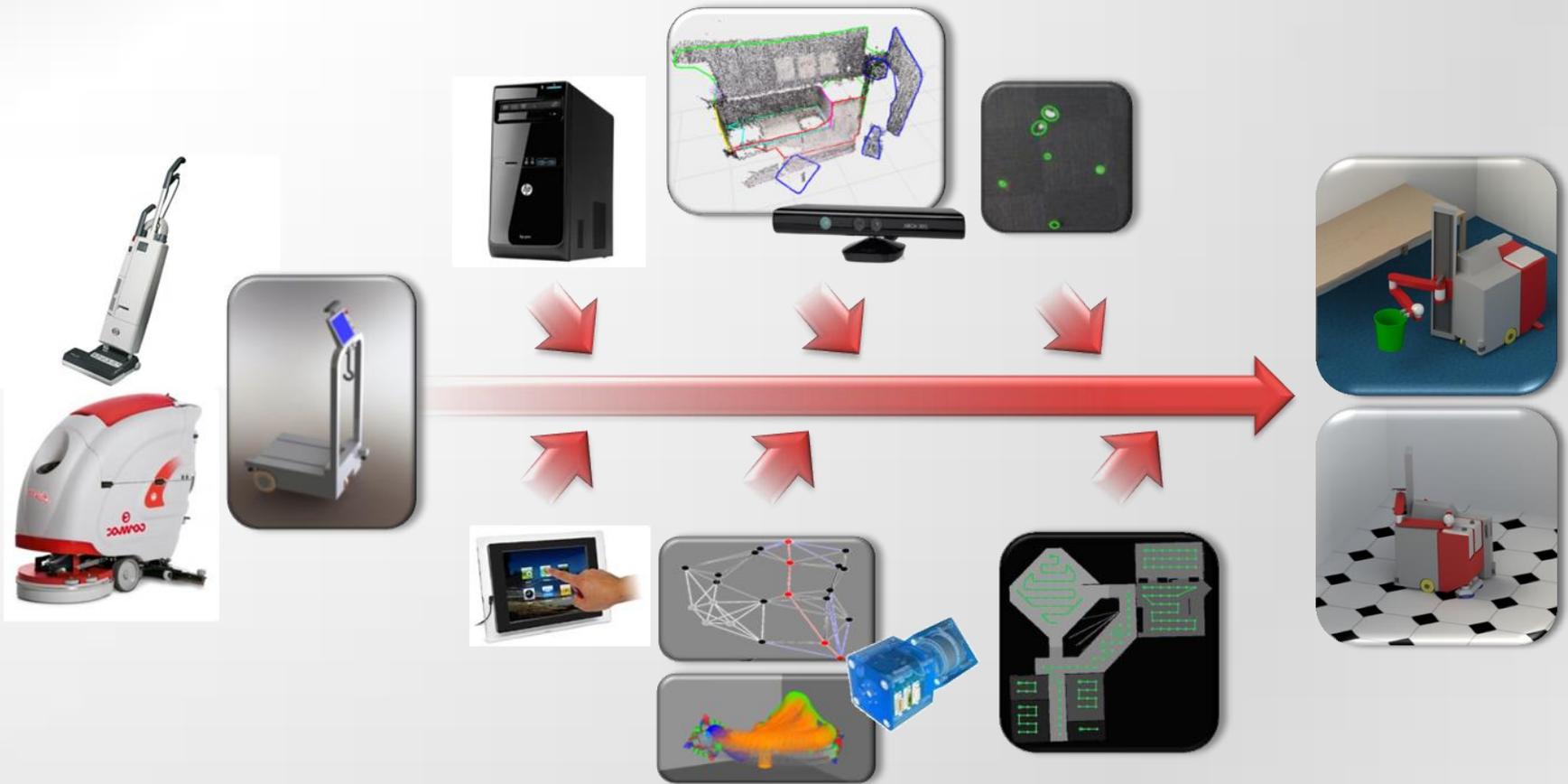


BAUKASTENSYSTEM FÜR KOSTENEFFIZIENTE, MODULARE REINIGUNGSROBOTER (BAKER)



Motivation für die robotergestützte Reinigung

Herausforderungen der Reinigungsbranche (gemäß Dienstleister Dussmann):

- Demographischer Wandel
 - Engpass an jungen Fachkräften
 - Fehlen von Kompetenzträgern
- Erhöhung der Flächenleistung
 - Mehr Leistung durch maschinelle Unterstützung, insb. Nutzung der Nachtstunden
- Einsatz von Reinigungsmaschinen
 - Einarbeitungszeit für manuell geführte Maschinen
 - Hohe Mitarbeiterfluktuation erhöht Anteil der Einarbeitungszeit
- Einsatz in sensiblen Bereichen
 - Vertrauenswürdigen Personal



Motivation für die robotergestützte Reinigung

- Gebäudereinigung verfolgt drei Hauptaufgaben:
 - Bodenreinigung
 - Entsorgung
 - Oberflächenreinigung (Sanitär, Tische)

} 70% der täglichen Reinigungstätigkeiten
- Trend: ergebnisorientierte Reinigung
 - Ausschließlich der Kunde legt das gewünschte Reinigungsergebnis fest
 - Anstelle starrer Leistungsverzeichnisse tritt der erkennbare Reinigungsbedarf
 - Ausgenommen hiervon sind:
 - Tägliche Reinigung der Sanitärbereiche
 - Müllentsorgung in Bürobereichen



Gebäudereinigung – Potentiale für den Robotereinsatz

Gebäudereinigung

Bedarf an neuen Lösungen

- Engpass an Fachkräften bedingt durch demographischen Wandel, hohe Personalfluktuation
- Zunehmend ergebnisorientierte Reinigung, erfordert besser qualifiziertes Personal, längere Einarbeitung

Servicerobotik

Technologischer Fortschritt

- Fallende Komponentenkosten (Rechner, Sensorik, Aktorik)
- Erste autonom navigierende Roboter im Praxiseinsatz
- Modulare Softwarearchitekturen / Beginn einer Standardisierung der Schnittstellen (ROS bzw. ROS-I)

Ziel: Entwicklung eines produktnahen Reinigungsroboters zur Unterstützung des Reinigungspersonals bei der täglichen Büroreinigung

Praxisnahes Einsatzszenario in BakeR

- **Reinigungspersonal startet den Roboter** zum Beginn des Reinigungszeitraums **am Abend**. Kümmt sich um Arbeiten, welche durch den Roboter nicht ausgeführt werden können (Reinigen von Oberflächen, Teeküchen, WC-Anlagen, Treppenhäusern, Entsorgung Nassmüll, etc.).
- **Roboter kümmert sich um Bodenreinigung** (Saugen von Teppichböden: **Beseitigung erkannter Verschmutzungen** entsprechend vorher definierter Qualitätsstandards, Vollreinigung nur in definierten Zeitabständen; Wischen von Hartböden: immer Vollreinigung) und **Abfallbeseitigung** (insbes. Entleeren von Papierkörben in Sammelbehälter / Reinigungswagen). Roboter arbeitet die **ganze Nacht**.
- Sollte er auf Verschmutzungen treffen, die er **nicht selbstständig entfernen** kann, werden diese in einer **Grundrisskarte** protokolliert.
- **Reinigungspersonal** (reduzierte „Rumpfmannschaft“) kümmert sich am Morgen um die **Beseitigung der vom Roboter protokollierten Verschmutzungen**, leert **Sammelbehälter** für Papiermüll, leert bzw. erneuert **Staubsaugerbeutel** sowie **Reinigungsflüssigkeit** des Roboters.

Existierende Reinigungsroboter

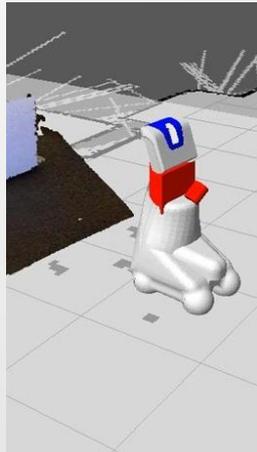
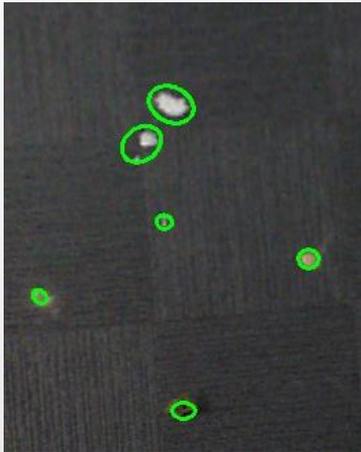
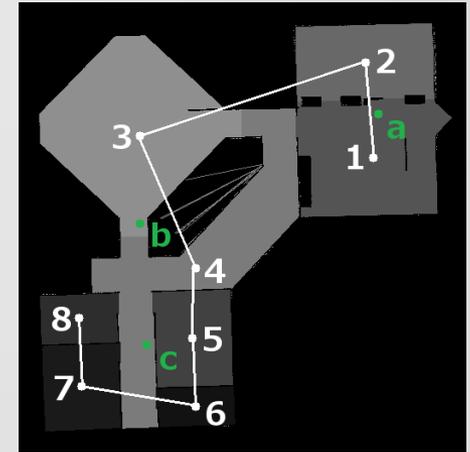
- Einschränkungen aktuell als Produkte verfügbarer gewerblicher Reinigungsroboter
 - Einsatz beschränkt auf großflächige (ein Raum) Umgebungen wie Supermärkte, Sporthallen, ...
 - Beschränkt auf die Bodenreinigung (nass oder trocken), keine Aufgabenflexibilität
- Reinigungsroboter für Privathaushalte
 - Nur für kleine Umgebungen geeignet
 - Häufiges Leeren der Schmutzbehälter bzw. Auffüllen der Reinigungsflüssigkeit notwendig
- **Neuerung in BakeR:** Einsatzfeld Büroreinigung, einsetzbar zum Saugen und Wischen, Betreten der zu reinigenden Räumlichkeiten, ergebnisorientierte Bodenreinigung (Basis: Erkennung von Verschmutzungen), Manipulation der Umgebung (z.B. Türen öffnen, Stühle verrücken, Mülleimer leeren)



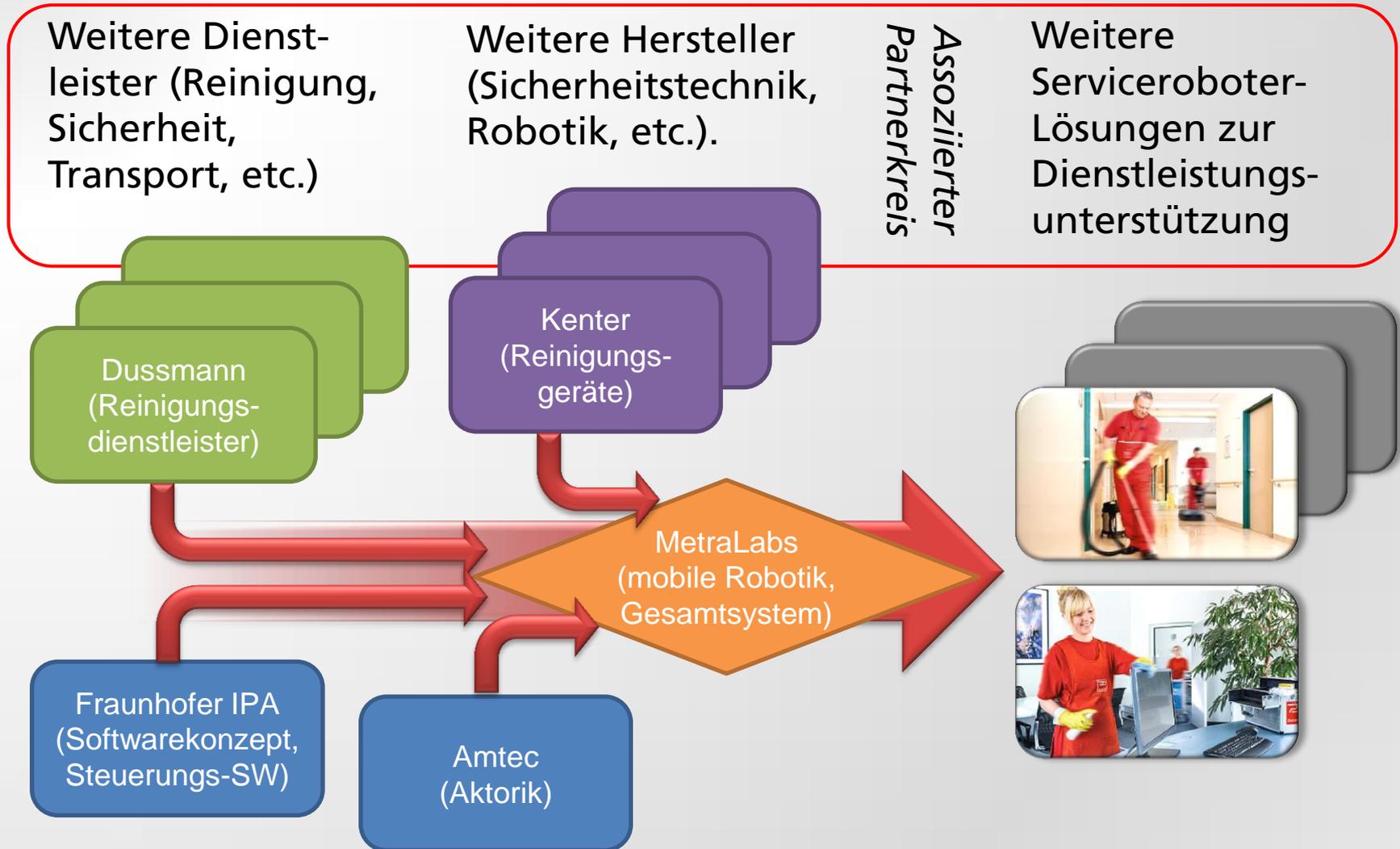
Bilder: Intellibot, Cleanfix, Samsung, neato xv

Vorarbeiten: Roboterunterstützte Reinigung

- Automatische Einteilung des Grundrisses in Räume (1 bis 8), Ableiten geeigneter Abstellpositionen für den Reinigungswagen (a bis c)
- Optimierte Abarbeitungsreihenfolge der Räume
- Visuelle Erkennung, Kartierung und Reinigung von Verschmutzungen
- Erkennung von Papierkörben und Entleerung in einen Sammelbehälter



Aufgaben der Partner und erweiterte Umsetzungskette



Wissenschaftliche Arbeitsschwerpunkte in BakeR

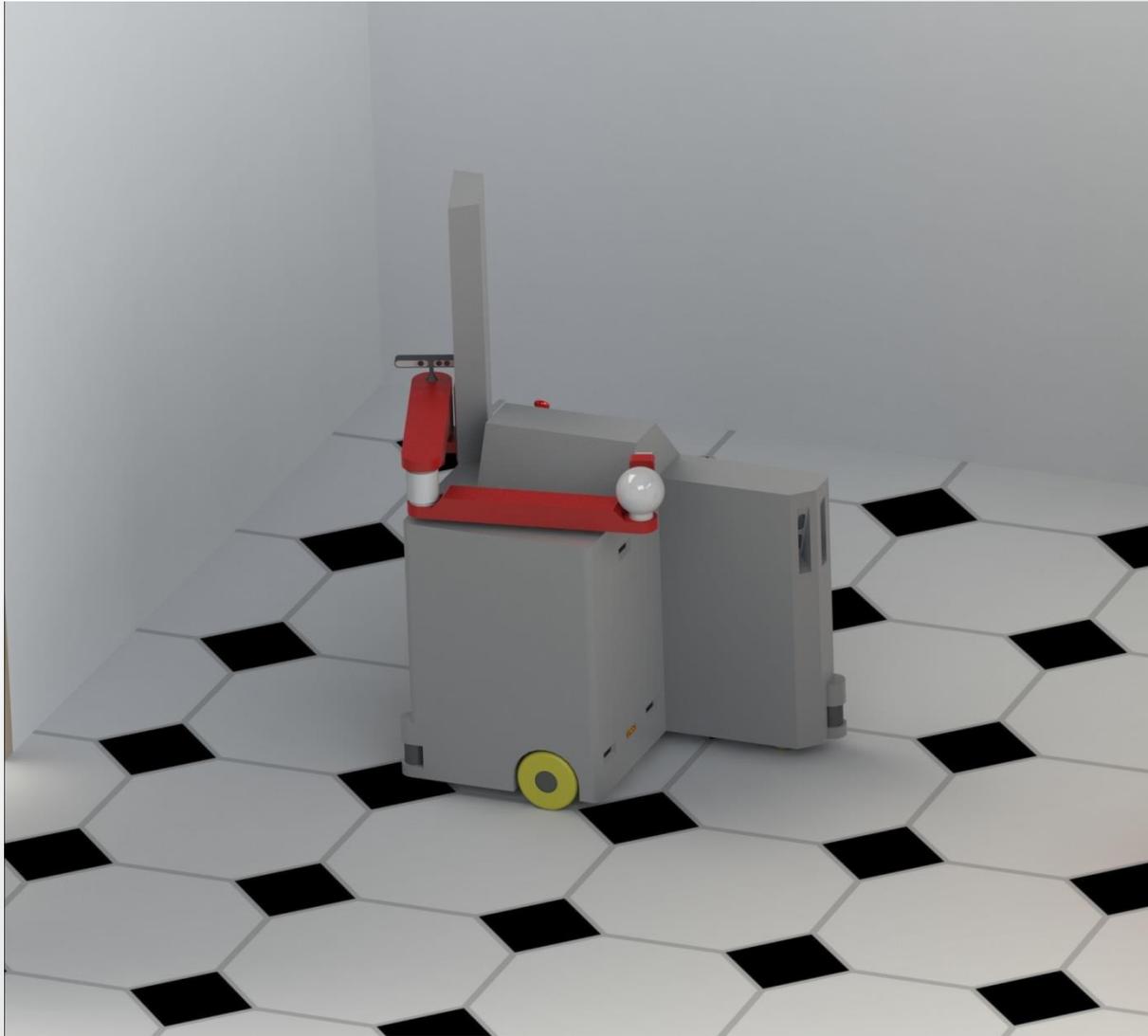
- Entwicklung kosteneffizienter Hardware-Komponenten
 - Flexibel einsetzbare mobile Basisplattform, Anwendungsmodule
 - Low-cost Aktorik z.B. für Mülleimer aufnehmen, Türen öffnen
- Weiterentwicklung von grundlegenden Softwarekomponenten der Servicerobotik hinsichtlich ihrer **Praxistauglichkeit** (bisher großes Hindernis für erfolgreichen kommerziellen Einsatz größerer Service-roboter, Einstiegshürde für Hersteller)
 - Navigation (kollisionsfreie Navigation in 3d, Pfadplanung mit vom Roboter beweglichen Hindernissen, z.B. Stühle aus dem Weg ziehen)
 - Wahrnehmung (zuverlässige Identifizierung relevanter Gegenstände / Strukturen, 3d Umgebungsmodellierung, Verschmutzungserkennung)
 - Mobile Manipulation (Synchronisierung, Kollisionsvermeidung)
 - Sicherheit (BakeR setzt aktuelle Sicherheitsnormen um)
- **Dadurch:** Kostenreduktion, Steigerung der Zuverlässigkeit, Steigerung der in AutoPnP erzielten Reinigungsleistung (ca. 100 m²/h für Praxis nicht ausreichend), Annäherung an Leistung eines Menschen (450 m²/h).

Modularität zur Sicherstellung der Wirtschaftlichkeit

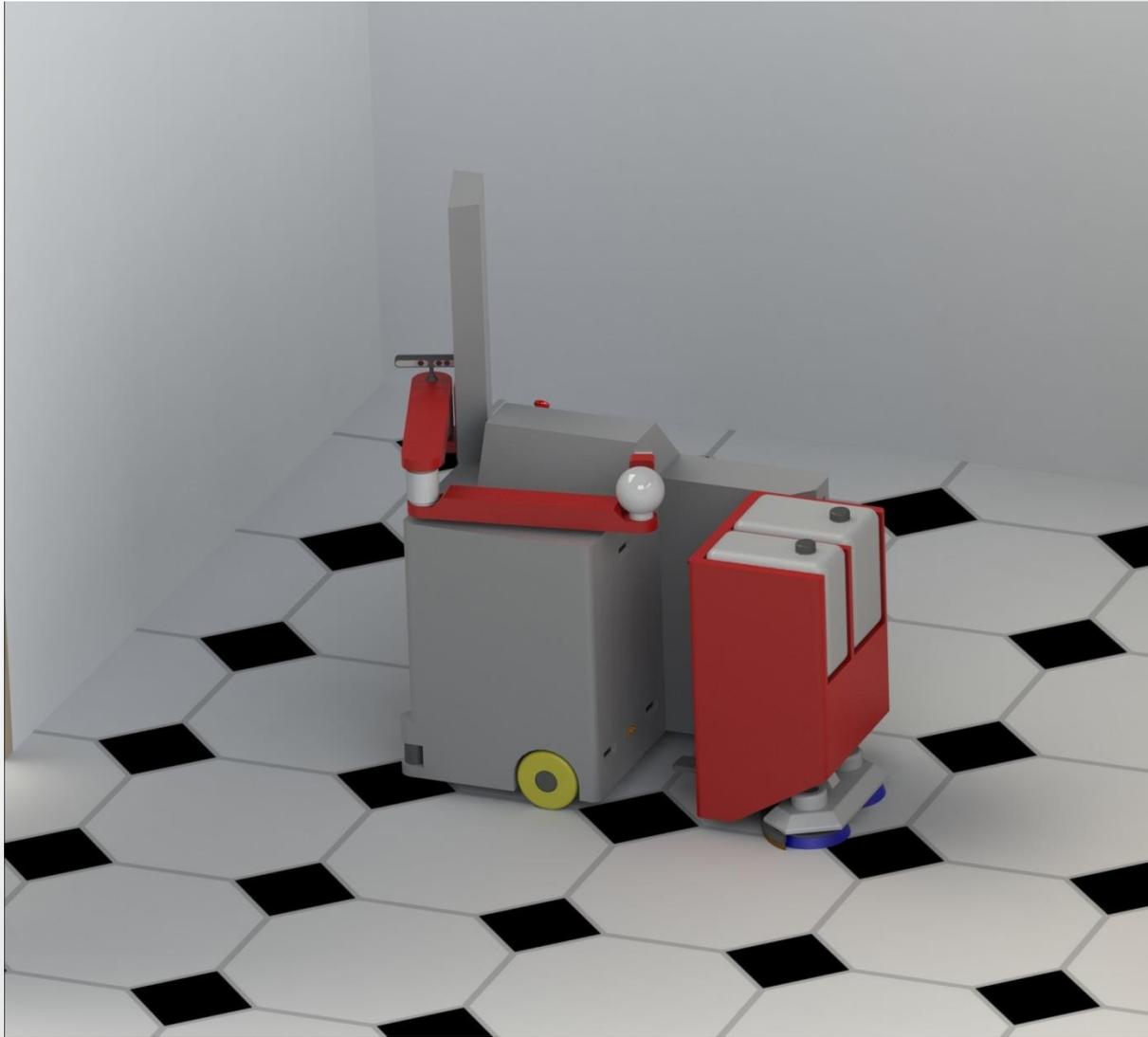
- Optimale Wirtschaftlichkeit durch **maximale Auslastung** der Roboter: Roboter sollten nicht nur für eine Aufgabe eingesetzt werden (Reinigung nachts), sondern auch tagsüber, z.B. für Transport, Catering, Sicherheit ...
- **Modulares Systemkonzept** (mit standardisierten Schnittstellen für Komponenten, **Komponenten-Plug & Play** während des laufenden Betriebs und werkzeugunterstützter Systemmodellierung) ermöglicht die **Wiederverwendung von Hardware- und Software-Komponenten**, dadurch Reduktion der Entwicklungskosten und Motivation der Hersteller, Roboterlösungen auch für neue Anwendungsfelder zu anbieten.
- **Einheitliche Schnittstellen** fördern Innovationskraft d. Unternehmen, da verbesserte Zusammenarbeit zwischen Herstellern und Zulieferern.

Ziel: Entwicklung und Nutzung eines modularen Systemkonzepts und generischer Serviceroboter-Technologien (HW, SW) auf Basis von ROS-I, die den aufgabenflexiblen Einsatz von Servicerobotern sowie die Entwicklung neuer Serviceroboter-Anwendungen unterstützen und vereinfachen. Verifikation anhand einer neuen mobilen Basisplattform, die verschiedene Anwendungsmodule zur Reinigung aufnehmen kann.

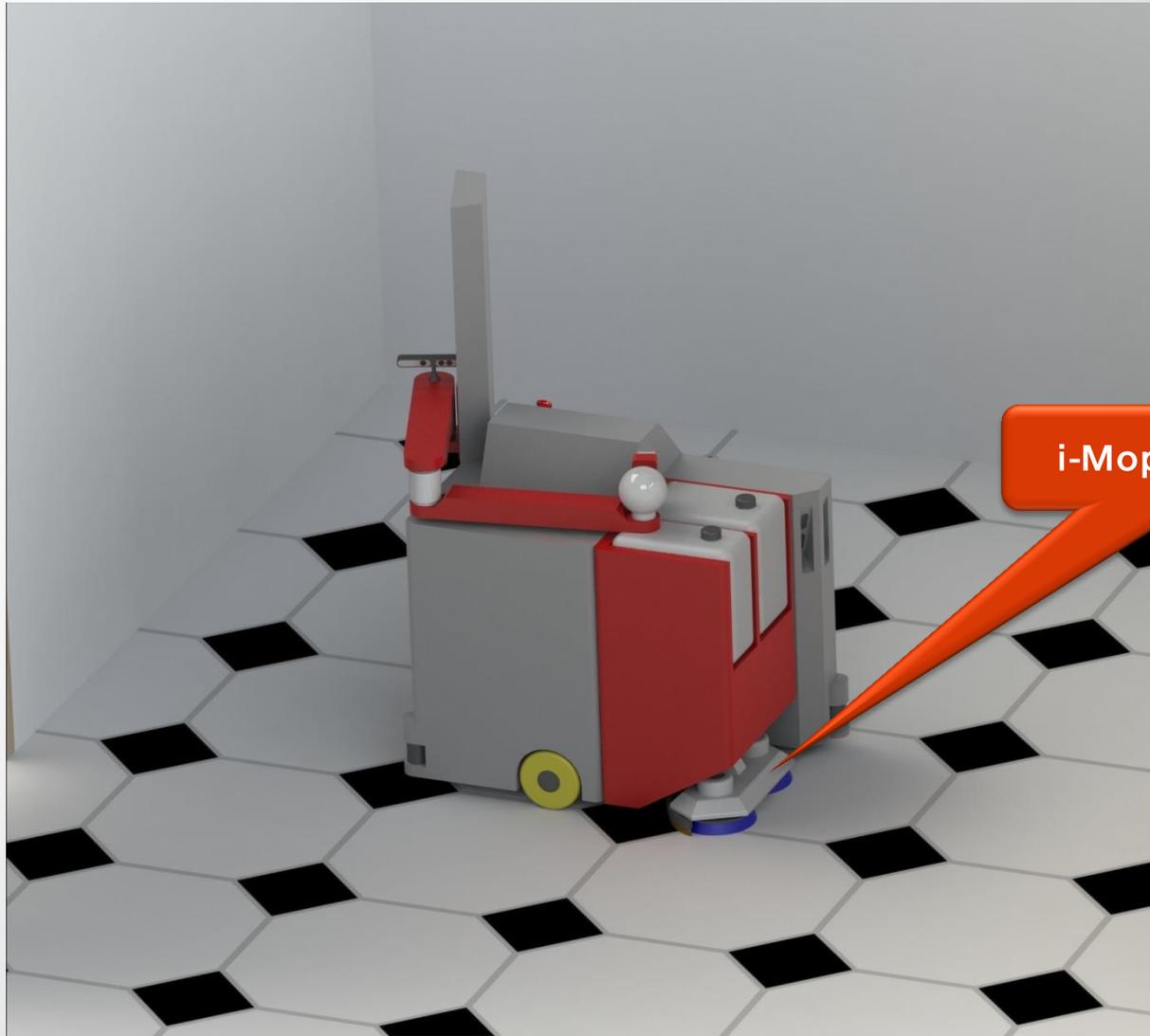
Hardwarekonzept – Basisgerät



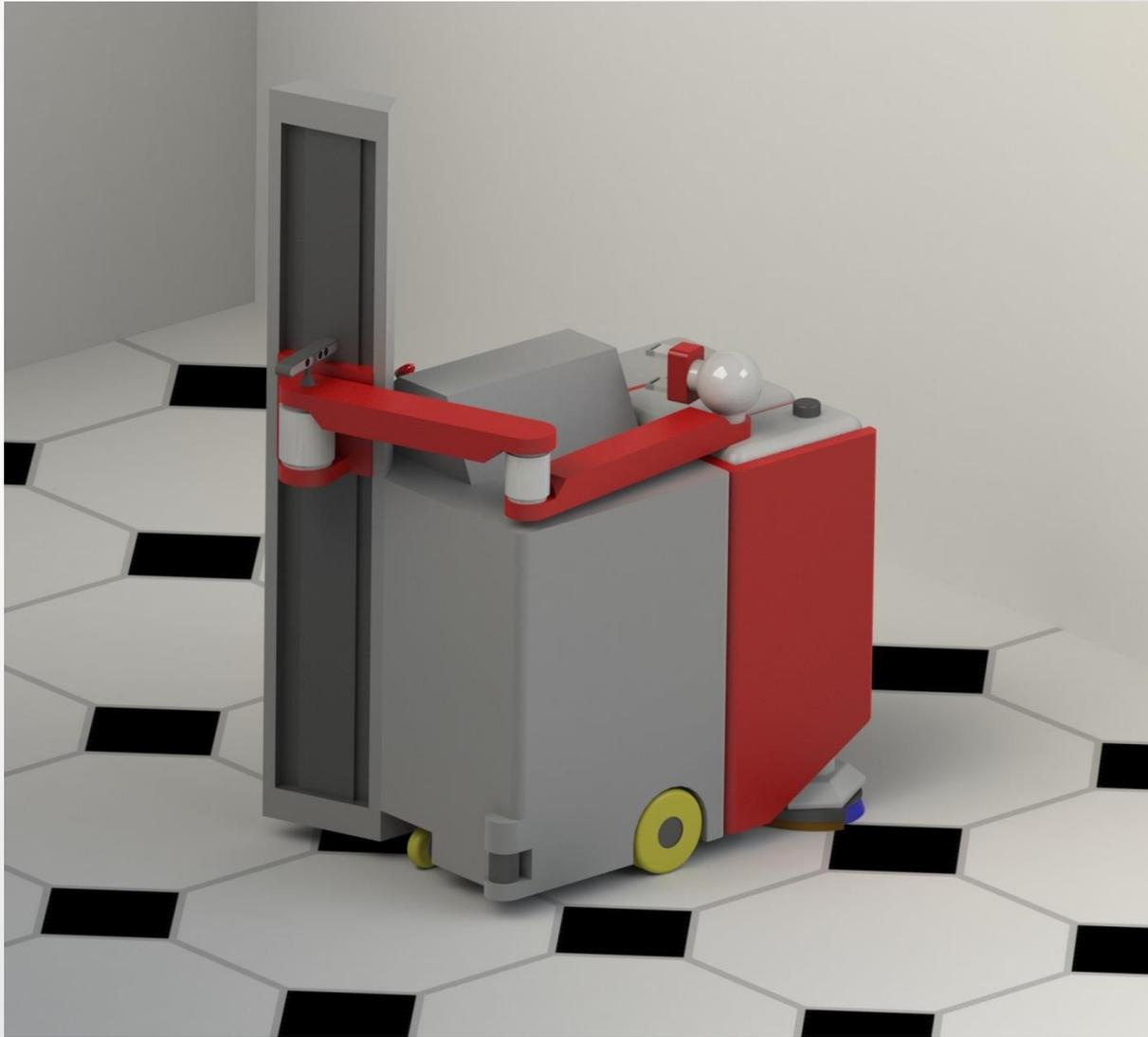
Hardwarekonzept – Modulanbau



Hardwarekonzept – Nassreinigungsmodul



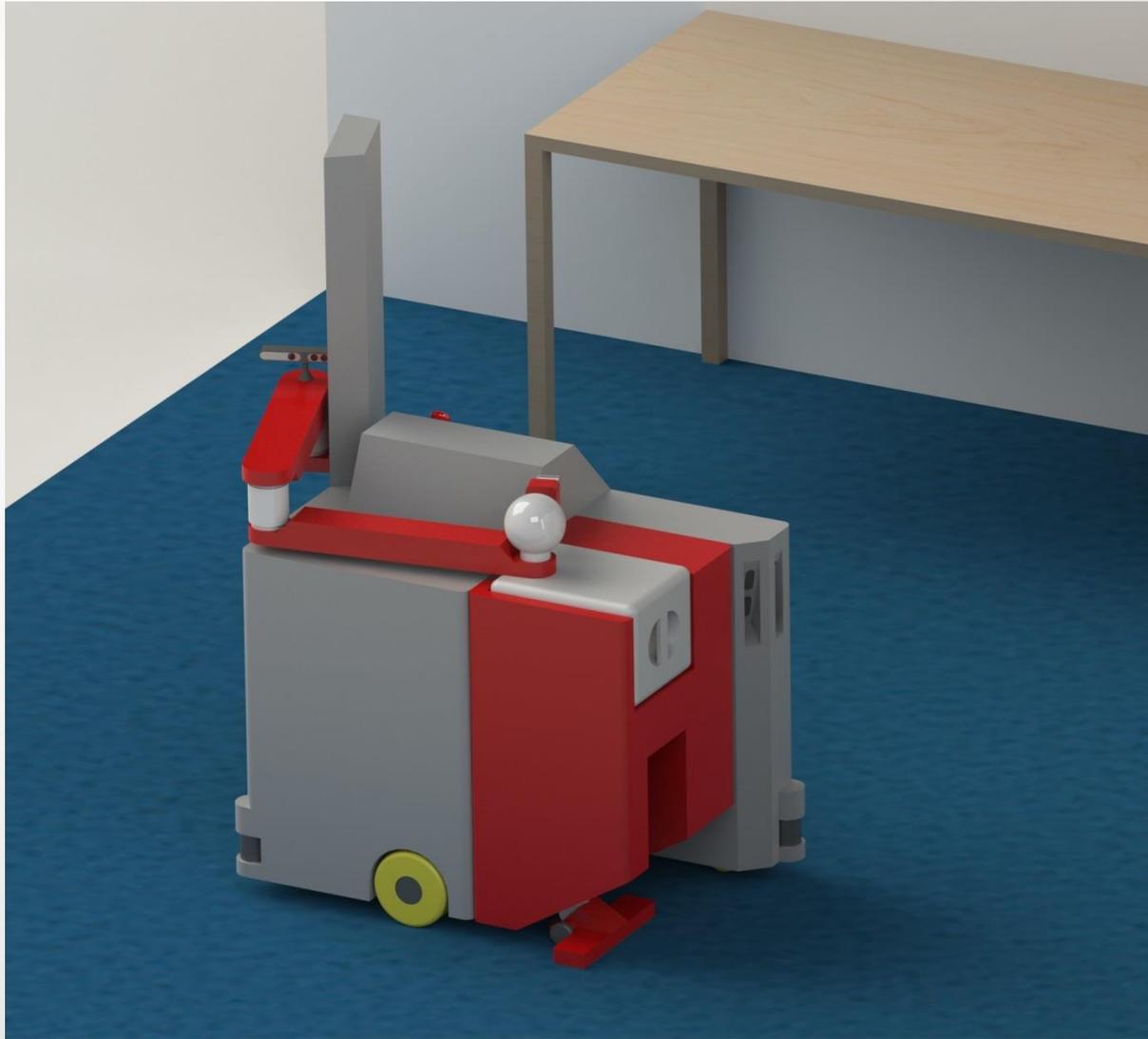
Hardwarekonzept – Nassreinigungsmodul



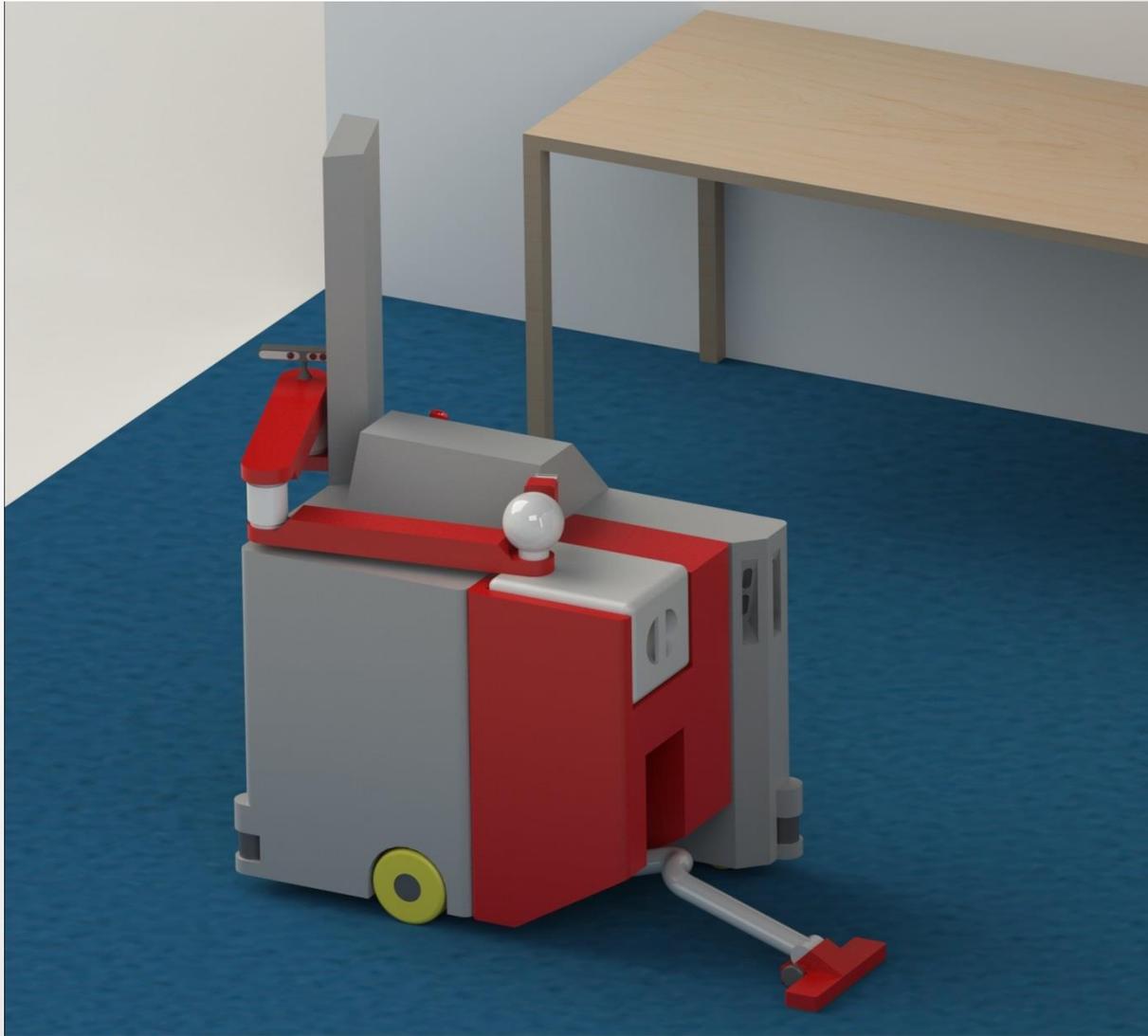
Hardwarekonzept – Nassreinigungsmodul



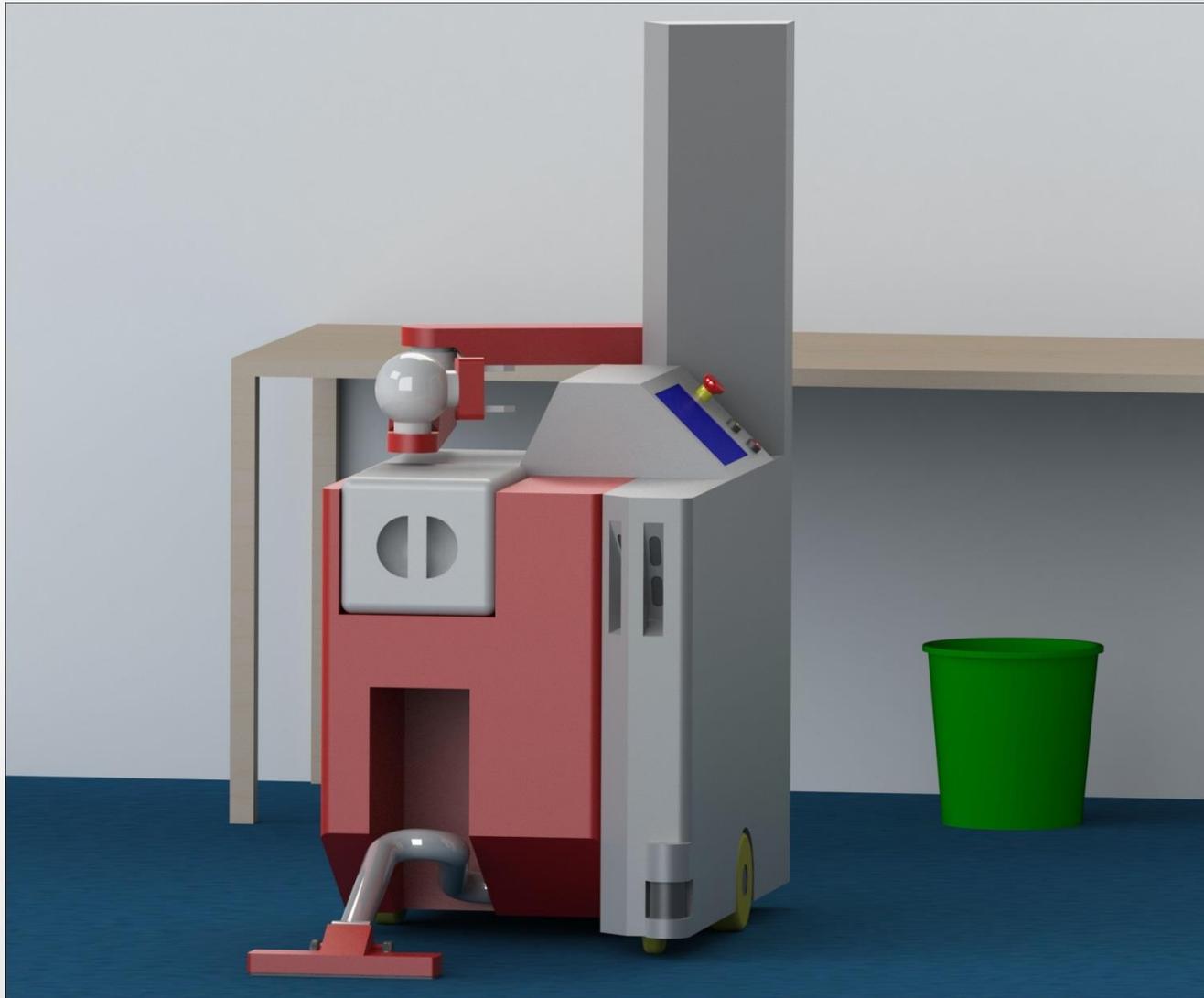
Hardwarekonzept – Trockenreinigungsmodul



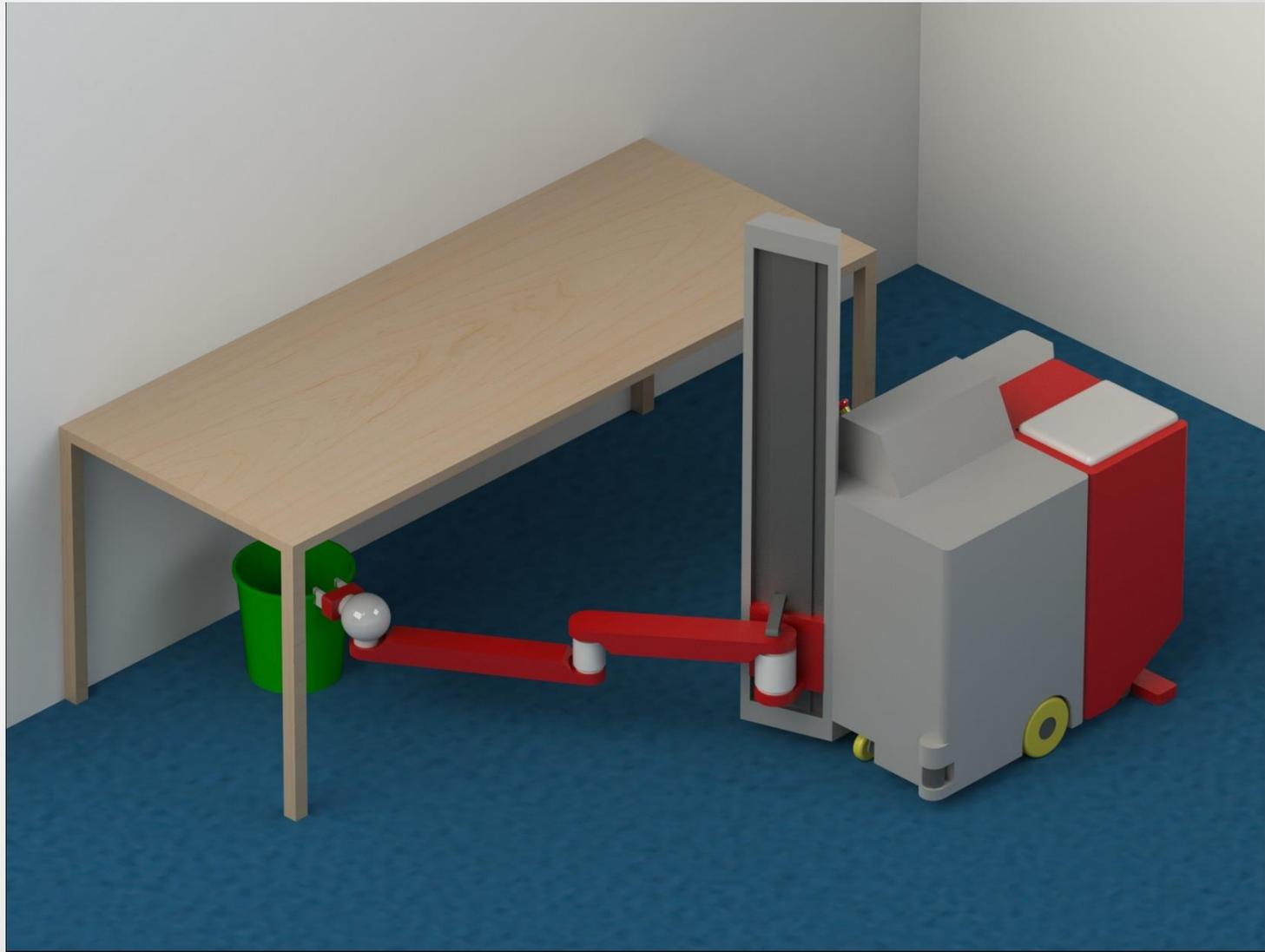
Hardwarekonzept – Trockenreinigungsmodul



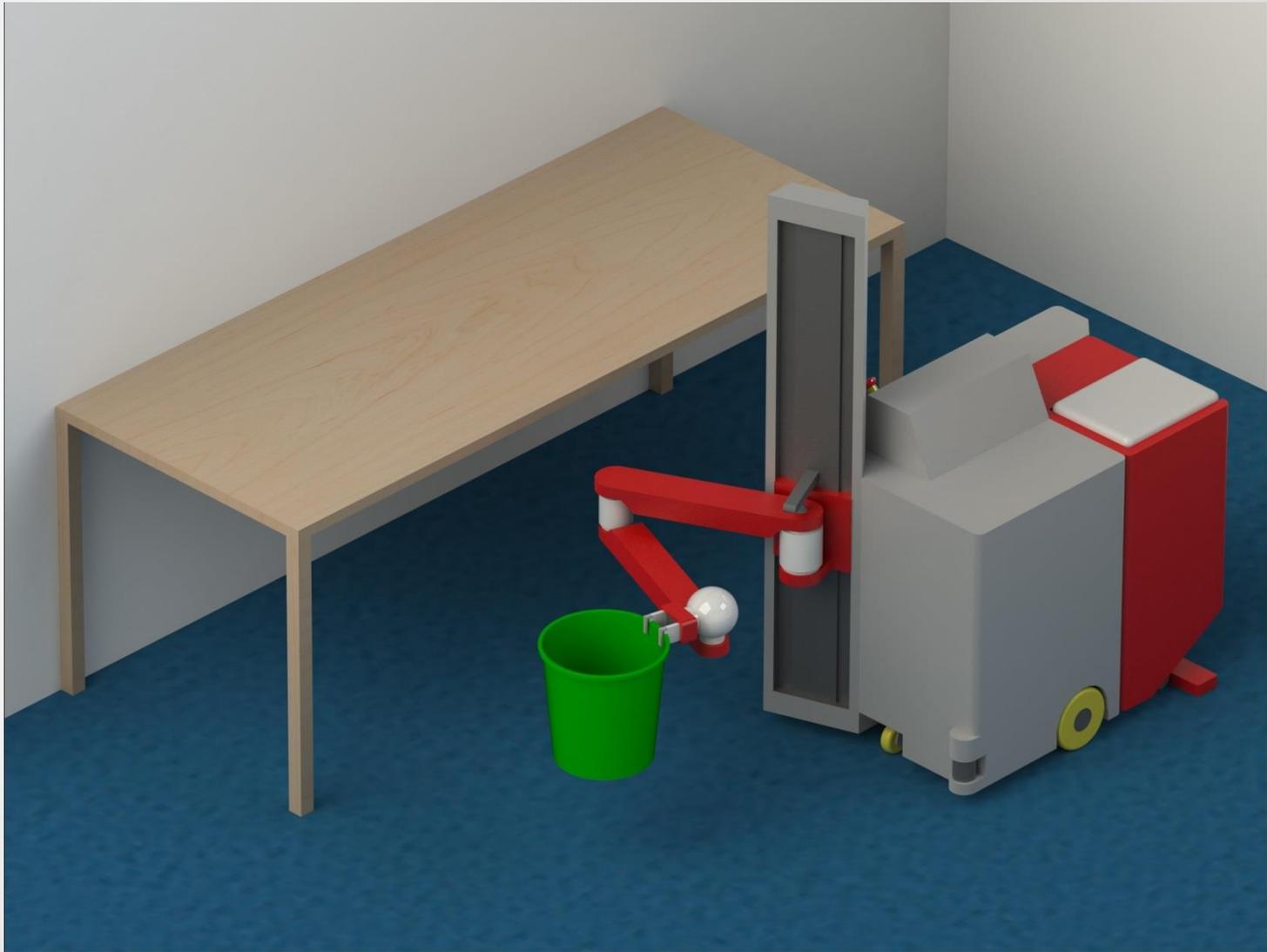
Hardwarekonzept – Trockenreinigungsmodul



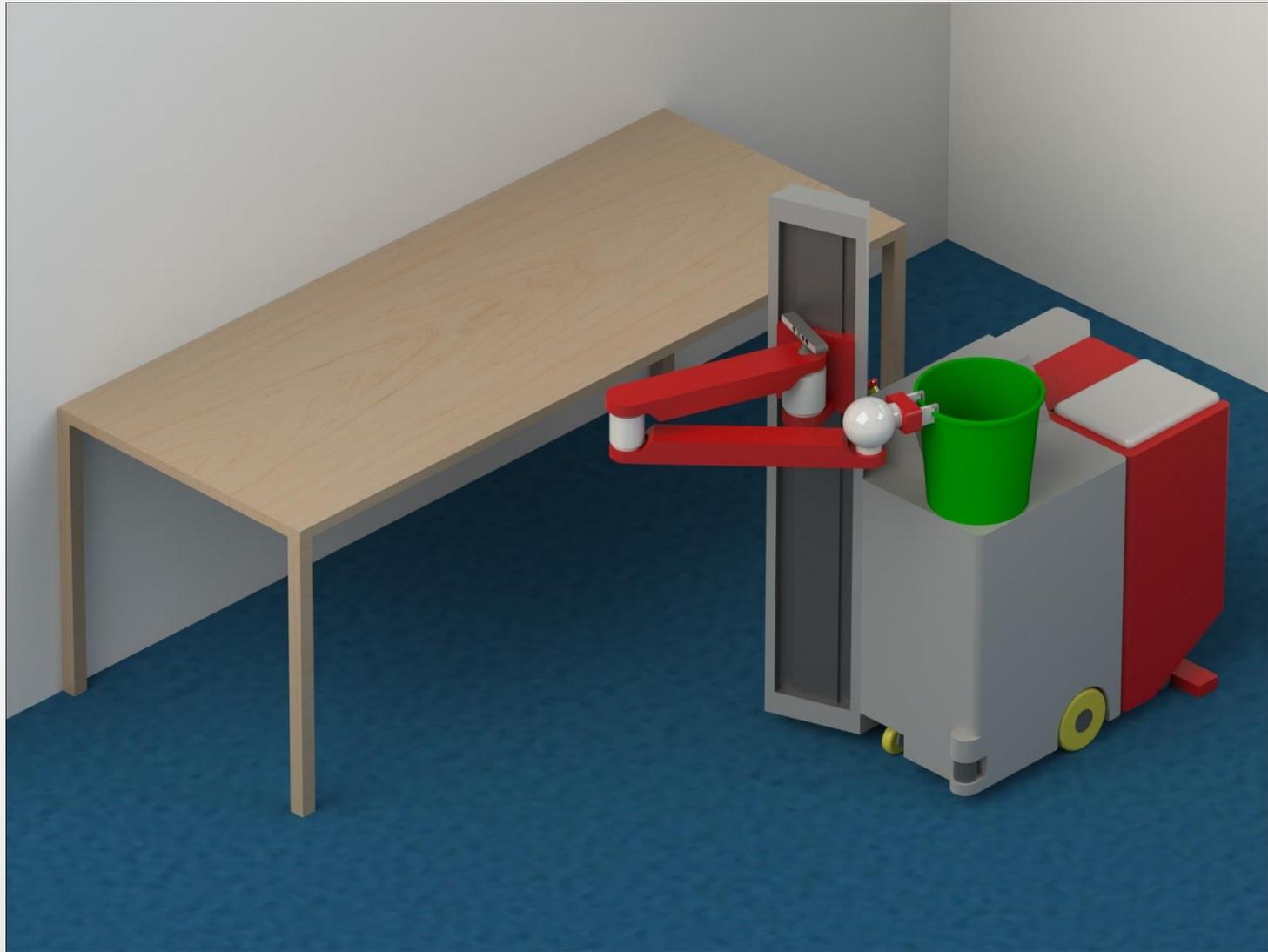
Hardwarekonzept – Papierkorbentleerung



Hardwarekonzept – Papierkorbentleerung



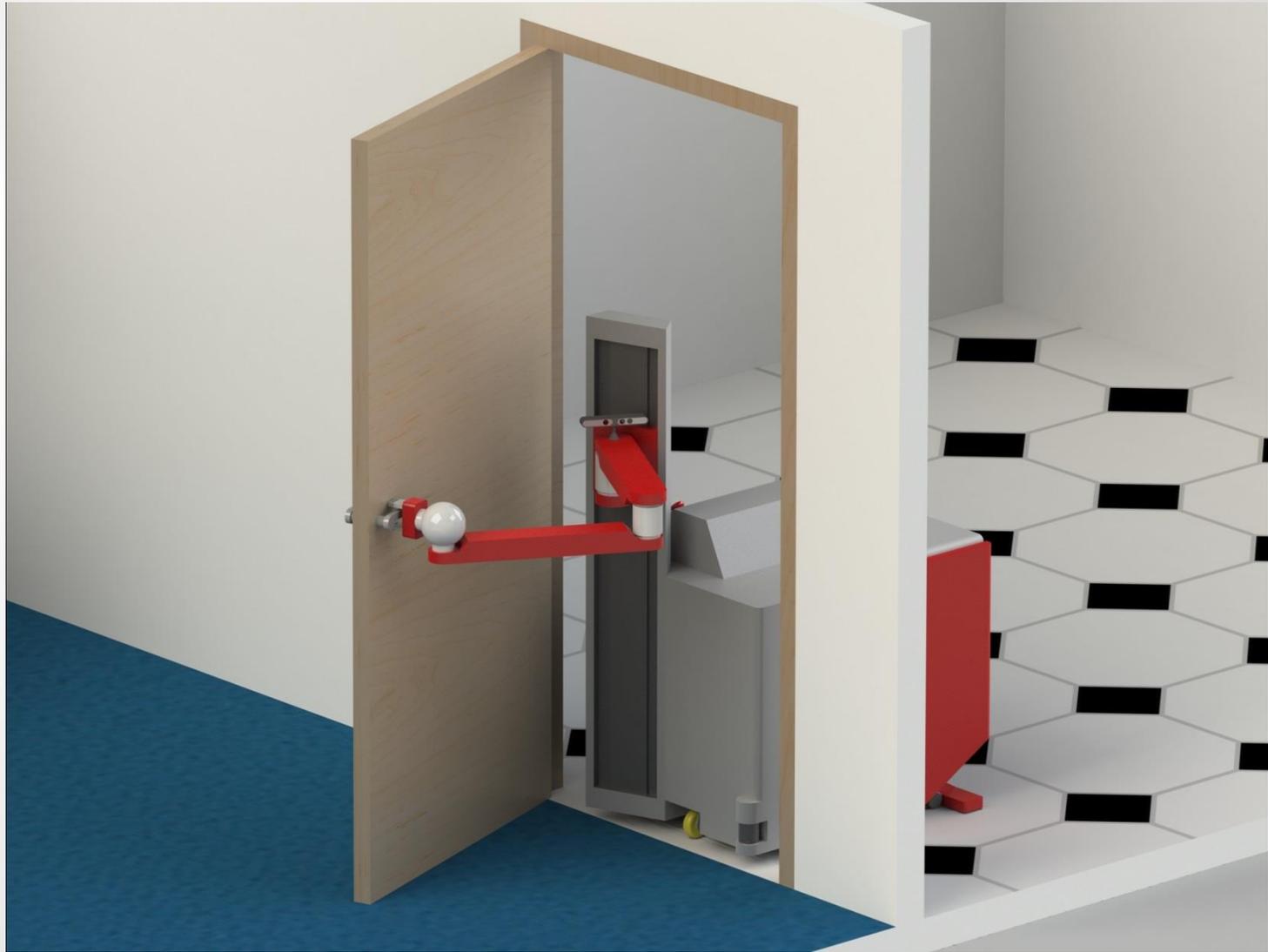
Hardwarekonzept – Papierkorbentleerung



Hardwarekonzept – Mobile Manipulation



Hardwarekonzept – Mobile Manipulation

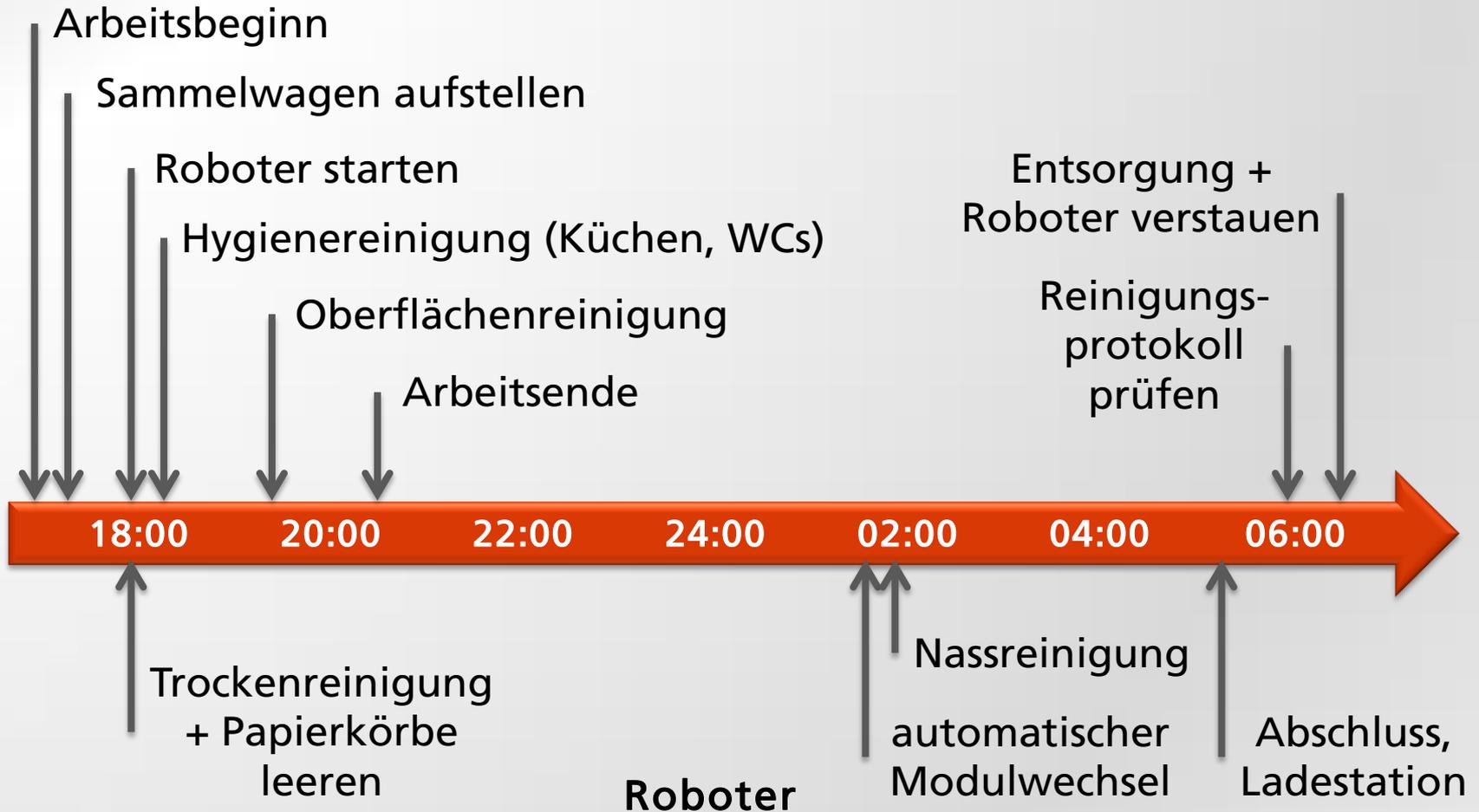


Einmalige Einrichtung

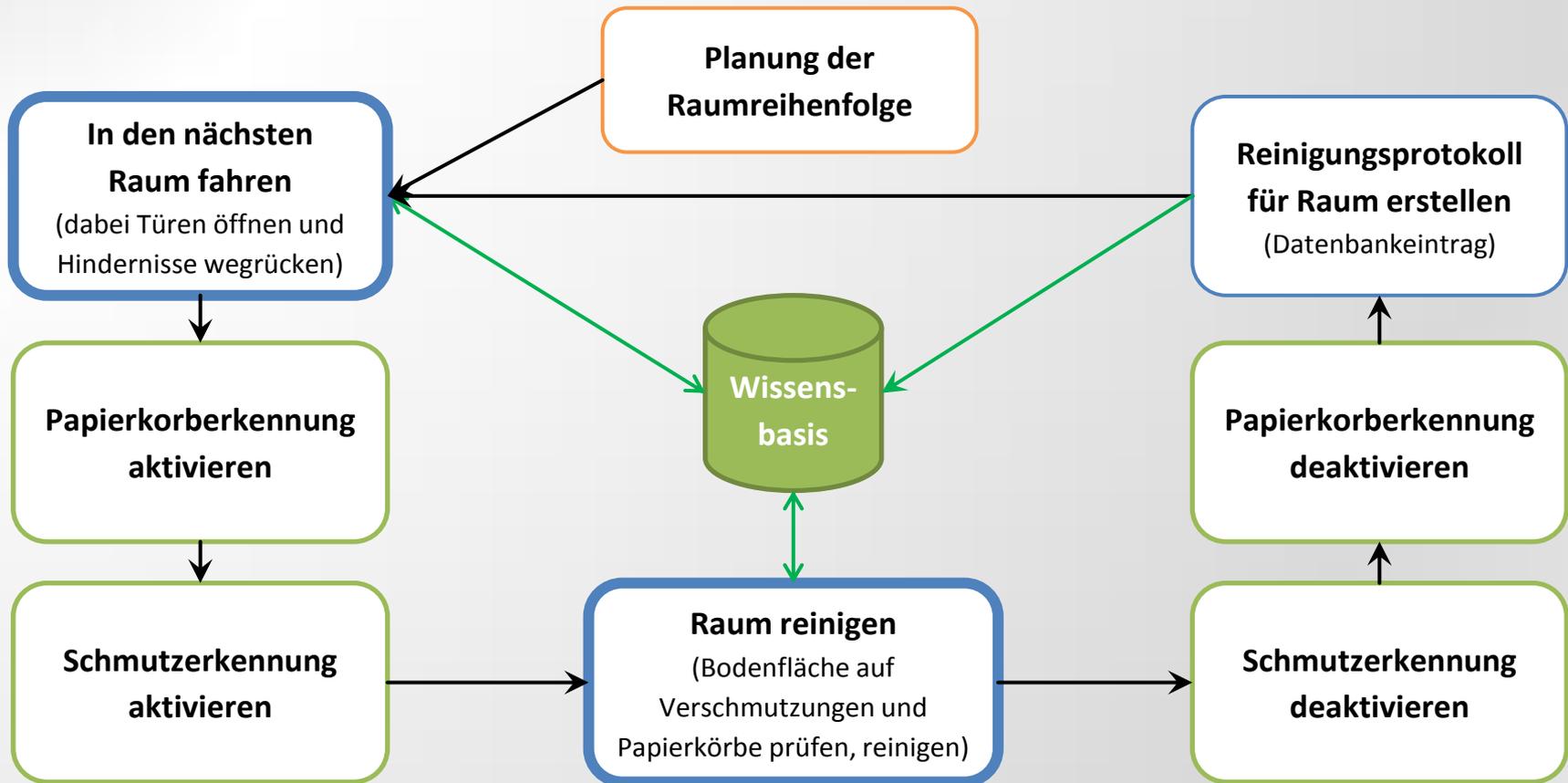
- **manuelle Führung** des Roboters durchs Gebäude, dabei Kartenerstellung des Grundrisses
- **Visualisierung:** farbige 2D Karte (Draufsicht), enthält reale Texturen
- **Untergrundeigenschaften:**
 - Bediener muss Material bzw. Reinigungsart vorgeben
 - autonome Feststellung der Ausdehnung des Untergrundbelags
- **Türen:** autonome Erkennung während der Einlernfahrt
- **Einteilung des Grundrisses in Räume:**
 - autonom, Wissen über Türen mit verwenden
 - manuelle Nachbearbeitung möglich
- automatische Planung der **optimalen Reinigungsabfolge**
- **Mülleimer:** Anzahl pro Raum erfassen, Mülleimertypen einlernen
- automatisches **Ausmessen der Räume** für das Leistungsverzeichnis

Zeitlicher Ablauf der Reinigung

Reinigungskräfte

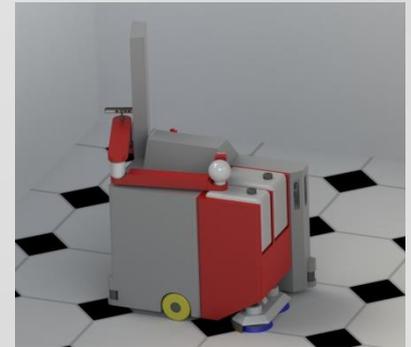
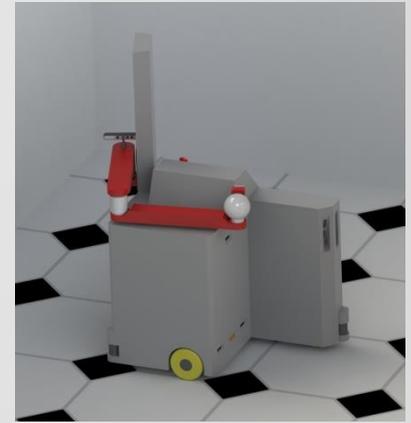


Robotersteuerung



Abschluss

- Marktsituation erfordert neue technische Hilfsmittel in der Gebäudereinigung
- Hauptaufgaben der täglichen Reinigung:
 - Boden reinhalten (nass, trocken, immer öfter nach Bedarf anstelle starrem Leistungsverzeichnis)
 - Müllentsorgung
 - Oberflächen- und Hygienereinigung
- Automatisierung der Bodenreinigung und Müllentsorgung mit heutiger Technik umsetzbar
- Entwicklung eines Basis-Robotersystems zur
- Aufnahme verschiedenster Anwendungsmodule
 - Nassreinigung
 - Trockenreinigung
 - Sicherheit, Inspektion, Unterhaltung, Anlieferung, ...



Sichere autonome Navigation

Anbindung an Hausautomatisierungs-
Systeme und Sensorik

unterschiedliche Anwendungsmodule
(nass, trocken, ...)

Erkennung von Papierkörben
und Verschmutzungen

Einfache Nutzerschnittstelle für Bediener
und Fernwartung durch Dienstleister

Erkennung der Müllsammelbehälter
und deren Füllzustand

Berücksichtigung aller relevanten
Sicherheitsrichtlinien

Greifen von Papierkörben und
Entleerung in Sammelbehälter

Reinigen erkannter Verschmutzungen

Lightschalter bedienen,
Aufzüge ansteuern

Protokollierung nicht entfernbarer
Verschmutzungen

Gebäudeüberwachung
(Meldung an Leitzentrale)

Stühle erkennen
und verrücken

Türen erkennen, öffnen
und schließen

Energiemanagement,
automatische Batterieaufladung

Zusätzliche Einsatzfelder: öffentliche
Einrichtungen (Supermärkte, Hotels,
Krankenhäuser, Pflegeeinrichtungen, ...)