oder nur Digitalausgänge. Für den Zweck, dass die Veränderung des Ausgangssignal sichtbar im Vision Assistant vorliegt, verwendeten wir die Ethernet Schnittstelle und die digitalen Ausgänge.

Internal

8. Prozess-Schnittstelle

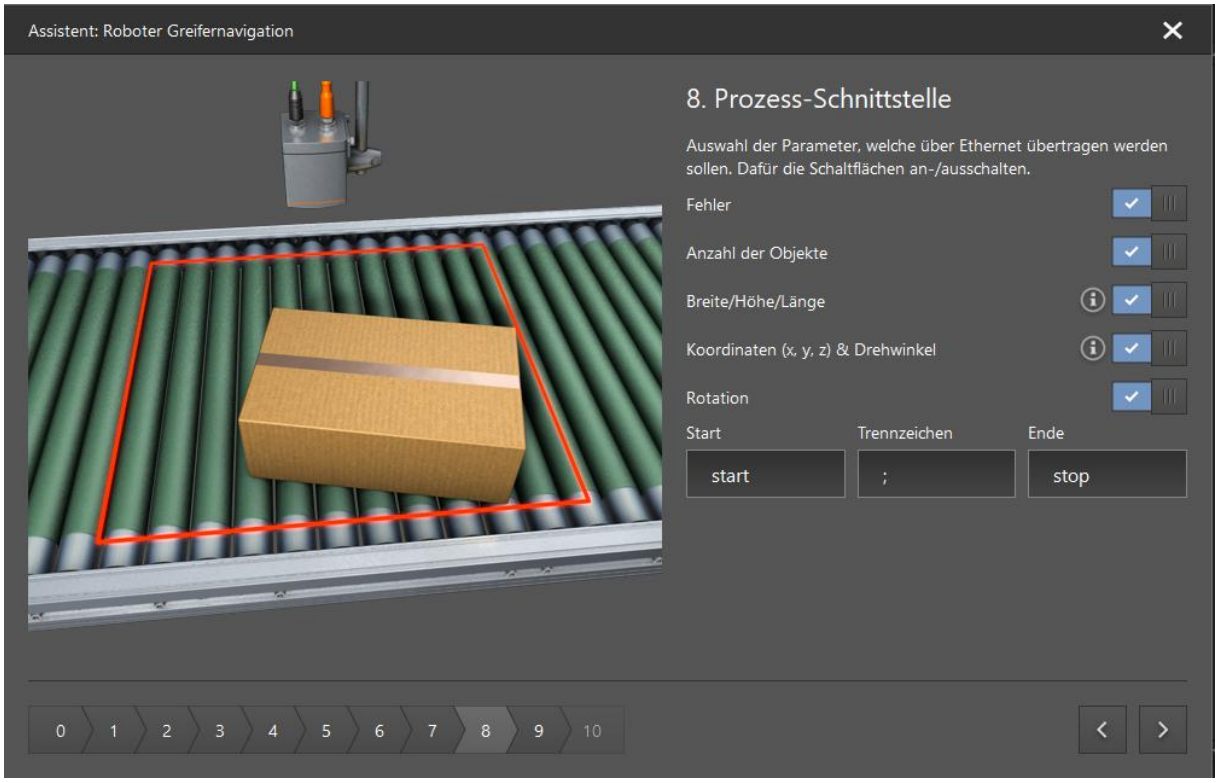


Abbildung 40 Vision Assistant, Prozess-Schnittstelle

Für die Parameter, die per Ethernet übertragen werden sollen, können die obigen Schaltflächen an und ausgeschalten werden. Alle Parameter blieben eingeschaltet, somit bleibt eine umfangreiche Datenerfassung über die Ethernet Schnittstelle vorhanden. Theoretisch wäre eine spätere Ausschaltung einiger Parameter möglich, falls diese nicht weiter benötigt werden.

Internal

9. Ausgangskonfiguration

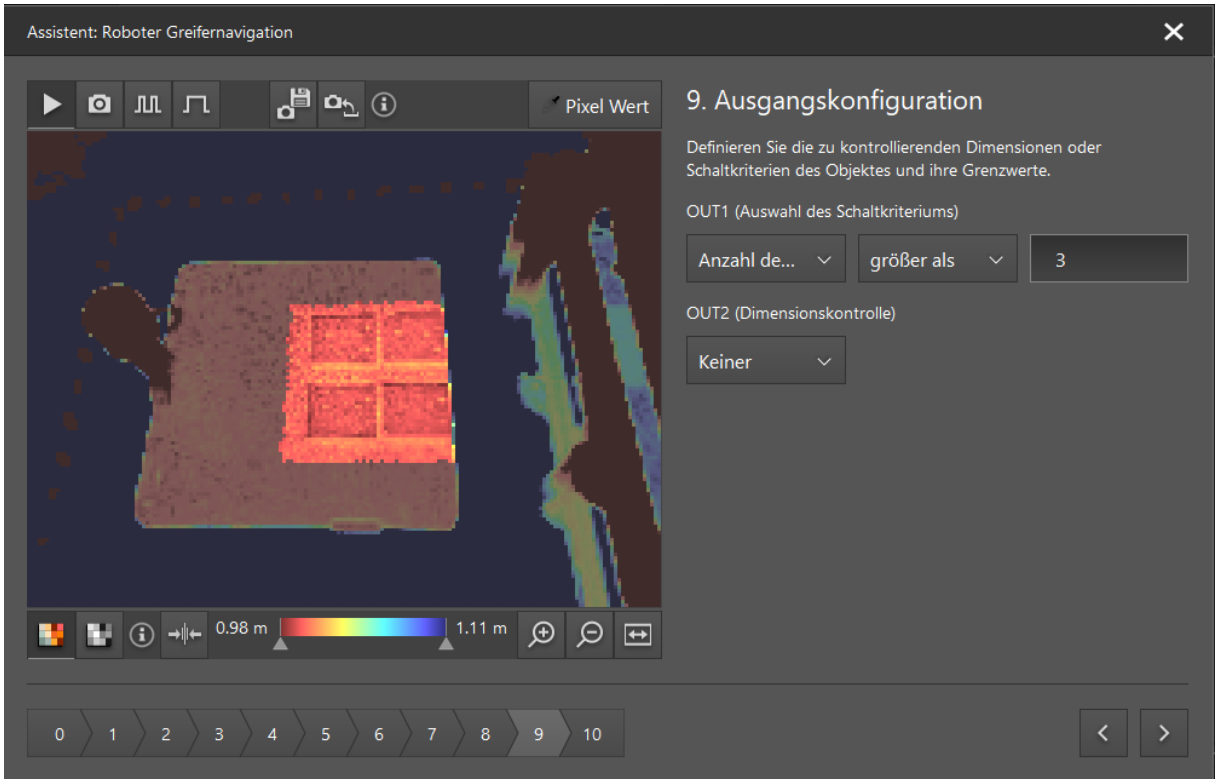


Abbildung 41 Vision Assistant, Ausgangskonfiguration

Im neunten Schritt handelt es sich um die Ausgangskonfiguration. Diese Einstellmöglichkeit erscheint nur, falls im 7. Schritt (Ausgabekonfiguration) Digitalausgänge mit als Schnittstelle eingestellt wurden. Hier werden die Ausgänge OUT1 und OUT2 parametrisiert.

Für den ersten Ausgang wurde die Parametrierung des Schaltkriteriums „größer als 3“ gewählt. Sobald also vier Bauteile auf dem Husky liegen, soll das Ausgangssignal einen „TRUE“ Wert übermitteln, mit dem der Greifarm keine weiteren Bauteile auf den Husky legen kann.

Mit dieser Überlegung war die Parametrisierung soweit erledigt. Der zweite Ausgang wurde vorerst nicht parametriert.

Internal

10. Gesamttest

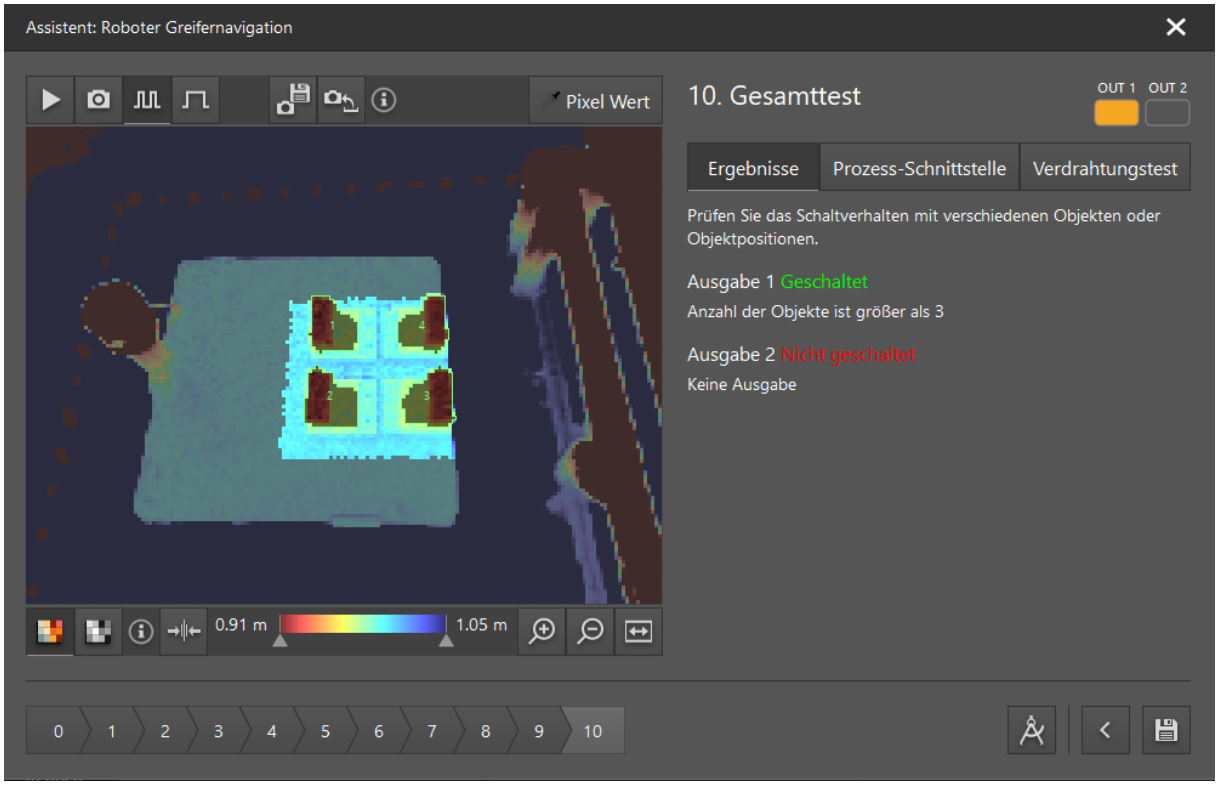


Abbildung 42 Vision Assistant, Gesamttest, Ergebnisse

Im Gesamttest, dem letzten Schritt, lässt sich das parametrierte Gesamtbild betrachten. Mit dem Sensor werden gerade 4 Bauteile in der Referenzebene erkannt. Damit wird der Ausgang 1 (größer als 3) auf TRUE gesetzt. Die Ausgabe 2 ist bis zu dem Zeitpunkt nicht parametriert. Wird ein Bauteil aus der Referenzebene entfernt, schaltet die Ausgabe auf FALSE. Im Verdrahtungstest lässt sich wieder die korrekte Farbcodierung und Verdrahtung betrachten. Bei der Prozessschnittstelle können weitere Ereignisse angezeigt werden, welche im späteren Verlauf über die Ethernet Schnittstelle übertragen werden, z. Bsp. die Anzahl der Objekte und Fehler.

Füllwörter meiden

Internal

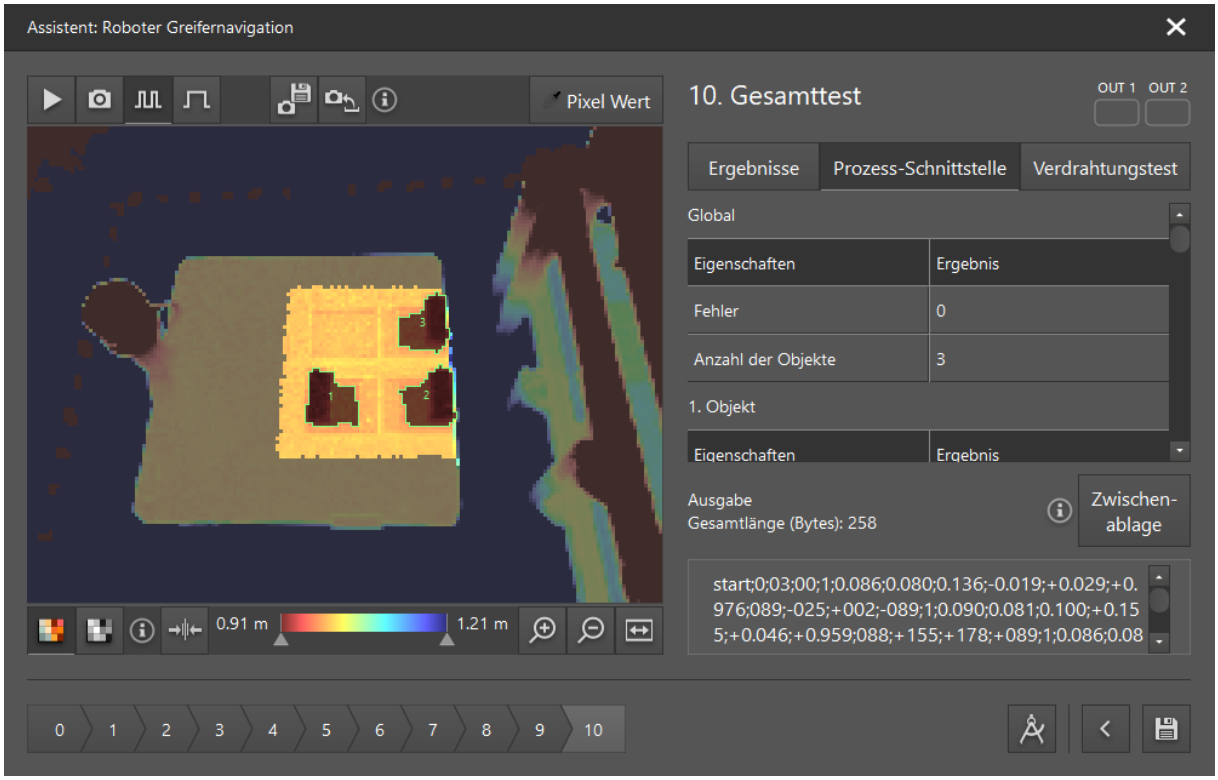


Abbildung 43 Vision Assistant, Gesamttest, Prozess-Schnittstelle

Füllwörter meiden!

Nach der ersten Parametrierung, wurde die Sensor/Kamera-Perspektive ein wenig angepasst. Wie bereits beschrieben musste der Sensor für einen niedrigeren Winkel weiter an das Ende der Gewindestange gehängt werden, damit kein zu großer Winkel entsteht.



Diese Maßnahme wurde ergriffen, da der Ausgang willkürlich von TRUE auf FALSE umgeschaltet hat. Grund dafür waren die erkannten Bauteile, die sich aufgrund des eingestellten Winkels miteinander verschmolzen und somit keine 4 Bauteile, sondern zum Beispiel nur noch 3 Bauteile erkannt wurden.

Abbildung 44 Fehlerhafter Winkel

Internal

SPS Anbindung

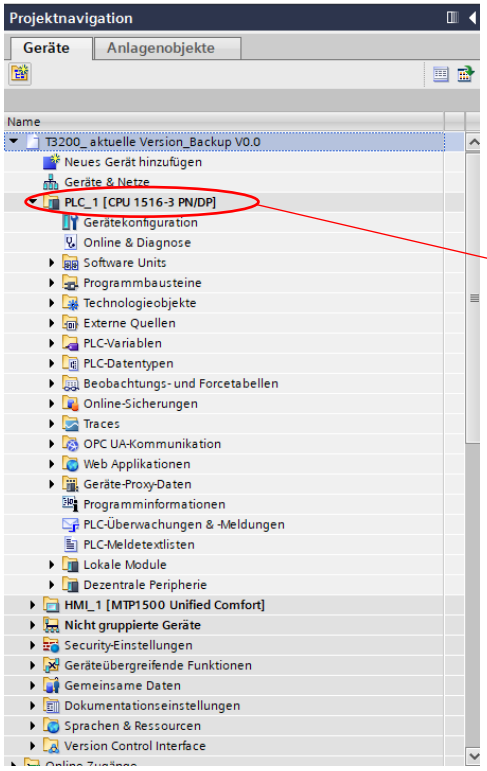


Abbildung 46 SPS PLC_1

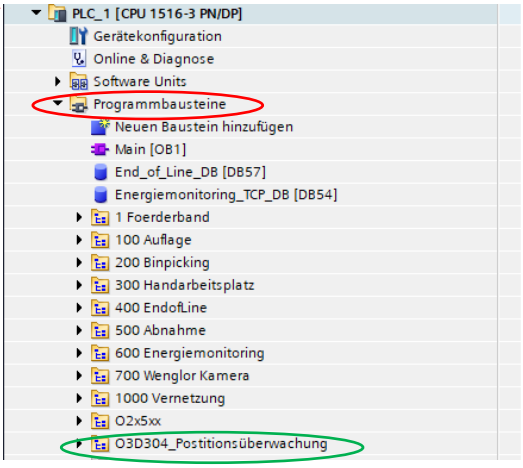


Abbildung 45 SPS PLC_1

Für die Anbindung an die SPS waren weitere Programmbausteine notwendig. Wird der Reiter PLC_1 und im Anschluss Programmbausteine geöffnet, werden alle bisherigen Bausteine in Unterkategorien aufgelistet, von dem Förderband bis hin zur Abnahme. Die Kategorie „O3D304_Positionsüberwachung“ wurde neu angelegt. Die darin enthaltenden Bausteine wurden aus einer mitgeführten Bibliothek von ifm eingefügt und erzeugt.

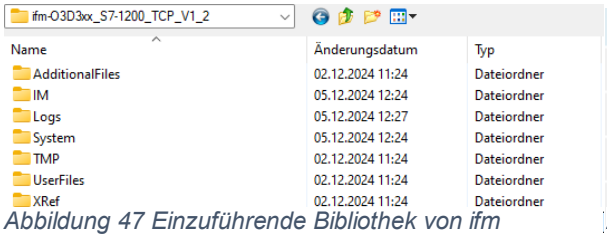


Abbildung 47 Einzuführende Bibliothek von ifm

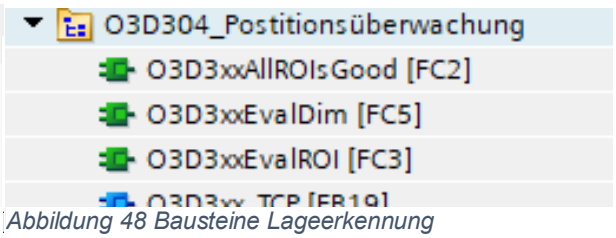


Abbildung 48 Bausteine Lageerkennung

Internal

O3D3xx_TCP_DB

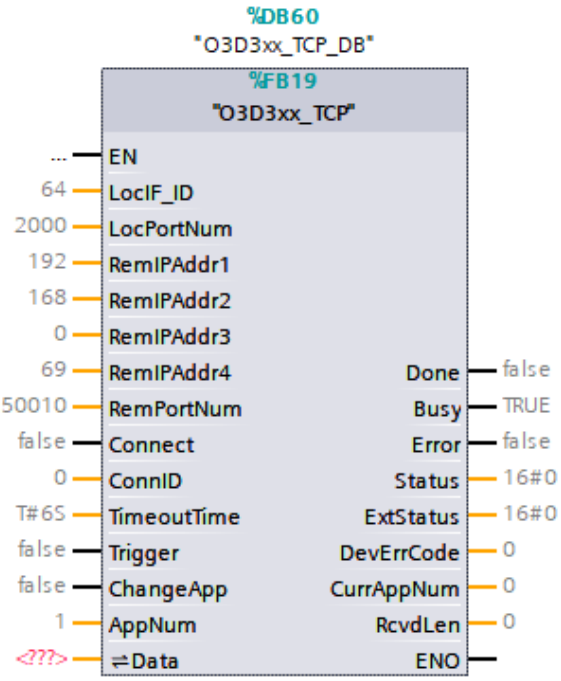


Abbildung 49 O3D3xx_TCP_DB

Dieser Funktionsbaustein ist für den Datenaustausch zwischen dem Anwenderprogramm und den Sensoren der O3D3xx-Reihe zuständig. Er ist der zentrale Baustein der Bibliothek. Für die speziellen Ein- und Ausgangsbeschreibungen wurde im Quellenverzeichnis das Datenblatt der ifm Bibliothek hinterlegt. Folgende Funktionen beinhaltet der Baustein:

- TCP Verbindungsaufbau zum Sensor
- Anwendungsumschaltung im Sensor
- Die aktive Anwendungsnummer im Sensor wird ausgelesen
- Über die Prozessschnittstelle Triggern des Sensors
- Trigger-Antwort wird in einem definierbaren Empfangsbereich bereitgestellt

O3D3xxEvalDim

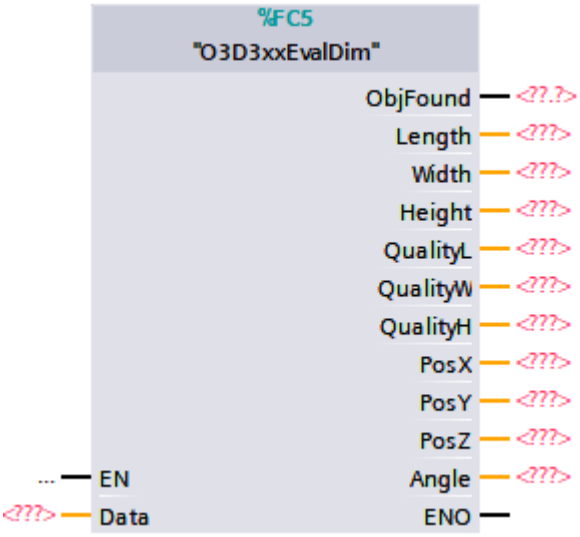


Abbildung 50 O3D3xxEvalDim

Diese Funktion dient der Objektvermessung eines Sensors der O3D3xx-Reihe und gibt die einzelnen Werte aus.
Für eine korrekte Funktionalität wird vorausgesetzt, dass im Schritt 8, Prozess-Schnittstelle, alle Ausgabeparameter aktiviert sind.

O3D3xxAllROIsGood

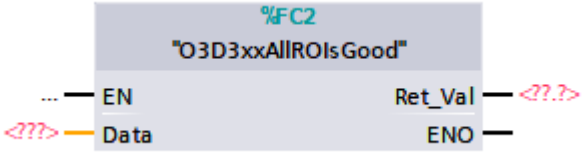


Abbildung 51 O3D3xxAllROIsGood

Diese Funktion sorgt für das Evaluieren des Gesamtergebnisses aller ROIs einer Anwendung vom Typ Vollständigkeitsüberwachung aller Sensoren der O3D3xx-Reihe.

Internal

O3D3xxEvalROI

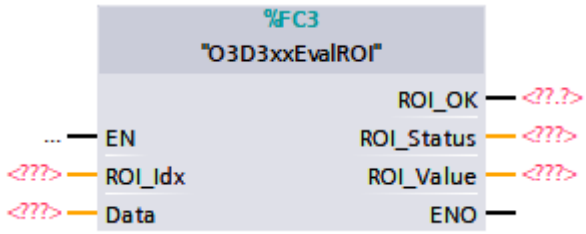


Abbildung 52 O3D3xxEvalROI

Diese Funktion ist ebenfalls für eine Anwendung vom Typ Vollständigkeitsüberwachung und extrahiert die Dateien einer einzelnen Suchzone bei Sensoren der O3D3xx-Reihe.

Die vier genannten Bausteine, die in der Positionsüberwachung angelegt wurden, waren alle samt in der Bibliothek von ifm vorhanden. Darum wurden sie in die SPS integriert. Ob diese in Zukunft eine Verwendung haben oder nicht, hängt von dem gewünschten Umfang der Funktionalität zusammen. Welche Bausteine sehr wahrscheinlich relevant werden, sind der Funktionsbaustein O3D3xx_TCP_DB, da dieser für den Verbindungsaufbau zum Sensor relevant ist, sowie die Funktion O3D3xxEvalDim, welche für die Objektvermessung zuständig ist.
Jegliche Parametrierung innerhalb des Vision Assistant und das Verwenden von verschiedenen Bausteinen in der SPS hängt einzig und allein davon ab, welche Funktion gewünscht wird und wie umfangreich sie sein soll. Alle eingestellten Parameter müssen zwar aufeinander abgestimmt sein, sind aber jederzeit modifizierbar.

Internal

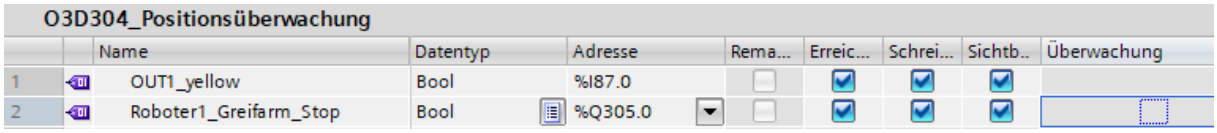
Eigenes Netzwerk

Für die Überlegung, dass ein einzelner digitaler Ausgang ausreichend sei, um die Beladung des Huskys und die Position des Huskys zu überwachen, wurde nun eine PLC Variablentabelle erstellt.



Hier benannt mit:
O3D304_Positionsüberwachung

Abbildung 53 PLC-Variablentabelle, Positionsüberwachung


O3D304_Positionsüberwachung

	Name	Datentyp	Adresse	Rema...	Erreic...	Schrei...	Sichtb..	Überwachung
1	OUT1_yellow	Bool	%I87.0	☐	☑	☑	☑	
2	Roboter1_Greifarm_Stop	Bool	%Q305.0	☐	☑	☑	☑	

Abbildung 55 PLC-Variablen, Positionsüberwachung

Es wurden zwei PLC Variablen erstellt. „OUT1_yellow“ beschreibt das parametrierte Ausgangssignal, welches bei mehr als 3 erkannten Objekten ein TRUE Signal liefert. Die Variable „Roboter1_Greifarm_Stop“ beschreibt das Signal, welches dem Greifarm signalisiert, dass die maximale Anzahl an Bauteilen auf dem Husky erreicht sind, oder dass weitere Bauteile aufgelegt werden können.

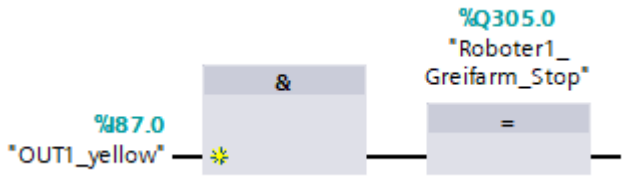


Abbildung 54 Netzwerk für Greifarm_Stop

Internal

Fazit

Die Inbetriebnahme des O3D304 3D-Sensors von ifm war erfolgreich und die Parametrierung des Sensors mit Hilfe des ifm Vision Assistant ermöglicht eine präzise und effiziente Nutzung für vielfältige Anwendungen in der Bildverarbeitung. Erste Echtzeitbearbeitungen wurden mit dem Entfernen und Anbringen von Bauteilen auf dem Husky simuliert. Der Sensor reagierte auf die vorhandenen Bauteile und schaltete dementsprechend die digitalen Ausgänge. In dem Bereich Monitoring von der ifm Vision Assistant Software konnten erste Beobachtungen über Statusmeldungen, Fehleranzeigen und der Echtzeitbildübertragung gemacht werden. Für die Anbindung an die SPS wurden bereits verschiedene Möglichkeiten in Betracht gezogen und Netzwerke wurden vorbereitet. Leider war keine endgültige Anbindung an der SPS und keine Testsimulation des Greifarms möglich, da für die Programmierung des Greifarms niemand zuständig war.
Für den Verlauf der nächsten Studienarbeit werden Ziele anvisiert, welche bis zu diesem Zeitpunkt nicht umgesetzt werden konnten. Diese Zukunftspläne beinhalten die komplette Anbindung an die SPS, wobei letztendlich mit Hilfe des Greifarms und dem Vision Assistant eine vollständige Funktionalität des Zusammenarbeitens des Greifarms und des Sensors gewährleistet werden kann.soll

Internal

Quellenverzeichnis

Ifm Vision Assistant: Vision Assistant hilft bei der Inbetriebnahme von Sensoren - ifm

O3D304 3D-Sensor: O3D304 - 3D-Sensor - ifm

Softwarehandbuch – Deutsch ifm Vision Assistant 1.8: 7391232_DE.pdf

Betriebsanleitung O3D304 3D-Sensor: 11533585_DE.pdf

Kurzanleitung O3D304 3D-Sensor: 11533583_DE.pdf

CNC Maschine: CNC Maschine - Suchen

KUKA Roboterarm: roboterarme für die industrieKUKA - Suchen Bilder

Siemens SPS: Siemens S71500 - Suchen Bilder

Tesla: Tesla - Suchen Bilder

Automatisierung: Automatisierung – Wikipedia

Automatisierung: Automatisierung erklärt - Definition, Beispiele und Vorteile

Automatisierung: Automatisierung in der Industrie: Welche Vor- und Nachteile – welche Potenziale?

CNC Maschinen: CNC-Maschine – Wikipedia

CNC Maschinen: CNC Technik – Was ist CNC und was sind die Vorteile 2024 • Kolb CNC

Roboter Greifarm: Robotergreifer: Grundlagen, Funktion und Hersteller

SPS: Was ist eine SPS? Definition, Grundlagen und Funktion

KI: Künstliche Intelligenz – Wikipedia

Ifm: Über uns - ifm-Unternehmensgruppe

Ifm: Sensorik, Kommunikations- und Steuerungssysteme - ifm

Ifm: ifm-Unternehmensgruppe – Wikipedia