

# TEND ASSIST

DIY Machine Tending Framework for Robotic Assistance

<b>Programm / Ausschreibung</b>	IWI 24/26, IWI 24/26, Basisprogramm Ausschreibung 2024	<b>Status</b>	laufend
<b>Projektstart</b>	01.06.2024	<b>Projektende</b>	28.02.2026
<b>Zeitraum</b>	2024 - 2026	<b>Projektlaufzeit</b>	21 Monate
<b>Keywords</b>			

## Projektbeschreibung

Machine Tending bezeichnet den Prozess der Beschickung von Produktionsmaschinen mit Rohteilen bzw. das Handling bereits verarbeiteter Fertigteile. Dort müssen Teile häufig aus dem Schüttgut oder von Stapeln entnommen und präzise in eine Maschine eingelegt, bzw. nach der Verarbeitung einem übergeordneten Logistikkonzept entsprechend für den Weitertransport zugeführt werden.

Menschen sind in der Regel ohne vorheriges Training oder andere Vorbereitungen in der Lage, Objekte zu manipulieren, die sie vorher noch nie gesehen oder in der Hand gehabt haben. Die Entwicklung von kognitiven Robotern, die mit der gleichen Geschicklichkeit wie Menschen Handhabungsaufgaben bewältigen können, wird seit vielen Jahrzehnten angestrebt, bleibt aber trotz der regen Entwicklungstätigkeit in Forschung und Industrie nach wie vor eine kritische Herausforderung. Wenn diese gelöst werden sollte, erschließen sich zahlreiche Anwendungsmöglichkeiten in der autonomen Materialhandhabung sowie kombinierte Operationen. Inspektion und Sortierung oder Montage sind einige beispielhafte Anwendungen, die stark von einer zuverlässigen Pick-and-Place-Fähigkeit abhängig sind. Für Produkte die in großen Serien produziert werden sind roboterbasierte Handlungssysteme bereits Realität. Zahlreiche Hersteller bieten aktuell „Griff in die Kiste-Lösungen“ an, die meist Greifer erlauben dabei aber nur eine genau auf ein Objekt abgestimmte und/oder nur eine einzige Greifmodalität (z.B. Saugen oder Backengreifer) zu implementieren, die häufig nur sehr aufwändig zu parametrieren und in Betrieb zu nehmen sind oder mit eingeschränkter Präzision ablegen. Aktuelle Bin Picking Systeme können den Anforderungen vieler High Mix Low Volume(HMLV) Machine-Tending Aufgaben, typisch für kleine und mittlere Betriebe, nicht gerecht werden, da die Parametrierung nicht innerhalb weniger

Minuten, von ungeschultem Personal durchgeführt werden kann. Folgende zentrale Problemkreise P1 bis P4 sind relevant:

- Problemkreis P1 – Interoperabilität

Am Markt erhältliche Softwarelösungen decken nur Teilaspekte (z.B. Objektlagererkennung, Griff ins Schüttgut statt Griff in den Stapel) ab, und sind nicht oder nur schwierig (z.B. mit geeigneten User-Interfaces) erweiterbar.

- Problemkreis P2 – Spezifikation der Be- und Entladesituation

Aktuell können spezifische Be- und Entladesituationen in denen Objekte ausgerichtet angeliefert werden nur über

rudimentäre Palletierfunktionen spezifiziert werden. Aktuelle Lösungen bieten keine effizienten Bedienoberflächen zur Spezifikation und Verifikation komplexerer Schlichtmuster.

- Problemkreis P3 – Spezifikation des Manipulationsvorgangs

Der Manipulationsvorgang an sich benötigt Informationen über Greifpunkte am Objekt, die Strategie bei der Reihenfolge der Be- bzw. Abarbeitung der Stapel, sowie spezifische Bewegungen die durch die erforderliche Präzision beim Einlegevorgang notwendig werden (Zwischenablage zur Feinausrichtung der Bauteile in der Orientierstation) oder die (auf Kollisionen ungeprüfte) Manipulation von Objekten in Operationsgebieten mit relevanter Störkontur) betreffen.

- Problemkreis P4 – branchentypische Nutzbarkeit:

Aufgrund aktueller Leistungsgrenzen bzw. wegen der aufwändigen, teilweise nur von Experten machbaren Parametrierung, ist die wirtschaftliche Nutzbarkeit und zeitliche Flexibilität von Machine-Tending-Lösungen erheblich eingeschränkt. Die Rahmenbedingungen und Anforderungen in der beiden adressierten Branchen (Metall/Elektro) sind zum Teil sehr unterschiedlich. Aktuelle Einsatzgrenzen sind nicht untersucht oder dokumentiert.

Das Projekt versucht daher drei den Problemkreisen zugeordnete Teilzielen Z1-Z3 zu erreichen um die Ziele zugeordnete Forschungsfragen (FF) zu beantworten:

- Ziel Z1: Spezifikation und Entwicklung eines Basissoftwareframeworks mit Interoperablen Technologiemodulen für MachineTending incl. zugehörigem übergeordnetem Bedienkonzept.

FF: Wie kann die Interoperabilität von Funktionen und Modulen in einem Basissoftwareframework für MachineTending-Prozesse gewährleistet werden und wie kann ein übergeordnetes Bedienkonzept dafür aussehen?

- Ziel Z2 ist die Entwicklung innovativer Interfaces zur Spezifikation von Be- und Entladesituationen.

FF: Wie können bei Be- und Entladesituationen auftretende Abstapelsituationen intuitiv konfiguriert und verifiziert werden?

- Ziel Z3 ist die Entwicklung innovativer Interfaces zur Eingabe von Informationen den Manipulationsvorgang selbst betreffend.

FF: Wie können alle notwendigen Parameter des Manipulationsvorgangs an sich möglichst intuitiv konfiguriert werden?

- Ziel Z4 ist eine branchenübergreifende Untersuchung der Verschiebung der Einsatzgrenzen von Bin-Picking für HMLV-Machine-Tending-Aufgaben durch die Projektergebnisse.

FF: Was sind branchentypische Einsatzgrenzen von Bin-Picking-Systemen für Machine- Tending Aufgaben und wie können diese durch technologische Weiterentwicklungen verschoben werden?

## **Endberichtkurzfassung**

Zusammenfassung Projektergebnisse

Allgemein:

Die Konfiguration des Tending-Prozesses mit den entwickelten Tendassist -Modulen wurde mehrfach unter 5 min durchgeführt und somit die Machbarkeit des Lösungsansatzes nachgewiesen.

Wesentliche Voraussetzung hierfür sind eine entsprechende Auslegung des Gesamtsystem mit eingeschränkter Komplexität in Bezug auf Teile-/Gebindeformate, Zwischenablagen und Stapelmustervorgaben.

## Nutzung von KI-Tools zur Bildsegmentierung / Lagenbildrekonstruktion

Die Nutzung von KI-Segmentierungsmethoden erlaubt eine robustere Lagenbilddetektion, auch bei sehr engen Lagenbildern und reflektierenden Teileoberflächen. Durch Vorwissen über geplante Lagenbilder und Stapelmuster ist eine sichere Aussage über das vorhandene Lagenbild auch bei optisch eingeschränkter Erfassung erzielbar

## Interaktive Prozesserstellung

Die Konfiguration des Tending-Prozesses in Form eines Wizards, Handführung des kollaborativen Roboters (Cobot) und mobiler Anzeige am Roboterarm ist einfach erlernbar und beschleunigt nachweislich den Konfigurationsprozess. Wesentlich sind hier die Anzeige von Eingaben und dem nächsten Konfigurationsschritt sowie dessen Eingabemöglichkeiten

## Prozessausführung

Zur Ausführung wird mit dem KI-Modell die Segmentierung von Lagenbildern beim Abstackeln von Teilen durchgeführt. Die robotische Ausführung des Greif- Machine-Tending und des Abstackelns nutzt die kraftsensitive Ausführung der Leichtbauroboter (Cobots) standardmäßig mitbringen. Dies reduziert die nötige Exaktheit der Positionsprogrammierung und damit die Konfigurationszeit.

Zur Verringerung der Teach-In Zeit ist die Nutzung einer automatischen Pfadberechnung und Kollisionsvermeidung sinnvoll.

## Notwendigkeit des KI-Einsatzes in der Arbeitsvorbereitung

Zum Zeitpunkt der Konfiguration des Tending-Prozesses, muss ein KI-Modell des Stapels / Gebindes bzw. des geplanten Lagenbildes verfügbar sein. Dies erfordert ein offline Training vorab.

Die Anwendung / Nutzung in Verbindung mit TendAssist erfordert hier eine Anpassung / Erweiterung der Abläufe in der Auftragsvorbereitung, sowie eine signifikant erweiterte der Qualifikation der Mitarbeiter.

Mit Projektende liegen prototypische Softwaremodule in Form eines spezifisch entwickelten Wizards, einer KI-unterstützten Lagenbildsegmentierung für rechteckige Plattenware und Profile sowie ein Roboterprogrammpaket für UR-Roboter vor. Diese Softwarepakete können von den Firmenpartnern für weitere interne Tests und Knowhow- Aufbau experimentell weiter genutzt werden. Erste Überlegungen hierfür lagen bereits in Bezug auf mögliche UseCases, sowie der notwendigen begleitenden Schulung in der Anwendung von KI-Tool für das Labeling vor. Erste Aktivitäten sind hier binnen 6 Monaten nach Projektende geplant.

## Projektpartner

- ecoplus.Niederösterreichs Wirtschaftsagentur GmbH