

GripKI – Flexibles Greifen von Schüttgut durch digitalen Zwilling und KI-Lernmethoden

Entwicklung eines flexiblen Greifsystems, das mithilfe von KI und Simulation robuste Greifentscheidungen trifft — auch bei komplexen Szenarien mit ungeordnetem Schüttgut

christian.hoelzer@th-nuernberg.de – 0911 5880 3157

Motivation

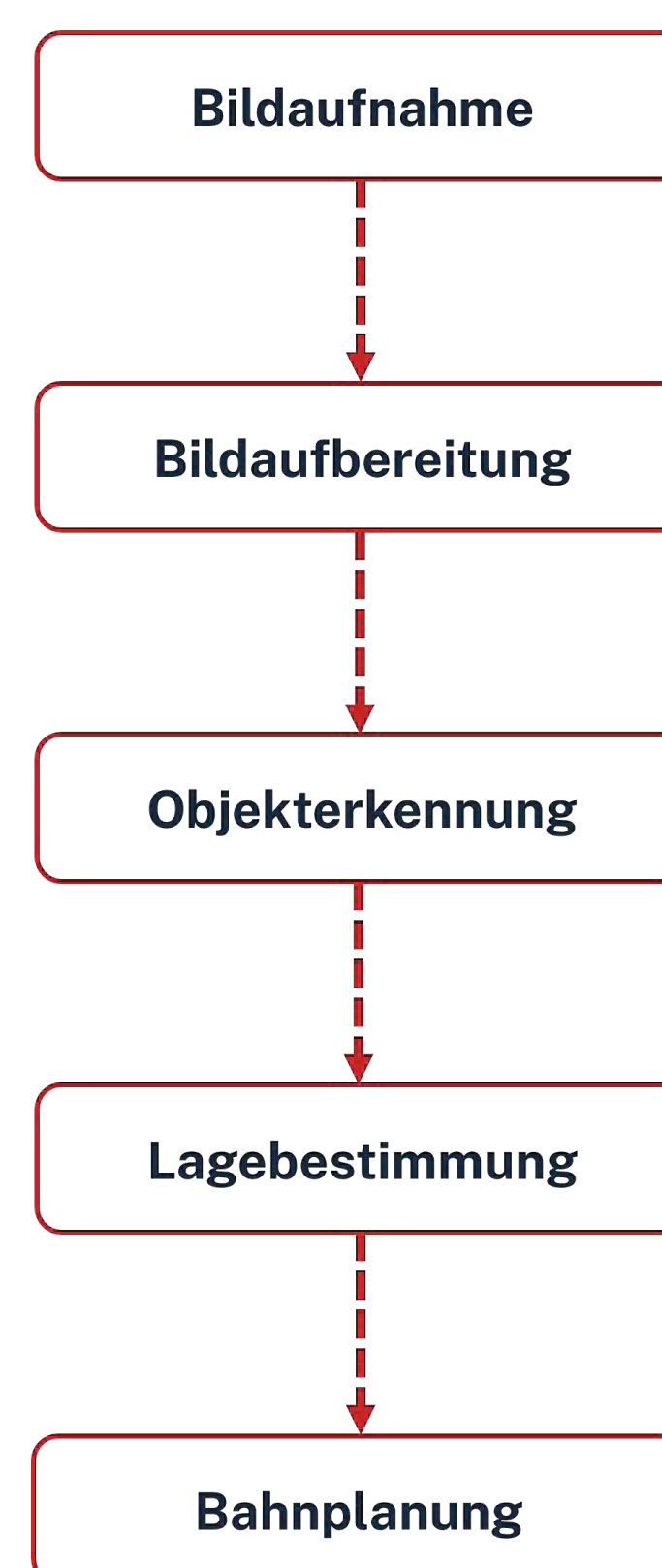
In modernen Fertigungslinien mit hoher Produktvielfalt ist das automatisierte Greifen ungeordneter Bauteile (*Bin Picking*) eine zentrale Herausforderung. Besonders bei neuen oder variierenden Schüttgütern sind herkömmliche Systeme oft unflexibel, teuer und aufwändig in der Einrichtung. Ziel von GripKI ist es, diese Hürde für kleine Losgrößen und wechselnde Bauteile durch den Einsatz von KI und Simulation zu überwinden: Ein Industrieroboter greift Objekte aus einer Kiste, deren Lage und Orientierung unbekannt sind. Eine 3D-Kamera erfasst die Szene, und zwei Methoden zur Objekterkennung wurden untersucht:

- *Convolutional Neural Network* (CNN) zur datengetriebenen Erkennung
- *Feature Matching* zur geometriebasierten Identifikation

Ablauf der GripKI-Roboterzelle

Die Roboterzelle folgt einem fünfstufigen Prozess, der auf einem digitalen Zwilling basiert und KI-gestützt arbeitet:

- **3D-Bilderfassung:** Eine 3D-Kamera nimmt die Szene innerhalb der Kiste auf. Die Rohdaten werden gefiltert und für die Objekterkennung vorbereitet.
- **Objekterkennung und Lagebestimmung:** Zur Identifikation der Bauteile kommen zwei Methoden zum Einsatz. Ein CNN zur datengetriebenen Erkennung und ein Feature-Matching-Ansatz zur geometriebasierten Zuordnung. Beide Verfahren liefern die Lage der Objekte im Raum.
- **Greifpunktbestimmung:** Basierend auf der Lageinformation werden potenzielle Greifpunkte ermittelt. Diese werden hinsichtlich Stabilität bewertet.
- **Bahnplanung:** Die Roboterbewegung wird unter Berücksichtigung der Umgebung und möglicher Hindernisse geplant. Ziel ist eine kollisionsfreie und effiziente Greifbewegung.
- **Simulation und Ausführung:** Vor dem physischen Griff erfolgt eine virtuelle Machbarkeitsprüfung im digitalen Zwilling. Erst nach erfolgreicher Validierung wird der reale Griff ausgeführt.



Architektur

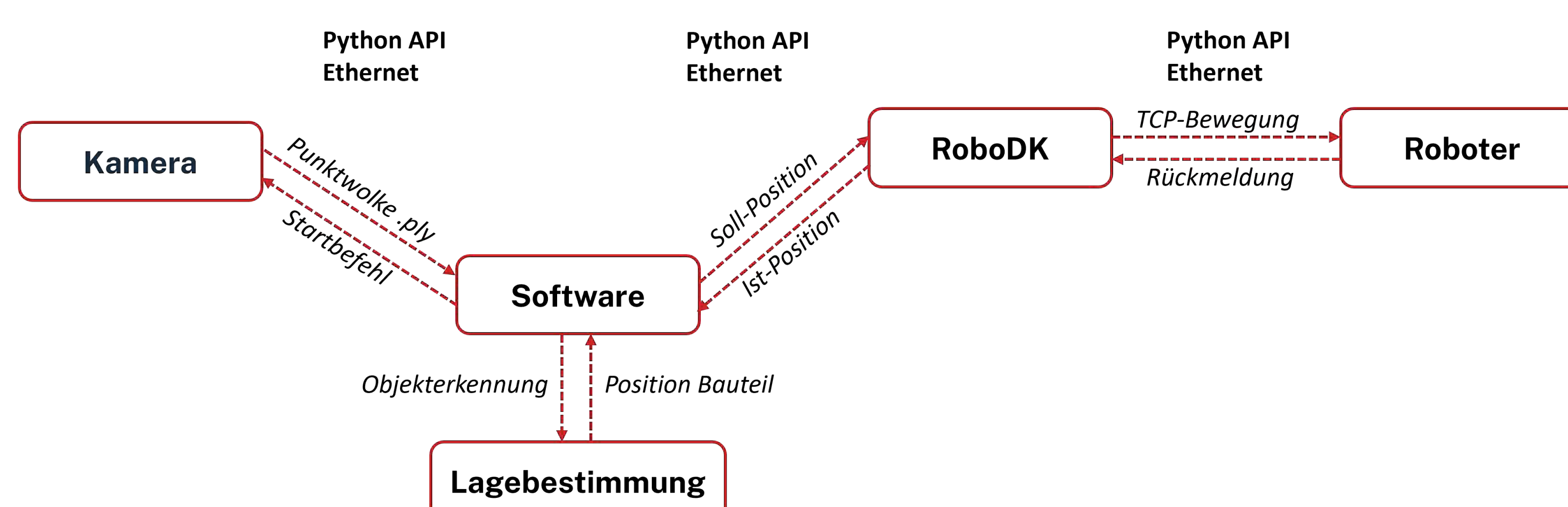


Abb. 1: Architektur von GripKI

Im Zentrum der Architektur steht die zentrale Steuerungssoftware, die alle Komponenten der Roboterzelle miteinander verbindet und koordiniert. Die Kommunikation erfolgt über eine Python API und Ethernet. Die Lagebestimmung erfolgt über zwei KI-gestützte Verfahren. Diese liefern die Position und Orientierung der Objekte innerhalb der Kiste. Die berechneten Soll-Positionen werden an RoboDK übergeben, das für die Bahnplanung und die Kollisionsvermeidung zuständig ist.

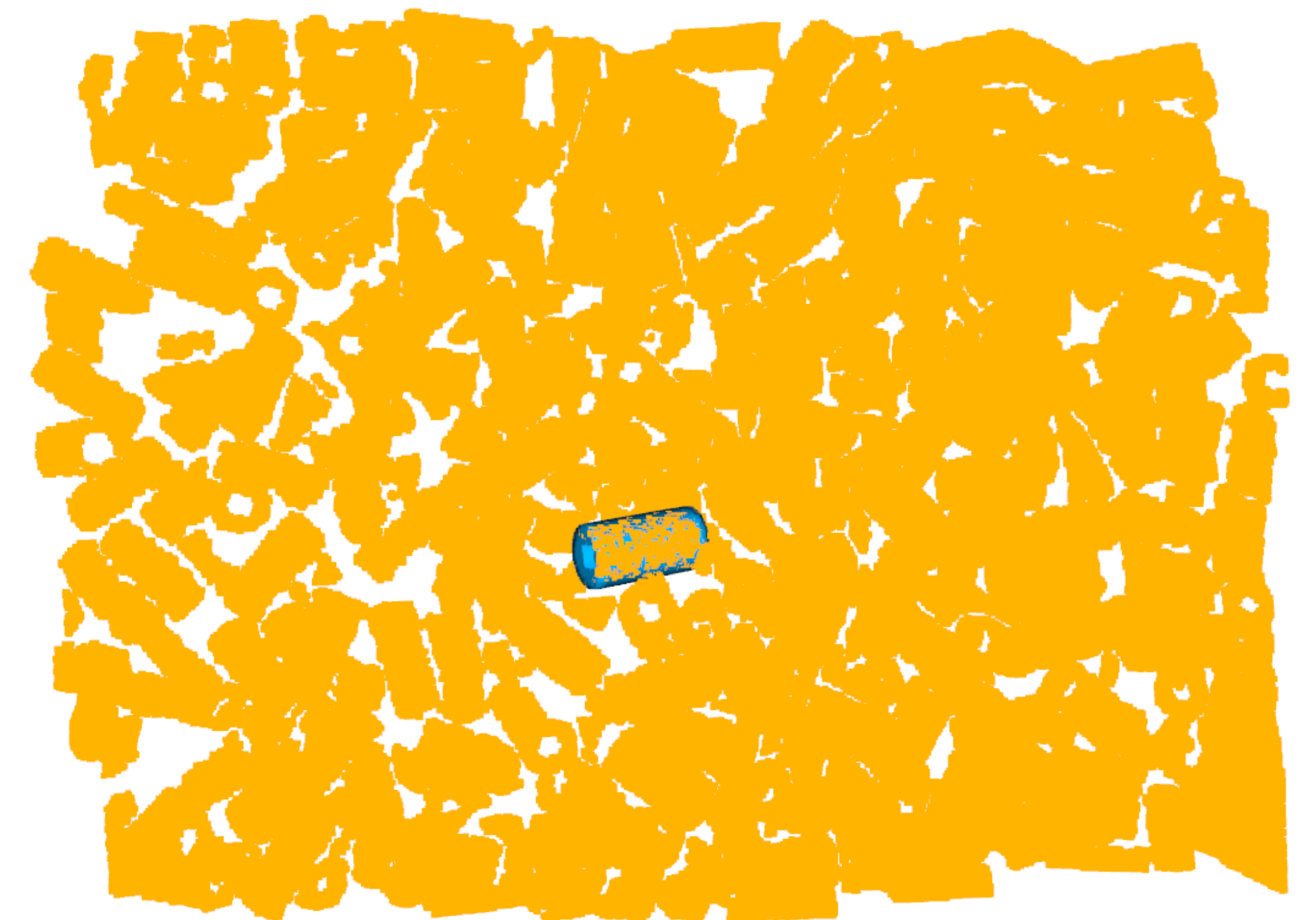


Abb. 2: Feature Matching Algorithmus erkennt ein Bauteil.

Innerhalb der aufgenommenen Punktwolke wird ein Bauteil anhand charakteristischer Merkmale erkannt und hervorgehoben. Durch den Abgleich mit den vorhandenen CAD-Daten kann die Lage und Orientierung des Objekts präzise bestimmt werden. Diese Informationen bilden die Grundlage für die Bahnplanung des Roboters, sodass ein gezielter Griff möglich wird.



Abb. 3: Reales GripKI-System

Die Abbildung zeigt die Pilotanlage des GripKI-Projekts beim Projektpartner heinz mayer GmbH. Es handelt sich um eine geschlossene Roboterzelle, ausgestattet mit einer hochauflösenden 3D-Kamera zur Erfassung der Objektsituation. Die zu entleerenden Kisten werden über ein Förderband von rechts zugeführt und anschließend automatisiert vereinzelt. Die erkannten Objekte werden gezielt auf vordefinierte Ablagepositionen, wie z. B. Blister, abgelegt.

Außerdem finden Sie weitere Ausschreibungen und Themen für mögliche Abschlussarbeiten auf:



www.th-nuernberg.de/nct-aut-lehre