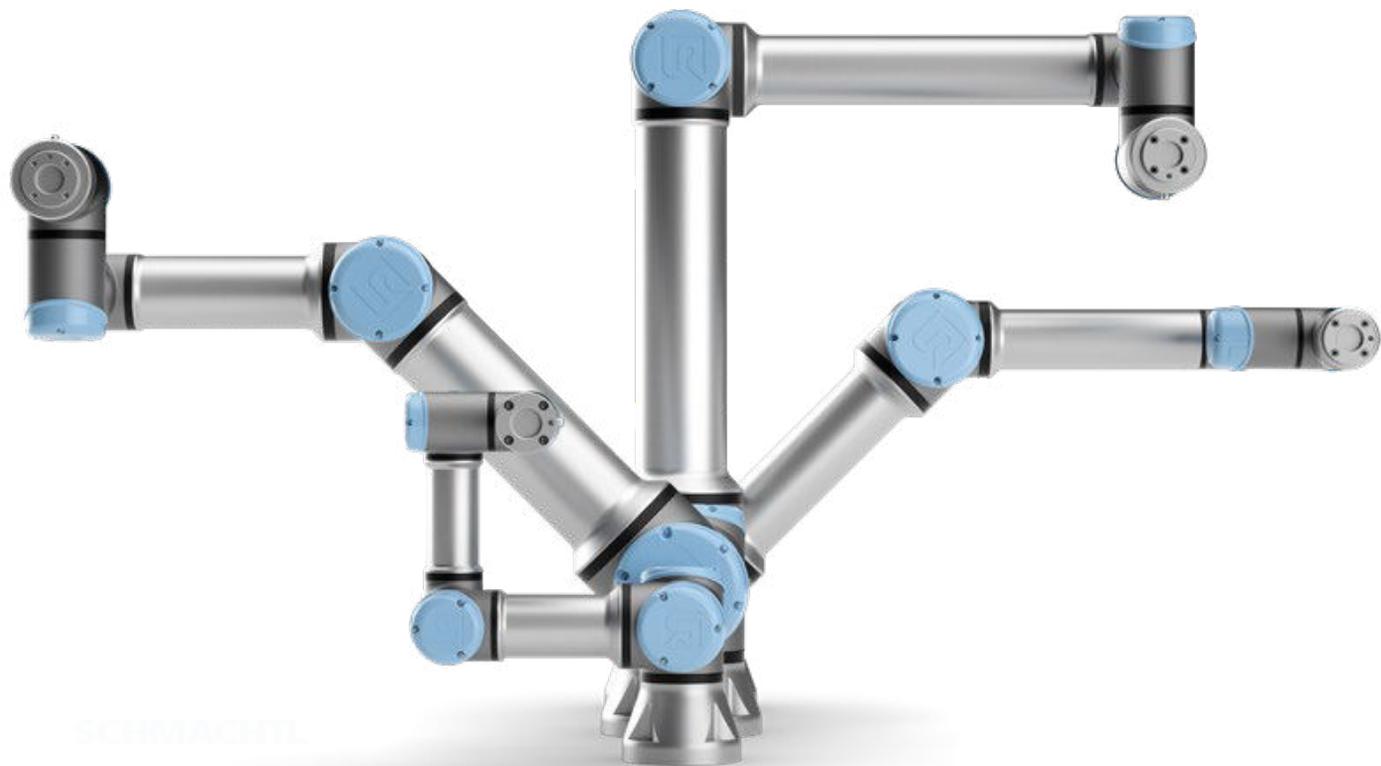


---

# Bin Picking mit Cambrian Intelligence



SCHMACHTL

**SCHMACHTL**



Systemwissen  
entscheidet

[www.schmachtl.at](http://www.schmachtl.at)

## Wer sind wir?

Dienstleistungs- und  
Zulieferunternehmen  
für die Industrie.

1936 Gründung  
Eigentümer: Dr. Karl-Heinz Schmachtl

220 Mitarbeiter

70 Mio. € Umsatz

Geschäftsjahr 2020/21



**SCHMACHTL**



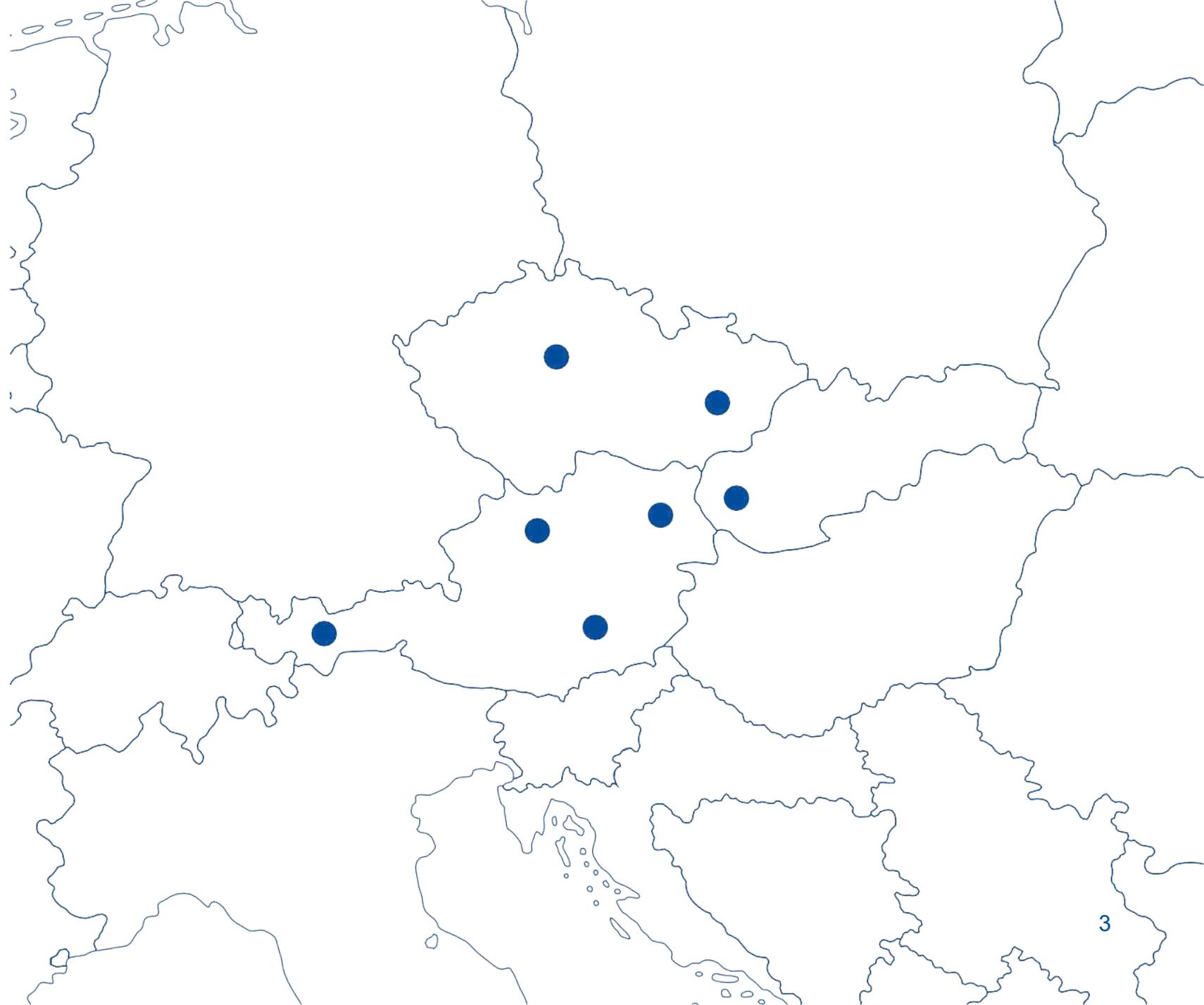
---

## SCHMACHTL Standorte

7 Standorte

Linz. Wien. Graz. Innsbruck.

Prag. Zlin. Bratislava.



---

## Schmachtl Kompetenzbereiche

 Antriebstechnik

 Automation

 Energietechnik

 Gebäudetechnik

 Hydrotechnik



Pumpen- und Kompressorentechnik



Robotik



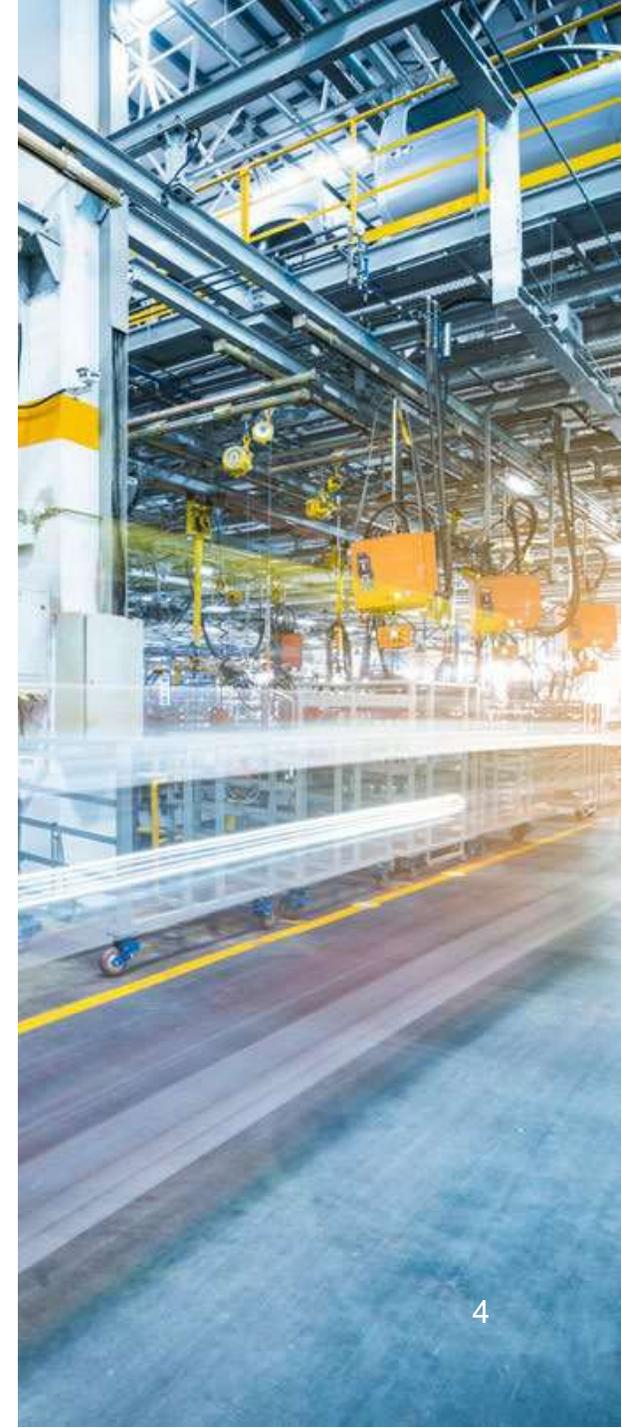
Umwelt- und Messtechnik



Safety



Schaltschranktechnik



# SCHMACHTL's Robotik Welt



## Cobots Portfolio:

Vertriebspartner für den Weltmarktführer



Universal Robots :

- > 60.000 UR Cobots weltweit im Einsatz
- >50% Marktanteil
- Bis zu 5x günstiger als Industrieroboter
- Ø ROI: 195 Tage



## Workshops/Schulungen:

- Online/ vor Ort Demo Termine – Workshops
- POC/ Machbarkeitsstudien
- Anfänger-/ Expert- Trainings



## Service/ Wartungs-Pakete:

- Teile und technischer Support
- Roboter-Fernüberprüfung/ vor Ort-Überprüfung
- Roboterverleih-Programme



## Peripherie Komponenten:

Ökosystem an geprüften Komponenten sowie Unterstützung beim Einsatz :

- Greifer- / Endeffektoren-technik
- Safety Komponenten
- Vision-/ Bildverarbeitungs - Komponenten
- Zubehör

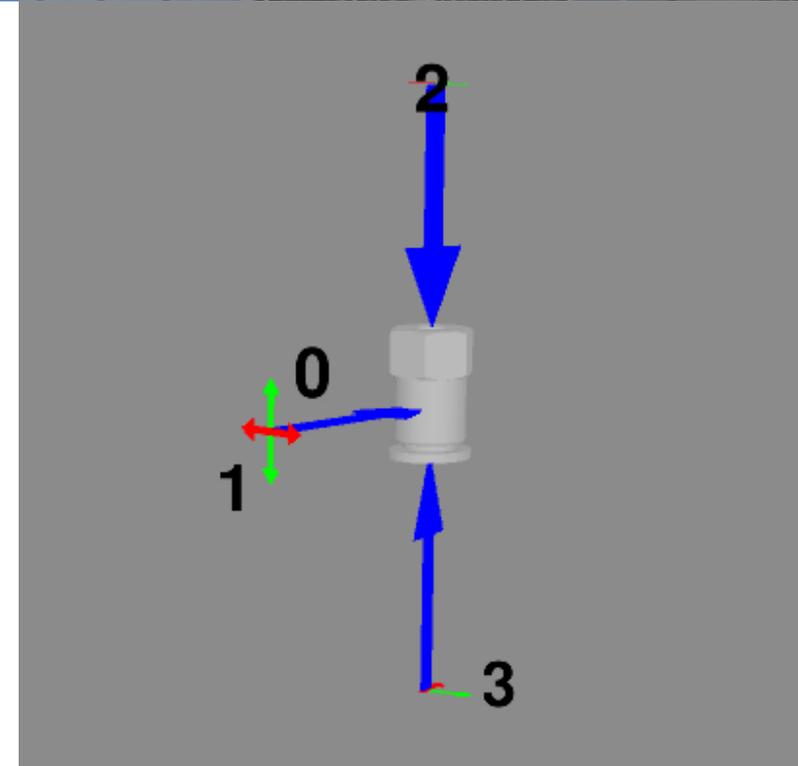


## Königsdisziplin „Der Griff in die Kiste?“

Die Applikationen zählen zu den schwierigsten Aufgaben in der Roboterwelt. Der Grund dafür ist, dass ein Roboter Teile in **jeglicher Orientierung** und **Position kollisionsfrei** aus einer **Kiste** entnehmen muss. Die Teile sind zudem **lose** und **aufeinander gestapelt**, weshalb die Teile sehr leicht verrutschen. Neueste 3D-Technologien sowie Bin-Picking-Softwares sollen diese Art von Anwendungen weitgehend vereinfachen.

### Ablauf

- Ein Sensor scannt den Inhalt der Kiste
- Die dazugehörige Software versucht vorgegebene Teile in der Kiste zu finden  
z.B. via CAD-Match
- Angefahren werden anschließend die definierten Greifpunkte
- Je nach Greifpunkt können unterschiedliche Ablagevorgänge programmiert werden
- Für die Kollisionsvermeidung werden die Geometrie des Greifers, die Kistenwände sowie in der Nähe befindliche Hindernisse definiert



## Was wird alles benötigt?

- Roboter
- Vision System – 3D-Sensor, Laserscanner, Dual-Kamera
- PC mit leistungsfähiger Grafikkarte inkl. Bin-Picking-Software
  - Kommunikation mit Roboter
  - Einlernen Teile, Greifpunkte, Umgebung, Parametrierung, ...
  - Kollisionsvermeidung – Neben der Kiste können auch andere Hindernisse miteinprogrammiert werden
  - Kalibrierung – Verheiraten des Roboter- mit dem Kamerakoordinatensystem
  - Virtuelle Umgebung – Gefundene, nicht anfahrbare Teile und die Roboterbewegungen werden angezeigt.
- Greifsystem – meistens Zwei-Finger-Greifer oder/und Vakuumbreifer. Speziell bei großen Kisten ist eine Verlängerung notwendig, um Kollisionen zu vermeiden und Teile in den Ecken erreichen zu können.



---

## Schwierigkeiten

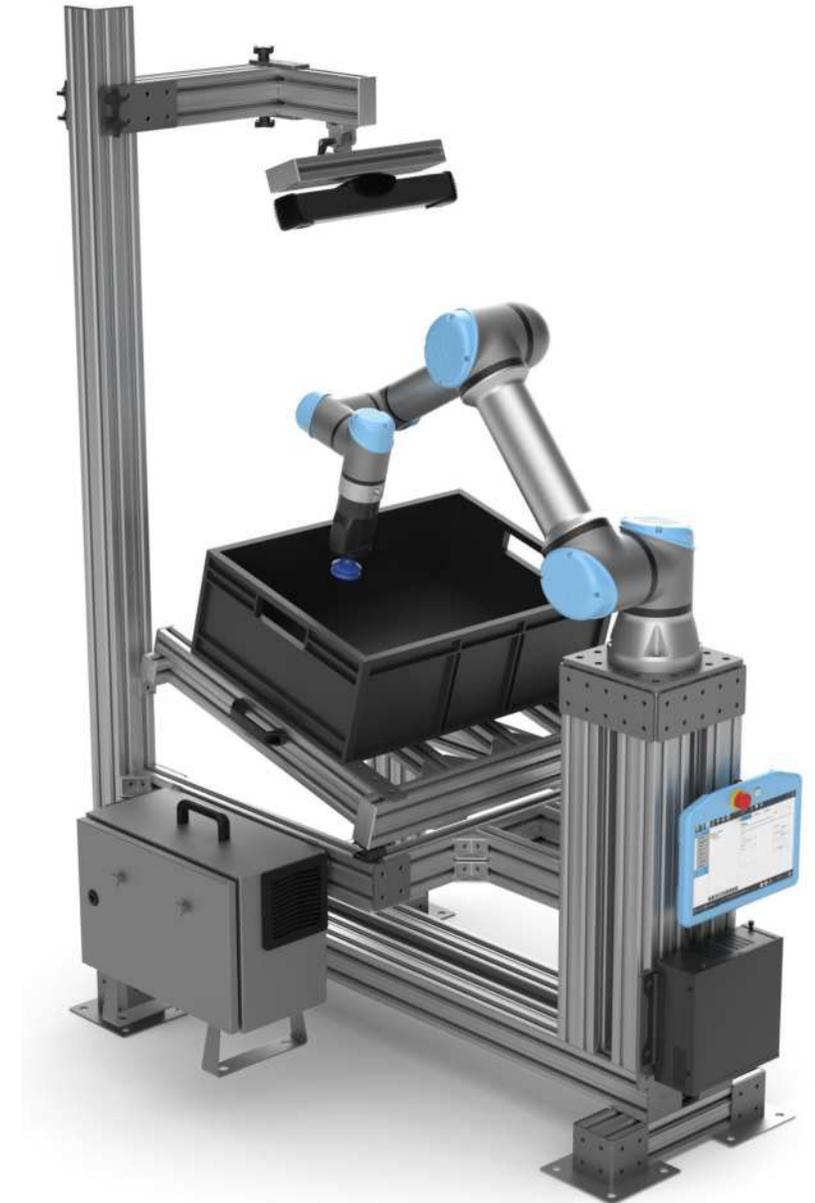
- Kollisionsvermeidung
  - Roboter bzw. Greifer mit Kiste
  - Greifer mit umliegenden Bauteilen (2-F-Greifer problematisch)
  - Umliegende Gegebenheiten (Wände, Säule, Maschinen, ... )
  - Mit Vakuumgreifer einfacher realisierbar
- Teileerkennung - Schwierige Fälle:
  - reflektierende Teile (Metall, Plexiglas, ...)
  - Schwarze, transparente und dünnwandige Teile
- Teilevielfalt – sortenreine Kisten erwünscht bzw. oft ein Muss
- Design des Greifers
- Verrutschen der Teile
  - Speziell beim Vakuumgreifer erschwert, da ein gewisser Gegendruck notwendig ist
  - Abhilfe: Kraftfunktion Universal Robot
- Externe Lichtquellen (Sonnenlicht!, Hallenbeleuchtung, ...)
- Vollständiges Entleeren der Kiste oft nicht möglich
  - Allerdings zumeist nicht relevant



---

## Schwierigkeiten

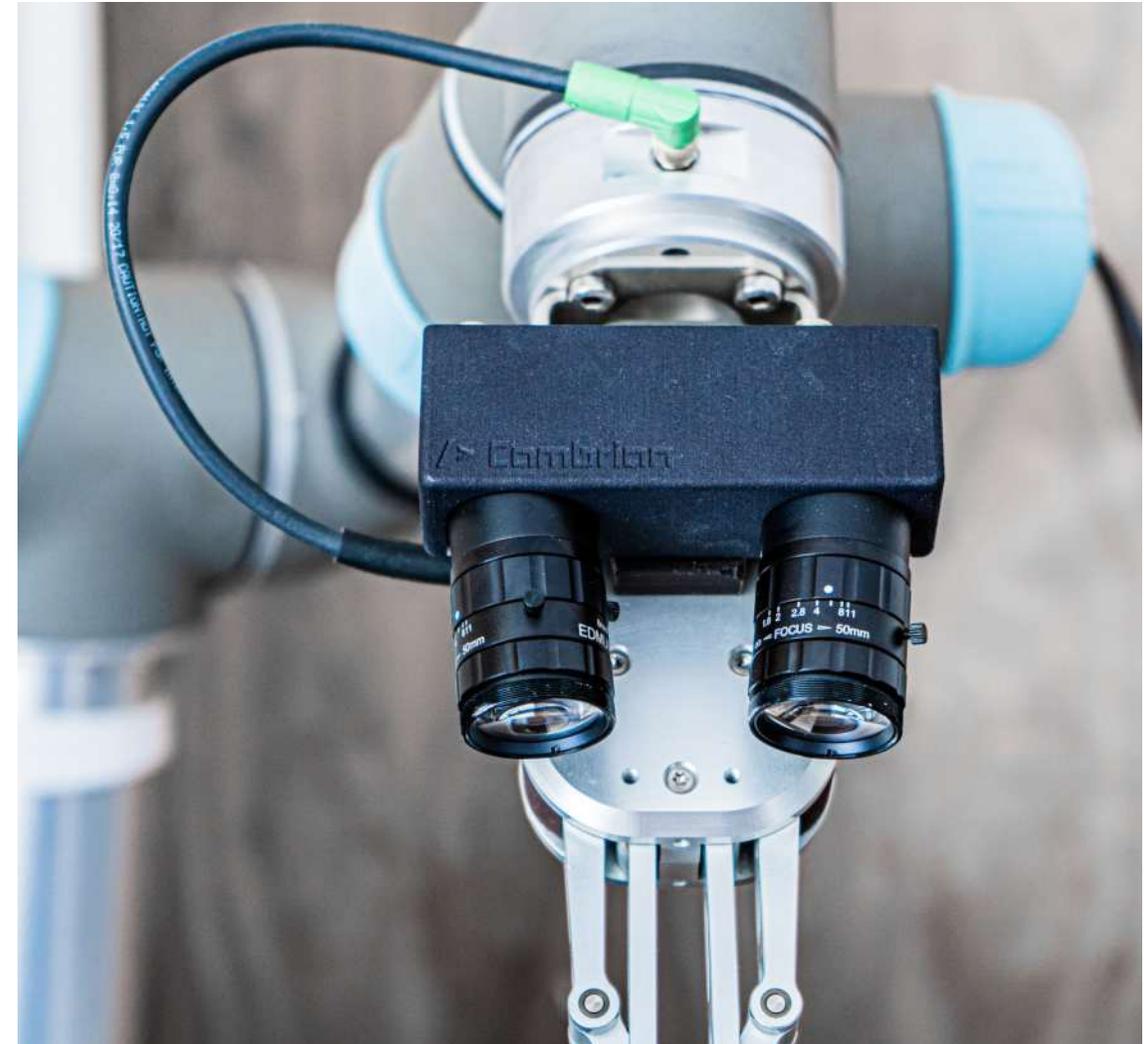
- Orientiertes Ablegen
  - Das Greifen aus der Kiste und Ablegen ist in einem Schritt kaum möglich. Teile können beim Greifen verrutschen, Teile müssen anders gegriffen werden oder gar umgedreht werden.
  - Dazu ist eine Zwischenstation notwendig. Im besten Fall kann diese Station so designt werden, sodass die Teile immer an die richtige Position rutschen und anschließend erneut vom Roboter gegriffen werden.
  - Das ist allerdings nicht immer möglich weshalb die Teile auf einem Tisch platziert werden und erneut von einem anderen Kamerasystem detektiert werden müssen.
- Taktzeit
  - Man muss hier mit einer durchschnittlichen Taktzeit rechnen. Es kann sein, dass Teile auch gar nicht gegriffen werden.
  - Flexibilität vs. erhöhte Taktzeit. Der Sensor kann auf dem Roboter (Hand-Auge) oder über der Kiste montiert werden. Ein fixer Sensor hat den Vorteil, dass keine Bildaufnahme mit dem Roboter angefahren werden muss und dass die Teileerkennung durchgeführt werden kann, während der Roboter ein anderes Teil ablegt. Allerdings kann dadurch die Szene nicht von unterschiedlichen Blickwinkeln betrachtet werden, weshalb Teile ggfs. nicht gefunden werden.



---

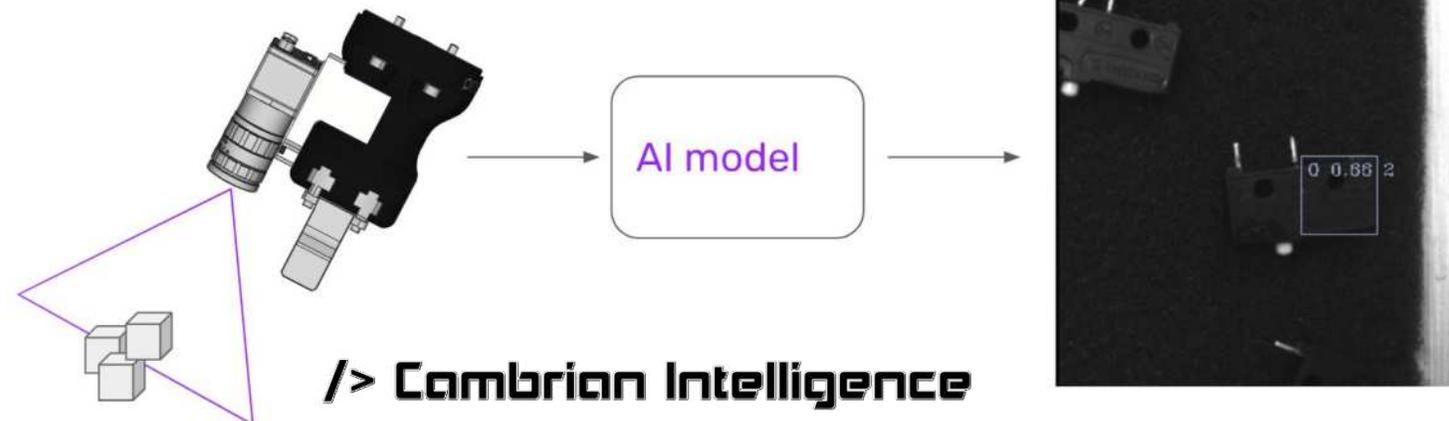
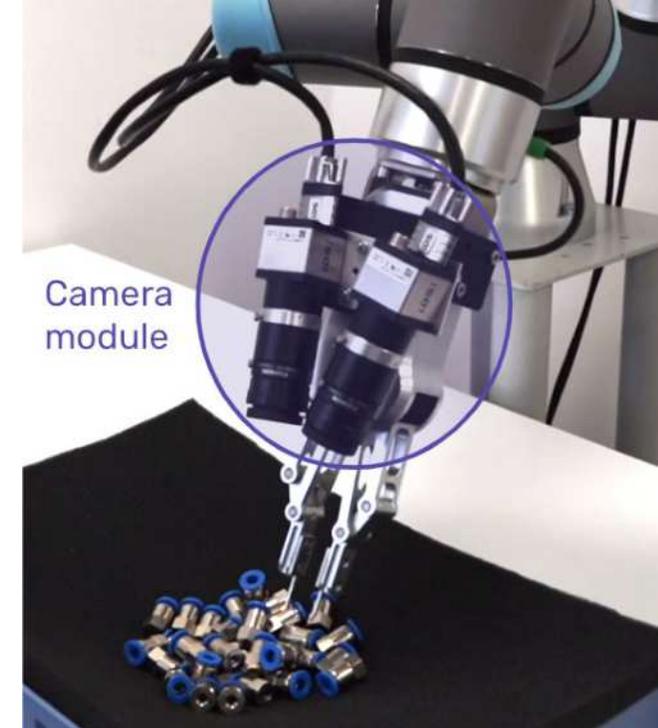
## Was spricht für ein Bin-Picking-System

- Monotone Arbeit → Entlastung Mitarbeiter
- Ressourcen können anders geplant werden
- Vereinzlung kaum oder gar nicht möglich
- Rund um die Uhr einsetzbar
- Flexibilität bei Teilevielfalt
- Komplettsystem – keine zusätzliche Fördereinheit notwendig
- Im Gegensatz zu Vibrationsförderer geräuscharm
- Aufgrund der genannten Punkte, wird Bin Picking als Königsdisziplin im Bereich der Robotik betrachtet. Allerdings unterstützen die Bin-Picking-Systeme den Bediener weitestgehend, wodurch eine rasche Realisierung auch bei komplexeren Applikationen möglich ist.



## Cambrian Intelligence – KI basierter Griff in die Kiste

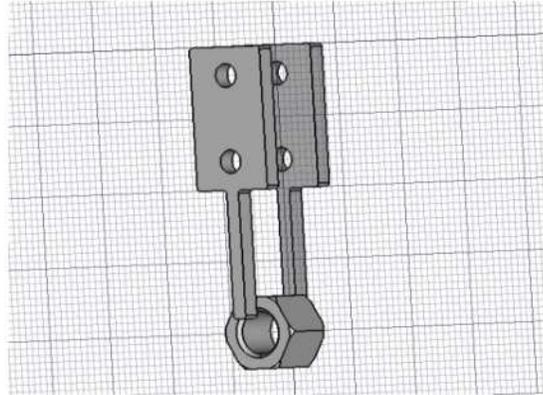
- Zwei Industriekameras, welche zueinander ausgerichtet sind (Aufbau wie bei Stereographie)
- Die beiden generierten Bilder werden von einem neuronalen Netz ausgewertet. Als Resultat werden folgende Daten ausgegeben:
  - Gefundener Greifpunkt
  - Koordinaten und Orientierung, um den Greifpunkt von der Bildaufnahme position anzufahren
  - Bewertung, mit welcher Wahrscheinlichkeit der Greifpunkt erkannt wurde
- Eine Generierung einer 3D-Punktewolke sowie ein anschließender CAD-Match wird bei diesem System nicht durchgeführt.



## Cambrian Intelligence – Vorgehensweise

1

- > Laden Sie das CAD Modell (stp, obj, etc) des Bauteils und die Definition des Grippers
- > Legen Sie die Picking Strategie fest, sie können mehrere Varianten nutzen



2

- > Laden Sie die Daten in unser Cloud – dort wird vollautomatisch von der AI das Modellfile für die Erkennung generiert



3

- > Das AI Model File wird auf das lokale System rückgespielt – im weiteren kein Internet erforderlich
- > Erstellen Sie Ihren Pick & Place Task tasks –spezielles Training ist nicht erforderlich



4

- > Starten Sie Ihre Bearbeitung



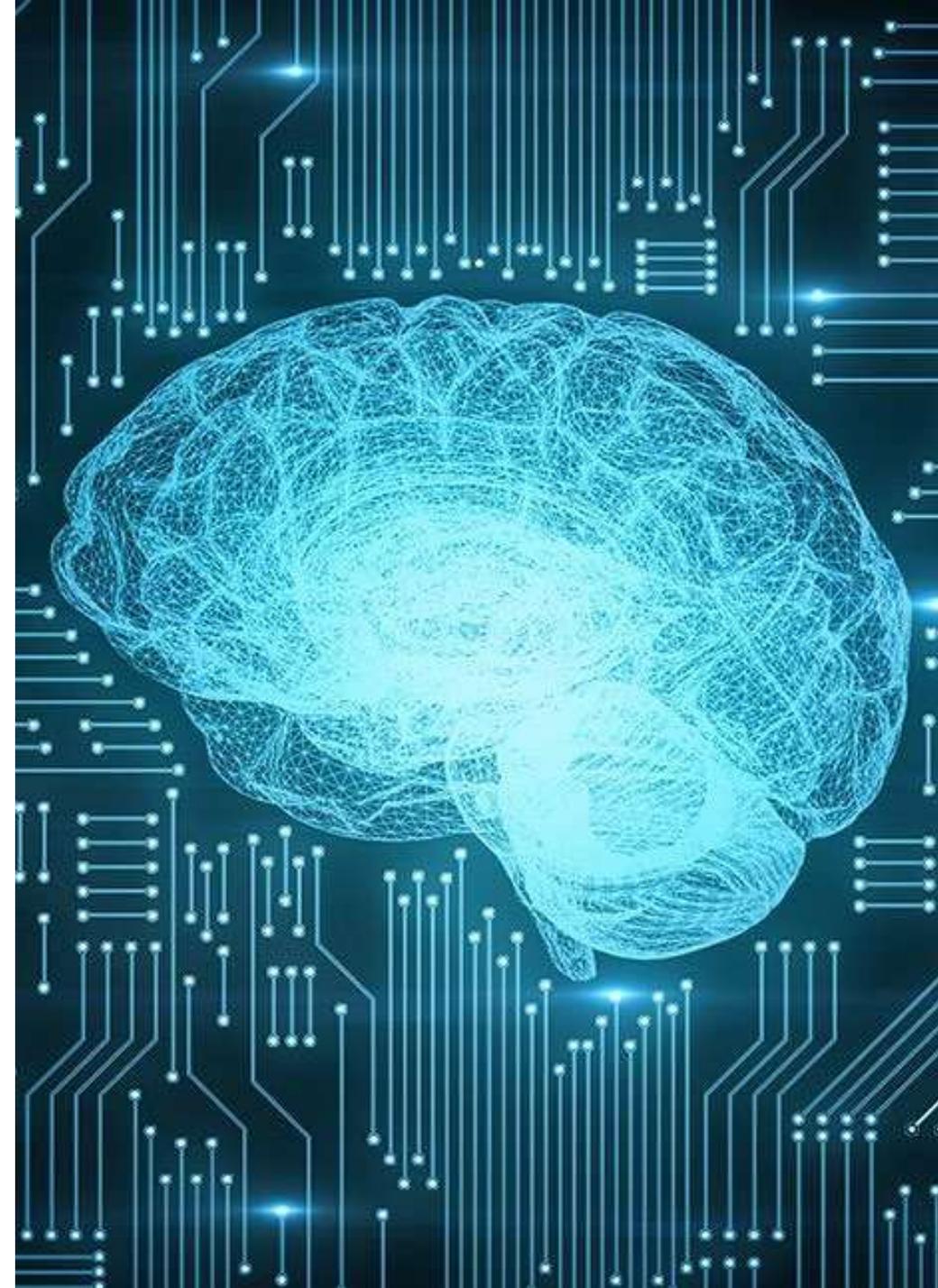
---

## Cambrian Intelligence – Trainingsvorgang: Überblick

Anhand des CAD-Files, der gewählten Greifpunkte und des Kamerasetups werden unterschiedlichste Kistenszenarien der beiden Kameras virtuell generiert. Jedes generierte Bilderpaar wird dabei für das Trainieren des neuronalen Netzes genutzt. Die Bilder unterscheiden sich in:

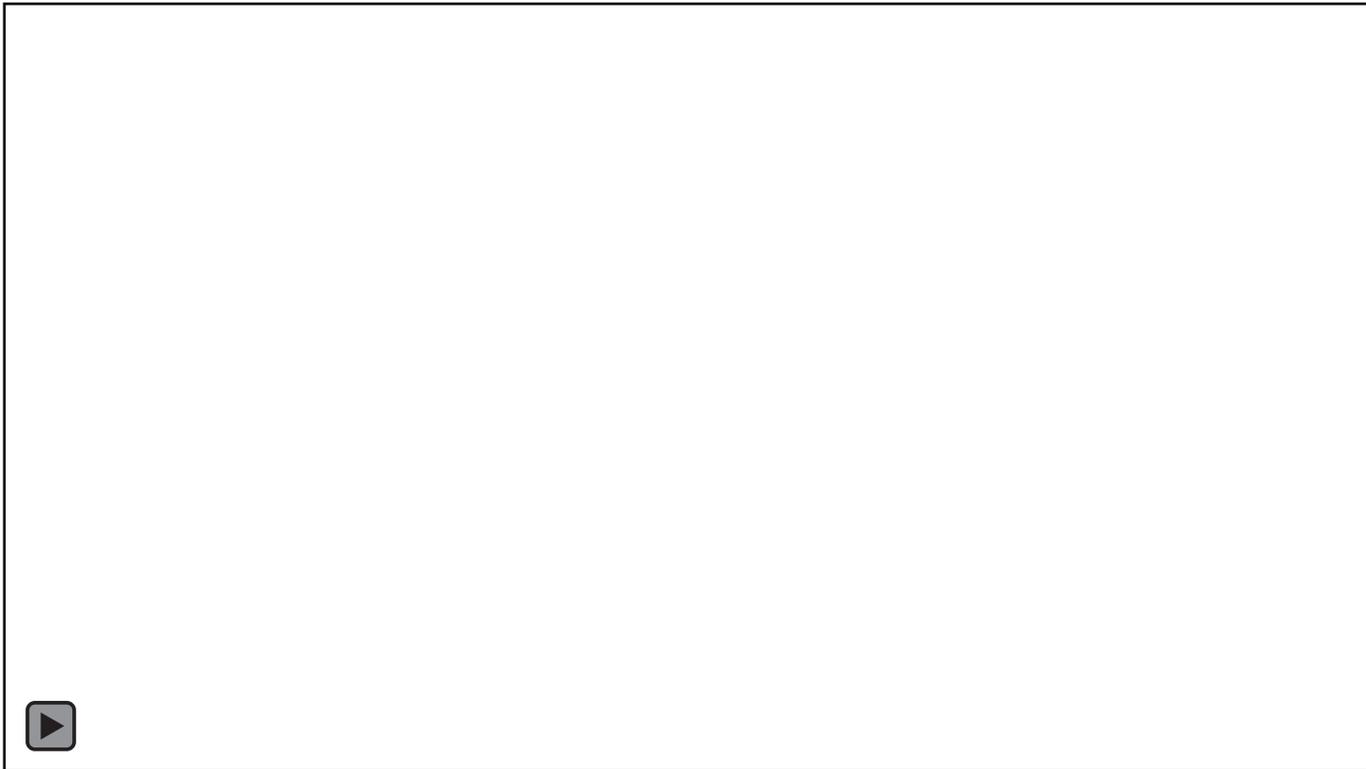
- Position und Lage der Bauteile
- Anzahl von Bauteilen
- Lichtverhältnisse
- Farbe der Teile

Das System hat dadurch noch keine tatsächlichen Bilddaten einer gefüllten Kiste gesehen. Das ist auch nicht nötig, da durch diese Vorgehensweise Millionen von Bilder generiert werden. All diese Szenarien sind beim Anwenden der Software dem System somit bereits bekannt. Für ein prozesssicheres trainiertes neuronales Netz muss mit einer Trainingszeit von 24-48h gerechnet werden.

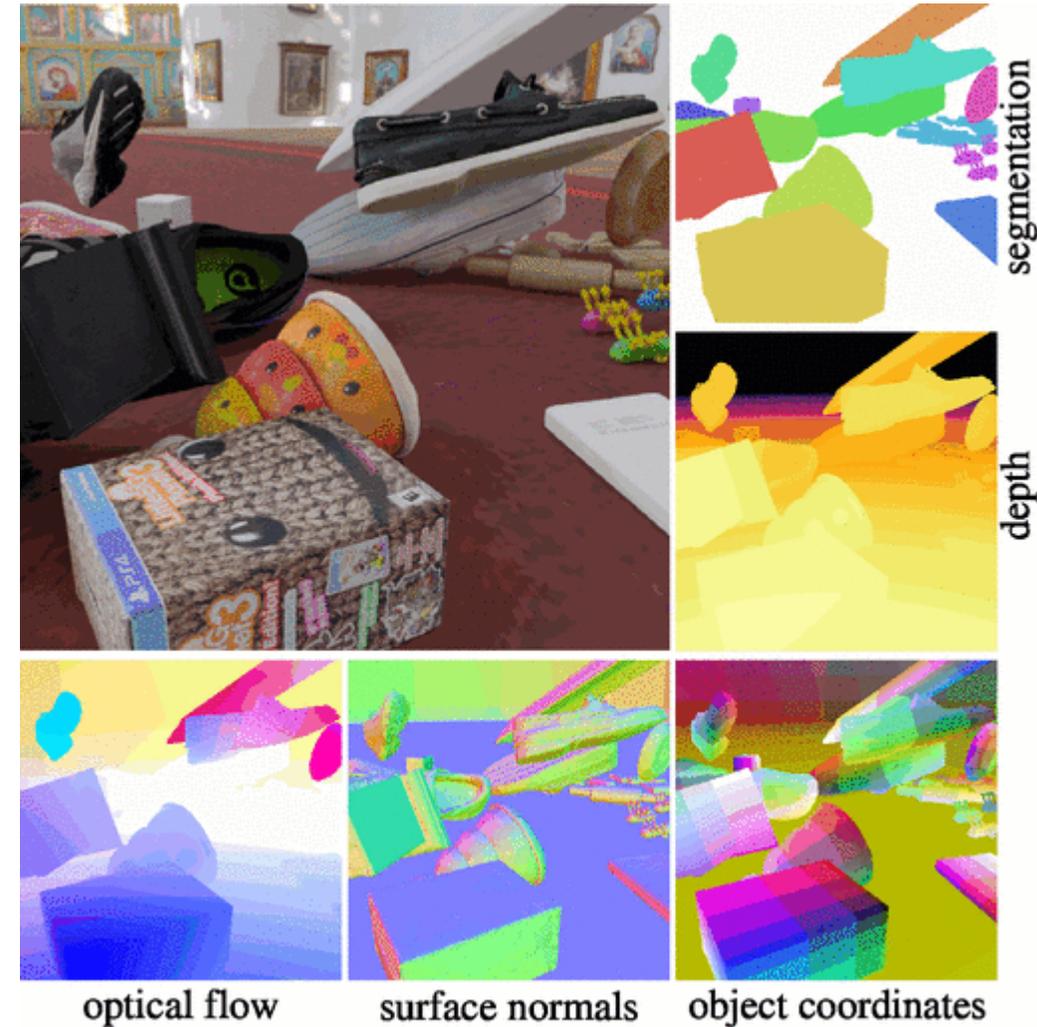


## Cambrian Intelligence – Trainingsvorgang: Simulation

Die Trainingsdaten werden mittels Multi-Physics Simulation unter verschiedenen Lichtverhältnissen generiert. Dabei werden Stereo-Graustufenbilder und die Positionen der greifbaren Teile aufgezeichnet.



Beispiel 1: [projectchrono.org](http://projectchrono.org)

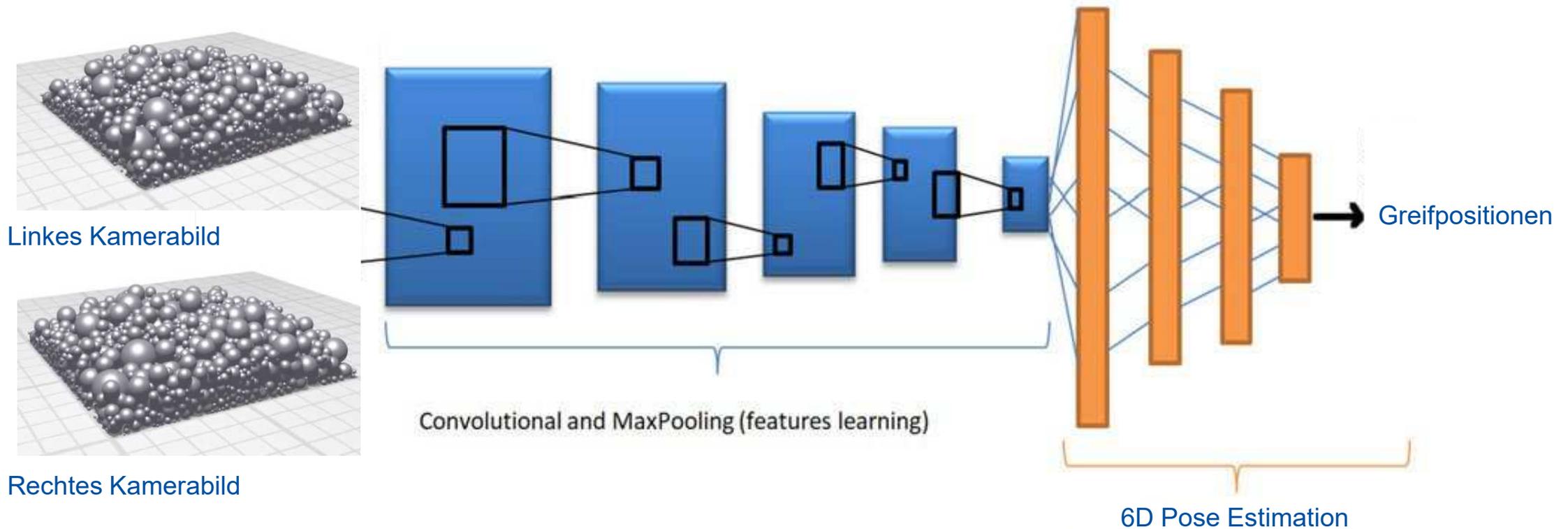


Beispiel 2: Kubric: a scalable dataset generator

## Cambrian Intelligence – Trainingsvorgang: Supervised CNN End-to-End Learning

Die Stereo-Bilder dienen als Eingangsdaten und die Greifpositionen als Ausgangsdaten für das Supervised Learning des CNNs.

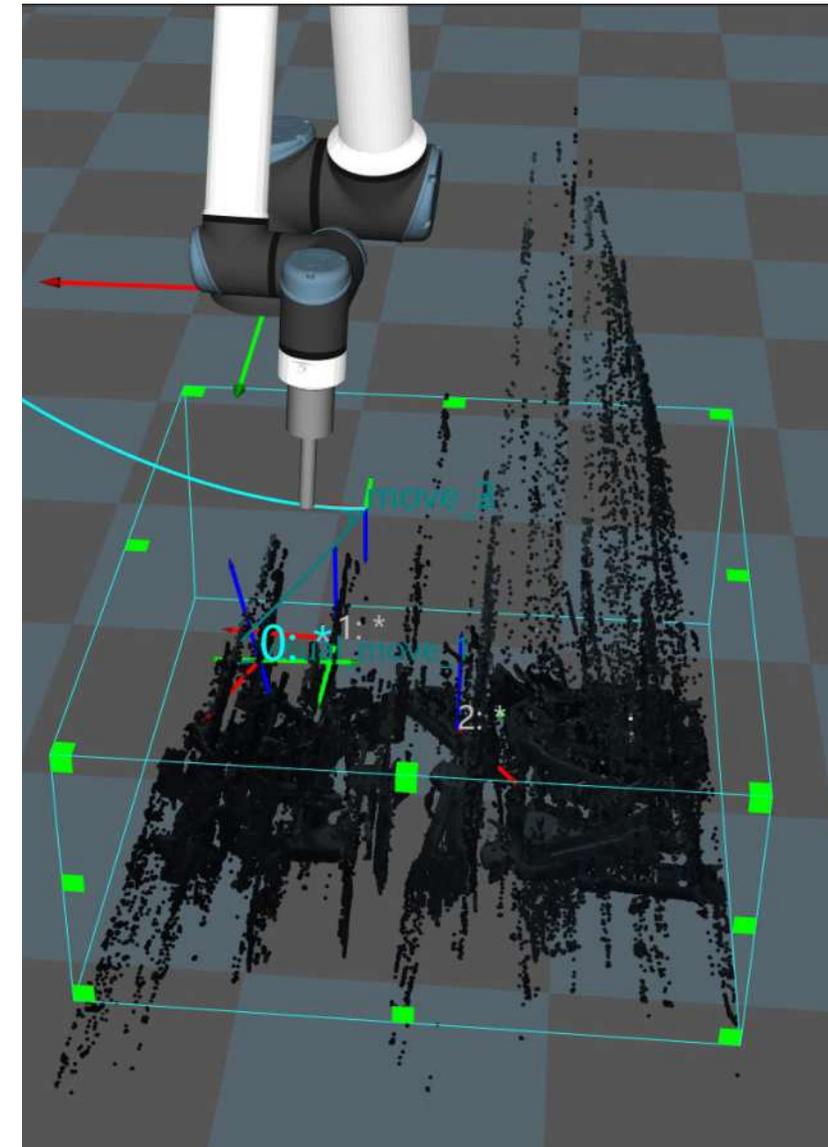
Bei dieser Art des End-to-End Learnings lernt das Neuronale Netz aus den Bildern die Greifpositionen zu bestimmen. Im Zuge dessen wird auch die Abstandsbestimmung zu den Teilen erlernt!



---

## Cambrian Intelligence – USPs

- Erkennungsgeschwindigkeit – Das neuronale Netz (AI Model) wird von einem PC mit performanterer GPU abgearbeitet. Dadurch kann eine Geschwindigkeit beim Erkennen von Teilen von 200ms erzielt werden.
- Lichtunabhängigkeit – nachdem beim Training alle Lichtszenarien getestet wurden, ist das System auch bei unterschiedlichen Lichtverhältnissen prozesssicher
- Präzise Positionserkennung auch bei schwierigen Teilen - transparente, schwarze oder dünnwandige Teile sind prozesssicher erkennbar
- Auch stark reflektierende Teile sind mit Cambrian Intelligence keine Problemquelle. Wie bei der rechten Abbildung zu sehen, haben 3D-basierte Systeme, bei denen bspw. strukturiertes Licht für das Generieren der 3D Punktwolke eingesetzt wird, erhebliche Probleme. Fehlinformationen (Artefakte) befinden sich über und unter den Teilen.
- Wenige Parameter notwendig, um prozesssichere Applikation zu realisieren
- Nicht nur Universal Robot möglich. System kann bei Kuka und ABB aktuell auch schon verwendet werden.



3D-Punktwolke bei Aluminiumblechteile.  
Bei Cambrian sind reflektierende Teile kein  
Hindernis