



Mit seinen Reinigungsbürsten entfernt DeKonBot 2 groben Schmutz an der Türklinke und trägt gleichzeitig flächendeckend Desinfektionsmittel auf.

© Fraunhofer IPA/Foto: Rainer Bez

# Neuer Roboter

## für die Wischdesinfektion von Oberflächen

Im Projekt „MobDi – Mobile Desinfektion“ entwickelten zwölf Einrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft neue Schlüsseltechnologien für die roboterbasierte mobile Reinigung und Desinfektion. Aktuelles Ergebnis ist der Desinfektionsroboter DeKonBot 2 des Fraunhofer IPA. Im November 2021 stellten die beteiligten Projektpartner die Fähigkeiten des Roboters und die Ergebnisse der Praxistests vor.

Reinigungs- und Desinfektionsaufgaben in Gebäuden stehen seit der Coronapandemie im Fokus, da sie dazu beitragen können, eine Ausbreitung des Virus zu verhindern. Die angespannte Personalsituation und die aufwendige Qualitätskontrolle setzen die Reinigungsbranche zudem schon länger unter Druck. Robotische Assistenzsysteme können hier unterstützen. Verfügbare Automatisierungslösungen wie UV-basierte Desinfektionsroboter oder Roboter für die Sprühdeseinfektion können Räume aber aus Sicherheitsgründen nur desinfizieren, wenn diese menschenleer sind. Das entlastet das Personal lediglich minimal. Die oft erforderliche Wischdesinfektion von Oberflächen – z.B. in Krankenzimmern oder an technischer Ausstattung und Infrastruktur wie Lichtschaltern oder Aufzugknöpfen – führt weiterhin das Reinigungspersonal aus.

Um hier für passgenauere Automatisierungslösungen zu sorgen und das Reinigungspersonal zu unterstützen, entwickelten zwölf Einrichtungen der Fraunhofer-Gesellschaft im Projekt MobDi – Mobile Desinfektion von Oktober 2020 bis November 2021 neue Schlüsseltechnologien für die roboterbasierte Reinigung und Desinfektion und erweiterten vorhandene Technologien. Das Projekt erhielt Fördermittel aus dem Aktionsprogramm Fraunhofer vs. Corona.

### Produktnaher Prototyp

Das Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA hat im Projekt den Desinfektionsroboter DeKonBot 2 entwickelt und

aufgebaut. Das Fraunhofer-Zentrum für Internationales Management und Wissensökonomie IMW entwickelte die graphische Benutzeroberfläche für die intuitive Bedienung. Anvisierte Einsatzbereiche des Roboters sind öffentliche Gebäude und Einrichtungen im Gesundheitswesen. Das Fraunhofer IPA plant, den Roboter in diesem Jahr gemeinsam mit der Firma MetraLabs zur Produktreife zu bringen, sodass dieser ab Anfang 2023 ausgeliefert werden kann. Vorbestellungen sind ab sofort möglich.

DeKonBot 2 ist die Weiterentwicklung des gleichnamigen Desinfektionsroboters, den das Fraunhofer IPA 2020 in erster Generation vorgestellt hatte. Basierend auf den gewonnenen Erfahrungen überarbeiteten die Robotikexperten die Hardwarekomponenten. „Das Ziel der Weiterentwicklung war es, einen kompakten, kostengünstigen und funktionalen Roboter zu gestalten“, erklärt Simon Baumgarten, Wissenschaftler am Fraunhofer IPA und verantwortlich für den Aufbau des Roboters. „Herausfordernd war zudem, das Reinigungswerkzeug flexibel, raumsparend und zugleich so zu gestalten, dass es unterschiedlichste Objekte effektiv desinfizieren kann.“

Als mobile Basis wird jetzt der Scitos X3 der Firma MetraLabs eingesetzt, eine Plattform, die mit einem einfachen Differentialantrieb kostengünstiger als die vorher genutzte omnidirektionale Plattform ist und mehr Platz für alle nötigen Aufbauten bietet. Der ursprüngliche SCARA-Roboter wurde durch einen kollaborativen Sechssachsen-Roboter der Firma Universal Robots

ersetzt, der sich besser um die zu desinfizierenden Objekte herum bewegen und alle relevanten Kontaktflächen erreichen kann. Anstelle des bisherigen Mikrofaserschwamms nutzt DeKonBot 2 ein Bürstensystem. Das Eintauchen der Bürsten in den Tank mit Desinfektionsmittel desinfiziert die Bürsten und verhindert, dass Keime über das Reinigungswerkzeug verschleppt werden.

Softwareseitig ist die Erkennung der zu desinfizierenden Objekte eine Schlüsseltechnologie des DeKonBot 2. Die Algorithmen müssen bei unterschiedlichen Umgebungsbedingungen, z.B. variierenden Beleuchtungsverhältnissen, zuverlässig funktionieren. Dabei sind Türklinken, Türknäufe, Lichtschalter und Aufzugknöpfe etc. in verschiedenen Formen und Ausprägungen zu erkennen und im Raum zu lokalisieren. Möglich machen dies maschinelle Lernverfahren. Sie erkennen die Objekte anhand von zweidimensionalen RGB-Bildern und klassifizieren sie in verschiedene Objekttypen, an die der Roboter seine Reinigungsbewegung anpasst. Um die exakte Position und Kontur des zu reinigenden Objekts zu ermitteln, wird ein neu entwickeltes Sensorsystem eingesetzt. Dieses basiert auf einem Zeilenlaserscanner, der auch spiegelnde Oberflächen zuverlässig und präzise erfasst.

### Einlernen und Anwenden

Um den autonomen Betrieb zu ermöglichen, muss die Reinigungskraft DeKonBot 2 in einer neuen Arbeitsumgebung einmalig einlernen. Hierfür fährt sie ihn per Fernsteuerung durch die ge-

samte zu reinigende Umgebung und der Roboter erstellt hiervon automatisch eine Karte. Während der Einlernfahrt markiert sie die Position aller zu reinigenden Objekte, indem sie den Roboter vor diese bewegt. Nach dem Einlernprozess kann die autonome Reinigung beginnen.

Dabei fährt der Roboter selbstständig einen vom Nutzer festgelegten Bereich ab. Alternativ können sogenannte Routinen definiert werden, in denen der Roboter einzelne Bereiche zu bestimmten Zeiten reinigt. DeKonBot 2 bewegt sich zu der vorher eingelernten Position vor einem zu reinigenden Objekt und bewegt seinen Arm mit den Sensoren und dem Reinigungswerkzeug nach vorne. Dabei streift er die Bürsten an einem Gitter ab, um Tropfen zu vermeiden. Er vermisst das zu reinigende Objekt mit seinen Sensoren und plant dann anhand der Sensordaten die nötige Bewegung des Roboterarms, damit die Bürsten den Griff, Knauf oder Schalter vollständig desinfizieren. Nachfolgend beginnt der Roboter mit der Desinfektion. Ist diese beendet, positioniert er das Reinigungswerkzeug wieder sicher im Desinfektionsmitteltank und fährt zum nächsten Objekt.

### Einwöchiger Praxistest und Nutzerbefragung

Ein wichtiges Ziel der Weiterentwicklung des DeKonBot war, die Produktnähe und Praxistauglichkeit zu verbessern. Um diese zu überprüfen, führten die Wissenschaftler des Fraunhofer IPA und Fraunhofer IMW eine Woche lang Tests auf einer Etage in einem Bürogebäude der EnBW durch. Zu reinigen waren Lichtschalter, Türgriffe und -knäufe. Drei Führungskräfte der EnBW sowie drei Führungs- und vier Reinigungsfachkräfte vom Gebäudedienstleister Gegenbauer steuerten den Roboter, lernten neue Objekte ein und starteten und beobachteten den Regelbetrieb. Dabei wurden relevante Leistungsdaten gemessen, z.B. die Dauer einzelner Aufgaben, und auftretende Fehler sowie deren Häufigkeit protokolliert.

„Mit der technischen Zuverlässigkeit und den erzielten Leistungsdaten sind wir sehr zufrieden“, bilanziert Baumgarten. Die autonome Navigation des Roboters in der Einsatzumgebung funktionierte fehlerfrei. Das Erkennen und Desinfizieren von Türklinken und Lichtschaltern verlief ebenfalls erfolgreich. Nur bei den Türknaufen gab es gelegentlich Schwierigkeiten. Die Nutzertests zeigten, dass die Akzeptanz des Roboters hoch ist: Der Roboter kam bei den Probanden gut an, sie konnten ihn nach der Einführung erfolgreich bedienen und alle könnten sich vorstellen, mit dem Roboter dauerhaft zusammenzuarbeiten.

### Untersuchung der Wirtschaftlichkeit

Das Team des Fraunhofer IMW untersuchte darüber hinaus die Wirtschaftlichkeit des Roboters auf Basis einer Lebenszykluskostenrechnung. Dabei werden alle Kosten betrachtet, die auf den gemessenen und zukünftig erreichbaren Leistungsdaten und den Kosten des Roboters von der Anschaffung bis zur Entsorgung anfallen. Als Vergleichswert dienten die Kosten einer



**Abb. 1:** Während der Praxistests konnten Reinigungskräfte den Roboter über ein Tablet einlernen.

© Fraunhofer IMW/Foto: Agnes Vosen



**Abb. 2:** Für den Regelbetrieb wird das Tablet am Roboter befestigt und dieser fährt selbstständig von einem zu reinigenden Objekt zum nächsten.

© Fraunhofer IPA/Foto: Rainer Bez



**Abb. 3:** Mithilfe seines flexiblen Reinigungswerkzeugs kann DeKonBot 2 unterschiedliche Oberflächen desinfizieren, neben Türklinken und -knäufen auch Aufzugknöpfe oder Lichtschalter.

© Fraunhofer IPA/Foto: Rainer Bez

Reinigungskraft, die ausschließlich die genannten Objekte desinfiziert. Bisher kann der Roboter unter Gegebenheiten wie im Test 30 Objekte pro Stunde reinigen. „Unsere Berechnungen zeigten, dass ab einer Leistung von 45 Objekten pro Stunde ein wirtschaftlicher Einsatz gegeben ist“, erläutert Dr. Marija Radic, Abteilungsleiterin am Fraunhofer IMW. Im wirtschaftlichen Szenario arbeitet der Roboter 24 Stunden am Tag (inklusive Ladevorgängen), die Abschreibungsdauer läge dann bei acht Jahren.

Mit den aktuellen Weiterentwicklungen und Optimierungen soll diese Zielleistung erreicht werden. „Wir werden den Scanvorgang und die gesamten Bewegungsabläufe noch beschleunigen“, erklärt Baumgarten die weiteren Arbeiten. „Wir werden zudem einzelne Komponenten wie

zum Beispiel das Werkzeug und den Tank hinsichtlich ihrer Sicherheit und Hygiene verbessern. Perspektivisch werden wir dem Roboter beibringen, Türen zu öffnen und Aufzug zu fahren.“

### KONTAKT

#### Dr. Birgit Graf

Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung IPA  
Tel.: +49 711 970-1910  
birgit.graf@ipa.fraunhofer.de  
www.ipa.fraunhofer.de