Teil 2: Detaillierter Abschlussbericht zum RuhrBots-RA3P2 FKZ 16SV8965

Zuwendungsempfänger:	Förderkennzeichen:
Fraunhofer IMS	**16SV8965**
Vorhabensbezeichnung: **RuhrBots-RA3P2: Bürgernahe und nutzendengerechte soziale Roboter in der Stadtverwaltung**	
Laufzeit des Vorhabens: von: 01.10.2022 bis: 30.09.2025	

Duisburg, den 18.05.2026

_____

Name: Wolfgang Gröting

Bezeichnung: Head of Innovation Center and Sales, Projektleiter RuhrBots am Fraunhofer-inHaus-Zentrum

1. Zusammenfassung

Das Verbundprojekt RuhrBots hat in seiner Gesamtheit einen substantiellen Beitrag dazu geleistet, das Themenfeld der humanoiden Robotik sowie deren Interaktion mit der Gesellschaft im kommunalen Kontext zu stärken und nachhaltig zu verankern. Die Durchführung praktischer Demonstrationstage in öffentlichen Bibliotheken trug maßgeblich dazu bei, die Mensch-Roboter-Interaktion für die Bürgerinnen und Bürger zugänglicher und vertrauter zu gestalten und somit bestehende digitale Zugangsbarrieren systematisch abzubauen. Das Fraunhofer IMS verantwortete im Rahmen des Projektes insbesondere den technischen und methodisch-empirischen Aufbau eines Reallabors (Showroom) in den Räumlichkeiten des Fraunhofer-inHaus-Zentrums sowie die transdisziplinäre Verwertung der Projektergebnisse.

2. UAP 3.3 – Technischer Aufbau des Showrooms

2.1 Zielsetzung

Ziel des Arbeitspakets war die Konzeption, Gestaltung und Umsetzung eines Reallabors in den Räumlichkeiten des Fraunhofer-inHaus-Zentrums, in welchem die technische Funktionalität (Hardware, Software, Sensorik) zur Erprobung humanoider Roboter in einer gesicherten Umgebung abgebildet wird. Das Anwendungsszenario einer öffentlichen Bibliothek sollte nachgebaut und Aufgaben-Erfüllungsoptionen inszeniert werden. Die Infrastruktur sollte als Begegnungsraum für Bürgerinnen und Bürger, städtische Mitarbeitende, Forschende und Wirtschaftsakteure dienen.

2.2 Durchführung und Ergebnisse

Im Rahmen der Konzeptionsphase wurden unterschiedliche architektonische und technische Lösungsansätze systematisch betrachtet, gegeneinander abgewogen und hinsichtlich ihrer Eignung evaluiert. Die Anforderungen der Verbundpartner zur Umsetzung experimenteller Studien wurden erfasst und in die Planung integriert. Erkenntnisse und Best Practices aus den verschiedenen Arbeitspaketen des Gesamtprojektes flossen in die Gestaltung ein.

Aufgrund der gegebenen bautechnischen Rahmenbedingungen am Standort sowie projektbedingter zeitlicher Verzögerungen wurde eine mobile, modulare Lösung als zielführende Alternative identifiziert und realisiert. Diese bietet den Vorteil einer flexiblen Einsetzbarkeit sowie einer vereinfachten Skalierbarkeit der sensorischen Infrastruktur. Die finale Ausstattung umfasst eine großformatige Displaywand, Bücherregale mit Medienbestand zur Simulation eines Bibliotheksumfeldes, robotische Systeme sowie ein installiertes Kamera- und Sensoriksystem (Depth-/RGB-Kameras). Die Erfassung von

Vitalparametern konnte sowie durch eine externe Kamera als auch durch die im Robotersystem Navel eingebautes System umgesetzt werden.

Im technischen Aufbau wurden die Komponenten an die örtlichen und technischen Gegebenheiten angepasst und auf den spezifischen Einsatzzweck optimiert. Spezifische Untersuchungen – insbesondere zur sensorgestützten Erfassung von Interaktionsparametern sowie zur Evaluation multimodaler Kommunikationsstrategien – konnten in dieser kontrollierten Laborumgebung mit dediziert verbauter Sensorik realisiert werden. Die instrumentierte Umgebung ermöglichte die systematische Erhebung reproduzierbarer Daten unter definierten Randbedingungen, wie sie im Feldkontext nicht gewährleistet werden können.

Darstellung des Showrooms

Bilder 1-3: Darstellung des Showrooms mit den beiden Robotersystemen Navel (oben links) und Temi (oben rechts)

2.3 Emotionserkennung mittels Körperhaltung

Im Rahmen des Reallabors wurde untersucht, inwieweit eine automatisierte Emotionserkennung anhand der Körperhaltung mittels Tiefen- und RGB-Kamerasystemen realisierbar ist. Die Analyse der posturalen Merkmale erfolgte auf Basis extrahierter Gelenkpositionen und Gliedmaßenkonfigurationen. Im Zuge der experimentellen Untersuchungen wurde jedoch festgestellt, dass sowohl kulturell bedingte als auch individuell ausgeprägte Unterschiede in der körperlichen Emotionsexpression zu erheblichen Variabilitäten führen, welche die Zuverlässigkeit der automatisierten Klassifikation signifikant einschränken.

Die Ergebnisse verdeutlichen, dass eine ausschließlich auf Skelettdaten und Körperposituren basierende Emotionserkennung – ohne Berücksichtigung fazialer Expressionen sowie kontextueller Informationen – nur eingeschränkt valide Aussagen ermöglicht. Für zukünftige Arbeiten wird daher die Integration multimodaler Datenquellen als notwendige Voraussetzung für eine robuste und kulturübergreifend generalisierbare Emotionserkennung identifiziert.

3. UAP 3.4 – Methodisch-empirischer Aufbau des Showrooms

3.1 Zielsetzung

Der Showroom sollte iterativ entlang der sich ergebenden neuen Erkenntnisse angepasst werden. Geplant waren kleinere Studien und Schulungen für Bürgerwissenschaftlerinnen und Bürgerwissenschaftler sowie Austauschformate für verschiedene Zielgruppen. Es sollten Begegnungsmöglichkeiten für formale und transdisziplinäre Gruppen geschaffen werden, die dem Transfer der Ergebnisse in den verschiedenen Projektphasen dienen.

3.2 Durchführung und Ergebnisse

Die experimentellen Testreihen wurden in enger Kooperation mit den wissenschaftlichen Verbundpartnern konzipiert und durchgeführt. Die kontrollierte Umgebung des Reallabors ermöglichte die Erhebung standardisierter Datensätze, die als empirische Grundlage für weiterführende Analysen zur Mensch-Roboter-Interaktion unter reproduzierbaren Bedingungen dienten. Durch die niedrigschwellige Partizipation heterogener Bevölkerungsgruppen konnten wertvolle Erkenntnisse hinsichtlich der gesellschaftlichen Akzeptanz humanoider Roboter im öffentlichen Raum gewonnen werden.

Während der Projektlaufzeit wurde der humanoide Roboter „Navel" beschafft, konfiguriert und eingesetzt. Dieser verbleibt weiterhin im aktiven Einsatz am Fraunhofer IMS, da er insbesondere durch die Anbindung an große Sprachmodelle (Large Language

Models, LLMs) eine anschauliche und niedrigschwellige Demonstration der Konvergenz von Robotik und Künstlicher Intelligenz ermöglicht.

Die entwickelten Verfahren zur wissenschaftlich fundierten und datenschutzkonformen Erhebung personenbezogener Daten im Kontext der Mensch-Roboter-Interaktion erwiesen sich als unmittelbar transferfähig und flossen in das Folgeprojekt „Pflege 2030" ein.

4. UAP 6.3 – Transdisziplinäre Verwertung

4.1 Zielsetzung

Das Projekt war durch seine Struktur bereits transdisziplinär angelegt. Durch die Einbindung von Beiräten, Bürgerinnen und Bürgern, Anwendungspartnern und weiteren Akteuren sollte eine Verwertung der Ergebnisse in wirtschaftlicher und gesamtgesellschaftlicher Hinsicht erreicht werden.

4.2 Durchführung und Ergebnisse

Ungeachtet der strukturellen Veränderungen am Fraunhofer-inHaus-Zentrum wurde eine Vielzahl von Erkenntnissen aus dem Projekt für weiterführende Forschungsvorhaben nutzbar gemacht. Die methodischen Ansätze zur partizipativen Einbindung von Bürgerinnen und Bürgern sowie die Verfahren zur datenschutzkonformen Datenerhebung erwiesen sich als unmittelbar transferfähig (u. a. Projekt „Pflege 2030").

Der humanoide Roboter „Navel" wird unter anderem im Rahmen von Veranstaltungen (Digitaltage in Duisburg, KI Festival, Unternehmerverbandstage, VDI Besuch, …) eingesetzt, um einer breiten Öffentlichkeit die Potenziale KI-gestützter sozialer Robotik erfahrbar zu machen und den gesellschaftlichen Diskurs über den verantwortungsvollen Einsatz dieser Technologien zu fördern.

Die im Projekt geschaffene Infrastruktur wird in einem einsatzbereiten Zustand vorgehalten. Das Konsortium des Nachfolgeprojektes von RuhrBots wurde über diese Nachnutzungsmöglichkeit in Kenntnis gesetzt und kann bei entsprechendem Forschungsbedarf jederzeit auf die vorhandene Infrastruktur zugreifen.

5. Verzögerungen und Herausforderungen

Im Projektverlauf kam es zu Verzögerungen, die auf mehrere Faktoren zurückzuführen sind:

Konzeptfindung: Die Identifikation einer geeigneten technischen und räumlichen Lösung erforderte aufgrund der bautechnischen Rahmenbedingungen am Standort einen erhöhten Abstimmungsaufwand und mehrere Iterationsschleifen.

Personalengpässe: Über einen relevanten Zeitraum der Projektlaufzeit stand kein geeignetes Fachpersonal für die operative Umsetzung zur Verfügung, was zu einer zeitlichen Verschiebung wesentlicher Meilensteine führte.

IT-Infrastruktur: Ein schwerwiegender Cyberangriff auf die IT-Systeme der projektverantwortlichen Organisationseinheit führte zu erheblichen Einschränkungen in der digitalen Arbeitsinfrastruktur und verursachte zusätzliche Verzögerungen in der Projektkoordination und Datenverarbeitung.

Trotz dieser Herausforderungen konnten die wesentlichen Projektziele erreicht und die zentralen Ergebnisse gesichert werden.

6. Fazit und Ausblick

Der Aufbau des Reallabors hat einen wesentlichen technischen Beitrag zur Umsetzung des Gesamtvorhabens geleistet. Aufgrund der eingeschränkten strategischen Passfähigkeit des Projektgegenstandes zur erfolgten Neuausrichtung des Fraunhofer-inHaus-Zentrums sowie der Einstellung des Betriebsmodells der Reallabore Ende 2025 wurde von der Beantragung einer Folgephase Abstand genommen. Die veränderten thematischen Schwerpunkte und institutionellen Prioritäten ließen eine Fortführung im bisherigen Rahmen nicht mehr in hinreichendem Maße mit dem übergeordneten Forschungsportfolio vereinbaren.

Nichtsdestotrotz werden die gewonnenen methodischen und technischen Erkenntnisse in angrenzenden Forschungsvorhaben am Fraunhofer IMS weiterhin produktiv verwertet. Damit ist eine nachhaltige Verwertung der im Projekt geschaffenen Ressourcen sichergestellt, die über die eigentliche Projektlaufzeit hinaus einen Mehrwert für weiterführende Forschungsaktivitäten im Bereich der Mensch-Roboter-Interaktion in öffentlichen Räumen bietet.