# REINIGUNGS- UND DESINFEKTIONSROBOTER FÜR GEBÄUDE

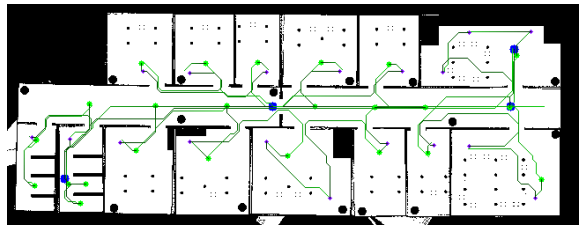
Simon Baumgarten, Fraunhofer IPA, simon.baumgarten@ipa.fraunhofer.de
Online-Seminar „Schlüsseltechnologien für die mobile Reinigung und Desinfektion“ am 18.11.2021

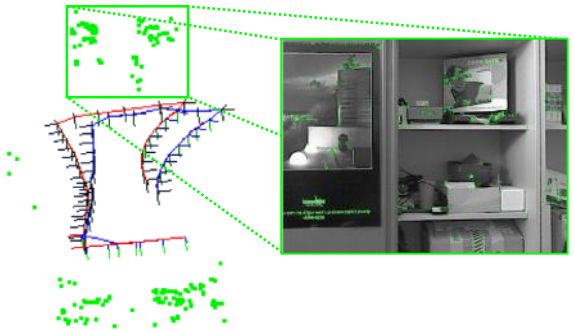
© Fraunhofer IPA

# Fraunhofer IPA

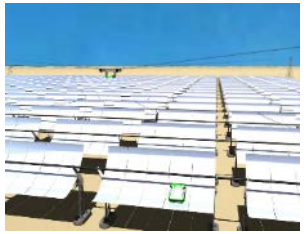
## Über 20 Jahre Reinigungsrobotik am Fraunhofer IPA

Navigationsverfahren für Roboterstaub-sauger, Nutzung von low-cost-Sensorik (bsp. Ultraschall, Bildverarbeitung)

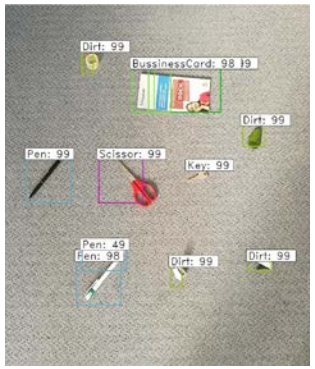


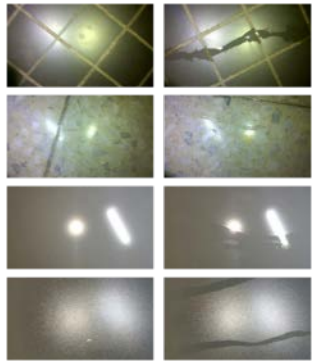


Einsatzkonzepte und Hardware-entwicklung für roboterbasierte Fenster- und Solarzellenreinigung



Schlüsseltechnologien für Reinigungs-roboter: Flächenabdeckung, Schmutz- und Schlierenerkennung



Einsatzkonzepte, Hardware- und Softwareentwicklung für modulare Büroreinigungsroboter

Projekt AutoPnP (2011 – 2014, www.autopnp.com, https://www.youtube.com/watch?v=A_vaDIDyHJY )

Projekt BakeR (2016-2019, www.baker-projekt.de, https://www.youtube.com/watch?v=djTh02yqa88)

© Fraunhofer IPA

# Motivation für einen mobilen Reinigungs- und Desinfektionsroboter
## Bedarf der Praxis (insbesondere Gesundheitswesen)

- Aktuelle Herausforderungen der Reinigungsbranche / Reinigungsdienstleiter:
  - Angespannte Personalsituation (hohe Personalfluktuation, häufige Ausfälle durch Krankheit)
  - Hoher Aufwand für Qualitätskontrolle, um ein gleichbleibend gutes Reinigungsergebnis zu gewährleisten
- Mit UV- (alternativ Ozon- oder Aerosol-)Desinfektionsrobotern können Räume im menschenleeren Zustand desinfiziert werden. Diese Desinfektion kann in Krankenhäusern grundsätzlich nur als Add-on zur gesetzliche vorgeschriebenen Wischdesinfektion genutzt werden.
- Wischdesinfektion von Oberflächen in Patientenzimmern sowie weiteren Hotspots in öffentlichen Bereichen erfolgt bislang ausschließlich manuell. Tätigkeit mit hohem Qualitätsanspruch.

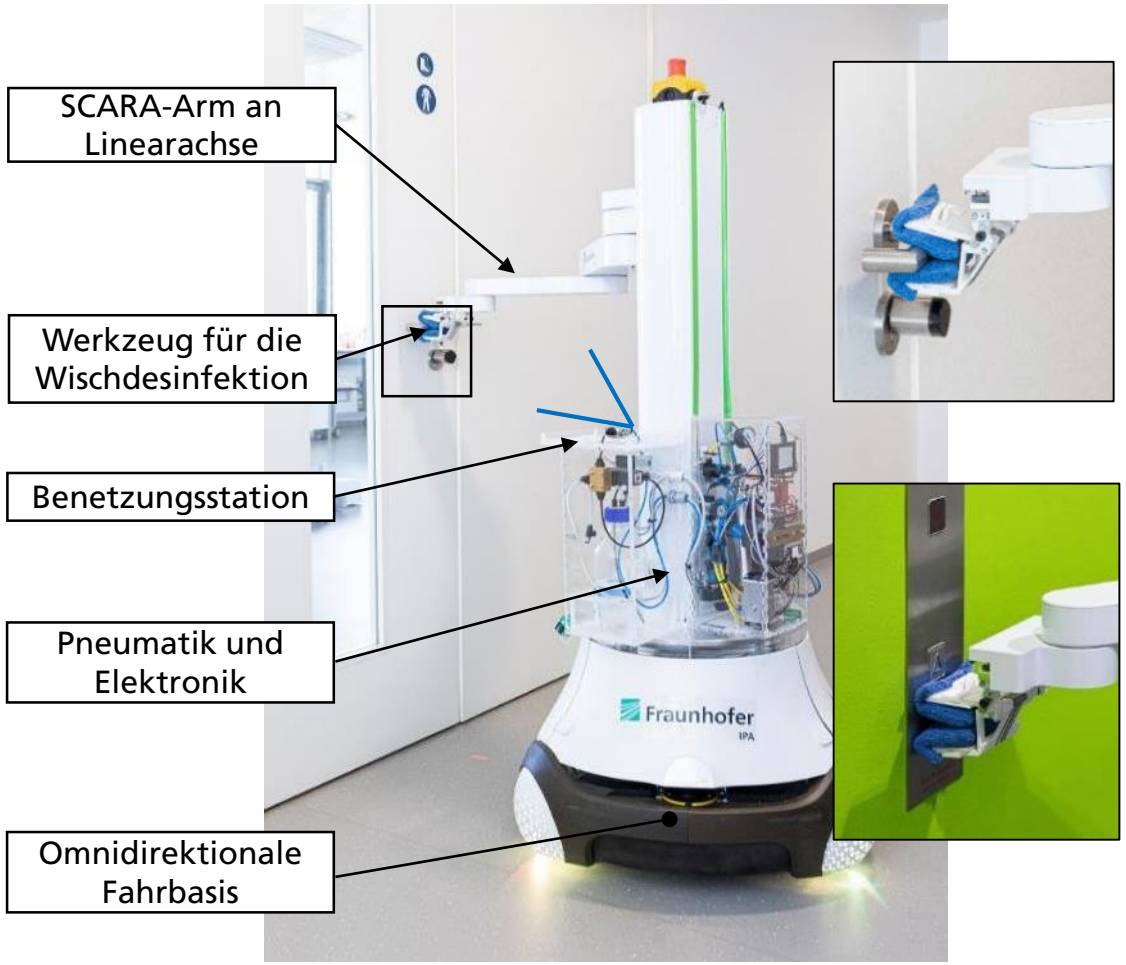
➔ Lösungsansatz: Entwicklung eines mobilen Serviceroboters zur Wischdesinfektion

➔ Vorteile des Robotereinsatzes:
  - Im Vergleich zur manuellen Desinfektion: gleichbleibende Qualität, automatische Dokumentation
  - Im Vergleich zu anderen Roboterlösungen: keine Verschwendung von Desinfektionsmitteln (großflächiges Versprühen von Desinfektionsmitteln), Betrieb in Koexistenz mit Menschen möglich (Gesundheitsschutz)
  - Kann regelmäßig desinfizieren und zu beliebigen Zeiten (auch Nachts und am Wochenende) arbeiten


© Fraunhofer IPA

# DeKonBot 1 – Ausgangspunkt der Entwicklung

## Umsetzung der Roboterhardware auf Basis vorhandener Technologien




**Kernkomponenten**

- Omnidirektionale Fahrbasis
- SCARA-Manipulator
- Reinigungstool als Pad mit Microvlies
- Benetzungsstation (pneumatisch) für das Aufbringen von Desinfektionsmittel

**Herausforderungen / Nachteile**

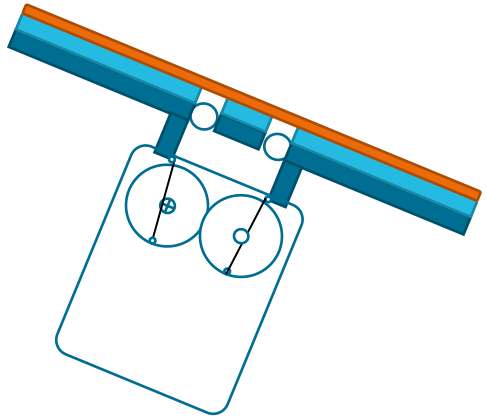
- Omnidirektionale Basis ist teuer, dabei aber nicht unbedingt benötigt
- Flexibilität im Werkzeug unzureichend / nicht alle Bereich der Türklinke können erreicht werden, Werkzeug kann keinen Druck auf Objekt erzeugen
- Fehlendes Konzept für die Selbstreinigung / Selbstdesinfektion des Reinigungstools (Gefahr von Keimverschleppungen)

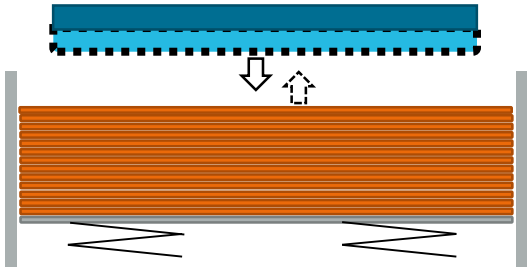

© Fraunhofer IPA

# DeKonBot 2 – Aus dem Entwicklungsprozess

## Alternativen Reinigungswerkzeug: Tuchwechsel oder Rollenbürsten?

?



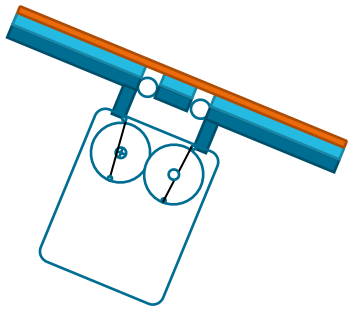


© Fraunhofer IPA

# DeKonBot 2 – Aus dem Entwicklungsprozess

## Alternativen Reinigungswerkzeug: Tuchwechsel oder Rollenbürsten?

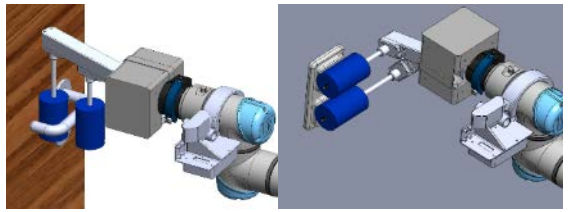
- **Vorteile** Wischwerkzeug mit Wechseltüchern
  - Hygiene durch regelmäßigen Tuchwechsel
  - Nah am aktuellen manuellen Reinigungsprozess
  - Schmutz wird komplett abgetragen
- **Nachteile** Wischwerkzeug mit Wechseltüchern
  - Tuchwechsel schwierig zuverlässig umzusetzen
  - Tuchwechsel braucht zusätzliche Zeit
  - Speziell gefertigte und konfektionierte Tücher notwendig
  - Pneumatik für Benetzung auf dem Roboter erforderlich

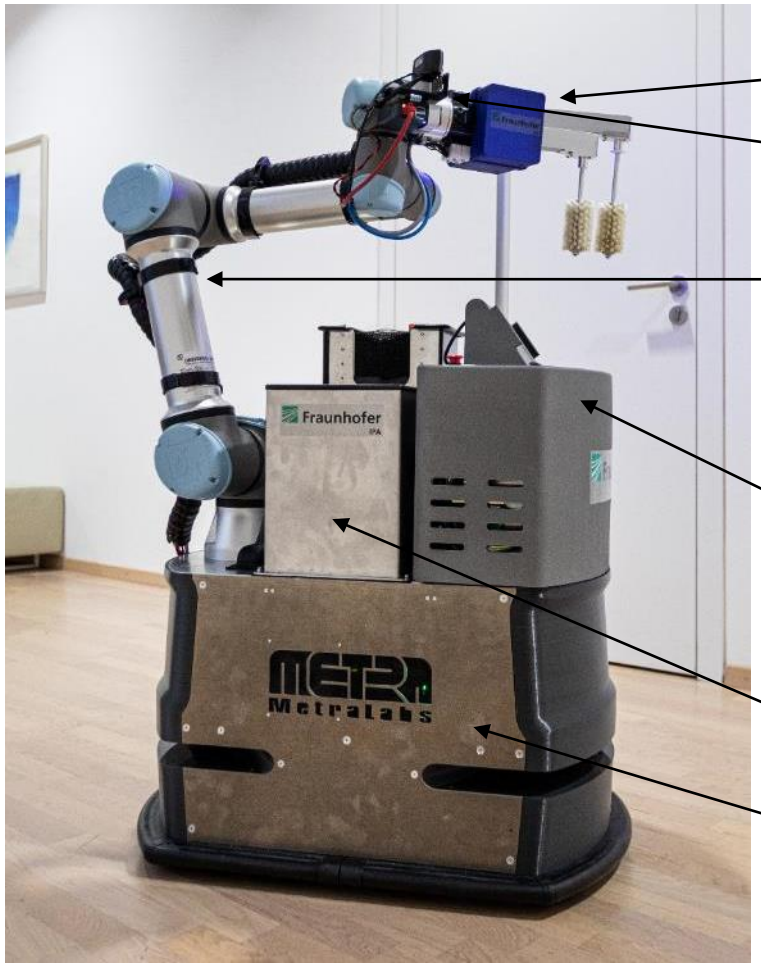


- **Vorteile** Rollenwerkzeug mit Tank
  - Selbstdesinfektion der Bürsten im Tank, dadurch kein dauerndes Wechseln erforderlich
  - Einfache Benetzung mit Desinfektionsmittel
  - Reinigung unterschiedlichster Objekte/Konturen
  - Einfache, zuverlässige Funktionserfüllung
- **Nachteile** Rollenwerkzeug mit Tank
  - Gefahr der Verschmutzung des Tanks, regelmäßige Tankleerung erforderlich
  - Gelegentlicher manueller Austausch der Reinigungsrollen nötig
  - Schmutz wird nicht komplett abgetragen

© Fraunhofer IPA

# DeKonBot 2 – Neuer Hardwareaufbau
## Übersicht Komponenten






Rollenwerkzeug

2D-und 3D-Sensorik

6-DOF Manipulator

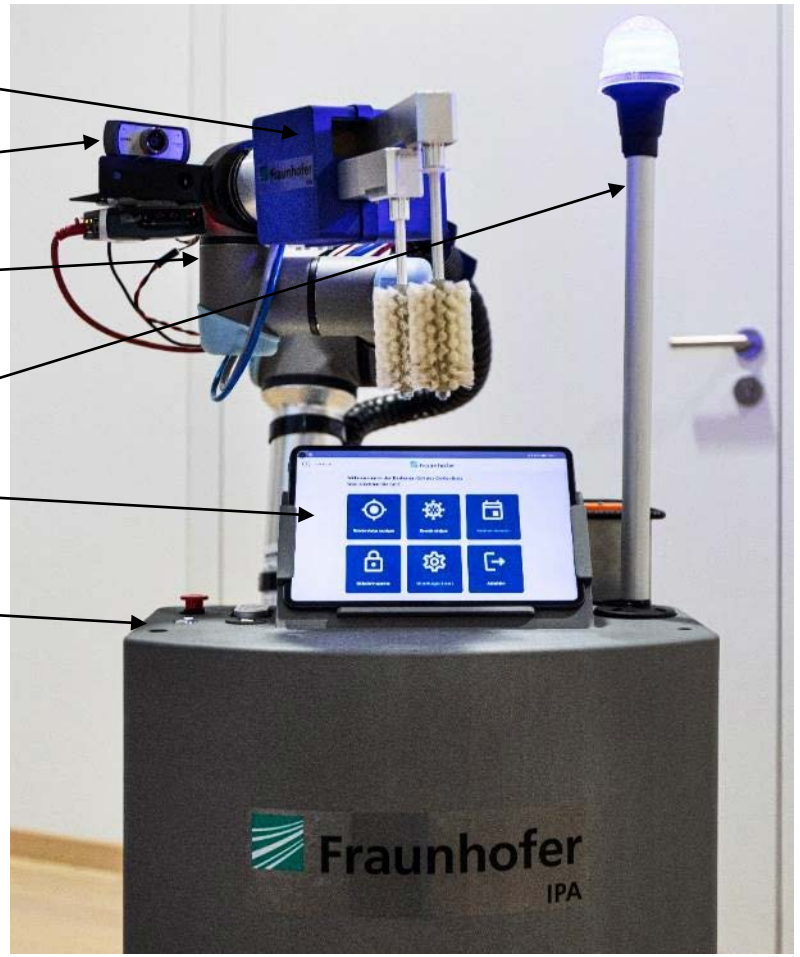
Signalleuchte

Bedien-Tablet

Bedien-Konsole

Reinigungstank

Mobile Basis

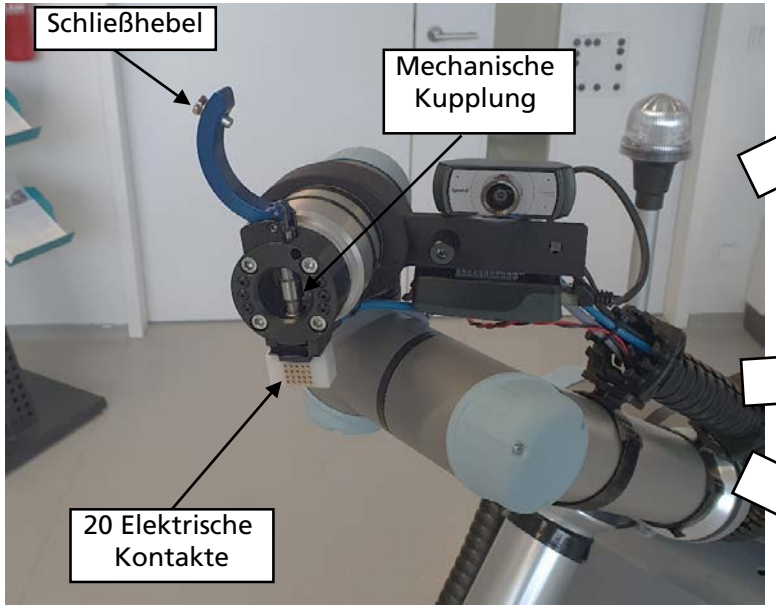




© Fraunhofer IPA

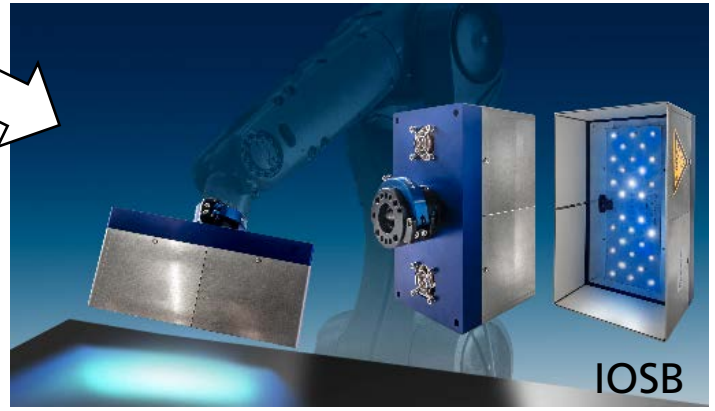
# DeKonBot 2 – Werkzeugwechsel

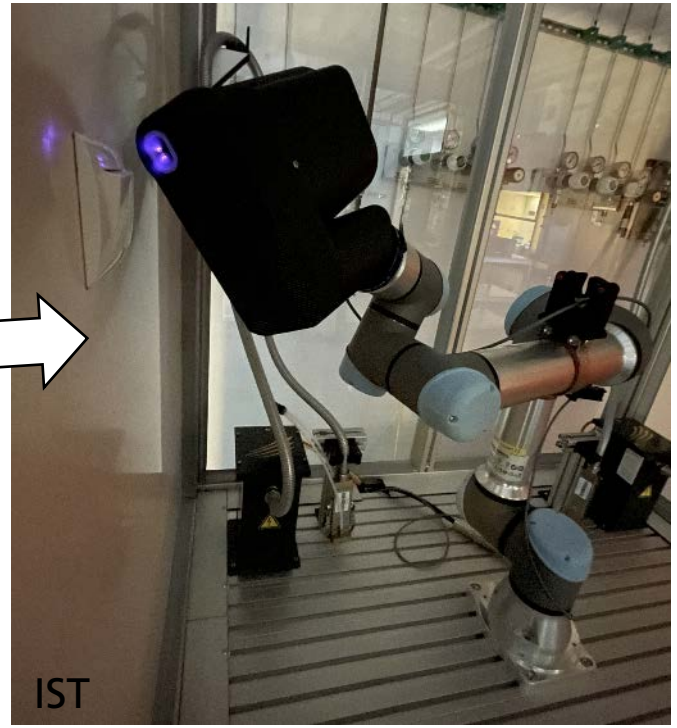
## Einsatz weiterer Reinigungswerkzeuge / Sensormodule




Werkzeugwechsel am Roboterarm mit Schunk SWS

Multimodale 3D-Sensorik zur Material-/Stoffanalyse



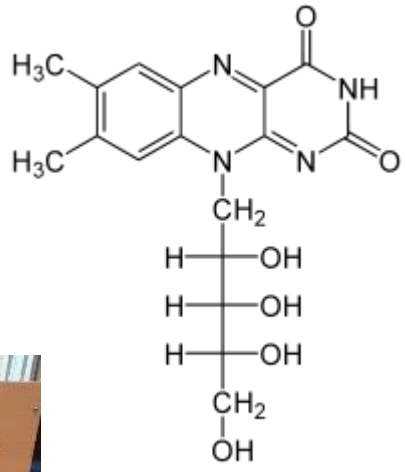




Werkzeuge für die UV-Desinfektion, für die Desinfektion mit Plasma


© Fraunhofer IPA

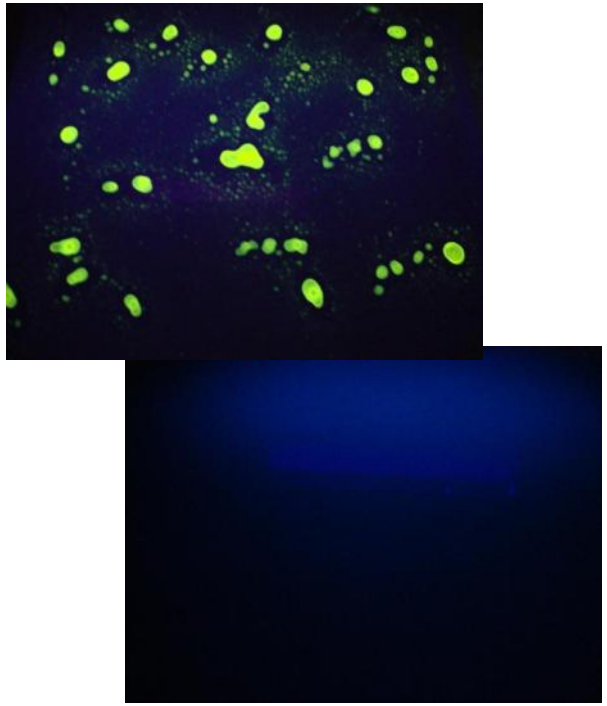
# DeKonBot2 – Tests der Desinfektionsleistung

## Testmethode Riboflavin




- Einbringen von Riboflavin (= Vitamin B2: wasserlöslich) in Reinigungsflüssigkeit
  - Aufbringen des Gemischs mit Rollenwerkzeug zum Prüfen des Benetzungsvermögens
- Analyse der Testflächen mit UV-Beleuchtung

Beispiel: Standard Epoxy- Boden

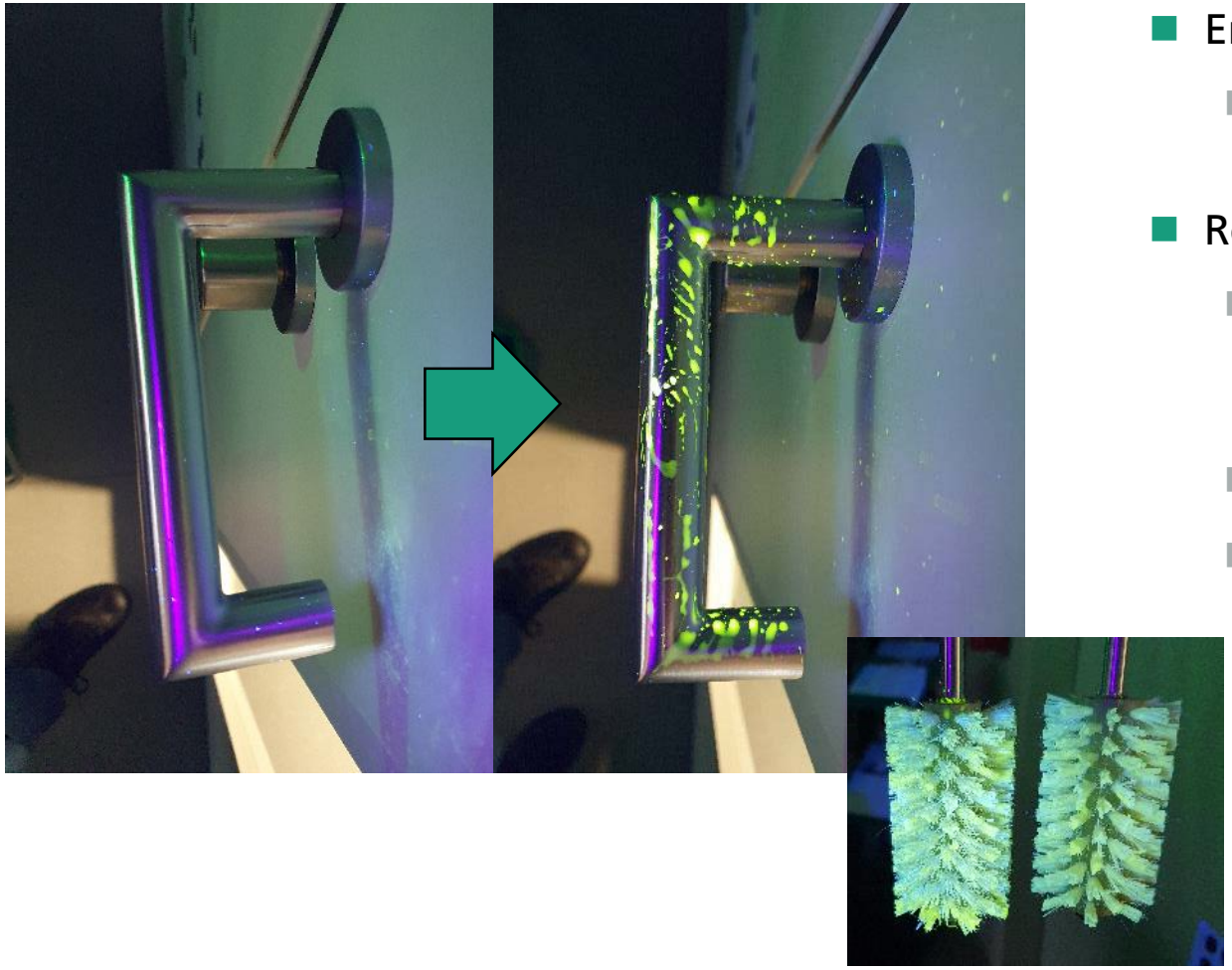


Test-Setup für DeKonBot: Türklinken und Lichtschalter

© Fraunhofer IPA

# DeKonBot2 – Tests der Desinfektionsleistung

## Benetzung von Ober- und Unterseite einer Türklinke



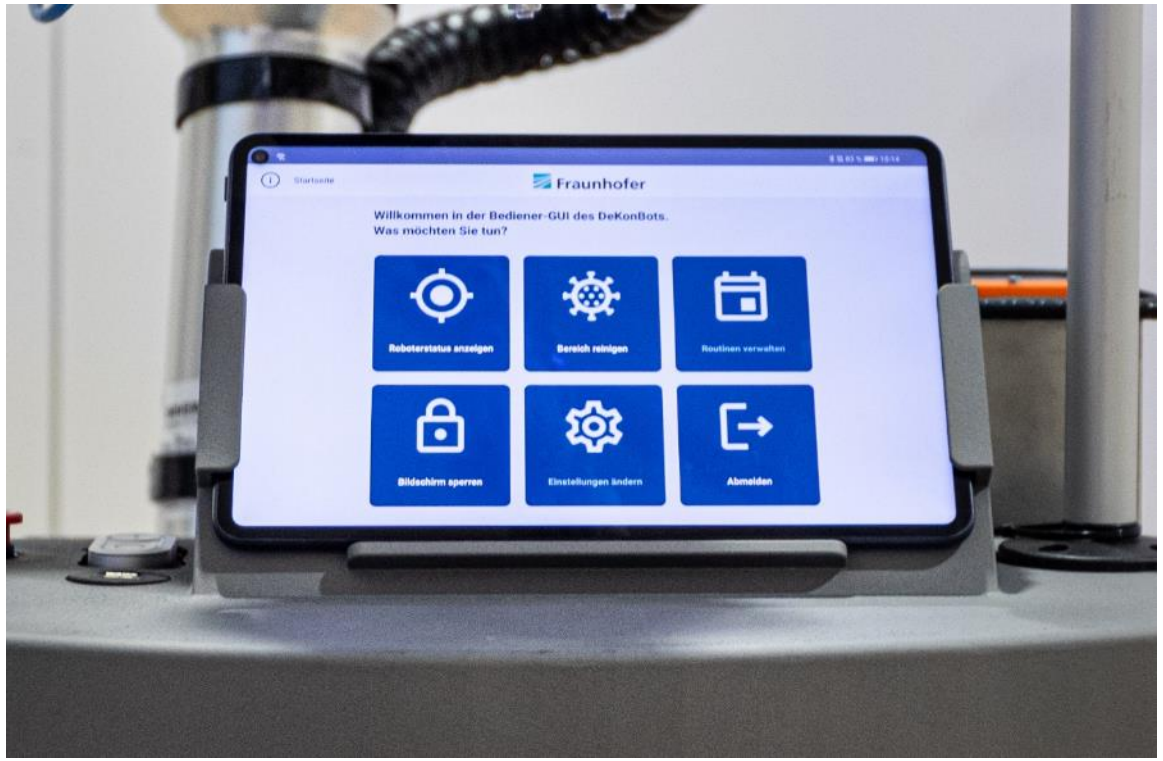
- Ergebnisse:
  - Die gewünschten Bereiche der Türklinke werden vollständig mit Desinfektionsmittel benetzt
- Resultierende Weiterentwicklungen:
  - Optimierung der Reinigungskomponenten zur Abdeckung sämtlicher Randbereiche inkl. Bereich um Türklinke
  - Verbesserte Schmutzaufnahme
  - Untersuchen weiterer Konzepte, um individuelle Kundenbedürfnisse erfüllen zu können


© Fraunhofer IPA

# DeKonBot2 – Inbetriebnahme und Bedienung

## Grafische Benutzeroberfläche (GUI) und Autonomie

Teaching GUI: Zum Einrichten erfolgt ein einmaliges Kartieren der Umgebung und Einlernen aller Objekte

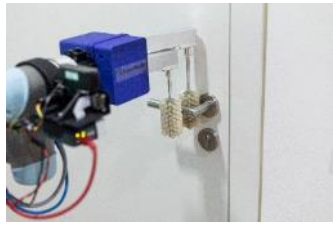



Bediener GUI: Im Betrieb wird die Reinigung einmal gestartet, danach arbeitet der Roboter autonom


© Fraunhofer IPA

# Praxistests im Bürogebäude – ein mögliches Anwendungsszenario
## Vorbereitung und Durchführung

- Eine Etage im Gebäuden der EnBW City, Stuttgart
- Auf dem Test-Gang mit Konferenzräumen waren zu reinigen: 5 Türklinken, 5 Lichtschalter, 3 Türknäufe
- Vorgehen: Eine Woche für Einrichtung und Optimieren
- Drei Tage Tests mit 10 Probanden:
  3 Führungskräfte von EnBW
  3 Führungskräfte von Gegenbauer
  4 Reinigungsfachkräfte von Gegenbauer
- Den Probanden wurde der Roboter erst erklärt und vorgeführt. Danach sollten sie mit dem GUI den Roboter selbst steuern und neue Objekte einlernen.
- Anschließende Befragung durch Fraunhofer IMW und Fragebögen (→ Vortrag heute 15:00 Uhr)
- Abschließend Dauertests zur Ermittlung von Daten zu Zeiten und Zuverlässigkeit der Reinigung (insg. 45 Objekte)



© Fraunhofer IPA

# Praxistests im Bürogebäude – Technische Auswertung der Dauertests

## Zuverlässigkeit, Zeitmessung und Optimierungspotential

- Zuverlässigkeit:
  - Türklinken und Lichtschalter wurden jedes Mal zuverlässig erkannt und erfolgreich desinfiziert
  - Gelegentliche Fehler bei Türknäufen
  - Roboter navigiert zuverlässig autonom durch die Umgebung

- Geschwindigkeit / initiale Werte, gemessen während der Tests bei der EnBw:
  - Desinfektion von 3 Objekten (Türklinke, Lichtschalter, Türknauf) inkl. Fahrweg: 10 Minuten

  ➔ 18 Objekte pro Stunde
- Nach erster Optimierung der Steuerung und Abläufe:
  - Desinfektion von 3 Objekten inkl. Fahrt: 6 Minuten

  ➔ 30 Objekte pro Stunde
- Ziel aktueller Optimierungen: 45 Objekte pro Stunde

  ➔ **Damit wirtschaftlicher Einsatz möglich**

  (Eckdaten: Abschreibungsdauer von 8 Jahren, Roboterbetrieb über 24 Stunden.
  Vergleichswert: Kosten einer Reinigungskraft, die ausschließlich die Desinfektion der oben genannten Objekte durchführt.)


© Fraunhofer IPA