

LHRobotics.Vision Quick Start Guide

Version

Versionsnr.	Änderungen	Datum
1.0	Erste Version des Quick Start Guides	30.08.2022
1.1	Version 3.4 KI-Feature hinzu (Kapitel 6.2.2) Ausführlicher beschrieben: Hand-Auge-Kalibrierung, Simulation, Troubleshooting	03.02.2023
1.2	Version 3.5 Simulationskamera änderbar	23.05.2023

Inhalt

1.	Installation LHRobotics.Vision	4
	Systemvoraussetzungen	4
	Voraussetzungen auf Roboterseite	4
	Installation der Abhängigkeiten	4
	Installation der Software	5
	Installation der Simulationsumgebung (Optional)	6
1.1	Ersteinrichtung	7
1.2	Mögliche Probleme	8
1.3		
1.4	2. Installation des Sensors	9
1.5		
1.6	3. Anlegen des Sensors in der Software	10
1.7		
	Hinzufügen eines Sensors	10
	Parametrieren des Sensors	10
3.1	Übernehmen der eingestellten Parameter (Sensor SDK → LHRobotics.Vision)	11
3.2	4. Kommunikation mit dem Roboter	12
3.3		
	Schnittstelle	12
4.1	Roboterprogramm	14
4.2		
5.	Hand-Auge-Kalibrierung	15
5.1	Vorbereitung	15
5.2	Starten der Kalibrierung in der Software	16
5.3	Durchführung der Kalibrierung	17
6.1	6. Erste Schritte in LHRobotics.Vision	19
6.2		
6.3	Allgemeine Funktionen	19
6.4	Anlegen eines Werkstücks	22
6.5	Anlegen eines Werkstückbehälters	26
6.6	Anlegen eines Greifers	27
6.7	Anlegen von Greifpunkten	28
6.8	Anlegen von IDs für Werkstücke und Behälter	31
6.9		
6.10	Anlegen eines Bereitstellungsplatzes	32
6.11	Anlegen der Zenumgebung (Optional bei Pro-Version)	34
7.1	Auswählen des Roboters (Optional bei Pro-Version)	35
7.2	Auswählen des Ablageplatzes (Optional bei Pro-Version)	36
8.1	Simulation des Scanvorgangs	37
7.	Simulation (Option "Sim-Plugin")	39
	Simulationsprojekt einrichten	39
	Simulation durchführen und auswerten	41
8.	Troubleshooting: Werkstückerkennung	43
	Es wurden keine Werkstücke gefunden –Punktewolke prüfen	43

	Es wurden keine Werkstücke gefunden	44
	Es werden falsche Werkstücke gefunden	49
	Es wurde kein Greifpunkt gefunden	52
9.	Troubleshooting: Genauigkeit	54
	Genauigkeit des Sensors	54
8.2	Erkennungsgenauigkeit	57
8.3	Hand-Auge-Kalibrierung oder TCP	57
8.4	Genauigkeit des Roboters / Kinematik	58
9.1		
9.2		
9.3		
9.4		

1. Installation LHRobotics.Vision

1.1 Systemvoraussetzungen

Um die Software LHRobotics.Vision ausführen zu können, wird ein Windows 10 oder Windows 11 Rechner mit folgender Konfiguration benötigt:

Minimum

OS:	Windows 10/11 64 Bit
Prozessor:	Mindestens 4 Cores (z.B. Intel Core i5)
Speicher:	32 GB RAM
Grafikkarte:	Intern
Speicher:	500 GB

Empfohlen

OS:	Windows 10/11 64 Bit
Prozessor:	Mindestens 8 Cores (z.B. Intel Core i7 neueste Generation)
Speicher:	64 GB RAM
Grafikkarte:	z.B. GeForce GTX 1080
Speicher:	500 GB SSD

1.2 Voraussetzungen auf Roboterseite

Um die Funktionalität des Systems zu gewährleisten, muss der Roboter bestimmte Ausstattungsmerkmale aufweisen. Diese sind wie folgt:

Roboter	Option
KUKA	<ul style="list-style-type: none"> Absolutgenau vermessen Multi Submit zur Verwendung mehrerer submit-Programme KUKA Ethernet KRL für TCP/IP Datenkommunikation OrangeApps TrafoAdvanced (kann von Liebherr bezogen werden)
ABB	<ul style="list-style-type: none"> Absolute Genauigkeit, sodass TCP auf +/- 1mm genau ist PC-Interface zur Kommunikation zwischen Robotersteuerung und PC Multitasking – damit können andere Prozesse gleichzeitig mit der Roboterbewegung gesteuert werden
Fanuc	<ul style="list-style-type: none"> Ascii Program Loader Absolutgenaue Vermessung KAREL (in EU standardmäßig enthalten; muss in USA gesondert bestellt werden) User Socket Messaging für TCP/IP Datenkommunikation Singularity Avoidance, sodass Roboter ohne Fehlermeldung nahe einer Singularität verfahren kann

1.3 Installation der Abhängigkeiten

Entpacken Sie bitte zuallererst die beiliegende Zip-Datei. Dort sind alle benötigten Komponenten enthalten. Folgende Abhängigkeiten werden benötigt, damit die Software startet:

- **HASPUserSetup.exe**
Wird benötigt, damit der Lizenz Dongle erfolgreich erkannt wird (wird für interne Demo Systeme nicht benötigt)
- **vc_redistx64.exe**
Wird für das Ausführen der LHRobotics Vision Software benötigt
- **Sensor SDK z.B. ZividSetup_2.x.x+xxxxxxx-x.exe**
Wird für die Kommunikation und das Einrichten des Sensors benötigt

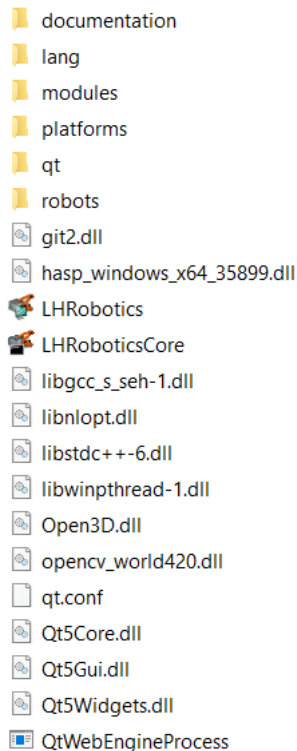
Diese Dateien liegen in dem Unterordner „**Dependencies**“.
Installieren Sie alle Abhängigkeiten nacheinander.

1.4 Installation der Software

Entpacken Sie die beiliegende Zip Datei (**Release64_x_x_x_x.zip**) an einen beliebigen Ort z.B. auf den Desktop.

- Dort liegt dann Ihre Software und sämtliche Projekte
- **Achtung:** Der Ort sollte im Nachhinein nicht mehr geändert werden!

Die Ordnerstruktur sollte jetzt wie folgt aussehen:



Beachten Sie, dass der „projects“-Ordner erst nach dem ersten Start der Software angelegt wird.

- Dort werden alle Ihre Projekte gespeichert.
- Dieser Ordner kann auch zur Datensicherung verwendet werden.

1.4.1 Update der Software

Sollten Sie schon einen Software Stand auf Ihrem Rechner haben und die Software aktualisieren wollen, haben Sie folgende beiden Möglichkeiten:

- Alle Dateien im schon vorhandenen Ordner, mit den neuen Dateien in der Zip Datei ersetzen
- Die Zip Datei in einen anderen Ordner entpacken (**Empfohlen**, da Sie die alte Version immer noch verwenden können)

	Release64_3_3_0_0	07.06.2023 11:34	Dateiordner
	Release64_3_4_0_2	12.06.2023 12:10	Dateiordner

Folgende Datei manuell vom alten Ordner in den neuen kopieren.

	LHRoboticsCore.ini	12.06.2023 12:12	INI-Datei	1 KB
--	--------------------	------------------	-----------	------

Wenn Sie diesen Schritt nicht durchführen, sehen Sie ihre Projekte in der neuen Version nicht!

1.5 Installation der Simulationsumgebung (Optional)

Folgende Abhängigkeiten werden benötigt, damit die Simulation durchgeführt werden kann:

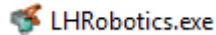
- **EnsensSDK-3.x.xxx.exe**
Wird benötigt, um eine realistische Punktwolke zu erzeugen.
- **CoppeliaSim_Player_V4_x_x_Setup.exe**
Dient als Simulationsumgebung mit integrierter Physik Engine zum chaotischen Anordnen der Teile.

Beide Dateien liegen in dem Unterordner „**Dependencies**“.
Bitte installieren Sie beide Abhängigkeiten nacheinander.

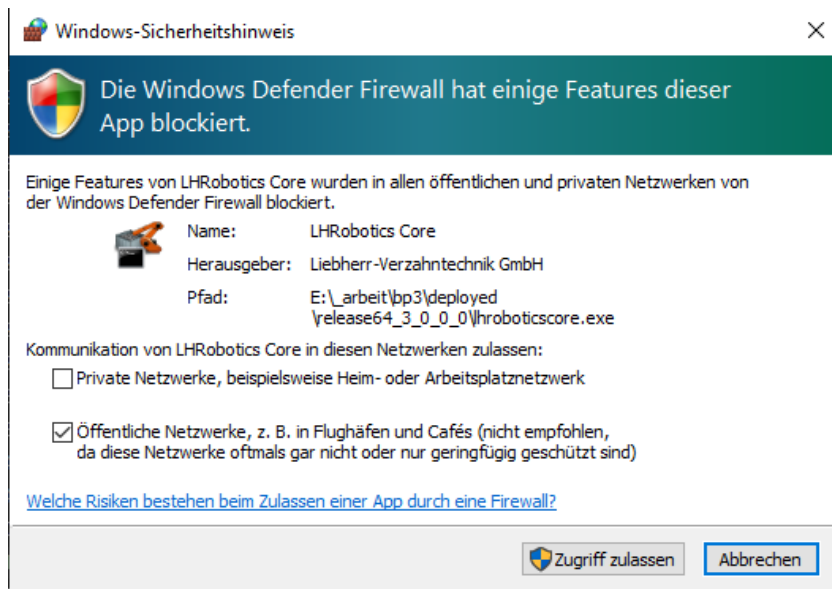
1.6 Ersteinrichtung

Stecken Sie den beiliegenden Hardware Dongle in einen freien USB-Port, ansonsten wird die Software nicht starten.

Gestartet wird die Software über folgende Datei in Ihrem Installationsordner:



Beim ersten Öffnen der Software sollte folgender Dialog geöffnet werden:



Wenn es sich um ein Produktivsystem handelt, muss der Zugriff erlaubt werden, ansonsten kann sich der Roboter später nicht mit der Software verbinden.

Es werden 2 separate Programme gestartet:

- **LHRobotics GUI:**
Dient zum Konfigurieren des Programms, Oberfläche zum Einrichten.
- **LHRobotics Core:**
Der Roboter kommuniziert hiermit, für die Produktion wird die GUI nicht zwingend benötigt

Hilfe aufrufen:

Auf jeder Seite befindet sich rechts oben ein Icon, um die Online-Hilfe aufzurufen:

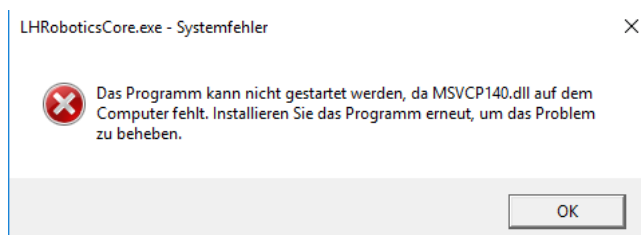
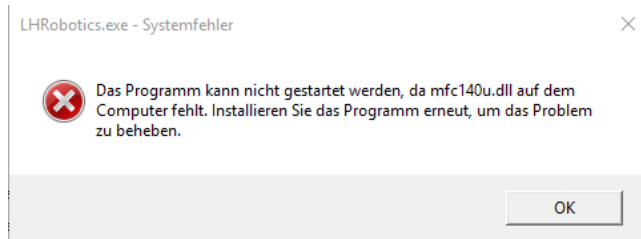


Beim ersten Start wird automatisch ein neues Projekt angelegt. Dieses wird im „projects“ Ordner gespeichert. Der Ordner kann an einer anderen Stelle gesichert werden. Dann muss der Speicherpfad „ProjectPath=...“ in der LHRoboticsCore.ini angepasst werden.

1.7 Mögliche Probleme

1.7.1 Probleme beim Starten der Software

Sollte eine der beiden folgenden Meldungen beim Starten der Software erscheinen, installieren sie bitte alle Abhängigkeiten (siehe 1.3).

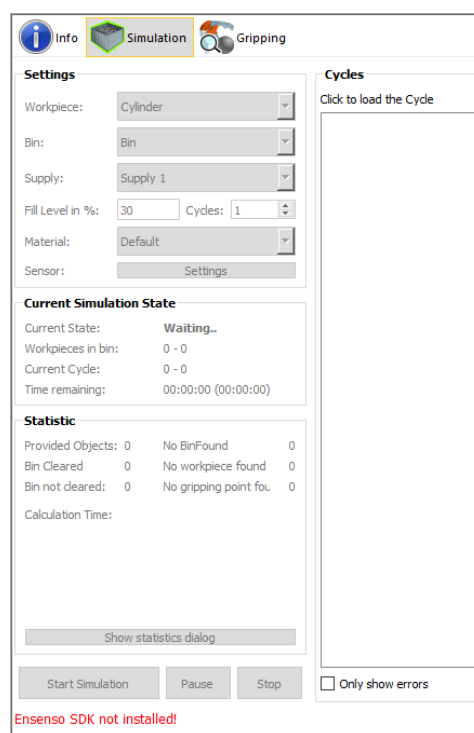
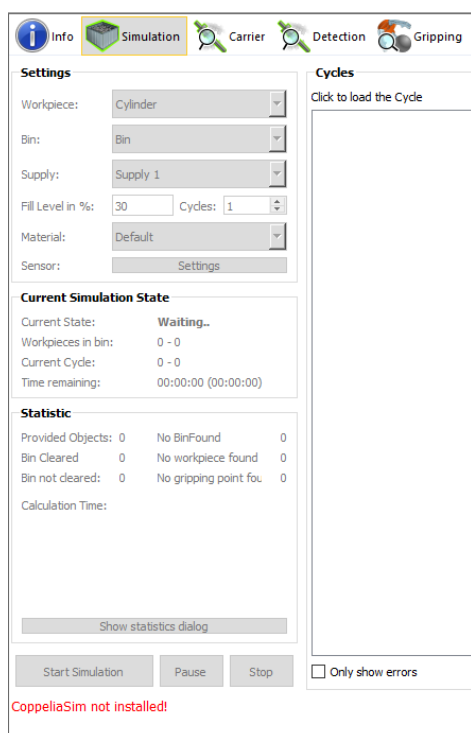


Sollte folgende Meldung erscheinen, installieren Sie bitte alle Abhängigkeiten (siehe 1.3) und stellen Sie sicher, dass der beiliegende Hardware Dongle an dem Rechner angeschlossen ist.

```
Licence error: USB Dongle missing
Dongle info: No dongle information available!
c2v file created. (C:\Users\LVT\Desktop\__Installation\Release64_3_0_1_0\Release64_3_0_1_0\bp3_dongle_info.c2v)
Drücken Sie eine beliebige Taste . . .
```

1.7.2 Probleme beim Starten der Offline-Simulation

Wenn eine der beiden folgende Meldung erscheint, installieren Sie bitte alle Abhängigkeiten (siehe 1.3) für die Offline-Simulation und starten Sie das Programm neu.



2. Installation des Sensors

Der Sensor muss gemäß Bedienungsanleitung des Kameralieferanten mechanisch und elektrisch installiert werden. Um den Sensor zu bedienen und um Einstellungen für Bildaufnahmen vorzunehmen, wird ein SDK (Software Development Kit) installiert.

Die Bedienungsanleitung für diese Schritte finden Sie in einem separaten Dokument. Wählen Sie die passende Anleitung für Ihre Kamera und dessen SDK aus.

Anmerkung zur Kalibrierung von Zivid-Kameras

Die Kalibrierung „Infield correction“ ist in der [Zivid Knowledge Base](#) beschrieben. Um die Korrektur zu starten, muss im Installationspfad des Zivid SDKs die Datei ZividExperimentalInfieldCorrection.exe über die Windows Konsole geöffnet werden.

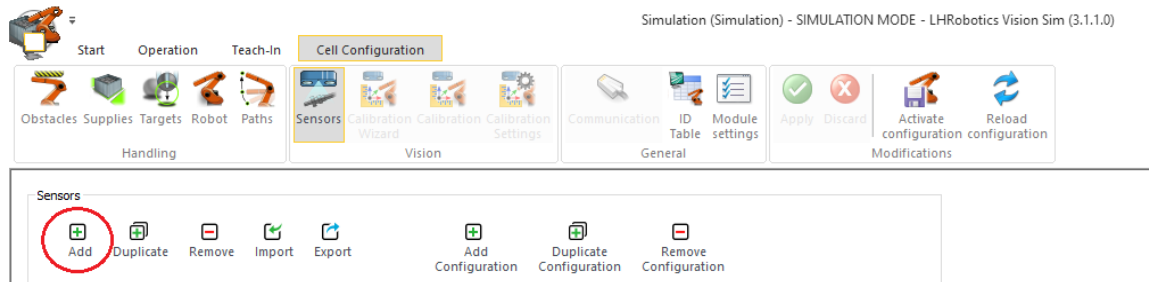
- Starten Sie die Windows Konsole
 - In der Programmsuche „CMD“ eingeben und cmd.exe starten
 - Oder: gleichzeitig Windows-Taste und „R“ drücken
- Navigieren Sie zum Zivid-Installationsverzeichnis durch Eingabe und Bestätigen mit Enter-Taste:
cd C:\Program Files\Zivid\bin\
- Starten Sie die Exe-Datei durch Eingabe von ... (bestätigen mit Enter-Taste)
ZividExperimentalInfieldCorrection.exe

3. Anlegen des Sensors in der Software

3.1 Hinzufügen eines Sensors

Wechseln Sie auf **Cell Configuration** > Sensors.

Sofern noch kein Sensor hinzugefügt wurde, klicken Sie nun auf den Button **Hinzufügen** und wählen Sie den entsprechenden Sensor aus.

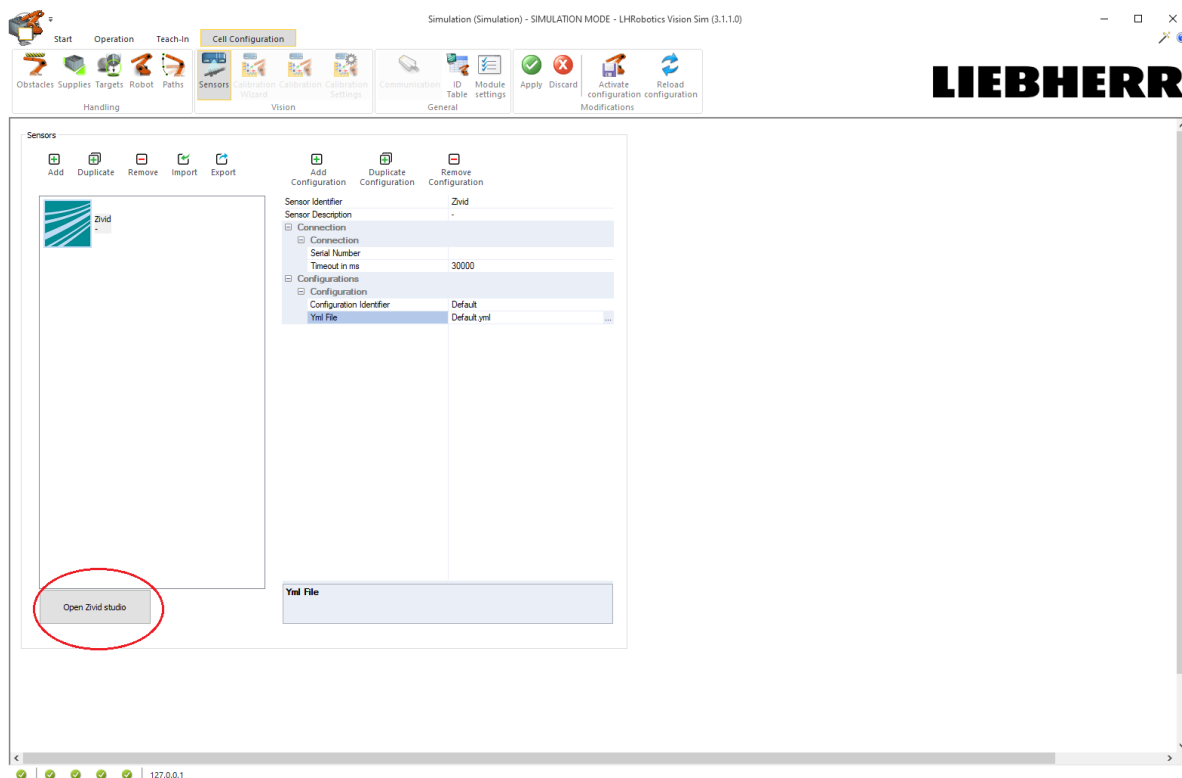


3.2 Parametrieren des Sensors

Um das gewählte SDK zu starten haben Sie zwei Möglichkeiten:

1. Über das Startmenü von Windows
2. Direkt über LHRobotics.Vision

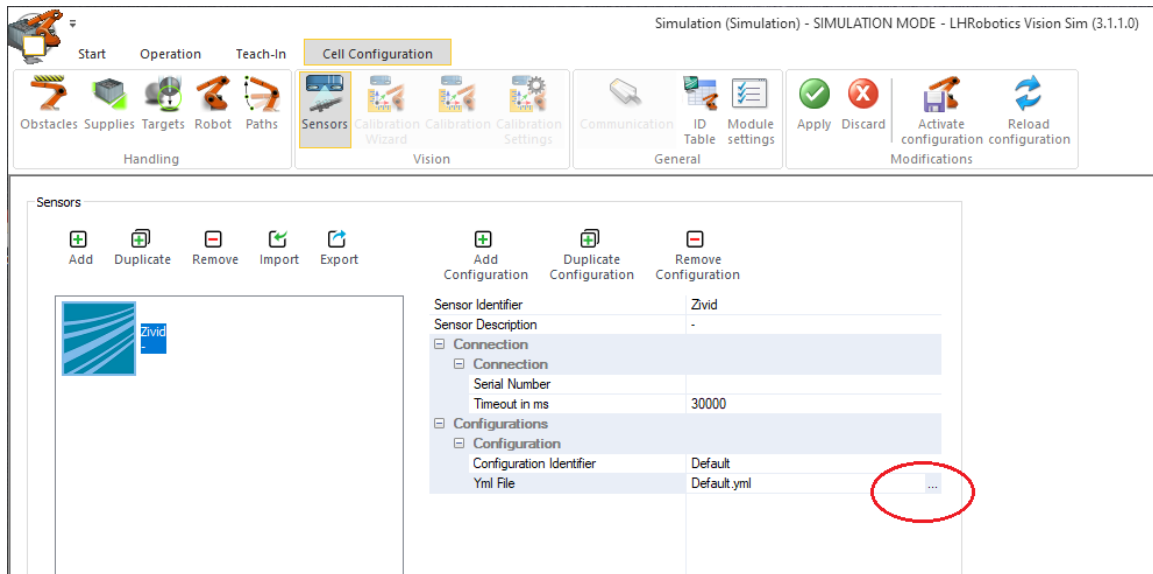
Dazu muss der entsprechende Sensor in der linken Liste angewählt werden



Für das Parametrisieren des Sensors verweisen wir auf das Benutzerhandbuch des Sensorherstellers siehe Kapitel 2.

3.3 Übernehmen der eingestellten Parameter (Sensor SDK → LHRobotics.Vision)

1. Sensor SDK
 - Exportieren der Parameter über den Menüpunkt **File / Export Capture Settings**
2. LHRobotics.Vision
 - Übernehmen der exportierten Parameter Datei (*.yaml)



4. Kommunikation mit dem Roboter

4.1 Schnittstelle

Die Kommunikation zwischen Roboter und LHRobotics.Vision findet im ASCII Format über die TCP/IP Schnittstelle statt.

Port: 1234
IP-Adresse: Die des Rechners

LHRobotics.Vision dient hier als Server und der Roboter als Client.

Sollte keine Verbindung zwischen LHRobotics.Vision und dem Roboter zustande kommen, überprüfen Sie bitte Ihre Firewall Einstellungen!

Wenn der Roboter vom Rechner nicht ansprechbar ist, versuchen Sie [folgende Einstellung](#) zu ändern.

1. Die Roboterschnittstelle ist wie folgt einzurichten:
 - Kommunikationsprotokoll zum Austausch von Befehlen / Informationen über TCP/IP
 - Liebherr stellt eine Schnittstellenbeschreibung zur Verfügung. In dieser werden die Nachrichten (ca. 20-25 Stück), die zwischen Roboter und Software ausgetauscht werden, wie in folgendem Beispiel beschrieben:

Messages to LHRobotics.Vision

Message 001 - Request Object

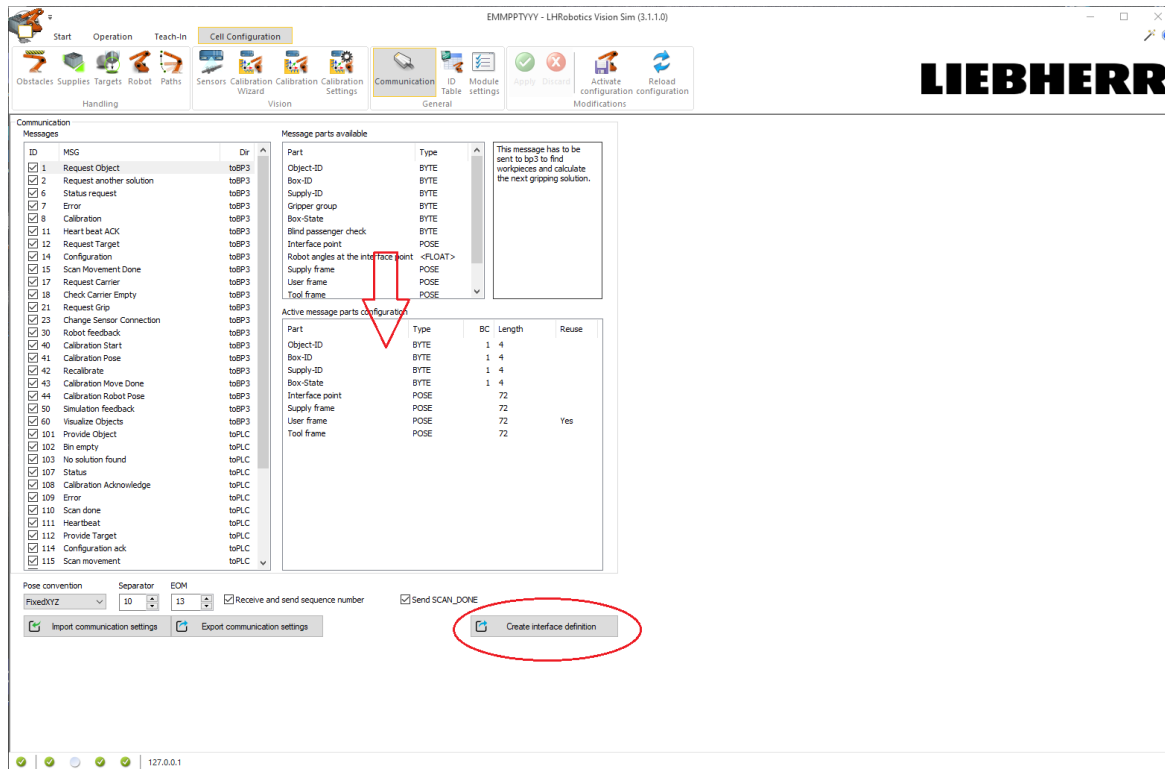
This message has to be sent to bp3 to find workpieces and calculate the next gripping solution.

	Name	Type	Length	Description / value
Header:	Message header	MSGSTR	4	msg
	Message identifier	BYTE	4	001
Body:	Object-ID	BYTE	4	The ID of the object to search for. (1='Planetary_carrier_8'; 2='Gear_wheel_8_Axis'; 3='Tracklink_8_Axis', 4='Gear_Ring_6_Axis', 5=3_Cylinder_Crankshaft_6_Axis', 6=4_Cylinder_Crankshaft_8_Axis', 7=3 Cylinder Crankshaft 8 Axis', 8='Gear Ring 8 Axis', 9='Trinkflasche')
	Box-ID	BYTE	4	The box type to pick from. (1='Bin')
	Supply-ID	BYTE	4	The current supply position.
	Box-State	BYTE	4	1 = no changes; 2 = box changed; 3 = door was opened.
	Interface point	POSE	72	Last pose defined by robot. This is where bp3 starts its path planing.
	Supply frame	POSE	72	Supply frame in world where the bin is searched
	Tool frame	POSE	72	The pose defines the tool frame with the respect to the robot's flange
Example:	msg □ 001 □ 002 □ 002 □ 002 □ 002 □ -1234.56789□-1234.56789□-1234.56789□-1234.56789□-1234.56789□-1234.56789□-1234.56789□-1234.56789□-1234.56789□-1234.56789□-1234.56789□-1234.56789□-1234.56789□-1234.56789□-1234.56789□-1234.56789□-1234.56789□ ■			

2. Der Inhalt dieser Nachrichten kann vom Nutzer angepasst werden.

Um die einzelnen Anfragen anzuschauen oder zu ändern, öffnen Sie den Dialog unter **Cell Configuration / Communication**.

Achtung: Hier sollte nur etwas geändert werden, wenn dies auch wirklich nötig ist. Bei Änderungen muss auch das Roboterprogramm angepasst werden.



Hier kann jede Anfrage individuell angepasst werden.

Die Teile der einzelnen Nachrichten können individuell per Drag & Drop zusammengestellt werden.

Es kann außerdem eine Interface Definition als HTML Seite exportiert werden, damit diese im Roboterprogramm einfach implementiert werden kann.

4.2 Roboterprogramm

LHRobotics.Vision arbeitet i.d.R. als Subsystem für einen Roboter. LHRobotics.Vision verarbeitet Anforderungsnachrichten des Roboters, führt Berechnungen durch und gibt eine Antwortnachricht zurück. Eine typische Abfolge verläuft folgendermaßen:

1. Roboter sendet REQUEST_OBJECT Nachricht, um einen Greifpfad für das nächste Werkstück zu erhalten. Die Nachricht beinhaltet die in LHRobotics.Vision eingestellten Parameter, darunter ...
 - den Bereitstellungsplatz / Supply, in dem nach Werkstücken gesucht wird
 - das Werkstück das gesucht werden soll
 - den Werkstückträger / Bin
 - ob eine neue Kiste eingestellt wurde (nur notwendig bei Mehrfachgriffen ohne neu scannen)

Robot Message	1 - Request object	▼
Supply	1 - Supply 1	▼
Workpiece	3 - Blank gear	▼
Bin	1 - Bin	▼
Box State	1 - no changes	▼

2. LHRobotics.Vision erfasst eine 3D-Punktwolke mithilfe des Sensors
3. LHRobotics.Vision lokalisiert den Behälter und einige Werkstücke
4. LHRobotics.Vision kalkuliert einen kollisionsfreien Entnahmepfad für ein erkanntes Werkstück
5. LHRobotics.Vision antwortet mit den Pfadpunkten des Entnahmepfads PROVIDE_OBJECT
6. Weitere Daten wie eine Objektseite, eine Greifpunktnummer oder den Füllstand der Kiste können übermittelt werden.
7. Der Zyklus (inkl. Nachrichten, Status und Punktwolke) wird protokolliert und kann später als *Offline-Zyklus* geladen und bei Bedarf editiert werden.

Pose Convention beachten:

Kuka: EulerZYX

ABB: EulerZYX

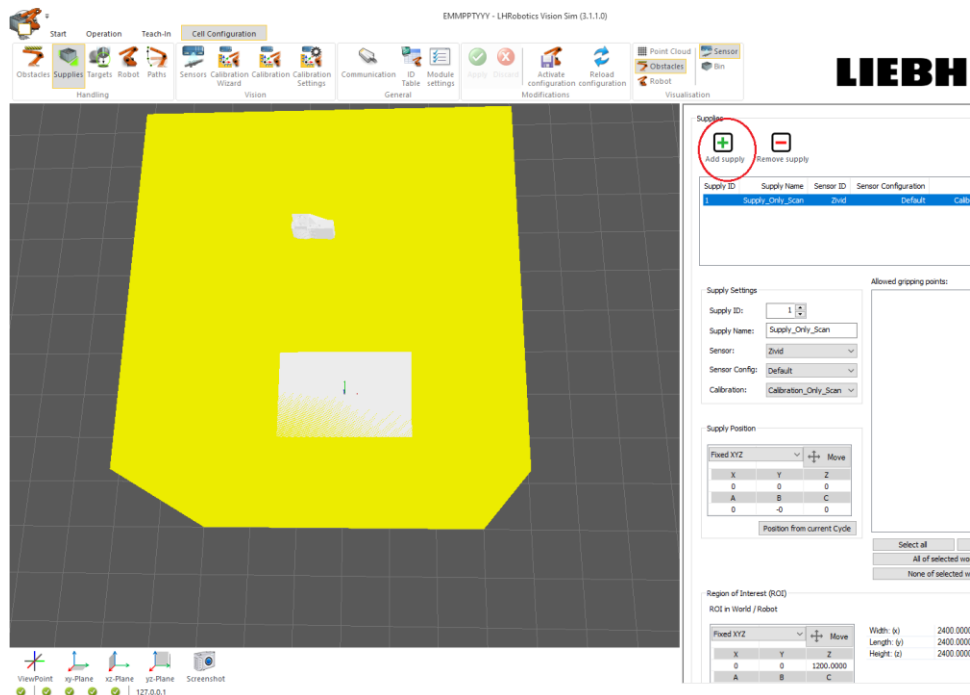
Fanuc: FixedXYZ

5. Hand-Auge-Kalibrierung

5.1 Vorbereitung

5.1.1 Software

Jede Kalibrierung wird zu einem Bereitstellungsplatz hinzugefügt, dieser muss vor der Kalibrierung unter **Supplies** angelegt werden. Wie Sie Supplies anlegen, entnehmen Sie Kapitel 6.7 Anlegen eines Bereitstellungsplatzes



5.1.2 Mechanik

[How-to Video im LHRobotics.Vision Downloadportal](#)

Bei feststehender Kamera

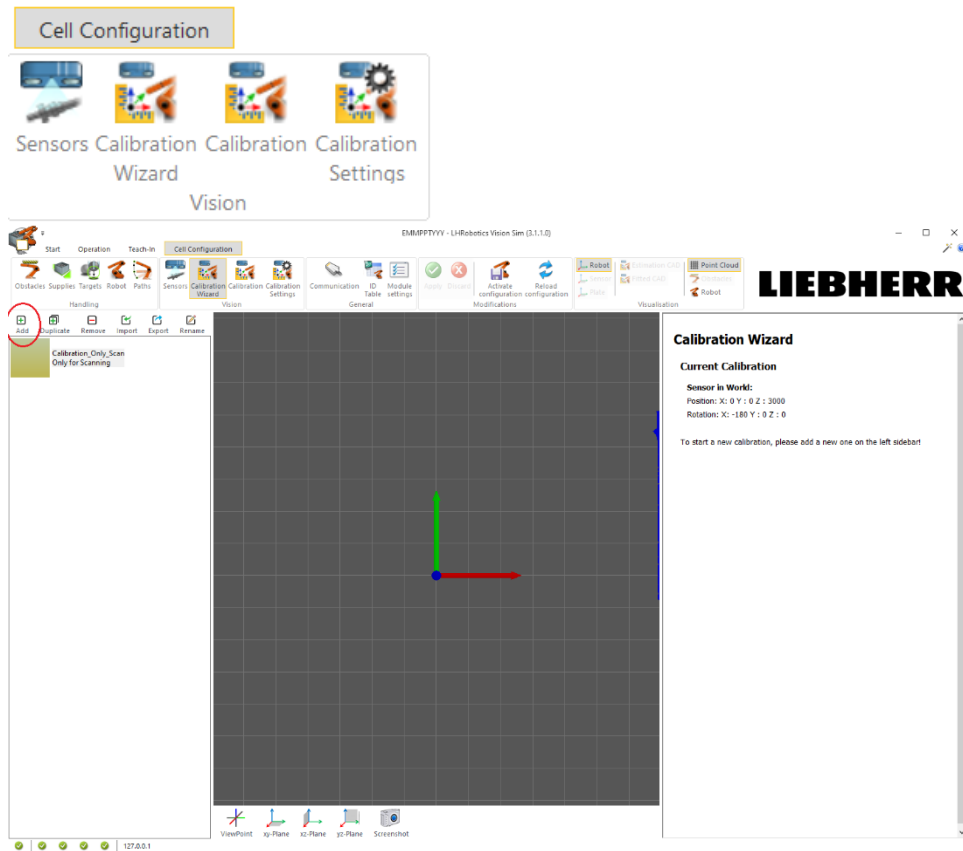
Montieren des Messstativs mit Liebherr-Kalibrierplatte am Robotergreifer. Die Kalibrierplatte muss an der letzten Achse des Roboters montiert werden. Diese Montageposition der Kalibrierplatte darf sich während des gesamten Kalibriervorgangs nicht verändern: Achten Sie auf fest angezogene Stellschrauben am Magnetstativ. Die Kalibrierplatte muss für die Kamera vollständig sichtbar sein.

Bei on-arm-Kamera

Die Kamera muss an der letzten Achse des Roboters montiert werden. Das Messstativ wird am Boden bzw. Scanplatz – ohne Werkstückbehälter – zentral unterhalb der Kamera positioniert.

5.2 Starten der Kalibrierung in der Software

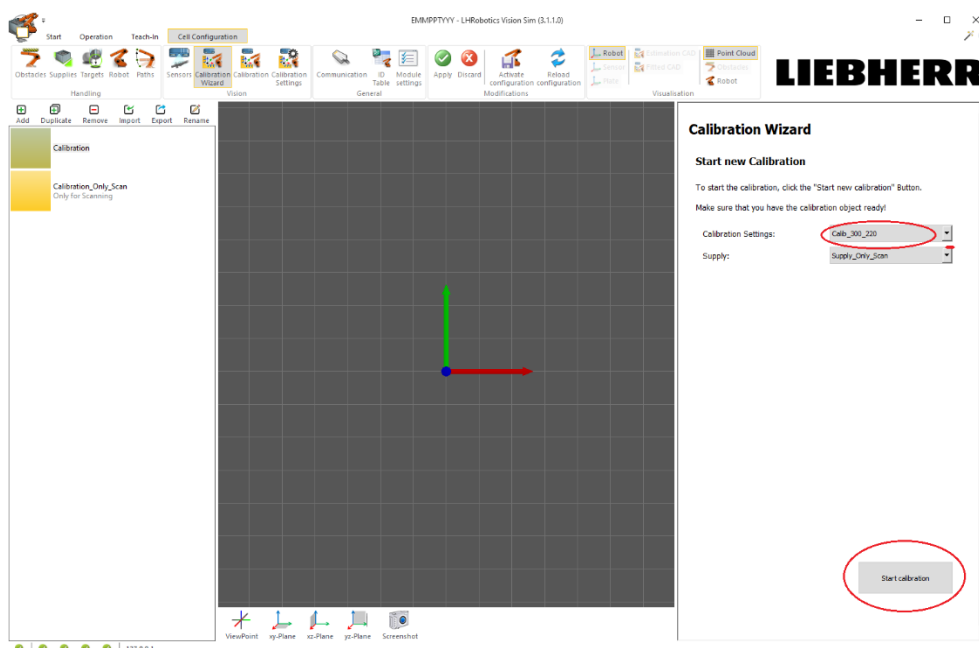
Um eine neue Hand-Auge-Kalibrierung anzulegen, gehen Sie auf **Cell Configuration** und dann auf **Calibration Wizard**.



Nach dem Hinzufügen einer neuen Kalibrierung kann der Assistent gestartet werden:

Achtung: Stellen Sie sicher, dass Sie die richtige Kalibrierplatte und den angelegten Bereitstellungsplatz ausgewählt haben.

- Dies kann im Menüpunkt **Kalibriereinstellungen** überprüft und geändert werden



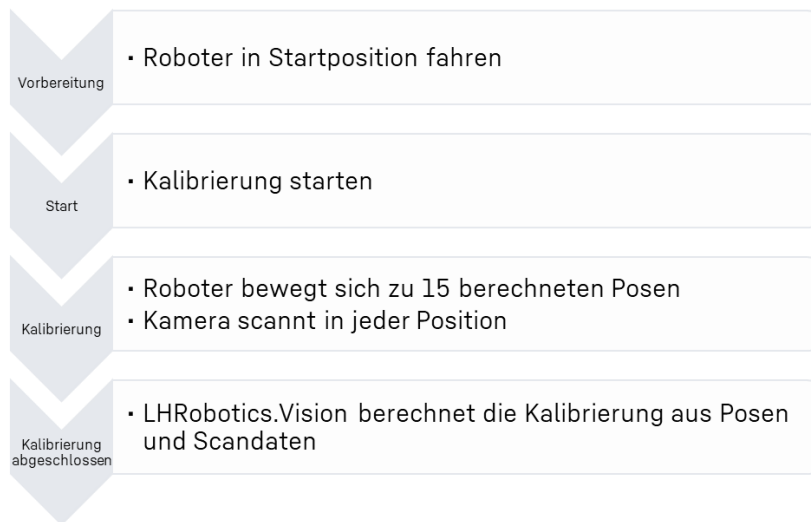
5.3 Durchführung der Kalibrierung

Automatisches Kalibrieren

Im Regelfall wird automatisch kalibriert, d.h. der Roboter fährt programmierte Positionen an. Hierfür muss in X-, Y- und Z-Richtung mindestens 30cm Platz vorhanden sein. Die Platte darf nicht von Roboter oder Greifer verdeckt sein.

Kundenseitig muss ein Roboterprogramm bereitgestellt werden, das zunächst eine mittige Position direkt unterhalb der Kamera anfährt. Anschließend erhält der Roboter aus LHRobotics.Vision die Positionen, die er für den Kalibriervorgang nacheinander anfahren muss. In jeder Position wird ein Kamerascan durchgeführt.

Bei feststehender Kamera: Der Roboter verfährt relativ zur Kamera.



Bei beweglicher Kamera: Die Platte liegt auf dem Boden (darf nicht bewegt werden). Der Roboter fährt verschiedene Scanpositionen an und nimmt so die Platte aus verschiedenen Winkeln auf.

Manuelles Kalibrieren

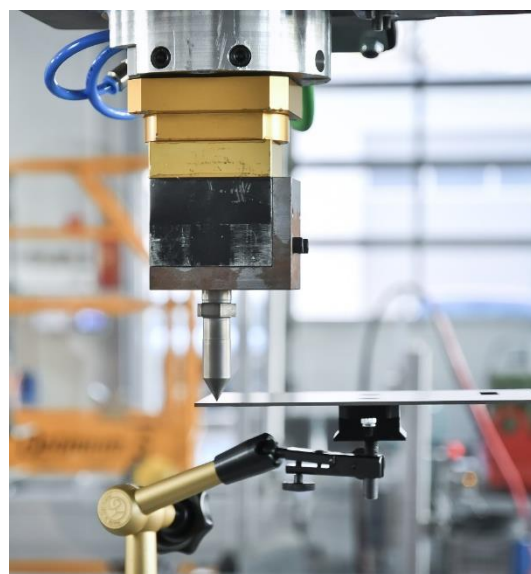
Wenn das automatische Kalibrieren nicht möglich ist – wenn der Roboter weniger als 30cm Verfahrweg in X-, Y- und Z-Richtung zurücklegen kann, wird das Magnetstativ mit der Kalibrierplatte auf dem Boden / Scanplatz – ohne Kiste unterhalb der Kamera positioniert. Die Platte darf sich währenddessen nicht bewegen. Anschließend müssen mit dem Roboter händisch 4 fixe, auf der Kalibrierplatte markierte Punkte angefahren werden.



Gehen Sie dazu folgendermaßen vor:

- Messspitze an Roboterflansch montieren
- Messstativ mit Platte ungefähr waagrecht ausrichten
- Fahren Sie mit dem Roboter manuell die Bohrungen der Kalibrierplatte an. Teachen Sie die Position der Bohrungen. Über das Roboterprogramm muss eine Nachricht an LHRobotics.Vision mit der geteachten Position gesendet werden.
- Nach dem Teachen aller Bohrungen scannen Sie die Kalibrierplatte einmal über den **Calibration Wizard**.
- Anschließend muss der Roboter die Punkte einmal anhand der Scandaten abfahren.
- Wenn die Punkte von der Messspitze getroffen werden, war die Kalibrierung erfolgreich.

Anmerkung: Die Genauigkeit beim manuellen Kalibrieren ist wesentlich von der Teach-Genauigkeit abhängig und kann nicht garantiert werden. Wir empfehlen das automatische Kalibrieren, wann immer möglich.



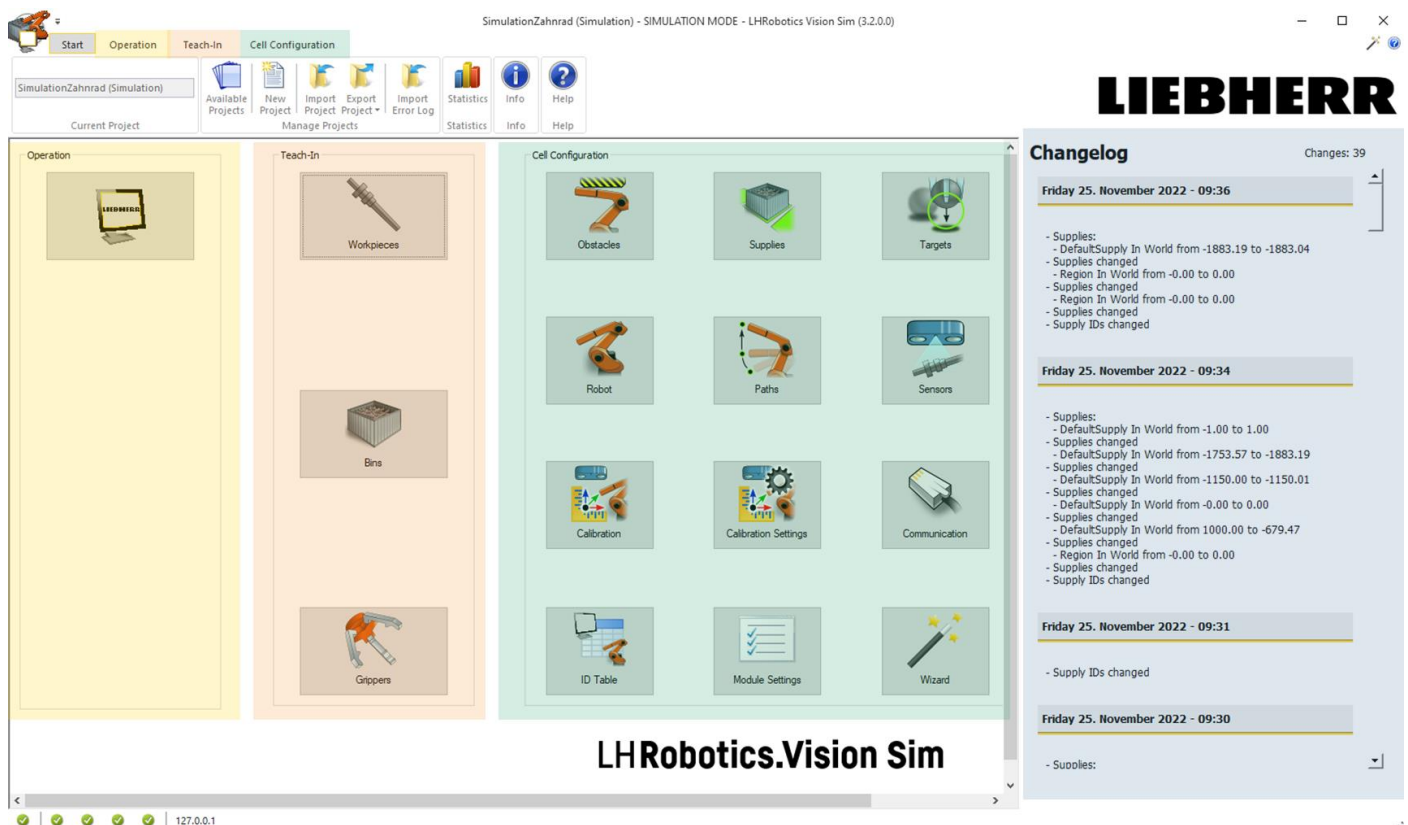
6. Erste Schritte in LHRobotics.Vision

6.1 Allgemeine Funktionen

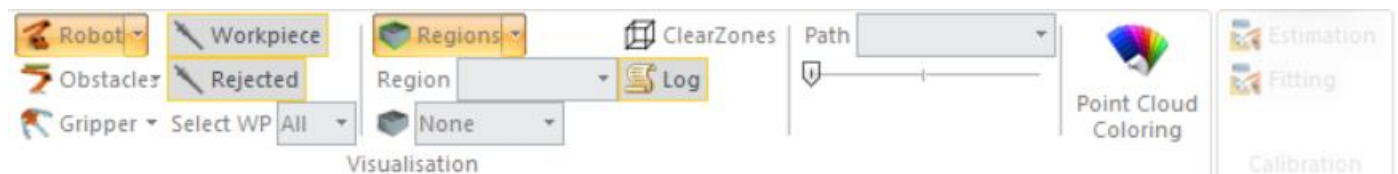
6.1.1 Grafische Benutzeroberfläche GUI

Mit der GUI können Sie die Einstellungen des Systems bearbeiten und die aktuellen Vorgänge visualisieren. Es ist in folgende Kategorien unterteilt: Operation (im Bild gelb markiert), Teach-In (orange) und Cell Configuration (grün).

Im Startbildschirm rechts (blau) ist ein Changelog mit allen kürzlich erfolgten Änderungen im Projekt. Die Bereiche können über die App-Symbole oder über die Reiter ausgewählt werden.

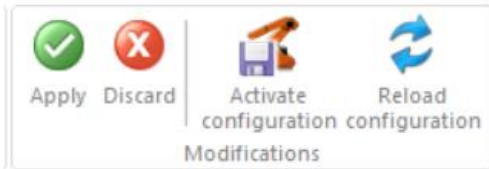


In Bereichen mit Visualisierung können im Menüband unterschiedliche Bestandteile der Visualisierung, z.B. Roboter, Hindernisse (= die Roboterzelle) oder verschiedene Regionen ein- und ausgeblendet werden.



6.1.2 Speichern

Um Einstellungen parallel zum produktiven Betrieb bearbeiten zu können, gibt es ein zweistufiges Speicherverfahren:



„Apply“ = Änderungen werden nur in der grafischen Oberfläche gespeichert

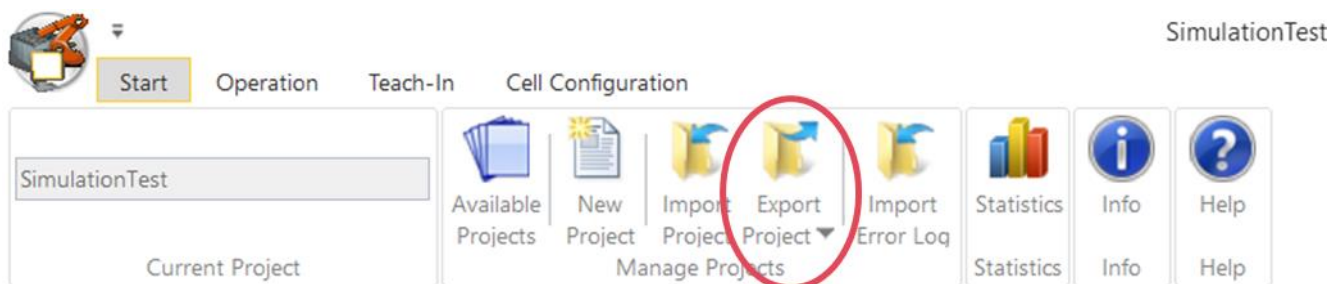
„Discard“ = letzte Änderungen verwerfen

Erst ein Klick auf „Activate configuration“ übernimmt die Änderungen in den laufenden Betrieb. Nun werden die Änderungen unter **Operation** wirksam. Beachten Sie, dass während des Speichervorgangs keine Anfragen vom Roboter geschickt werden dürfen.

6.1.3 Projekt sichern

Hierüber kann das komplette Projekt gesichert werden, samt Bauteile, Greifpunkte usw.

Auf der Startseite auf „Export Project“.



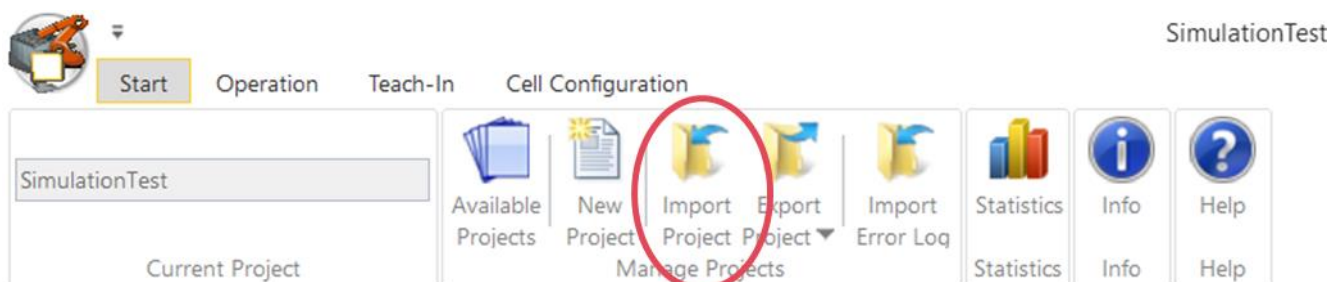
Danach wählen Sie den Speicherort der Sicherungsdatei.

Anmerkung: Die Sicherung sollte regelmäßig erfolgen und auf einem externen Datenträger abgelegt werden.

6.1.4 Projekt wiederherstellen

Hierüber kann ein komplettes Projekt wiederhergestellt bzw. importiert werden.

Auf der Startseite auf „Import Project“.



Danach wählen Sie eine zuvor erstellte Sicherungsdatei.

6.1.5 Zyklen ausleiten – z.B. für Fehleranalyse

Um Zyklen zu analysieren und z.B. an den Liebherr Service zu senden, können Zyklusdaten gespeichert und später neu geladen werden. Beim Exportieren des Zyklus wird eine Datei mit den Zyklusdaten erstellt (cycleData.json) und eine Datei mit der Punktwolke (scan.json).

Die ursprünglich protokollierten Zyklen können importiert und für die Simulation verwendet werden.

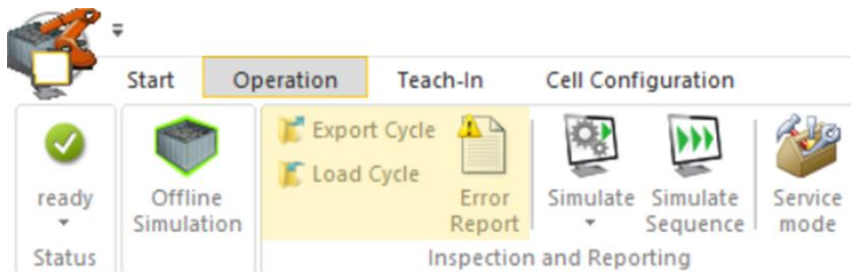
Ein fehlerhafter Scan kann über **Operation** > Export Cycle gespeichert werden. Alle Zyklen mit Fehlermeldung werden automatisch in Ihrem LHRobotics.Vision Pfad unter projects > [Projektname] > log > [Fehlername] gespeichert, z.B.

101_ProvideObject

103_NoSolutionFound

Die Dateien werden über **Operation** > **Import Cycle** geladen.

Alternativ kann ein Error Report generiert werden, der zusätzlich zu den Zyklusdaten einen Screenshot der Benutzeroberfläche und die Projektkonfigurationsdatei enthält:



Hierzu wird eine Zip-Datei erstellt, die alle nötigen Elemente beinhaltet. Im LHRobotics.Vision Pfad unter projects > [Projektname] > error_report > [Aktuelles Datum]

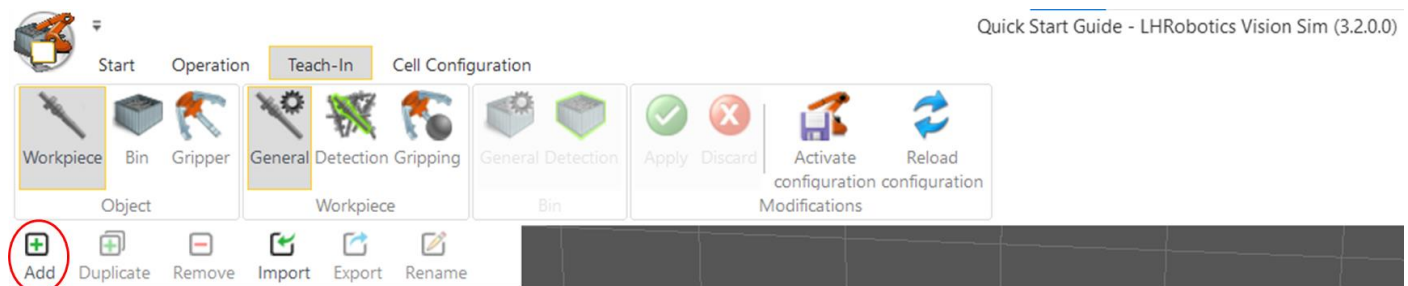
Dies ist nützlich für eine Fehleranalyse auf einem anderen Rechner oder bei Kontaktaufnahme zu unserem Service. Der Error-Report wird auf der Startseite über „Import Error Log“ eingelesen.

6.2 Anlegen eines Werkstücks

6.2.1 CAD-Modell und Werkstückparameter erstellen

Ein Werkstück kann über **Teach-In** > Workpieces durch 2 verschiedene Verfahren angelegt werden:

- Import eines CAD-Modells (.stl oder .wrl)
- **Achtung:** Ein zu komplexes 3D-Modell verlangsamt die Anwendung – ein Klick auf „Simplify“ optimiert Ihr Modell
- Anlegen eines einfachen CAD-Modells direkt im Programm

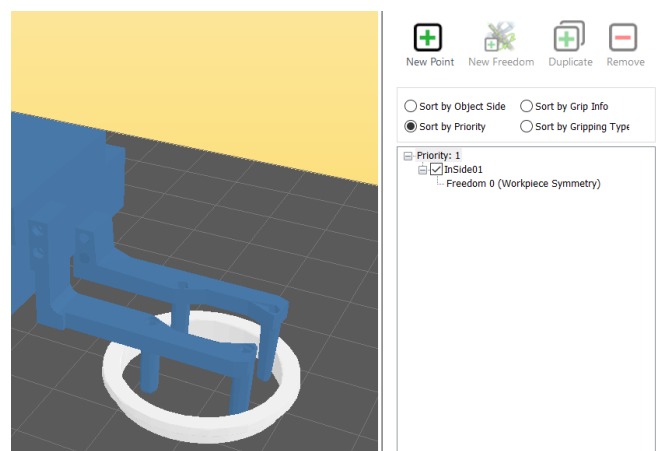


Definieren Sie im Bereich „Symmetries“ eine oder mehrere Rotationssymmetrien. Dies...

- ... beschleunigt die Berechnung
- ... ist für das automatische Einlernen der Suchparameter (ab Softwareversion 3.4) zwingend notwendig

Kontinuierlich	Diskret
z.B. Kontinuierliche Rotation um die X-Achse (rot) oder Z-Achse (blau)	z.B. 4-fache diskrete Rotation um die X-Achse (rot), 2-fache diskrete Rotation um die Y-Achse (grün)

Sie können die Symmetrien prüfen, sobald Sie Greifpunkte anlegen: Hier werden die Freiheitsgrade automatisch anhand der Werkstücksymmetrien angelegt. Für jede hinterlegte Werkstücksymmetrie wird ein Freiheitsgrad erzeugt:



Unter Teach-In > **Detection** > Orientation Settings wird dann noch die Orientierung des Werkstücks festgelegt.

Detection Settings

Type: Custom

Minimum distance [mm]: 100

Orientation Settings

Orientations: chaotic

chaotic
chaotic_15
presorted
semichaotic

Preferred Orientation: Z

Back Side visible: ☒

Expert Settings

Durch diese Eingaben wird vorgegeben, welche Werkstückorientierungen im Raum die Software erwartet und dementsprechend auch berechnet.

Wird ein Werkstück neu eingelernt und in die Konfiguration übernommen („Activate configuration“), rechnet das System die Posen aus, die das Werkstück einnehmen kann. Bei chaotischer Orientierung kann dies etwas dauern.

Über einen Klick auf das Zahnrad rechts des Dropdowns können Sie eigene Orientierungen eingeben:

Workpiece Situations Dialog

chaotic
chaotic_15
presorted
semichaotic
test

Name: test

☒ Active

X:
Y:
Z:

90
0
180
270

125
0

90
0
180
270

324
0

90
0
180
270

160
0

☐ Active

Angle Weighting

☒ Active
☒ RX 1
☒ RY 1
☐ RZ 1

☐ Active
☐ RX 2
☐ RY 2
☐ RZ 2

Object in Projection

☒ Active
0
0
0
0
0
0

☐ Active

Je größer die Freiheitsgrade (orange Fläche), umso komplexer ist die Berechnung & benötigt mehr Zeit. Geben Sie daher immer nur die Orientierungen an, die Sie auch tatsächlich erwarten.

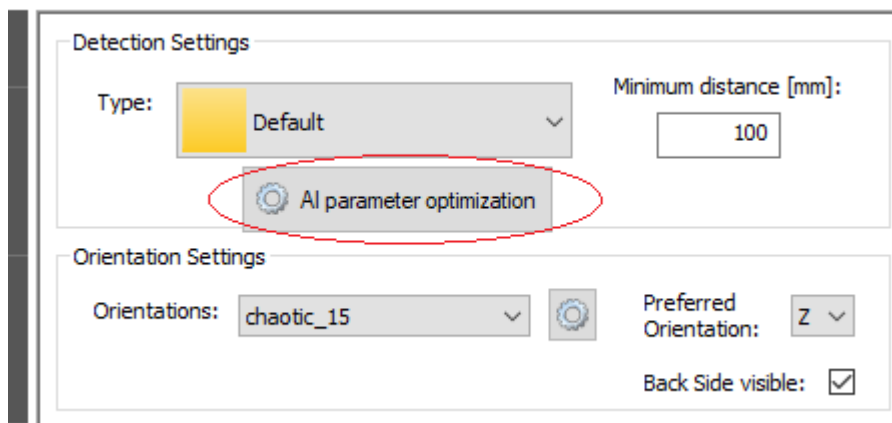
6.2.2 Automatisches Einlernen der Erkennungsparameter mittels KI

Um das Einlernen neuer Bauteile zu beschleunigen, gibt es ab Version 3.4 in LHRobotics.Vision ein neues Feature, um mittels eines KI Algorithmus die optimalen Erkennungsparameter automatisiert zu bestimmen.

Folgende Dinge müssen erfolgt sein, bevor das automatische Einlernen gestartet werden kann:

- Der Sensor muss angelegt, kalibriert und eingestellt sein (Erkennungseinstellungen in .yaml-Datei siehe 3.3). Die Einstellungen in der .yaml-Datei dürfen im Nachhinein nicht mehr geändert werden, ansonsten muss der Einlern-Prozess wiederholt werden.
- Die Kiste muss angelegt und eingerichtet werden
 - Bitte stellen Sie zuvor sicher, dass diese auch erkannt wird. Zum Anlegen einer Kiste siehe Kapitel 6.3 Anlegen eines Werkstückbehälters. Falls die Kiste nicht erkannt wird, schlagen Sie in Kapitel 8.2 nach.
- Die Symmetrien der Werkstücke müssen richtig angelegt sein
- Die Orientierung, die das Bauteil aufweisen kann, muss eingestellt sein siehe Kapitel 6.2.1

Starten der Parametrisierung unter Teach-In > **Detection** > Orientation Settings



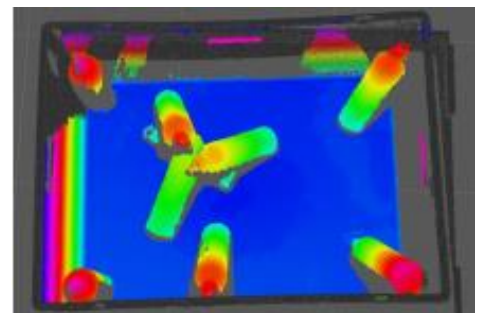
Im nächsten Dialog Fenster wählen Sie die Kiste und den Kistenstellplatz / Supply aus.

Reale Kiste mit Teilen füllen

Es sollte mindestens eine Kistensituation hergestellt werden, in der die Werkstücke so liegen, wie sie später auch erwartet werden.

Wichtig: Es sollten alle möglichen Orientierungen abgedeckt werden!

Wenn zu wenig Werkstücke vorhanden sind, um alle Orientierungen abzudecken, erstellen Sie bitte zwei oder mehr Scans mit den verschiedenen Orientierungen (d.h. führen Sie den nächsten beschriebenen Schritt – Aufnahme der Trainingsdaten – zwei oder mehrmals durch).



Starten eines neuen Trainingszyklus = Aufnahme der Trainingsdaten

Über den Button „Start Scan“ wird ein neuer Zyklus aufgenommen.
Beim ersten Zyklus werden automatisch 10 Scans für die Analyse des Sensors aufgenommen.

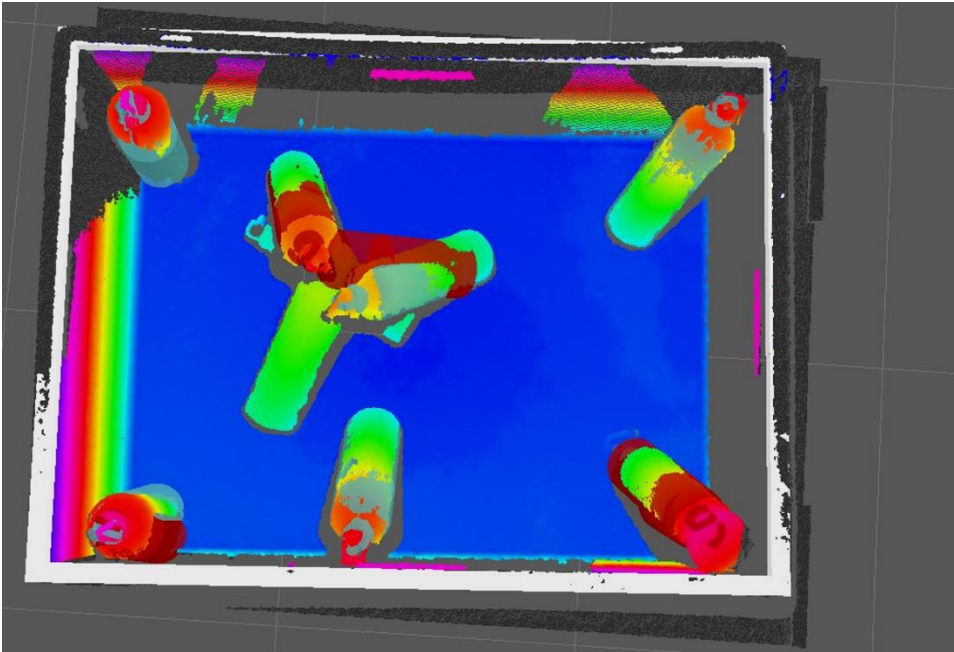
Wichtig: Die Kiste darf während den 10 Scans nicht verändert oder bewegt werden!

Einer dieser 10 Zyklen wird automatisch als Zyklus für die Werkstückoptimierung benutzt. Danach kann mit jedem weiteren Klick auf „Start Scan“ ein weiterer Zyklus für die Werkstückoptimierung aufgenommen werden. Wurde mindestens eine Kistensituation aufgenommen, klicken Sie bitte weiter um in den nächsten Dialog zu kommen.

Generierung der Trainingsdaten

Damit der Algorithmus funktioniert, muss dem System noch mitgeteilt werden, welche Werkstücke richtig und welche falsch erkannt wurden. Dazu macht LHRobotics.Vision eine grobe Initialschätzung und deklariert möglichst viele Elemente als Bauteile. Diese müssen nun vom Bediener aussortiert werden.

1. Auswahl des Zyklus in der Bedienoberfläche
2. Starten der groben Erkennung des ausgewählten Zyklus
3. Generieren der Trainingsdaten → Markieren Sie die Werkstücke als korrekt (wenn zurecht erkannt) oder falsch (wenn ein Element als Bauteil erkannt wurde, aber keines ist). Ziehen Sie dazu die 3D Ansicht zurate und klicken auf den entsprechenden Button „Correct“ oder „Wrong“
4. Sollten manche Bauteile nicht erkannt worden sein, erstellen Sie einen weiteren Zyklus, in dem mehr Werkstücke in der nicht gefundenen Orientierung liegen.



AI parameter optimization wizard

Label workpiece detections as correct or false
Please select each cycle one by one and set the labels (correct or wrong detection) of each workpiece!

Cycles:

- 1: 2022-11-24_15-09-53 | unlabelled
- 2: 2022-11-24_15-10-54 | labelled
- 3: 2022-11-24_15-12-42 | labelled
- 4: 2022-11-24_15-13-13 | labelled

1

Rerun Cycle for Labelling

2

#	Correct Wrong
All	
1	correct
2	wrong
3	correct
4	wrong

3

< > Correct Wrong

Nachdem alle Trainingsdaten erstellt wurden, können Sie zum nächsten Dialogfenster gehen. Dort kann die Optimierung gestartet werden.

Ab jetzt werden die Erkennungsparameter automatisch bestimmt. Dies kann je nach Werkstück und Anzahl der Trainingszyklen einige Zeit in Anspruch nehmen.

Lassen Sie den Vorgang vollständig durchlaufen oder beenden Sie ihn manuell, wenn alle Bauteile korrekt und ohne Fehlerkennungen erkannt wurden.

AI parameter optimization wizard

Optimize workpiece parameter

Optimize the workpiece detection parameter, based on the data collected so far

Start optimization

0%


Remaining Time: 00:00

6.2.3 Suche nach Werkstückabschnitten mittels Segmentierung

In Situationen, in denen nur ein Teil des Werkstücks sichtbar ist, kann auch nach Segmenten gesucht werden. Für jedes Segment können unterschiedliche Erkennungseinstellungen definiert werden. Durch Klick auf „Extract“ kann das CAD in verschiedene Segmente segmentiert werden.

Je nach Auswahl im Dropdown ...

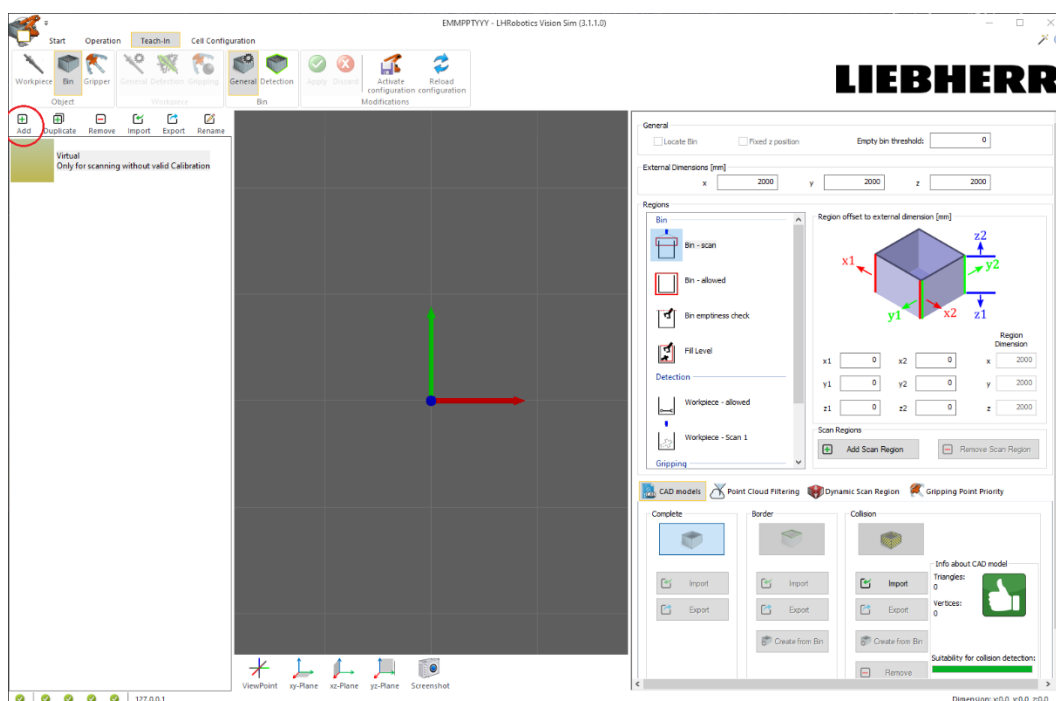
- wird das Werkstück entlang der xy- und xz-Ebene segmentiert und Sie erhalten 4 Segmente.
- Durch die Auswahl „Pleuel“ ist das Werkstück entlang der yz-Ebene in 4 Segmente unterteilt.
- Durch Auswahl des Originalwerkstücks und Klick auf „Integrieren“ können alle Segmente in ein einziges Werkstück integriert werden. Die für jedes Segment definierten Erkennungseinstellungen bleiben auch nach der Integration der Segmente in eines erhalten.

Für weitere Informationen verwenden Sie die Online-Hilfe im Programm. 

6.3 Anlegen eines Werkstückbehälters

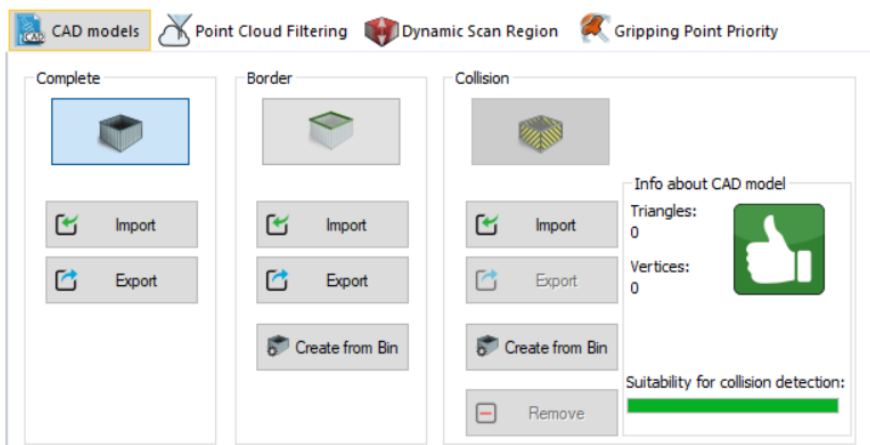
Eine Kiste kann über **Cell Configuration > Bin** durch 2 verschiedene Verfahren angelegt werden:

- Import eines CAD-Modells (.stl oder .wrl)
- Anlegen eines einfachen CAD-Modells direkt im Programm



Im Bereich **Regions** können Sie verschiedene Bereiche für die Suche festlegen:

- Bin – scan = Bereich, in dem nach dem Werkstückbehälter gesucht wird
- Bin – allowed = in welchem Bereich darf sich der Werkstückbehälter befinden
- Bin emptiness check / fill level = Bereich, in dem für die Bestimmung des Entleerungsgrades nach Werkstücken gesucht wird
- Workpiece allowed / scan = Bereich, in dem die Werkstücke in der Kiste liegen können. Wenn die Kiste beispielsweise einen 20mm-Rand aufweist, so kann in X- und Y-Richtung 20mm eingegeben werden.
- Collision (border) = hier kann eine Art Sicherheitsabstand eingegeben werden, damit Kollisionen ausgeschlossen werden können. Der Greifer und Roboter hält sich um diesen Wert vom Kistenrand entfernt.

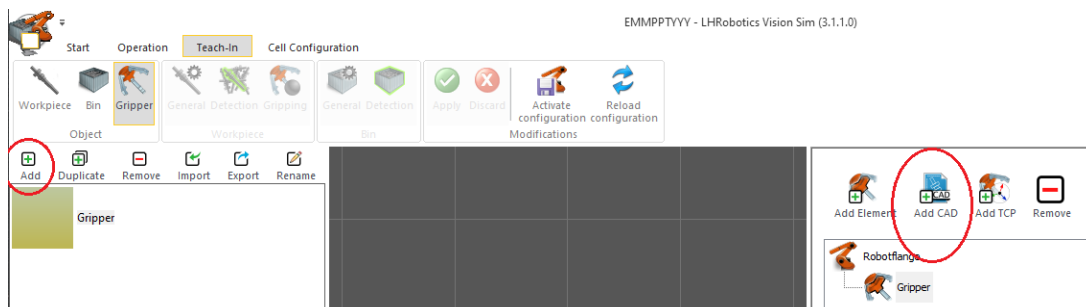


Es kann nützlich sein, verschiedene CAD-Modelle zu haben, ein vollständiges (zur Visualisierung), eines nur mit dem Kistenrand (zur Lokalisierung) und gegebenenfalls noch eines zur Überprüfung auf Kollisionen bei der Suche nach Greifpunkten.

Für weitere Informationen verwenden Sie die Online-Hilfe im Programm. 

6.4 Anlegen eines Greifers

In der Liste links kann ein neuer Greifer angelegt werden. Auf der rechten Seite können dann beliebig viele CAD-Modelle zu diesem Greifer hinzugefügt werden.



Folgende Elemente sind verpflichtend:

- Mindestens 1 CAD-Modell
- Mindestens 1 TCP zum Anlegen der Greifpunkte

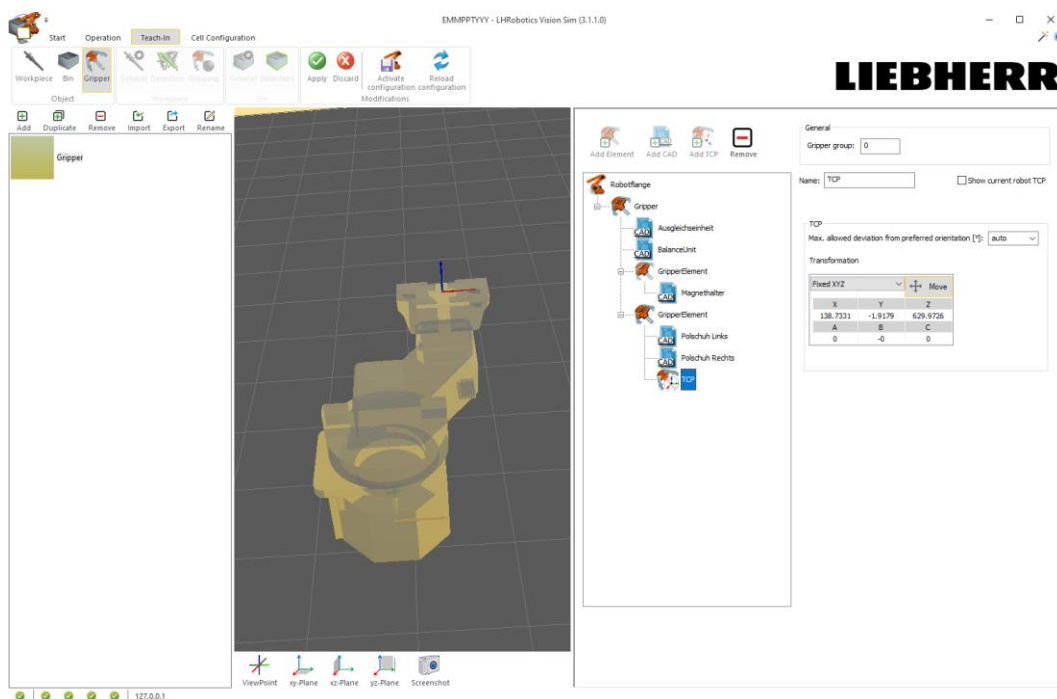
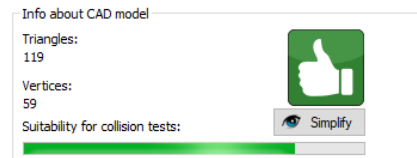
Anmerkung:

Es ist von Vorteil, dass die einzelnen Komponenten des Greifers jeweils als einzelnes CAD-Modell angelegt werden. Dies hat folgende Vorteile:

- Die Berechnungsdauer für die Kollisionsprüfung wird verringert
- Es kann für jede Komponente eine bestimmte Anzahl von zulässigen Kollisionspunkten mit der Punktwolke eingestellt werden
- Komponenten können direkt im Programm vereinfacht werden

Der Daumen auf der rechten Seite sollte für jede Komponente grün sein, ansonsten kann es zu einer erheblichen Verlangsamung der Berechnung kommen.

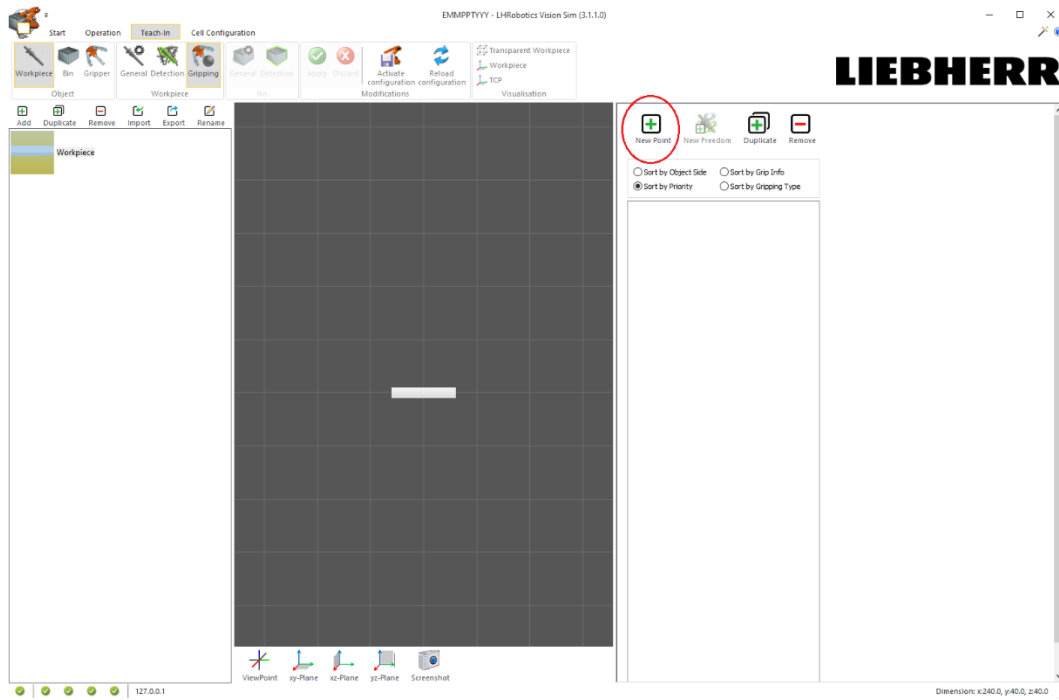
Für weitere Informationen verwenden Sie die Online-Hilfe im Programm.



6.5 Anlegen von Greifpunkten

Wenn ein Werkstück und ein Greifer angelegt wurden, können nun die Greifpunkte angelegt werden. Wählen Sie dazu unter **Teach-In** > Workpieces ein Werkstück und wechseln dann auf die Schaltfläche **Gripping**.

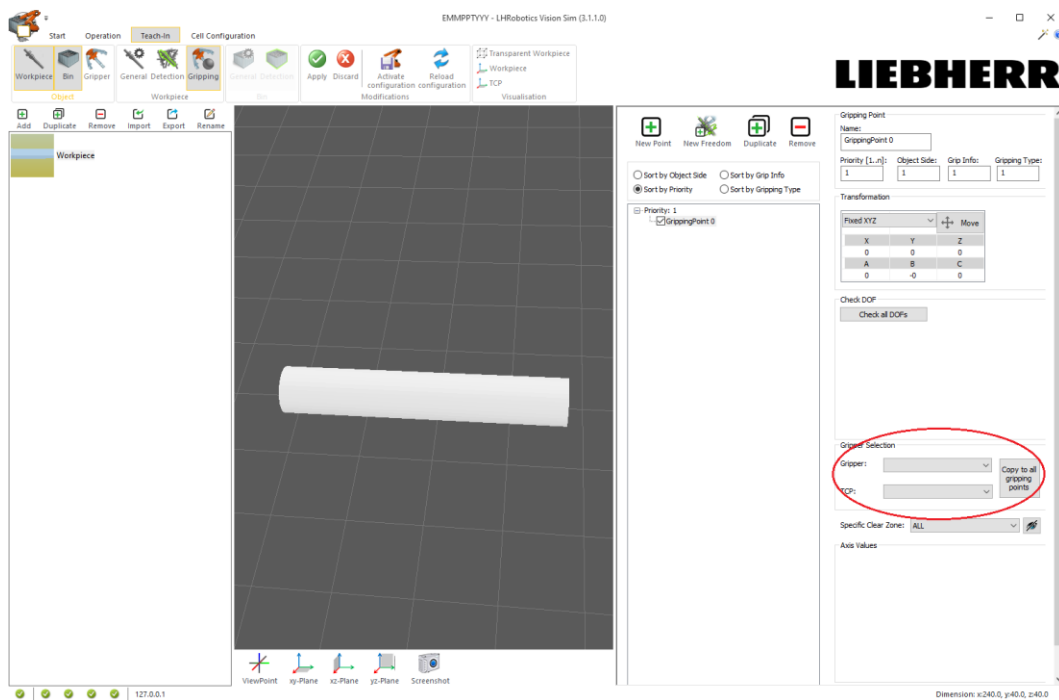
In der linken Liste kann das Werkstück ausgewählt werden. Auf der rechten Seite können beliebig viele Greifpunkte angelegt werden.



Anmerkung:

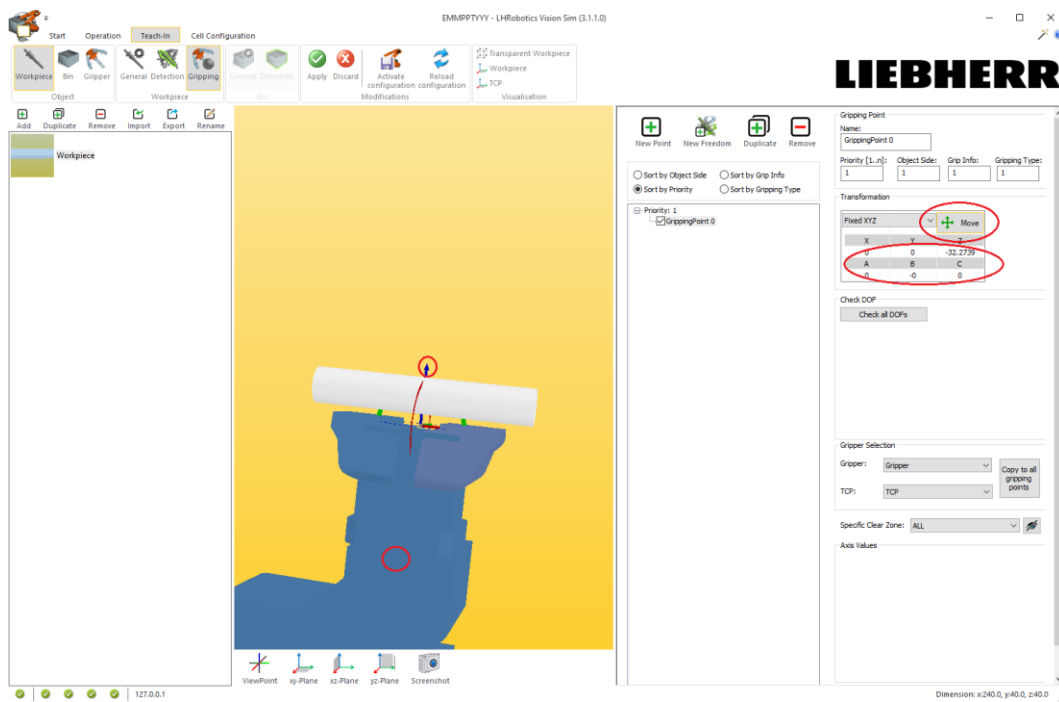
Viele Greifpunkte (>500) können sich negativ auf die Zykluszeit auswirken!

Für den angelegten Greifpunkt muss dann der entsprechende Greifer ausgewählt werden.



Der Greifer kann mit der Maus beliebig an einem Werkstück positioniert werden.

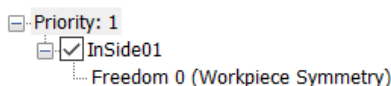
- Linke Maustaste gedrückt halten
- Auf den Greifer, um diesen komplett zu bewegen
- Auf eine Koordinaten Achse, um diesen nur in z.B. die X-Richtung zu verschieben



Alternativ und/oder zur Feinpositionierung können die Koordinaten auch händisch eingetragen werden.

6.5.1 Freiheitsgrade

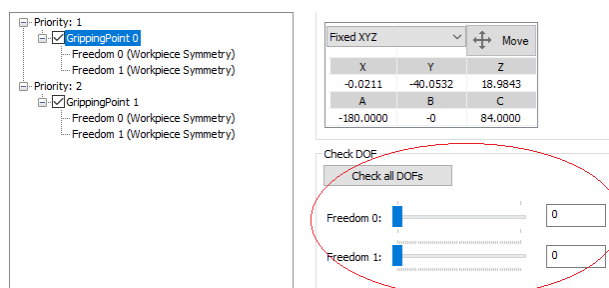
Für jeden Greifpunkt können Freiheitsgrade – degree of freedom DOF – hinterlegt werden: Bei rotationssymmetrischen Teilen ist automatisch die Rotationsachse als DOF angelegt.



Der Greifer darf hier z.B. am Greifpunkt andocken, egal in welcher Orientierung sich die X-Achse befindet.

DOF können „continuous“ oder „discrete“ in frei definierbaren Schritten definiert werden. In letzterem Fall muss die Anzahl der Schritte hinterlegt sein.

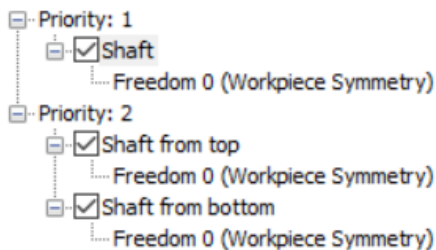
Um die eingestellten Freiheitsgrade zu prüfen gibt es für jeden Freiheitsgrad einen Schieberegler.



6.5.2 Prioritäten

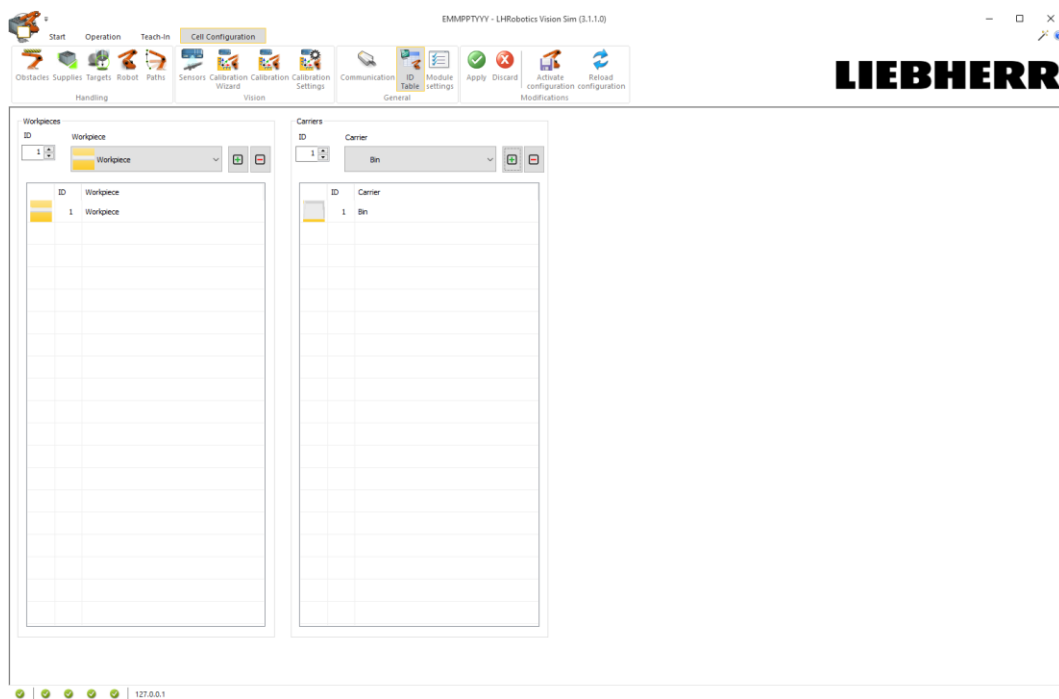
Durch das Vergeben von Prioritäten können z.B. zuverlässigere Greifpunkte bevorzugt verwendet werden. Der Greifpunkt mit der höchsten Priorität wird bevorzugt.

In diesem Beispiel würden die Greifpunkte in der Gruppe mit Priority 2 bevorzugt werden:



6.6 Anlegen von IDs für Werkstücke und Behälter

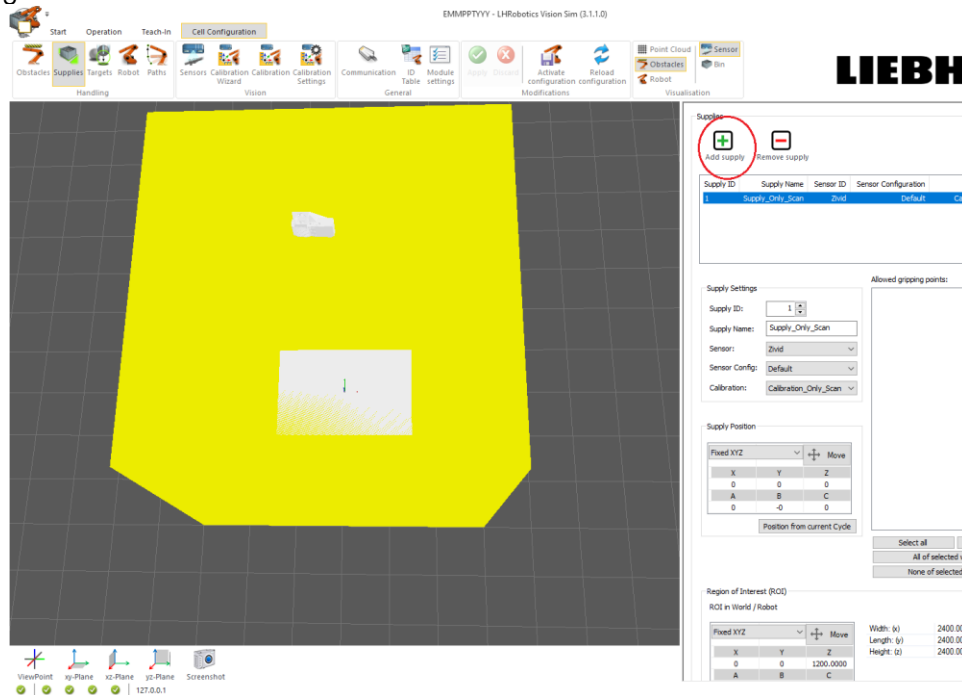
Damit der Roboter anfragen kann, welches Teil aus welcher Kiste genommen werden soll, muss zu jedem angelegten Bauteil bzw. Kiste unter **Cell Configuration** > **ID Table** eine ID vergeben werden, die der Roboter dann bei der LHRobotics.Vision Software anfragt.



Wichtig: Jedes Werkstück und jede Kiste benötigen eine eindeutige ID.

6.7 Anlegen eines Bereitstellungsplatzes

Die Bereiche, in denen Werkstücke zugeführt und gescannt werden sollen, werden unter **Supplies** angelegt



Vergeben Sie einen Namen und wählen unter „Settings“ den Sensor und eine Konfiguration sowie Kamerakalibrierung aus.

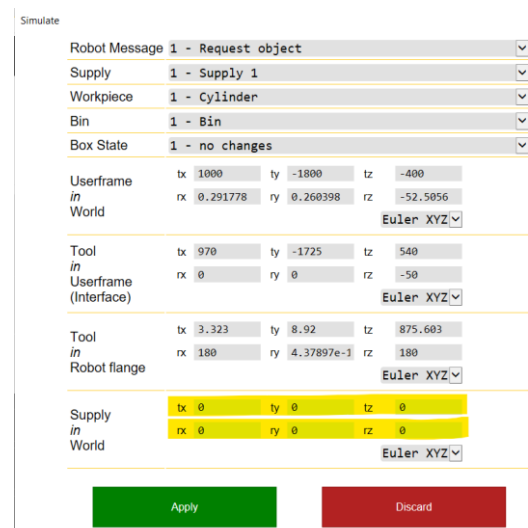
- Sensor = die Kamera, die am Bereitstellungsplatz verwendet wird
- Sensor Parameter = Parameter aus dem Kamera SDK (z.B. Zivid Studio oder Ensensio NXView)
- Calibration = die Hand-Auge-Kalibrierung

Für jeden Bereitstellungsplatz muss eine eigene Hand-Auge-Kalibrierung durchgeführt werden.

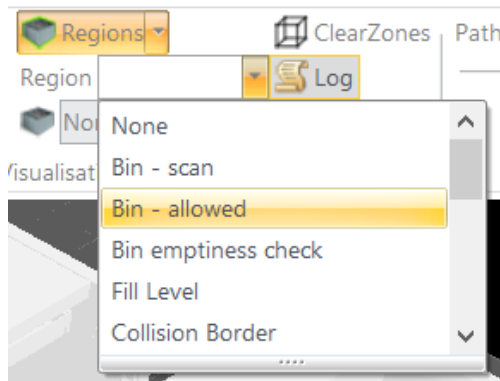
Die **Supply Position** ist die Fläche, innerhalb der die Werkstücke bereitgestellt werden. Per „Position from current Cycle“ generiert die Software einen Vorschlag für diesen Bereich aus dem letzten Kamerascan. Er kann auch manuell durch Eingabe der Koordinaten definiert werden.

ROI = Region of interest definieren = der Bereich, der für den Kamerascan relevant ist. Durch Definieren einer ROI wird die erfasste 3D-Punktwolke auf diese Region zugeschnitten. Alles außerhalb wird für die Behältererkennung, Werkstückerkennung und Greifberechnung ignoriert.

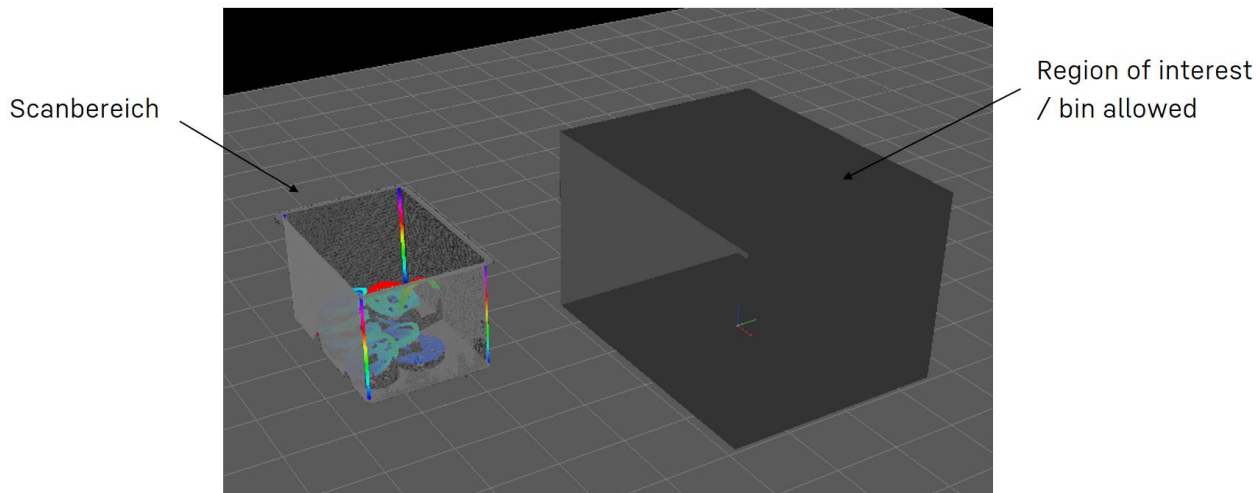
Prüfen Sie nach dem Einrichten die ROI und Supply Position: Erstellen Sie einen Scan via **Operation** > **Simulate**. Prüfen Sie auch die Koordinaten unter „Supply in world“ auf Ihre Richtigkeit:



Blenden Sie anschließend unter **Regions** den Bereich „Bin allowed“ ein:



In der 3D-Ansicht können Sie dann prüfen, ob der Scanbereich (hier sehen Sie die Kameraaufnahme Ihrer Teile) und die ROI (dargestellt als graue Box) übereinstimmen.



Stimmt diese, so wie im Bild, nicht überein, korrigieren Sie diese über die Koordinaten oder unter **Supplies > Region of Interest** und die Schaltfläche „Create ROI according to latest scan“.

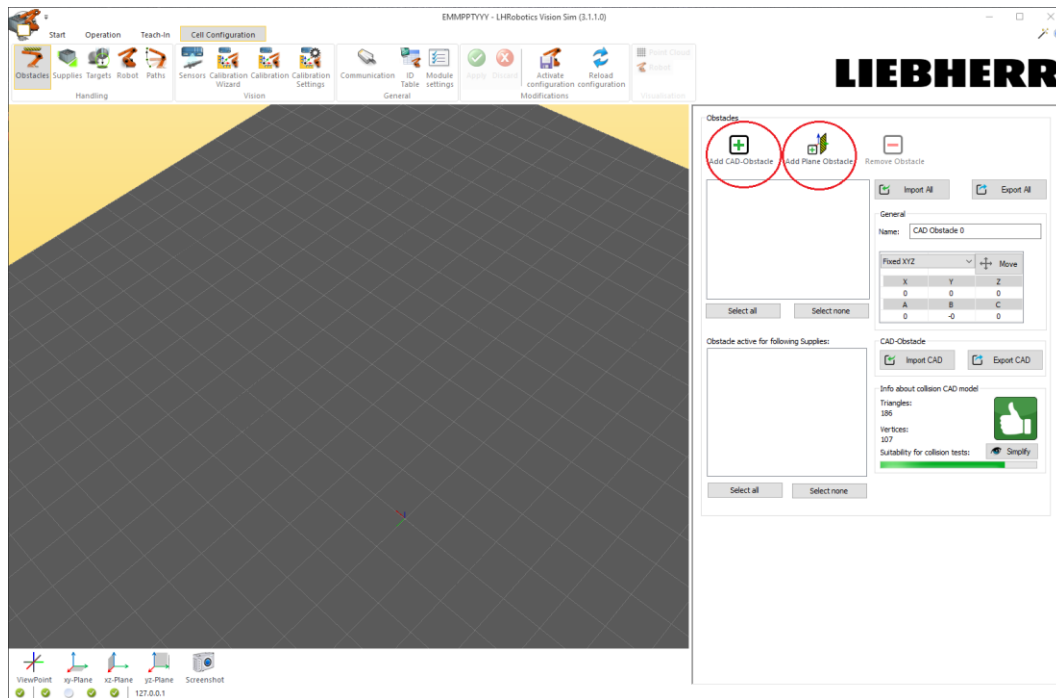
6.8 Anlegen der Zellenumgebung (Optional bei Pro-Version)

Cell Configuration > Obstacles

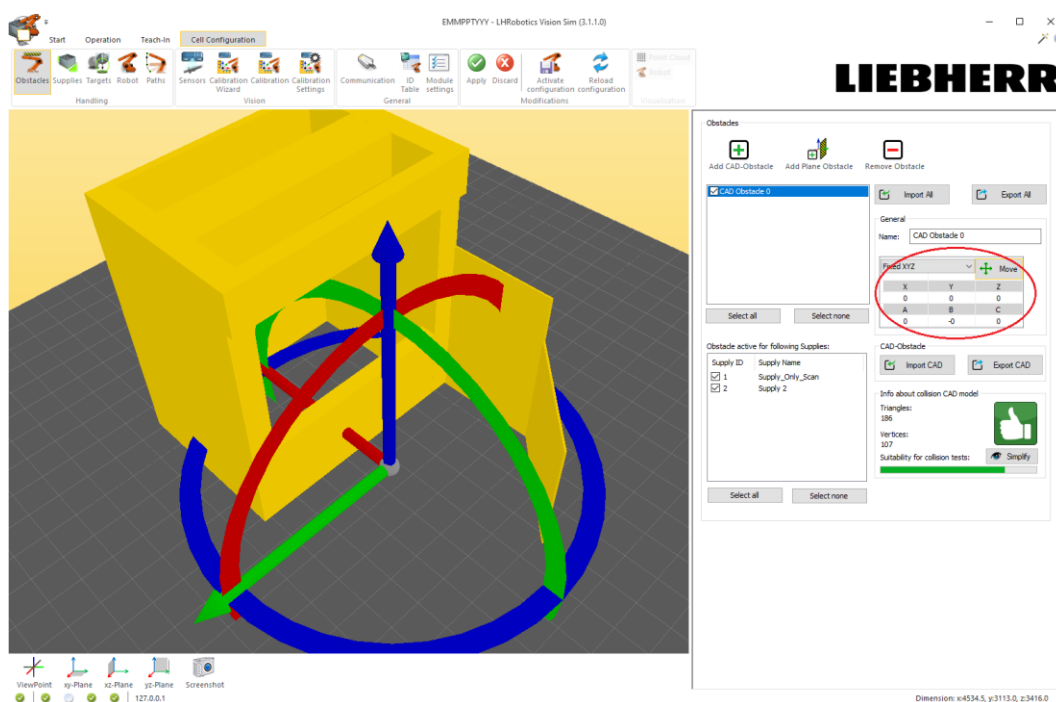
Das Anlegen der Zelle ist optional und in der LHRobotics.Vision Basic Lizenz nicht verfügbar. Das Hinterlegen der Zelle dient dazu, Kollisionen mit dem Roboter und dem Greifer zu vermeiden.

Eine Komponente kann über 2 verschiedene Optionen angelegt werden:

- CAD-Modell (.stl oder .wrl)
- Hinzufügen einer Ebene



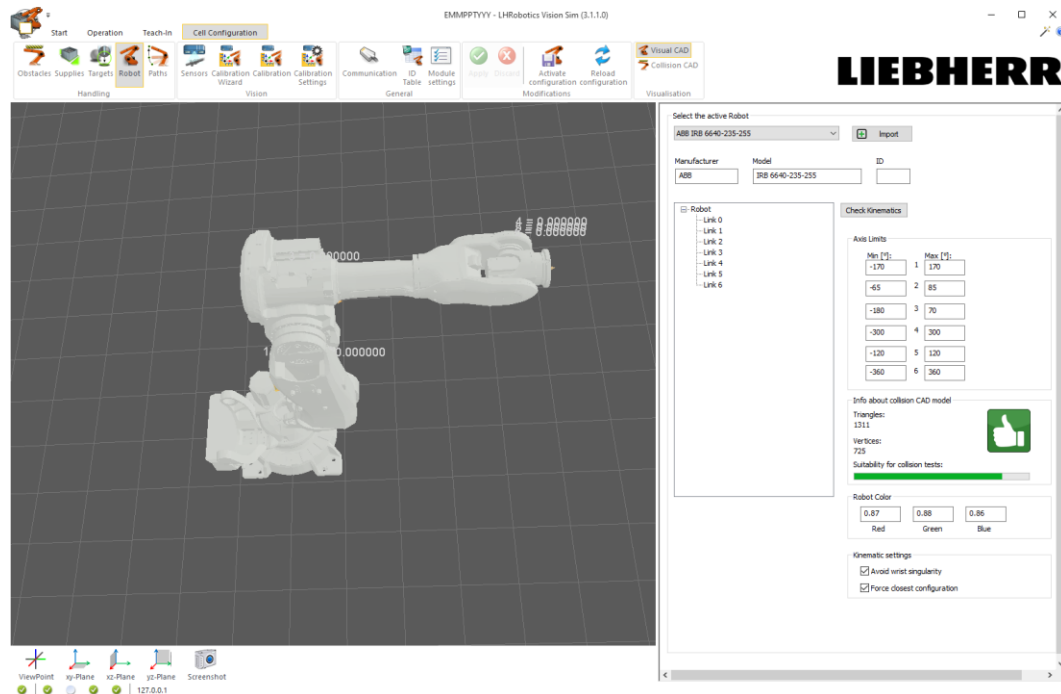
Das Modell / die Ebene kann im nachhinein beliebig in der 3D Szene platziert werden.



6.9 Auswählen des Roboters (Optional bei Pro-Version)

Cell Configuration > Robot

Die Auswahl des Roboters ist in der LHRobotics.Vision Basic Lizenz nicht verfügbar.



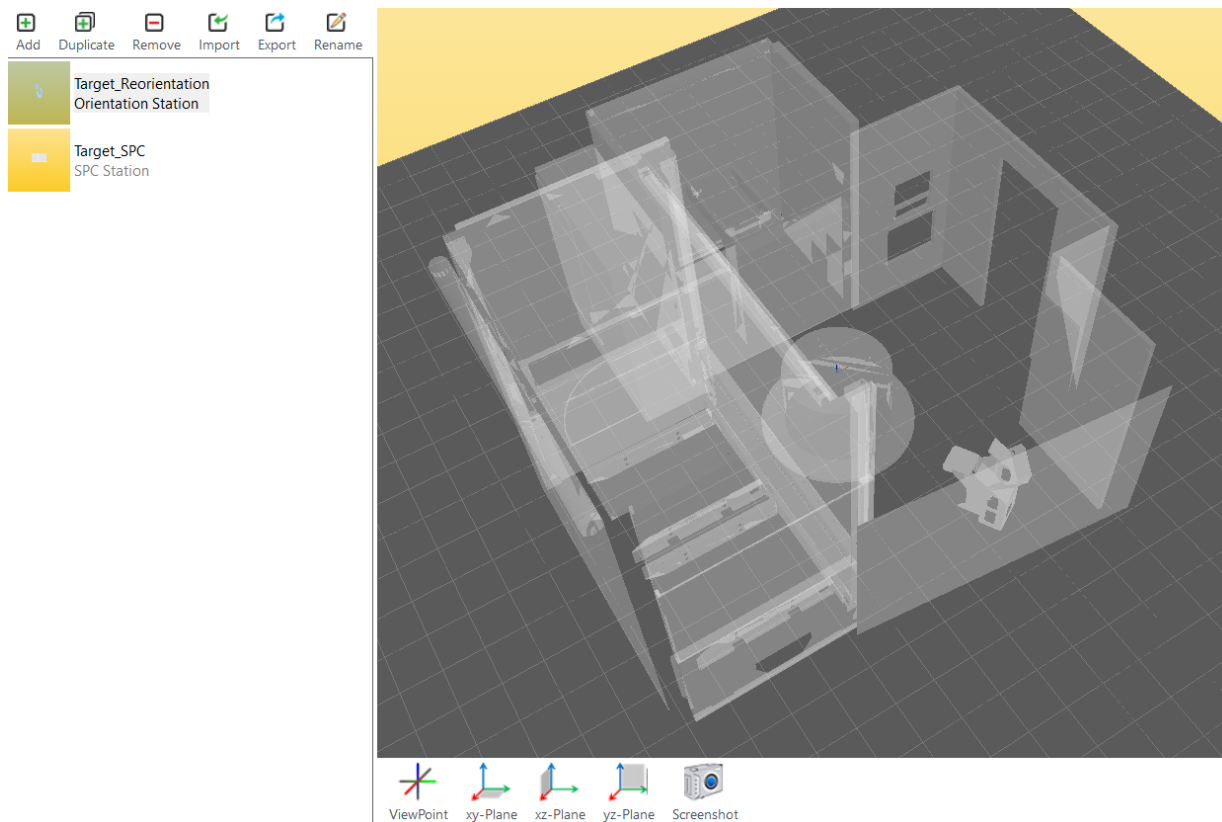
Auf der rechten Seite können Sie den benötigten Roboter auswählen.

Außerdem können Sie hier Ihre Achswinkel definieren, damit kein Pfad ausgegeben wird, der vom realen Roboter nicht erreicht werden kann.

Wenn der benötigte Roboter nicht verfügbar ist, wenden Sie sich bitte an den Liebherr Service.

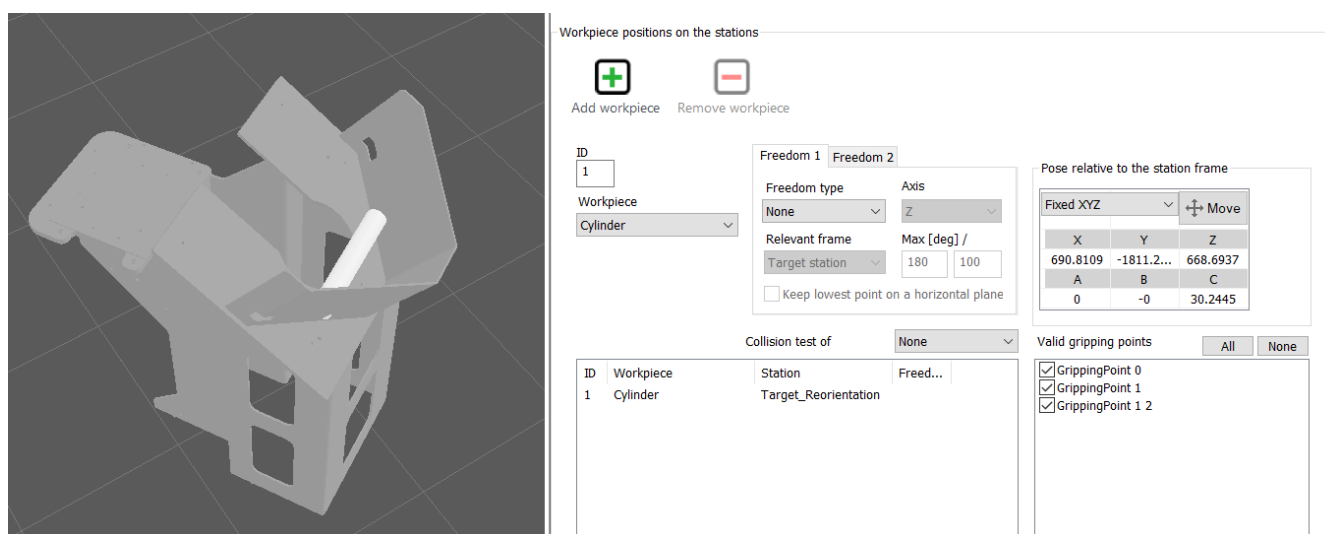
6.10 Auswählen des Ablageplatzes (Optional bei Pro-Version)

Unter **Cell Configuration** > **Targets** kann ein Ablageplatz hinzugefügt werden. Dazu wird ein 3D-Modell importiert. Jedes Target erhält eine eigene ID, die im Roboterprogramm angesprochen wird.



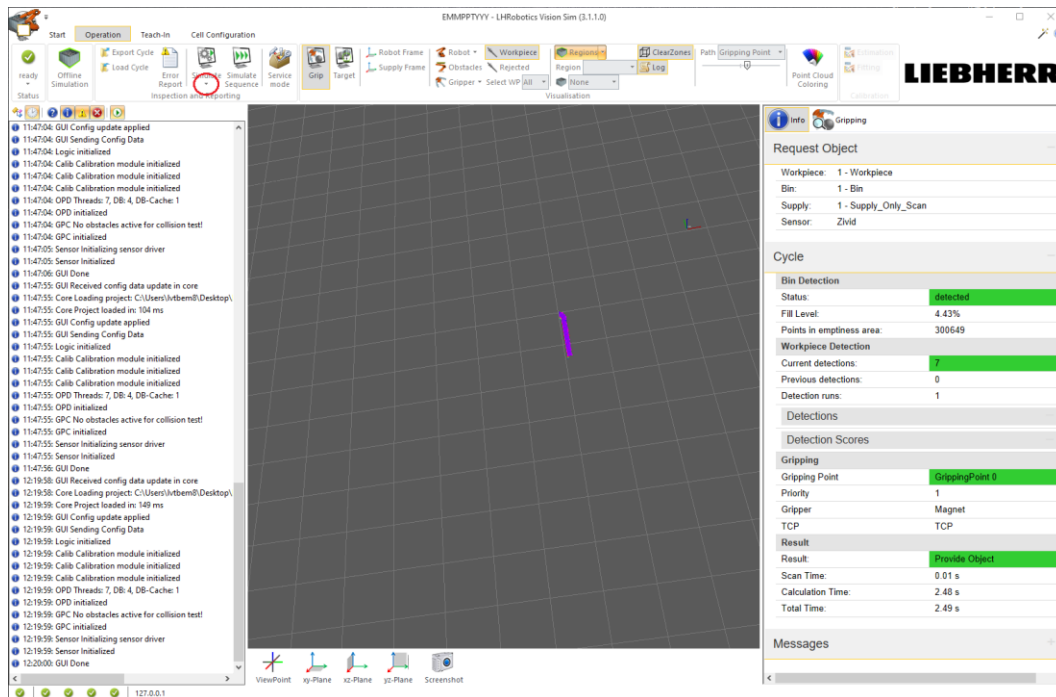
Der Ablageplatz kann über die Koordinaten unter Default Station Frame positioniert werden.

Dann werden die Werkstücke hinzugefügt, die auf dem jeweiligen Ablageplatz positioniert werden sollen. Das Werkstück wird unter dem Dropdown „Workpiece“ ausgewählt (alle Werkstücke, die im jeweiligen Projekt angelegt sind, können gewählt werden), eine ID eingetragen und über die Koordinaten positioniert.



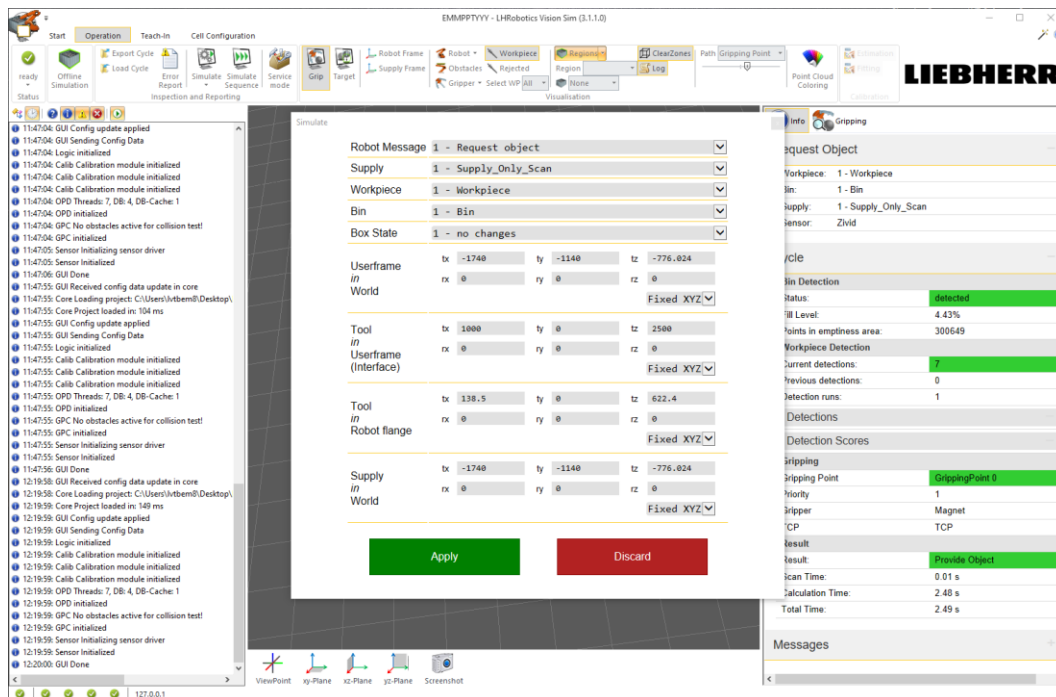
6.11 Simulation des Scanvorgangs

Um zu prüfen, ob alles korrekt eingerichtet wurde, kann der ganze Vorgang simuliert werden. Dazu wechseln Sie in den Tab **Operation**.

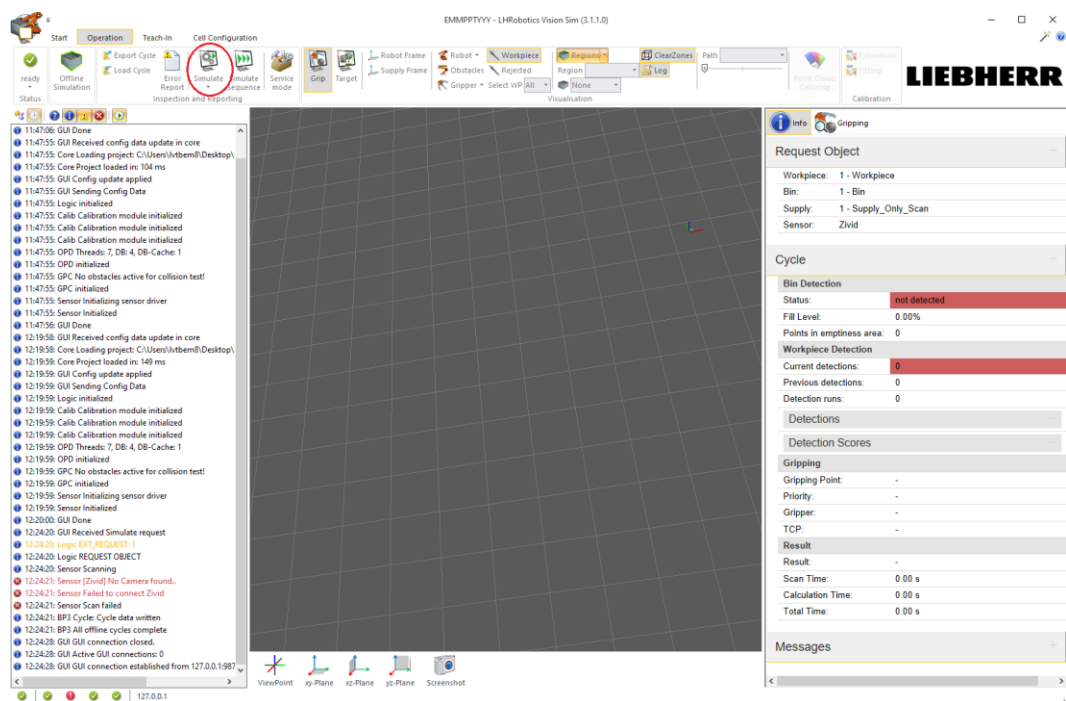


Hier wählen Sie die Roboter Nachricht 1 aus.

Außerdem den Entnahmeplatz, das Bauteil und die Kiste, die erkannt werden sollen.



Dann kann der Vorgang gestartet werden.

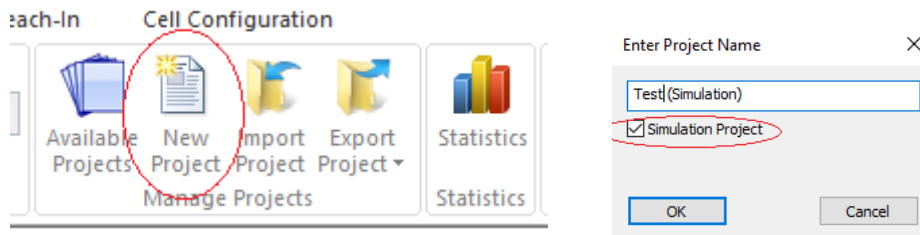


7. Simulation (Option "Sim-Plugin")

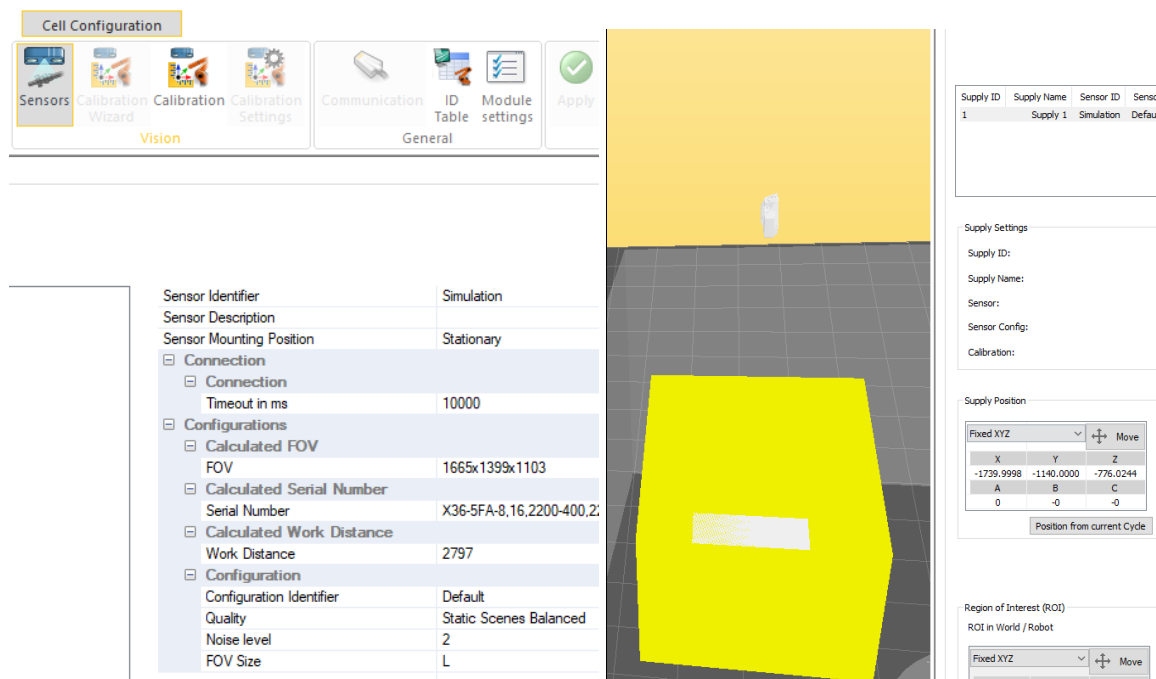
7.1 Simulationsprojekt einrichten

Wenn das LHRobotics.Vision Sim-Plugin verwendet werden soll, muss ein eigenes Simulationsprojekt angelegt werden. Im Gegensatz zu normalen Projekten sind hier gewisse Parameter als unveränderlich festgelegt, damit die Simulation funktioniert.

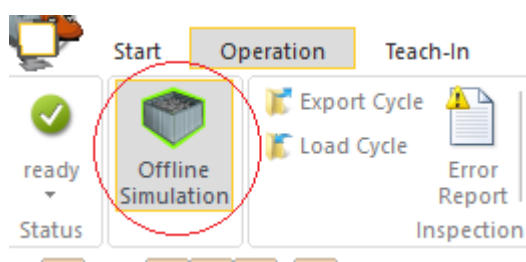
1. Legen Sie ein neues Simulationsprojekt an. Dazu im Hauptmenü auf „New Project“ klicken:



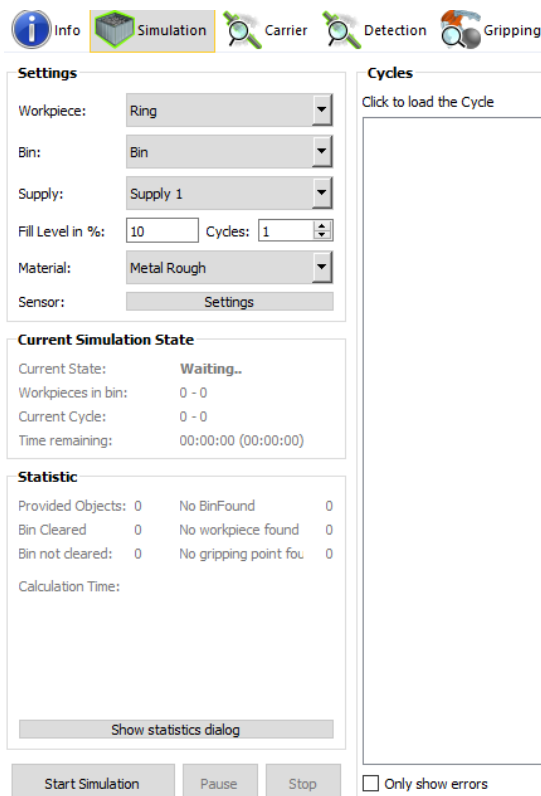
2. Unter **Cell Configuration > Sensors** bzw. **Cell Configuration > Supplies** kann der Simulationssensor konfiguriert bzw. die Position der Kiste verändert werden.



3. Klicken Sie auf „Operation“ und dort auf „Offline Simulation“

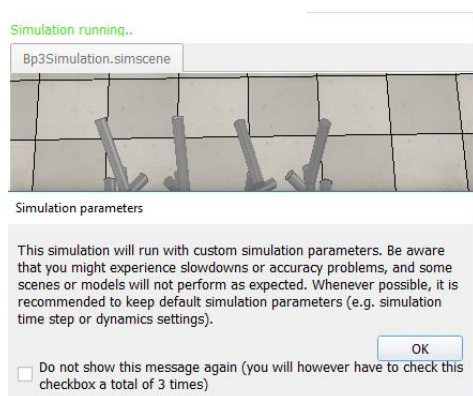


- Im rechten Fenster öffnet sich nun der Konfigurationsdialog.



Hier kann eingestellt werden, welches Teil gesucht werden soll oder wie hoch die Kiste befüllt werden soll. Außerdem wird hier die Simulation gestartet. Im unteren Teil sehen Sie die Simulationsumgebung und wie die Teile in die Kiste fallen.

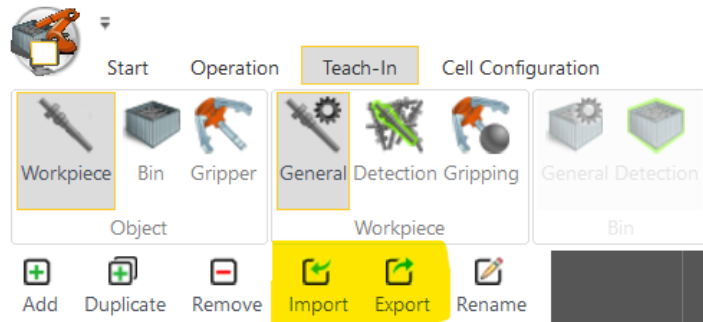
Beim ersten erfolgreichen Starten der Offline-Simulation erscheint folgender Dialog. Dieser muss zwingend insgesamt 3x bestätigt werden und erscheint dann nicht mehr.



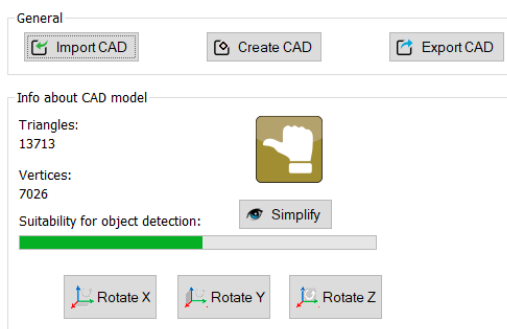
Das Werkstück, das Sie simulieren möchten, muss im Simulationsprojekt angelegt sein. Ist es dies nicht, wechseln Sie über **Start > Available Projects** auf das Projekt, in dem das Werkstück angelegt wurde und exportieren das Werkstück über **Teach-In > Workpiece** via „Export“. Greifpunkte werden mit exportiert. Importieren Sie das Werkstück in Ihr Simulationsprojekt.

Denken Sie daran, das neue Werkstück nach dem Import auch zur ID Table hinzuzufügen. Nur Werkstücke, die in der ID Table hinterlegt sind, können für die Simulation ausgewählt werden.

Auch der Greifer muss in das Simulationsprojekt übertragen werden über **Teach-In > Grepper** und „Export“.



Achtung! Greifer und Werkstück sollten nicht zu komplex sein, sonst verlängern sich die Rechenzeiten. Achten Sie dazu auf die Hinweise der Software. Ein Beispiel für ein zu komplexes Werkstück:



7.2 Simulation durchführen und auswerten

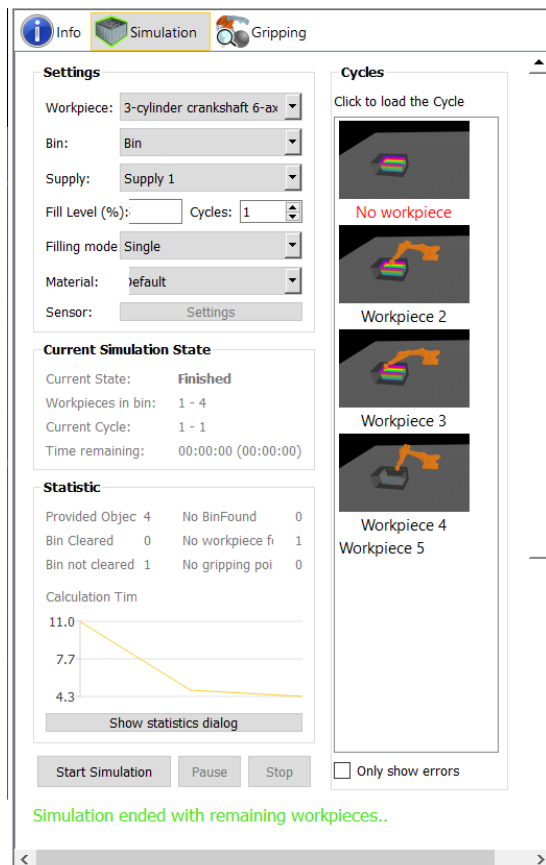
Wählen Sie unter **Operation > Offline Simulation > Settings**, das Werkstück, den Werkstückträger und den Bereitstellungsplatz und tragen einen Befüllungsgrad in Prozent ein.

Filling Mode „Single“ und Material „Default“ wählen.
Anschließend starten Sie die Simulation.

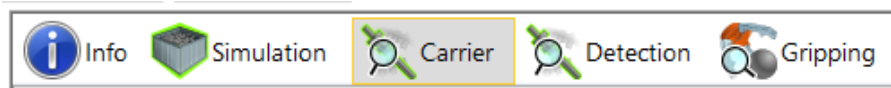
Sollten die Bauteile bei der Simulation z.B. durch die Kiste fallen oder die Simulation zu langsam sein, wählen Sie bitte unter CAD Reducing > „QHull“ aus.

Während der Simulation kann es zu einer CPU-Auslastung bis 100% kommen. Dies ist gewünscht, damit die maximale Rechenleistung für die Berechnung zur Verfügung steht.

Für jeden Scan wird ein Zyklus angelegt, der durch Klick auf die Grafik in der rechtsstehenden Liste die Situation inkl. Roboterposition zeigt.



Wenn Sie einen Zyklus ausgewählt haben, erscheinen die Reiter „Carrier“, „Detection“ und „Gripping“.



Unter „Carrier“ und „Detection“ können Sie nachvollziehen, wie der Algorithmus zur Teileerkennung vorgegangen ist und welche Posen berechnet wurden. Dies lässt Rückschlüsse auf Verbesserungen zu, siehe Kapitel 8.2.

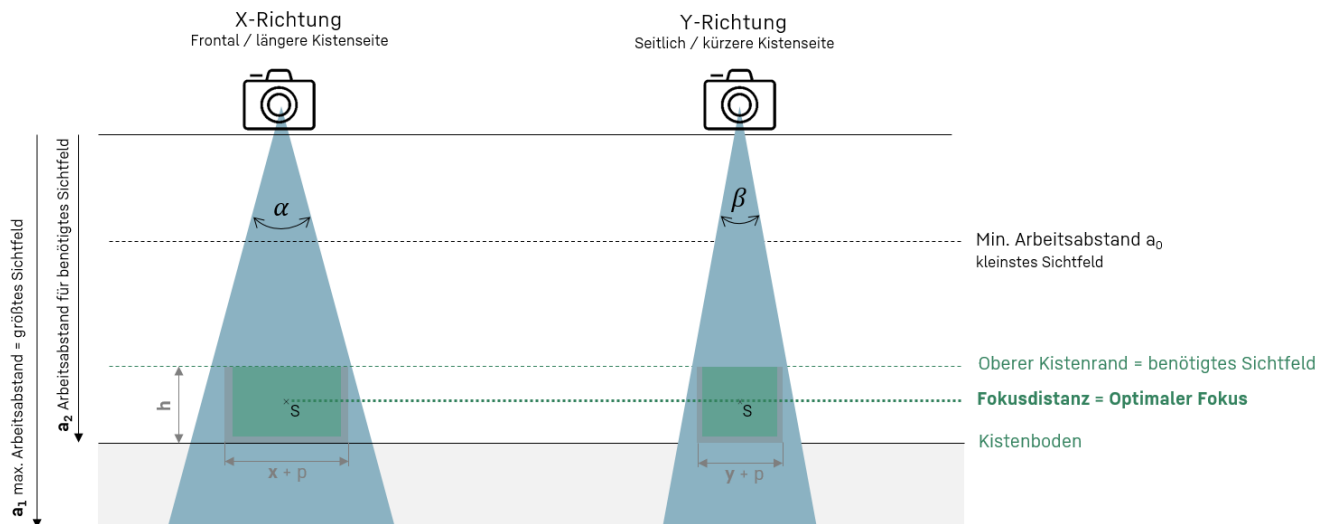
Im Reiter „Gripping“ lässt sich nachvollziehen, aus welchen Gründen ein Greifpunkt nicht möglich war, z.B. bei Kollision mit dem Werkstückbehälter.

8. Troubleshooting: Werkstückerkennung

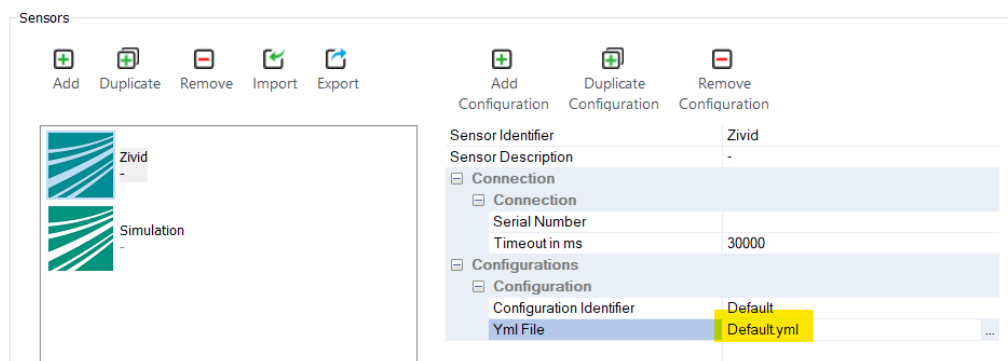
8.1 Es wurden keine Werkstücke gefunden –Punktwolke prüfen

Bei Problemen mit der Werkstückerkennung empfiehlt sich zunächst eine Prüfung der Punktwolke. Nur, wenn diese ausreichend genau ist, lassen sich Werkstücke zuverlässig erkennen.

- Arbeits- und Fokusabstand prüfen anhand des Datenblatts Ihrer Kamera (im Downloadpaket mitgeliefert). Befindet sich die Kamera im zulässigen Bereich des Arbeitsabstands? Weicht der Arbeitsabstand in Ihrer Zelle nicht zu sehr von der Fokusdistanz ab? Sind Ihre Teile zu klein (siehe 9.1 Genauigkeit des Sensors)?



- Beleuchtung anpassen, starke / blendende Lichtquellen, direkte Sonneneinstrahlung oder Spiegelungen eliminieren
- Kamera neu kalibrieren siehe Kamera-Anleitung, mitgeliefert im Quick Start Guide. [Zum Download.](#)
- Scaneinstellungen im Kamera SDK anpassen
 - Mehr / längere Aufnahmen, HDR-Feature nutzen
 - Parameter variieren (Aperture, Gain, ...)
 - Ziel ist es, eine möglichst vollständige Punktwolke (keine Lücken, „schwarze Löcher“) ohne Streuungen, Ausreißer, Artefakte, zu erhalten.
 - Darauf achten, dass die neu erzeugte Konfigurationsdatei für den Scan auch genutzt wird.



Greifen Sie hierzu auf die Bedienungsanleitung oder die Knowledge Base des Kameraherstellers zurück.

8.2 Es wurden keine Werkstücke gefunden

Stellen Sie bitte zuallererst Folgendes sicher:

- Der Scan wurde erfolgreich durchgeführt
- Es wird nach der richtigen Kiste gesucht und diese auch gefunden.
 - Falls nach der falschen Kiste gesucht wird, ändern Sie die Einstellungen unter **Cell Configuration** > ID Table
 - Falls nach der richtigen Kiste gesucht, diese aber nicht gefunden wird, prüfen Sie das hinterlegte CAD-Modell (insbesondere die Modelle „Complete“ und v.a. „Border“, da letzteres für die Suche verwendet wird) und Ihre Region of interest siehe Kapitel 6.10
- Sollte die Kiste nicht gefunden werden, gehen Sie wie hier beschrieben vor, nur in dem Tab „Carrier“ anstatt „Detection“.
- Es wird nach dem richtigen Werkstück gesucht

```

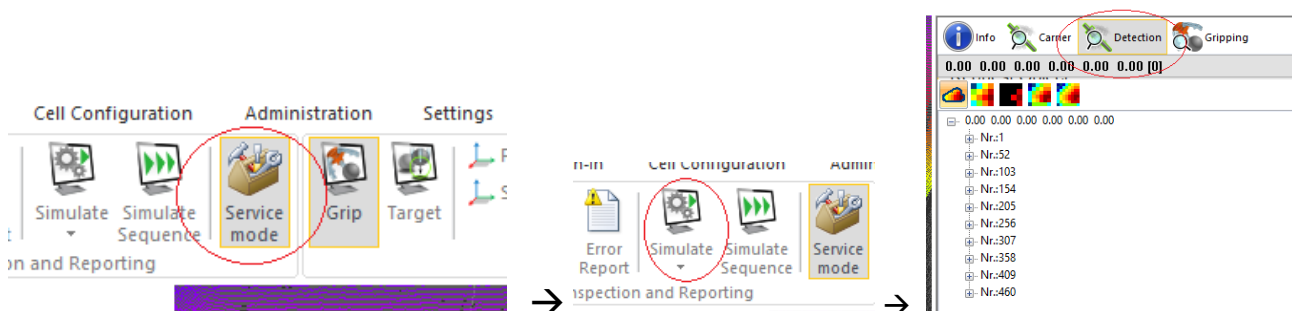
10:43:50: EXT Message I received
10:45:56: Logic EXT_REQUEST: 1
10:45:56: Logic REQUEST OBJECT
10:45:56: Sensor Scanning
10:45:57: Sensor SCAN done in 1243 ms
10:45:57: Sensor Scan done
10:45:57: OPD Running BIN DETECTION
10:45:57: OPD Bin Detection running
10:45:57: OPD Preparing carrier 'Bin' for detection
10:45:57: OPD Detect bin location
10:45:57: OPD Bin detected
10:45:57: OPD Fill level = 0.252405%
10:45:57: OPD Bin detected
10:45:57: OPD Workpiece detection running
    
```

Request Object	
Workpiece:	1 - Cylinder
Bin:	1 - Bin
Supply:	1 - Supply 1
Sensor:	Simulation
Cycle	
Bin Detection	
Status:	detected
Fill Level:	10.73%
Points in emptiness area:	548093
Workpiece Detection	
Current detections:	7
Previous detections:	0
Detection runs:	1
Detections	
Detection Scores	

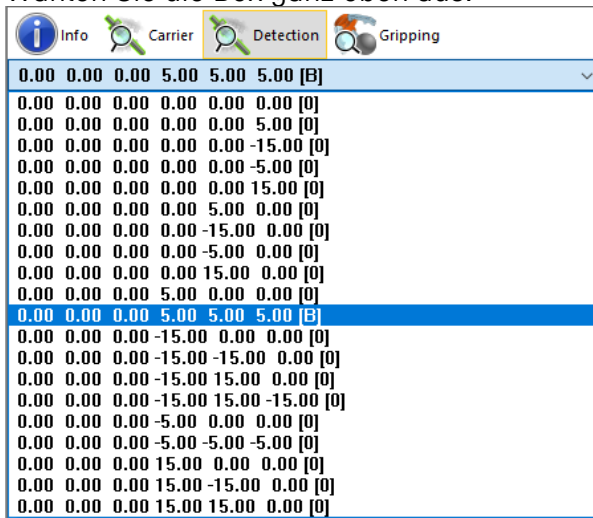
C.

Überprüfung der Erkennungsparameter:

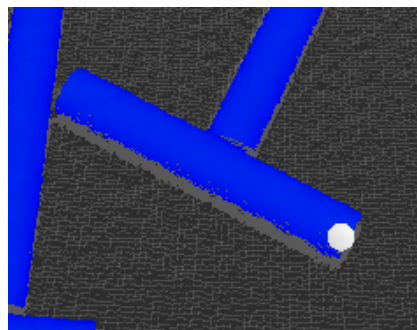
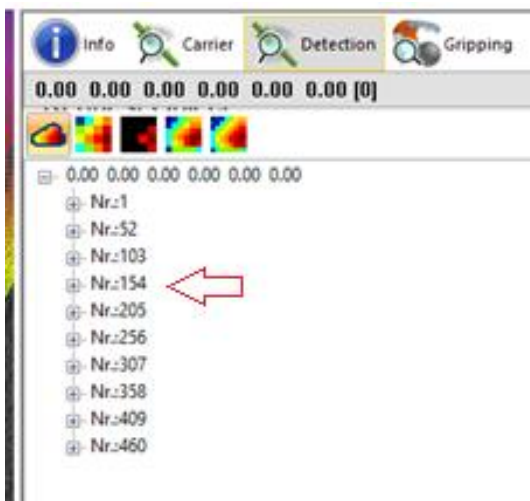
Dazu aktivieren Sie bitte den Service-Modus, scannen erneut und öffnen den Erkennungstab.



Sie sollten jetzt folgendes Fenster sehen.
Wählen Sie die Box ganz oben aus.

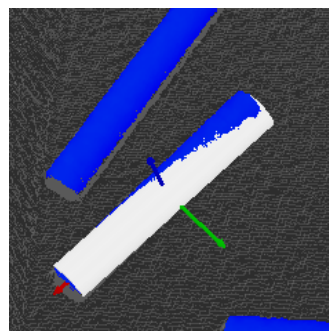
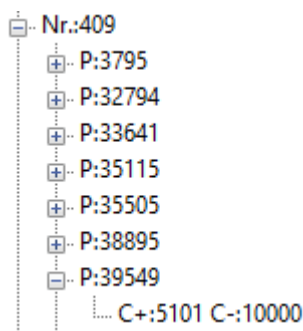


Hier werden alle möglichen Ansichten, die der Algorithmus zur Startpunktsuche benutzt, angezeigt.
Wählen Sie hier den Eintrag mit [B] aus. Hier befindet sich die beste gefundene Erkennung.
Sollte hier keine gute Erkennung zu finden sein, schauen Sie auch die anderen Möglichkeiten durch.



Jeder unten aufgeführte Punkt markiert einen Startpunkt der zur Werkstücksuche herangezogen wird.
Wenn Sie auf einen klicken, wird dieser in der Punktwolke als weißer Punkt markiert.

Wenn es sich um das Werkstück handelt, das gefunden werden soll, öffnen Sie den markierten Reiter.



Hier werden alle Positionen angezeigt, die der Algorithmus zur Suche heranzieht.

Sichten Sie alle Positionen und klappen Sie den Reiter aus, welcher am besten mit der Position des Werkstückes in der Punktwolke übereinstimmt.

Die Übereinstimmung muss hier nicht ganz genau sein, da es im nächsten Schritt erst genau angepasst wird.

Im Fenster darunter sehen Sie jetzt den Grund, warum das Werkstück nicht erkannt wurde.

Property	Value
Step	OPDStep::CONTOURS
SearchDuration	1 ms
ScoreContourPositive	5101 (9800)
ScoreContourNegative	10000 (7000)
InvalidReason	P. Contour Score to low (5101)

Hier steht als Begründung: „Positive Kontur ist zu gering“

Positive Kontur:	Gefundener Wert: 51	Eingestellter Mindestwert: 91	→ Nicht ok
Negative Kontur:	Gefundener Wert: 100	Eingestellter Mindestwert: 70	→ Ok

In diesem Beispiel ist also der gefundene Wert der positiven Kontur kleiner als der in den Erkennungseinstellungen definierte.

Wechseln Sie nun in die Erkennungseinstellungen und setzen den Wert der positiven Kontur auf unter 50.

Expert Settings

Resolution

Angle:

2.0 °

Grid:

1.5 mm

Individual steps ☐

Step 1

Step 2

Step 3

x, y:

6.0 mm

x, y:

3.0 mm

x, y:

1.5 mm

z:

6.0 mm

z:

3.0 mm

z:

1.5 mm

Search Points

Peak height [mm]:

1

6.00 mm

Peak area [mm²]:

2

72 mm²

Fitting

Threshold:

Reliability

Positive Contour

1

3.00 mm

98

Negative Contour

8

24.00 mm

70

Surface

2

3.00 mm

80

Edges

1

1.50 mm

99

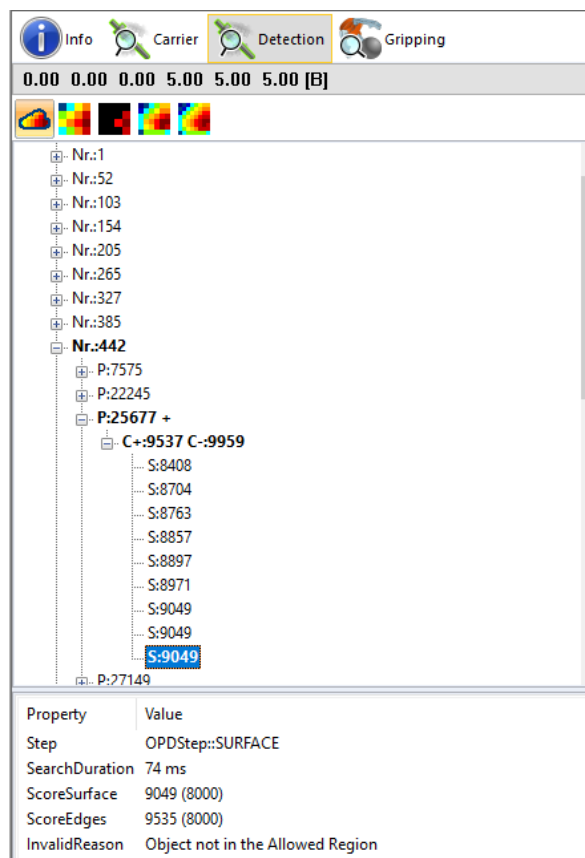
Simulieren Sie jetzt nochmals. Sollte das Werkstück immer noch nicht gefunden werden, gehen Sie erneut wie oben beschrieben vor.

Hier im Beispiel sehen sie Folgendes:

- Die Werte für positive und negative Kontur sind in Ordnung
- Der Wert für Surface ist in Ordnung
- Der Wert für Edge hingegen nicht

Um das zu beheben, wechseln Sie wieder in die Erkennungseinstellungen und verändern den Edge Wert entsprechend.

Es kann auch vorkommen, dass alle Erkennungseinstellungen passen, es aber ungültige Einstellungen in der Kiste gibt.

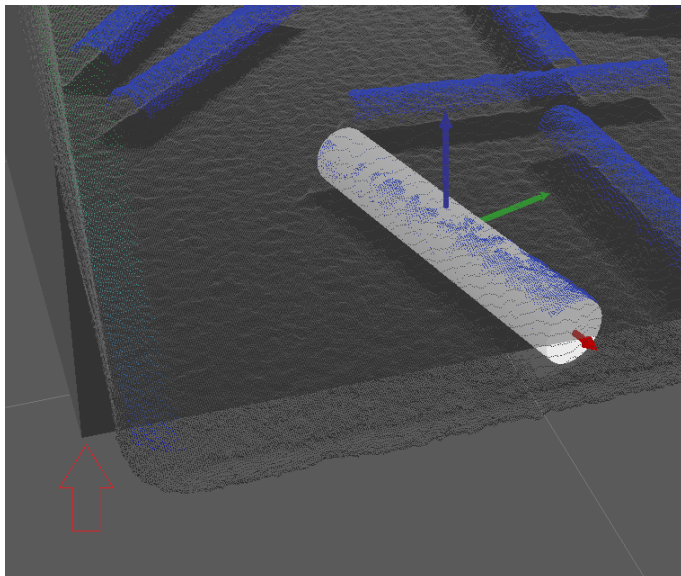


Hier sieht man, alle Werte sind ok, aber das Werkstück befindet sich nicht in der erlaubten Region der Kiste.

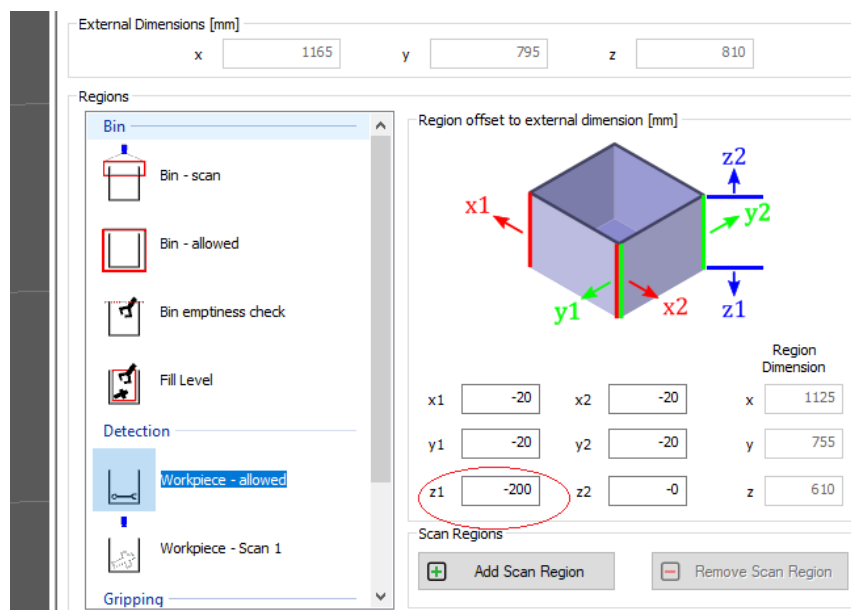
Um das zu prüfen, aktivieren Sie in der 3D-Ansicht die Regionen und wählen „Workpiece - allowed“ aus.



Sie sollten in der 3D Ansicht nun Folgendes sehen:



Hier sehen Sie, dass sich die Region, in dem das Werkstück liegen darf, über dem Werkstück befindet. Dies ändern Sie in den Kisten-Einstellungen.



Nun sollte das Werkstück gefunden werden.

8.3 Es werden falsche Werkstücke gefunden

Es kann vorkommen, dass es zu Falscherkennungen von Werkstücken kommt, wenn die Erkennungseinstellungen zu locker eingestellt sind.

Das passiert meistens, wenn sich mehrere verschiedene Werkstücke in einer Kiste befinden.

Es wird empfohlen, dass sich nur die zu suchenden Werkstücke in der Kiste befinden!

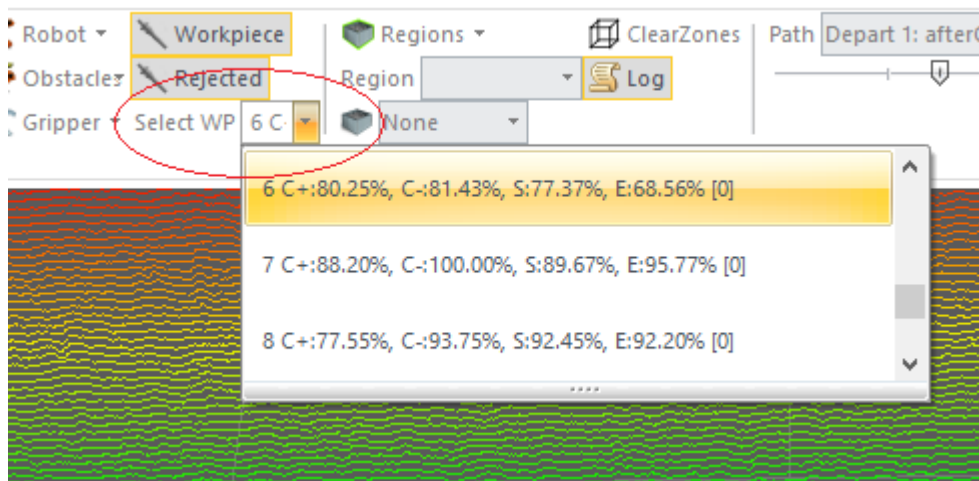
In der linken Liste sehen Sie alle erkannten Werkstücke, die gültigen und auch die ungültigen, jeweils mit einer Nummer ganz vorne.

```

11:45:41: OPD Detected Workpieces:
11:45:41: OPD 0: C+:93.71% C-:98.18% Sf:91.38% Eg:99.81%
11:45:41: OPD 1: C+:99.59% C-:100.00% Sf:91.98% Eg:92.73%
11:45:41: OPD 2: C+:97.41% C-:100.00% Sf:89.32% Eg:80.91%
11:45:41: OPD 3: C+:98.34% C-:100.00% Sf:91.33% Eg:98.12%
11:45:41: OPD 4: C+:84.88% C-:100.00% Sf:92.61% Eg:92.90%
11:45:41: OPD 5: C+:99.56% C-:90.45% Sf:91.16% Eg:98.29%
11:45:41: OPD 6: C+:80.25% C-:81.43% Sf:77.37% Eg:68.56%
11:45:41: OPD 7: C+:88.20% C-:100.00% Sf:89.67% Eg:95.77%
11:45:41: OPD 8: C+:77.55% C-:93.75% Sf:92.45% Eg:92.20%
11:45:41: OPD 9: C+:79.34% C-:93.86% Sf:80.13% Eg:68.77%
11:45:41: OPD 10: C+:98.46% C-:78.82% Sf:86.55% Eg:83.61%
11:45:41: OPD Detection done: 11 workpieces in 337 ms
11:45:41: CPG CPG RUN finished
    
```

Um jetzt herauszufinden welches Werkstück in der Liste das ungültige ist, können Sie die einzelnen Werkstücke anschauen.

Dazu klicken Sie in der 3D Ansicht auf Folgendes:

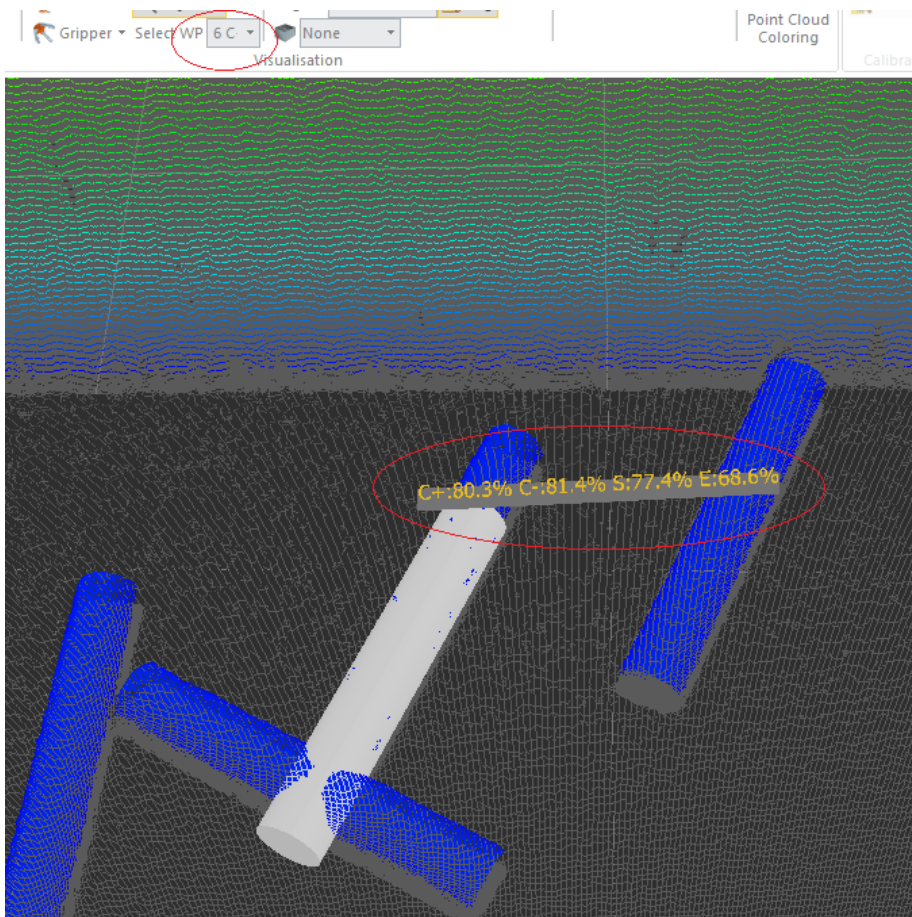


Hier können Sie alle Werkstücke einzeln anwählen.

Noch schneller geht es mit der folgenden Tastenkombination:

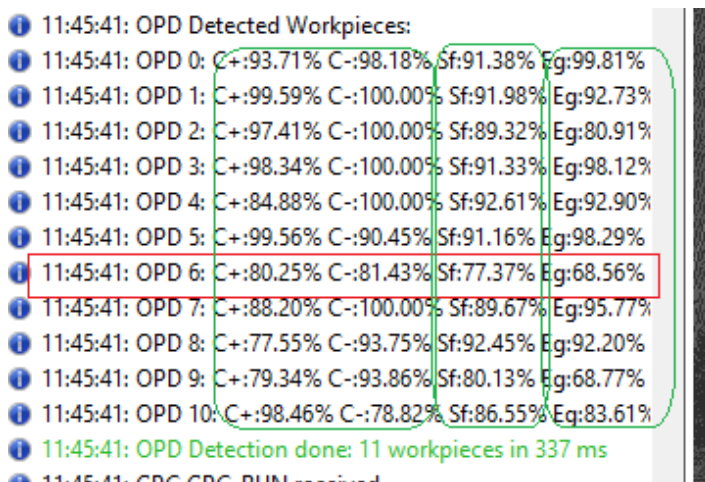
STRG + Pfeil nach oben / nach unten

Prüfen Sie nun alle Listeneinträge, bis das Werkstück erscheint, das falsch erkannt wurde.



Oben sehen Sie nun die Nummer, mit der Sie das Werkstück in der linken Leiste identifizieren können. Hier wäre es das Werkstück Nummer 6.

Alternativ sehen Sie auch die Erkennungswerte als Overlay direkt in der 3D Ansicht, wenn sich die Maus über dem Werkstück befindet.



Wie Sie im Bild erkennen können, gibt es 2 Werkstücke mit schlechteren Edge Werten als die anderen. Das ausgewählte Werkstück 6 und außerdem noch das Werkstück 9.

Alle anderen haben Werte über 80, es ist hier also sinnvoll, den Edge-Wert auf 80 zu stellen. Somit werden alle Werkstücke, die einen schlechteren Wert als 80 haben, nicht erkannt.

	Threshold:		Reliability
Positive Contour	2	6.00 mm	50
Negative Contour	8	24.00 mm	50
Surface	2	3.00 mm	50
Edges	1	1.50 mm	80

Sollte das nicht reichen, gehen Sie bitte wie folgt vor:

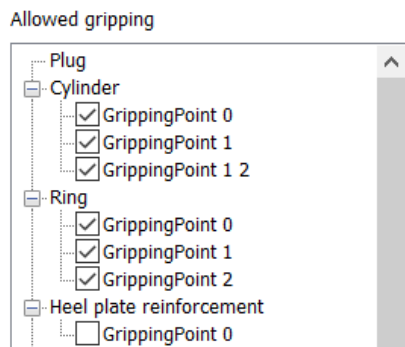
1. Edge Wert erhöhen (wie im Bild markiert)
Wenn das nicht hilft, erhöhen Sie den Wert bei Edge Threshold um 1, um die Genauigkeit der Prüfung zu verringern
2. Wenn dies nicht hilft, selbiges mit dem Surfacewert
3. Erst dann die positive und negative Kontur anpassen

8.4 Es wurde kein Greifpunkt gefunden

Result	
Result:	No Grip Found
Scan Time:	2.70 s
Calculation Time:	19.53 s
Total Time:	22.23 s

Anmerkung: Die lange Berechnungszeit spricht dafür, dass sehr viele Greifpunkte berechnet wurden und ist kein Mangel.

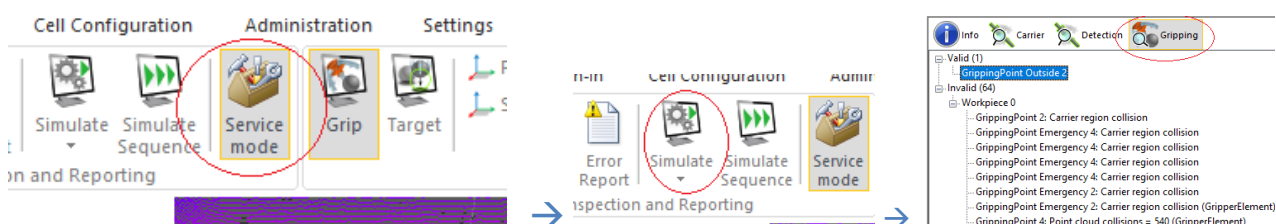
Prüfen Sie, ob alle Greifpunkte des Teils für den verwendeten Bereitstellungsplatz zugelassen sind unter **Cell Configuration > Supplies > Allowed gripping**. Falls im Protokollierungsbereich (Operation > linke Statusliste) „Gripping point not allowed for this supply“ angezeigt wird, ist das der Fall. Nur die angehakten Greifpunkte werden verwendet:



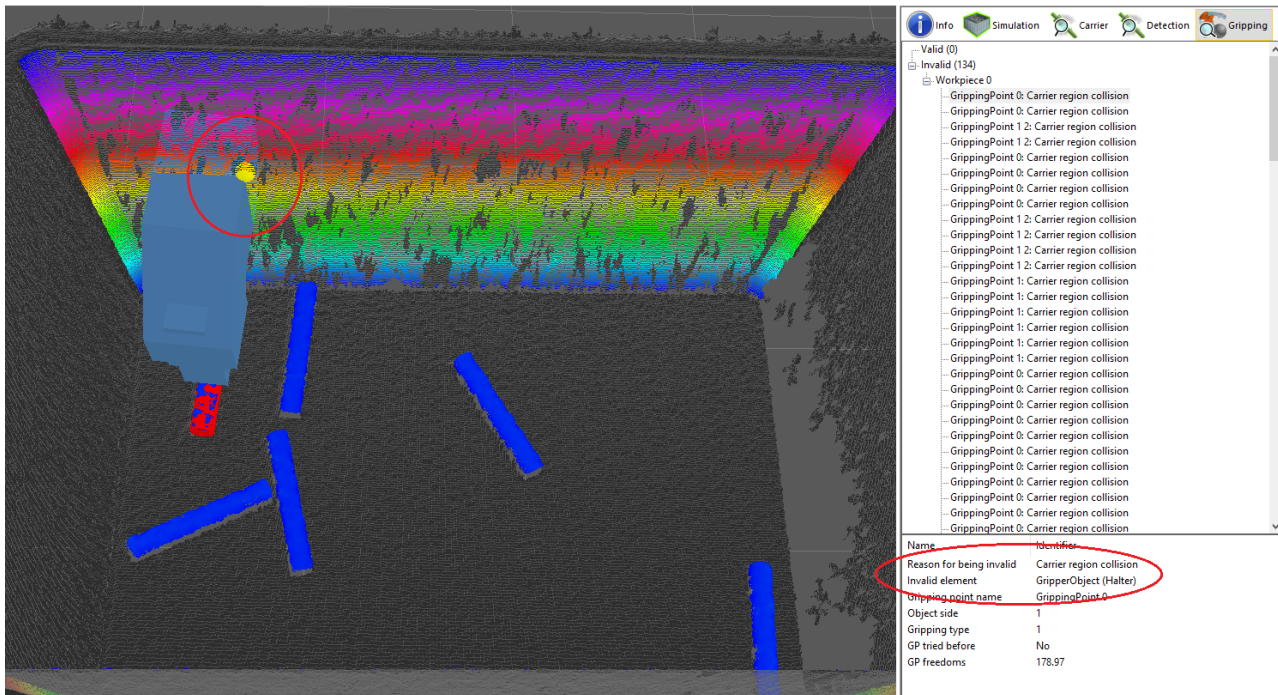
- Fügen Sie neue Greifpunkte hinzu, um mehr Möglichkeiten zuzulassen.
- Variieren Sie Ihren Greifer bzw. das Greifermodell in der Software

Überprüfung der Greifpunkte

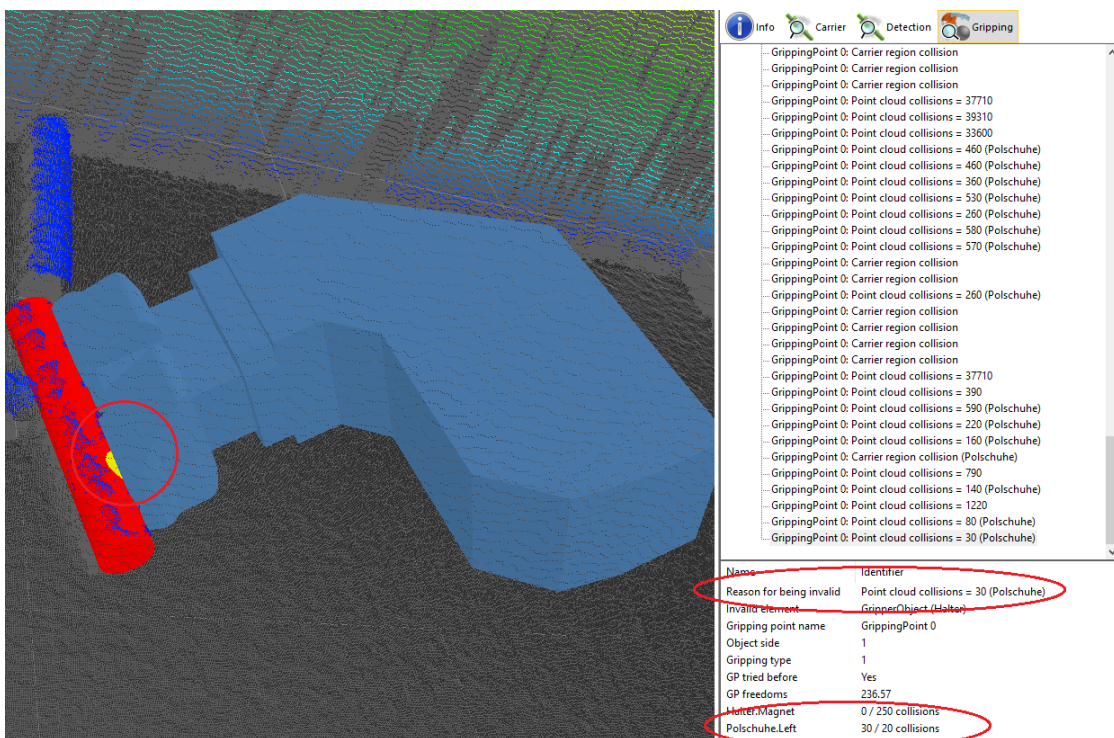
Aktivieren Sie den Service-Modus, simulieren erneut und öffnen den Reiter „Gripping“.



In der aufgeführten Liste werden alle Greifpunkte dargestellt, die von der Software berechnet wurden. Sobald Sie in dieser Liste einen Greifpunkt auswählen, wird dieser in der 3D-Szene visualisiert und Sie sehen, warum dieser Greifpunkt nicht gefunden wurde.



In diesem Beispiel ist zu sehen, dass der Greifer mit der Kiste kollidieren würde. Dies wird im Info-Fenster rechts unten angezeigt.



In diesem Beispiel kommt es zu einer Kollision zwischen Greifer und Punktwolke (gelber Punkt). Im Info-Fenster wird angezeigt, welches Element des Greifers mit der Punktwolke kollidiert. Folgende Möglichkeiten haben Sie, um dies zu beheben:

- Der Greifpunkt ist zu nah am Bauteil und muss mit etwas Abstand gesetzt werden.
- Die Anzahl der gültigen Kollisionen beim Greifer erhöhen (vor allem wie hier bei Magnetgreifern, bei denen sich Bauteil und Greifer berühren)

Dadurch, dass die Punktwolke immer ein gewisses „Rauschen“ aufweist, d.h. Punkte im Raum, die keine tatsächlichen Gegenstände im Raum darstellen, kommt es immer zu Kollisionen. Wenn dies jedoch nur an einzelnen Punkten der Punktwolke geschieht, stellt dies kein Hindernis dar.

9. Troubleshooting: Genauigkeit

Sie haben Probleme mit der Genauigkeit Ihrer Bin Picking Anwendung? Unser Leitfaden hilft Ihnen, die Lösung zu finden.

9.1 Genauigkeit des Sensors

9.1.1 Woran erkenne ich das Problem?

- Teile werden nicht erkannt.

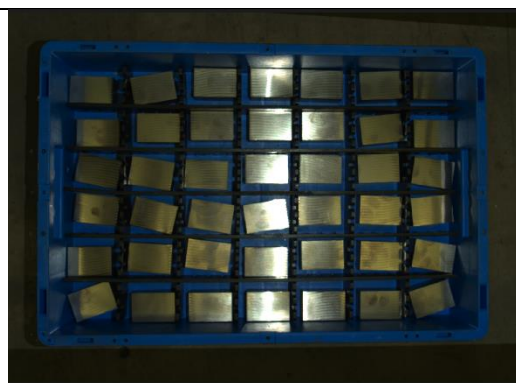
Result	
Result:	No Object Found
Scan Time:	6.93 s
Calculation Time:	5.39 s
Total Time:	12.32 s

- Punktwolken sind lückenhaft oder weisen starke Ausreißer (sogenannte Artefakte) auf.

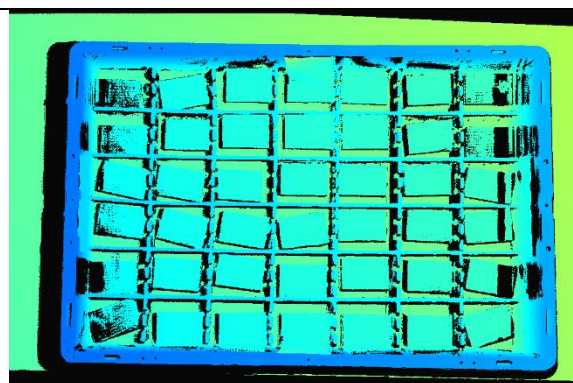
Beispiel 1: lückenhafte Punktwolke

Schwarze Bereiche = „blinde Flecken“, keine Punkte in diesem Bereich gefunden.

Reales Bild



Punktwolke



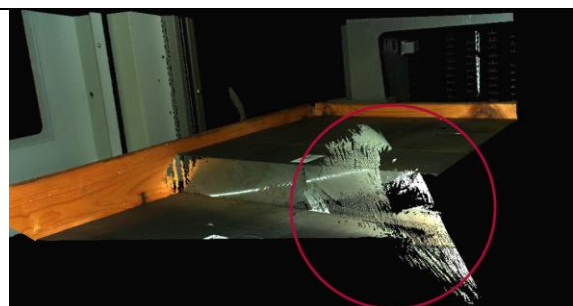
Beispiel 2: Artefakte

Punkte werden gefunden, wo sich in Wirklichkeit keine Objekte befinden. Tritt vor allem bei Spiegelungen und Reflektionen auf.

Reales Bild



Punktwolke



9.1.2 Wie kann ich es prüfen?

Punktwolke sichten und auf folgende Kriterien achten:

- Saubere und klare Kanten
- Werden kleine Features, z.B. Schlitz, Spalte gut erkannt?
- Durchgängigkeit der Punktwolke: sind Löcher vorhanden? Ist die Punktwolke vollständig? Ist die Punktwolke eben oder wellig?
- Zivid: Dimensionsgenauigkeit mittels InfieldCorrection steigern
- Pixelauflösung prüfen: Reicht die Auflösung des Sensors für die Erkennung kleiner Features aus?
 - Sichtfeld in x-Richtung / lange Seite (FOV)
 - Sensorauflösung = Pixelanzahl in p_x und p_y (z.B. 1920x1200)
 - Zivid One+ mit 2.3MP = 1920 x 1200
 - Zivid Two mit 2.3 MP = 1944 x 1200
 - Ensenso X36 mit 5 MP = 2448 x 2048
 - Ensenso N35 mit 1.3MP = 1280 x 1024
 - z.B. Sichtfeld 500 x 300mm mit Zivid One+

$$\text{Pixelauflösung} = 500\text{mm}/1920 \text{ Pixel} = 0,26\text{mm} / \text{Pixel}$$
 - Pixelauflösung in y-Richtung ist identisch; wird über Kamera angepasst.
 - Wie groß ist das kleinste Feature? Kann es mit der vorhandenen Auflösung erkannt werden?
- Ist die Kameratechnologie die richtige für Ihren Anwendungsfall?

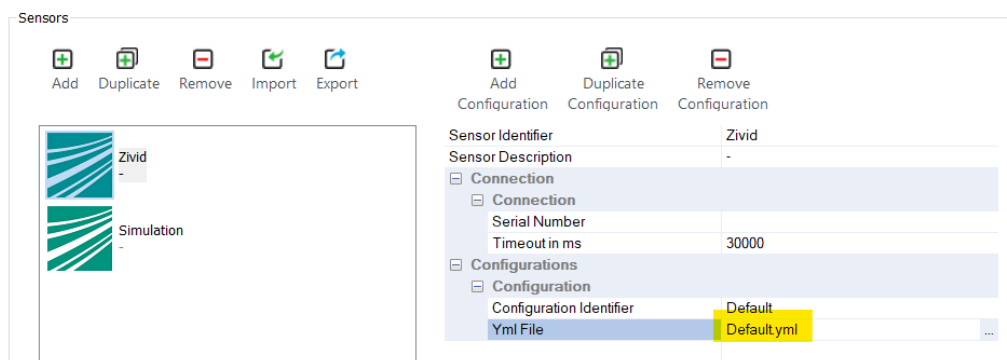
Verfahren	Pro	Contra	Hersteller
Laser Triangulation	<ul style="list-style-type: none"> – Kostengünstiges, einfaches und erprobtes Verfahren – gute Genauigkeit – gut zur Erkennung bewegter Objekte auf Förderbändern 	<ul style="list-style-type: none"> – Schwierigkeiten mit glänzenden und dunklen Oberflächen – Langsam bei feststehenden Objekten (Kamera muss auf Achse verfahren) 	Automation Technology (z.B. C6) Wenglor (z.B. Shapedrive)
Stereo Vision	<ul style="list-style-type: none"> – Gute Erkennung von Kanten – Gut geeignet für lange Distanzen und variables Umgebungslicht 	<ul style="list-style-type: none"> – Schattenwurf – lange Scan- und Berechnungszeit bei runden Objekten – Mangelhafte Erkennung planarer Flächen 	Nerian (z.B. Scarlet)
Active Stereo Vision	<ul style="list-style-type: none"> – Wie Stereo Vision, aber schnellere Berechnung und bessere Erkennung von Flächen 	<ul style="list-style-type: none"> – Wie Stereo Vision, aber kostspieliger 	Ensenso (z.B. X36)
Strukturiertes Licht	<ul style="list-style-type: none"> – vollständiges 3D-Bild des Objekts, gute Genauigkeit – Gute Erkennung runder Formen – Gute Erkennung planarer Flächen durch Musterprojektion – Kurze Berechnungszeit, weniger prozessorintensiv 	<ul style="list-style-type: none"> – Umgebungslicht kann Ergebnis beeinträchtigen – Arbeitsabstand begrenzt, da mit zunehmender Distanz immer weniger Licht ankommt – Schwierigkeiten mit glänzenden und dunklen Oberflächen 	Photoneo (z.B. PhoXi 3D)
Zeitkodierte strukturiertes Licht	<ul style="list-style-type: none"> – Wie strukturiertes Licht – alle Berechnungen auf Pixelebene: Blockrauschen und Verlust an räumlicher Auflösung wird vermieden – hohe Genauigkeit 	<ul style="list-style-type: none"> – Wie strukturiertes Licht – längere Berechnungszeit – Kamera und Objekt müssen stillstehen 	Zivid (z.B. One+)
Time of Flight (auch: LIDAR)	<ul style="list-style-type: none"> – Bei Arbeitsabständen < 10m ungenauer als strukturiertes Licht – Bei Arbeitsabständen > 10m genauer als strukt. Licht – sehr schnelles Verfahren – alle Berechnungen auf Pixelebene: Blockrauschen wird vermieden 	<ul style="list-style-type: none"> – geringe räumliche Auflösung 	Ifm (z.B. O3D) Sick (z.B. Visio-nary-T Mini) Basler (z.B. Blaze)

Eine mangelhafte Punktwolke kann ...

- aus schlechten Umgebungsbedingungen resultieren → siehe 9.1.3 Wie behebe ich es?
- bei herausfordernden z.B. reflektierenden / spiegelnden Teilen auftreten. → siehe 9.2 Erkennungsgenauigkeit

9.1.3 Wie behebe ich es?

- Arbeits- und Fokusabstand prüfen anhand des Datenblatts Ihrer Kamera (im Downloadpaket mitgeliefert) und ggf. anpassen. Wenn Sie den Arbeitsabstand verändern, muss die Hand-Auge-Kalibrierung erneut durchgeführt werden; bei gravierenden Änderungen empfiehlt sich auch eine Neukalibrierung der Kamera.
- Kamera neu kalibrieren siehe Kamera-Anleitung, mitgeliefert im Quick Start Guide. [Zum Download.](#)
- Beleuchtung anpassen, starke / blendende Lichtquellen, direkte Sonneneinstrahlung oder Spiegelungen eliminieren
- Scaneinstellungen im Kamera SDK anpassen
 - Mehr / längere Aufnahmen, HDR-Feature nutzen
 - Parameter variieren (Aperture, Gain, ...)
 - Ziel ist es, eine möglichst vollständige Punktwolke (keine Lücken, „schwarze Löcher“) ohne Streuungen, Ausreißer, Artefakte, zu erhalten.
 - Darauf achten, dass die neu erzeugte Konfigurationsdatei für den Scan auch genutzt wird.



Greifen Sie hierzu auf die Bedienungsanleitung oder die Knowledge Base des Kameraherstellers zurück.

Ziel: Möglichst vollständige Punktwolke, sodass Werkstück erkannt wird

9.2 Erkennungsgenauigkeit

9.2.1 Woran erkenne ich das Problem?

- Punktwolke (siehe Genauigkeit des Sensors) ist gut, keine Lücken, keine Artefakte, aber Teil wird nicht erkannt
- Fehlermeldung „No object found“

Result	
Result:	No Object Found
Scan Time:	6.93 s
Calculation Time:	5.39 s
Total Time:	12.32 s

9.2.2 Wie kann ich es prüfen?

- Wird nach dem richtigen Teil gesucht? ID Table und Abfrage des Roboters (Roboterprogramm, Einstellungen unter **Operation** > Simulate prüfen.
- CAD-Modell prüfen, stimmt dies mit dem tatsächlichen Objekt überein?
- Orientierung prüfen z.B., wenn gestapelte Werkstücke erwartet werden und Werkstücke in chaotischer Lagerung vorliegen, werden diese nicht erkannt.
- Ist keines der Teile vollständig sichtbar? Dann nach Segmenten suchen.
- Sind die Merkmale des Objekts vom Sensor erkennbar? Genauigkeitswerte checken siehe 9.1.2.

9.2.3 Wie behebe ich es?

- ID-Table korrigieren
- CAD-Modell anpassen
- Orientierung gemäß den tatsächlichen Gegebenheiten anpassen unter Teach-In > **Detection** > Orientation Settings
- Segmentsuche – Anleitung zum Einrichten siehe 6.2.2
- Im ungünstigsten Fall ist die Kamera nicht genau genug für Ihr Bauteil und muss getauscht werden.

9.3 Hand-Auge-Kalibrierung oder TCP

9.3.1 Woran erkenne ich das Problem? Woher kommt es?

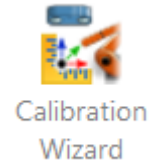
- Systematischer Fehler z.B. Robotergreifer immer 5mm vom Soll-Greifpunkt entfernt
- Zufälliger Fehler – Robotergreifer ist manchmal richtig (am Soll-Greifpunkt) positioniert, manchmal daneben, aber es ist kein Muster erkennbar. Dies deutet auf fehlerhafte Hand-Auge-Kalibrierung hin.
- Fehlerhafte Hand-Auge-Kalibrierung = Kamera und Roboter sind nicht in der hinterlegten Position. Dies kann der Fall sein, wenn die Position eines Objekts nach dem Kalibrieren nochmal verändert wurde z.B. die Kamera anders montiert wurde.

9.3.2 Wie kann ich es prüfen?

- Greifpunkt auf tatsächlichem Werkstück anzeichnen und 10 Picks durchführen. Das Werkstück sollte immer wieder an der gleichen Position gegriffen werden. Beobachten Sie, ob immer (systematisch) z.B. zu weit links gegriffen wird oder ob ein Winkelfehler auftritt (z.B. wenn Objekt bei jedem Pick leicht schräg abgelegt wird).
- Alternativ mit Messspitze prüfen. Dazu einen Greifer mit Messspitze in LHRobotics.Vision anlegen, auf einen definierten Greifpunkt fahren lassen und prüfen, ob Roboter anhand des Scans den richtigen Punkt anfährt.
- Stimmt Greifermodell in LHRobotics.Vision mit richtigem Greifer überein? Ist die Position des Greifers richtig dargestellt?

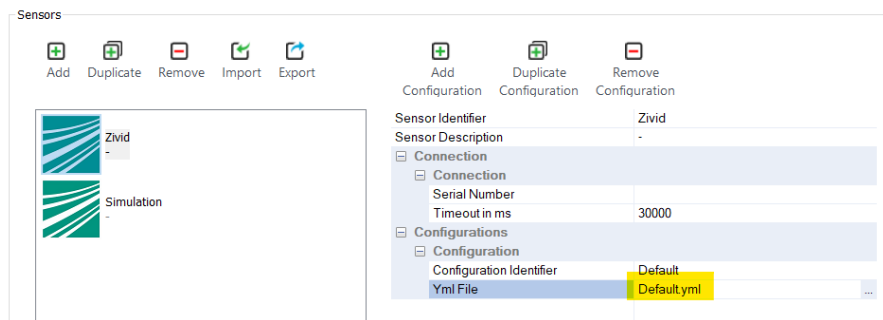
9.3.3 Wie behebe ich es?

- Greifermodell korrigieren
- TCP neu einteichen
- Roboterprogramm prüfen
- Hand-Auge-Kalibrierung neu durchführen siehe Kapitel 5 Hand-Auge-Kalibrierung.
 - Wird die Platte in allen Fällen erkannt? (Reflexionen durch starke Lichtquellen)
 - Kollidiert Roboter während Kalibrierung mit irgendetwas?
 - Meldet Software zum Schluss „successful“?



9.3.4 Mögliche Probleme während der Hand-Auge-Kalibrierung

- Kalibrierplatte wird nicht erkannt - Ungeeignete Aufnahmeeinstellungen
 - Kamera-SDK öffnen
 - Aufnahme einstellen, sodass es für die Szene passt. Tipps hierzu finden Sie in der Dokumentation des Kameraherstellers.
 - Angepasste .json/.yaml Datei in Sensoreinstellungen hinterlegen.



- Neu kalibrieren
- Manche Posen werden nicht erkannt: Ausreißer werden vom Programm automatisch herausgerechnet. Dies stellt keinen Fehler dar.

Falls die Kalibrierung erfolgreich abgeschlossen wird, der Fehler aber dennoch bestehen bleibt, wenden Sie sich an den Liebherr Service, gegeben falls ist der Kalibrierprozess für Ihre Kamera nicht geeignet.

9.4 Genauigkeit des Roboters / Kinematik

9.4.1 Woran erkenne ich das Problem?

- Bahnplanung nicht möglich bzw. nicht korrekt
- Greifpunkte und/oder Ablage des Werkstücks ist ungenau

Anmerkung: Genauigkeiten < 2mm sind herausfordernd und erfordern oft eine zusätzliche Kamera zur Prüfung der exakten Lage.

9.4.2 Wie kann ich es prüfen?

- Ist die Roboterkinematik eine 6-Achs-Kinematik? LHRobotics.Vision Pro, Version 3.2 kann nur für Roboter mit 6-Achs-Kinematik die Kollisionsprüfung und vollständige Bahnplanung vornehmen.
 - Keine 5- und 7-Achs-Roboter, SCARA o.ä. möglich.
 - Nur bei Pro-Version relevant. In der Basic-Variante wird Roboterkinematik nicht berücksichtigt.
- Anforderungen an Roboter prüfen
 - Siehe 1.2 Voraussetzungen auf Roboterseite
 - Bei Fragen wenden Sie sich an Ihren Roboterlieferanten.