

18.12.2023

# Konzeption und Evaluation von Augmented Living Spaces für kognitiv beeinträchtigte Menschen (KEvALiS)

Eingehende Darstellung zum Teilvorhaben im Verbundprojekt  
“Augmented Living Spaces für kognitiv beeinträchtigte Menschen (ALiS)”

Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg,  
Professur für Wirtschaftsinformatik, insb. Betriebliches  
Informationsmanagement  
Prof. Dr. Stefan Sackmann

Autoren:

Martin Böhmer  
Dr. Stephan Kühnel  
Dr. Johannes Damarowsky  
Prof. Dr. Stefan Sackmann

## 1. Motivation und Zielstellung des Teilvorhabens KEvALiS

Das Teilvorhaben Konzeption und Evaluation von Augmented Living Spaces für kognitiv beeinträchtigte Menschen (KEvALiS) im BMBF geförderten Verbundprojekt „Augmented Living Spaces für kognitiv beeinträchtigte Menschen“ des Programms „Wandel in der Region!“ (WIR!) zielte darauf ab, ein sozio-technisches Informationssystem (IS) für Augmented Living Spaces (ALiS) zu konzipieren, um kognitiv beeinträchtigte Menschen in ihrem Alltag zu unterstützen. Da Augmented Reality (AR)-Technologien eine vielversprechende Möglichkeit der Unterstützung verkörpern, jedoch unter dem Fokus älterer und kognitiv eingeschränkter Menschen in ihrer ursprünglichen Form wenig sinnvoll erscheinen, sollte der Einsatz von Spatial Augmented Reality (SAR), d.h. projektionsbasierter AR, erforscht, implementiert und evaluiert werden. Hierzu wurden auf Basis der Motivation des Teilvorhabens drei Hauptziele definiert, welche den wissenschaftlichen Rahmen bildeten.

### 1.1. Motivation

Der Einsatz von AR-Technologien, welche die Realität mit hilfreichen Informationen überlagern, hat für die Stärkung der Selbstständigkeit pflegebedürftiger und kognitiv beeinträchtigter Menschen ein hohes Potential. Das zeigen verschiedene Projekte, die bereits den Einsatz von AR in der Pflege erforschen. Beispielsweise erforschten BMBF-Projekte bereits die Unterstützung durch das Anbringen virtueller Notizen in der Wohnung, bessere Kommunikationsmöglichkeiten via Videotelefonie oder die Routenführung in der eigenen Wohnung mithilfe der Nutzung von AR-Brillen resp. AR-Headsets. Die Ergebnisse zeigen grundsätzlich, dass dadurch sowohl Pflegekräfte als auch Pflegebedürftige in Szenarien des Lebensalltags unterstützt werden können. Diese Erfolge basieren jedoch durchgängig auf der Akzeptanz und Nutzung zusätzlicher Geräte, sog. Wearables wie AR-Headsets, und der Kompetenz mit deren Umgang. Diese sind jedoch nicht bei allen Menschen der Zielgruppe gegeben. So führen körperliche oder medizinische Voraussetzungen, wie kognitive Beeinträchtigungen, die fehlende Bereitschaft ständig eine AR-Headsets zu tragen oder die komplexen Interaktionsmöglichkeiten und das eingeschränkte Sichtfeld zu erheblichen Nutzungsproblemen. Die Idee des Projektes ALiS setzte genau an diesem Punkt an und hatte zum Ziel, das Grundkonzept von AR so zu implementieren, dass dafür keine Wearables oder AR-Headsets mehr eingesetzt werden müssen. Vielmehr sollten mittels Projektoren, Lautsprechern und sonstigen Sensoren und Ausgabegeräten die hilfreichen Informationen direkt in den Wohnraum hineinprojiziert werden – passgenau auf Gegenstände, Wände und Böden – wodurch ein sogenannter *Augmented Living Space* entsteht.

Die Motivation des KEvALiS-Teilvorhabens bestand darin, diese Technologien zu integrieren, weiterzuentwickeln und anzupassen, um speziell auf die Bedürfnisse und Fähigkeiten älterer und kognitiv eingeschränkter Personen einzugehen. Der Fokus lag auf der Entwicklung eines intuitiven und leicht zugänglichen IS, welches die täglichen Herausforderungen dieser Zielgruppe adressiert und somit die Autonomie und Selbstständigkeit dieser Menschen erhält. Durch den Einsatz von SAR als innovatives AR-Konzept sollte ein benutzerfreundliches, intuitives und nicht-invasives Assistenzsystem geschaffen werden, das sich nahtlos in den Lebensraum der Nutzenden integriert und damit eine natürlichere und weniger überfordernde Interaktion ermöglicht. Entsprechend wurde sich darauf fokussiert, den Alltag dieser Menschen zu erleichtern, ihre Selbstständigkeit zu fördern und die Kommunikation mit Pflegepersonal und den Angehörigen zu verbessern. Die Motivation war es, zur Verbesserung der Lebensqualität der (leicht) Pflegebedürftigen und zur Entlastung des Pflegepersonals beizutragen, indem alltägliche Verrichtungen erleichtert und die Sicherheit im häuslichen Umfeld erhöht werden. Die damit verbundenen Möglichkeiten und Auswirkungen sollten zielgruppenspezifisch identifiziert und als erste Anwendungen in einem realen Szenario realisiert und evaluiert werden, wobei der explizite Fokus des Teilvorhabens auf der wissenschaftlichen Begleitung, Konzeptualisierung und Kommunikation lag.

### 1.2. Zielstellung

Das Ziel des Gesamtvorhabens umfasste die Realisierung der Potentiale von AR in der Pflege und insbesondere in der Teilhabeförderung ohne die Nutzung von einschränkenden AR-Headsets. Hierfür sollte ein erster ALiS realisiert und damit verbundene Potentiale bezüglich Akzeptanz und Nutzbarkeit untersucht werden. In enger Zusammenarbeit mit der Zielgruppe (Pflegebedürftige mit kognitiven Einschränkungen) wurden spezifische Szenarien für einen ALiS identifiziert und vielversprechende Unterstützungs-Szenarien getestet. Diese sollten als ALiS umgesetzt und im Vergleich zum Einsatz von AR-Headsets evaluiert werden. Für den Fall, dass der ALiS einen Mehrwert bezüglich Nutzbarkeit und Akzeptanz erkennen lassen würde, könnte somit im TDG-Netzwerk ein Alleinstellungsmerkmal geschaffen werden, das sowohl für die Zielgruppen als auch für die mittel- und langfristige (wirtschaftliche) Verwertung erhebliche Erfolgsperspektiven aufweisen dürfte. Zu Beginn des Teilvorhabens musste auf Basis einer Vorstudie die Ausrichtung anhand der Zielgruppe angepasst werden, und der Fokus wurde auf ältere Menschen und Menschen mit milden kognitiven Einschränkungen gerichtet, da fortgeschrittene Ausprägungen kognitiver Einschränkungen (bspw. Demenz) eine Unterstützung unmöglich gemacht hätten. Diese Form wird im klinischen Bereich als amnestischer Typ der leichten kognitiven Beeinträchtigung definiert, welcher primär durch fortschreitendes Alter hervorgerufen wird und bei den betroffenen Personen zwar noch

ihren Alltag allein bestreiten können, allerdings Symptome wie Vergesslichkeit, Unstrukturiertheit und Verwirrtheit auftreten. Durch die Neuausrichtung der Zielgruppe konnte das Potential der spatialen AR besser ausgeschöpft werden, da diese im Vergleich zu konventionellen AR-Anwendungen (i.d.R. Wearables oder Headsets) mehrere Vorteile bietet, wie z.B. keine Notwendigkeit tragbarer Geräte, geringere Komplexität in der Bedienung, keine Akkulaufzeit und einfache Eingewöhnung aufgrund des Nichtvorhandenseins eines eingeschränkten Sichtfeldes. Die konzeptionelle Entwicklung eines SAR-basierten Assistenzsystems für ältere und mild kognitiv eingeschränkte Menschen diente als maßgebendes Leitziel für das Teilvorhaben. Daher ergaben sich die folgenden Ziele für das Teilvorhaben:

1. **Konzeption eines Informationssystems:** Entwicklung eines IS für ALiS, das die besonderen Anforderungen und Eigenheiten der Zielgruppe berücksichtigt. Dazu gehörte die Entwicklung von Design-Anforderungen und -Prinzipien im Sinne einer Design-Theorie, die auf der Basis bestehender Forschung in der Wirtschaftsinformatik und angrenzender sozialer Forschungsfelder formuliert und veröffentlicht wurde. Um die Design-Anforderungen zu adressieren, sollten die definierten Design-Prinzipien zur Entwicklung der IS-Architektur für ALiS inklusive seiner Komponenten (Hard- und Software, Daten) und Akteure (ältere und leicht kognitiv eingeschränkte Menschen) auf verschiedenen Abstraktionsebenen und gemäß etablierter Standards genutzt werden.
2. **Entwicklung und Implementierung eines Demonstrators:** Auswahl und Integration geeigneter Hard- und Software-Komponenten für den ALiS-Demonstrator, welche auf Basis der Anforderungen aus Teilziel 1 resultierten. Dies beinhaltete die Realisierung verschiedener Szenarien im Wohnumfeld, einschließlich des Referenzszenarios "Heißer Herd", und die wissenschaftliche Konzeption der Implementierung. Die Auswahl geeigneter Hard- und Software-Komponenten und die Integration der Komponenten durch die Implementierung der IS-Architektur durch den Projektpartner DENKUNDMACH zu einem operationalisierten ALiS-Demonstrator sollte damit sowohl für das genannte Referenzszenario als auch für die in den vier iterativen Entwicklungszyklen realisierten ALiS-Szenarien durchgängig wissenschaftlich begleitet werden.
3. **Test und Evaluation:** Eine Vielzahl an formativen und summativen Evaluationen des Systems mit Expert\*innen sowie Teilnehmer\*innen der Zielgruppe wurden durchgeführt, um eine zielgruppengerechte Entwicklung sicherzustellen. Dies beinhaltete die Durchführung von Vorstudien mit prototypischen Ergebnissen und Mockups, die Sammlung von Feedback von der Zielgruppe und von Pflegepersonal sowie die systematische Testung und Evaluation jedes umgesetzten Szenarios. Darüber hinaus war es explizit ein Ziel des Vorhabens, zusammen mit den Probanden und der Zielgruppe weitere realistische ALiS-Szenarien aktiv und partizipativ in ko-kreativen Prozessen zu identifizieren. Die Ergebnisse des Gesamtvorhabens sollten hierfür gegenüber der Öffentlichkeit kommuniziert werden.

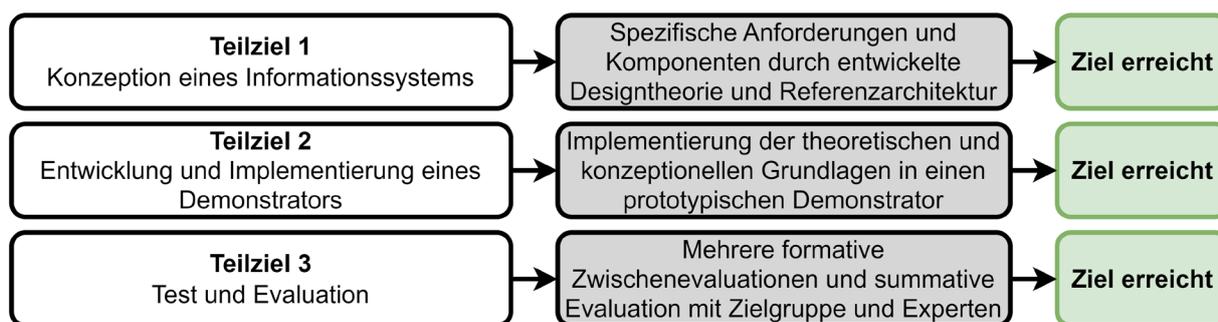


Abbildung 1: Überblick der Teilvorhabenziele und deren Ergebnisse sowie der damit verbundene Zielerreichungsgrad

Darüber hinaus sollte das Teilvorhaben im Rahmen des vom BMBF geförderten Programms WIR! durch die Integration von ALiSes in Wohnräumen eine verstärkte regionale Vernetzung zwischen Pflegewissenschaft, Kommunalakteuren und der Gesellschaft ermöglichen, um eine Basis für vielfältige Forschungsprojekte in technischen, wirtschaftlichen und sozialen Bereichen zu bieten. Dies sollte insbesondere die Untersuchung der Auswirkungen von AR-Technologie auf Pflegebedürftige und deren Umfeld fördern. Aus wirtschaftlicher Perspektive verfolgte das Teilvorhaben zudem das übergeordnete Ziel, die Innovationsfähigkeit von Unternehmen zu fördern, indem es das Marktpotenzial für ALiSes im Pflegebereich aufzeigt und durch einen technischen Demonstrator sowohl technisches Know-how als auch innovative Prozessverfahren generiert und somit die Entwicklung eines kommerziellen Produkts unterstützt. Gleichzeitig sollte es die Einbindung von AR-Technologie in der Pflege und die Entstehung attraktiver, zukunftsfähiger Berufsprofile für IT-affine Fachkräfte und Absolventen fördern, um zur Fachkräftesicherung in der Region beizutragen. Das Gesamtvorhaben ALiS, das sich dem Innovationsfeld der TDG „Innovative teilhabefördernde digitalisierte Wohnformen im Zusammenhang mit Pflegebedürftigkeit“ zuordnen lässt, soll somit durch virtuelle Unterstützung bei alltäglichen Verrichtungen die Selbstständigkeit der Zielgruppe erhöhen und deren Pflegebedürftigkeit reduzieren. Durch die angestrebte Entwicklung



umgesetzt und evaluiert. Im abschließenden Arbeitspaket (AP 5) des Teilvorhabens wurden die Projektergebnisse anhand einer definierten Evaluationsstrategie (formative Vorstudie, Zwischenevaluationen, formative Evaluationen nach jedem agilen Entwicklungszyklus, summative Abschlussevaluation) dokumentiert und über fachliche und wissenschaftliche Publikationsorgane kommuniziert.

Der erste Meilenstein des Teilvorhabens wurde für den Abschluss der theoretischen Konzeption eines ALiS festgelegt und mit Abschluss der Tasks 2.1, 2.4, 3.1 und 3.2 erfolgreich erreicht. Der zweite Meilenstein war die Integration dieser theoretischen Grundlagen zu einem Gesamtsystem, um die Lücke zwischen Theorie und Praxis zu schließen und die erforschten Konzepte zu implementieren, was erfolgreich durch den Abschluss der Tasks 2.5 sowie 3.3 gelang. Zur Mitte des Projektes wurde eine Zwischenevaluation als Meilenstein 3 vorgenommen, wobei die Ergebnisse und weiteren Erfolgsaussichten des Gesamtvorhabens vor Beginn der iterativ-agilen Entwicklungszyklen evaluiert wurden. Die formativen Zwischenevaluierungen ergaben hierbei eine verbesserte Nützlichkeit und Akzeptanz, so dass das Teilprojekt fortgeführt wurde und, aufgrund der bis dahin gesammelten Erfahrungen, die Ausrichtung auf (1) weitere Zielgruppen, (2) die Realisierung technisch anspruchsvollerer Unterstützungsfunktionen und (3) den Einsatz bestimmter Technologien (Hard- und Software-komponenten) auch hinsichtlich des Verwertungspotentials angepasst wurde. Letztlich wurde das Teilvorhaben durch Erreichen von Meilenstein 4 nach Durchführung der summativen Abschlussevaluation und Kommunikation erfolgreich abgeschlossen. Nachfolgend werden die hier bereits angerissenen Ergebnisse, Verschiebungen und Abläufe der jeweiligen Arbeitspakete noch einmal eingehender vorgestellt.

Arbeitsstand zu den geplanten Meilensteinen:

- Meilenstein 1 wurde erreicht.
- Meilenstein 2 wurde erreicht.
- Meilenstein 3 wurde erreicht.
- Meilenstein 4 wurde erreicht.

## 2.1. AP 1 – Spezifizierung technischer und konzeptioneller Grundlagen

| Erwähnenswerte Aktivitäten (extern) | Arbeitspakete   | Verantw. wörtlich | Ausführend | Personenmonate | 03   | 04   | 05   | 06   | 07   | 08   | 09   | 10   | 11   | 12   | 01   | 02   | 03   | 04   | 05   | 06   | 07   | 08   | 09   | 10   | 11   | 12   | 01   | 02   | 03   | 04   | 05   | 06   |
|-------------------------------------|---|-------------------|------------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                     |   |                   |            |                | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 |
| 15.04.2021 – 28.05.2021             | AP 1 Spezifizierung technischer und konzeptioneller Grundlagen                |                   |            | 1              | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   |
|                                     | 1.1 Strukturierte Dokumentation des wissenschaftlichen State-of-the-Art       | MLU               | MLU        | 1              | x    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                     | 1.2 Analyse durchgeführter Projekte   | MLU               | MLU        | 0,5            | x    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                     | 1.3 Identifikation von Risiko- und Erfolgsfaktoren, Definition von Leitlinien | MLU               | MLU        | 0,5            | x    |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

Abbildung 3: Überblick des Verlaufs von AP 1.

Legende: x = keine Aktivität trotz Planung; pastellfarbene Felder = Aktivität über die ursprüngliche Planung hinausgehend.

15.04.2021 – 28.05.2021 | Arbeitsaufwand: 2 Personenmonate | Leistungsaufwand: 3 Monate

Durch den COVID-19 bedingten verspäteten Projektstart verschob sich AP 1 um genau einen Monat (siehe Abbildung 3), was durch die spätere kostenneutrale Verlängerung des Projekts keinerlei Auswirkungen auf die Erfolgsperspektive des Gesamtvorhabens hatte. Mit AP 1 wurden zu Beginn des Teilvorhabens der wissenschaftliche State-of-the-Art und Erkenntnisse fachlich ähnlicher AR-Projekte methodisch dokumentiert und vertiefend analysiert. Im Rahmen von Task 1.1 wurde der wissenschaftliche State-of-the-Art über die bisherigen Arbeiten hinaus strukturiert dokumentiert, um den Projektkontext, Systemanforderungen und die potentiellen Ergebnisse des Projekts ganzheitlich darstellen zu können. Dies wurde methodisch mithilfe von Rahmenwerken zur strukturierten Literaturanalyse (SLR) (siehe Cooper, 1988; Webster und Watson, 2002; vom Brocke et al. 2009) realisiert, wobei die Ergebnisse der Literatursuchen in die Anforderungs- und Prinzipienherhebung einfließen. Dieser Prozess wird durch Tabelle 1 verdeutlicht, wobei die identifizierte Literatur und deren Einordnung sowie Diskussion den Publikationen aus dem Teilvorhaben (siehe Kapitel 8) entnommen werden kann.

|   | SLR 1   | SLR 2  | SLR 3  |
|---|---|--|--|
| <i>Search string</i>  | ("spatial augmented reality" OR "spatial mixed reality") AND ("architect*" OR "ontology" OR "design")   | ("digital support" OR "digital assist*") AND "elderly" OR ("cognitive" AND ("impairment" OR "guidance")) | ("workflow management" OR "process management") AND ("architect*" OR "ontology") |
| <i>Search fields</i>  | title, abstract   | title, abstract  | all search fields  |
| <i>Databases</i>  | ScienceDirect, ACM Digital Library, AIS electronic Library, SpringerLink, IEEE Xplore, Web of Science, EBSCOhost, JSTOR, Google Scholar, PubMed |  |  |
| <i>O/TA/F/BF/TR</i>   | 442 / 147 / 65 / 80 / 7   | 6.353 / 241 / 38 / 21 / 17   | 1.465 / 171 / 3 / 5 / 1  |
| <b>Charakteristika der Taxonomie nach Cooper (1988)</b>                                 |   |  |  |
| <i>Focus</i>  | research outcomes, theories, applications   | research outcomes, theories, applications  | applications & research outcomes   |
| <i>Audience</i>   | specialized & general scholars  | specialized & general scholars   | specialized scholars   |
| <i>Coverage</i>   | representative  | representative   | exhaustive & selective   |
| <i>Goal</i>   | integration   |  |  |
| <i>Organization</i>   | conceptual  |  |  |
| <i>Perspective</i>  | neutral representation  |  |  |
| <b>Tabelle 1. Details und Charakteristika der strukturierten Literaturanalyse (SLR)</b> |   |  |  |

Tabelle 1: Strukturierte Literaturrecherchen. Legende: O = original hits, TA = after title & abstract filter, F = after full text evaluation, BF = after back- & forward search, TR = top relevance.

In Task 1.2 wurden bereits bestehende externe Projekte im Bereich AR identifiziert und analysiert. Dabei wurden insbesondere Erkenntnisse bezüglich Design- und Interaktionsformen herausgearbeitet und deren Übertragbarkeit in den ALIS-Kontext untersucht und dokumentiert. Dabei wurden u.a. verschiedene thematische Schwerpunkte (Gesundheitsbereich, Darstellung, Interaktion, etc.) sowie bereits durchgeführte Projekte des Lehrstuhls auf Ansätze und Erfahrungen im Umgang mit der Zielgruppe (ältere und leicht kognitiv eingeschränkte Menschen) sowie technische Möglichkeiten untersucht. Dies geschah durch eine mehrstufige Projektrecherche und Brainstorming zu Themen wie Augmented Reality, Pflege, Geriatrietechnologie, Prozesssteuerung, Projektion und Innovationsprojekte im Allgemeinen. Diese wurden anschließend in mehreren internen, Vorhabens-übergreifenden Fokusgruppen diskutiert und in einem Online-Whiteboard schematisch dargestellt. Die Recherche bildete zusätzlich zur Literaturrecherche eine fundierte Basis, Best-Practice-Wissen und ergänzte die vormals theoretischen Literaturergebnisse durch praktisches Know-How und dessen Anwendung. So wurden z.B. Grundannahmen wie niedrigschwellige Interaktionen, reduzierte Abstraktion, niederkomplexe Hierarchien und reaktive Interaktionen als Kernthemen identifiziert, die in beiden Ausprägungen (Theorie und Praxis) konsistent erschienen und die Entwicklung benutzerfreundlicher AR-Lösungen für die Zielgruppe maßgeblich unterstützten.

Abschließend wurden im Task 1.3 die Ergebnisse der vorherigen Tasks zusammengeführt, um die besagten Best Practices sowie Risiko- und Erfolgsfaktoren für die Konzeption und Implementierung von sozio-technischen SAR-Systemen im digitalen Gesundheitswesen zu definieren. Diese definierten Leitlinien dienten dazu, das Projekt auf der Meta-Ebene zu steuern und somit eine rahmengebende Basis für die theoretischen Artefakte der nachfolgenden Arbeitspakete, speziell die Design-Theorie und Referenzarchitektur, zu schaffen. Diese Leitlinien umfassten die folgenden Aspekte:

- **Benutzerzentrierung:** Ein als zentral angesehener Erfolgsfaktor war die Fokussierung auf die spezifischen Bedürfnisse und Fähigkeiten der Zielgruppe (d.h. leichte kognitive Einschränkungen). Hierbei wurde besonderer Wert auf die intuitive Bedienbarkeit und Barrierefreiheit gelegt.
- **Technische Robustheit und Zuverlässigkeit:** Als Risikofaktor galt die technische Komplexität von SAR-Systemen. Um Ausfälle und Fehlfunktionen zu minimieren, wurde besonderes Augenmerk auf die Entwicklung robuster und zuverlässiger Systemkomponenten gelegt.
- **Datenschutz und Sicherheit:** Angesichts der Sensibilität der im Gesundheitsbereich erhobenen Daten wurde die Gewährleistung von Datenschutz und Datensicherheit als kritischer Erfolgsfaktor identifiziert.
- **Skalierbarkeit und Flexibilität:** Die Möglichkeit, das System an unterschiedliche Einsatzszenarien (bspw. Wohnräume oder klinische Settings) und sich ändernde Bedürfnisse anzupassen, wurde als wichtig erachtet. Dies betraf sowohl die Skalierbarkeit der technischen Infrastruktur als auch die Flexibilität des Systemdesigns.

- **Kosten-Nutzen-Verhältnis:** Die Wirtschaftlichkeit des Systems, sowohl in Bezug auf die Implementierung als auch auf den laufenden Betrieb, wurde als entscheidender Faktor für die Akzeptanz und Verbreitung betrachtet; speziell vor dem Hintergrund der betroffenen Zielgruppe.
- **Interdisziplinäre Zusammenarbeit:** Die Entwicklung eines funktionierenden SAR-Systems erforderte ein enges Zusammenspiel von Technik, Design, Gesundheitswissenschaften und Pflegepraxis, um ein ganzheitliches und bedarfsgerechtes System zu schaffen.
- **Anwendungstraining und Support:** Ein weiterer Erfolgsfaktor war die Bereitstellung umfassender Schulungs- und Supportstrukturen für Endnutzende und Pflegepersonal, um eine effektive Nutzung und Bereitstellung des ALiS-Systems sicherzustellen.

Durch die Berücksichtigung dieser Risiko- und Erfolgsfaktoren konnte eine fundierte Basis für das KEvALiS-Teilvorhaben geschaffen werden, die maßgeblich dazu beitrug, ein nutzerfreundliches, effektives und nachhaltiges SAR-System für ältere und leicht kognitiv beeinträchtigte Menschen zu entwickeln.

## 2.2. AP 2 – Aufbau Infrastruktur

| Erreichte/werthaltende Aktivitäten (extern) | Arbeitspakete   | Verantwortlich | Ausführend | Personenmonate | Projektmonate |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|---|---|----------------|------------|----------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|   |   |                |            |                | 03 2021       | 04 2021 | 05 2021 | 06 2021 | 07 2021 | 08 2021 | 09 2021 | 10 2021 | 11 2021 | 12 2021 | 01 2022 | 02 2022 | 03 2022 | 04 2022 | 05 2022 | 06 2022 | 07 2022 | 08 2022 | 09 2022 | 10 2022 | 11 2022 | 12 2022 | 01 2023 | 02 2023 | 03 2023 | 04 2023 | 05 2023 | 06 2023 |
| 01.06.2021 – 29.10.2021                     | <b>AP 2 Aufbau Infrastruktur</b>                      |                |            |                | 1             | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12      | 13      | 14      | 15      | 16      | 17      | 18      | 19      | 20      | 21      | 22      | 23      | 24      | 25      | 26      | 27      | 28      |
|   | 2.1 Entwicklung einer Systemarchitektur               | MLU            | MLU        | 1,2            |               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|   | 2.4 Auswahl geeigneter Komponenten                    | D&M            | MLU        | 0,8            |               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Workshop Mockup, Präsentation Demonstrator  | 2.5 Integration der Komponenten zu einem Gesamtsystem | D&M            | MLU        | 2              |               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |

Abbildung 4: Überblick des Verlaufs von AP 2.

Legende: x = keine Aktivität trotz Planung; pastellfarbene Felder = Aktivität über die ursprüngliche Planung hinausgehend.

01.06.2021 – 29.10.2021 | Arbeitsaufwand: 3 Personenmonate | Leistungsaufwand: 5 Monate

Das Arbeitspaket 2 beinhaltete den Aufbau der benötigten Infrastruktur für das ALiS-Informationssystem basierend auf den Ergebnissen aus AP 1 und konnte wie geplant durchgeführt werden. Zu Beginn wurde hierfür eine theoretisch-konzeptionelle Systemarchitektur entwickelt, auf deren Grundlage anschließend geeignete Komponenten für die Operationalisierung des ALiS-Demonstrators ausgewählt und zu einem Gesamtsystem für die Gesamtprojekt-Entwicklungs-Pipeline integriert wurden.

Im Rahmen von Task 2.1 wurde die Architektur des sozio-technischen Systems entwickelt, bestehend aus einer Design-Theorie sowie einer Referenzarchitektur und deren Beschreibung auf verschiedenen Abstraktionsebenen. Das Teilvorhaben wurde nach dem Forschungsparadigma des Design Science Research (DSR) durchgeführt, dessen Ziel die Konstruktion von IT-Artefakten ist (Hevner et al., 2004; March und Smith, 1995). Der multi-zyklische und agil-iterative Ansatz des Teilvorhabens orientierte sich am DSR-Prozessrahmenwerk von Vaishnavi und Kuechler (2015) und umfasste für jeden Zyklus die fünf Phasen Problemidentifikation, Lösungsvorschlag, Entwicklung, Evaluation und Schlussfolgerung. Für die zielgruppengerechte Konzeption eines sozio-technischen IS werden in der Wirtschaftsinformatik Methoden zur Konstruktion einer Designtheorie genutzt (vgl. Baskerville und Pries-Heje, 2010; Dehling und Sunyaev, 2023; Fu et al., 2016; Meth et al., 2015; Walls et al., 1992), welche in diesem Zusammenhang eine Form des Theoretisierens darstellen (Burton-Jones et al., 2021; Kane et al., 2021; Lukyanenko et al., 2020). Diese ermöglichen es, methodisch Design-Anforderungen und -Prinzipien für ein IS zu identifizieren und wurden somit für die Entwicklung eines ALiS und die Anforderungen an eine entsprechende Architektur genutzt. Tabelle 2 präsentiert die entwickelten Design-Anforderungen und -Prinzipien, welche im Rahmen der Publikationen des Projekts (siehe Kapitel 8) eingehender vorgestellt werden. Die Erhebung der Design-Anforderungen und -Prinzipien wurde dabei durch die in AP1 ausgewertete Literatur, Kern-Theorien, eine moderierte Fokusgruppe (n = 10) und eine Beobachtungsstudie in einer Einrichtung für Menschen mit kognitiven Einschränkungen realisiert.

| Design-Anforderungen   | Design-Prinzipien   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Benutzerzufriedenheit (DR1)</li> <li>• Effizienz (DR2)</li> <li>• Effektivität (DR3)</li> <li>• Generelle Zugänglichkeit (DR4)</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interaktion (DP1)</li> <li>• Kommunikation (DP2)</li> <li>• Funktionalität (DP3)</li> <li>• Universelles Design (DP4)</li> <li>• Niedrigschwelligkeit (DP5)</li> <li>• Privatsphäre (DP6)</li> <li>• Service-Orientierung (DP7)</li> <li>• Spatial Augmented Reality (DP8)</li> <li>• Kontextbewusstsein (DP9)</li> <li>• Integration (DP10)</li> <li>• Workflow Management Systeme (DP11)</li> <li>• Künstliche Intelligenz (DP12)</li> </ul> |

Tabelle 2: Design-Anforderungen und Design-Prinzipien der entwickelten Design-Theorie.

Auf Basis der Design-Theorie wurde anschließend eine technisch-konzeptionelle Referenzarchitektur aus Komponenten-Perspektive abgeleitet, um die theoretischen Konstrukte zu instanzieren, zu operationalisieren und eine Basis für die Auswahl geeigneter Komponenten des Gesamtsystems zu schaffen. Abbildung 5 visualisiert die Referenzarchitektur als Komponentendiagramm. Als die dementsprechenden Schlüsselkomponenten des ALIS-Systems wurden hierbei der Sensor Node (Sensoren, Künstliche Intelligenz (KI)Modell, Datenvorverarbeitung), Datenbank Node (Speicher, Verarbeitung), Workflow Node (Logik, Prozesse) und Ausgabe Node (Projektion, Widgets) identifiziert. Die Design-Theorie und Referenzarchitektur wurden jeweils von mehreren formativen Zwischenevaluationen positiv im Sinne zweier Konstrukte (Performance Expectancy & Effort Expectancy) der *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT)* (Venkatesh et al., 2003) evaluiert.

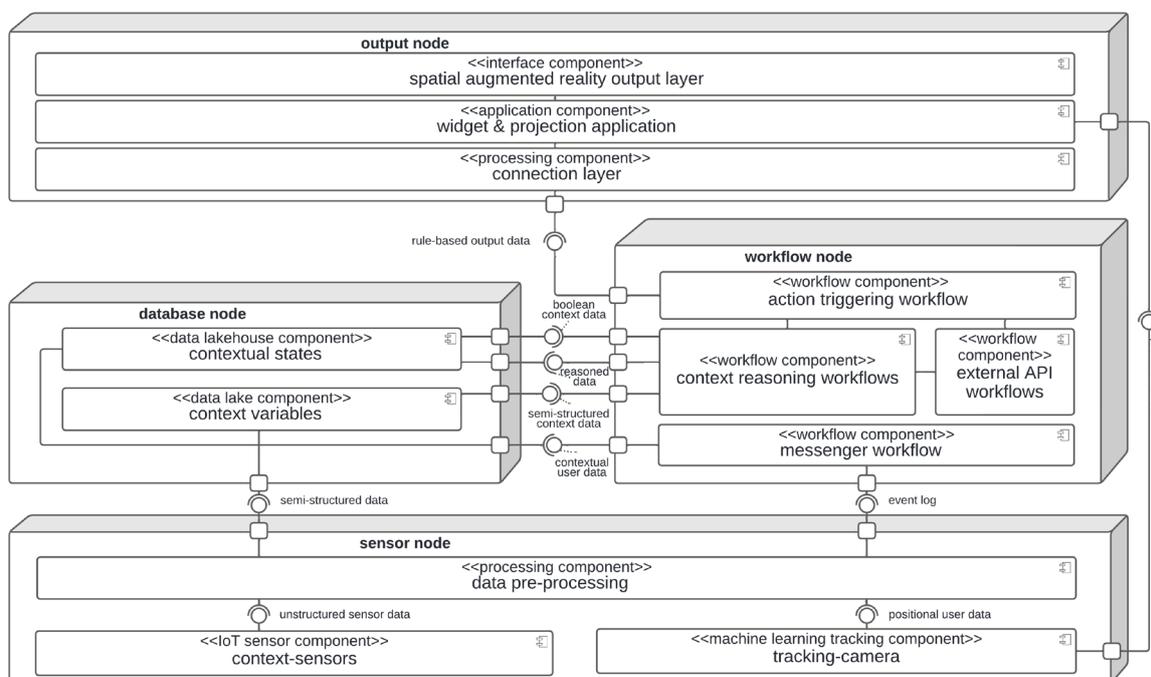


Abbildung 5: Referenzarchitektur auf Basis der Design-Theorie.

Daran anschließend umfasste Task 2.4 die Ermittlung und Anschaffung konkreter Hard- und Software-Komponenten basierend auf der Design-Theorie und Referenzarchitektur. Dabei wurde besonderer Wert auf die Überprüfung der Kompatibilität und Einfachheit der Nutzung der Komponenten gelegt, insbesondere bei der Projektions-, Mapping- und Tracking-Technologie. Dies umfasste das Vergleichen herkömmlicher Projektionsgeräte mit High-End-Smart-Projektoren, wobei herkömmliche Mini-Beamer in ihrer Leistung, zumindest in unserem konkreten Anwendungsfall, kaum schlechter abschnitten. Für die Software-Komponenten wurden Open-Source-Anwendungen (bspw. Camunda für die Workflow Node oder Unity 3D für die Output Node) verwendet, deren Skalierbarkeit und Anwendung erfolgreich sichergestellt werden konnte.

Schließlich beinhaltete Task 2.5 die Integration der angeschafften Hard- und Software-Komponenten in ein Gesamtsystem als Projekt-Pipeline. Dies erfolgte gemäß der entwickelten Systemarchitektur durch Konfiguration, Anpassung der Komponenten und Entwicklung von Schnittstellen-Software. Die konsequente Trennung der architektonischen Module im Rahmen von Task 2.5 bot den Vorteil, dass die Wartung und Erweiterung eines bestehenden, sich im Umlauf befindenden Systems für ein zukünftiges und auf ALiS basierendes Produkt sicher gestaltet werden konnte. Das System wurde dadurch unabhängiger von einzelnen Verarbeitungsmodulen, während die Datenstruktur unverändert bleiben konnte. Aufgrund der in der Forschungsphase noch nicht abschließend definierten Ausrichtung hinsichtlich potenzieller Zielgruppen und zukünftiger Märkte wurde ein richtungsweisender Durchbruch mit Hilfe des isolierten Heißer-Herd-Demonstrators verfolgt. Damit konnte die Produkt-Pipeline in ersten Präsentationen und Fokusgruppen evaluiert werden. Hierfür wurden eine Datenstruktur definiert und die Sensordaten des isolierten Demonstrators in einer MySQL-Datenbank gespeichert. Verschiedene Workflows griffen als Python-Microservices darauf zu und steuerten eine Unity-3D-Anwendung für die visuelle Ausgabe. Die Prototyping-Architektur des ALiS-Demonstrators wurde so konzipiert, dass sie dynamischer und flexibler als eine Produktarchitektur ist, um schnelle Änderungen während der iterativen Entwicklungseinheiten und Evaluationen zu ermöglichen. Separate Microservices wurden in eine einmal kompilierbare Unity-Anwendung integriert und die einheitliche Datenbank wurde durch kontextspezifische, separate JSON-Dateien innerhalb der Anwendung ersetzt. Dadurch konnte die Datenstruktur flexibel und parallel zur Funktionsentwicklung gestaltet werden. Diese Prototyping-Pipeline wurde permanent auf den Entwicklungsrechnern zur Verfügung gestellt und für Präsentationen und Evaluationen in der jeweils neuesten Version verwendet. Mit dem integrierten Gesamtsystem wurden in AP 2 zwei größere Aktivitäten durchgeführt, welche einen Workshop zur Implementierung des Demonstrators auf der einen Seite und eine Präsentation des initialen Mockups zum Gesamtsystem auf der anderen Seite beinhaltete.

Das Gesamtergebnis des AP 2 umfasste somit die entwickelte Design-Theorie und Systemarchitektur für ALiS, die Auswahl geeigneter Komponenten für einen ALiS im Projektkontext sowie das integrierte Gesamtsystem als Projekt-Entwicklungs-Pipeline. Die Ergebnisse dieses Arbeitspakets wurden der wissenschaftlichen Community und Praxis unter anderem auf der *Pacific-Asia Conference on Information Systems (PACIS) 2022*, der *Hawaii International Conference on Systems Sciences (HICSS) 2023* sowie in der Zeitschrift *HMD – Praxis der Wirtschaftsinformatik* zugänglich gemacht, d.h. präsentiert, diskutiert und in Beiträgen veröffentlicht.

### 2.3. AP 3a – Referenzszenario „Heißer Herd“

| Erwähnenswerte Aktivitäten (extern)                          | Arbeitspakete  | Verantwortliche | Ausführend | Personenmonate | Projektmonate |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
|--|--|-----------------|------------|----------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
|  |  |                 |            |                | 03 2021       | 04 2021 | 05 2021 | 06 2021 | 07 2021 | 08 2021 | 09 2021 | 10 2021 | 11 2021 | 12 2021 | 01 2022 | 02 2022 | 03 2022 | 04 2022 | 05 2022 | 06 2022 | 07 2022 | 08 2022 | 09 2022 | 10 2022 | 11 2022 | 12 2022 | 01 2023 | 02 2023 | 03 2023 | 04 2023 | 05 2023 | 06 2023 |  |
| 04.10.2021 – 01.04.2022 AP 3a Referenzszenario „Heißer Herd“ |  |                 |            |                | 1             | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12      | 13      | 14      | 15      | 16      | 17      | 18      | 19      | 20      | 21      | 22      | 23      | 24      | 25      | 26      | 27      | 28      |  |
| Fokusgruppe MLU, Vorstudie Volkssolidarität                  | 3.1 Durchführung einer formativen Vorstudie                | MLU             | MLU        | 0,5            |               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
| Präsentation Digitalisierungszentrum ZeitZ                   | 3.2 Probandenakquise                                       | MLU             | MLU        | 1,5            |               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
| Workshop „Heißer Herd“ - Demonstrator                        | 3.3 Umsetzung des Szenarios „Heißer Herd“                  | D&M             | MLU        | 1,5            |               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
|  | 3.4 Evaluation des Szenarios „Heißer Herd“                 | MLU             | MLU        | 1,5            |               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
|  | 3.5 Auswahl AR Unterstützungen für weiteren Projektverlauf | MLU             | MLU        | 0,5            |               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
| Fokusgruppe Senioren, Evaluation Senioren                    | 3.6 Zwischenevaluation                                     | MLU             | MLU        | 0,5            |               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
| 04.04.2022 – 27.05.2022 AP 3b Referenzszenario „Heißer Herd“ |  |                 |            |                |               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |  |

Abbildung 6: Überblick des Verlaufs von AP 3.

Legende: x = keine Aktivität trotz Planung; pastellfarbene Felder = Aktivität über die ursprüngliche Planung hinausgehend.

04.10.2021 – 27.05.2022 | Arbeitsaufwand: 6 Personenmonate | Leistungsaufwand: 10 Monate

Das Arbeitspaket 3 war in AP 3a und AP 3b unterteilt, wobei sich die Arbeitsleistung des Teilvorhabens KEVALiS ausschließlich auf AP 3a konzentrierte. Darin wurde ein erster ALiS-Mockup-Demonstrator für das Referenzszenario „Heißer Herd“ realisiert, welches insbesondere Personen mit visuellen oder leichten kognitiven Einschränkungen vor heißen Herdplatten warnt (Wegerich und Rötting, 2018). Dieses Szenario, bekannt aus der Literatur und abgeschlossenen Projekten, nutzt einen Wärme-Sensor, um den Gefahrenzustand zu erkennen und einen Warnhinweis im ALiS zu projizieren. Generelles Ziel dieses Arbeitspaketes war es, frühzeitig zu klären, ob und wie ein ALiS funktional realisierbar ist und die erwarteten Eigenschaften aufweist, sowie die Zielgruppen frühzeitig einzubinden und die Grundlagen für die folgenden Arbeitspakete zu legen. In diesem Zusammenhang wurde – entgegen der ursprünglichen Planung – unsere formative

Vorstudie (Task 3.1) frühzeitig durchgeführt, um möglichst schnell Feedback zur generellen Machbarkeit sowie zu den Anforderungen und der Ausrichtung zu erhalten. Dadurch wurde die formative Vorstudie im Rahmen von Task 3.1 parallel zu den Tasks 2.1 und 2.4 durchgeführt, wobei das Gesamtvorhaben in einem Workshop mit Pflegenden und Pflegedienstleitungen der Volkssolidarität Halle sowie Expert\*innen der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg diskutiert und evaluiert wurde. Dieser Workshop wurde durch den assoziierten Partner *Haneuer Wohnen eG* ermöglicht und beinhaltete die Einschätzung der Zielgruppenakzeptanz und Prozessrealisierbarkeit. Darüber hinaus nahm ein Mitarbeiter des Lehrstuhls an der Betreuungsarbeit der Volkssolidarität in der sogenannten „Demenz-WG“ teil, um einen tieferen Einblick in den Alltag und den Umgang mit kognitiven Einschränkungen zu erhalten. Das gesammelte Feedback floss in die Ideenwand und Konzeptualisierung aus AP 2 ein, die anschließend als fundierte theoretische und praktische Grundlage diente. Eine wesentliche Schlussfolgerung aus der Evaluation war die nachträgliche Fokussierung der Zielgruppe in Richtung Autonomieerhaltung für Senioren ohne und mit leichten kognitiven Einschränkungen. Die Technikakzeptanz der älteren Menschen mit leichten kognitiven Einschränkungen nahm so stark ab, dass der individuelle Anpassungsbedarf im Verhältnis zur Größe der Zielgruppe überproportional anstieg. Probanden mit einem Alter von weniger als 75 Jahren zeigten zudem weniger Berührungsängste und konnten sich besser auf neue Technologien einlassen. Diese Erkenntnisse führten zu der Überlegung, ein ALiS als Smart-Home-Produkt speziell für Senioren und Menschen mit leichten kognitiven Einschränkungen zu entwickeln. Zudem konnte die formative Vorstudie ebenfalls zu Probandenakquise genutzt werden, wodurch Task 3.2 adressiert wurde. In diesem Zusammenhang wurde das Gesamtvorhaben im *Digitalisierungszentrum Zeitz* beim Treffen des Paritätischen Wohlfahrtsverbandes vorgestellt. Hierbei wurden das Konzept, die Umsetzung und Ideen diskutiert sowie Möglichkeiten der Kooperation eruiert, wodurch weitere Proband\*innen gewonnen werden konnten.

Anschließend wurde durch Task 3.3 das Referenzszenario in einem Workshop, bestehend aus Mitarbeitenden des Lehrstuhls und von DENKUNDMACH sowie Domänen-Expert\*innen der Pflege und Digital Health, im *Dorothea Erxleben Lernzentrum* der Medizinischen Fakultät der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg diskutiert vorgestellt und umgesetzt. Dieser Workshop arbeitete mit Platzhaltern, Mockups und einem vereinfachten technischen Konzept, um die ersten Design- und Entwicklungsrichtungen sowie das Szenario „Heißer Herd“ festzulegen und die Grundidee zu präsentieren. Abbildung 7 zeigt den Testaufbau des Referenzszenarios und des durchgeführten Workshops.

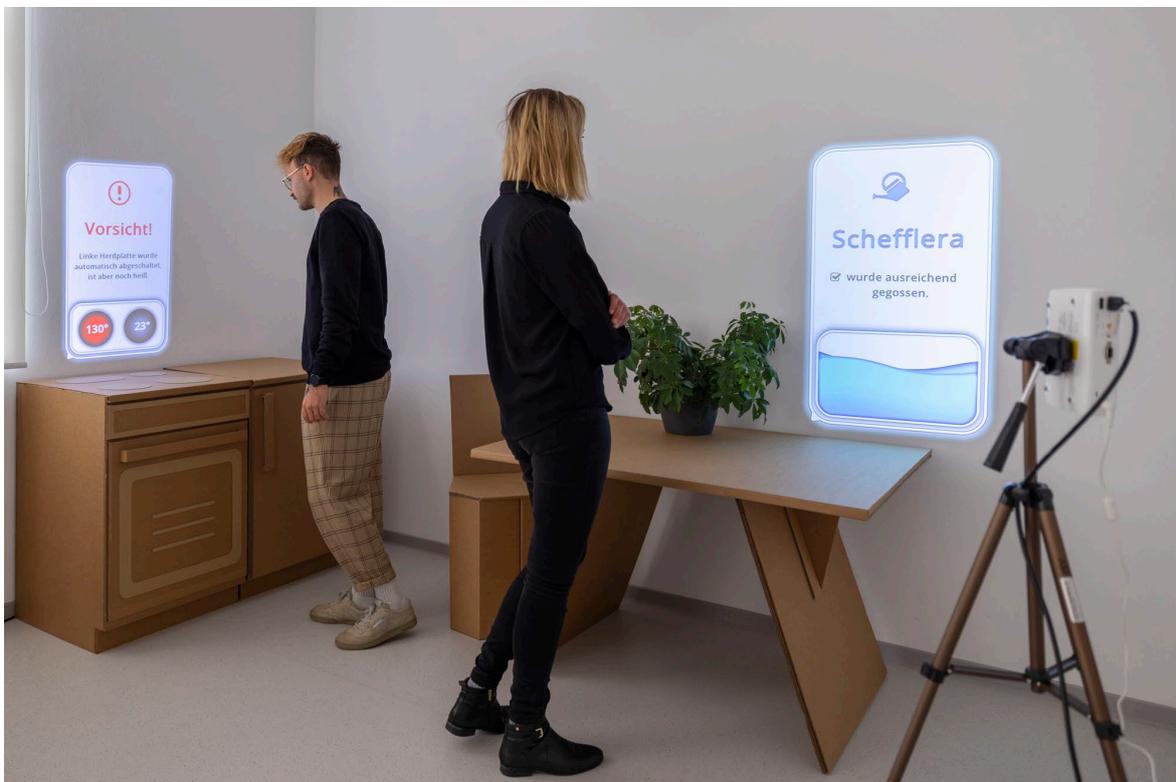


Abbildung 7: Workshop zum Referenzszenario im Dorothea Erxleben Lernzentrum Halle (Saale).

Durch das Ziel der Implementierung im Task 3.3 konnte dieses Referenzszenario und das initiale Gesamtsystem in AP 3.4 mit Proband\*innen der Zielgruppe evaluiert werden. Die Evaluation informierte über die Auswahl weiterer AR-Unterstützungen für den Projektverlauf und führte zu Anpassungen des ALiS zu Beginn des AP 4 sowie zur Zwischenevaluation in Task 3.6, welche über den weiteren Projektverlauf entschied. Dabei wurden die Evaluationen methodisch,

konzeptionell und wissenschaftlich vorbereitet und ausgewertet, was zu einer zielgenauen Interpretation der Ergebnisse im Kontext des Gesamtvorhabens führte. Eine erste interne Evaluierung der Systemarchitektur des Projekts ergab, dass die Aufteilung in zwei Build-Pipelines sinnvoll war, um die technische Konfiguration zu optimieren. Die Aufteilung in separate Software-Module hätte die Entwicklung verlangsamt und der Datentransfer zwischen den Modulen erforderte Optimierungen, die aus Ressourcengründen nicht umgesetzt werden konnten. Dies führte zur Entwicklung eines ersten Demonstrators, der externe Evaluationen ermöglichte (siehe Abbildung 7 und Referenzszenario). Für die Evaluation der Zielgruppe wurde der „Heiße Herd“-Demonstrator in einem Think-Aloud-Workshop mit Senior\*innen eingesetzt. Dabei wurden Interaktions- und Gestaltungsparadigmen sowie mögliche Anwendungsfälle diskutiert. Die Proband\*innen bewerteten verschiedene Aspekte positiv und ergänzten wichtige Funktionen, die ihnen sinnvoll erschienen, wie z.B. Bewegungstherapie und Gedächtnisunterstützung. Dieses Feedback floss in die Weiterentwicklung des Demonstrators ein und kann in den Publikationen (siehe Kapitel 8) im Detail nachgelesen werden.

Die Zwischenevaluation durch Task 3.6 und somit das Erreichen von Meilenstein 2 brachte wichtige Erkenntnisse. Es zeigte sich, dass das ALiS-Gesamtsystem für eine erfolgreiche Alltagsintegration nicht nur auf Gefahrenprävention fokussiert sein sollte, sondern auch konkrete Anwendungen zur Unterstützung der Selbstorganisation und Autonomieerhaltung im Alter beinhalten muss. Diese Erkenntnisse führten zur Entwicklung von zwei Informationsebenen im ALiS: eine für alltägliche Funktionen und eine zweite für Warnhinweise in Gefahrensituationen. Das Ziel war es, das ALiS-Gesamtsystem als alltagstaugliches Produkt zu etablieren und gleichzeitig potenzielle Verwertungspartner zu identifizieren. Dadurch wandelte sich der Demonstrator zu einem Werkzeug, das sowohl die Bedürfnisse der Endnutzer als auch die Anforderungen potenzieller Partner berücksichtigt. Darüber hinaus konnten die Annahmen und theoretisch-konzeptionellen Grundlagen aus AP 1 und AP 2 durch die formativen Workshops und Zwischenevaluationen im Sinne des agil-iterativen DSR-Ansatzes bestätigt und angepasst werden, wobei insbesondere die Nutzung projektionsbasierter AR anstelle von portablen Geräten von der Zielgruppe präferiert wurde.

## 2.4. AP 4a – Entwicklung des ALIS-Demonstrators – Design-Entwurf

| Erwähnenswerte Aktivitäten (extern) | Arbeitspakete                            | Verantwortlich | Ausführend | Personenmonate | Projektmonate |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
|-------------------------------------|--|----------------|------------|----------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|--|
|                                     |  |                |            |                | 03 2021       | 04 2021 | 05 2021 | 06 2021 | 07 2021 | 08 2021 | 09 2021 | 10 2021 | 11 2021 | 12 2021 | 01 2022 | 02 2022 | 03 2022 | 04 2022 | 05 2022 | 06 2022 | 07 2022 | 08 2022 | 09 2022 | 10 2022 | 11 2022 | 12 2022 | 01 2023 | 02 2023 | 03 2023 | 04 2023 | 05 2023 | 06 2023 |  |
| 30.05.2022 – 29.07.2022             | AP 4a Entwicklung des ALIS-Demonstrators |                |            |                | 1             | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12      | 13      | 14      | 15      | 16      | 17      | 18      | 19      | 20      | 21      | 22      | 23      | 24      | 25      | 26      | 27      | 28      |  |
|                                     | 4.1 Erster agiler Entwicklungszyklus     | D&M            | MLU        | 1,5            |               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |  |
|                                     | 4.2 Formative Zwischenevaluation         | MLU            | MLU        | 0,5            |               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |  |

Abbildung 8: Überblick des Verlaufs von AP 4a.

Legende: x = keine Aktivität trotz Planung; pastellfarbene Felder = Aktivität über die ursprüngliche Planung hinausgehend.

30.05.2022 – 29.07.2022 | Arbeitsaufwand: 2 Personenmonate | Leistungsaufwand: 2 Monate

Im Rahmen von AP 4a wurden die in AP 3 ausgewählten und durch die Evaluationsrunden vorgeschlagenen AR-Unterstützungsszenarien am ersten Demonstrator sukzessive weiterentwickelt. Dabei wurde durch den wissenschaftlichen DSR-Ansatz ein agiles Vorgehensmodell zur Artefakt-Entwicklung in Anlehnung an die SCRUM-Methode verwendet. In vier geplanten Zyklen wurden jeweils unterschiedliche thematische und systembezogene Ausrichtungen fokussiert, in das ALiS-Gesamtsystem integriert und mit Proband\*innen der Zielgruppen evaluiert. Dabei wurden die technischen und funktionalen Eigenschaften der AR-Unterstützungen kontinuierlich an die Bedürfnisse und Erwartungen der Proband\*innen angepasst und bei Bedarf erweitert. Zudem wurden in der Interaktion auftretende Nutzungs- und Akzeptanzprobleme identifiziert und direkt behoben, z.B. durch Nudging oder Anpassung der Interaktion. Jeder Entwicklungszyklus endete mit einer Evaluation der realisierten Assistenzszenarien.



Abbildung 9: Umsetzung des Design-Entwurfs und Implementierung der Widgets.

Ziel des ersten agilen Entwicklungszyklus AP 4a war die Umsetzung und wissenschaftliche Begleitung des „Heißer Herd“-Widgets mit seinen prototypischen Entwicklungsmerkmalen. In Task 4.1 wurde das bekannte Referenzszenario an die Erkenntnisse der vorangegangenen Arbeitspakete angepasst. Ziel war es, die bis dahin entstandenen Entwicklungsartefakte anzupassen, die IS-Architektur zu optimieren, die Projekt-Pipeline zu streamlinen, Funktionalitäten auf Basis der Zwischenevaluationen anzupassen und geeignete Technologien zu konkretisieren. Dieser Prozess wurde in enger Zusammenarbeit mit dem Konsortialführer DENKUNDMACH realisiert, wobei der Schwerpunkt auf der IS-Architektur und der methodischen Auswertung der Evaluation des Referenzszenarios lag. Im Zuge der fortschreitenden Entwicklungsarbeiten in AP 4a wurde besonderes Augenmerk auf die Implementierung einer effizienten Prototyping-Pipeline gelegt, um die Realisierung weiterer Widgets (z.B. Telefon-Widget, Erinnerungs-Widget, Medizin-Widget) zu erleichtern. Über mehrere Wochen hinweg optimierte der Lehrstuhl in Zusammenarbeit mit DENKUNDMACH diese Pipeline durch kontinuierliche Workshops und wöchentliche Jour Fixes. Parallel dazu wurde der Aufbau des initialen und prototypischen Hardware-Demonstrators vorangetrieben. Dabei wurden Konstruktionspläne und Hardware-Architektur verfeinert und erste Renderings einer physischen Produktvision erstellt. Durch die formative Zwischenevaluation in diesem Zyklus wurde anhand einer 3D-Modellierung der Referenzwohnung erkenntlich, dass die Integration zusätzlicher Hardware in die beengten Wohnverhältnisse der Zielgruppe vermieden werden sollte. Daher wurde entschieden, die Projektionseinheit des ALiS-Gesamtsystems in Form einer Decken- oder Stehleuchte zu konzipieren, um sie zentral und trotzdem platzsparend in die Wohnungen zu integrieren. Aus psychologischer und gesundheitswissenschaftlicher Perspektive würde das System daher durch den Fokus auf den Designaspekt zudem die permanente Thematisierung einer Krankheit oder des medizinischen Gefühls reduzieren. Die weitere Hardwareplanung ergab, dass die Entwicklung eines mobilen Projektors (mit Rotationsmöglichkeiten, mehreren Projektionseinheiten in einer Lampe, etc.) unwirtschaftlich wäre. Stattdessen wurde entschieden, mehrere kleinere und individuell anpassbare Projektoren zu realisieren und diese zu einem Gesamtprojektionssystem zu integrieren. Der Entwicklungsprototyp der ALiS-Projektionsleuchte (Abbildung 9) kombinierte Mikro-Computer, Mini-Beamer und Leuchte in einer Einheit. Dies ermöglichte die Steuerung des Beamers und die Dimmung der Leuchte in Abhängigkeit von der Projektion, um die Lesbarkeit der projizierten Widgets zu maximieren. Der Prototyp war größer als der angestrebte Formfaktor, bot aber ausreichend Platz für wechselnde Installationen und diente der Veranschaulichung bei Präsentationen und Workshops.

Abschließend wurde in Task 4.2 eine formative Zwischenevaluation mit mild kognitiv eingeschränkten Personen und dem prototypischen Demonstrator durchgeführt. Das Ergebnis von AP 4 war somit eine evaluierte Umsetzung des Referenzszenarios und der ersten Instanziierung des Demonstrators, die im Rahmen des ersten agilen Entwicklungszyklus an die Bedürfnisse der Zielgruppe angepasst und optimiert wurde.

## 2.5. AP 4b – Entwicklung des ALIS-Demonstrators – KI-Modell

| Erwähnenswerte Aktivitäten (extern) | Arbeitspakete                            | Verantw. wörtlich | Ausführend | Personenmonate | 03   | 04   | 05   | 06   | 07   | 08   | 09   | 10   | 11   | 12   | 01   | 02   | 03   | 04   | 05   | 06   | 07   | 08   | 09   | 10   | 11   | 12   | 01   | 02   | 03   | 04   | 05   | 06   |      |
|-------------------------------------|--|-------------------|------------|----------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
|                                     |  |                   |            |                | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2021 | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 | 2022 |
| 01.08.2022 – 30.09.2022             | AP 4b Entwicklung des ALIS-Demonstrators |                   |            | 1,5            | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | 9    | 10   | 11   | 12   | 13   | 14   | 15   | 16   | 17   | 18   | 19   | 20   | 21   | 22   | 23   | 24   | 25   | 26   | 27   | 28   |      |
| Investform Pitchday                 | 4.3 Zweiter agiler Entwicklungszyklus    | D&M               | MLU        | 1,5            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |
|                                     | 4.4 Formative Zwischenevaluation         | MLU               | MLU        | 0,5            |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |      |

Abbildung 10: Überblick des Verlaufs von AP 4b.

Legende: x = keine Aktivität trotz Planung; pastellfarbene Felder = Aktivität über die ursprüngliche Planung hinausgehend.

01.08.2022 – 30.09.2022 | Arbeitsaufwand: 2 Personenmonate | Leistungsaufwand: 2 Monate

AP 4b als zweiter agiler Entwicklungszyklus war in seiner Art nahezu identisch zum ersten Entwicklungszyklus, unterschied sich jedoch in seiner thematischen Ausrichtung. Nach dem erfolgreichen Abschluss von AP 4a und der Umsetzung der ersten Arbeitspakete konzentrierte sich der zweite Zyklus auf die Erforschung und Entwicklung fortgeschrittener Technologien des maschinellen Lernens (ML) für das Tracking der Nutzer\*innen. Um die relevanten Informationen kontextabhängig und in das Blickfeld der älteren und leicht kognitiv eingeschränkten Menschen zu projizieren, musste sichergestellt werden, dass das ALIS-System die Nutzer\*innen im Raum bzw. deren Positionsdaten erkennen kann, um darauf aufbauend logische Entscheidungen treffen zu können. Diesen Ansatz hätte man bspw. durch Wearables (z.B. ein Tracking-Armband), Infrarot-Laser oder Bewegungsmelder realisieren können, allerdings erschienen diese Möglichkeiten aufgrund etwaiger finanzieller Aspekte oder des Tragens zusätzlicher Geräte (was dem Grundgedanken des Gesamtvorhabens entgegengelaufen wäre) als wenig angemessen. Aus wissenschaftlicher und wirtschaftlicher Sicht fiel die Entscheidung daher auf das Tracking durch *Object Detection* per KI-Modell, um die durch Personenerkennung gewonnenen Positionsdaten vordefinierten Zonen innerhalb eines Raums zuweisen zu können, wodurch eine präzise, intuitive und niedrigschwellige Ansteuerung möglich wird. Allerdings war dabei der Mangel an vortrainierten KI-Modellen und Datensets für den speziellen Fall einer Weitwinkel-Top-Down-Kamera eine große Herausforderung. Mit konventionellen Objekterkennungsmodellen wäre die Präzision der Erkennung weit unter dem Schwellenwert für eine angemessene Anwendung gewesen, speziell im gegebenen gesundheitlichen Kontext. Als Lösung wurde daher ein auf Unity basierendes Framework entwickelt, das es ermöglicht, synthetische Wohnungen mit unterschiedlichen Möbeln und Bewohnern zu generieren, die zufällig in verschiedenen Posen und Kleidungsstücken erscheinen.

Diese synthetischen Bilder wurden aus der Perspektive der genutzten Fischaugenkamera erzeugt und automatisch beschriftet, um das ML-Modell zu trainieren. In der Wissenschaft ist der Einsatz von synthetischen Bilddaten (also künstlich generierten Bildern, die fotorealistisch sind) aufgrund der Neuheit dieses Phänomens im KI-Bereich noch sehr spärlich erforscht und wenn, dann meist in Forschungsfeldern der Überwachung oder Drohnenbilderkennung. AP 4b zielte daher darauf ab, dieses Phänomen näher zu untersuchen und dabei einerseits die Praktikabilität und Leistungsfähigkeit von synthetischen Bilddaten in der Anwendung auf reale Bildsituationen zu demonstrieren sowie andererseits eine neuartige Interaktionsmöglichkeit für ältere und leicht kognitiv eingeschränkte Menschen bereitzustellen. Interessanterweise ist dabei der in AP 1 und AP 2 definierte Aspekt der Privatsphäre unkritischer als auf den ersten Blick vermutet, da das KI-Modell anstatt des Menschen eine sogenannte *Bounding Box* (Begrenzungsbox) „sieht“ und nur Pixeldaten in Koordinatenform weiterleitet, wobei zu keinem Zeitpunkt sensible Bilddaten gespeichert werden (siehe Abbildung 11).



Installationsprozesses, bei dem die technische Komplexität in den Hintergrund und die Benutzerführung in den Vordergrund gestellt wird. Durch Schritt-für-Schritt-Anleitungen, visuelle Hilfestellungen und eine intuitive Benutzeroberfläche wurde der Installationsprozess so gestaltet, dass er auch von Personen ohne technische Vorkenntnisse leicht zu bewältigen ist. Wohnumgebungen können detailgetreu dreidimensional gescannt werden (siehe Abbildung 11), wodurch die Platzierung des Systems sowie dessen Widgets und räumliche Funktionalitäten individuell an die jeweilige Umgebung angepasst werden können. Dabei kann der initiale Einrichtungsprozess (dieser beinhaltet z.B. das Scannen und Abfragen der Funktionalitäten) auch von Pflegekräften oder Angehörigen der Nutzer\*innen durchgeführt werden, so dass die technische Anpassung der Wohnung aus der Ferne erfolgen kann. Darüber hinaus wurde ein zusätzlicher Einrichtungsprozess entwickelt, der es ermöglicht, das ALiS-System auch ohne externen Service einzurichten und zu nutzen. Hierfür wurden spezielle ALiS-Pakete entwickelt, die die wichtigsten Funktionen bündeln und in einer allgemeinen Umgebung eingesetzt werden können. Mit Hilfe eines Smartphones oder Tablets kann dann der Wohnraum gescannt, die ALiS-Lampe aufgestellt bzw. platziert und die Position der Lampe im gescannten Raum markiert werden, so dass das System auf intelligente Weise eine präzise und adäquate Ausführung ermöglicht. Zu diesem Zweck wurden die folgenden Anwendungspakete mit den entsprechenden Widgets entwickelt:

- **ALiS-START:** Medizin-Widget, Warnungs-Widget, Kalender-Widget
- **ALiS-MEMORY:** Erinnerungs-Widget, Kalender-Widget, Fenster-Widget, Foto-Widget, Spiel-Widget
- **ALiS-SOCIAL:** Kalender-Widget, Telefon-Widget, Freundes-Widget, Socializing-Widget
- **ALiS-THERAPY:** Medizin-Widget, Sporttherapie-Widget, Telemedizin-Widget, Kalender-Widget
- **ALiS-ASSIST:** Rezept-Widget, Pflanzen-Widget, Erinnerungs-Widget, Vital-Widget
- **ALiS-INDIVIDUAL:** je nach Präferenz, Verfassung oder Ziel

Diese Anwendungspakete wurden auch im Hinblick auf eine spätere wirtschaftliche Verwertung und in enger Abstimmung mit den Fokusgruppen aus den Zwischenevaluierungen entwickelt, so dass durch die verschiedenen Widget-Kompositionen ein Großteil der am häufigsten auftretenden bzw. gewünschten Funktionalitäten und Präferenzen adressiert werden kann. Auf diese Weise ermöglicht AP 4c eine individualisierte und zugleich leicht zugängliche Lösung für die Zielgruppe, die sowohl die Selbständigkeit im Alltag als auch die Sicherheit und das Wohlbefinden der Nutzer\*innen fördert. Durch die flexible Anpassung der Anwendungspakete an die spezifischen Bedürfnisse und Wünsche der Nutzer\*innen wird ein umfassendes und nutzerzentriertes Erlebnis geschaffen, das die Akzeptanz und Effektivität des ALiS-Assistenzsystems weiter erhöht und auch als Produkt ohne externe Initialisierung angeboten werden kann. Darüber hinaus wurde im Rahmen von AP 4c ein spezielles Trainingsprogramm entwickelt, das die Nutzer\*innen bei der Erstinstallation und im täglichen Umgang mit dem ALiS-System unterstützt. In praktischen Workshops und interaktiven Sitzungen (Fokusgruppen, Think-Aloud-Sessions) wurden die Nutzer\*innen mit der Funktionsweise und den Vorteilen des Assistenzsystems vertraut gemacht, wobei stets auf die Berücksichtigung individueller Bedürfnisse und Präferenzen geachtet wurde. Im Ergebnis führte AP 4c zu einem reibungslosen und nutzerfreundlichen Einführungsprozess, der die Grundlage für eine erfolgreiche und breit akzeptierte Implementierung des ALiS-Systems in der Zielgruppe bildete.

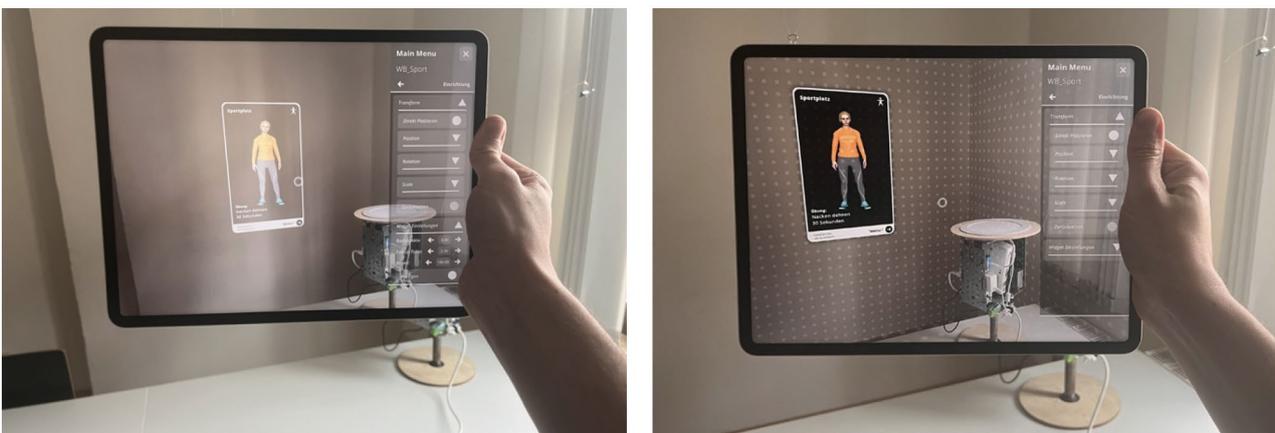


Abbildung 13: Darstellung des Tablet-Demonstrators; Vergleich der realen (links) und synthetischen (rechts) Abbildung der Widgets.

In diesem dritten Zyklus des vierten Arbeitspakets wurde zudem ein Tablet-Demonstrator entwickelt, der es ermöglicht, das ALiS-System und seine Funktionalitäten in Präsentationen leicht verständlich zu demonstrieren, ohne den realen Demonstrator (siehe Abbildung 9) aufbauen und einrichten zu müssen. Dies war besonders für kurze Vorträge und Pitches nötig, da der Aufbau des realen Demonstrators erheblichen zusätzlichen Zeit- und Arbeitsaufwand erfordert und somit kein sinnvolles Verhältnis zur Präsentationsdauer bestanden hätte. Dieser Tablet-Demonstrator diente als ein praktisches



## 2.8. AP 5 – Abschlussevaluation, Dokumentation und Kommunikation

| Erwähnenswerte Aktivitäten (extern)                   | Arbeitspakete  | Verantwortlich | Ausführend | Personenmonate | Projektmonate |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
|---|--|----------------|------------|----------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
|   |  |                |            |                | 03 2021       | 04 2021 | 05 2021 | 06 2021 | 07 2021 | 08 2021 | 09 2021 | 10 2021 | 11 2021 | 12 2021 | 01 2022 | 02 2022 | 03 2022 | 04 2022 | 05 2022 | 06 2022 | 07 2022 | 08 2022 | 09 2022 | 10 2022 | 11 2022 | 12 2022 | 01 2023 | 02 2023 | 03 2023 | 04 2023 | 05 2023 | 06 2023 |
| 12.04.2023 - 30.06.2023                               | <b>AP 5 Abschlussevaluation, Dokumentation und Kommunikation</b> |                |            |                | 1             | 2       | 3       | 4       | 5       | 6       | 7       | 8       | 9       | 10      | 11      | 12      | 13      | 14      | 15      | 16      | 17      | 18      | 19      | 20      | 21      | 22      | 23      | 24      | 25      | 26      | 27      | 28      |
| Fokusgruppe und Think Aloud -Verg. Senioren           | 5.1 Abschlussevaluation  | MLU            | MLU        | 0,5            |               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Workshop Produktdefinition, TDG Abschlusspräsentation | 5.2 Projektkommunikation   | MLU            | MLU        | 1,5            |               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |
| Publikationen auf Konferenzen und in Fachjournalen    | 5.4 Kontinuierliche Pressearbeit                                 | MLU            | MLU        | 1              |               |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |         |

Abbildung 15: Überblick des Verlaufs von AP 5.

Legende: x = keine Aktivität trotz Planung; pastellfarbene Felder = Aktivität über die ursprüngliche Planung hinausgehend.

12.04.2023 – 30.06.2023 | Arbeitsaufwand: 3 Personenmonate | Leistungsaufwand: 27 Monate

Das AP 5 wurde einerseits als abschließender Meilenstein gesehen, andererseits begleitete die Projektkommunikation und kontinuierliche Pressearbeit das Teilprojekt nahezu über die gesamte Projektlaufzeit. Im Mittelpunkt des AP 5 standen die summative Abschlussevaluation des Gesamtprojektes, wissenschaftliche Publikationen sowie Präsentationsmöglichkeiten. So wurde im Rahmen von AP 5.1 eine summative Abschlussevaluation (siehe Abbildung 16) aller realisierten SAR-Unterstützungsfunktionen und des nach den agilen Entwicklungszyklen vorerst finalen Demonstrators mit einer Nutzergruppe durchgeführt. Dabei wurde gemäß FEDS-Framework von Venable et al. (2016) ein natürliches und summatives Setting entsprechend der *Human Risk & Effectiveness*-Strategie angestrebt, um das ALiS-System zusammen mit der Zielgruppe zu evaluieren. Dazu wurde die Gruppe der Proband\*innen geteilt (jeweils n = 7), so dass die Think-Aloud-Session mit zwei unterschiedlichen Gruppen und Voraussetzungen begann. Zu Beginn jeder Session wurde das Gesamtprojekt noch einmal vorgestellt und anschließend hatten die Proband\*innen 30 min Zeit, sich in einer Modellwohnung zu bewegen und das System zu testen. Dabei sollten sie ihre Gedanken während des Testens verbalisieren, wobei bestimmte Funktionalitäten von außen ausgelöst wurden, auf die reagiert werden musste. Zum Einsatz kamen sowohl der normale ALiS-Demonstrator als auch der Tablet-Demonstrator (siehe Abbildung 13 und 16), wobei beide Varianten bei den Proband\*innen einen guten Eindruck hinterließen und gut vermitteln konnten, wie das ALiS-System in der Praxis eingesetzt werden könnte. Die Ergebnisse dieser abschließenden Evaluation wurden dokumentiert, im Rahmen einer qualitativen Inhaltsanalyse kategorisiert und dienten als Grundlage für die weiteren Entwicklungsschritte des ALiS-Systems im Hinblick auf eine mögliche ökonomische Bewertung. Besonders wertvoll waren die direkten Rückmeldungen der Nutzer\*innen, die nicht nur Aufschluss über die intuitive Bedienbarkeit und Akzeptanz des Systems gaben, sondern auch wertvolle Hinweise für mögliche Verbesserungen und Erweiterungen lieferten. Die Ergebnisse der summativen Abschlussevaluation wurden dabei ebenfalls in einer wissenschaftlichen Publikation verschriftlicht, die sich zum Zeitpunkt des Verfassens des Abschlussberichts im Veröffentlichungsprozess befindet. Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das Konzept eines ALiS nicht nur technisch realisierbar ist, sondern auch von der Zielgruppe akzeptiert und als hilfreich empfunden wird. Die Ergebnisse bilden somit eine solide Grundlage für die weitere Forschung und Entwicklung in diesem Bereich und unterstreichen das Potenzial von SAR-Technologien zur Unterstützung älterer und kognitiv eingeschränkter Menschen. Die Tasks 5.2 sowie 5.4 widmeten sich der Projektkommunikation und kontinuierlichen Pressearbeit im Verlauf des Teil- sowie Gesamtvorhabens. Die wissenschaftlichen Erkenntnisse (Theorien, Ergebnisse, Evaluationen) wurden dabei in mehreren Publikationen verschriftlicht, die sich zum Teil noch im Veröffentlichungsprozess befinden. Dabei wurden sowohl wissenschaftlich als auch praktisch angesehene Publikationsorgane in Form von Konferenz- oder Journalbeiträgen anvisiert, die einerseits thematisch passend waren, andererseits die notwendige Reichweite aufwiesen, um die Ergebnisse in der Wissenschaftsgemeinschaft und der Praxis angemessen zu kommunizieren. Dabei stieß die Thematik des Gesamtvorhabens in Theorie und Praxis gleichermaßen auf positive Resonanz und konnte unter anderem Auszeichnungen für die wissenschaftliche Arbeit gewinnen. Diese Anerkennung bestätigt die Bedeutung und Relevanz des Projekts und seiner Ergebnisse, sowohl für den wissenschaftlichen Fortschritt als auch für die praktische Anwendung in der Pflege und Unterstützung von älteren Menschen und Menschen mit kognitiven Beeinträchtigungen. Eine genaue Auflistung der Publikationen ist in Kapitel 8 zu finden.

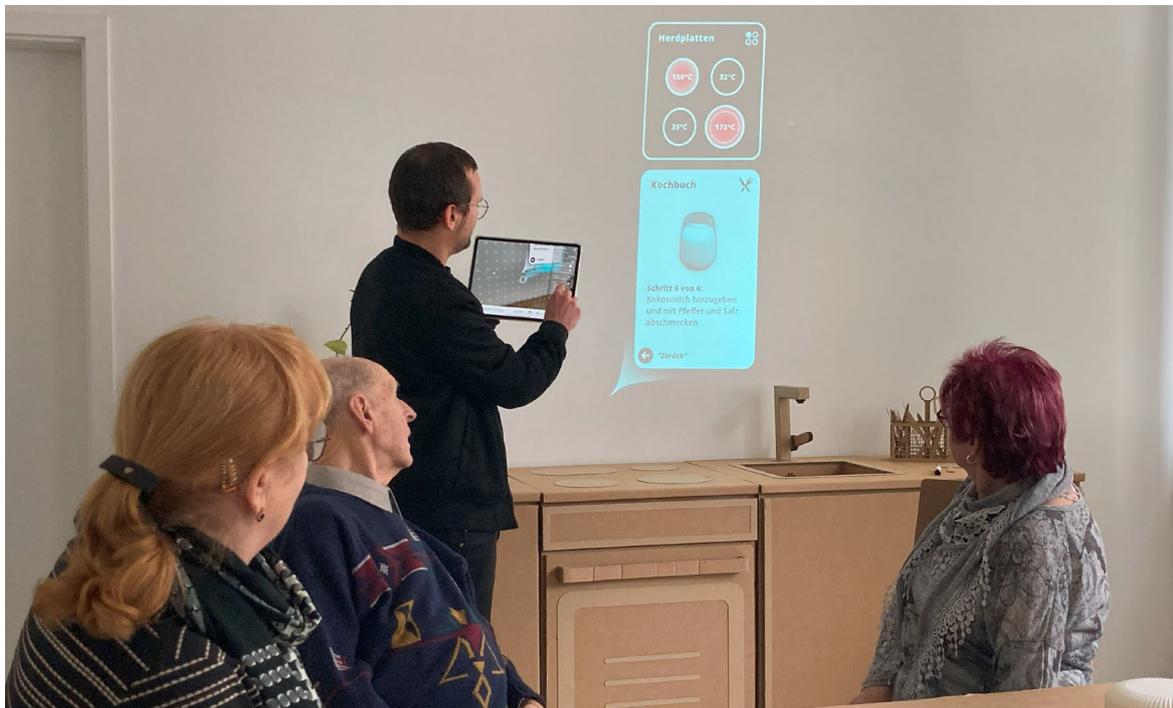


Abbildung 16: Summative Abschlussevaluation durch Think-Aloud-Sessions.

Die kontinuierliche Pressearbeit konzentrierte sich darauf, die breite Öffentlichkeit über die Fortschritte und Erfolge des Projektes zu informieren. Durch gezielte Öffentlichkeitsarbeit und die Teilnahme an Fachkonferenzen wurden die Projektergebnisse vorgestellt und diskutiert sowie ihre Bedeutung für die Gesellschaft herausgestellt. Dies trug nicht nur zur Sensibilisierung für die Herausforderungen und Bedürfnisse der Zielgruppe bei, sondern schuf auch ein breiteres Bewusstsein für die Potentiale von AR in der Unterstützung von älteren Menschen und Menschen mit kognitiven Einschränkungen. Darüber hinaus bot die Präsentation des Projektes auf verschiedenen Plattformen die Möglichkeit, mit Stakeholdern aus Wirtschaft, Wissenschaft und Gesellschaft in den Dialog zu treten und mögliche Kooperationen für die Zukunft anzubahnen. Die erfolgreiche Umsetzung und die positiven Rückmeldungen aus der Evaluation und den Publikationen haben den Weg für eine mögliche kommerzielle Umsetzung des ALiS-Systems geebnet und das Interesse potenzieller Investoren und Partner aus dem Gesundheitswesen geweckt. Das Gesamtvorhaben wurde auf folgenden Veranstaltungen vorgestellt und/oder ausgezeichnet:

- **Wissenschaftliche Konferenzen & Veranstaltungen**
  - Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS), 2022 – Award: “Best Paper in Track”
  - Hawaii International Conference on Information Systems (HICSS), 2023
  - Doktorandenworkshop Universität Paderborn, 2021
  - Interuniversitäres Doktorandenseminar Dresden, 2022
- **Nicht-Wissenschaftliche Veranstaltungen**
  - IQ Innovationspreis Mitteldeutschland, 2022 – Top 5 Shortlist Cluster Informationstechnologie
  - TDG Vision Filmdreh Ministerkonferenz des Bundes, 2022
  - Scientea Halensis Präsentationsaufbau Dorothea Erleben Lernzentrum Halle, 2022
  - Investforum Pitchday, 2022
  - TDG Summit Spotlight Projekt und Pitch, 2022
  - Präsentation beim Paritätischen Wohlfahrtsverband, Digitalisierungszentrum Zeitz, 2022
  - TDG Zwischenpräsentation, 2022
  - Bewerbung Hugo-Junkers-Preis, 2023
  - TDG Abschlusspräsentation, 2023
  - Präsentation 3. XR-Meetup Leipzig, 2023

Zusammenfassend kann festgehalten werden, dass das ALiS-System einen wichtigen Beitrag zur Unterstützung und Verbesserung der Lebensqualität von älteren Menschen und Menschen mit leichten kognitiven Einschränkungen leisten kann und sowohl in der Praxis als auch in der Wissenschaft auf positive Resonanz gestoßen ist. Die Ergebnisse und Erfahrungen aus AP 5 haben gezeigt, dass ein theoretisch fundiertes und benutzerfreundliches SAR-System eine wertvolle

Ressource für diese Zielgruppen darstellt und das Potential hat, den Alltag und die digitale Gesundheitsversorgung nachhaltig zu verbessern. Die Aufmerksamkeit und Anerkennung, die das Projekt auf verschiedenen Veranstaltungen und Plattformen erhalten hat, zeigt das wachsende Interesse an Technologien, die die Lebensqualität älterer und leicht kognitiv eingeschränkter Menschen verbessern können. Insgesamt hat das Arbeitspaket 5 entscheidend zur Verbreitung und Kommunikation der Ergebnisse des ALiS-Projekts beigetragen und die Grundlage für die weitere Nutzung und Entwicklung dieser innovativen Technologie gelegt. Die gewonnenen Erkenntnisse und das positive Feedback bilden eine solide Basis für zukünftige Initiativen zur weiteren Verbesserung und zum breiteren Einsatz der Technologie.

### 3. Wesentliche Ergebnisse

Die detaillierte Darstellung der Ergebnisse wurde in Kapitel 2 und der Beschreibung des Ablaufs des Teilvorhabens dargestellt. Die wesentlichen Ergebnisse des Projektes können daher nochmals wie folgt zusammengefasst werden:

- Wissenschaftlich validierte und implementierte Design-Theorie für *Augmented Living Spaces*
- Wissenschaftlich validierte und implementierte Referenzarchitektur für *Augmented Living Spaces*
- Angestoßener wissenschaftlicher Diskurs zur Thematik Spatial Augmented Reality in der digitalen Gesundheitsversorgung durch ausgezeichnete Publikationen in angesehenen Outlets
- Auf KI basierendes Modell zur Objekterkennung und Interaktionssteuerung mit synthetischen Bilddaten
- Entwickelter Demonstrator zur Veranschaulichung und Evaluation der Referenzszenarien
- Positive Zwischenevaluationen und positive Abschlussevaluation hinsichtlich der Bedienbarkeit, Interaktion, Nützlichkeit, Effektivität, Intuitivität, Relevanz und Anwendbarkeit eines *Augmented Living Space*

### 4. Wichtigste Positionen des zahlenmäßigen Nachweises

Im Projekt wurden folgende Kosten verausgabt:

- |                                     |               |                     |
|-------------------------------------|---------------|---------------------|
| • Pos. 0812: Beschäftigte TV-L E13  | - 135.733,04€ | (bis einschl. 2023) |
| • Pos. 0822: Beschäftigungsentgelte | - 7.186,58€   | (bis einschl. 2023) |
| • Pos. 0850: Notebook               | - 2.422,25€   | (2021)              |
| • Pos. 0843: Literatur              | - 14,00€      | (2021)              |
| • Pos. 0850: Mixed-Reality-Headset  | - 3.687,81€   | (2021)              |
| • Pos. 0844: Inlandsdienstreise     | - 293,00€     | (2021)              |
| • Pos. 0850: Mini-Beamer            | - 859,00€     | (2022)              |
| • Pos. 0844: Inlandsdienstreise     | - 138,10€     | (2022)              |
| • Pos. 0841: Festplatte             | - 134,90€     | (2023)              |

### 5. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Projektarbeiten

Das KEVALiS-Teilvorhaben war ein wesentlicher Bestandteil des ALiS-Gesamtprojekts, mit dem Ziel, die Lebensqualität älterer und leicht kognitiv eingeschränkter Menschen durch innovative Technologien zu verbessern. Im Folgenden werden die Angemessenheit und Notwendigkeit der geleisteten Arbeiten zum Erfolg und Ablauf des Projekts diskutiert.

Im Zentrum des Projekts stand die Entwicklung und Implementierung von Technologien der räumlichen AR. Diese Entscheidung war aufgrund der spezifischen kognitiven Voraussetzungen und Bedürfnisse der Zielgruppe angemessen und zielführend. SAR-Systeme, die Informationen direkt in den Lebensraum projizieren, bieten eine intuitive und unaufdringliche Unterstützung, die auch besonders für Menschen mit leichten kognitiven Einschränkungen geeignet ist. Diese technologische Wahl spiegelt ein tiefes Verständnis der Bedürfnisse der Zielgruppe wider und zeigt die Angemessenheit der Arbeit im Bereich innovativer digitaler Gesundheitsfürsorge. Die wissenschaftliche Gestaltung und Evaluierung des Gesamtsystems erfolgte dabei in enger Zusammenarbeit mit den Endnutzer\*innen. Durch regelmäßige formative Evaluationen und Tests wurde sichergestellt, dass die entwickelten Lösungen nicht nur technisch innovativ, sondern auch in der Praxis anwendbar und hilfreich sind. Dieser nutzerzentrierte Ansatz war entscheidend für die Relevanz und Effektivität des Projekts, wodurch nicht nur dessen Ausrichtung (z.B. Zielgruppe, Funktionalitäten), sondern auch dessen Inhalte stetig angepasst werden konnten. Ein wichtiger Aspekt für den Projekterfolg war in diesem Zusammenhang auch die agile, iterative und multi-zyklische Vorgehensweise, die den Fokus auf Skalierbarkeit, Anpassbarkeit und Modularität sicherstellte. Die entwickelten Lösungen wurden so konzipiert, dass sie an unterschiedliche Wohnsituationen und individuelle

Bedürfnisse angepasst werden können. Die Flexibilität des Systems stellt sicher, dass es in unterschiedlichen Kontexten eingesetzt werden kann und somit einen breiten Nutzerkreis anspricht.

Wie in Kapitel 2 beschrieben, hat das generelle Vorgehen im Teilvorhaben wesentlich dazu beigetragen, die gesetzten Meilensteine und antizipierten Ergebnisse zu erreichen. Durch die Fokussierung auf die theoretisch-konzeptionelle Fundierung zu Beginn des Teilvorhabens konnte eine solide Basis für die Technologieentwicklung geschaffen werden. Diese Basis war entscheidend für die Ausrichtung der technischen Umsetzung und die spätere Integration der SAR-Technologie in reale Anwendungsszenarien. Die starke theoretische Verankerung und die darauf basierende praxisorientierte Entwicklung sorgten für eine hohe Übereinstimmung zwischen den theoretischen Annahmen und den tatsächlichen Anforderungen der Nutzer\*innen. Der agil-iterative Ansatz des Teilvorhabens ermöglichte es zudem, flexibel auf sich ändernde Anforderungen und unvorhergesehene Herausforderungen zu reagieren. Durch regelmäßige formative Evaluationsepisoden mit Endnutzer\*innen und Expert\*innen konnte sichergestellt werden, dass die Technologieentwicklung stets nutzerzentriert blieb und die Bedürfnisse der Zielgruppe effektiv adressierte. Die Integration des Nutzerfeedbacks in den Entwicklungsprozess hat nicht nur die Produktqualität verbessert, sondern auch wesentlich zur Akzeptanz der SAR-Technologie bei der Zielgruppe beigetragen. Die kollaborative Arbeitsweise im Projektteam ermöglichte es zudem, interdisziplinäre Perspektiven aus den Bereichen Wirtschaftsinformatik, Design, Gesundheitswissenschaften und Pflegepraxis zu integrieren und so einen ganzheitlichen Entwicklungsansatz zu verfolgen. Dieser Ansatz erwies sich insbesondere bei der Bewältigung komplexer technischer Herausforderungen und der Ausrichtung des Gesamtvorhabens (z.B. Zielgruppe) als wertvoll, da unterschiedliche Expertisen und Sichtweisen zusammengeführt wurden. Darüber hinaus wurde durch regelmäßige Workshops und Trainings das Fachwissen im Team kontinuierlich erweitert und damit die Innovationskraft und Problemlösungskompetenz des gesamten Teams gestärkt.

Die Arbeit im Teilvorhaben KEvALiS war in hohem Maße zielorientiert, um den Projekterfolg zu sichern und adäquat zu kommunizieren. Die Kombination aus bedarfsorientierter Technologieentwicklung, nutzerzentriertem Design, interdisziplinärer Forschung und dem Fokus auf Skalierbarkeit und Nachhaltigkeit zeichnet die Qualität und Relevanz der geleisteten Arbeit aus. Damit wurde ein wesentlicher Beitrag zum Projekterfolg und -verlauf geleistet, der die Lebensqualität der Zielgruppe nachhaltig verbessern kann.

## 6. Verwertbarkeit der Ergebnisse

Im Rahmen des KEvALiS-Projekts, das Teil des vom BMBF-geförderten Programms WIR! ist, wurde ein sozio-technisches IS für ALiS konzipiert. Ziel war es, Menschen mit leichten kognitiven Beeinträchtigungen im Alltag zu unterstützen, indem die Möglichkeiten von SAR genutzt wurden, um somit die BMBF-Handlungsfelder *Zusammenarbeit zwischen Wissenschaft, Wirtschaft & Gesellschaft*, *Stärkung der Innovationsfähigkeit von Unternehmen* sowie *Fachkräftesicherung* zu adressieren. Dabei orientiert sich der fortgeschrittene Verwertungsplan an den förderpolitischen Handlungsfeldern des BMBF-Förderprogramms WIR!, dass sich auf die Förderung innovativer, teilhabeförderlicher digitalisierter Wohnformen im Zusammenhang mit Pflegebedürftigkeit konzentriert.

### 6.1. Wissenschaftliche Erfolgsaussichten

Basierend auf den Ergebnissen des KEvALiS-Teilvorhabens lassen sich folgende fünf wissenschaftliche Erfolgsaussichten identifizieren:

1. **Erweiterung der Design-Theorie und Referenzarchitektur für ALiSes:** Die im Projekt entwickelte Design-Theorie und Referenzarchitektur für ALiS bietet eine solide Grundlage für weiterführende Forschungsarbeiten auf dem Gebiet AR-basierter Gesundheitsversorgung. Zukünftige Projekte können auf dieser Theorie und Architektur aufbauen, um innovative Lösungen insbesondere für die Unterstützung von Menschen mit leichten kognitiven Beeinträchtigungen zu entwickeln. Dies umfasst sowohl die Verbesserung bestehender Anwendungen als auch die Schaffung neuer Einsatzbereiche für AR-Technologien in der digitalen Gesundheitsversorgung und darüber hinaus.
2. **Forschung zur Mensch-Computer-Interaktion:** Die Erfahrungen mit der Sprachsteuerung und der intuitiven, benutzerfreundlichen Interaktion, die im Rahmen des KEvALiS-Projekts gesammelt wurden, bieten wertvolle Erkenntnisse für die Forschung im Bereich der Mensch-Computer-Interaktion. Insbesondere die Anpassung der Technologie an die Bedürfnisse von älteren Menschen und Menschen mit leichten kognitiven Einschränkungen stellt einen bedeutenden Fortschritt dar.
3. **Untersuchung der sozio-technischen Systemintegration:** Das Projekt liefert wichtige Erkenntnisse darüber, wie technologische Innovationen in bestehende soziale Strukturen und Lebensräume integriert werden können. Dies ist insbesondere für die Forschung in den Bereichen Ambient Assisted Living und Smart Home von Bedeutung, da es zeigt, wie Technologie nahtlos in den Alltag der Nutzer\*innen eingebettet werden kann, ohne diese dabei zu überfordern oder eindringlich zu sein.

4. **Neue Ansätze in der Pflegewissenschaft:** Die Erkenntnisse aus dem KEvALiS-Projekt bieten neue Perspektiven für die Pflegewissenschaft, insbesondere in Bezug auf die Anwendung von AR-Technologie zur Unterstützung der Selbstständigkeit und Autonomie von älteren oder pflegebedürftigen Menschen. Dies könnte zu innovativen Pflegekonzepten führen, die Technologie nutzen, um die Lebensqualität dieser Zielgruppen zu verbessern.
5. **Interdisziplinäre Forschungsimpulse:** Die Ergebnisse des Projekts eröffnen Möglichkeiten für interdisziplinäre Forschungsarbeiten, die Technologie, Psychologie, Medizin und Sozialwissenschaften verbinden. Insbesondere die Auswirkungen der Technologie auf das Wohlbefinden und die Unabhängigkeit von Nutzern bieten ein breites Spektrum an Forschungsthemen und -ansätzen, die von weiterführenden Forschungsprojekten und Studien aufgegriffen werden können.

Zusammenfassend bieten die Ergebnisse des KEvALiS-Projekts vielfältige wissenschaftliche Erfolgsaussichten, die sowohl zur Weiterentwicklung der Technologie als auch zum tieferen Verständnis ihrer sozialen und psychologischen Auswirkungen beitragen.

## 6.2. Fortgeschrittener Verwertungsplan

Der fortgeschrittene Verwertungsplan für das Teilvorhaben verfolgt eine Vielzahl an Strategien, die folgend aufgezählt werden:

1. **Förderung von Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft:**
  - a. Die Etablierung von ALiS in Wohnräumen, gerade in strukturschwachen Regionen, stärkt regionale Vernetzungen und bildet eine Basis für interdisziplinäre wissenschaftliche Projekte.
  - b. Förderung von Kooperationsprojekten zwischen ALiS-Dienstleistern und wissenschaftlichen Einrichtungen, um die Anwendung und Auswirkungen von (S)AR-Technologie in der Pflege und digitalen Gesundheitsversorgung weiter zu erforschen.
2. **Innovationsfähigkeit von Unternehmen**
  - a. Entwicklung und Vermarktung von ALiS als kommerzielles Produkt, um die Innovationsfähigkeit der beteiligten Unternehmen (DENKUNDMACH) zu stärken.
  - b. Aufbau eines Netzwerks zu potenziellen Kunden und Partnern, um das Geschäftsfeld im medizinischen Sektor zu erweitern und innovative Lösungen im Bereich der Pflegetechnologie anzubieten, was durch die Teilnahme an Veranstaltungen (bspw. Investforum Pitchday) bereits forciert wurde.
3. **Fachkräftesicherung und Ausbildung**
  - a. Förderung von attraktiven Berufsprofilen im IT-Bereich durch die Integration der ALiS-Technologie in Lehrpläne und Ausbildungsprogramme sowie die Integration in die universitäre Lehre am Lehrstuhl (bspw. erfolgt durch Projektseminare oder Abschlussarbeiten).
  - b. Zusammenarbeit mit regionalen Hochschulen und Ausbildungsbetrieben, um junge Fachkräfte für Tätigkeiten mit innovativer Technik im sinnstiftenden Gesundheits- und Pflegekontext zu gewinnen.
4. **Förderung innovativer teilhabeförderlicher digitalisierter Wohnformen**
  - a. Unterstützung alltäglicher kognitiver Aufgaben durch virtuelle Anleitungen und Erinnerungen im ALiS.
  - b. Steigerung der Selbstständigkeit und Verlängerung der autonomen Verweildauer in der eigenen Häuslichkeit von Menschen mit sensorischen und kognitiven Beeinträchtigungen.

### Langfristige Ziele

- Einflussnahme auf politische und gesellschaftliche Rahmenbedingungen: Aktive Teilnahme an politischen Diskursen (bspw. durch Plenumsveranstaltung wie *TDG Summit* oder *Gesundheitsversorgung Sachsen-Anhalt*) und Zusammenarbeit mit Entscheidungsträgern, um die Bedeutung von Technologie in der Pflege und positive Erfahrungen hervorzuheben.
- Nachhaltige Wirkung in der Gesellschaft: Langfristige Nutzung der ALiS-Technologie zur Verbesserung der Lebensqualität von älteren und leicht kognitiv eingeschränkten Menschen.
- Positionierung als Innovationsführer: Festigung der Rolle der beteiligten Organisationen als führende Entwickler\*innen und Anbieter\*innen von innovativen Lösungen im Bereich der digitalen Gesundheitsversorgung.

Durch die aufgezeigten Punkte verfolgt dieser fortgeschrittene Verwertungsplan das Ziel, das KEvALiS-Teilvorhaben sowie das Gesamtprojekt ALiS im Einklang mit den Handlungsfeldern des BMBF- Förderprogramms WIR! nachhaltig in verschiedenen gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Bereichen zu verankern. Die Strategien und Maßnahmen sind darauf ausgerichtet, die gewonnenen Erkenntnisse und Technologien für eine breite Palette von Anwendungen nutzbar zu machen und somit einen dauerhaften, positiven Einfluss auf Wissenschaft, Wirtschaft und Gesellschaft zu nehmen.

### 6.3. Planungen für die nähere Zukunft

Zum Zeitpunkt der Erstellung des Abschlussberichtes befindet sich das Gesamtprojekt in einer Phase der wirtschaftlichen Orientierung und Ausrichtung. Die positiven Evaluationsergebnisse und Rückmeldungen auf wissenschaftlichen Konferenzen und anderen Netzwerkveranstaltungen lassen eine Weiterentwicklung und wirtschaftliche Verwertung dieses Forschungs- und Entwicklungsvorhabens sinnvoll erscheinen. So konnten auf den genannten Veranstaltungen erste Gespräche zur Anschlussfinanzierung und Ausrichtung des Projektes geführt werden, die nicht nur eine Integration und Anwendung in der strukturschwachen TDG-Region ermöglichen, sondern darüber hinaus in den Alltag einer breit gefächerten Zielgruppe integriert werden könnten. Daher ergeben sich die folgenden Planungen für die nähere Zukunft:

#### 1. Kurzfristige Maßnahmen (2023/2024)

- a. *Weiterführung der Forschung und Entwicklung:* Die im Projekt entwickelte Design-Theorie, IS-Architektur und die Auswahl von AR-Unterstützungen bilden eine solide Basis für zukünftige Praxisprojekte im Kontext digitaler Gesundheitsversorgung. Die Ergebnisse des Projekts, insbesondere der ALiS-Demonstrator, sollen für weitere Forschungsprojekte, Lehrveranstaltungen und Schulungen genutzt werden. Die Entwicklung einer konkreten ALiS-Anwendung ist als Folgeprojekt bereits bewilligt.
- b. *Publikationen und Lehre:* Die wissenschaftlichen Ergebnisse, insbesondere die Design-Theorie und die Erfahrungen aus der Implementierung des Demonstrators, bieten zahlreiche Möglichkeiten für Publikationen. Zudem ist die Integration des ALiS-Demonstrators in die Lehre am Lehrstuhl geplant, um die Lehrangebote in den Bereichen Workflow-Management, Smart Home und Gesundheitswesen zu erweitern.
- c. *Entwicklung neuer Software-Werkzeuge:* Durch die Analyse der im ALiS entstehenden Log-Daten können weitere neue Software-Werkzeuge entwickelt werden, insbesondere solche, die KI und ML nutzen, um Mehrwerte für die Nutzer des ALiS zu generieren, wie durch das bereits entwickelte KI-Modell beispielhaft aufgezeigt wurde.

#### 2. Mittel- und Langfristige Maßnahmen (2025-2027)

- a. *Aufbau eines Kompetenz-Clusters für SAR:* Das KEvALiS-Projekt legt den Grundstein für die Entwicklung eines regionalen Netzwerks im Bereich der SAR-Systeme. Die erworbenen Kenntnisse und Erfahrungen sollen genutzt werden, um weitere Forschungs- und Entwicklungsprojekte im Bereich spatialer AR, besonders im Kontext digitaler Gesundheitsversorgung, zu etablieren.
- b. *Förderung weiterführender Forschung:* Die Evaluationsergebnisse bieten interessante Ansätze für weitere Studien, insbesondere im Kontext der Technikooptionen für digitale Versorgungs- und Wohnkonzepte bei Pflegebedürftigkeit. Dies eröffnet Möglichkeiten zur Initiierung weiterer Forschungsprojekte, die sowohl ALiS als auch andere Technologien im Pflegekontext erforschen.

## 7. Stand der Wissenschaft & Fortschritt auf dem Gebiet des Vorhabens

Das KEvALiS-Projekt knüpfte an den aktuellen Stand der Forschung in der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik an und folgt dem Paradigma des DSR. DSR konzentriert sich auf die Gestaltung von IT-Artefakten und umfasst in den meisten Fällen mehrere iterativ durchführbare Phasen: Problemidentifikation, Zieldefinition, Design und Entwicklung, Demonstration, Evaluation und Kommunikation. Ein iteratives und agiles Vorgehen ist dabei zentral, um die Erkenntnisse aus der Evaluation für Modifikationen und die Initiierung eines neuen Entwicklungs- oder Design-Zyklus zu nutzen. Für das Teilprojekt KEvALiS war ein multi-zyklischer DSR-Ansatz maßgeblich, der die Generierung von konzeptionellen Artefakten, Modellen, Methoden, Instanzierungen und Implementierungen vorsah.

Dieser Ansatz ermöglichte die zielführende Anpassung und Weiterentwicklung des ALiS-Demonstrators über mehrere Entwicklungszyklen hinweg. Der Schwerpunkt lag auf der Entwicklung einer IS-Architektur, die die Integration von Workflow Management Systemen (WfMS) und AR beinhaltet. Die Forschung zu WfMS und deren Integration mit AR-Technologien bildete daher die zentrale Grundlage für die Konzeption des Teilprojekts. Trotz einiger bestehender Forschungsarbeiten, die sich mit AR und Arbeitsabläufen beschäftigen, ist die Entwicklung eines IS mit Schwerpunkt auf SAR zur Unterstützung von Menschen mit leichten kognitiven Einschränkungen nach wie vor eine offene Forschungsfrage. Zum Zeitpunkt der Antragstellung gab es bereits eine Vielzahl an wissenschaftlicher Literatur zu AR in der digitalen Gesundheitsversorgung, teilweise auch unter dem speziellen Aspekt kognitiver Einschränkungen, jedoch bestand eine theoretisch-konzeptionelle und praktische Forschungslücke bei der Anwendung von räumlicher AR in genau diesem Bereich. Im Allgemeinen konzentrierten sich die vorhandenen Ansätze der räumlichen AR auf die Bereiche Produktion, Wartung und Unterhaltung, wissenschaftlich-technische Arbeiten im Bereich der digitalen Gesundheitsversorgung konnten nicht identifiziert werden. Durch die im Rahmen des Teilprojekts entstandenen wissenschaftlichen Publikationen auf Fachkonferenzen und in renommierten Fachzeitschriften, die zum Teil mit Preisen ausgezeichnet wurden, konnte KEvALiS die identifizierte Forschungslücke teilweise schließen und einen wissenschaftlichen Diskurs in diesem Bereich initiieren, der als Ausgangspunkt für zukünftige Forschung und Verwertung der Projektergebnisse dient.

Das Teilvorhaben KEvALiS hat signifikante Fortschritte im Bereich AR-basierter digitaler Gesundheitssysteme erzielt, um das Leben älterer und leicht kognitiv eingeschränkter Menschen durch innovative, technologische Unterstützung zu verbessern. Ein explizit erklärtes Ziel des Teilvorhabens war dabei die Aufarbeitung des wissenschaftlichen und projektbezogenen State-of-the-Art im Kontext (S)AR-basierter digitaler Gesundheitsanwendungen. Insofern entsprechen die in Kapitel 2 dargestellten Inhalte von AP 1 und AP 2 sowie der in den Publikationen dargestellte wissenschaftliche Stand den Fortschritten, die während der Durchführung des Vorhabens bekannt geworden sind. Darüber hinaus stellt die Design-Theorie einen neuen theoretischen Beitrag zum wissenschaftlichen Diskurs über digitale Gesundheitsanwendungen dar, der in dieser Form bisher nicht existierte. Die im Teilvorhaben entwickelte Referenzarchitektur fungiert dabei als Brücke zwischen wissenschaftlicher Theorie (d.h. der Design-Theorie) und praktischer Anwendung (d.h. das Gesamtsystem und der Demonstrator) und existierte zu Beginn des Vorhabens weder in der analysierten Literatur noch in anderen Projekten. Einen überaus relevanten Beitrag zum wissenschaftlichen Stand und Diskurs stellt dabei das entwickelte KI-Modell und dessen Anwendung dar. Da die Nutzung synthetischer Bilddaten besonders im Gesundheitswesen bis dato untererforscht ist und erst in den letzten Jahren durch die rasanten Fortschritte auf dem Gebiet der KI enorm an Bedeutung gewonnen hat, wird unserer Entwicklung und innovativen Anwendung zur indirekten Nutzerinteraktion eine gewisse Leuchtturmwirkung zuteil. Durch das Teilvorhaben und unsere wissenschaftlichen Ergebnisse konnten wir den zu Beginn des Projekts angerissenen Stand der Forschung um relevante, anwendungsorientierte und innovative Perspektiven erweitern, die durch rigorose Evaluationsepisoden bestätigt wurden.

## 8. Erfolgte und geplante Veröffentlichungen

Im Zuge des Teilvorhabens wurden insgesamt fünf Publikationen angestrebt, von denen zum Zeitpunkt des Verfassens dieses Abschlussberichts drei bereits veröffentlicht waren und sich die restlichen zwei Werke im Publikationsprozess befinden. Hierbei konnten die Publikationen bei wissenschaftlich angesehenen Outlets (Fachjournale und Konferenzen) veröffentlicht werden und teilweise Auszeichnungen gewinnen.

### Erfolgte Veröffentlichungen

- Böhmer, M., Damarowsky, J. und Kühnel, S. (2023). "Implementing ALiS: Towards a Reference Architecture for Augmented Living Spaces", 56th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS), Maui, Hawaii, USA, pp. 3204-3213. *VHB Jourqual 3: C*.
- Böhmer, M., Damarowsky, J., Kühnel, S., Parschat, S. und Mahn, V.A. (2022). "Preserve Autonomy - Developing and Implementing a Design Theory for Augmented Living Spaces", 26th Pacific Asia Conference on Information Systems (PACIS), Taiwan (China) & Sidney (Australia), PACIS 2022 proceedings, paper 74. Best Paper Award Nominee & Best Paper in Track. *VHB Jourqual 3: C*.
- Böhmer, M., Damarowsky, J., Parschat, S., Mahn, V.A. (2022). "ALiS: Entwicklung einer Designtheorie für Augmented Living Spaces zur erweiterten Autonomie älterer und kognitiv eingeschränkter Menschen", HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik: Special Issue "Augmented & Virtual Reality", Band 59, Heft 1, S. 367–388, Februar 2022, Springer Vieweg. *VHB Jourqual 3: D*.

## Geplante Veröffentlichungen

Zusätzlich zu den bereits veröffentlichten Publikationen sind zwei weitere Publikationen bezüglich des entwickelten KI-Moduls geplant, welche sich zum Zeitpunkt der Verfassung des Abschlussberichts teilweise in peer-review Verfahren befinden.

- Eingereicht und unter Begutachtung bei einem IS-Journal
- Eingereicht und unter Begutachtung bei einem IS-Journal

## 9. Projekt-Team

### Prof. Dr. Stefan Sackmann



Prof. Dr. Sackmann hat seit 2009 die Professur für Wirtschaftsinformatik, insb. Betriebliches Informationsmanagement an der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg inne. Sein Forschungsschwerpunkt liegt unter anderem auf der zivilen Sicherheitsforschung (Katastrophenmanagement) und der Digitalen Transformation im Pflege- und Gesundheitskontext. Im Kern stehen in allen Projekten – und so auch im Projekt KEvALiS – die Zusammenarbeit von Menschen und Computern sowie die effektive und effiziente Steuerung von Prozessen, aber auch der Transfer der gewonnenen Erkenntnisse in die betriebliche Praxis im Fokus. Mehrere der von Prof. Sackmann entwickelten und geleiteten Projekte wurden bislang durch das BMBF und die DFG gefördert (<https://informationsmanagement.wiwi.uni-halle.de/projekte/>).

### Martin Böhmer, M. Sc.



Martin Böhmer war Dean's List Scholar an der North Carolina State University und ist seit 2021 Doktorand und Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik, insb. Betriebliches Informationsmanagement der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg. Er beschäftigt sich unter anderem mit künstlicher Intelligenz, insbesondere der Verarbeitung synthetischer Bilddaten im Deep Learning, und Augmented-Reality-Technologien im Kontext digitaler Gesundheitssysteme. Im Teilvorhaben KEvALiS übernahm er den Großteil der administrativen und operativen Tätigkeiten, ko-konzipierte und implementierte das ALiS-Gesamtsystem, entwickelte und optimierte das Deep Learning Modell zur intuitiven Interaktion des Systems, plante und analysierte die wissenschaftlichen Fokusgruppen und Evaluationsepisoden, war verantwortlich für das Anfertigen der wissenschaftlichen Publikationen, nahm als Speaker bei den genannten Netzwerk- und Pitch-Veranstaltungen teil und entwickelte Strategien zur wirtschaftlichen Verwertung des Gesamtvorhabens.

### Dr. Stephan Kühnel



Dr. Stephan Kühnel ist Habilitand, Dozent und Projektleiter an der Professur für Wirtschaftsinformatik, insb. Betriebliches Informationsmanagement der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und Evaluationsbeauftragter am dortigen Wirtschaftswissenschaftlichen Bereich. Er promovierte 2019 im Fach Wirtschaftsinformatik über Ansätze zur ökonomischen Bewertung von Compliance-Maßnahmen auf Basis von Geschäftsprozessen. Die Ergebnisse seiner Dissertation bildeten die Grundlage für das vom BMBF geförderte Projekt „Prozess-orientierte wirtschaftliche Bewertung und Auswahl von IT-Sicherheitsmaßnahmen“ (**ProBITS**), in dem er eine leitende Funktion ausübt. In der Forschung beschäftigt er sich unter anderem mit Informationssicherheit sowie der Konzeption und Evaluation von Informationssystemen, insbesondere im AR-Umfeld. Seine Forschungsergebnisse wurden in zahlreichen Journalen und Tagungsbänden, wie bspw. ACM Computing Surveys, Computers & Security, Journal of Decision Systems, European Conference on Information Systems und International Conference on Conceptual Modeling veröffentlicht. Als Experte im Bereich Design Science Research, Informations- und

Geschäftsprozessmanagement war er wesentlich an der Ideenfindung, Konzeption und Antragstellung/-ausarbeitung des Verbundprojektes ALiS beteiligt und hat im Teilprojekt KEvALiS an der Erforschung, Evaluation und Publikation der Design-Theorie und Referenzarchitektur mitgewirkt.

**Dr. Johannes Damarowsky**



Dr. Johannes Damarowsky ist Postdoktorand und Dozent an der Professur für Wirtschaftsinformatik, insb. Betriebliches Informationsmanagement der Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg und als Vertreter des akademischen Mittelbaus Mitglied der Promotionskommission, der Auswahlkommission für Wirtschaftsinformatik-Masterstudierende sowie dem Fakultätsrat. Er promovierte 2023 im Fach Wirtschaftsinformatik über die Integration von Workflow-Management-Systemen und Augmented-Reality-Headsets. Die Ergebnisse seiner Dissertation bilden die Grundlage für das Forschungsprojekt „Process- and Object-oriented Knowledge Management for Assistance Systems using Augmented Reality“ ([PROKMAAR](#)). Als Experte in den Bereichen Design Science Research, Workflow-Management-Systeme und Augmented Reality war er federführend an der Ideenfindung, Konzeption und Antragstellung/-ausarbeitung des Verbundprojektes ALiS beteiligt und hat im Teilprojekt KEvALiS an der Erforschung der Design-Theorie und Entwicklung der

Referenzarchitektur, der Ko-konzeption und Implementierung des ALiS-Demonstrators, der Entwicklung von Strategien zur wirtschaftlichen Verwertung des Gesamtvorhabens, dem Projektmanagement und der Ergebnispublikationen mitgewirkt.