

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis	5
1 Einleitung	6
1.1 Motivation	6
1.2 Problemstellung	6
1.3 Zielsetzung	6
1.4 Aufbau der Thesis	7
2 Grundlagen	8
2.1 Internet of Things	8
2.2 Prozess Modellierung	8
2.2.1 BPMN	9
2.2.2 UML	10
2.2.3 Geschäftsregeln	10
2.3 BPM	10
2.4 IoT - A	10
2.5 BPMN4CPS	10
3 IoT Workflows	11
3.1 Typische Muster und Best Practices von IoT Workflows	11
3.2 Unterschiede IoT Workflows zu regulären Workflows	11
3.3 Evaluierungskriterien	11
3.4 Bewertung der Modellierungsmethoden	11
3.5 Modellierungskonzept	11
4 Evaluierung	12
5 Schlussteil	13
5.1 Ergebnis	13

5.2	Fazit	13
5.3	Weiterführende Arbeit/ Ausblick	13
	Literaturverzeichnis	14
	Anhang	15

Abkürzungsverzeichnis

BPD	Business Process Diagram
BPEL	Business Process Execution Language
BPM	Business Process Management
BPMN	Business Process Model and Notation
BPMN4CPS	Business Process Model and Notation for Cyber-Physical Systems
CMMN	Case Management Model and Notation
IoT	Internet of Things
IoT-A	Internet of Things - Architecture
OMG	Object Management Group
UML	Unified Modelling Language

Tabellenverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

1 Einleitung

1.1 Motivation

Das Internet of Things (IoT) ist eines der größten IT-Buzzwords der letzten Jahre und beschreibt die durch eingebettete Elektronik ermöglichte Vernetzung von physischen Dingen. Die dadurch gewonnenen Ereignisse bzw. Daten bieten neben dem Potential der Prozessoptimierung und Erweiterung noch die Möglichkeit zur Generierung völlig neuer Geschäftsprozesse und Modelle. Des Weiteren sinken die Kosten dafür physische Dinge mit Sensoren auszustatten und untereinander zu vernetzen, was zu einem hohen Andrang an IoT Projekten führt. Laut Gartner sollen im Jahr 2020 mehr als die Hälfte der wichtigsten Geschäftsprozess Elemente des IoT beinhalten.

1.2 Problemstellung

Häufig gestaltet sich die Darstellung und Modellierung der neuen Geschäftsprozesse jedoch schwierig, da Standards wie Business Process Model and Notation (BPMN) nur bedingt hierfür geeignete Elemente vorsehen. Erschwert wird dies dadurch, dass keine klare Abgrenzung zwischen dem eigentlichen Geschäftsprozess und dem Sammeln, Aggregieren und Auswerten der Daten besteht. Diese Fragestellungen bilden die Grundlage für diese Thesis.

1.3 Zielsetzung

Ziel der Thesis ist die Konzeption eines Modellierungsansatzes für IoT Workflows. Hierfür werden grundlegende Besonderheiten von IoT Workflows festgehalten und davon ausgehend Evaluierungskriterien für die Bewertung gängiger abgeleitet. Anhand der Kriterien werden Modellierungsmethoden bewertet und gegebenenfalls mögliche Erweiterungsmöglichkeiten vorgestellt. Der daraus resultierende Ansatz wird auf vorhandene Use-Cases angewandt und bewertet.

1.4 Aufbau der Thesis

Nach der Einleitung mit Motivation, Problemstellung, Zielsetzung sowie dem Aufbau der Thesis folgen Grundlagen im Bereich des **IoT**, der Prozess Modellierung, des Business Process Management (**BPM**), der Internet of Things - Architecture (**IoT-A**) sowie der Business Process Model and Notation for Cyber-Physical Systems (**BPMN4CPS**), welche zum Verständnis der weiteren Arbeit dienen.

Im Hauptteil werden typische Muster von **IoT** Workflows festgelegt. Aus den festgelegten Workflows werden Unterschiede und Besonderheiten zwischen **IoT** Workflows und Workflows ohne **IoT** Integration herausgearbeitet, welche bei der Modellierung zu berücksichtigen sind. Anhand der Unterschiede werden Evaluierungskriterien für die Geschäftsprozess Modellierung abgeleitet. Diese Evaluierungskriterien werden im Anschluss dazu verwendet um bestehende Modellierungsmethoden auf ihre Eignung zur Modellierung von **IoT** Workflows zu bewerten. Basierend auf der Bewertung wird ein Modellierungskonzept für **IoT** Workflows festgelegt. Im Anschluss daran werden ein oder mehrere Use-Cases analysiert und das Modellierungskonzept darauf angewandt. Anhand der Ergebnisse wird das Modellierungskonzept bewertet.

Im Schlussteil wird das Ergebnis festgehalten, ein Fazit getroffen und weiterführende Arbeiten sowie ein Ausblick vorgestellt.

2 Grundlagen

In diesem Kapitel werden zunächst Grundlagen des **IoT** erläutert. Anschließend werden die wichtigsten Prozess Modellierungsmethoden dargestellt und Grundlagen des **BPM** erklärt. Zum Abschluss werden zwei Erweiterungen von **BPMN** zur Modellierung von **IoT** Workflows vorgestellt.

2.1 Internet of Things

2.2 Prozess Modellierung

In vielen heutigen Unternehmen unterstützen Informationssysteme nicht mehr nur das Geschäft, sondern sie werden immer mehr zu einem integralen Bestandteil davon. Alle Unternehmen machen einen gewissen Gebrauch von Informationstechnologie, und es ist wichtig, dass ihre Systeme wirklich so aufgebaut sind, dass sie die Unternehmen unterstützen in denen sie zum Einsatz kommen. Das Geschäft bestimmt letztlich die Anforderungen, welche an die Informationssysteme definieren. Die Entwicklung von Software ohne ein angemessenes Verständnis des Kontextes, in welchem diese Software betrieben werden soll, ist nahezu unmöglich. Um ein solches Verständnis zu erlangen, ist es unerlässlich, dass man ein Geschäftsmodell definiert. Ein Modell ist eine vereinfachte Sicht auf eine komplexe Realität. Diese Abstraktion erlaubt es irrelevante Details zu vernachlässigen und den Fokus auf die Kernelemente zu legen. Effektive Modelle erleichtern zudem Diskussionen zwischen verschiedenen Stakeholdern im Unternehmen. Sie ermöglichen es ihnen, sich auf die wichtigsten Grundlagen zu einigen und auf gemeinsame Ziele hinzuarbeiten. Die Modellierung von Geschäftsprozessen ist als Mittel zur Analyse und zum Design von Software akzeptiert und etabliert. Die sich ständig weiterentwickelnden Modelle helfen den Entwicklern auch dabei, ihr Denken zu strukturieren und zu fokussieren. Die Arbeit mit den Modellen dient ihnen zum Verständnis für das Geschäft und erhöht dadurch das Bewusstsein für neue Möglichkeiten zur Verbesserung des Geschäfts.

2.2.1 BPMN

BPMN ist ein Standard für die Geschäftsprozessmodellierung, der eine grafische Notation zur Spezifikation von Geschäftsprozessen in einem Business Process Diagram (**BPD**) auf Grundlage traditioneller Flussdiagrammtechniken bereitstellt [1, S.222]. Das Ziel von **BPMN** ist es, die Geschäftsprozessmodellierung sowohl für technische Anwender als auch für Geschäftsanwender zugänglich zu machen. Hierfür wird eine Notation bereitgestellt, welche für Geschäftsanwender intuitiv ist und dennoch komplexe Prozesssemantik abbilden kann. Die seit 2011 von der Object Management Group (**OMG**) vorgestellte **BPMN** 2.0-Spezifikation bietet auch Ausführungssemantik sowie das Mapping zwischen den Grafiken der Notation und anderen Ausführungssprachen, insbesondere der Business Process Execution Language (**BPEL**). **BPMN** ist so konzipiert, dass es für alle Beteiligten leicht verständlich ist. Zu den Anwendern gehören Business-Analysten, welche die Prozesse erstellen und verfeinern, technische Entwickler, die für die Implementierung zuständig sind sowie Geschäftsleiter, welche Prozesse überwachen und verwalten. Im Anhang befindet sich ein Poster mit einer Übersicht über die wichtigsten Modellierungsmethoden von **BPMN**.

Aufgrund der fehlenden Möglichkeit Flexibilität abzubilden, weshalb 2014 von der **OMG** ein eigener Standard Case Management Model and Notation (**CMMN**) verabschiedet wurde. Als Case wird eine Aktivität bezeichnet, welche sich nicht einfach wiederholen lässt. Cases sind von sich entwickelnden Umständen oder von Ad-hoc-Entscheidungen von Wissensarbeitern in Bezug auf bestimmte Situationen abhängig. Zu den Anwendungsfällen des Case Managements gehören die Lizenzierung und Genehmigung in der Regierung, die Antrags- und Schadensbearbeitung in der Versicherungsbranche, der Patientenversorgung sowie der medizinischen Diagnose im Gesundheitswesen, Hypothekenbearbeitung im Bankwesen, Problemlösung in Call Centern, Vertriebs- und Betriebsplanung, Wartung und Reparatur von Maschinen und Anlagen sowie der Konstruktion von Sonderanfertigungen.

Laut Heise sei die Kombination von **CMMN** und **BPMN** sinnvoll, um sowohl strukturierte als auch unstrukturierte Prozesse oder Teilprozesse sinnvoll abbilden zu können.

2.2.2 UML

Unified Modelling Language (**UML**) ist eine grafische Sprache, die die Artefakte verteilter Objektsysteme visualisiert, spezifiziert, konstruiert und dokumentiert [2]. Es ist der am weitesten verbreitete Standard für Software-Architekten, um Geschäftsanwendungen zu spezifizieren. **UML** wird vor allem für die objektorientierte Softwareentwicklung im Bereich des Software-Engineerings eingesetzt. Die **UML** wurde in den 90er Jahren als Modellierungssprache und Methodik zur Unterstützung der objektorientierten Programmierung entwickelt. Im Jahr 1997 wurde es als Standard von der **OMG** übernommen. Die ersten Versionen 1.X wurden 2005 durch die neu überarbeiteten Versionen 2.X ersetzt. Seit Juni 2015 befindet sich UML in der Version 2.5. Im Zuge dieser Thesis wird **UML** lediglich im Bezug auf Prozessmodellierung mit Aktivitätsdiagrammen verwendet.

2.2.3 Geschäftsregeln

2.3 BPM

2.4 IoT - A

2.5 BPMN4CPS

3 IoT Workflows

3.1 Typische Muster und Best Practices von IoT Workflows

3.2 Unterschiede IoT Workflows zu regulären Workflows

3.3 Evaluierungskriterien

3.4 Bewertung der Modellierungsmethoden

3.5 Modellierungskonzept

4 Evaluierung

5 Schlussteil

5.1 Ergebnis

5.2 Fazit

5.3 Weiterführende Arbeit/ Ausblick

Literaturverzeichnis

- [1] G. Aagesen und J. Krogstie, „BPMN 2.0 for Modeling Business Processes,“ in *Handbook on Business Process Management 1: Introduction, Methods, and Information Systems*, J. vom Brocke und M. Rosemann, Hrsg. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2015, S. 219–250, ISBN: 978-3-642-45100-3. DOI: [10.1007/978-3-642-45100-3_10](https://doi.org/10.1007/978-3-642-45100-3_10). Adresse: https://doi.org/10.1007/978-3-642-45100-3_10.
- [2] S. Kleuker, „Grundkurs Software-Engineering mit UML,“ in. Vieweg + Teubner Verlag | Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH 2011, 2011, Kap. Prozessmodellierung, S. 7–21.

Anhang

Unterbereich Anhang