

Bürgernahe und nutzendengerechte soziale Roboter in den Stadverwaltungen der Metropole Ruhr (RuhrBots)

Förderkennzeichen 16SV8589

Carolin Straßmann¹, Sabrina C. Eimler¹, Simone Roth², Edwin Naroska³,
Aysegül Dogangün¹, Andreas Gourmelon⁴, Rainer Becker⁵,
Wolfgang Grötting⁶, Julia Hermann¹ und Alexander Arntz¹



¹Hochschule Ruhr West
Lützowstraße 5
46236 Bottrop

²Hochschule Ruhr West
Duisburger Straße 100
45479 Mülheim an der Ruhr

³Hochschule Niederrhein
Reinarzstraße 49
47805 Krefeld

⁴HSPV NRW
Haidekamp 73
45886 Gelsenkirchen

⁵Robo4Care
Hensges Neuhaus 30a
42349 Wuppertal

⁶inHaus-Zentrum
Finkenstraße 61
47057 Duisburg

14.1 Ziele des Kompetenzzentrums

14.1.1 Motivation und Anwendungsdomäne des Kompetenzzentrums

Deutschlands Nachholbedarf in Sachen Digitalisierung ist nicht erst seit der COVID-19-Pandemie ein prominentes Thema in der öffentlichen Diskussion. Die **digitale** Transformation ist unaufhaltbar und es ist an den gestaltenden Akteur*innen (Forschung, Politik, Wirtschaft), den Weg in die digitale Zukunft so verantwortungsvoll zu gestalten, dass alle **Bürger*innen hier gleichermaßen partizipieren** können. Bei der Transformation zur digitalisierten Welt hat der Einsatz von modernen Technologien, wie z. B. **Assistenzroboter in Stadtverwaltungen**, eine große **Hebelwirkung**, da die städtischen Institutionen **Begegnungsraum** der Bürger*innen sind und somit sowohl **Vorbild- als auch Aufklärungsfunktion** haben. **Zugangs- und Nutzungsklüfte** in der Bevölkerung (sowohl bei Besuchenden als auch Mitarbeitenden der Institutionen) jedoch stellen aktuell noch eine **große Herausforderung** dar (**Digital Divide**). Diese führen zu starken Unterschieden in der Bereitschaft zur Aneignung moderner Technologien und dem wahrgenommenen Nutzen, schließen jedoch andererseits durch eine **tatsächliche Diskriminierung** aufgrund einer nicht barrierefreien Gestaltung der Hard-/Software oder anderer technischer Eigenschaften der Systeme (z. B. Algorithmic Bias bei Erkennung von Hautfarben, Akzenten), Personen mit bestimmten Merkmalen aus. Anwendungssysteme, auch **Assistenzroboter**, werden bislang oft **nicht diversitätsgerecht konzipiert, umgesetzt und eingesetzt**, so dass nicht alle sie nutzen können oder nutzen wollen, ihr Mehrwert unerkannt bleibt und ein langfristiger Einsatz scheitert. Insbesondere Kommunen sehen sich im **Spannungsfeld** zwischen rasanter **technologischer Entwicklung** bei gleichzeitiger **Sicherung von Barrierefreiheit und Diversitätsgerechtigkeit**, um die **Teilhabe**, Zugänglichkeit und Akzeptanz aller zu sichern. Für die **Gestaltung und Erprobung** von Assistenzrobotik im öffentlichen Raum bieten die Ruhrgebietskommunen aufgrund ihrer Größe, Bevölkerungsdichte und -vielfalt ein ideales und europaweit einzigartiges Erprobungsfeld für **zukunftsweisende und akzeptierte soziale Robotik**. Sowohl in Hinblick auf die Erweiterungspotenziale technischer Entwicklungen (z. B. durch diverse Interaktionspartner*innen) als auch bei der **Erforschung der Interaktionsmuster, Gestaltung und Wirkungen, sowie der Implementierung teilhabeorientierter Anwendungsentwicklungsmethoden**

unter Berücksichtigung von **ethischen, sozialen, psychologischen, juristischen und wirtschaftlichen Gesichtspunkten**. Das **Kompetenzzentrum RuhrBots** untersucht Gelingensbedingungen und gestaltet den Einsatz von Robotern für die **menschen- trierte Digitalisierung der Stadtverwaltung in Ruhrmetropolen**. Im Fokus stehen dabei Stadtbibliotheken und Museen, die einen frei zugänglichen Begegnungsraum darstellen mit einer Vielzahl von Nutzungsanlässen jenseits der Literatur- und Medien- suche sowie Ausleihe. Roboter können hier in verschiedensten Anwendungsszenarien assistieren, wie z. B. Literatur- und Mediensuche, Förder- und Lehrangebote, Ausleihe- und Rückgabestationen oder Kulturveranstaltungen.

14.1.2 Problembeschreibung und Thema des Verbundprojektes

Assistenzroboter im Bereich des Service wurden bereits an mehreren Stellen im öffentlichen Raum erforscht und praktisch eingesetzt. So gibt es erste Erkenntnisse aus den Bereichen öffentlicher **Transport** (Flughafen, Bahnhof etc.; z. B. Thunberg and Ziemke 2020, Joosse and Evers 2017, Masahiro et al. 2008), **Bibliotheken** (z. B. Mubin et al. 2020, Behan and O’Keeffe 2008), **Museen** (z. B. Robb et al. 2020, Pitsch et al. 2009) und **Bürger*innen-Service-Center** (z. B. Hansen and Hansen 2021). Bisherige Forschungserkenntnisse aus **Feldstudien** konzentrieren sich auf die technologische Entwicklung und Prüfung der Funktionalitäten und Handlungsweisen des Roboters (z. B. Gedächtnis zur gemeinsamen Historie; Edirisinghe et al. (2018), Lee et al. (2012)), Art der Interaktionsinitialisierung (Satake et al. 2009), Sicherung und Erhaltung der Aufmerksamkeit (Pitsch et al. 2009) sowie die allgemeine Reaktion der Nutzenden den Systemen gegenüber (z. B. Tian et al. 2020). Erste Ansätze, wie das EU-Projekt **MuMMER**, versuchen Assistenzroboter gemeinsam mit den relevanten Stakeholdern so zu gestalten, dass die Interaktion ansprechend und unterhaltsam wird. Obwohl viel **Aufwand und Zeit** in die Erforschung und **Gestaltung einer guten Mensch- Roboter-Interaktion** gesteckt wird (vgl. u. a. BMBF-Projekte RobotKoop, VIVA, KOMPASS), verweisen aktuelle **Feldstudien** im öffentlichen Raum auf **Probleme bei der Annahme und Akzeptanz durch Bürger*innen**. Eine Studie in einem dänischen Stadtverwaltungszentrum zeigte, dass nur fünf Prozent der Besuchenden mit dem eingesetzten Roboter Pepper interagiert haben (Hansen and Hansen 2021).

Ergebnisse wie diese zeigen, dass neben der Gestaltung des Roboters und der **Ver-**

haltensweisen, vor allem der **Faktor Mensch mit seinen Erwartungen und Befürchtungen** eine große Rolle für den **langfristigen Einsatz** und die **Akzeptanz von Assistenzrobotern** spielt. Wenn der Mensch, aufgrund von Ängsten, persönlichen Einstellungen und Erfahrungen, nicht zur Interaktion und Nutzung der Roboter bereit ist, können auch die funktionellsten und optimiertesten Roboter nicht ihr volles Potenzial entfalten. Regelmäßig kommen **neue robotische Systeme** mit einem breiten Funktionsumfang auf den Markt, **können sich jedoch nicht langfristig halten** (vgl. die aktuelle Nachricht, dass die Produktion des Roboters Pepper gestoppt wurde (Beer, 2021)). Dies liegt oft **nicht** an einem **Mangel an Grundfunktionen** oder einer schlechten Gestaltung, **sondern** daran, dass etablierte Einführungsprozesse unter **Betrachtung der menschlichen Vielfalt im Gesamtsystem der Anwendung fehlen**. Es muss entsprechend bereits weit vor dem Einsatz und der Interaktion mit den Robotern angesetzt werden. Nur wenn **gemeinsam mit den Menschen** sinnvolle Anwendungsfälle entwickelt und in der **konkreten Anwendungsdomäne erprobt** werden, lassen sich Roboter langfristig in den menschlichen Alltag integrieren. Es benötigt Maßnahmen, die bedarfs- und nutzendengerechte Anwendungsfälle gestalten, **Nutzenden ein realistisches Verständnis** und **mentales Modell** der Technologien geben und ihnen das **Gefühl von Kompetenz, Autonomie und Verbundenheit** im Umgang vermitteln. Daneben müssen Unternehmen und einsetzende Institutionen über Best-Practice-Vorgehensweisen bei der menschenzentrierten Anwendung informiert und geschult werden.

Diese Aspekte und Herausforderungen wurden im Rahmen der **Machbarkeitsstudie** näher beleuchtet, definiert und in einer **Forschungsagenda** ausgestaltet. Nachfolgend wird zunächst auf die partizipative Einsatzszenarien- und Visionsgestaltung eingegangen.

14.1.3 Partizipative Einsatzszenarien und Visionsgestaltung

Im Sinne eines menschenzentrierten Gestaltungsprozesses wurde basierend auf dem **Participatory-Design-Ansatz** (Vines et al. 2015) ein iteratives, dreistufiges qualitatives Vorgehen gewählt.

Hierdurch sollte die Entwicklung von **akzeptierten und realistischen Anwendungs-**

szenarien gesichert werden. Zur Erhebung von **Visionen** für den Einsatz, wie **Einstellungen** zu und **Anforderungen** an soziale Roboter von Bürger*innen sowie Mitarbeitenden aus Ruhrgebietskommunen, wurden (1) **acht qualitative Interviews** mit Bürger*innen, (2) ein **Anforderungs-Workshop** mit **Verwaltungsangestellten** einer Großstadt und (3) ein **Szenarien-Workshop mit Stadtverwaltungs-Expert*innen** aus sechs Kommunen des Ruhrgebiets durchgeführt (Abbildung 14.1). Aus den qualitativen Interviews entstanden vier **Personas** (Nielsen 2013), welche die Diversität der Menschen im Ruhrgebiet in Bezug auf Lebenssituation, kulturellen Hintergrund, Anforderungen und Einstellungen zu Robotern widerspiegeln. Diese dienten den Mitarbeitenden städtischer Einrichtungen und dem Forscherinnen-Team im letzten Workshop als **Diskussionsgrundlage** für die **gemeinsame Reflexion und Schwerpunktsetzung** während der Szenarienerstellung. Ergänzend entstanden, basierend auf den Aussagen und Anforderungen der Stadtverwaltungsbeschäftigten im ersten Workshop, acht verschiedene **Kurzscenarien**, die verschiedene Anwendungsfälle sozialer Roboter in städtischen Institutionen skizzieren. Auf Basis der **Personas** und **Kurzscenarien**, entwickelten die Ruhrgebietskommunen im zweiten Workshop **Storyboards**, aus denen sich **konkretisierte Anwendungsszenarien, technische und soziale Anforderungen**, sowie der **Mehrwert** aus Anwendungsdomänen-Sicht ergaben. Die Anwendungsszenarien in Abbildung 14.2 skizzieren die Anforderungen an die Anwendung von sozialen Robotern unter der Berücksichtigung von Bürger*innen mit unterschiedlichen (ausgewählten) Diversitätsmerkmalen.

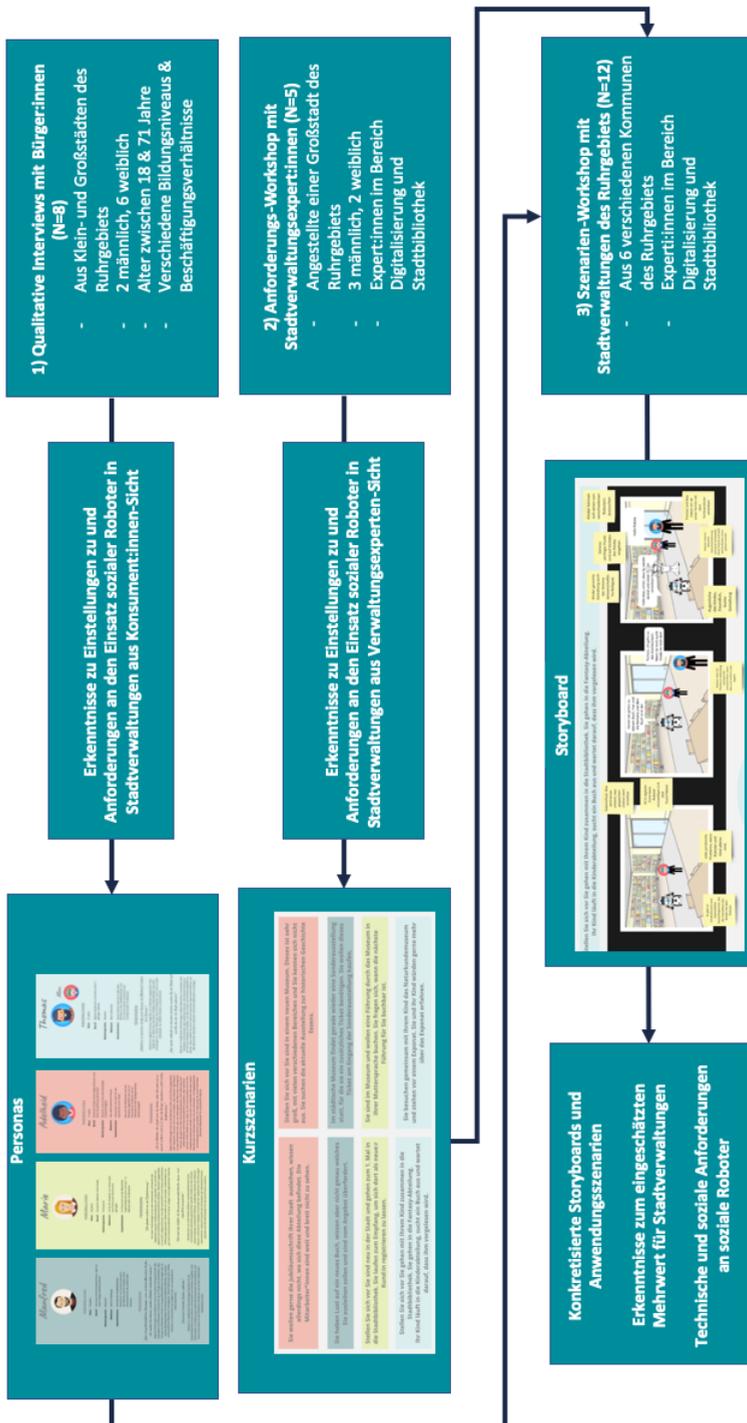


Abbildung 14.1: Vorgehen bei der partizipativen Szenarientwicklung.

Marie (28 Jahre) ist vor einem Jahr für ihr Studium aus China nach Dortmund gezogen. In ihrem Heimatland hat sie die Bibliothek regelmäßig besucht. Nun will sie sich auch in der Dortmunder Stadtbibliothek registrieren lassen. Als sie eintritt sieht sie einen Roboter am Empfang. Da sie neuer Technologie gegenüber sehr offen ist, geht sie direkt auf ihn zu (Ankunftsphase). Dieser begrüßt sie freundlich mit den Worten „Herzlich willkommen in der Dortmunder Stadtbibliothek. Wie kann ich Ihnen helfen? Sie können mir gerne Fragen stellen.“ (Erstkontakt) Marie lebt erst seit einem Jahr in Deutschland und ist noch sehr unsicher in Deutsch zu kommunizieren. Deshalb antwortet sie dem Roboter in einem Mix aus Englisch, Deutsch und Chinesisch: „Do you speak English? Wo finde ich Deutschkurse? Wǒ zài nǎlǐ kǎiyì zhāodào yǒuguān réngōng zhīnéng de shūjí („Wo finde ich Bücher zum Thema künstliche Intelligenz?“ auf Chinesisch)?“ Durch seine multilinguale Funktion versteht der Roboter Marie ohne Probleme und zeigt ihr auf dem Bildschirm den Weg zu ihren gewünschten Büchern. „Soll ich Sie zu den Regalen begleiten?“ fragt er sie anschließend auf Chinesisch. Marie verneint und macht sich auf den Weg, die Bücher zu finden. Nachdem sie ihre Bücher gefunden hat, geht sie noch einmal zu dem Roboter, um diese auszuleihen (Loyalitätsphase). „Haben Sie bereits einen Bibliotheksausweis?“ fragt dieser auf chinesisich, da er Marie wiedererkannt hat. Da Marie das erste Mal in der Bibliothek ist, hat sie noch keinen Ausweis. „Das ist kein Problem. Die Erstellung des Bibliotheksausweis ist ganz einfach und geht schnell.“ Daraufhin gibt Marie ihre persönlichen Angaben auf dem Bildschirm des Roboters ein und wählt Paypal als ihre Zahlungsart aus. Anschließend drückt der Roboter ihren neuen Ausweis direkt aus. „Um die Bücher auszuleihen, halten Sie bitte zunächst ihren Ausweis vor den Scanner bis Sie den Signalton hören.“ Marie hält ihren Ausweis vor den Scanner. „Vielen Dank. Nun halten Sie bitte ihre Büche nacheinander vor den Scanner bis sie den Signalton hören.“ Daraufhin hält Marie ihre Bücher nacheinander vor den Scanner. „Vielen Dank. Ihre Bücher sind bis zum 28.07.2021 ausgeliehen. Kann ich sonst noch was für Sie tun?“ Marie verneint (Aufgabenerfüllung), verabschiedet sich und geht zufrieden nach Hause.



Szenario 1

Thomas (41 Jahre) geht regelmäßig mit seinem Sohn Max (7 Jahre) in die Stadtbibliothek Duisburg. Er hat gehört, dass die Bibliothek nun verschiedene Roboter einsetzt und ist neugierig, aber gleichzeitig auch skeptisch, ob sie wirklich schon so weit entwickelt sind, dass sie echte Hilfestellungen geben können. Thomas hat vorab über die Homepage der Bibliothek einen Termin mit einem Vorleseroboter, den Max sich ausgesucht hatte, vereinbart (Ankunft). Diese Roboter sind extra kindgerecht gestaltet: sie sind auf Augenhöhe der Kinder, freundlich und bunt in Form einer Stoffpuppe gestaltet. Als die beiden die Bibliothek betreten kommt der Vorleseroboter direkt auf sie zu und spricht mit einer kindgerechten Stimme und Sprache den Sohn an: „Hallo Max, schön, dass du da bist und wir heute Zeit miteinander verbringen.“ (Erstkontakt). „Hallo Robbie, ich freu mich schon.“ antwortet Max daraufhin. „Komm wir gehen uns ein Buch aussuchen, ich habe schon eine Idee was Dir gefallen könnte.“, sagt Robbie zu Max. Er weiß bereits, welche Bücher Max schon gelesen hat und hat auf Grundlage dieser ein Buch zum Vorlesen ausgewählt. Gemeinsam gehen die Beiden in die Kinderecke, wo zusätzlich eine menschliche Aufsichtsperson ist, die die Interaktion der Kinder mit den Robotern überwacht. Thomas verabschiedet sich daraufhin und geht zur Abteilung mit den Kochbüchern. Per App ist er stets mit Robbie in Verbindung und wird benachrichtigt, falls etwas sein sollte. Nach einem interessanten Nachmittag (Aufgabenerfüllung) in der Bibliothek verabschiedet sich Thomas und Max von Robbie und vereinbaren zu Hause direkt den nächsten Vorlesetermin (Loyalität).



Szenario 2

Abbildung 14.2: Partizipativ entwickelte Einsatzszenarien – Beispiele.

Gemeinsam mit den **Expert*innen der Stadtverwaltungen** ist eine **Vision** und ein Mehrwert für den, durch das Kompetenzzentrum begleiteten, Einsatz von Assistenzrobotern in den Kommunen des Ruhrgebiets entstanden. Die **partizipativ entwickelte Vision** sieht vor, dass **soziale Roboter in den Stadtverwaltungen teilhabeorientiert in die Institutionen integriert** werden sollen. Die Roboter selber müssen dabei so in die Prozesse integriert werden und gestaltet sein, dass sie die vielfältigen **Bedarfe der Bürger*innen abdecken** und **alle Bürger*innen** sie ohne Ängste, schlechte Erfahrungen, oder Vorbehalte nutzen können. Ziel ist es, dass die Roboter sich an die unterschiedlichen Bedürfnisse anpassen und die Interaktion **barrierefrei, usability-optimiert, intuitiv, multimodal und nicht-diskriminierend** erfolgt. Dazu müssen die Erkennungssysteme (z. B. Sensoren, Software) der Roboter **für alle Bürger*innen gleich bzw. ausreichend gut funktionieren**, damit Erkenntnisse zu den **individuellen Bedarfen** berücksichtigt werden können. Um Akzeptanzhürden zu vermeiden, sollten die Roboter **intuitiv** nutzbar sein, die Anwendungsszenarien und Interaktionen **sinn- und nutzenstiftend** gestaltet sein und im Sinne einer **positiven Interaktion** das Gefühl der **Selbstbestimmung (durch Kompetenz, Autonomie, Verbundenheit)** berücksichtigen, um das allgemeine Wohlbefinden der Nutzenden im Umgang erhalten und steigern zu können. Dies beinhaltet auch Aspekte von **Nutzungssicherheit, Datenschutz und Privatsphäre zum informierten und selbstbestimmten Umgang**. Nur wenn die Systeme einen positiven Effekt auf alle Bürger*innen mit ihren unterschiedlichen Diversitätsmerkmalen haben und von allen (barrierefrei) genutzt werden können, lassen sich Roboter langfristig in die städtischen Institutionen integrieren.

Gelingt es, erhöht dies die **Assistenz- und Servicequalität der Einrichtungen**, da Mitarbeiter*innen entlastet werden, personelle Engpässe bewältigt und Grenzen in den Fähigkeiten der Mitarbeitenden (z. B. fehlende Fremdsprachenkenntnisse) überwunden werden können. **All dies erleichtert den Bürger*innen des Ruhrgebiets die Behördengänge**. Zudem können durch die teilhabeorientierte Integration Barrieren und Nutzungshemmnisse durch die niederschwellige Begegnung mit robotischen Systemen in gewohnten Bereichen des täglichen Lebens abgebaut werden. Für die Ruhrgebietskommunen führt dies zu einem **Technologiesprung**, der zu einem **Imagegewinn** und einer **Attraktivitätssteigerung der Metropolregion Ruhr** führt, die sich als digitalisierungsstarke, diversitätssensible Modellregion (inter-)national attraktiv

etablieren kann.

RuhrBots ermöglicht den Kommunen:

- Aufbau und Erweiterung der Datenbasis zur Verbesserung der Systeme
- Erkenntnisse zum Einsatz von Assistenzsystemen und deren Praxistauglichkeit
- Abbau von psychologischen Barrieren und Nutzungshemmnissen durch das Erlebbarmachen und den niederschweligen Einsatz von sozialen Robotern in vertrauten Bereichen des alltäglichen Lebens; Aufbau und Erweiterung von Nutzungskompetenz
- Kompetenzsteigerung der Kommunen, deren Mitarbeiter*innen und der Bürger*innen durch die aktive Beteiligung an der Entwicklung und Integration sozialer Roboter
- Bewusstseinssteigerung für Diversität und Selbstbestimmung im Kontext von Digitalisierung
- Überregionale Strahlkraft und Inspiration neuer Geschäftsideen rund um (inklusive) soziale Robotik

14.1.4 Forschungsfragen und Forschungsagenda

Zur Realisierung dieser Vision, die von Kommunen und dem Verbund gleichermaßen geteilt wird, ist ein Abgleich der gemeinsamen Vision mit dem Stand der Forschung und Technik notwendig sowie die Beschreibung einer **Forschungsagenda**, die den **Weg zur Verwirklichung ebnet und den Lückenschluss zwischen Vision und Umsetzung** beschreibt. Eine Übersicht über die **interdisziplinäre Forschungsagenda** gibt Abbildung 14.3. Um soziale Roboter in das sozio-technische System der Stadtverwaltungen zu bringen, ist es wichtig, an bereits existierende Erkenntnisse, u. a. zum Interaktionsdesign, zur (optischen) Gestaltung wie auch zur technologischen Umsetzung, anzuknüpfen und mit einem speziellen Fokus auf die Anwendungsdomäne folgende **Fragen** zu klären:

- Wie lassen sich soziale Roboter **diversitätsgerecht, bedarfs- und menschenzentriert** in die Systeme der Stadtverwaltungen eingliedern?
- Welche **Förderfaktoren und Enabler** sowie (technische, menschliche und organisatorische) **Barrieren bzw. Störfaktoren** gibt es?

- Wie kann ein **partizipatives Vorgehen** die **Teilhabe**, **Nutzungsmotivation** und **Akzeptanz** von robotischen Systemen steigern, **psychologische Barrieren** abbauen und die Erkenntnisse auch **ökonomisch** transferieren?

Studien belegen, dass eine kleinschrittige Anpassung verschiedener Charakteristika robotischer Systeme zielführend ist und sich Roboter auf ihr Gegenüber und die Situation im Gespräch anpassen müssen. Bekannt sind **zielgruppenspezifische Präferenzen** beim Erscheinungsbild (Straßmann and Krämer 2018) sowie der **Interpretation und Bewertung** von nonverbalem Verhalten (Rosenthal-von der Pütten et al. 2019); eine Anpassung an den **kulturellen Hintergrund** (nicht aber umfangreiche Diversitätsgerechtigkeit) wurde bereits vorgeschlagen (O’Neill-Brown 1997). Bisher wurden diese Faktoren **nicht ganzheitlich kombiniert** und **über längere Zeit im Feld getestet**. Für eine langfristige Umsetzung ergibt sich entsprechend die Frage, wie soziale Roboter die Bedarfe erkennen und auf diese reagieren können:

- Wie lassen sich (ggf. konfligierende) **Bedarfe miteinander verhandeln** und welche **Präferenzen und Bedürfnisse** müssen am dringendsten adressiert werden?
- Wie **erkennt der Roboter** die Bedarfe **zuverlässig** und reagiert **diversitätsgerecht**? Welche **Algorithmic Biases** beeinträchtigen den Nutzungszugang und die Interaktion (z. B. durch fehlerhafte Erkennung, Hürden bei der Wahrnehmung und Interpretation des Gegenübers auf Seiten des Systems) und (wie) lässt sich die **Beseitigung** dieser Einschränkungen **priorisieren**?
- Wie können **KI-Komponenten** auch extern (in der Cloud) genutzt werden, ohne dass dadurch **Datenschutz** oder **Privatsphäre** der Nutzenden gefährdet werden?
- Wie kann dies nicht nur unter kontrollierten **Laborbedingungen**, sondern **im Feld** beantwortet werden (Lim et al. 2021)?

Anders als bei Single-Interaktion-Laborstudien, in denen Kontaktaufnahme, Interaktionsverlauf und Stadien der Interaktion oft experimentell beschränkt und klar definiert sind, ist der Beziehungsaufbau im Feld offen. Es baut sich in der **Praxis eine komplexe Interaktionshistorie** auf (Straßmann 2018), die im Sinne einer **Human-Robo-Journey** (adaptiert nach klassischen Customer-Journey-Modellen; Court et al. 2009) zu verstehen ist. Um Menschen in der Interaktion mit Robotern langfristig in

die **Loyalitätsphase** (Wunsch zur erneuten Interaktion) zu bringen, ist zu erörtern: Wie ist die **Ankunftsphase** zu gestalten, um vor dem ersten Kontakt psychologische Hemmnisse abzubauen? Welche Gestaltungsmerkmale des Roboters und Metriken zur Bewertung der Mensch-Roboter-Interaktion führen zum Eintritt in die **Loyalitätsphase**? Wie entwickelt sich die Haltung und Beziehung gegenüber Robotern langfristig?

Um die im **Kompetenzzentrum** gewonnen Erkenntnisse in die **Wechselwirkung zwischen Theorie und Praxis** zu bringen, muss geklärt werden, wie strategische Bausteine eines **Ökosystems** für den Transfer von den Erkenntnissen der Anwendungsdomäne Stadtverwaltungen in andere Branchen gestaltet werden können. Welche Erkenntnisse ergeben neue Ansatzpunkte für Startups und KMUs? Wie lässt sich der wissenschaftliche State-of-the-Art anwendungsnah und verständlich kommunizieren, um einem Scheitern von Technologieunternehmen vorzubeugen?

14.1.5 Gesamtziel des Kompetenzzentrums

Die bedarfs- und nutzendengerechte Erforschung und praktische Anwendung von sozialen Robotern in Stadtverwaltungen sowie der begleitete Transfer der Erkenntnisse in die Wirtschaft und breite Öffentlichkeit sind das Kernziel des Zentrums. Daher strebt **RuhrBots** neben der **Beantwortung der erarbeiteten Forschungsagenda** an, Stadtverwaltungen und relevante Stakeholder aus Wissenschaft und Wirtschaft zu **informieren, beraten, qualifizieren und miteinander zu vernetzen**.

In Labor- und Feldstudien wird, auf der Basis von mit Nutzenden, Institutionen und Wirtschaftspartnern identifizierten Anwendungsfällen, das Interaktionsverhalten von sozialen (Assistenz-)Robotern mit dem Menschen strukturiert untersucht und entlang der in Abbildung 14.3 beschriebenen Metriken auf Seiten von Technik und Mensch **evaluiert und iterativ adaptiert**. Dabei steht die **Bedarfs- und Diversitätsgerechtigkeit** im Vordergrund und die sich daraus ergebenden Herausforderungen an das sozio-technische System, sowie Überlegungen zur Systematisierung und Ableitung von Handlungsempfehlungen zur Gestaltung und Integration von robotischen Systemen, um einen nachhaltigen Einsatz zu fördern. Neben den sozialen Implikationen werden im Rahmen dessen Datenschutz, Sicherheits- und ethische Aspekte gleichwertig berücksichtigt (ELSI).

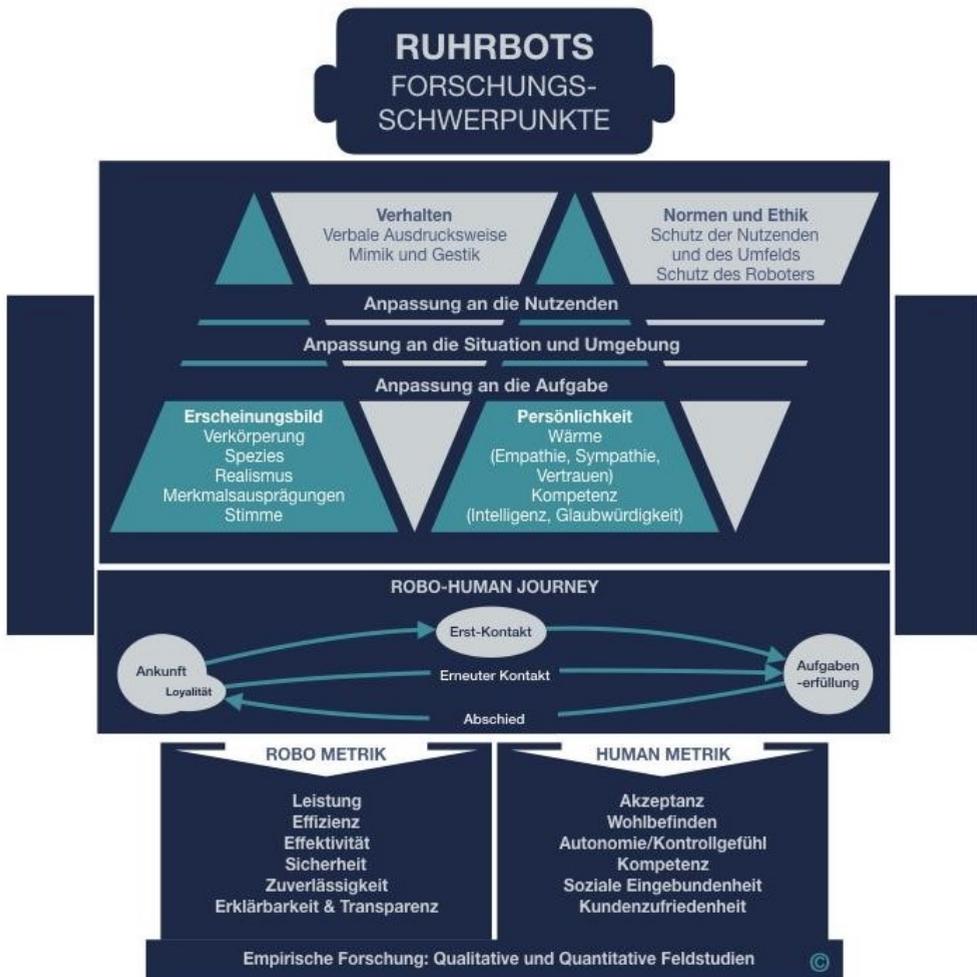


Abbildung 14.3: Erarbeitete Forschungsagenda des Kompetenzzentrums.

Durch die **transdisziplinäre Struktur** entsteht eine umfangreiche Datenlage über den bedarfs- und diversitätsgerechten Einsatz von sozialen Robotern. Zum Beispiel nicht nur in der Interaktion zwischen Mensch und Robotern, sondern auch in der Wirkung des Einsatzes im Gesamtsystem der Stadtbibliothek (z. B. durch den Einbezug von Gleichstellungsbeauftragten, Personalräten, angeschlossene Abteilungen) und angeschlossenen Diensten (z. B. interessierte Unternehmen oder Inspiration von Startups).

14.2 Alleinstellungsmerkmale und Abgrenzung zum Stand der Wissenschaft und Technik

14.2.1 Internationaler Stand der Wissenschaft und Technik

Es gibt bereits mehrere Studien, die **Roboter in städtischen Institutionen** (Hansen and Hansen 2021, Mubin et al. 2020, Kaipainen et al. 2018, Pitsch et al. 2009) untersucht haben. Diese zeigen zum einen, dass befragte Nutzende den **Einsatz von Robotern befürworten**, besonders für Anwendungsszenarien, die **partizipativ entwickelt** wurden (z. B. Kaipainen et al. 2018). Jedoch wird zum anderen durch Feldstudien eine geringe Interaktionsrate (Thunberg and Ziemke 2020, Hansen and Hansen 2021) und eher ablehnende Haltungen (Mubin et al. 2020) dokumentiert. Mehrere Forschungsergebnisse (Nielsen et al. 2021, Tian et al. 2020, Kaipainen et al. 2018) verdeutlichen die **Bedeutung der Teilhabe und Integration** der Nutzenden in die Gestaltung und den Einsatz sozialer Roboter. Dies ist besonders für den Einsatz in städtischen Institutionen von **hoher Relevanz**, da dort Menschen mit **unterschiedlichen Diversitätsmerkmalen** auf soziale Roboter treffen. Roboter müssen somit diversitätsgerecht gestaltet und in die Anwendungsdomäne und damit verbundene Prozesse integriert werden.

Die Mensch-Maschine-Interaktion selbst abhängig vom kulturellen Hintergrund zu machen, wurde schon früh vorgeschlagen (O'Neill-Brown 1997, Lim et al. 2021). Studien illustrieren, dass eine kleinschrittige Anpassung der Eigenschaften robotischer Systeme von Vorteil ist und sich Roboter auf ihr gegenüber und die Gesprächssituation anpassen müssen. Bekannt sind zielgruppenspezifische Präferenzen beim Erschei-

nungsbild (**Straßmann et al., 2020¹**) sowie der Interpretation und Bewertung von nonverbalem Verhalten (**Rosenthal-von der Pütten et al. 2019, Straßmann et al. 2019**). Das **Erscheinungsbild** kann hinsichtlich der **Verkörperung** (Embodiment; z. B. sprachliche Systeme vs. Texteingabe), **Spezies** (z. B. anthrophomorph, zoomorph oder Objekt), **Realismus** und **Merkmalsausprägungen** (Geschlecht, Rasse, Kleidung, Körperformen) (**Straßmann and Krämer 2017**), sowie der **Stimme** (natürlich, text-to-speech, Stimmfarbe etc.) variiert werden. Das **Verhalten des Roboters** sollte (non-)verbal angepasst werden. Essentiell ist die sprachliche und nonverbale **Anpassung** an das Gegenüber und die Umgebung (**Eimler et al. 2011**) (z. B. kultursensible/diversitätsgerechte Sprache). So bevorzugen z. B. Asiat*innen Roboter mit „asiatischen“ Verhaltensmustern, während dies deutschen Testpersonen nicht so wichtig war (Li et al., 2010) und arabisch sprechende Menschen bevorzugen eine höfliche Ansprache (Salem et al. 2014), um nur zwei Beispiele zu nennen. Effekte der sprachlichen Anpassung von Menschen an robotische Systeme sind zu bedenken (**Rosenthal-von der Pütten et al. 2016**). **Nonverbale Verhaltensweisen** beeinflussen u. a. die **wahrgenommene Persönlichkeit** des Roboters (**Straßmann et al. 2016, Eimler et al. 2011**). So wurde z. B. gezeigt (Wang et al. 2010), dass chinesische und US-amerikanische Studierende Empfehlungen eher von Robotern mit passenden Verhaltensmustern akzeptieren. Die Studie zeigte jedoch auch, dass chinesische Studierende insgesamt deutlich ablehnender den Robotern gegenüber waren als ihre amerikanischen Kommiliton*innen. Die **Persönlichkeit** ist hinsichtlich Wärme- und Kompetenz-Faktoren (Bergmann et al. 2012) gestaltbar. So kann z. B. der **Bedarf an Empathie und Dominanz** durch die Gestaltung nutzenden- und bedarfsgerecht erfüllt werden. Allerdings sind die Empfindungen der Menschen in diesem Zusammenhang kompliziert und nicht immer rational.

Die Wahrnehmung des Roboters hängt nicht nur von seinen Verhaltensweisen und der Passung zu den Diversitätsmerkmalen der Nutzenden ab, sondern wird auch durch **Stereotype** (z. B. ausgelöst durch die **präsentierte Herkunft des Roboters** (Spatola et al. 2019) oder die **Umgebung**, in der der Roboter eingesetzt wird (Straßmann et al. 2022), beeinflusst. Soziale Roboter benötigen **Normen und eine unterliegende Ethik**, um die Nutzenden und das Anwendungsumfeld zu schützen. Psychische (z.

¹Fett markiert sind Verweise auf eigene Vorarbeiten der Verbundpartner

B. Einschränkung menschlicher **Entscheidungsfreiheit** (Straßmann et al., 2020) und **physische Schäden** (Arntz and Eimler 2020) sind basierend auf existierenden Standards zu vermeiden. Erste Feldstudien zeigen, dass Roboter in der Praxis auch durch Menschengruppen eingeschränkt und beschädigt werden (Nomura et al. 2016). Daher sollten Mechanismen erörtert werden, wie der Roboter sich selber schützen kann (Horstmann et al. 2018).

Bisher werden die Faktoren nicht ganzheitlich kombiniert und über längere Zeit im Feld getestet. Um dem zu begegnen, werden im **RuhrBots Kompetenzzentrum Off-the-Shelf Produkte** hinsichtlich **vier Hauptcharakteristika sozialer Roboter (Erscheinungsbild, Verhalten, Persönlichkeit, Normen und Ethik)** ausgewählt und angepasst. Auswahl und Anpassung basieren auf Erkenntnissen von Anforderungsanalysen hinsichtlich der Nutzenden, Situation und Umgebung sowie der Anwendungsaufgabe. Aus dem partizipativen Vorgehen in der **Machbarkeitsstudie** und den daraus **resultierenden Szenarien** ergaben sich erste **technische Anforderungen** (multimodale Interaktionsmöglichkeit, Möglichkeiten der Fortbewegung und Navigation, mehrere Sprachen/Übersetzungsfunktion, Option Objekte zu transportieren, Robustheit gegenüber äußere Einflüsse, Personen- und Emotionserkennung sowie offene Programmierschnittstellen) an den **Einsatz von Assistenzrobotern in städtischen Institutionen**, auf Basis dessen existierende Roboter analysiert und (vor)ausgewählt wurden. Dies geschah basierend auf wissenschaftlichen Erkenntnissen (Hansen and Hansen 2020) in einem **Technikpartner-Workshop**. Abbildung 14.4 zeigt einen Überblick über die Analyseergebnisse.

Vor dem Hintergrund dieser Analyse ergibt sich eine Differenzierung der Roboter auf Basis der Hauptcharakteristik, die in dem jeweiligen Szenario angewendet und hinsichtlich der Diversitätsgerechtigkeit erforscht wird. **Es gibt keinen Roboter, der alle Skills, die in den entwickelten Szenarien erforderlich sind, vollumfänglich erfüllt**, wenngleich die meisten Roboter sich für Aufgaben im Zusammenhang mit der Bereitstellung von Informationen, der Begrüßung, dem Sammeln von Benutzenden-Feedback, der Führung und der Wegfindung eignen (Hansen and Hansen 2020). Besonders die Erkennung der **Diversität der Nutzenden** und die **Reaktion auf deren Bedarfe** wird **durch die Off-the-Shelf-Roboter nicht abgedeckt**.

Für die Interaktion von Menschen untereinander, aber auch für eine **gelungene Kommunikation** zwischen Mensch und sozialem Roboter, ist die Erkennung von Emotionen wie auch die Generierung von passenden emotionalen Signalen durch den Roboter jedoch ein wichtiger Faktor (Hall et al. 2014, Eyssel et al. 2010, Bennett and Šabanovic 2013, Crumpton and Bethel 2016, Zecca et al. 2009). Dabei spielt nicht nur die Ausdrucksfähigkeit des Roboters, sondern auch die Konsistenz zwischen den verschiedenen Ausdrucksformen (Gesicht, Stimme, Gestik) sowie ein zum Interaktionskontext passender Ausdruck eine wichtige Rolle (Cramer et al. 2010).

Der **Einsatz mehrerer Modalitäten**, eine **gute Konsistenz** zwischen ihnen, sowie dem Situationskontext, verbessern so u. a. Akzeptanz und Vertrauen (Salem et al. 2011, Cramer et al. 2010, Salem et al. 2011). Somit ist die Erfassung der aktuellen Situation, einschließlich der non-verbale Reaktionen des Menschen, ein wichtiges Element für eine intensive und gelungene Kommunikation zwischen Roboter und Mensch.

Das **Auslesen von Emotionen** aus der Mimik wie auch die Erfassung der Körper- und Kopfhaltung (Zhang et al. 2020) wird zurzeit sehr erfolgreich mit Methoden der künstlichen Intelligenz durchgeführt. Dabei existieren inzwischen **zahlreiche freizugängliche Modelle** wie auch kommerzielle Lösungen, die zum Teil **Cloud-basiert** arbeiten (siehe z. B. Pose-Detection im ML-Kit von Google², Movenet³ oder IVA/IOT-Plattform⁴ von NVIDIA zur Pose-Erkennung). Neben der **Kopfausrichtung** auch die **Blickrichtung über Kameras** zu erfassen, ist ebenfalls ein langjähriges Ziel zahlreicher Forschungsanstrengungen (Cazzato et al. 2020, Cheng et al. 2020, Akinyelu and Blignaut 2020) und entsprechende Lösungen sind daher verfügbar (vgl. Fischer et al. 2018⁵; Park et al. 2019⁶). Das **Erfassen von Emotionen** aus der Gesichtsmimik (vgl. Rangulov and Fahim 2020⁷) – kommerzielle Lösungen sind z. B. ⁸ ⁹ ¹⁰ – und

²<https://developers.google.com/ml-kit/vision/pose-detection>

³<https://www.tensorflow.org/hub/tutorials/movenet>

⁴<https://developer.nvidia.com/blog/fast-track-your-production-ai-with-pre-trained-models-and-transfer-learning-toolkit-3-0/>

⁵https://github.com/Tobias-Fischer/rt_gene

⁶https://github.com/NVlabs/few_shot_gaze

⁷<https://github.com/DenisRang/Combined-CNN-RNN-for-emotion-recognition>

⁸<https://imotions.com/biosensor/fea-facial-expression-analysis/>

⁹<https://www.noldus.com/facereader>

¹⁰<https://azure.microsoft.com/de-de/services/cognitive-services/face/>

aus der Sprache (Lieskovská et al. 2021, Xu et al. 2021¹¹) werden ebenfalls seit vielen Jahren adressiert, wobei auch **fusionierte Lösungen** entwickelt worden sind (Hu et al. 2017, Hossain and Muhammad 2019, Zadeh et al. 2018¹²).

Zwar ist die Genauigkeit der Erfassung in realen Anwendungen oft nicht sehr hoch (Samadiani et al., 2019), interessant ist aber in vielen Fällen gar nicht, ob die Emotionen immer korrekt erkannt werden (das gelingt uns Menschen ja auch nicht immer), sondern vielmehr die Veränderungen während der Interaktion zu verfolgen.

Neben der “**non-verbale Emotionsanalyse**” gibt es Ansätze, die inhaltliche Stimmung des Gesprochenen zu klassifizieren. Für letzteres sind in den vergangenen Jahren insbesondere **BERT-basierte Systeme** (Gao et al. 2019 (<https://deepset.ai/german-bert>)) erfolgreich eingesetzt worden. Um die Emotionen aus dem Sprachinhalt zu extrahieren, muss zunächst die Sprache in Text umgewandelt werden. Hierfür gibt es - neben den großen **Cloud-basierten Lösungen** z. B. von Google (<https://cloud.google.com/speech-to-text/>) oder Microsoft (<https://azure.microsoft.com/en-us/services/cognitive-services/>), - ebenfalls **lokale Lösungen**, die (auch) ohne Internetverbindung arbeiten (wie z. B. Spracherkennungssysteme von Nuance (<https://www.nuance.com/de-de/dragon.html>) oder EML (<https://www.eml.org/deutsch/produkte.php>)). Aufgrund der zahlreichen verfügbaren Lösungen für alle hier relevanten Bereiche, liegt der Fokus im Projekt auf der Auswahl und Anpassung existierender Lösungen.

Ein hingegen noch **wenig adressiertes und gelöstes Problem** ist, **Daten und Privatsphäre** der beteiligten Personen zu schützen. Für die KI-Analyse werden eine Reihe von sensiblen Daten verschiedenster Modalität erfasst (Bild, Video, Audio, Verhaltensprofile etc.), die vor unberechtigtem Zugriff geschützt werden müssen. Doch auch die **Hoheit über die eigenen Daten** muss für den Nutzenden stets gewahrt werden. Ein naheliegender Ansatz ist, die Daten grundsätzlich lokal (auf dem Robotersystem) zu verarbeiten und nach der Analyse zu löschen. Das scheitert meist an der verfügbaren Rechenleistung und den Energiereserven insbesondere mobiler Roboter. Ansätze hier speziell für den mobilen **Einsatz optimierte KI-Komponenten** (siehe z. B., Groos et al. 2021, Howard et al. 2017) oder **entsprechende Beschleuniger-Hardware** (siehe

¹¹<https://github.com/makcedward/nlpaug>

¹²<https://github.com/A2Zadeh/CMU-MultimodalSDK>

z. B. Chen et al. 2020, Zhang et al. 2018) zu nutzen, helfen nur begrenzt weiter. Denn die Vielzahl von KI-Modellen, die für eine vielschichtige und komplexe Interaktion mit den Nutzenden benötigt werden, überfordern spätestens in der Summe die vorhandenen lokalen Ressourcen. Zudem ist es wünschenswert, möglichst leistungsfähige KI-Komponenten zu nutzen. Ein Beispiel für ein sehr leistungsfähiges neuronales Netz ist GPT-3 (Floridi and Chiriatti 2020) - eine Sprach-KI, die aus 175 Milliarden Parametern besteht. Diese auf einem mobilen Roboter auszuführen ist zumindest derzeit nicht praktikabel. Auch wenn es sich dabei eher um einen Extremfall handelt, zeigt es doch deutlich, was in Zukunft erwartet werden kann. Viele leistungsfähige KI-Modelle zu nutzen wird dementsprechend bei vertretbaren Kosten nicht ohne die Nutzung von externen Rechenressourcen gelingen. Daher sind Konzepte notwendig, wie diese Nutzung erfolgen kann, ohne dafür Daten und Privatsphäre der Nutzenden opfern zu müssen. So gibt es in der Literatur Ansätze, die z. B. für eine **“verschlüsselte Berechnung”** von KI-Modellen genutzt werden können: **Homomorphic Encryption** (HE) (Bost et al. 2014, Jiang et al. 2018, Park et al. 2018) oder **two-party bzw. multi-party Computation** (2PC/MPC) (Mohassel and Zhang 2017). Leider ist HE mit einem extremen Rechenaufwand verbunden, während 2PC/MPC nicht kooperierende Rechenserver voraussetzt und einen hohen Kommunikations-Overhead erzeugt. Xie et al. (2021) auf der anderen Seite nutzen **(abgeschottete) Software-Container**, die auf einem Server ausgeführt werden. Dieser Ansatz senkt den Rechen-Overhead deutlich, setzt aber voraus, dass der Server nicht kompromittiert werden kann, was natürlich eine unbefriedigende Anforderung ist. Trotzdem bietet dieser **Ansatz einen Ausgangspunkt**, der mit **zusätzlichen Konzepten kombiniert** werden kann, um die **Sicherheit weiter zu erhöhen**.

Die Leistungsfähigkeit moderner KI-Systeme und das damit verbundene Bestreben, sie in realen Anwendungen einzusetzen, hat schnell Probleme bezüglich der **„Gleichbehandlung“** von Menschen durch solche Systeme aufgeworfen (West et al. 2019). Das fängt bei Problemen von **Personen-Erkennern** an, **Menschen mit dunkler Hautfarbe** zu erkennen (Buolamwini and Gebru 2018) und geht über Werkzeuge zum automatischen Bewerbermanagement mit einer Tendenz zur Benachteiligung von Frauen (Dastin 2018) bis hin zu **Entscheidungssystemen aus dem Gesundheitsbereich**, die Schwarze Menschen anders klassifizieren als Weiße (Obermeyer et al.

2019). Die Gründe liegen oft in den **genutzten Trainings-Datensätzen**, wie z. B. Personenbilder-Datenbanken, die nur eine relativ geringe Anzahl von Schwarzen Menschen enthalten (Han and Jain 2014). Die Herausforderung zuverlässig über unterschiedlichste Ethnien hinweg z. B. die Emotionen aus dem Gesicht auszulesen, versucht man durch den Aufbau geeigneter Bilder-Sätze zu begegnen (Conley et al. 2018, Merler et al. 2019, Du et al. 2014, Zadeh et al. 2018). Betrachtet man allerdings die frei verfügbaren KI-Modelle, so findet man **in** den entsprechenden **Dokumentationen nur selten** entsprechende **Einschätzungen** oder gar Untersuchungen **bezüglich des Einflusses von Diversity**-Aspekten auf die Leistungsfähigkeit der Modelle.

14.2.2 Vorteile gegenüber konkurrierenden Lösungsansätzen

Der Vorteil des **skizzierten Lösungsansatzes** liegt in der **Verknüpfung von Labor- und Feldstudien** und der **intensiven Beteiligung von Bürger*innen und Kommunen**, mit einem kontinuierlichen Blick auf die Belebung und Entwicklung des **wirtschaftlichen Ökosystems**. Durch die Verortung im öffentlichen Raum im **Balungsraum Ruhrgebiet** wird auch auf algorithmischer Ebene ein ideales Szenario geschaffen, in dem die Grenzen bisheriger Systeme (z. B. Algorithmic Bias) zunächst sichtbar gemacht und in **Richtung Inklusion und Adaption** iterativ und kontinuierlich erweitert werden. Durch die Verortung im Feld und die Gestaltung einer vollständigen **Human-Robo-Journey**, wird die vollständige und komplexe Interaktion der verschiedenen Teilaspekte des sozio-technischen Systems für die Erforschung zugänglich (Abbildung 14.3). Ein **multi-methodisches Vorgehen** erlaubt sowohl in den Laborstudien unter z. B. der **Verwendung von Virtual Reality (VR)** (Sammlung von objektiven Daten, angereichert durch Self-Report-Auskünften) als auch in den **Feldstudien in den Stadtbibliotheken**, die beschleunigte Erprobung und (Weiter-)Entwicklung von (diversitätsgerechten, teilhabeorientierten) **Metriken und Handlungsempfehlungen** sowie die Ableitung von Kriterien für einen **Zertifizierungsprozess**. Dabei bietet VR den Vorteil der vollständigen Kontrollierbarkeit und Gestaltungsflexibilität bei gleichzeitig vergleichbar geringen Kosten zu einer unmittelbaren Implementierung im Feld. Verfügbare **Normen** (z. B. solche zur Gebrauchstauglichkeit und Barrierefreiheit), **Checklisten** (z. B. Gendered Innovation Checklist) und **Modelle** (z. B. Diversity Wheels) sowie **Design-Guidelines** werden berücksichtigt, erweitert und veröffentlicht. Zusätzlich werden freie und kommerzielle Soft- und Hardware-Komponenten

bezüglich ihrer Kompatibilität zu diesen Normen und Guidelines untersucht und die Ergebnisse verfügbar gemacht. Durch diesen Ansatz partizipiert eine große Menge verschiedener Interessengruppen beginnend mit Hersteller*innen und Anwender*innen von sozialen Robotern bis hin zu den eigentlichen Endnutzer*innen von den Aktivitäten des Kompetenzzentrums.

14.2.3 Risikodarstellung

Das Projekt kombiniert und erweitert eine Reihe von **Standardtechnologien** und **State-of-the-Art-Vorgehensmodellen** aus Forschung und Technik mit den geschilderten wissenschaftlichen und technischen Herausforderungen. Daher ist das Projekt insgesamt mit einem hohen Risiko verbunden.

Das Risiko leitet sich dabei vor allem aus der **Verfügbarkeit (Existenz und Rechte) von Daten** sowie der **Nutzendenakzeptanz** ab. Hinsichtlich der Daten ist stets die rechtliche Lage sowie die technische Absicherung (z. B. Zugriff durch Unbefugte; Absicherung Kommunikation und Datenspeicherung) zu klären. Prinzipien der **Datensparsamkeit und Methoden zur Anonymisierung** reduzieren diese Risiken zusätzlich. Sollte sich die Rechtslage nicht nachdrücklich ändern, sollte das Risiko gering sein. Datenschutz und ungeahnte Hürden in den organisationalen und bürokratischen Prozessen stellen in diesem Zusammenhang ebenfalls ein Risiko dar, dem sowohl durch die **aktive Einbindung verschiedenster Akteur*innen** (Kommunen mit entsprechenden Fachleuten, Beiräte, ELSI-Workshops etc.) frühzeitig begegnet wird. Die Akzeptanz wird maßgeblich durch die Gestaltung der Robotersysteme (siehe Abbildung 14.3) in den unterschiedlichen Anwendungsszenarien und Aufgabenfeldern und deren wahrgenommener Nützlichkeit bestimmt. Da sich das Vorhaben durch den **transdisziplinären Ansatz** bestimmt und die beteiligten Expert*innen jahrelange Erfahrung in der menschenzentrierten Gestaltung von Robotern haben, ist auch dieses Risiko als gering einzuschätzen. Konkret wird es durch **verschiedene partizipative Vorgehensweisen** in dem Arbeitsplan adressiert.

Zudem wird durch den Einsatz eines **VR-Labors** ein Teil des Risikos durch eine **a priori Bewertung** bereits vor der Nutzung im Feld abgedeckt. Gleichmaßen ist nicht mit einer mangelnden Akzeptanz von **Unternehmen** zu rechnen. Ein Risiko

in diesem Bereich wird durch die Beteiligung von Wirtschaftsförderungen, Transferpartner*innen und Beirat reduziert. Die **ökonomische Einbindung** ist durch ein entsprechend sensibles und kenntnisreiches **Vorgehen gut abgesichert**. Insgesamt sind die Erfolgsaussichten, trotz des hohen Risikos, sehr hoch.

Übersicht Roboter							
	Pepper	temi	alpha mini	Kompaï	SanBot elf	Peanut	LUKA
Hersteller	Softbank Robotics Europe	temi	UBTECH	Kompaï robotics	Qihan Technology Co. Ltd.	Keenon Robotics	Ling Technologie
Hardware	Höhe: 1,20, Gewicht: 30kg	Höhe: 1,00, Gewicht: 12kg	Höhe: 1,20, Gewicht: 30kg	Höhe: 1,18, Gewicht: 45kg	Höhe: 0,90, Gewicht: 19kg	Höhe 1,45, Gewicht: 70,0kg	Höhe 0,25, Gewicht: 1,2kg
Sensoren	IR, 3D, Sonar, Laser, Camera, microphones	360 degrees LIDAR 2 depth cameras RGB camera IMU sensor 6 Time of Flight linear sensors	IR Gyroscope, accelerometer & GPS Camera microphones		Gyroscope, Human body induction sensor, IR evading obstacle sensor, IR message receiving sensor, touch & electronic compass sensor	Lidar, machine vision, depth vision, infrared sensor, touch sensor	Camera, microphone, Gyroscope
Interaktionsmöglichkeit Fortbewegung, Navigation	 Eingeschränkte Navigation	 SLAM Navigation, Follow me-mode	 Eingeschränkte Navigation	 SLAM Navigation	 Eingeschränkte Navigation	 SLAM Navigation	 Taster
Sprachen, Übersetzungsmöglichkeiten	Ja, beliebig	Ja, beliebig	Ja, beliebig	Französisch, Englisch, weitere folgen	Ja, beliebig	Englisch, Chinesisch	Deutsch
Bring- und Tragemöglichkeiten	Nein	Kleinteile (Buch, Tasse, Brille, Smartphone)	Nein	Full Delivery option	Nein	Nein	Nein
Robustheit							
Personen- & Emotionserkennung	Face recognition Human detection Move detection Obstacle recognition	Face recognition Human detection Move detection Obstacle recognition	Face recognition Human detection Move detection Obstacle recognition	Face recognition Human detection Move detection Obstacle recognition	Face recognition Human detection Move detection Obstacle recognition	Move detection Obstacle recognition	Move detection
Schnittstellen & Programmiermöglichkeiten	Offen für beliebige Anwendungen / Apps	Bedingt offen mittels API für beliebige Anwendungen / Apps	Offen für beliebige Anwendungen / Apps		Bedingt offen mittels API für beliebige Anwendungen / Apps	Bedingt offen mittels API für beliebige Anwendungen / Apps	Nein
Einsatzszenarien							
	PUDUbot	BELLAbot	AKER	ALICEpro	Keenon T5	James	NAO
Hersteller	Pudu Robotics	Pudu Robotics	Suzhou Pangolin Robot Corp., Ltd	Suzhou Pangolin Robot Corp., Ltd	Keenon Robotics	SIASUN	Softbank Robotics
Hardware	Höhe 1,30, Gewicht 35kg	Höhe 1,30, Gewicht 57kg	Höhe 1,10, Gewicht 50kg	Höhe 1,50, Gewicht 91kg	Höhe 1,20, Gewicht 67kg	Höhe 0,84, Gewicht 18kg	Höhe 0,60, Gewicht 5,5kg
Sensoren	IR, LIDAR, RGBD-Tiefenkameras	IR, LIDAR, RGBD-Tiefenkameras	LIDAR	Camera, microphone, LIDAR, IR	Lidar, machine vision, depth vision, infrared sensor, touch sensor	LIDAR	2x OV5640 2592x1944 cameras
Interaktionsmöglichkeit Fortbewegung, Navigation	 SLAM Navigation und Lokalisierung mittels Marker	 SLAM Navigation und Lokalisierung mittels Marker	 SLAM Navigation	 SLAM Navigation	 SLAM Navigation und Lokalisierung mittels Marker	 SLAM Navigation	 Eingeschränkte Navigation
Sprachen, Übersetzungsmöglichkeiten	Deutsch, Englisch, Chinesisch	Deutsch, Englisch, Chinesisch	Englisch, Chinesisch	Englisch, Chinesisch	Englisch, Chinesisch	Ja, beliebig	Ja, beliebig
Bring- und Tragemöglichkeiten	Full delivery function	Full delivery function	Full delivery function	Nein	Full delivery function	Nein	Nein
Robustheit							
Personen- & Emotionserkennung	Face recognition Obstacle recognition	Face recognition Obstacle recognition	Obstacle recognition	Face recognition Human detection Move detection Obstacle recognition	Obstacle recognition	Face recognition Human detection Move detection Obstacle recognition	Face recognition Human detection Move detection
Schnittstellen & Programmiermöglichkeiten	Bedingt offen mittels API für beliebige Anwendungen / Apps	Bedingt offen mittels API für beliebige Anwendungen / Apps	Nein	Bedingt offen mittels API für beliebige Anwendungen / Apps	Bedingt offen mittels API für beliebige Anwendungen / Apps	Bedingt offen mittels API für beliebige Anwendungen / Apps	Bedingt offen mittels API für beliebige Anwendungen / Apps
Einsatzszenarien							
Legende Gesten robust Szenario I: Stadtbibliothek Sprache flüchtig Szenario II: Museum Tablet							

Abbildung 14.4: Übersicht über robotische Systeme.

14.3 Wissenschaftliche und technische Methoden sowie Arbeitsziele des Kompetenzzentrums

Zur Zielerreichung verfolgt **RuhrBots** ein transdisziplinäres, iteratives und agiles Vorgehen, das alle relevanten Stakeholder (siehe Kapitel zu Verbund und Akteur*innen) einbezieht. Gemeinsam mit den Stadtverwaltungen des Ruhrgebiets werden **Nutzenden- und Anforderungsanalysen zur Erfassung der bisherigen Erfahrungen, Einstellungen und psychologischen Hemmnisse** diverser Zielgruppen und deren Bedarfe sowie Anforderungen an die technischen Umsetzungen und Besonderheiten der Umgebung durchgeführt. Ein **Methoden-Mix aus qualitativen und quantitativen Verfahren aus den Bereichen Usability** (Beobachtungen, Personas, Empathy Maps, Storyboards und Customer Journey Maps) und **Psychologie** (Fokusgruppen; quantitative mehrwellige Befragungen mit standardisierten Fragebögen) sichert die **umfangreiche Datengrundlage** zur Nutzendenakzeptanz unter Berücksichtigung eines breiten Diversitätsverständnisses (vgl. Diversity Wheel, z. B. Gardenswartz and Rowe 2010). Damit die **organisationale Transformation** gelingt und soziale Roboter erfolgreich in den Stadtverwaltungen eingesetzt werden können, sind die **Interessen, Einstellungen und Befürchtungen der Mitarbeitenden und weiterer innerbehördlicher Stakeholder** zu berücksichtigen. Diese werden durch empirische Untersuchungen erforscht, um praxisorientierte Hinweise und Best-Practices zu erarbeiten. Dies geschieht, abgeleitet vom aktuellen Stand der Wissenschaft, in den Bereichen **digitale Transformation, Change Management** und **organisationaler Wandel im Verwaltungssystem** mit Hilfe von qualitativen Interviews, moderierten Gruppendiskussionen und Kreativ-Workshops unter Beteiligung der Mitarbeiter*innen, Stakeholder (z. B. Personalräte, Gleichstellungs- und Datenschutzbeauftragten) und Verwaltungsexpert*innen (z. B. erfahrene Führungskräfte im Transformationsprozess).

Damit **Off-the-Shelf-Produkte** in diversitätsgerechtem Einsatz anhand verschiedener Metriken geprüft werden können, ist der **Aufbau eines Reallabors in den Räumlichkeiten der beteiligten Stadtverwaltungen** notwendig (Anwendungspartner*innen Abschnitt zu weiteren Akteur*innen, u. a. Herne, Essen, Duisburg) (**Feldstudien**). Dazu werden auf Basis der Ergebnisse der Machbarkeitsstudie anfänglich **Roboter angeschafft und für den Einsatz in den Stadtverwaltungen vorbereitet**, sodass die

Grundfunktionen zur Aufgabenerfüllung der in den Workshops entstanden Szenarien (z. B. Service & Auskunft, Führung & Navigation) gegeben sind. **Längerfristige und wiederkehrende Feldstudien (Reallabor) werden mit ergänzenden (Vor-)Studien in steuerbarer und gesicherter (Labor-)Umgebung** kombiniert, um die beschriebenen Forschungsfragen zu adressieren. Zwar weisen Feldstudien eine hohe externe Validität auf, durch das wenig kontrollierbare Umfeld und den hohen Durchführungsaufwand lassen sich aber nicht alle Forschungsfragen kleinschrittig experimentell im Feld testen. Aus diesem Grund wird neben dem **Reallabor** ein **Showroom** aufgebaut, welcher die Anwendungsdomänen (Bibliotheksszenario und Servicepunkt) nachstellt und bei dem die Umgebung sowie Sicherheitsaspekte besser kontrolliert werden können. Zudem wird eine bereits bestehende **Virtual-Reality-Versuchsumgebung** (siehe **Arntz et al., 2020**) um notwendige Anwendungsszenarien erweitert und für kontrollierte empirische Untersuchungen in der Anwendungsdomäne weiterentwickelt. VR-Umgebungen etablieren sich aktuell zunehmend in der Erforschung menschlichen Verhaltens (**Arntz et al., 2020, Straßmann et al., 2020**). Auf Basis des CASA-Phänomens (Computers as Social Actors, Nass and Moon 2000, Gambino et al. 2020) lässt sich in vielen Bereichen (abseits von Präsenz und nonverbalen Verhaltensweisen) eine Verallgemeinerbarkeit unterstellen. In den geplanten Studien werden **Off-the-Shelf-Roboter mit existierenden KI-Elementen und weiteren Sensoren ausgerüstet und** bezüglich ihrer Wirkung anhand verschiedener Metriken in verschiedenen Interaktionssituationen geprüft. Neben der Funktionsweise (**Robo-Metrik** u. a. Erklärbarkeit, Sicherheit) ist die Wirkung auf den Menschen (**Human-Metrik**, u. a. i. S. des Positive Computing Paradigmas; Pawlowski et al. 2015) von Relevanz.

Gebündelt werden die Erkenntnisse entlang einer **Human-Robo-Journey**, um wichtige Merkmale für die Touchpoints zu definieren. Die Erhaltung und Ermöglichung von Gefühlen der Kompetenz, Autonomie und Verbundenheit im Zusammenhang mit der Nutzung und Entwicklung von Technologien sind dabei Kerngedanken, sodass sich diese menschlichen Grundbedürfnisse in den Metriken widerspiegeln. Basierend auf dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Technik sowie den gewonnenen Erkenntnissen aus den **Feld- und Laborstudien** werden Empfehlungen zur **diversitätsgerechten Gestaltung** sozialer Roboter erarbeitet. Nur wenn Nutzende in ihrer Vielfalt erkannt werden, ist eine diversitäts-, teilhabeorientierte und bedarfsgerechte

Anpassung möglich. Somit wird, neben der Beantwortung der psychologischen und usability-orientierten Fragestellungen, mit Hilfe der Untersuchungen im Feld eine **umfängliche Datenbasis** aufgebaut. Die Beobachtungsdaten und **Log-Files** der bestehenden Systeme (inkl. KI-Methoden) werden dabei durch eine Datenanreicherung in einem multi-methodischen Vorgehen erweitert. Durch die umfassende Datenerhebung werden systematische Diskriminierungen (Algorithmic Bias) der technischen Systeme sichtbar und können im Anschluss adressiert und verbessert werden. Erhebung und Speicherung dieser Datensätze erfolgen im Rahmen der **DSGVO** und werden auch durch entsprechende **Gutachten und Analysen** hinsichtlich rechtlicher und ethischer Perspektiven überprüft. Hier besteht im Rahmen des Konsortiums breite Vorerfahrung (Projekte: OurPuppet, RubyDemenz, TraM). Konzepte und geeignete Maßnahmen stellen sicher, dass nur die notwendigen Daten erfasst, anonymisiert und schließlich gelöscht werden. Zudem ist auch ein Fokus des Projekts, die Nutzung von Cloud-Ressourcen so abzusichern, dass auch hier Datenschutz und Privatsphäre sichergestellt bleiben.

Bei empirischen Arbeiten des Kompetenzzentrums wird ein **beteiligungorientiertes methodisches Vorgehen** gewählt, um das Ziel der Diversitätsgerechtigkeit zu erreichen. Dazu **ergänzen Bürger*innen oder Gründer*innen das Forschungsteam** und werden Teil von agilen, interdisziplinären Teams, die Effekte der Roboter selbstständig untersuchen (**Citizen Science**). Daraus ergibt sich für die Bürgerwissenschaftler*innen ein höheres Verständnis von Gestaltungselementen, sodass die Transparenz des Handelns gestärkt wird („Explainable Robotics“). Gleichzeitig können diese Projekte zur fachspezifischen und fachfremden Wissenschaftskommunikation genutzt und die Kluft zwischen Erwartungen der Bürger*innen und Stand der Technik sowie Wissenschaft verringert werden. Bürger*innen werden als Roboter-Paten eingesetzt, welche in den Feldstudien aktiv bei der Datenerfassung unterstützen. Anders als Forscher*innen, die durch ihre Expertise und die Distanz zu Laien oft blinde Flecken oder Hierarchiegefälle in die Kommunikation einbringen, sprechen Bürgerwissenschaftler*innen mit den Nutzenden auf Augenhöhe. In dieser Konstellation trägt das Forscher*innen-Team dafür Sorge, dass das **methodische Vorgehen und die Datenerhebung** sauber durchgeführt wird. Es schult die **Roboter-Pat*innen** (siehe „Robot-Begleiter*innen“ bzw. „Puppet-Begleiter*innen“ aus den BMBF-Projekten „OurPuppet“ und „RUBYDe-

menz“), begleitet alle Durchführungsphasen und ist vor Ort und bereit einzuschreiten. Die Bürgerwissenschaftler*innen werden somit durch die **Forscher*innen befähigte Mittler:in** zur Zielgruppe und haben die Chance, **selber zu erlernen und erforschen**, welche Grenzen und Potenziale aktuelle Assistenzroboter haben. Durch die Integration in die Prozesse erlangen sie ein **Gefühl von Ownership und Teilhabe**, sodass die Akzeptanz für Assistenzroboter gesteigert wird. Dies wird katalysiert durch gestärkte KI-Kompetenzen, ein realistisches Bild der Systeme sowie eine höhere Selbstwirksamkeit mit den Systemen. Der Austausch von Bürger*innen für Bürger*innen hebt Grenzen und Barrieren zu Forscher*innen „im Elfenbeinturm“ aus.

Ethische und rechtliche Fragestellungen werden teilhabeorientiert adressiert. Dazu wird eine **ELSI-by-Design-Methode** entwickelt und verwendet. Das Vorgehen basiert auf Phasen von SCRUM, Einbeziehung künftiger Nutzer*innen in den Entwicklungsprozess durch Inclusive Research (Nind 2014) und Participatory Design (Schuler and Namioka 1993). Ziel ist, mit Hilfe von ethischen Prüfkategorien, die in **MEESTAR-Workshops und Workshops zur rechtlichen Beratung** während des Designprozesses (nicht erst nach Abschluss der Anpassungen) erarbeitet werden, ELSI-by-Design in die anzupassenden Roboter und die ausgewählten Szenarien zu integrieren. Diese Idee basiert auf einem Vorgehen, dass in einem BMBF-Projekt entwickelt und erprobt wurde (Bente et al. 2019) und in RuhrBots fortgeschrieben werden soll. Zur weiteren Überprüfung und **Reflexion der ELSI-Faktoren** wird ein **transdisziplinärer Beirat** eingerichtet, dem das Projektteam in regelmäßigen Abständen die Arbeiten und Erkenntnisse präsentiert, um diese gemeinsam hinsichtlich ELSI-Fragestellungen zu reflektieren. Im nächsten Abschnitt wird neben der wissenschaftlichen Erfolgsaussicht detailliert auf die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten und Verwertungspläne im Zusammenhang mit dem **RuhrBots Ökosystem** und der geplanten **ShareBots Plattform** eingegangen.

14.4 Nachhaltigkeit und Verwertungsplan

14.4.1 Wissenschaftlich-technische und wirtschaftliche Erfolgsaussichten

RuhrBots wird **interdisziplinäre wissenschaftliche Beiträge** leisten in den in der Forschungsagenda beschriebenen Zielbereichen und Forschungsfragestellungen - sowohl im technischen Bereich, z. B. bei der **Erfassung und Reduktion algorithmischer Herausforderungen** und Gestaltung von **Systemadaptionen** für eine **positive, inklusive und nachhaltig akzeptierte Nutzung robotischer Assistenzsysteme**, als auch in den nicht-technischen Bereichen (z. B. Akzeptanz, Interaktionsdesign, ELSI) und im Bereich der methodischen Gestaltung und Nachhaltigkeit des Gesamtvorhabens (z. B. **Menschzentrierung, Bürger*innenbeteiligung, Robo-Metriken, Human-Metriken, Transfer in Stadtverwaltungen und Wirtschaft**). Durch den gewählten Ansatz werden Erkenntnisse und Perspektiven zwischen den Disziplinen ausgetauscht, produktiv verwertet und insgesamt, im Austausch mit Wirtschaft und Gesellschaft, ein hoher Erkenntnisgewinn erzielt. Publikationen in Journals (z. B. ACM Trans. Intelligent Interactive Systems, Int. J. Human-Computer Studies, Computers in Human Behaviour, Frontiers in Services) und Konferenzbesuche bei (inter-)disziplinären Konferenzen (z. B. CHI, HRI, Ro-Man, ISCR, AMA) sichern die Verbreitung der Erkenntnisse in den Communities. Nach Möglichkeit werden hier Open-Access-Publikationen angestrebt. Im Sinne der Nachhaltigkeit, Inspiration von **Neugründungen** und **Fachkräftesicherung** sind Qualifikationsarbeiten (Dissertationen, Bachelor- und Masterarbeiten) vorgesehen sowie die Einbettung von Fragestellungen des Kompetenzzentrums in die **Lehre** der beteiligten Hochschulpartner*innen (z. B. in den Studiengängen Angewandte Informatik, Mensch-Technik-Interaktion, eCommerce, BWL, eGovernment, Verwaltungsinformatik). Hier sind neben Vorlesungen, Seminare und Projekte (z. B. auch Hackathons) im nationalen und internationalen Kontext denkbar. Im Sinne eines ganzheitlichen Ansatzes werden ökologische, ökonomische und soziale Aspekte der Nutzung von Assistenzrobotern in hochschul- und fächerübergreifenden Lehrangeboten wie dem Zukunftssemester, dem Studium Generale oder Gründungsförderungsinitiativen (z. B. HRWStartups, EXIST) betrachtet.

Die **wirtschaftlichen Erfolgsaussichten** lassen sich in **zeitlicher** Hinsicht in solche **während** und **nach** der Projektlaufzeit unterscheiden. In der Projektphase ist die Verwendung der Erkenntnisse von RuhrBots und Kommunikation und Transfer aus dem Kompetenzzentrum geplant, ebenso wie die Konzeption und Pilotierung der **digitalen Plattform ShareBotS als Ökosystem**, mit der der nachhaltige Anschluss sichergestellt wird. Der strategische Rahmen des Ökosystems wird innerhalb der Projektlaufzeit erforscht und entwickelt, um später als Fundament für die wirtschaftliche Tragfähigkeit zu dienen. In der Anschlussphase ist die Nutzung der digitalen Plattform ShareBotS vorgesehen. **In sachlicher Hinsicht** lassen sich die **Handlungsempfehlungen** anhand der vorliegenden Metriken und Leitfäden nennen sowie Richtlinien für mögliche Zertifizierungen eines nutzendenzentrierten Einsatzes robotischer Systeme in Stadtverwaltungen in Deutschland allgemein. Mehr noch, das Zentrum wird von Beginn an als "ShareBotS" Ökosystem¹³ konzipiert, das als orchestriertes Netzwerk auf einer gemeinsamen digitalen Plattform nach einheitlichen/abgestimmten Standards arbeitet und Verbindungen untereinander nutzt, um die erarbeiteten Metriken (**Robo-Metriken** und **Human-Metriken**) in Produkten und Dienstleistungen in Deutschland zur Anwendung zu bringen. Das dahinterliegende **plattformbasierte Geschäftsmodell** ist als **Sharing Economy** angelegt. Es handelt sich bei dem **ShareBotS Ökosystem** um eine **Kombination** eines **technischen** (App Store) mit einem **marktbasierten** Ansatz (analog zu AirBnB oder Spotify, siehe auch Zervas et al. 2017; Schreieck et al. 2016). Für die Konzeption von ShareBotS liegt der Fokus auf den folgenden strategischen Bausteinen: **Wertschöpfung & Spannweite**: Hier wird die Frage beantwortet, welchen Mehrwert eine städtische Einrichtung (z. B. Bibliothek, Museum) aus der Nutzung des ShareBotS Ökosystems erhält (Wertschöpfung¹⁴

Solche **konkreten Dienstleistungen** ergeben sich aus den vielfältigen Wissens- /Anwendungsbeispielen des Kompetenzzentrums und den dort entwickelten Erkenntnissen aus dem **Human-Robo-Journey**, die in Leitfäden für den Einsatz von robotischen

¹³Dabei liegt diesem Antrag die Definition eines Ökosystem als ein orchestriertes Netzwerk, das mehrere Sektoren umfasst. Die beteiligten Firmen arbeiten nach gemeinsamen Standards, manchmal auf einer gemeinsamen Plattform, um ihre Produkte und Dienstleistungen kompatibel zu machen. Und sie schaffen Verbindungen untereinander, die es für Außenstehende schwierig machen, einzudringen", (Jacobides 2019, S. 130).

¹⁴Weitere Hintergründe zu Wertschöpfung als strategischer Baustein von Ökosystemen findet sich unter Jacobides 2019, S. 132; Howard et al. 2017, S. 1187 und Karami and Read 2021 sowie digitalen Plattformen finden sich unter Chen and Wang 2019, sowie Eckhardt et al. 2019, S.28.

Systemen münden. Es wird ein Entscheidungsbaum für die effiziente und komfortable Nutzung von Kenntnissen und Metriken für den konkreten Einsatz der Systeme in der Stadtverwaltung entwickelt. Darüber hinaus ist ebenfalls die Erarbeitung einer **ShareBotS-Zertifizierung** als Dienstleistung geplant. Die Forschungsarbeiten liefern auch die Basis generalisierbarer **Entscheidungsheuristiken** für andere Marktfelder wie bspw. den Einsatz im Handel - der Transfer in diese anderen Geschäftsbereiche stellt einen wichtigen Teil von ShareBotS dar. Darüber hinaus gilt es, die geeignete und notwendige **Spannweite** des Ökosystems zu erforschen. Dies bedingt die Festlegung, welche weiteren Unternehmenspartner*innen für die Vernetzung notwendig sind, z. B. robotische Hersteller*innen oder BtB-Anbieter*innen robotischer Systeme und KI-Komponenten oder auch notwendige, ergänzende Dienstleistungspartner*innen wie Versicherungen, Schulungen der Beschäftigten etc. Denn nur dann wird die digitale Plattform zu einem Nährboden für Anwendungsinnovationen (Hein et al. 2020). **Erfolgreiche Ökosysteme** basieren oftmals auf einem **inkrementellen Ansatz** (Jacobides 2019). So ist auch hier geplant die Kenntnisse und Metriken, die zunächst für die Stadtverwaltungen entwickelt wurden, auf andere Anwendungsfelder zu erweitern. Diese sind namentlich stationäre Handelsunternehmen wie bspw. Douglas. **Rollen & Partizipation:** Hier wird die Eigentumsstruktur (einzelne Eigentümer*innen, Konsortium, Peer-to-Peer) für das Ökosystem entwickelt. Die Gestaltung der juristischen Person (bspw. GmbH, gemeinnütziger Verein), die die digitale Plattform erhält, gehört hier ebenso dazu wie die Verteilung der Macht und damit Entscheidungsbefugnisse (Kontinuum aus zentralisiert vs. dezentralisiert) (Hein et al. 2020, Schreieck et al. 2016). Denn erst der Grad der Freiheit der Geschäftsbeziehungen mit den Partner*innen im Ökosystem (sog. Komplementäre) und die Regeln der Partizipation entscheiden auch über die gemeinsame Wertschöpfung mit der digitalen Plattform (Jacobides 2019, Ye and Kankanhalli 2018, Hein et al. 2020). Besonders wichtig ist an dieser Stelle auch, dass zu der Entwicklung des Ökosystems auch die Verwaltung/Führung (Governance) gestaltet wird. Das betrifft formelle Mechanismen für die Gewährung des Zugangs zur Technologie, aber auch informelle Kontrollmechanismen (Schreieck et al. 2016). Damit gehen die Umsatz-/Gewinnbeteiligung der Komplementäre und dementsprechend wesentliche Aspekte für das Erzielen und Teilen von Netzwerkeffekten einher (Schreieck et al. 2016). In diesem strategischen Baustein gilt es auch zu entscheiden, ob und wenn ja, welche Kenntnisse als Open Source Access von den Software-Schnittstellen

zur Verfügung gestellt werden und welche als Begrenzung auf die im Ökosystem beteiligten Partner*innen festgelegt werden (Schreieck et al. 2016). Letztlich stellen wesentliche Punkte auch das technische Design, die **Modularität der Schnittstellen** und die **Kompatibilität des Ökosystems** dar (Schreieck et al. 2016). Darüber hinaus wird hier die **Wettbewerbsstrategie** definiert und die Frage beantwortet, was die geeignete Strategie ist, um ShareBotS als Plattform-Ökosystem unter Konkurrierenden zu etablieren (Kollaboration, Koopetition oder direkter Wettbewerb) (Mantena and Saha 2012, Schreieck et al. 2016). **Kultur & Philosophie:** Letzter wichtiger Baustein für die Definition des Ökosystems ist es, sich mit dem Entstehen einer vertrauensvollen Kultur (Heeks and Stanforth, 2007, Sundararajan and Woodard, 2018) zu beschäftigen, da Vertrauen - als Gegenstück zur Machtverteilung - als Grundvoraussetzung für den Erfolg eines Plattform-Ökosystems zu benennen ist (Hurni and Huber 2014). Dies gilt es, sowohl für die Beziehung zwischen Plattformbetreiber:in und Komplementären als auch für die Beziehung zwischen Kund*innen und dem Plattform-Ökosystem, als Ganzes zu betrachten (Schreieck et al. 2016, Jacobides 2019). Zur konzeptionellen Ausgestaltung der strategischen Bausteine wird auch ein **Beirat** mit Kompetenzen in den relevanten strategischen Bausteinen eines Ökosystems geschaffen, der ebenfalls beratend für die wirtschaftliche Durchführung eines Ökosystems tätig wird.

14.4.2 Wirtschaftliche Anschlussfähigkeit mit Zeithorizont

Zur Verstetigung des **Kompetenzzentrums** soll die digitale Plattform ShareBotS, die der Logik der Share Economy folgt, entstehen. Der Grundgedanke: Unternehmen mieten und vermieten auf der ShareBots Plattform Roboter und bieten weitere für die Anwendung notwendige Dienstleistungen, die auf den Metriken und Erkenntnissen des RuhrBots-Zentrums basieren. Beispielsweise möchte ein Schwimmbad der öffentlichen Hand einen Roboter einsetzen oder ein Handelsunternehmen in seinem Einzelhandelsgeschäft einen Roboter einsetzen, weiß aber weder, was für konkrete Aufgaben sinnvoll zur Effizienzsteigerung genutzt werden können, noch kennt er konkrete Anbieter*innen robotischer Systeme oder kann das Personal entsprechend schulen (Anwendungsprojekt). Zur Verdeutlichung für die wirtschaftliche Anschlussfähigkeit wird das **Geschäftsmodell als Lean Canvas**¹⁵ erläutert.

¹⁵Der Lean Canvas wurde speziell von Ash Maurya entwickelt auf die Bedürfnisse von Startups.

Die Robotertechnik erlebt einen Aufschwung, doch der Einsatz von robotischen Systemen ist vielschichtig, komplex und - aufgrund **mangelnder Erfahrung** - unsicher in der Nutzung in Stadtverwaltungen und in anderen wirtschaftlichen Geschäftsbereichen und **hemmt** damit eine nutzendenzentrierte Anwendung. Konkret fehlen für die Anwendung **Kenntnisse** über die Anbieter **robotischer Systeme, Erfahrungen** und **Handlungsempfehlungen** für den Einsatz und Umsetzungsunterstützung (Problem).

ShareBotS bietet durch eine **digitale Plattform** und ein **Umfeld** die Möglichkeit, sich mit relevanten Unternehmen für eine konkrete Anwendung zu verknüpfen, seien es Anbieter*innen von robotischen Systemen, Realitätstests, Versicherungen (siehe LOIs), Rechtsberatung, weitere Software-Lösungen, Trainingscenter für Arbeitssicherheit (siehe LOIs) etc. (Lösung). Darüber hinaus können Erkenntnisse des Kompetenzzentrums genutzt werden, namentlich **Checklisten** und konkrete **Handlungsempfehlungen** für **Einsatzszenarien** und **Anwendungsprojekte**. Letztlich bietet ShareBotS ein Umfeld für **innovative zusätzliche Hardware- und Softwarelösungen** weiterer spezialisierter Unternehmen rund um den Einsatz robotischer Systeme in **Stadtverwaltungen und anderen Geschäftsbereichen**. Das können ebenfalls bereits Partner*innen in der Plattform selbst sein, die Daten zur Verbesserung der Metriken nutzen.

Der **Wettbewerbsvorteil** ergibt sich insbesondere aus der **interdisziplinären, wissenschaftlichen Basis** und Forschungsaktivität (siehe Abbildung 14.3). ShareBotS geht damit weit über den **Mehrwert** eines robotischen Verleihers hinaus und ist als Netzwerk der gemeinsamen Wertschöpfung angedacht. Als zusätzlicher Mehrwert für den **sorgenfreien Einsatz von robotischen Unternehmen in der Praxis** ist dementsprechend auch ein **Zertifizierungsprozess ‘ShareBotS certified’** vorgesehen.

Zur Sicherstellung der **wirtschaftlichen Anschlussfähigkeit** und mit Blick auf die Schnelligkeit in der Umsetzung wird der Fokus auf wirtschaftliche Unternehmungen der Anwendung (erstes Zielgruppensegment) gelegt, namentlich Startups, KMU sowie größere Konzerne mit Fokus auf Handelsunternehmen. Öffentlichen Einrichtungen (insb. Stadtverwaltungen, Hochschulen, Städten, Kommunen, städtischen Töchtern, Bildung und Kultur) bleiben auch im Anschluss an das Projekt eine relevante Zielgruppe (zweites Zielgruppensegment). Räumlich liegt der Fokus auf dem deutschsprachigen Raum.

Einzigartiges Leistungsversprechen: ShareBotS ist eine Plattform zur Verknüpfung von relevanten Partner*innen für den Einsatz robotischer Systeme, die alle an einem Ort zu finden sind. Durch den Zusammenschluss verschiedener Branchen und Unternehmenspartner*innen findet eine gegenseitige Bereicherung im Ökosystem statt. Auf Basis der Checklisten wird ein ShareBotS Zertifizierungsprozess definiert und mit Start des wirtschaftlichen Anschlusses für Unternehmen als zusätzliche Dienstleistung angeboten.

Hauptkennzahlen der Zielerreichung sind die Anzahl der Partner*innen verschiedener Geschäftsbereiche im Ökosystem, der teilnehmenden Unternehmen und Bürger*innen der Reallabore, der Teilnehmenden der Showroom Workshops sowie realer Projekte im Feld.

Kanäle: Die digitale Plattform basiert auf einer Website mit einem geschützten Bereich (LogIn). Die Erreichung der Zielgruppen erfolgt aus den Zugängen über RuhrBots, d.h. Kontakte aus den Workshops, Partner*innen etc. bis Projektende. Je nach Zielgruppe sind Newsletter und Workshops (Roadshow) für die Gewinnung weiterer Nutzer*innen und Partner*innen der digitalen Plattform geplant. Die Bekanntheit und Reichweite werden auch durch die Projektpartner*innen und die wissenschaftliche Verwertung gefördert. „RuhrBots“ ist von der HRW als **Marke** angemeldet und könnte ggf. im Anschluss an den Förderzeitraum im Rahmen der Gestaltung der digitalen Plattform weiter ausgebaut werden. Darüber hinaus besitzen die HRW-Antragssteller*innen die entsprechenden Webdomains RuhrBots und ShareBotS.

Kostenstruktur und Umsatzgenerierung: Es ist eine Gebühr für den Gebrauch der Plattform (Roboterhersteller*innen) bzw. eine Gebühr für das Ausleihen robotischer Systeme auf der Plattform (Kund*innen) vorgesehen. Ebenso ist eine Teilnahmegebühr für weitere Dienstleistungen wie dem Angebot von (Weiter-)Bildungsmaßnahmen und Trainings, die Möglichkeit der Durchführung einer Zertifizierung (ShareBotS certified), eine Co-Finanzierung durch Stiftungen etc. für die Unterstützung von Gründungen geplant. Die genaue Ausgestaltung der Umsatzpotenziale erfolgt sukzessive mit der Ausgestaltung der digitalen Plattform.

14.5 Struktureller Aufbau des Verbundes

14.5.1 Bisherige Arbeiten und Vorerfahrungen der Verbundpartner*innen

Die **Hochschule Ruhr West** (HRW, Koordination) zeichnet sich insbesondere durch ihre **Forschungsstärke an der Schnittstelle der Informatik zu anderen Disziplinen** und die enge Verzahnung mit **Wirtschaft und Gesellschaft im Ruhrgebiet** aus, wodurch die beteiligten Akteur*innen auf ein ausgezeichnetes inter- und transdisziplinäres Netzwerk und auf eine gut ausgebaute und moderne **Forschungsinfrastruktur** (technisch und personell) zurückgreifen. Die Forschungsschwerpunkte zu Künstlicher Intelligenz und Positive Computing (inkl. dem **Forschungsinstitut Positive Computing**), gute Verbindungen zu Schulen, **zdi-Zentren** und **Wirtschaftsförderungen** wirken sich im Vorhaben synergetisch aus. Es bestehen teils langjährige enge Verbindungen mit den anderen (assoziierten) Partner*innen. Die Partner*innen verfügen über komplementäres Know-how in Bezug auf die Ziele des Zentrums.

Dr. Straßmann und **Prof. Dr. Eimler** bringen umfangreiche Expertise aus anwendungsorientierten, sozial-, medien-, und kommunikationspsychologischen Forschungs- und Lehrprojekten in der Mensch-Technik-Interaktion unter Anwendung **quantitativer/qualitativer Methoden** sowie einschlägige Forschungsexpertise im Bereich **sozialer Robotik** (Straßmann et al., 2020), **Industrierobotik** (Arntz et al., 2021), **virtueller Agenten** (Straßmann et al., 2020) und **Nutzung von Virtual Reality für die psychologische Forschung im Bereich Lernen** (Keßler et al. 2020; Arntz et al., 2020), **Verhaltensänderung** (Straßmann et al., 2020), **Diversity-Sensibilisierung** (Helgert et al. 2021, Dümpel et al. 2019) und **Human-AI-Interaction** (Arntz et al., 2020) ein. In einer gemeinsamen Kooperation mit Prof. Dr. Laura Hoffmann (RUB) und dem Verein Leben in Vielfalt untersucht das Team im **Projekt IncluBot** wie Roboter als Therapieunterstützung für Kinder mit Förderbedarf genutzt werden können. Die Forscherinnen sind interdisziplinär, auf der Schnittstelle zwischen Psychologie, Informatik, Kultur- und Sozialwissenschaften, ausgebildet und bringen Erfahrungen mit modernen Methoden (z. B. Hackathon) und Beteiligung diverser Zielgruppen ins Vorhaben ein.

Dr. Carolin Straßmann forscht und lehrt als Post-Doc und blickt auf eine langjährige Forschungshistorie zu robotischen Assistenzsystemen (u. a. in den **BMBF geförderten Projekten noAlien und KOMPASS (ARA-RAR1)**) und eine gute Vernetzung in die (soziale) **Robotikcommunity** zurück. Sie verfügt über besondere Kenntnisse zur Wirkung und Gestaltung von Robotern und virtuellen Agenten hinsichtlich des Erscheinungsbildes und nonverbalen Verhaltens, um Technologien optimal an menschliche Bedürfnisse anzupassen. In ihrer Dissertation fokussierte sie **wiederkehrende und längerfristige Interaktionen mit robotischen Systemen** und ist daher routiniert bei der Planung und Durchführung von Langzeitstudien. **Prof. Dr. Sabrina Eimler** (Human Factors & Gender Studies) bringt ergänzend neben **Diversity-Expertise** (langjährige Gleichstellungsbeauftragte, Absolventin der Qualifizierung Diversity Professionals - KomDim an der Universität Duisburg-Essen, Diversity in Forschung/Lehre und Leitung von Workshops, u. a. für das DFG Graduierteninstitute) auch besondere Forschungserfahrung aus dem **EU Projekt SERA mit (z. B. (non) verbaler Beziehungsaufbau mit Robotern im häuslichen Umfeld Zielgruppe ältere Menschen)**. Aus dem Projekt PARCURA (BMBF) bringt sie Erfahrungen zur **wohlbefindens- und beteiligungsorientierten** Einführung von Datenbrillen in der Krankenhauspflege unter Berücksichtigung des **Positive Computing Paradigmas** ein. Aus dem Projekt **COURAGE** (VW Stiftung) bringt sie interkulturelle und interdisziplinäre Perspektiven auf **menschzentrierte KI** und deren Training ein. Sie begleitet mehrere interdisziplinäre kooperative Promotionsverfahren. **Eimler** (u. a. Startupbeauftragte am HRW Standort Bottrop) und **Straßmann** pflegen enge Verbindungen zur Startup Szene im Ruhrgebiet. Unter anderem durch Lehraufträge im **Masterstudiengang Innopreneurship** an der Universität Duisburg Essen und die Begleitung von forschungsorientierten Masterarbeiten zur Diversitätsgerechtigkeit und Teilhabe im Gründungskontext.

Prof. Dr.-Ing. Aysegül Dogangün ist Professorin für menschzentrierte Technikentwicklung und Expertin für Mensch-Technik-Interaktion, was u. a. **Usability** und **Interaktionsforschung** (Ammon et al. 2018, Herrmann and Dogangün 2016 und **Emotionserkennung** (Beckmann et al. 2019) sowie **Förderung von Wohlbefinden** durch Interaktion umfasst. Sie hat sich im Rahmen von vorangegangenen Projekten (z. B. PAnalytics Beck (Beckmann et al. 2015) mit **adaptiven, lernenden Systemen** (Dogangün et al. 2017) sowie zusammenhängenden **ELSI**-Themen (Sauer et al.

2018) befasst. Alle sind Mitglieder des interdisziplinären Forschungsinstituts Positive Computing an der HRW.

Prof. Dr. rer. pol. Simone Roth, Professorin für BWL (insbesondere Marketing) am Wirtschaftsinstitut der HRW, bringt 14-jährige Berufserfahrungen mit, die die Entwicklung neuer Marken (**Ideengenerierung** bis **Markteinführung** in verschiedenen Ländern), die Führung vorhandener Marken sowie die Entwicklung neuer **Markt-Marken-Kombinationen** im **internationalen Kontext** umfasst. Ihre aktuellen Forschungsschwerpunkte sind internationale Markenführung, Social Media und Interkulturelle Kommunikation (Roth and Nazemian 2019). Aufgrund des vorhandenen Netzwerks in die Wirtschaft ergibt sich ein **Feldzugang** in den **Handel** (Douglas) sowie weiterer relevanter Wirtschaftsbereiche wie **Versicherungen** (Assekuranz Marketing Circle).

Prof. Dr.-Ing. habil. Edwin Naroska ist Professor für Technische Informatik und Mitglied des Kompetenzzentrums FAST (**Forschung für intelligente Assistenzsysteme und -technologien**) an der Hochschule Niederrhein. Er erforscht die Entwicklung von verschiedenen Assistenzsystemen, u. a. unter Anwendung von Methoden des maschinellen Lernens (Kitzig et al. 2018, Lee et al. 2018, Degen et al. 2019, 2020. In den **BMBF Projekten „OurPuppet“** und **„RUBYDemenz“** hat er eine automatisierte Roboterpuppe für die Unterstützung von dementiell erkrankten Menschen und ihren Angehörigen entwickelt (Kuhlmann et al. 2017, Naroska et al. 2018). Diese Puppe wird hier für die **Interaktion mit Kindern** eingesetzt. In den Projekten hat FAST das erforderliche Knowhow zur Realisierung komplexer robotischer Systeme erworben. Dabei ist FAST für die Entwicklung der Roboter-Puppe (Hardware; Firmware) verantwortlich, was die Anbindung von Sensorik und Aktorik sowie die lokale Vorverarbeitung der Daten auf der Puppe umfasst. Im Rahmen **des EFRE-Projekts Fahrrad** (Degen et al. 2019, 2020 wurden Lösung zur Realisierung von **KI-Funktionen** auf kleinen eingebetteten Geräten erforscht und umgesetzt, die als Grundlage für die Entwicklung von **Datenschutz-konformen KI-Cloud-Diensten** dienen.

Die Hochschule für **Polizei und öffentliche Verwaltung Nordrhein-Westfalen (HSPV)** ist die **größte Fachhochschule des öffentlichen Dienstes** und stellt die akademische Ausbildung (BA, MA) für Polizei, Landesverwaltung, Kommunalverwaltung und Rentenversicherung. Durch ihre anwendungsorientierte Forschung leistet die HSPV NRW einen wertvollen Beitrag zu wissenschaftlichen Erkenntnissen und **Innovationen im öffentlichen Sektor**. Aufgrund der engen Verzahnung mit den Behörden in NRW und Ausbildungspartnerschaften ergibt sich ein einmaliger Feldzugang. **Prof. Dr. Andreas Gourmelon** ist **Professor für Personal- und Verwaltungsmanagement** und Sprecher des **Forschungsinstituts für Personal und Management** an der HSPV. Er bringt interdisziplinäre Kenntnisse aus den Bereichen Software Ergonomie/HCI sowie Angewandte- und Sozialpsychologie und Wirtschaftswissenschaften ein, die er in seiner Lehr- und (empirischen) Forschungstätigkeit in den Bereichen **Verwaltungsmanagement und -organisation, Personalmanagement sowie E-Government / Digitalisierung** zur Wirkung bringt. Seine umfangreiche Feldkompetenz in den Kommunalverwaltungen des Ruhrgebiets durch zahlreiche Entwicklungs-, Forschungs- und Fortbildungsprojekte (vgl. Schophaus et al. 2019, Gourmelon 2015, 2019) in Zusammenarbeit mit Fach- und Führungskräften aus Kommunalverwaltungen (z. B. zu Open Data, Verwaltung 2030 – Zukünftige Kompetenzanforderungen an das Personal in Kommunalverwaltungen, uvm.) und seine praktische Berufserfahrung in der Bundesagentur für Arbeit und die dadurch vorhandenen, umfassenden Netzwerke in diese Community **runden die Zusammensetzung der Forschungspartner*innen ideal ab**.

Das **Fraunhofer-Institut für Mikroelektronische Schaltungen und Systeme IMS** ist eines von mehr als 74 eigenständigen Instituten der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung. Im Herzen des Ruhrgebiets forscht, entwickelt und pilotiert das IMS innovative, mikroelektronische Produkte und Anwendungen in den Feldern Gesundheit, Mobilität, Industrie, Raumfahrt und Sicherheit. Kernelemente sind dabei die Sensorik in den unterschiedlichsten Ausprägungen - von Drucksensoren für menschliche Körper, Vakuumsensoren in Baumaterialien, Korrosionssensoren in Betonelementen, Abstandssensoren im Weltraum, Messung von Vitalparametern mit Hilfe von Kameras und künstlicher Intelligenz bis hin zu RFID-Technologien zum Verfolgen von OP-Besteck im Krankenhaus. Seit einigen Jahren ist die The-

matik künstliche Intelligenz ein wichtiger Bestandteil. Das **inHaus-Zentrum** als Teil des Fraunhofer IMS hat die **Erfolgsgeschichte** von **Living Labs** in Deutschland und Europa erfolgreich mitgeprägt. Mit seinen über zwanzig Jahren und seinen **unterschiedlichen Applikationsfeldern** (Wohnen, Leben, Arbeiten) sowie als Innovationsplattform ist das **inHaus** ein exzellenter Partner für die Themen **Reallabor** und **Transfer** im RuhrBots Kompetenzzentrum. Erst kürzlich hat das **Fraunhofer-inHaus-Zentrum** den Zuschlag zum Aufbau eines Kompetenzzentrums für die Digitalisierung im Handwerk zu den Themen Smarthome, Smartcare und Smartcity erhalten (Start Juli 2021, Dauer vorauss. 3 Jahre). Es wird erwartet, dass sich hier wichtige Synergien im Zusammenhang mit Vernetzung und Transfer ergeben.

Roboter4care ist eines der wenigen in Deutschland und Europa agierenden Unternehmen, die nutzendenzentriert aus einem Portfolio von **aktuell über 60 verschiedenen Robotertypen** den jeweils definierten Arbeitsprozess mit dem dafür geeignetsten Roboter und robotischen Technologien für die Anwender*innen aus den Bereichen Pflege und Gesundheit, **kommunale Services**, Retail und HORECA umsetzen. Roboter4care hat bisher ca. 180 Roboter-Systeme in reale Anwendungen gebracht und dabei einen wesentlichen Fokus in der Umsetzung einer pragmatischen Anwendung durch den Menschen. Roboter4care ist Mitbegründer des **Forschungs- und Praxiszentrum Robotik & KI** in der Pflege, Bochum. Weiterhin ist das Unternehmen als Konsortialpartner beteiligt an: „smarte Mülltonne“ mit der Hochschule Niederrhein und der Stadt Krefeld; „Remscheid bringt´s“ last mile delivery mit autonomen Outdoor-Robotern mit der Stadt Remscheid. In der **Kooperation** mit dem **Fraunhofer-inHaus-Zentrum** werden robotische Systeme von roboter4care dort in **Reallaboren** präsentiert und eingesetzt.

14.5.2 Funktion der einzelnen Partner*innen im

Kompetenzzentrum und Beschreibung der geplanten Umsetzungskette im Projekt

Im **RuhrBots-Kompetenzzentrum** arbeiten die **HRW**, **HSNR** und die **HSPV** als Forschungspartner*innen gemeinsam mit **Roboter4Care** als Wirtschaftspartner und dem **Fraunhofer-inHaus-Zentrum** als **Transferpartner**. Die Partner*innen haben in verschiedenen Vorhaben und Konstellationen bereits zusammengearbeitet. Die

HRW koordiniert den Verbund. Die Partner*innen verfügen über Vorerfahrungen in inter- und transdisziplinären Teams. Der Partner **HRW** verantwortet vor allem die Human-Factors-Aspekte (Beitrag bisheriger Erfahrungen und Erkenntnisse im Bereich sozialer Robotik mit Blick auf Diversitätsgerechtigkeit, Konzeption und Analyse der VR-Laborexperimente, Feldexperimente, Human Centered AI - **Straßmann, Eimler**), die barrierefreie UX/UI Gestaltung entlang bestehender Normen der Schnittstellengestaltung (inkl. Anpassungsempfehlung für Adaption; UX/UI Handlungsempfehlungen - **Dogangün**) unter Berücksichtigung des **Positive-Computing-Paradigmas** und die wissenschaftliche Begleitung wirtschaftlicher Fragestellungen (Human-Robo-Journey, Transfer, Ökosystem - **Roth**). **Roboter4Care** verantwortet die technische Bereitstellung sowie das Interaktionsdesign der robotischen Systeme und deren Aufbereitung für den Langzeiteinsatz bei den Anwendungspartner*innen auf Basis der Experimentalgestaltungsanforderungen. Dies geschieht vor allem im engen Austausch mit **HSNR (Naroska)**, welche Softwarekomponenten zur (nicht-diskriminierenden) Erkennung der Bedarfe gestalten und diversitätsgerechte Anpassung begleiten, im Abgleich mit UX/UI-Gestaltungserwägungen für Sicherheit, Datenschutz und barrierefreie Nutzung sowie ELSI-Aspekten (**Dogangün**). Die **HSPV (Gourmelon)** bildet auf Basis langjähriger Erfahrung die Schnittstelle zwischen Anwendungs- und Forschungspartner*innen, indem sie detaillierte Einblicke in die prozeduralen Abläufe des Verwaltungssystems gibt und den Kontakt sowie das Netzwerk zu Verwaltungspersonal und dessen Ausbildung nachhaltig sicherstellt. Das **Fraunhofer-inHaus-Zentrum (Gröting)** agiert als Kommunikations- und Interaktionsplattform in Abstimmung mit den Partner*innen und Wechselwirkung mit den Anwendungspartner*innen und assoziierten Partner*innen. Mit dem **Showroom** wird hier ein zusätzlicher Möglichkeit geschaffen, um Bürger*innen im Rahmen von **Citizen Science** zu beteiligen und Veranstaltungen (Infoveranstaltungen, Hackathons, Gründerwerkstatt, etc.) mit den Akteur*innen (Startups, Unternehmen, Forschende, Studierende, etc.) durchzuführen. Hier werden die Erkenntnisse für den **Transfer** gebündelt. Zur Steuerung des Zentrums wird ein **Lenkungskreis** (Partner*innen, Anwendungspartner*innen) eingesetzt, der sich regelmäßig mit den **assoziierten Partner*innen** und dem **Beirat** austauscht. Als Projektsteuerungsmethode unter den Partner*innen ist SCRUM als agiler Ansatz vorgesehen.

14.5.3 Einbindung weiterer Akteur*innen



Abbildung 14.5: Funktionen und Schnittstellen der Partner untereinander und mit weiteren Akteuren.

Die Partner schöpfen bei Aufbau und Ausgestaltung des Zentrums aus einem vielseitigen und belastbaren Kontakt- und Kollaborationsnetzwerk aus Anwendungs- und Infrastrukturpartner*innen sowie Partnernetzwerken, die die wissenschaftliche, wirtschaftliche und öffentliche Anschlussfähigkeit und Verbreitung der Erkenntnisse sichern. Dieses Netzwerk wird zusätzlich durch Mitglieder des **Instituts Positive Computing unterstützt**, einem interdisziplinären Forschungsinstitut der HRW. Eine Erweiterung um weitere Akteur*innen ist aufgrund des partizipativen Grundansatzes des Projekts möglich und, wo sinnvoll, selbstverständlich. Eine vollständige Liste der Absichtserklärungen befindet sich im Anhang.

Als **Anwendungspartner*innen aus Stadtverwaltungen** sind die Städte **Herne, Bottrop, Duisburg** und **Essen** vertreten, teilweise auch mit mehreren Stabsstellen. Hierdurch ist der Zugang zu Stadtverwaltungen gesichert, insbesondere zu den Bibliotheken. Die Wirtschaftsförderungen der Städte **Bottrop, Dortmund** und der **Emscher-Lippe Region (WIN)** haben ihre Unterstützung für das Zentrum ebenfalls zugesagt, z. B. zur Steigerung der Sichtbarkeit des Zentrums, für den Transfer der Erkenntnisse und Weiterleitung in ihre Partnernetzwerke. Der **Prosperkolleg e.V.** sorgt als Transferverein im Bereich Digitalisierung als **Schnittstelle** für die Verbreitung der Ergebnisse des Kompetenzzentrums in die breite Bevölkerung des Ruhrgebiets. Ähnlich wie wie **HSPV**, nur als privatwirtschaftliches Beratungsunternehmen, unterstützt **Innovise** das Zentrum mit Schnittstellenwissen aus der wissenschaftlich basierten Beratung digitaler Transformationsprozesse in öffentlichen Verwaltungen.

Sicherheitsschulungen für das Verwaltungspersonal im Umgang mit Robotern können durch **KSG** gestaltet werden.

Als Expert*innen für Bürger*innenbeteiligung konnte das Projektteam die **Wissenschaft im Dialog gGmbH** gewinnen, die als Betreiber der Citizen Science Plattform „buergerschaffenwissen“ deutschlandweit bekannt und aktiv sind. Mit der „**Es geht Los**“-Initiative kann das Kompetenzzentrum auf einen zivilgesellschaftlichen „Think and Do Tank“ für zufallsbasierte Bürger*innenbeteiligung zurückgreifen. Das **zdi-Zentrum in Oberhausen** hat sich als zusätzliches Reallabor und Begegnungsort mit dem Fokus auf Kinder und Jugendliche angeboten. Hier bestehen ebenfalls enge Verbindungen zu Stadtverwaltungen. Für einen transdisziplinären **Beirat** konnten Persönlichkeiten aus der Forschung, der Wirtschaft (aus KMU, Großkonzernen wie Douglas) und aus sozialen Organisationen/gemeinnützigen Vereinen (z. B. Leben in Vielfalt e.V. mit Fokus auf Inklusion) gewonnen werden.

Der **Beirat** berät zur **Transferierbarkeit** und **Skalierung** und zu **ruhrgebietsübergreifenden ELSI-Gesichtspunkten** (u. a. Frage nach gesellschaftlicher Akzeptanz, technisch/juristischen/sozialen Implikationen) der Aktivitäten des Kompetenzzentrums und wird ca. zweimal im Jahr zusammenkommen oder anlassbezogen konsultiert. Eine Erweiterung des Beirats ist möglich.

Im Zusammenspiel zwischen **Forschungsteams** und **assoziierten Partner*innen mit den Stadtverwaltungen, Wirtschaftsförderungen** und **Beiratsmitgliedern** wird die **Lückenschließung** zwischen Idee, Gründung und Skalierung sowie die Bereitstellung und dem Ausbau der wirtschaftlichen Infrastruktur gesichert.

14.5.4 Zusammenarbeit mit Transferprojekt

Das **RuhrBots-Konsortium** bringt sich an den vorgesehenen **Schnittstellen** ein, teilt bei Veranstaltungen Erfahrungen und Erkenntnisse, unterstützt bei der Wissensaufbereitung (z. B. im Rahmen von Öffentlichkeitsarbeit, White Papern, bei der wissenschaftlichen Verwertung etc.) und lädt Akteur*innen des Transferprojekts regelmäßig zu Konsortialtreffen ein. In die **Zusammenarbeit mit dem Transferprojekt** bringt das **RuhrBots Kompetenzzentrum** die gewonnen Erkenntnisse insbesondere

aus folgenden Bereichen **ein**: 1) **Bürger*innenbeteiligung** (Akzeptanz, Wirkungsgrad, Formate, Gelingensbedingungen) 2) **Methoden, Normen und Metriken** für akzeptierte, barrierefreie und diversitätsgerechte Assistenzroboter (auch unter Berücksichtigung des Positive Computing Paradigmas) 3) **ELSI-Erkenntnisse** in der Anwendung, Testung und Langzeitnutzung von sozialen Robotern mit Assistenzfunktionen in der Stadtverwaltung (z. B. ELSI-SCRUM Best Practices als Leitlinie) 4) **Adaption der Interaktion** (technisch, inhaltlich, inkl. Umgang und Reduktion von Bias) 5) **Nutzung von Virtual Reality Laboren** (Chancen, Grenzen, Erkenntnisse). 6) **Erkenntnisse aus der Geschäftsmodellerprobung** und dem **Ökosystem-Aufbau**, sowie **Zusammenarbeit mit Startups**.

Eine **Teilhabe anderer Zentren** ist dabei z. B. 1) im Rahmen der **Bürger*innen-Beteiligung** möglich, durch 2) die (**gemeinsame**) **Erprobung des VR-Laborszenarios** oder 3) durch **Besuch** oder gemeinsame **Planung und Durchführung von Veranstaltungen** wie Hackathons (mit Bürger*innen, Studierenden, etc.) oder **Gründungswerkstätten** sowie **Informations- und Transferveranstaltungen** beim Partner **Fraunhofer-inHaus-Zentrum**. Großes Interesse besteht auch 4) an der **gemeinsamen** Organisation oder **Beiträgen zu wissenschaftlichen Tagungen**. **RuhrBots** erhofft sich vom Transferprojekt und dem **Austausch mit anderen Zentren** die Erhöhung der **Sichtbarkeit** der gewonnenen Erkenntnisse, die **Beratung** und **Diskussion** über **Best Practices** und **Reichweite** und **Transferierbarkeit** der Erkenntnisse. Wünschenswert ist eine **Zugänglichkeit** und **Offenheit** aller Akteur*innen, regelmäßige **Kommunikation** und eine gute **Planungsfähigkeit** der (gemeinsamen) Aktivitäten.

Literaturverzeichnis

- Andronicus A Akinyelu and Pieter Blignaut. Convolutional neural network-based methods for eye gaze estimation: A survey. *IEEE Access*, 8:142581–142605, 2020.
- Sabine Ammon, Diego Compagna, Aysegül Dogangün, Kalman Graffi, Elke Greifenreder, Andreas Kaminski, Athanasios Karafillidis, Matthias Kettemann, Walid Maalej, Thomas Niendorf, et al. *Multidisziplinäre Perspektiven und interdisziplinäre Konzepte*. Cuvillier Verlag, 2018.
- Alexander Arntz and Sabrina C Eimler. Experiencing AI in VR: a qualitative study on designing a human-machine collaboration scenario. In *International Conference on Human-Computer Interaction*, pages 299–307. Springer, 2020.
- N Beckmann, R Viga, A Dogangün, and A Grabmaier. Measurement and analysis of local pulse transit time for emotion recognition. *IEEE Sensors Journal*, 19(17): 7683–7692, 2019.
- Nils Beckmann, Aysegül Dogangün, Katja Herrmann, Hanno Sauer, and Katharina Kloppenborg. Das Projekt Panalytics — Selbstmonitoring für gesundes Altern. In Anette Weisbecker, Michael Burmester, and Albrecht Schmidt, editors, *Mensch und Computer 2015 – Workshopband*, pages 589–594, Berlin, 2015. De Gruyter Oldenbourg.
- Kristina Beer. Vorläufiger abschied von humanoidem roboter pepper. <https://www.heise.de/news/Softbank-Weg-von-humanoiden-Robotern-vorlaeufiger-Abschied-fuer-Roboter-Pepper-6122135.html>, 2021.
- Julie Behan and Derek T O’Keeffe. The development of an autonomous service robot. implementation:“lucas”—the library assistant robot. *Intelligent Service Robotics*, 1 (1):73–89, 2008.
- Casey Bennett and Selma Šabanovic. Perceptions of affective expression in a minimalist robotic face. In *2013 8th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, pages 81–82. IEEE, 2013.

- Stefan Bente, Baptiste Egelhaaf, and Isabel Zorn. ELSI-Scrum als integrierte ELSI-by-Design-Entwicklungsmethode für Technologieprojekte. *Mensch und Computer 2019 – Workshopband*, 2019.
- Kirsten Bergmann, Friederike Eyssel, and Stefan Kopp. A second chance to make a first impression? how appearance and nonverbal behavior affect perceived warmth and competence of virtual agents over time. In *International conference on intelligent virtual agents*, pages 126–138. Springer, 2012.
- Raphael Bost, Raluca Ada Popa, Stephen Tu, and Shafi Goldwasser. Machine learning classification over encrypted data. *Cryptology ePrint Archive*, 2014.
- Joy Buolamwini and Timnit Gebru. Gender shades: Intersectional accuracy disparities in commercial gender classification. In *Conference on fairness, accountability and transparency*, pages 77–91. PMLR, 2018.
- Dario Cazzato, Marco Leo, Cosimo Distante, and Holger Voos. When I look into your eyes: A survey on computer vision contributions for human gaze estimation and tracking. *Sensors*, 20(13):3739, 2020.
- Yiran Chen, Yuan Xie, Linghao Song, Fan Chen, and Tianqi Tang. A survey of accelerator architectures for deep neural networks. *Engineering*, 6(3):264–274, 2020.
- Yubo Chen and Liantao Wang. Commentary: marketing and the sharing economy: digital economy and emerging market challenges. *Journal of Marketing*, 83(5): 28–31, 2019.
- Yihua Cheng, Xucong Zhang, Feng Lu, and Yoichi Sato. Gaze estimation by exploring two-eye asymmetry. *IEEE Transactions on Image Processing*, 29:5259–5272, 2020.
- May I Conley, Danielle V Dellarco, Estee Rubien-Thomas, Alexandra O Cohen, Alessandra Cervera, Nim Tottenham, and BJ Casey. The racially diverse affective expression (radiate) face stimulus set. *Psychiatry research*, 270:1059–1067, 2018.
- David Court, Dave Elzinga, Susan Mulder, and Ole Jørgen Vetvik. The consumer decision journey. *McKinsey Quarterly*, 3(3):96–107, 2009.

Henriette Cramer, Jorrit Goddijn, Bob Wielinga, and Vanessa Evers. Effects of (in) accurate empathy and situational valence on attitudes towards robots. In *2010 5th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, pages 141–142. IEEE, 2010.

Joe Crumpton and Cindy L Bethel. A survey of using vocal prosody to convey emotion in robot speech. *International Journal of Social Robotics*, 8(2):271–285, 2016.

Jeffrey Dastin. Amazon scraps secret ai recruiting tool that showed bias against women. <https://www.reuters.com/article/us-amazon-com-jobs-automation-insight/amazon-scraps-secret-ai-recruiting-tool-that-showed-bias-against-women-idUSKCN1MK08G/ttps://www.bmbf.de/foerderungen/bekanntmachung-2088.html>, 2018. [Letzter Zugriff: 03.10.2021].

C Degen, C Domnik, A Kürten, M Meuleners, M Notz, R Pohle-Fröhlich, and E Naroska. Driver assistance system for pedelecs. In *2019 20th International Radar Symposium (IRS)*, pages 1–8. IEEE, 2019.

C Degen, C Domnik, S Hüsches, A Kürten, M Meuleners, E Naroska, M Notz, R Pohle-Fröhlich, and M Weberskirch. Ein Assistenzsystem zur Unterstützung älterer E-Bike-FahrerInnen. In *AAL-Kongress 2020*. VDE e. V., 2020.

Aysegül Dogangün, Michael Schwarz, Katharina Kloppenborg, and Robert Le. An approach to improve physical activity by generating individual implementation intentions. In *Adjunct Publication of the 25th Conference on User Modeling, Adaptation and Personalization*, pages 370–375, 2017.

Shichuan Du, Yong Tao, and Aleix M Martinez. Compound facial expressions of emotion. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(15):E1454–E1462, 2014.

V Dümpel, S C Eimler, G Brandenburg, C Straßmann, A Arntz, D Keßler, and S Szielinski. Divirtuality – designing and testing a virtual gallery for stereotype reduction and diversity awareness. *Technology, Mind & Society APA Conference*, 2019.

- Giana M Eckhardt, Mark B Houston, Baojun Jiang, Cait Lambertson, Aric Rindfleisch, and Georgios Zervas. Marketing in the sharing economy. *Journal of Marketing*, 83 (5):5–27, 2019.
- MMSN Edirisinghe, MAVJ Muthugala, and AGBP Jayasekara. Application of robot autobiographical memory in long-term human-robot social interactions. In *2018 2nd International Conference On Electrical Engineering (EECon)*, pages 138–143. IEEE, 2018.
- Sabrina C Eimler, Nicole C Krämer, and Astrid M von der Puetten. Empirical results on determinants of acceptance and emotion attribution in confrontation with a robot rabbit. *Applied Artificial Intelligence*, 25(6):503–529, 2011.
- Friederike Eyssel, Frank Hegel, Gernot Horstmann, and Claudia Wagner. Anthropomorphic inferences from emotional nonverbal cues: A case study. In *19th international symposium in robot and human interactive communication*, pages 646–651. IEEE, 2010.
- Tobias Fischer, Hyung Jin Chang, and Yiannis Demiris. Rt-gene: Real-time eye gaze estimation in natural environments. In *Proceedings of the European Conference on Computer Vision (ECCV)*, pages 334–352, 2018.
- Luciano Floridi and Massimo Chiriatti. Gpt-3: Its nature, scope, limits, and consequences. *Minds and Machines*, 30(4):681–694, 2020.
- Andrew Gambino, Jesse Fox, and Rabindra A Ratan. Building a stronger casa: Extending the computers are social actors paradigm. *Human-Machine Communication*, 1: 71–85, 2020.
- Zhengjie Gao, Ao Feng, Xinyu Song, and Xi Wu. Target-dependent sentiment classification with bert. *Ieee Access*, 7:154290–154299, 2019.
- Lee Gardenswartz and Anita Rowe. Managing diversity: a complete desk reference and planning guide. 3. aufl., alexandria. *Beijing/Mumbai*, 2010.
- A Gourmelon. *Kompetenzen für die Zukunft – Personalentwicklung im Fokus (PöS - Personalmanagement im öffentlichen Sektor)*. Rehm, 2015.

- A Gourmelon. *Quo vadis Personalmanagement? Wegweiser Personalpolitik (PöS - Personalmanagement im öffentlichen Sektor)*. Rehm, 2019.
- Daniel Groos, Heri Ramampiaro, and Espen AF Ihlen. Efficientpose: Scalable single-person pose estimation. *Applied intelligence*, 51(4):2518–2533, 2021.
- Joanna Hall, Terry Tritton, Angela Rowe, Anthony Pipe, Chris Melhuish, and Ute Leonards. Perception of own and robot engagement in human–robot interactions and their dependence on robotics knowledge. *Robotics and Autonomous Systems*, 62(3):392–399, 2014.
- Hu Han and Anil K Jain. Age, gender and race estimation from unconstrained face images. *Dept. Comput. Sci. Eng., Michigan State Univ., East Lansing, MI, USA, MSU Tech. Rep.(MSU-CSE-14-5)*, 87:27, 2014.
- Søren Tranberg Hansen and Karl Damkjær Hansen. Public relation robots-an overview. In *Proceedings of the 8th International Conference on Human-Agent Interaction*, pages 284–286, 2020.
- Søren Tranberg Hansen and Karl Damkjær Hansen. What’s a robot doing in the citizen service centre? In *Companion of the 2021 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, pages 677–679, 2021.
- Richard Heeks and Carolyne Stanforth. Understanding e-government project trajectories from an actor-network perspective. *European Journal of Information Systems*, 16(2):165–177, 2007.
- Andreas Hein, Maximilian Schreieck, Tobias Riasanow, David Soto Setzke, Manuel Wiesche, Markus Böhm, and Helmut Krcmar. Digital platform ecosystems. *Electronic Markets*, 30(1):87–98, 2020.
- André Helgert, Sabrina C Eimler, and Alexander Arntz. Stop catcalling-a virtual environment educating against street harassment. In *2021 International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)*, pages 419–421. IEEE, 2021.
- K Herrmann and A Dogangün. Wissen die menschen, was sie wirklich wollen? *Technische Unterstützungssysteme, die die Menschen wirklich wollen*, page 193, 2016.

- Aike C Horstmann, Nikolai Bock, Eva Linhuber, Jessica M Szczuka, Carolin Straßmann, and Nicole C Krämer. Do a robot's social skills and its objection discourage interactants from switching the robot off? *PloS one*, 13(7):e0201581, 2018.
- M Shamim Hossain and Ghulam Muhammad. Emotion recognition using deep learning approach from audio–visual emotional big data. *Information Fusion*, 49:69–78, 2019.
- Andrew G Howard, Menglong Zhu, Bo Chen, Dmitry Kalenichenko, Weijun Wang, Tobias Weyand, Marco Andreetto, and Hartwig Adam. Mobilenets: Efficient convolutional neural networks for mobile vision applications. *arXiv preprint arXiv:1704.04861*, 2017.
- Ping Hu, Dongqi Cai, Shandong Wang, Anbang Yao, and Yurong Chen. Learning supervised scoring ensemble for emotion recognition in the wild. In *Proceedings of the 19th ACM international conference on multimodal interaction*, pages 553–560, 2017.
- Thomas Hurni and Thomas Huber. *The interplay of power and trust in platform ecosystems of the enterprise application software industry*. Citeseer, 2014.
- Michael G Jacobides. In the ecosystem economy, what's your strategy? *Harvard Business Review*, 97(5):128–137, 2019.
- Xiaoqian Jiang, Miran Kim, Kristin Lauter, and Yongsoo Song. Secure outsourced matrix computation and application to neural networks. In *Proceedings of the 2018 ACM SIGSAC conference on computer and communications security*, pages 1209–1222, 2018.
- Michiel Joosse and Vanessa Evers. A guide robot at the airport: First impressions. In *Proceedings of the companion of the 2017 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, pages 149–150, 2017.
- Kirsikka Kaipainen, Aino Ahtinen, and Aleksi Hiltunen. Nice surprise, more present than a machine: Experiences evoked by a social robot for guidance and edutainment at a city service point. In *Proceedings of the 22nd International Academic Mindtrek Conference*, pages 163–171, 2018.

Masoud Karami and Stuart Read. Co-creative entrepreneurship. *Journal of Business Venturing*, 36(4):106125, 2021.

Dustin Keßler, Alexander Arntz, Joachim Friedhoff, and Sabrina C Eimler. Mill instructor: Teaching industrial cnc procedures using virtual reality. In *2020 IEEE International Conference on Artificial Intelligence and Virtual Reality (AIVR)*, pages 231–234. IEEE, 2020.

Andreas Kitzig, Julia Demmer, Tobias Bolten, Edwin Naroska, Gudrun Stockmanns, Reinhard Viga, and Anton Grabmaier. An hmm-based averaging approach for creating mean motion data from a full-body motion capture system to support the development of a biomechanical model. *Current Directions in Biomedical Engineering*, 4(1):389–393, 2018.

Andrea Kuhlmann, Verena Reuter, Renate Schramek, Todor Dimitrov, Matthias Goernig, Eva-Maria Matip, Olaf Matthies, and Edwin Naroska. Ourpuppet-caring support with an interactive puppet for informal caregivers: Opportunities and challenges in the social and technical developmental process. *Zeitschrift für Gerontologie und Geriatrie*, 51(1):3–8, 2017.

Chih-Wei Lee, Peter Chondro, Shanq-Jang Ruan, Oliver Christen, and Edwin Naroska. Improving mobility for the visually impaired: A wearable indoor positioning system based on visual markers. *IEEE Consumer Electronics Magazine*, 7(3):12–20, 2018.

Min Kyung Lee, Jodi Forlizzi, Sara Kiesler, Paul Rybski, John Antanitis, and Sarun Savetsila. Personalization in hri: A longitudinal field experiment. In *2012 7th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, pages 319–326. IEEE, 2012.

Dingjun Li, Pei-Luen Rau, and Ye Li. A cross-cultural study: Effect of robot appearance and task. *International Journal of Social Robotics*, 2(2):175–186, 2010.

Eva Lieskovská, Maroš Jakubec, Roman Jarina, and Michal Chmulík. A review on speech emotion recognition using deep learning and attention mechanism. *Electronics*, 10(10):1163, 2021.

- Velvetina Lim, Maki Rooksby, and Emily S Cross. Social robots on a global stage: establishing a role for culture during human–robot interaction. *International Journal of Social Robotics*, 13(6):1307–1333, 2021.
- Ravi Mantena and Rajib L Saha. Co-opetition between differentiated platforms in two-sided markets. *Journal of Management Information Systems*, 29(2):109–140, 2012.
- Shiomi Masahiro, D Sakamoto, T Kanda, CT Ishi, H Ishiguro, and N Hagita. A semi-autonomous communication robot-a field trial at a train station-a f. In *HRI'08 Proceedings of the 3th ACM/IEEE International Conference on Human Robot Interaction*, pages 303–310, 2008.
- Michele Merler, Nalini Ratha, Rogerio S Feris, and John R Smith. Diversity in faces. *arXiv preprint arXiv:1901.10436*, 2019.
- Payman Mohassel and Yupeng Zhang. Secureml: A system for scalable privacy-preserving machine learning. In *2017 IEEE symposium on security and privacy (SP)*, pages 19–38. IEEE, 2017.
- Omar Mubin, Isha Kharub, and Aila Khan. Pepper in the library—students' first impressions. In *Extended Abstracts of the 2020 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–9, 2020.
- Edwin Naroska, Sebastian Schmitz, Tobias Bolten, Chih-Wei Lee, Ping-Chen Tsai, and Shanq-Jang Ruan. Project ourpuppet: A system to support people with dementia and their caregiving relatives at home. In *2018 IEEE International Conference on Consumer Electronics (ICCE)*, pages 1–4. IEEE, 2018.
- Clifford Nass and Youngme Moon. Machines and mindlessness: Social responses to computers. *Journal of Social Issues*, 56(1):81–103, 2000.
- Lene Nielsen. *Personas – user focused design*, volume 1373. Springer, 2013.
- Sara Nielsen, Rodrigo Ordoñez, Karl Damkjær Hansen, Mikael B Skov, and Elizabeth Jochum. Rodeca: A canvas for designing robots. In *Companion of the 2021 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, pages 266–270, 2021.

- Melanie Nind. *What is inclusive research?* A&C Black, 2014.
- Tatsuya Nomura, Takayuki Kanda, Hiroyoshi Kidokoro, Yoshitaka Suehiro, and Sachie Yamada. Why do children abuse robots? *Interaction Studies*, 17(3):347–369, 2016.
- Ziad Obermeyer, Brian Powers, Christiane Vogeli, and Sendhil Mullainathan. Dissecting racial bias in an algorithm used to manage the health of populations. *Science*, 366(6464):447–453, 2019.
- Patricia O’Neill-Brown. Setting the stage for the culturally adaptive agent. In *Proceedings of the 1997 AAAI fall symposium on socially intelligent agents*, pages 93–97. AAAI Press Menlo Park, CA, 1997.
- Heejin Park, Pyung Kim, Heeyoul Kim, Ki-Woong Park, and Younho Lee. Efficient machine learning over encrypted data with non-interactive communication. *Computer Standards & Interfaces*, 58:87–108, 2018.
- Seonwook Park, Shalini De Mello, Pavlo Molchanov, Umar Iqbal, Otmar Hilliges, and Jan Kautz. Few-shot adaptive gaze estimation. In *Proceedings of the IEEE/CVF International Conference on Computer Vision*, pages 9368–9377, 2019.
- Jan M Pawlowski, Sabrina C Eimler, Marc Jansen, Julia Stoffregen, Stefan Geisler, Oliver Koch, Gordon Müller, and Uwe Handmann. Positive computing. *Business & Information Systems Engineering*, 57(6):405–408, 2015.
- Karola Pitsch, Hideaki Kuzuoka, Yuya Suzuki, Luise Sussenbach, Paul Luff, and Christian Heath. “the first five seconds”: Contingent stepwise entry into an interaction as a means to secure sustained engagement in hri. In *RO-MAN 2009-The 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, pages 985–991. IEEE, 2009.
- Denis Rangulov and Muhammad Fahim. Emotion recognition on large video dataset based on convolutional feature extractor and recurrent neural network. In *2020 IEEE 4th International Conference on Image Processing, Applications and Systems (IPAS)*, pages 14–20. IEEE, 2020.
- David A Robb, Muneeb I Ahmad, Carlo Tiseo, Simona Aracri, Alistair C McConnell, Vincent Page, Christian Dondrup, Francisco J Chiyah Garcia, Hai-Nguyen Nguyen,

- Èric Pairet, et al. Robots in the danger zone: exploring public perception through engagement. In *Proceedings of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, pages 93–102, 2020.
- Astrid M Rosenthal-von der Pütten, Carolin Straßmann, Ramin Yaghoubzadeh, Stefan Kopp, and Nicole C Krämer. Dominant and submissive nonverbal behavior of virtual agents and its effects on evaluation and negotiation outcome in different age groups. *Computers in Human Behavior*, 90:397–409, 2019.
- Astrid Marieke Rosenthal-von der Pütten, Carolin Straßmann, and Nicole C Krämer. Linguistic alignment with artificial entities in the context of second language acquisition. In *Proceedings Of The 38th Annual Conference Of The Cognitive Science Society*. Cognitive Science Society, 2016.
- Simone Roth and Negar Nazemian. Brand citizenship wertebasiert, generationsgemäß und pragmatisch aufbauen. In *Corporate Brand Management*, pages 357–379. Springer, 2019.
- Maha Salem, Katharina Rohlfing, Stefan Kopp, and Frank Joublin. A friendly gesture: Investigating the effect of multimodal robot behavior in human-robot interaction. In *2011 Ro-Man*, pages 247–252. IEEE, 2011.
- Maha Salem, Micheline Ziadee, and Majd Sakr. Marhaba, how may i help you? effects of politeness and culture on robot acceptance and anthropomorphization. In *2014 9th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, pages 74–81. IEEE, 2014.
- Najmeh Samadiani, Guangyan Huang, Borui Cai, Wei Luo, Chi-Hung Chi, Yong Xiang, and Jing He. A review on automatic facial expression recognition systems assisted by multimodal sensor data. *Sensors*, 19(8):1863, 2019.
- S Satake, T Kanda, DF Glas, M Imai, H Ishiguro, and N Hagita. How t o approach humans?-strategies for social robots to initiate interaction, 4th acm. In *IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI2009)*, pages 109–116, 2009.

- Hanno Sauer, Nils-Frederic Wagner, Katrin Paldan, and Aysegül Dogangün. Ein ethischer leitfaden zum gesundheitsmonitoring. *DuEPublico: Duisburg-Essen Publications Online, University of Duisburg-Essen*, 2018.
- M Schophaus, A Gourmelon, and T Winschuh. Verwaltung 2030 — Zukünftige Kompetenzanforderungen an das Personal in Kommunalverwaltungen. *Der Öffentliche Dienst*, pages 208–216, 2019.
- Maximilian Schreieck, Manuel Wiesche, and Helmut Krcmar. Design and governance of platform ecosystems—key concepts and issues for future research. *Twenty-Fourth European Conference on Information Systems (ECIS), İstanbul, Turkey*, 2016.
- Douglas Schuler and Aki Namioka. *Participatory design: Principles and practices*. CRC Press, 1993.
- Nicolas Spatola, Nolwenn Anier, Sandrine Redersdorff, Ludovic Ferrand, Clément Belletier, Alice Normand, and Pascal Huguet. National stereotypes and robots’ perception: the “made in” effect. *Frontiers in Robotics and AI*, 6:21, 2019.
- Carolin Straßmann and Nicole C Krämer. A categorization of virtual agent appearances and a qualitative study on age-related user preferences. In *International Conference on intelligent virtual agents*, pages 413–422. Springer, 2017.
- Carolin Straßmann and Nicole C Krämer. A two-study approach to explore the effect of user characteristics on users’ perception and evaluation of a virtual assistant’s appearance. *Multimodal Technologies and Interaction*, 2(4):66, 2018.
- Carolin Straßmann, Astrid Rosenthal von der Pütten, Ramin Yaghoubzadeh, Raffael Kaminski, and Nicole Krämer. The effect of an intelligent virtual agent’s nonverbal behavior with regard to dominance and cooperativity. In *International Conference on Intelligent Virtual Agents*, pages 15–28. Springer, 2016.
- Carolin Straßmann, Sabrina C Eimler, Alexander Arntz, Dustin Keßler, Sarah Zielinski, Gabriel Brandenburg, Vanessa Dümpel, and Uwe Handmann. Relax yourself-using virtual reality to enhance employees’ mental health and work performance. In *Extended Abstracts of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, pages 1–6, 2019.

- C Straßmann. *All Eyes On The Agent's Appearance?!: Investigation of Target-group-related Social Effects of a Virtual Agent's Appearance in Longitudinal Human-Agent Interactions*. 2018.
- C Straßmann, S C Eimler, L Kololli, A Arntz, A Keßler, K van de Sand, and A Rietz. *The Influence of Application Scenarios on the Perception of Robots*. 2022.
- Kalaivani Sundararajan and Damon L Woodard. Deep learning for biometrics: A survey. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 51(3):1–34, 2018.
- Sofia Thunberg and Tom Ziemke. Are people ready for social robots in public spaces? In *Companion of the 2020 ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction*, pages 482–484, 2020.
- Leimin Tian, Pamela Carreno-Medrano, Shanti Sumartojo, Michael Mintrom, Enrique Coronado, Gentiane Venture, and Dana Kulić. User expectations of robots in public spaces: A co-design methodology. In *International Conference on Social Robotics*, pages 259–270. Springer, 2020.
- John Vines, Rachel Clarke, Ann Light, and Peter Wright. The beginnings, middles and endings of participatory research in hci. *International Journal of Human-Computer Studies*, 74(C):77–80, 2015.
- Lin Wang, Pei-Luen Patrick Rau, Vanessa Evers, Benjamin Krisper Robinson, and Pamela Hinds. When in rome: the role of culture & context in adherence to robot recommendations. In *2010 5th ACM/IEEE International Conference on Human-Robot Interaction (HRI)*, pages 359–366. IEEE, 2010.
- Sarah Myers West, Meredith Whittaker, and Kate Crawford. Discriminating systems. *AI Now*, 2019.
- Shangyu Xie, Bingyu Liu, and Yuan Hong. Privacy-preserving cloud-based dnn inference. In *ICASSP 2021-2021 IEEE International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP)*, pages 2675–2679. IEEE, 2021.
- Mingke Xu, Fan Zhang, Xiaodong Cui, and Wei Zhang. Speech emotion recognition with multiscale area attention and data augmentation. In *ICASSP 2021–2021 IEEE*

International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP), pages 6319–6323. IEEE, 2021.

Hua Jonathan Ye and Atreyi Kankanhalli. User service innovation on mobile phone platforms: Investigating impacts of lead users, toolkit support, and design autonomy. *MIS quarterly*, 42(1):165–188, 2018.

Amir Zadeh, Paul Pu Liang, Soujanya Poria, Prateek Vij, Erik Cambria, and Louis-Philippe Morency. Multi-attention recurrent network for human communication comprehension. In *Thirty-Second AAAI Conference on Artificial Intelligence*, 2018.

Massimiliano Zecca, Yu Mizoguchi, Keita Endo, Fumiya Iida, Yousuke Kawabata, Nobutsuna Endo, Kazuko Itoh, and Atsuo Takanishi. Whole body emotion expressions for kobian humanoid robot—preliminary experiments with different emotional patterns—. In *RO-MAN 2009-The 18th IEEE International Symposium on Robot and Human Interactive Communication*, pages 381–386. IEEE, 2009.

Georgios Zervas, Davide Proserpio, and John W Byers. The rise of the sharing economy: Estimating the impact of airbnb on the hotel industry. *Journal of marketing research*, 54(5):687–705, 2017.

Feng Zhang, Xiatian Zhu, Hanbin Dai, Mao Ye, and Ce Zhu. Distribution-aware coordinate representation for human pose estimation. In *Proceedings of the IEEE/CVF conference on computer vision and pattern recognition*, pages 7093–7102, 2020.

Xiaofan Zhang, Junsong Wang, Chao Zhu, Yonghua Lin, Jinjun Xiong, Wen-mei Hwu, and Deming Chen. Dnnbuilder: An automated tool for building high-performance dnn hardware accelerators for fpgas. In *2018 IEEE/ACM International Conference on Computer-Aided Design (ICCAD)*, pages 1–8. IEEE, 2018.