

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung



DLR Projektträger

Abschlussbericht – Teil 1: Kurzbericht

Berichtszeitraum: 1.07.2020 – 31.12.2022

FKZ 01QE1927A

Laufzeit des Vorhabens: 01.07.2020 – 31.12.2022

Vorhabenbezeichnung

Autonome visuelle, industrielle Roboterinteraktion durch Künstliche Intelligenz (AutoVikki)

Teilvorhaben

KI-Vision-System für industrielle, autonome und robotische Einzelfertigung

Autoren

Patrick Selle

Zuwendungsempfänger:

Hahn-Schickard-Gesellschaft für angewandte Forschung e.V. (HS)

Wilhelm-Schickard-Straße 10

78052 Villingen-Schwenningen

Deutschland

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01IS20039B gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei der Autorin/Autor.

Vorsitzender des Vorstands:
Prof. Dr. Volker Nestle

Geschäftsführer:
Clemens Pecha

Institutsleiter:
Prof. Dr. Oliver Amft
Prof. Dr.-Ing. Alfons Dehé
Dr.-Ing. Karl-Peter Fritz
Prof. Dr. techn. Boris Mizaikoff
Apl. Prof. Dr. Felix von Stetten
Prof. Dr.-Ing. Roland Zengerle
Prof. Dr.-Ing. André Zimmermann

Sparkasse Schwarzwald-Baar
BIC: SOLADES1VSS
IBAN: DE82 6945 0065 0000 0927 26
UST-IdNr.: DE147807640

Seite 1 von 3

Das übergreifende Ziel des Vorhabens AutoVikki war die Konzeption, Implementierung und Evaluierung von Algorithmen, Software und Systembestandteilen für eine „intelligente Pick&Place Industrieroboterzelle“ für sehr variable und feingranulare Objekte, die schnell und flexibel eingerichtet werden und sich selbst optimieren kann. Die Forschung und Entwicklung (FuE) für eine Kombination mehrerer 3D-Kameras und Künstlicher Intelligenz (KI), sodass sensorische und kollaborierende Robotergreifer sehr variable und feingranulare Objekte wie in diesem Teilprojekt geschmiedete Bauteile, analysieren, klassifizieren, greifen, bearbeiten und wieder absetzen können, stand im Mittelpunkt des Vorhabens. Der Aufsatzpunkt waren Lösungsansätze aus der Deep-Learning Forschung, wie z. B. *Generative Adversarial Networks*, *Domain Randomization* und *Federated Learning*, um mit möglichst wenig Trainingsdaten die KI für die Struktur- und Oberflächenanalyse, sowie für das Greifen und das Bearbeiten des Objektes zu trainieren. Weiterhin ging es um die Entwicklung von flexiblen Schnittstellen sowie einer zentralen Plattform für die Kommunikation zwischen den Komponenten der Roboterzelle.

Die *AutoVikki* Technologie wurde durch das im Bereich der autonomen Robotik, der Sensorfusion und Künstlichen Intelligenz qualifizierte FuE-Konsortium in industriellen Pilotszenarien validiert und bis zum *TRL 5 (Technology Readiness Level 5 - Technologie Reifegrad bis zu einem Versuchsaufbau in Einsatzumgebung)* entwickelt: *Szenario A* betraf dieses Teilvorhaben und den Projektnehmer Bock Bio Science GmbH (BBS) und bezog sich auf die „autonome in vitro Pflanzenvermehrung“ und *Szenario B* die beiden beteiligten Großunternehmen Otto Fuchs KG (OFK) und August Rüggeberg GmbH & Co. KG (ARG) als potentielle Anwender des Systems sowie Arnold IT (AIT) als Entwickler und Konsortialführer und bezog sich auf „automatisches Nachbearbeiten geschmiedeter Bauteile“. Schließlich unterstützte die Forschungseinrichtung Hahn-Schickard (HS) das Gesamtvorhaben als Konsortialpartner mit systematischem Grundlagen *Know-How* und FuE Arbeiten.

Bisher war es in der Industrie nicht zufriedenstellend und effizient möglich, heterogene Objekte vollständig autonom durch Roboter bearbeiten zu lassen. Damit waren mit Bezug auf das Teilprojekt bei Bock Bio Science (BBS), was auf das KI-Vision-System für die industrielle, autonome robotische Einzelfertigung abstellte, in *Szenario A* insbesondere lebende Pflanzen gemeint, die von Natur aus nicht

genormt sind und in *Szenario B* gefertigte Objekte, wie z.B. Door Stops, die aufgrund von Produktionsabweichungen bisher noch nicht automatisch (z. B. durch Schleifen oder Polieren) nachbearbeitet werden konnten, und damit nicht den hohen Anforderungen der Kunden genügten.

HS untersuchte und entwickelte in seinem Teilvorhaben (*Szenario B*) erfolgreich verschiedene Methoden aus dem Bereich des Maschinellen Lernens. Die Entwicklungsarbeit ist universell ausgerichtet, sodass auch artverwandte, aber geometrisch verschiedene Objekte ohne aufwändige Neueinrichtung des Systems bearbeitet werden können. Schließlich wurde erfolgreich die Echtzeitoptimierung der Algorithmen des Vision-Systems und der KI entwickelt.

Im *Anwendungsszenario A* konnte BBS dadurch folgende Entwicklungsschritte erfolgreich erarbeiten und prototypisch testen: Zunächst den Vergleich und die Demonstration des AutoVikki-Systems mit KI und ohne KI in der Einsatzumgebung (TRL 6) und schließlich die Integration der im Projekt entwickelten KI-Module in den bereits vorhandenen Prototypen (TRL 7).

Für *Szenario B* wurde bei OFK eine Test-Roboterzelle in der Fertigung aufgebaut, die ein Kamerasystem von BBS mit durch AIT und HS programmierter KI integrierte, um geschmiedete *Door Stops* anhand von Qualitätsmerkmalen mit der manuellen Bearbeitung durch einen gelernten Facharbeiter zu überprüfen, bzw. eine spätere Automatisierung der Nachbearbeitung zu entwickeln.

Villingen-Schwenningen, 04.07.2023

Ort, Datum

Hahn-Schickard-Gesellschaft
für angewandte Forschung e.V.
Wilhelm-Schickard-Str. 10
78032 Villingen-Schwenningen

Rechtsverbindliche Unterschrift und
Stempel des Zuwendungsempfängers

Vorsitzender des Vorstands:
Prof. Dr. Volker Nestle

Geschäftsführer:
Clemens Pecha

Institutsleiter:
Prof. Dr. Oliver Amft
Prof. Dr.-Ing. Alfons Dehé
Dr.-Ing. Karl-Peter Fritz
Prof. Dr. techn. Boris Mizaikoff
Apl. Prof. Dr. Felix von Stetten
Prof. Dr.-Ing. Roland Zengerle
Prof. Dr.-Ing. André Zimmermann

Sparkasse Schwarzwald-Baar
BIC: SOLADES1VSS
IBAN: DE82 6945 0065 0000 0927 26
UST-IdNr.: DE147807640

Seite 3 von 3