

PRAKTISCHES BEISPIEL EINER PROZESS-STEUERUNG IM BEREICH HOME-AUTOMATION

Seminar Information Engineering

0.50

Seminar Information Engineering
Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften

Daniel Brun

06.05.2016

Versionshistorie

Version	Datum	Autor(en)	Änderungen
0.01	04.04.2016	DBRU	Initiale Version
0.02	April / März	DBRU	Hintergrundrecherchen und Informationsbeschaffung
0.05	02.05.2016	DBRU	Verfassung der Einleitung
0.10	09.05.2016	DBRU	Verfassung der Ausgangslage
0.15	13.05.2016	DBRU	Ergänzung der Ausgangslage, Verfassung Kapitel „BPM in der Domäne IOT“
0.16	13.05.2016	DBRU	Ergänzung im Kapitel „BPM in der Domäne IOT“
0.20	20.05.2016	DBRU	Kleiner Ergänzungen in den bestehenden Kapiteln
0.25	22.05.2016	DBRU	Verfassung Kapitel „BPM in der Domäne Home Automation“ und „BPM auf dem Raspberry Pi in der Domäne Home Automation“
0.30	23.05.2016	DBRU	Ergänzung weiterer Details in den Kapiteln 3,4,5
0.31	27.05.2016	DBRU	Ergänzungen im Kapitel „BPM in der Domäne Home Automation“
0.35	03.05.2016	DBRU	Ergänzungen der verschiedenen Raspberry Pi Modelle
0.50	06.05.2016	DBRU	Ergänzungen im Kapitel BPM auf dem „Raspberry Pi“ in der Domäne „Home Automation“

Daniel Brun (DBRU)

Abstract

Ausgangslage und Ziel

Vorgehensweise

Detaillkonzept & Proof-of-Concept

Eigenständigkeitserklärung

Hiermit bestätige ich, dass vorliegende Semesterarbeit zum Thema „Praktisches Beispiel einer Prozess-Steuerung im Bereich Home-Automation“ gemäss freigegebener Aufgabenstellung ohne jede fremde Hilfe und unter Benutzung der angegebenen Quellen im Rahmen der gültigen Reglemente selbständig verfasst wurde.

Thalwil, 29.06.2016

Daniel Brun

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Hintergrund	1
1.2	Ziel	1
1.3	Aufgabenstellung	1
1.4	Erwartete Resultate	2
1.5	Abgrenzung	2
1.6	Struktur	2
2	Ausgangslage	4
2.1	Business Process Managemnt (BPM)	5
2.1.1	Lebenszyklus / Phasen	6
2.1.2	Formalisierung / Notation	7
2.1.3	Umsetzung	7
2.1.4	Technische Umsetzung	7
3	BPM in der Domäne „Internet of Things“	8
3.1	Die Domäne „Internet of Things“	8
3.1.1	Herausforderungen & Problemstellungen	9
3.2	Prognose für BPM im Kontext von IoT	10
3.3	BPM im Kontext von IoT	10
3.4	Einfluss und Nutzen	11
3.5	Anwendungsmöglichkeiten	12
3.6	Frameworks, Produkte,	13
4	BPM in der Domäne „Home Automation“	15
4.1	Die Domäne „Home Automation“	15
4.1.1	Herausforderungen & Problemstellungen	15
4.1.2	Prognose und Zukunft	16
4.2	BPM im Kontext von „Home Automation“	17
4.3	Anwendungsmöglichkeiten	17
4.4	Lösungen, Produkte, Frameworks,	18
4.4.1	Software basiert	19
4.4.2	Hard- und Software	21

4.4.3 Weitere	21
5 BPM auf dem „Raspberry PI“ in der Domäne „Home Automation“	22
5.1 Der Raspberry PI	22
5.1.1 Raspberry Pi Modelle im Überblick	24
5.2 Betrachteter Lösungsraum	25
5.3 Lösungen, Produkte & Frameworks	25
5.3.1 Lösungskategorie: Spezifische Home Automation Lösungen	26
5.3.2 Lösung mit BPMN-Support im Bereich IOT	26
5.4 Realisierung eines Beispielhaften Prozesses mit BPMN im Bereich „Home Automation“	27
6 Schlusswort	28
6.1 Fazit	28
6.1.1 Home Automation	28
6.1.2	28
6.1.3 Allgemein	28
6.2 Vergleich: Ist -/ Soll-Planung	28
6.3 Dank	28
 Anhang	 31
 Liste der noch zu erledigenden Punkte	 31

KAPITEL 1

Einleitung

1.1 Hintergrund

Im geschäftlichen Umfeld wird die Definition, die Modellierung und dadurch auch die Automatisierung von Business-Prozessen immer wichtiger. Mit der zunehmenden Beliebtheit von Home-Automation Produkten (Stichwort: Internet of Things (IoT)) gibt es auch im privaten Umfeld Abläufe welche übergreifend koordiniert und gesteuert werden können.

1.2 Ziel

Ziel dieser Arbeit ist es, ein praktisches Beispiel einer Implementation einer End-to-End Prozess-Steuerung im Home-Automation Bereich zu realisieren.

1.3 Aufgabenstellung

Die freigegebene Aufgabenstellung lautet wie folgt:

Es soll aufgezeigt werden, was es heute für Möglichkeiten (Frameworks, Tools, Produkte, etc. ...) gibt um Abläufe / Prozesse im Bereich Home-Automation zu modellieren und zu automatisieren. Mit Hilfe eines Raspberry PI's soll einer oder mehrere typische Abläufe aus dem Home-Automation-Bereich realisiert werden. Dabei soll auch geprüft / gezeigt werden, wie die Interaktion mit typischen Home-Automation Protokollen / Stacks gestaltet werden kann.

1.4 Erwartete Resultate

Gemäss freigegebener Aufgabenstellung werden folgende Resultate erwartet:

- Dokumentation
- Handout
- Präsentation

1.5 Abgrenzung

Aufgrund des Umfanges der Arbeit und der begrenzten Zeitdauer werden folgende Punkte von der Arbeit abgegrenzt:

- **Recherche**
Die Recherchen beschränken sich auf die zentralen betrachteten Elemente. Ebenfalls wird der Zeitaufwand eingeschränkt, welcher für Recherchen aufgewendet wird um die Ziele dieser Arbeit zu erreichen.
- **Detailbetrachtung der Lösungen**
Es werden nicht alle recherchierten Lösungen und Möglichkeiten betrachtet. Es wird eine Auswahl von 1 - 2 Lösungen getroffen, welche näher betrachtet und im Testsetup verwendet werden. Eine zentrale Rolle bei der Auswahl der Lösungen ist die aktuell verfügbare Hardware. Aktuell sind ein Raspberry Pi 2, diverse GrovePi Sensoren, ein Razberry Z-Wave-Modul sowie einie Z-Wave Geräte verfügbar, welche im Projekt verwendet werden können.

1.6 Struktur

Diese Arbeit ist in folgende Teile gegliedert:

- Einleitung
- Ausgangslage
- BPM in der Domäne „Internet of Things“
- BPM in der Domäne „Home Automation“
- BPM auf dem „Raspberry Pi“ in der Domäne „Home Automation“

Im ersten Kapitel werden die Details zur Aufgabenstellung und den Rahmenbedingungen dieser Arbeit aufgezeigt. Anschliessend werden in einem kurzen Kapitel die wichtigsten Aspekte der Ausgangslage aufgezeigt.

Der Kern der Arbeit besteht aus den drei Kapiteln zu Business Prozess Management in den Bereichen „IoT“, „Home Automation“ und „Raspberry PI“. Im ersten dieser drei Kapitel wird die Situation bezüglich Business Prozessen im Bereich IoT aufgezeigt und

analysiert. Im Anschluss folgt eine Vertiefung der einzelnen Aspekte im Kontext von „Home Automation“. Ausgehend von den Erkenntnissen im „Home Automation“ Teil wird anschliessend geprüft, was für Möglichkeiten es für eine Umsetzung auf dem „Raspberry Pi“ aktuell gibt.

Am Ende folgt ein Fazit zu den einzelnen Bereichen und eine Reflexion über die gesamten Seminararbeit.

KAPITEL 2

Ausgangslage

In der heutigen Zeit mit immer komplexer werdenden Geschäftsfeldern und Märkten ist Business Process Management (BPM) ein essentieller Bestandteil kleiner, mittlerer und grossen Unternehmen. BPM bietet den Unternehmen viele essentielle Vorteile. Diesen Vorteilen gegenüber stehen jedoch die Aufwände, um BPM umzusetzen und anschliessend weiter zu pflegen.

Vor allem im Industrie-Zweig ist das IoT seit längerer Zeit ein wichtiger Bestandteil des Unternehmens. Mit der zunehmenden Verbreitung und Akzeptanz wird der Nutzen des IoT zunehmend auch in anderen Wirtschaftszweigen und im Privat- / Heimandwenderbereich entdeckt und genutzt.

Durch die zunehmende Ausbreitung ergeben sich nun zwei Fragestellungen.

- **Wie sieht die Kommunikation mit / innerhalb des IoT in Zukunft aus?**
Bisher wird das Internet der Dinge eher im Rahmen der Kommunikation von zwei oder mehreren Dingen, beziehungsweise Maschinen betrachtet. Bei gewissen Anwendungsfällen ist jedoch die Integration des Menschen in den Kommunikationsprozess von Vorteil, beziehungsweise sogar unerlässlich. Durch die Einbindung des Menschen ergeben sich dann im Gegenzug viele neue mögliche Einsatzzwecke und Anwendungsgebiete. Als Stichworte sind hier Reporting, Datenanalyse, Datenauswertung, Datenvisualisierung und Entscheidungsfindung zu nennen.
- **Wie wird das IoT in die bestehenden Geschäftsprozesse integriert?**
IoT Anwendungen / Lösungen wurden bisher oft in einem isolierten Kontext betrachtet. Spätestens nach in Betriebnahme der Lösung stellt sich früher oder später die Frage, wie das ganze nun in (evtl. bestehende) Geschäftsprozesse integrieren lässt.

Eine Möglichkeit um die Problemstellung der ersten Frage zu lösen, wäre über die Beantwortung / Lösung der zweiten Frage. Dies würde bedeuten, dass die Kommunikation zwischen Geräten und Menschen über die Implementation / Anbindung von Geschäftsprozessen bewerkstelligt werden könnte.

Diese beiden Fragestellungen stellen sich nicht nur für den Geschäftsbereich, sondern auch im Privatbereich. IoT-Endgeräte, beziehungsweise „Dinge“ halten immer mehr auch im Privatbereich Einzug. Dabei handelt es sich oftmals um Produkte aus dem Bereich der Heimautomatisierung. Bei der Heimautomatisierung geht es ebenfalls um die Automatisierung / Steuerung von Abläufen. Im weitesten Sinn handelt es sich somit um Geschäftsprozesse im Privatbereich.

Diese Arbeit soll aufzeigen, was es für im Heimanwender / Privatbereich für Möglichkeiten gibt um solche „Geschäftsprozesse“ im Bereich der Heimautomatisierung zu realisieren.

2.1 Business Process Management (BPM)

Dieses Kapitel erläutert die wichtigsten Informationen rund um das Management von Geschäftsprozessen (Business Process Management).

Jedes Unternehmen hat Business Prozesse. Prozesse sind Abläufe, beziehungsweise Abfolgen von Schritten und Tätigkeiten. Diese Schritte müssen in einer bestimmten logischen Reihenfolge von einem Individuum oder einer Maschine ausgeführt werden. Jeder Prozess dient einem bestimmten Zweck und dient dazu ein vordefiniertes Ziel zu erreichen.

Je nach Art und Grösse des Unternehmens können diese Business Prozesse unterschiedliche Komplexitäten und Stellenwerte haben. Oft werden die Business Prozesse mit der Zeit (und dem Wachstum des Unternehmens) immer grösser, vielfältiger und komplizierter.

Daher ist es in der Regel sinnvoll einen strukturierten Ansatz zur Verwaltung / Pflege / Umsetzung der Business Prozesse zu verwenden. Die nachfolgende Auflistung zeigt einige Gründe für die Verwendung eines strukturierten Ansatzes.

- Schwierig die Übersicht über die laufenden / offenen Prozesse zu behalten.
- Prozessschritte können vergessen oder in falscher Reihenfolge durchgeführt werden.
- Prozessschritte können unterschiedlich durchgeführt werden.
- Redundante Arbeitsschritte
- Wissensübertragung schwierig.
- Hoher Aufwand für die Einarbeitung

BPM ist eine Methode, beziehungsweise ein strukturierter und systematischer Ansatz um Business Prozesse (und Workflows) effektiver, effizienter und flexibler zu gestalten. Einige der wichtigsten Ziele von BPM werden nachfolgend aufgelistet.

- Reduktion, beziehungsweise Abstraktion, der Komplexität der Business Prozesse
- Minimierung von menschlichen Fehlern.
- Stakeholder können sich auf ihre eigentliche Rolle konzentrieren.

Früher hatte BPM primär zum Ziel Prozesse zu visualisieren, zu automatisieren und dadurch die Effizienz zu steigern. Heutige Business Process Management Suite (BPMS) bieten inzwischen viele zusätzliche Funktionalitäten an. Dazu gehören zum Beispiel End-User-Portale, Integration mit unterschiedlichsten Systemen, Analyse Möglichkeiten und Mobile-Fähigkeit.

2.1.1 Lebenszyklus / Phasen

Innerhalb von BPM gibt es folgende Phasen:

- **Design**
In der Design-Phase werden bestehende und mögliche neue Prozesse identifiziert. Dabei wird der Prozess im Ist-Zustand modelliert.
- **Modelling**
In der Modellierungs-Phase wird der Ist-Prozess analysiert und auf verschiedene Verbesserungsmöglichkeiten geprüft.
- **Execution**
In der Execution-Phase wird der verbesserte / veränderte Prozess im Tagesgeschäft umgesetzt. Dies kann, muss aber nicht zwingend, mit Hilfe eines Software-Systems unterstützt oder (teil-) automatisiert werden.
- **Monitoring**
Im Monitoring werden die Prozesse anhand der definierten Metriken und Service Levels gemessen, Statistiken erstellt und mit Benchmarks verglichen.
- **Optimization**
Aufgrund der Informationen aus dem Monitoring und dem Feedback aus dem Tagesgeschäft werden Potenziale für Prozessoptimierungen identifiziert und anschliessend über die Phasen Design, Modelling und Execution umgesetzt.

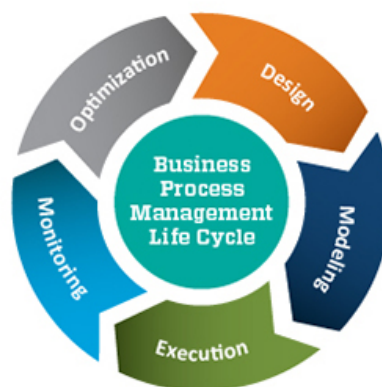


Abbildung 2.1: Lebenszyklus / Phasen von BPMN

Quelle: <http://legatoconsulting.ca/solutions.html>

2.1.2 Formalisierung / Notation

Prozesse können mit Hilfe von Notationen formalisiert und dokumentiert werden. Dazu wird heute entweder die Business Process Management Notation oder die Business Process Execution Language verwendet. Diese beiden Notationen zeichnen sich dadurch aus, dass diese einfach zu erlernen sind und dennoch den Basisregeln von Programmiersprachen folgen. Dadurch wird die Kommunikation zwischen Business und IT erheblich vereinfacht. Ebenfalls können so beschriebene Prozesse relativ einfach in einem System umgesetzt werden.

2.1.3 Umsetzung

BPM bietet auf lange Sicht viele Vorteile für ein Unternehmen. Damit BPM in einem Unternehmen erfolgreich ist, ist jedoch eine Veränderung der Unternehmenskultur notwendig. Erst wenn BPM Teil der Unternehmenskultur ist und aktiv gelebt wird, kann sich das vollständige Potential entfalten.

2.1.4 Technische Umsetzung

Für die technische Umsetzung der in Business Process Management Notation (BPMN) oder Business Process Execution Language (BPEL) definierten Prozesse kann ein BPMS eingesetzt werden. Diese Systeme besitzen eine Workflow-Engine, welche in der Lage ist anhand der formalen Prozessdefinition in BPMN oder BPEL den Prozess abzubilden, beziehungsweise auszuführen und zu (teil-) automatisieren. Typischerweise werden zusätzliche Funktionalitäten zur Definition von Regeln, Interaktionen, Monitoring und Tracking geboten.

Intelligent BPMS

Die nächste Generation der BPMS wird als „Intelligent BPMS“ bezeichnet. Dabei stehen folgende Punkte im Vordergrund:

- Einblick in die operativen Daten
- Real-Time Analysen
- CEP (Verarbeitung komplexer Ereignisse)
- Business Activity Monitoring (BMA)
- Verbesserte Funktionen im Bereich Mobile
- Verbesserte Funktionen im Bereich Social-Media
- Verbesserte Funktionen im Bereich Kollaboration

KAPITEL 3

BPM in der Domäne „Internet of Things“

Dieses Kapitel beleuchtet BPM im Kontext der Domäne IoT.

3.1 Die Domäne „Internet of Things“

Das IoT hat zum Ziel Dinge aus der realen Welt mit dem Internet und anderen Dingen zu vernetzen. Diese Dinge sollen intelligent und vollständig autonom mit anderen ihnen bekannten und auch unbekannten Geräten und Anwendungen kommunizieren können. Durch diese Vernetzung werden die Fähigkeit der einzelnen Dinge erweitert und im Endeffekt ein Mehrwert für den Anwender geschaffen.

Bereits früher konnten Dinge und Maschinen bereits selbstständig miteinander kommunizieren. Besonders in den Industriezweigen fand dies Anklang, um die Produktionsanlagen zu überwachen und zu steuern. Das IoT stellt nun den nächsten grossen Schritt in dieser Entwicklung dar. Der Hauptaspekt dabei ist die Reduktion der Herstellungskosten und die Miniaturisierung der Geräte.

Die Geräte in einem IoT können vereinfacht in die Kategorien „Endgeräte / Things / Dinge“, „Gateways“ und „Backend-Systeme“ eingeteilt werden. Die Things stellen die Eckpunkte des IoT dar. Gateways stellen typischerweise eine Verbindung zwischen den „Dingen“ und den Backend-Systemen her. Dabei kann es auch sein, dass ein „Ding“ gleichzeitig auch ein Gateway darstellt.

An dieser Stelle wird die Domäne IoT nicht weiter im Detail beleuchtet. Weitere Hintergrundinformationen und eine Betrachtung im Rahmen des „Software Engineering“ sind in der Seminararbeit „Domain Specific Software Engineering - Internet of Things“ [E:DBRU:SEM:IOT] zu finden.

3.1.1 Herausforderungen & Problemstellungen

Die Domäne IoT sieht sich folgenden Herausforderungen und Problemstellungen gegenüber:

- Verfügbarkeit eines Internet-Zuganges am Einsatz- / Verwendungsort
- Sicherheit und Datenschutz
- Tiefe Kosten für Hard- und Software
- Energieversorgung
- Energieverbrauch
- Skalierbarkeit
- Fehlertoleranz
- Akzeptanz
- Robustheit (physisch und logisch)
- Entdecken von Geräten und Services (Device Discovery)
- Fernwartung von Geräten und Anwendungen
- Hersteller Unabhängigkeit / Abhängigkeit (Hardware und Software)

Aufgrund der zahlreichen Herausforderungen und Problemstellungen und der daraus resultierenden Komplexität sind grössere Investitionen in IoT nur zu empfehlen, wenn tatsächlich ein Mehrwert geschaffen werden kann.

3.2 Prognose für BPM im Kontext von IoT

Gemäss einem Bericht von Gartner ([E:Gartner:BPM:2015]) sollten die Investitionen in Intelligent Business Process Management Suite (iBPMS) im Jahr 2015 um 4.4% auf 2.7 Milliarden US-Dollar steigen. Im Rahmen der digitalen Transformation überdenken viele Unternehmen ihre Prozesse und Modelle. Einer der 4 genannten Einflussfaktoren ist IoT, wobei die „Dinge“ in die Business Prozesse integriert werden. Dadurch kann sich der Prozess je nach Bedarf den veränderten Bedingungen anpassen. Durch die gemeinsame Orchestrierung mit allen anderen Prozessteilnehmern können Prozessinnovationen einfacher umgesetzt werden.

Nach einem anderen Bericht von Gartner aus dem Jahr 2016 ([E:Gartner:BPM:IOT:2020]) werden im Jahr 2020 mehr als die Hälfte aller neuen Business Prozesse und Systeme in irgendeiner Form ein Element von IoT beinhalten.

3.3 BPM im Kontext von IoT

Der Einsatzzweck und -nutzen von IoT ist stark vom Geschäftsfeld und den Bedürfnissen der Unternehmen abhängig. Daher ist auch eine Kombination / Integration mit BPM nicht in jedem Fall sinnvoll, bzw. nutzbringend.

Aktuell werden zwei mögliche Szenarien diskutiert. Eine Partei argumentiert, dass durch die Verbreitung von IoT BPM nicht mehr adäquat ist und daher mittelfristig verschwinden wird (Siehe [E:LinkedIn:Herring:IOTBPM]). Die andere Partei sieht BPM als einen essentiellen und unabdingbaren Baustein für die erfolgreiche Verbreitung von IoT (Siehe [E:DataInformed:IOTBPM] oder [E:InformationAge:IOTBPM]). Die Argumente der beiden Parteien werden an dieser Stelle nicht näher beleuchtet, da diese nicht im Kernfokus dieser Arbeit liegen.

Der Einsatz von BPM in IoT lässt sich in folgende Kategorien unterteilen:

- **Privatbereich**

Beim Einsatz von IoT liegt das Hauptaugenmerk auf anderen Punkten, als beim Einsatz in / für ein Unternehmen. Bei einem überwiegenden Teil der Endanwender stehen folgende Faktoren im Vordergrund: Kosten, Funktionsumfang, Einfache Bedienung. Es ist in der Regel nicht anzunehmen, dass der Endanwender über technisches Fachwissen verfügt.

- **Kern**

Diese Kategorie bezeichnet diejenigen Unternehmen für welche IoT ein Kerngeschäft darstellt. Diese Unternehmen bieten entweder IoT-Lösungen oder Dienstleistungen im selben Bereich an (Hardware und / oder Software).

- **Unterstützend**

Diese Kategorie bezeichnet diejenigen Unternehmen für welche IoT als unterstützender Faktor bei essentiellen Geschäftsabläufen / -tätigkeiten eingesetzt wird. Ein Beispiel wäre die Überwachung und Steuerung von Produktionsanlagen in der Industrie.

- **Nice-To-Have**

Diese Kategorie bezeichnet diejenigen Unternehmen bei welchen IoT als „Nice-to-Have“ im Einsatz ist. Beispiel: Bei einem Finanzdienstleister wurden die Sitzungszimmer so ausgerüstet, dass Online ersichtlich ist, ob es tatsächlich besetzt ist.

Diese Kategorisierung ist nicht abschliessend und lässt sich nicht in jedem Fall anwenden. Beispielsweise ist der Einsatz von IoT im Bereich der Gebäudeautomatisierung auch im Unternehmensumfeld sinnvoll. Dies hat jedoch keinen zwingend direkten Einfluss auf das Kerngeschäft. IoT bietet jedoch die Möglichkeit viele Effektivitäts- und Effizienzsteigerungen herbeizuführen.

3.4 Einfluss und Nutzen

Wie im Kapitel [2.1 Business Process Managemnt \(BPM\)](#) beschrieben, hat BPM das Ziel eine Abstraktion / Vereinfachung der Komplexität herbeizuführen. Da IoT einiges an neuer Komplexität mit sich bringt, stellt BPM ein geeignetes Mittel dar, um entsprechend einen Teil dieser Komplexität zu reduzieren, beziehungsweise zu abstrahieren. Der Nutzen von IoT für eine Branche, beziehungsweise ein Unternehmen, ist sehr unterschiedlich und hängt stark vom angestrebten Ziel ab. Der konkrete Nutzen ist oft auch vom Kontext abhängig. Zum Beispiel hat eine ans Internet angeschlossene, intelligente Waschmaschine für den Endbenutzer nur einen geringen Zusatznutzen. Für den Hersteller sieht die Situation unter Umständen etwas anders aus. Wenn die Waschmaschine selbstständig ermittelt, wann bestimmte Teile Defekt sind oder in absehbarer Zeit ausgewechselt werden müssen, könnte die entsprechenden Daten direkt an den Hersteller und Wartungstechniker gesendet werden. Dem Hersteller erlaubt dies die Just-In-Time-Produktion der Ersatzteile wodurch entsprechende Kosteneinsparungen möglich sind.

Nachfolgend werden einige Vorteile aufgelistet, welche beim Einsatz von IoT in Business Prozessen entstehen:

- Entstehung neuer Anwendungsmöglichkeiten
- Erhöhung der Durchgängigkeit von Prozessen
- Reduktion von Medienbrüchen in Prozessen
- Konsequente Umsetzung von BPM
- Kosteneinsparungen
- Effizienz- und Effektivitätssteigerungen

Innerhalb von Business Prozessen kann das IoT an unterschiedlichsten Stellen eingebunden werden.

- IoT-Endgerät („Thing“) liefert Input-Daten für einen Business Prozess.
- IoT-Endgerät („Thing“) stellt den Startpunkt / Trigger eines Business-Prozesses dar.
- IoT-Endgerät („Thing“) sind Akteure innerhalb eines Business Prozesses.

- IoT-Endgerät („Thing“) sind Endpunkte in einem Business Prozess.

Grundsätzlich kann das IoT in jedem Teil eines Business Prozesses einen Mehrwert liefern, sofern der entsprechende Bedarf da ist. Es kann gut auch sein, dass der gesamte Business Prozess aus IoT-Elementen besteht. Ebenfalls sind Business Prozesse denkbar, welche vollständig auf IoT ausgerichtet sind. Dies könnte zum Beispiel bei einem IoT-Dienstleister der Fall sein.

3.5 Anwendungsmöglichkeiten

IoT bietet ein sehr breit gefächerte Palette an Anwendungszwecken und Einsatzzwecken. Diese Palette wird in Zukunft mit der zunehmenden Verbreitung noch grösser werden. Ebenfalls werden sich komplett neue Geschäftsfelder und Möglichkeiten eröffnen.

Nachfolgend werden zwei kurze Beispiel für den Einsatz des IoT im Rahmen von (Business9 Prozessen aufgezeigt.)

- **Überwachung der Temperatur in einem Lagerhaus**

In einem Lagerhaus in welchem die Kühlung, beziehungsweise die Temperatur eine wichtige Rolle spielt könnte mit Hilfe von IoT und BPMN einiges erreicht werden. Beispiel: Die einzelnen Produkte sind mit den Informationen ausgestattet, bei welchen Temperaturen diese optimal gelagert werden müssen. Mit Hilfe eines autonomen Fahrzeuges werden die angelieferten Produkte in den entsprechenden Bereich des Lagerhauses verschoben. Gleichzeitig werden die eingelagerten Waren in den entsprechenden Systemen nachgeführt und eine entsprechende Benachrichtigung ausgelöst, dass die Waren eingetroffen sind.

Das Lagerhaus überwacht autonom die Temperatur in den verschiedenen Bereichen des Lagerhauses. Wird eine grössere Schwankung festgestellt oder ein bestimmter Schwellenwert erreicht, leitet das System entsprechende Gegenmassnahmen ein. Gleichzeitig wird eine Benachrichtigung mit einer entsprechenden Information versendet.

Zeigen die eingeleiteten Massnahmen keine Wirkung wird ein Prozess gestartet. Dieser informiert die zuständige Person über mehrere Kanäle. Die Person kann anschliessend entscheiden, was weiter getan werden soll. Der Prozess bleibt aktiv, bis die Temperatur wieder im korrekten Bereich ist. Im Notfall könnten die Produkte aus dem entsprechenden Bereich automatisch in einen anderen Bereich des Lagerhauses verschoben (zum Beispiel wenn die Kühlung defekt ist).

Aufgrund der Informationen aus den Prozessen können im Nachgang entsprechende Kennzahlen für weitere Verbesserungen und Optimierungen ermittelt werden.

- **Autonome Produktionsanlage**

Ankunft Lieferwagen: Information Zuständiger, Kontrolle, Informationen für Lagerung, anschliessend entscheidet die Produktionsanlage über weitere Verarbeitung, Fortschritt der Verarbeitung immer ersichtlich, qualitätskontrolle

3.6 Frameworks, Produkte, ...

Nachfolgend werden einige Frameworks, beziehungsweise Produkte aufgezeigt und Stichwortartig beschrieben, welche im Bereich IoT für die Realisierung und Automatisierung von Business Prozessen verwendet werden können.

- **WSO2 IoT Server**
WO2 Middleware Plattform, Modular, Erweiterbar, Analytics, BPM-Support, Enterprise Service Bus
- **Pega**
Intelligente Business Process Management Suite
- **Digital Business Platform**
Analytics, Data-Management, Prozess-Automatisierung, Regeln, Tasks, B2B-Integration
- **OpenIoT**
Open Source, Blueprint Middlewar für IoT-Lösungen
- **Internet of Things Cloud Service**
Analytics, Enterprise Integration, Secure Connectivity, Echtzeitverarbeitung
- **Ritc**
Software as a Service Plattform für IoT, Rule-Engine für Datenverarbeitung
- **Flowthings**
Plattform für IoT Lösungen, Cloud basiert, Echtzeit Verarbeitung, Komplexe Eventverarbeitung
- **ubidots**
Cloud-Service, Analyse, Aggregation und Visualisierung von Sensordaten, Definition Regeln und Aktionen
- **zetta**
API-Frist IoT Plattform, basierend auf Node.js, Open Source
- **Waylay**
Plattform für die Orchestrierung von Enterprise IoT, Analytics, Monitoring, Auslöser und Aktionen
- **Loop (Litmus Automation)**
IoT Cloud Plattform, High Performance und Skalierbarkeit
- **Octoblu**
Full-Stack IoT Plattform, Messaging, Automatisierung, Echtzeitverarbeitung

Daneben gibt es auch viele Produkte, welche spezifisch für die Realisierung von Business Prozessen / Workflows ausgelegt sind. Mit entsprechenden Adaptern oder Erweiterungen können auch diese im Kontext IoT verwendet werden.

-
- [Windows Workflow Foundation](#)
 - [nebri](#)
 - [DECISIONS](#)
 - [manywho](#)

KAPITEL 4

BPM in der Domäne „Home Automation“

4.1 Die Domäne „Home Automation“

Im Kontext dieser Arbeit bezeichnet „Home Automation“ den Gesamten Bereich der Heimautomatisierung im Privat- / Endanwenderbereich. Darunter wird die (teil-) automatisierung von Abläufen im Umfeld rund um das Eigenheim und das Privatleben verstanden.

„Home Automation“ oder Heimautomation bezeichnet klassischerweise die Vernetzung und intelligent Kommunikation von Endgeräten in einem „Eigenheim“. Das „Eigenheim“ kann dabei sowohl ein Haus, eine Wohnung oder aber auch ein einzelnes Zimmer oder ähnlich sein. Im weiteren Sinne gehört auch die Automatisierung von grossen Gebäuden, Gebäudekomplexen oder Siedlungen dazu. Dies wird dann aber meistens unter dem Begriff „Gebäudeautomation“ zusammengefasst.

Bezogen auf die Anwendung im Eigenheim kommt häufig ein bunter Mix an unterschiedlichen Geräten und Technologien zum Einsatz. Dies stellt eine der zentralen Herausforderungen für die autonome Kommunikation der Geräte dar. Durch den Einsatz einer zentralen Koordinationsstelle (z.B. durch einen Home Automation Hub oder ein Smart Gateway) kann hier Abhilfe geschaffen werden. Diese Koordinationsstellen unterstützen in der Regel eine breite Palette an Übertragungs- und Kommunikationsprotokollen und können so zwischen den verschiedenen Endgeräten vermitteln.

<http://www.witura.com/wifi-smart-home-management-system.html>

evtl. ein
bild?

4.1.1 Herausforderungen & Problemstellungen

Zusätzlich zu den allgemeinen Herausforderungen und Problemstellungen des IoT (Sieh dazu das Kapitel [3.1.1 Herausforderungen & Problemstellungen](#)) hat der Bereich „Home Automation“ noch eine Reihe spezifischer Herausforderungen und Problemstellungen, welche es zu bewältigen gibt.

- Einfache Bedienung
- Integration mit beliebigen Geräten
- Fehlende Standards und einheitliche Protokolle
- Vielfalt an Geräten und proprietären Technologien und Protokollen
- Flexibilität (Exaktes Umfeld der Anwendung ist unbekannt)
- Zentrale Steuerung
- Sicherheit
- Stabilität
- Zuverlässigkeit
- Gutes Kosten- / Nutzenverhältnis
- Geringes technisches Know-How

4.1.2 Prognose und Zukunft

Dem Bereich „Home Automation“ und insbesondere auch „Smart Home“ wird ein grosses Wachstumspotenzial für die nächsten Jahre prognostiziert. Gartner zufolge könnte im Jahr 2020 eine durchschnittliche Familie über 500 „Smart Devices“ besitzen [E:Gartner:Prognose:SmartHome]. Beim grössten Teil dieser Geräte wurde es sich um intelligente Haushaltsgeräte handeln. Zu Beginn vorwiegend kleinere Haushaltsgeräte und längerfristig auch zunehmend die grösseren Haushaltsgeräte wie Kühlschränke, Backöfen oder Geschirrspüler. Einer der Schlüssel Aspekte wird gemäss Gartner die Wireless-Technologie sein.

Gemäss Juniper Research werden im Jahr 2020 rund 100 Milliarden US-Dollar für „Smart Home Services“ (Dienstleistungen und Geräte aus dem Bereich Smart Home) ausgegeben werden. Darin enthalten sind Produkte und Dienstleistungen aus den Bereichen Unterhaltung, Gesundheit, Energie und Heimautomatisierung.

Aufgrund der aktuellen Entwicklung besteht im Bereich „Smart Home“ und „Home Automation“ enormes Potenzial für Innovationen und die Erschliessung von neuen Anwendungsbereichen und Geschäftsfeldern.

evtl. ein
Bild?

4.2 BPM im Kontext von „Home Automation“

Der Einsatz von BPM, beziehungsweise die dafür verwendeten Notationen BPMN und BPEL, fokussiert sich nach wie vor primär auf Unternehmen. Aufgrund des notwendigen Know-Hows ist die Verbreitung im Privat-Umfeld nicht sehr hoch. Entsprechend gibt es nur eine eingeschränkte Auswahl an Frameworks, Lösungen und Produkten, welche explizite Funktionalitäten mit BPMN oder BPEL beinhalten. Viel mehr werden Alternative, beziehungsweise proprietäre Techniken verwendet, um Abläufe zu modellieren. Bei den meisten Lösungen, Produkten oder Frameworks werden Abläufe zu einem grossen Teil in Form von Auslösern (Triggern) und Aktionen (Actions) modelliert. Je nach Produkt können pro Auslöser auch mehrere Aktionen definiert werden, welche sequentiell ablaufen.

Der Vorteil dieser Umsetzung ist die tiefe Einstiegshürde und einfache Verständlichkeit und Erlernbarkeit. Gerade im Umfeld der Heimautomation ist es wichtig, dass sich die Anwendung so einfach als möglich gestaltet. Andernfalls werden die Kunden abgeschreckt und verwenden lieber eine einfacher zu handhabende Lösung.

Der Nachteil und damit der Vorteil von BPMN und BPEL sind die Plattformneutralität und dadurch die Portabilität. Mit diesen Notationen könnten gängige Abläufe einfach und bequem mit anderen Leuten geteilt werden. Auch wäre die Umstellung auf eine andere Lösung aufgrund der Plattformneutralität relativ bequem möglich. Ebenfalls wird für BPMN und BPEL spezifisches Fachwissen benötigt, was entsprechend die Einarbeitungszeit erhöht und dadurch die Einstiegsschwelle anhebt.

Das Anwendungsgebiet von Home Automation ist sehr breit gefächert und stark geprägt von den eingesetzten Endgeräten und den genutzten Funktionen. Es gilt in jedem Fall die spezifischen Vor- und Nachteile abzuwägen. Im Nachfolgenden Kapitel werden einige Anwendungsmöglichkeiten aufgezeigt.

Allgemein betrachtet bietet die Automatisierung und Formalisierung von Abläufen im Home Automation Bereich einige Vorteile. Damit einher gehen aber auch einige Nachteile, welche durch die Nutzung entstehen.

4.3 Anwendungsmöglichkeiten

Für BPM oder allgemein die Automatisierung von Abläufen im Bereich des Eigenheimes gibt es eine Reihe von Anwendungsgebieten. Nachfolgend werden einige ausgewählte Szenarien beschrieben:

- **Ferienabwesenheit**

Mit einem intelligent vernetzten und automatisierten Eigenheim können viele Tätigkeiten autonom oder via „Fernbedienung“ durchgeführt werden, für welche andernfalls eine Person Zutritt zur Wohnung haben müsste. Nachfolgend werden einige Beispiele aufgelistet.

- Pflanzengiessen

- Schliessen der Rollläden am Abend oder bei Sturm
 - Absenkung / Anhebung der Wohnung-Temperatur nach der Abreise / vor der Rückkehr
 - Einbruchsschutz (durch Steuerung von Licht / Ton)
 - Alarmsystem bei einem Notfall
 - Einsparung von Strom (durch automatische Abschaltung nicht benötigter Geräte)
 - Absicherung, dass alle Fenster geschlossen und Herdplatten ausgeschaltet sind
- **Schlechtes Wetter / Sturmm**
Im Haushalt befindet sich eine Wetterstation, welche anhand der gesammelten Messwerte und den Vorhersagen und Informationen von lokalen Wetterdienst die aktuelle Wetterlage bestimmen kann. Wird festgestellt, dass ein Sturm aufzieht werden automatisch alle Fenster geschlossen, die Rollläden heruntergelassen und die Sonnenstoren eingefahren. Ist niemand Zuhause werden entsprechende Benachrichtigungen an die Bewohner versandt. Beinhaltet die Vorhersage eine Hagelwarnung oder starke Sturmwarnung könnte der Bewohner zusätzlich informiert werden, dass er zum Beispiel sein Auto in die Garage stellt, um Schäden zu vermeiden.
 - **Türklingel**
Klingelt es an der Tür kann das System aufgrund der verbauten Kamera feststellen, wer sich an der Tür befindet. Handelt es sich um eine bekannte Person, welche erwartet wird kann die Türe automatisch geöffnet und der Bewohner entsprechend informiert werden. Handelt es sich um eine unbekannte Person, wird der Bewohner benachrichtigt und die Video- und Sprachverbindung zum Aussenbereich hergestellt. Je nach Entscheid des Bewohners wird der Besucher eingelassen oder nicht. Ist der Bewohner nicht zuhause und jemand klingelt an der Tür, wird der Bewohner via Textnachricht informiert und das Foto des Besuchers für eine spätere Überprüfung gespeichert.

4.4 Lösungen, Produkte, Frameworks, ...

Im Bereich „Home Automation“ gibt es aktuell viele verschiedene Lösungen, Produkte und Frameworks. Zum einen handelt es sich um reine Softwarelösungen und zum anderen auch um Kombinationen von Hard- und Software. Wie im Kapitel ?? ?? erwähnt, gibt es nur wenige Lösungen, welche eine explizite Prozessunterstützung via BPMN oder BPEL haben.

4.4.1 Software basiert

Nachfolgend werden die Software-Lösungen, Produkte und Frameworks aus dem Bereich „Home Automation“ aufgelistet, welche durch die Recherche ermittelt wurden. Diese wurden jeweils auf ausgewählte Eigenschaften hin überprüft. Als Quelle für die Zuordnung der Eigenschaften diente der jeweilige Webauftritt und die dazugehörigen Dokumentationen.

Diese Zuordnung dient in erster Linie dazu, einen groben Überblick über die verschiedenen Lösungen zu schaffen und dadurch eine Basis für den weiteren Verlauf der Arbeit zu erhalten.

	Enduser	Technisches Know-How notwendig	Cloud-basiert	Web-basiert	Ready-To-Use	Framework	Trigger & Action	Workflow / Prozesse	BPMN / BPEL	Open Source / frei verfügbar	Lauffähig unter Raspbian 32-Bit
IFTTT	x		x	x	x		x			x	
Trigger-Happy (IFTTT Clone)	x	(x)		x	x		x			x	
CoCo	x		(x) ¹	(x) ¹			x				
Home Assistant	x	(x)		x	x		x			x	
Control4	x		(x) ¹	²			²	²	²		
universAAL		x		x		x	x			x	
indigo domotics (Pro Version)	x			x	x		x				
openHAB	x	x		x	x		x	(x)		x	
Domogik	x	(x)		x	x		x			x	
Open Source Automation	x			x	x					x	
Comfortclick bOS	x	(x)			x		x	x		x	
CastleOS	x			x	x		x			x	
HomeGenie	x	x		x	x		x	x		x	
Freedomotic	x			x ¹	x		x	x		x	
Netbeast	(x)	x		x	x	x	x	x		x	
Domoticz	x	(x)		x	x		²	²		x	

Die betrachteten Lösungen sind grundsätzlich alle für den Endbenutzer einsetzbar. Es gibt zusätzlich noch Angebote im Bereiche Business-2-Business. Dabei werden Unternehmen

¹ Möglich, aber optional

² Keine Informationen verfügbar

ganze Plattformen (Hardware und Software) zur Verfügung gestellt, um eigene Home Automation Lösungen zu konzipieren und zu vertreiben (White Label Produkte).

4.4.2 Hard- und Software

Kombinierte Lösungen aus Hard- und Software gibt es aktuell auf dem eine ganze Reihe verschiedenster Produkte. Viele davon sind proprietär ausgelegt, sodass diese nur mit Produkten der entsprechenden Produktlinie oder vom selben Hersteller oder dessen Partnern funktionieren. Darüber hinaus gibt es auch Lösungen, welche einen eher generischen Ansatz verfolgen. Dabei können Produkte von unterschiedlichsten Herstellern angeschlossen werden. Voraussetzung ist jeweils, dass das entsprechende Protokoll unterstützt wird.

Nachfolgend werden einige der recherchierten Lösungen aufgelistet. Diese werden jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht weiter betrachtet.

- Bosch G100 Z-Wave Home Control Gateway
- Samsung Smart things
- Qivicon
- Zoo Automation
- Throne BMS

4.4.3 Weitere

Neben Software basierten und Kombinationen von Hard- und Software Lösungen gibt es auch Bestrebungen Referenz-Architekturen zu schaffen. Eine davon ist zum Beispiel die [Home Blox](#) Architektur.

KAPITEL 5

BPM auf dem „Raspberry Pi“ in der Domäne „Home Automation“

In diesem Kapitel wird analysiert wie Business Prozesse auf einem Raspberry Pi implementiert, beziehungsweise automatisiert werden können. Dabei werden verschiedene Lösungskategorien aufgezeigt und erläutert.

5.1 Der Raspberry Pi

Der Raspberry Pi ist ein Einplatinencomputer, welcher von der Raspberry Pi Foundation entwickelt und vertrieben wird. Er hat ungefähr die Grösse einer Kreditkarte und bietet zahlreiche On-Board Schnittstellen wie USB-, HDMI und Audio Anschlüsse (Abhängig vom konkreten Modell). Zusätzlich stehen eine bestimmte Anzahl an GPIO-Pins (General Purpose Input / Output) zur Verfügung. Mit Hilfe dieser Pins lassen sich zum einen Erweiterungs-Boards anschliessen und zum anderen können auch über ein spezielles Erweiterungsboard eigene Schaltungen, etc. gebaut und verlötet werden. Die Anzahl und genaue Funktion der einzelnen GPIO-Pins ist vom konkreten Raspberry Pi Modell abhängig.

Fix
Foo-
tenote-
marks



Abbildung 5.1: Raspberry Pi 2 Model B

Quelle: https://www.raspberrypi.org/wp-content/uploads/2015/01/Pi2ModB1GB_-comp.jpeg

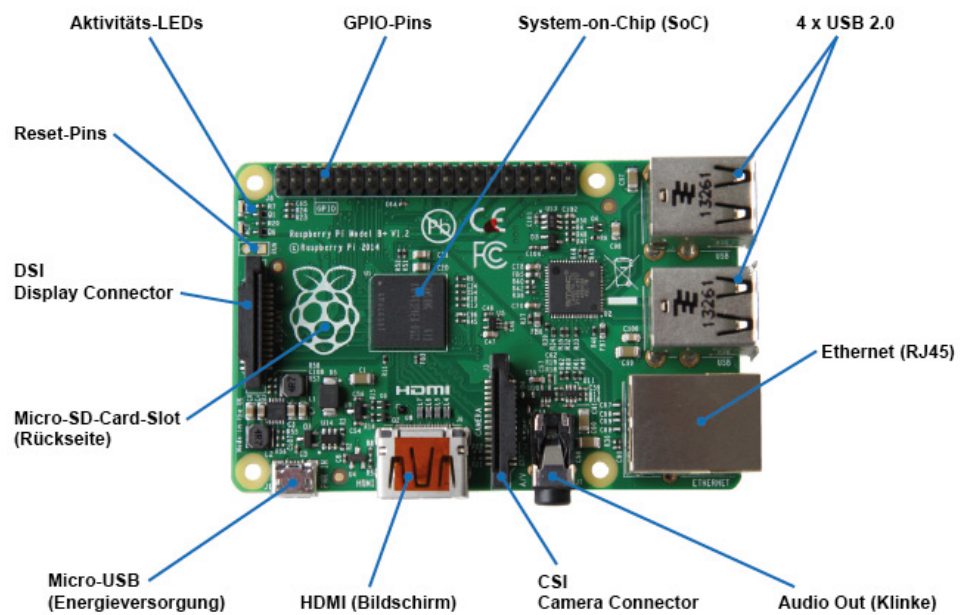


Abbildung 5.2: Raspberry Pi 2 Model B Überblick

Quelle: <https://www.elektronik-kompodium.de/sites/raspberry-pi/bilder/19052512.jpg>

5.1.1 Raspberry Pi Modelle im Überblick

	Raspberry Pi Model A	Raspberry Pi Model A+	Raspberry Pi Model B	Raspberry Pi Model B+	Raspberry Pi 2 Model B	Raspberry Pi 3 Model B	Raspberry Pi Compute	Raspberry Pi Zero
Gewicht in Gramm	31	23	40	45	40	40	7	9
System-on-a-Chip (SoC):	BCM2835				BCM2836	BCM2837	BCM2835	
CPU Kerne	1	1	1	1	1	4	1	1
CPU Takt in MHz	700				900	1200	700	1000
CPU Architektur	ARMv6 (32-bit)				ARMv7 (32-bit)	ARMv7 (64-bit)	ARMv6 (32-bit)	
GPU Takt in MHz	250					300/400	250	
Arbeitsspeicher in MB	256	256 / 512		512		1024	512	
Pins	26	40	26	40			60	40
GPIO-Pins	17	26	17	26			48	26

5.2 Betrachteter Lösungsraum

Ursprünglich wären folgende Einschränkungen für den Lösungsraum vorgesehen gewesen:

Da der Raspberry Pi eine offene Plattform ist, gibt es unterschiedlichste Möglichkeiten um das betrachtete Problem zu lösen. Im Kontext dieser Seminararbeit erfolgt die Betrachtung spezifisch für ein Raspberry Pi 2 Model B mit einem Raspbian OS (Debian Distribution für den Raspberry Pi). Als zusätzliche Prämisse gilt ebenfalls, dass der Kern der Anwendung auf dem Raspberry Pi lauffähig sein muss und die Lösung muss es in irgendeiner Form ermöglichen einen Ablauf / Prozess im Bereich Home Automation mit BPMN oder BPEL abzubilden. Alternative Lösungen, bei denen der Raspberry Pi als „Client“ / „Agent“ verwendet wird sind nicht im Fokus dieser Arbeit.

Die ersten intensiven Recherchen haben gezeigt, dass es keine bis sehr wenige Lösungen gibt, welche den Grossteil der Anforderungen aus dem Lösungsraum erfüllen würden. Daher habe ich mich entschieden, den Lösungsraum anzupassen und zwei verschiedene Kategorien von Lösungen zu ermöglichen.

Spezifische Home Automation Lösungen

- Lauffähig auf dem Raspberry Pi mit Raspbian (32-Bit).
- Fokus: Home-Automation
- Funktionalität um Abläufe oder Aktionen zu automatisieren.
- Eine Komponente
- Open Source / Frei verfügbar (allenfalls Demoversion)
- Muss via Web steuerbar sein.

Lösung mit BPMN-Support im Bereich IoT

- Lauffähig auf dem Raspberry Pi mit Raspbian (32-Bit).
- Abläufe / Prozesse können mit Hilfe von BPMN modelliert werden.
- Kann aus mehreren Komponenten bestehen
- Möglichkeit zur Anbindung von IoT-Geräten aus dem Bereich „Home Automation“ (z.B. via Plugins).
- Open Source / Frei verfügbar (allenfalls Demoversion)

5.3 Lösungen, Produkte & Frameworks

In diesem Abschnitt werden die recherchierten Lösungen, Produkte und Frameworks aufgezeigt. Diese Auflistungen sind nicht abschliessend und repräsentieren den Stand der Dinge zum Zeitpunkt der Recherchen im Q2/2016.

5.3.1 Lösungskategorie: Spezifische Home Automation Lösungen

Die Inhalte dieser Lösungskategorie wurden zum Grössten Teil aus dem Kapitel [4.4 Lösungen, Produkte, Frameworks, ..](#) entnommen und nach der Lauffähigkeit auf dem Raspberry Pi und Raspbian gefiltert.

- TriggerHappy
- HomeAssistant
- openHAB (2)
- CastleOS
- HomeGenie
- Freedomotic
- Domoticz

Filter-Kriterien: OpenSource, Kein Framework, mindestens Trigger & Action Support, unter linux betreibbar

- TriggerHappy (Für Web-Services)
- HomeAssistant (<https://home-assistant.io/getting-started/>)
- openHAB (2)
- CastleOS (Windows basiert)
- HomeGenie
- Freedomotic (<http://www.freedomotic.com/content/download>)
- Domoticz

- OpenHAB: <https://github.com/openhab/openhab/wiki/Z-Wave-Binding> - Evtl. mit ubi-dots (via HTTP-Request <http://ubidots.com/docs/#contents>) - HomeGenie: <http://www.homegenie.it/>
- Domoticz

5.3.2 Lösung mit BPMN-Support im Bereich IOT

Der definierte Lösungsraum dieser Lösungskategorie ermöglicht ein breites Spektrum an Lösungen. Nachfolgend werden einige der möglichen Lösungen aufgezeigt.

- **Activiti BPM (Java)**
- **jBPM (Java)**

- **Camunda (Java)**
<https://github.com/zambrovski/mqtt-camunda-bpm> Nicht open-Source
- **Drools (java)**
<http://www.drools.org/> with jbpm
- <http://www.bonitasoft.com/>
Linux 64-Bit only
- <http://www.imixs.org/>

<https://bpmn.io/>

- Spezifische Lösung für den Raspberry PI -aus dem Bereiche BPM
- Benutzung einer Lösung und Erweiterung
- Kombination von Komponenten
- Komponente in übergreifenden Lösung

5.4 Realisierung eines Beispielhaften Prozesses mit BPMN im Bereich „Home Automation“

Als Beispiel für diese Seminararbeit wird folgender Setup realisiert:

KAPITEL 6

Schlusswort

6.1 Fazit

6.1.1 Home Automation

Im Bereich „Home Automation“ gibt es gemäss heutigem Stand nur ...

Die meisten Softwarelösungen und Kombi-Produkte (Software + Hardware) basieren auf dem Konzept von Auslösern (Triggern) und nachfolgenden Ereignissen (Events).

Heimanwender: BPM Schwierig, wenn dann im Bereich der Gebäude-Automatisierung im Bereich von Unternehmen.

OPENHAB: Version 1: Schwieriger / Komplizierter Setup (insbesondere mit Z-Wave)

Version 2: Einfacherer Setup, viele fehlende Funktionalitäten, nicht intuitiv, Dokumentation für gewisse Grundkonzepte nicht wirklich gut

6.1.2

Evtl. Getrennte Fazite für einzelne Bereiche?

6.1.3 Allgemein

Aufgrund der Ergebnisse der Analyse kann gesagt werden, dass aktuell im Bereich der Modellierung und Implementierung von Business Prozessen ein Wandel statt findet. Mit diesem Wandel rückt der Einsatz des IoT etwas mehr in den Vordergrund.

....Bereits erste Produkte / Lösungen mit entsprechendem Support.

6.2 Vergleich: Ist -/ Soll-Planung

6.3 Dank

Akronyme

Bezeichnung	Beschreibung
BMA	Business Activity Monitoring
BPEL	Business Process Execution Language
BPM	Business Process Management
BPMN	Business Process Management Notation
BPMS	Business Process Management Suite
ERP	Enterprise-Resource-Planning
iBPMS	Intelligent Business Process Management Suite
IoT	Internet of Things

Glossar

CEP

Bei Complex Event Processing (CPE) ist ein Werkzeug aus dem Bereich BigData. Dabei steht die Erkennung, Analyse, Gruppierung und Verarbeitung von abhängigen Ereignissen im Vordergrund.

Abbildungsverzeichnis

2.1 Lebenszyklus / Phasen von BPMN	6
5.1 Raspberry Pi 2 Model B	22
5.2 Raspberry Pi 2 Model B Überblick	23

Liste der noch zu erledigenden Punkte

evtl. ein bild?	15
evtl. ein Bild?	16
Fix Footenotemarks	22