

# Mit Plug&Play zur intelligenten Wohnumgebung: Ein Referenzmodell zum Einrichten und Verwalten einer Ambient Assisted Living Umgebung

Tom Zentek<sup>1</sup>, Asarnusch Rashid<sup>1</sup>, Peter Wolf<sup>1</sup>, Christophe Kunze<sup>2</sup>

<sup>1</sup>IPE Information Process Engineering

<sup>2</sup>ESS Embedded Systems an Sensors Engineering

FZI Forschungszentrum Informatik

Haid-und-New-Str. 10-14

76131 Karlsruhe

zentek@fzi.de

rashid@fzi.de

wolf@fzi.de

kunze@fzi.de

**Abstract:** Im Zuge der Alterung der Gesellschaft und des medizinischen Fortschritts stellt sich zukünftig die Herausforderung, älteren Menschen ein selbstständiges Leben zu bieten. Neben gesellschaftlich-sozialen, psychologischen, ökonomischen und medizinischen Ansätzen werden unter dem Sammelbegriff Ambient Assisted Living sozio-technische Ansätze diskutiert, um älteren Menschen bei Alltagstätigkeiten Unterstützung zu bieten. In zahlreichen F&E-Projekten werden Technologien entwickelt, deren Potentiale in ersten Tests evaluiert werden. Für eine erfolgreiche Markteinführung fehlt es allerdings bislang an Konzepten zur Installation und Wartung von AAL-Umgebungen. Dieser Artikel widmet sich dieser Fragestellung und erstellt dafür ein erstes Referenzmodell.

## 1 Einleitung

Im Zuge der zunehmenden Alterung der Gesellschaft und des medizinischen Fortschritts stellt sich in Zukunft die Herausforderung, älteren Menschen ein selbstständiges Leben zu bieten. Neben gesellschaftlich-sozialen, psychologischen, ökonomischen und medizinischen Ansätzen werden in den letzten Jahren unter dem Sammelbegriff Ambient Assisted Living (AAL) sozio-technische Ansätze diskutiert. Ziel dieser Assistenzsysteme ist es, den betreuten Menschen sowie pflegenden Angehörigen und das Pflegepersonal bei alltäglichen Handlungen bestmöglich zu unterstützen. Eine ausführliche Liste sinnvoller Einsatzszenarien von Assistenzsystemen wird im VDE Positionspapier zu AAL [Vd09a] aufgeführt. Bis auf wenige Ausnahmen (z.B. Hausnotrufsysteme, Sicherheitssysteme) befinden sich diese Systeme oft noch in einem prototypischen Stadium. Ihre Entwicklung wird in den meisten Fällen von Universitäten und Forschungsinstituten in F&E-Projekten vorangetrieben. Auch Unternehmen sind an diesem Vorhaben beteiligt und bieten erste Produkte in Form von technischen Geräten und Dienstleistungen an. Im Vordergrund der Arbeiten stehen die Entwicklung und Evaluation neuerer und besserer Unterstützungssysteme.

Eine wichtige technologische Komponente stellt dabei die Vernetzung der Sensoren und Aktoren in der häuslichen Umgebung dar. Beispielsweise kann eine Türsicherung mit den Elektronikgeräten der Küche vernetzt werden, um den Bewohner beim Verlassen der Wohnung an die noch eingeschaltete Herdplatte zu erinnern. Aktuell werden in mehreren Forschungsprojekten (u.a. SOPRANO [Sc09], AMIGO, PERSONA) integrierte Umgebungen entwickelt, um mehrere AAL-Lösungen in einer AAL-Umgebung gleichzeitig zu betreiben und eine generische Komponente zur Vernetzung von Geräten und Diensten zu entwickeln. Im Fokus der Forschung steht eine dienstorientierte Basisinfrastruktur, die um Dienste zur Ansteuerung von Sensoren und Aktoren flexibel erweitert werden kann. Die Basisinfrastruktur bietet Möglichkeiten zum An- und Abmelden von Diensten. Über die Dienste wird auf die Hardware der AAL-Umgebung zugegriffen. Die zentrale Komponente der Basisinfrastruktur ist eine wissensbasierte Middleware, die einen Austausch zwischen den Diensten ermöglichen soll. Teile der Konfiguration der AAL-Umgebung werden von der Middleware übernommen. Damit kann das Verhalten des Gesamtsystems oder von Teilsystemen beeinflusst werden. Ferner findet die Konfiguration auch an unterschiedlichen Stellen in den Diensten und auf der Hardware statt, weil viele Geräte nicht die Möglichkeit für eine zentrale Einstellung über die Middleware bieten bzw. eine zentrale Konfiguration aus technischen Gründen nicht möglich ist. Zur Beschreibung der Funktionalität einer AAL-Umgebung wird die etablierte Methode der Anwendungsfälle (vgl. [Ba08], [LMS09]) eingesetzt. Diese beschreiben eine Situation, ihre Vor- und Nachbedingungen, alle in ihm handelnden Akteure und das Systemverhalten mit allen möglichen Ausnahmen und Alternativen.

Allerdings stellt die Einrichtung und Verwaltung einer solchen AAL-Umgebung einen bisher sehr aufwendigen und für Nicht-Techniker kaum durchführbaren Prozess dar. Von einer Plug&Play Lösung ist man bislang weit entfernt. Möchte man darüber hinaus mehrere AAL-Lösungen miteinander kombinieren, bedarf es aufwendiger Programmierungen, um die Produkte miteinander zu vernetzen. Bisherige Projekte haben sich auf andere Themengebiete wie z.B. Situations- und Kontextabhängigkeit von Diensten und Prozessen und die Umsetzung von AAL-Szenarien konzentriert. Die Einrichtung und Verwaltung einer solchen Umgebung stand bisher nicht im Fokus der Arbeiten, was sich an den Anforderungsanalysen aktueller Forschungsprojekte erkennen lässt (vgl. [SM08], [So07]).

Um diesem Aspekt der AAL-Entwicklung Rechnung zu tragen, stellt dieser Beitrag ein Referenzmodell für die Planung, Installation, Konfiguration und Wartung von AAL-Umgebungen zur Diskussion. Die Entwicklung des Referenzmodells folgt der Methode der nutzungsorientierten Referenzmodellierung nach [Th06]. In diesem Sinne soll das in dieser Arbeit entwickelte Referenzmodell die Konstruktion von neuen Informationsmodellen unterstützen, indem man Instanzen des Referenzmodells erstellt. Jede Instanz wird verfeinert und erweitert. Dabei wird auf die Erfahrungen aus dem SOPRANO-Projekt zurückgegriffen und zu einer generellen Lösungsarchitektur hingearbeitet.

Zu Beginn wird ein gemeinsames Verständnis über den Aufbau von AAL-Umgebungen erarbeitet. Anschließend werden darauf aufbauend Anforderungen an den Einrichtungs- und Verwaltungsprozess abgeleitet, welche die Grundlage für die folgende Konzeption des Referenzmodells bilden. Anschließend wird das Referenzmodell mittels eines theoretischen „Proof-of-Concept“ getestet und diskutiert. Zum Schluss wird ein Ausblick auf zukünftig mögliche und nötige Schritte gegeben.

## 2 Aufbau von AAL-Umgebungen

Um ein Referenzmodell für das Einrichten und Verwalten einer AAL-Umgebung zu erstellen, ist ein gemeinsames Verständnis über deren Struktur notwendig. Der typische Aufbau einer AAL-Umgebung gliedert sich nach [Ku08] in die Prozessebene, die Dienstebene, die Infrastruktur, und die Hardwareebene (vgl. Abbildung 1).

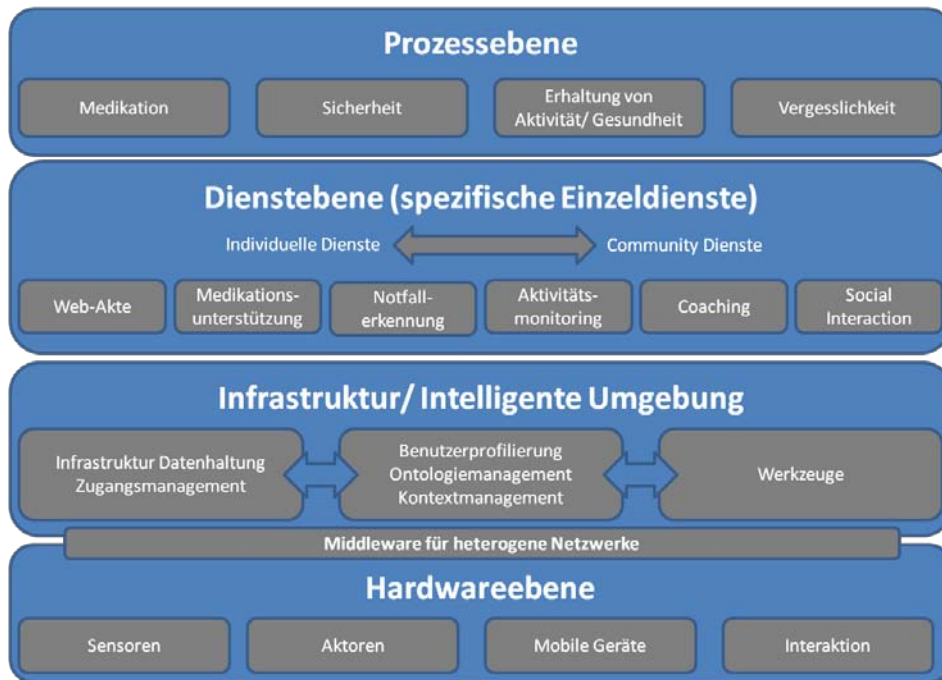


Abbildung 1: Struktur einer AAL-Umgebung (modifiziert nach [Ku08])

Die **Prozessebene** stellt die Anwendungsfälle für die verschiedenen Akteure zur Verfügung. Diese Anwendungsfälle lassen sich in vier Hauptgruppen teilen. Medikation umfasst beispielsweise Erinnerungsfunktionen zur Medikamenteneinnahme oder für den Arztbesuch. Sicherheit bedeutet zum einen die Sicherung der Wohnung gegen Fremde und zum anderen auch die Eigensicherheit (z.B. Stürze). Eine weitere Gruppe der Anwendungsfälle dient der Erhaltung von Gesundheit und Aktivität. Auch der Vergesslichkeit soll entgegengewirkt werden. Ein Beispiel hierfür ist das Erinnern an angeschaltete Elektrogeräte beim Verlassen der Wohnung.

Auf **Dienstebene** werden zwei verschiedenen Ausrichtungen von Diensten für die zu betreuende Person zur Verfügung gestellt. Individuelle Dienste sind auf eine Person zugeschnitten und unterstützen diese bei ihren Bedürfnissen. Die Community Dienste bieten den Beteiligten Möglichkeiten zum sozialen Austausch mit anderen Menschen. Hierbei kann es sich um Verwandte handeln, mit denen die Person im E-Mail Kontakt steht, oder andere betreute Personen mit denen sie sich austauschen möchte. Auch Kontakte zum Pflegepersonal oder einem Arzt sind denkbar. Mischformen beider Dienstarten gibt es beispielsweise bei der Notfallerkennung. Zusätzlich haben Krankenkassen, Verbände oder andere Interessengruppen Einfluss auf die Dienstebene. Sie können direkt Dienste für die zu betreuenden Personen anbieten oder vorhandene Dienste unterstützen. Eine Krankenkasse könnte beispielsweise eine elektronische Patientenakte oder Bonusprogramme für eine gesunde Lebensweise anbieten.

Die Ebene der **Infrastruktur und intelligenten Umgebung** ist als dienstbasierte Architektur ausgerichtet, um Funktionen für die darüber liegende Dienstebene zu implementieren. Sie beinhaltet Funktionen zur Verwaltung der Infrastruktur, der Datenhaltung und dem Zugangsmanagement. Eine Abbildung der Situation der Beteiligten und des Informationsmodells der AAL-Umgebung wird über das Ontologie- und Kontextmanagement sowie die Nutzerprofile abgebildet. Diese können später durch geeignete Werkzeuge im System weiter bearbeiten werden. Zusätzlich können weitere webbasierte Dienste über offene Schnittstellen integriert werden.

Zur logischen Trennung von Diensten und Hardware wird der Übergang zur darunterliegenden Hardwareebene über eine **Middleware für heterogene Netzwerke** gelöst. Dies hat den Vorteil, dass Dienste von der **Hardwareebene** abgekoppelt werden und Dienste und Hardware unabhängig voneinander aufgesetzt werden können. Zudem können sich mehrere Dienste die gleiche Hardware teilen oder es entstehen neue Dienste durch die Fusion von mehreren Hardwarequellen. Zur Gruppe der Hardware gehören u.a. Sensoren, Aktoren, Mobile Geräte und Interaktionssysteme (z.B. Bildschirme).

Grundsätzlich bestehen AAL-Umgebungen aus Diensten und Hardware, die über eine Middleware bzw. eine zentrale Intelligenz in ein Gesamtsystem zusammengeführt werden. Dabei kann das Verhalten des Systems in den Diensten, in der Middleware oder in der Hardware hinterlegt sein.

### **3 Prozess zur Einrichtung und Verwaltung**

Zur Nutzung von AAL-Umgebungen in realen Anwendungen bedarf es eines einfachen Prozesses zur individuellen und flexiblen Gestaltung und Aufbau der Umgebung [Vd09b]. Dieser Prozess beginnt mit der Analyse der Bedürfnisse der Wünsche und Vorstellungen der unterstützten Person sowie weiterer Anwender. Diese werden im Planen zusammengefasst. Danach folgt die Simulationen der Machbarkeit im Testschritt. Die Installation und Integration des Systems sowie die spezifischen Anpassungen durch den Parametrisierung- und Personalisierungsprozess sind die nächsten Schritte. Diese Prozesskette endet mit der Überwachung des Systems für notwendige Wartungsaufgaben.

Die wichtigsten beteiligten Personengruppen sind die unterstützte Person selbst, welche in der AAL-Umgebung wohnt, die Freunde und Verwandte dieser Person, die z.B. über Notfälle informiert werden, die Ärzte, der Rettungsdienst, der Pflegedienst und die Telemedizin-Dienstleister.

**Planen:** Vor der Installation einer AAL-Umgebung stellt sich die Frage, welche Funktionen bzw. Anwendungsfälle im System enthalten sein sollen und wie diese in der natürlichen Umgebung der Beteiligten installiert werden können. Zu klären sind u.a. welche Hardware und Dienste notwendig sind, wo die Hardware in der Wohnung positioniert werden soll und mit welchen Kosten zu rechnen ist.

**Testen:** Bevor eine AAL-Umgebung in Betrieb geht, ist das Verhalten der einzelnen Teilsysteme und des Gesamtsystems durch eine Simulation zu testen. Hierbei soll sichergestellt werden, dass alle Wünsche an das System, durch das zur Verfügung stellen von Basisdiensten, erfüllt werden. Die Ableitung von Anforderungen an die Umgebung soll helfen das Systemverhalten besser zu simulieren und Fehler zu finden. Durch eine frühe Fehlererkennung können Kosten für Umbaumaßnahmen und Gefahren aufgrund technischer Probleme vermieden werden.

**Installieren:** In diesem Schritt wird die Planung umgesetzt. Das bedeutet die Installation der Hardware und das Einrichten der Middleware sowie der gesamten Infrastruktur. Danach werden die Dienste installiert, welche gebraucht werden, um auf Prozessebene Anwendungsfälle zu realisieren. Auch die Anwendungsfälle müssen erst im System installiert werden. Die Installation von Diensten und Anwendungsfällen kann zum großen Teil durch das Wissen der Planungs- und Testschritte automatisiert werden.

**Integrieren:** Es soll möglich sein, Systeme mehrerer Hersteller zu integrieren, um alle Bereiche des Lebens abdecken zu können. Manche Teile des Systems, wie die Middleware müssen immer konfiguriert werden. Andere vor allem Sensoren und Aktoren aber auch damit verbundene Dienste, tauchen nur bei bestimmten Anwendungsfällen auf. Außerdem ist es sinnvoll zwischen einfacher und komplexer Integration zu unterscheiden. Einen neuen Anwendungsfall zu integrieren ist dabei wesentlich umfangreicher als einfach einen neuen Sensor mit einem neuen Dienst zur Verfügung zu stellen. Dabei reichen offen zugängliche Programmierschnittstellen nicht aus, da für die Installation einer AAL-Umgebung Programmierkenntnisse nicht vorausgesetzt werden sollten und eine aufwendige Individualprogrammierung für den Normalbürger nicht finanzierbar wäre.

**Parametrisieren:** Nach der Geräteintegration bedürfen viele Geräte noch eine Einstellung ihrer Konfiguration auf allen Ebenen des Referenzmodells. So ist beispielsweise eine Uhr vor der ersten Benutzung zu stellen, der E-Mail Empfang auf einem Handy zu aktivieren oder die Darstellungsoptionen einer grafischen Anzeige einzurichten. Darüber hinaus existieren globale Einstellungen, die für alle Teilsysteme gleichzeitig gelten und deren Übereinstimmung wichtig für einen reibungslosen Betrieb wären. Beispielsweise wäre es für bestimmte zeitgesteuerte Funktionen hilfreich, wenn die Uhrzeit in allen Teilsystemen gleich geschaltet ist. Außerdem sollte die AAL-Umgebung auf unterschiedliche Rahmenbedingungen angepasst werden können.

**Personalisieren:** Ist eine AAL-Umgebung installiert und eingerichtet, sollte vom betreuten Bewohner selbst oder von anderen Akteuren des Systems bestimmte Einstellungen vorgenommen werden können, um die Umgebung an seine aktuellen Bedürfnisse und Rahmenbedingungen anzupassen [GM02]. Beispielsweise könnte sich Besuch ankündigen, so dass sich die AAL-Umgebung auf mehrere unterschiedliche Personen einstellen muss. Ein anderes Beispiel wäre, dass die Medikation des Bewohners umgestellt wird und die Erinnerungsfunktion zur Medikation angepasst werden muss. Dies geschieht zum großen Teil auf der Prozessebene. Aber auch auf der Hardwareebene sind Personalisierungen möglich.

**Warten:** Dieser Bereich erfüllt alle Aufgaben, die im Betrieb anfallen, um das System weiterhin fehlerfrei funktionieren zu lassen. Dies beginnt auf Hardwareebene beim einfachen Wechseln von Verbrauchsgütern wie Batterien, bis hin zum kompletten Austausch von veralteten bzw. fehlerhaften Komponenten. Weiter sollen Updates der Teilsysteme möglich sein, so dass sich Middleware und Prozessebene warten lassen.

Die Betrachtung des Prozesses für die Einführung und den Betrieb einer AAL-Umgebung lässt somit den Schluss zu, dass die Konfiguration allein in den einzelnen Diensten nicht ausreichen wird und die bisherigen Ansätze zu kurz greifen. Hinzu kommt, dass die Komplexität dieses Prozesses drastisch mit der steigenden Anzahl von Teilsystemen und der Zunahme der Vernetzung wachsen wird.

#### **4 Konzeption eines Referenzmodells**

Einfache Werkzeuge zur Planung, Installation, Konfiguration und Wartung sind dringend erforderlich, um dem Anwender die Möglichkeit zu geben, eine AAL-Umgebung nach dem „Plug&Play“ Prinzip aufzubauen. Mit einem Referenzmodell soll im Folgenden ein Konzept erarbeitet werden, das für die weiteren Entwicklungen von AAL-Umgebungen zugrunde gelegt werden kann. Dabei ist in jeder Phase des Referenzmodells sicherzustellen, dass Flexibilität der Dienst-Infrastruktur und die Personalisierbarkeit der Dienste gewährleistet wird.

Das Referenzmodell gliedert sich in den Prozess, den Phasen und den Komponenten zur Einrichtung und Verwaltung einer AAL-Umgebung. Ausgehend von dem beschriebenen Prozess aus dem vorherigen Kapitel lassen sich die Phasen „Planung“, „Installation“, „Konfiguration“ und „Wartung“ ableiten. Die Komponenten dienen der Verwaltung der Anwendungsfälle, der Benutzer, der Dienste, der Wartung, der Geräte und der Räume. Den Zusammenhang der Bestandteile gibt Abbildung 2 wieder.

In der **Benutzerverwaltung** können alle Beteiligten der AAL-Umgebung verwaltet werden. Sie besitzt die Komponente Benutzer, welche die jeweiligen Beteiligten (z.B. betreuende Person, Verwandte usw.) beschreibt. Der Benutzer wird dann über seine Profil- und Statuskomponente näher beschrieben (z.B. Erreichbarkeit durch die zu betreuende Person usw.). Weiterhin besitzt jede Person verschiedene Rechte in dem System, um die Datensicherheit zu wahren. Ein AAL-System besitzt viele sensible Daten seiner Nutzer. Die letzte Komponente der Benutzerverwaltung beschreibt die Rolle der Person in dem AAL-System; ist sie z.B. ein Arzt oder ein naher Verwandter. Bei der Entwicklung konkreter Modelle aus dem Referenzmodell, kann die Rolle des Benutzers sich zwischen verschiedenen Anwendungsfällen ändern.

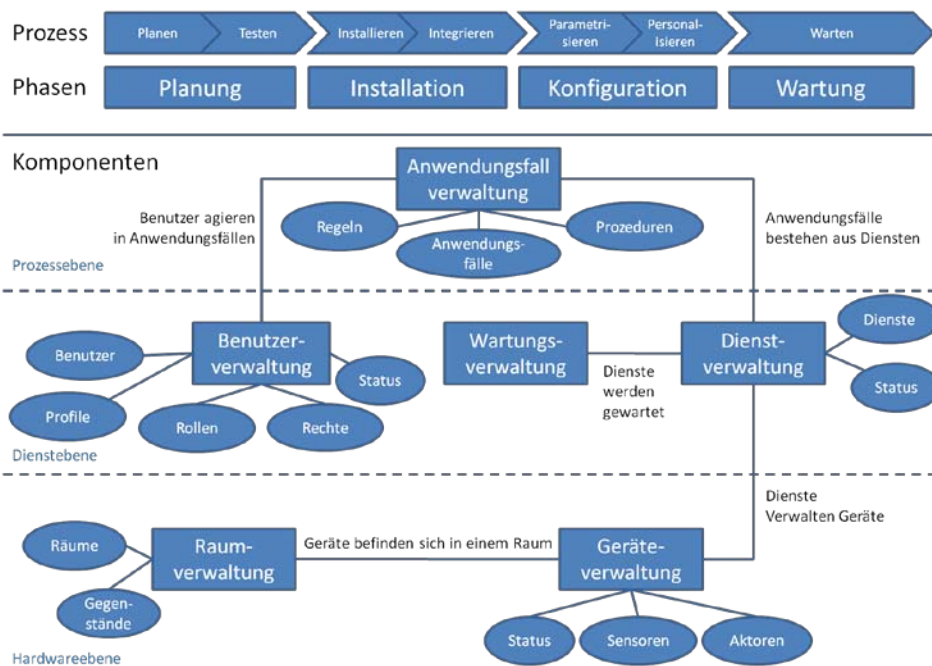


Abbildung 2: Referenzmodell zum Einrichten und Verwalten von AAL-Umgebungen

Ein Benutzer agiert immer in mindestens einem Anwendungsfall. Diese werden durch die **Anwendungsfallverwaltung** organisiert. Hierzu gehört auch eine Darstellung aller möglichen Anwendungsfälle der AAL-Umgebung sowie das Anlegen und Verwalten davon. Jeder Anwendungsfall besitzt eine Komponente Prozeduren, welche den Ablauf des Falls genauer beschreibt. Zum einen gehören hierzu technische Informationen wie die notwendigen Dienste und zum anderen allgemeine Ablaufbeschreibungen für den Benutzer. Weiterhin gibt es eine Regelkomponente, die einfache Zusammenhänge in dem Anwendungsfall definiert. Auch eine geeignete Beschreibungsnotation für die Übertragung auf Middlwaredienste und die Hardware ist an dieser Stelle notwendig. Durch die Beschreibung in der Anwendungsfallkomponente ist klar, aus welchen Diensten der Anwendungsfall besteht.

Die **Dienstverwaltung** stellt eine Auswahl von im System verfügbaren Diensten bereit und kann sie anlegen sowie verwalten. Aus dieser Gruppe kann ein Anwendungsfall den besten Dienst auswählen. Es gibt eine Dienstkomponente, um die einzelnen Dienste zu beschreiben, und zusätzlich eine Statuskomponente, die über den Zustand des Diensts informiert.

Diese Dienste werden gewartet. So kann man von der **Wartungsverwaltung** informiert werden, ob ein Verbrauchsgegenstand oder ein veraltetes Gerät ausgetauscht werden muss. Der Wartungsmanager kann auch über einen schwereren Defekt in einem Dienst und dem dahinterliegenden Gerät informiert werden.

Weiterhin kann ein Dienst auch mehrere Geräte verwalten. Hierzu ist eine **Geräteverwaltung** notwendig. Hier werden Geräte in zwei Komponenten unterteilt, den Sensoren und den Aktoren. Auf beiden werden verschiedene Dienste aufgebaut. Weiterhin gibt es eine Übersicht zu allen sich im System befindenden Geräten. Jedes hat hierbei eine Statuskomponente, um beispielsweise seine Benutzbarkeit anzuzeigen.

Ein Gerät wiederum befindet sich in einem Raum. Eine **Raumverwaltung** lässt einzelne Räume anlegen und verwalten. Auch eine Aufstellung aller bereits erstellten Räume ist möglich. Zu jedem Raum gibt es eine Komponente Gegenstände. Mit ihr kann der Rauminhalt weiter beschrieben werden. So können Möbel oder Pflanzen dem Raum hinzugefügt werden.

## 5 Proof-of-Concept am Beispiel eines Erinnerungsszenarios

In diesem Kapitel wird aufgezeigt wie das angedachte Referenzmodell zur Umsetzung eines Anwendungsfalls im Rahmen des FZI Living Labs konkretisiert wird. Das FZI Living Lab ist ein innovatives AAL-Forschungslabor (Abbildung 3), das im Frühjahr 2009 eröffnet wurde. Insbesondere soll es dazu dienen, AAL-Marktteilnehmer (z.B. potenzielle Nutzer, deren Angehörige, Pflegedienste) möglichst früh in die aktuelle Forschung einzubinden, um so ein Forschen unter realistischen Anwendungsbedingungen zu ermöglichen.

Als technische Basis dient die im Projekt SOPRANO entwickelte SOPRANO Ambient Middleware (SAM). Bei SAM handelt es sich um ein dienstorientiertes Middleware-Framework auf Basis von OSGi. Dabei wird die OSGi-Middleware um drei zusätzliche Komponenten ergänzt (siehe Abbildung 4). Der Procedural Manger (PM) kann dabei domänenspezifische Prozesse verwalten, welche das Systemverhalten zur Laufzeit festlegen. Der Composer führt eben diese Prozesse mit Hilfe einer kontextabhängigen Dienstkomposition aus. Kontextinformationen, die vom Composer und anderen Diensten abgefragt werden können, werden durch den Context Manager (CM) bereitgestellt.



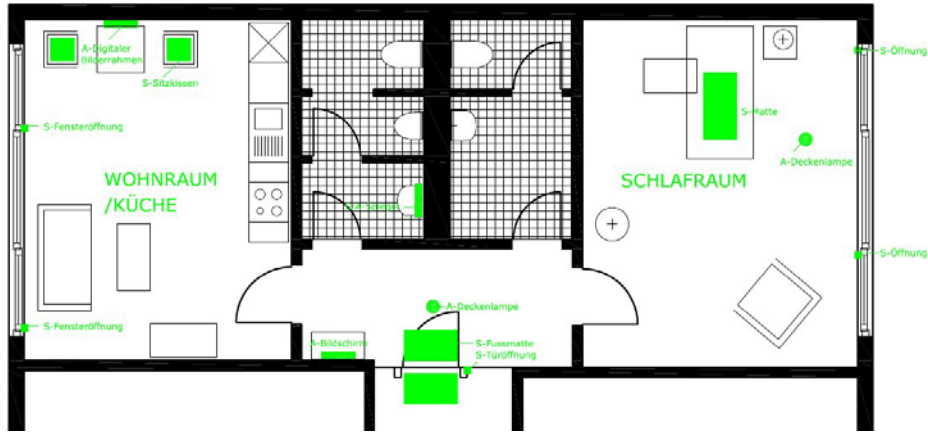


Abbildung 3: Aktueller Aufbau des FZI Living Labs

Der CM unterzieht die Kontextinformationen dabei einer Anwendungsfall- und Domänen-abhängigen Vorverarbeitung. Kontextinformationen sind dabei als Teil einer Domänenontologie modelliert. Die Domänenontologie erfasst alle für SAM relevanten Informationen. Auf Toplevel-Ebene beschreibt sie Eigenschaften von Personen, Orten und Gegenständen.

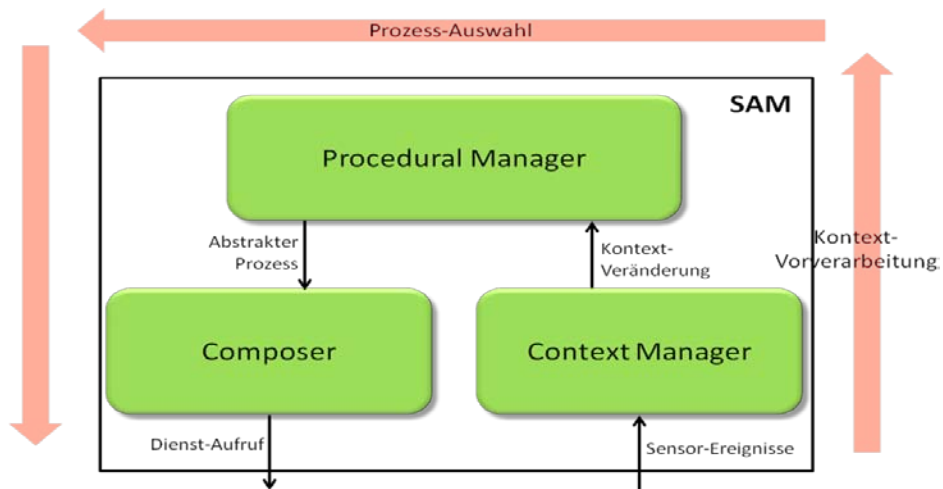


Abbildung 4: Stark vereinfachte SAM-Architektur

Bisher sind im FZI Living Lab vier Anwendungsfälle im SAM-Framework umgesetzt worden. Eine Installation musste bisher manuell ohne die Unterstützung eines Konfigurationstools geschehen. Auf Grundlage der dabei gemachten Erfahrungen wurde das obige Referenzmodell entwickelt und verfeinert. In den folgenden Kapiteln wird nun die prototypische Umsetzung eines Erinnerungsszenarios mit Hilfe des Referenzmodells beschrieben. Dabei zeigt sich, wie sich aus dem Referenzmodell alle systemrelevanten Modelle ableiten lassen. Erkenntnisse, die durch Integration dieses und weiterer Anwendungsszenarien in das FZI Living Lab erlangt werden, werden zur weiteren Verbesserung des Referenzmodells herangezogen. Die Gesamtevaluierung erfolgt im Rahmen laufender AAL-Forschungsprojekte (u.a. SOPRANO, VitaBIT [Ro08], AMICA [Gr09]) und mit industriellen Projektpartnern.

## 5.2 Referenzmodell-Komponenten in SAM

Anhand von SAM lässt sich eine prototypische Konkretisierung des Referenz-Komponenten-Modells aufzeigen. Die einzelnen Referenzmodellkomponenten werden dabei durch konkrete SAM-Modelle, -Komponenten und -Unterstützungstools veranschaulicht.

**Anwendungsfallverwaltung:** In der Anwendungsfallverwaltung sollen die Anwendungsfälle formal spezifiziert und festgehalten werden. Ihre Modellierung hat wesentlichen Einfluss auf das Systemverhalten zur Laufzeit. In SAM übernimmt diese Rolle der Procedural Manager. Dort können anwendungsfallspezifische Prozesse im Formalismus der Business Process Execution Language (BPEL) festgehalten werden. BPEL ähnelt dabei einer auf XML basierenden Programmiersprache in der auch komplexe Abläufe definiert werden können. Neben programmiersprachentypischen Kontrollflusselementen, wie Bedingungen, Iterationen und Schleifen, gibt es auch die Möglichkeit, Dienste aufzurufen. Mit Hilfe von SOPRANO-BPEL-Erweiterungen lassen sich statt der Dienstaufrufe, Dienstanforderungen in einer semantischen Dienstbeschreibungssprache aufstellen. Diese basiert in SAM formal auf der Diane Service Description [DSD09]. Beschreibende Termini werden dabei der Domänen-Ontologie entnommen. Diese formale Spezifikation von Prozess und Dienstaufrufen ermöglicht eine vollautomatische Ausführung der Prozesse zur Laufzeit.

**Benutzerverwaltung:** Die Benutzerverwaltung ist in SAM ein Teil des Context Managers. Die oben erwähnte Domänenontologie erfasst dabei auch ein AAL-Rollen-Modell. Ist eine Rolle instanziiert, lassen sich Kontaktdaten, Präferenzen, Rechte usw. zuweisen. Um die Benutzerverwaltung zu vereinfachen wird zurzeit ein Profil-Editor innerhalb des SOPRANO-Projektes implementiert. Mit einer grafischen Benutzeroberfläche lassen sich so einfach Rollen instanziiieren und Profile anlegen. Auf die angelegten Profile kann durch die Context Manager über Schnittstellen zugegriffen werden. Informationen über anwendungsfallrelevante Präferenzen und Anforderungen, die im Profil gespeichert sind, können von Diensten abgefragt werden. Diese können ihre Funktionalitäten auf die Person maßschneidern.

**Dienstverwaltung:** Dienste werden in SAM mit Hilfe von DSD semantisch formal beschrieben. Dies ermöglicht es vollautomatischen Matcherkomponenten zur Laufzeit Dienstanforderungen und Dienste zu vergleichen, zur Anforderung passende Dienste auszuwählen und für die Ausführung zur Verfügung zu stellen. Dienste können somit auch unabhängig und eigenständig in das System eingebracht werden, da Dienstanfrage und Dienst erst zur Laufzeit verbunden werden. Als eigentliche Verwaltungseinheit dient dann die OSGi-Service-Registry. In dieser von OSGi bereitgestellten Komponente können sich alle Dienste mit ihrer semantischen Dienstbeschreibung registrieren und sind für alle anderen dort auch abfragbar.

**Geräteverwaltung:** Innerhalb von SAM werden Dienste in Aktoren und Sensoren unterteilt. Unter Sensoren verstehen wir Dienste die Kontextinformationen liefern, unter Aktoren, Dienste, die Eigenschaften im Kontext der zu betreuenden Person verändern. Der Kontextbegriff bezieht sich dabei auf die in der Domänenontologie beschriebenen Kontexteigenschaften. Dabei kann ein konkreter Dienst natürlich die Funktionalitäten von mehreren Sensoren und Aktoren erfüllen. Sämtliche aktuellen Zustände von Aktoren und Sensoren werden in der Context Manager Datenbank gespeichert und lassen sich dort abfragen.

**Raumverwaltung:** Innerhalb von SAM ist ein einfaches Raummodell ein Teil der Domänen-Ontologie. Mit Hilfe eines Umgebungseditors, der sich derzeit in der Entwicklung befinden, lassen sich dann Räume aus dem Domänen-Modell instanziierten und verbinden. Geräte, Möbel und Raumelemente wie Türen und Fenster können im Anschluss auch instanziiert und Räumen oder Teilräumen zugeordnet werden.

**Wartungsverwaltung:** Das Wartungsmanagement wurde bis jetzt in SAM noch nicht implementiert. Geplant ist hier eine Umsetzung mit Hilfe der von OSGi zur Verfügung gestellten Managementwerkzeuge.

### 5.3 Das Erinnerungsszenario

Prinzipiell geht es in AAL-spezifischen Erinnerungsszenarien darum Gedächtnisschwächen durch Systemunterstützung auszugleichen. In unserem speziellen Szenario soll die zu betreuende Person beim Verlassen der Wohnung an noch eingeschaltete Geräte und offene Fenster erinnert werden. Dazu befindet sich ein Touchscreen im Bereich der Haustüre, auf dem die Erinnerungen angezeigt werden können. Die erhaltenen Meldungen können dabei auf dem Touchscreen direkt bestätigt werden. Im Folgenden wird die Konfiguration von SAM anhand der Referenzmodellphasen beschrieben.

**Planungsphase:** In der Planungsphase werden die Bedürfnisse der zu betreuenden Person analysiert. Aufgrund dieser Analyse werden geeignete Anwendungsfälle ausgewählt. In unserem konkreten Fall deutet die Analyse auf beginnende Gedächtnisprobleme hin, in deren Verlauf schon öfter vergessen wurde den Herd beim Verlassen der Wohnung auszuschalten. Aus diesem Grund wird das Erinnerungsszenario als Anwendungsfall ausgewählt.

In SAM werden Anwendungsfälle direkt durch einen oder mehrere Prozesse dargestellt. Ein Prozess korrespondiert dabei mit einer definierten Möglichkeit, diesen Anwendungsfall auszuführen, auch Anwendungsfall-Paket genannt. In unserem Fall entscheidet sich der Nutzer für das Luxus-Paket. Hier erfolgt die Benachrichtigung über ein Touchscreen-Display an der Tür. Desweiteren verlangt der Anwendungsfall die Möglichkeit das Verlassen der Wohnung sowie den Status von Fenstern und elektrischen Geräten zu bestimmen. Hierfür stehen beispielsweise eine trittempfindliche Matte vor der Tür in Kombination mit einem Tür-Kontaktschalter und Stromverbrauchssensoren an der Steckdose zur Verfügung. Die benötigten Dienste ergeben sich direkt aus dem gewählten Anwendungsfall-Paket. Hier steht standardmäßig ein grafischer Erinnerungsdienst auf dem Touchscreen zur Verfügung. Wird die Erinnerungsmeldung beim Verlassen der Wohnung nicht bestätigt, definiert die Prozess-Beschreibung einen Ausnahmeprozess, in dessen Verlauf eine SMS an eine verantwortliche Person gesendet wird. Da dieser Anwendungsfall keine aufwändige Situation oder Aktivitätserkennung erfordert, kann die Testphase entfallen.

**Installationsphase:** In der Installationsphase werden Stromverbrauchssensoren, Tür- und Fensterkontakte, der Touchscreen, sowie die lokale Rechenstation in der Wohnung installiert. Im Anschluss werden die benötigten Dienste zusammen mit SAM und einer Vorkonfiguration auf dem lokalen Rechner installiert. Der OSGi-Bundle-Mechanismus ermöglicht hier eine einfache remote Installation durch starten der SAM-Bundles sowie des Anwendungsfall-Paket-Bundles.

**Konfigurationsphase:** In der Konfigurationsphase wird das System an die Gegebenheiten vor Ort angepasst. Da das SAM-System auf eine zentrale Gerätekonfiguration verzichtet, muss eine evtl. ortsabhängige Kalibrierung der Geräte durch Fachpersonal vorgenommen werden. Sind die Geräte und Gerätedienste entsprechen implementiert, kann dies durch das von OSGi zur Verfügung gestellte Configuration Management erfolgen. In der Personalisierungsphase wird das System an die persönlichen Anforderungen der Nutzer angepasst. Hierzu werden die Nutzerprofile der zu betreuenden Person sowie eines Familienmitglieds festgelegt. Neben den Kontaktdaten können hier auch Präferenzen gespeichert werden. Da die zu betreuende Person sich als leicht sehbehindert einstuft, kann hier z.B. ein Attribut gesetzt werden, das den Wunsch nach einer zusätzlichen Audio-Benachrichtigung beim Verlassen der Wohnung signalisiert. Dieses wird bei der automatischen Ausführung des Prozesses automatisch mit einbezogen und führt zum Abspielen einer zusätzlichen Audionachricht am Touchscreen. Auch die Timeouts für den Start des Ausnahmeprozesses sowie die zu sendende SMS werden in der Personalisierungsphase ausgewählt.

**Wartungsphase:** Wie bereits erwähnt, ist das Wartungsmanagement in SAM derzeit nicht implementiert. Prinzipiell ist eine Umsetzung über die Remote Management und Configuration Management Komponenten von OSGi denkbar. Über diese Werkzeuge könnten wartungsrelevante Eigenschaften der Geräte abgefragt werden. Im FZI Living Lab AAL sollten die Batterieanzeigen der funkbetriebenen Tür- und Fensterkontakte so überprüfbar sein. Ist dies umgesetzt, müssen nur schwere Aufgaben oder gravierende Funktionsstörungen von Experten behoben werden.

Das System kann auch später erweitert werden. Indem man z.B. einen Sensor an der Klingel integriert, kann man Informationen darüber gewinnen, ob der AP die Tür wirklich öffnet, um die Wohnung zu verlassen. Es müssen lediglich die drei Phasen Planung, Integration und Wartung für die Integration des neuen Sensors in die Systemkonfiguration erneut vollzogen werden.

## 6 Ausblick

Nach der Umsetzung des Referenzmodells in ein konkretes Modell am Beispiel vom FZI Living Lab AAL ist der nächste Schritt die Entwicklung eines Konfigurationstools. Dieses soll den Prozess hin zu einer AAL-Umgebung weiter vereinfachen und unterstützen. Dafür werden die in Kapitel 3 beschriebenen Komponenten in eine entsprechende grafische Oberfläche umgesetzt. Zusätzlich benötigt das Konfigurationstool viele weitere Werkzeuge, welche die Benutzung vereinfachen. Es muss die Möglichkeit bestehen, dass der Benutzer einfach Geräte, Sensoren und Anwendungsfälle aus Listen auswählt oder neue Funktionen leicht „zusammenklick“, um sie in die AAL-Umgebung einzubinden. Dies könnte in einem 3D-Modell oder 2D-Modell der Umgebung geschehen. Auch eine Umsetzung ganz ohne Modell mit einem geeigneten Editor ist denkbar. Über allen Komponenten sollte ein Assistent-Programm stehen, welches die Einrichtung der AAL-Umgebung Schritt für Schritt begleitet. Im FZI Living Lab soll dabei auch die Benutzbarkeit mit potenziellen Personengruppen erprobt werden.

## Literaturverzeichnis

[Gr09] Groß, N. et al.: AMICA – Optimierung des Versorgungs- und Behandlungsmanagements von COPD-Patienten. In: Workshop Mobile Informationstechnologie in der Medizin (MoCoMed) 2009 auf der GI Informatik 2009 Tagung, 2009.

[Ba08] Balfanz, D. et al.: Partizipative Entwicklung einer Middleware für AAL-Lösungen: Anforderungen und Konzept am Beispiel SOPRANO. In: GMS Med Inform Biom Epidemiol 4(3), 2008.

[GM02] Göker, A.; Myrhaug, H.I.: User Context and Personalisation, ECCBR Workshop on Case Based Reasoning and Personalisation, Aberdeen, 2002.

[Ku08] Kunze, C. et al. : Kontextsensitive Technologien und Intelligente Sensorik für Ambient-Assisted-Living-Anwendungen. In: 1. Deutscher Kongress Ambient Assisted Living (AAL 2008), VDE Verlag, 2008.

[LMS09] Lull, Felicitas; Müller, Sonja; Santi, Marco; Eine Lösung für Alle? Bedarfsorientierte Gestaltung von AAL-Komponenten am Beispiel eines Anwendungsfalls zur Gedächtnisunterstützung, VDE, 2009.

- [Ne09] Ambient Technology to support older people at home – NetCarity, Project-Website: <http://www.netcarity.org/Inclusion.10.0.html>, abgerufen am 20.06.2009.
- [Ro08] Rosales, B. et al.: Analyse und Spezifikation einer offenen Plattform für die ambulante Pflege unter Berücksichtigung aktueller Standardlösungen. In: *GMS Med Inform Biom Epidemiol* 4(3), 2008.
- [Sc09] Schmidt, A. et al.: SOPRANO Ambient Middleware: Eine offene, flexible und markt-orientierte semantische Dienstplattform für Ambient Assisted Living. In: 2. Deutscher Kongress Ambient Assisted Living, VDE Berlin, 2009
- [SM08] A. Sixsmith and S. Müller (2008): User requirements for Ambient Assisted Living: Results of the SOPRANO project. Paper prepared for the 6th International Conference of the International Society for Gerontology, Pisa 2008,
- [So07] SOPRANO Deliverable D1.1.2 Review State of the Art and Market Analysis. 2007.
- [Vd09a] VDE-Positionspapier: Intelligente Assistenz-Systeme - im Dienst für eine reife Gesellschaft, VDE Berlin, 2009.
- [Vd09b] VDI Richtlinie 3812 - Assistenzfunktionen zum Wohnen – Bedarfsermittlung für Elektroinstallation und Gebäudeautomation, VDI Berlin 2009.
- [Th06] Thomas, O.: Das Referenzmodellverständnis in der Wirtschaftsinformatik: Historie, Literaturanalyse und Begriffsexplikation. In: *IWi – Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik im Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz*, 187, 2006, S. 1–35.