

Beschreibungsmethodik für AAL-Integrationsprofile

Myriam Lipprandt¹, Ralph Welge², Marco Eichelberg¹, Elke Eichenberg³,
Heike Engelen³, Klaus Kabitzsch³, Murat Gök⁴, Björn-Helge Busch²,
Janina Laurila-Epe⁵, Stefan Heusinger⁵, Guido Moritz⁶, Andreas Hein¹

OFFIS □ Institut für Informatik¹
Escherweg 2, 26121 Oldenburg
[myriam.lipprandt|marco.eichelberg|andreas.hein]@offis.de

ENS □ Freies Institut für Technische Informatik²
Munstermannskamp 1 / e.novum, 21335 Lüneburg
[rw|bhb]@ens-fiti.de

Technische Universität Dresden³
Institut für Angewandte Informatik, Helmholtzstraße 10, 01069 Dresden
[heike.engelen|klaus.kabitzsch|elke.eichenberg]@tu-dresden.de

Universitätsmedizin Göttingen⁴
Robert-Koch-Str. 40, 37075 Göttingen
murat.goek@med.uni-goettingen.de

DKE Deutsche Kommission Elektrotechnik
Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE⁵
Stresemannallee 15, 60596 Frankfurt am Main
[janina.laurila-epe|stefan.heusinger]@vde.com

Universität Rostock⁶
Ulmenstraße 69, 18057 Rostock
guido.moritz@uni-rostock.de

Abstract: Altersgerechte Assistenzsysteme (AAL, Ambient Assisted Living) müssen sich flexibel an den Bedarf des Nutzers anpassen. Hierfür ist das Zusammenspiel von Komponenten verschiedener Domänen aus Medizintechnik, Hausautomation und Consumer-Elektronik unabdingbar. Dieses Zusammenspiel, auch Interoperabilität genannt, lässt sich durch □Integrationsprofile□erreichen, die sich in der IT im Gesundheitswesen seit Jahren bewährt haben. Dennoch sind die Anforderungen an AAL-Integrationsprofile weiter gefasst, da domänenübergreifende Komponenten und Standards zum Einsatz kommen. Daher wird in diesem Beitrag ein textuelles und grafisches Beschreibungsmittel mit definiertem Abstraktionsniveau beschrieben, das im RAALI-Projekt für die Beschreibung von AAL-Integrationsprofilen entwickelt wird. Darüber hinaus wird als Ausblick die vollautomatische Generierung von passenden Komponenten und Schnittstellen auf formaler Grundlage als logischer nächster Schritt erörtert.

1. Einleitung

Ein besonderes Merkmal von AAL-Systemen wird in der Fähigkeit liegen, mit den sich im Verlauf der Zeit verändernden Präferenzen und Bedarfen des Nutzers \square wachsen \square zu können. Diese lebensbegleitende Perspektive bedingt allerdings das Zusammenspiel von Komponenten, deren Markteinführungen möglicherweise weit auseinander liegen können. Die Förderung der Interoperabilität durch eine langfristig und umfassend angelegte Normung der Schnittstellen und Funktionalität von AAL-Komponenten ist daher eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Einführung von AAL-Systemen am Markt.

Ein erfolgversprechender Ansatz zur Realisierung interoperabler Systeme, der sich in den letzten 10 Jahren im Bereich der medizinischen IT bewährt hat, ist die Definition sogenannter anwendungsfällbasierter Integrationsprofile. Bekannte Anwendungsfälle aus dem Gesundheitswesen sind die Integrationsprofile der Initiative \square Integrating the Healthcare Enterprise \square [IHE11a, IHE11b] sowie die der Continua Health Alliance [Con12], wenn es um die Überwachung von Vitalparametern in der häuslichen Umgebung geht. Integrationsprofile beschreiben die relevanten Komponenten und Schnittstellen typischer Anwendungsfälle mit Hilfe von Normen und Standards, um späterhin ein \square Plug-and-Play \square Zusammenspiel aller für eine Anwendung notwendigen Komponenten zu ermöglichen. Integrationsprofile liegen damit auf einer höheren Abstraktionsebene als die bestehenden Normen für Kommunikationsprotokolle und ergänzen diese.

Ziel des Verbundprojekts RAALI¹ (\square Roadmap AAL-Interoperabilität \square) ist es, die wichtigsten, bislang ungelösten Fragestellungen zu klären, die für eine Realisierung interoperabler AAL-Systeme und -Komponenten notwendig sind. Die Ergebnisse dieser Arbeiten sollen der deutschen Fachöffentlichkeit zur Verfügung gestellt werden, um zukünftige FuE-Vorhaben und Produktentwicklungen von diesen Ergebnissen profitieren zu lassen. Ein Teilziel von RAALI ist es, beispielhaft AAL-Integrationsprofile zu erstellen. Dieser Artikel stellt exemplarisch die Herangehensweise und den Erstellungsprozess von AAL-Integrationsprofilen dar.

2. Integrationsprofile

IHE (\square Integrating the Healthcare Enterprise \square) wurde 1998 von Anwendern und Firmen mit dem Ziel gegründet, durch konsequenten Einsatz von Standards eine maximale Interoperabilität der IT-Systeme im Gesundheitswesen zu erzielen. Hierzu modelliert IHE die typischen Arbeitsabläufe im Gesundheitswesen und legt in sogenannten \square Integrationsprofilen \square die zugehörigen Transaktionen zwischen den beteiligten IT-Systemen unter Verwendung international akzeptierter Standards der Medizintechnik fest. Besonders ist hierbei zu betonen, dass im Rahmen des von IHE jährlich organisierten internationalen \square Connectathons \square Hersteller ihre Systeme untereinander gemäß IHE-Regelwerk testen und somit auf den Praxiseinsatz vorbereiten.

¹ RAALI wird unter dem Förderkennzeichen 16SV5562K vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

In der Anwendungsdomäne AAL, die sowohl den medizinischen Sektor, als auch den Wellness-Bereich mit heterogenen Hardwarekomponenten aus Medizin, Hausautomation und Consumer-Elektronik adressiert, existieren Integrationsprofile bislang nicht. Hersteller von neuartigen AAL-Systemen müssen auf proprietäre Lösungen setzen oder sich mit einer großen Anzahl komplexer und sich teilweise ausschließender Standards auseinandersetzen. Der Prozess hin zu einer interoperablen AAL-Lösung kann für viele kleine oder mittelständische Unternehmen als Innovationshürde angesehen werden, daher ist eine Entwicklung und Normung von Integrationsprofilen für AAL auch wirtschaftlich sinnvoll.

2.1 Methodik zur Erstellung von AAL-Integrationsprofilen

Während in der Vergangenheit die Interoperabilität von Systemkomponenten bspw. im Bereich der Hausautomation per se gegeben war, da die wesentlichen Bestandteile [aus einem Guss] d. h. von ein und demselben Hersteller entworfen, validiert und angeboten werden konnten, ist dies bei AAL-Lösungen nicht mehr der Fall. AAL-Lösungen zeichnen sich insbesondere durch die Heterogenität der beteiligten Disziplinen und damit durch die Kooperation von aus heutiger Sicht noch [artfremd] erscheinenden Komponenten aus. Dementsprechend ist das Thema Interoperabilität [angefangen bei der Interoperabilität auf Bitübertragungsebene bis hin zur Selbstkomposition von Diensten auf hoher Ebene] zu einer neuen, wesentlichen Sichtweise beim Entwurf verteilter Systeme geworden.

Daraus ergibt sich auch die Notwendigkeit, geeignete Beschreibungsmittel zu finden, die bei aller Verschiedenartigkeit der einzubeziehenden Komponenten einheitlich einsetzbar sind. Dies erweist sich als schwierig, da jede Domäne über ihre eigenen Beschreibungsmittel verfügt und ein Konsens gefunden werden muss, der möglichst alle erforderlichen Aspekte abdeckt. Die abgestimmte Beschreibungsmethodik des RAALI-Projekts wurde in einem iterativen Prozess erstellt. Zuerst wurden Beispielbeschreibungen von Integrationsprofilen der verschiedenen Domänen im Hinblick auf die Anforderungen der einzelnen Perspektiven analysiert. In einem zweiten Schritt wurden die Komponenten zur Beschreibung von AAL-Integrationsprofilen erstellt, welche die Anforderungen der einzelnen Domänen erfüllen. Im Anschluss wurden die Beschreibungsmittel durch Modellierung realer Anwendungsfälle evaluiert und angepasst.

Die Beschreibung eines Integrationsprofils nach diesem Ansatz umfasst drei Komponenten: (1) Textuelle Kurzbeschreibung des Anwendungsszenarios, (2) die Beschreibungen der verwendeten Funktionsblöcke sowie (3) die grafische Darstellung der Funktionsblöcke und deren Verknüpfung als Blockschaltbild.

2.1.1 Verbale Beschreibung

Neben der textuellen Beschreibung des Anwendungs-Szenarios wird die Funktionalität eines Funktionsblocks auf semantischer Ebene beschrieben. Diese Sicht abstrahiert von den internen technischen Abläufen und fokussiert auf die Funktionalität. Das bedeutet, dass die Komponenten als eine Black-Box gesehen werden können und nur die Ein- und Ausgaben bekannt sind. Auf diese Weise ist die Beschreibung allgemeingültig für alle

Realisierungsvarianten eines Funktionsblocks. Bspw. können mehrere Funktionalitäten in einer realen Komponente implementiert werden.

2.1.2 Funktionsblock-Typen

Ein Funktionsblock stellt eine Teilfunktionalität eines AAL-Systems dar. Funktionsblöcke kommunizieren über Schnittstellen für die Ein- und Ausgabe von Informationen untereinander sowie über Systemgrenzen hinweg. Neben dem allgemeinen Funktionsblock werden mehrere Spezialisierungen angeboten:

- (1) Sensor-Block: Komponente zur Akquisition von Informationen aus der physischen Welt
- (2) Aktor-Block: Komponente zur Einwirkung auf die physische Welt
- (3) Ein-Ausgabe-Block: Komponente zur direkten Kommunikation mit dem Nutzer

Des Weiteren können Funktionsblöcke beliebigen Typs ggf. Eingabe-Schnittstellen für Parameter besitzen, die z. B. für die Konfiguration benötigt werden.

2.1.3 Schnittstellen eines Funktionsblocks

Die Schnittstellen eines Funktionsblocks sind die Informationsflüsse, über die er mit seiner Umgebung kommuniziert, also seine Inputs und Outputs. Zwecks Übersichtlichkeit werden die Schnittstellen des Funktionsblocks in einer Tabelle aufgelistet, die für jeden Informationsfluss den Bezeichner, eine Angabe zum Typ und eine Beschreibung der Semantik enthält.

Die Angabe zum Typ erfolgt hier weitestgehend abstrakt (z. B. Binärwert / Zahlenwert / Dokument). In einer späteren Phase können hier Bezüge zu konkreten Standards (Kommunikationsprotokollen, physischen Schnittstellen) hergestellt werden.

2.1.4 Einteilung der Informationsflüsse

Grundsätzlich wird in der RAALI-Beschreibungsmethodik zwischen den folgenden Ein- und Ausgabetypen unterschieden:

- Physikalische Eingaben beim Sensor (z. B. Temperatur)
- Eingaben durch eine Nutzungsschnittstelle (z. B. Schalter)
- Sonstige Eingabeinformationen
- Ausgaben an physikalische Schnittstelle (z. B. Aktor)
- Ausgaben an Nutzungsschnittstelle (z. B. Display)
- Sonstige Ausgabeinformationen
- Parameter (z. B. Vorgaben zur Anpassung/Konfiguration).

2.2 Grafische Notation zur Erstellung von AAL-Integrationsprofilen

2.2.1 Funktionsblock (allgemein)

Mit Hilfe von Funktionsblöcken können grafische Darstellungen von technischen Abläufen, Prozessen und Zusammenhängen in einer Blackbox-Sicht erstellt werden. Funktionsblöcke präsentieren in abstrahierter Weise Schnittstellen und Algorithmen / Semantiken beteiligter Komponenten im gesamten Prozess. Die Algorithmen wandeln dabei die Eingangssignale in Abhängigkeit von den internen Daten in Ausgangssignale um. Die normative Definition eines Funktionsblocks ist in der DIN EN 61131-3 [DIN03] oder DIN EN 61499-1 [DIN11] dargestellt. Laut DIN EN 61499-1 (IEC 61499-1) stellen Funktionsblöcke eine funktionale Einheit dar, die eine Anwendung und Operation in abstrahierter Weise präsentieren.

Abbildung 1 zeigt eine exemplarische Darstellung eines Funktionsblocks mit Block-Bezeichner. Die Eingabeinformationen (Inputs) befinden sich links im Block, mit Bezeichnern, auf die in einer Schnittstellenbeschreibung Bezug genommen werden kann. Rechts im Block befinden sich die Ausgabeinformationen (Outputs) mit Bezeichnern, auf die ebenfalls in einer Schnittstellenbeschreibung referenziert werden kann.

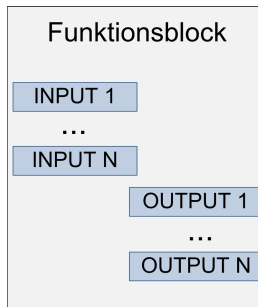


Abbildung 1: Grafische Darstellung eines allgemeinen Funktionsblocks

Die einzelnen Blöcke werden zwischen den Schnittstellen mit Richtungspfeilen (uni-/bidirektional) verbunden, welche die Flussrichtung der zwischen den Blöcken ausgetauschten Informationen darstellen. Die beiden wesentlichen Merkmale eines Funktionsblocks sind einerseits die Abstraktion von der internen technischen Funktion (Blockinhalt) und andererseits die Funktion der Schnittstellen (Interfaces) zu den benachbarten Funktionsblöcken. Die Anzahl der Inputs und Outputs (für verschiedene Blöcke) kann variabel sein und bedarfsgerecht angepasst werden.

2.2.2 Sensor-Block und Aktor-Block

Ein Sensor-Block beschreibt einen Sensor, der über eine physikalische Schnittstelle Werte aus dem Umfeld bereitstellt. Eingaben von der physikalischen Schnittstelle werden in der grafischen Darstellung besonders gekennzeichnet durch ein Kreissymbol mit dem Symbol \square (wie Sensor), das mit einem Pfeil von oben an den Block gebunden ist. In der Schnittstellenbeschreibung zum Sensor-Block wird mit \square auf die physikalische Schnittstelle Bezug genommen.

Ein Sensorblock kann ggf. mehrere Werte erfassen. Die grafische Darstellung mit einem Kreissymbol bleibt für diesen Fall unverändert, die Erläuterung erfolgt in der Beschreibung zur physikalischen Schnittstelle. Der durch den Sensor ermittelte Wert wird - ggf. in bereits in aufbereiteter Form □ über den Output des Sensorblocks bereitgestellt. Werden durch einen Sensorblock mehrere Werte erfasst, so werden mehrere Outputs zur Weitergabe bereitgestellt.

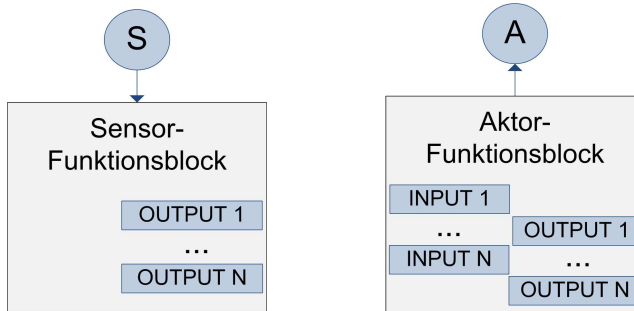


Abbildung 2: Grafische Darstellung eines Sensor-Blocks (links) und eines Aktor-Blocks (rechts)

Ein Aktor-Block beschreibt einen Aktor, der abhängig von Eingabeinformationen über eine physikalische Schnittstelle auf das Umfeld einwirkt. Ausgaben an die physikalische Schnittstelle werden in der grafischen Darstellung besonders gekennzeichnet durch ein Kreissymbol mit dem Symbol □A□ (wie Aktor), das mit einem Pfeil vom Block aus nach oben an den Block gebunden ist. In der Schnittstellenbeschreibung zum Aktor-Block wird mit □A□ auf die physikalische Schnittstelle Bezug genommen.

Ein Aktorblock kann ggf. mehrere physikalische Ausgaben umfassen. Die grafische Darstellung mit einem Kreissymbol bleibt für diesen Fall unverändert, die Erläuterung erfolgt in der Beschreibung zur physikalischen Schnittstelle.

Der Input des Aktorblocks ist die Angabe zum Stellen der physikalischen Ausgabe (Stellwert / Zielposition etc.). Erfolgen durch einen Aktorblock mehrere physikalische Ausgaben, so werden mehrere Inputs benötigt.

Optional kann der Aktorblock für jede seiner physikalischen Ausgaben einen Output zurückgeben, der den aktuellen Stellwert enthält. Das entspricht einer Status- bzw. Vollzugsmeldung (z. B. zur erreichten Stellung eines Schrittmotors oder eines Ventils). Diese Rückmeldung liefert jedoch keine verlässliche Angabe, ob im physischen Umfeld tatsächlich der beabsichtigte Effekt erreicht wurde. Werden dazu verlässliche Informationen benötigt, müssen wiederum Sensoren eingesetzt werden.

2.2.4 Ein-Ausgabe-Block

Ein Ein-Ausgabe-Block beschreibt eine Funktion zur direkten Kommunikation mit dem Nutzer. Durch Verwendung dieses Block-Typs soll die Rolle des Nutzers betont werden.

Die Komplexität von Ein-Ausgabe-Blöcken kann sehr variieren. Es kann sich dabei um eine einfache Bedieneinheit handeln, bei der eine direkte Eingabe durch den Nutzer z. B.

durch die Betätigung eines Schalters oder die Einstellung eines Ventils erfolgt und die aktuelle Einstellung angezeigt wird.

Als Ein-Ausgabe-Block kann jedoch auch ein komplexes System wie eine Computer-Software mit Tastatur- und Mauseingaben und umfangreichen Anzeigen über einen Bildschirm betrachtet werden.

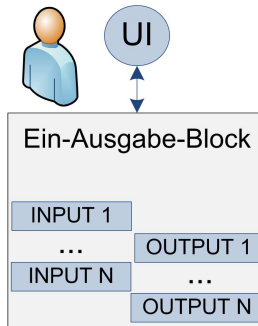


Abbildung 3: Grafische Darstellung des Ein-Ausgabe-Blocks

Eingaben von bzw. Ausgaben an die Nutzungsschnittstelle werden in der grafischen Darstellung besonders gekennzeichnet durch ein Kreissymbol mit dem Symbol $\square UI \square$ (wie User Interface), das mit einem bidirektionalen Pfeil von oben an den Block gebunden ist. Zur Kennzeichnung als Nutzungsschnittstelle wird neben dem Kreissymbol ein Personen-Symbol platziert. In der Schnittstellenbeschreibung zum Ein-Ausgabe-Block wird mit $\square UI \square$ auf die Nutzungsschnittstelle Bezug genommen.

Die Nutzungsschnittstelle eines Ein-Ausgabe-Blocks kann ggf. mehrere verschiedene Ein- bzw. Ausgabe-Möglichkeiten in eine Richtung umfassen (z. B. Ausgabe über einen Monitor und zusätzlich akustisch). Die grafische Darstellung mit einem Kreissymbol bleibt für diesen Fall unverändert, zugehörige Erläuterungen erfolgen in der Beschreibung der Nutzungsschnittstelle.

Über die Inputs erhält ein Ein-Ausgabe-Block die Informationen, was dem Nutzer über die Nutzungsschnittstelle ausgegeben werden soll. Mit den Outputs gibt er die Bedienungen der Nutzungsschnittstelle weiter.

Nach der Kommunikationsrichtung über die Nutzungsschnittstelle können drei Varianten von Ein-Ausgabe-Blöcken unterschieden werden. Zum einen gibt es Blöcke mit bidirektionaler Kommunikation, d. h. über die Nutzungsschnittstelle erfolgen sowohl Ein- wie auch Ausgabe. Ein solcher Ein-Ausgabe-Block hat zusätzlich zur Nutzungsschnittstelle sowohl weitere Inputs wie auch Outputs. Wenn über die Nutzungsschnittstelle lediglich eine Ausgabe an den Nutzer erfolgt, so benötigt der Block Inputs, verfügt jedoch über keine weiteren Outputs. Erfolgt dagegen über die Nutzungsschnittstelle nur eine Eingabe durch den Nutzer, so stellt der Block Outputs bereit, benötigt jedoch keine weiteren Inputs.

Für Ein-Ausgabe-Blöcke aller drei Varianten soll der gleiche Funktionsblock-Typ benutzt werden. Welche Kommunikationsrichtung(en) jeweils relevant ist/sind, wird jeweils aus der Beschreibung eines Funktionsblocks und seiner Schnittstellen ersichtlich.

2.2.5 Verknüpfung von Funktionsblöcken

Die grafische Verknüpfung von Funktionsblöcken dient der Darstellung der Ein- und Ausgabebeziehungen zwischen den verschiedenen Funktionen/Methoden/Prozeduren, wobei eine Übereinstimmung hinsichtlich des Schnittstellentyps vorzuliegen hat. Das bedeutet, dass der Output eines Blocks (physikalisches oder logisches Signal, Datenpakete, inkrementelle Informationen, etc.) in Struktur und Beschreibung mit den Charakteristika des Eingangs des adressierten Blocks korrespondieren muss, auch wenn sich die Bezeichnungen der Signale selbst unterscheiden. Die Pfeilrichtung des Verbinders gibt dabei die Richtung des Informationsflusses an (vgl. Abb. 5).

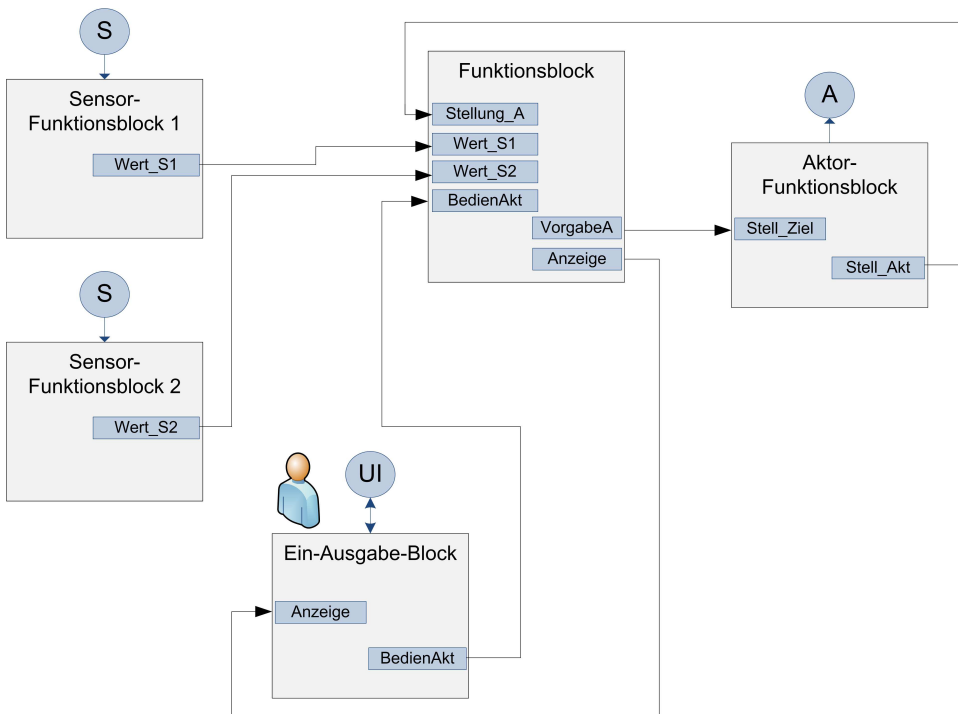


Abbildung 4: Grafische Darstellung der Verknüpfung von Funktionsblöcken (Prinzip)

Auf diese Weise lassen sich bidirektionale, unidirektionale, sich vereinende oder sich verzweigende Informationsflüsse visualisieren, die hinsichtlich der Anzahl der Sender und Empfänger sowie ihrer Schnittstellen nicht limitiert sind. Die Beziehungen zwischen den einzelnen Blöcken decken dabei nicht nur Kaskaden von orchestrierten Funktionen ab, sondern ermöglichen auch Rückkopplungen der Funktionen auf sich selbst oder die Zusammenführung mehrerer Signale/Informationsflüsse auf einen mehrdimensionalen Strang. Dabei bleibt die Art der Visualisierung gleich; Mehrdimensionalität wird nicht

gesondert grafisch kenntlich gemacht. Zu Dokumentationszwecken ist eine Kennzeichnung der einzelnen Informationsflüsse angeraten.

2.2.6 Superblöcke

Für den Fall realer Szenarien aus dem Bereich AAL erreicht die bislang vorgestellte Notation aufgrund der Komplexität derartiger Systeme schnell die Grenzen der Übersichtlichkeit und Darstellbarkeit. Bei der Anwendung eines höheren Abstraktionsgrades ließen sich allerdings elementare Zusammenhänge nicht mehr ableiten. Daher ist es notwendig, Beschreibungshierarchien einzuführen, in denen Einzelfunktionen zu Komplexfunktionen aggregiert werden. *Superblöcke* sind ein geeignetes Beschreibungsmittel, um derartige Konzept abzubilden. Dabei vereint der Superblock angeordnete, miteinander in Relation stehende Einzelblöcke, sozusagen Kompositionen von Funktionen, wobei die Schnittstellen des Superblocks hinsichtlich Struktur und Beschreibung mit den Anfangs- und End-Gliedern der aggregierten Funktionen übereinstimmen müssen, d. h. das Prinzip der hierarchischen Dekomposition bleibt gewahrt, während die innere Struktur aus Sicht der Ebene, in der der Superblock platziert wird, unberücksichtigt bleibt. Diese Herangehensweise ermöglicht zum Einen die Wiederverwendbarkeit gleichartiger Strukturen, die in einer Art Portfolio oder Bibliothek hinterlegt werden können, trägt zum anderen zur Abstraktion ohne Informationsverlust bei. Außerdem ist es auf diese Weise möglich, die inneren Strukturen des Superblocks jederzeit zu modifizieren, ohne dass dies zu Änderungen des Layouts des Gesamtsystems führen würde, sofern die Konsistenz der äußeren Schnittstellen gewahrt bleibt. Der große Vorteil dieser Herangehensweise liegt in der Möglichkeit des Entwurfs von Metastrukturen, deren Objekte und Elemente hinsichtlich ihrer inneren Zusammensetzung zum Zeitpunkt des Entwurfs unbekannt sind.

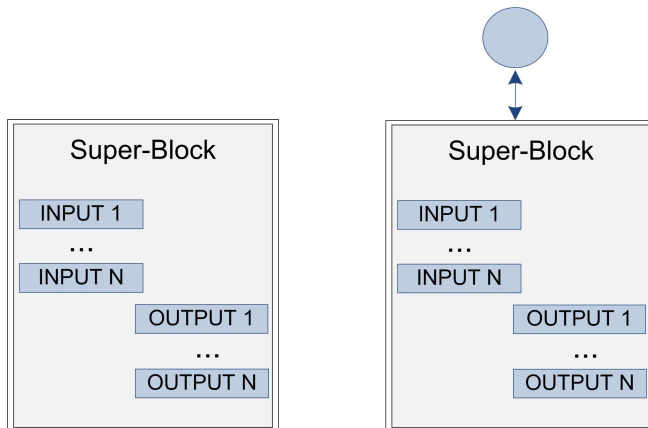


Abbildung 6: Grafische Darstellung eines Superblocks, der Funktionsblöcke ohne Nutzungsschnittstelle (links) bzw. mit Nutzungsschnittstelle (rechts) enthält

Beispiel: Es soll der lokale Aufenthalt einer Person bereitgestellt werden. Dafür wird eine als Superblock definierte abstrakte Funktion \square Lokalisierung \square eingesetzt, die lediglich einen Output zur Lokalisierung der Person liefert, die eingesetzte Sensorik wird auf dieser Ebene jedoch noch nicht betrachtet und wurde auch noch nicht definiert.

Dadurch sind selbstverständlich auch Varianten von Superblöcken möglich, die sich im inneren Aufbau unterscheiden, in ihrer Schnittstellenbeschreibung jedoch identisch sind.

Betrachtet man die Hierarchie einer Anordnung von Komplexfunktionen, so stellen die Elementarfunktionen, die sich nicht weiter in Einzelbestandteile herunterbrechen lassen, die Atome dieser Beschreibungsform dar, während analog Komplexfunktionen und Kompositionen von Komplexfunktionen den Molekülen und Makromolekülen entsprechen; ein Superblock kann demnach auch andere Superblöcke beinhalten. Superblöcke werden in der verwendeten Notation über einen doppelten Rahmen kenntlich gemacht, die Schnittstellenbeschreibung selbst erläutert die Funktionsweise und referenziert die tiefere liegende Ebene, in der die Struktur definiert ist (vgl. Abb. 6). Enthält die zugrunde liegende Struktur des Superblocks Sensoren, Aktoren oder Ein- / Ausgabeblöcke, so wird dies durch das bekannte Kreissymbol mit Angabe der Daten- / Signalflussrichtung kenntlich gemacht (vgl. Abb.7). Enthält ein Block jedweder Art Ein- oder Ausgabesignale, die sich wiederum aus aggregierten Einzelgrößen zusammensetzen, ist dies ebenfalls durch einen doppelten Rahmen um das Schnittstellenelement zu kennzeichnen (Beispiel: Prozessabbild (PA) der Gebäudesystemtechnik, das die Größen diverser Datenquelle zum Zeitpunkt t beinhaltet).

Die Definition von Superblöcken sollte unter semantischem Aspekten erfolgen (z. B. domänenbezogen) und auf die Verwendbarkeit in verschiedenen Integrationsprofilen abzielen. Bei der Beschreibung des Gesamt-Integrationsprofils ist darauf zu achten, dass funktionale Zusammenhänge zwischen den Funktionsblöcken (auch Superblöcken) erläutert werden; abgeleitete oder mehrfach genutzte Superblöcke sollten über entsprechende Referenzen (Bibliotheken, Vererbungsmechanismen) eingebunden und über entsprechende Mechanismen dokumentiert werden (Strukturbeschreibungen).

3. Fallbeispiel einer Tele-Rehabilitation als Integrationsprofil

Verbale Kurzbeschreibung

Die sportliche Tele-Rehabilitation ermöglicht es Patienten im Anschluss an eine klinische Rehabilitationsphase oder präventiv ein flexibles und supervisiertes Sporttraining in ihrer privaten Häuslichkeit durchzuführen [LHN+09]. Im Haus wird der Patient mit einem Ergometer, Pulssensor und einer Verarbeitungsstation ausgestattet. Die Sensoren erfassen während des Trainings die Vitalwerte. Die Verarbeitungsstation übernimmt die Steuerung der Intensität des Trainings (Grad der Belastung) anhand des voreingestellten Trainingsplans und der in Echtzeit erfassten Vitalwerte. Dadurch kann der Patient optimal trainieren und ist weder über- noch unterfordert. Nach einer Trainingseinheit wird ein Trainingsreport erstellt und wahlweise an eine Klinik gesandt. Der Trainingsreport wird hinsichtlich des Gesundheitszustands bewertet. Bei einer Veränderung des Gesundheitszustandes wird der Trainingsplan entsprechend angepasst und auf die Verarbeitungsstation des Patienten übertragen.

Grafische Darstellung der Tele-Rehabilitation

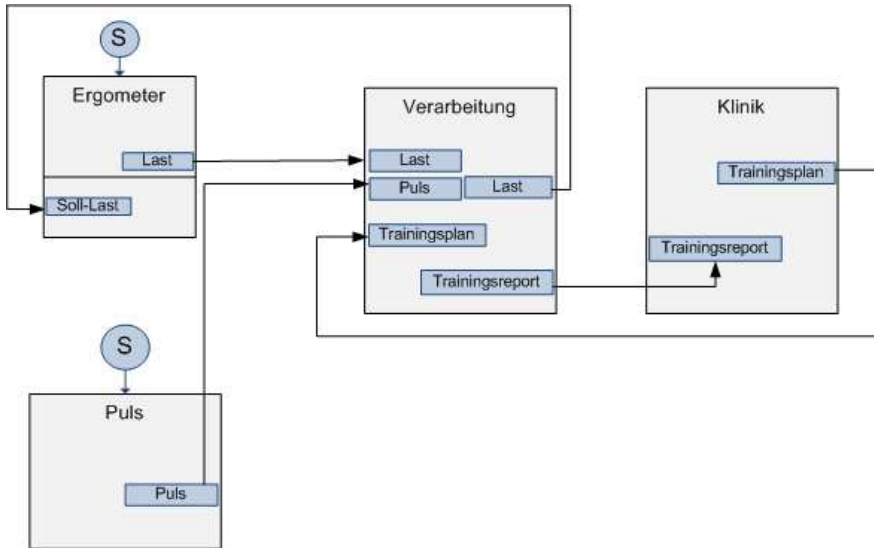


Abbildung 8: Integrationsprofil Tele-Rehabilitation

Ergometer

Das Ergometer dient zur gezielten physischen Belastung des Patienten zur Rehabilitations- oder Präventionszwecken. Um die Vitalparameter während des Trainings in definierten Grenzen zu halten ist es nötig, dass das Trainingsgerät über Schnittstellen zur Konfiguration der Last für den Trainierenden verfügt. Weiterhin benötigt das Trainingsgerät die aktuelle Last als Ausgabe, damit diese dokumentiert werden kann und bei zu starken Abweichungen zwischen Soll-Vorgabe und Ist-Wert vom System reagiert und eine gesundheitliche Gefährdung des Patienten ausgeschlossen werden kann. In diesem Profil wird das Ergometer als Sensor definiert, weil die getretene Last als die zu messende Einheit aufgefasst wird. Im Allgemeinen kann ein Ergometer als Sonderfall einer Sensor/Aktor-Kombination angesehen werden.

Bezeichnung	Typ	Beschreibung
<i>Eingabeinformationen</i>		
Soll-Last	Prozent (Watt)	Prozentualer Wert der vom Trainingsgerät möglichen Last.
<i>Ausgabeinformationen</i>		
Last (Ist-Wert)	Prozent (Watt)	Prozentualer Wert der vom Trainingsgerät möglichen Last.

Pulssensor

Abhängig vom Krankheitsbild erfassen ein oder mehr Sensoren die aktuellen Vitalparameter und leiten diese in Echtzeit an die Verarbeitungseinheit weiter. Je nach Ausprägung und Grad der Erkrankung können verschiedene Sensoren zum Einsatz kommen. Im Zusammenhang mit Herzerkrankungen ist der Puls einer der wichtigsten zu erfassenden und zu Trainingssteuerung zu nutzenden Parameter.

Bezeichnung	Typ	Beschreibung
Puls	Kontinuierlicher Wert	Erfasster Vitalparameter.

Verarbeitungseinheit

Die Verarbeitungseinheit hat drei Kernfunktionen. Zum einen dient diese als Datenspeicher für erfasste Trainingseinheiten. Zum zweiten steuert die Verarbeitungseinheit die Last des Trainings dynamisch und adaptiv basierend auf den in Echtzeit erfassten Vitalparametern und dem vorab definierten Trainingsplan. Zum dritten stellt die Verarbeitungseinheit die notwendige Schnittstelle in die Klinik bereit. Die Kommunikation mit diesen externen Einrichtungen muss nicht zwingend in Echtzeit während des Trainings erfolgen, sondern kann auch asynchron ablaufen.

Bezeichnung	Typ	Beschreibung
<i>Eingabeinformationen</i>		
Last (Ist-Wert)	Prozent	Prozentualer Wert der vom Trainingsgerät möglichen Last.
Puls		Vitalparameter.
Trainingsplan	Komplexes Datenmodell	Informationen zum zeitlichen Ablauf und zur Intensität des Trainings
<i>Ausgabeinformationen</i>		
Last (Soll-Wert)	Prozent	Prozentualer Wert der vom Trainingsgerät möglichen Last.
Trainingsreport	Komplexes Datenmodell	Informationen zur Trainingseinheit

Klinik

Die Klinik ist für die Planung des individuellen Trainingsplans des Patienten zuständig. Grundlage hierfür sind z. B. die durch gezielte Untersuchungen bzw. den vorhergehenden Krankheitsverlauf bekannten Krankheitsbilder der Patienten. Weiterhin können die Trainingsreporte, die von der Verarbeitungseinheit automatisiert in die Klinik übertragen werden, als Informationsgrundlage herangezogen werden.

Bezeichnung	Typ	Beschreibung
<i>Eingabeinformationen</i>		
Trainingsreport	Komplexes Datenmodell	Vitaldaten und sonstige Informationen zum Training
<i>Ausgabeinformationen</i>		
Trainingsplan	Komplexes Datenmodell	Informationen zum Training

4. Ausblick: Formale Repräsentation von Integrationsprofilen

Die in diesem Artikel vorgestellten Beschreibungsmittel für Elementar- und Komplexfunktionen haben einen informalen Charakter. Syntax und Semantik der Beschreibungssprache werden mit Hilfe von Schaubildern und verbalen Beschreibungen angegeben. Für den späterhin geplanten Aufbau von Bibliotheken und Werkzeugen zur Unterstützung des Entwurfs von AAL-Systemen ist allerdings eine formale (d. h. eindeutig maschineninterpretierbare) Repräsentation erforderlich.

Vor dem Hintergrund der Tatsache, dass Integrationsprofile ausschließlich die Bedeutung von AAL-Systemkomponenten, nicht aber deren konstruktive Merkmale beschreiben, liegt die Herangehensweise nahe, auf rein deskriptive Verfahren zurückzugreifen. Deskriptive Methoden verzichten vollständig auf die Repräsentation konstruktiver Merkmale (bspw. wie des inneren Aufbaus einer Komponente) und beschreiben stattdessen ein System ausschließlich über charakteristische Eigenschaften wie Konzepte und Rollen.

Für die Formalisierung der Integrationsprofile bieten sich die semantischen Methoden an, wie sie aus dem Semantic Web-Bereich bekannt sind [W3C09]. Der Ansatz besteht darin, Funktionsblöcke auf Module einer Ontologie, d. h. auf Fragmente einer Wissensrepräsentation, abzubilden. Damit ist ein Funktionsblock die grafische Repräsentation eines Ontologiemoduls. Eine aus einer Vielzahl Funktionsblöcke bestehende Komplexfunktion wird dementsprechend durch eine Anordnung von Ontologiemodulen repräsentiert, die zusammen die Ontologie eines Integrationsprofils, d. h. die formale Beschreibung einer Komplexfunktion, ergeben.

Eine derart formalisierte Repräsentation von Einzel- und Komplexfunktionen auf der einen Seite sowie von verfügbaren AAL-Komponenten auf der anderen Seite verspricht eine wesentliche Vereinfachung des Entwurfs von AAL-Systemen. So könnten nach der anwenderseitigen Vorgabe eines Integrationsprofils vollautomatisch, auf realen Komponenten basierende Systembeschreibungen generiert und vorgeschlagen werden. Aufbauend auf einem Systementwurf könnte zudem die Inbetriebnahme des gewählten AAL-Systems insofern vereinfacht werden, da mit Hilfe der generierten Systembeschreibung (Ontologie) eine Selbstkonfiguration von AAL-Komponenten ermöglicht wird.

5. Zusammenfassung und Fazit

Die Anforderung an ein AAL-System, sich an die verändernden Präferenzen und Bedarfen des Nutzers anzupassen, ist eine Kernfunktionalität, die des Zusammenspiels heterogener Komponenten bedarf. Interoperabilität ist hierbei die Grundvoraussetzung, damit AAL-Systeme flexibel einsetzbar und austauschbar sind. Daher ist die Normung der Schnittstellen und Funktionalität von AAL-Komponenten eine wesentliche Voraussetzung für die erfolgreiche Einführung von AAL-Systemen am Markt.

Bisher wurde Interoperabilität von Systemkomponenten in einem abgegrenzten Domänenbereich geschaffen, indem entweder die Systeme vom selben Hersteller kamen oder die Interoperabilität wie bei IHE durch die Anwendung von Integrationsprofilen umgesetzt wurde (im AAL-Bereich etwa die Nutzung von ISO 11073 [DIN06a, DIN06b] für die Anbindung von medizinischer Sensorik). Da sich aber AAL-Lösungen durch eine besondere Heterogenität auszeichnen, ist das interoperable Zusammenspiel artfremder Komponenten (z. B. die Kombination von Sensoren aus der Medizintechnik und der Gebäudeautomation) gefragt.

Im AAL-Bereich wurde hier bislang primär Interoperabilität durch die Nutzung einer gemeinsamen Ausführungsplattform wie OpenURC [URC08] oder universAAL [uAAL11] postuliert, die eine Anbindung verschiedener Sensoren erlaubt, sofern entsprechende □Treiber□als Basisdienste bereitgestellt werden und alle Softwarekomponenten auf die gleiche Middleware aufsetzen. Im RAALI Projekt wurde dagegen ein Konzept für AAL-Integrationsprofile erstellt, das eine technologieunabhängige Beschreibung von Anwendungsfällen erlaubt. In einem ersten Schritt wurde die textuelle und grafische Beschreibung entwickelt, die auf einem Abstraktionsniveau die technische Realisierung ausblendet, damit so größtmögliche Flexibilität gewährleistet ist. In einem nächsten Schritt werden die Integrationsprofile dann auf konkrete Komponenten mit definierten Schnittstellen, Standards und Kommunikationsprotokollen abgebildet, damit zukünftige Anwendungsentwickler interoperable AAL-Systeme bauen können.

Dieser zweistufige Ansatz ist im Grundsatz vergleichbar mit dem der IHE-Initiative, wo ebenfalls Integrationsprofile aus zwei Komponenten bestehen □(1) einer von konkreten Kommunikationsprotokollen und Standards unabhängigen verbalen Beschreibung eines Anwendungsfalls (Szenarios) samt der beteiligten IT-Systeme und Kommunikationsvorgänge, sowie (2) einer genaueren Definition der einzelnen □Transaktion□ d. h. der einzelnen Standard-basierten Schnittstellen. Damit ist auch bei IHE grundsätzlich eine □Bindung□der Akteure und Transaktionen eines Integrationsprofils an unterschiedliche Kommunikationsprotokolle vorstellbar, und in einigen wenigen Fällen wie etwa dem Profil □Patient Identifier Cross-Referencing□[IHE11a] auch durch Bindung an technisch komplett unterschiedlich arbeitende Kommunikationsprotokolle (HL7 v2 und HL7 v3) auch konkret umgesetzt. Im Allgemeinen ist diese Trennung bei den IHE-Integrationsprofilen aber nicht sehr scharf ausgeprägt, was im Bereich der IT-Integration im Gesundheitswesen auch in vielen Fällen nicht erforderlich ist, da es nur eine überschaubare Anzahl möglicher Kommunikationsstandards für die einzelnen Transaktionen gibt und auch die Systemgrenzen (Informationssysteme, bildgebende Systeme, Bildarchiv usw.) relativ klar sind.

Im AAL-Bereich hingegen sind die Systemgrenzen aufgrund der fehlenden Marktdurchdringung durchaus noch nicht klar: Wird etwa die Verarbeitung von Sensordaten an zentraler Stelle in einem Residential Gateway erfolgen, dezentral in den einzelnen Sensorknoten in der Wohnung oder vielleicht sogar außerhalb in der "Cloud"? Werden demgemäß Rohdaten übertragen, oder vorverarbeitete, bereits semantisch aufbereitete Daten? Alle diese Szenarien sind vorstellbar. Ein AAL-Integrationsprofil muss daher zunächst ein Anwendungsszenario auf einer abstrakten, spezifikationsunabhängigen Ebene beschreiben und unterschiedliche Realisierungen mit unterschiedlichen Systemgrenzen und Kommunikationstechniken zulassen.

Wie in Kap. 4 dargestellt sollen die AAL-Integrationsprofile noch um einen Formalismus erweitert werden, der eine maschinelle Auswertbarkeit der Profile erlaubt. Mittels einer solchen formalen Repräsentation kann dann ein Katalog von Systemkomponenten für AAL-Anwendungsfälle aufgestellt werden, der eine vollautomatische Ableitung der möglichen Ausprägungen eines Integrationsprofils (reale Komponenten und definierte Schnittstellen und Standards) erlaubt.

Literaturverzeichnis

- [Con12] Continua Health Alliance: Continua Design Guidelines, Version 2012
- [DIN03] DIN EN 61131-3:2003-12: Speicherprogrammierbare Steuerungen - Teil 3: Programmiersprachen (IEC 61131-3:2003)
- [DIN06a] DIN EN ISO 11073-10101:2006 Medizinische Informatik - Kommunikation patientennaher medizinischer Geräte - Teil 10101: Nomenklatur (ISO/IEEE 11073-10101:2004)
- [DIN06b] DIN EN ISO 11073-10201 Medizinische Informatik - Kommunikation patientennaher medizinischer Geräte - Teil 10201: Bereichs-Informationsmodell (ISO/IEEE 11073-10201:2004)
- [DIN11] DIN EN 61499-1:2011-12: Verteilte Funktionsbausteine für die Automatisierungstechnik - Teil 1: Architektur (IEC 65B/799/CDV:2011)
- [IHE11a] Integrating the Healthcare Enterprise (IHE): IT Infrastructure Technical Framework, Revision 8.0 (2011), http://www.ihe.net/Technical_Framework/index.cfm#IT
- [IHE11b] Integrating the Healthcare Enterprise (IHE): Patient Care Coordination Technical Framework Revision 7.0 (2011), http://www.ihe.net/Technical_Framework/index.cfm#pcc
- [LHN+09] Lipprandt, M.; Helmer, A.; Nee, O.; Eichelberg, M. & Hein, A. IT-unterstützte kardiologische Tele-Rehabilitation im häuslichen Umfeld *Lecture Notes in Informatics. INFORMATIK 2009 - Im Focus das Leben* (2009)
- [uAAL11] universAAL Consortium: The universAAL Reference Architecture (2011). <http://universaal.org/images/stories/deliverables/D1.3-C.pdf>
- [URC08] Universal Remote Console Consortium: URC Technical Primer 1.0 (2008), <http://myurc.org/TR/urc-tech-primer1.0/>
- [W3C09] W3C Recommendation 27 October 2009: OWL 2 Web Ontology Language Structural Specification and Functional-Style Syntax, <http://www.w3.org/TR/owl2-syntax/>