

Verbandschlussbericht

ForeSight – Plattform für kontextsensitive, intelligente und vorausschauende Smart Living Services

Gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK)

Verbundkoordinator:

Forschungsvereinigung Elektrotechnik beim ZVEI e.V.
Lyoner Str. 9, 60528 Frankfurt am Main

Projektleitung:

Anke Hüneburg
Tel.: +49 30 306960-13

anke.hueneburg@zvei.org

Michael Schidlack

Tel.: +49 160 3451403

michael.schidlack@fe-zvei.org

Laufzeit des Vorhabens: 01.01.2020 - 30.04.2023

Berichtsdatum: 28.06.2023

| Verbundpartner | Förderkennzeichen |
|---|-------------------|
| Aareon Deutschland GmbH | 01MK20004Q |
| DFKI GmbH | 01MK20004D |
| dormakaba International Holding GmbH | 01MK20004E |
| easierLife GmbH | 01MK20004F |
| Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg | 01MK20004H |
| Fachhochschule Dortmund | 01MK20004G |
| Forschungsvereinigung Elektrotechnik beim ZVEI e.V. | 01MK20004A |
| GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V. | 01MK20004I |
| Goethe Universität Frankfurt | 01MK20004J |
| GSW Gesellschaft für Siedlungs- und Wohnungsbau Baden-Württemberg mbH | 01MK20004K |
| Insta GmbH | 01MK20004L |
| IoT connctd GmbH | 01MK20004C |
| ixto GmbH | 01MK20004M |
| KEO GmbH | 01MK20004N |
| Power Plus Communications AG | 01MK20004O |
| Robert Bosch GmbH | 01MK20004B |
| Strategion GmbH | 01MK20004P |

Gefördert durch:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

Inhalt

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Aufgabenstellung und Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde | 6 |
| 2 | Planung und Ablauf des Vorhabens..... | 9 |
| 2.1 | Projektpartner, Laufzeit, Fördergeber | 9 |
| 2.2 | Ablauf des Vorhabens | 11 |
| 3 | Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde | 12 |
| 3.1 | Technischer Stand zu Projektbeginn | 12 |
| 3.1.1 | Dataspace-Konzepte..... | 12 |
| 3.1.2 | Semantik, Interoperabilität und die Referenzarchitektur Smart Living | 12 |
| 3.1.3 | KI und Smart Living | 14 |
| 3.1.4 | Basisservices und intelligente, Software-definierte Sensoren | 16 |
| 3.1.5 | Thinking Objects | 16 |
| 3.2 | Smart-Living-Geschäftsmodelle..... | 17 |
| 3.3 | Nutzerakzeptanz..... | 19 |
| 4 | Zusammenarbeit mit anderen Stellen | 19 |
| 5 | Erzielte Ergebnisse | 21 |
| 5.1 | TP 1: Roadmap, Vernetzung und Know-how-Transfer | 21 |
| 5.2 | TP 2: Daten, Datenstrukturierung, Datenschutz | 26 |
| 5.3 | TP 3: Plattformkomponenten und Referenzarchitektur | 33 |
| 5.4 | TP 4: Generische Use Cases..... | 40 |
| 5.5 | TP 5: Erprobungsumgebungen | 47 |
| 5.6 | TP 6: Nutzerintegration, -interaktion und Evaluation | 51 |
| 5.7 | TP 7: Smart Service Engineering und Geschäftsmodelle..... | 60 |
| 5.8 | TP 8: Plattformstrategie und Nachhaltigkeit..... | 67 |
| 5.9 | TP 9: Projektmanagement | 69 |
| 5.10 | Gesamteinschätzung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen | 75 |
| 5.10.1 | Überblick..... | 75 |
| 5.10.2 | Der Blick von „Außen“ und aktuelle Marktdynamiken..... | 76 |
| 5.10.3 | Best Practices für einen Plattformbetrieb von ForeSight..... | 77 |
| 5.10.4 | Der Blick von „Innen“ – die ForeSight Community | 79 |
| 5.10.5 | Schlussfolgerungen..... | 79 |
| 6 | Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit | 80 |
| 7 | Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit..... | 81 |
| 7.1 | Wissenschaftlicher Nutzen und Verwertung..... | 81 |
| 7.2 | Wirtschaftlicher Nutzen und Verwertung | 82 |
| 8 | Fortschritt bei anderen Stellen | 87 |
| 9 | Erfolge und geplante Veröffentlichungen..... | 88 |

Abbildungen

| | |
|--|----|
| Abbildung 1: ForeSight Dataspace. | 7 |
| Abbildung 2: ForeSight Toolbox. | 8 |
| Abbildung 3: ForeSight Community. | 8 |
| Abbildung 4: ForeSight-Arbeitsplan zu Vorhabenbeginn. | 11 |
| Abbildung 5: Referenzarchitektur Smart Living. | 12 |
| Abbildung 6: Ebenen der ForeSight-Plattform bzw. des ForeSight Dataspace. | 16 |
| Abbildung 7: Smart Living Dataspace. | 18 |
| Abbildung 8: PropTechs im Umfeld der Wohnungs- und Gebäudewirtschaft. | 18 |
| Abbildung 9: ForeSight-Roadmap. | 21 |
| Abbildung 10: Delegationsreise des Forums Digitale Technologien 2022. | 23 |
| Abbildung 11: IMAGINE 22. | 23 |
| Abbildung 12: Tage der digitalen Technologien 2022. | 24 |
| Abbildung 13: ForeSight auf der IFA 2022 in Berlin. | 24 |
| Abbildung 14: ForeSight-Konferenz 2023 in Berlin. | 25 |
| Abbildung 15: ForeSight Dataspace mit realen und virtuellen Sensoren, der Things-Registry, der Zeitseriendatenbank InFluxDB für Rohdaten, der semantischen Suche mit SPARQL sowie weiteren KI-Werkzeugen. | 26 |
| Abbildung 16: Things im ForeSight Dataspace. | 27 |
| Abbildung 17: ForeSight Things-Beschreibung. | 28 |
| Abbildung 18: ForeSight Location Editor zur Erstellung von semantischen Beschreibungen der Location eines Things. | 28 |
| Abbildung 19: SPARQL-Suche nach allen Things in der Things-Registry, die einen Lufttemperaturwert anbieten. | 29 |
| Abbildung 20: ForeSight schafft Voraussetzungen, um die semantisch angereicherten Smart Living Daten nicht nur auf Gebäude-, sondern auch auf Quartiers- und Smart-City-Ebene nutzbar zu machen. | 30 |
| Abbildung 21: Textuelle Datentopf-Zuordnung in Anlehnung an einen Use Case, hier Aktivitätserkennung, um das ForeSight-Konsortium auf externe Datentöpfe hinzuweisen und eine erste Einschätzung vorzunehmen. | 31 |
| Abbildung 22: Anzahl der Things pro erfasstem Haushalt im ForeSight Dataspace. | 33 |
| Abbildung 23: Finale Referenzarchitektur für den ForeSight Dataspace. | 34 |
| Abbildung 24: Der ForeSight Dataspace als ein des Smart-Living-Ökosystems. | 35 |
| Abbildung 25: Vereinfachte Darstellung der Einbindung des Multisensors als Edge-Device in den ForeSight Dataspace. | 38 |
| Abbildung 26: Synthetisch erzeugter Tagesverbrauch mit Aktivitäten als ground truth. | 39 |
| Abbildung 27: Logischer Aufbau des intelligenten Gebäudepförtners. | 42 |
| Abbildung 28: Startbildschirm der Geräteübersicht eines Haushalts. Hier können weitere Details durch Klicken auf die Messwerte dargestellt werden. | 42 |
| Abbildung 29: Oberfläche des Smart Service Marktplatzes. | 43 |
| Abbildung 30: Implementierte Ernährungsapplikation, welche einen Überblick über im Haushalt vorhandene Lebensmittel gibt und priorisiert Rezepte vorschlägt, welche möglichst viele, bald ablaufende Lebensmittel beinhalten. | 44 |
| Abbildung 31: Veranschaulichung der Produkterkennung im Kühlschrank mit Hilfe von im Kühlschrank installierten Kameras (links) und der Fusion der erkannten Produkte mit den | |

| | |
|--|----|
| abfotografierten, digitalisierten Kassenbondaten (rechts) zum Aktualisieren des Haushaltsbestands. | 45 |
| Abbildung 32: Übersicht Use Case Notfallerkennung inkl. Integrationen. | 46 |
| Abbildung 33: PPC Smart Meter Gateway. | 48 |
| Abbildung 34: Teilnehmende des gemeinsamen Workshops TP 4, 5 und 6. ©GSW Sigmaringen. | 48 |
| Abbildung 35: Aufbau des EEBUS-Use Cases..... | 49 |
| Abbildung 36: Öffnung bei Leckage mit QR-Code..... | 50 |
| Abbildung 37: Drohnenflug. | 50 |
| Abbildung 38: 3-stufiger Prozess zur Ermittlung der Nutzer-Präferenzen für Privacy Features. ⁵⁵ | 52 |
| Abbildung 39: Interfaces ohne gamifizierte Elemente (links), mit gamifizierten Elementen (Mitte), und als „serious game“ (rechts). ⁵⁵ | 52 |
| Abbildung 40: Nutzergruppen und ihre Bedürfnisse bei der Kochassistentz. | 54 |
| Abbildung 41: Erkläranimation zur Erläuterung der Informationspflicht über den unterjährigen Heizverbrauch nach EED..... | 54 |
| Abbildung 42: Quantitative Bewertung der Use Cases mit Schulnoten..... | 56 |
| Abbildung 43: Attraktivität von KI-Anwendungen bei der Befragung in Future Living®..... | 58 |
| Abbildung 44: Einschätzungen zum Einsatz von Drohnen bei der Befragung in Future Living®..... | 58 |
| Abbildung 45: Wertungskriterien der VDE SPEC 90012 V 1.0 (en); Übersetzung GSW in Abstimmung mit VDE. | 59 |
| Abbildung 46: Prozessualer Ablauf des zweiten Teils der Geschäftsmodell-Workshops. | 63 |
| Abbildung 47: Konzept integrierter Smart-Living-Demonstrator..... | 64 |
| Abbildung 48: Front- und Rückansicht des integrierten Smart-Living-Demonstrators..... | 64 |
| Abbildung 49: Innenansicht des integrierten Smart-Living-Demonstrators. | 64 |
| Abbildung 50: Architektur Service Registry und Smart Service Analyzer..... | 65 |
| Abbildung 51: Service Registry. | 66 |
| Abbildung 52: Smart Service Analyzer. | 66 |
| Abbildung 53: Mitglieder der ForeSight-Community. | 71 |
| Abbildung 54: ForeSight-Kommunikationsarchitektur..... | 71 |
| Abbildung 55: Key Visuals..... | 72 |
| Abbildung 56: ForeSight-Website, Social-Media-Präsenz. | 73 |
| Abbildung 57: Newsroom der ForeSight-Website. | 74 |
| Abbildung 58: Informationsbroschüre, Projekt-Logo..... | 75 |
| Abbildung 59: Leitfragen bei den Best Practice Case Studies. | 78 |
| Abbildung 60: Vorgehen bei der Cluster-Analyse. | 83 |
| Abbildung 61: Ergebnis der Cluster-Analyse zu Marktdynamiken im ForeSight-Smart-Living-Umfeld..... | 85 |
| Abbildung 62: Ausschnitt aus der ForeSight-Broschüre..... | 89 |

Tabellen

| | |
|---|----|
| Tabelle 1: Levelstufen zur Bezeichnung des Automatisierungsgrades eines Gebäudes..... | 16 |
| Tabelle 2: Autonomiegrade..... | 40 |
| Tabelle 3: Aspekte des „Design for All“ -Konzepts für das Nutzenerlebnis. | 60 |

1 Aufgabenstellung und Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Das vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) geförderte Verbundforschungsprojekt ForeSight hat sich das übergeordnete Ziel gesetzt, substanzielle Beiträge zur Beschleunigung der digitalen Transformation rund um das Gebäude, zur Entwicklung und Anwendung innovativer KI-Technologien sowie zur Schaffung eines digitalen Ökosystems mit intelligenten Services im relevanten Wirtschaftsbereich Smart Living zu leisten.

Die Vision des Vorhabens: **ForeSight bringt das Wohnen der Zukunft nach Deutschland.**

Mit einem leistungsfähigen branchen- und disziplinübergreifenden Konsortium entwickelte das Projekt Blaupausen für hochdigitalisierte Wohngebäude mit intelligenten Services. Dafür brachte ForeSight erstmalig die Wohnungswirtschaft, Technologieanbieter, Verbände, Handwerk und Wissenschaft zusammen, um eine offene Plattform für Smart-Living-Daten sowie KI-Methoden für den wirtschaftlichen Betrieb im Wohnumfeld zu entwickeln und zu erproben. Ein besonderes Augenmerk lag dabei auf der Interoperabilität zwischen bereits bestehenden und bewährten Herstellersystemen und Produkten, damit das Wohnen in Zukunft energie- und prozesseffizienter, resilienter, sicherer und komfortabler wird.

Intelligente, situationsadaptive (Wohn-)Gebäude, die sich in eine übergreifende Infrastruktur einfügen lassen, gab es zu Projektbeginn so gut wie nicht. Für leistungsfähige und KI-gestützte Smart-Living-Anwendungen stellen sie aber eine wichtige Grundvoraussetzung dar, um das Erreichen **volkswirtschaftlich, gesellschaftlich und ökologisch drängender Ziele** sicherzustellen. Hierzu zählen eine verbesserte Energieeffizienz in Wohngebäuden, die Schaffung von Assistenzangeboten für mehr Selbstständigkeit im eigenen Zuhause, kosteneffiziente Prozesse beim vermieteten Wohnen, die vorausschauende Wartung von Gebäuden (Predictive Maintenance) sowie bezahlbare Lösungen zur Steigerung des Wohnkomforts und der Sicherheit. Außerdem fehlte es an einer allgemein akzeptierten Infrastruktur für den hersteller- und gewerkeübergreifenden Datenaustausch. Digitale Anwendungen in und für Wohngebäude beruhen bis heute meist auf proprietären **Datensilos**. Erschwerend kommt hinzu, dass im Gebäudebestand über Jahrzehnte sehr unterschiedliche Technologien verbaut wurden, denen es an einer bindenden Klammer auf einer strategisch ausgelegten Zeitachse fehlt.

Vor diesem Hintergrund entstand mit ForeSight im Jahr 2019 die Idee einer hersteller- und gewerkeübergreifenden Plattform für kontextsensitive, intelligente und vorausschauende Smart-Living-Services, bestehend aus den drei Kernelementen **ForeSight Dataspace, ForeSight Toolbox und ForeSight Community**. Diese drei Elemente ermöglichen die Digitalisierung von Bestands- und Neubauten auf Basis einer gesicherten, teilweise Gaia-X-konformen Infrastruktur, KI- und Machine-Learning-Methoden und einer branchenübergreifenden, herstellernerutralen und koordinierten Zusammenarbeit von annähernd 80 Unternehmen und Organisationen. Gerade im Smart-Living-Kontext werden KI und Maschinelles Lernen (ML) in einem autonomen Gebäude zukünftig eine entscheidende Schlüsselrolle spielen und wichtige Faktoren für die globale Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen sein. ForeSight hatte sich das Ziel gesetzt, KI-Methoden bezüglich ihrer Eignung für den Einsatz in Smart-Living-Anwendungen zu evaluieren und prototypisch in Form von Basisservices, einem Datenkatalog und nutzbaren Modulen bzw. Diensten in einer vertrauenswürdigen und geschützten, aber offenen Datenplattform, dem sogenannten ForeSight Dataspace¹, bereitzustellen. Ein Element hierbei stellte das Konzept der „Digitalen Zwillinge“ dar, die einen gesamthaften Dataspace in wohnungsbezogene, logische Einheiten strukturieren.

¹ <https://foresight-plattform.de/ueberforesight/dataspace/>.

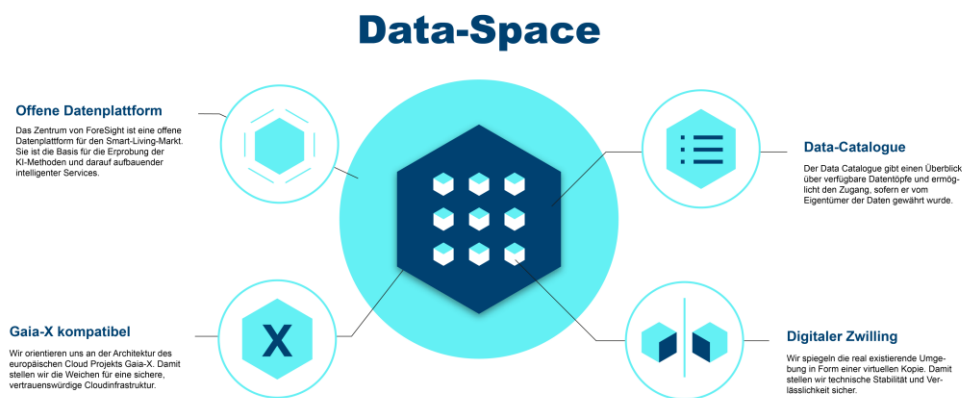


Abbildung 1: ForeSight Dataspace.

Mit diesem Ansatz hat ForeSight die zentralen Grundlagen für Gaia-X-kompatible bzw. -konforme Dataspaces im Bereich Smart Living geschaffen, die einen sicheren, souveränen und transparenten Datenaustausch sowie innovative Services und Geschäftsmodelle ermöglichen. In solchen Dataspaces können Unternehmen zukünftig Services leichter anbieten und datenbasierte Geschäftsmodelle verfolgen, ohne dabei in Abhängigkeit zu spezifischen Herstellern oder Hyperscalern zu geraten. Dateneigentümer und Datenlieferanten behalten jederzeit die **Souveränität über ihre Daten**, auch wenn andere Akteure aus dem Wertschöpfungsnetzwerk diese Daten für übergreifende neue Services nutzen und dafür z. B. finanzielle Gegenleistungen erbringen. Die Datenbereitstellung sowie die darauf aufbauenden Services (mit und ohne KI) sind dezentral – d. h. **föderiert – organisiert** und für alle Teilnehmenden an einem Dataspace transparent. ForeSight hat damit erste technische Grundlagen für eine weitergehende Datenökonomie für Smart Living gelegt.

Das Konzept geteilter Dataspaces ist für den überwiegenden Teil der Unternehmen bislang noch Neuland, insbesondere im Mittelstand. Besonders kleine und mittelständische Unternehmen (KMU) dürften selten in der Lage sein, einen eigenen leistungsfähigen Datenraum zu etablieren. Selbst europäische Großunternehmen sind im globalen Maßstab in der Regel nicht gewichtig genug, um eigene Datenräume marktrelevant durchzusetzen. ForeSight setzt deshalb auf einen konsensualen Ansatz, bei dem Akteure aller Größenklassen frühzeitig an der Gestaltung der zukünftigen Rahmenbedingungen für solche Datenräume mitwirken können. Eine wichtige Rolle spielen dabei gemeinsame Methoden und Standards sowie exemplarische Anwendungsszenarien, die Orientierung und grundlegendes Verständnis schaffen. Im Projekt wurde dies mit der sogenannten **ForeSight Toolbox**² adressiert. Der Lösungsweg sah vor, geeignete KI-Methoden sowie die notwendige Datengewinnung und Datenaufbereitung für generische Use Cases prototypisch zu implementieren und in entsprechenden Umgebungen mehrstufig zu erproben. Die implementierten Anwendungen stellen Beispiele für die Plattformteilnehmenden zur Frage dar, welche KI-Methoden sich für welche Einsatzzwecke und Daten eignen, welche Arbeitsschritte hierfür notwendig sind und welche neuen Geschäftsmodelle sich für das jeweilige Unternehmen daraus ergeben könnten. Um den beteiligten Unternehmen und den assoziierten Partnern die Möglichkeit zu eröffnen, das nötige Know-how aufzubauen, wurden in ForeSight eine umfassende Governance-Struktur und geeignete Workshop-Formate bereitgestellt und mit dem Ziel einer hohen Nachhaltigkeit der angestrebten Plattform iterativ verbessert. Der Know-how-Aufbau wurde durch Konzepte des Service Engineerings, einer Smart Service-Registry, einer Thing-Registry sowie mit KI-Methodiken ergänzt und zeigte den Unternehmen exemplarisch, wie sich intelligente Smart-Living-Anwendungen aufbauen lassen. Hinzu kamen Ansätze für zu beachtende ethische, rechtliche und soziale Aspekte, die u. a. durch die Expertise der Wohnungswirtschaft einfließen. Diese Methoden wurden in der ForeSight Toolbox gebündelt.

² <https://foresight-plattform.de/ueberforesight/toolbox/>.

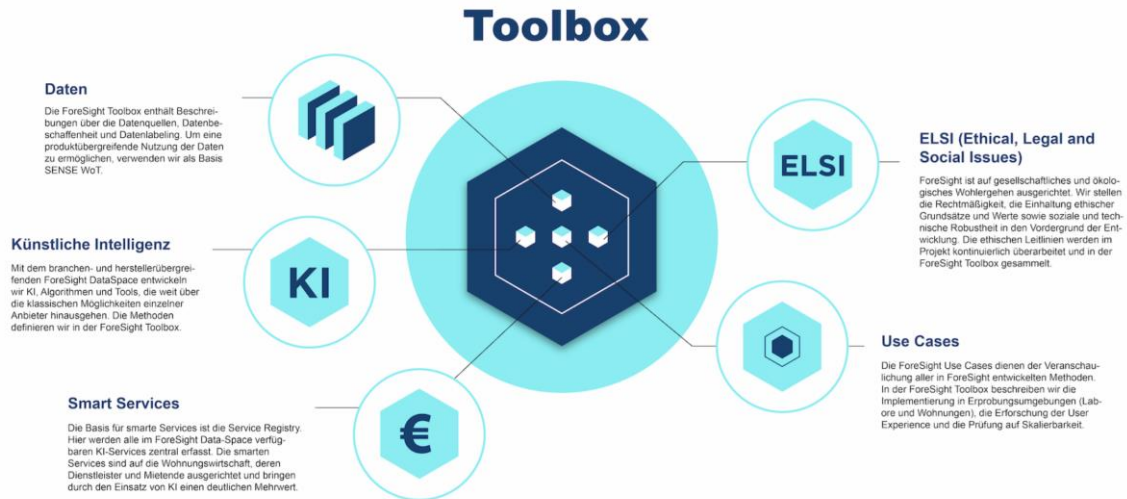


Abbildung 2: ForeSight Toolbox.

In ForeSight sind Wohnungswirtschaft, Technologieanbieter, Verbände, Handwerk und Wissenschaft zusammenkommen, um eine solche Idee für den wirtschaftlichen Betrieb im Wohnumfeld zu entwickeln und zu erproben. Dieses Netzwerk bildete die **ForeSight Community**.³ Der Community-basierte Lösungsansatz des Projekts resultierte aus der Annahme, dass kein Akteur im Markt die Ziele von ForeSight eigenständig erreichen kann, Vertrauen und Akzeptanz vor allem durch die Mitwirkung zahlreicher Akteure geschaffen werden, europäische Wertvorstellungen nicht nur von einer Gruppe weniger propagiert werden können und der tatsächliche Nutzen einer Plattform nur durch breite Teilhabe untersucht werden kann, wodurch die Praxisrelevanz der Lösungen gesichert und unrealistische Erwartungen vermieden werden können.



Abbildung 3: ForeSight Community.

Mit diesem Vorgehen hat sich ForeSight während der Projektlaufzeit zum **größten nationalen Forschungsnetzwerk für Smart Living** entwickelt. Die im Projektverlauf entwickelten Ansätze im Testbetrieb sind bis zum Vorhabenende so weit gereift, dass sie prinzipiell geeignet sind, über die exemplarischen Use Cases hinaus eine Vielzahl von weiteren intelligenten Anwendungen zu realisieren und dazu vergleichsweise einfach auch weitere Smart-Living- und/oder Middleware-Systeme zu integrieren. **Erstmals umfasst eine Smart-Living-bezogene Plattform KI-Elemente, die für den jeweiligen Analysezweck eine gewisse Allgemeingültigkeit aufweisen.**

Auch aus wirtschaftlicher Perspektive bietet der ForeSight-Ansatz attraktive Verwertungsmöglichkeiten. Der Smart-Living-Markt zeichnet sich durch hohe Marktdynamiken aus. Eine im Rahmen von ForeSight durchgeführte Untersuchung der Kapitalflüsse zeigte diverse dynamische Investitions-Cluster im Marktumfeld und die Vielfältigkeit der Akteure. Die Ergebnisse verdeutlichen, dass der ForeSight-

³ <https://foresight-plattform.de/ueberforesight/community/>.

Forschungsansatz ein **attraktives Marktumfeld** adressiert und das Projekt von Beginn an auf die wirtschaftlich vielversprechendsten Schwerpunkte setzte.

2 Planung und Ablauf des Vorhabens

Nachfolgend werden die wesentlichen formalen Rahmenbedingungen für die Projektdurchführung sowie der Ablauf des Vorhabens zusammengefasst.

2.1 Projektpartner, Laufzeit, Fördergeber

Konsortialpartner: Das Projekt ForeSight wurde von insgesamt 17 Konsortialpartnern aus unterschiedlichen Branchen und Disziplinen gemeinschaftlich durchgeführt (fünf Unterauftragnehmer wurden ergänzend mit forschungsrelevanten inhaltlichen Themen betraut).

Aareon Deutschland GmbH
DFKI GmbH
dormakaba International Holding GmbH
easierLife GmbH
Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Fachhochschule Dortmund
Forschungsvereinigung Elektrotechnik beim ZVEI e.V.
GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V.
Goethe Universität Frankfurt
GSW Gesellschaft für Siedlungs- und Wohnungsbau Baden-Württemberg mbH
Insta GmbH
IoT connctd GmbH
ixto GmbH
KEO GmbH
Power Plus Communications AG
Robert Bosch GmbH
Strategion GmbH

Assoziierte Partner: Ein zentrales Ziel von ForeSight war die Beförderung eines frei zugänglichen, branchen- und herstellerübergreifenden Ökosystems. Organisationen aller Größenordnungen – vom Start-up über das KMU bis zum global agierenden Großunternehmen – sollten sich darin wiederfinden. Bereits bei Projektstart hatten zahlreiche Organisationen einen Letter of Intent abgegeben, in dem sie sich bereiterklärten, das Projekt auf unterschiedliche Art und Weise zu unterstützen. Diesen Partnern wurde der Status einer „assozierten Partnerschaft“ zuerkannt. Über die Laufzeit des Forschungsprojektes wuchs dieser Teil der Community auf insgesamt 57 assoziierte Partner an. ForeSight hat sich damit im Ergebnis sukzessive zum größten nationalen Forschungsnetzwerk für Smart Living entwickelt. Folgende assoziierte Partner konnten gewonnen werden:

[Affinis](#)
[Albrecht Jung GmbH & Co KG](#)
[Allthings Technologies AG](#)
[Anyware Solutions ApS](#)
[Assisted Home Solutions GmbH](#)
[Aufzugshelden by Digitalspine GmbH](#)
[Bundesverband der Deutschen Heizungsindustrie](#)
[Berlin Partner für Wirtschaft und Technologie GmbH](#)
[Britze electronic GmbH](#)
[Busch-Jaeger Elektro GmbH](#)
[C&S Computer und Software GmbH](#)
[digitalSTROM AG](#)

[Deutsche Immobilien IT & Marketing GmbH](#)
[Duotech GmbH](#)
[Europäisches Bildungszentrum der Wohnungs- und Immobilienwirtschaft gemeinnützige Stiftung](#)
[EE-Bus Initiative e.V.](#)
[Ekey biometric systems GmbH](#)
[Embeteco GmbH & Co KG](#)
[Encentive GmbH](#)
[eQ-3 AG \(Homematic IP\)](#)
[FLÜWO Bauen Wohnen eG](#)
[GIRA](#)
[Hager](#)
[Hakisa GmbH](#)
[HawaDawa \(Bernard Technologies GmbH\)](#)
[Hekatron Technik GmbH](#)
[Hochschule Albstadt-Sigmaringen](#)
[Hochschule Pforzheim](#)
[Kimocon GbmH](#)
[KIWI.KI GmbH](#)
[KNX](#)
[LandesCloud GmbH](#)
[Nassauische Heimstätte Wohnungd- und Entwicklungsgesellscahft mbH](#)
[NeoMonitor GmbH \(Francotyp\)](#)
[Noocoon Sm@art Home Team GmbH](#)
[PAKETIN GmbH](#)
[Panasonic Marketing Europe GbmH](#)
[PHOENIX CONTANCT Deutschland GmbH](#)
[Reos GmbH](#)
[ROCKETHOME GmbH](#)
[SALTO Systems S.L.](#)
[Smart Buildings Alliance](#)
[Schneider Electric GmbH](#)
[S. Siedle & Söhne OHG](#)
[Siemens AG](#)
[Signal Iduna Gruppe](#)
[Techem GmbH](#)
[Technische Hochschule Deggendorf](#)
[Vbw Verband baden-württembergischer Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V.](#)
[VDE Verband der Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik e.V.](#)
[Vonovia SE](#)
[Vreedda GmbH](#)
[Verband Sächsischer Wohnungsgenossenschaften](#)
[Wibutler Digital Building Technology GmbH & Co KG](#)
[Zentralverband Sanitär Heizung Klima](#)
[Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke \(ZVEH\)](#)

Unterauftragnehmer mit inhaltlichen Themen

[Axel Springer HY GmbH](#)
[Keßler Real Estate Solutions GmbH](#)
[Sage Living GmbH](#)
[SIBIS GmbH](#)
[WohnXperium e.V.](#)

Laufzeit: Die Projektlaufzeit wurde zu Vorhabenbeginn auf den Zeitraum 01.01.2020 - 31.12.2022 festgelegt und später unter aktiver Beteiligung nahezu aller Konsortialpartner bis zum 30.04.2023 auf insgesamt 40 Monate zuwendungsneutral verlängert.

Pandemie dar. Unmittelbare Auswirkungen hatte die Pandemie auf die Durchführung von Projekt- und Transferveranstaltungen, die ursprünglich als Präsenzformate geplant gewesen waren. Dies betraf die General Assemblys sowie Workshops, weitere Informationstermine sowie die Arbeiten im Semantic Building Lab Berlin. Hier wurde schnellstmöglich – wo immer möglich und sinnvoll – auf virtuelle Veranstaltungs- und Gesprächsformate umgestellt. Mittelbare negative Auswirkungen hatte die Pandemie darüber hinaus auf die physische Zusammenarbeit innerhalb der Projektteams an den jeweiligen Standorten der Partner oder auch auf die Möglichkeiten der Personalakquise. Obwohl gerade Community-basierte Projekte wie ForeSight ganz wesentlich vom persönlichen Austausch und Miteinander leben, konnte aus Sicht des Konsortiums unter den infolge der Pandemie gegebenen, phasenweise schwierigen Umständen die jeweils bestmöglichen Ergebnisse erzielt werden.

3 Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde

3.1 Technischer Stand zu Projektbeginn

3.1.1 Dataspace-Konzepte

Gaia-X ist die neueste Initiative zum Aufbau von europäischen Datenökosystemen in verschiedenen Domänen. Gaia-X ist im Projektverlauf von ForeSight entstanden und das Konsortium hat sich an den entsprechenden Arbeitsgruppen auf nationaler Ebene beteiligt. ZVEI und DFKI sind bis heute Domänenpaten der Domäne Smart Living und auch im Gaia-X Data Space Business Committee aktiv.

Bis zum Start von ForeSight war für Smart Living noch kein Datenökosystem bzw. keine Plattform vorgesehen. Die ForeSight-Plattform wurde jedoch im Projektverlauf nach und nach an wesentliche Gaia-X-Konzepte angepasst, so dass der ForeSight Dataspace bezogen auf den aktuellen Stand der Spezifizierungen weitgehend Gaia-X-kompatibel ist. Umgesetzt wurden die semantischen Beschreibungen von Dataspace-Ressourcen wie auch die des Dataspace selbst, semantische Kataloge (Thing-Registry und Service-Registry), semantische Suchfunktionen auf Basis der Kataloge sowie das Zugriffsmanagement auf Serviceebene mit keycloak. Es fehlen die semantische Beschreibung des Dataspace mit der aktuell in der Entwicklung befindlichen Gaia-X-Ontologie sowie die geforderte Nachvollziehbarkeit der Zugriffe, die aktuell in den Entwicklungsaktivitäten der Dataspace-Konnektoren umgesetzt werden.

3.1.2 Semantik, Interoperabilität und die Referenzarchitektur Smart Living

Aus den BMWK-Projekten SENSE und SUITE sowie aus der Vorbereitungsphase des ForeSight-Projektes ist eine **Referenzarchitektur für Smart Living** (Abbildung 5) entstanden, die die Grundlage für die konkrete, technische Architektur sowie auch für die Gestaltung der einzelnen Teilprojekte für ForeSight bildete.

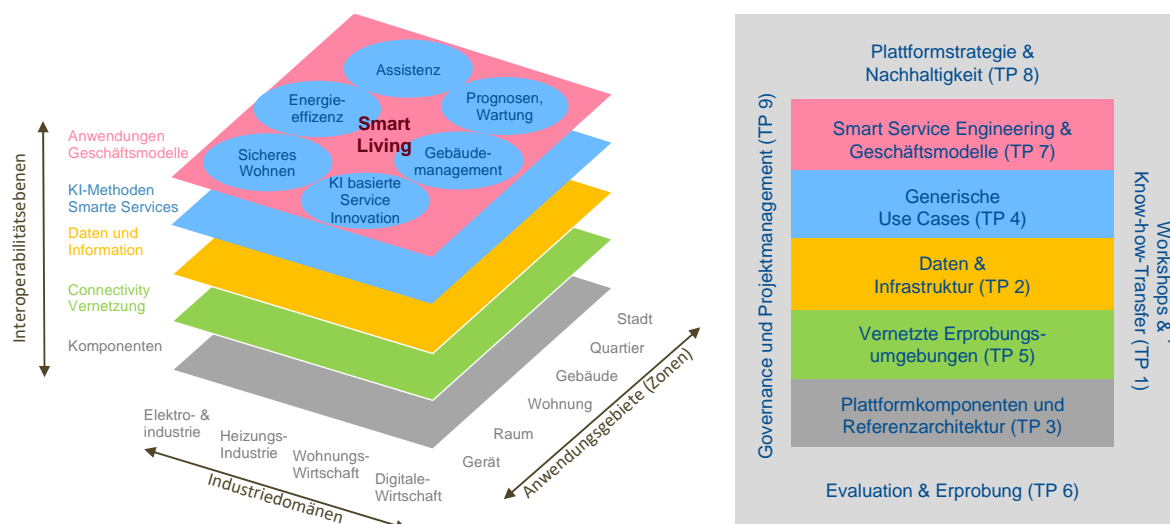


Abbildung 5: Referenzarchitektur Smart Living.

In der Referenzarchitektur wird deutlich, welche Hauptprobleme ForeSight zu bearbeiten hatte, um eine sinnvolle Plattform bereitstellen zu können:

- **Komponenten und Vernetzung:** Smart Living ist eine Metadomäne, die viele Unterdomänen hat. Jede Unterdomäne besteht i. d. R. aus zahlreichen Anbietern bzw. Herstellern, die ihre untereinander meist nicht kompatiblen Systemwelten und Lösungen im Markt vertreten. Die Unterdomänen sind in weitgehend geschlossene Silos gegliedert, die einen einfachen, offenen Datenaustausch erschweren. Low-level-Protokolle wie z. B. „EEBUS“ und das im Projektverlauf hinzugekommene „Matter“ sind Versuche, einen herstellerunabhängigeren Datenaustausch zwischen Smart-Living-bezogenen Geräten und Systemfamilien herzustellen. Matter hat zwar das aktuell größte Potenzial, im Smart-Home-Bereich erheblich mehr Interoperabilität zu realisieren. Aktuell sind diese Versuche jedoch nur begrenzt erfolgreich und beziehen sich häufig nur auf eine Domäne, wie z. B. „Energie“ beim EEBUS⁴. Weitere beliebte und für zahlreiche private Lösungen erfolgreiche Ansätze sind Middleware-Systeme wie z. B. OpenHAB⁵ oder Homeassistant⁶. Diese Middleware-Systeme bieten umfangreiche Schnittstellen zu vielen verschiedenen Geräten und Systemen mit Smart-Living-Bezug, erfordern aber vertieftes Wissen über Smart-Home-Systeme und -Komponenten und wie diese einzubinden sind. Vor allem der Homeassistant ist als Community-Projekt erfolgreich. Er wurde auch an die ForeSight-Plattform angebunden und liefert Daten aus den angeschlossenen Testwohnungen. Weitere verbreitete Lösungen sind Broker bzw. Broker-artige Systeme wie MQTT, Apache Kafka und FIWARE. Vor allem MQTT ist ein etablierter Broker, den viele Systeme unterstützen. Er dient wie auch die Systeme Kafka und FIWARE als Datendrehscheibe. FIWARE ist vor allem im Smart-City-Kontext verbreitet und bietet mit dem Standard NGSI-LD eine semantische Beschreibung. Alle genannten Ansätze erfordern gute Programmierkenntnisse und geeignete Compute-Plattformen, wie Raspberry Pis o. ä.
- **Daten, Semantik und KI-Methoden:** ForeSight setzte für die innere semantische Beschreibung aller Ressourcen in der Plattform auf dem in dem BMWK-Projekt SENSE entstandenen Standard „SENSE WoT“ auf. SENSE WoT definiert sogenannte Thing Descriptions, mit denen sich relevante Sensoren, Systeme, Systemfamilien etc. semantisch so beschreiben lassen, dass auf dieser Ebene des Dataspace eine Interoperabilität zwischen heterogenen Systemwelten hergestellt werden konnte. Dieses Konzept wurde im Projektverlauf sogar auch für den exemplarischen Energie-Dataspace der deutschen Energieagentur, Dena, übernommen und auf den Bereich Energie adaptiert.
- **Anwendungen, Geschäftsmodelle:** Die Realisierung von KI-gestützten Smart-Living-Anwendungen erfordert sowohl die horizontale als auch die vertikale Vernetzung der beschriebenen Ebenen. Benötigte Daten und Ressourcen, die unterstützten Standards, die Eigenschaften sowie die Nutzungsrechte bzw. Einschränkungen sollten für die Anwendungsentwicklung mit der ForeSight-Plattform bzw. dem Dataspace effizient und transparent zugänglich sein. Semantisch beschriebene Meta-Informationen, verwaltet in entsprechenden Katalogen (Registries), ermöglichen semantische Suchen auch über mehrere Hierarchieebenen hinweg. Im Sinne einer leichteren Zugänglichkeit von KI-Funktionalitäten hat ForeSight **das Konzept der Basis-services** eingeführt, welche auf der Ebene KI, smarte Services angesiedelt ist. Diese Ansätze sind weiterführender als die herkömmlichen (KI-) Marktplatzansätze, bei denen außer einer Kategorisierung und Sortierung der verschiedensten Daten und Modelle bzw. Services keine weitere Kuratierung durchgeführt wird. Die Nutzenden erhalten i. d. R. keinen Support oder eine Beratung.

⁴ <https://www.eebus.org>.

⁵ <https://www.openhab.org>.

⁶ <https://www.home-assistant.io>.

3.1.3 KI und Smart Living

Der ForeSight Dataspace ist als intelligenter Dataspace für Smart-Living-Services konzipiert. Da Daten aus Sensoren, Smart-Home-Systemen und -Geräten Zeitserien sind, wurde für ForeSight die bis dato bekannte Forschung zur neuronalen Zeitserienverarbeitung (Maschinelles Lernen = ML) zugrunde gelegt. **Zu Projektbeginn bestehende Lösungen mit KI im Bereich Smart Living beschränkten und beschränken sich immer noch auf herstellerspezifische Einzelsysteme.**

In einigen Systemen bzw. Anwendungen werden ML sowie andere Verfahren zur Datenanalyse und Mustererkennung eingesetzt. Diese Systeme verzichten weitestgehend auf die übergreifende Verknüpfung von Daten. Ein im Markt verfügbares Produkt sind zum Beispiel die intelligenten Heizungs-thermostate des Herstellers Tado⁷. In dem BMWK-Projekt SUITE wurden neuronale Methoden auf Smart-Meter-Datenströmen angewandt, um Aktivitäten und Tagesroutinen anhand von Schaltzeiten ausgewählter Elektrogeräte abzuleiten.

Mit der Vernetzung verschiedener IoT-Geräte und Sensoren im Gebäude entstehen **große Datenmengen, die gespeichert und verarbeitet werden müssen**. Die Auswertung der anfallenden Datenmengen übersteigt in der Regel die menschliche Fähigkeit, diese zu verarbeiten und maschineninterpretierbare Erkenntnisse (Modelle) daraus zu ziehen.⁸ ML kann hierbei helfen und nützliche Informationen und Muster aus den Daten extrahieren.⁹ Die so gewonnenen Informationen bzw. Modelle können anschließend genutzt werden, um Lösungen für Optimierungsprobleme zu finden oder dank historischer Daten verlässliche Vorhersagen über zukünftige Situationen zu formulieren. So können beispielsweise basierend auf Mustererkennung Anomalien identifiziert und die Wartung und Service von Geräten optimiert werden (z. B. ^{10 11}). Eine weitere Fragestellung ist die Aktivitäts- bzw. Intentionserkennung von Akteuren als Grundlage für proaktive Entscheidungen. Zum maschinellen Lernen solcher Aktivitätsmuster wird eine Reihe von Ansätzen verwendet: dazu gehören u. a. Verfahren des statistischen Lernens, Bayessche Lernverfahren, Gaussian Mixture Models, Support Vector Machines, Hidden Markov Models oder Conditional Random Fields.¹² Gemein ist diesen Ansätzen, dass die zu erlernenden (in der Regel statistischen) Merkmale (Features) zumeist vormodelliert sind. In den vergangenen Jahren wurden daher Ansätze basierend auf Deep Learning (DL) entwickelt, um Features automatisch zu extrahieren. Neuere Ansätze im Umfeld des Deep Learnings sind Convolutional Networks¹³, Recurrent Neural Networks¹⁴ und RNN mit LSTM. Damit gelernte Muster auf verschiedene Personen angewendet werden können, müssen die gelernten Modelle transferierbar sein.¹⁵ Die Ergebnisse legen nahe, dass Deep Learning-basierte Techniken den herkömmlichen ML-Verfahren überlegen sind.¹⁶ Nachteilig sind die für neuronale Methoden notwendigen großen Datenhistorien. Diese liegen in vielen Fällen nicht vor und / oder es wäre zu zeitintensiv, solche Daten in realen Lebensumgebungen zunächst zu gewinnen, um dann hinreichend robuste neuronale Modelle trainieren zu können. Ein weiterer Faktor, der durch die Diskussionen um den Chat Bot „ChatGPT“ in den Fokus gerät, ist die **Nachvollziehbarkeit der Entscheidungsfindung neuronaler KI-Methoden**.

⁷ <https://www.tado.com>.

⁸ Mihale-Wilson, C., Zibuschka, J., Hinz, O. (2017): "About User Preferences and Willingness To Pay for a Secure and Privacy Protective Ubiquitous Personal Assistant", European Conference on Information Systems (ECIS), Guimarães.

⁹ Witten, I. H., Frank, E., Hall, M. A., & Pal, C. J. (2016). Data Mining: Practical machine learning tools and techniques. Morgan Kaufmann, S. xxiii.

¹⁰ Schweizer, D., Zehnder, M., Wache, H., Witschel, H. F., Zanatta, D., & Rodriguez, M. (2015, December). Using consumer behavior data to reduce energy consumption in smart homes: Applying machine learning to save energy without lowering comfort of inhabitants. In 2015 IEEE 14th International Conference on Machine Learning and Applications (ICMLA) (pp. 1123-1129). IEEE.

¹¹ Singh, S., Yassine, A., & Shirmohammadi, S. (2016, October). Incremental mining of frequent power consumption patterns from smart meters big data. In 2016 IEEE Electrical Power and Energy Conference (EPEC) (pp. 1-6). IEEE.

¹² Kim, M. (2019). Large margin cost-sensitive learning of conditional random fields, Pattern Recognition, Volume 43, Issue 10, October 2010, Pages 3683-3692.

¹³ Yang, J., Nguyen, M. N., San, P. P., Li, X., & Krishnaswamy, S. (2015, July). Deep Convolutional Neural Networks on Multichannel Time Series for Human Activity Recognition. In Ijcai (Vol. 15, pp. 3995-4001).

¹⁴ Murad, A., & Pyun, J. Y. (2017). Deep recurrent neural networks for human activity recognition. Sensors, 17(11), 2556.

¹⁵ Cook, D., Kyle D. Feuz, K. D., Krishnan, N. C. (2013). Transfer learning for activity recognition: a survey, Knowledge and Information Systems, September 2013, Volume 36, Issue 3, pp 537–556.

¹⁶ T. Alshammari, N. Alshammari, M. Sedky, and C. Howard, "Evaluating Machine Learning Techniques for Activity Classification in Smart Home Environments," vol. 12, no. 2, p. 7, 2018.

Im Projektverlauf wurde deutlich, dass die Fokussierung auf neuronale Verfahren für Smart-Living-Anwendungen nicht immer erfolgversprechend ist. Viele Daten in einem Smart Home sind von absoluter Aussage in dem Sinne einer Wenn-Dann-Entscheidung. Diese hoch aussagekräftigen Daten (häufig Messwerte) sind mit neuronalen Methoden kaum sinnvoll zu verarbeiten. Daher wurden in ForeSight neben neuronalen auch **explizite, symbolische KI-Methoden** untersucht und prototypisch umgesetzt. Die immer noch übliche Standardmethode für die Steuerung von Smart-Home-Geräten ist die Vorgabe von „Wenn-Dann-Regeln“, die wenig Flexibilität erlauben und bei vielen Randbedingungen zu einer fehleranfälligen, hohen Komplexität führen können. Dank der kontinuierlichen Methoden-Weiterentwicklung kann KI nicht nur die Lebensgewohnheiten der Nutzenden ohne künstliche Regeln erlernen, sondern auch die Wissensrepräsentation und den Informationsaustausch mit dem Nutzenden über sogenannte **intelligente Agenten (IA)** übernehmen.¹⁷ IA bieten sich als natürliche Metapher an, um dynamische Domänen wie Smart Living mit vielen verteilten Komponenten zu modellieren, die zugleich durch hochgradige Vernetzung zum Nutzen eines oder mehrerer menschlicher Anwendungen koordiniert zusammenwirken sollen. Der Begriff der IA bzw. Multiagentensysteme bietet einen umfassenden Rahmen, um verschiedene Teilgebiete der KI konzeptuell zu vereinen. Für den Begriff des IA existieren verschiedene Definitionen. Die gebräuchlichste beschreibt IA als autonome Entität, die ihre Umwelt mit Hilfe von Sensoren wahrnimmt und auf ihre Umwelt mit Hilfe von Aktoren einwirkt, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen.¹⁸ Autonom sind Agenten, insofern sie klar definierte Grenzen und Schnittstellen aufweisen und sowohl ihren internen Zustand als auch ihr eigenes Verhalten steuern können. In der Praxis werden IA zumeist als Sub-Agenten eingesetzt, welche Teilziele eines Multiagentensystems erfüllen. Lernverfahren erlauben es IA, ihr Verhalten ohne Eingriff eines Entwicklers zu modifizieren. In der Eigenschaft der Autonomie lassen sich daher auch Verfahren des ML und des Deep Learning verorten. **Reaktive Agenten** sind eingebettet in ihre Umgebung und erhalten über Sensoren Daten, die sich auf den Zustand ihrer Umgebung beziehen. Sie reagieren dann zeitnah und interagieren über Aktuatoren mit der Umwelt, um ihre Ziele zu erreichen. Reaktivität wird zumeist durch explizit modelliertes Verhalten erzeugt und gesteuert. Dazu wurde eine Reihe von Ansätzen entwickelt, die das Verhalten von Agenten intern sowie extern modellieren. Internes Verhalten wird durch Ablaufdiagramme, Zustandsautomaten (engl. Finite State Machines, FSM), Verhaltensbäume (engl. Behaviour Trees), Planbibliotheken (in Believe Desire Intention Ansätzen) oder in einem logikbasierten Regelwerk beschrieben. Diese Ansätze erlauben es in unterschiedlichem Maße, flexibles Verhalten zu beschreiben. Externes Verhalten (Interaktionen) wird durch hochstufige Protokolle festgelegt, die der verteilten Natur entsprechend auch komplexe Verhandlungen (z. B. Auktionen) umfassen können. Bestehende Forschung setzt für die Modellierung und Erweiterung des internen Wissensschatzes von IA vermehrt auf bewährte Ansätze von Expertensystemen, wie z. B. Case Based Reasoning (CBR)¹⁹. Auch wenn Ansätze wie CBR in einigen Situationen erfolgreich eingesetzt werden, so kommen diese bewährten Methoden jedoch in Situationen mit Unschärfelogik, beispielsweise ausgelöst durch sich verändernde Konstellationen an Kontextfaktoren, an ihre Grenzen. Die zunehmende Anzahl an verschiedenen Teilsystemen im Smart-Home-Kontext erhöht die Komplexität des Szenarios weiter. **Proaktive Agenten** handeln nicht einfach als Reaktion auf ihre Umgebung, sondern sind in der Lage, zielgerichtetes Verhalten aufzuweisen, indem sie die Initiative ergreifen und bei Gelegenheit neue Ziele übernehmen. Als soziale Entitäten sind IA in der Lage, mit Menschen und anderen IA zusammenzuarbeiten, um ihre Designziele zu erreichen. Technisch umgesetzt werden soziale Fähigkeiten durch geeignete Protokolle und semantische Beschreibungen der kommunizierten Nachrichten. Dies erlaubt flexible Interaktionen, bei denen die Reihenfolge und Inhalte der Nachrichten nicht von vornherein festgelegt sein müssen.

¹⁷ Ramos, C., Augusto, J. C., & Shapiro, D. (2008). Ambient intelligence—the next step for artificial intelligence. *IEEE Intelligent Systems*, 23(2), 15-18.

¹⁸ P. Norvig, S. Russell, *Artificial Intelligence (2003). A Modern Approach*, Prentice Hall Series in Artificial Intelligence.

¹⁹ Ma, T., Kim, Y. D., Ma, Q., Tang, M., & Zhou, W. (2005, August). Context-aware implementation based on CBR for smart home. In *WiMob'2005*, IEEE International Conference on Wireless And Mobile Computing, Networking And Communications, 2005. (Vol. 4, pp. 112-115). IEEE.

3.1.4 Basisservices und intelligente, Software-definierte Sensoren

Das Konzept Software-definierter Systeme ist nicht neu. **Die Anwendung der Idee im Bereich Smart Living zur Kapselung von komplexen neuronalen KI-Modellen in einem virtuellen Sensor ist dagegen sehr wohl ein neuer und auch vielversprechender Ansatz.** Für Smart Living ebenfalls neu ist der Ansatz, anstatt auf große neuronale Modelle auf wesentlich kleinere Einzelmodelle zu setzen und die Ergebnisse auf der nächsthöheren Ebene mit expliziten KI-Methoden in einer gesamthaften Bewertung und Entscheidung zu nutzen. Die kleinen neuronalen Modelle lassen sich potenziell einfacher skalieren und an neue Randbedingungen anpassen als ein großes Universalmodell. Zudem sind die kleineren Modelle auch auf leistungsschwächeren Edge-Geräten lauffähig, wohingegen große Modelle eine entsprechende Compute-Umgebung benötigen. Allerdings entwickeln gerade große Hersteller sowie auch einige Hyperscaler – getrieben durch die Systeme aus der generativen KI – hoch spezialisierte und auch für mobile Geräte ausgelegte Hardware-Architekturen für massiv beschleunigte, neuronale KI. Solche Hardware-Lösungen eignen sich auch für den Einsatz in Hutschienen-PCs für Sicherungskästen und werden voraussichtlich den Einsatz von KI im Gebäude revolutionieren.

Abbildung 6 zeigt die Einordnung der Basisservices in die generalisierte Plattformarchitektur.

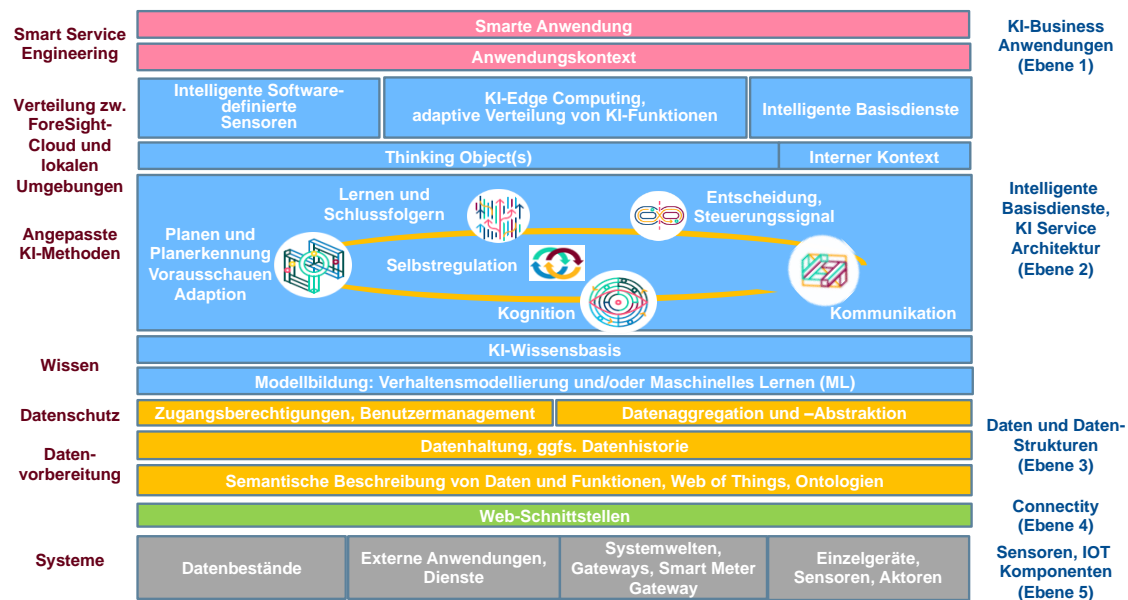


Abbildung 6: Ebenen der ForeSight-Plattform bzw. des ForeSight Dataspace.

3.1.5 Thinking Objects

Ein Ziel des ForeSight-Projekts waren initiale Konzepte für Thinking Objects. Thinking Objects können konzeptionell als semiautonome Komponenten (Level 4) angesehen werden, die in ihrer konzertierten Gesamtheit zukünftig ein **vollständig autonomes Gebäude** (Level 5) ergeben können.

| Level | Grad der Autonomie |
|-------|--|
| 0 | Keine Automation |
| 1 | Assistierte Steuerung |
| 2 | Teilautomatisierte Steuerung |
| 3 | Hochautomatisierte Steuerung mit befristeter Selbstregulation |
| 4 | Vollautomatisierte Steuerung mit Autonomie für einzelne Funktionen |
| 5 | Vollständige Autonomie mit nahezu unbegrenzter Selbstregulation |

Tabelle 1: Levelstufen zur Bezeichnung des Automatisierungsgrades eines Gebäudes.

Thinking Objects sind für einen ersten Schritt und im Projektkontext definiert als reale oder virtuelle Sensoren, Geräte und Services, die sich weitgehend selbstständig an einen Gebäude- oder Wohnungskontext sowie an die jeweiligen Bewohnerinnen und Bewohner anpassen. Im Fall von neuronalen Modellen sind diese durch stetiges Selbstlernen oder ein Neu- bzw. Nachtraining mit neuen oder ergänzten Daten aus den Zielwohnungen an eine neue Umgebung anzupassen. Im Fall von expliziten KI-Methoden sind die manuell oder semiautomatisiert erstellten Regeln anzupassen. Zu Projektbeginn lagen keine Erfahrungswerte vor, wie und wie oft neuronale Modelle im Smart-Living-Kontext aktualisiert werden müssen und welchen Aufwand es bedeutet, ein neuronales Modell auf eine andere Wohnung zu adaptieren. Es lagen auch keinerlei Informationen zu autonomen Funktionen in Gebäuden vor, die dem Level 4 oder gar 5 entsprachen. **ForeSight hat somit für Realisierung von (semi-)autonomen Gebäuden eine wesentliche Grundlage erarbeitet.**

3.2 Smart-Living-Geschäftsmodelle

Es gab bereits zu Beginn des Projekts zahlreiche Smart-Living-Services und damit verbundene Geschäftsmodelle, allerdings nur wenige, die künstliche Intelligenz nutzten. Diese Services, ob mit oder ohne KI, stießen immer auf das gleiche Problem: **digitalisierte Wohnimmobilien sind in aller Regel in ihrem Gesamtaufbau technologische Unikate.** Digitale Smart-Living-Services können aber – vereinfacht ausgedrückt – am besten skalieren, wenn die Gebäude technologisch möglichst homogen sind.

Zu Projektbeginn war diese technologische Homogenität kaum vorzufinden. **Ein Unternehmen, das Geschäftsmodelle im Bereich der datenbasierten Smart-Living-Dienste anbieten wollte, musste in der Regel eigene bzw. genau definierte Hardware-Komponenten installieren.** Diese Hardware war entweder unabhängig von bestehenden Herstellersystemen oder wurde in bestehende Systeme integriert, indem mehr oder weniger komplexe „Kompatibilitätsbrücken“ geschaffen wurden. Am Ende bildete Hardware für die meisten Smart-Living-Dienste immer einen **limitierenden Faktor** – es kommt auch zu „Doppelausstattungen“. Das erschwerte die Skalierung und durch die unterschiedliche Art und Weise, wie Daten gespeichert, übertragen und annotiert wurden, auch den Einsatz von KI-gestützten Services. Bestehende herstellerspezifische Plattformansätze konnten das Problem nicht grundsätzlich beseitigen, da diese denselben, wenn auch etwas weiter gefassten Grenzen unterlagen.

Der gängige Treiber für Smart Living-Geschäftsmodelle war vor diesem Hintergrund häufig die Suche nach einer sogenannten „**Killerapplikation**“. Damit sind Anwendungen gemeint, die auf so großes Marktinteresse stoßen, dass es sich lohnt, zahlreiche Immobilien mit speziell dafür entwickelter Hardware auszustatten. Damit war die Hoffnung verbunden, dass dann genau diese Ausstattung weitere Partner anlockt, die auf genau dieselbe Hardwarebasis aufsetzen. Zu Beginn des Projektes wurden mehrere Anwendungen als vielversprechend angesehen, insbesondere Energiemanagement-Lösungen, aber auch Lösungen für Assistenzsysteme oder Predictive Maintenance.

Tatsache ist jedoch, dass sich am Markt bislang keine echte „Killerapplikation“ herausgebildet hat. Es gab lediglich mehr oder weniger erfolgreiche monolithische Lösungen, die auf bestimmte einzelne oder ein kleineres Bündel von Services begrenzt waren. **Rückwirkend betrachtet ist der Geschäftsmodellansatz „Killerapplikation“ gescheitert.**

Was insbesondere für KI-gestützte und damit zukunftsfähige Smart-Living-Lösungen benötigt wird, ist also folgerichtig **eine hardwareunabhängige Universal-Plattform**, auf der digitale Geschäftsmodelle skalieren können, **so dass die Grenzkosten für den Einsatz in einem weiteren Gebäude gegen null tendieren.** Es muss also eine einfache und offene Datenzugriffsmöglichkeit über einen übergeordneten Plattformansatz geben. Nur so können langfristig skalierbare datenbasierte und KI-gestützte Services entstehen.

Diese Aufgabe sollte ForeSight mit dem Schwerpunkt auf Smart Living übernehmen.

Die Abbildung 7 zeigt die, in der Vorbereitungsphase von ForeSight entwickelten Ebenen des vorgesehenen Smart-Living-Ökosystems, sowohl für Smart Home (Wohngebäude) wie auch für Smart Buildings

(Zweckgebäude). In beiden Märkten spielen KI-Services zukünftig eine wesentliche Rolle, die jedoch im Vergleich von unterschiedlichen Dienstleistern erbracht werden.

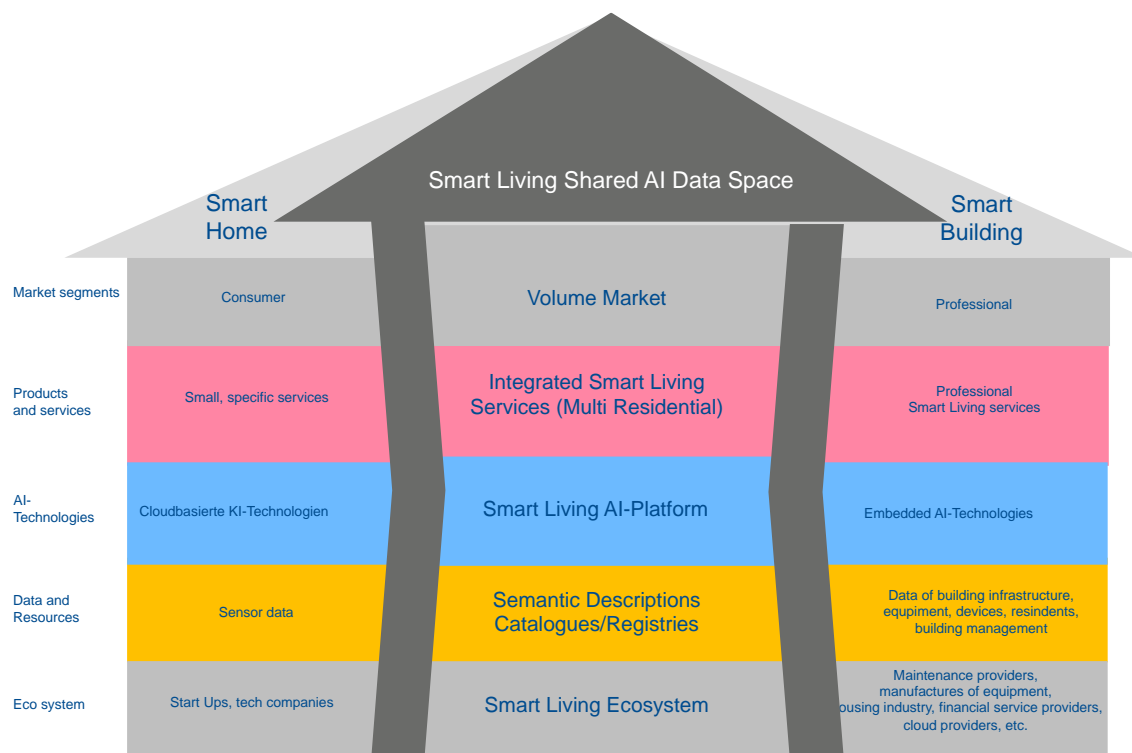


Abbildung 7: Smart Living Dataspace.

Die zu Projektbeginn noch recht klare Trennung in Dienstleistungen für Smart Buildings und solche für Smart Home kann nicht mehr so einfach vorgenommen werden. Abbildung 8²⁰ zeigt das – im Verlauf des Projektes – stark gewachsene, aktuelle Ökosystem an so genannten PropTechs, also Unternehmen, die Systeme, Geräte, Dienstleistungen, IT-Services und / oder Anwendungen für die Wohnungs- und Gebäudewirtschaft anbieten. Da viele dieser Unternehmen Daten aus smarten Gebäuden benötigen, steigt auch der Bedarf an Datenökosystemen bzw. Dataspaces, die den Unternehmen effizient und rechtssicher die notwendigen Daten und Funktionen bereitstellen können.



Abbildung 8: PropTechs im Umfeld der Wohnungs- und Gebäudewirtschaft.

²⁰ Abruf am 27.01.2023 von https://proptech.de/wp-content/uploads/2022/08/PropTech_Map_220822.png.

3.3 Nutzerakzeptanz

Die Nutzerakzeptanz von umfassenden und gewerkeübergreifenden KI-Lösungen im real vermieteten Wohnraum war zu Projektbeginn in Deutschland nicht erforscht, zumindest nicht in einem größeren und bekannten Umfang. Hier hat das Projekt nach der Auffassung der Konsortialpartner mit der Expertise der Wohnungswirtschaft Pionierarbeit bei der Basisforschung zu rechtlichen, ethischen und sozialen Aspekten (ELSI) im realen Wohnbetrieb geleistet, indem die Lösungen in einem realen Mietobjekt unter Einbezug der Mietenden getestet und Ableitungen daraus umfassend dokumentiert wurden.

4 Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Während der Projektlaufzeit hat das Projekt ForeSight u. a. mit den folgenden Stellen Informationen und Ergebnisse ausgetauscht sowie auf verschiedene Art und Weise zusammengearbeitet:

Begleitforschung / institut für innovation und technik – iit / VDI/VDE Innovation + Technik GmbH:

Die Begleitforschung wurde im Laufe des Projekts regelmäßig über den Projektfortschritt informiert sowie zu den General Assemblys und der ForeSight-Konferenz (Abschlussveranstaltung) am 15.03.2023 eingeladen. Am 17.01.2022 fand ein Workshop mit der Begleitforschung zum Thema „ForeSight Plattform im zukünftigen Ökosystem“ statt. Es gab darüber hinaus einen Geschäftsmodell-Workshop im Rahmen von TP 7 und TP 8 am 30.11.2022. Umgekehrt erfolgte die regelmäßige Teilnahme an den „AI & Data Lunch“-Formaten, auch seitens der Konsortialpartner. Am 08.02.2021 wurde ForeSight beim „AI & Data Lunch“ aktiv vorgestellt. Es erfolgte ebenso eine Teilnahme am KI-Sommercampus 2021.

Wirtschaftsinitiative Smart Living (WI-SL): Es gab einen regelmäßigen Austausch mit der WI-SL, insbesondere in Hinblick auf den Digitalgipfel 2020. Die WI-SL unterstützte ForeSight bei der Platzierung des Gaia-X-/ForeSight-Demonstrators. Für den Digitalgipfel wurden teilentegrierte Demos von den Partnern Strategion, DFKI, FAU, IoT connctd und Aareon entwickelt. ZVEI und DFKI sind Mitglieder der WI-SL. Das DFKI ist nach wie vor Leiter der Taskforce Forschung und Innovation und hat im Projektverlauf von ForeSight aktiv in diesem Gremium mitgearbeitet. Dies gilt insbesondere für die Arbeitsgruppe Datenökosysteme.

ZVEI-Plattform Gebäude: Am 07.07.2021 wurde ForeSight bei der ZVEI-Plattform Gebäude vorgestellt. Am 06.04.2022 und am 28.04.2022 wurde das Projekt im Rahmen des ZVEI-Workshops „Forschung und Innovation für das Gebäude der Zukunft“ erläutert. Ergebnisse von ForeSight wurden laufend an die Leitung der Plattform Gebäude berichtet, der Leiter der Plattform ZVEI war umgekehrt zu den General Assemblys von ForeSight eingeladen. Ein Teil der in der Plattform Gebäude teilnehmenden Unternehmen sind gleichzeitig assoziierte Partner bei ForeSight.

Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK; Österreich): Die Konsortialleitung nahm gemeinsam mit BMWK und DLR an einem Fachgespräch zu ForeSight mit dem österreichischem BMK zum Thema Smart Living am 22.06.2022 in Wien teil und präsentierte auf der IMAGINE 2022 am 23.06.2022 ForeSight zu folgendem übergeordneten Thema: Smart Living in Österreich und Deutschland (Flagship-Event für digitale Technologien des Österreichischen Technologieministeriums BMK) und der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft).

Schweizerische Botschaft in Berlin: Am 29.11.2022 traf sich die Konsortialleitung mit der Schweizerischen Botschaft in Berlin, um die Möglichkeiten einer Kooperation mit Schweizer Partnerinnen und Partnern zu erörtern. Die Idee zu diesem Treffen war auf der Delegationsreise in der Schweiz vom 05.-09.09.2022 entstanden. Es wurden neue Kontakte hergestellt.

Datentreuhänder: Aus der Mitwirkung im DSBC, an den Gaia-X-Verticals sowie ganz aktuell an dem Beirat der Begleitforschung zu den BMBF-Projekten im Bereich Datentreuhänder sind wesentliche Anregungen für den Umgang mit sensiblen Daten sowie darauf aufsetzenden Geschäftsmodellen entstanden. Die Mitarbeit in diesen Gremien wird auch nach dem Projektende von ForeSight fortgeführt.

Deutsche Energieagentur (Dena): Das DFKI ist im Expertenkreis der Dena Arbeitsgruppe „Energie Dataspace“ beteiligt. Der Expertenkreis begleitet ein Projekt zum Aufbau eines nationalen und womöglich Gaia-X-konformen Energie-Dataspace. Es gab mehrere bilaterale Technologie-Workshops mit den Dataspace-Entwicklern, in welchen die Web of Things Ansätze, die Things-Registry und andere Komponenten der ForeSight-Plattform vorgestellt wurden. Diese Konzepte, vor allem das Konzept hinter SENSE WoT, wurden von den Entwicklern auch im Energie-Dataspace umgesetzt.

Gaia-X: Die für ForeSight wichtigste und vermutlich reichweitenstärkste Arbeitsgruppe war die Gaia-X-Arbeitsgruppe Smart Living im German Hub von Gaia-X. ZVEI und DFKI haben sich die Patenschaft für diese Arbeitsgruppe geteilt. Die Arbeitsgruppe bestand aus vielen (aber nicht ausschließlich) Mitgliedern der ForeSight Community (Konsortial- und assoziierte Partner). Aus der intensiven Mitarbeit der Arbeitsgruppe im German Hub sowie im Data Space Business Committee (DSBC) sind Whitepapers²¹ und Beiträge für das aktuell noch zu veröffentliche DSBC-Handbook entstanden. Die ForeSight-Plattform war eine der ersten funktionsfähigen und mindestens in Teilen Gaia-X-konformen Lösungen, die vor allem in der Anfangsphase von Gaia-X viel Aufmerksamkeit erhalten hat. Ein wesentlicher Nachteil für ForeSight und die etwas später gestarteten Gaia-X-Leuchtturmprojekte waren die zur Projektlaufzeit dieser Projekte nicht verfügbaren Dataspace-Konnektoren bzw. die fehlenden Gaia-X Federated Services. Somit konnten einige zentrale Aspekte, wie die geforderte Nachvollziehbarkeit der Zugriffe auf einen Datenbestand auch in ForeSight nicht Gaia-X-konform gelöst werden. Die heute (2023) verfügbaren Lösungen für Konnektoren werden dem Smart-Living-Ökosystem jedoch in dem geplanten Nachfolgeprojekt ForeSightNEXT zur Verfügung gestellt, sodass der Gaia-X-konforme Dataspace auch in Smart Living möglich wird.

International Building Performance & Data Initiative (IBPDI): Auf Vermittlung des assoziierten Partners Affinis wurden Gespräche mit IBPDI geführt. Es gab ein größeres Meeting am 24.03.2022 zusammen mit Affinis, dem DFKI und der Konsortialleitung. IBPDI bezeichnet sich als einen globalen, branchenweiten Daten- und Leistungsstandard für Immobilien – ein Common Data Model for Real Estate. Das Angebot einer tieferen Zusammenarbeit wurde jedoch seitens IBPDI nicht angenommen.

InGeoForum: Das DFKI ist Beiratsmitglied des InGeoForums²². Das Konzept des Dataspace sowie die aus ForeSight und Gaia-X stammenden Rollendefinitionen sowie der grundlegende Aufbau eines Dataspace wurde in mehreren Workshops mit den Mitgliedern des InGeoForums diskutiert. Ebenso wurde das Konzept auf der GNMG'23 Konferenz am ESA-ESOC der Geo-Community vorgestellt. Eine weitere Zusammenarbeit ist für 2023 ff. vorgesehen.

Redstone: Um in den Dialog mit der Startup-Szene zu kommen, nahm die Konsortialleitung am Nexus Venture Day am 23.09.2021 teil. Besucht wurden der Frühphaseninvestor APX, Project A, Next Big Thing AG, Redstone und Visionaries Club. Mit Redstone erfolgte ein tieferer Austausch im Rahmen der General Assembly am 01.12.2021 speziell über die Startup-Szene bei Proptechs.

ADVYCE: ADVYCE ist für Immobilienbetreiber beratend tätig. Auf dem Digital Building Summit, den ADVYCE gemeinsam mit dem assoziierten Partner wibutler am 18.02.2021 veranstaltet hatte, wurde ForeSight präsentiert und die Ergebnisse diskutiert.

Forum Digitale Technologien: Im Rahmen des Forums Digitale Technologien war ForeSight begleitender Partner auf der Roadshow in der Schweiz vom 05.-09.09.2022.

Tage der digitalen Technologien: ForeSight war auf den Tagen der digitalen Technologien des BMWK am 30.08.2022 mit einem Bühnenbeitrag im Forum Nachhaltigkeit präsent.

Universität Osnabrück: Mehrfache Begleitung der Vorlesung „Service Engineering & Management“ an der Uni Osnabrück.

Hochschule Anhalt: Vorstellung von Grundzügen von ForeSight und der realen Wohnumgebung im Rahmen der Vorlesung „Smart Building“ im Wintersemester 2021/2022.

²¹ <https://www.data-infrastructure.eu/GAIX/Redaktion/EN/Artikel/UseCases/smart-living.html>.

²² <https://www.ingeoforum.de>.

Universität Siegen: Im Rahmen einer Masterarbeit in Zusammenarbeit mit der Universität Siegen wurden in einer explorativen Nutzerstudie in Boschs „Smart Life Lab“ Hypothesen zu Anforderungen unterschiedlich kocheffahrener Nutzer an Nutzerassistenz- und Interaktion überprüft. Die Ergebnisse sind in die weiteren Arbeiten im Use Case Smart Kitchen eingeflossen.

5 Erzielte Ergebnisse

In den Abschnitten 5.1 - 5.9 werden zunächst die zentralen Ziele, Aktivitäten und Ergebnisse der einzelnen Teilprojekte (TP) zusammengefasst. Im Anschluss erfolgt in Abschnitt 5.10 eine Betrachtung, Einordnung und Evaluation der Projektergebnisse in der Gesamtschau sowie ein Ausblick.

5.1 TP 1: Roadmap, Vernetzung und Know-how-Transfer

| | |
|-----------------------------|--|
| Leitung: | FE/ZVEI |
| Weitere beteiligte Partner: | Gesamtes Konsortium |
| Ziel: | In TP 1 standen die Weiterentwicklung der Roadmap, die Vernetzung der Akteure und der Know-how-Transfer im Mittelpunkt. Durch reichweitenstarke Partizipationsformate sollte eine breite Akzeptanz für die angestrebten Projektlösungen sowie eine hohe Sichtbarkeit erreicht werden. |
| Arbeitspakete: | AP 1.1: Weiterentwicklung Roadmap und Vernetzung der Kernpartner AP 1.2: Verbreitung und Know-how-Transfer AP 1.3: Teilprojektübergreifende Zusammenarbeit in Arbeitsgruppen AP 1.4: Domänenspezifische Potenzialanalyseworkshops AP 1.5a: Entwicklung Online Kurs und Technologieworkshops für Entwickler |

Roadmap, Vernetzung und Verbreitung: Die für ForeSight geplante Vorgehensweise wurde in der Antragsphase des Projekts in einer Roadmap anschaulich dargestellt (Abbildung 9). Die Roadmap wurde während der Bearbeitungsphase regelmäßig überprüft, aktualisiert und bei Bedarf angepasst.

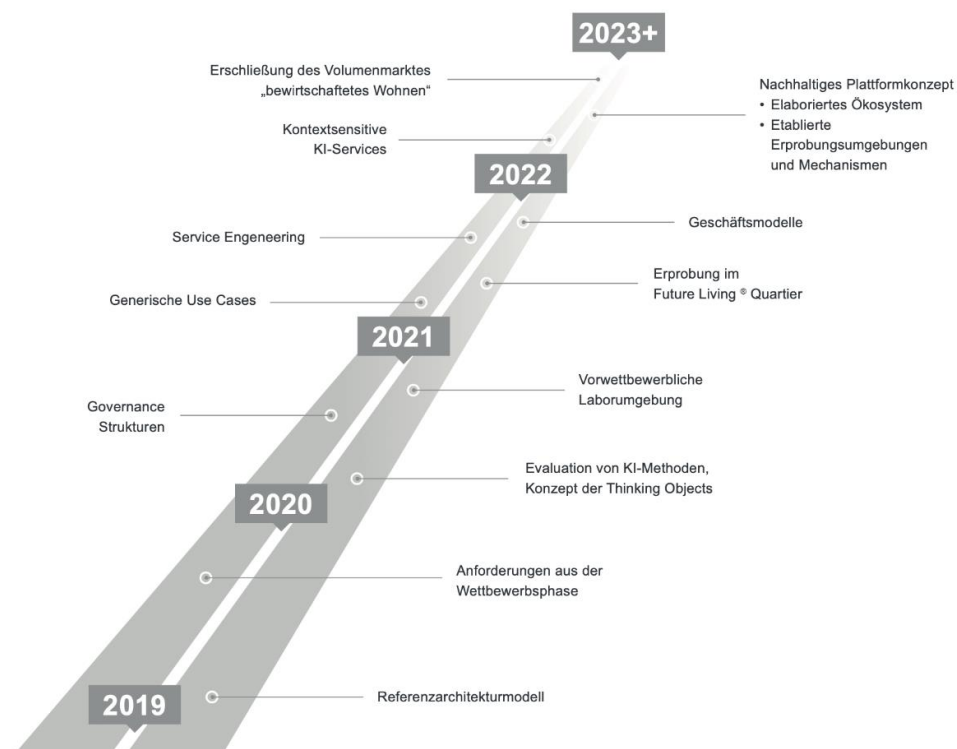


Abbildung 9: ForeSight-Roadmap.

Für den Wissens- und Ergebnistransfer auf einer übergeordneten Projektebene waren in ForeSight – innerhalb des Projekts bzw. der Community – unterschiedliche Formate vorgesehen, die nachfolgend zusammengefasst sind:

Auftaktveranstaltung: Das Kick-off-Meeting von ForeSight fand als zweitägige Veranstaltung am 14. und 15.01.2020 in Berlin statt.

General Assemblys: Bei den General Assemblys handelte es sich um das zentrale Informations-, Austausch- und Vernetzungsformat in ForeSight. Die Veranstaltungen brachten Konsortialpartner und die zahlreichen assoziierten Partner zusammen und dienten als Forum für Diskussionen beispielsweise rund um technische Entwicklungen, Use Cases, Nachhaltigkeit, die Plattformstruktur und ethische bzw. rechtliche Fragen. In diesem Veranstaltungsformat waren neben Fachvorträgen z. B. auch Gastreferenten aus Politik, Verbänden, Wissenschaft und Wirtschaft vorgesehen.

Aufgrund der im Frühjahr 2020 beginnenden Corona-Pandemie wurde das Veranstaltungsformat nicht wie ursprünglich geplant physisch, sondern virtuell durchgeführt. General Assemblys fanden an folgenden Terminen statt:

- 09.06.2020
- 09.12.2020
- 01.07.2021
- 01.12.2021
- 20.06.2022

Die letzte General Assembly fand als „ForeSight-Konferenz“ in Berlin statt (siehe unten).

Quartals-Meetings: 2021 wurde das Format der Quartals-Meetings für alle Konsortialpartner eingeführt. Das Format wurde in erster Linie für jeweils aktuelle Statusberichte der TP-Leitenden zum Projektfortschritt genutzt und diente damit insbesondere einem regelmäßigen projektinternen Ergebnis- und Wissensfluss.

Europäische Delegations- und Konferenzreisen: Auf Einladung des Forums Digitale Technologien (FDT) trat eine deutsche Delegation vom 05.-09.09.2022 eine Reise durch die Schweiz an. Ziel war es, sich zu vernetzen und die weiteren Projekte aus den Bereichen Smart Building und QuantenComputing kennenzulernen. ForeSight beteiligte sich an der Reise, zeigte die im Projekt entwickelten Lösungsansätze zur KI-gestützten Digitalisierung von Wohngebäuden und gab Einblicke zur nachhaltigen Verstetigung des Projekts sowie dessen Bedeutung für smarte Gebäude der Zukunft. Die Reise umfasste u. a. Workshops für den Austausch mit Schweizer Projekten und Unternehmen über Themen rund um digitale Ökosysteme, die Besichtigung des modularen Forschungs- und Innovationsgebäudes NEST und des iHome Labs an der Hochschule Luzern sowie Austauschformate zu Trends und Entwicklungen rund um KI für den Bereich Smart Building. ForeSight informierte dabei über den ForeSight Dataspace, die ForeSight Toolbox und die ForeSight Community und erklärte die Bedeutung für die Domäne Smart Living. Im Mittelpunkt der Diskussionen standen insbesondere Herausforderungen und Lösungsstrategien auf dem unternehmerischen Weg von der Forschung zum Markt. Die Roadshow förderte unter den Beteiligten den Austausch und Wissenstransfer auf nationaler und internationaler Ebene und sorgte für mehr Sichtbarkeit für die Projekte aus dem Bereich Smart Building.



Abbildung 10: Delegationsreise des Forums Digitale Technologien 2022.

Auf der IMAGINE 22 in Wien zeigte ForeSight, wie die drei Säulen der digitalen Gebäudeplattform – Dataspace, Toolbox und Community – ineinandergreifen und diskutierte im Forum mit Fachleuten über das Potenzial von Smart Living in Deutschland und Österreich. Hier wurde deutlich: die Verfügbarkeit und Nutzung von hersteller- und gewerkeübergreifenden Daten ist eine der wichtigsten Voraussetzungen, um den Einsatz von KI in Wohngebäuden der Zukunft zu realisieren. Das Motto der vom österreichischen Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie (BMK) und der Österreichischen Forschungsförderungsgesellschaft (FFG) ausgerichteten IMAGINE 22 lautete „Digitale Technologien neu denken“. Wie groß das Potenzial von Smart Living in Deutschland und Österreich ist und welche Herausforderungen und Bedarfe es bei der Umsetzung gibt, war Schwerpunkt der Diskussionen mit Fachleuten aus Wirtschaft, Wissenschaft und Verbänden. Die Expertinnen und Experten erörterten in einem Fachgespräch mit dem BMK und BMWK zudem, inwiefern man bei der Beförderung von Smart Living länderübergreifend an einem Strang ziehen kann. Nachdem erste Gemeinsamkeiten identifiziert wurden, soll es weitere Gespräche und einen breiteren Dialog über Smart-Living-Technologien geben.



Abbildung 11: IMAGINE 22.

Am 29.08.2022 präsentierte die Konsortialleitung das Projekt auf den Tagen der digitalen Technologien (Tddt). Auf dem zweitägigen Kongress wurden zum dritten Mal nach 2019 und 2020 herausragende Ergebnisse aus den anwendungsnahen Technologie-Programmen des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz im Förderbereich „Entwicklung digitaler Technologien“ präsentiert. Die Konsortialleitung nahm dabei an einem Fachforum und einer Podiumsdiskussion teil. Im Rahmen der Veranstaltung konnten rund 600 Akteure aus Wirtschaft, Forschung und Politik miteinander diskutieren, sich zu vernetzen und über aktuelle Entwicklungen und zukunftsrelevante Themen u. a. im Anwendungsfeld Smart Living informieren.



Abbildung 12: Tage der digitalen Technologien 2022.

Auf dem „ZVEI Talk“ am 01.07.2020 wurde ForeSight einer größeren verbandsinternen Community präsentiert. Ziel war es, die Bedeutung von Smart Living und den Einsatz Künstlicher Intelligenz im Wohnumfeld darzustellen und die Bedeutung von ForeSight als Teil der digitalen Transformation und somit des Smart-Living-Ökosystems in den Fokus der ZVEI-Mitgliedsunternehmen zu rücken.

Speeddatings: Bereits im Laufe des ersten Projektjahres 2020 konnten zahlreiche assoziierte Partner für die Mitarbeit im Projekt gewonnen werden. Für die Vernetzung der assoziierten Partner mit den Konsortialpartnern wurde u. a. das „ForeSight-Speeddating-Format entwickelt. Das Speeddating war ein 1:1-Gesprächsformat zwischen einem Konsortialpartner und einem assoziierten Partner zu einem individuell ausgewählten fachlichen Projektthema. Die Gespräche wurden mittels einer strukturierten Vorlage durchgeführt und dauerten in der Regel zwischen 30 und 60 Minuten. Das Format wurde von den Teilnehmenden sehr positiv bewertet (4,2 auf einer Bewertung mit der Skala 5). Bis Ende 2020 wurden insgesamt 50 ForeSight-Speeddatings erfolgreich durchgeführt.

Messen: ForeSight präsentierte sich vom 02.-06.09.2022 auf der IFA 2022 in Berlin auf dem Gemeinschaftsstand von ZVEI, VDE und VDI. Fachleute des Projekts stellten dort die Plattformelemente ForeSight Dataspace, ForeSight Toolbox und ForeSight Community vor. Außerdem informierten sie über den einzigartigen Ansatz, Interoperabilität zwischen bereits bestehenden und bewährten Herstellersystemen und Produkten herzustellen.



Abbildung 13: ForeSight auf der IFA 2022 in Berlin.

Am 05. und 06.10.2022 wurde ForeSight darüber hinaus von der Konsortialleitung auf der Light & Building in Frankfurt am Main präsentiert.

ForeSight-Konferenz: Die ForeSight-Konferenz fand am 15.03.2023 unter dem Motto „ForeSight ist die Zukunft des Wohnens“ im Forum Digitale Technologien in Berlin statt. Auf der Veranstaltung präsentierten die Projektpartner mehr als 100 Gästen aus der deutschen Smart-Living-Community die Ergebnisse des Forschungsprojekts. Über die Chancen der Digitalisierung, ihre Auswirkung auf Smart Living Dataspaces und damit neu in den Markt drängende Services und Technologien sprach u. a. der

renommierte Digitalexperte und Bestsellerautor Christoph Keese. Die Perspektiven für ein europäisches Smart-Living-Ökosystem diskutierten die Verbändegeschäftsführenden Ingeborg Esser (GdW) und Dr. Wolfgang Weber (ZVEI) mit Axel Voß vom Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK). Moderiert wurde die Podiumsrunde von dem Journalisten Gabor Steingart. Auf der Abschlussveranstaltung informierten zwei Podiumsrunden darüber hinaus über folgende Themen:

ForeSight Dataspace:

- ForeSight und Gaia-X als offene Datenplattform (DFKI)
- Mehrwerte durch ein integriertes Ökosystem (Aareon)
- Konzept des digitalen Zwillings (Bosch)
- Service-Registry und Smart Service Analyzer (DFKI)
- ForeSight Data Catalogue (Strategion)

ForeSight Toolbox:

- Data Factory (Uni Erlangen-Nürnberg)
- Anwendung von Künstlicher Intelligenz im Wohngebäude (DFKI)
- Erfahrungen mit einer ForeSight Erprobungsumgebung und ELSI (GSW)
- Rechtliche Rahmenbedingungen aus Perspektive der Wohnungswirtschaft (GdW)
- Datenökosysteme als Treiber neuer Geschäftsmodelle (DFKI)

Exemplarische Use Cases:

- Optimierter Grünstromverbrauch durch KI (ixto)
- Predictive Maintenance (Uni Frankfurt)
- Netzdienliches Laden (KEO)
- Smart Meter Gateway: Sicherheitsanker für Mehrwerte (PPC)
- ForeSight-Multisensor und virtuelle Sensoren (INSTA)
- Der intelligente Gebäudepfortner (dormakaba, Strategion) (auch in der Ausstellung als Demonstrator vorhanden)
- Selbstbestimmtes Leben, Wohnen und Altern (easierLife)
- Smart Kitchen – Services in der Küche und aus der Küche (Bosch)
- Akzeptanz durch Mietende (GSW)



Abbildung 14: ForeSight-Konferenz 2023 in Berlin.

5.2 TP 2: Daten, Datenstrukturierung, Datenschutz

| | |
|-----------------------------|--|
| Leitung: | FAU |
| Weitere beteiligte Partner: | Aareon, Bosch, IoT connctd, DFKI, domakaba, easierLife, FH Dortmund, PPC, GSW, Insta, ixto, KEO, Strategion, Uni Frankfurt |
| Ziel: | Ziel von TP 2 war eine effiziente und System- bzw. herstellernerneutrale Bereitstellung von Daten, die Sicherstellung des Datentransports, der logischen Strukturierung und sicheren Überführung in den ForeSight Dataspace. |
| Arbeitspakete: | AP 2.1: Datenmanagement AP 2.2: Datenmodelle, Ontologien AP 2.3: Datenvorbereitung für maschinelles Lernen und KI AP 2.4: Datenbereitstellung und Verteilung |

Ein wesentliches Entwicklungsziel des ForeSight Dataspace ist die effiziente und system- bzw. herstellernerneutrale Bereitstellung von Smart-Home-Daten. Der Dataspace sollte zusätzlich zu den Daten auch passende KI-Methoden für die Mustererkennung und Prognosen anbieten. Hierfür sind umfangreiche Datenbestände sowie Hintergrundinformationen zu den Bedingungen bei der Datenaufnahme essenziell. Ohne gute Daten ist ein sinnvoller KI-Einsatz nicht möglich. Daher befasste sich TP 2 mit den notwendigen Daten, dem Datentransport aus gängigen Smart Home Systemwelten und Middleware- bzw. Broker-Systemen sowie mit der logischen und räumlichen Strukturierung der Daten. Ein weiteres wesentliches und nicht triviales Ziel ist die System- und Herstellerunabhängigkeit der Daten in dem Dataspace. So müssen bspw. Temperaturdaten stets dieselbe Bedeutung aufweisen, unabhängig davon, aus welchen konkreten Sensoren sie stammen. Ein weiterer Aspekt ist die Auffindbarkeit von Daten und allgemeiner ausgedrückt von Ressourcen. Eine durchgehende semantische Beschreibung aller Daten, Sensoren und Geräten dient zum einen der besseren Interoperabilität und zum anderen der Auffindbarkeit, z. B. mithilfe von semiautomatischen, semantischen Suchen (Abbildung 15). **Eine Kerneigenschaft des ForeSight Dataspace ist somit eine durchgängige und einheitliche Semantik.** Sie ist zudem eine Voraussetzung für die Anwendungen von Methoden aus der expliziten, symbolischen KI.

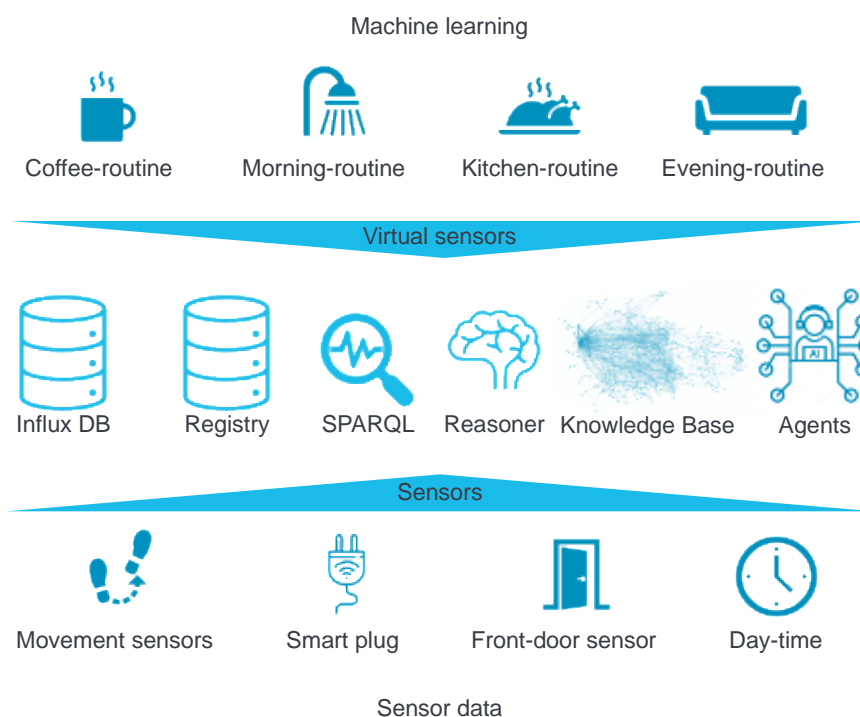


Abbildung 15: ForeSight Dataspace mit realen und virtuellen Sensoren, der Things-Registry, der Zeitseriendatenbank InFluxDB für Rohdaten, der semantischen Suche mit SPARQL sowie weiteren KI-Werkzeugen.

Ein erfolgreicher Dataspace muss aus Sicht des Konsortiums und basierend auf den gewonnenen Erfahrungswerten ein einheitliches Datenmanagement, sinnvoll nutzbare Datenmodelle sowie einheitliche semantischen Beschreibungen (WoT-Beschreibungen und Ontologien) anbieten. Um die Zugangshürden für Nutzende eines Dataspace niedrig zu halten, sind qualitativ hochwertige, für KI-Verfahren bereits gut vorbereitete Test- und Trainingsdaten äußerst hilfreich. Die Datenbereitstellung durch die Anbieter sowie auch für die Konsumenten von Daten muss transparent und einheitlich realisiert sein. Der ForeSight Dataspace verwendet hierfür die etablierten Schnittstellen und Ansätze aus dem semantischen Web sowie aus Gaia-X.

Datenmanagement: In AP 2.1 Datenmanagement wurde die semantische Datenbeschreibung mit dem Ansatz Web of Things (WoT)²³ bzw. SENSE-WoT aus dem BMWK-Projekt SENSE realisiert (Abbildung 16).

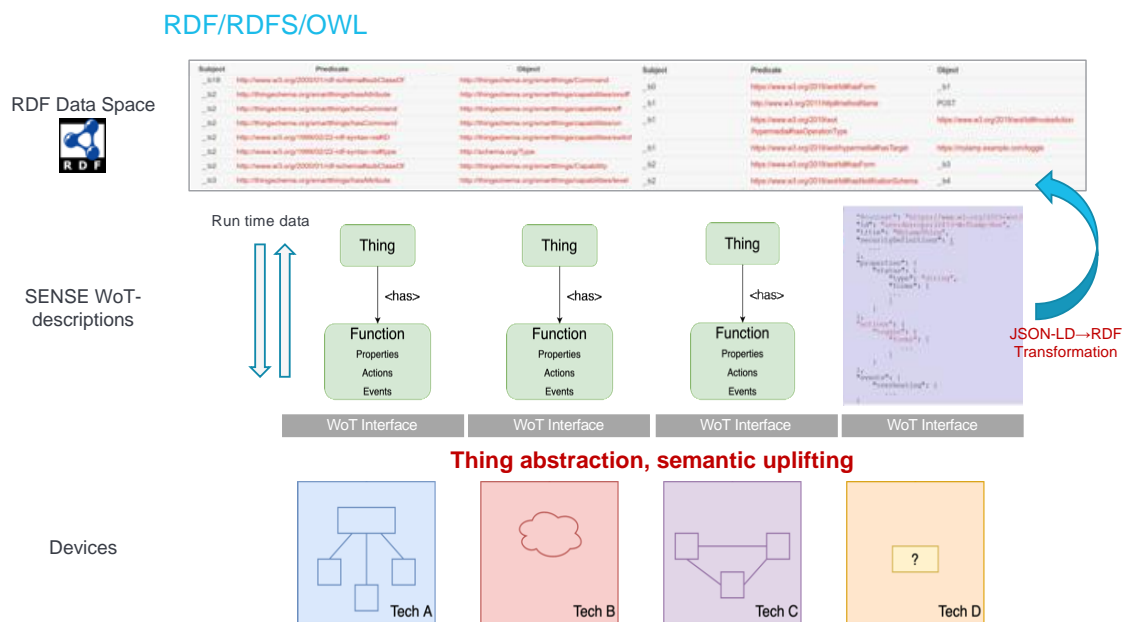


Abbildung 16: Things im ForeSight Dataspace.

Somit sind alle Daten, Sensoren, Geräte und Ressourcen einheitlich als so genannte Things semantisch beschrieben. Die einzelnen Things werden in einem semantischen Katalog, der Thing-Registry (Abbildung 17) und die dazugehörigen Rohdaten in einer korrespondierenden Zeitseriendatenbank (In-FluxDB) verwaltet. Die Datenstrukturierung erfolgte wohnungsbezogen, d. h. jedes Thing ist mit seinen Rohdaten einer Wohnung zugeordnet. Ebenso hat jede räumlich verortete Ressource eine eindeutige, mit der Building Topology Ontology (BOT)²⁴ beschriebene, räumliche Koordinate in einem Gebäude bzw. einer Wohnung (Abbildung 18).

²³ [https://www.w3.org/WoT/#:~:text=The%20Web%20of%20Things%20\(WoT,IoT%20platforms%20and%20application%20domains.](https://www.w3.org/WoT/#:~:text=The%20Web%20of%20Things%20(WoT,IoT%20platforms%20and%20application%20domains.)

²⁴ [https://w3c-lbd-cg.github.io/bot/.](https://w3c-lbd-cg.github.io/bot/)

BedroomLight_chall

IDhttps://zuse.icas.fh-dortmund.de/ict-gw/v1/things/8356b803f6204415

DescriptionBedroomLight

TypeThing
iot:Sensor
iot:BinarySwitchControl
https://w3id.org/saref#LightingDevice

onOffHistory
Action

onOff
Property

IDonOff

Titlenone

Semantic Typeiot:SwitchStatus

Writeable☐

Observable☐

Output Data Schema

```

{
  "time": {
    "title": "Date time",
    "description": "The date time in ISO 8601 format",
    "type": "string",
    "readOnly": true,
    "writeOnly": false
  },
  "onOff": {
    "schema:dateModified": {
      "id": "urn:99e8a90b-6627-4a0b-8707-62ee995d06e3"
    },
    "instanceOf": "org.ict.model.wot.dataschema.BooleanSchema",
  }
}

```

Abbildung 17: ForeSight Things-Beschreibung.

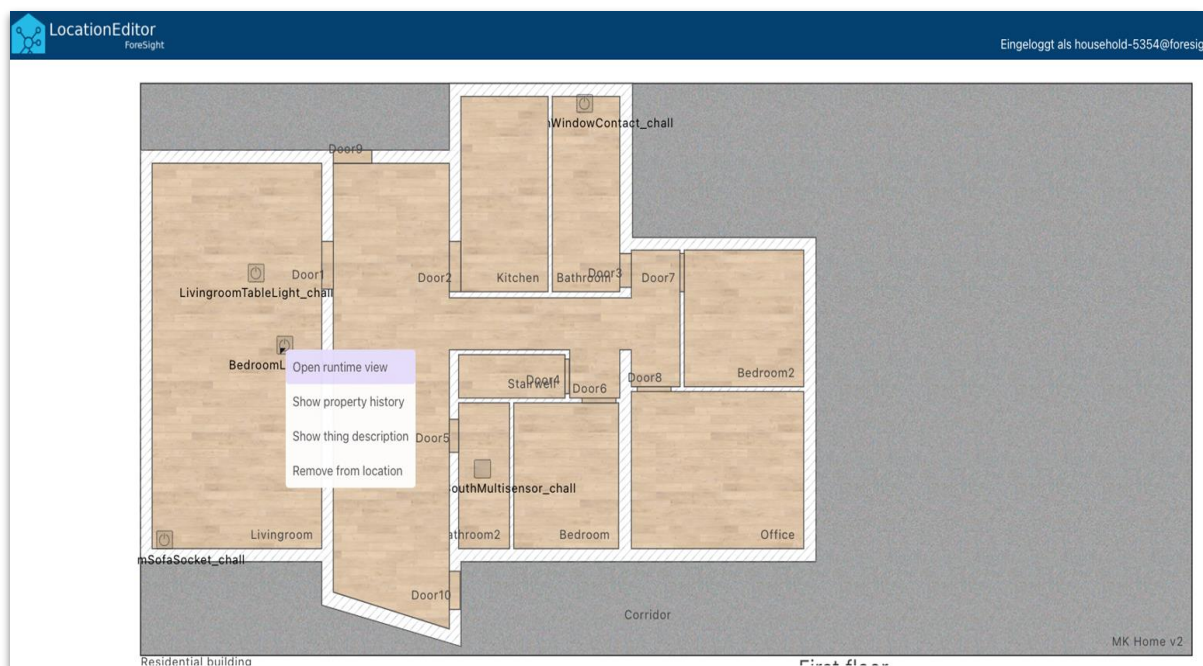


Abbildung 18: ForeSight Location Editor zur Erstellung von semantischen Beschreibungen der Location eines Things.

Der Zugriff auf die Rohdaten erfolgt grundsätzlich über ein Thing, welches neben der semantischen Beschreibung des Inhaltes auch die Referenz zu den originalen Rohdaten enthält (siehe Abbildung 17), erste Zeile „ID“). Dieser Mechanismus ermöglicht einen im Sinne von Gaia-X weitgehend föderierten, d. h. verteilten Dataspace aufzubauen. Neben den üblichen Cloud-Bereichen für Daten können mit diesem Mechanismus auch Daten aus lokalen, im Gebäude befindlichen Datenbeständen referenziert

und im Dataspace bereitgestellt werden. Die semantische Suche nach Daten bzw. Things erfolgt mit der Abfragesprache SPARQL²⁵ (Abbildung 19).

```
PREFIX iot: <http://iotschema.org/>
PREFIX td: <https://www.w3.org/2019/wot/td#>

SELECT * WHERE {
  GRAPH ?g {
    ?thing a td:Thing .
    ?thing a iot:TemperatureSensing .
    ?thing td:hasPropertyAffordance ?property .
    ?property a iot:AirTemperature .
  }
}
```

Abbildung 19: SPARQL-Suche nach allen Things in der Things-Registry, die einen Lufttemperaturwert anbieten.

Historische Daten werden mit einem History-Service gezielt ausgelesen und bereitgestellt. Bereitgestellt wurden auch zahlreiche weitere Werkzeuge, die den Umgang mit Daten, deren Visualisierung und gezielten Auswahl erheblich vereinfachen. So wurde bspw. das System Grafana²⁶ an den Dataspace angebunden und dient der graphisch anspruchsvollen Visualisierung von Zeitserien, Überlagerungen etc.

Für die Realisierung von Privacy und Security wurde das System keycloak²⁷ als Access Management Werkzeug verwendet. Jeder einzelne Service und jedes Thing ist mit keycloak vor unberechtigten Zugriffen geschützt. Die Eigentümer eines Things können feingranular festlegen, wer welchen Zugriff erhalten soll.

Ebenfalls im Sinne von Gaia-X können ausgewählte semantische Informationen für die darüberliegenden Federated Catalogues bereitgestellt werden. Somit kann der auf etablierten Standards beruhende ForeSight Dataspace Teil einer auf Gaia-X und semantischen Beschreibungen aufbauenden Dataspace-Hierarchie werden (Abbildung 20).

²⁵ <https://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>.

²⁶ <https://grafana.com>.

²⁷ <https://www.keycloak.org>.

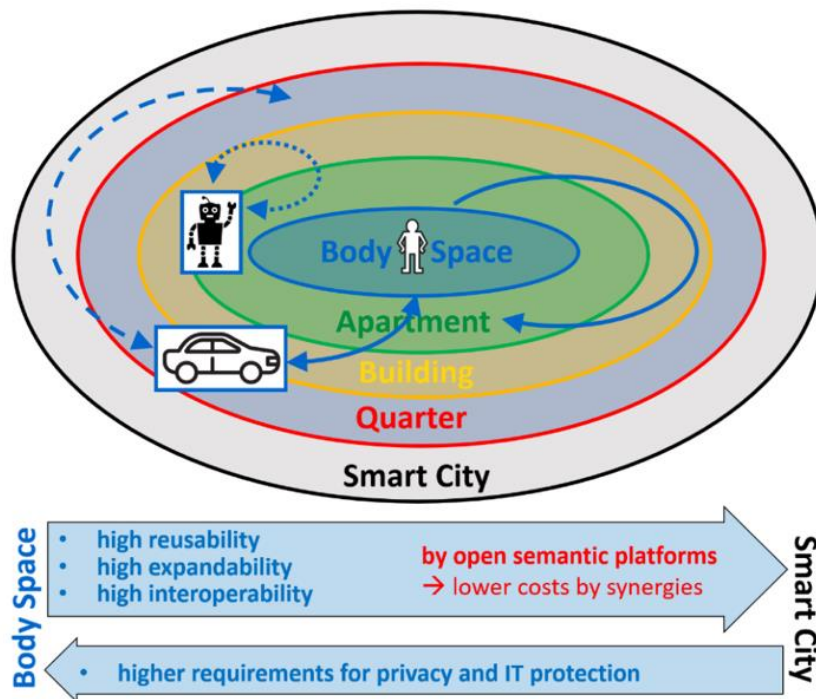


Abbildung 20: ForeSight schafft Voraussetzungen, um die semantisch angereicherten Smart Living Daten nicht nur auf Gebäude-, sondern auch auf Quartiers- und Smart-City-Ebene nutzbar zu machen.

Zur Umsetzung der Use Cases (TP 4) wurden die notwendigen Datenquellen und zugehörige Annotationen (Labels für KI) identifiziert (Abbildung 21) bzw. vervollständigt. Ebenso entstanden konzeptionelle Strategien zur Dimensionsreduktion und dem Transfer multivariater Daten in einem Feature Space. Für einen besseren Datenschutz sind KI-basierte Services entstanden, die als Basisservices im Dataspaces verfügbar sind und aus einer u. U. großen Menge an Rohdaten mehr oder weniger hoch abstrahierte, Informationen, z. B. über einen Tagesablauf in einer Wohnung oder eine Energieverbrauchsprognose, erzeugen. Datenkonsumenten erhalten somit keine Rohdaten, sondern die abstrahierten Informationen, die in vielen Anwendungsfällen völlig ausreichend sind.

Die beschriebenen Konzepte zur Datensammlung, Strukturierung und Verwaltung wurden mit eigenen Testdaten aus entsprechenden Testhaushalten sowie auch aus Haushalten im Wohnquartier Future Living Berlin erprobt. Speziell mit dem Abschluss der Anbindung von Future Living Berlin durch Kessler Solutions und IoT connctd wurde es möglich gemacht, semantisch aufbereitete Daten aus Future Living Berlin zu nutzen. Neben der Datenerfassung in Testhaushalten wurden auch bereits existierende Datensätze recherchiert, gesichtet und dem Konsortium zur weiteren Prüfung empfohlen. Dies betrifft bspw. den vor allem für die KI-Entwicklung intensiv genutzten, frei verfügbaren Refit-Datensatz²⁸.

²⁸ https://repository.lboro.ac.uk/articles/dataset/REFIT_Smart_Home_dataset/2070091.

Use Cases

AP 4.1.1 Aktivität und Kontext

Benötigte Daten

- Multisensordaten
 - Schallsensordaten (Mikrofon)
 - Beschleunigungssensordaten
 - Lichtfarbe-, Lichtstärkedaten
 - Entfernungsmesserdaten
 - Temperatur-/Feuchtigkeitsdaten
 - Barometrischer Druckdaten
 - Luftqualitätsdaten (CO₂, Breath VOC)
 - EMV-Schallsensordaten
- Angewiesen auf Multisensordaten welche Aktivitäten zeitsynchron über unterschiedliche Parameter beschreiben

Vorhandene Daten

- Bislang nur Testdaten vorhanden
- Drei Multisensoren an FH Dortmund verfügbar (Daten werden noch nicht persistiert)
- Sechs Multisensoren sollten bereits Daten liefern
- ca. 10 Multisensoren sollten seit mitte Mai zusätzlich Daten liefern

Fehlende Daten

- **Multisensordaten die zeitsynchron Aktivitäten mit unterschiedlichen Parameter beschreiben**
 - Schallsensordaten (Mikrofon)
 - Beschleunigungssensordaten
 - Lichtfarbe-, Lichtstärkedaten
 - Entfernungsmesserdaten
 - Temperatur-/Feuchtigkeitsdaten
 - Barometrischer Druckdaten
 - Luftqualitätsdaten (CO₂, Breath VOC)
 - EMV-Schallsensordaten

Datentöpfe

- UC MI ADL ([https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Activities+of+Daily+Living+\(ADLs\)+Recognition+Using+Binary+Sensors](https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/Activities+of+Daily+Living+(ADLs)+Recognition+Using+Binary+Sensors))
 - 24 Sensoren: 8x PIR, 7x Magnetic, 2x Flush, 4x Pressure, 3x Electric
- BILBAO ADL (https://github.com/aitoralmeida/c4a_activity_recognition/tree/master/experiments/kasteren_dataset)
 - **Keine Auswertung möglich**
- ARAS (<http://aras.cmpe.boun.edu.tr/download.php>)
 - Keine Rohdaten, nur ausgewertete Ereignisse
- OPPORTUNITY (<https://archive.ics.uci.edu/ml/datasets/opportunity+activity+recognition>)
 - Sehr ausführlich und umfangreiche Daten täglicher Aktivitäten
 - Enthält Daten von Sensoren die am Körper getragen wurden, Objektsensoren und Umgebungssensoren
 - Geskriptete Aktivitäten
- GETALP (<http://lig-getalp.imag.fr/fr/health-smart-home-his-datasets/>)
 - Sensoren: Mikrofon, Infrarotsensor, Kameras, Temperatur, Luftfeuchtigkeit
 - Bewohner mit Magnetometersensor ausgestattet
 - Geskriptete Aktivitäten
- MULTI (<https://data.mendeley.com/datasets/t9n68ykfk3/1>)
 - Sensoren: Passiv-Infrarot, Kraftmesswiderstände, Reed-Schalter, Mini-Fotozellen-Lichtsensoren, Temperatur und Luftfeuchtigkeit, Smart Plugs

Abbildung 21: Textuelle Datentopf-Zuordnung in Anlehnung an einen Use Case, hier Aktivitätserkennung, um das ForeSight-Konsortium auf externe Datentöpfe hinzuweisen und eine erste Einschätzung vorzunehmen.

Datenmodelle und Ontologien: Beim AP 2.2 Datenmodelle und Ontologien wurden passende Ontologien ermittelt und deren Vereinbarkeit für die relevanten Use Cases geprüft. Die grundlegende Ontologie der Plattform ist iotschema²⁹. Für Energiefragestellungen wurde SAREF4Ener³⁰ prototypisch verwendet.

²⁹ https://www.w3.org/WoT/ws-2019/Presentations%20-%20Day%202/Extension%20for%20WoT%20Standardization/04_Schema.org%20extensions%20for%20IoT%20iotschema.pdf.

³⁰ <https://saref.etsi.org/saref4ener/v1.1.2/>.

Im Bereich der computergestützten Gebäudeverwaltung (CAFM) wurde untersucht, inwieweit die Basisdatenmodelle der CAFM-Software aus dem Hause Kessler für ForeSight von Vorteil sind. Neben der oben genannten Anbindung des Quartiers wurde in diesem Rahmen ein digitaler Gebäudezwilling erstellt, der in seinem Modell alle für das Projekt relevanten Gewerke abdeckt. Zwischenergebnisse von der prototypischen Implementierung von Methoden zum automatischen Mapping wesentlicher Elemente des Datenmodells in das WoT-Format liegen vor und werden von den mitwirkenden Unternehmen als wichtiges zukünftiges Tätigkeitsfeld im Rahmen der Verwertung gesehen. Es wird weiterhin daran gearbeitet, diese Ideen der gesamten Community verfügbar zu machen.

Einige der Konsorten betrieben auch selbst Technologie-Labors oder Anwendungsumgebungen. Demzufolge galt es eine Potenzialanalyse der Labor- und Anwendungsumgebungen durchzuführen und diese Erkenntnisse und Möglichkeiten den anderen TPs zur Verfügung zu stellen. Insgesamt fanden Besuche und technische Integrationen von mehr als zehn Laboren oder Anwendungsumgebungen statt. Die Technologiestacks rund um den Smart Meter wurden mit dem konventionellen Ansatz der Nutzung einer Webapplikation oder Middleware verglichen und jeweilige Stärken und Schwächen abgeleitet. Des Weiteren wurde eruiert, inwieweit die Plattform mit den Gaia-X-Entwicklungen Schritt hält und entsprechende Anpassungen vorgenommen.

Datenvorbereitung für maschinelles Lernen, Labeling: Im AP 2.3 Datenvorbereitung für maschinelles Lernen (ML) wurden vor allem Ansätze entwickelt und in Testhaushalten erprobt, die neutrale Labels (Ground Truth) ermöglichen. Das Konzept nutzt Smart Home Sensoren und Geräte als unabhängige Datenquellen. Es wurden bspw. Smart Meter Datenströme, die mit ML analysiert werden sollten, mit Daten aus vernetzten Stromsteckdosen (Smart Plugs) gelabelt. Die Smart Plugs messen zwar zeitgleich, aber technisch unabhängig von einem Smart Meter Schaltaktionen und Energieverbräuche des angeschlossenen Gerätes. Somit kann in einem ML-Trainingsprozess auf Basis von Smart Meter Daten eindeutig gesagt werden, ob ein bestimmtes elektrisches Gerät in der betrachteten Zeitspanne geschaltet wurde und/oder wie hoch die jeweiligen Verbräuche waren. Typische Muster im Energieverbrauch finden sich sowohl in den Messungen des jeweiligen Smart Plugs wie auch im Smart Meter Datenstrom. Darüber hinaus gab es Experimente, um den Prozess des Labelings weiter zu automatisieren. Im Kern gilt es festzuhalten, dass das automatisierte Labeling im Projekt zwar scriptgestützt verbessert werden konnte, allerdings weiterhin Optimierungspotenzial besteht. Wie auch in anderen Projekten zu beobachten, kann auf ein manuelles Labeling aus Qualitätsgründen oftmals nicht verzichtet werden.

Datenbereitstellung und -Verteilung: Zusätzlich zu dem oben beschriebenen Zugangsmechanismus zu Daten im Dataspace über die Things-Registry und die Things wurde die potenzielle Rolle von Smart Meter Gateways für die Datenübertragung aus Haushalten heraus in den Dataspace untersucht. Dazu sind Smart Meter Gateways in einzelnen Erprobungsumgebungen (Testhaushalten) platziert worden und liefern energiebezogene Daten in den ForeSight Dataspace. Für einen breiten Einsatz und für hochfrequente Messdaten reichen die heute üblichen LTE-Verbindungen der Smart Meter Gateways nicht aus. Hier müssen in weitergehenden Untersuchungen neue Möglichkeiten der Datenreduktion „on Edge“ und/oder schneller Übertragungswege, bspw. LoRaWan³¹, gefunden werden.

Eine weitere offene Fragestellung ist die Anbindung existierender, komplexer und in sich geschlossener Messsysteme, bspw. zur Wärmemengenmessung. Hier konnte der ForeSight Dataspace lediglich selbst offene Schnittstellen anbieten, die dann potenziell von den jeweiligen Systemanbietern genutzt werden können, um eigene Daten aus derartigen Messsystemen bereitzustellen.

Die Daten im ForeSight Dataspace: Insgesamt waren auf der Plattform 175 Benutzer registriert, 3982 Things in der Thing-Registry hinterlegt und über die Projektlaufzeit wurden über 2,7 Mrd. Werte in die Zeitreihendatenbank geliefert (buckets: 2.324.261.924 (households) + 174.592.230 (aufaps-test) + 172.711.605 (openhab-test (M. Becker)) + 29.008.801 (ppc (SMGW))). Einige der Wohnungen und Gebäude verfügten über eine hohe Anzahl an Things (Abbildung 22).

³¹ <https://www.lora-wan.de>.

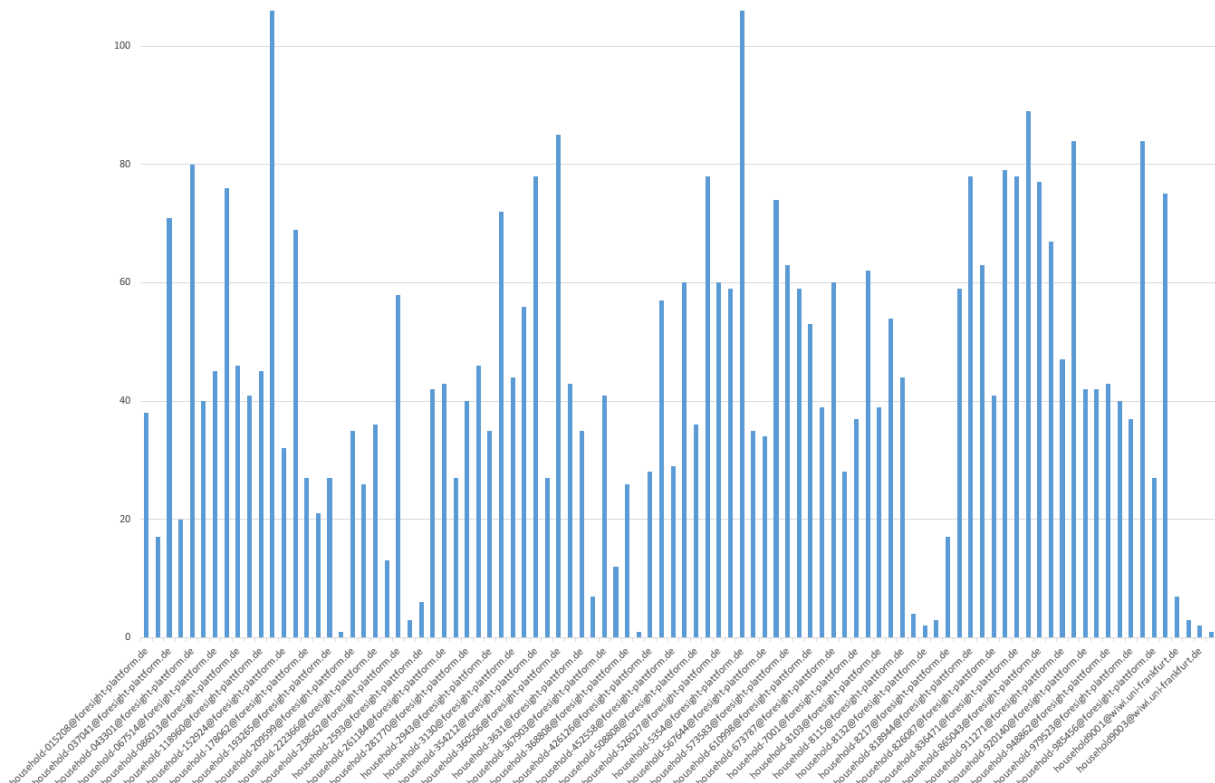


Abbildung 22: Anzahl der Things pro erfasstem Haushalt im ForeSight Dataspace.

5.3 TP 3: Plattformkomponenten und Referenzarchitektur

| | |
|-----------------------------|---|
| Leitung: | DFKI |
| Weitere beteiligte Partner: | Aareon, Bosch, IoT connctd, dormakaba, easierLife, FAU, FH Dortmund, PPC, Insta, ixto, KEO, Strategion, Uni Frankfurt |
| Ziel: | Schwerpunkte von TP 3 waren die Schaffung eines offenen Aufbaus der Plattform zur flexiblen und modularen Nutzung und die Einbeziehung von KI-basierten Services unter Einbettung des SENSE-WoT-Standards. |
| Arbeitspakete: | AP 3.1: Entwurf und Aufbau der Entwicklungs-, Test- und Produktivumgebung AP 3.2: KI-Compute-Umgebung AP 3.3: Edge-Computing für KI-Anwendungen AP 3.4: Basisservices AP 3.5: Intelligente digitale Zwillinge, Thinking Objects |

TP 3 umfasste die Plattformkomponenten, die KI-Services und die Referenzarchitektur. Im Projektverlauf ist die Transformation der ursprünglichen ForeSight-Plattform zu einem weitgehend Gaia-X-kompatiblen ForeSight Dataspace hinzugekommen. Die technischen Entwicklungen in Richtung Gaia-X-Konformität wurde durch eine aktive Mitarbeit der Projektpartner in der Gaia-X-Arbeitsgruppe Smart Living begleitet.

Die übergeordneten Entwicklungsziele für die Plattform und den Dataspace waren:

- die intensive Einbeziehung des zuvor im Projekt SENSE entwickelten SENSE WoT Standards für die durchgängige, semantische Beschreibung aller Daten, Geräte und Services
- ein offener, modularer Aufbau der Plattform, beruhend auf internationalen (W3C-) Standards

- flexible und modulare Nutzungsmöglichkeiten, die es Partnern aus der Smart Living Community erlaubt, entweder die ganze Plattform oder einzelne Komponenten davon in eigenen Services bzw. Anwendungen zu nutzen
- in die Plattform integrierte Möglichkeiten, aus Rohdaten hoch abstrahierte Informationen abzuleiten und im Sinne des Datenschutzes nur diese konsumierenden Anwendungen zur Verfügung zu stellen
- sowie die enge Einbeziehung von KI-basierten Services.

Referenzarchitektur und Platformaufbau: Die finale Referenzarchitektur (Abbildung 23) repräsentiert eine föderierte, den Linked Data Prinzipien folgende und vollständig semantisch beschriebene Plattform, welche in mehrere funktionale Ebenen aufgeteilt ist.

- **Ebene Daten:** die untere Ebene bindet ausgewählte Geräte, Systemfamilien, Middleware-Systeme, Anbieter-Clouds sowie auch Broker-Systeme an die ForeSight-Plattform an.
- **Ebene Semantik:** alle Daten, Geräte und Services werden mit dem, im Vorgängerprojekt SENSE angepassten W3C-Web of Things (WoT) Konzept³² als semantisch beschriebene Ressourcen, so genannte Things, in den ForeSight Dataspace aufgenommen.
- **Ebene Digitaler Zwilling / Service- und Things-Registry / Plattform-Werkzeuge:** alle angeschlossenen Ressourcen werden als Things semantisch beschrieben und in dem entsprechenden digitalen Zwilling einer Wohnung abgelegt. Alle Werkzeuge und grundlegenden Services sind in der so genannten **ForeSight Toolbox** zusammengefasst.
- **Ebene KI und Basisservices:** Die ForeSight-Plattform bietet grundlegende KI-Methoden und darauf aufbauende Services.
- **Ebene Gaia-X:** Diese Ebene verbindet den ForeSight Dataspace mit der darüberliegenden Gaia-X Ebene.

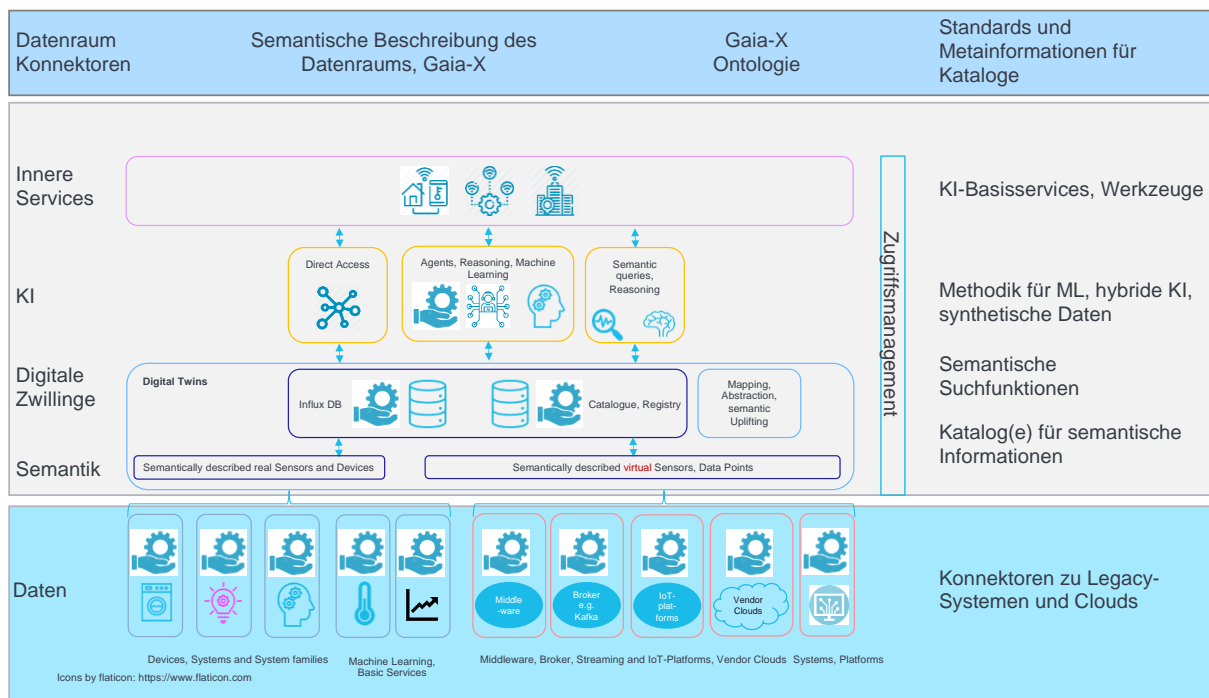


Abbildung 23: Finale Referenzarchitektur für den ForeSight Dataspace.

³² <https://www.w3.org/WoT/>.

Gaia-X-Konformität, Entwicklung hin zu einem intelligenten Dataspace: Die vollumfängliche Gaia-X-Konformität konnte aufgrund der zur Projektlaufzeit noch fehlenden Gaia-X Federated Services³³ nicht vollständig erreicht werden. Es wurden Versuche mit dem – Gaia-X zugrundeliegenden – International Dataspace (IDSA³⁴) sowie mit frühen Versionen des Eclipse Dataspace Connectors (EDC)³⁵ gemacht. Ein Gaia-X-konformer Konnektor mit der in Gaia-X geforderten Nachvollziehbarkeit aller Zugriffe konnte jedoch nicht implementiert werden. Stattdessen bietet die Registries in Verbindung mit den Werkzeugen aus der Toolbox einen standardisierten Einstieg in die Dataspace-Inhalte. Die Registries unterstützen semantische Suchfunktionen mit der Abfragesprache „SPARQL“, die im Sinne einer Gaia-X Dataspace-Hierarchie von einem Toplevel-Katalog ausgehen kann. Zusätzlich können aus dem ForeSight Dataspace semantische Metainformationen für die Gaia-X Federated Catalogues³⁶ bereitgestellt werden. Das Konzept der Registry entspricht technologisch den Gaia-X Federated Catalogues. Der ForeSight Dataspace bietet eine innere, zu Gaia-X compatible, durchgängige semantische Beschreibung mit der RDF-Ontologie iotschema, d. h. semantische Metainformationen zu den Dataspace-Inhalten können unmittelbar für Gaia-X Federated Catalogues bereitgestellt werden. Ebenso wie in Gaia-X vorgesehen, wurde das Identity Managementsystem keycloak für die Absicherung aller Services im Dataspace verwendet.

Der ForeSight Dataspace implementiert individuelle Schnittstellen zu den verschiedenen Legacy-Systemen, anstatt dass diese alle mit je einem Gaia-X-Konnektor ausgestattet und über diesen Konnektor mit dem Dataspace verbunden sind. Ein idealtypischer Gaia-X-Dataspace würde dies voraussichtlich so umsetzen.

Aus Sicht des ForeSight-Konsortiums erscheint es unrealistisch, alle relevanten Smart-Living-Daten in einem einzigen Dataspace abzulegen. Vielmehr ist davon auszugehen, dass es eine Vielzahl unterschiedlichster und auf der Gaia-X-Ebene compatible Dataspaces geben muss, die die verschiedenen Unterthemen sowie räumliche und geschäftspolitische Zuordnungen abbilden. Der ForeSight Dataspace ist daher als Teil einer größeren Dataspace-Hierarchie konzipiert (Abbildung 24).

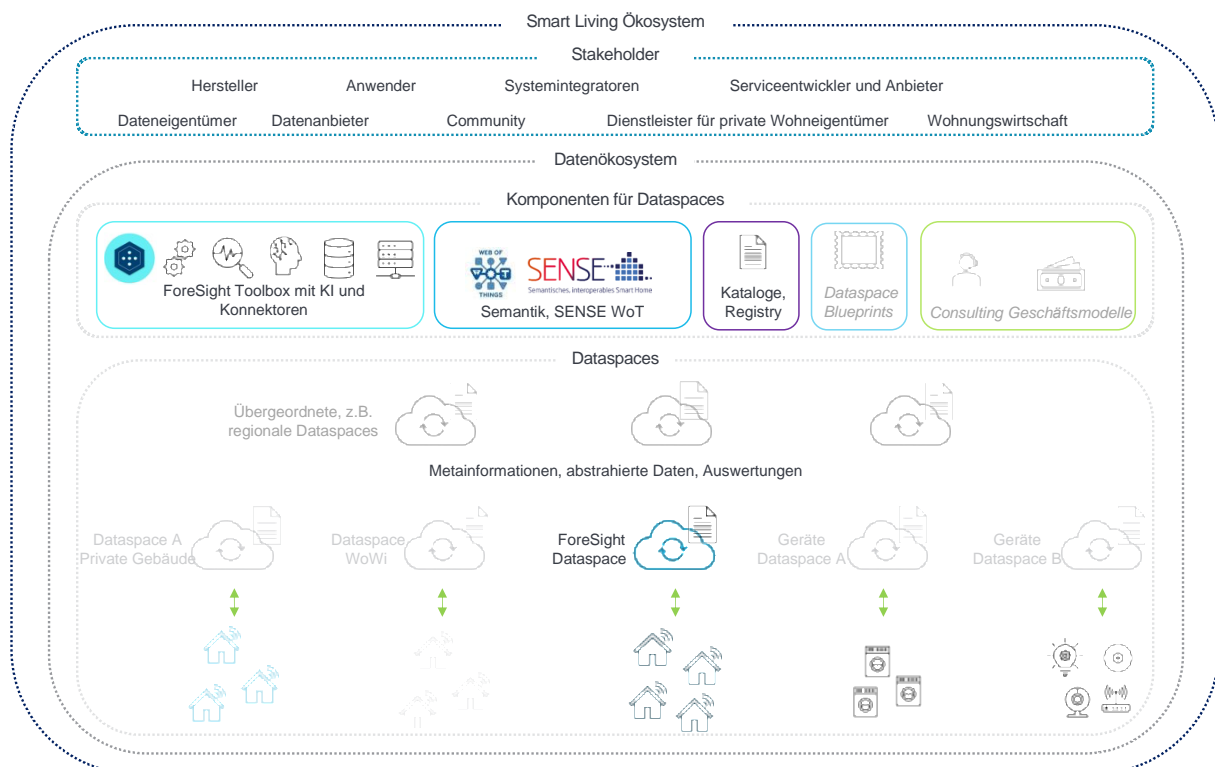


Abbildung 24: Der ForeSight Dataspace als ein des Smart-Living-Ökosystems.

³³ <https://www.gxfs.eu/de/>.

³⁴ <https://internationaldataspaces.org/>.

³⁵ <https://projects.eclipse.org/projects/technology.edc>.

³⁶ https://gaia-x.eu/wp-content/uploads/files/2022-01/Gaia-X_Federation_Services_White_Paper_1_December_2021.pdf.

Daten, Schnittstellen zu Legacy-Systemen: Im Projektverlauf wurden verschiedene Ansätze verfolgt und prototypisch umgesetzt. Geräte und Systemfamilien lassen sich inzwischen beinahe durchgängig mit Web-Browsern und APPs bedienen. Sie bieten die dazu notwendigen RESTful-Schnittstellen und JSON-APIs entweder direkt auf dem Gerät oder sehr viel häufiger in einem Cloud-Angebot an. **Die originalen Daten aus solchen Plattformen werden möglichst nicht in den Dataspace kopiert, sondern nur referenziert.** Weit verbreitet sind auch traditionelle Middleware-Systeme, wie z. B. OpenHAB³⁷, iobroker³⁸, Homeassistant³⁹ etc. sowie Hardware-Lösungen, wie Hom.ee⁴⁰, Samsung SmartThings⁴¹, etc. Sie bieten zu zahlreichen Systemwelten und Geräte eigene Schnittstellen und Integrationen. Diese Situation wird sich durch den neuen Standard Matter⁴² weiter verbessern, da Matter als neuer Standard bisher inkompatible Systeme miteinander verbinden kann. Sowohl die Middleware-Systeme wie auch die Hardware-Lösungen bieten oft RESTful-Schnittstellen oder APIs an, über die die Daten in den ForeSight Dataspace referenziert oder übertragen werden können. Im Projektverlauf wurden sowohl OpenHAB wie auch Homeassistant und die Hom.ee sowie das Echo-System angebunden. Exemplarisch wurden auch Broker-Systeme, wie MQTT⁴³ und Apache Kafka⁴⁴ an den Dataspace angebunden. Hinzu kommen Anbindungen proprietärer Plattformen, wie die IoT connctd Plattform, das System der FH Dortmund, das System von easierlife sowie die SmartMeter Plattform des Partners PPC.

Semantische Komponenten: SENSE WoT⁴⁵ ermöglicht die semantische Beschreibung von Geräten und Interaktionen unter Verwendung von Ontologien. Die verwendete Standard-Ontologie ist iotschema⁴⁶. Je nach Ausgangssystem werden die zugehörigen Daten in den Dataspace kopiert oder verlinkt.

Im Projektverlauf erstellte bzw. weiterentwickelte Mapping Werkzeuge ermöglichen die automatisierte semantische Beschreibung von JSON APIs (Semantic Uplifting) und umgekehrt (Lowering). Ebenso können Daten in verschiedene RDF-Ontologien überführt werden.

Things- und Service-Registry (Kataloge): In der **Things-Registry** werden alle semantisch beschriebenen Daten, Geräte und Sensoren (auch virtuelle, Software-defined Sensors) verwaltet. In der korrespondierenden Service-Registry werden somit alle inneren Services verwaltet, die Teil des ForeSight Dataspace sind. Bei Bedarf werden die zugehörigen Sensor- oder Geräterohdaten in der Zeitseriendatenbank, InfluxDB⁴⁷, abgelegt. Die Registries bilden je nach Suchzweck die Einstiegspunkte in den ForeSight Dataspace. Die Zugriffe sind mit dem Gaia-X-konformen keycloak⁴⁸-System feingranular zu konfigurieren. Dabei wird auch zwischen lesendem und schreibendem Zugriff unterschieden. Die Registries bieten dazu jeweils verschiedene Möglichkeiten (Endpoints), um zielgerichtete semantische Suchen zu ermöglichen. Dieser Mechanismus ist Gaia-X-kompatibel.

Die **Service-Registry** fungiert als Werkzeug, dass sich primär an Service-Entwickler richtet. Der Katalog stellt einen zentralen Sammelpunkt standardisierter, an die Web-of-Things (WoT) Definition angelehnte Beschreibungen von (Basis-) Diensten dar. Dies erlaubt Entwicklern die Meta-Informationen bestehender Services und Serviceinstanzen zu durchsuchen, um Informationen wie konkrete Endpunkte, Betriebsstandorte, Betreiber oder die für den Betrieb eines Dienstes bestehenden Verbindlichkeiten zu ermitteln. Zudem können Beziehungen zwischen Diensten und Objekten aus dem ForeSight Dataspace (z. B. smarte Türschlösser oder Sensoren) abgebildet und mit den Serviceinformationen verknüpft werden. So ist beispielsweise die ebenfalls in ForeSight entwickelte Thing-Registry angebunden worden. Damit hilft die Service-Registry Entwicklerinnen und Entwicklern, bestehende

³⁷ <https://www.openhab.org/>.

³⁸ <https://www.iobroker.net/>.

³⁹ <https://www.home-assistant.io/>.

⁴⁰ <https://hom.ee/>.

⁴¹ <https://www.samsung.com/de/apps/smartthings/>.

⁴² <https://matter-smarthome.de/>.

⁴³ <https://mqtt.org/>.

⁴⁴ <https://kafka.apache.org/>.

⁴⁵ <https://foresight-plattform.de/newsroom/sense-wot/>.

⁴⁶ <https://github.com/iot-schema-collab/iotschema>.

⁴⁷ <https://www.influxdata.com/>.

⁴⁸ <https://www.keycloak.org/>.

Service-Angebote im Ökosystem zu überblicken, diese unkompliziert in eigene Angebote zu integrieren und neue Services bekannt zu machen.

Eng mit der Service-Registry verknüpft ist der Smart Service Analyzer. Er interpretiert das gesamte Ökosystem als ein Netzwerk, welches durch die enthaltenen Services (Knoten) und deren Relationen beschrieben wird, und speichert dieses Abbild in einer standardisierten Repräsentation. Diese Interpretation kann einerseits zur Visualisierung genutzt werden, andererseits erlaubt sie die Analyse des gesamten Ökosystems und einzelner Services unter verschiedenen Gesichtspunkten. Daraus kann beispielsweise die Relevanz eines einzelnen Services für das Ökosystem bestimmt werden, abhängig von der Häufigkeit seiner Nutzung von anderen Diensten. Verknüpft man diese Information mit der Visualisierung, ergibt sich ein nützliches Werkzeug für das sogenannte Smart Service Engineering.

Alle Werkzeuge werden über die ForeSight-Plattform (Open Shift) containerisiert bereitgestellt. Sie wurden in Python mit dem Django-Framework modular entwickelt und können sowohl über die grafische Oberfläche als auch eine REST-API angesprochen werden. Zur Datenhaltung werden relationale und Graph-Datenbanken verwendet. Die Autorisierung erfolgt über das ForeSight-IAM (Identity & Access Management).

Intelligente, digitale Zwillinge: Digitale Zwillinge dienen der logischen und zusammen mit dem Location-Service der räumlichen Strukturierung aller in einer Wohnung befindlichen Things, der realen und virtuellen Sensoren, den zugeordneten ML-Modellen und Basisservices, die in einer Wohnung laufen sollen, sowie der Strukturierung der korrespondierenden InfluxDB-Bereiche. Durch die Einbeziehung von wohnungs- bzw. bewohnerbezogenen KI-Services werden die digitalen Zwillinge zu intelligenten digitalen Zwillingen. Hauptzwecke der Strukturierung und Gruppierung sind zum einen die mit keycloak geregelten Zugriffs- bzw. Schutzmöglichkeiten, die transparentere Bereitstellung der wohnungsbezogenen Daten, ein schnellerer Überblick über die überhaupt verfügbare Sensorik und damit verbunden die bessere Einschätzung, ob alle notwendigen Daten z. B. für einen geplanten KI-Service oder eine Smart-Living-Anwendung verfügbar und von den Dateneigentümerinnen und -Eigentümern freigegeben sind. Die intelligenten digitalen Zwillinge sind somit ein essenzielles Hilfsmittel, um auch komplexere, große Smart Living Dataspaces zu strukturieren und übersichtlich zu verwalten. Dies dient vor allem dem Datenschutz und der leichteren Datenzugänglichkeit nach deren Freigabe. Der Ansatz löst zudem das Problem, das viele externe Anwendungen, die Daten aus Wohnungen abfragen, i. d. R. keine Rohdaten benötigen, sondern vielmehr höher verdichtete Informationen, z. B. über Anwesenheiten, Nutzungsmuster, Tagesabläufe etc. Viele denkbare Anwendungsentwicklerinnen und -Entwickler bzw. Datenkonsumenten verfügen nicht über das notwendige, vertiefte Fachwissen zur KI-gestützten Verarbeitung von Rohdaten aus den Wohnungen. Zudem stärken die digitalen Zwillinge die Gaia-X-Konformität, weil sie von vorneherein als semantische Entitäten konzipiert sind und sich so in die Gaia-X-Mechanismen nahtlos einfügen.

Technologische Bestandteile der ForeSight Toolbox: Die ForeSight-Plattform umfasst neben der Things-Registry, der Service-Registry und den Basisservices Werkzeuge zur effizienteren Verwendung der Plattform und der Basisdienste.⁴⁹ Hierzu gehören Werkzeuge für die automatisierte Erstellung und das Testen von Thing Descriptions, eine Python API für die KI-Basisdienste. Zusätzlich wurden Plug-Ins zu dem Visualisierungssystem „Grafana“⁵⁰ sowie zu dem graphischen Programmiersystem „nodered“⁵¹ sowie ein Kommandozeilenklient⁵² für die Plattform entwickelt. Auch die bereits erwähnten Mapping-Werkzeuge sowie das IAM-System keycloak sind Teil der Toolbox.

Weitere Services der Toolbox sind der Location- sowie der History-Service. Der Location Service verwaltet Sense WoT Objekte und verortet die „Things“ in Koordinaten. Er stellt u. a. den KI-Services die räumliche Zuordnung (bspw. alle Things eines Raums) bereit. Der History-Service bietet eine

⁴⁹ <https://gitlab.com/team-ft/foresight/foresight.js>.

⁵⁰ <https://grafana.com/>.

⁵¹ <https://nodered.org/>.

⁵² https://gitlab.com/team-ft/foresight/foresight_client.

Schnittstelle zur Zeitreihendatenbank und stellt u. a. den KI-Services die gewünschten Rohdaten passend zu einem oder mehreren Things zur Verfügung.

Edge Computing für KI-Anwendungen: Im Projektverlauf wurde ein äußerst flexibel einsetzbarer Multisensor (Raumcontroller) als innovatives Edge Device mit lokalen KI-Verarbeitungsmöglichkeiten entwickelt. Dieser Multisensor dient als Grundlage für das Konzept von Software-defined Sensors. Der Multisensor (vgl. hierzu die Ausführungen weiter unten zu TP 4) ist als Mehrzweck-Sensor konzipiert, der eine Vielzahl von physikalischen Größen erfasst, speichert, optional vorverarbeitet und an ein übergeordnetes System überträgt. Insgesamt bieten die entwickelten Konzepte die für KI-basierte Smart-Living-Dienste so wichtige Flexibilität bei der Datenaufnahme, aber auch die Flexibilität beim Deployment von Funktionen und Diensten innerhalb der gesamten Systemarchitektur – vom kleinsten Gerät über Edge-Geräte bis hin zur Cloud. So können Quartiere, Gebäude und Wohnumgebungen bedarfsgerecht digitalisiert werden. Dieser Ansatz schafft eine hohe Resilienz, da auch bei Ausfällen von Webdiensten oder der Internetverbindung durch die lokale Verarbeitung (Grund-)Funktionen erhalten bleiben. Abbildung 25 zeigt die Einbindung in den ForeSight Dataspace.

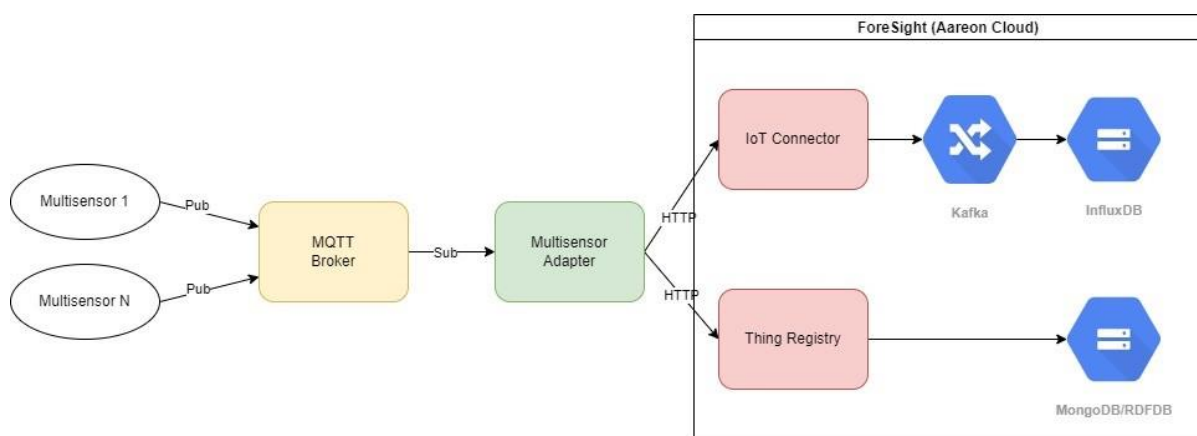


Abbildung 25: Vereinfachte Darstellung der Einbindung des Multisensors als Edge-Device in den ForeSight Dataspace.

KI-Methodik: Die in dem ForeSight Dataspace vorhandenen, semantisch annotierten Daten können genutzt werden, um unter Verwendung von KI-Verfahren intelligente Anwendungen umzusetzen. Eine im Kontext von Smart Living relevante Frage ist die Erkennung von Aktivitäten im Gebäude- und Wohnumfeld. Dazu gibt es neben Ansätzen, die z. B. auf Wearables beruhen, auch Versuche, allein mit Smart-Meter-Daten Aussagen über solche Aktivitäten zu machen. Dies hat den Vorteil, dass solche Verfahren nicht-intrusiv sind und über den Smart Meter hinaus keine besondere Ausstattung erforderlich ist.

Aktivitätenerkennung auf Smart-Meter-Basis kann durch Verfahren des non-intrusive load monitoring (NILM) umgesetzt werden. Dazu werden ML-Modelle mit den Verbrauchsmustern solcher Geräte trainiert, die einen zuverlässigen Rückschluss auf Benutzeraktivität erlauben (z. B. Wasserkocher, Kaffeemaschine, Waschmaschine etc.). Eine Reihe von Ansätzen wurden bereits vorgeschlagen, um Modelle auf einzelnen Haushalten zu trainieren, sofern ground truth vorhanden ist. Um die Praxistauglichkeit zu verbessern, ist es allerdings notwendig, ML-Modelle so zu trainieren, dass sie auch auf bisher unge-sehene Haushalte übertragbar sind, für die kein solcher ground truth verfügbar ist. Dazu wurden im Rahmen von ForeSight bereits umfangreiche Arbeiten vorgenommen, u.a. unter Verwendung der in der Plattform verfügbaren Daten.⁵³

Auf dieser Grundlage lassen sich ML-Modelle als virtuelle Sensoren in der Plattform zur Verfügung stellen.⁵⁴ Entscheidungen auf der Grundlage von virtuellen Sensoren (wie generell auf Basis von Sensoren) sind jedoch nur eingeschränkt verlässlich, was insbesondere bei Anwendungen in kritischen

⁵³ Muaz, M., Shahid, M., Zinnikus, I. Low Resolution Domain Adaptation for Non-Intrusive Load Monitoring. In Proceedings of the 19th International Conference on Machine Learning and Data Mining, New York 2023, im Erscheinen.

⁵⁴ S. Alberterst, A. Anisimov, A. Antakli, B. Duppe, H. Hoffmann, M. Meiser, M. Muaz, D. Spieldenner, and I. Zinnikus, "Orchestrating heterogeneous devices and AI services as virtual sensors for secure cloud-based iot applications," Sensors, vol. 21, no. 22, 2021.

Situationen relevant wird. Daher wurden weitere Ansätze entwickelt, um die Informationen aus (virtuellen und realen) Sensoren logikbasiert zu verarbeiten. In einem ersten Schritt können implizite regelmäßige Zusammenhänge von (virtuellen oder realen) Sensorwerten (z. B. Abfolgen von erkannten Geräten bzw. daraus abgeleiteten Aktivitäten) explizit domänenspezifisch in Regeln gefasst werden, die Tagesroutinen beschreiben. Ansätze dazu wurden ebenfalls in ForeSight entwickelt.⁵⁵ In einem weiteren Schritt können diese Regeln dann genutzt werden, um Ausgaben von virtuellen und anderen Sensoren zu plausibilisieren. Auch hier ergibt sich die Aufgabenstellung, den Ansatz so zu ergänzen, dass auch neue Haushalte ohne zusätzlichen Mehraufwand ausgestattet werden können.

Ein weiterer Schwerpunkt der Arbeiten zur KI-Methodik in ForeSight war die Erzeugung von aussagekräftigen synthetischen Daten. In realen Umgebungen gesammelte Daten sind häufig in verschiedener Hinsicht unvollständig, d. h. es fehlen Daten, es fehlt ground truth, Daten sind nicht korrekt, nicht repräsentativ etc. Dies wirkt sich nachteilig auf die darauf trainierten ML-Modelle aus. Ein naheliegender Ansatz besteht darin, Daten synthetisch zu erzeugen, um diese Probleme zu beheben. In ForeSight wurde dazu das Framework SynTiSeD weiterentwickelt, das die synthetische Erzeugung u.a. von Smart Meterdaten erlaubt. Ausgehend von einer kleinen Anzahl verfügbarer gelabelten Daten können zusätzlich große Datenmengen haushaltspezifisch erzeugt werden, die das Trainieren von robusten Modellen ermöglichen. Eine wichtige Fragestellung ist hier, wie die Güte von synthetisch erzeugten Daten beurteilt werden kann.⁵⁶

Die beschriebenen Komponenten sind als Basisdienste in der Plattform eingebunden.

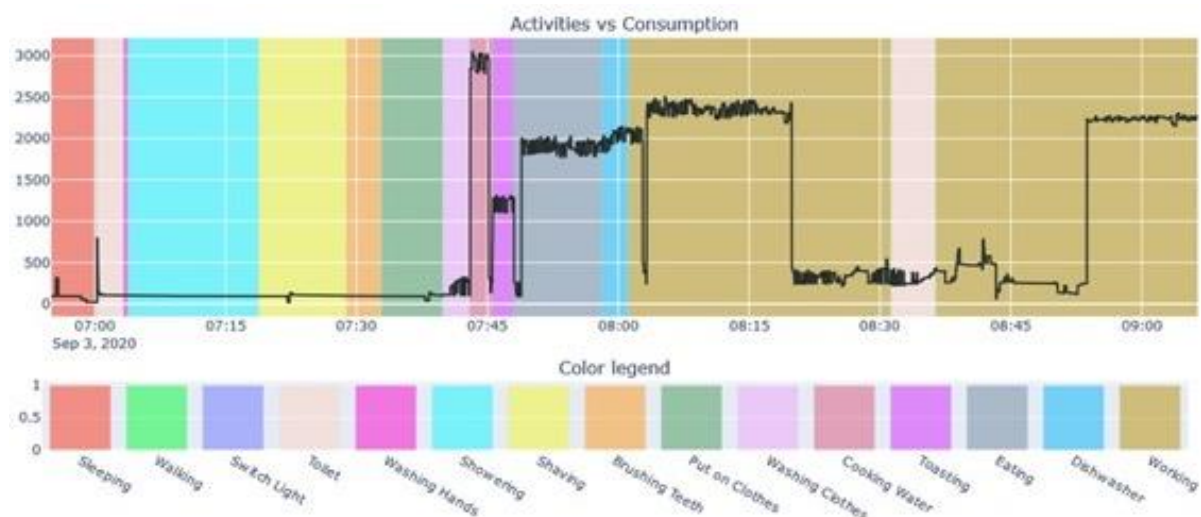


Abbildung 26: Synthetisch erzeugter Tagesverbrauch mit Aktivitäten als ground truth.

Thinking Objects: Ein Ziel des ForeSight-Projektes waren initiale Konzepte für Thinking Objects. Thinking Objects können konzeptionell als semiautonome Komponenten (Level 4) angesehen werden, die in ihrer Gesamtheit perspektivisch ein vollständig autonomes Gebäude (Level 5) ergeben.

| Level | Grad der Autonomie |
|-------|---|
| 0 | Keine Automation |
| 1 | Assistierte Steuerung |
| 2 | Teilautomatisierte Steuerung |
| 3 | Hochautomatisierte Steuerung mit befristeter Selbstregulation |

⁵⁵ Duppe, B., Meiser, M., Anisimov, A., Antakli, A., Muaz, M., Zinnikus, I. Combining Machine Learning With Inductive Logic Learning To Detect Deviations From Daily Routines In Ambient Intelligent Environments. In IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology 2021, pp. 310-317.

⁵⁶ Meiser, M., Duppe, B., Zinnikus, I. SynTiSeD - Synthetic Time Series Data Generator. In Proceedings of the 11th Workshop on Modeling and Simulation of Cyber-Physical Energy Systems (MSCPES '23).

| | |
|---|--|
| 4 | Vollautomatisierte Steuerung mit Autonomie für einzelne Funktionen |
| 5 | Vollständige Autonomie mit nahezu unbegrenzter Selbstregulation |

Tabelle 2: Autonomiegrade.

Thinking Objects sind für einen ersten Schritt und im Projektkontext definiert als reale oder virtuelle Sensoren, Geräte und Services, die sich weitgehend selbstständig an einem Gebäude- oder Wohnungskontext sowie an die jeweiligen Bewohnerinnen und Bewohner anpassen. Im Fall von neuronalen Modellen sind diese durch stetiges Selbstlernen oder ein Neu- bzw. Nachtraining mit neuen oder ergänzten Daten aus den Zielwohnungen an eine jeweils neue Umgebung anzupassen. Im Fall von expliziten KI-Methoden sind die manuell oder semiautomatisiert erstellten Regeln anzupassen. Zu Projektbeginn lagen praktisch keine Erfahrungswerte vor, wie und wie oft neuronale Modelle im Smart Living Kontext aktualisiert werden müssen und welchen Aufwand es bedeutet, ein neuronales Modell auf eine andere Wohnung zu adaptieren. Es lagen auch keinerlei Informationen zu autonomen Funktionen in Gebäuden vor, die dem Level 4 oder gar 5 entsprechen. Ein Thinking Object kann aus mehreren Things sowie zusätzlichen Einzelfakten bestehen. Die zugrundeliegenden Virtual Things und Services sind innerhalb eines digitalen Wohnungszwillings ebenso in der Registry registriert wie reale Sensoren. Sie stehen somit semantischen Suchen zur Verfügung. Die Virtual Sensors, das explizite Faktenwissen sowie weitere Informationen, z. B. von Experten, werden in dem Agentensystem AJAN als Teil des Weltwissens integriert und können somit autonome Entscheidungen beeinflussen. Das Weltwissen von AJAN ist in RDF mit der Ontologie iotschema formalisiert. Durch das stetig neu hinzukommende Wissen kann ein mit AJAN gesteuertes Thinking Object auch mit ML erzeugtes Wissen in seine eigene Situationsadaptivität einbeziehen. ForeSight hat für die Domäne Smart Living erste Grundlagen erarbeitet, wenn auch zahlreiche Fragen offenbleiben.

5.4 TP 4: Generische Use Cases

| | |
|-----------------------------|--|
| Leitung: | Uni Frankfurt |
| Weitere beteiligte Partner: | Aareon, Bosch, DFKI, dormakaba, easierLife, FAU, FH Dortmund, PPC, GSW, Insta, ixto, KEO, Strategion |
| Ziel: | TP 4 befasste sich mit dem Nachweis der prototypischen Funktionsfähigkeit der Plattform unter Einbeziehung exemplarischer Use Cases. |
| Arbeitspakete: | AP 4.1: Software defined Sensors AP 4.2: Energiemanagement AP 4.3: Sicherheit und Zutritt, Smart Door AP 4.4: Bewirtschaftung smarter Wohngebäude, Predictive Maintenance AP 4.5: Assistenz, domänen- und gebäudeübergreifende Assistenzservices |

Im Projektverlauf sollten nicht nur die theoretischen Grundlagen einer Smart-Living-Plattform erforscht werden, sondern in Form von exemplarischen Use Cases gezeigt werden, dass die erforschten Ansätze auch tatsächlich in der Praxis funktionieren.

TP 4 zeigte somit das Potenzial von ForeSight durch die Integration verschiedener Ebenen zu realen Anwendungsszenarien auf, insbesondere die Weiterentwicklung der Basisdienste unter Nutzung der in ForeSight aufgebauten technischen Infrastruktur. Dabei setzte das Arbeitspaket auf die fünf verschiedenen Use Cases (1) Software defined Sensors, (2) Energiemanagement, (3) Sicherheit und Zutritt, Smart Door, der intelligente Gebäudepförtner, (4) Bewirtschaftung smarter Wohngebäude, Predictive Maintenance sowie (5) Assistenz, Domänen- und gebäudeübergreifende Assistenzservices.

Use Case Software defined Sensors: Das technische Konzept „Software-defined Sensors“ beinhaltet eine prototypische Implementierung von KI-basierten Basisdiensten, die durch eine geschickte Kombination von (handelsüblichen) Sensoren und maschinellem Lernen synthetische Sensorendaten (software defined Sensors) erzeugen. Dies hat vier praxisrelevante Konsequenzen:

1. Die Sensoren können durch die Anreicherung durch KI viel weitergehende Informationen liefern als die jeweiligen Einzelsensoren selbst.
2. Da sich Wohnungen in Ihrer Ausstattung mit Sensorik unterscheiden, dienen virtuelle Sensoren auch der Substitution von fehlenden Hardware-Sensoren und tragen somit zur geforderten, verlässlich vorhandenen Funktionalität bei.
3. Es können Sensoren eingespart werden, d. h. der Hardware-Aufwand im Smart-Living-Kontext kann reduziert werden.
4. Im realen Gebäudebetrieb werden Dienste häufig erst zu einem späteren Zeitpunkt nach der Hardware-Installation entwickelt oder kommen später hinzu. Stellt man dann fest, dass Sensoren fehlen und nachgerüstet werden müssen, ist das ein erheblicher Aufwand. Der ForeSight Multisensor ist ein Ansatz, die benötigte Flexibilität zu schaffen, indem man auf Nachrüstungen oft verzichten kann. Dadurch können auch nachträglich smarte Dienste realisiert werden, die zuverlässige Sensordaten aus dem Wohnumfeld benötigen.

Im Projekt konnte dargestellt werden, dass mit einem Multisensor die Fensterstellung, Anwesenheit und ausgewählte Aktivitäten ermittelt/verifiziert werden können, ohne die Notwendigkeit weitere dedizierte Sensoren zu installieren (z. B. Fensterkontakte oder Kameras). Weiterhin kann mit dem gleichen Multisensor ein COVID-Infektionsrisiko oder die Schimmelgefahr im Raum, bzw. Wahrscheinlichkeiten ermittelt werden.

Die in AP 4.1 prototypisch umgesetzten Software-definierten Sensoren folgen dem Thinking-Object-Konzept, indem sie eine semantische Beschreibung ihrer Funktionalität, ihres Kontextes bereitstellen, sowie einen Beitrag zu Datenschutz, Datenabstraktion und Aggregation leisten.

Use Case Energiemanagement: In den Use Cases für das smarte Energiemanagement und die energetische Gebäudeoptimierung sollte das Energiemanagement und -monitoring durch den Einsatz von KI unter Berücksichtigung der Bewohnergewohnheiten in Bezug auf deren Energieverbrauch weiterentwickelt werden. Dabei wurden drei Anwendungen entwickelt:

- Mit dem Use Case „Anbindung EEBus-fähiger Geräte“ wurde eine einheitliche Datenbasis geschaffen, um ein geräteübergreifendes Energiemonitoring und Energiemanagement durchzuführen. Dieses ist beispielhaft durch den Use Case „Elektroautos netzverträglich laden“ demonstriert worden.
- Des Weiteren wurde ein Voraussagemodell entwickelt, welches zweitägige Voraussagen für die regionalen CO₂-Werte pro verbrauchter Megawattstunde anbietet, sodass der bestmögliche Zeitpunkt für verfügbaren grünen Strom gewählt werden kann.
- Mit dem Use Case der Energiedaten-Disaggregation ist eine KI-Methodik auf Basis des Semi-Supervised Learnings entwickelt und veröffentlicht worden, welche viele der aktuellen Herausforderungen für den Einsatz von KI-Disaggregation von Energiedaten in der Wohnungswirtschaft adressiert und mit normalen, auch nicht hochfrequenten Daten aus Smart-Meter-Gateways auskommt. Es lassen sich hiermit Rückschlüsse auf die Energieverbräuche einzelner Geräte herstellen.

Use Case Sicherheit und Zutritt, Smart Door, der intelligente Gebäudepförtner: Der prototypische Use Case des intelligenten Gebäudepförtners zeigt die Möglichkeiten eines Smart-Living-Ökosystems und des aufeinander abgestimmten Zusammenspiels von Komponenten unterschiedlicher Hersteller, die ohne das Konzept des geteilten Datenraums nicht möglich wären.

Als eine Weiterentwicklung von smarten Zugangssystemen überwacht der intelligente Gebäudepförtner den Personen- / Warenverkehr an den Gebäudeeingängen und -übergängen zu den verschiedenen Sicherheitszonen des Gebäudes. Der Zutritt kann sowohl temporär wie an besondere Ereignisse (Havarie, Sturz von Personen, Reparaturbedarf) oder routinemäßige Abläufe gebunden werden. Erkannte Bewohnerinnen und Bewohner und bereits autorisierte Besucherinnen und Besucher und Gäste werden automatisch vom intelligenten Pförtner erkannt und noch nicht erkannte Personen

können einen sicherheitsgeprüften Zugang zu den Gebäudezonen und Räumen erhalten. Verletzt der Besuchende die ihm gewährte Zutrittsberechtigung, wird das vom intelligenten Pförtner erkannt und zum Beispiel einem Sicherheitsdienst gemeldet. Über diesen Use Case können zahlreiche Anwendungsfälle wie Mieterwechsel in Boarding Houses, Lieferdienstszszenarien und auch der Zugang für Gebäudedienstleister, Handwerker sowie Notfälle abgebildet werden. Der Zugang kann über Gesichtserkennung oder (temporär) über einen vom System generierten und dem berechtigten Empfänger zugestellten QR-Code erfolgen.

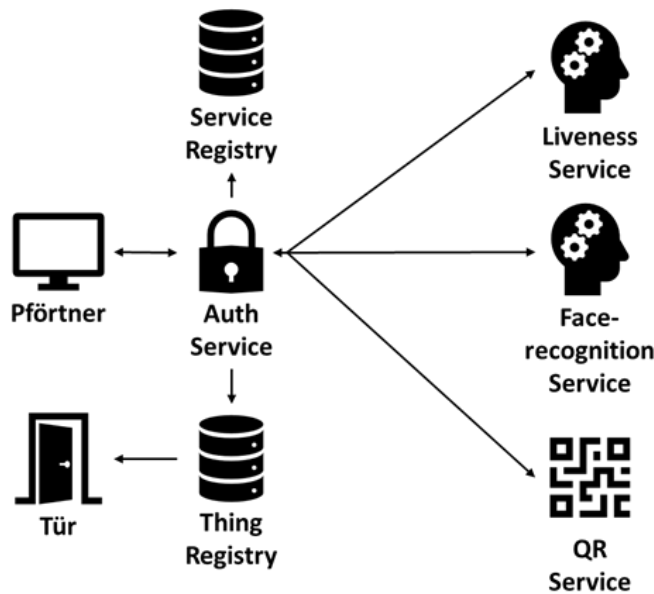


Abbildung 27: Logischer Aufbau des intelligenten Gebäudepförtners.

Für den Use Case wurde sowohl ein umfassender Demonstrator entwickelt als auch eine reale Situation im Future-Living-Berlin (intelligente Zutrittssteuerung per Gesichtserkennung zur Waschküche für berechnigte Mietende) realisiert. Dieser Demonstrator wurde u.a. auch auf der ForeSight-Abschlussveranstaltung im März 2023 vorgestellt; vgl. hierzu weiter unten die Ausführungen zu TP 7.

Use Case Bewirtschaftung smarter Wohngebäude, Predictive Maintenance Dashboard: Ein zentrales Dashboard verwaltet und stellt Informationen zur Infrastruktur in einer oder mehrerer Wohneinheiten zusammen. Bedarfsgerecht werden zu Problemen oder drohenden Schäden zusätzliche Informationen angezeigt. Je nach Nutzer unterscheidet sich die jeweilige Sichtweise. Ein hierfür in ForeSight entwickeltes Zugriffskonzept wird nutzerbasiert eingebunden. Als Datenquelle für die im Dashboard anzuzeigenden Informationen wird der digitale Zwilling des ForeSight Dataspace verwendet (Thing Registry, History Service, Location Service).

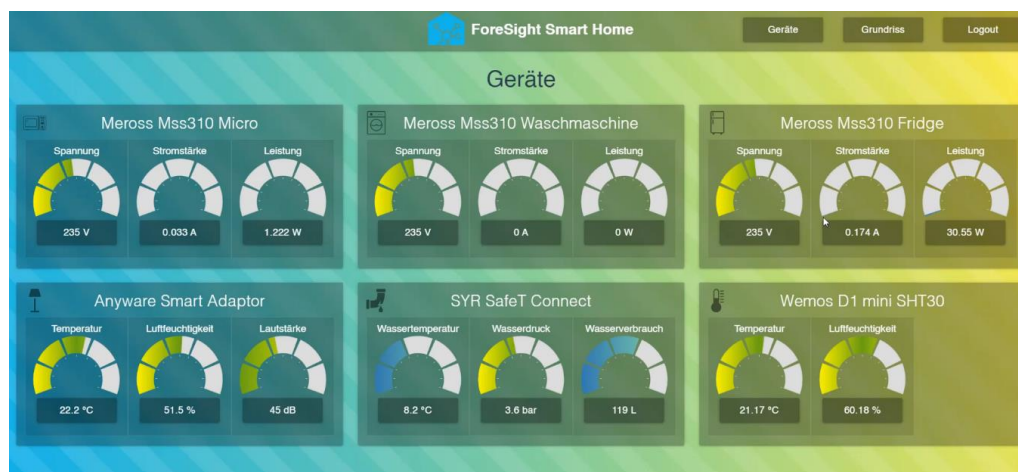


Abbildung 28: Startbildschirm der Geräteübersicht eines Haushalts. Hier können weitere Details durch Klicken auf die Messwerte dargestellt werden.

Smart-Service-Marktplatz: Der in AP 4.4 konzipierte Smart-Service-Marktplatz fungiert als zentrale Stelle für die Vermarktung, Konfiguration und Bereitstellung smarter Services, die im Kontext der Bewirtschaftung smarter Gebäude entstehen. Er erfüllt auf der einen Seite die betriebswirtschaftliche Schnittstelle zwischen Endkunden, Vermieter und Servicedienstleister, wobei diese Rollen im Sinne der Plattformökonomie nicht zwingend eindeutig sein müssen. Auf der anderen Seite führt er unterschiedlichste Datenquellen zusammen und konfiguriert neuartige individuelle KI-Services. Im Projekt wurde der Marktplatz als Web-Anwendung entwickelt. Die Abbildung zeigt den Smart-Service-Marktplatz sowie die Filterfunktion.

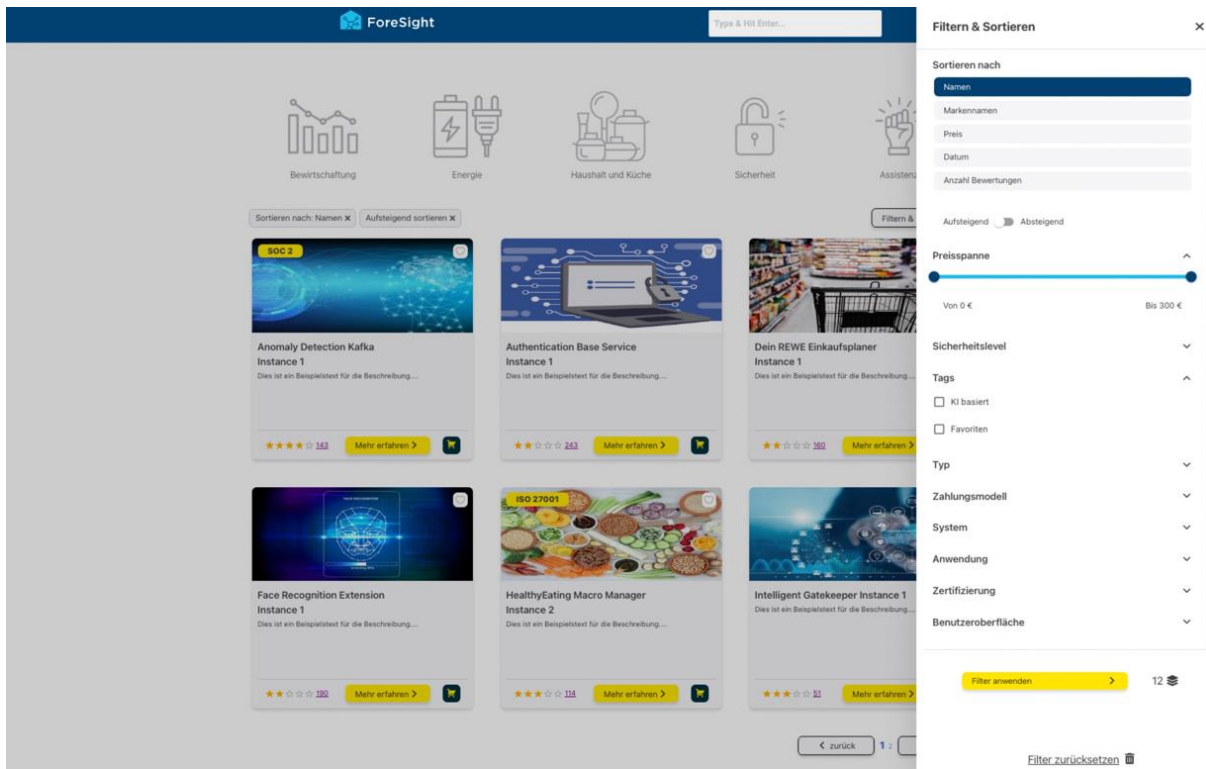


Abbildung 29: Oberfläche des Smart Service Marktplatzes.

Abgleich von Sensorwerten des gleichen Typs: Ein auf Random Forest Regression-basierter Algorithmus vergleicht automatisiert Sensorwerte des gleichen Typs, um einen Ist-/Soll-Vergleich anstellen zu können und so Anomalien zu erkennen. Dies kann sowohl als Basisdienst genutzt werden, steht aber auch bspw. im Dashboard als plausibilisierter Wert zur Verfügung.

Leckage Detektion: Der Wasserverbrauch wird in Form von Wasserdurchfluss und Wasserdruck erfasst und über die Schnittstelle von Wibutler sicher in den ForeSight Dataspace übertragen. Im Falle einer Anomalie werden Alarmmeldungen an die Bewohnenden bzw. das Facility Management ausgegeben. Aktuelle Messwerte und Störmeldungen können im Dashboard angezeigt und beseitigte Leckagen freigegeben werden.

Automated Maintenance - Erkennung von Schäden an PV-Anlagen mit Hilfe von Drohnenscans und KI: Mit Hilfe einer programmierbaren Drohne werden Solarmodule teilautomatisiert überwacht. Die Solarmodule befinden sich häufig auf Hausdächern. Mit Hilfe einer Drohne ist es möglich, dass sich keine Person auf das Dach begeben muss, um die Module zu inspizieren. Ein KI-Algorithmus ermittelt durch Objekterkennung auf den Wärme- und RGB-Bildern potenzielle Schäden. Dies geschieht, indem die Wärmebilder der Drohne zunächst an den ForeSight Dataspace übermittelt werden und durch einen Bilderkennungsalgorithmus aus der ForeSight Toolbox fehlerhafte Modulstellen (sogenannte Hotspots) identifiziert werden. Auffälligkeiten werden dem jeweiligen digitalen Zwilling der PV-Anlage zugeordnet und im Dashboard dargestellt.

Auf sämtliche in einem Wohngebäude anfallenden Messwerte, die in den ForeSight DataSpace übertragen werden, können infrastrukturunabhängige Algorithmen wie die Plausibilisierung und die

Anomalie Erkennung angewendet werden, um so Abweichungen im Vergleich zum Normalzustand zu identifizieren und rechtzeitig gegenzusteuern. Der Use Case stellt darüber hinaus auch die beiden infrastrukturspezifischen Smart Services für PV-Anlagen und Wasserleitungen bereit.

Die Erprobung der Wartung von PV-Modulen hat darüber hinaus gezeigt, dass dank der Automatisierung gar erstmalig eine Zustandserfassung ermöglicht wurde. Der Smart Service wurde erfolgreich in einer realen Wohnumgebung inkl. Bewohnerevaluation erprobt.

Use Case Assistenz, Domänen- und gebäudeübergreifende Assistenzservices Ernährungsassistenz: Im Anwendungsfall Smart Kitchen erfolgt eine Ernährungs-, Einkaufs- und Alltagsunterstützung über den gesamten Tagesablauf hinweg. Der ForeSight Dataspace dient der Bereitstellung und zum Austausch semantisch angereicherter Informationen, die allen beteiligten Komponenten zur Verfügung stehen. Diese Dienste sind individuell vorkonfiguriert und können so personalisierte Vorschläge unterbreiten.

Das Lebensmittel-Empfehlungssystem schlägt den Nutzerinnen und Nutzern unter Berücksichtigung des Gesundheitszustandes, der Vorlieben und des Haushaltsbestands passende Rezepte vor. Hierbei wird die Verfügbarkeit der Zutaten und insbesondere deren verbliebene Haltbarkeit vorrangig berücksichtigt. Das System unterstützt hierdurch bei der Reduzierung von Lebensmittelverschwendung, indem es Rezepte bevorzugt, die möglichst viele bald ablaufende Produkte verwenden und zeigt zusätzlich die jeweils noch verbleibende Haltbarkeit an.

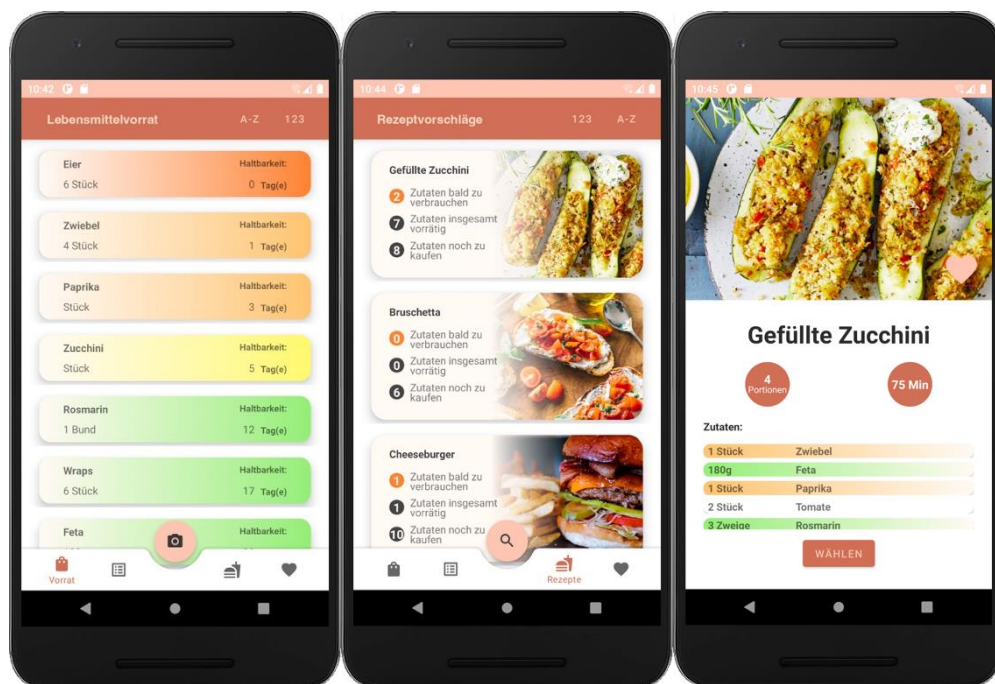


Abbildung 30: Implementierte Ernährungsapplikation, welche einen Überblick über im Haushalt vorhandene Lebensmittel gibt und priorisiert Rezepte vorschlägt, welche möglichst viele, bald ablaufende Lebensmittel beinhalten.

Die Einkaufsassistenz unterstützt die Benutzenden während des Einkaufs, indem die Präferenzen und das persönliche Nährwertprofil bei der Produktsuche berücksichtigt werden. Produkte, die nicht zu dem Profil passen, werden mit Hilfe von Augmented Reality Overlays unscheinbar gemacht, um so den Fokus auf die gesuchten Produkte zu lenken. Je besser ein Produkt zu den individuellen Präferenzen passt, desto besser wird es bewertet. Die Bewertungen werden als farbliche Overlays von rot = sehr schlechtes Matching bis grün = sehr gutes Matching angepasst. Zusätzlich werden die Nährwertinformationen der jeweiligen Produkte inklusive ihrer Einstufung basierend auf dem persönlichen Profil eingeblendet.

Das Haushaltsinventarverwaltungssystem kombiniert die Identifizierung von Lebensmitteln und die Digitalisierung von Quittungen. Nach dem Einkauf werden die Produkte im Kühlschrank oder im Vorratsschrank gelagert und automatisch von Kameras erfasst. Zusätzlich wird der Einkaufsbeleg in einer

entsprechenden App abfotografiert und zu einer Produktliste digitalisiert. Auf Basis des vorherigen Haushaltsinventars, der erkannten Objekte in Kühlschrank und Vorratskammer und des digitalisierten Bons ermittelt das System dann den neuen Haushaltsbestand.



Abbildung 31: Veranschaulichung der Produkterkennung im Kühlschrank mit Hilfe von im Kühlschrank installierten Kameras (links) und der Fusion der erkannten Produkte mit den abfotografierten, digitalisierten Kassenscheindaten (rechts) zum Aktualisieren des Haushaltsbestands.

Zur Unterstützung der Nutzenden bei der Zubereitung der Lebensmittel und der Bedienung der vernetzten Haushaltsgeräte wurde ein ganzheitliches Assistenzkonzept in der Smarten Küche entwickelt. Ausgangspunkt war die Beobachtung, dass bisherige Assistenzkonzepte die Bedienung einzelner Küchengeräte betrachtet haben, aber nicht die Orchestrierung verschiedener vernetzter Küchengeräte und Assistenzfunktionalitäten (wie z. B. Sprachinteraktion oder das angeleitete Kochen mit einer elektronischen Küchenmaschine mit Kochfunktion wie z. B. dem Bosch Cookit).

Anhand einer Beobachtungsstudie mit zehn Versuchspersonen wurde ein prototypisches Assistenzsystem entwickelt und in einer Wizard-of-Oz-Studie (ebenfalls mit zehn Versuchspersonen) erprobt. Die technologische Realisierung des prototypischen Assistenzsystems umfasste Arbeiten zur Gestaltung der Nutzerinteraktion und Bedienoberflächen einer Assistenz-Anwendung, eine Kommunikationsschnittstelle zu den vernetzten Bosch-Geräten („Home Connect“), sowie die semantische Repräsentation (mittels Ontologien) von Rezepten, Küchengeräten und deren Eigenschaften (Programme etc.).

Notfallerkennung: Der Use Case Notfallerkennung stellt einen Smart Service in Form eines alltagsbegleitenden Assistenzsystems zur Erkennung von Notfällen und Aktivitäten im häuslichen Kontext zur Verfügung.

Das System beruht dabei auf dem Basisdienst zur Aktivitätserkennung und nutzt in der Wohnung angebrachte Kontakt- und Bewegungssensoren, die von KI-Diensten zur Erfassung der alltagsrelevanten Aktivitäten (Aufstehen oder Verlassen der Wohnung etc.) und Notfälle genutzt werden.

Angehörige, Nachbarn, Pflegekräfte etc. werden je nach individueller Konfiguration und Bedarf über die Aktivitäten und Notfälle in Kenntnis gesetzt.

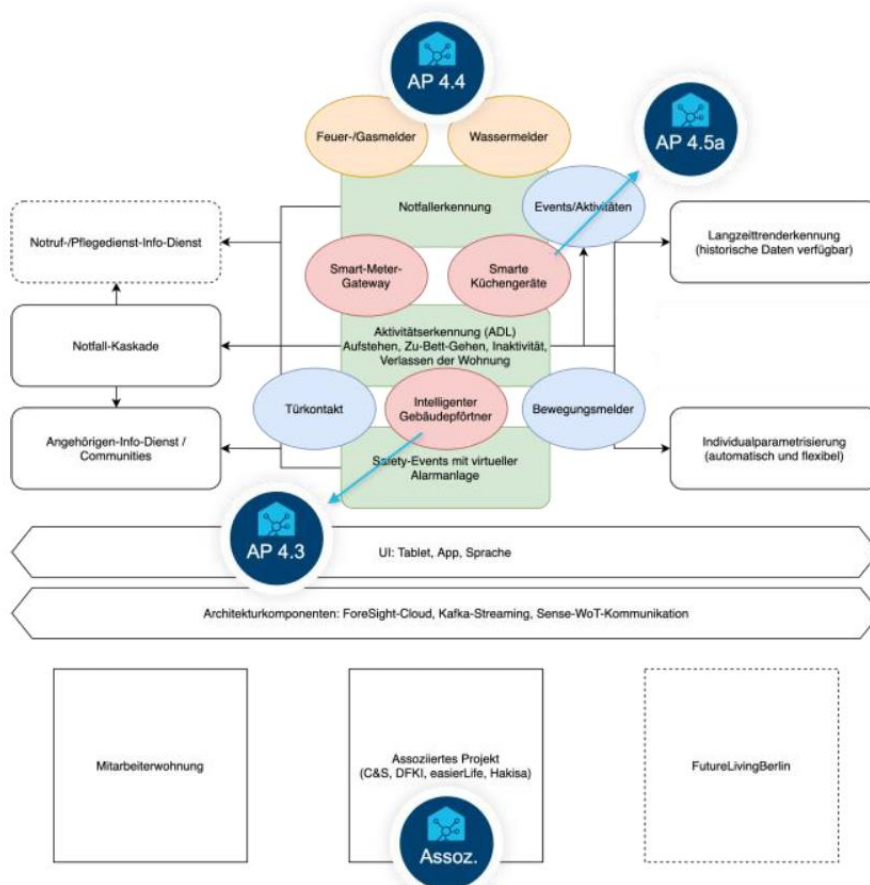


Abbildung 32: Übersicht Use Case Notfallerkennung inkl. Integrationen.

Zusätzlich wurden im Projekt Prototypen zur dynamischen Erkennung von Eingangsparametern der Erkennungs-KI-Systeme entwickelt, die eine dynamische (über den Tag flexible) Inaktivitätsschwelle basierend auf dem vorangegangenen Verhalten der bewohnenden Person erlauben, um Fehlalarme zu vermeiden.

Darüber hinaus existiert eine breite Verknüpfung über die anderen Use Cases (Intelligenter Pfortner, Predictive Maintenance, Küchenintegration) hinweg. Hierzu ist zum einen die Integration mit dem intelligenten Gebäudepfortner aus AP 4.3 zu nennen. Wenn das Assistenzsystem einen Notfall erkannt hat, wird ein codegesteuerter, automatischer Zugang für Angehörige, Nachbarn, Ersthelfer etc. generiert, der ihnen temporär über den Smarten Gebäudepfortner Zugang zur Wohnung gewährt.

Darüber hinaus erkennt das Assistenzsystem sicherheits- und wartungsrelevante Vorfälle (Rauch-, Feuer-, Wasser-, Einbruchsmeldungen), die im Kontext von AP 4.4 Predictive Maintenance genutzt werden. Durch die Integration des Smarten Gebäudepfortners und der Leckage Erkennung des Assistenzsystems wird der automatisierte Zugang für Wartungspersonal im Falle eines Wasserlecks ermöglicht.

Außerdem wurde die Integration von smarten Küchengeräten für das Assistenz-Dashboard entwickelt. Im Notfall bildet dieses für die Ersthelfenden und Rettungskräfte den (Sicherheits-)Zustand der Küche ab. So werden evtl. noch laufende Geräte (Herd, Ofen etc.) erkannt und können ausgeschaltet werden.

5.5 TP 5: Erprobungsumgebungen

| | |
|-----------------------------|---|
| Leitung: | GSW |
| Weitere beteiligte Partner: | Aareon, Bosch, dormakaba, easierLife, FAU, PPC, GDW, KEO |
| Ziel: | Ziel des TP 5 war die Erprobung von Methoden, Basisdiensten sowie der Serviceentwicklung und Ableitung von neuen Geschäftsmodellen. Das Konzept sah vor, dass diese je nach Reifegrad in unterschiedlichen Umgebungen erprobt und damit auch weiterentwickelt werden sollten. |
| Arbeitspakete: | AP 5.1: Semantic Building Labor Berlin AP 5.2: Unbewohnte Musterwohnung (Future Living Berlin) AP 5.3: Future Living Berlin (bewohnte Wohnungen) |

Folgende drei Erprobungsstufen waren vorgesehen:

1. Erprobung in einer Laborumgebung
 - Prototypische Erprobung
2. Erprobung in einer unbewohnten Musterwohnung
 - Prototypische Erprobung von Anwendungen in einem realen Setup
3. Erprobung in ausgewählten Wohnungen mit Mietenden der GSW Sigmaringen mbH
 - Prototypische Erprobung von Anwendungen in einem realen Setup in bewohnten Wohnungen

Während der Projektlaufzeit wurden außerdem Wohnungen von Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern einzelner Projektpartner für Tests und Datengewinnung einbezogen.

Pandemiebedingungen: Zwischen März 2020 und April 2022 wurden bei allen Projektpartnern die Corona-Regeln in Kraft gesetzt. Das bedeutete unter anderem, dass Labore an den Universitäten oder Unternehmensgebäude während eines Großteiles der Projektlaufzeit nicht betreten werden durften, Reisen z. B. zu den unbewohnten Musterwohnungen in Berlin und Waiblingen oder aber auch Gespräche mit Mietenden in ihren Wohnungen nicht durchgeführt werden konnten. Einer der wesentlichen Punkte war aber gerade zu Beginn im Rahmen der Anforderungsanalyse und Use-Case-Entwicklung das Kennenlernen der Erprobungsumgebungen und der dort vorhandenen Infrastruktur. Insbesondere musste herausgefunden werden, ob es für alle Use Cases eine geeignete Erprobungsumgebung gab oder ob noch weitere gesucht werden mussten. Daher wurden im Laufe des Projektes neue Formate zur Besichtigung und strukturierten Erfassung der Umgebungen entwickelt.

Use Cases: Die Erprobung der Use Cases erfolgte in enger Abstimmung zwischen der GSW und IoT connctd sowie mit den jeweiligen Use-Case-Verantwortlichen aus dem TP 4. Da die Erprobung sowohl für die Anforderungserhebung als auch die Abschlussevaluation ausgewählter Use Cases von Relevanz war, lief das Teilprojekt über die komplette Projektlaufzeit.

Zu Beginn des Projekts lag der Fokus auf der Zusammenstellung der vorhandenen Hardware und der Abgleich mit denen in TP 4 (Use Cases) formulierten Anforderungen. Dazu wurde ein Steckbrief für die strukturierte Erfassung der Erprobungsumgebungen (Labore, Wohnungen) entwickelt und von deren Betreibern ausgefüllt. Als konsolidierte Fassung wurde dieser dann allen Projektpartnern zur Verfügung gestellt. Im Nachgang dazu wurden fast alle Erprobungsumgebungen virtuell besichtigt und es konnten direkt Fragen zu Infrastruktur und Hardware geklärt werden.

Hardware: Im Rahmen des Projekts wurden durch den Projektpartner PPC Testsetups für Erprobungsumgebungen bereitgestellt. Diese Setups bestanden jeweils aus einem SMGW (Smart Meter Gateway), einem Basiszähler, einem CLS-Gateway (Controllable Local System mit Schnittstelle) und zugehörigem Anschlussmaterial. Der Basiszähler erfasst Messwerte der Sparte Strom und gibt diese auf Anfrage an das SMGW weiter. Das SMGW fragt die Messwerte alle 5 Sekunden an und übermittelt sie alle 60 Sekunden ins Backend. Gleichzeitig baut das SMGW einen sicheren Kommunikationskanal zwischen dem Backend und dem CLS-Gateway auf. Das CLS-Gateway kann wiederum über wMbus (wireless M-Bus: eine drahtlose Variante des standardisierten, zweiadrigen Feldbus in der Gebäudeleittechnik zum Messen) drahtlos Messwerte weiterer Sparten erfassen und diese über den sicheren Kanal ins Backend übermitteln. Alternativ besteht auch die Möglichkeit, den sicheren Kanal zur bidirektionalen Übermittlung von Daten energieferner Anwendungen zu nutzen.



Abbildung 33: PPC Smart Meter Gateway.

Vor der Bereitstellung organisierte PPC einen Workshop, in dem die Funktionsweisen und die Möglichkeiten des Testsetups aufgezeigt wurden. Gleichzeitig wurde im Workshop abgefragt, welche Anforderungen die Projektpartner an die Testsetups stellten und welche Installationsbedingungen vorherrschten. Im Anschluss daran wurden die Testsetups für die einzelnen Umgebungen individuell zusammengestellt und vorkonfiguriert, sodass sie in den Erprobungsumgebungen Plug-and-Play in Betrieb genommen werden konnten.

Schließlich hat PPC eine Datenweiterleitung in die ForeSight-Plattform eingerichtet. Somit bestand für alle Projektpartner die Möglichkeit, die Daten für KI-Dienste zu nutzen.

Datenbedarf und Zugriff: Basierend auf den Use-Cases wurden mit den Projektpartnern die erforderlichen Rahmenbedingungen für einen erfolgreichen Datentransfer aus allen Umgebungen diskutiert und auf Basis einer ausgiebigen Methodenrecherche Systeme entwickelt oder bereits bestehende Systeme angepasst. Im LivingLab der FAU und dem Semantic Building Lab Berlin wurden entsprechende Remote-Zugriffe eingerichtet.

Es bestand absolute Einigkeit unter den Projektpartnern, dass sensible Daten grundsätzlich nur in der zertifizierten Aareon Cloud hinterlegt werden durften.

Erprobung: Als Vorbereitung auf die Erprobung der Use Cases mit „echten Mietenden“ wurden die vorgesehenen Labor- und Testszenarien auf ihre Umsetzbarkeit und Praktikabilität in den Wohnungen der Mietenden und deren Betrieb diskutiert. Insbesondere die Fragen des Datenschutzes wurde hier noch einmal adressiert und Anpassungen in den entsprechenden Use Cases vorgenommen.



Abbildung 34: Teilnehmende des gemeinsamen Workshops TP 4, 5 und 6. ©GSW Sigmaringen.

Mitte 2022 gestattete es die Corona-Situation den Projektpartnern endlich, einige Präsenztermine sowohl in Future Living® Berlin als auch in der AAL-Wohnung in Waiblingen wahrzunehmen. Die Projektpartner und die assoziierten Partner konnten erstmalig einen realen Eindruck von den Erprobungsumgebungen erhalten und so ihre Vorstellung der zukünftigen Testabläufe konkretisieren. Dadurch bekamen die Partner insgesamt auch ein deutlich besseres Verständnis für die Praxis und die realen Gegebenheiten vor Ort. Technische Zusammenhänge und Abhängigkeiten konnten mit eigenen Augen betrachtet und Testszenarien entwickelt werden.

Als Startschuss für die Erprobung in der Realumgebung Future Living® Berlin organisierte die GSW Sigmaringen einen Teilprojekte-übergreifenden Präsenz-Workshop (mit Betei-

ligten aus den Teilprojekten 4, 5 und 6) in Berlin und anschließender Führung durch Future Living® Berlin.

Ziel dabei war es, gemeinsam mit allen beteiligten Projektpartnern die zu erprobenden Anwendungsfälle zu konkretisieren, Abhängigkeiten aufzuzeigen und nächste Schritte abzustimmen. Auch für die Teilnehmenden aus dem TP 6 war der Workshop insofern sehr wertvoll, weil Fragen diskutiert wurden, die sowohl für die Evaluation als auch für die rechtliche Betrachtung wichtig waren.

Kommunikation mit den Mietenden: Die Zusammensetzung der Mieterschaft in Future Living® Berlin ist sehr divers, daher war es notwendig, den Mietenden ein grundsätzliches Verständnis für das Zusammenspiel von Smart-Home- & -Living-Komponenten zu vermitteln, um sie so als potenzielle Erprobungskandidatinnen und -Kandidaten „abzuholen“.

Schon zu einem sehr frühen Zeitpunkt war klar, dass die Gewinnung von Mietenden für Befragungen und Erprobungen nur dadurch zu erreichen war, dass ein zentraler Ansprechpartner installiert wurde – „one face to customer“. Diese Rolle wurde durch einen Mitarbeiter der GSW Sigmaringen, den vor Ort lebenden Verwalter der Anlage, eingenommen. Es war dadurch möglich, den großen Vertrauensvorschuss zu nutzen, den Mieterinnen und Mietern ihrem Vermieter entgegenbringen.

Er beantwortete Rückfragen von Mietenden zu ForeSight und zu Smart-Home- & -Living-Komponenten und führte die verantwortlichen Ansprechpersonen für die eigentliche Erprobung und Befragung ein. Bestätigt wurde dieses Vorgehen durch die positiven Ergebnisse der Evaluation des Drohnen-Use-Cases und des Türzugangs mit Gesichtserkennung (Smarter Pförtner). Obwohl die prototypische Erprobung zu Beginn mit Schwierigkeiten zu kämpfen hatte, blieben die Teilnehmenden aktiv dabei. Sie gaben immer wieder Feedback, das in die Weiterentwicklung der User Interfaces mündete.

Neben der persönlichen Ansprache wurden die Mietenden in Future Living® Berlin immer wieder auch per E-Mail, GSW-eigener App und Aushängen angesprochen und informiert.

Erprobung und Evaluation von Use Cases in der Erprobungsumgebung Future Living® Berlin: Während der Projektlaufzeit wurde entschieden, ob Use Cases nur in den Laborumgebungen oder auch in den Realumgebungen erprobt werden sollten. Dies war davon abhängig, ob es sich nur um einen einzelnen entwickelten Service handelte oder eine komplette Anwendung, bei der es auf das Nutzerverhalten ankam.

Use Case Energie (AP 4.2): Anbindung EEBus-fähiger Geräte und Elektroautos netzverträglich laden im EEBus Living Lab: Da weder in Future Living® Berlin noch im Semantic Building Labor ein Aufbau möglich war, wurde im EEBus Living Lab eine Alternative gefunden, um die oben genannten Use Cases umzusetzen.

Im ersten Schritt wurde der Aufbau mit den beteiligten Partnern architektonisch geplant. Folgende Skizze verdeutlicht den Aufbau:

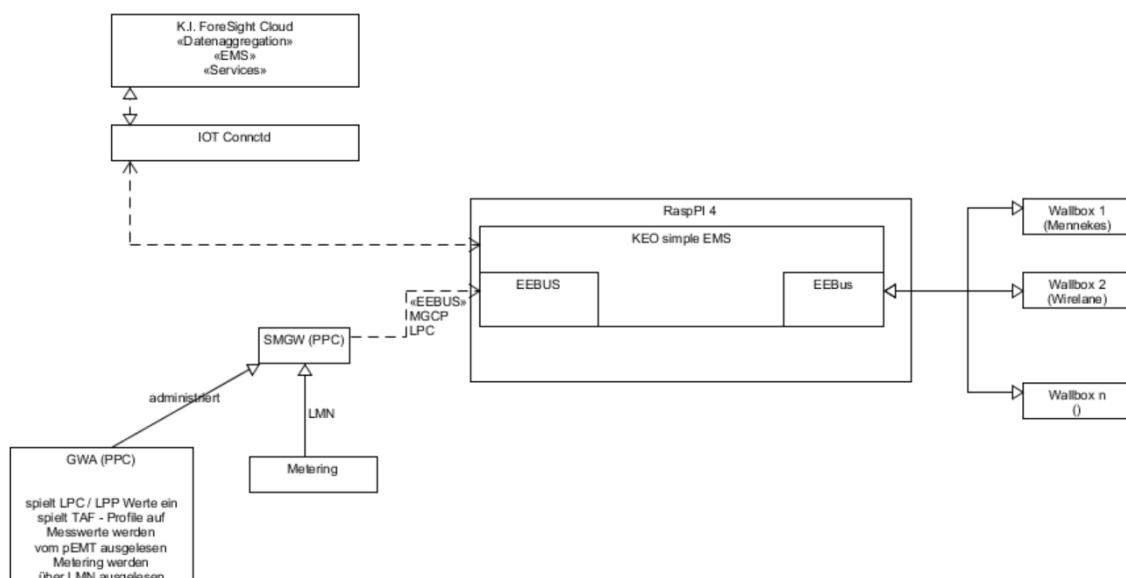


Abbildung 35: Aufbau des EEBUS-Use Cases.

Über den Gateway-Administrator (GWA) wird eine sich auf den Netzanschlusspunkt beziehende Leistungslimitierung gesendet und über das SMGW zum EMS weitergereicht. Hierzu wurde der EEBUS-Use Case „Limitation of Power Consumption“ (LPC) verwendet. Das EMS (Energie Management System) ist in der Lage, je nach Bedarf den Wirkleistungsbezug der Wallboxen zu begrenzen. Um den Wirkleistungsbezug am Netzanschluss zu überwachen, wird der EEBus-Use Case „Monitoring of Grid Connection Point“ (MGCP) verwendet. Die Wallboxen können über entsprechende e-Mobility Use-Cases wie z. B. „Overload Protection“ (OPEV) angesprochen werden. Die auf diese Weise generierten Daten wurden entsprechend von IoT connctd semantisch aufbereitet in die ForeSight-Plattform für weitere Analysezwecke weitergeleitet. Im nächsten Schritt wurde die entsprechende Hardware bestellt und im EEBus Living Lab aufgebaut und in Betrieb genommen.

Use Case Smarter Gebäudepförtner (AP 4.3): Es wurden der „intelligente Türzugang“ mit den Use Cases „Türöffnung durch eine bekannte Person“ und „Türöffnung bei Leckage“ an der Tür zum Waschraum mit Mietenden in Future Living® Berlin erprobt. Im Falle des Use Cases „Türöffnung durch eine bekannte Person“ engagierten sich die Testenden sehr und gaben immer wieder Feedback, das direkt in die Anpassungen des UI mündet. Es ist wichtig noch mal daran zu erinnern, dass es sich bei der Erprobungsumgebung in Future Living® Berlin nicht um ein Labor, sondern um eine reale Umgebung handelt, die für die Mietenden eine bestimmte (gemietete) Funktion erfüllt. Die anschließende Akzeptanzbefragung (siehe AP 6.4) bestätigte, wie wichtig die enge Begleitung der Mietenden während des Testzeitraum war.



Abbildung 36: Öffnung bei Leckage mit QR-Code.

Use Cases Predictive Maintenance (Drohnenflug; AP 4.4): Im Rahmen der Projektdauer wurden zwei Drohnenflüge zur Analyse der PV-Anlagen durchgeführt. Dazu wurden die Mietenden sowohl über den Wohnungsmanager als auch über die GSW-App vorab informiert. Mit Hilfe des Drohnenfluges und der KI-gestützten KI-Erkennung konnten problematische Zellen in den Photovoltaik-Modulen erkannt werden, AP 4.4, Predictive Maintenance. Gleichzeitig war der zweite Flug ein wesentlicher Bestandteil der zweiten Akzeptanzbefragung, die innerhalb AP 6.4 durchgeführt wurde.

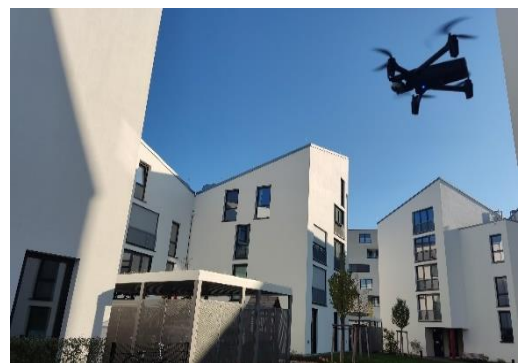


Abbildung 37: Drohnenflug.

Zusammenfassung der Ergebnisse: Da die Definition der generischen Use Cases im TP 4 in enger Abstimmung mit allen Verantwortlichen der Erprobungsumgebungen stattfand, konnten die in ForeSight avisierten Use Cases basierend auf der bereits vorhandenen Hardware aufgebaut werden. Weitere, später als notwendig erachtete Hardware, konnte nachträglich bestellt und verbaut werden (bspw. Leckage-Sensor, intelligentes Türschloss).

Im Rahmen der Erprobung der Use Cases sind insbesondere die beiden Use Cases „Intelligenter Gebäudepförtner“ sowie die „Überwachung von PV-Anlagen“ hervorzuheben. Der „Intelligente Gebäudepförtner“ wurde im Zugangsbereich des Waschraums im Future Living® Berlin eingebaut, dessen Inbetriebnahme durch die Mietenden und dessen Nutzung erprobt. Getestet wurde hier der intelligente Zutritt mittels Gesichtserkennung sowie die Verknüpfung mit der Leckage Erkennung zur intelligenten Zutrittssteuerung zur smarten Gebäudebewirtschaftung. (Ergebnisse hierzu siehe TP 6.)

Die Überwachung von PV-Anlagen wurde zunächst 2021 initial erprobt. Dabei wurden sämtliche Hausdächer in Future Living® Berlin mit einer Drohne mit Wärmebildkamera abgeflogen. Die Bilder konnten daraufhin in den ForeSight Dataspace übertragen werden. Hier erfolgte mittels Bilderkennung eine automatische Klassifizierung der aufgenommenen Bilder in intakte und potenziell defekte PV-

Module. Die Informationen wurden bei dem digitalen Zwilling der PV-Module hinterlegt, welche auf dem Predictive Maintenance-Dashboard dargestellt werden konnten. Eine zweite Erprobung im Jahr 2022 hatte das Ziel, Veränderungen des Zustands der PV-Module zu untersuchen. Auf Grund eines Defekts der Wärmebildkamera (ein Ersatz war durch Beschränkungen durch den Ukraine-Krieg nicht möglich) konnte hier allerdings kein Abgleich stattfinden. Dennoch hat der Drohnenflug es ermöglicht, die Akzeptanz der Bewohnenden in Bezug auf Drohnennutzung für Wartungsarbeiten in Wohnumgebungen zu untersuchen (siehe hierzu Abschnitt 5.6 für Ergebnisse zu TP 6).

5.6 TP 6: Nutzerintegration, -interaktion und Evaluation

| | |
|-----------------------------|--|
| Leitung: | Bosch |
| Weitere beteiligte Partner: | Aareon, FAU, GDW, GSW, Uni Frankfurt |
| Ziel: | Ziele von TP 6 waren die Analyse der Nutzeranforderungen sowie die Bewertung der Akzeptanz von KI-gestützten Lösungen und Services. |
| Arbeitspakete: | <p>AP 6.1: Zielgruppenspezifische Anforderungen an KI-gesteuert Lösungen in smarten Gebäuden mit smarten Wohnungen für Bewohner/Mitarbeiter/externe Dienstleister</p> <p>AP 6.2: Anforderungen Userinterfaces für ausgewählte Use Cases für Bewohner/Mitarbeiter /externe Dienstleister</p> <p>AP 6.3: Umsetzung der ausgewählter User Interfaces</p> <p>AP 6.4: Evaluation der Akzeptanz für intelligente KI-Lösungen mit User Interfaces in smarten Gebäuden mit smarten Wohnungen</p> <p>AP 6.5: Ethische, soziale und kulturelle Fragestellungen beim Einsatz von KI in Bewohner-/Mitarbeiter-/Dienstleisternahen Prozessen</p> <p>AP 6.6: Rechtliche Fragestellungen beim Einsatz von KI in bewohner-/mitarbeiter-/dienstleisternahen Prozessen</p> |

Die Aufgabe von TP 6 hatte zwei wesentliche Zielsetzungen. Einerseits ging es darum, die Nutzeranforderungen an KI-gesteuerte Lösungen und Services sowie zugehörige Interfaces zu analysieren sowie die Akzeptanz der beispielhaften Use Cases zu bewerten. Nutzer sind dabei Bewohnerinnen und Bewohner, Mitarbeitende der Wohnungswirtschaft sowie externe Dienstleister (z. B. Service-Anbieter, Handwerker etc.). Andererseits ging es darum, die ethischen, sozialen, kulturellen und rechtlichen Rahmenbedingungen zu adressieren, die die Akzeptanz der KI-Systeme beeinflussen.

Nutzeranforderungen zu Privatsphäre, Datenschutz und Datensicherheit: Im Rahmen von TP 6 wurden Nutzeranforderungen aus unterschiedlichen Perspektiven erhoben. Dies betraf etwa Nutzerpräferenzen bei der Gestaltung von Smart Locks, den Einfluss spezifischer Produktmerkmale in Assistenzsystemen auf Akzeptanz und Kaufentscheidung, die Anforderungen an die Verantwortung von Unternehmen aus Nutzersicht sowie den Transfer von Erkenntnissen zu KI-Plattformen für das autonome Fahren auf den Smart-Living-Kontext.

Exemplarisch wird hier das Thema der Nutzer-Präferenzen für Privacy Features in Digitalen Assistenten dargestellt, das in [Ebbers 2021]⁵⁷ veröffentlicht wurde. Digitale Assistenten (DA) erledigen Routineaufgaben für Benutzer, indem sie mit IoT-Geräten und digitalen Diensten interagieren. Dazu greifen solche Assistenten in hohem Maße auf personenbezogene Daten zurück, z. B., um personalisierte Antworten zu geben. Dies führt bei Benutzern zu Datenschutzbedenken und macht Datenschutzfunktionen zu einem wichtigen Bestandteil digitaler Assistenten. Die Studie untersuchte Benutzerpräferenzen für drei Attribute der Gestaltung von Datenschutzfunktionen in digitalen Assistenten, nämlich (1) die Menge an Informationen über personenbezogene Daten, die dem Benutzer angezeigt werden, (2) die

⁵⁷ Ebbers, F.; Zibuschka, J.; Zimmermann, C. (Bosch); Hinz, O. (Uni Ffm): User preferences for privacy features in digital assistants. Electron Markets 31, 411–426 (2021). <https://doi.org/10.1007/s12525-020-00447-y>.

Erklärbarkeit der Entscheidung des DA und (3) den Grad der gewünschten Gamifizierung der Benutzeroberfläche. Darüber hinaus wurde die Zahlungsbereitschaft der Benutzer für verschiedene Versionen von Datenschutzfunktionen geschätzt. Die Ergebnisse für die gesamte Stichprobe von 300 Befragten zeigen, dass Benutzer es vorziehen, die Gründe für die Entscheidungen des Digitalen Assistenten auf der Grundlage der betreffenden personenbezogenen Daten zu verstehen und gleichzeitig Informationen über die möglichen Auswirkungen der Offenlegung spezifischer Daten zu erhalten. Darüber hinaus deuten die Ergebnisse darauf hin, dass Benutzer es vorziehen, in einem „Serious Game“ mit den Datenschutzfunktionen des Assistenten zu interagieren. Für dieses Produkt sind Nutzende bereit, etwa 21 € pro Monat zu zahlen. Eine spielerische Gestaltung der Datenschutzfunktionen wird bevorzugt; Benutzer sind bereit, 25 % mehr zu zahlen als für eine Option ohne gamifizierte Elemente. Eine detaillierte Analyse identifizierte zwei Kundencluster „Best Ager“ und „DA Advocates“, die sich vor allem in ihrem Durchschnittsalter und ihrer Zahlungsbereitschaft unterscheiden. „DA Advocates“ sind überwiegend männlich und datenschutzsensibler, während „Best Ager“ eine höhere Affinität zu einer spielerischen Gestaltung von Datenschutzfunktionen aufweisen.

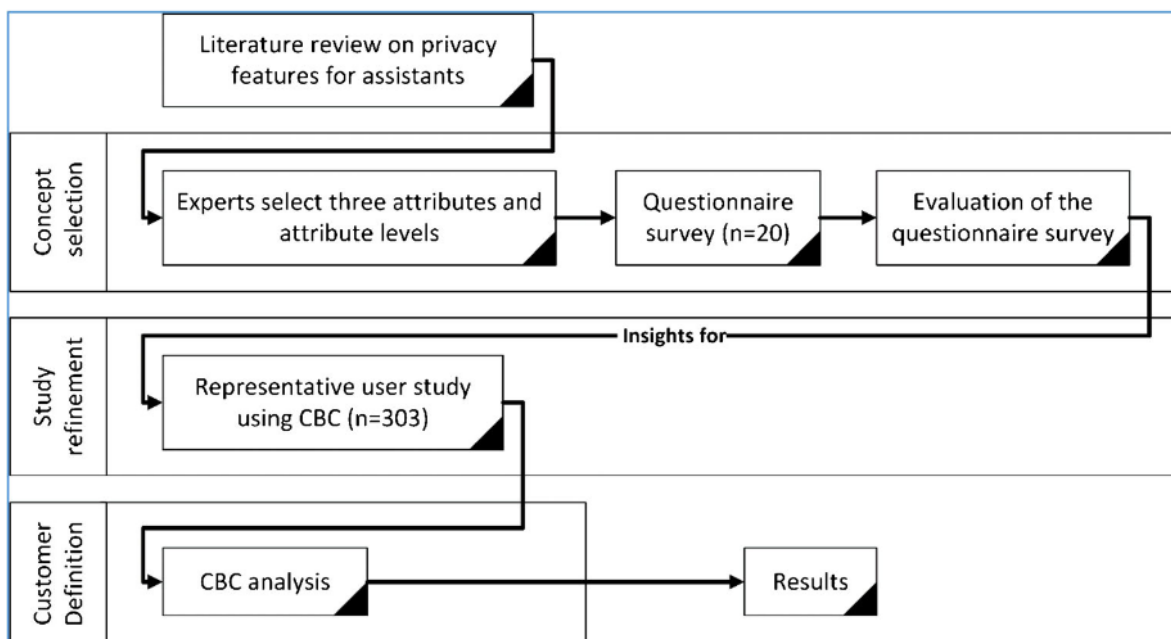


Abbildung 38: 3-stufiger Prozess zur Ermittlung der Nutzer-Präferenzen für Privacy Features.⁵⁵

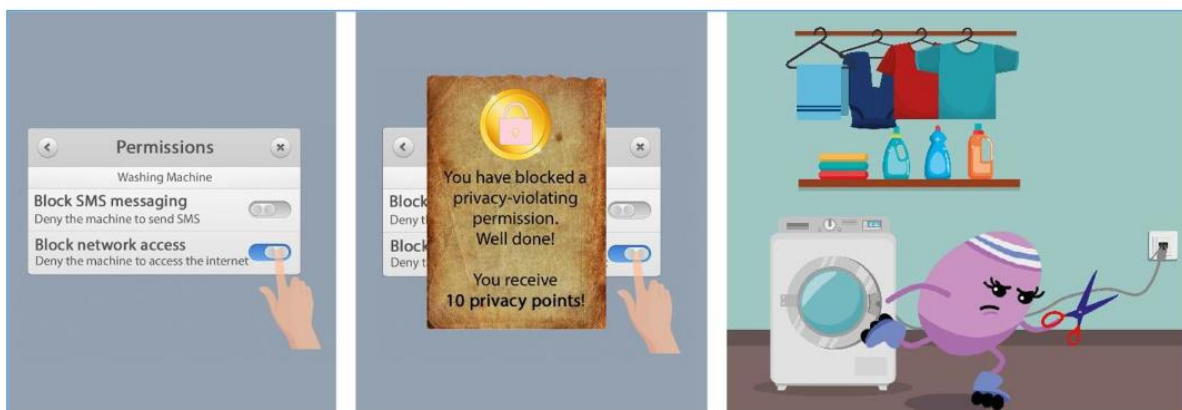


Abbildung 39: Interfaces ohne gamifizierte Elemente (links), mit gamifizierten Elementen (Mitte), und als „serious game“ (rechts).⁵⁵

Anforderungen an die Nutzerinteraktion am Beispiel Smart Kitchen: In verschiedenen Untersuchungen wurden Anforderungen erhoben, wie die Nutzerinteraktion zu gestalten ist, damit sie bei den

Anwendenden eine besonders gute Akzeptanz erreicht. Als ein Beispiel dazu wird hier die Assistenz in der smarten Küche dargestellt, die in [Weber 2022]⁵⁸ und [Esau-Held 2023]⁵⁹ im Detail beschrieben ist.

Die geräteübergreifende Vernetzung der smarten Küche ermöglicht die Umsetzung ganzheitlicher Assistenzkonzepte, die Nutzende beim Kochen unterstützen. Der Unterstützungsbedarf aus Nutzersicht und die mögliche technische Umsetzung war Gegenstand zweier empirischer Nutzerstudien, welche 2021 im „Smart Life Lab“ von Bosch mit jeweils zehn Probanden durchgeführt wurden. Ein wichtiger Aspekt der Ausgestaltung der Assistenz betrifft die Gestaltung der User-Interfaces eines solchen Assistenzsystems unter Nutzung verschiedener Interaktionsmodalitäten. Die erste Studie war als Beobachtungsstudie angelegt, in der anhand einer konkreten Kochaufgabe für die Probanden deren Unterstützungsbedarf in der Durchführung analysiert werden konnte. Zur Erfassung des Unterstützungsbedarfs wurden strukturierte Interviews und die Methode des „Lauten Denkens“ während des Kochvorgangs verwendet. Aus den daraus abgeleiteten Anforderungen wurde ein Interaktionskonzept entwickelt, in der Form eines prototypischen Assistenzsystems umgesetzt und in der zweiten empirischen Studie mit den Probanden anhand einer für unerfahrene Köche herausfordernden Kochaufgabe (ein Rezept bestehend aus zwei Teilrezepten) untersucht und erprobt.

In der Beobachtungsstudie wurden grundlegende Unterstützungsbedarfe der Probanden beim Kochen in der smarten Küche erfasst:

- Übersicht über Rezept (Arbeitsschritte, Zutaten)
- Hilfestellungen/Unterstützung bei Zubereitungsschritten (und deren Ablaufplanung)
- Unterstützung bei Auswahl und Bedienung von Küchengeräten
- Vermeidung und Korrektur von Fehlern
- Hintergrundinformationen zu Zubereitungsschritten und Zutaten

Die potenziellen Nutzenden wurden nach ihren Vorkenntnissen und Einstellungen mit typischen Assistenzsystemen befragt (z. B. Alexa), sowie zu ihren Präferenzen bei der Interaktion mit einem solchen System (mittels graphischen User Interface (GUI), Sprache (voice user interface, VUI) und/oder Gestik. Alle Befragten gaben an, dass sie Sprache als Eingabemodalität für geeignet halten, die meisten (8/10) auch als Ausgabemodalität. Als mögliche Hindernisse bei der Nutzung von Sprache werden Lärm in der Küche (z. B. durch Küchengeräte) und evtl. Missverständnisse durch fehlerhafte Spracherkennung genannt. Eine große Mehrheit der Befragten halten eine Kombination von Sprache mit einer GUI (mit Touch) für die Interaktion mit einer Küchenassistentin für geeignet. Der zusätzliche Nutzen einer GUI ergibt sich dabei, dass komplizierte Abläufe visuell besser dargestellt werden können als per Sprache. Die Kombination von Spracheingabe und Touch erlaubt es, diejenige Eingabemodalität zu wählen, die gerade besser geeignet ist, wenn die Finger dreckig sind (Sprache) oder die Umgebung laut ist (Touch).

Das abgeleitete Interaktionskonzept für Küchenassistentin wurde in der Nutzerstudie in Form eines prototypischen Systems erprobt, welches mithilfe eines GUI-Entwurfs (mittels Adobe XD), einem Dialogmodell und der HomeConnect-Anwendung für Bosch-Küchengeräte realisiert wurde. Für die Sprach- und Intentionserkennung wurde ein Wizard-of-Oz-Ansatz gewählt (d. h. die Spracherkennung wurde durch einen Menschen simuliert).

Die Nutzerstudie zeigt, dass die Nutzenden hauptsächlich Sprache zur Eingabe verwenden, für die Ausgabe des Systems hingegen die GUI wesentlich ist. Nichtsdestotrotz zeigt sich der Mehrwert der Kombination von Modalitäten; in manchen Fällen (z. B., wenn sich der Nutzer direkt vor dem Touch Display befindet) zeigt sich Touch-Eingabe als effizienter als die Formulierung einer Spracheingabe. Auch das Bedürfnis der Nutzer, die Kontrolle zu behalten, kann durch eine direkte Eingabe per Touch unterstützt werden gegenüber einer Spracheingabe, die missverstanden werden kann.

⁵⁸ Weber, J. (Bosch): Design of an Interaction Concept for Assisted Cooking in Smart Kitchens. Masterarbeit, Universität Siegen, 2022. https://www.wineme.uni-siegen.de/wpcontent/uploads/2022/04/MasterThesis_WeberJohanna.pdf.

⁵⁹ Esau-Held, M.; Stevens, G. (Uni Siegen); Weber, J.; Schiller, M.; Thaden, E.M.; Manstetten, D. (Bosch): Designing an Interaction Concept for Assisted Cooking in Smart Kitchens: Focus on Human Agency, Proactivity, and Multimodality. ACM DIS 23 Designing Interactive Systems. Pittsburgh (USA), Juli 2023 (to appear).

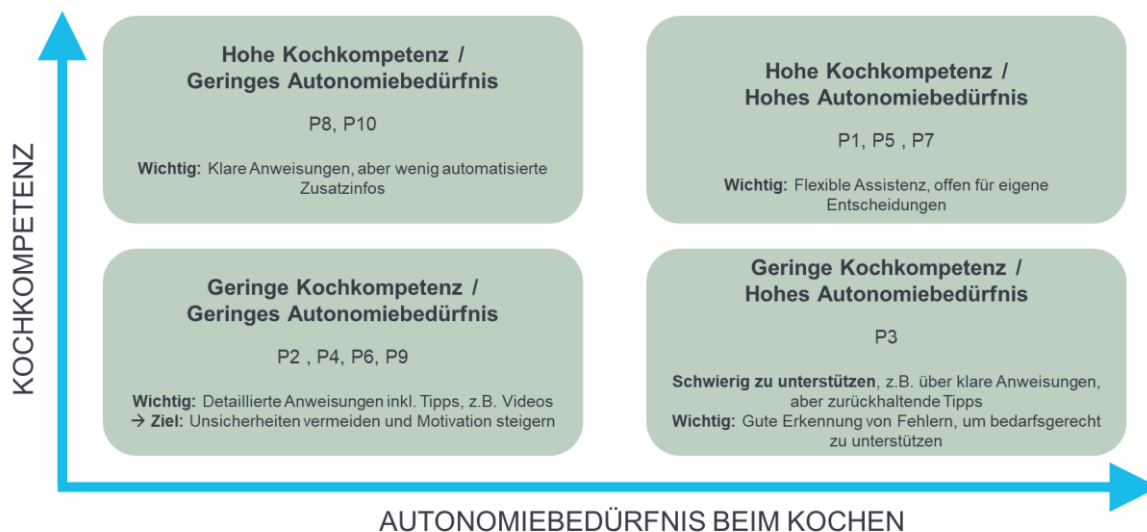


Abbildung 40: Nutzergruppen und ihre Bedürfnisse bei der Kochassistenz.

Prototypische Implementierungen von User Interfaces für Energieinformationen: Auf Basis der Nutzeranforderungen, aber natürlich auch mit direkter Berücksichtigung der gesetzlichen Randbedingungen, wurden von Aareon User Interfaces entworfen und mit den jeweiligen Anwenderinnen und Anwendern bzgl. Informationsdarstellung und Verständlichkeit diskutiert. Ziel war es dabei insbesondere, Transparenz für den Mietenden zu schaffen, um Energieeinsparungen realisieren zu können. So wurden etwa gerätespezifische Kostenentwicklungen bei gleichbleibendem Verbrauch dargestellt, die die direkte Relevanz einzelner Funktionen verdeutlichen. Erklär-Animationen geben Erläuterungen für richtiges Heizen und die Auswirkungen für den Mietenden oder zur Informationspflicht über den unterjährigen Verbrauch (eine gesetzliche Verpflichtung aus der EED Energy Efficiency Directive), siehe Abbildung. Ebenfalls wurden kumulierte Darstellungen für die Wohnungsunternehmen entworfen, die etwa den Vergleich zwischen Wohnungen mit oder ohne digitalen Service erlauben, den Gesamtverbrauch von Liegenschaften monitoren oder auch eine vorausschauende Wartung der Heizungsanlagen ermöglichen.

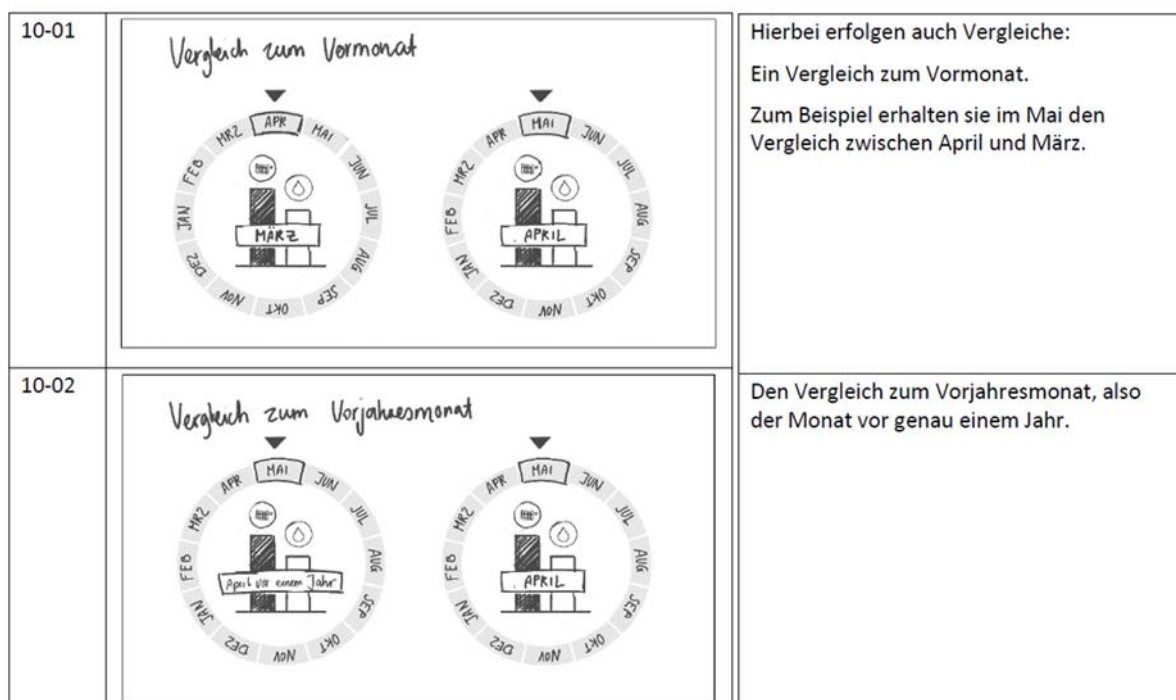


Abbildung 41: Erkläranimation zur Erläuterung der Informationspflicht über den unterjährigen Heizverbrauch nach EED.

Akzeptanzuntersuchungen zu ForeSight Use Cases und Prototypen: Es wurden unterschiedliche Untersuchungen zur Nutzerakzeptanz von ForeSight Use Cases im Rahmen von TP 6 durchgeführt. Dies reichte von Tests erster Prototypen im Labor-Umfeld (siehe z. B. die oben zitierte Studie zur Koch-Assistenz) bis hin zu Befragungen von Fokusgruppen und Mietenden in Future Living® Berlin im Vorfeld und nach dem Erleben der Prototypen im realen Umfeld. Im Folgenden werden die Ergebnisse aus Fokusgruppen sowie die Akzeptanzuntersuchungen zum Digitalen Türöffner und zu Drohnenflügen detaillierter dargestellt.

Akzeptanzuntersuchung mit Fokusgruppen von Mietenden zu verschiedenen Use Cases im Vorfeld der Implementierung: Ziel der Untersuchung war es, die Akzeptanz von KI-gestützten Anwendungen im Wohnbereich bei potenziellen Bewohnerinnen und Bewohnern entsprechender Wohnungen zu untersuchen. Im Zentrum standen Privatpersonen unterschiedlicher Altersgruppen und in unterschiedlichen Haushaltstypen [Meyer 2021].⁶⁰

Es wurden folgende Use Cases aus dem Projekt ForeSight untersucht:

- KI-gestützte automatische Türöffnung (Gebäudeeingangstür, Wohnungstür)
- KI-gestützter Energiemanager (Energieprognose und gerätespezifische Energiesparempfehlungen)
- KI-gestützter Ernährungsmanager (Vorliebe- und gesundheitsbezogene Ernährungsempfehlungen)

Folgende Fragestellungen wurden adressiert:

- Akzeptanz der einzelnen Use Cases
- Antizipierter Anwendungsnutzen der Use Cases
- Akzeptanzbarrieren
- Optimierungsvorschläge

Die Use Cases wurden mit folgenden Methoden evaluiert:

- Qualitative Methoden:
 - Visualisierung und Erläuterung des Use Cases: Für jeden Use Case wurde den Probandinnen und Probanden eine Visualisierung des Use Cases angebotenDatenerhebung:
 - Spontanbewertung zu Beginn jedes Untersuchungsabschnittes (Wohnvision, automatische Türöffnung, Energiemanagement, Ernährungsassistent) anhand einer Batterie von Smilies
 - Qualitative Diskussion des Use Cases
- Quantitative Methoden
 - Bewertung mit Schulnoten (1 bis 6)
 - Sozialdaten der Probandinnen und Probanden (Alter und Geschlecht, Haushaltszusammensetzungen)

⁶⁰ Meyer, S.; Häussler, V.; Oelschläger, G. (Sibis): Akzeptanz von KI in der Wohnumgebung. Befragungsergebnisse aus 11 Fokusgruppen mit Mieter:innen. Berlin, 2021.

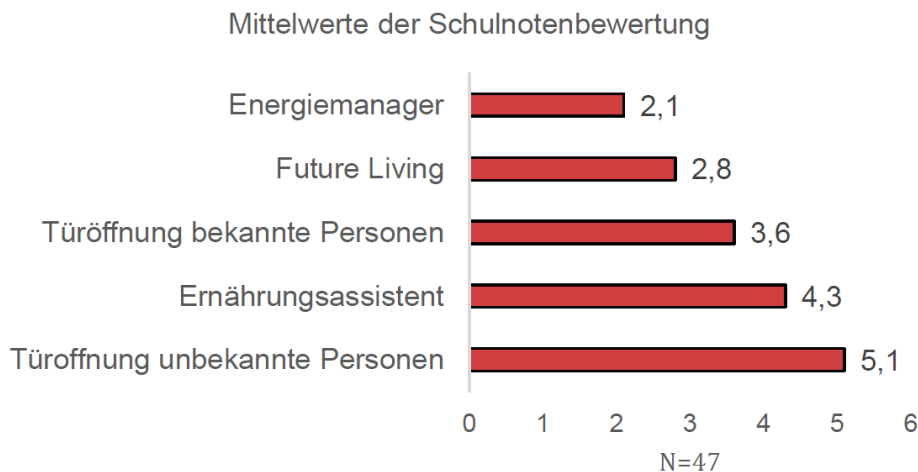


Abbildung 42: Quantitative Bewertung der Use Cases mit Schulnoten.

Des Weiteren wurden die Use Cases bewertet und Optimierungsvorschläge unterbreitet:

- Automatisierte Gesichtserkennung – interessant, aber wirft datenrechtliche und ethische Fragen auf
 - Für bekannte Personen: bringt Nutzen vor allem für Bewohnerinnen und Bewohner selbst / Zugang an Gebäudetür unstrittig / Zugang in die Wohnung kritisch, wenn dann nur zeitbezogen / technische Robustheit muss garantiert werden.
 - Für unbekannte Personen: Zugang zu Gebäudetür unstrittig / Zeitbefristeter Zugang in die Wohnung: keine Akzeptanz / für Lieferungen gewünscht: Poststation im Gebäude / technische Robustheit muss garantiert sein.
- Energiemanager - zeigt größtes Potenzial
 - Prognosefunktion: Findet Anklang, Nutzen wird aber nur für einkommensschwache Haushalte gesehen / Nutzen wird überzeugender, wenn die Prognosefunktion kombiniert mit gerätebezogenen Energiespartipps wird
 - Gerätebezogene Energiespartipps: Hohe Akzeptanz unter der Voraussetzung, dass die Daten nicht an Dritte gehen / ... dass nicht der Energieversorger der Anbieter des Service ist / ... dass die wohnungsbezogenen Daten in der Wohnung bleiben / ... dass die Empfehlungen zu einem Gerätetausch mit Kosten-Nutzen-Relationen hinterlegt werden (wann rechnet sich die Neuinvestition).
- Ernährungsmanager – in der vorgestellten Form nur wenig Akzeptanz
 - Konzept des Ernährungsmanagers: Erinnert an Logistiksoftware in der Industrie oder Landwirtschaft, es geht an den Alltagserfordernissen und am Alltagsstrukturen der überwiegenden Mehrheit der Nutzenden vorbei / Ernährung wird von den meisten Probandinnen und Probanden als qualifizierte Tätigkeit, Kochen als (semi-)kreativer Prozess angesehen / Automatisierung des Ernährungs- und Kochprozesses wird von der Mehrheit mit großer Skepsis angesehen.
 - Empfehlungssystem für Einpersonenhaushalte: Nur für eine Teilgruppe von beruflich überlasteten, wenig kochaffinen Personen denkbar / Nur für eine Teilgruppe von Personen mit starken gesundheitlichen Einschränkungen denkbar.
 - Empfehlungssystem für Mehrpersonenhaushalte (Familien): Idee, dass Mahlzeit immer die optimale Schnittmenge aller Mitesser sei, ist alltagsfern / System kann sich nicht an die Flexibilitätsnotwendigkeit insbesondere von Familienhaushalten anpassen / Die Bedienung ist für Mehrpersonenhaushalte zu kompliziert.

- Überwachung der Vorräte (Kühlschrank/ Vorratsschränke): Insgesamt kein Vertrauen in die dafür erforderliche Technologie (Sensoren, Kameras, KI-Software), die Vorräte eindeutig zu erkennen / sinnvoll: Abfrage der aktuellen Vorräte von außerhalb zur Optimierung des Einkaufens, aber die Bedienung müsste einfach sein / sinnvoll: Ablauf- und Verfallsdaten prüfen und den Nutzenden mitteilen – aber wie? / sinnvoll: Ernährungsvorschläge für Reste im Kühlschrank – aber wie werden die Reste erkannt (wenn lose, in Boxen etc.)? / sinnvoll: erkennen, dass bestimmte Lebensmittel (Milchtüten etc.) fast leer sind – aber wie?

Letztendlich führte die Bewertung zu einer Anpassung in den Entwicklungsplänen einiger Projektpartner und zu den Testszenarien für Tests mit den Anwenderinnen und Anwendern.

Akzeptanz der Gesichtserkennung zum Öffnen von Türen in Future Living® Berlin: Bereits während qualitativer Befragungen im Herbst 2021 und Herbst 2022 waren die Bewohnerinnen und Bewohner in Future Living® Berlin zu den von ihnen genutzten digitalen Türzugangssystemen befragt worden. Vom 16.11.2022 bis 28.11.2022 testeten zehn Bewohnerinnen und Bewohner von Future Living® Berlin die Einrichtung und Nutzung der Gesichtserkennung an einer halb-öffentlichen Tür (Zugang zum Waschraum). Im Anschluss wurden sie in qualitativen Interviews zu ihrem Nutzenerlebnis und ihrer Akzeptanz befragt [Meyer 2023a]⁶¹.

- Insgesamt stehen die Probandinnen und Probanden der Gesichtserkennung zur Öffnung von Türen positiv gegenüber; dies ist insbesondere deshalb ein bemerkenswertes Ergebnis, als keine der Testpersonenvorher die Öffnung von Türen mittels Gesichtserkennung erlebt hat; nur sechs Personen kannten dies zur Entsperrung ihres Handys.
- Das Vertrauen in die Technik ist bemerkenswert, nicht nur bei den Personen, bei denen die Gesichtserkennung stabil und treffsicher war, sondern auch bei Personen mit negativeren Erfahrungen; beide Gruppen vertrauen darauf, dass die Gesichtserkennung in einem Wohngebäude erst eingesetzt würde, wenn sie sicher und stabil sei.
- Die Testpersonen sind der Überzeugung, dass durch ihren Vermietenden die Sicherheit des Gebäudes gewährleistet würde.
- Eine alltagspraktische Alternative zu der bisher genutzten Schlüsselkarte kann die Öffnung per Gesichtserkennung erst werden, wenn die oben beschriebene Optimierung der Türöffnung umgesetzt ist. Dann erscheint den Testpersonen die Gesichtserkennung praktischer als die Nutzung der App und hätte von daher eine höhere Akzeptanz.
- Sollte eine Gesichtserkennung auch an anderen Türen eingesetzt werden, muss die Anbringung der Kamera barrierefrei sein, d. h. auch für Kinder, kleine Personen oder Personen im Rollstuhl nutzbar sein.
- Die Gesichtserkennung sollte nur für die Mietenden selbst eingesetzt werden, nicht für Besucherinnen und Besucher, Lieferanten, Handwerker etc.

Akzeptanzuntersuchung eines Drohnen-Einsatzes in Future Living® Berlin: Der Einsatz einer KI-gestützten Analyse von Photovoltaik-Anlagen, die zuvor mittels einer Drohne abgesehen worden waren, war einer der Anwendungsfälle, die innerhalb des Projekts durch die Universität Frankfurt entwickelt worden waren. Im Rahmen einer Befragung der Mieterschaft in Future Living® Berlin wurde von Sibis im Unterauftrag von GSW evaluiert, wie hoch die Akzeptanz eines Einsatzes von Drohnen in ihrem Wohnumfeld sein würde. Die folgenden Ergebnisbeispiele sind dem ausführlichen Bericht [Meyer 2023b]⁶² entnommen, der auch weiterführende Informationen enthält.

⁶¹ Meyer, S. (Sibis): Gesichtserkennung zum Öffnen von Türen - Nutzertests und Nutzerbefragung von 10 Mieter:innen in Future Living® Berlin. Januar 2023.

⁶² Meyer, S.; Fricke, C.; Oelschläger, G. (Sibis): Akzeptanzuntersuchung eines Drohnen-Einsatzes in Future Living® Berlin. Februar 2023. https://foresight-plattform.de/wp-content/uploads/2023/03/ForeSight-Akzeptanzstudie_Drohnenflug.pdf.

Hierzu wurden 126 erwachsene Mietende im Zeitraum November 2022 bis Februar 2023 per Fragebogen befragt. Von 67 Personen wurde ein auswertbarer ausgefüllter Fragebogen abgegeben. Die Population wurde beispielsweise nach ihrer Einstellung zu spezifischen KI-Anwendungen im Wohnbereich befragt. Als am attraktivsten werden KI-gestützte Anwendungen im Energie(spar)bereich bewertet, insbesondere eine intelligente Energievorausschätzung sowie intelligente Energiespartipps (jeweils für 65% attraktiv oder eher attraktiv).

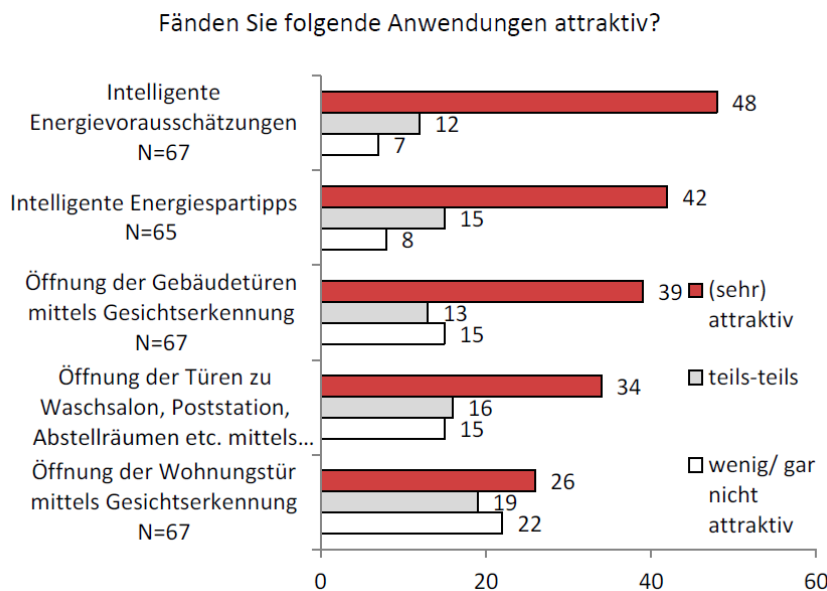


Abbildung 43: Attraktivität von KI-Anwendungen bei der Befragung in Future Living®.

Die Befragung zum Drohnenflug fand nach einem im November 2022 durchgeführten Testflug statt, bei dem die Solar-Panels überprüft wurden. Obwohl der Testflug nur von einer Minderheit (12 von 66 Probanden) überhaupt wahrgenommen worden war, zeigte eine deutliche Mehrheit (61 von 66 Probanden) Verständnis für den Einsatz von Drohnen.

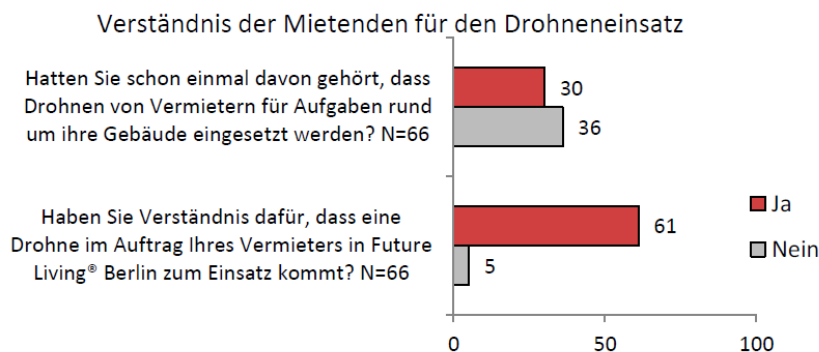


Abbildung 44: Einschätzungen zum Einsatz von Drohnen bei der Befragung in Future Living®.

Vertrauenswürdige und ethisch vertretbare KI als Grundlage für deren Akzeptanz: Ein zentrales Thema in TP 6 war es, ethische Leitlinien für die Entwicklung und Anwendung von KI-Technologien zu analysieren und Bewertungskriterien für solche Institute, Institutionen und Unternehmen zu formulieren, die KI entwickeln, vertreiben oder einsetzen. Diese Arbeiten sind umfassend in [Eberhardt 2023]⁶³ dokumentiert; ein erster Eindruck ist daraus entnommen. Die Vorgehensweise folgte mehreren Schritten:

- Zunächst wurden die relevanten Kriterien zusammengestellt und innerhalb des ForeSight-Projekts diskutiert. Darauf aufbauend wurde eine ethische Bewertung der ForeSight-Use Cases vorgenommen. Das Ergebnis dieses Analyseschrittes ist eine ethische Reflexion der in

⁶³ Eberhardt, B.; Hoppe, A. (GSW); Kortum, H. (DFKI); Meyer, S. (Sibis); Böhle, F. (EasierLife); Schiller, M. (Bosch): Vertrauenswürdige und ethisch vertretbare KI als Grundlage für deren Akzeptanz. April 2023.

ForeSight entwickelten Anwendungen, die eine abschließende Bewertung erlaubt und Hinweise für deren Weiterentwicklung gibt.

- Auf Basis dieser Ergebnisse wurden die für ForeSight validierten Bewertungskriterien so operationalisiert, dass sie auch für Unternehmen außerhalb des Konsortiums anwendbar sind.
- Weiterhin wurde auf Basis der Ergebnisse der ersten beiden Analyseschritte das Impulspapier [Eberhardt 2023] für solche Unternehmen entwickelt, die KI in ihren Produkten und Services einsetzen bzw. KI-Produkte in ihrem Unternehmen oder Anwendungskontext einbringen möchten. Ziel des Impulspapiers ist es, die Aufmerksamkeit und Sensibilität der Unternehmen für die ethischen Aspekte der KI zu stärken und sie zu befähigen, diese für die Entwicklung und die Nutzung von KI anzuwenden.
- Das entwickelte Leitbild bezieht sich zunächst auf die 17 in ForeSight zusammengeschlossenen Partner, kann jedoch aufgrund der Vielgestalt der in ForeSight-Beteiligten und deren Zuordnung entlang der gesamten Wertschöpfungskette für die gesamte KI-Wirtschaft verallgemeinert werden.

Eine besondere Rolle spielte bei der Bewertung der Vertrauenswürdigkeit die VDE SPEC 90012, die es ermöglichen soll, soziotechnische Merkmale von Systemen und Anwendungen zu beschreiben, die Techniken und Methoden der künstlichen Intelligenz beinhalten. Ihr Geltungsbereich bezieht sich auf Produkte, für die ein besonders hohes Maß an Vertrauen gewünscht oder erforderlich ist. Um die Anwendbarkeit der VDE SPEC zu verifizieren, kam sie exemplarisch für die Use Cases des ForeSight-Projekts zum Einsatz. Auch die dabei dokumentierten Erfahrungen sind im Detail in [Eberhardt 2023]⁶⁴ enthalten.



Abbildung 45: Wertungskriterien der VDE SPEC 90012 V 1.0 (en); Übersetzung GSW in Abstimmung mit VDE.

Arbeitsanweisungen für die Wohnungswirtschaft: Die Erkenntnisse aus TP 6 zum „Einsatz von digitalen Zugangssystemen in Mehrfamilienhäusern“ [GdW 2022]⁶⁵ sowie zu „Einsatzmöglichkeiten von Drohnen im Kontext der Wohnungswirtschaft“ [GdW 2023]⁶⁶ wurden in Kooperation von GSW und GdW in Form eines Leitfadens zusammengestellt, der vom GdW als Arbeitshilfe für die Wohnungswirtschaft zur Verfügung gestellt wird. Ziel dieser Arbeitshilfen ist es, der Branche einen leicht zugänglichen

⁶⁴ Eberhardt, B.; Hoppe, A. (GSW); Kortum, H. (DFKI); Meyer, S. (Sibis); Böhle, F. (EasierLife); Schiller, M. (Bosch): Vertrauenswürdige und ethisch vertretbare KI als Grundlage für deren Akzeptanz. April 2023.

⁶⁵ GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V.: Einsatz von digitalen Zugangssystemen in Mehrfamilienhäusern. GdW Arbeitshilfe 91, Dezember 2022.

<https://www.gdw.de/downloads/publikationen/gdw-arbeitshilfe-91-einsatz-von-digitalen-zugangssystemen-in-mehrfamilienhaeusern/>

⁶⁶ GdW Bundesverband deutscher Wohnungs- und Immobilienunternehmen e.V.: Einsatzmöglichkeiten von Drohnen im Kontext der Wohnungswirtschaft. GdW Arbeitshilfe 94, Mai 2023.

<https://www.gdw.de/downloads/publikationen/gdw-arbeitshilfe-94-einsatzmoeglichkeiten-von-drohnen-im-kontext-der-wohnungswirtschaft/>.

und umsetzbaren Leitfaden zur Hand zu geben, der zur sofortigen Anwendung in neuen und eigenen Projekten geeignet ist. Klar strukturierte und leicht verständliche Prüfschemata helfen bei der Erstellung eigener Konzepte und der Auswahl erforderlicher Partner. Nachfolgend ein Auszug aus diese Arbeitshilfe zur Veranschaulichung:

| 1. Aspekte des „Design for All“-Konzepts für das Nutzenerlebnis | geprüft |
|---|---------|
| Breite Nutzbarkeit Keine oder geringe Barrieren bei der Nutzung (kein Ausschluss von Menschen mit Behinderungen, Einschränkungen, Sprachbarrieren o.ä.). Gute Kontraste, eindeutige Symbole und Farbumterstützung | |
| Flexibilität im Gebrauch Austauschbare Komponenten, verlegbare Anschlüsse und ein auf weitere Türen und Gebäude erweiterbares System. | |
| Einfache und intuitive Handhabung Selbsterklärende oder unauffällige Technik. | |
| Sensorische Wahrnehmbarkeit von Informationen Eignung des Systems für Menschen mit Hör- oder Sehbehinderungen durch verschiedene Ton- oder Lichtsignale, Vibration etc. | |
| Haptische Bedienbarkeit Falls Drehknäufe zum Einsatz kommen, sind sie gut zu greifen (Griffigkeit, Nähe zum Türrahmen zu eng etc.)? | |
| Fehlertoleranz Bedienelemente können nicht versehentlich „falsch“ bedient, umprogrammiert oder deaktiviert werden. | |
| Geringer körperlicher Kraftaufwand Die Bedienung der Zugangsmedien und Hardware-Komponenten zur Türöffnung erfordert keine besondere Kraft. | |
| Erreichbarkeit und Zugänglichkeit Die Bedienung der Komponenten ist auch für mobilitätseingeschränkte Menschen (z. B. Rollstuhlfahrer) möglich. | |

Tabelle 3: Aspekte des „Design for All“-Konzepts für das Nutzenerlebnis.

5.7 TP 7: Smart Service Engineering und Geschäftsmodelle

| | |
|-----------------------------|--|
| Leitung: | DFKI |
| Weitere beteiligte Partner: | Bosch, FAU, GSW, ixto, KEO, Strategion, Uni Frankfurt |
| Ziel: | TP 7 hatte das Ziel, das Smart Service Engineering für die Domäne Smart Living zugänglich zu machen und entsprechende Werkzeuge zu entwickeln und zu erproben. |
| Arbeitspakete: | AP 7.1: Service Engineering Konzepte für KI-basierte Smart Living-Services AP 7.2: Anforderungen an Services in Smart Living-Ökosystemen AP 7.3: Analyse der Strukturen, Anforderungen und Wertschöpfungsnetzwerke im Smart Living Markt AP 7.4: Geschäftsmodelle für KI-basierte Services in Smart Living-Ökosystemen AP 7.5: Schnittstellen und Service-Orchestrierung für Smart Living-Ökosysteme |

Das Service Engineering untersucht und gestaltet Vorgehensweisen zur systematischen Entwicklung von Dienstleistungen unter Verwendung entsprechender Modelle, Methoden und Werkzeuge⁶⁷. Es greift dabei auf das Methodenspektrum der Ingenieurwissenschaften zurück und adaptiert dieses in den Kontext der Dienstleistungsentwicklung, welche einer engen Verzahnung mit dem (klassischen) Produktgeschäft unterliegt. Die Zusammenführung von Produkt und Dienstleistung zu einem absatzfähigen und an den Kundenanforderungen orientierten Leistungsbündel wird als hybride Wertschöpfung (engl. „Product-Service Systems“) bezeichnet und spielte auch im ForeSight-Projekt eine zentrale Rolle. Das Service Engineering als schnittstellenübergreifende Disziplin bietet Potenziale, um die Mehrwerte von Dienstleistungen in Kombination mit Sachgütern zu heben. Weiterhin eignen sich die Vorgehensweisen, um Smart Services zu gestalten^{68,69} und dabei die Rolle des Menschen im Dienstleistungssystem nicht zu vernachlässigen⁷⁰. Die systemische Betrachtung wird aktuell unter dem Begriff der Smart-Service-Systeme diskutiert⁷¹ und beschreibt ebenso die integrierte Betrachtung von Produkten und Dienstleistungen, jedoch unter Berücksichtigung von durch IT ermöglichten Merkmalen wie Kontextsensitivität, Vernetztheit und Aktuatorik⁷².

Dieses Verständnis wurde in der Domäne Smart Living bei Projektbeginn zwar wahrgenommen und in Teilen auch für sinnvoll erachtet, durch fehlende spezialisierte Methoden erfolgte jedoch keine breite Adoption bzw. Integration in die eigenen Prozesse und Lösungen. Das TP 7 hatte sich zu Beginn des Projektes das Ziel gesetzt, das Smart Service Engineering für die Domäne Smart Living zugänglich zu machen und entsprechende Werkzeuge zu entwickeln und zu erproben. Neben Methoden sollten hierzu (Software-) Tools sowie Blaupausen für Geschäftsmodelle gehören.

Zusammenfassung der Ergebnisse: Um die jeweils gesteckten Ziele der AP zu erreichen und damit zum Erfolg des Gesamtprojekts beizutragen, sind Ergebnisartefakte entstanden, die nachfolgend beschrieben werden. Durch die Nutzung von Synergien und die ganzheitliche Betrachtung des Smart Service Engineering trugen sie zur Zielerreichung mehrerer AP bei.

Smart-Service-Studie (AP 7.1, 7.2, 7.3): Im Rahmen der AP 7.1, 7.2 und 7.3 wurde eine Studie zum Status Quo in der Domäne Smart Living durchgeführt. Durch die Studie sollten Erkenntnisse darüber gewonnen werden, inwiefern der Smart-Living-Markt bereit ist, integrierte Smart Services anzubieten und welche Maßnahmen zur Förderung dieser Entwicklung ergriffen werden können. Diese Erkenntnisse helfen Unternehmen, ihre Prozesse besser zu gestalten und ihre Geschäftsmodelle zu optimieren.

Im Rahmen der Ergebnisse der Smart Service Studie⁷³ durch den Konsortialpartner DFKI in Zusammenarbeit mit Strategion, in der 184 Personen aus der ForeSight Community bzw. der Smart Living Community befragt wurden, konnte belegt werden, dass trotz aller Anfangsprobleme aus deren Sicht der Einsatz von KI den Smart-Living-Markt revolutionieren wird. Interdisziplinäre Zusammenarbeit ist auch aus Sicht der Community Herausforderung und Lösung zugleich für die Entwicklung innovativer Smart Services. In der Wahrnehmung der Community finden allerdings zu wenige Unternehmen tatsächlich zusammen, um gemeinsam Produkte und Dienste wertschöpfend zu Smart Services zu vernetzen.

⁶⁷ Pezzotta, G., S. Cavalieri, and P. Gaiardelli. 2009. "Product-Service Engineering: State of the Art and Future Directions." IFAC Proceedings Volumes 42 (4): 1346–51. <https://doi.org/10.3182/20090603-3-RU-2001.0512>.

⁶⁸ Allmendinger, Glen, and Ralph Lombreglia. 2005. "Four Strategies for the Age of Smart Services." Harvard Business Review 10 (10): 131–45. <https://doi.org/10.1225/R0510J>.

⁶⁹ Wunderlich, Nancy V., Kristina Heinonen, Amy L. Ostrom, Lia Patricio, Rui Sousa, Chris Voss, and Jos G.A.M. Lemmink. 2015. "'Futurizing' Smart Service: Implications for Service Researchers and Managers." Journal of Services Marketing 29 (6/7): 442–47. <https://doi.org/10.1108/JSM-01-2015-0040>.

⁷⁰ Maglio, Paul P., Stephen K Kwan, and Jim Spohrer. 2015. "Toward a Research Agenda for Human-Centered Service System Innovation." Service Science 7 (1): 1–10. <https://doi.org/10.1287/serv.2015.0091>.

⁷¹ Gembariski, Paul Christoph. 2020. "The Meaning of Solution Space Modelling and Knowledge-Based Product Configurators for Smart Service Systems." In Information Systems Architecture and Technology: Proceedings of 40th Anniversary International Conference on Information Systems Architecture and Technology -- ISAT 2019, edited by Leszek Borzemski, Jerzy Świątek, and Zofia Wilimowska, 28–37. Cham: Springer International Publishing.

⁷² Beverungen, Daniel, Oliver Müller, Martin Matzner, Jan Mendling, and Jan vom Brocke. 2019. "Conceptualizing Smart Service Systems." Electronic Markets 29 (1): 7–18. <https://doi.org/10.1007/s12525-017-0270-5>.

⁷³ <https://www.dfki.de/web/news/smart-living-studie-veroeffentlicht-von-gadgets-hin-zu-ganzheitlichen-leistungsversprechen>.

Allgemein anerkannt wird, dass kooperatives Smart Service Engineering durch ein föderiertes Daten-ökosystem unterstützt wird. Es wird festgestellt, dass Datenschutz, Transparenz und ethische Faktoren für die Konsumierenden zentrale Qualitätsmerkmale sind und damit essenzielle Erfolgsfaktoren von Smart-Living-Angeboten – wobei vor allem die Ethik eine hohe Disziplin im Ökosystem erforderlich macht. Auch diese Themenfelder sprechen für den Ansatz von ForeSight. Auch in der Innensicht werden vor allem die Gebäudeautomation und Assistenz im Alltag als ideale Einstiegspunkte für ein Ökosystem identifiziert. Allerdings ist nach wie vor die Hälfte der Unternehmen nicht bereit, Daten mit anderen Unternehmen generell zu teilen, jedoch bestünde eine gute Einstiegsgrundlage darin, Daten mit nur selektiv ausgewählten Kooperationspartnern zu teilen, was genau so auch im Systemdesign von ForeSight berücksichtigt wurde und perspektivisch umgesetzt werden kann. Die aktuellen Standards im Bereich Smart Living werden überwiegend als nicht ausreichend angesehen, um effizient Smart Living Angebote zu entwickeln, Branchenstandards begrüßen die meisten. Insofern leistet auch hier eine interoperable Basis wie SENSE WoT eine wertvolle Grundlage. Weitere Ergebnisse sind:

- Konsumenten sehen den Nutzen von Smart-Living-Angeboten noch nicht – sie verlangen handfeste Mehrwerte.
- Unternehmen fehlen gemeinschaftliche Entwicklungsprozesse in einem heterogenen Ökosystem. Derzeit sind standardisierte Vorgehensweisen nur aus einzelnen Teilbereichen bekannt. Für die Entwicklung von Smart-Living-Angeboten ist jedoch ein einheitliches Verständnis erforderlich. Kooperationen zwischen den Unternehmen sind daher oft erschwert, da sie unterschiedliche Prozesse und Arbeitsweisen verfolgen.
- Unternehmen zeigen Kollaborationsbereitschaft, sind aber beim Austausch von Daten noch zurückhaltend. Die Entwicklung von Smart-Living-Angeboten erfordert die Zusammenarbeit verschiedener Disziplinen, was oft Ressourcenprobleme innerhalb der Unternehmen aufwirft. Daten werden in der Branche als wertvoll angesehen und der Austausch von Daten wird oft nur gegen eine Gegenleistung akzeptiert.
- Datenschutzbedenken sind nach wie vor ein Hindernis für die Akzeptanz und Verbreitung von Smart-Living-Angeboten. Die Branche erkennt die Bedeutung des Datenschutzes für die Akzeptanz von Smart-Living-Angeboten an, hat es jedoch noch nicht geschafft, Bedenken ausreichend auszuräumen. Datenschutz muss in der Entwicklung und Vermarktung von Smart-Living-Angeboten als ein wichtiger Faktor berücksichtigt werden.

Geschäftsmodelle (AP 7.3 und 7.4): Im Rahmen der AP 7.3 und 7.4 wurden in enger Zusammenarbeit mit der Begleitforschung und der Universität Frankfurt Ansätze für Geschäftsmodelle entwickelt und intensiv mit Partnern aus dem Smart-Living-Ökosystem in einer Reihe von vier Workshops diskutiert. Abschließend sind die Ergebnisse mit dem TP8 verbunden worden.

Der Prozess folgte einem Bottom-Up-Ansatz. Nach (Literatur-) Recherchen und je einem Workshop zu den Themen Wertversprechen und Akuteren im Ökosystem (Teil 1) wurden im Rahmen von domänen-spezifischen Workshops (z. B. Sicherheit und Zugang) mit ausgewählten Unternehmensvertretern Geschäftsmodelle für konkrete Use-Cases und die jeweilige Sub-Domäne erarbeitet (Teil 2). Im Zentrum dieses Schritts stand die Beantwortung der Fragen: „Wie kann das Ökosystem ausgestaltet sein, dass ich als Akteur bereit bin mich hier zu integrieren?“ und „Wie muss sich mein Geschäftsmodell verändern“.

Anschließend wurden die Ergebnisse der Einzelworkshops in einem zweiten Schritt konsolidiert und Gemeinsamkeiten zwischen den einzelnen Use-Cases und Subdomänen identifiziert. Die Ergebnisse des Konsolidierungsworkshops dienten dann als Ausgangssituation für einen gemeinsamen Abschlussworkshop, in dem Partner aus dem gesamten Projekt generische Geschäftsmodelle abgeleitet haben und jeweilige Vor- und Nachteile diskutiert haben. Der Prozess ist in der nachfolgenden Abbildung dargestellt.



Abbildung 46: Prozessualer Ablauf des zweiten Teils der Geschäftsmodell-Workshops.

Integrierter Smart-Living-Demonstrator (AP 7.4, 7.5 und 7.6): Die Relevanz von (semantischer) Interoperabilität für die Etablierung von (Daten-) Ökosystemen ist unter Experten unbestritten. Für Dritte ist das Konzept jedoch nicht ohne weiteres greifbar, weshalb ForeSight von Beginn an auf die Umsetzung von Use Cases gesetzt hat, um die Konzepte anhand abgeschlossener Komponenten zu veranschaulichen. Im TP 7 ist darüber hinaus ein integrierter Demonstrator entwickelt worden, welcher die Gesamtheit des Ökosystems vom Endanwender bis zum anbietenden Unternehmen aufzeigt und dafür mehrere Use Cases verbindet. Hierzu sind drei ForeSight-Ergebnisse sowohl visuell als auch technisch verknüpft worden:

- Der Use Case des Intelligenten Gebäudepförtners für die Perspektive der Endanwender
- Das Ökosystem bzw. die Plattform, semantisch interoperabel durch die Selbstbeschreibungen (visualisiert durch verschiedene Smart-Home-Devices und die „Cloud“)
- Die Service Registry und der Smart Service Analyzer als Werkzeug zur Analyse und Orchestrierung von Smart Services

Dadurch kann insbesondere der Mehrwert des ForeSight-Ökosystems bzw. der ForeSight-Plattform als integrierendes Artefakt verdeutlicht werden, welches Endkunden und Anbietende verbindet. Im Rahmen des Projektes ist hier immer vom „technischen Durchstich“ gesprochen worden. Abbildung 47 visualisiert dieses Konzept. Zudem ist ein Video entstanden, welches online abgerufen werden kann.⁷⁴ Der Demonstrator ist bei einigen Veranstaltungen aufgebaut worden und hat dort viel positives Feedback bekommen. So gibt es derzeit Gespräche, eine Replik längerfristig im Forum Digitale Technologien auszustellen. Darüber hinaus wird er vom DFKI in Folgeprojekten weiterentwickelt.

⁷⁴ <https://youtu.be/xoHouAEmSd4>.

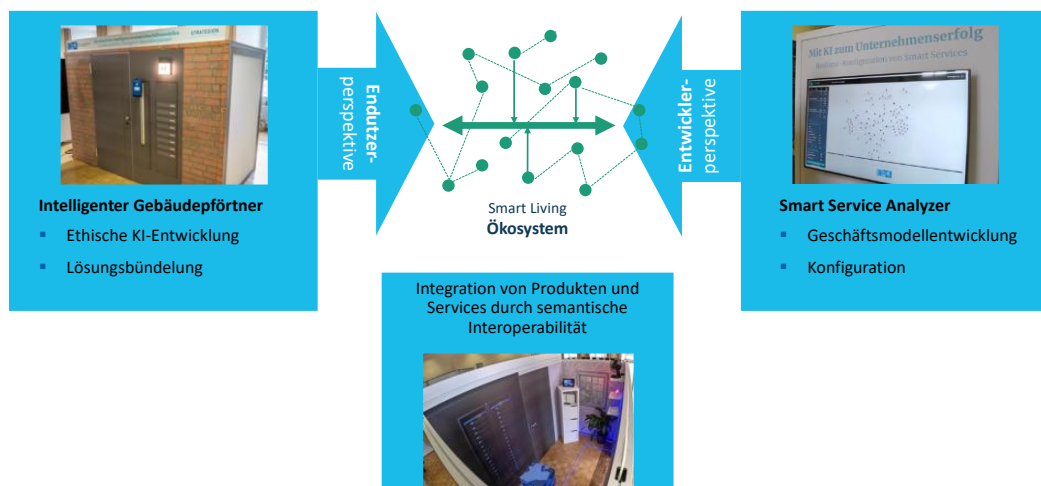


Abbildung 47: Konzept integrierter Smart-Living-Demonstrator.

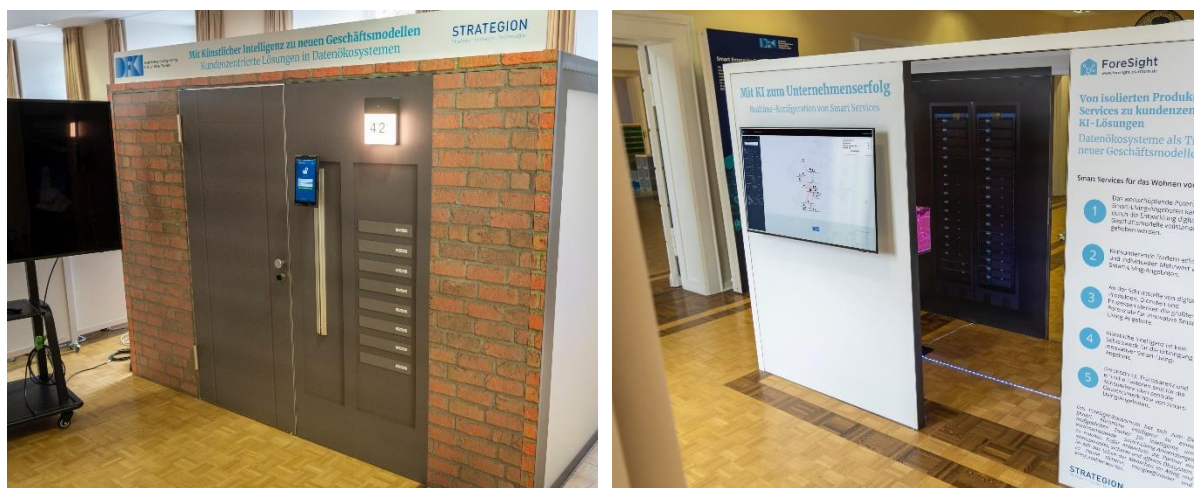


Abbildung 48: Front- und Rückansicht des integrierten Smart-Living-Demonstrators.



Abbildung 49: Innenansicht des integrierten Smart-Living-Demonstrators.

Service Registry & Smart Service Analyzer (AP 7.5 und 7.6): Die Service Registry nimmt als Servicekatalog eine zentrale Position im ForeSight-Ökosystem ein und fungiert als Werkzeug, dass sich an Service-Entwickler richtet. Der Katalog stellt einen zentralen Sammelpunkt standardisierter, an die Web-of-Things (WoT) Definition angelehnte Beschreibungen von (Basis-) Diensten dar. Dies erlaubt Entwicklern die Meta-Informationen bestehender Services und Serviceinstanzen zu durchsuchen, um Informationen wie konkrete Endpunkte, Betriebsstandorte, Betreiber oder die für den Betrieb eines Dienstes bestehenden Verbindlichkeiten zu ermitteln. Zudem können Beziehungen zwischen Diensten und Objekten aus dem ForeSight Dataspace (z. B. smarte Türschlösser oder Sensoren) abgebildet und mit den Serviceinformationen verknüpft werden. So ist die ebenfalls in ForeSight entwickelte Thing Registry angebunden worden. Damit hilft die Service Registry Entwicklern, bestehende Service-Angebote im Ökosystem zu überblicken, diese unkompliziert in eigene Angebote zu integrieren und neue Services bekannt zu machen.

Eng mit der Service Registry verknüpft ist der Smart Service Analyzer. Er interpretiert das Ökosystem als ein Netzwerk, welches durch die enthaltenen Services (Knoten) und deren Relationen beschrieben wird, und speichert dieses Abbild in einer standardisierten Repräsentation. Diese Interpretation kann einerseits zur Visualisierung genutzt werden, andererseits erlaubt sie die Analyse des gesamten Ökosystems und einzelner Services unter verschiedenen Gesichtspunkten. Daraus kann die Relevanz eines einzelnen Services für das Ökosystem bestimmt werden, abhängig von der Häufigkeit seiner Nutzung von anderen Diensten. Verknüpft man diese Information mit der Visualisierung, ergibt sich ein nützliches Werkzeug für das sogenannte Smart Service Engineering.

Beide Werkzeuge werden über die ForeSight-Plattform (Open Shift) containerisiert bereitgestellt. Sie wurden in Python mit dem Django-Framework modular entwickelt und können sowohl über die grafische Oberfläche als auch eine REST-API angesprochen werden. Zur Datenhaltung werden relationale und Graph-Datenbanken verwendet. Die Autorisierung erfolgt über das ForeSight-IAM (Identity & Access Management). Die nachfolgende Abbildung visualisiert diese Zusammenhänge. Sie wurden im Rahmen des Projektes mit einer Gruppe Fachexperten evaluiert und durch die Mitarbeit in der Gaia-X Working Group „Federated Catalog“ mit den Konzepten von Gaia-X angereichert.

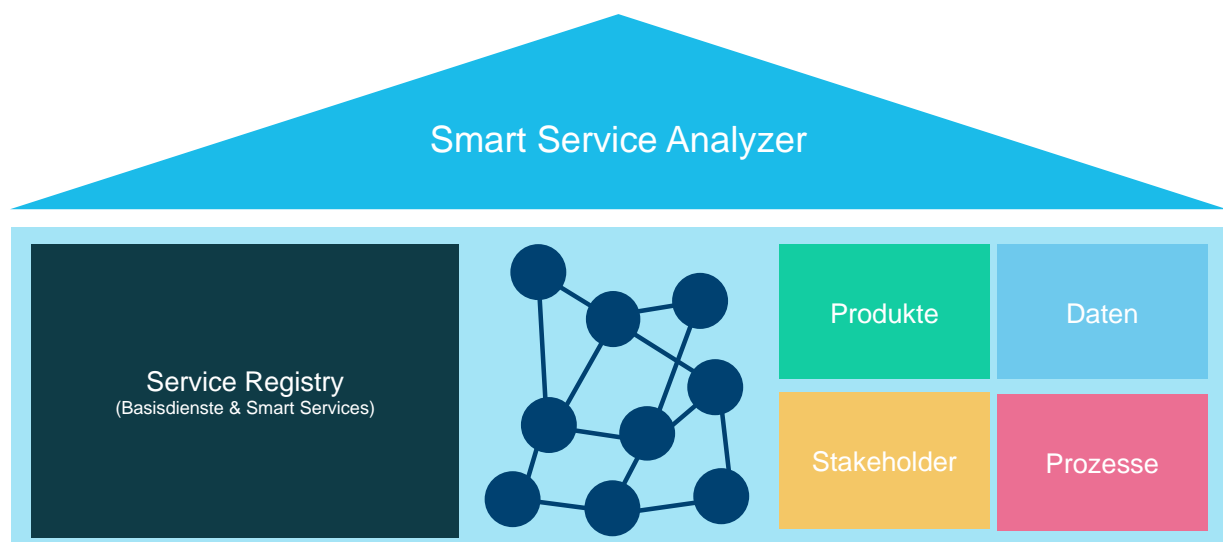


Abbildung 50: Architektur Service Registry und Smart Service Analyzer.

The screenshot shows the 'ForeSight Overview' page with a 'Services found' table. The table lists various services with columns for Service ID, Name, Provider, Version, Category, Subcategory, Contribution Class, and others. A sidebar on the left contains navigation links like 'Home', 'Active', 'End of Lifetime', 'Depreciated', 'Hidden', and 'Not yet active'.

| Service ID | Name | Provider | Version | Category | Subcategory | Contribution Class | WGS | Instance | URL | API | Details |
|------------|---------------------|----------|---------|----------|-------------|--------------------|------|----------|-----|-----|---------|
| 1 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 2 | AI Quality Forecast | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 3 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 4 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 5 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 6 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 7 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 8 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 9 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 10 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 11 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 12 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 13 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 14 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 15 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 16 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 17 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 18 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 19 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 20 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 21 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 22 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 23 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 24 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 25 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 26 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 27 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 28 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 29 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |
| 30 | Emergency Call | None | None | None | None | None | None | None | • | ✓ | • |

Abbildung 51: Service Registry.

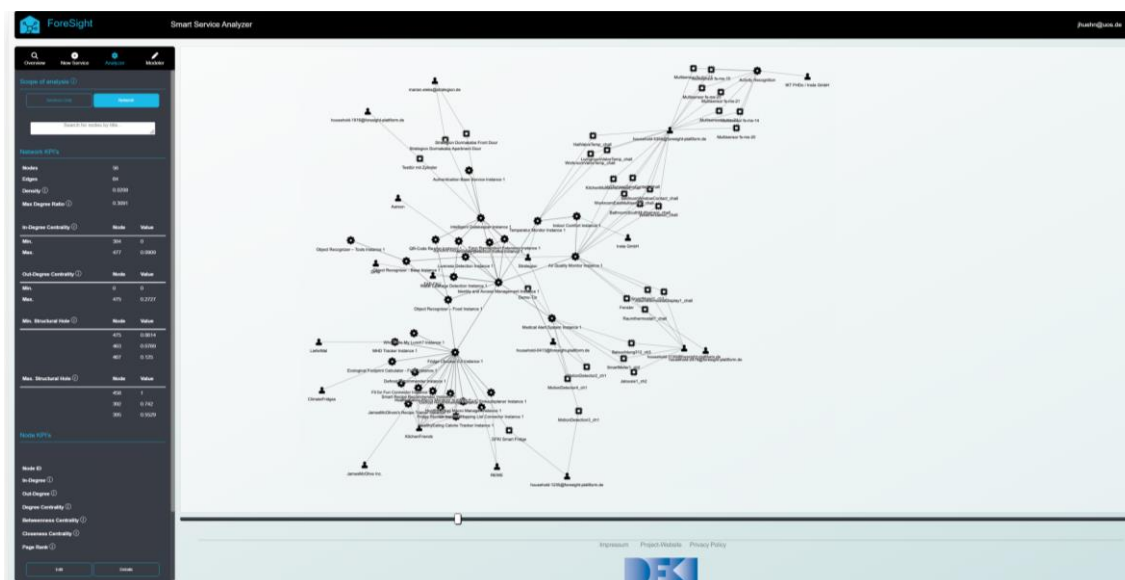


Abbildung 52: Smart Service Analyzer.

Wertschöpfungsnetzwerke & Quantifizierung von Ökosystemen (AP 7.3 und 7.5): Um die nachhaltige Etablierung von Ökosystemen zu ermöglichen, sind deren Mehrwerte den beteiligten Akteuren transparent zu machen. Um dies zu erreichen, ist im Rahmen des TP 7 eine Herangehensweise konzipiert worden, mit welcher der Beitrag von Daten oder (KI-) Services zum Ökosystem bemessen werden kann. Dadurch können Nutzende incentiviert werden, indem sie Informationen über den Nutzen ihrer Daten für das Ökosystem und damit deren Wert erhalten. Andererseits ist dies für Unternehmen von großem Interesse, um die Bedeutung eigener Services für das Ökosystem besser zu verstehen und bspw. Geschäftsmodelle daran zu orientieren. Die Herangehensweise könnte damit zukünftig mit der Service Registry und dem Smart Service Analyzer verknüpft werden und sich in Richtung eines Service-Marktplatzes entwickeln.

Die Herangehensweise ist in einem wissenschaftlichen Beitrag mit dem Titel „Introducing a methodological approach to determine value shares in Digital Ecosystems“ beschrieben, welcher sich gegenwärtig in Begutachtung befindet. Das Konzept beruht auf Werkzeugen zur Netzwerkanalyse, die kombiniert werden, um die Relevanz einzelner Ökosystem-Komponenten und damit deren anteiligem „Wert“ an der Wertschöpfung im Ökosystem zu messen.

5.8 TP 8: Plattformstrategie und Nachhaltigkeit

| | |
|-----------------------------|--|
| Leitung: | FE/ZVEI |
| Weitere beteiligte Partner: | Gesamtes Konsortium |
| Ziel: | Im Fokus von TP 8 stand die Entwicklung einer tragfähigen Plattformstrategie zur Vorbereitung eines späteren tatsächlichen Plattformbetriebs. Die Formulierung einer Plattformstrategie gehörte zu den zentralen Zielen von ForeSight. |
| Arbeitspakete: | AP 8.1a: Übergreifende Plattformstrategie und Nachhaltigkeit AP 8.2a: Integration und Betreibermodelle „Semantic Building Labor“ AP 8.3a: Anforderungsmanagement AP 8.4a: Technisches Management AP 8.5a: Plattformbetrieb im Kontext der Wohnungswirtschaft |

Übergreifende Plattformstrategie, Verstetigungs- und Nachhaltigkeitsaspekte: Fragen rund um die Nachhaltigkeit der Konzepte und Aktivitäten drehten sich in erster Linie um die Weiterentwicklung des Ökosystems, die an mehreren Stellen im Arbeitsplan angegangen wurde. Die Arbeiten umfassten die Kooperation mit Verbänden und Initiativen als Multiplikatoren. Eine Rolle spielten aber auch Themen rund um die Berücksichtigung der besonderen Eigenheiten von KI und der neuen Geschäftsfelder, die damit möglich werden könnten. Teil der Nachhaltigkeitsüberlegungen waren zudem Fragen zu sinnvoll zusammengestellten Methoden und Komponenten, Werkzeugen, Testdaten, Compute-Umgebungen, Repositories usw. sowie zu technisch-inhaltlich interessanten Anwendungsthemen. Darüber hinaus spielten Erprobungsumgebungen eine wichtige Rolle. KI-basierte Anwendungen leben von domänenübergreifenden Szenarien. Diese lassen sich im betrieblichen Umfeld kaum umsetzen und somit auch nicht sinnvoll erproben. Im Projekt wurden deshalb – auch zu Transferzwecken – u. a. das Semantic Building Labor in Berlin, Musterwohnungen und Realumgebungen einbezogen. Von Bedeutung für Strategie und Nachhaltigkeit war nicht zuletzt die Schaffung effizienter Governance-Strukturen, die neben strategischen Fragen auch ein sinnvolles technisches Management und Anforderungsmanagement für den laufenden Betrieb in einem großen Konsortium abbilden sollten.

Die Nachhaltigkeit des Projekts erfuhr durch die Aufnahme des französischen Smart Building Alliance, die ähnliche Interessen wie ForeSight verfolgt, einen weiteren Schub. Im Laufe des Projekts wurde in zahlreichen Gesprächen mit den Konsortialpartnern in unterschiedlichen Formaten über eine geeignete Strategie diskutiert, um die Nachhaltigkeit der ForeSight-Plattform zu stärken. Es herrschte Konsens, dass der physische Betrieb des ForeSight Dataspaces in einer geeigneten Compute-Umgebung im Kontext von Gaia-X eine Schlüsselrolle im Rahmen der Verstetigungsstrategie darstellen müsse. Da Gaia-X in der Konzeptionsphase von ForeSight noch nicht existierte, wurde im Rahmen der Arbeit an der Plattformstrategie die Herstellung einer (technischen) Kompatibilität angestoßen, soweit die Gaia-X-Spezifikationen im Laufe des Projektes bekannt sein würden. Zudem wurde aus dem ForeSight-Projekt heraus die Domäne Smart Living bei Gaia-X unterstützt.

Um die technischen, organisatorischen und kommunikativen Erfolgchancen von ForeSight zu stärken und um die Reichweite des Projekts zu erhöhen, wurde im Laufe des Projekts eine abstrahierende Logik und vor allem leicht verständliche **ForeSight-Strategie** entworfen. Zentrales Element der Strategie war die Aufspaltung des Plattformkonzepts in drei zentrale Komponenten (vgl. Abschnitt 1). Dabei handelt es sich um den ForeSight Dataspace, die ForeSight Toolbox und die ForeSight Community. Rückblickend hat diese Strukturierung der übergeordneten Projektidee in besonders effektivem Maße zu einem hohen Verständnis der Ziele, des Lösungswegs und des Nutzens von ForeSight in der Smart-Living-Community beigetragen.

- Der ForeSight-Dataspace ermöglicht das sichere, souveräne und damit selbstbestimmte Teilen von Daten über Unternehmensgrenzen hinweg. Seine Architektur ist GAIA-X-kompatibel. Mit

ihm kann ein nach europäischen Wertevorstellungen dominiertes, offenes, KI-unterstütztes Datenökosystem für den Smart-Living-Markt geschaffen werden, auf dessen Basis intelligente Services für Mietende und die Wohnungswirtschaft in Wohngebäuden und wohnähnlichen Umgebungen wie Pflegeheimen, Hotels, Büro- und Schulräumen etc. entstehen können. Damit sichert ForeSight auch die Zukunftsfähigkeit digitaler Innovationen nicht nur „made in Germany“, sondern auch „made in Europe“.

- Mit der ForeSight-Toolbox werden die Grundlagen für marktfähige Innovationen im Bereich Smart Living verfügbar gemacht. Die Toolbox beinhaltet technologische Grundlagen zur semantischen Interoperabilität, Datenbeschaffenheit, der Entwicklung von KI-Methoden und Smarten Services. Außerdem enthält sie mehrere exemplarische Use Cases, die sich zur Implementierung und Skalierbarkeit in real existierenden Wohnimmobilien und damit zur Erstellung von Smart Services eignen.
- Die ForeSight Community besteht aus 79 Partnern der Elektro- und Digitalindustrie, Wohnungswirtschaft, Verbänden, Handwerk und Wissenschaft. Sie ist das größte nationale Forschungsnetzwerk für die Entwicklung und den Betrieb von vollvernetzten Wohngebäuden mit intelligenten Services.

Arbeiten rund um das „Semantic Building Labor“: Aufgrund der Pandemielage beinhalteten Arbeiten rund um das Semantic Building Labor in Berlin ab dem Frühjahr 2020 zunächst Virtualisierungsmaßnahmen bzgl. der Ausstattung und Zusammenarbeit, um die Auswirkungen der Kontaktbeschränkungen abzumildern. Gleichzeitig wurden – auch aufbauend auf den Erkenntnissen aus dem Projekt SENSE – Betreiber- und Integrationskonzepte für das Lab mit Partnern wie IoT connctd und GdW diskutiert. Die assoziierten Partner wurden im Rahmen einer strukturierten Befragung im „ForeSight-Speeddating“ nach dem Interesse der Mitarbeit im Semantic Building Labor befragt, wobei in vielen Fällen Bereitschaft signalisiert wurde.

Das Semantic Building Labor hat in ForeSight verschiedene Arbeitspakete mit praktischen Arbeiten unterstützt und zusätzlich mit der CONNCTD IoT-Plattform und der ForeSight Data Export App Daten aus dem Labor und aus Testhaushalten in die ForeSight-Plattform exportiert. Im Lab gab es u. a. folgende Aktivitäten:

- dormakaba und Strategion wurden mit dem dormakaba Connector aus SENSE und dessen Weiterentwicklung unterstützt, den Türpförtner-Use Case umzusetzen. Der Arbeitsplan wurde 2021 entwickelt, pandemiebedingt erfolgte die Umsetzung erst zu Beginn 2022.
- Zum Teilprojekt Energiemanagement wurden KEO und PPC unterstützt, die Vorarbeiten zur Use-Cases-Umsetzung auszugestalten.
- Für die Umsetzung von Use Cases in den Gebäuden Future Living Berlin Adlershof wurde der Digitalstrom Connector mit Hilfe von Labor-Installationen vorbereitet. Die Umsetzung des Connectors in Future Living Berlin erfolgte 2022.
- IoT connctd betrieb in Kombination mit dem Semantic Building Lab die CONNCTD IoT-Plattform für die ForeSight-Plattform. Der bereitgestellte Daten-Exporter lieferte aus einer Reihe unterschiedlicher Technologien und einer Reihe von Test- und Friendly-User Haushalten kontinuierlich Daten für die Verwendung in KI-Arbeitspaketen, u. a. des DFKI.
- In Kombination mit Arbeiten aus dem Projekt SENSE konnte das Citynode-Projekt beendet und in ForeSight zur Verfügung gestellt werden. Im Citynode-Projekt wurde ein Schließequipment für Indoor/Outdoor-Paketboxen über SENSE-WoT und CONNCTD-IoT bereitgestellt. Eine Referenz-Installation war im Semantic Building Lab aufgebaut.
- Darüber hinaus gab es Treffen der Konsortialpartner untereinander, in das Labor wurden auch Dritte zu Vorträgen etc. eingeladen, soweit das unter den geltenden Pandemieregeln möglich war.

Plattformbetrieb im Kontext der Wohnungswirtschaft: Als Teilaufgabe von TP 8 beschäftigte sich AP 8.5 mit dem Plattformbetrieb im Kontext der Wohnungswirtschaft. Ziel war es, Regelungen und Vorschläge für eine technische und vertragliche Ausgestaltung zum Plattformbetrieb im Kontext des TP 8 zu beschreiben. Die Ergebnisse sollen nach Projektabschluss in Form eines Whitepapers zur Verfügung stehen.⁷⁵

Die Ergebnisse zum Plattformbetrieb basieren auf den Arbeits- und Diskussionsergebnissen von ForeSight und wurden dem Projektverlauf, den Zwischenergebnissen, insbesondere TP 8, angepasst und eingeordnet. AP 8.5 stellt dementsprechend Gestaltungs- und Handlungsansätze für einen Plattformbetrieb im ForeSight-Kontext unter besonderer Berücksichtigung der Anforderungen der Wohnungswirtschaft zur Verfügung. Um dieses Ziel zu erreichen, resümiert das Whitepaper die technischen, fachlichen und organisatorischen Arbeitsergebnisse aus ForeSight für eine Plattform und erläutert diese mit Wirkung auf den Plattformbetrieb. Anschließend beschreibt das Whitepaper mögliche grundsätzliche Plattformstrategien und Prämissen die unterschiedlichen organisatorischen und technischen Ausprägungen beinhalten. Zusätzlich beschreibt es ein Grundmodell für die Evaluierung und Beschreibung von B2B-Plattformbetriebsmodellen. Es handelt sich dabei um eine spezifische Weiterentwicklung bekannter B2C-Beschreibungsmodelle, die die Besonderheiten eines B2B-Marktes berücksichtigt. Es betrachtet u. a. die Aspekte Hauptfunktionen der Plattform, Partner und deren Aufgaben und Wertversprechen, Governance-Aufgaben und Ausprägungen sowie partnerspezifische Leistungen auf Basis der Plattform und zugehörige Voraussetzungen. Dazu zählen u. a.:

- Im Ergebnis wäre ein Dienstmarktplatz anzustreben.
- Ein Plattformbetreiber genießt in dem zu schaffenden System eine herausragende vertrauensvolle Bedeutung. Es wäre denkbar, diese Rolle den bereits etablierten Systemdienstleistern der Wohnungswirtschaft zu zuschreiben.
- Die Compliance-konforme Anbindung bestehender ERP-System – IT-Landschaften könnten zentrale Wertversprechen der Dienstleistungen eines Plattformbetreibers sein. Diese Anbindung beinhaltet die technische Konnektivität zu einem Datenraum.
- Lieferanten für den Plattformbetrieb stellen aus Sicht der Wohnungswirtschaft KI-Dienste wie z. B. Energiedatenanalysen für die Verbrauchsdaten zu Gebäuden und Wohnungen zur Verfügung.
- Die Kunden sind aus Sicht der Wohnungswirtschaft-Plattform in zwei Kategorien einzuordnen: Sie sind einerseits Kunden von KI-Diensten, andererseits stellen sie über den Datenraum überhaupt die wesentliche Datengrundlage zur Verfügung.
- Abschließend beschreibt das Whitepaper einen konkreten rechtlichen und marktlichen Ausgestaltungsvorschlag, ein Zielbild für die Organisation und Umsetzung eines Plattformbetriebs.

5.9 TP 9: Projektmanagement

| | |
|-----------------------------|--|
| Leitung: | FE/ZVEI |
| Weitere beteiligte Partner: | Aareon, Bosch, DFKI, FAU, GDW, GSW, Insta, KEO, Strategion, Uni Frankfurt |
| Ziel: | TP 9 verfolgte diverse Aktivitäten zur Sicherstellung einer effizienten Projektdurchführung und Erreichung der ForeSight-Gesamtziele. |
| Arbeitspakete: | AP 9.1: Gesamtkoordination AP 9.2: Stakeholdermanagement AP 9.3: Vertragsmanagement AP 9.4: Entwicklung nachhaltiger Kommunikationskonzepte AP 9.5: Webseite, soziale Medien |

⁷⁵ www.gdw.de.

| | |
|--|---|
| | AP 9.6: Entwicklung von Infomaterial AP 9.7: Entwicklung von Videoreihen, Imagefilmen AP 9.8: Technischer Community-Support für die Plattformnutzer |
|--|---|

Gesamtkoordination: Die Gesamtkoordination lag federführend bei der Konsortialleitung und stellte zur Erreichung der gesteckten Projektziele eine effiziente und strukturierte Projektdurchführung sowie eine umfassende Vernetzung aller Projektpartner sicher. Die Aufgaben umfassten insbesondere die Projektkoordination für die Konsortialpartner gemäß den Vorgaben von Fördergeber und Projektträger, die Wahrnehmung der Rolle als organisatorischer Ansprechpartner, die Koordination des Berichtswesens (z. B. Anfertigung von Konsortial-Zwischenberichten) und die Steuerung der Plattform durch Koordination und Austausch mit allen Teilen der Governance-Struktur.

Die ursprünglichen Governance-Strukturen wurden ab dem zweiten Projektjahr weiterentwickelt, mit dem Lenkungskreis abgestimmt und verfeinert. Im Fokus standen dabei die Austauschformate Quartals-Meeting (nur Konsortialpartner), die generelle Zusammenarbeit mit den assoziierten Partnern, als innovatives neues Format sogenannte Speeddatings (explizit für assoziierte Partner) und die Ausdehnung der Jour-fixe-Termine als Eins-zu-Eins-Gesprächsformat mit allen Konsortialpartnern.

Auch bei den technischen bzw. organisatorischen Austauschstrukturen wurden im Projektverlauf Anpassungen vorgenommen. So wurden etwa auf der Teams-Arbeitsplattform des Projekts für die assoziierten Partner neue Bereiche eingerichtet, z. B. ein allgemeiner Bereich für alle assoziierten Partner (nur Informationen mit Öffentlichkeitscharakter), bei dem der Austausch im Wesentlichen auf der Ebene Konsortialleitung – Assoziierte Partner stattfand, oder auch ein weiterer Teams-Kanal nur für die Teilnehmer des Cluster-Teams; hier erfolgte der Austausch mit den Konsortialpartnern vorrangig über die Themen-Patinnen und -Paten.

Alle Plattformteilnehmer wurden bei der allgemeinen Arbeit mit der Teams-Kollaborationsplattform des Projekts, der Nutzung des ForeSight-Terminkalenders sowie beim Zugangsmanagement unterstützt. Neben der Beantwortung laufender Anfragen fanden am 25. und 27.08.2021 zwei Online-Workshops über Teams statt, in der den Konsortialpartnern und den assoziierten Partnern der Umgang mit der Teams-Plattform des Projekts erläutert wurde. Zur Verbesserung und Ausweitung der internen Projektkommunikation wurden in Q2 und Q3/2021 über 20 E-Mail-Verteiler auf Basis der ForeSight-Teilprojekte sowie der Themencluster-Workshops mit den assoziierten Partnern, der General Assembly, dem Konsortium und dem Lenkungskreis implementiert. Darüber hinaus wurde in Q2/2021 gemeinsam mit der FAU Erlangen-Nürnberg auf Wunsch des Lenkungskreises ein allgemeines Projektmanagement-Tool auf Basis von GitLab für alle Projektteilnehmer zur Verfügung gestellt.

Stakeholdermanagement: Ziel des Projekts war die Entfaltung einer hohen Wirkung durch ein effizientes Stakeholdermanagement mit Beteiligten aus den verschiedenen Domänen des Smart-Living-Bereichs und den dort anschließenden Bereichen. Das Stakeholdermanagement sollte die Interessen möglichst vieler Partner auf allen technischen und organisatorischen Ebenen berücksichtigen. Die im Projekt engagierten Verbände dienten als zusätzliche Multiplikatoren für die Vergrößerung des Partnerkreises. Zentrale Aufgabe war die Identifikation aller für das Smart-Living-Ökosystem (potenziell) relevanter Stakeholder und deren Interessen, eine fortlaufende und zielgerichtete Ansprache dieser Stakeholder, deren Gewinnung für das Projekt und – falls möglich – die Zuordnung zu einzelnen Teilprojekten. Dies geschah im Projektverlauf durch umfangreiche virtuelle und teils auch physische Aktivitäten.

79 Partner aus Elektroindustrie, Wohnungswirtschaft, KI-Forschung, IT-Industrie, Service- und Plattformanbieter und Verbänden



17 Konsortialpartner: Leitung Forschungsvereinigung Elektrotechnik beim ZVEI e.V.



Abbildung 53: Mitglieder der ForeSight-Community.

Ab dem zweiten Projektjahr stand insbesondere das Onboarding der assoziierten Partner im Mittelpunkt der Arbeit. Zentrales Ergebnis dieser Aktivitäten ist, dass sich ForeSight mit seinen 79 Partnern heute zum größten nationalen Forschungsnetzwerk für die Entwicklung und den Betrieb von vollvernetzten Wohngebäuden mit intelligenten Services entwickelt hat.

Kommunikationsstrategie: Eine den Ergebnis- und Wissenstransfer unterstützende Kommunikationsstrategie war ein zentraler Bestandteil in ForeSight. 2021 wurde diese aufgrund der veränderten Gesamtausrichtung des Projekts inhaltlich angepasst. Das Ergebnis war eine ForeSight-Kommunikationsarchitektur, die die Vision, das Mission Statement, die Kernbotschaften und USPs des Forschungsprojekts klar und vor allem allgemeinverständlich definierte. Prämisse der Arbeiten war, dass der Übergang von in den heutigen Lebensumgebungen oftmals noch isoliert betrachteten Gebäuden, Domänen und Datensilos zu einem vitalen Smart Living-Ökosystem mit intelligenten Diensten und Anwendungen durch geeignete Kommunikationsmaßnahmen beschleunigt werden kann, indem diese z. B. die Transparenz über das Wertversprechen der ForeSight-Plattform bei den potenziellen Teilnehmenden erhöhen.

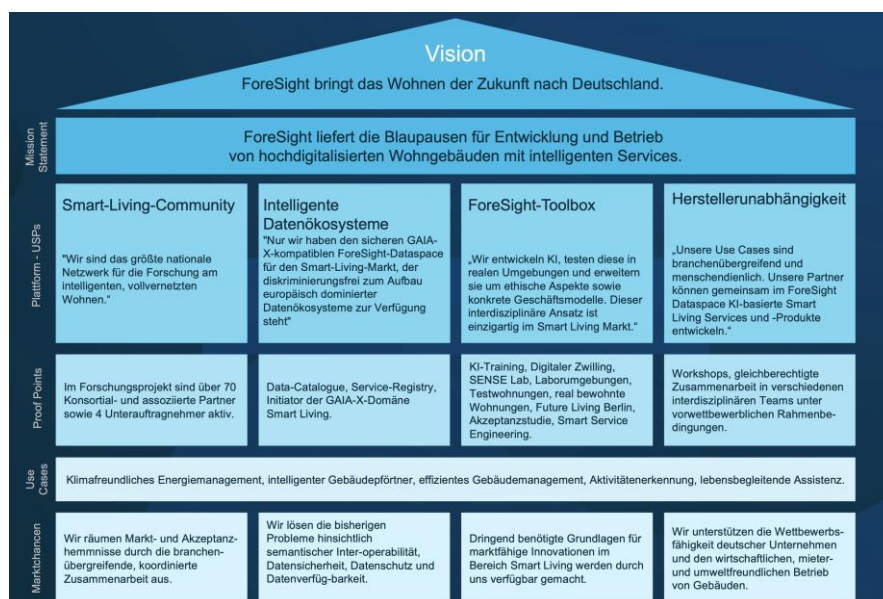


Abbildung 54: ForeSight-Kommunikationsarchitektur.

Ziel war es, die drei Plattformelemente von ForeSight „auf den Punkt“ zu kommunizieren, so dass die Mehrwerte des Forschungsprojekts schnell verstanden werden. Der Kommunikationsansatz wurde durch die Erstellung von drei Key Visuals zum ForeSight Data Space, zur ForeSight Toolbox und zur ForeSight Community wesentlich gestärkt. Die Projektkommunikation und die Transfermöglichkeiten wurden dadurch aufgewertet.

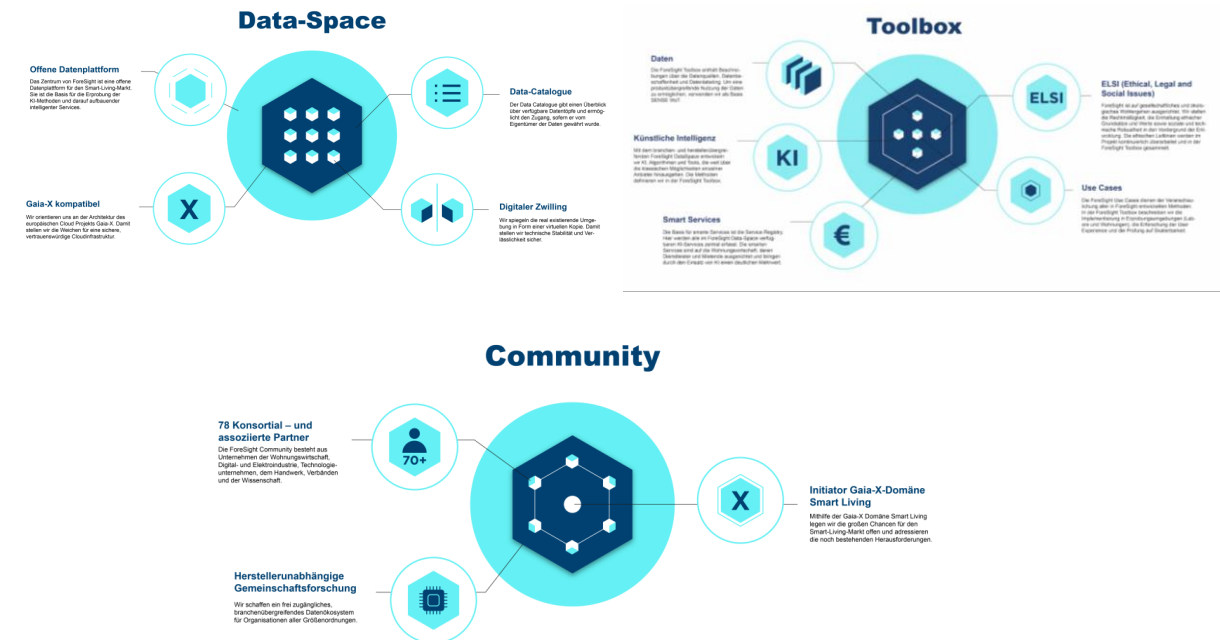


Abbildung 55: Key Visuals.

Ergebnis der Kommunikationsmaßnahmen war eine spürbar verstärkte Bereitschaft von Partnerinnen und Partnern zur Teilnahme an der Community und die dauerhafte Aktivierung zusätzlicher Akteure.

Webseite, soziale Medien: Die Projekt-Website www.foresight-plattform.de wurde als zentrales Informations-, Kommunikations- und Transferinstrument konzipiert und über die Projektlaufzeit regelmäßig weiterentwickelt. So wurde die Projektwebseite u. a. um eine Smart-Living-Publikationsseite und den [ForeSight-Newsroom](#) konzeptionell und inhaltlich umfänglich erweitert. Auf der Publikationsseite befinden sich mittlerweile 35 nach Kalenderjahren sortierte Teaser auf Publikationen, die die ForeSight-Community in diversen Wissenschaftsportalen veröffentlicht hat. Die Webseite enthält neben der Rubrik „Medieninformation“, in der u.a. Presseinformationen und externe Presseberichterstattung über ForeSight zu finden sind, auch die Sparte „Termine & Events“, mit explizit für die Smart-Living-Community relevanten Veranstaltungen.

Um alle für ForeSight relevanten Zielgruppen zu erreichen, wurde der ForeSight Newsrooms entwickelt und am März 2021 umgesetzt. Im Newsroom sind inzwischen 58 Artikel in redaktionell-journalistischem Stil eingestellt. Sie stellen unter anderem die ForeSight-Teilprojektleiter vor, behandeln Gaia-X oder einzelne transferrelevante Forschungsaspekte wie beispielsweise ELSI, den intelligenten Türöffner oder das KI-gestützte Energiemanagement. Zudem wurde eine weitere Rubrik „Assoziierte Partner im Gespräch“ im ForeSight-Newsroom eingeführt und so vier beteiligte Unternehmen in die ForeSight-Außendarstellung aktiv eingebunden. Die Webseite verzeichnete im Zeitraum 01.03.2020 bis 14.06.2023 insgesamt **27.466 Zugriffe**, davon 6.203 Zugriffe auf den Newsroom.



Abbildung 56: ForeSight-Website, Social-Media-Präsenz.

Darüber hinaus wurde die Social-Media-Kommunikation ausgebaut und die Projektkommunikation über die Partnerkanäle intensiviert. Über den LinkedIn-Kanal des ZVEI wurden insgesamt 89 Posts verschickt. Darüber hinaus wurden die persönlichen Accounts der FE-Mitarbeiter genutzt und auch Textvorschläge an die Konsortialpartner zur Nutzung von Postings über Ihre jeweiligen Firmenseiten und persönlichen Seiten verschickt.

Entwicklung von Infomaterial, ForeSight-Film: Zu Projektbeginn wurde das ForeSight-Logo der Antragsphase durch das aktuelle ForeSight-Projektlogo ersetzt. Des Weiteren wurde ein umfassendes Projekt-Corporate-Design entwickelt, das für einen gemeinsamen Außenauftritt des Projekts und den Wiedererkennungswert der Plattform von Bedeutung ist. Es wurden verschiedene Informationsmaterialien entworfen, darunter u. a. eine umfassende Informationsbroschüre⁷⁶, die das Projekt den Kernzielgruppen darstellt. Die Broschüre diente u. a. zur Akquise neuer Partner und zur Imagepflege bei bestehenden Partnern und kann auf der Webseite heruntergeladen werden. Es wurde auch eine Standardpräsentation entwickelt, die alle Beteiligten des Projektes bei öffentlichen Vorträgen nutzen konnten.

Die drei ForeSight-Key Visuals wurden um eine redaktionelle und eine als GIF-animierte Variante ergänzt. In der redaktionellen Form stehen den Lesern weitere Informationen zum ForeSight Dataspace, zur Toolbox und zur Community zur Verfügung. Diese Key-Visual-Versionen wurden u. a. auf der Webseite, in der ForeSight-Broschüre sowie bei der Social-Media-Kommunikation eingesetzt.

Im Rahmen des Projekts wurde ein dreiminütiger ForeSight-Film⁷⁷ produziert, der erstmalig auf der General Assembly im Dezember 2021 einem größeren, halböffentlichen Publikum gezeigt wurde. Der Film ist seitdem auf der ForeSight-Webseite eingebunden, wurde über die Social-Media-Kanäle des

⁷⁶ https://foresight-plattform.de/ForeSight_Broschuere.pdf.

⁷⁷ <https://www.youtube.com/watch?v=-ZMwLUxQjv0>.

ZVEI sowie über das Partnernetzwerk verbreitet und steht grundsätzlich auch allen weiteren Partnern für Informations- und Transferzwecke zur Verfügung.

Newsroom

Home > Newsroom



Der Smart-Living-Markt steht an einem richtungsweisenden Punkt

Prof. Dr. Oliver Thomas leitet den Forschungsbereich Smart Enterprise Engineering beim DFKI. Der ForeSight-Teilprojektleiter spricht mit uns über die im Rahmen von ForeSight veröffentlichte Smart Service Studie, die Chancen intelligenter Services in Wohngebäuden und die Werkzeuge, die Unternehmen dabei unterstützen, eigene Services am Markt zu platzieren.

28. November 2022



Smart Service Studie untersucht Anforderungen an intelligente Services

Der DFKI Forschungsbereich „Smart Enterprise Engineering“ und Strategien haben im Rahmen von „ForeSight“ Unternehmen befragt, die für das Leben in smarten Wohngebäuden eine Rolle spielen können. Darunter die Wohnungswirtschaft, Softwareunternehmen und Hardwarehersteller. Zusammen untersuchten sie die Gegebenheiten in der Branche bei der Entwicklung von Smart-Living-Angeboten und beleuchtet, welche Anforderungen bei sogenannten Smart Services zu berücksichtigen sind. Noch tun sich Organisationen schwer damit, integrierte Angebote zu gestalten und den resultierenden Wert durch neue Geschäftsmodelle zu schöpfen. Die Studie ist ab sofort abrufbar.

21. November 2022

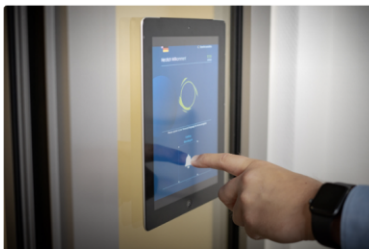
Energiemanagement weist das größte Finanzierungsvolumen auf, wobei Digitale Gesundheit & Pflege den relativ größten KI-Bezug enthält



Smart-Living-Markt hoch im Kurs bei Investoren.

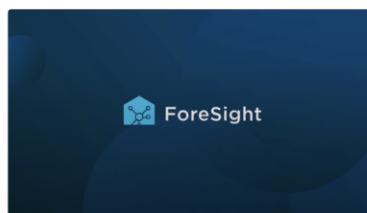
Eine im Rahmen des Forschungsprojekts ForeSight in Auftrag gegebene Analyse des Smart Living Marktes der Axel Springer hy GmbH zeigt hohe Marktdynamiken im Bereich Smart Living auf. Etwa 3.000 europäische und amerikanische Startups rund um das Marktumfeld Smart Living haben in den letzten 7 Jahren über 50 Mrd. EUR Risikokapital aufgenommen. Ein umfassender Blick auf die Kapitalflüsse zeigt die dynamischen Cluster des Marktumfeldes und die Vielfältigkeit der Akteure. Die Forschungsergebnisse von ForeSight sind in sieben von neun untersuchten Anwendungsfeldern von hoher Relevanz.

14. November 2022



DFKI und Strategion präsentieren integrierten ForeSight-Demonstrator

Unter dem Titel „Mit Künstlicher Intelligenz zu neuen Geschäftsmodellen: Kundenzentrierte Lösungen in Datenökosystemen“ haben die DFKI Forschungsgruppe Smart Enterprise Engineering und Strategion GmbH im Rahmen der feierlichen Eröffnung des DFKI Standortes Niedersachsen die verschiedenen Perspektiven auf das ForeSight-Projekt in einem Demonstrator veranschaulicht. Durch die Integration unterschiedlicher Prototypen



ForeSight Zwischenbilanz 03/2022

Vernetzung lautet das große Thema des dritten Quartals 2022 bei ForeSight. Die Konsortialleitung präsentierte das vom BMWK geförderte KI-Forschungsprojekt unter anderem auf den Tagen der digitalen



ForeSight auf Roadshow durch die Schweiz

Auf Einladung des Forums Digitale Technologien (FDT) trat eine deutsche Delegation vom 5. bis 9. September 2022 eine Reise durch die Schweiz an. Ziel war es sich zu vernetzen und die spannendsten Projekte aus den Bereichen Smart Building und Quantencomputing kennenzulernen. Mit dabei: ForeSight. Die Konsortialleitung zeigte die im Projekt entwickelten Lösungsansätze zur KI-gestützten Digitalisierung von Wohngebäuden und gab Einblicke zur nachhaltigen Verstärkung des Projekts sowie dessen Bedeutung für smarte Gebäude der Zukunft.

Abbildung 57: Newsroom der ForeSight-Website.



Abbildung 58: Informationsbroschüre, Projekt-Logo.

Nutzende der gemeinsamen Arbeitsplattform: Zur Vernetzung der an ForeSight beteiligten Konsortial- und assoziierten Partner wurde die in der Gesamtvorhabenbeschreibung beschriebene Teilprojekt- und Arbeitspaket-Struktur in MS Teams übertragen und für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter der beteiligten Projektpartner zugänglich gemacht. Es wurde darüber hinaus jedem Teilprojekt ein eigenes Planungs- und Kalendermodul sowie ein für alle zugängliches Wiki zur Verfügung gestellt. Auf dieser internen Plattform wurden über die Benutzerverwaltung und den insbesondere in der Corona-Zeit stark genutzten First-Level-Support bis zum Projektende über 420 Gastzugänge erstellt bzw. an die Projektbedingungen angepasst. Des Weiteren wurden 28, an der Projektstruktur orientierte, E-Mail-Verteiler angelegt, mit denen sich die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter organisieren und untereinander kommunizieren konnten.

5.10 Gesamteinschätzung der Ergebnisse und Schlussfolgerungen

Nachfolgend werden die in den vorherigen Abschnitten dargestellten Ergebnisse abschließend zusammengefasst und eingeordnet. Zudem werden die wesentlichen Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen abgeleitet.

5.10.1 Überblick

Es ist gelungen, im Rahmen des Projekts eine beachtenswerte ForeSight Community von 17 Konsortialpartnern und über 60 assoziierten Partnern aufzubauen, die das Projekt aktiv mitgestalteten oder intensiv beobachteten. Das Projektdesign sah vor, dass Akteure der gesamten Wertschöpfungskette beteiligt sind: die Elektro- und Digitalindustrie, die Wohnungswirtschaft, Forschungseinrichtungen, das Handwerk und die entsprechenden Branchenverbände. Mit diesem Ansatz hat sich ForeSight zum **größten nationalen Entwicklungs- und Forschungsnetzwerk für Smart Living** entwickelt.

Kernelemente waren die im Projekt entwickelten Komponenten und Regeln der ForeSight Toolbox und des ForeSight Dataspace. Die in der ForeSight Toolbox entwickelten Methoden und technischen Komponenten, die im Laufe des Projekts geflossenen Testdaten, die exemplarischen Use Cases und die Expertise der Wohnungswirtschaft sowie die dokumentierten Feedbacks der Mietenden im Testbetrieb bilden das Methodenwissen sowie Werkzeuge, die als wichtige Grundlage für einen späteren Realbetrieb dienen können.

Die **Plattformstrategie von ForeSight** baut auf dem ForeSight Dataspace auf, der Gaia-X-konform ausgerichtet wurde. Im Projekt wurde eine Cloud-Plattform betrieben, die den Datenpool für Anwendungen und das KI-Training aus unterschiedlichen Systemwelten sammelte und bereitstellte. Sogenannte Basisservices bilden die Grundlage für exemplarische intelligente Anwendungen, die in einem späteren Realbetrieb in Zahl und Umfang schnell skalieren können. Vor allem wurde im Projekt der Nachweis erbracht, dass es möglich ist, eine semantische Interoperabilität verschiedenster Gebäudesysteme und Technologien über SENSE WoT herzustellen.

Festzuhalten ist, dass die im Projektverlauf entwickelten Ansätze im Testbetrieb so weit gereift sind, dass sie prinzipiell geeignet sind, über die exemplarischen Use Cases hinaus eine Vielzahl von weiteren intelligenten Anwendungen zu realisieren und dazu vergleichsweise einfach auch weitere Smart-Home- und/oder Middleware-Systeme zu integrieren. Erstmals umfasst eine Smart-Living-bezogene Plattform KI-Elemente, die für den jeweiligen Analysezweck eine gewisse Allgemeingültigkeit aufweisen.

5.10.2 Der Blick von „Außen“ und aktuelle Marktdynamiken

Um die Chancen für einen späteren Realbetrieb der Plattform besser zu ermitteln, war es zunächst erforderlich, die **marktrelevanten Anwendungscluster** für smarte Services zu identifizieren. Dazu wurde die HY Consulting GmbH im Rahmen von TP 8 beauftragt, die Dynamiken im Smart-Living-Markt zu analysieren. Dabei wurde festgestellt, dass Smart-Living-Startups in den letzten Jahren Venture Capital in erheblicher Höhe aufgenommen haben. Es kann angenommen werden, dass die Investitionen in diesem Bereich weiter zunehmen, wenn die Basis bzw. die kritische Datenmasse für echte KI-Anwendungen noch weiter erschlossen wird. Genau hierfür ist ForeSight bestens geeignet. Die zentralen Ergebnisse der Analyse sind in Abschnitt 7.2 zusammengefasst.

Der überwiegende Teil der als wirtschaftlich besonders vielversprechend identifizierten Anwendungen (darunter z. B. Energiemanagement, Gebäudeautomatisierung, digitale Gesundheit und Pflege) entsteht derzeit in den USA. Deutsche Startups sind ebenfalls aktiv, wenn auch im geringen Umfang. Offensichtlich sind Skalierungsfähigkeit und Marktattraktivität eng verkettet, so dass man nach den gewonnenen Erkenntnissen aus dem Forschungsprojekt davon ausgehen darf, dass über die horizontale Vernetzung von Marktteilnehmern über den Knotenpunkt des ForeSight Dataspace und die damit verbundenen Skalierungspotenziale erhebliche Mehrwerte aus Investorensicht darstellen dürften.

Auffällig ist, dass Startups in Deutschland vor allem im Bereich Energie und Elektromobilität aktiv sind. Es werden Lösungen im Sinne von „Infrastructure as a Service“ gesucht. ForeSight kann hier eine sinnvolle Orchestratorrolle einnehmen, um Transparenz in der ESG-Performance der Gebäude zu ermöglichen. Die Services in der ForeSight-Plattform könnten dabei Daten aus dem Gebäudebetrieb zusammenführen und KI-basiert analysieren.

„Building-Operating-Systeme“ hingegen – im Sinne einer ganzheitlichen Lösung aus Deutschland bzw. Europa bzw. im Sinne einer andockfähigen Plattformlösung – gibt es derzeit nur in Ansätzen. In der Regel sind das Komponenten oder Lösungen, die – bildlich gesprochen – „Kompatibilitätsbrücken“ anbieten, die mehr oder weniger aufwendig einzurichten sind. Der sich gerade bildende Standard „Matter“⁷⁸ schafft hier nur sehr bedingt Abhilfe, denn er ist als Low-Level-Standard aufgesetzt, der Geräte verschiedener Hersteller kompatibel macht. Matter gibt jedoch keine Antworten auf Datenverfügbarkeiten, Datenqualitäten und semantische Beschreibungen. Zudem wird Matter notgedrungen immer nur einen kleinen Ausschnitt an Systemwelten unterstützen können, d. h. viele Systeme und Datenquellen mit Bezug zu Smart Living, aber außerhalb von Smart Home / Smart Building werden nicht berücksichtigt.

Situationsadaptive, vorausschauend intelligente und selbstlernende Systeme mit und durch den Einsatz von KI werden im Bereich der Wohngebäude in aller Regel (noch) nicht am Markt angeboten und wenn, dann in sehr spezifischen Teillösungen. Der KI-Anteil von Lösungen liegt bei

⁷⁸ <https://matter-smarthome.de>.

Assistenzanwendungen zwar immerhin schon bei 19,3 %, in der Gebäudeautomation aber gerade mal bei 16 %. Bei Sicherheitslösungen ist er mit 7 % sogar noch geringer. Noch seltener wird mit KI-Anwendungen (3,8 %) bei Maintenance-Lösungen gearbeitet. Und diese Zahlen betreffen nur Venture-Capital Investitionen, am Markt etablierte Technologien sind weit davon entfernt.

Die Konsequenz ist, dass eine voll-digitale Wohnimmobilie in aller Regel auch heute noch ein Unikat darstellt – **es gibt schlichtweg keine allgemeingültigen Blaupausen für digitale Wohnimmobilien**. Services können also nicht im gewünschten Umfang skaliert werden und die Verbreitung der Systeme wird durch den hohen Individualaufwand durch die wenigen verfügbaren versierten Fachkräfte für Planung, Inbetriebnahme und Wartung ausgebremst. **Dieses Problem kann mit ForeSight prinzipiell gelöst werden.**

Nach einer Analyse einer großen Zahl von Smart-Living-Applikationen steht außerdem fest: Die Branche sucht nach wie vor nach dem richtigen Eintrittspunkt für ein Smart-Living-Ökosystem oder einer sogenannten „Killerapplikation“ – und vor allem nach (global) skalierungsfähigen Modellen. Als vielversprechende Eintrittspunkte wurden im Rahmen des Projekts konkret folgende Applikationen identifiziert, die teilweise – aber nicht alle – bereits durch die in ForeSight entwickelten **exemplarischen Use Cases** abgedeckt wurden:

1. Intelligente Zutrittssteuerung
2. Optimierte Assistenz, Pflege und lebenslang betreutes Wohnen
3. Predictive Maintenance und darauf abgeleitete smarte Versicherungen
4. Gebäude- und Wohnungsmanagement mit Fokus auf ESG
5. Energiemanagement Lösungen, insbesondere für den Infrastrukturausbau der E-Mobilität und für die durchgehende Elektrifizierung der Gebäudebeheizung/Klimatisierung

Allen diesen Use Cases ist gemeinsam, dass sie als klassische Silo-Lösungen entweder gar nicht oder aber nur mit unbefriedigenden Skalierungspotenzial angeboten werden können, aus diesem Grund kann die Idee allein über eine Killerapplikation den Markt zu revolutionieren als gescheitert angesehen werden. **ForeSight hingegen ist grundsätzlich ein gangbarer Weg und aus Sicht der in den gegebenen europäischen Marktverhältnissen weitgehend alternativlos, weil es über den geteilten Datenraum gelingen kann, bestehende Systeme so zusammenzuführen, dass bestehende Geschäftsmodelle und Systemwelten erhalten bleiben und neue sich darauf aufbauen können. Das ist vor allem auch im Hinblick auf die Langfristigkeit von Investitionen in Gebäudetechnologie von Bedeutung.**

Festzuhalten bleibt außerdem, dass aktuell ein **günstiges Zeitfenster** für die Gestaltung dieser Technologie-Infrastruktur und den Aufbau eines Ökosystems mit realen KI-basierten Anwendungen besteht. Dieses Zeitfenster wird sich im globalen Wettbewerb nach Einschätzung der Experten im Forschungsprojekt bald wieder schließen.

5.10.3 Best Practices für einen Plattformbetrieb von ForeSight

Bei der Wahl der richtigen strategischen Maßnahmen zur Verstetigung zur Marktreife der Plattform konnte untersucht werden, ob es vergleichbare Ansätze in anderen Branchen gegeben hat bzw. wo erfolgreiche Initialzündungen zur Realisierung einer übergreifenden Plattform im Sinne einer horizontalen Vernetzung von Marktteilnehmern realisiert wurden. Auch hier stand den Projektpartnern eine Analyse der HY Consulting GmbH zur Verfügung, bei der zunächst von den teilnehmenden Konsortialpartnern eine Beurteilung der möglichen Betreiber, der Partner, der Lieferanten und der Kunden der Plattform betrachtet wurde.

Die Ausarbeitung der Best Practices berücksichtigt die aus der Stillarbeitsphase abgeleiteten Fragestellungen

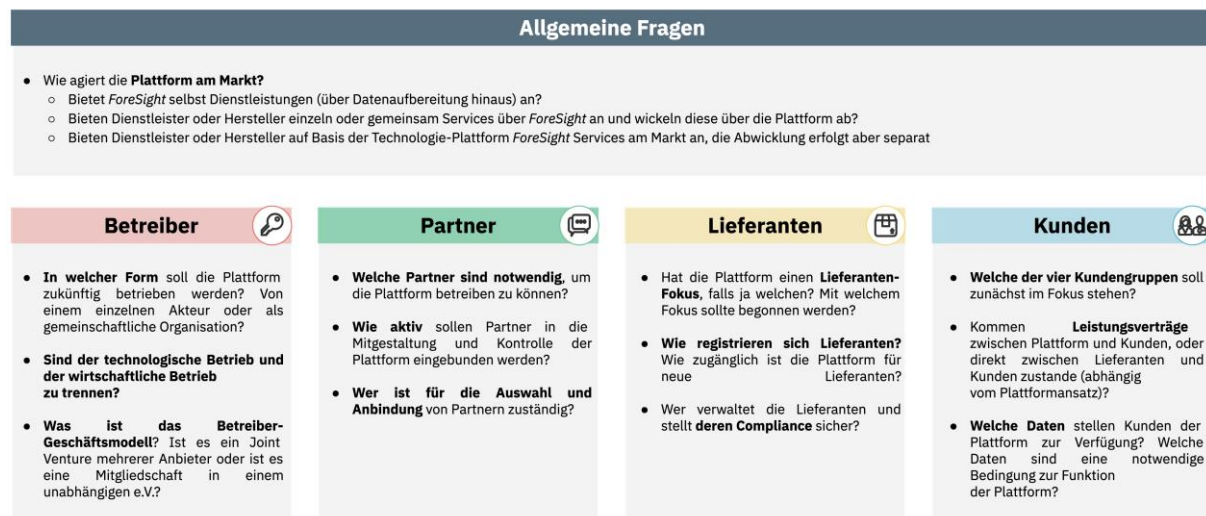


Abbildung 59: Leitfragen bei den Best Practice Case Studies.

Im Rahmen der Arbeiten wurden eine Vielzahl von Best-Practice-Beispielen identifiziert. Aus den identifizierten Beispielen weist **Catena-X** die größten Ähnlichkeiten mit dem Projekt *ForeSight* auf – vollständig übertragbar ist das Konzept aber gleichwohl nicht. Ein wesentlicher Unterschied besteht vor allem darin, dass *Catena-X* im Gegensatz zu *ForeSight* eine reine, auf Automotive fokussierte, Industriepattform ist. *ForeSight* hingegen muss eine weit größere Vielfalt von Akteuren einbinden, bis hin zu endanwendenden Organisationen und/oder Privatpersonen. *Smart Living* ist eine Metadomäne mit zahlreichen getrennten Unterdomänen. Die beiden Projekte verbindet, dass *Catena-X* ebenfalls auf *GAIA-X* ausgerichtet ist. Die Akteure haben es geschafft, über 100 relevante Partner aus der Industrie zu gewinnen. Das Finanzierungsvolumen beträgt 230 Mio. Euro, davon flossen 105 Mio. Euro staatliche Fördergelder. 2020 als Forschungsprojekt gestartet, wird *Catena-X* seit 2021 als Verein geführt. Die Finanzierung basiert auf Mitgliedsbeiträgen zwischen 2.000 und 60.000 Euro – je nach Mitgliedsgröße. Ab 2023 sollen erste Gesellschaften den Betrieb der Plattform übernehmen und zusammen mit einem Ökosystem an Anbietern den wirtschaftlichen Betrieb aufnehmen. Der Fokus liegt – wie bei *ForeSight* – auf dem Datenaustausch im horizontal vernetzten Datenökosystem, allerdings ist auch die Zusammensetzung der Mitglieder deutlich homogener als bei *ForeSight* und so auch die Geschäftsmodell-Logik. Das Portal bildet für alle teilnehmenden Unternehmen der automobilen Wertschöpfung den zentralen Zugang zu *Catena-X*. Der Datenaustausch unterliegt einem Zertifizierungsverfahren.

Nach einer tieferen Analyse der Logiken aus weiteren Best-Practice-Modellen können folgende sieben **Kernpunkte für die Plattformstrategie** formuliert werden:

1. Die einzelnen Plattformteilnehmer müssen aus *ForeSight* heraus eigenständige Erlösströme oder Kosteneinsparungen aufbauen können. *ForeSight* sollte (bewusst) „lediglich“ „Enabler“ sein, weil *ForeSight* darauf angewiesen sein wird, dass die Anbieter im Ökosystem selbst eigene Lösungen im Markt platzieren.
2. *ForeSight* sollte sich in bereits bestehende Lösungen von Anbietern einbetten lassen und/oder diese ergänzen bzw. einen starken Mehrwert geben. Den Mehrwert sollte es von „Tag eins“ an geben, die Nutzenperspektive muss sofort einleuchten und auch umsetzbar sein.
3. *ForeSight* bietet den größten Nutzen für Services, die ohne horizontale Vernetzung mit anderen Marktteilnehmern nicht oder zumindest nicht in dieser Ausprägung möglich sind und/oder das Potenzial haben, mit der Plattform deutlich schneller zu skalieren. Dies trifft insbesondere auf KI-basierte Services zu, die auf einen großen Datenbestand angewiesen sind.

4. ForeSight soll neutral sein, steht also notwendigerweise nicht mit eigenen Partnern im Wettbewerb.
5. Ein künftig noch zu definierender Zertifizierungsprozess hilft, Mindeststandards an Qualität und Komptabilität zu setzen und zu sichern.
6. Der rechtliche Rahmen kann sich mittel- und langfristig an die Vorgehensweise bei Catena-X anlehnen, jedoch ist die Vorbereitung hierzu wegen der Heterogenität der Teilnehmer aufwendiger und zeitintensiver. Es wird erforderlich sein, zunächst eine angebotsorientierte Politik zu verfolgen, also einen Anreiz zu schaffen, möglichst viele Daten und Anwendungen auf die Plattform zu bringen. Dies können auch solche sein, die zunächst ein Anwendungscluster fokussieren (z. B. Energie oder häusliche Assistenz).
7. Sollte es zu einer rechtlichen Eigenständigkeit der Plattform kommen (z. B. als Verein), muss sich die Erlösstruktur der Plattform über Mitgliedsbeiträge an dem Nutzen für die Teilnehmer orientieren. Dieser ist umso höher, je mehr Teilnehmer das Ökosystem zu verzeichnen hat.

5.10.4 Der Blick von „Innen“ – die ForeSight Community

Im Rahmen der Ergebnisse der Smart-Service-Studie durch den Konsortialpartner DFKI in Zusammenarbeit mit Strategion, in der 184 Personen aus der ForeSight Community bzw. der Smart Living Community befragt wurden, konnte eindrucksvoll belegt werden, dass trotz aller Anfangsprobleme aus deren Sicht der Einsatz von KI den Smart-Living-Markt revolutionieren wird. **Interdisziplinäre Zusammenarbeit ist auch aus Sicht der Community eine Herausforderung und Lösung zugleich für die Entwicklung intelligenter Services.** In der Wahrnehmung der Community finden allerdings bisher zu wenige Unternehmen tatsächlich zusammen, um gemeinsam Produkte und Dienste wertschöpfend zu Smart Services zu vernetzen. Allgemein anerkannt wird, dass kooperatives Smart-Service-Engineering durch ein föderiertes (verteilt)es Datenökosystem unterstützt wird. Es wird festgestellt, dass Datenschutz, Transparenz und ethische Faktoren für die Konsumierenden zentrale Qualitätsmerkmale sind und damit essenzielle Erfolgsfaktoren von Smart-Living- Angeboten – wobei vor allem die Ethik eine hohe Disziplin im Ökosystem erforderlich macht. Auch diese Themenfelder sprechen für den Ansatz von ForeSight.

Auch in der Innensicht werden vor allem die Gebäudeautomation und Assistenz im Alltag als ideale Einstiegspunkte für ein Ökosystem identifiziert. **Allerdings ist nach wie vor die Hälfte der Unternehmen nicht bereit, Daten mit anderen Unternehmen generell zu teilen.** Eine gute Einstiegsgrundlage besteht darin, Daten mit nur selektiv ausgewählten Kooperationspartnern zu teilen, was genau so auch im Systemdesign von ForeSight berücksichtigt wurde und perspektivisch umgesetzt werden kann. Die aktuellen Standards im Bereich Smart Living werden überwiegend als nicht ausreichend angesehen, um effizient Smart Living Angebote zu entwickeln, Branchenstandards begrüßen die meisten. Insofern leistet die interoperable Basis von Foresight, aufgebaut auf SENSE WoT, einen Mehrwert für die Marktteilnehmenden.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Kernelemente von ForeSight auch die in der Innensicht der Community aufgelisteten Probleme vollständig lösen können und auch die passende Antwort auf die Herausforderungen der Zukunft darstellen. Es gilt nun die relevanten Komponenten im Sinne einer operationellen Nutzung weiterzuentwickeln.

5.10.5 Schlussfolgerungen

Sowohl aus der Marktanalyse, der Best-Practice-Analyse als auch den Ergebnissen der Umfrage von 184 Personen der Community lässt sich zusammenfassend schließen, **dass der Systemdesignansatz von ForeSight alle Anforderungen an ein zukünftiges Smart-Living-Ökosystem vollständig erfüllt.** Dies betrifft sowohl den technologischen Ansatz, die Anwendungsperspektiven und auch die gesetzten bzw. untersuchten ethischen und sozialen Rahmenbedingungen. Der jetzt noch ausstehende

notwendige (wirtschaftliche) Impuls oder die Impulse für den realen Betrieb könnte bzw. können grundsätzlich durch vier verschiedene Ansätze gesetzt werden, die auch in Kombination vorstellbar sind:

1. **Idealtypischer Ansatz:** Der Idealtypische Ansatz würde eine nahtlose Fortführung des Projekts bedeuten. Es bildet sich ein Konsortium aus den bestehenden auf Gewinnerzielung ausgerichteten Projektpartnern und ggf. weiteren (bisher assoziierten) Partnern, dass die ForeSight-Plattform als herstellerunabhängigen und offenen Dataspace mit einer physischen, real existierenden Computerumgebung in eigener Rechtsform weiterbetreibt. Es entwickelt sich ein organisch wachsendes digitales Ökosystem mit einem offenen Smart-Service-Marktplatz. Die ForeSight-Plattform wächst in den drei Bereichen Data-Space, Toolbox und Community. Dieser Ansatz erscheint aktuell jedoch als nicht umsetzbar, da es sich bisher überwiegend um exemplarische und prototypische Anwendungen handelt, die noch keine ausreichend große kritische Masse generieren können.
2. **Use-Case-zentrierter Ansatz:** Der Use-Case zentrierte Ansatz ist eine „kleinere“ Lösung zum idealtypischen Ansatz. Es bildet sich ein (kleineres) Konsortium aus den Projektpartnern oder weiteren Partnern zu einem bestimmten, dann aber vielversprechenden Smart Service (z. B. digitaler Türpförtner oder Predictive Maintenance) der allerdings nicht monolithisch, sondern gewerkeübergreifend aufgebaut ist. Weitere Services und Use-Cases können folgen und der Data-Space wird Schritt für Schritt geöffnet.
3. **Keyplayer-zentrierter Ansatz:** Ein starker Keyplayer (Hersteller, Serviceanbieter oder Provider) übernimmt die ForeSight Idee auf und betreibt eine Plattform, die wesentliche Elemente der ForeSight Toolbox aufgreift, aber u. U. im ersten Schritt nicht „völlig offen“ für direkte Wettbewerber ist, wohl aber für eine gewerkeübergreifende Zusammenarbeit. Dies hätte den Vorteil, dass der Partner, der hier in den Lead geht, einen gewissen Teil der Wertschöpfung abgreifen kann, es könnte sich jedoch später als Hemmnis für die eigentlich angestrebte, völlige Systemoffenheit herausstellen, was nachteilig wirkt.
4. **Regulatorischer oder förderpolitischer Ansatz:** Voraussetzung für 1-3 ist immer, dass schnell eine kritische Masse für die Plattform erreicht wird. Dies zeichnet sich nach Einschätzung der Konsortialpartner und der Community derzeit noch nicht klar ab. Damit Unternehmen und Organisationen die gewünschten Maßnahmen umsetzen, muss die Transformation des Wohngebäudesektors ökonomisch attraktiv sein. Ist die ökonomische Attraktivität nach Abschluss des ForeSight Projekts nicht ausreichend groß oder eine kritische Masse bildet sich nicht aufgrund reiner Marktimpulse, könnten Impulse über Regulierungen und/oder weitere Förderpolitische Maßnahmen erfolgen.

Für einen erfolgversprechenden Weg können die Ansätze auch kombiniert werden, wobei eine Kombination aus 2 und 4 zum Abschluss des Projektes am vielversprechendsten erscheint.

6 Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die im Projekt umgesetzten Arbeiten bzw. erzielten Ergebnisse haben domänenübergreifend relevante Erkenntnisse für die Konzeption und Ausgestaltung von Datenräumen als offene und souveräne Datenplattformen mit Data Catalogues, digitalen Zwillingen und Gaia-X-Kompatibilität geschaffen, spürbare Impulse für die weitere Entwicklung smarter Services auf Grundlage von KI-Methoden und Daten aus unterschiedlichsten Quellen geliefert und nicht zuletzt den weiteren Auf- und Ausbau der deutschen Smart-Living-Community erheblich befördert. ForeSight hat sich mit knapp 80 Partnern im Laufe der 40-monatigen Laufzeit zum größten nationalen Forschungsnetzwerk für die Entwicklung und den Betrieb von vollvernetzten Wohngebäuden mit intelligenten Services entwickelt – ein großer Erfolg, der die ursprünglichen Erwartungen der meisten Akteure übertroffen haben dürfte. ForeSight kann somit nicht nur im technischen, sondern auch im strategischen und kommunikativen Bereich wegweisende

Erfolge verbuchen, die für die weitere wirtschaftliche und wissenschaftliche Verwertung besonders förderlich sind.

Die eingesetzten Fördermittel wurden aus Sicht des Konsortiums stets zielgerichtet, effizient und wirtschaftlich eingesetzt.

Auch nach Projektende lässt sich rückblickend festhalten, dass keiner der beteiligten Akteure die durchgeführten Arbeiten zur Bewältigung der zahlreichen adressierten übergeordneten Herausforderungen allein und ohne Zuwendung erfolgreich hätte bewältigen können.

Die geleisteten Arbeiten folgten in der Gesamtschau umfänglich dem beantragten und bewilligten Arbeitsplan und waren daher für die Durchführung des Vorhabens notwendig und angemessen.

7 Voraussichtlicher Nutzen und Verwertbarkeit

Das Dataspace-Konzept hat nicht zuletzt durch die mediale Präsenz von Gaia-X sowie durch die in zahlreichen Domänen angekommene Erkenntnis, dass Daten einen Wert haben und man mit dem weit verbreiteten Silodenken zukünftige Aufgaben nicht effizient lösen kann, erheblich an Bekanntheit und Bedeutung gewonnen. In den verschiedenen Gaia-X-Gremien kommen die verschiedenen Domänen zusammen und tauschen Use Cases und Anforderungen aus. Allein dadurch erfahren neue technische Ansätze eine hohe Aufmerksamkeit.

Diese Entwicklungen stehen erst am Anfang, so dass das ForeSight-Konsortium von einem **weiter stark ansteigenden Interesse an Dataspaces und deren technischen Weiterentwicklung** ausgeht. Hinzu kommt, dass immer mehr Anwendungen Daten aus unterschiedlichsten Domänen benötigen, die heute nur mühsam und wenig effizient zusammengetragen werden können. Dies gilt vor allem für Themen wie Smart City, smarte Energienetze bzw. Redispatch 3.0, Smart Mobility und auch für kommunale Anwendungen. Die wirtschaftlichen, technischen und wissenschaftlichen Verwertungsaussichten werden daher als äußerst positiv eingeschätzt.

Nachfolgend werden der übergeordnete wissenschaftliche und wirtschaftliche Nutzen der Projektergebnisse sowie die Verwertungsaussichten zusammengefasst. Detailliertere TP-spezifische Aussagen finden sich in den entsprechenden Passagen in Abschnitt 5.

7.1 Wissenschaftlicher Nutzen und Verwertung

Die durchgeführten Arbeiten und die erzielten Ergebnisse in TP 2 und TP 3 betreffen den technischen Kern von ForeSight, d. h. die eigentliche Plattform. Die umgesetzten Konzepte beruhen auf den weltweit standardisierten und offenen Prinzipien von W3C Linked Data, der inhärenten Möglichkeit der Föderierung (Verteilung) sowie der durchgehenden semantischen Beschreibung aller repräsentierten Daten, Sensoren, Funktionen und Services. Die semantische Beschreibung folgt ebenfalls den W3C-Standards. Die im Projektverlauf hinzugekommenen Gaia-X-Konzepte wurden so weit wie möglich umgesetzt und die ForeSight-Plattform wurde zu einem ForeSight Dataspace im Sinne von Gaia-X. Alle inneren semantischen Beschreibungen sind nach aktuellem Diskussionstand (04/2023) technisch kompatibel mit den von Gaia-X definierten äußeren Beschreibungen eines Dataspace. Metainformationen, die aus ForeSight heraus für übergeordnete Kataloge erstellt werden, sind somit entweder direkt oder nach einem einfachen Mapping für Gaia-X-Kataloge geeignet. Daten in einem ForeSight Dataspace können daher mit den Standardmethoden, semantischen Suchen und über Gaia-X-Kataloge gefunden werden. Bis zum Projektende war kein elaborierter Konnektor verfügbar. In Frage kämen entweder die Gaia-X Federated Services oder der Eclipse Dataspace Konnektor. ForeSight verwendet stattdessen klassische REST-Schnittstellen, die jedoch die von Gaia-X geforderte Nachvollziehbarkeit der Zugriffe nicht abbilden können. Bis auf diese Einschränkung ist der **ForeSight Dataspace technisch und wissenschaftlich sehr gut anschlussfähig an andere Gaia-X-kompatible Dataspaces**. Dies ist eine aus Sicht des Konsortiums wichtige Eigenschaft des ForeSight Dataspace, da Smart Living selbst eine breit aufgestellte Metadomäne mit vielen bisher getrennten Unterdomänen ist.

Die neuen Herausforderungen, die sich u. a. aus der geforderten **Energiewende** und **massiv erhöhten Anforderungen an die Gebäudeeffizienz** ergeben, erfordern völlig neue Konzepte für die Datengewinnung und den Datenaustausch zwischen Energienetzbetreibern, Gebäuden, Kommunen und Smart Cities. **Hierbei können Dataspaces eine essenzielle Rolle spielen, denn sie bringen potenziell alle relevanten Stakeholder, deren technische Systeme, existierende Datenbestände sowie die Datengeber bzw. Dateneigentümer in einem oder mehreren Dataspaces zusammen.** Die einzigartigen Vorteile von Dataspaces sind in diesem Kontext die Offenheit, die Rolle der Dateneigentümer und Datengeber, die Förderierung als Grundmuster, die Interoperabilität innerhalb und außerhalb der Datenräume, die semantische Beschreibung und die maschinell unterstützte Auffindbarkeit von Daten. Datengeber und Dateneigentümer entscheiden dabei selbst, welche Daten sie wem und in welcher Abstraktionsstufe bereitstellen. Ebenso erlaubt es das Konzept der Förderierung, nicht nur Daten zu den Analyseservices, sondern auch die Analyseservices zu den Daten zu transferieren. **ForeSight hat exemplarisch das weittragende Konzept der Basisservices realisiert.** Basisservices können die Anwendungsentwicklung auf Basis des ForeSight Dataspace deutlich vereinfachen. Neben reinen Rohdaten, für deren Verarbeitung ein vertieftes Wissen erforderlich ist, können auch stärker aggregierte, teils mit KI-Methoden generierte Informationen an Anwendungen bereitgestellt werden. Inzwischen wird auch in anderen Domänen der Wert derart aggregierter, verdichteter Daten erkannt; gute Basisservices sind somit ein wesentlicher Erfolgsfaktor für die Attraktivität eines Dataspace.

Die in ForeSight erarbeiteten Grundlagen zum Aufbau und zur Strukturierung eines Smart Living Dataspaces sind daher wertvolle Ergebnisse, auf denen sich weiterführende Smart Living Dataspaces realisieren lassen. Nicht zuletzt hat Gaia-X zum ersten Mal ganz unterschiedliche Domänen in Arbeitsgruppen zusammengebracht, die darüber nachdenken, Daten auszutauschen. Der **Interoperabilitäts- und Data Sharing-Gedanke wurde dadurch gestärkt.** Die Ergebnisse aus ForeSight passen sich in diese Entwicklungen ein und liefern wesentliche technische Bausteine.

7.2 Wirtschaftlicher Nutzen und Verwertung

Die **Motivation für das multilaterale Teilen von Daten** kann vielfältig sein und sowohl innerhalb von Akteursgruppen als auch gruppenübergreifend auf unterschiedlichen Anforderungen beruhen. Es lassen sich drei Gründe nennen, warum sich Unternehmen mit dem Thema Datenteilung beschäftigen:

1. Verbesserung bestehender Prozesse, Produkte und / oder Services
2. Entwicklung gänzlich neuer, datenbasierter Geschäftsmodelle
3. Berücksichtigung ökologischer oder regulatorischer Anforderungen

Für eine dauerhafte Akzeptanz der multilateralen Datenteilung bei den Marktteilnehmern ist es essenziell, dass sich daraus **langfristige Wettbewerbsvorteile für alle beteiligten Partner** ergeben. Der wirtschaftliche Nutzen und die betriebswirtschaftliche Perspektive stehen bei der Entscheidung eines Akteurs über die Teilnahme an einem geteilten Datenraum im Vordergrund. Regulatorische, ökologische oder gesellschaftliche Entwicklungen werden allein voraussichtlich keine entscheidenden Faktoren darstellen, dürften aber als zusätzlicher Katalysator wirken (vgl. dazu auch die Ausführungen zum EU Data Act in Abschnitt 8).

ForeSight hatte sich auch zum Ziel gesetzt, mit gängigen **Missverständnissen rund um die multilaterale Datenteilung** in Datenräumen aufzuräumen und in der Smart-Living-Community Aufklärungsarbeit zum potenziell großen wirtschaftlichen Nutzen von Datenräumen zu leisten. Zu den gängigen Missverständnissen gehören unter anderem:

- *„In einem Datenraum müssen die Teilnehmenden ihre Daten für jeden frei zur Verfügung stellen.“* Die Bezeichnung „Datenraum“ kann missverständlich sein, denn es handelt sich dabei nicht um einen „Data Lake“ mit zentraler Datenzusammenführung, sondern um einen Rahmen zur Datenteilung, in dem jeder Partner stets die Hoheit über seine Daten behält. Dies wurde in ForeSight stets prominent herausgestellt.

- „Zur Mitwirkung in einem Datenraum muss man seine bereits entwickelten Produkte und Technologien aufgeben.“ Ein Datenraum diktiert explizit keine Geschäftsprozesse, Geschäftsmodelle, spezifischen Technologien oder Use Cases, sondern stellt gemeinsame Rahmenbedingungen und Standards für eine multilaterale Zusammenarbeit und Datenteilung zur Verfügung. Hersteller können den ForeSight Dataspace z. B. nutzen, um auf der eigenen Hardware-Basis digital zu skalieren.
- „Datenräume dienen in erster Linie der Entwicklung völlig neuartiger Geschäftsmodelle.“ Hierin liegt zukünftig zwar großes wirtschaftliches Potenzial. Die Verbesserung bereits bestehender Prozesse, Produkte oder Services rund um das Gebäude dürfte wirtschaftlich aber voraussichtlich ähnlich relevant sein.
- „Datenräume sind nur für große Unternehmen interessant.“ Diese Aussage kann durch einen Blick auf die ForeSight-Community klar widerlegt werden. Durch gemeinsame Standards, hohe Transparenz und eine offene Community werden Datenräume grundsätzlich für Unternehmen aller Größenklassen relevant sein – vom Start-up bis zum global aufgestellten Konzern.
- „Gegen US-amerikanische Angebote sind europäische Lösungen ohnehin chancenlos.“ Mit ForeSight vergleichbare Lösungsansätze gibt es im Bereich Smart Living international bislang nicht. Das Zeitfenster für eine leistungsfähige europäische Lösung ist noch günstig. Zudem entsprechen monopolartige Plattformstrukturen US-amerikanischer Prägung, in denen z. B. US-Standards leicht durchgesetzt werden können und starke Abhängigkeiten herrschen, i. d. R. nicht europäischen Wertvorstellungen.

Vor diesem Hintergrund kam dem wirtschaftlichen Nutzen der in ForeSight erarbeiteten Ergebnisse über die gesamte Projektlaufzeit eine hohe Bedeutung zu. Um die Schwerpunkte und Dynamiken des Smart-Living-Markts besser zu verstehen und untersuchen zu können, wurde im Rahmen von ForeSight von den Konsortialpartnern FE/ZVEI und GdW eine **Analyse des Smart-Living-Markts** durch die Axel Springer hy GmbH in Auftrag gegeben. Ziel des Auftrags war es auch, neben den projektinternen Arbeiten der Konsortialpartner weitere zielgerichtete Impulse für einen potenziellen zukünftigen Plattformbetrieb zu erhalten. In dem weiter oben bereits erwähnten Konzeptansatz „ForeSight-Plattformstrategie“ wurden erstmals auf besonders anschauliche Weise die hohen Marktdynamiken im Bereich Smart Living aufgezeigt und wegweisende Ableitungen für die weitere strategische Arbeit von ForeSight getroffen.

Die Untersuchung zeigt hohe Marktdynamiken im Bereich Smart Living auf. **Etwa 3.000 europäische und amerikanische Startups rund um das Marktumfeld Smart Living haben in den letzten sieben Jahren über 50 Mrd. Euro Risikokapital aufgenommen.** Ein umfassender Blick auf die Kapitalflüsse zeigt die dynamischen Cluster des Marktumfeldes und die Vielfältigkeit der Akteure.

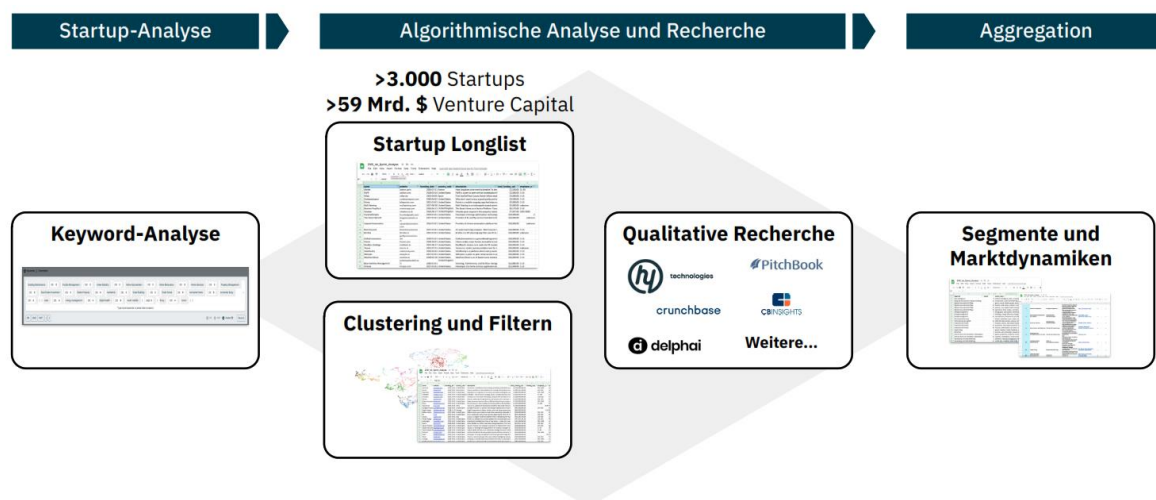


Abbildung 60: Vorgehen bei der Cluster-Analyse.

Aus der Clusteranalyse der Marktdynamiken wurden insgesamt neun wichtige Segmente abgeleitet, die in den letzten sieben Jahren Risikokapital angezogen haben. In sieben dieser neun Cluster ist ForeSight aktiv. Die Arbeiten, Ergebnisse und Lösungsvorschläge des Projekts könnten im Hinblick auf einen späteren Realbetrieb einer Plattform wie ForeSight deshalb wie ein Katalysator wirken.

Die im Projekt entstandene Cluster-Analyse zeigt erstmals auf anschauliche Art und Weise die genauen Venture-Capital-Zuflüsse in die einzelnen Segmente auf. Venture-Capital-Zuflüsse gelten gemeinhin als Attraktivitätsindikator für Anwendungsfelder. Folgende Segmente wurden in der Analyse identifiziert:

1. **Liquid Living:** Der Begriff Liquid Living beschreibt ortsunabhängiges Leben und Arbeiten durch flexible Angebote von z. B. Wohnraum oder Arbeitsplätzen. In diesem Segment wurden im Untersuchungszeitraum 3,1 Mrd. Dollar Investitionskapital generiert, davon 3,3 % in KI.
2. **Gebäudeverwaltung & -instandhaltung:** Dieses Cluster beinhaltet Anwendungen rund um die Verwaltung von Immobilien, inklusive Vermietung, Finanzen, Instandhaltung, Investitionen und mehr. Dieses Segment zog 3,8 Mrd. Dollar an, davon wurden 3,8 % in KI investiert.
3. **Home-Services:** Dieses Segment umfasst häusliche Dienstleistungen für Funktionen und Tätigkeiten des täglichen Lebens (z. B. Reinigung oder Lebensmitteleinkäufe). 0,9 Mrd. Dollar flossen in Gründungen, davon 9,3 % in KI-Anwendungen.
4. **Digitale Gesundheit & Pflege:** Gemeint sind Dienstleistungen und Produkte für die Gesundheit und Pflege von hilfsbedürftigen Bewohnerinnen und Bewohnern. Hier wurden 4,6 Mrd. Dollar Investitionskapital generiert. Dieser Bereich hat mit 19,3 % den höchsten Anteil an Investition in KI-basierte Anwendungen.
5. **Sicherheit:** Beim Segment Sicherheit handelt es sich um physische oder digitale Sicherheitslösungen für Wohneinheiten und -gebäude sowie deren Infrastruktur. Hier wurden 2,6 Mrd. Dollar Funding Kapital investiert, davon 7,4 % in KI.
6. **Gebäudeautomatisierung:** Investitionskapital im Bereich Gebäudeautomatisierung – insbesondere bei alltäglichen operativen Prozessen in Wohneinheiten und -gebäuden wie beispielsweise Heizungen oder Zugangsmanagement – wurde in Höhe von 5,4 Mrd. Dollar generiert, davon 16,3 % mit KI-Bezug.
7. **Energiemanagement:** Das Energiemanagement ist mit Abstand das stärkste Investitionscluster. Gemeint ist die Verwaltung der Produktion, die Speicherung und die Nutzung von Energie (z. B. Strom oder Heizung) in Wohneinheiten und -gebäuden. 10 Mrd. Dollar Investitionskapital wurden generiert, davon flossen 12,6 % in KI.

Energiemanagement weist das größte Finanzierungsvolumen auf, wobei Digitale Gesundheit & Pflege den relativ größten KI-Bezug enthält

Eine tiefere Analyse der Cluster ergeben die Finanzierungsvolumen der einzelnen Segmente. Immobilienmarktplätze erhalten die größte Finanzierungssumme mit \$14,9 Mrd. Basierend darauf wurde der prozentuale Anteil von KI-basierten Unternehmen festgestellt. Digitale Gesundheit & Pflege hat mit 19,3% den größten KI-Bezug.

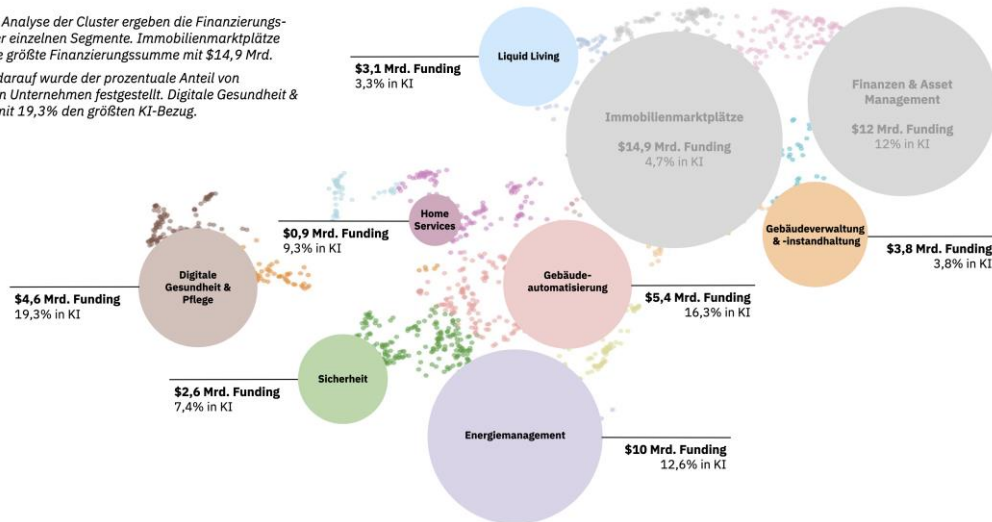


Abbildung 61: Ergebnis der Cluster-Analyse zu Marktdynamiken im ForeSight-Smart-Living-Umfeld.

Die Ergebnisse der Cluster-Analyse zeigen, dass der ForeSight-Forschungsansatz ein **attraktives Marktumfeld** adressiert und das Projekt von Beginn an auf die richtigen, also wirtschaftlich vielversprechendsten Investitionscluster setzte. Rückschauend betrachtet trifft dies vor allem auf das Energiemanagement, die Gebäudeautomatisierung, Predictice Maintenance (Gebäudeverwaltung und Instandhaltung) und die Digitale Gesundheit und Pflege zu. Dabei ist auch zu beachten, dass diese Bereiche nicht trennscharf zu verstehen sind. So lieferte der intelligente Gebäudepförtner im Projekt ForeSight an anschauliches Beispiel dafür, wie Felder der Gebäudeautomatisierung mit den Themen Sicherheit und Gebäudeverwaltung, digitaler Pflege und Gesundheit sowie weiteren Services über den gemeinsamen Datenraum und KI-Basiservices miteinander verbunden werden können.

Neben dem allgemeinen Erkenntnisgewinn aus dem Projekt für die adressierten Branchen haben sich bereits diverse konkrete Verwertungsoptionen für die Konsortialpartner ergeben, von denen einige nachfolgend beispielhaft aufgeführt werden:

- **FE/ZVEI / Elektro- und Digitalindustrie:** Die Erkenntnisse aus dem ForeSight-Projekt für zukünftige Anwendungen in Gebäuden fließen im Rahmen des Ergebnis- und Know-how-Transfers u. a. in die Aktivitäten der ZVEI-Plattform Gebäude ein. In die Plattform sind etwa konkrete Vorschläge zu Langfriststrategien eingebracht worden, die auf das Herzstück des ForeSight-Projekts – einen geteilten Datenraum bei digitalisierten Gebäuden – hinauslaufen. Federführend bei ersten weiterführenden Umsetzungsideen auf Basis der ForeSight-Ansätze, die z. B. auch aktuelle Themen wie die Umsetzung regulatorischer Anforderungen an die Stromnetzstabilität oder den digitalen Netzanschluss umfassen, sind in der Plattform Gebäude die EEBus-Initiative, die über ForeSight-spezifisches Know-how aus dem Living Lab beim Konsortialpartner KEO verfügt, und der assoziierte Partner Hager.
- **GdW / Wohnungswirtschaft:** Durch die Erprobung im realen Mietbetrieb entstandenen Akzeptanzstudien, Leitfäden und Arbeitshilfen wurden für die Wohnungswirtschaft fundierte Entscheidungshilfen für den Einsatz von KI-basierten Anwendungen geschaffen. Diese sind auch auf der Webseite des GdW publiziert.
- **Insta:** Die Ideen und Erkenntnisse aus dem MultiSensor fließen bereits in Produktentwicklungen der Gebäudesystemtechnik, insbesondere bei KNX-MultiSensoren für OEM-Kunden der Insta, ein.
- **Strategion** nutzt die durch ForeSight gewonnenen Erkenntnisse zur Erweiterung ihres Beratungsportfolios und trägt die Ergebnisse somit in die Wirtschaft. Konkret wird z. B. die im Rahmen

des Predictive Maintenance Use Cases durch die Strategion entwickelte Anomalieerkennung in diversen Kundenprojekten verwertet. Die umfangreichen Arbeiten zur Entwicklung vertrauenswürdiger, nicht-diskriminierender KI-Anwendungen ist wichtiges Qualitätsmerkmal für die KI-Entwicklung der Strategion. Zudem werden derzeit diverse Gespräche mit Unternehmen aus der Immobilien- und Wohnungswirtschaft geführt, die aus dem Projekt gewonnene Erkenntnisse zum Inhalt haben und perspektivisch in Praxisprojekten implementiert werden sollen. Der enge Austausch mit der Wohnungswirtschaft besteht auch über das Projektende hinaus, so ist die Strategion z. B. als Speaker beim Wohnzukunftstag des GDW vertreten, um die Möglichkeiten von KI im Bereich Smart Living einem breiten Auditorium an potenziellen Anwendern zu präsentieren. Allgemein lässt sich sagen, dass das Projekt ForeSight für die Strategion eine wichtige Branche des Projektgeschäfts, den Bereich Smart Living, gestärkt hat.

- **dormakaba** konnte Ansätze des im Projekt erarbeiteten Konzepts des intelligenten digitalen Zwillings bereits in Produktdesign und -implementierung neuer Lösungen einfließen lassen. Neben dem Nutzen der technischen Ergebnisse des Projektes ergibt sich für dormakaba zudem ein wesentlicher Nutzen aus der im Rahmen des Projekts etablierten ForeSight Community und der gemeinschaftlich erarbeiteten übergreifenden Use Cases. So wird bereits mit mehreren Konsortialpartnern an herstellerübergreifenden Produktlösungen gearbeitet die einen Mehrwert für potenzielle Kunden aus der Wohnungswirtschaft bieten. Darüber hinaus setzt dormakaba die im Projekt begonnen fruchtbare Zusammenarbeit mit einem Partner des Konsortiums fort um die Entwicklung KI-basierter Dienste im Unternehmen weiter voranzutreiben. Die Erkenntnisse aus den im Rahmen des Projekts durchgeführten Akzeptanzstudien von KI-Diensten im Smart Living Umfeld werden in der strategischen Produktplanung des entsprechenden Geschäftsbereichs berücksichtigt.
- **easierLife** wird die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse und prototypischen Arbeiten, wie bspw. die Ableitung dynamischer Inaktivitätsschwellen mittel- bis langfristig in die von easierLife vertriebenen Assistenzprodukte integrieren, sodass diese einem breiten Markt an Smart-Living-Kunden zur Verfügung stehen. Darüber hinaus fließen auch die Arbeiten und Erkenntnisse im Kontext der Entwicklung vertrauenswürdiger, diskriminierungsfreier und transparenter KI-Lösungen in ForeSight bereits heute in die KI-Entwicklung bei easierLife ein. Nicht zuletzt hat ForeSight die Möglichkeit zur Erarbeitung kontextübergreifender Lösungen mit vielzähligen Konsortialpartnern ergeben, mit denen es bereits Gespräche zur Weiterentwicklung dieser Prototypen hin zu gemeinsamen innovativen Produktlösungen für den Smart-Living-Markt gibt.
- **KEO:** Die in diesem Projekt gewonnen Erkenntnisse rund um das netzdienliche Laden sowie interoperable Kommunikation am Netzanschluss werden sukzessive in das Produktportfolio der KEO überführt. Parallel dazu werden die Ergebnisse und Erkenntnisse in entsprechende Normungsaktivitäten, wie beispielsweise der VDE-AR 2829-6 mit eingebracht.
- **Bosch** transferiert die im Projekt gewonnenen Erkenntnisse firmenintern in die jeweiligen Produktbereiche, wo sie als ein Baustein in die Entwicklung von Innovationen einfließen.
- **ixto** hat mit dem CO₂-Vorhersagemodell das Potenzial, die Energieeffizienz zu verbessern und den CO₂-Fußabdruck in Haushalten zu reduzieren. Darüber hinaus hat die Zusammenarbeit mit der Wohnungswirtschaft und Industrie das Potenzial, das Modell in großem Maßstab zu implementieren. Außerdem gab es unterschiedliche Anfragen aus der Industrie, die Grünstromvorhersage als Service bereitzustellen. Dabei wurde vor allem herausgestellt, dass die ForeSight-Lösung von ixto besonders interessant ist, da sie recht flexibel an unterschiedliche Anforderungen angepasst werden kann. So wurde beispielsweise festgestellt, dass eine Auflösung in viertelstündlicher Frequenz passender ist als in stündlicher Frequenz oder dass eine andere lokale Aufteilung gewünscht ist. ixto befindet sich noch in Gesprächen bezüglich möglicher Folgeprojekte.

8 Fortschritt bei anderen Stellen

Gaia-X und weitere Datenraum-Initiativen: Die Bedeutung von Gaia-X für ForeSight und das Smart-Living-Ökosystem wurde bereits an mehreren Stellen in diesem Bericht beschrieben. Der aktuelle Stand ist die Verfügbarkeit von ersten Gaia-X Federated Services als Beispielimplementierungen der Gaia-X-Spezifikationen und Konzepte. Ebenso haben sich in den Gaia-X-Leuchtturmprojekten sowie den dahinterstehenden „Verticals“ technische Lösungen entwickelt, die das Gaia-X-Ökosystem bereichern. Hervorzuheben ist der Eclipse Dataspace Connector (EDC) aus dem Projekt Catena-X sowie der Datentreuhänder aus dem Projekt EuroDAT. Diese technischen Artefakte ergänzen die domänenspezifischen Entwicklungen aus ForeSight und werden dem Smart-Living-Ökosystem in den vorgesehenen Nachfolgeprojekten sehr dienlich sein. Ebenso werden die Ergebnisse, Standards und Spezifikationen der europäisch geförderten und aufgestellten Data Space Business Alliance sowie dem Data Space Support Center die Ausgestaltung und die Verbreitung von Dataspaces erheblich beeinflussen.

EU Data Act: Dass Fragen rund um Datenwirtschaft und Datenteilung, die in ForeSight eine wesentliche Rolle spielen, inzwischen auch im politischen bzw. regulatorischen Raum eine sehr hohe Aufmerksamkeit erhalten, zeigen beispielsweise aktuelle Diskussionen über den EU Data Act. Der von der EU-Kommission 2022 vorgestellte Data Act ist einer der Pfeiler der EU-Datenstrategie. Er beinhaltet harmonisierte Vorschriften für den fairen Zugang zu bzw. die Nutzung von Daten. Der Rechtsakt, der im Sommer 2023 verabschiedet werden könnte, soll Maßnahmen umfassen, die dazu beitragen, dass zukünftig mehr Daten im Einklang mit den EU-Vorschriften und EU-Werten zur Verfügung gestellt werden. Der Data Act soll dabei u. a. klarstellen, wer aus Daten unter welchen Bedingungen Mehrwerte generieren kann und darf. Der Fairness-Aspekt soll dabei eine herausgehobene Rolle spielen. Mit dem Data Act sollen auch Regeln für die Nutzung von Daten geschaffen werden, die **von IoT-Geräten generiert** werden.⁷⁹ Damit hat er für diverse Branchen wie die Elektro- und Digitalindustrie oder die Wohnungswirtschaft eine große Relevanz.

Die EU-Kommission hat diverse **Innovationshemmnisse** identifiziert, die teilweise auch in ForeSight eine wichtige Rolle spielen:

- Unzulängliche Datenteilung durch Datensilos, Datenhoheit bei den Herstellern und Marktkonzentration
- Macht-Asymmetrien zwischen Großunternehmen und KMU
- Hohe ökonomische Kosten zur Verfügungstellung von Daten
- Lock-in-Effekte bei Clouddienst-Anbietern
- Mangelnde Interoperabilität

Vor diesem Hintergrund umfasst der aktuelle Entwurf des Data Act nun diverse Verpflichtungen und Rechte:

- Kapitel 2/3: Zugang zu nutzergenerierten IoT-Daten (B2B und B2C) oder Weitergabe an Dritte. IoT-Hersteller können Daten ebenfalls nutzen. Sonderrechte für Kleinst- u. Kleinunternehmen
- Kapitel 4: Unfairness-Test bei Datenteilungs-Verträgen mit KMUs
- Kapitel 5: Nicht-personenbezogene Daten für den öffentlichen Sektor (B2G) bei „außergewöhnlichem Bedarf“, ausgenommen Kleinst- & Kleinunternehmen
- Kapitel 6: Vereinfachter Wechsel zwischen Clouddienst-Anbietern
- Kapitel 7: Schutzvorschriften zum internationalen Datentransfer nicht-personenbezogener Daten
- Kapitel 8: Technische Standards und Erleichterung von Interoperabilität im Clouddienst-Bereich

Die politische Vision des Data Act ist begrüßenswert: ein vereinfachter und fairer Zugang zu nutzergenerierten Daten soll eine verbesserte Datenallokation in der EU und damit **datenbasierte**

⁷⁹ <https://digital-strategy.ec.europa.eu/de/policies/data-act>.

Wertschöpfung fördern. Ob und inwiefern die Maßnahmen des Data Act tatsächlich dazu beitragen werden, hängt entscheidend von der finalen Ausgestaltung ab, die bei Fertigstellung dieses Berichts noch unklar war. Fest steht indes, dass die in ForeSight involvierten Branchen eine potenziell hohe Betroffenheit aufweisen, und zwar nicht nur im B2C-, sondern auch im B2B-Bereich. Vom Data Act betroffen sind alle Hersteller und Anbieter vernetzter Produkte und damit verbundener Services (Artikel 4). Dem aktuellen Entwurf zufolge sollen Produkte und Dienste so konzipiert und hergestellt werden, dass die durch ihre Nutzung erzeugten Daten einfach und sicher für den Nutzer direkt zugänglich gemacht werden (Artikel 3). Aus Sicht der ForeSight Community kann der Data Act in einer sinnvollen Ausgestaltung auf die Ergebnisse des Forschungsprojekts potenziell wie ein Katalysator wirken, denn im Austausch von Daten sind Unternehmen immer noch sehr zurückhaltend, was in der Smart-Services-Studie des DFKI belegt wurde. Zum einen fehlen häufig intern die Ressourcen, um Daten zu teilen, zum anderen möchten die Unternehmen nicht die Kontrolle über ihre Daten verlieren. **Genau diesen Wert bietet ForeSight:** eine Umgebung, die einen einfachen, sicheren und unmittelbar zur Verfügung stehenden Weg aufzeichnet, für innovative Smart-Living-Dienste gezielt und nutzenstiftend Daten mit Partnern zu teilen, und zwar nach eigener, souveräner Wahl.

Das in ForeSight aufgebaute Wissen half auch im Rahmen mehrerer Förderausschreibungen. So konnten Teile des Konsortiums erfolgreich einen Projektantrag in der vom BMWK herausgegebenen Förderlinie Edge Datenwirtschaft platzieren und somit im Rahmen des Forschungsprojekts „Sustainable heating through Edge-Cloud-based AI systems“ (SECAI) insbesondere das Thema Energiemanagement auf Heizungsanlagen weiter untersuchen. Ebenso laufen derzeit noch weitere Projektanträge im Rahmen der geplanten Fördermaßnahme SmartLivingNEXT.

9 Erfolgte und geplante Veröffentlichungen

Im Laufe des Projekts wurden 35 wissenschaftliche Publikationen veröffentlicht, die auf der ForeSight Webseite nach dem Jahr ihrer Erscheinung sortiert sind. Die URL /smart-living/publikationen/ wurde in der Zeit von 01.03.2020 bis 14.06.2023 insgesamt 361 Mal aufgerufen.

Teilprojekte 1, 8 und 9:

Willkommen bei ForeSight – Informationsbroschüre, Berlin 2020. https://foresight-plattform.de/ForeSight_Broschuere.pdf



Abbildung 62: Ausschnitt aus der ForeSight-Broschüre.

- PI: ForeSight ist einer der Gewinner des KI-Innovationswettbewerbs, 19. September 2019
<https://www.zvei.org/presse-medien/pressebereich/projekt-zu-ki-anwendungen-rund-um-smart-living-ist-einer-der-gewinner-des-bmwi-innovationswettbewerbs>
- PI: Smart Living: vom Silodanken zur vernetzten Ökosystem, 11. Mai 2020
<https://foresight-plattform.de/newsroom/neuigkeiten/smartliving/>
- PI: Meilenstein für die Digitalisierung von Wohnimmobilien, 15. März 2022
<https://www.zvei.org/themen/ge-baeude?showPage=3215561&cHash=6c5634ccd46ec12bfcda859d6d768fb0>

Redaktionelle Beiträge auf der ForeSight-Webseite:

Im ForeSight-Newsroom entstanden bis 15.06.2023 insgesamt 58 redaktionelle Artikel.

- **Akzeptanzstudie zu Drohneneinsatz im Wohnumfeld veröffentlicht**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/akzeptanzstudie-zu-drohneneinsatz-im-wohnumfeld-veroeffentlicht>
- **BMK plant Förderaufruf „Smart Living Dienste & Anwendungen“ im Rahmen von Smart-LivingNEXT**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/bmk-plant-foerderaufruf-smart-living-dienste-anwendungen-im-rahmen-von-smartlivingnext/>
- **GdW veröffentlicht Branchenleitfaden für digitale Türzugangssysteme**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/gdw-veroeffentlicht-branchenleitfaden-fuer-digitale-tuerzugangssysteme/>
- **Förderaufruf des BMWK gestartet: SmartLivingNEXT**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/gdw-veroeffentlicht-branchenleitfaden-fuer-digitale-tuerzugangssysteme/>
- **ForeSight Zwischenbilanz 04/2022**

<https://foresight-plattform.de/newsroom/foresight-zwischenbilanz-04-2022/>

- **„Der Smart-Living-Markt steht an einem richtungsweisenden Punkt.“**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/der-smart-living-markt-steht-an-einem-richtungsweisenden-punkt/>
- **Smart Service Studie untersucht Anforderungen an intelligente Services**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/smart-service-studie/>
- **Smart-Living-Markt hoch im Kurs bei Investoren**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/foerderaufruf-des-bmwk-gestartet-smart-livingnext/>
- **DFKI und StrateGion präsentieren integrierten ForeSight-Demonstrator**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/dfki-und-strategion-praesentieren-integrierten-foresight-demonstrator/>
- **ForeSight Zwischenbilanz 03/2022**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/foresight-zwischenbilanz-03-2022/>
- **ForeSight auf Roadshow durch die Schweiz**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/foresight-auf-roadshow-durch-die-schweiz/>
- **ForeSight präsentiert sich auf der IFA Berlin 22**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/foresight-praesentiert-sich-auf-der-ifa-berlin-22/>
- **ForeSight auf der IMAGINE 22**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/michael-schidlack-praesentiert-foresight-auf-der-imagine-22/>
- **ForeSight Zwischenbilanz 02/2022**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/foresight-zwischenbilanz-02-2022/>
- **Semantic Building Labor: Neue Geräte, Konnektoren und technische Entwicklungen**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/semantic-building-labor-neue-geraete-konnektoren-und-technische-weiterentwicklungen-im-dritten-projektjahr/>
- **Die Rolle des digitalen Zwillings im ForeSight Dataspace**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/digitaler-zwilling/>
- **Intelligenz an der Haustüre: Wie digitale Zugänge für das Wohnen der Zukunft eingeschätzt werden.**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/intelligenz-an-der-haustuere-wie-digitale-zugaenge-fuer-das-wohnen-der-zukunft-eingeschaetzt-werden/>
- **Assoziierte Partner im Gespräch: duotec GmbH**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/assoziierte-partner-im-gespraech-duotec-gmbh/>
- **KI ja. Kamera nein. Smarte Ernährungsmanager stoßen auf geteilte Akzeptanz**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/ki-ja-kamera-nein-was-mietenden-bei-smarten-ernaehrungsmanagern-wichtig-ist/>
- **KI-gestützter Energiemanager ist Favorit bei Mieterinnen und Mietern**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/ki-gestuetzter-energiemanager-ist-favorit-bei-mieterinnen-und-mietern/>
- **Optimierter Grünstromverbrauch**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/optimierter-gruenstromverbrauch/>
- **Akzeptanz von Künstlicher Intelligenz in Wohngebäuden**

<https://foresight-plattform.de/newsroom/akzeptanz-von-kuenstlicher-intelligenz-in-wohnges-baeuden/>

- **ForeSight – Zwischenbilanz 01/2022**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/foresight-zwischenbilanz-01-2022/>
- **Assoziierte Partner im Gespräch: NeoMonitor**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/assozierte-partner-im-gespraech-neomonitor/>
- **Nutzerstudie über Datenschutzfunktionen digitaler Assistenten**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/nutzerstudie-ueber-datenschutzfunktionen-digitaler-assistenten/>
- **Predictive Maintenance in der Wohnungswirtschaft**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/predictive-maintenance-in-der-wohnungswirtschaft/>
- **ZVEI-Jahreskongress 2022: Start-Up-Pitch**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/zvei-jahreskongress-2022-start-up-pitch/>
- **Service Registry: Entwicklungswerkzeug für Smart Services**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/service-registry/>
- **ForeSight - Zwischenbilanz 04/2021**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/foresight-zwischenbilanz-4/>
- **Semantische Interoperabilität legt Grundstein für herstellerübergreifende Smart Living Services**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/semantische-interoperabilitaet-grundstein-smart-living-services/>
- **Assoziierte Partner im Gespräch: Britze Elektronik**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/assozierte-partner-im-gespraech-britze-elektronik/>
- **„ForeSight setzt auf Gaia-X-Konformität“**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/hilko-hoffmann-im-interview-2/>
- **Assoziierte Partner im Gespräch: ekey biometric systems GmbH**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/assozierte-partner-im-gespraech-hakisa-3/>
- **Gaia-X und Smart Living: ForeSight setzt auf Datensouveränität**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/gaia-x-und-smart-living/>
- **Geschäftsmodelle für Smart Services: Workshopreihe erfolgreich gestartet**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/workshopreihe-geschaeftsmodelle/>
- **Assoziierte Partner im Gespräch: Noocoon**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/assozierte-partner-im-gespraech-noocoon/>
- **ForeSight - Zwischenbilanz 03/2021**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/foresight-zwischenbilanz-3/>
- **„Datenschutz muss Datenmissbrauch und langen Einverständniserklärungen vorbeugen.“**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/jochen-bauer-im-interview/>
- **Neues Feature für den Intelligenten Gebäudepfortner entwickelt**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/neues-feature-intelligenter-interview-tuerpfortner/>
- **„Der Kühlschrank spiegelt die Bedürfnisse an künftige Smart Services wider.“**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/kerstin-bergmann-im-interview-2/>

- **Assoziierte Partner im Gespräch: KIWI.KI**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/assoziierte-partner-im-gespraech-kiwi-ki/>
- **„Smart Living Service Design muss aus technischem und wirtschaftlichem Blickwinkel beleuchtet werden.“**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/prof-oliver-hinz-im-interview/>
- **Assoziierte Partner im Gespräch: Hakisa**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/assoziierte-partner-im-gespraech-hakisa/>
- **Energiedaten-Desaggregation: Mehr Transparenz beim Energieverbrauch für Mietende und Wohnungswirtschaft**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/energiedaten-desaggregation/>
- **„Smarte Produkte müssen mehr auf die Anforderungen der Wohnungswirtschaft einzahlen.“**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/birgid-eberhardt-im-interview/>
- **ForeSight - Zwischenbilanz 02/2021**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/foresight-zwischenbilanz-2/>
- **Assoziierte Partner im Gespräch: SALTO Systems GmbH**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/assoziierte-partner-salto-systems/>
- **Ethische Leitlinien fördern Vertrauen in Künstliche Intelligenz**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/ethische-leitlinien/>
- **ForeSight- Zwischenbilanz 01/2021**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/foresight-zwischenbilanz/>
- **„Es muss skalierbare Lösungen für die Industrie geben.“**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/anke-hueneburg-im-interview/>
- **Erfolgsfaktor GAIA-X: ForeSight setzt auf die europäische Dateninfrastruktur.**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/erfolgsfaktor-gaia-x/>
- **Startschuss für Themen-Cluster-Workshops mit assoziierten Partnern**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/themen-cluster-workshops/>
- **SENSE WoT – Grundlage für interoperable Kommunikation in ForeSight**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/sense-wot/>
- **„ForeSight lebt die Vision eines digitalen Ökosystems.“**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/michael-schidlack-im-interview/>
- **ForeSight – Jahresbilanz**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/foresight-jahresbilanz-2020/>
- **Anforderungen an ein erfolgreiches Smart-Living-Ökosystem**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/vorabpublikation-smart-service-readiness-studie/>
- **ForeSight auf dem Digital Building Summit 2021**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/digital-building-summit/>
- **Schöner Wohnen mit künstlicher Intelligenz**
<https://foresight-plattform.de/newsroom/digitalgipfel-2020/>

GDW:

- **Einsatz von digitalen Zugangssystemen in Mehrfamilienhäusern**
<https://www.gdw.de/downloads/publikationen/gdw-arbeitshilfe-91-einsatz-von-digitalen-zugangssystemen-in-mehrfamilienhaeusern/>

- Einsatzmöglichkeiten von Drohnen im Kontext der Wohnungswirtschaft
<https://www.gdw.de/downloads/publikationen/gdw-arbeitshilfe-94-einsatzmoeglichkeiten-von-drohnen-im-kontext-der-wohnungswirtschaft/>

Teilprojekt 2:

- Bauer, J. et al. (2022). ForeSight – User-Centered and Personalized Privacy and Security Approach for Smart Living. In: Streitz, N.A., Konomi, S. (eds) Distributed, Ambient and Pervasive Interactions. Smart Living, Learning, Well-being and Health, Art and Creativity. HCI 2022. Lecture Notes in Computer Science, vol 13326. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-05431-0_2 Ebbers, F.; Zibuschka, J.; Zimmermann, C.; Hinz, O.: User preferences for privacy features in digital assistants. Electron Markets 31, 411–426 (2021). <https://doi.org/10.1007/s12525-020-00447-y>
- Bauer, Jochen, Konrad, Christoph, Hechtel, Michael, Wichert, Reiner, Weigand, Christian, Dengler, Simon, Holzwarth, Martin and Franke, Jörg. "ForeSight Approach to improve Privacy and Security in the Smart Living Domain" Current Directions in Biomedical Engineering, vol. 7, no. 2, 2021, pp. 903-906. <https://doi.org/10.1515/cdbme-2021-2230>
- Bauer, Jochen, Hechtel, Michael, Konrad, Christoph, Holzwarth, Martin, Mayr, Andreas, Schneider, Sven, Franke, Jörg, Hoffmann, Hilko, Zinnikus, Ingo, Feld, Thomas, Runge, Mathias and Hinz, Oliver. "ForeSight - AI-based Smart Living Platform Approach" Current Directions in Biomedical Engineering, vol. 6, no. 3, 2020, pp. 384-387. <https://doi.org/10.1515/cdbme-2020-3099>

Teilprojekt 3:

- Alberternst, S., Anisimov, A., Antakli, A., Duppe, B., Hoffmann, H., Meiser, M., Muaz, M., Spiel-denner, D., Zinnikus, I.: From things into clouds—and back. In: 2021 IEEE/ACM 21st International Symposium on Cluster, Cloud and Internet Computing (CCGrid). pp. 668–675. IEEE (2021)
- S. Alberternst, A. Anisimov, A. Antakli, B. Duppe, H. Hoffmann, M. Meiser, M. Muaz, D. Spiel-denner, and I. Zinnikus, "Orchestrating heterogeneous devices and AI services as virtual sensors for secure cloud-based iot applications," Sensors, vol. 21, no. 22, 2021.
- Duppe, B., Meiser, M., Anisimov, A., Antakli, A., Muaz, M., Zinnikus, I. Combining Machine Learning With Inductive Logic Learning To Detect Deviations From Daily Routines In Ambient Intelligent Environments. In IEEE/WIC/ACM International Conference on Web Intelligence and Intelligent Agent Technology 2021, pp. 310-317.
- Meiser, M., Duppe, B., Zinnikus, I. SynTiSeD - Synthetic Time Series Data Generator. In Proceedings of the 11th Workshop on Modeling and Simulation of Cyber-Physical Energy Sys-tems (MSCPES '23)
- Muaz, M., Shahid, M., Zinnikus, I. Low Resolution Domain Adaptation for Non-Intrusive Load Monitoring. In Proceedings of the 19th International Conference on Machine Learning and Data Mining, New York 2023, im Erscheinen.

Teilprojekt 4:

Bachelorarbeiten:

- An Inquiry into Trust in AI-based Systems on the basis of open-ended Survey Questions
- Anforderungen an digitale Ökosysteme
- Anforderungen an KI-basierte Systeme

- Anomalieerkennung im Ambient Assisted Living Bereich
- Blockchain in Smart Living: Colored Coins for Smart Access
- Creating a Roadmap for Digital Ecosystem Design Based on the Current State of Research
- Der schmale Grat zwischen Proaktivität und Paternalismus KI-basierter Assistenzsysteme
- Development of an analysis tool to cluster graph networks
- Disaggregation of Energy Data Using Machine Learning Techniques
- Energieeinsparungsverhalten bei Mietern: Untersuchung des Einflusses von Feedbacksystemen nach verschiedenen theoretischen Ansätzen
- Energy Efficiency Directive in Smart Living: Untersuchung des Energiebewusstseins von Mietern
- Entwicklung und Evaluation einer mobilen Augmented Reality Applikation zur Einkaufsunterstützung basierend auf Makronährstoffen mithilfe einer Lebensmittel Ontologie
- Identifikation effektiver Visualisierungsformen im Smart Home – Eine Studie zu Explainable AI und Predictive Maintenance
- Konzeption und Entwicklung eines webbasierten Marktplatzes für die Domain Smart Living
- Plattformstrategien für nachhaltiges und privacy-freundliches Smart Living
- Produkthaftung im digitalen Kontext
- Recommender Systems in Smart Home Environments
- Smarthome Webshop Assistant - An online assistant for finding compatible smart home devices
- The Relevance of Deep Learning and Facial Recognition in Smart Living
- Theoretische Grundlage von Corporate Digital Responsibility
- Umsetzungsstand von Corporate Digital Responsibility in deutschen Unternehmen
- Unternehmerische Verantwortung in der digitalen Ökonomie – eine empirische Untersuchung

Masterarbeiten:

- AI-Based Business Model Pattern Mining
- Design of an Interaction Concept for Assisted Cooking in Smart Kitchens
- Erhöhung der Erklärbarkeit von KI: Einsatz und Evaluation von XAI-Methoden
- Guidance using Augmented Reality Filtering
- Leveraging Explainable Machine Learning for Predictive Maintenance in Smart Homes
- Predictive Maintenance in a Smart Home setting: Generating a failure dataset
- Trust and Distrust in Intelligent Assistance Systems - Results from a field-experiment
- Unterschiede von Nutzerpräferenzen, die kontextbezogen und kontextfern erhoben wurden - eine empirische Untersuchung mit proaktiven Intelligenten Assistenzsystemen
- User Preferences for Proactive Intelligent Assistance

Veröffentlicht:

- Abdel-Karim, Benjamin M. / Pfeuffer, Nicolas / Hinz, Oliver (2021): "Machine Learning in Information Systems Research - A Bibliographic Review and Open Research Issues", Electronic Markets.
- Anand, J., Koch, M., Schlenke, F., Kohlmorgen, F., & Wohrle, H. (2022). Classification of Human Indoor Activities with Resource Constrained Network Architectures on Audio Data. 2022 IEEE 5th International Conference and Workshop Óbuda on Electrical and Power Engineering (CANDO-EPE), 000157–000162. <https://doi.org/10.1109/CANDO-EPE57516.2022.10046362>
- Bauer, J., Wichert, R., Konrad, C., Hechtel, M., Dengler, S., Uhrmann, S., Ge, S., Poller, P., Kahl, D., Ristok, B. & Franke, J. (2022). ForeSight–User-Centered and Personalized Privacy and Security Approach for Smart Living. In Distributed, Ambient and Pervasive Interactions. Smart Living, Learning, Well-being and Health, Art and Creativity: 10th International Conference, DAPI 2022, Held as Part of the 24th HCI International Conference, HCII 2022, Virtual Event, June 26–July 1, 2022, Proceedings, Part II (pp. 18-36). Cham: Springer International Publishing.

Teilprojekt 5:

- Konferenzbeitrag im Rahmen des Workshops „Künstliche Intelligenz für kleine und mittlere Unternehmen“ (KI-KMU) auf der Jahrestagung der Gesellschaft für Informatik 2021 (Lowin et al. 2021)
- Kurzausschnitt in 3sat Dokumentation „Unterwegs nach Utopia – Die Zukunft der Städte“

Teilprojekt 6:

- Ebbers, F.; Zibuschka, J.; Zimmermann, C. (Bosch); Hinz, O. (Uni Ffm): User preferences for privacy features in digital assistants. Electron Markets 31, 411–426 (2021). <https://doi.org/10.1007/s12525-020-00447-y>
- Eberhardt, B.; Hoppe, A. (GSW); Kortum, H. (DFKI); Meyer, S. (Sibis); Böhle, F. (EasierLife); Schiller, M. (Bosch): Vertrauenswürdige und ethisch vertretbare KI als Grundlage für deren Akzeptanz. April 2023.
- Esau-Held, M.; Stevens, G. (Uni Siegen); Weber, J.; Schiller, M.; Thaden, E.M.; Manstetten, D. (Bosch): Designing an Interaction Concept for Assisted Cooking in Smart Kitchens: Focus on Human Agency, Proactivity, and Multimodality. ACM DIS 23 Designing Interactive Systems. Pittsburgh (USA), Juli 2023 (to appear).
- Projekt ForeSight Gesamtvorhabenbeschreibung: Plattform für kontextsensitive, intelligente und vorausschauende Smart Living-Services. September 2019.
- Meyer, S.; Häussler, V.; Oelschläger, G. (Sibis): Akzeptanz von KI in der Wohnumgebung. Befragungsergebnisse aus 11 Fokusgruppen mit Mieter:innen. Berlin, 2021.
- Meyer, S. (Sibis): Gesichtserkennung zum Öffnen von Türen - Nutzertests und Nutzerbefragung von 10 Mieter:innen in Future Living® Berlin. Januar 2023.
- Meyer, S.; Fricke, C.; Oelschläger, G. (Sibis): Akzeptanzuntersuchung eines Drohnen-Einsatzes in Future Living® Berlin. Februar 2023. https://foresight-plattform.de/wp-content/uploads/2023/03/ForeSight-Akzeptanzstudie_Drohnenflug.pdf
- Weber, J. (Bosch): Design of an Interaction Concept for Assisted Cooking in Smart Kitchens. Masterarbeit, Universität Siegen, 2022. https://www.wineme.uni-siegen.de/wp-content/uploads/2022/04/MasterThesis_WeberJohanna.pdf

Teilprojekt 7:

Im Rahmen des Projektes sind im TP7 eine Vielzahl von öffentlichkeitswirksamen Publikationen, Präsentationen, Demonstratoren und (Presse-) Berichten entstanden. Diese werden im Folgenden gruppiert nach Kategorie aufgelistet.

Wissenschaftliche Publikationen (Konferenz- & Journalbeiträge):

- Kortum H., Gravemeier L.S., Zarvic N., Feld T., Thomas O. (2020) Engineering of Data-Driven Service Systems for Smart Living: Application and Challenges. In: Lalic B., Majstorovic V., Marjanovic U., von Cieminski G., Romero D. (eds) Advances in Production Management Systems. Towards Smart and Digital Manufacturing. APMS 2020. IFIP Advances in Information and Communication Technology, vol 592. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-57997-5_34
- Kortum H., Leimkühler M., Hagen S., Thomas O. (2021) Hybride Wertschöpfung in der Domäne Smart Living: Einsatz von Graphdatenbanken zur Modellierung von PSS in komplexen Daten-ökosystemen. In: Thomas O. (Hrsg) Hybride Wertschöpfung in der digitalen Transformation (*In Veröffentlichung*)
- Rebstadt, J., Kortum, H., Hagen, S. & Thomas, O. (2021). Towards a transparency-oriented and integrating Service Registry for the Smart Living Ecosystem. In: INFORMATIK 2021. Gesellschaft für Informatik, Bonn. (S. 1425-1438). <https://10.18420/informatik2021-118>
- Kortum, H., Rebstadt, J., Hagen, S., Thomas, O. (2022) Integrating Data and Service Lifecycle for Smart Service Systems Engineering: Compilation of a Lifecycle Model for the Data Ecosystem of Smart Living. In: 56. Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS 2022) <https://doi.org/10.24251/HICSS.2022.254>
- Kortum, H., Fukas, P., Rebstadt, J., Eleks, M., Nobakht Galehpardsari, M., and Thomas, O. (2022) Proposing a Roadmap for Designing Non-Discriminatory ML Services: Preliminary Results from a Design Science Research Project". In: Wirtschaftsinformatik 2022 Proceedings. https://aisel.aisnet.org/wi2022/human_rights/human_rights/3
- Rebstadt, J., Kortum, H., Gravemeier, L.S., Eberhardt, B., Thomas, O. (2022) Non-Discrimination-by-Design: Handlungsempfehlungen für die Entwicklung von vertrauenswürdigen KI-Services. In: HMD 59, 495–511. <https://doi.org/10.1365/s40702-022-00847-y>
- Kortum, H., Kohl, T., Hubertus, D., Hinz, O. & Thomas, O. (2022) A Platform Framework for the Adoption and Operation of ML-based Smart Services in the Data Ecosystem of Smart Living. In: Demmler, D., Krupka, D. & Federrath, H. (Hrsg.), INFORMATIK 2022. Gesellschaft für Informatik, Bonn. (S. 361-377). https://doi.org/10.18420/inf2022_32
- Mihale-Wilson, C., Hagen, S., Kohl, T., Kortum, H., Illgen, F., Rebstadt, J., Thomas, O., Hinz, O. (2023) Introducing a methodological approach to determine value shares in Digital Ecosystems. In: Wirtschaftsinformatik 2023 (*in Begutachtung*)

Studien:

- Thomas, O., Hagen, S., et al. (2022) Smart Services - Mit datenbasierten, digitalen Dienstleistungen zu neuen Geschäftsmodellen. <https://www.dfki.de/web/news/smart-living-studie-veroeffentlicht-von-gadgets-hin-zu-ganzheitlichen-leistungsversprechen>

Präsentationen & Interviews:

- 2020: Radio-Interview von UNSERDING des Saarländischen Rundfunks zu Chancen von Smart Living
- 2020: Implementierung, Präsentation und Standbetreuung des Smart-Living-Demonstrators beim Digitalgipfel
- 2021: Mehrere Vorträge beim AI-Sommercampus
 - Interdisziplinäre Service-Angebote systematisch entwickeln: Erkenntnisse aus der Smart-Service-Studie
 - Berücksichtigung ethischer Faktoren bei der Entwicklung von KI-Services im Datenökosystem Smart Living
 - Transparenz von (KI-) Services im Kontext von Smart Living
- 2021: Gastvortrag in der Vorlesung „Service Engineering“ an der Universität Osnabrück zum praktischen Einsatz des Smart Service Engineering und entsprechender Industriebeispiele
- 2022: Eröffnung DFKI-Niedersachsen
- 2022: Beteiligung an der Vorstellung von ForeSight auf der IFA in Berlin
- 2022: Präsentation des Intelligenten Gebäudepförtners bei der Vernetzungsveranstaltung des BMWK für die Förderlinie
- 2022: Präsentation beim AI & Data Lunch der Begleitforschung zum Thema „Entwicklung von vertrauenswürdigen KI-Systemen für die Domäne Smart Living“
- 2023: ForeSight-Abschlussevent im Forum Digitale Technologien
 - Mehrere Präsentationen zum Data Catalog (<https://foresight-plattform.de/der-foresight-data-catalogue/>), der Service Registry (<https://foresight-plattform.de/die-service-registry-und-der-smart-service-analyzer/>) und Geschäftsmodellen in Smart Living (<https://foresight-plattform.de/datenoekosysteme-als-treiber-neuer-geschaeftsmodelle/>)
 - Aufbau & Vorführung des integrierten Demonstrators
- (Ausblick) Derzeit (Stand Mai 2023) werden Gespräche mit dem Forum Digitale Technologien geführt, den Demonstrator beim Demo Day vorzustellen und ggf. längerfristig im Forum auszustellen