

# AgiProbot – Lernen vom Menschen

## Erfassung und Interpretation von Demontageprozessen

Wie kann sich eine Fabrik autonom an ständig neue Bedingungen anpassen? Damit befasst sich das Forschungsvorhaben **AgiProbot – Agiles Produktionssystem mittels mobiler, lernender Roboter mit Multisensorik bei ungewissen Produktspezifikationen** am Karlsruher Institut für Technologie (KIT). Das **Remanufacturing** stellt dabei einen idealen Anwendungsfall dar: Gebrauchte Produkte kommen in einem unbekanntem Zustand zu einem unbekanntem Zeitpunkt und in unbekannter Menge in die Fabrik zurück. Sie sollen möglichst automatisiert demontiert werden, und ausgewählte Komponenten sollen in die Produktionsprozesse zurückgeführt werden. Diese Forschungstätigkeiten werden nun im von der DFG geförderten Sonderforschungsbereich 1574 weiter vorangetrieben.

### Der Prozess des Remanufacturing

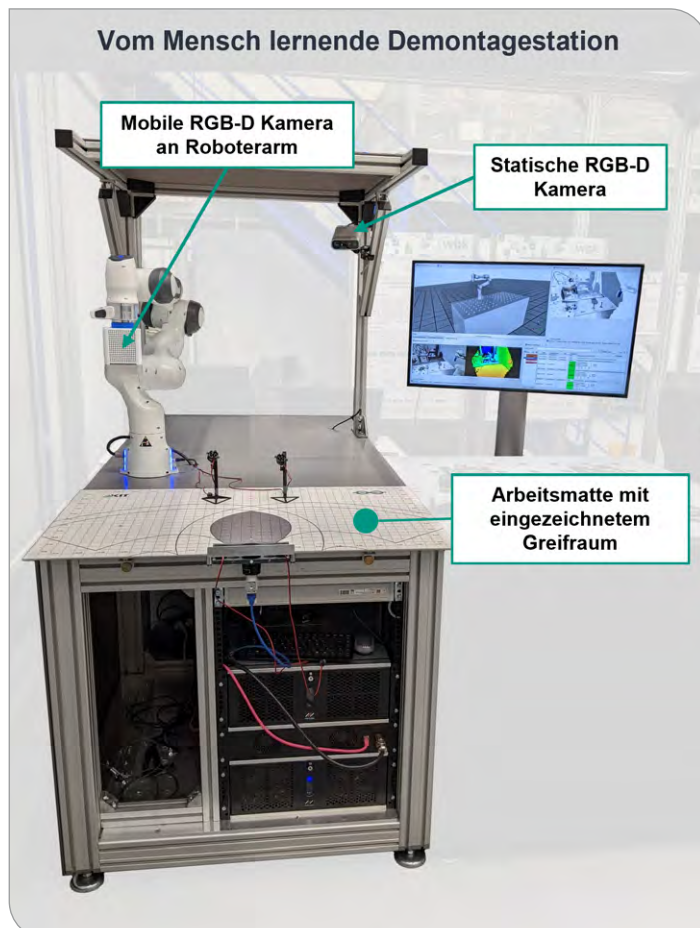
Remanufacturing ist ein **industrieller Prozess** zur Demontage, Aufarbeitung und Remontage von **Gebrauchprodukten**, um diese

auf den Qualitätsstandard von Neuprodukten zu bringen und für eine **Wiederverwendung** nutzbar zu machen. Das Remanufacturing trägt damit zu einer **ressourceneffizienten und nachhaltigen Kreislaufwirtschaft** bei.

### Vom Menschen lernende Demontagestation

Roboter sind eine kostengünstige Möglichkeit, die Prozesse des Remanufacturing, wie die Demontage, zu automatisieren. Allerdings ist dies aufgrund des hohen Programmieraufwands oft nicht rentabel. Eine intuitive und selbst für nicht spezialisierte Personen durchführbare Methode zur Roboterprogrammierung ist das Programmieren durch Vormachen. Dies erfordert zunächst die **Erfassung und Interpretation menschlicher Handlungen**. Ziel ist, Strategien zur Demontage von Produkten sowie zum Umgang mit Komponenten, die wegen ungewisser Produktspezifikationen wie Rost oder Verschmutzungen schwierig zu handhaben sind, vom Menschen abzuschauen. Dafür wurde im Forschungsprojekt AgiProbot eine spezifische Station aufgebaut, um den Menschen bei einer manuellen Demontage zu beobachten.

Die Körperpose des Menschen wird mithilfe einer statischen und einer mobilen Farb- und Tiefenbildkamera (RGB-D) aufgezeichnet. Ein kollaborierender Roboterarm bewegt sich abhängig von den Händen des Menschen und ermöglicht durchgängig eine Nahaufnahme der Hand- und Armbewegungen. Zusätzlich wird die Augen- und Blickbewegung des Menschen mit einem kopfgetragenen Blickregistrierungssystem erfasst.



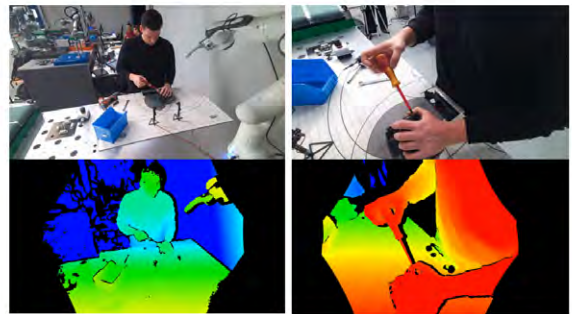
Station zur Erfassung und Interpretation menschlicher Demontageprozesse (Foto: AgiProbot/KIT)

Mit der eingesetzten Sensorik können Augen- und Blickbewegung sowie menschliche Pose, Arm- und Handbewegungen in Kombination mit benutzten Werkzeugen und Produktkomponenten sowie einzelne Objekte auf der Arbeitsmatte erfasst werden. Neben der menschlichen Pose ist besonders die Blickrichtung ein Indikator für menschliche Handlungs- und Problemlösestrategien und dient damit zur Übertragung menschlichen Expertenwissens auf Robotersysteme. An der Station werden verschiedene Themen erforscht. Dazu gehören die Erfassung menschlicher Demonstrationen sowie die Reproduktion und Adaption erlernter Fertigkeiten (**H<sup>2</sup>T**) sowie die empirische Blickanalyse zur Externalisierung menschlichen Handlungswissens und kognitiver Prozesse (**ifab**).

Die erfassten Daten dienen als Eingabe für das Programmieren durch Vormachen. Ziel ist es, eine automatisierte Demontage durch einen Roboter in einer Fabrik zu ermöglichen, die sich autonom ständig an neue Bedingungen des Remanufacturing anpassen muss.

## Erfassung menschlicher Handlungen

### RGB-D Kamera



### Augen- und Blickbewegungen



Sensorische Erfassung menschlicher Handlungen. (Abb.: AgiProbot/KIT)



Die Realisierung der automatisierten Demontage wird in der AgiProbot Fabrik erforscht. (Foto: wbk – Institut für Produktionstechnik/KIT)

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Hochperformante Humanoide Technologien (**H<sup>2</sup>T**)  
Adenauerring 2  
76131 Karlsruhe

Prof. Dr.-Ing. Tamim Asfour  
M. Sc. Christian Dreher  
Telefon: +49 721 608-48278  
E-Mail: c.dreher@kit.edu

Karlsruher Institut für Technologie (KIT)  
Institut für Arbeitswissenschaft und Betriebsorganisation (**ifab**)  
Engler-Bunte-Ring 4  
76131 Karlsruhe

Prof. Dr.-Ing. Barbara Deml  
M. Sc. Manuel Zaremski  
Telefon: +49 721 608-44252  
E-Mail: manuel.zaremski@kit.edu

