

*Design des Concept into Architecture (CiA) -  
Einbindung von Fachexpertenwissen in die semi-automatische  
Erstellung operationeller NAF-Architekturen*

von

Sebastian Jahnen

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Informatik der Universität der Bundeswehr München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Naturwissenschaften (Dr. rer. nat.)

angenommenen Dissertation.

Gutachter/Gutachterin:

1. Prof. Dr. Stefan Pickl
2. Prof. Dr. Ulrike Lechner

Die Dissertation wurde am 15.07.2024 bei der Universität der Bundeswehr München eingereicht und durch die Fakultät für Informatik am 09.10.2024 angenommen. Die mündliche Prüfung fand am 28.11.2024 statt.

## **Danksagung**

Ich möchte mich bei meiner Familie, allen voran bei meiner Frau Julia für die Unterstützung und den Rückhalt bedanken, die es mir erst ermöglicht haben diese Arbeit anzufertigen.

Außerdem möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Stefan Pickl und Frau Prof. Dr. Ulrike Lechner bedanken, die mich nicht nur bei dieser Arbeit betreut haben, sondern auch während meines Studiums die Rolle des Betreuers und Prüfers in verschiedenen Arbeiten eingenommen haben.

Bedanken möchte ich mich auch bei allen meinen Vorgesetzten, insbesondere Herrn Thorsten Christophel, auf deren Fürsprache und Einsatz hin diese Arbeit entstehen konnte.

## Abstract

Prozessmodelle als zentraler Bestandteil von Unternehmensarchitekturen (EA) sollen vor allem einen Beitrag zur Bewältigung der Komplexität von Informationssystemen liefern. Die Erstellung und Anpassung dieser Prozessmodelle stellen eine besondere herausfordernde Aufgabe in einer Organisation dar. Die Integration und das Hinzufügen von spezifischen Wissensinhalten und die gleichzeitige Einbindung von Fachexperten in die generelle Erstellung dieser Modelle sind dabei wichtige Merkmale erfolgreicher Projekte, im Kontext von allgemeinen Informationssystemen.

Diese integrative Einbindung, in Anlehnung an das von Sandkuhl et al. beschriebene Grass-Root Modeling, stellt eine aktuelle praxisrelevante Problemstellung dar, welche in der vorliegenden Arbeit zunächst als Ausgangspunkt wissenschaftlich behandelt wird. Dazu wurden zentrale Problemstellungen innerhalb von Organisationen identifiziert, um nun in einem iterativen Sinne Ergebnisse zur Lösung eben dieser Probleme zu entwickeln.

Den Fokus dabei bildet die Entwicklung und Anwendung, unter besonderer Orientierung des Action Design Research (ADR) nach Sein et al., einer einerseits schlanken und damit leicht verständlichen Modellierungsmethode und andererseits eines Tools zur automatisierten Überführung des damit generierten Expertenwissens in eine operationelle Architektur gemäß den Leitlinien einer Organisation. Diese sollen die Einbindung von Fachexperten in den Prozess der Modellierung ermöglichen und zur optimalen Integration dieses Expertenwissens beitragen.

Das angewendete Forschungsdesign des ADR umfasst dabei vier Iterationen, welche sich von der Formulierung der initialen Problemstellung, hin zur Anwendung der Modellierungsmethode und des Tools in zwei Projekten der Organisation erstrecken. Damit schließt die Arbeit an bestehende wissenschaftliche Ansätze im Bereich der Prozessmodellierung wie dem Story Telling Approach von Simões et al. und der partizipativen Modellierung gemäß Stirna et al. an, berücksichtigt jedoch zugleich bestimmte aktuelle unternehmensspezifische Vorgaben.

Das NATO Architecture Frameworks, kurz NAF, welches von den Streitkräften der NATO verwendet wird, bildete dabei das vorgegebene umfassende Rahmenwerk der zugrundeliegenden Unternehmensarchitektur. Durchgeführt wurden die Iterationen innerhalb einer Behörde, die das NAF gemäß den Leitlinien der Bundeswehr verwendet.

Zur Formulierung der initialen Problemstellung wurden begleitend verschiedene aktuelle Projekte identifiziert, analysiert und ausgewertet, wie auch ergänzende Interviews mit Projektmitgliedern durchgeführt.

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Zusätzlich wurde dies mit Fragebögen, die an Expertenstellen der Organisation, aus den Bereichen Unternehmensarchitekturen und NAF, versendet wurden, ergänzt.

Hieraus wurden ganzheitlich spezifische Anforderungen abgeleitet, welche an Methoden und Tools zur Prozessmodellierung im Kontext der Erstellung von Unternehmensarchitekturen gestellt werden. Diese wurden mit den in der Organisation bekannten Methoden und Tools sowie der existierenden Literatur abgeglichen. Aus diesem umfassenden Abgleich erfolgt die Entscheidung zur Entwicklung einer eigenen Modellierungsmethode und eines Tools (**C**oncept into **A**rchitecture (CiA)) zur semi-automatisierten Überführung der mit der Methode gesammelten Vorgaben und Ergebnisse, unter Einbindung von Fachexpertenwissen zur Erstellung operationeller NAF-Architekturen.

In diesem umfassenden Sinne lässt sich die Arbeit in die nach Sandkuhl et al. formulierte Vision und Forschungsagenda für die Ausweitung der Reichweite der Unternehmensmodellierung einordnen, was die Aktualität und auch Dynamik des Themenfeldes betont.

## **Abstract**

Process models as a central component of enterprise architectures (EA) are primarily intended to help manage the complexity of information systems. The creation and adaptation of these process models represent a particularly challenging task in an organization. The integration and addition of specific knowledge content and the simultaneous involvement of technical experts in the general creation of these models are important characteristics of successful projects in the context of general information systems.

This integrative involvement, based on the Grass-Root Modeling described by Sandkuhl et al., represents a current problem of practical relevance, which is initially dealt with scientifically in this thesis as a starting point. For this purpose, central problems within organizations were identified in order to develop results for solving these problems in an iterative sense.

The focus here is on the development and application of a lean and therefore easily understandable modelling method based on Action Design Research (ADR) according to Sein et al. and a tool for the automated transfer of the expert knowledge generated into an operational architecture in accordance with the guidelines of an organization. These should enable the involvement of technical experts in the modeling process and contribute to the optimal integration of this expert knowledge.

The applied research design of the ADR comprises four iterations, which extend from the formulation of the initial problem definition to the application of the modelling method and the tool in two projects of the organization. The work thus follows existing scientific approaches in the field of process modeling, such as the story telling approach of Simões et al. and participatory modeling according to Stirna et al., but at the same time takes into account certain current company-specific requirements.

The NATO Architecture Frameworks, or NAF for short, which is used by the NATO armed forces, formed the specified comprehensive framework for the underlying enterprise architecture. The iterations were carried out within an authority that uses the NAF in accordance with the guidelines of the Bundeswehr.

In order to formulate the initial problem definition, various current projects were identified, analyzed and evaluated, and additional interviews were conducted with project members.

In addition, this was supplemented with questionnaires that were sent to experts in the organization from the areas of enterprise architectures and NAF.

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

From this, specific requirements were derived for methods and tools for process modeling in the context of creating enterprise architectures. These were compared with the methods and tools known in the organization and the existing literature. This comprehensive comparison led to the decision to develop our own modeling method and a tool (**C**oncept into **A**rchitecture (CiA)) for the semi-automated transfer of the specifications and results collected with the method, with the integration of expert knowledge for the creation of operational NAF architectures.

In this comprehensive sense, the work can be classified in the vision and research agenda formulated by Sandkuhl et al. for expanding the scope of enterprise modeling, which emphasizes the topicality and dynamism of the subject area.

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	16
1.1	Motivation	19
1.2	Verwandte Ansätze	22
1.3	Forschungsdesign und Forschungsmethode	28
1.3.1	Konkretes Forschungsdesign	36
2	Initiale Problemformulierung	41
2.1	Status quo der Organisation	41
2.1.1	Genutzte Methoden und Tools	52
2.2	Informationsgewinnung und Datenerhebung	55
2.3	Überführung der Daten	56
2.4	Inhaltliche Qualitätssicherung	57
2.5	Erstellung der Arbeitshypothese	58
3	Entwicklung Prototyp	66
3.1	Inhaltliche Aspekte	67
3.2	Nutzer- und anwendungsbezogene Anforderungen	73
3.3	Spezielle Vorgaben der Organisation	74
3.4	Untersuchung genannter Standards	74
3.5	Lösungsdesign	81
3.6	Implementierung des Lösungsdesigns	88
3.6.1	Modellierungsmethode	88
3.6.1.1	Inhalt Modellierungsmethode	88
3.6.1.2	Design Modellierungsmethode	89
3.6.2	Anwendung Modellierungsmethode	92
3.6.2.1	Erste Iteration – Vorbereitung und Durchführung	92
3.6.2.2	Erste Iteration – Evaluation	95
3.6.2.3	Erste Iteration – Reflexion und Lernen	96
3.6.2.4	Zweite Iteration – Vorbereitung und Durchführung	97
3.6.2.5	Zweite Iteration – Evaluation	99
3.6.2.6	Zweite Iteration – Reflexion und Lernen	100
3.6.3	Digitalisierung der erstellten Modelle	101
3.6.4	Tool zur automatisierten Erstellung operationeller Architekturen	103
3.6.4.1	Entwicklung Algorithmus	104
3.6.4.2	Einbindung R	110
3.6.4.3	Datentyp	111
3.6.4.4	Definition Schnittstelle zu Sparx EA	116
3.6.4.5	Übersetzung der Ergebnisse	117
3.6.4.6	Graphical User Interface (GUI)	122
3.7	Test des Implementierten Lösungsdesigns	126
3.7.1	Vorbereitung und Durchführung	126

3.7.2	Evaluation	136
3.7.3	Reflexion und Lernen	137
4	Projekt Innovationsmanagement	140
4.1	Erster Evaluationszyklus	141
4.1.1	Vorbereitung	142
4.1.2	Durchführung der Modellierung (Intervention)	143
4.1.3	Evaluation	145
4.1.4	Anpassung der Artefakte (Reflexion & Lernen)	147
4.2	Zweiter Evaluationszyklus	149
4.2.1	Vorbereitung	150
4.2.2	Durchführung der Kontrolle und Modellierung (Intervention)	151
4.2.3	Evaluation	160
4.2.4	Anpassung der Artefakte (Reflexion & Lernen)	162
4.3	Dritter Evaluationszyklus	165
4.3.1	Grundlage der Evaluation	165
4.3.2	Vorstellung der Ergebnisse und des Prozesses (Intervention)	167
4.3.3	Evaluation	168
4.3.4	Retrospektive des Prozesses (Reflexion & Lernen)	169
4.4	Vierter Evaluationszyklus	171
4.4.1	Testcase I (Vorbereitung & Durchführung)	172
4.4.1.1	Erkenntnisse Testcase I (Evaluation)	176
4.4.1.2	Anpassung aufgrund der Erkenntnisse (Reflexion & Lernen)	178
4.4.2	Testcase II (Vorbereitung & Durchführung)	182
4.4.2.1	Erkenntnisse Testcase II (Evaluation)	184
4.4.2.2	Anpassung aufgrund der Erkenntnisse (Reflexion & Lernen)	187
4.5	Fünfter Evaluationszyklus	188
4.5.1	Vorbereitung	189
4.5.2	Weiteres Arbeiten mit dem transformierten Modell (Intervention)	191
4.5.3	Evaluation	192
4.5.4	Retrospektive weiteres Arbeiten (Retrospektive & Lernen)	193
5	Projekt Maritime Rettungsoperationen	196
5.1.1	Vorbereitung	198
5.1.2	Kontrolle der Ergebnisse und Befragung von Teilnehmern (Intervention)	200
5.1.3	Evaluation	204
5.1.4	Anpassung CiA (Reflexion & Lernen)	207
6	Retrospektive der Forschungsmethode	211
6.1	Practice-inspired Research	211
6.2	Theory-ingrained artifact	211
6.3	Reciprocal shaping	212
6.4	Mutually influential roles	212
6.5	Authentic and concurrent evaluation	212
6.6	Guided Emergence	213
6.7	Generalized Outcomes	213
7	Beitrag und Diskussion	214

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

7.1	Beitrag für die Praxis	217
7.2	Beitrag für die Wissenschaft	219
7.3	Limitation und Ausblick der Arbeit	222
8	Quellen	224
9	Anlagen	240

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Aufbau der Arbeit.....	18
Abbildung 2: Design Science Research Rahmenwerk nach Hevner et al. (Hevner et al., 2004).....	29
Abbildung 3: Phasen und Prinzipien von ADR nach Sein et al. (Sein et al., 2011)...	32
Abbildung 4: TAM nach Davis (Davis, 1985, 1989) .....	34
Abbildung 5: Modell zur Evaluation .....	35
Abbildung 6: Übersicht über Iterationen gemäß ADR.....	37
Abbildung 7: Überblick erste Iteration.....	37
Abbildung 8: Überblick zweite Iteration.....	38
Abbildung 9: Überblick dritte Iteration.....	39
Abbildung 10: Überblick vierte Iteration .....	40
Abbildung 11: Bildkarten der BKM aus Gappmaier und Gappmaier (Gappmaier & Gappmaier, 2010).....	53
Abbildung 12: Modellbeispiel der Bildkartenmethode aus Schönberger et al. (Schönberger et al., 2015).....	54
Abbildung 13: Auszug des BKM-Modells (Kernprozess Ideenentwicklung).....	59
Abbildung 14: Auszug EPK-Modell (Kernprozess Ideenentwicklung).....	60
Abbildung 15: Auszug TOGAF-Modell (Kernprozess Ideenentwicklung).....	61
Abbildung 16: Anwendungsform der BKM aus Gappmaier und Gappmaier (Gappmaier & Gappmaier, 2010) .....	62
Abbildung 17: Design zur Optimierung des etablierten Ansatzes (Arbeitshypothese) .....	65
Abbildung 18: Metamodell NOV-2 .....	68
Abbildung 19: Metamodell NOV-5 .....	70
Abbildung 20: Datenmodell für NOV-2 und NOV-5.....	71
Abbildung 21: Beispiel BPMN.....	75
Abbildung 22: Beispiel EPK.....	77
Abbildung 23: Beispiel Petri-Netz .....	79
Abbildung 24: User Story.....	82
Abbildung 25: Einordnung User Stories in Kano-Modell.....	84
Abbildung 26: Fokussierung des Lösungsdesigns (gelbe Kästen) .....	87
Abbildung 27: Elemente der Modellierungsmethode .....	90
Abbildung 28: Anwendung der Objekte der Modellierungsmethode.....	91
Abbildung 29: Evaluationsmodell.....	94
Abbildung 30: Ergebnis der Modellierung .....	96
Abbildung 31: Design des Elements.....	97
Abbildung 32: Design der Modellierungsmethode .....	97
Abbildung 33: Evaluationsmodell.....	98
Abbildung 34: Ergebnis der Modellierung .....	99
Abbildung 35: Benutzerdefinierte Eigenschaften der Knoten.....	101
Abbildung 36: Benutzerdefinierte Eigenschaften der Kanten.....	102
Abbildung 37: Funktionsweise der entwickelten Software .....	104
Abbildung 38: Sequenzdiagramm Transformation.....	105
Abbildung 39: Pseudocode Erzeugung Graph.....	106
Abbildung 40: Erzeugung einer Liste aller Komponenten des Graphen .....	107
Abbildung 41: Pseudocode Erstellung NOV-5.....	108
Abbildung 42: Pseudocode Erstellung NOV-2.....	109
Abbildung 43: UML-Diagramm der Schnittstelle zu R.....	110

Abbildung 44: UML-Diagramm des Datentyps Graph.....	111
Abbildung 45: Datentyp Vertex; vgl. Tabelle 9.....	113
Abbildung 46: Angepasste Karte; vgl. Tabelle 9.....	113
Abbildung 47: Datentyp Edge.....	115
Abbildung 48: UML-Diagramm der Instanziierung eines Objekts der Klasse Graph.....	115
Abbildung 49: Container XML.content.....	116
Abbildung 50: UML-Diagramm zur Erstellung NOV-2.....	119
Abbildung 51: UML-Diagramm Hierarchie NOV-5.....	120
Abbildung 52: UML-Diagramm Aktivitäten NOV-5.....	121
Abbildung 53: UML-Diagramm zur Ermittlung des Speicherorts der GraphML-Datei .....	123
Abbildung 54: UML-Diagramm Zusatzdaten für NOV-2.....	123
Abbildung 55: Möglichkeit zur Eingabe mittels GUI.....	124
Abbildung 56: UML-Diagramm Erstellung XML-Datei.....	125
Abbildung 57: Evaluationsmodell.....	127
Abbildung 58: Vorliegender Prozess geplante dienstliche Abwesenheit.....	129
Abbildung 59: Ergebnis der Modellierung des Prozesses geplante dienstliche Abwesenheit.....	131
Abbildung 60: Knoten- und Kanteneigenschaften.....	132
Abbildung 61: Struktur der Sichten NOV-2 und NOV-5 im Sparx EA.....	133
Abbildung 62: NOV-5 hierarchische Sicht Prozess geplante dienstliche Abwesenheit .....	134
Abbildung 63: NOV-5 Prozessablauf geplante dienstliche Abwesenheit.....	135
Abbildung 64: NOV-2 geplante dienstliche Abwesenheit.....	136
Abbildung 65: Lösungsdesign (vgl. Abbildung 26).....	139
Abbildung 66: Ausgangsmaterial Ablaufdiagramm.....	141
Abbildung 67: Evaluationsmodell erster Evaluationszyklus.....	142
Abbildung 68: Mit CiA erstelltes Modell.....	144
Abbildung 69: Verortung Modellierungsmethode CiA im Lösungsdesign.....	146
Abbildung 70: Angepasste Karte des Artefakts.....	148
Abbildung 71: Evaluationsmodell zweiter Evaluationszyklus.....	150
Abbildung 72: Teil des NOV-5 aus der ersten Evaluation (mit Tool transformiert)..	152
Abbildung 73: Ergebnis Modellierung zweite Evaluation.....	154
Abbildung 74: Ausschnitt aus dem Ergebnis der Modellierung.....	154
Abbildung 75: Digitalisiertes Modell.....	155
Abbildung 76: Ausschnitt digitalisiertes Modell.....	155
Abbildung 77: Informationen analoges und digitales Modell.....	156
Abbildung 78: High Level View NOV-2 und NOV-5 (automatisiert erstellt).....	156
Abbildung 79: Ausschnitt High Level View.....	157
Abbildung 80: Automatisiert erstelltes Diagramm zu Abbildung 79.....	157
Abbildung 81: Diagramm NOV-5 "Trends identifizieren".....	158
Abbildung 82: Automatisiert erstelltes Informationsaustauschmodell (NOV-2).....	158
Abbildung 83: Nutzung CiA im Evaluationszyklus.....	159
Abbildung 84: Beachtung deskriptiver Informationen als Feld-Beschreibung.....	163
Abbildung 85: Deskriptive Informationen im Sparx EA.....	164
Abbildung 86: Evaluationsmodell dritter Evaluationszyklus.....	166
Abbildung 87: Übersicht Ablauf Intervention.....	167
Abbildung 88: Kontrolle Stereotype.....	168
Abbildung 89: Evaluationsmodell vierter Evaluationszyklus.....	171
Abbildung 90: Beispiel CiA-Modell zur Aufgabe.....	173

Abbildung 91: Datenblatt zur Orientierung.....	174
Abbildung 92: der Aufgabe .....	175
Abbildung 93: Abbildung der Modellierungsmethode in yEd mit Farben und Beschriftung.....	178
Abbildung 94: Benutzerdefinierte Eigenschaften der Knoten (links) und Kanten (rechts) in yEd .....	179
Abbildung 95: Grafisches Hilfsmittel zur Zuordnung.....	180
Abbildung 96: Anzeigen der benutzerdefinierten Eigenschaften .....	181
Abbildung 97: Aufgabe zur Modellierung .....	183
Abbildung 98: Ergebnis einer Modellierung der Teams .....	184
Abbildung 99: Ausgabe Vorher-nachher der Knotenmanipulation .....	186
Abbildung 100: Nutzung Vorlagen und Tool (schwarze Markierung).....	187
Abbildung 101: Evaluationsmodell fünfter Evaluationszyklus .....	190
Abbildung 102: Ausschnitt erstellter NSV-4.....	191
Abbildung 103: Anwendung CiA und Nutzung der Modelle und operationellen Architektur .....	193
Abbildung 104: High Level View operationelle Architektur Innovationsmanagement .....	194
Abbildung 105: Nutzung CiA und Einfluss auf Fachexperten (SME) .....	195
Abbildung 106: Modell zur Evaluation .....	198
Abbildung 107: High Level View operationelle Architektur Maritime Rettungsoperationen .....	202
Abbildung 108: Anpassung InformationElement.....	207
Abbildung 109: Anpassung Node .....	207
Abbildung 110: Auszug NOV-2 Person über Bord Sparx EA.....	208
Abbildung 111: Auszug NOV-5 Person über Bord Sparx EA.....	208
Abbildung 112: Fragen zur Bearbeitung der Arbeitshypothese .....	215
Abbildung 113: Übersicht der praxisrelevanten Beiträge.....	217
Abbildung 114: CiA - von der analogen Modellierung zur operationellen Architektur .....	218
Abbildung 115: Fragenkatalog.....	220
Abbildung 116: Evaluationsmodell.....	221

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Behavioristische und konstruktionsorientierte Forschung nach Hevner et al. (Hevner <i>et al.</i> , 2004) .....	28
Tabelle 2: Leitfaden für Experteninterview.....	46
Tabelle 3: Einordnung der Aussagen in Kategorien .....	48
Tabelle 4: Auswertung der Fragebögen .....	51
Tabelle 5: Funktionen der Bildkarten (Gappmaier & Gappmaier, 2010) .....	53
Tabelle 6: Abgleich Anforderungskatalog mit ausgewählten Methoden .....	78
Tabelle 7: Interpretation / Anwendung Petri-Netze (Murata, 1989).....	79
Tabelle 8: Übersicht der User Stories.....	83
Tabelle 9: Zuordnung Information und Stereotyp Meta-Modell NOV-2 und NOV-5..	89
Tabelle 10: Ordnung und Anzahl an Elementen .....	89
Tabelle 11: Kriterien zur grafischen Darstellung.....	90
Tabelle 12: Informationen des Datentyps Vertex.....	112
Tabelle 13: Informationen des Datentyps Edge.....	114
Tabelle 14: Zuordnung Metamodell, Information, Sparx EA und ADMBw .....	118
Tabelle 15: Zuordnung Metamodell, Information, Sparx EA und ADMBw .....	119
Tabelle 16: Automatisierte Datenerzeugung.....	138
Tabelle 17: Leitfaden für Experteninterview.....	201
Tabelle 18: Leitfaden für Experteninterview.....	203
Tabelle 19: Abgleich Anforderungskatalog mit CiA und ausgewählten Methoden (vgl. Tabelle 6).....	206
Tabelle 20: Prinzipien der Forschung nach Österle et al. (Österle <i>et al.</i> , 2010).....	216

## Abkürzungsverzeichnis

<b>A</b>	
ADM	Architecture Development Methode
ADR	Action Design Research
AT	Architectural Thinking
AZE	Arbeitseiterfassung
<b>B</b>	
BKM	Bildkartenmethode / Beste Kenntnis Methode
BPMN	Business Process Model and Notation
Bw	Bundeswehr
bzw.	beziehungsweise
<b>C</b>	
CAR	Canonical Action Research
CDM	Co-Discovery Methode
CiA	Concept into Architecture
CJM	Customer Journey Mapping
CPI	Collaborative, Participative, Interactive
CPM	Customer Product Management
<b>E</b>	
EA	Enterprise Architecture
EPK	Ereignisgesteuerte Prozesskette
ERP	Enterprise-Resource-Planning System
EU	Erholungsurlaub
<b>F</b>	
FFF	Funktionale Fähigkeitsforderung / Fähigkeitslücke und Funktionale Forderung
<b>G</b>	
GUI	Graphical User Interface
<b>I</b>	
IDEF0	Integration Definition for Process Modeling
IETF	Internet Engineering Task Force
InnoMgmt	Innovationsmanagement
IPP	Integrierter Planungsprozess
IT	Informationstechnik
<b>M</b>	
MODAF	British Ministry of Defence Architecture Framework
<b>N</b>	
NAF	NATO Architecture Frameworks
NetOpFü	Netzwerkzentrierte Operationsführung
NOV	NATO Operational View
NSV	NATO System View
<b>O</b>	
OCR	Optical Character Recognition
o.g.	oben genannt
OpArch	Operationelle Architektur
OR	Operations Research

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

<b>R</b>	
RCA	Researcher-Client Agreement
RQ	Research Question
<b>S</b>	
SADT	Structured Analysis and Design Technique
SME	Subject Matter Experts
<b>T</b>	
TAM	Technology Acceptance Model
tbd	to be determined
TOGAF	The Open Group Architecture Framework
<b>U</b>	
u. a.	unter anderem / unten angegeben
UER	User Experience Research
UKK	Urlaubskarteikarte
UML	Unified Modeling Language
<b>V</b>	
vs.	Versus
<b>W</b>	
WfMS	Workflow-Management-System
<b>Z</b>	
z. B.	zum Beispiel

# Kapitel 1

## 1 Einleitung

Die vorliegende Arbeit behandelt eine Problemstellung der Wirtschaftsinformatik im Bereich der Architekturerstellung. Kern der Problemstellung bildet hierbei die Integration von Expertenwissen eines zu modellierenden Bereichs in die Erstellung einer Enterprise Architecture (EA). Die Vorgaben zu einer EA werden aus dem *NATO Architecture Framework* (NATO, 2010: NATO Architecture Framework Version 3.1) abgeleitet, speziell aus einer der Sichten des *NAF*, dem *NATO Operational View (NOV)*. Die einzelnen NATO-Mitglieder verwenden das aufgezeigte *NAF*, besitzen jedoch nationale Vorgaben zur Umsetzung. Die Bundeswehr definiert verschiedene Sichten als minimale Voraussetzungen für eine operationelle Architektur, welche zu Beginn in einzelnen Projekten individuell erstellt werden muss. Die für die Erstellung notwendige Integration von Expertenwissen bildet den Ausgangspunkt der neu entwickelten Methodik dieser Arbeit.

In Kapitel eins wird die Motivation dieser Arbeit und auch verschiedene Forschungsansätze, die sich mit der Problemstellung befassen, beschrieben.

Die Struktur der Arbeit orientiert sich an der verwendeten Forschungsmethodik, dem von Sein et al. vorgestellten Action Design Research (ADR) (Sein et al., 2011). Eine Beschreibung der verwendeten Forschungsmethodik, wie auch deren Anwendung im Kontext dieser Arbeit, ist ebenfalls Bestandteil des ersten Kapitels

Kapitel zwei zeigt die bisher gängige Vorgehensweise zur Erstellung von operationellen Architekturen als Teil einer Unternehmensarchitektur im Forschungsumfeld der Organisation auf. Weiterhin werden die daraus resultierenden offenen Probleme aufgezeigt und abschließend durch eine umfangreiche Literaturrecherche dokumentiert. Diese beiden Kapitel bilden die Grundlage für die Entwicklung und Implementierung eines Lösungsdesigns.

Das Lösungsdesign ist durch die Iterationen des ADR geprägt und umfasst die Kapitel drei bis sechs. In Kapitel drei wird die Entwicklung eines speziellen Prototyps behandelt. Ausgangspunkt bildet eine umfangreiche Literaturrecherche, aus deren Ableitung eine Anforderungsanalyse bezogen auf die zu liefernden Anforderungen und Funktionen des Prototyps durchgeführt wird. Basierend auf diesen Anforderungen wird ein generelles Lösungsdesign entwickelt. Weiterhin umfasst dieses Kapitel die Entwicklung und Implementierung des speziellen neuen Lösungsdesigns und die Erstellung des Prototyps. Die Entwicklung liefert in einem ersten Schritt Artefakte, die zur Lösung der formulierten Problemstellung beitragen sollen.

Diese Artefakte bestehen aus einer leicht anzuwendenden Modellierungsmethode und einem algorithmenbasierten Tool, welches die Ergebnisse dieser Methode automatisiert in eine NAF-konforme Form überführt.

Um die Nützlichkeit dieser zu evaluieren, umfasst die Implementierung der Artefakte deren Nutzung und Anpassung. Die hieraus gewonnenen Erkenntnisse nehmen wiederum Einfluss auf die Entwicklung bzw. Weiterentwicklung im Sinne einer agilen und iterativen Entwicklung (Beck *et al.*, 2001). Die Evaluation des Lösungsdesigns und der daraus implementierten Artefakte werden in den Kapiteln vier und fünf durch die Anwendung in Projekten, welche die initiale Erstellung einer operationellen Architektur fordern, gezeigt. Dabei werden die Artefakte unter dem Namen CiA (Concept into Architecture) zusammengeführt.

Abschließend werden in den letzten Kapiteln die korrekte Anwendung der Forschungsmethode betrachtet und die Hauptkenntnisse skizziert, wie auch der Beitrag dieser Arbeit diskutiert. Abschließend wird ein Ausblick bezüglich möglicher Erweiterungen und Anwendungsmöglichkeiten gegeben.

Während der Erstellung der Arbeit wurden bereits wissenschaftliche Beiträge erstellt und veröffentlicht (Jahnen & Pickl, 2019; Jahnen *et al.*, 2020; Jahnen *et al.*, 2023).

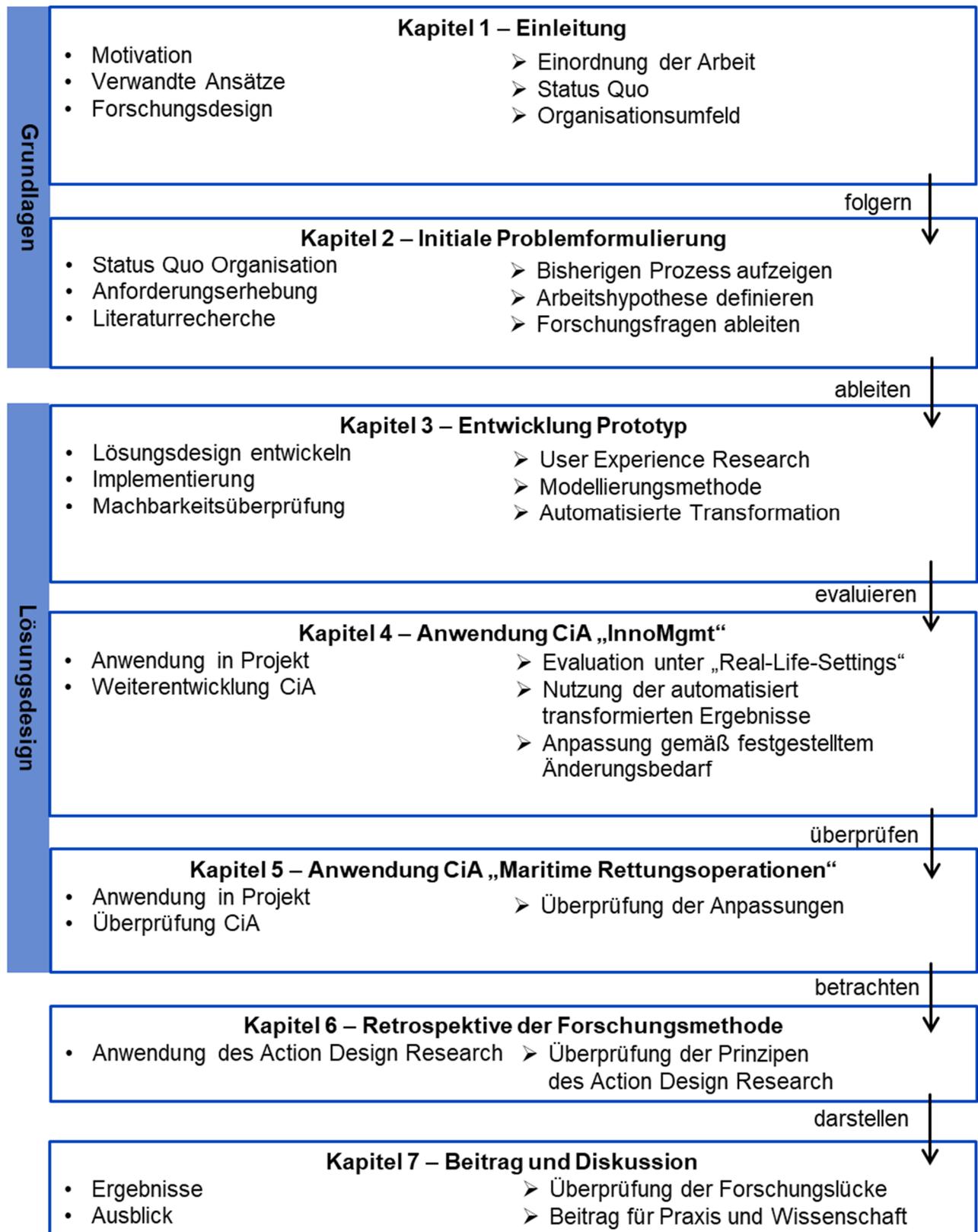


Abbildung 1: Aufbau der Arbeit

### 1.1 Motivation

Die Ausgaben für Informationstechnik, kurz IT, befinden sich auf einem sehr hohen Niveau und nehmen dabei fast ständig zu (Gartner, 2024). Bei der daraus resultierenden steigenden Nutzung und Verwendung von IT in allen Bereichen einer Organisation, ist die strategische Ausrichtung der IT an den Geschäftsprozessen und somit die zielgerichtete Unterstützung der Organisation durch IT eines der am höchsten priorisierten Ziele. Dies wird durch den Begriff des Business-IT Alignment (Luftman & Brier, 1999) skizziert. Dieses Ziel kann durch eine spezielle Dokumentation erreicht werden, welche die Beziehung zwischen der IT und den allgemeinen Geschäftsprozessen aufzeigt; eine Unternehmensarchitektur oder EA.

Erste Ansätze bzw. ein erstes Framework zur Erstellung einer solchen EA lieferte Zachman 1987 (Zachman, 1987). Die EA nimmt dabei mehr als nur die Rolle einer Ist-Dokumentation ein. Unternehmensarchitekturen werden u.a. in der Planung der IT-Strategie oder der Optimierung bestehender Prozesse verwendet (Aier *et al.*, 2008) und stellt somit einen wichtigen Faktor für Entscheidungen im Bereich des Managements dar. Darüber hinaus sollen insbesondere Architekturmodelle auch bei der Planung, Entwicklung und Einführung neuer Systeme und Prozesse sowie bei deren Optimierung unterstützen (Farwick *et al.*, 2011). Der zunehmende Wandel des Fokus in der IT, von technisch und reaktiv zu proaktiv und auf die Ziele des Unternehmens ausgerichtet (Walsham, 2001), festigt zusätzlich die Bedeutung von EA, was auch durch die deutliche Steigerung der Anzahl an Spezialisten im Bereich EA bekräftigt wird (Keller, 2017).

Im Planungsprozess von einzelnen Projekten, wie auch bei der Modellierung von bestehenden Vorgängen und Systemen, ist neben der Einbindung der Modellierer eine Integration von IT-Experten und auch der Experten im zu modellierenden Bereich (Subject Matter Expert, kurz SME) unerlässlich (Nowakowski *et al.*, 2017). Dies liegt nicht zuletzt daran, dass durch die zunehmend wachsende technische Infrastruktur und die Vernetzung von Systemen die Komplexität der eingesetzten Lösungen in jedem Unternehmen ansteigt (Mattern & Flörkemeier, 2010).

Die Bedeutung von EA nimmt nicht nur in Unternehmen, sondern auch im öffentlichen Sektor stetig zu (Winkler, 2017), sowohl bei der Erstellung von EA für neue Projekte, als auch bei der Dokumentation von bestehenden Systemen. Die Unterschiede in den einzelnen Ressorts des öffentlichen Sektors sind so groß, dass sich hier eine änderungsfreie Übertragung von Bereich zu Bereich als nahezu unmöglich darstellt (Dang & Pekkola, 2017). Aus diesem Grund sind die einzelnen Ressorts als eigenständige Organisationen zu betrachten, die auf speziell für ihren Bereich entwickelte Standards zurückgreifen (Hoch & Payàn, 2008).

Speziell im Bereich der Landesverteidigung kommt innerhalb des NATO-Bündnisses ein eigens für Armeen entwickeltes Framework zum Einsatz, das NATO Architecture Framework, kurz NAF (NATO, 2010: NATO Architecture Framework Version 3.1).

Bedingt durch ein breites Spektrum an IT in den Streitkräften des NATO-Bündnisses, welches von der Unterstützung von Rüstungsgütern bis hin zu ERP-Systemen reicht, ist das Modellieren einer EA jedoch mit erheblichem Aufwand verbunden. Die Forderung nach Interoperabilität, national wie multinational, und die Fähigkeit der netzwerkzentrierten Operationsführung (NetOpFü) (Trelle, 2011) steigern die Komplexität und somit den Aufwand bei der Modellierung.

Die Bundeswehr als Organisation, wie auch andere Behörden oder öffentliche Einrichtungen sehen sich bezüglich dem Mangel an Fachpersonal für die Erstellung von EA, wie auch dem Einbinden von Experten der zu modellierenden Systeme, in den Vorgang der Modellierung (Seppänen *et al.*, 2018) mit den gleichen Problemen wie Unternehmen konfrontiert. Dennoch wird der EA das größte Nutzenpotenzial zur Bewältigung bestehender Herausforderungen zugewiesen. Dabei beschränkt man sich nicht nur auf die Ist-Modellierung, sondern auch auf ein Ziel-Modell bezogen auf Transformation oder auch bei der Entwicklung neuer Systeme.

Um das bereits aufgezeigte Ziel des Business-IT Alignment erreichen zu können, bedarf es nun mehrerer Sichten, welche durch EA abgebildet werden (Niemann, 2005). Bezüglich der Umsetzung und Erstellung geforderter Sichten wird sich an bestimmten Vorgehensmustern orientiert, welche sich auch in unterschiedlichen Praktiken (z. B. Goal-oriented Requirements Definition) (Ross & Schoman, 1977) außerhalb der Erstellung von EA wiederfinden. Besagte Vorgehensmuster empfehlen zuerst die Beantwortung der Frage, warum etwas umgesetzt werden soll, womit sich an einer bestehenden Vision ausgerichtet oder diese formuliert werden soll. In einem nächsten Schritt gilt es aufzuzeigen, was dafür getan werden muss oder welche Schritte zur Definition einer Handlung nötig sind. Dieses Vorgehen findet sich ebenfalls in der Architecture Development Methode (ADM) des The Open Group Architecture Framework (TOGAF) (van Haren, 2011) wieder. Auch in diesem Vorgehensmodell soll nach der Erstellung der Vision der Ablauf einer Handlung oder Aktivität definiert werden (Lankhorst & others, 2017). Die geforderten Aktivitäten entsprechen der Modellierung eines Prozesses, bei welchem der Fokus auf der Definition des Ablaufs von Handlungen und nicht auf den technischen Aspekten liegt. Ein Prozess beinhaltet hierbei neben einem definierten Start die Abfolge aller nötigen Handlungen, bis hin zu einem definierten Ende (Harmon, 2010). Dieser Prozess als Teil einer EA bildet die Grundlage einzelner Systeme, da basierend auf deren Verfahrensabläufe (modellierter Prozess) die technischen Aspekte synchronisiert werden (Niemann, 2005).

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Im NAF wird zur Darstellung dieser Prozesse der NATO Operational View (NOV) genutzt, welcher sich wiederum in einzelne Sub Views unterteilt (NATO, 2010: NATO Architecture Framework Version 3.1). Hierbei bilden die Sichten NOV-2 (Informationsaustauschdiagramm) und NOV-5 (Prozessmodell) den Großteil der seitens der Bundeswehr definierten operationellen Architektur.

Zu Beginn eines Projekts im Bereich der Rüstung ist die Erstellung einer solchen operationellen Architektur durch die Vorschriften der Bundeswehr vorgegeben (Bundesministerium der Verteidigung, 2018: A-1500/3 Customer Product Management). Hierbei gilt es die Einbindung von Experten eines zu modellierenden Bereichs und somit das Expertenwissen sicherzustellen (Nowakowski *et al.*, 2017).

Forschungsziel der vorliegenden Arbeit ist es, die Einbindung von Expertenwissen zu optimieren, in dem die SME in den Prozess der Erstellung von operationellen Architekturen von Beginn an integriert werden. Dabei soll ein neuer Gesamtprozess entstehen, in welchem aus den Beiträgen der SME automatisiert Modelle entstehen, die den Anforderungen der Bundeswehr hinsichtlich des NAF entsprechen, durch die SME weiterhin nutzbar sind und auch in anderen Projekten genutzt werden können.

## 1.2 Verwandte Ansätze

Unternehmensarchitekturen haben ihren Ursprung in dem von Zachman (Zachman, 1987) entwickelten Framework. Das Zachman-Framework ist wegweisend für aktuelle Frameworks wie das auch in der Bundeswehr verwendete NAF (NATO, 2010: NATO Architecture Framework Version 3.1). Einzelne Sichten des NAF definieren die operationelle Architektur (Bundesministerium der Verteidigung, 2018: Leitfaden Architekturmodellierung im CPM), welche zu Beginn eines Projekts erstellt werden muss (Bundesministerium der Verteidigung, 2018: A-1500/3 Customer Product Management). Diese besteht im Wesentlichen aus den NOVs 02 und 05 (NOV-02 & NOV-05). Der NOV-02 wird durch ein Informationsaustauschdiagramm dargestellt, welches sich auf einen bestimmten Prozess bezieht. Dieser Prozess wird durch die NOV-05 repräsentiert. Die Erstellung von EA sieht sich vielen Herausforderungen gegenüber, wie einige systematische Übersichten, z. B. Lucke et al. (Lucke & Lechner, 2011; Lucke *et al.*, 2012) oder Kaidalova et al. (Kaidalova *et al.*, 2012) aufzeigen.

In der Arbeit von Kaidalova et al. (Kaidalova *et al.*, 2012) wird die Transformation der für eine EA notwendigen Informationen, insbesondere der Formalisierungsgrad und auch der Grad der Detaillierung einer EA, als eine von zwei Herausforderungen deklariert.

Die Transformation von bereits vorliegenden Daten, beispielsweise durch Logs von Systemen, findet sich speziell im Bereich des Process Mining, beispielsweise in Arbeiten von van der Aalst wieder (van der Aalst, 2012). Process Mining befasst sich mit der Extraktion von Informationen aus vorliegenden Daten, welche durch die Nutzung von beispielsweise Workflow-Management Systemen (WfMS) oder Enterprise-Resource-Planning Systemen (ERP) entstehen (Ereignislogs). Hieraus folgt mittels der Unterstützung von Tools die automatisierte Erstellung von Prozessmodellen.

Diese Form der Transformation bedingt das Vorliegen der notwendigen Ereignislogs und bezieht keine Experten des zu betrachtenden Bereichs ein. Die hierbei erstellten Prozesse bilden den Ist-Zustand einer Organisation ab. Somit eignet sich das Process Mining zur Dokumentation bestehender Prozesse („as-is“).

Projekte, welche die Implementierung eines neuen Prozesses beinhalten, müssen jedoch die Integration von Experten eines zu betrachtenden Bereichs sicherstellen. Weiterhin ist es notwendig, dass alle Beteiligten in der Lage sind, mit den entwickelten Modellen zu arbeiten. Die Integration von Expertenwissen und die Extraktion von unternehmensbezogenen Informationen stellen die zweite praktische Herausforderung bei der Erstellung von EA, die von Kaidalova et al. beschrieben wird (Kaidalova *et al.*, 2012), dar.

Zur Einbindung von SME in den Prozess der Erstellung einer EA existieren verschiedene Ansätze.

Ein häufig in der Literatur zu findender Ansatz ist das sogenannte Story Telling (Polletta *et al.*, 2011). Hierbei werden SME, Nutzer oder sonstige Stakeholder zu einem Sachverhalt befragt und schildern ihre Sicht der Dinge, bezogen auf Anforderungen, Umgang in der täglichen Arbeit etc. Diese Technik wird als unterstützende Methode im Bereich der Anforderungserhebung genutzt, wie beispielsweise in der von Sousa *et al.* vorgestellten Methode REM4DSPL (Sousa *et al.*, 2019). In der Implementierung des Story Telling zeigen sich auch in der Literatur bereits verschiedene Ansätze. Die Transformation des Erzählten in einen Standard oder eine für den Anwendungsfall nutzbare Form schließt immer als fortführende Arbeit an das Story Telling an. Diese Transformation lässt immer Spielraum für Interpretationen, was sich negativ auf das Endergebnis auswirken kann. Zur Vermeidung von Unstimmigkeiten und Interpretationen existieren mehrere automatisierte Ansätze im Bereich des Story Telling. Gonçalves *et al.* nutzen in ihrem Ansatz das Arbeiten in Gruppen (Gonçalves, João Carlos de A.R. *et al.*, 2010). Die in der Gruppe erarbeiteten und in der Prosa gesicherten Ergebnisse bilden hierbei den Input für die automatisierte Überführung. Durch Text Mining werden Schlagworte identifiziert, aus welchen im Anschluss einfache Prozesse mit Business Process Model an Notation, kurz BPMN (White & Miers, 2008), generiert werden (Gonçalves, João Carlos de A.R. *et al.*, 2009). Die durch Simões *et al.* (Simões *et al.*, 2016) vorgestellte Implementierung versucht, möglichst viele Informationen bezüglich eines Prozesses von einzelnen SME zu gewinnen. Unterstützt wird dies durch ein von Simões *et al.* (Simões *et al.*, 2018) vorgestelltes Werkzeug, welches es dem Benutzer ermöglicht, einen Prozess zu modellieren, ohne über Modellierungskennntnisse zu verfügen. Hierbei wird dem Nutzer eine grafische Oberfläche zur Verfügung gestellt, welche es ihm ermöglicht, einen Handlungsablauf zu beschreiben. Die dokumentierten Informationen werden in ein Modell gemäß den Vorgaben von BPMN (White & Miers, 2008) umgewandelt.

Die beiden aufgezeigten Verfahren, welche auf der Workflow-Modellierung basieren [geeignet für den Beginn von Projekten (Horkoff *et al.*, 2017)], beteiligen SME aktiv bei der Erstellung von Modellen. Somit werden betriebliche Informationen gewonnen, welche zur Erstellung eines Prozesses einen wesentlichen Beitrag leisten. Nach der Bereitstellung der Informationen endet die Integration der SME in den Prozess der Modellierung. Diese Methodik adressiert die beiden von Kaidalova *et al.* beschriebenen (Kaidalova *et al.*, 2012) Herausforderungen hinsichtlich der Extraktion von Informationen und auch deren Transformation.

Ein in der Praxis vorkommendes, durch Hauder *et al.* (Hauder *et al.*, 2013) beschriebenes Problem ist die „Modellierung um des Modellierens Willen“. Dabei wird die Problematik aufgegriffen, dass erstellte Modelle keine weitere Anwendung in einem Projekt finden.

Banaeianjahromi und Smolander (Banaeianjahromi & Smolander, 2019) definieren den Ursprung dieses Problems in der fehlenden Kommunikation hinsichtlich der Notwendigkeit einer EA und der dadurch mangelnden Zusammenarbeit zwischen Modellierern und Experten des zu modellierenden Bereichs.

Die von Stirna et al. empfohlene Vorgehensweise, um das Problem der fehlenden Kommunikation und Zusammenarbeit zu lösen, ist das aktive Einbinden von Experten des modellierenden Bereichs (SME) durch partizipative Modellierung (Stirna *et al.*, 2007). Hierbei findet die Erstellung von Modellen in Form von Gruppenarbeit statt, wobei sich die Gruppe aus Modellierern und SME zusammensetzt. Die dabei durch Kaidalova et al. beschriebenen Herausforderungen (Kaidalova *et al.*, 2012) werden direkt adressiert, da durch die Beteiligung der SME die notwendigen Informationen geliefert werden und durch die Dokumentation der Modellierer diese transformiert werden.

Der von Barjis (Barjis, 2009) beschriebene Ansatz der CPI-Modellierung greift die Ergebnisse von Stirna et al. (Stirna *et al.*, 2007) auf und formuliert dabei die Felder Zusammenarbeit, Beteiligung und Interaktion.

- **Zusammenarbeit (Collaboration):**  
Das Team zur Erstellung eines Modelles muss aus Experten im Bereich der Modellierung bestehen, wie auch aus Experten in dem zu modellierenden Bereich (SME). Weiterhin müssen seitens der Organisation bestimmte Richtlinien zur Erstellung von EA vorgegeben werden.
- **Beteiligung (Participation):**  
Das gemeinsame Ziel der EA muss abgestimmt innerhalb des Teams sein und für alle Mitglieder verständlich. Die unterschiedlichen Sichten der Mitglieder müssen durch das Modell wiedergegeben werden.
- **Interaktion (Interaction):**  
Es müssen Methoden und Tools bereitgestellt werden, welche sowohl Modellierer als auch SME nutzen können. Die Nutzung dieser Tools und Methoden muss das kollaborative Arbeiten unterstützen.

Sowohl Stirna et al. (Stirna *et al.*, 2007) als auch Barjis (Barjis, 2009) nennen die Auswahl einer Notation oder Modellierungsmethode, die allen Teilnehmern bekannt ist, als notwendige Voraussetzung ihrer Ansätze. Dabei wird durch Stirna et al. die Wichtigkeit des Erlernens einer Methode oder Notation durch deren Nutzung beschrieben (Stirna *et al.*, 2007). Somit ist das Ergebnis der Modellierung wiederum abhängig von der gewählten Methode oder Notation. Wissen bezüglich verschiedener Methoden und Notationen existiert häufig in nur wenigen Bereichen einer Organisation (Modellierer und IT-Abteilungen) (Sandkuhl *et al.*, 2018).

Um die Abhängigkeit bezüglich der Auswahl einer Methode oder Notation zu verringern und die Entwicklung von Modellen einer breiteren Schicht einer Organisation verfügbar zu machen, wird durch Sandkuhl et al. (Sandkuhl *et al.*, 2018) das sogenannte Grass-Root Modeling beschrieben, welches sich mit der Synergie zwischen dem Modellieren von „Nicht-Experten“ und den Modellen, welche durch Modellierungsexperten erstellt werden, befasst. Ziel hierbei ist es, den SME die Möglichkeit zu bieten, ihr betriebliches Wissen bereits in Form eines Modells zu präsentieren, welches später in eine standardisierte Form überführt werden kann, die vor Beginn der Modellierung festgelegt werden muss (Lantow *et al.*, 2022).

Arbeiten in diesem Bereich befassen sich sowohl mit dem Bereitstellen von Tools und Methoden für die Modellierung durch die SME, wie auch mit der automatisierten Transformation der erstellten Modelle. Die transformierten Modelle sollen dabei einen Beitrag zur EA oder zu Geschäftsprozessmodellen der Organisation liefern.

Die Arbeiten von Reiz et al. (Reiz *et al.*, 2018; Reiz & Sandkuhl, 2019) zeigen eine Methode zur Modellierung mittels PowerPoint<sup>1</sup>. Hier bekommen die betrieblichen Experten oder SME über Templates in PowerPoint die Möglichkeit zur grafischen Modellierung. Verwendet werden dabei die in PowerPoint vorhandenen Shapes (Kreis, Viereck, Rechteck, Pfeil) zur Erstellung von Modellen. Durch diese Methode wird es SME ermöglicht, auf einfache Weise ihr Wissen in Form eines Modells zu dokumentieren.

Für die Überführung der Modelle in eine standardisierte Form ist die Nutzung einer Meta-Modell-Plattform notwendig (Karagiannis & Kühn, 2002). Die ADOxx<sup>2</sup>-Plattform, deren Verwendung sich speziell in der domänenspezifischen Modellierung findet (Kühn; Lantow *et al.*, 2022), bietet die entsprechenden Schnittstellen und Meta-Modelle zur Transformation von verschiedenen Modellen.

Weitere Arbeiten, welche sich mit der praktischen Umsetzung des Grass-Root Modeling auseinandersetzen, lassen sich in der Literatur nur schwer identifizieren. Eine Vielzahl von Arbeiten befasst sich jedoch mit der Adressierung von Attributen, welche für eine erfolgreiche Implementierung und Nutzung von EA, wie auch der verwendeten Methoden, notwendig ist. Die Arbeit von Bakar et al. (Bakar *et al.*, 2016) listet verschiedene Attribute auf, welche dann von Modellierungsexperten und SME hinsichtlich ihrer Wichtigkeit bewertet wurden. Die dabei als besonders wichtig identifizierten Attribute finden sich im Bereich interner Prozesse wieder. Hieraus lässt sich die Notwendigkeit zum Festlegen bestimmter Abläufe, zum Definieren von Rollen und zum Erstellen von Vorgaben ableiten. Diese Ergebnisse werden ebenfalls gestützt durch die Arbeit von Rouhani et al. (Rouhani *et al.*, 2019).

---

<sup>1</sup> PowerPoint ist eine kommerzielle Software der Firma Microsoft zum Erstellen von Präsentationen.

<sup>2</sup> ADOxx ist ein kommerzielles Produkt und eine Marke der BOC AG.

Der systematische Überblick von Methoden zur Implementierung von EA zeigt, dass eine effektive Kommunikation in einem Team bei der Erstellung von EA notwendig ist. Hierzu zählen neben den Modellierern die im Team befindlichen Experten eines zu modellierenden Bereichs (SME). Weiterhin wird auch hier das Festlegen eines Prozesses und das Definieren von Vorgaben zur Erstellung von EA als wichtiges Attribut aufgeführt. Definiert als kritische Erfolgsfaktoren finden sich diese Erkenntnisse auch in weiteren Arbeiten (Ansyori *et al.*, 2018; Rouhani *et al.*, 2019).

Eine effektive Kommunikation innerhalb eines Teams bei der Erstellung einer EA ist durch das Definieren von Prozessen sowie Rollen und durch das Festlegen von Methoden positiv beeinflussbar. Hierzu zählt auch die Einbindung der SME, beispielsweise durch das Bereitstellen von Methoden, welche zur Modellierung genutzt werden können, ohne dass spezielle Kenntnisse bezogen auf EA und Modellierung vorliegen müssen.

Dieses Ziel, EA innerhalb einer Organisation für die SME nutzbar zu machen, wird durch Ross und Quaadgras als Architectural Thinking (AT) beschrieben (Ross & Quaadgras, 2012). Grass-Root Modeling liefert hierfür einen wichtigen Beitrag durch Schaffung von Synergien zwischen Modellierern und SME, was im Bereich des AT ein durch Winter definiertes Forschungsfeld ist (Winter, 2014). Winter spricht hierbei von sozialer Eignung, was in einer späteren Arbeit dadurch spezifiziert wird, dass SME erkennen, dass sie durch die Nutzung von EA die Effizienz der eigenen Arbeit steigert (Winter, 2016). Dieses Ziel des AT kann gemäß den durch Horlach *et al.* formulierten Design-Prinzipien (Horlach *et al.*, 2020) erreicht werden, wenn es „Nicht-Modellierern“ ermöglicht wird, Modelle einer EA zu verstehen und diese zu nutzen.

Wichtige Erfolgsfaktoren und zu adressierende Attribute für das erfolgreiche Implementieren von EA sowie hierbei zu verwendenden Methoden finden sich gut dokumentiert in der Literatur. Theoretische Grundlagen zur Evaluation dieser Attribute, wie auch bereits in der Praxis durchgeführte Evaluationen, sind jedoch weniger häufig Gegenstand der Forschungen.

In einer durch Hoffmann (Hoffmann, 2007) veröffentlichten Arbeit wird dies dadurch begründet, dass die ganzheitliche Evaluation von EA zu komplex für ein einzelnes Modell ist. Die Evaluation von EA muss gemäß dieser Arbeit für einzelne Teilbereiche der EA erfolgen.

Frank empfiehlt hierzu die Festlegung von den zu evaluierenden Kriterien, welche in einem Bezugsrahmen zur Evaluation festgehalten werden sollen (Frank, 1999). Diese Kriterien können aus den zuvor genannten Erfolgsfaktoren und zu adressierenden Attributen auf einem sehr hohen Abstraktionsniveau abgeleitet werden.

Bedingt durch das hohe Abstraktionsniveau sind diese Attribute als Aggregation anzusehen, dessen detaillierte Kriterien in den einzelnen Iterationen einer Evaluation betrachtet werden müssen. Dabei beschreibt Frank eine wesentliche Herausforderung in der Aufstellung des Bezugsrahmens, die nachvollziehbare Erfassung von subjektiven Kriterien, wie beispielsweise Benutzerfreundlichkeit oder Anschaulichkeit (Frank, 1999).

Arbeiten, die sich mit dem Einbinden von SME bezüglich der Erstellung und Nutzung von EA befassen, müssen sich hinsichtlich der Evaluation auch mit den genannten subjektiven Kriterien befassen, um so die aufgezeigten Erfolgsfaktoren und Attribute zu adressieren. Hinsichtlich genutzter Methoden im Bereich der Modellierung finden sich zwar bereits definierte Bezugsrahmen zur Evaluation von Modellierungssprachen (Frank & van Laak, 2003), jedoch existiert kein Modell bezüglich Abhängigkeiten oder Aggregation, womit die Adressierung der identifizierten Attribute abbildbar wäre. Schalles et al. (Schalles *et al.*, 2010) zeigen einen generischen Ansatz zur Messung der Benutzerfreundlichkeit von Modellierungssprachen, welcher zumindest bei der Evaluation von Teilbereichen bezüglich EA genutzt werden kann.

Theoretisch fundierte Modelle, welche eine Betrachtung bezüglich der Evaluation von EA liefern, lassen sich in der Literatur nicht finden. Somit muss für das jeweilige Ziel einer Arbeit und die damit verbundene Einordnung der Arbeit ein eigenes Evaluationsmodell erstellt werden. Zuvor identifizierte und theoretisch fundierte, zu adressierende Attribute liefern hierbei die Grundlage für qualitative Charakteristiken eines solchen Modells (Khayami, 2011). Gulden und Yu (Gulden & Yu, 2018) setzen dies bei der Evaluation des Designs einer visuellen Modellierungssprache um, indem sie ein Evaluationsmodell speziell auf die Evaluation des Designs der BPMN anpassen.

Im Folgenden wird nun das verwendete Forschungsdesign der Arbeit vorgestellt. Dabei wird ebenfalls das Organisationsumfeld beschrieben, in welchem die Forschung durchgeführt wurde.

### 1.3 Forschungsdesign und Forschungsmethode

Bei der Lösung eines praktisch motivierten Problems bildet die Konstruktion von IT-Artefakten den Ausgangspunkt der wissenschaftlichen Überlegungen (Becker & Pfeiffer, 2006). Die vorliegende Arbeit behandelt ein praktisch motiviertes Problem, durch den Entwurf und die Konstruktion eines Artefakts und dessen Evaluation und ist somit im Bereich der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik einzuordnen (Österle *et al.*, 2010). Eine Differenzierung zwischen dieser konstruktionsorientierten und der behavioristischen Forschung liefern Hevner *et al.* [vgl. Tabelle 1 (Hevner *et al.*, 2004)]. Die Zuordnung zu behavioristischer oder konstruktionsorientierter Forschung besitzt unmittelbar Einfluss auf die zu formulierende Forschungsfrage.

	Behavioristische Forschung	Konstruktionsorientierte Forschung
<b>Forschungsfrage</b>	Wie und wieso?	Wie gut?
<b>Forschungsergebnis</b>	Theorien	IT-Artefakte
<b>Forschungsaktivitäten</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Theoriebildung</li> <li>• Theorieüberprüfung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstruktion von Artefakten</li> <li>• Bewertung von Artefakten</li> </ul>
<b>Forschungsziel</b>	Wahrheit	Nützlichkeit

Tabelle 1: Behavioristische und konstruktionsorientierte Forschung nach Hevner *et al.* (Hevner *et al.*, 2004)

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Die Umgebung oder Organisation, welche das Forschungsumfeld darstellt, liefert hierbei die verschiedenen Anforderungen, wobei bestehende wissenschaftliche Ansätze und Arbeiten die Grundlage und den Ausgangspunkt der Forschung und somit der Gestaltung und Evaluation des Artefakts liefern (vgl. Abbildung 2).

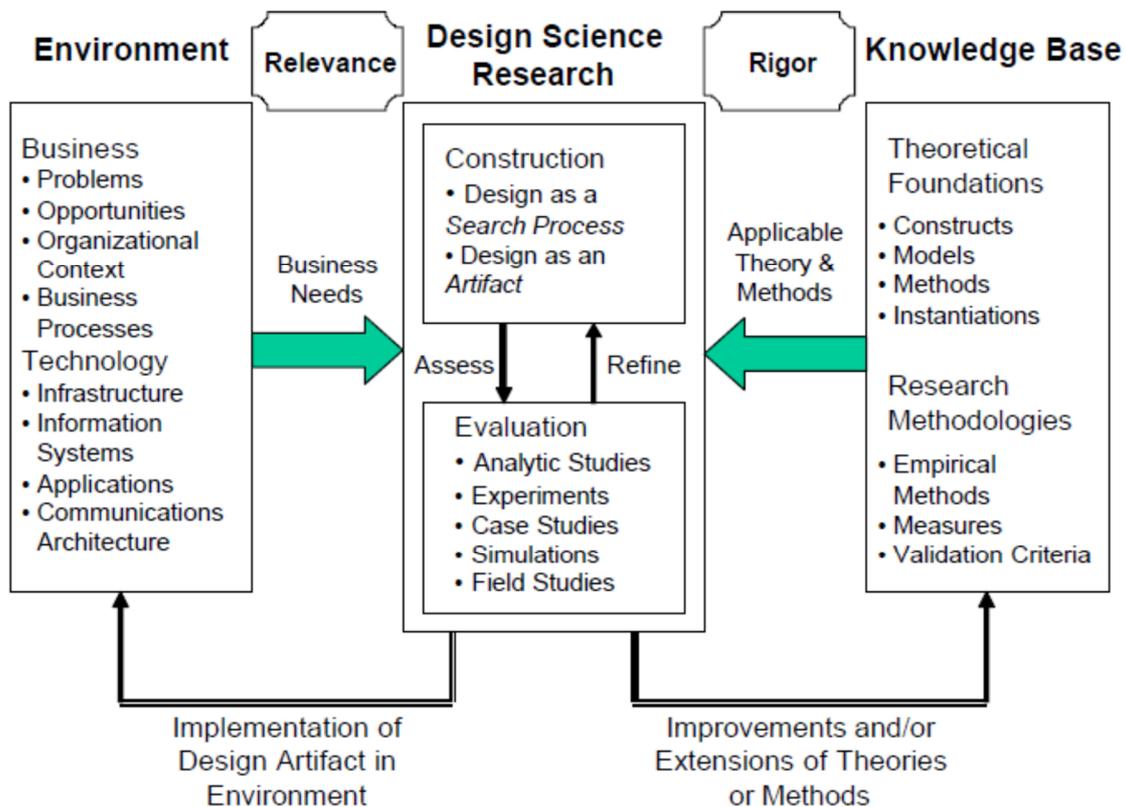


Abbildung 2: Design Science Research Rahmenwerk nach Hevner et al. (Hevner *et al.*, 2004)

Die Identifizierung der Business Needs, abgeleitet aus dem der Organisation und dem damit verbundenen Umfeld, mit allen Vorgaben, Rahmenbedingungen und technischen wie organisatorischen Voraussetzungen bildet einen Teil des Rahmens des speziellen Forschungsdesigns.

Der zweite Teil dieses Rahmens wird durch theoretische Grundlagen und die Auswahl der entsprechenden Forschungsmethodik bestimmt.

Der Nachweis der Nützlichkeit, welcher sich als akzeptiertes Relevanzmaß in der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik etabliert hat (Winter & Baskerville, 2010), wird dabei mittels definierter und korrekt angewandter Evaluationsmethoden demonstriert. Die Evaluation stellt im Forschungsprozess im Bereich der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik eine zentrale Komponente dar.

Hevner et al. (Hevner *et al.*, 2004) zählen in der Forschungsmethode des Design Science Research verschiedene mögliche Methoden zur Evaluation auf, wie die Beobachtung bei der Nutzung des Artefakts in unterschiedlichen Settings (Fallstudie, Feldstudie), verschiedene Analyseformen, Experimente (kontrolliertes Experiment, Simulation), unterschiedliche Testmethoden (Black Box, White Box) oder auch beschreibende Evaluationsmethoden (Szenario Erstellung).

Die ausgewählte Evaluationsmethode muss sich dabei für den erstellten Artefakt eignen. Weiterhin nennen Hevner et al. (Hevner *et al.*, 2004) (nicht abschließend) mögliche verschiedene in der Evaluation zu adressierende Attribute, welche zum Nachweis der Nützlichkeit beitragen können:

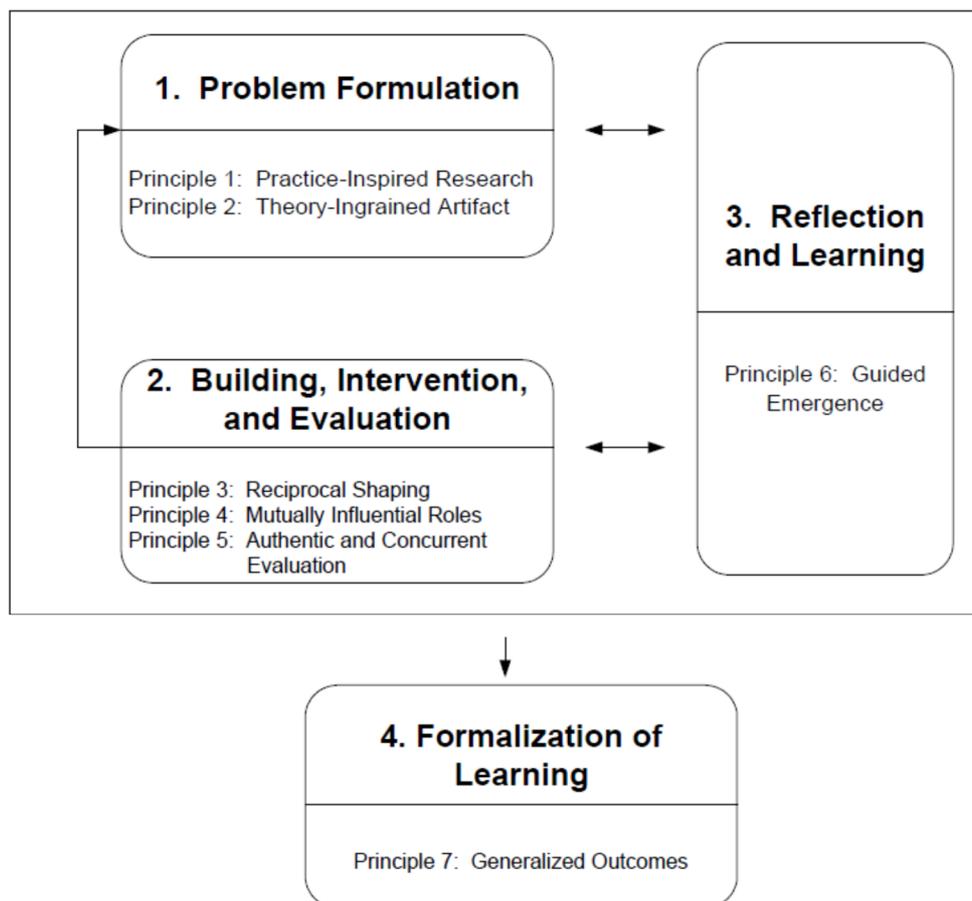
- Funktionalität
- Vollständigkeit
- Konsistenz
- Genauigkeit
- Benutzerfreundlichkeit
- Eignung für die Organisation

Dabei hat die Umgebung und somit die Organisation, in welcher die Artefakte entwickelt werden, maßgeblichen Einfluss auf die zu adressierenden Attribute (Hevner *et al.*, 2004). Die aufgezeigte Nützlichkeit wird dabei anhand des Kriteriums gemessen, wie gut das identifizierte Problem unter Berücksichtigung der Vorgaben und Einschränkungen der Organisation gelöst wird.

Die Forschungsmethode Aktionsforschung ist konstruktionsorientiert und sieht eine Lösung des Praxisproblems durch einen Kreis aus Wissenschaft und Praxis vor. Die Problemlösung und das dadurch zu erreichende Verständnis des Problems sind gleichermaßen von Bedeutung (Wilde & Hess, 2006). Hierbei werden mehrere Zyklen durchlaufen, welche sich aus verschiedenen Phasen (Diagnosis, Action Planning, Intervention, Evaluation, Reflection) zusammensetzen. Baskerville gibt dabei beispielhaft ein Phasenmodell wie folgt vor (Baskerville, 1999):

- **Diagnosis:**  
In dieser Phase wird das primäre Problem identifiziert, welches den Ursprung nach dem Wunsch einer Veränderung des Unternehmens bildet. Weiterhin beinhaltet diese Phase die Selbst-Interpretation des Problems, nicht im Sinne einer Vereinfachung oder Reduktion, sondern in der ganzheitlichen Betrachtung und Einordnung in den Problemkontext des Unternehmens, wie auch zur Formulierung von beispielweise Arbeitshypothesen (Baskerville, 1999).
- **Action Planning:**  
Diese Phase kennzeichnet sich durch eine enge Zusammenarbeit zwischen Wissenschaftler und Unternehmen aus. Es werden Aktionen und Maßnahmen geplant, welche zur Verbesserung des Zustandes und zur Problemlösung oder Adressierung des primären Ziels beitragen sollen. Die Planung dieser Maßnahmen wird dabei aus theoretischen Grundlagen abgeleitet (Baskerville, 1999).
- **Intervention (Action taking):**  
Die Umsetzung der geplanten Aktionen und Maßnahmen stellen den Kern dieser Phase dar. Die Umsetzung kann in verschiedenen Formen erfolgen, wie durch das Geben von Anweisungen oder Schulen von Personal (Baskerville, 1999).
- **Evaluation (Assessment):**  
Im Anschluss an durchgeführte Maßnahmen ist deren Auswirkung bezogen auf die Problemlösung zu untersuchen. Dies umfasst auch die Überprüfung der theoretischen Effekte und wie deren Einfluss zur Lösung des Problems beitragen (Baskerville, 1999).
- **Reflection (Learning):**  
Das Lernen aus der Evaluation ist ein formaler, permanenter Prozess, welcher in drei Ausprägungen stattfinden kann (Baskerville, 1999):
  - Als Beitrag zur Optimierung im Unternehmen
  - Als Grundlage für nachfolgende Zyklen
  - Als wissenschaftliche Erkenntnis

Die Forschungsmethode Action Design Research (ADR) (Sein *et al.*, 2011) stellt eine Forschungsmethode für Arbeiten im Bereich der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik dar. Im Fokus von ADR liegt dabei die Gestaltung des Artefakts unter Berücksichtigung des Organisationsumfeldes, in welchem die Forschung stattfindet. Das ADR erlaubt dabei sowohl dem Forscher, wie auch der Organisation die Anpassung der Artefakte während des Forschungsprozesses. Durch die Erstellung und Evaluation des Artefakts wird hierbei Wissen generiert, welches einen Beitrag zum Verständnis des Problems liefert. Die Phasen und Prinzipien dieser Methode zeigt Abbildung 3.



**Abbildung 3: Phasen und Prinzipien von ADR nach Sein et al. (Sein *et al.*, 2011)**

Die in Abbildung 3 dargestellten vier Phasen zeigen, dass zu Beginn des ADR eine initiale Problemstellung identifiziert wird, welche die Forschungslücke aufzeigt. Zur Bearbeitung der Problemstellung werden Artefakte implementiert und evaluiert (Phase zwei; BIE – build, intervent, evaluate). Dabei wird für die Methodik des ADR, insbesondere bei starker Fokussierung auf die Umgebung, die Einbeziehung der Endnutzer bereits bei der Evaluation der ersten Version des implementierten Artefakts empfohlen (Sein *et al.*, 2011).

Die Evaluation der Artefakte bildet den Schwerpunkt der Forschungsmethode, da hier im Besonderen die Nützlichkeit bezogen auf die Lösung des praxisrelevanten Problems aufgezeigt und nachgewiesen werden kann. Um dies zu erreichen, muss das Forschungsdesign u. a. auf die Akzeptanz der späteren Nutzer ausgelegt werden und die Frage behandeln, welchen Einfluss das Ergebnis der Forschung auf die Umgebung des Artefakts hat. Um den genannten Einfluss zu erlangen, müssen die Forschungsergebnisse in Form von Artefakten genutzt werden, wofür diese wiederum akzeptiert werden müssen. Dies zu erforschen, ist einer der Hauptgegenstände der einzelnen Zyklen im Verlauf der vorliegenden Arbeit. Eine feste Anzahl der Zyklen ist dabei nicht definiert.

Weiterhin zeigt Abbildung 3 die von Sein et al. formulierten sieben Prinzipien des ADR (Sein et al., 2011):

1. **Practice-inspired Research:**  
Die Forschung muss motiviert durch ein in der Praxis vorliegendes und relevantes Problem sein.
2. **Theory-ingrained Artifact:**  
Die Entwicklung der Artefakte muss auf wissenschaftlich fundierten Erkenntnissen beruhen.
3. **Reciprocal Shaping:**  
Iterative Entwicklungszyklen werden für die Implementierung von Artefakten verwendet, dabei nimmt die Organisation Einfluss auf das Artefakt und dieses wiederum Einfluss auf die Organisation.
4. **Mutually influential Roles:**  
Verschiedene Stakeholder müssen bei der Entwicklung und Evaluation mit einbezogen werden, um möglichst viele Blickwinkel berücksichtigen zu können.
5. **Authentic and Concurrent Evaluation:**  
Jeder Zyklus im Rahmen der Entwicklung beinhaltet eine Evaluation, deren Erkenntnisse Grundlage für den darauffolgenden Zyklus bilden.
6. **Guided Emergence:**  
Durch den Wechsel von Entwicklung, Anwendung und Evaluation entwickeln sich die Artefakte. Dabei nehmen die organisatorische Nutzung, die Perspektiven der Teilnehmer und die Ergebnisse der Evaluation Einfluss auf die fortlaufende Gestaltung der Artefakte.
7. **Generalized Outcomes:**  
Am Ende der Forschung müssen die gewonnenen Erkenntnisse hinsichtlich ihres Beitrags zur Wissenschaft aufgezeigt werden.

Zur Bestimmung der Akzeptanz wurde in der vorliegenden Arbeit das Technology Acceptance Model (TAM) verwendet (Davis, 1985, 1989). Hierbei gilt die zentrale Untersuchung der Ermittlung der „Perceived Usefulness“, welche den Grad an vermuteter Nützlichkeit seitens der Nutzer wiedergibt, und der „Perceived Ease of Use“, welcher den Grad der einfachen Anwendung eines Systems aus Nutzersicht widerspiegelt (Davis, 1985, 1989).

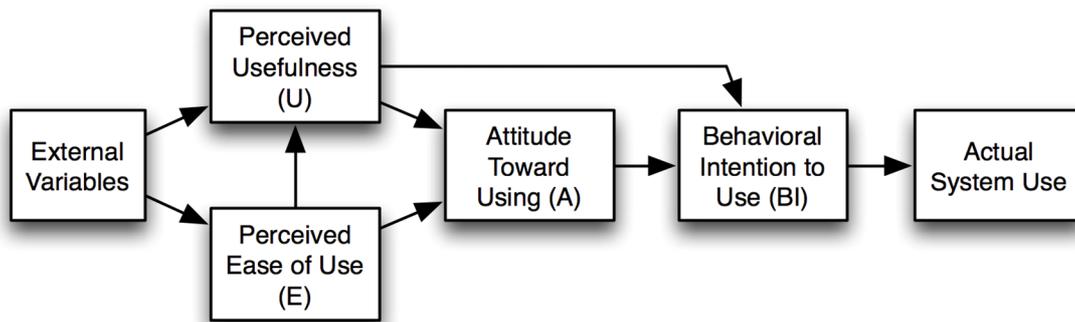


Abbildung 4: TAM nach Davis (Davis, 1985, 1989)

Neben dem in Abbildung 4 gezeigten Modell des TAM, welches sich mit der Akzeptanz der Artefakte bei der Evaluation im Rahmen des ADR befasst, gilt es weiterhin die Nützlichkeit der entwickelten Lösung nachzuweisen. Hierfür muss Bezug auf die seitens der Organisation aufgestellten Forderungen (vgl. Business Needs, Abbildung 2) genommen und gegen diese evaluiert werden. Die Nützlichkeit definiert sich gemäß DIN ISO 9241-110 (DIN e.V., 2020) als gebrauchstauglich und wird unterteilt in die unten aufgeführten Klassen:

- Effektivität: Wie gut können Nutzer ein Ziel erreichen?
- Effizienz: Welche Ressourcen müssen eingesetzt werden?
- Zufriedenheit: Wie zufrieden sind Nutzer mit dem Einsatz des Systems?

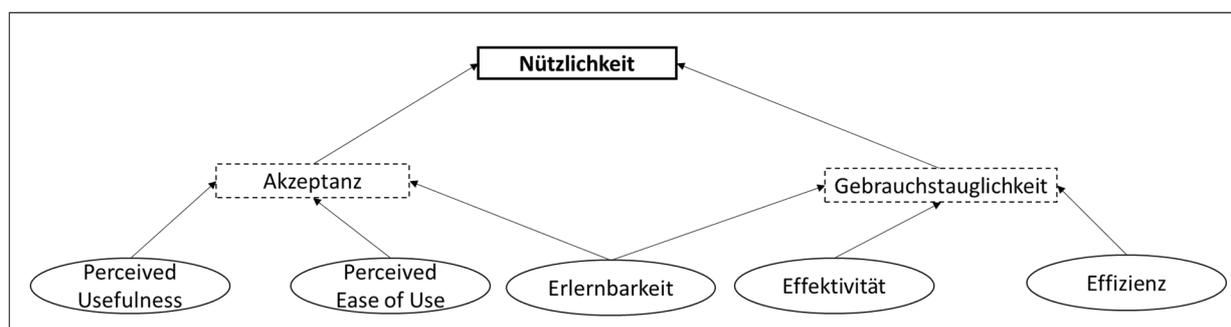
Zusätzlich definiert die DIN ISO 9241-110 (Abran *et al.*, 2003; DIN e.V., 2020) verschiedene Interaktionsprinzipien, welche als Kriterien zum Erreichen einer gewünschten Gebrauchstauglichkeit erfüllt werden müssen:

- Aufgabenangemessenheit – geeignete Funktionalität, Minimierung unnötiger Interaktionen
- Selbstbeschreibungsfähigkeit – Verständlichkeit durch Hilfen/Rückmeldungen
- Erwartungskonformität – Konsistenz, Anpassung an das Benutzermodell
- Erlernbarkeit – Anleitung des Benutzers, Verwendung geeigneter Metaphern, Ziel: minimale Erlernzeit

## Design des Concept into Architecture (CiA)

- Steuerbarkeit – Steuerung des Dialogs durch den Benutzer
- Robustheit gegen Benutzerfehler – Das System toleriert Fehler oder ermöglicht eine leichte Fehlerkorrektur durch den Benutzer
- Benutzerbindung – System ist einladend und motivierend

Somit liefern sowohl das TAM wie auch die DIN ISO 9241-110 zu adressierende Attribute für die Nützlichkeit von zu entwickelnden Artefakten. Diese Attribute bilden die Grundlagen zur Evaluation in den Zyklen des ADR. Die Darstellung der Aggregation der einzelnen Attribute hin zu einem übergeordneten Ziel, dem Nachweis der Nützlichkeit, kann durch das Erstellen eines Modells erfolgen. Da zur Evaluation von EA-Methoden und Vorgehensweisen keine theoretisch fundierten Modelle existieren (siehe 1.2), wurde für die Evaluation der Artefakte in dieser Arbeit ein eigenes Modell entwickelt. Die Arbeit von Gulden und Yu (Gulden & Yu, 2018) dient dabei als Vorlage, um die Abhängigkeiten der einzelnen Attribute aufzuzeigen. Das dabei initial entwickelte Rahmenwerk wird in Abbildung 5 gezeigt. Das dabei formulierte Attribut der Erlernbarkeit findet sich sowohl in der von Davis (Davis, 1985, 1989) beschriebenen Perceived Ease of Use, wie auch als Teil der gemäß DIN ISO 9241-110 definierten Gebrauchstauglichkeit (DIN e.V., 2020). Bevan et al. (Bevan *et al.*, 2015) nennen in ihrer Arbeit die Erlernbarkeit als ein in der Literatur häufig genanntes Attribut, welchem bei der Untersuchung der Gebrauchstauglichkeit und der Benutzerfreundlichkeit eine hohe Bedeutung zugemessen wird. Da die Erlernbarkeit eines Artefakts unmittelbaren Einfluss auf die Nutzung des Artefakts besitzt, wird das Attribut der Erlernbarkeit in dem in Abbildung 5 gezeigten Modell als eigenständiges Attribut definiert, welches sowohl Einfluss auf die Akzeptanz, wie auch die Gebrauchstauglichkeit besitzt.



**Abbildung 5: Modell zur Evaluation**

Das in Abbildung 5 gezeigte Rahmenwerk dient als Grundlage für die einzelnen Evaluationen und wird dahingehend angepasst, dass eine Adressierung der untersten Ebene spezifiziert wird. Das übergeordnete Ziel wird durch das Attribut der Nützlichkeit dargestellt. Diese gilt es in den verschiedenen Zyklen nachzuweisen. Die Nützlichkeit setzt sich wiederum aus zwei

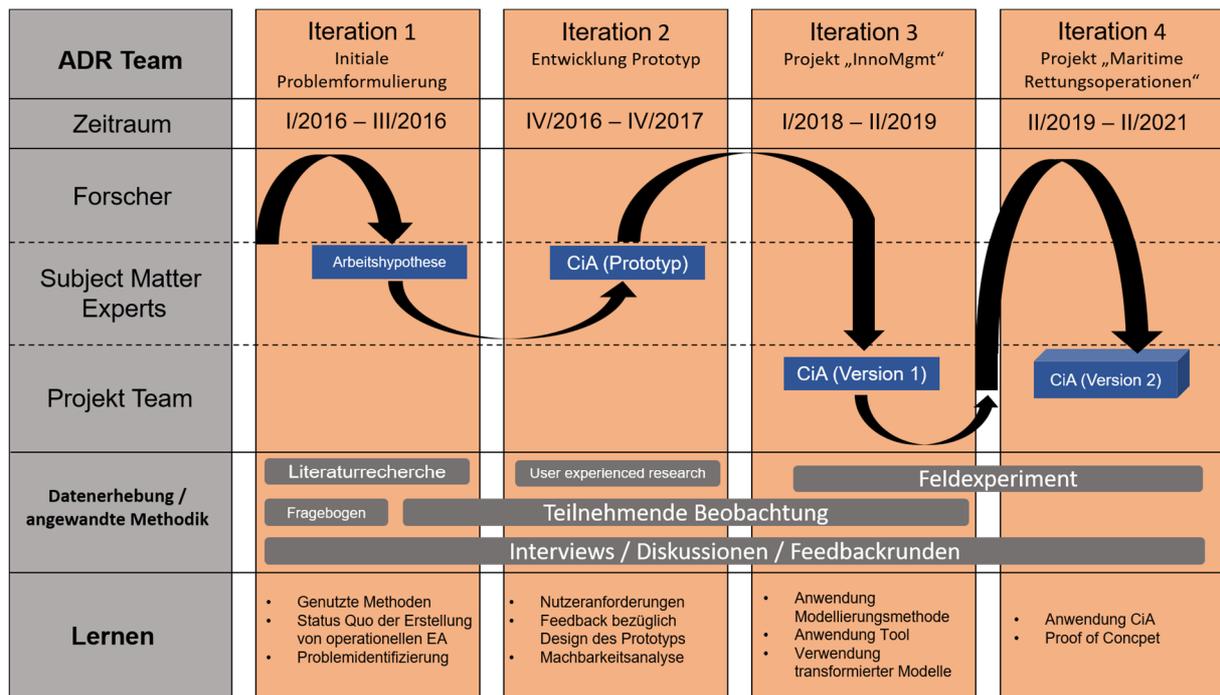
Teilbereichen zusammen, der durch Davis definierten Akzeptanz und der in der DIN ISO 9241-110 beschriebenen Gebrauchstauglichkeit. Zum Nachweis dieser Attribute müssen wiederum Sub-Attribute definiert werden. Die Akzeptanz setzt sich aus den durch Davis im TAM definierten Attributen der „Perceived Usefulness“ und der „Perceived Ease of Use“ zusammen und wird durch die in der DIN ISO 9241-110 beschriebenen Erlernbarkeit ergänzt. Diese wiederum hat Auswirkung auf die Gebrauchstauglichkeit, welche ebenfalls gemäß DIN ISO 9241-110 durch die Effektivität und Effizienz dargestellt wird.

### **1.3.1 Konkretes Forschungsdesign**

Im Folgenden wird nun das Umfeld und die Organisation beschrieben, in dessen Kontext die Forschungsarbeit durchgeführt wurde. Weiterhin wird die Anwendung des Forschungsdesigns bezogen auf Forschung und Organisationsumfeld beschrieben:

Es ist nun das Ziel, die Forschung in einem Umfeld einzubetten, welches sich mit der Erstellung von operationellen Architekturen befasst. Organisationsumfeld der Forschung war eine Abteilung innerhalb einer Behörde, welche sich mit Projekten befasst, die zur Schließung von identifizierten Fähigkeitslücken genutzt werden. Diese Projekte kennzeichnen sich durch eine Bearbeitung von kleinen Teams, die unter Einbeziehung von Expertenwissen durch verschiedene SME, Konzepte zur Schließung von identifizierten Fähigkeitslücken entwickeln. Die Erstellung von operationellen Architekturen ist zu Beginn stets Bestandteil dieser Projekte, um so bereits eine Grundlage für eine mögliche spätere Beschaffung gemäß den Vorschriften der Bundeswehr zu haben. Von September 2015 bis April 2019 war ich als Absolvent der Wirtschaftsinformatik in dieser Behörde eingesetzt, in der Abteilung, die sich mit diesen speziellen Projekten befasst. Die Einbindung von SME in den Prozess der Erstellung von operationellen Architekturen und deren weitere Nutzung im Verlauf des Projekts stellte eine Herausforderung in jedem einzelnen dieser Projekte dar. Die Einbindung von SME in den Prozess der Erstellung von operationellen Architekturen kann somit als relevantes Problem der Praxis identifiziert werden. Die durchgeführte Forschung gemäß ADR erstreckte sich dabei, wie in Abbildung 6 gezeigt, über vier Iterationen. Mit der Organisation wurde vereinbart, dass die Ergebnisse der Forschungstätigkeit publiziert werden dürfen. Da bei der Erstellung der Artefakte keine klare Trennung in der Rolle des Forschers oder Mitarbeiters der Organisation erfolgen konnte wurde weiterhin die Vereinbarung getroffen, dass die die Organisation im Anschluss an die Forschung die Artefakte weiter nutzen und anwenden darf. Ferner wurden der Organisation auch alle Informationen der Artefakte, wie Quellcode oder Handbuch zur Verfügung gestellt. Nicht öffentliche und eingestufte Daten, so wie die Nennung von Namen der SME oder Hinweise auf diese sind kein Teil der Veröffentlichung. Daher bleibt in der Arbeit auch die Organisation anonym.

## Design des Concept into Architecture (CiA)



**Abbildung 6: Übersicht über Iterationen gemäß ADR**

Die erste Iteration befasst sich mit der Identifizierung der bisherigen Vorgehensweise bei der Erstellung von operationellen Architekturen in Projekten zur Schließung von Fähigkeitslücken, inklusive der genutzten Methoden und Tools. Dies stellt gemäß ADR die initiale Problemformulierung dar. Hierfür wurden zwei Projekte dieser Art begleitet. Ziel dabei war das Skizzieren der Vorgehensweise zur Erstellung von operationellen Architekturen in diesen Projekten. Gemeinsam mit der Identifizierung der genutzten und bekannten Methoden und Hilfsmittel wurde so der Status quo der Organisation bei der Erstellung von operationellen Architekturen aufgezeigt. Weiterhin wurden zur Identifizierung der Vorgehensweise, Methoden und Tools Interviews geführt und Fragebögen verwendet. Gefestigt wurden die Ergebnisse mittels Literaturrecherchen. Einen Überblick zeigt Abbildung 7.

Teilnehmende Beobachtung	Interview SME	Fragebögen Experten
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zwei unterschiedliche Projekte</li> <li>• Skizzierung Prozess Erstellung EA</li> <li>• Identifizierung verwendeter Tools und Methoden</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leitfadeninterviews</li> <li>• 6 SME</li> <li>• Erfahrung als SME in Projekten zwischen 3 – 10 Jahre</li> <li>• Gesamt über 15 Projekte betreut</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Offene Fragen</li> <li>• 3 Expertenstellen für EA in der Bundeswehr</li> <li>• Teilnahme von mehr als 10 Experten</li> </ul>

**Abbildung 7: Überblick erste Iteration**

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Als Mitarbeiter der Behörde wurde mir die Teilnahme an Workshops und Besprechungen der beiden Projekte gestattet. Hierfür wurde mit dem Vorgesetzten der Abteilung eine mündliche Vereinbarung getroffen. Unter Beachtung der Hinweise bezüglich eingestufte Daten und Namen der Teilnehmer wurde die Verwendung der gesammelten Daten zur Veröffentlichung gestattet. Dies ermöglichte die teilnehmende Beobachtung hinsichtlich der Skizzierung des bisherigen Vorgehens bezüglich der Erstellung von operationellen Architekturen, wie auch die Identifizierung verwendeter Methoden und Tools. Weiterhin konnte so die Einbindung von SME bei der Erstellung der operationellen Architekturen beobachtet werden, wie auch der Umgang und die weitere Nutzung dieser Modelle.

Die zweite Iteration besteht aus der Entwicklung eines Prototyps zur Lösung des identifizierten Problems. Hierfür wurden User Stories (Cohn, 2015) erfasst und zusätzlich aus den vorliegenden Fragebögen der ersten Iteration abgeleitet. Diese wurden in ein Kano-Modell (Bailom *et al.*, 1996) eingeordnet. Die Entwicklung des Prototyps wurde dann unter enger Einbeziehung von potenziellen Nutzern durchgeführt, gemäß den Vorgaben der User Experience Research (UER) (Hynek, 2002). Am Ende der Entwicklung stand die Anwendung des Prototyps im Rahmen eines Projekts. Dies wurde unter dem Gesichtspunkt einer Machbarkeitsanalyse durchgeführt. Hierbei wurde mit dem Projektleiter die mündliche Vereinbarung getroffen, dass die Ergebnisse aus der Nutzung des Prototyps (operationelle Architektur) dem Projekt zur Verfügung gestellt werden. Im Gegenzug wurde auch hier die Verwendung der gesammelten Daten zur Veröffentlichung gestattet, unter Beachtung der bestehenden Vorgaben bezüglich eingestufte Daten, wie auch Namen von Teilnehmern. Abbildung 8 zeigt einen Überblick dieser Iteration.

User Stories & Kano Modell	User Experience Research (UER)	Anwendung Prototyp
<ul style="list-style-type: none"><li>• Anfertigung von User Stories</li><li>• Ableiten von User Stories aus bestehender Empirie (Fragebögen Experten)</li><li>• Einordnung in ein Kano Modell</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Kurze Entwicklungs- und Testzyklen des Prototypen</li><li>• Einbindung von vier verschiedenen SME (identifiziert als mögliche spätere Nutzer)</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Anwendung in bestehendem Projekt (Arbeitszeiterfassung)</li><li>• Bestehende Ablaufdiagramme als Vorgabe</li><li>• Einfache Modelle als Ergebnis</li></ul>

**Abbildung 8: Überblick zweite Iteration**

Die Anfertigung von User Stories diente der Erfassung von Vorgaben seitens der Nutzer, um diese in die Entwicklung des Prototyps mit einfließen zu lassen. Die bei der Entwicklung und insbesondere bei den Tests des Prototyps eingebundenen SME waren ebenfalls Mitarbeiter der Behörde. Da diese selber mit der identifizierten Problemstellung bereits konfrontiert waren, wurde die Forschung und das angestrebte Ziel unterstützt.

## Design des Concept into Architecture (CiA)

Die erste Anwendung des Prototyps diente der Funktionsüberprüfung der Modellierungsmethode und der automatisierten Transformation. Da diese Funktionsüberprüfung mit bestehenden einfachen Modellen durchgeführt werden konnte, fand diese im Kontext eines Projekts statt, welches nicht im Bereich der Fähigkeitslücken angesiedelt ist. Der Unterschied zwischen diesem und einem Projekt zur Schließung identifizierter Fähigkeitslücken lag darin, dass sich dieses Projekt mit der Umsetzung eines erstellten Konzepts, der automatisierten Arbeitszeiterfassung, befasste. Hier wurden bereits verschiedene Anwendungsfälle für eine Software im Rahmen der Arbeitszeiterfassung skizziert, welche für die weitere Arbeit im Projekt in eine operationelle Architektur überführt werden mussten.

In der dritten Iteration wurden die entwickelten Artefakte, eine Methode zur Modellierung und ein Tool zur Transformation der erstellten Modelle, unter dem Namen „Concept into Architecture (CiA)“ als Methode und Vorgehensweise in dem Projekt „Innovationsmanagement“ (InnoMgmt) zur Erstellung der benötigten operationellen Architektur eingesetzt.

Das Projekt InnoMgmt stellte alle notwendigen Voraussetzungen für die Evaluation der entwickelten Artefakte dar. Ziel des Projekts war die Einführung eines Innovationsmanagementprozesses, inklusive einer unterstützenden Software. Hierfür war die Erstellung einer operationellen Architektur gemäß den Leitlinien der Organisation eine Voraussetzung. Die Anwendung von CiA in den einzelnen Abschnitten des Projekts zeigt Abbildung 9.

Erster Evaluationszyklus - Modellierung mit CiA	Zweiter Evaluationszyklus - Modellierung mit CiA	Dritter Evaluationszyklus - Retrospektive	Vierter Evaluationszyklus - Überprüfung Tool	Fünfter Evaluationszyklus - Nutzung der Modelle
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Eintägiger Workshop</li> <li>• 5 Teilnehmer</li> <li>• Keine Experten im Bereich Modellierung oder EA</li> <li>• Erstellung eines initialen Modells anhand gesammelter Anforderungen als Ziel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mehrtägiger Workshop</li> <li>• 6 Teilnehmer</li> <li>• Keine Experten im Bereich Modellierung oder EA</li> <li>• Erweiterung des initialen Modells als Ziel</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Expertendiskussion                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– 6 Experten EA</li> <li>– Diskussion Nutzung CiA</li> <li>– Diskussion Ergebnisse des Projekts bezüglich EA</li> </ul> </li> <li>• Überprüfung erstelltes Modell                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Abgabe an externe Stelle</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cognitive Walkthrough                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– 5 Personen (Admins)</li> <li>– Keine Experten Modellierung oder EA</li> </ul> </li> <li>• Co-Discovery-Methode                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– 5 Gruppen à 2 Personen (Admins und zukünftige Anwender)</li> <li>– Keine Experten im Bereich Modellierung oder EA</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zeitraum über 3 Monate</li> <li>• 10 Teilnehmer</li> <li>• Keine Experten Modellierung oder EA</li> <li>• Mehrere Ziele                             <ul style="list-style-type: none"> <li>– Refinement vorhandenes Modell</li> <li>– Identifizierung von Funktionen einer Software im Bereich InnoMgmt anhand des Modells</li> </ul> </li> </ul>

**Abbildung 9: Überblick dritte Iteration**

Als Mitarbeiter der Behörde war ich in dem Projekt Teil der Projektgruppe und hauptverantwortlich für die Erstellung der operationellen Architektur. Hier wurde zwischen mir und dem Projektleiter eine schriftliche Vereinbarung hinsichtlich meiner Forschung getroffen (Anlage 7). Weiterhin wurde vereinbart, dass alle als öffentlich eingestuftes Dokumente für die Veröffentlichung genutzt werden dürfen.

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

CiA wurde als Methode zur Erstellung der operationellen Architektur in den ersten zwei Evaluationszyklen eingesetzt. Während des dritten Evaluationszyklus wurde mit dem erstellten und transformierten Modell gearbeitet. Die Bedienung des Tools zur Transformation wurde im vierten Evaluationszyklus betrachtet. Der abschließende Evaluationszyklus befasste sich mit den Ergebnissen, die durch die Anwendung von CiA während des Projekts entstanden sind und deren Auswertung.

Die letzte Iteration fand in dem Projekt „Maritime Rettungsoperationen“ statt. CiA wurde für die Dokumentation bestehender Verfahrensabläufe als Teil einer operationellen Architektur verwendet. Somit diente CiA trotz des inhaltlichen Unterschiedes der einzelnen Projekte dem gleichen Ziel: dem Einbinden von SME zur Erstellung von operationellen Architekturen. Die Anwendung von CiA und die Sicherung der Ergebnisse der Anwendung zeigt Abbildung 10.

Anwendung CiA	Interview Methodenverantwortliche	Kontrolle transformiertes Modell
<ul style="list-style-type: none"><li>• Anwendung CiA in Projekt</li><li>• 8 Teilnehmer</li><li>• Keine Experten im Bereich Modellierung oder EA</li><li>• Erstellung Modell anhand vorhandener Checklisten</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Leitfadeninterview</li><li>• Team aus 2 Personen</li><li>• Keine Experten im Bereich Modellierung oder EA</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Abgabe transformiertes Modell an Expertenstelle Bw</li><li>• Kontrolle bezüglich Umsetzung aller Vorgaben NAF, ADMBw und Richtlinien</li></ul>

**Abbildung 10: Überblick vierte Iteration**

Aufgrund der positiven Erfahrungen aus dem Projekt InnoMgmt wurde entschieden, CiA auch in diesem Projekt zu verwenden. CiA, bestehend aus einer Modellierungsmethode und dem Tool zur Transformation, wurde samt einem Handbuch zur Verfügung gestellt und durch zwei Methodenverantwortliche genutzt. Diese wurden nach der Nutzung von CiA bezüglich ihrer Erfahrungen und den erzielten Ergebnissen interviewt. Das erstellte und transformierte Modell wurde durch eine Expertenstelle auf korrekte Umsetzung der geltenden Vorgaben kontrolliert. Auch hier wurde mit dem Vorgesetzten der Interviewpartner mündlich vereinbart, dass alle öffentlich eingestufteten Daten des Projekts zur Veröffentlichung genutzt werden dürfen, wie auch die Ergebnisse der Interviews.

Im nachfolgenden Kapitel wird die erste Iteration beschrieben. Diese umfasst die Identifizierung des Status quo bezüglich der bisherigen Vorgehensweise zur Erstellung von operationellen Architekturen. Insbesondere werden hier der Prozess und die verwendeten Methoden sowie Tools untersucht und daraus die initiale Problemstellung gemäß ADR abgeleitet. Diese bildet die Grundlage der Forschung und stellt den Ausgangspunkt zur Optimierung des bisherigen Prozesses bei der Einbindung von SME und Expertenwissen in die Erstellung von operationellen Architekturen dar.

## Kapitel 2

### 2 Initiale Problemformulierung

Dieses Kapitel untersucht und beschreibt die bestehende Vorgehensweise zur Erstellung von operationellen Architekturen im Kontext von Projekten zur Schließung identifizierter Fähigkeitslücken. Die hieraus abgeleitete Problembeschreibung oder -definition bildet die erste Phase des ADR-Prozesses, welcher u.a. das Prinzip der Praxisnähe beinhaltet. Dieses Prinzip leitet sich aus der Relevanz und den damit verbundenen Business Needs des Design Science Research Frameworks ab (Hevner *et al.*, 2004). Um diesen Anforderungen gerecht zu werden und die Definition des Problems so nah wie möglich an der Praxis auszurichten, wurden sowohl Interviews geführt, wie auch Fragebögen genutzt. Zusätzlich wurde an zwei Projekten als Beobachter teilgenommen. Die hieraus gewonnenen Erkenntnisse wurden durch eine Literaturrecherche ergänzt. Darauf basierend wurde die bisherige Vorgehensweise bezüglich der Erstellung einer operationellen Architektur in Projekten skizziert. Weiterhin wurden die genutzten Methoden und Tools identifiziert und deren Verwendung untersucht. Hieraus wurde das für die Arbeit zugrundeliegende Optimierungspotenzial des bisherigen Prozesses hergeleitet.

#### 2.1 Status quo der Organisation

Zur Skizzierung des bisherigen Vorgehensmodells oder etablierten Ansatzes wurden zunächst die Leitlinien der Organisation hinsichtlich der Erstellung operationeller Architekturen und der Anwendung des NAF untersucht. Da sich diese aus den Leitfäden und Vorschriften der Bundeswehr (Rühle, 2014; Bundesministerium der Verteidigung, 2018: Leitfaden Architekturmodellierung im CPM; Bundesministerium der Verteidigung, 2018: A-1500/3 Customer Product Management) ableiten, wurden diese ausgewertet. Die aus Vorschriften und Leitfäden identifizierten Anforderungen bilden die Leitlinien zur Anwendung des NAF, an welchen sich die Behörde, die das Forschungsumfeld bildet, orientiert. Zur erfolgreichen Umsetzung von Projekten und Produkten hat die Bundeswehr den Integrierten Planungsprozess (IPP) eingeführt (Kaiser, 2014). Dieser koordiniert die Fachplanungen, um die verfügbaren Ressourcen bestmöglich im Sinne des Handlungs- und Leistungsvermögens der Bundeswehr einzusetzen. Neben der Aufstellung des Haushalts umfasst er eine Vielzahl von Aktivitäten, die in verschiedenen Teilprozessen beschrieben sind. Die aus der Planung des IPP zur Umsetzung festgelegten Ideen werden an das Beschaffungswesen der Bundeswehr, das sogenannte Customer Product Management (CPM) (Bundesministerium der Verteidigung, 2018: A-1500/3 Customer Product Management), übergeben.

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Dieses regelt u. a., in welchen Phasen welche Sichten einer EA gemäß Anforderungen der Bundeswehr und zum Projektfortschritt benötigt werden (Bundesministerium der Verteidigung, 2018: A-1500/3 Customer Product Management).

Durch diese Vorschrift wird festgelegt, dass zu Beginn eines Projekts grundsätzlich eine „Fähigkeitslücke und Funktionale Forderung“ (FFF) erstellt werden muss. Diese FFF enthält gemäß Vorschrift eine operationelle Architektur auf Prozessebene, welche die folgenden Sichten umfasst:

- Zusammenfassung und Überblick über die Architektur (NAV-01)
- Glossar (NAV-02)
- „Big Picture“ (NOV-01)
- Bezug zur Fähigkeitslage der Bundeswehr (NCV-03)
- Informationsaustauschbeziehungen (NOV-2)
- Prozessabläufe (NOV-5)
- Prozessbeteiligungen (NOV-5)
- Operationelle Rahmenbedingungen (NOV-06)

Die aufgezeigten Vorgaben bezüglich der geforderten Sichten werden durch einen Leitfaden vorgegeben (Bundesministerium der Verteidigung, 2018: Leitfaden Architekturmodellierung im CPM), welcher von einer zentralen Stelle der Bundeswehr erstellt wird. Dieser Leitfaden regelt zusätzlich die Nutzung der zu verwendenden Software, der „Sparx Enterprise Architect“ (Sparx EA)<sup>3</sup> der Firma Sparx Systems<sup>4</sup>, wie auch die zu nutzenden Spezifikationen, welche durch das Architekturdatenmodell der Bundeswehr (ADMBw)<sup>5</sup> bereitgestellt werden. Neben den bereits genannten Vorgaben bezüglich der Erstellung der operationellen Architektur empfiehlt der Leitfaden auch ein Vorgehensmodell zur Erstellung. Die dabei empfohlene Reihenfolge zur Erstellung der einzelnen Sichten entspricht der oben aufgezeigten Aufzählung.

Eine Betrachtung der aufgezeigten Vorgehensempfehlung zeigt, dass die Definition einer Vision kein Teil des Vorgehensmodells darstellt, wie es beispielsweise durch die bereits genannte ADM des TOGAF empfohlen wird, da lediglich der NAV-01 (NATO All View) betrachtet wird. Der NAV-01 gibt hierbei eine Beschreibung, Ziel und Zweck der zu erstellenden Architektur, sowie den Betrachtungsumfang, den Kontext und die genutzten Werkzeuge und Dateiformate.

---

<sup>3</sup> <https://www.sparxsystems.de/uml/neweditions/>

<sup>4</sup> <https://www.sparxsystems.de/start/startseite/>

<sup>5</sup> <http://www.the-modelling-experts.de/NAF-ADMBw/NAF-ADMBw-Gundlagen.html>

Ebenfalls enthalten sind Feststellungen und Empfehlungen, welche über den gesamten Projektverlauf gesammelt werden müssen, was den NAV-01 zu einem „living document“ macht. Aus der Beschreibung folgend lässt sich ableiten, dass es sich beim NAV-01 um ein strukturiertes Textdokument handelt.

Um die gewünschte Einheitlichkeit zu erreichen, wird eine standardisierte Vorlage zur Verfügung gestellt (Bundesministerium der Verteidigung, 2018: Leitfaden Architekturmodellierung im CPM). Weitere Sichten des NAV werden nicht betrachtet, was den Unterschied zur ADM des TOGAF, wie bereits aufgezeigt, verdeutlicht. Die gemäß ADM des TOGAF umfassende Sicht oder Beschreibung der Vision kann im NAF durch den NAV (Jørgensen *et al.*, 2011) dargestellt werden, was gemäß des aufgezeigten Leitfadens nicht vorgesehen ist. Eine Begründung hierfür liefert der Zeitpunkt der Erstellung der operationellen Architektur, welche erst zu Beginn der Umsetzung eines Projekts gefordert wird. Eine Definition der Vision und der daran ausgerichteten Strategie werden auf einer anderen Ebene zu einem früheren Zeitpunkt ausgeführt (Rühle, 2014) und liegt damit zu Projektbeginn bereits vor. Die Erstellung des Glossars (NAV-02) und des „Big Picture“ (NOV-01, meist in Form eines Bildes) stellt ebenfalls keine modellierten Sichten dar, welche mit dem Sparx EA erstellt werden müssen. Die erste im Sparx EA zu erstellende Sicht ist der NCV-03, welcher gemäß Leitfaden (Bundesministerium der Verteidigung, 2018: Leitfaden Architekturmodellierung im CPM) eine Verbindung des Projekts mit bestehenden Fähigkeiten der Bundeswehr darstellt, welche aus einer vorliegende Liste bzw. einem Repository zur Verfügung gestellt werden. Im Anschluss an eine Einordnung in die Fähigkeitslage der Bundeswehr erfolgt die Modellierung der Informationsaustauschbeziehungen (NOV-2) und der Prozessabläufe und -beteiligungen (NOV-5). Diese Vorgehensweise, die Modellierung eines Prozesses ohne Betrachtung der technischen Umsetzung, kann als synchron zum Vorgehen der ADM des TOGAF angesehen werden, da dies einen Geschäftsprozess darstellt, welcher analog zur Business Architecture zu betrachten ist (Funtò, 2016).

Die Auswertung der geltenden Vorschriften und Leitfäden zeigt, dass die empfohlene Vorgehensweise sich an der bereits aufgezeigten gängigen Praxis orientiert (Quartel *et al.*, 2009). Da sowohl Vorschriften als auch der Leitfaden explizit eine Erstellung der EA oder Teile der EA durch externe Auftragnehmer erlauben und die dort aufgezeigte Vorgehensweise bei der Erstellung lediglich als Anhalt dient, können sich einzelne Arbeitsabläufe in der täglichen Arbeit unterscheiden (La Rosa *et al.*, 2018). Zur Festigung der bisherigen Ergebnisse waren somit empirische Studien notwendig.

Den Rahmen für die ersten durchgeführten empirischen Studien bildeten zwei bestehende Projekte. In beiden Projekten befasste man sich zum Zeitpunkt der Beobachtung mit der Erstellung von operationellen Architekturen.

Die zu dieser Erstellung notwendige Informationsgewinnung hinsichtlich des zu erstellenden Modells (Abläufe und Prozessbeteiligungen; NOV-2 und NOV-5) wurde in Form von moderierten Workshops durchgeführt.

Als Mitarbeiter der Behörde wurde mir die Teilnahme an den Workshops dieser Projekte gestattet. Ich übernahm die Rolle der Moderationsunterstützung und konnte somit auch aktiv in den Workshops mitarbeiten, weshalb als Methodik zur Datenerhebung bezüglich der initialen Problemformulierung die teilnehmende Beobachtung angewandt wurde (Bachmann, 2009). Beide Projekte wurden in Projektteams von acht bis zehn Personen organisiert, die sich aus Experten aus dem zu betrachtenden Bereich (SME) und Experten aus dem Bereich der Projektarbeit zusammensetzten. Im Teilnehmerkreis der Workshops befanden sich keine Experten bezüglich der Erstellung einer EA. Zur Informationsgewinnung als Beitrag zur Erstellung einer operationellen Architektur wurde die sogenannte Bildkartenmethode (BKM)<sup>6</sup> genutzt (Gappmaier & Gappmaier, 2010). In 2021 erfolgte eine Überarbeitung der Methode, einhergehend mit einer Namensänderung zu Beste-Kenntnis-Methode. Die Überarbeitung der Methode beinhaltet auch die virtuelle Nutzung dieser, auf digitalen Whiteboards, was die Aktualität der BKM unterstreicht. Die BKM ist eine Methode zum Sammeln von Informationen und deren Sicherung in Form eines Prozesses. Ziel der BKM ist es, in einer Gruppenarbeit, basierend auf einem Rahmenszenario, Abläufe und Prozesse mithilfe von verschiedenen Karten darzustellen und zu dokumentieren. Die Untersuchung dieser Methode wird in 2.1.1 gezeigt. Es zeigte sich, dass die Modelle der BKM nicht dem NAF-Standard und den Leitlinien der Organisation entsprachen, was eine Transformation dieser Modelle notwendig machte. Diese Transformation wurde manuell durch externe Experten durchgeführt, die nicht Teil des Projektteams waren.

Bezogen auf den Prozess zur Erstellung dieser Architekturen zeigte sich, dass eine Unterstützung von Experten im Bereich EA für die Transformation der mit der Methode erstellten Modelle notwendig zu sein scheint. Dies lässt sich daraus schlussfolgern, dass die Daten durch das Projektteam nicht in einer NAF-konformen Form gesichert werden konnten. Auch die Transformation der erhobenen Daten musste durch externe Experten durchgeführt werden.

Zur weiteren Erhebung von Daten zur Identifizierung verwendeter Methoden und Verfahrensabläufe bei der Erstellung von operationellen Architekturen wurden Interviews durchgeführt. Gestützt wurde sich hierbei auf das Experteninterview (Meuser & Nagel, 1991). Der Kreis der interviewten Experten bestand aus Experten des Bereichs der Projektarbeit in

---

<sup>6</sup> Zum Beginn der durchgeführten Forschung wurde der Namen Bildkartenmethode verwendet. Dieser wird stringent in der Arbeit genutzt.

Projekten zur Schließung identifizierter Fähigkeitslücken (Subject Matter Expert; SME). Da diese SME ebenfalls Mitarbeiter der Behörde und zu diesem Zeitpunkt mit mir in derselben Abteilung arbeiteten, bestand ein Vertrauensverhältnis zu mir als Interviewpartner. Dies war begründet durch das kollegiale Verhältnis und den offenen Umgang mit der Intention meiner Arbeit. Von dem Ergebnis meiner Arbeit versprachen sich die Mitglieder auch eine Unterstützung in ihrer Projektstätigkeit.

Um eine Vergleichbarkeit zwischen angewandeter Praxis aus Sicht des SME und der Leitlinien der Organisation herstellen zu können, fanden die Spezifikationen des leitfadengestützten Interviews Anwendung (Nohl, 2013).

Für die Entwicklung dieses zugrundeliegenden Leitfadens wurde sich anhand des Kontextes der Organisation an den Bereich der Erstellung der operationellen Architekturen orientiert (Franz & Kopp, 2004). Zusätzlich beeinflussten Arbeiten, die sich mit der Prozessmodellierung von Geschäftsprozessen, insbesondere mit der Datenerhebung befassten (van Dongen *et al.*, 2005; Gonçalves, João Carlos de A.R. *et al.*, 2009; Simões *et al.*, 2016), die Erstellung des Leitfadens des Interviews, da der Hauptgegenstand der operationellen Architektur durch einen Prozess (NOV-5) und den daraus resultierenden Informationsaustauschbeziehungen (NOV-2) gegeben wird.

Der Aufbau des Interviewleitfadens folgte dem Schema des Einstiegsimpulses, gefolgt von einer vertiefenden und einer validierenden Intervention, an deren Abschluss eine Schluss-Intervention stand (Niebert & Gropengießer, 2014). Daraus folgend wurde als Einstiegsimpuls in das Interview der SME aufgefordert, das ihm bekannte Vorgehen zu skizzieren bzw. die verschiedenen Vorgehensweisen, falls mehrere bekannt sein sollten. Zur Vertiefung des Vorgehens sollte aufgezeigt werden, welche Methoden (hierunter wurden auch die verwendeten Frameworks, Tools und Werkzeuge gezählt) dem SME bekannt sind. Hieraus sollten Informationen bezüglich verwendeter Methoden gewonnen werden und ob sich die Verfahren unterscheiden oder lediglich ein Unterschied in der Ausgestaltung der Verfahrensweise besteht. Weiterhin sollten die befragten SME Probleme aufzeigen, welche sich bei der ihnen bekannten Vorgehensweise oder -weisen ergeben haben. Da aus den bisher betrachteten Projekten mittels teilnehmender Beobachtung keine Informationen bezüglich der Kontrolle transformierter Modelle erhoben werden konnten, enthält der Leitfaden eine Frage zur Kontrolle der Ergebnisse (van der Aalst *et al.*, 2016). Die Schluss-Intervention wurde dafür genutzt, Anforderungen bezüglich Vorgehen und möglicher Toolunterstützung (es wurde explizit auf IT-Tools verwiesen) aus Sicht des SME zu erfassen, um so durch einen Stimuli wichtige Bereiche hervorzuheben (Helfferich, 2022). Tabelle 2 zeigt den entwickelten Leitfaden für die Experteninterviews.

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

	<b>Leitfrage (Erzählaufforderung)</b>	<b>Checkliste (Wurde dies erwähnt?)</b>	<b>Fragenkatalog (Stimuli)</b>
1	Skizzieren Sie kurz den Ihnen bekannten Ablauf einer Modellierung.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stakeholder</li> <li>- Einbindung SME</li> <li>- Einzelne Phasen</li> </ul>	Können Sie Ihre Rolle bei der Modellierung beschreiben? Womit wurde begonnen und was war der abschließende Schritt?
2	Nennen Sie bitte die Ihnen bekannten verwendeten Methoden / Tools / Frameworks	<ul style="list-style-type: none"> <li>- BKM</li> <li>- NAF</li> <li>- Sparx EA</li> </ul>	Welche Methode / Tools / Frameworks wurden am häufigsten eingesetzt?
3	Welche Probleme sind Ihnen während des Prozesses aufgefallen?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Methode</li> <li>- Syntax</li> <li>- Modell in Sparx EA</li> </ul>	Konnten Sie Ihren Input im Modell wiederfinden?
4	Wie wurden die Ergebnisse kontrolliert und weiterverwendet?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nutzung Modell</li> </ul>	Wie hat Ihnen das Modell in der weiteren Projektarbeit genutzt?
5	Welche Anforderungen stellen Sie an eine Methodik zur Modellierung?		Erfüllen die Ihnen bekannten und genutzten Methoden all Ihre Anforderungen?
6	Welche Anforderungen stellen Sie an ein Tool zur Modellierung?		Wünschen Sie sich eine Unterstützung durch ein Tool?

**Tabelle 2: Leitfaden für Experteninterview**

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Mit diesem entwickelten Leitfaden wurden sechs unterschiedliche Personen befragt, die gemeinsam in über 20 Projekten als SME beteiligt waren. Aus den in Tabelle 2 aufgeführten Leitfragen wurden deduktiv Kategorien gebildet (Mayring & Fenzl, 2022). Dabei bilden die Fragen 1, 5 und 6 jeweils eine Oberkategorie. Die Fragen 2, 3 und 4 stellen eine Unterkategorie der Frage 1 dar.

- Oberkategorie 1      bisheriges Vorgehen
  - Unterkategorie 1      genutzte Methoden
  - Unterkategorie 2      Probleme beim bisherigen Vorgehen
  - Unterkategorie 3      Kontrolle und weitere Nutzung der Modelle
- Oberkategorie 2      Anforderungen an eine Methode
- Oberkategorie 3      Anforderung an ein Tool

Die konsolidierten Ergebnisse mit dem erstellten Leitfaden (siehe Anlage 1) wurden den erstellten Kategorien zugeordnet, was Tabelle 3 zeigt.

Leitfrage	Konsolidierte Aussage	Einordnung
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Einweisung in das Projekt; Zweck &amp; Ziel</li> <li>• Erstellung des Prozesses               <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Einzelne Gruppenarbeit</li> <li>○ Arbeit in einer großen Gruppe</li> <li>○ Persönliche Ausarbeitung</li> </ul> </li> <li>• Kontrolle der Ergebnisse / Wrap-Up</li> </ul>	OK 1  OK 1 UK 1 UK 1 UK 1 OK 1
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Szenario / Vignette</li> <li>• Brainstorming</li> <li>• Bildkartenmethode (BKM), häufigste Nennung (6x)</li> <li>• Customer Journey Mapping (CJM)</li> <li>• Modellierung mit Softwareunterstützung (Sparx EA)</li> </ul>	UK 1 UK 1 UK 1 UK 1 UK 1
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klassische Probleme der Gruppenarbeit</li> <li>• Verständnisprobleme bei der Modellierung mit Softwareunterstützung</li> <li>• Unterschiedliche Darstellungsmethoden in den Projekten</li> </ul>	UK 2 UK 1 & OK 3  UK 1 & OK 2 & UK 3  UK 1 & OK2 & UK 3

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnisse der Workshops unterscheiden sich vom Endergebnis (Darstellung)</li> </ul>	
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ergebnisse wurden im Anschluss an Workshop besprochen</li> <li>• Versendung Ergebnissicherung mit Protokoll und Foto</li> <li>• Modell aus Sparx EA wurde versendet oder bereitgestellt</li> <li>• Besprechung und gleichzeitige Überführung (Sparx EA) der Ergebnisse</li> <li>• Keine Kontrolle</li> <li>• Weitergabe der Ergebnisse an externe Firma (Studiennehmer)</li> <li>• Weitergabe der Ergebnisse an zuständige Stelle in der Bundeswehr</li> </ul>	<p>UK 3</p>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leicht verständlich</li> <li>• Möglichkeit zur Kontrolle</li> <li>• Möglichkeit zur Weitergabe</li> <li>• Analoges Arbeiten, speziell in Gruppen</li> </ul>	<p>OK 2 &amp; UK 2</p> <p>OK 2 &amp; UK 3</p> <p>OK 2</p> <p>OK 2</p>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Leicht verständlich und bedienbar</li> <li>• Darstellung gleich / ähnlich mit analogen Methoden</li> <li>• Ergebnisse müssen der geforderten Form entsprechen</li> </ul>	<p>OK 3 &amp; UK 2</p> <p>OK 3 &amp; UK 3</p> <p>OK 3</p>

**Tabelle 3: Einordnung der Aussagen in Kategorien**

Die Auswertung der Interviews zeigte, dass sich ein etablierter Ansatz beobachten lässt, der wiederum drei Phasen umfasst:

- Phase 1 – Informationsgewinnung und Datenerhebung
- Phase 2 – Manuelle Überführung der Daten in ein NAF-konformes Modell
- Phase 3 – Inhaltliche Qualitätssicherung und weitere Nutzung der Modelle

Die erste Phase dient dabei dem Ziel der Informationsgewinnung und Datenerhebung. Kennzeichnend ist bei dieser Phase der annähernd gleiche Einstieg, da alle Beteiligten in Zweck und Ziel des Projekts eingewiesen werden. Die Vorgehensweise hierbei unterscheidet jedoch zwischen Einweisungsvorträgen (vorab versendetes Informationsmaterial) und Einweisungszwecke in einzelnen Fällen (vorab durchgeführte Schulungen). Die benötigte Generierung von Daten zur Gestaltung und Modellierung eines Prozesses bedient sich dabei verschiedener Methoden, welche sich jedoch häufig an einem gegebenen Szenario orientieren (Herzhoff, 2010). Dieses sogenannten Rahmenszenario ist nach dem Ziel und Zweck des Projekts ausgerichtet ist. Bei Fragen nach den genutzten Methoden wurden einige Methoden genannt, wie zum Beispiel Brainstorming (Diehl & Stroebe, 1987) oder Gruppendiskussionen (Loos & Schäffer, 2001).

Diese Methoden widmen sich ausschließlich der Beantwortung der Frage, wie der durch das Szenario gegebene Zweck bzw. das Ziel erreicht werden kann. Die so erhobenen Daten werden in einem späteren Schritt, der zweiten Phase, in ein Modell überführt bzw. dienen als Grundlage für die Erstellung eines Modells. Eine Kombination aus Datenerhebung und Modellierung (Verknüpfung der Phasen eins und zwei) wird abhängig von der Wahl der Methode durchgeführt. So werden zum Beispiel die Bildkartenmethode (BKM) (Gappmaier & Gappmaier, 2010) oder das Customer Journey Mapping (CJM) (Richardson, 2010) dafür genutzt Informationen zu sammeln und Daten zu erheben, deren Sicherung in Form eines Prozessmodells durchgeführt wurde.

Bei dem ebenfalls genannten Customer Journey (CJM), welches zum Sammeln von Informationen bezüglich eines Prozesses genutzt wurde, war die BKM häufig die zur Sicherung der Daten eingesetzte Methode. Auch wurden teilweise die erhobenen Daten und Beiträge der SME während der Datenerhebung durch einen Modellierer mit dem Sparx EA als Prozess (NOV-5) gesichert.

Ziel der zweiten Phase ist das Überführen der gesammelten Daten in ein NAF-konformes Modell, was durch die zuletzt aufgeführten Methoden teilweise bereits erreicht wird. Die erhobenen Daten werden in dieser Phase in die seitens Vorschrift und Leitfaden geforderte Form überführt, da nahezu alle vorliegenden Daten oder Modelle diese nicht aufweisen (Ausnahme; direkte Modellierung mit Sparx EA). Die Überführung wird ohne die Beteiligung der SME, welche die Daten für das Modell geliefert haben, durchgeführt.

Die letzte Phase der drei Phasen befasst sich mit der inhaltlichen Qualitätssicherung der erstellten Modelle und deren weiterer Nutzung. Eine Vorgabe oder Regel bezüglich des Zeitpunktes und Rahmens der inhaltlichen Qualitätssicherung konnte nicht ermittelt werden.

Abhängig vom Projekt wurde dies im Anschluss an den Workshop, in einem weiteren Workshop oder aber im Einzelnen nach Verteilung der Ergebnisse in Form einer Mitprüfung<sup>7</sup> durchgeführt. Hier zeigte sich bereits, dass auf Seiten der SME, bedingt durch fehlende Kenntnisse aus dem Bereich Modellierung und EA, eine Kontrolle der überführten Daten kaum oder gar nicht möglich ist.

Um die bisher gewonnenen Erkenntnisse zur Vorgehensweise bei der Erstellung von operationellen Architekturen in der Organisation festigen zu können, wurde eine weitere empirische Studie durchgeführt. Hierbei wurde ein Fragebogen gemäß ausgewählter Literatur erstellt (Mummendey & Grau, 2014; Klöckner & Friedrichs, 2022), welcher einer Gruppe von Experten übersandt wurde. Die befragte Gruppe setzte sich aus Modellierern zusammen.

Hierfür wurden drei verschiedene Institutionen der Organisation angeschrieben, die sich mit der Erstellung von EA befassen. In allen drei Stellen werden Mitarbeiter mit Studium eingesetzt, vorrangig mit einem Studium der Wirtschaftsinformatik. Somit bestand zwischen den dort eingesetzten Experten und mir bereits ein Vertrauensverhältnis durch die Studienzeit. Dieses Vertrauensverhältnis ermöglichte es, ehrliche Antworten auf die im Fragebogen formulierten Fragen zu erhalten. Jede der drei Institutionen lieferte jeweils ein gemeinsam beantwortetes Exemplar ab. Somit konnte die genaue Anzahl der Teilnehmer nicht anhand der einzelnen Fragebögen, sondern nur auf Rückfragen ermittelt werden. Die Zusammenfassung der konsolidierten Ergebnisse findet sich in Anlage 2.

Ziel der Befragung war die Überprüfung der bisher ermittelten Vorgehensweise sowie ein Aufzeigen von bekannten Stärken und Schwächen dieser Ansätze. Der Fragebogen wurde dabei bereits in die drei identifizierten Phasen unterteilt, enthält jedoch hauptsächlich offene Fragen, um so genügend Rückschlüsse bezüglich der Richtigkeit der ermittelten Struktur identifizieren zu können (Porst, 2009). Jeder Teil des Fragebogens, der sich mit einer der identifizierten Phasen befasst, beinhaltet eine Frage zur Beschreibung und Ausgestaltung der jeweiligen Phase. Diese Frage sollte die Informationen zur Validierung des bisher skizzierten Vorgehens liefern.

Die Auswertung der Fragen zeigte eine Übereinstimmung mit den durch die Leitfadenterviews gewonnenen Informationen. Weiterhin wurde im Fragebogen nach Problemen und Anforderungen zur Verbesserung bezüglich der einzelnen Phasen gefragt. Die Zusammenfassung der Auswertung der Fragebögen findet sich in Tabelle 4.

---

<sup>7</sup> Mitprüfung im Sinne einer Prüfung der Ergebnisse bis zu einem bestimmten Zeitpunkt, jedoch immer zeitlich versetzt zu einem Workshop o.Ä.

Vorgehen	Probleme	Anforderungen
<b>Informationsgewinnung &amp; Datenerhebung</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datenerhebung mit BKM</li> <li>- Datenerhebung mit Vignetten (Szenariomethode)</li> <li>- Datenerhebung im Dialog (Interview)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Prozessdenken nicht jedem SME geläufig</li> <li>- Dislozierung (Fehlen von SME, keine Möglichkeit der Nachfrage)</li> <li>- Mehrwert EA nicht erkennbar bei SME</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Einfache Methode, die durch SME angewendet werden kann (ohne Hilfe Modellierer)</li> </ul>
<b>Modellierung / Transformation</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Während Datenerhebung</li> <li>- Im Anschluss an Datenerhebung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Änderung der Vorgaben bei Kontrolle der Modelle</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Digitale Nutzung BKM</li> </ul>
<b>Inhaltliche Qualitätssicherung</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mitprüfung in einem Workshop</li> <li>- Versand der Modelle (verschiedene Exporte)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Schwierigkeiten bei Unterscheidung Syntax oder Element</li> <li>- Fehlendes Wissen UML bzw. EA</li> <li>- Dislozierung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mehr persönliche Workshops (keine Videokonferenzen)</li> </ul>

**Tabelle 4: Auswertung der Fragebögen**

Die Untersuchungen zur Skizzierung der Vorgehensweise bei der Erstellung von operationellen Architekturen beinhaltete auch die Erfassung und Sammlung von angewendeten Methoden. Die seitens des befragten Personenkreises genannten Methoden und Tools lassen sich dabei in zwei Kategorien unterteilen, wobei die Orientierung an dem zu Beginn der ersten Phase vorgestellten Rahmenszenario stets die Grundlage bildet. Die bereits genannten Methoden, wie beispielsweise Brainstorming, bilden hierbei die Kategorie der Datenerhebungsmethoden (Kromrey, 2002). Alle weiteren verwendeten Methoden und Tools lassen sich unter dem Begriff der Ergebnissicherung subsumieren. Die Vielfalt der Methoden und Tools zum Sichern der Ergebnisse erstreckt sich dabei vom einfachen Gedankenprotokoll über die teilnehmende Beobachtung (Lüders, 2000) bis hin zur Sicherung der Ergebnisse in Form von Prozessmodellen.

Die Sicherung der Ergebnisse in Form von Prozessmodellen verbindet hier die in der Vorgehensweise definierten Phasen eins und zwei. Die hierbei am häufigsten verwendete Methode ist die BKM.

Diese wird zur Datenerhebung und Sicherung eingesetzt (Credé, 2016) und die gesicherten Ergebnisse bilden die Grundlage für die Erstellung der operationellen Architekturen (Überführung der Daten, Phase zwei). Diese Überführung findet ohne Beisein der SME statt, unabhängig ob dies durch Institutionen der Organisation oder externe Firmen durchgeführt wird (Deutscher Auftragsdienst AG, 2017).

Auch hier wurde als Problem aufgezeigt, dass die SME Experten in dem zu betrachtenden oder modellierten Bereich sind und keine Experten im Bereich EA, was eine inhaltlichen Kontrolle und Qualitätssicherung nicht möglich erscheinen lässt. Weiterhin wurde angemerkt, dass auf Seiten der überprüfenden Institutionen der Organisation durch häufige „Regeländerungen“ die Abnahme der Modelle, welche aus der Überführung der Daten entstehen, erschwert wird. Dies kann auf die ständige personelle Fluktuation und wechselnden Zuständigkeiten zurückgeführt werden.

### **2.1.1 Genutzte Methoden und Tools**

Die häufige Nutzung der BKM, definiert diese als De-facto-Standard in der Modellierungsarbeit der Organisation, was durch den Umstand gestützt wird, dass die Nutzung der BKM Teil von Lehrgängen im Bereich der Architekturerstellung ist<sup>8</sup>.

Die BKM zeichnet sich, durch ihre einfache Anwendung und die für Gruppen optimierte Anwendung aus. Dabei wird die Methode nicht digital, sondern analog verwendet. Die Karten der BKM werden ausgedruckt den Teilnehmern zur Verfügung gestellt.

Die bei der Anwendung der BKM erhobenen Daten werden auf den Karten handschriftlich festgehalten. Die verschiedenen Karten, welche das Alphabet der Bildkartenmethode darstellen. Jede Bildkarte erfüllt eine eigene Funktion, was in Tabelle 5 skizziert wird.

---

<sup>8</sup> Aus Programm des Lehrgangs „Architekturerstellung nach NAF und TOGAF (ArchErst NAF TOGAF)“ am Bildungszentrum der Bundeswehr in Mannheim (BiZ)

## Design des Concept into Architecture (CiA)



Abbildung 11: Bildkarten der BKM aus Gappmaier und Gappmaier (Gappmaier & Gappmaier, 2010)

Bildkarte	Funktion
Coverkarte	Überbegriff des Prozesses
Start-/ Zielereignis	Beginn und Ende des Prozesses
Teilprozess	Teilprozess des zu modellierenden Prozesses
Aktivität	Einzelne Aktivität des Teilprozesses, entspricht granularer Darstellung des Teilprozesses
Mitarbeiter / Rolle	Beteiligte Person im Prozess
Ressource	Genutzte Ressource wie Computer o.Ä.
Dokument	Dokument wie E-Mail o.Ä.
Anderes	Zusätzliche Informationen

Tabelle 5: Funktionen der Bildkarten (Gappmaier & Gappmaier, 2010)

## Design des Concept into Architecture (CiA)

Die aufgezeigten Bildkarten werden genutzt, um zeitlich aufeinanderfolgende Aktivitäten mit einem definierten Start und einem definierten Ende darzustellen. Jeder Aktivität können dabei Rollen, Ressourcen und weitere Informationen zugeordnet werden. Abbildung 12 zeigt ein Beispiel der Nutzung der BKM aus einem Leitfaden zur Nutzung dieser Methode (Schönberger *et al.*, 2015).



Abbildung 12: Modellbeispiel der Bildkartenmethode aus Schönberger *et al.* (Schönberger *et al.*, 2015)

Die BKM findet Anwendung in der Informationsgewinnung und Datenerhebung, was die Erste der drei identifizierten Phasen darstellt. Die Beschreibung dieser Phase ist Gegenstand des folgenden Kapitels.

## 2.2 Informationsgewinnung und Datenerhebung

Die Einbindung von SME des jeweiligen, zu modellierenden Bereichs bildet die Grundlage bei der Datenerhebung und Informationsgewinnung (Pulkkinen & Hirvonen, 2005). Durch die Dislozierung der SME werden zur Datenerhebung häufig Workshops von einer Dauer bis zu drei Tagen durchgeführt.

Dabei zeigte sich, dass unabhängig der gewählten Methodik und Vorgehensweise oder Nutzung von Tools die klassischen negativen Effekte der Gruppenarbeit auftreten, was auf die Größe der Gruppe zurückzuführen ist, sollte eine bestimmte Anzahl an Teilnehmern überschritten werden (Hacker, 2016).

Ein Arbeiten mit kleineren Gruppen würde die Möglichkeiten zur Behebung dieses Problems bieten. Dabei könnten die SME an ihrem Standort verbleiben und die Modellierer würden die Datenerhebung vor Ort durchführen. Das grundsätzliche Problem hierbei ist nach wie vor der Mangel an Experten (Modellierern) in diesem Bereich<sup>9</sup>. Bedingt durch diesen Mangel an Fachkräften bestehen nur wenig Möglichkeiten zur internen Fort- und Weiterbildung im Bereich EA, Prozessmodellierung etc., weshalb sich Standards, welche in der Industrie zum Einsatz kommen, nicht etablieren konnten (Pawlowsky & Bäumer, 1996). Auf den Einsatz etablierter Standards, die sich im ADMBw wiederfinden, wie beispielsweise BPMN (White & Miers, 2008), EPK (Scheer, 2002) oder IDEF0 (Bravoco & Yadav, 1985), wird somit verzichtet – die Erfahrungen mit diesen Methoden im konkreten Kontext waren nicht positiv, die Notationen nicht bekannt und wurden von den Anwendern als zu komplex wahrgenommen. Hieraus ergibt sich auch die Problematik, welche auftritt, wenn die gesammelten Informationen umgehend als Teil einer Sicht des NAF im Sparx EA gesichert werden. Mangels Kenntnisse der Unified Modeling Language (UML) (Booch *et al.*, 2005), aus welcher die Notation im Sparx EA hervorgeht, fokussiert sich die Arbeit oftmals nicht auf den Inhalt oder die überführten Informationen, sondern auf die verwendete Notation. Dies führt dazu, dass die Ergebnissicherung oftmals in textueller Form (Stichpunkte, Workflow-Diagramme, Mindmaps etc.) durchgeführt wird. Daraus folgt, dass die Notation den SME unbekannt ist und somit eine „gefühlte Verkomplizierung“ [Perceived Over-Complication (Kurnia *et al.*, 2021)] hervorruft. Um die Lücke zwischen einer Darstellung als NAF Architektur Modell und der textuellen Ergebnissicherung zu schließen, wird die bereits genannte BKM verwendet. Diese liefert eine definierte Form der Ergebnissicherung, welche an eine Workflow-Modellierung angelehnt ist (Horkoff *et al.*, 2017).

---

<sup>9</sup> <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/51000-offene-Stellen-fuer-IT-Spezialisten.html>

Der Fluss von Informationen wird hier generisch genutzt, eine Information kann ein erstelltes Produkt, eine Nachricht etc. sein. Dies widerspricht nicht den Vorgaben des NAF und kann somit angewendet werden. Da die BKM jedoch keine Möglichkeit zur Darstellung von Nebenläufigkeiten bietet und bezüglich ihrer Syntax (hinsichtlich Bezeichnung der einzelnen Objekte) stark von den Vorgaben des NAF abweicht, ergibt sich hier, gerade im Hinblick auf eine Transformation, ein zu untersuchendes Problemfeld, was den Gegenstand des folgenden Kapitels darstellt.

### 2.3 Überführung der Daten

Ergebnisse der Informationsgewinnung und Datenerhebung müssen gemäß der Leitlinien der Organisation als operationelle Architektur vorliegen. Die Vorgaben bezüglich der Syntax der operationellen Architekturen sind durch das NAF, das ADMBw und die aufgezeigten Vorschriften gegeben. Da als Modellierungssoftware Sparx EA durch die Leitlinien der Organisation verpflichtend festgelegt wurde, ist das Ziel einer Modellierung ein NAF-konformes Modell, modelliert im Sparx EA. Wie in den vorhergehenden Abschnitten bereits genannt, liegen die Ergebnisse der Informationsgewinnung und Datenerhebung größtenteils nicht in der geforderten Form des NAF vor.

Die Problematik der direkten Sicherung der Ergebnisse und die damit verbundene Modellierung im Sparx EA wurden im vorhergehenden Abschnitt bereits aufgezeigt. Die Nutzung jeder weiteren skizzierten Methode hat eine notwendige Überführung der Daten zur Folge. Diese Überführung der Daten und somit die Transformation der Ergebnisse in eine NAF-konforme Form werden durch Experten im Bereich EA oder Modellierung durchgeführt. Die grundsätzlich gewollte Fachfremde des Modellierers (Yu *et al.*, 2006) fördert seitens des Modellierers den Fokus auf die Gestaltung des Modells, birgt jedoch die Gefahr von Missinterpretationen vorliegender Informationen (Schierl, 2017). Hieraus lässt sich die Notwendigkeit der Kontrolle der in ein Modell überführten Daten (inhaltliche Qualitätssicherung) ableiten (vander Aalst *et al.*, 2016), was im nachfolgenden Kapitel beschrieben wird.

## 2.4 Inhaltliche Qualitätssicherung

Eine automatisierte Überführung der durch die genutzten Methoden und Tools (siehe 2.1.1) gesammelten Daten ist nicht möglich. Um dennoch die vorgegebene Form zu erreichen, in der ebenfalls vorgegebenen Modellierungssoftware, bedarf es einer manuellen Überführung durch Modellierer. Als Input dienen hier das bereits genannte Ergebnis der BKM und andere Ergebnisse der Informationssammlung und Datenerhebung, die oftmals in textueller Form vorliegen. Der Output der Überführung, ein NAF-konformes Modell, bestehend aus einzelnen Sichten des NAF, wie dem NOV-2 und dem NOV-5, unterscheiden sich erheblich von ihrem Ausgangsmaterial. Die Form der Inputs erstreckt sich dabei von textuellen Beschreibungen, wie Protokollen oder Notizen, über Ablaufdiagramme bis hin zu der häufigsten verwendeten Form, dem BKM-Modell. Nach der Transformation finden sich die gelieferten Inputs in einer operationellen Architektur gemäß den Leitlinien der Organisation wieder. Hier werden diese in einem Informationsaustauschdiagramm (NOV-2) und einem Prozessmodell (NOV-5) dargestellt.

Diese unterschiedlichen Sichten beinhalten mehrere Diagramme als Ergebnis der Überführung und unterscheiden sich so von jeder Darstellung des Ausgangsmaterials. Um eine Qualitätssicherung durchführen zu können, müssten die SME Wissen bezüglich EA generell und speziell des NAF besitzen. Zusätzliche Fehlerquellen bietet der Interpretationsspielraum, der bei der Überführung in ein NAF-konformes Modell vorliegt (Gomolka, 2011). Als Folge dieses Interpretationsspielraums ist die Reproduzierbarkeit der überführten Ergebnisse kaum noch gegeben, da diese vom Modellierer, welcher die Transformation durchführt, abhängig ist.

## 2.5 Erstellung der Arbeitshypothese

Die Betrachtung der einzelnen Phasen des bisherigen Vorgehensmodells der Organisation zeigt in jeder Phase unterschiedliche Probleme auf. Im Bereich Informationsgewinnung und Datenerhebung hat sich die BKM als Methodik etabliert. Die BKM basiert auf keinem gängigen Standard und ihr liegt keine mathematische Vorschrift zugrunde (beispielsweise ein Aufbau basierend auf einem Graphen). Daraus folgt, dass die vorliegende Form nicht maschinell lesbar und dadurch ausführbar ist (Alotaibi, 2016), was eine automatisierte Überführung der Ergebnisse ausschließt. Somit lassen sich die Ergebnisse dieser Methodik nicht automatisiert in die gemäß Vorschrift geforderte Form überführen.

Ein im Anschluss durch Modellierer erstelltes Modell kann durch die Experten des modellierten Bereichs (SME) keiner inhaltlichen Qualitätssicherung unterzogen werden. Die Erstellung eines Modells durch Modellierer während der Phase der Informationsgewinnung und Datenerhebung weist bezüglich der inhaltlichen Qualitätssicherung dieselbe Problematik auf. Zur Verifizierung der aufgezeigten Problematik wurde innerhalb der Behörde eine Studie durchgeführt (Heiland, 2018). Hierbei wurde einem Experten im Bereich Modellierung und EA ein mit der BKM erstelltes Modell vorgelegt.

Das vorliegende Modell wurde durch den Experten händisch in eine EPK und in ein TOGAF-Modell transformiert. Ziel dieser Studie war die Gewinnung weiterer Erkenntnisse bezüglich der BKM, welche als De-facto-Standard zur Datengewinnung und Informationserhebung genutzt wird. Hierbei lag der Fokus auf der Betrachtung, ob sich die BKM generell in einen gängigen Standard überführen lässt.

Das genutzte BKM-Modell, welches durch den Modellierer transformiert werden sollte, stellt den gewünschten Ablauf eines Projekts dar, wobei der Fokus die Einreichung einer Idee bis hin zum Projektstart (Realisierung) umfasst. Dies sind vier Kernprozesse:

1. Ideenentwicklung
2. Beteiligungsverfahren
3. Konzeptentwicklung
4. Realisierung (Produkterstellung)

Die durch die Transformation der Modelle gewonnenen Erkenntnisse dienen der Untersuchung der BKM, hinsichtlich ihrer Eignung als Methode zur Erstellung einer EA, insbesondere deren Nutzung hinsichtlich der Verwendung im Kontext von operationellen Architekturen, gemäß den Leitlinien der Organisation.

Einen Auszug des verwendeten BKM-Modells, welches durch den Experten transformiert wurde, zeigt Abbildung 13.



Abbildung 13: Auszug des BKM-Modells (Kernprozess Ideenentwicklung)

Die durch den Experten transformierten Modelle, basierend auf der Überführung des BKM-Modells in die verwendeten Standards, werden in Abbildung 14 (EPK) und Abbildung 15 (TOGAF) gezeigt.

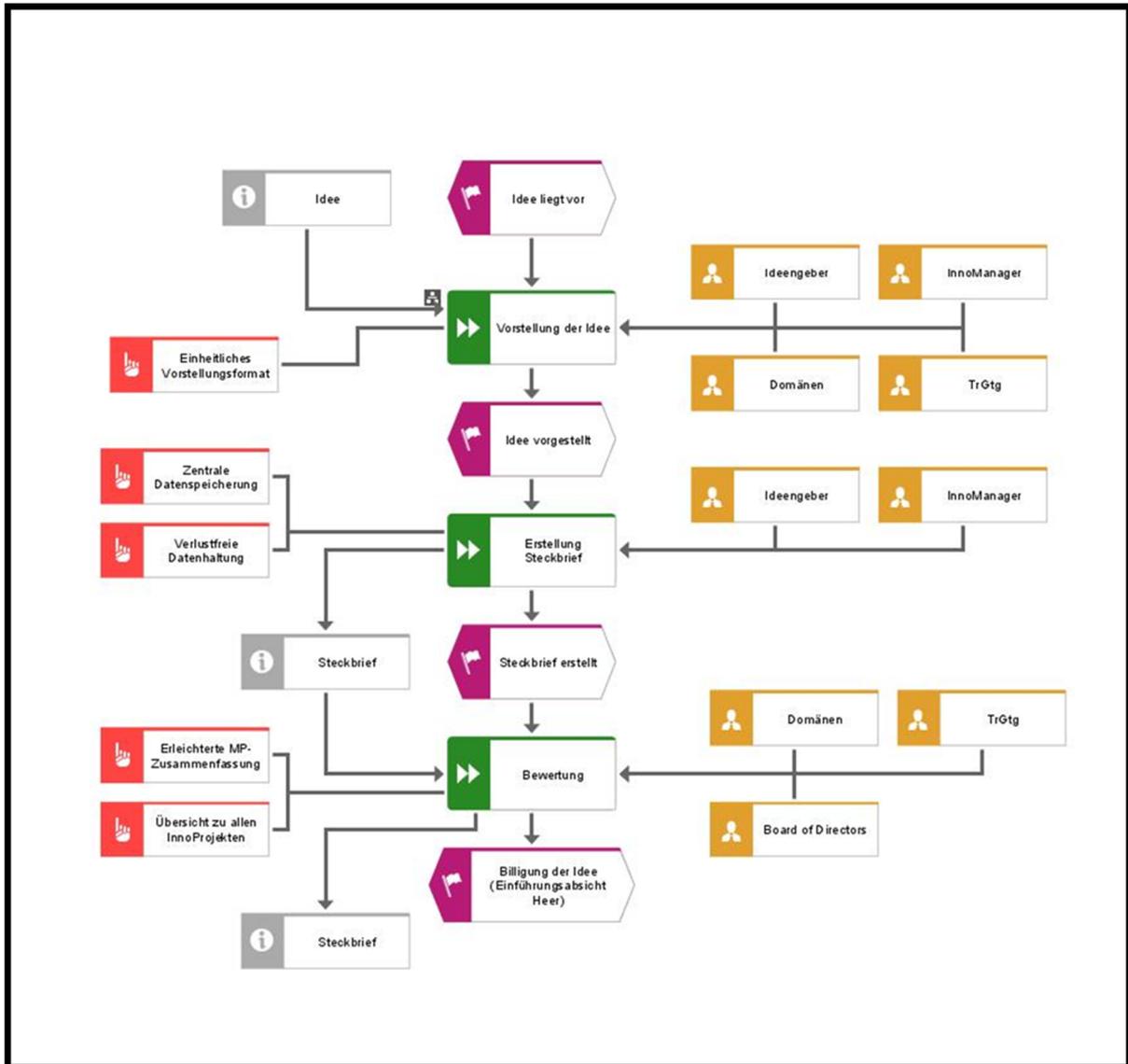


Abbildung 14: Auszug EPK-Modell (Kernprozess Ideenentwicklung)

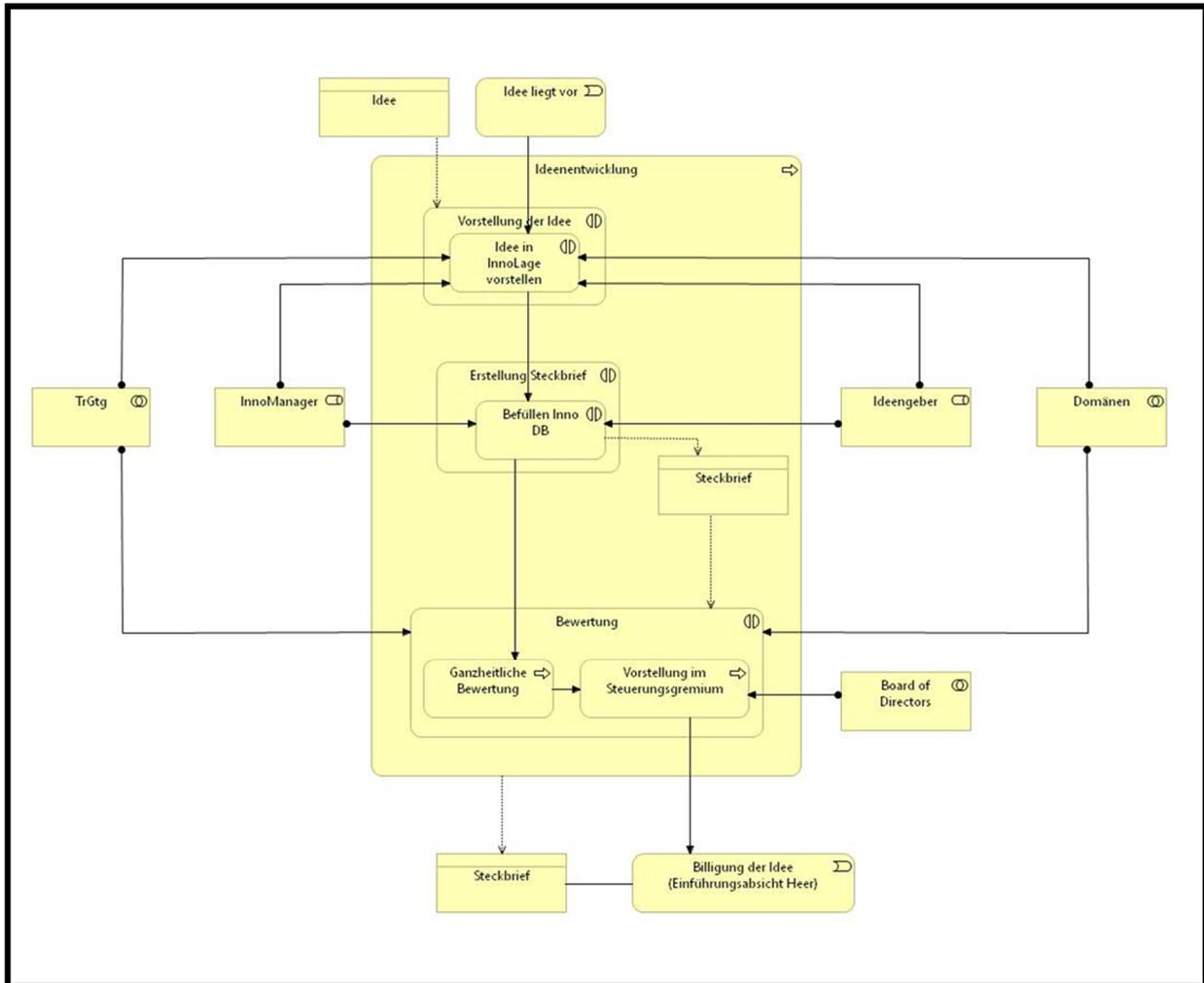


Abbildung 15: Auszug TOGAF-Modell (Kernprozess Ideenentwicklung)

Die in Abbildung 14 und Abbildung 15 gezeigten Modelle beinhalten den Inhalt des BKM-Modells, unterscheiden sich jedoch essenziell von der Ursprungsform. Dies folgt aus dem Fehlen von Rollen, Ressourcen, Inputs und Outputs für einzelne Aktivitäten innerhalb des BKM-Modells. Diese Zuordnung kann gemäß der Syntax der BKM nur in höheren Abstraktionsebenen (Aktivität) erfolgen.

Der in Abbildung 13 gezeigte Ausschnitt eines BKM-Modells zeigt diese Problematik. Eine Zuweisung von Rollen (grüne Karten, oben) gilt für den gesamten Teilprozess (orangene Karte). Die jeweiligen Teilprozesse untergliedern sich in einzelne Aktivitäten, die jedoch durch die verwendete Form der BKM (untereinander gelegte Karten) keine explizite Zuweisung von Rollen erlauben.

Eine genauere Definition einer Aktivität durch untergeordnete Aktivitäten ist durch die verwendete Form der BKM nicht vorgesehen und erlaubt deshalb keine Zuordnung der aufgezeigten Informationen.

Es existieren bei der Nutzung der BKM verschiedene Anwendungs- bzw. Darstellungsformen. Eine dieser Formen erlaubt das Anordnen der einzelnen Aktivitäten eines Teilprozesses nebeneinander. Hierdurch können explizit Rollen, Ressourcen etc. einer einzelnen Aktivität zugeordnet werden.

Abbildung 16 zeigt diese Form der Anwendung, welche das in der Studie aufgezeigte Problem hinsichtlich der Zuordnung von Ressourcen etc. behebt.



**Abbildung 16: Anwendungsform der BKM aus Gappmaier und Gappmaier (Gappmaier & Gappmaier, 2010)**

Dennoch fehlen bei der in Abbildung 16 gezeigten Anwendungs- oder Darstellungsform der BKM Entscheidungspunkte, Abbruchkriterien, Rückschritte für einen Prozess oder parallele Abläufe. Auch der Zusammenhang von Akteuren (Rollenkonzept) kann durch die BKM ebenfalls nicht dargestellt werden.

Diese fehlenden Informationen sind jedoch ein wichtiger Bestandteil einer operationellen Architektur gemäß NAF (NATO, 2010: NATO Architecture Framework Version 3.1). Weiterhin werden diese auch für die in der Studie verwendeten Standards, in welche das BKM-Modell überführt werden soll, benötigt. Für die Überführung des BKM-Modells wurden diese Informationen in der Studie vom Experten durch Interpretation hergeleitet, was die Gefahr der Missinterpretation (Vgl. 1.2 und 2.3) birgt.

Die durchgeführte Studie zeigt, dass bei einer Transformation eines BKM-Modells in einen Standard viel Interpretationsspielraum vorliegt und durch die fehlenden Informationen und unzureichenden Spezifikationen die BKM nicht in einen gängigen Standard und insbesondere in eine EA überführbar ist.

Die Notwendigkeit von EA ist unumstritten (Bernaert *et al.*, 2014) und wurde auch seitens der Organisation erkannt [Management Commitment vgl. (Lucke & Lechner, 2011)], da die Erstellung der EA bzw. einzelner Sichten durch Vorschriften und Leitfäden (Leitlinien der Organisation) gefordert ist. Vielmehr lassen sich Probleme in die Kategorien *Stakeholder Commitment* und *Stakeholder Communication* finden [vgl. (Lucke *et al.*, 2012)].

Die SME können keinen Nutzen aus der Erstellung von Sichten einer EA haben, da die erstellten Sichten im NAF sich erheblich vom Ausgangsmaterial unterscheiden (vgl. 2.4). Somit wird die Arbeit zur Erstellung von Sichten einer EA als zusätzliche Arbeit angesehen, was dazu führt, dass aus Sicht der SME eine EA keinen Mehrwert generiert (Kurnia *et al.*, 2021). Der nicht-attestierter Mehrwert führt dazu, dass die erstellten Modelle für weitere Arbeiten nicht genutzt werden, was dadurch zu einer geringen externen Qualität führt. Diese wird nach Biemanns *et al.* (Biemans *et al.*, 2001) an der weiteren Verwendung von Modellen gemessen. Ergänzend kann hier die Kategorie der „Stakeholder Communication“ aufgeführt werden, welche sich durch das Fehlen einer gemeinsamen „Grundsprache“ kennzeichnet und in zwei Ausprägungen auftritt. Zum einen zeigt sich dies durch den Lack of Communication zwischen SME und Experte (Architekt, siehe Phase Modellierung) (Kaisler *et al.*, 2005), zum anderen durch die Nutzung unterschiedlicher Tools und Vorgehensweisen und den damit verbundenen mangelhaften Austausch der SME untereinander (Lucke & Lechner, 2011).

Die Betrachtung des etablierten Ansatzes, bestehend aus den drei Phasen (vgl. 2.1), zeigt, dass es mehrere Probleme gibt, welche sich nicht in einer einzelnen Klasse von Problemen aggregieren lassen. Die einzelnen Problemklassen erstrecken sich von der Informationsgewinnung und Datenerhebung über die Sicherung der Ergebnisse dieser Arbeiten bis hin zur Überführung der Daten in die geforderten Sichten und zur inhaltlichen Qualitätssicherung der Endergebnisse und der hierzu benötigten Vorgaben. Jede dieser Problemklassen steht in Abhängigkeit zu den anderen Problemklassen. So führt eine Änderung im Bereich der Informationsgewinnung und Datenerhebung, beispielsweise die Nutzung von unterschiedlichen Methoden (Mindmapping vs. BKM), zwangsläufig zu einer Änderung der Ergebnissicherung<sup>10</sup>.

Die gewonnenen Ergebnisse und deren Form der Sicherung nehmen direkten Einfluss auf die Überführung der Daten, da sie als Ausgangsmaterial dienen. Eine Kontrolle der Endergebnisse wird ebenfalls hiervon beeinflusst, da sich die aus den überführten Daten entstandenen Modelle erheblich von der Darstellungsform der zur Informationsgewinnung und Datenerhebung genutzten Methode unterscheiden. Daraus lässt sich ableiten, dass eine Lösung eines einzelnen Problems oder einer dieser Problemklassen keinen Mehrwert für das

---

<sup>10</sup> Die Betrachtung liegt hier auf der Methodik; eine Bewertung des Inhalts wird nicht vorgenommen.

Gesamtergebnis erzielt, da durch den Zusammenhang der Problemklassen das gesamte Verfahren und die daran beteiligten Personen und Stellen betroffen sind (Rittel & Webber, 1974). Dass die Lösung eines einzelnen Problems keinen Mehrwert bietet, zeigt die Studie zur Entwicklung eines computergestützten Modellierungstools, welche ohne Ergebnis blieb. Ziel dieser Studie war die Entwicklung eines Tools, welches die Modellierung gemäß den Leitlinien der Organisation hinsichtlich operationeller Architekturen erleichtert. Das Tool vereinfachte die Erstellung von operationellen Architekturen, setzte jedoch Fertigkeiten und Kenntnisse im Bereich der Modellierung voraus. Da sich das Tool im Vergleich zu etablierten Methoden im Bereich der Informationsgewinnung und Datenerhebung weniger eignete, wie beispielsweise die BKM, fand es keine Anwendung in der Projektarbeit. Die Entwicklung des Prototyps wurde daher nicht weiterverfolgt<sup>11</sup>. Dies wiederum stützt den Ansatz einer Adressierung aller Problemklassen (Pries-Heje & Baskerville, 2008). Eine Betrachtung dieser Erkenntnisse zeigt die Problemzentrierung, die den Fokus für weitere Schritte bildet (Peppers *et al.*, 2007).

Der Fokus der Arbeit muss auf der Untersuchung von Methoden liegen, welche sich zur Informationsgewinnung und Datenerhebung eignen und deren Ergebnisse sich in ein NAF-konformes Model überführen lassen.

Zur Optimierung des etablierten Ansatzes müssen die Ergebnisse der verwendeten Methodik interpretationsfrei überführt werden können. Interpretationsfrei bedeutet in diesem Kontext, dass bei der Überführung der Daten immer das exakt gleiche Ergebnis entsteht. Um dies gewährleisten zu können, muss die Überführung der Daten computergestützt und automatisiert erfolgen.

Die Ergebnisse der Überführung, eine automatisiert erstellte operationelle Architektur, welche den Leitlinien der Organisation genügt, müssen einer inhaltlichen Qualitätssicherung der SME, welche die Daten bei der Informationsgewinnung und Datenerhebung geliefert haben, standhalten. Diese inhaltliche Qualitätssicherung muss von den SME durchgeführt werden, woraus sich herleiten lässt, dass die transformierten Modelle einen gewissen Grad an Ähnlichkeit zum Ausgangsmaterial der überführten Daten aufweisen.

Aus der Identifizierung der einzelnen Problemklassen und der damit verbundenen initialen Problemformulierung leitet sich die folgende Arbeitshypothese ab:

Zur Optimierung des etablierten Ansatzes ist es notwendig, die Fachexperten (SME) in alle drei Phasen des etablierten Ansatzes einzubinden. Hierzu bedarf es einer Methode, welche das Sammeln und Generieren von Daten durch Fachexperten (SME) ermöglicht und sich durch Toolunterstützung automatisiert in Sichten einer operationellen Architektur überführen lässt. Das Design der Methode muss einen gewissen Grad an Ähnlichkeit

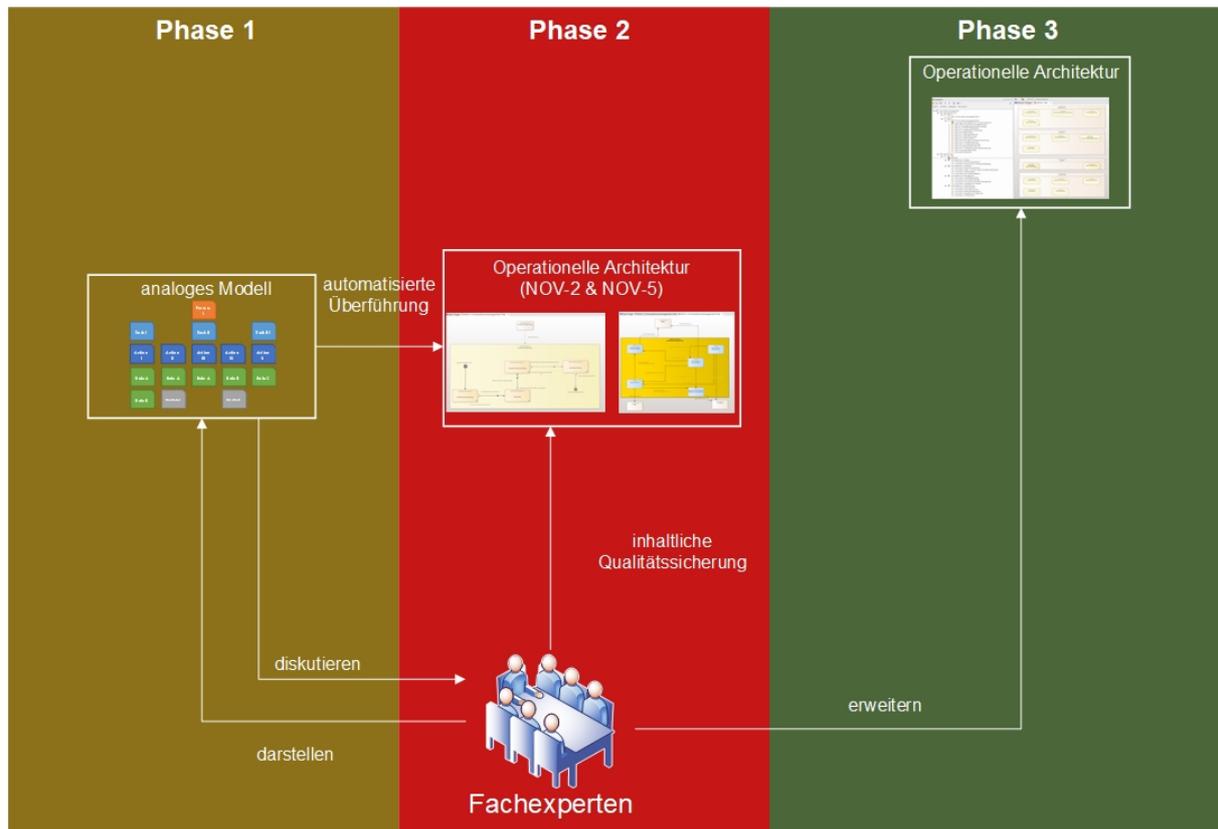
---

<sup>11</sup> Einstellung des Projekts EAsyNAF der Fraunhofer IESE

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

(Wiedererkennungswert) zu den automatisch erstellten Sichten (operationelle Architektur) aufweisen, da so eine inhaltliche Qualitätssicherung durch die SME ermöglicht wird.

Dies fördert die weitere Verwendung des Modells (der operationellen Architektur) und trägt somit zu einer höheren externen Qualität der Modelle bei. Abbildung 17 zeigt das Design der Arbeitshypothese.



**Abbildung 17: Design zur Optimierung des etablierten Ansatzes (Arbeitshypothese)**

Die Optimierung des etablierten Ansatzes stellt ein praxisrelevantes Problem dar. Zur Lösung dieses Problems werden gemäß ADR Artefakte entwickelt und evaluiert, unter Einbindung der Organisation. Der Nachweis der Nützlichkeit, welche sich aus der Akzeptanz und der Gebrauchsfertigkeit der Artefakte herleitet, ist dabei von besonderer Bedeutung (vgl. 1.3). Hierfür müssen folgende Fragen im Verlauf der Arbeit beantwortet werden:

RQ1: Welche inhaltlichen Aspekte müssen durch das Design berücksichtigt werden?

RQ2: Welche nutzer- und anwendungsbezogenen Anforderungen müssen durch das Design abgedeckt werden?

RQ3: Welche speziellen Vorgaben existieren seitens der Organisation, die das Design beeinflussen?

Die im folgenden Kapitel gezeigte Entwicklung eines Prototyps stellt die initiale Erstellung von Artefakten dar und bildet den Übergang zur zweiten Phase des ADR (Sein *et al.*, 2011).

## Kapitel 3

### 3 Entwicklung Prototyp

Basierend aus der in Kapitel 2 aufgezeigten Arbeitshypothese und den daraus resultierenden Fragen, lassen sich die Anforderungen für ein Design zur Lösung der formulierten Problemstellung ableiten. Das Design des Prototyps, welcher die erste Version der im Verlauf der Forschung entwickelten Artefakte darstellt, muss die Möglichkeit der entwickelten Lösung zum Einsatz in allen Phasen des etablierten Ansatzes (vgl. 2.1) bieten.

Zur Formulierung dieses Designs muss neben der praxisnahen Ausrichtung der Forschung ebenfalls eine Literaturlauswertung erfolgen, um mögliche Lösungsansätze mit einbeziehen zu können oder bereits falsifizierte Ansätze auszuschließen (Sein *et al.*, 2011). Dieses Prinzip des ADR leitet sich aus der Bedeutung von „Rigor & Relevance“ ab (Gulati, 2007; Hevner, 2007). Dies bedeutet jedoch nicht, dass eine Literaturlauswertung allein einem Anspruch der wissenschaftlichen Strenge und Form genügt, auch bei der Forschung im praxisnahen Bereich und der damit verbundenen Datenerhebung müssen die Methoden richtig und gewissenhaft eingesetzt werden (Österle *et al.*, 2010). Aus diesem Grund befasst sich dieses Kapitel mit der Auswertung vorliegender Rahmenbedingungen und Arbeiten, welche sich mit den in Kapitel 2 definierten Problemklassen auseinandersetzen, sowie mit Anforderungserhebungen der späteren Endnutzer. Dabei wird der Fokus des zu erreichenden Ziels auf die praxisrelevanten Bedürfnisse ausgerichtet, um so einen erfüllbaren Rahmen der Arbeit zu definieren (Wilhelm & Hopf, 2014). Eine Definition des Rahmens und das damit verbundene Aufzeigen der Limitation der Arbeit sind unerlässlich, da sich EA aus mehreren Schichten und Sichten, von der Vision eines Unternehmens bis hin zu den Geschäftsprozessen auf der untersten operationellen Ebene, zusammensetzt (Winter & Fischer, 2006).

Zur erfolgreichen Implementierung des Prototyps in der Praxis muss dieser durch die SME nutzbar sein und sich für die Informationsgewinnung und Datenerhebung eignen. Die hierbei gesicherten Daten müssen automatisiert in die seitens der Organisation geforderte Form überführt werden können. Die dabei entstandenen Sichten einer operationellen Architektur müssen wiederum durch die SME nutzbar sein können. Dies bedeutet, die SME müssen die durch Überführung der Daten entstandenen Modelle lesen und weiterverwenden können. Hierfür bedarf es einem Wiedererkennungswert zwischen der Darstellung der gesicherten Daten und den erstellten Sichten der operationellen Architektur.

Die Nützlichkeit des Prototyps ist abhängig von dessen Akzeptanz und seiner Gebrauchstauglichkeit (vgl. 1.3). Daher müssen die Rahmenbedingungen, gegeben durch Leitlinien der Organisation, erfasst werden.

Aus diesen folgen Vorgaben bezüglich des Inhalts, der Form, der verwendeten Syntax und auch der Nutzung von bestimmter Software. Ein Nichtbeachten dieser Vorgaben führt zu einer Ablehnung der durch den Prototyp erstellten Produkte (Modelle), was wiederum zu einer Ablehnung auf Seiten der Nutzer führt, da dies die Perceived Usefulness gemäß TAM negativ beeinflusst (Davis, 1985, 1989).

### 3.1 Inhaltliche Aspekte

Die inhaltlichen Vorgaben einer operationellen Architektur, bezogen auf die geforderten Sichten und Darstellungsformen, sind durch Leitlinien der Organisation gegeben. Diese legen die Nutzung des NAF fest und orientieren sich somit an dem Meta-Modell des NAF (NATO, 2010: NATO Architecture Framework Version 3.1). Aus der skizzierten Vorgehensweise der Organisation wird ersichtlich, dass die Problematik bei der Erstellung der operationellen Architektur im Bereich der Modellierung des NOV-2 und des NOV-5 liegt. Hieraus folgt die inhaltliche Fokussierung des Lösungskonzepts auf diese beiden Sichten.

In ihrem bereits zitierten Grundlagendokument (NATO, 2010: NATO Architecture Framework Version 3.1) bezüglich des NAF beschreibt die NATO den NOV-2 als Sichtweise der Informationsaustauschbeziehungen. Diese Sichtweise ist ebenfalls Bestandteil anderer Frameworks, wie beispielsweise dem British Ministry of Defence Architecture Framework (MODAF) (Hause, 2010), welches eng mit dem NAF verknüpft ist (Hause *et al.*, 2017). Beide Frameworks fordern die Gestaltung einer Sicht, welche die an einem Prozess beteiligten Nutzer und ihre Beziehung zueinander aufzeigt, was von vielen Frameworks adaptiert wurde (Urbaczewski & Mrdalj, 2006; Bondar *et al.*, 2017).

Der NOV-2 enthält gemäß Vorgaben (NATO, 2010: NATO Architecture Framework Version 3.1) folgende Stereotypen:

- Nodes (auch Operational Nodes)
- Needlines (Austausch der Informationen)
- Logical Flows (Fluss von Material, Personen oder Energy)
- Operational Activities
- Locations
- Services (in Anspruch genommen von einer Node)
- Problemdomäne und die Interaktion mit bekannten Ressourcen

## Design des Concept into Architecture (CiA)

Hierbei ist das Element Node der zentrale Bestandteil dieser Sicht. Als Node gilt nach der Definition des Grundlegendokuments jede logische Entität, welche eine Operational Activity ausführt. Abgeleitet werden Nodes von einem übergeordneten NodeType, dessen Realisierung in der jeweiligen Sichtweise der Informationsaustauschbeziehungen bilden.

Abbildung 18 zeigt das zugrundeliegende Metamodell des NOV-2. Hier werden alle oben aufgezählten Attribute gezeigt, sowie die Realisierung der Node von einem NodeType, welcher hier als Metaclass dargestellt wird. Die Abbildung verdeutlicht auch, dass das Element Node den zentralen Bestandteil des NOV-2 bildet.

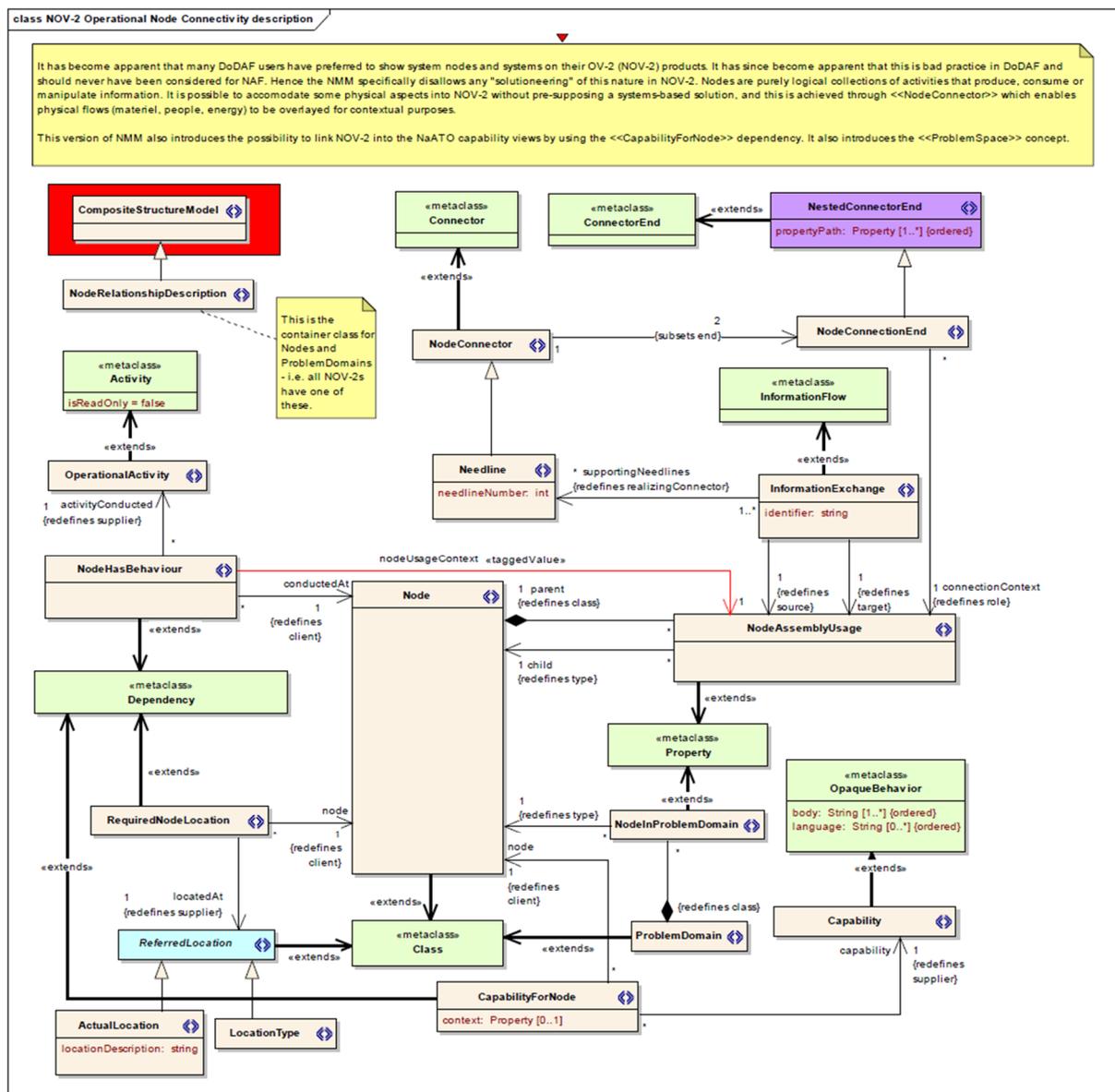


Abbildung 18: Metamodell NOV-2

Gemäß Grundlagendokument (NATO, 2010: NATO Architecture Framework Version 3.1) stellt der NOV-5 die Sicht eines Aktivitätsmodells dar, was per Definition einem Prozess entspricht (Langner *et al.*, 1997).

Aus diesem Prozess ergeben sich sinngemäß die Informationsaustauschbeziehungen der beteiligten und handelnden Entitäten, was wiederum im NOV-2 dargestellt wird. Daraus folgt, dass das vorgegebene Ziel der Modellierung des NOV-5 die Darstellung eines idealtypischen Ablaufs eines Prozesses ist. Für eine Umsetzung dieser Art ist eine lösungsorientierte Anforderungsanalyse (van Lamsweerde, 2001) in der Modellierung notwendig. Somit liegt der Fokus auf einer Sicht im operationellen Kontext, was beispielsweise im TOGAF als Business Architecture beschrieben wird (Funtò, 2016).

Der NOV-5 wird durch folgende Stereotypen repräsentiert:

- Operational Activites
- Standard Operational Activities
- Operational Activity Flow Objects

Zusammenfassend lassen sich beide Arten der Activities als Handlungen beschreiben, deren Output durch ein Operational Activity Flow Object dargestellt wird.

Das in Abbildung 19 gezeigte Metamodell des NOV-5 zeigt, dass basierend auf einer Operational Activity immer eine oder mehrere Operational Activity Actions (abhängig von der Anzahl der Prozesse, welche die als Operational Activity dargestellte Handlung enthält) instanziiert werden können. Diese Operational Activity Action besitzt als Eingangs- und Ausgangsgröße die oben genannten Operational Activity Flow Objects, welche über Anknüpfungspunkte, den Operational Activity Input Pin und den Operational Activity Output Pin, verbunden bzw. angeknüpft wird.

# Design des Concept into Architecture (CiA)

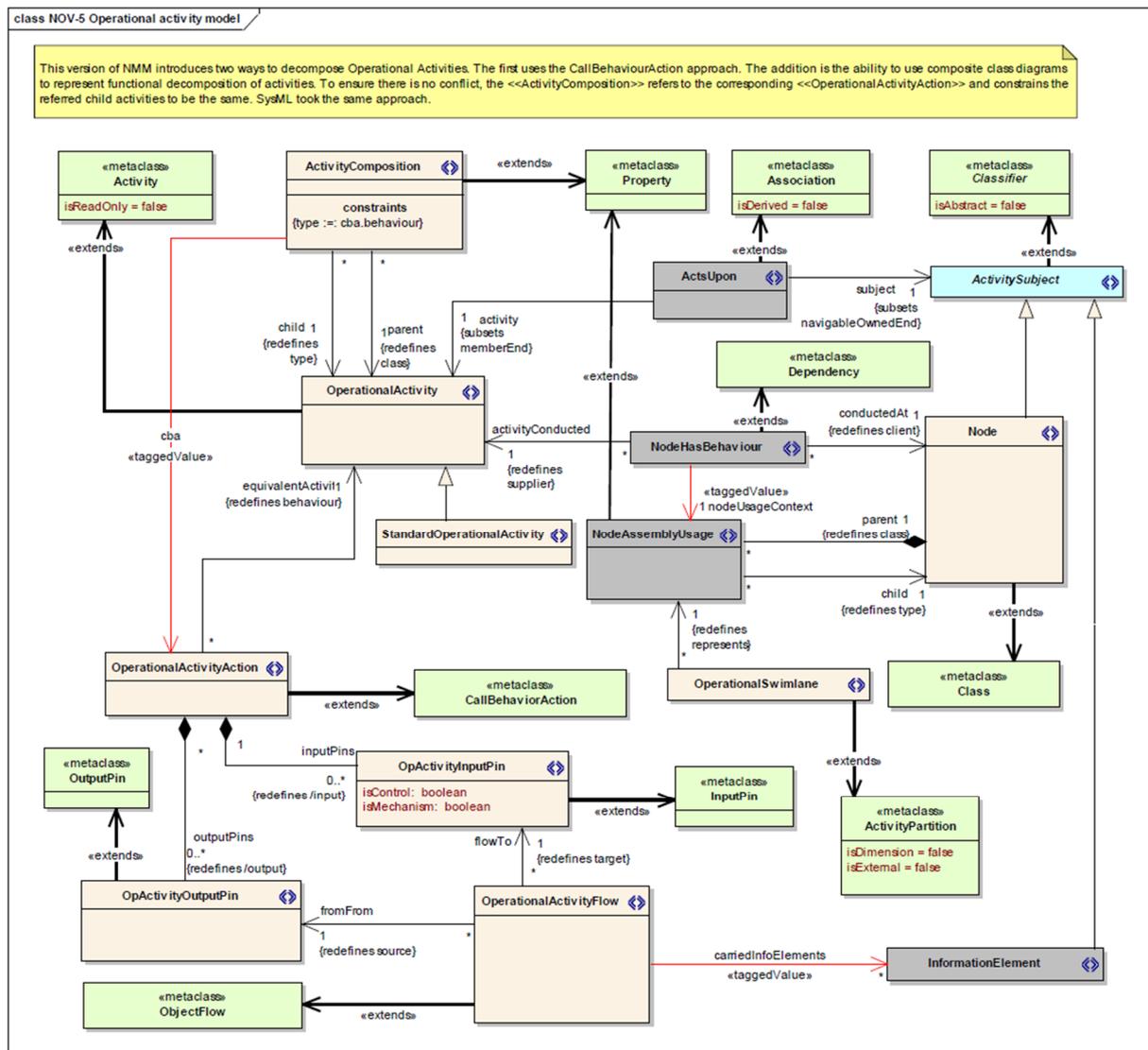


Abbildung 19: Metamodell NOV-5

Die Metamodelle des NOV-2 und des NOV-5 liefern das zugrundeliegende Rahmenwerk der operationellen Architektur. Ergänzt werden diese durch Spezifikationen des ADMBw (vgl. 2.1), und auch den Leitlinien der Organisation.

Die Auswertung dieser Dokumente lässt die Erstellung eines Datenmodells zu, welches Abbildung 20 zeigt.

# Design des Concept into Architecture (CiA)

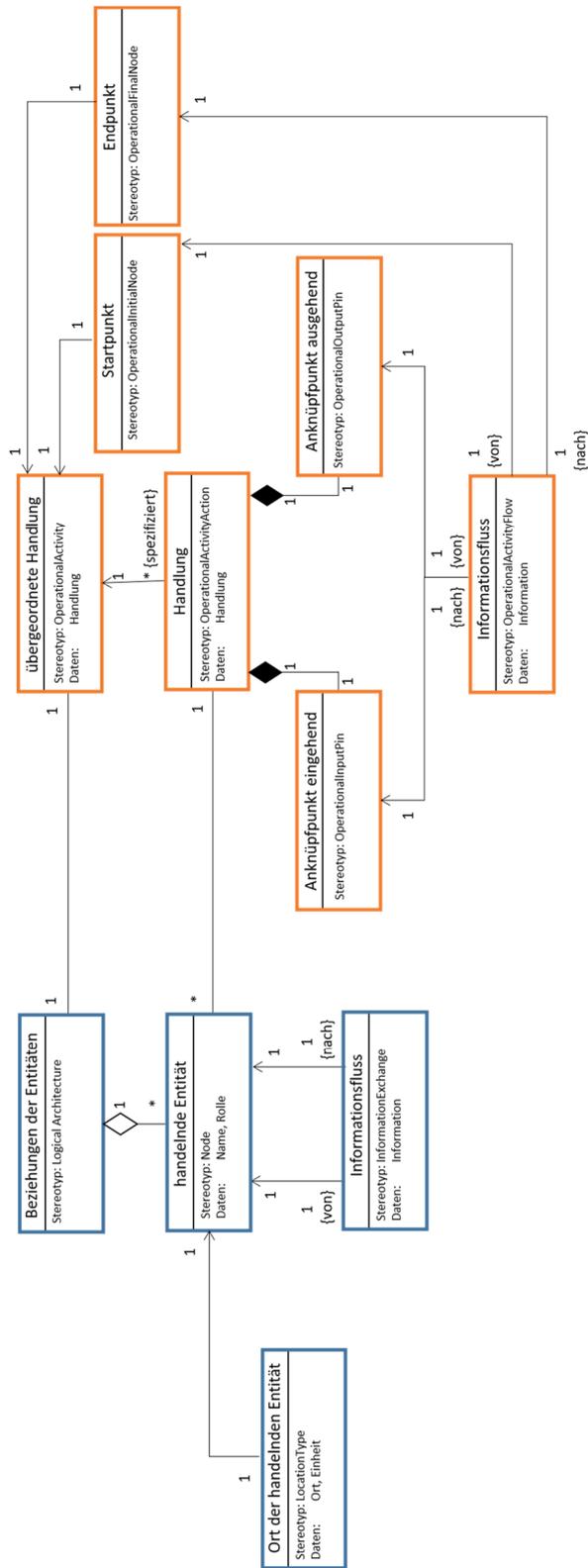


Abbildung 20: Datenmodell für NOV-2 und NOV-5

Auf der linken Seite zeigt Abbildung 20 die Klassen des NOV-2 (blau). Daneben sind auf der rechten Seite die Klassen des NOV-5 (orange) zu sehen. Die im NOV-2 dargestellten Entitäten befinden sich aggregiert in einer Klasse wieder, dessen Stereotype durch das ADMBw als LogicalArchitecture festgelegt wird. Die handelnden Entitäten benötigen für ihre Darstellung vom Stereotype Node Informationen über eine Rolle oder deren Namen. Jede handelnde Entität benötigt einen Ort oder eine Einheit, welche durch den Stereotype LocationType dargestellt wird. Entitäten stehen in Verbindung zueinander, bezüglich ihrer untereinander ausgetauschten Informationen (Stereotype InformationExchange).

Jede Handlung kann durch untergeordnete Handlungen spezifiziert werden. Handlungen werden durch den Stereotype OperationalActivity (übergeordnete Handlung) oder OperationalActivityAction (Spezifizierung einer übergeordneten Handlung) repräsentiert. Dabei ist der Name der jeweiligen Handlung als Information anzugeben. Die Spezifikation einer Handlung beinhaltet immer einen definierten Anfang (Stereotype OperationalInitialNode) und ein definiertes Ende (Stereotype OperationalFinalNode). Weiterhin besitzt jede Handlung vom Stereotype OperationalActivityAction einen eingehenden (Stereotype OperationalInputPin) und ausgehenden Anknüpfungspunkt (Stereotype OperationalOutputPin). Die Spezifizierung einer Handlung beinhaltet immer die Darstellung eines Ablaufs (Stereotype OperationalActivityFlow), vom definierten Anfang der Spezifizierung bis hin zu deren Ende. Dabei sind Informationen, welche zwischen den einzelnen Handlungen transportiert werden, anzugeben.

Jede Handlung innerhalb einer Spezifikation muss mit mindestens einer handelnden Entität verbunden sein. Die Aggregation dieser Entitäten ist mit der übergeordneten Handlung assoziiert.

Bei Betrachtung des Datenmodells zeigt sich, dass die Vorgangs- oder Ablaufrichtung mit dem Austausch von Daten verknüpft ist. So können die Daten bezüglich der ausgetauschten Informationen für den NOV-2 und den NOV-5 genutzt werden.

Die Leitlinien der Organisation beschreiben nicht die Nutzung von Zuständen. Die Anknüpfungspunkte der einzelnen Handlungen könnten diese Informationen jedoch beinhalten. Somit wären zusätzliche Informationen im Diagramm enthalten. Jeder einzelnen Handlung könnte ein bestimmter Zustand bei ihrem Beginn, wie auch bei ihrem Ende, zugewiesen werden. Gleichzeitig kann der Anfangs- und Endzustand einer übergeordneten Handlung den Anfangs- und Endzustand einer untergeordneten Handlungskette darstellen. Im Umkehrschluss sind der Anfangs- und Endzustand einer Handlungskette der Anfangs- und Endzustand einer übergeordneten Handlung.

Die in Abbildung 20 gezeigten Informationen dienen der Beantwortung von RQ1 (vgl. 2.5) und liefern die inhaltlichen Anforderungen, welche bei der Entwicklung eines Prototyps beachtet werden müssen.

### 3.2 Nutzer- und anwendungsbezogene Anforderungen

Die Qualität eines Prozessmodells wird maßgeblich durch deren Inhalt mitbestimmt (Schütte, 1998; Becker *et al.*, 2000), weshalb der Ausgangspunkt bei der Entwicklung des Lösungsdesigns für den Prototypen die Informationsgewinnung und Datenerhebung ist, was dem Ziel der ersten Phase im bisherigen Vorgehensmodell entspricht. Hieraus folgt, dass zur Erstellung eines Lösungsdesigns neben den aufgeführten inhaltlichen Anforderungen weitere Aspekte betrachtet werden müssen.

Um den notwendigen inhaltlichen Input liefern zu können, muss jede angewandte Methode zur Informationsgewinnung und Datenerhebung nutzerseitig akzeptiert werden. Dies spiegelt sich in der von Davis identifizierten Akzeptanz und Perceived Ease Use (Davis, 1985; Davis *et al.*, 1989; Davis, 1989) wieder.

Daran gekoppelt ist die Forderung der einfachen Anwendung und damit verbunden auch die simple Erlernung oder Einarbeitung in die Anwendung einer Methode, was diese als schlank oder pragmatisch kennzeichnet. So bilden diese Forderungen bzw. die Untersuchung der Forderungen zur Entwicklung des Lösungsdesigns auch den Grundstein für weitere Betrachtungen bei der Entwicklung und folglich auch Verknüpfungen zu den weiteren geforderten Funktionen und Eigenschaften. Eine Forderung nach einfacher Anwendung und Erlernung (Pragmatismus) muss durch simple Regeln und einfache sowie strukturierte Darstellung erfolgen, was Einfluss auf die Wiedererkennung und Vergleichbarkeit und besonders auf eine Forderung zur Automatisierung der weiteren Arbeit hat. So muss gewährleistet sein, dass durch die Form und Darstellung einer Methodik eine einfache Anwendung im Bereich der Informationsgewinnung und Datenerhebung erzeugt wird, dessen Form und Darstellung eine Vergleichbarkeit aufweist (beispielsweise Vergleich von Gruppenarbeiten zur selben Thematik).

Ein Arbeiten in Gruppen zur Sammlung von Daten und Informationen ist dabei stets anzustreben und somit auch durch eine angewandte Methodik zu fördern und zu stützen (Bettman & Kakkar, 1977; Frank, 2009). Dies ist speziell im Bereich der Modellierung von Prozessen anzustreben (Tapandjieva & Wegmann, 2018). Zur Vermeidung von syntaktischen Fehlern oder zur Einhaltung des nötigen Abstraktionsgrades ist eine Zusammenarbeit hierbei von SME und Modellierer oftmals notwendig (Dumas *et al.*, 2018). Durch den Mangel an Modellierern und die Dislozierung der SME (siehe 2.5) ist im Lösungsdesign eine Methodik

anzustreben, die eine Anwendung erlaubt, welche die Anwesenheit eines Modellierers jedoch nicht voraussetzt. Dies wird durch die Forderung der einfachen Anwendung gestützt.

Methoden aus dem Bereich der Modellierung, die eine einfache und schnell erlernbare Anwendung ermöglichen und das Arbeiten in Gruppen fördern, sind die BKM oder aber auch die bereits genannte BPMN, welche sehr häufig Anwendung findet (Harmon & Wolf, 2011; Harmon, 2016).

### **3.3 Spezielle Vorgaben der Organisation**

Aus den Leitlinien der Organisation geht hervor, dass für die Modellierung, mit dem Sparx EA, eine Software vorgegeben wird. Alle Architekturen müssen in dieser Softwareumgebung modelliert und gesichert werden. Dies liefert gemäß RQ3 (vgl. 2.5) eine spezielle Vorgabe der Organisation, welche bei der Entwicklung eines Prototyps einzuhalten ist.

Der Sparx EA beinhaltet die Möglichkeit zum Import von bestehenden Modellen, weshalb eine Modellierung ohne diese Software möglich ist, sollten die Bedingungen zum Import der Modelle erfüllt werden.

Dieser Import bedient sich einer definierten Schnittstelle, welche ein festgelegtes Format bestimmter Dateien benötigt, dem XML-based Metadata Interchange (XMI).

Dieses Format ist ein auf dem Standard der Extensible Markup Language (XML) (Bray *et al.*, 1997) basierendes Austauschformat, welches für den Austausch von Modellen und deren Metadaten bestimmt ist (Kovse & Härder, 2002). Die Anforderungen der Schnittstelle bezüglich des XMI-Formats können mit XML festgelegt werden. Daraus folgt, dass durch eine bestimmte Form einer XML-Datei diese Anforderungen über die Schnittstelle des Sparx EA eingelesen werden können.

Diese Schnittstelle bietet somit die Möglichkeit, Modelle, welche außerhalb der Softwareumgebung erstellt wurden, in den Sparx EA zu importieren. Dies wiederum könnte die Nutzung eines Standards oder einer etablierten Methode zur Modellierung erlauben, deren Ergebnisse dann über diese Schnittstelle in den Sparx EA importiert werden.

### **3.4 Untersuchung genannter Standards**

Ein in der initialen Problemstellung identifiziertes Problem skizziert das Fehlen der Möglichkeit, die erzielten Ergebnisse der Informationsgewinnung und Datenerhebung (Phase 1, vgl. 2.1) in die gemäß Vorschrift geforderte Form zu überführen. Die überführten Daten müssen als Teil einer operationellen Architektur in der Softwareumgebung Sparx EA abgebildet werden (vgl. 3.3).

Für eine Optimierung des etablierten Ansatzes müsste diese Überführung interpretationsfrei und automatisiert durchgeführt werden können (vgl. 2.5).

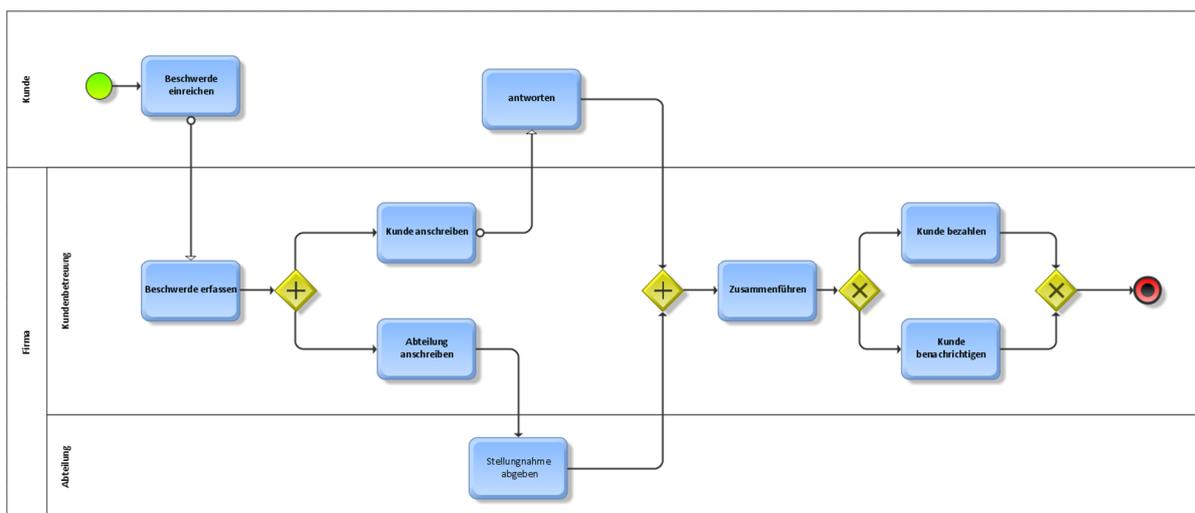
Dies bedeutet, dass die Daten in einer strukturierten Form vorliegen, welche das Extrahieren von Informationen zur weiteren Verarbeitung zulässt. Dieses Ziel bedingt, dass abgeleitet aus der vorliegenden Struktur der Daten, ein bestimmtes Schema vorliegen muss (Arasu & Garcia-Molina, 2003). Um diese Form der Daten zu ermöglichen, bedarf es der Untersuchung der bisher genannten Methoden und Modellierungssprachen.

Da sich die BKM als De-facto-Standard im bisherigen Vorgehensmodell der Organisation gezeigt hat (Vgl. 2.1), ist deren Betrachtung naheliegend.

Die Studie zur Überführung der BKM in einen Standard (vgl. 2.5) zeigte, dass bedingt durch fehlende Zusammenhänge der Elemente der BKM und unzureichende Spezifikationen dieser, eine Überführung von Modellen der BKM viel Interpretationsspielraum bietet. Diese fehlende Eindeutigkeit führt dazu, dass eine interpretationsfreie Überführung der Daten nicht möglich ist. Dies schließt somit eine automatisierte Überführung aus. Daher bildet die Betrachtung genannter Standards, als mögliche Methode in der Phase Informationsgewinnung und Datenerhebung, die Grundlage für das weitere Vorgehen.

Eine weit verbreitete Modellierungsmethode ist die bereits genannte BPMN (White & Miers, 2008). Diese semi-formale (Bork & Fill, 2014), auf einem gerichteten Graph basierende Modellierungssprache hat zum Ziel, einen gemeinsamen Zeichenvorrat bereitzustellen, mit welchem Experten aus unterschiedlichen Bereichen (beispielsweise Wirtschaft, Technik und Informatik) gemeinsam Prozesse und Arbeitsabläufe modellieren können. Diese Prozesse dienen dann als Grundlage zur Ausrichtung der IT an dem Geschäftsprozess [(Business-IT-Alignment (Luftman & Brier, 1999)], als Teil einer EA.

Ein Beispiel der Darstellungsform der BPMN zeigt Abbildung 21, welche den Prozess einer einfachen Beschwerdebearbeitung darstellt.



**Abbildung 21: Beispiel BPMN**

Die BPMN beinhaltet im Vergleich zur BKM die fehlende Zuordnung von Rollen, was durch die sogenannten Swimlanes dargestellt wird. Eine Swimlane stellt eine Organisation dar (in diesem Beispiel Firma), welche wiederum unterteilt werden kann (in Abbildung 21 Kundenbetreuung und Abteilung). Weiterhin ist durch die BPMN die Darstellung paralleler Prozesse möglich. Die leicht verständliche Anwendung dieser Methode sowie die Möglichkeit der generischen Anwendung in fast jedem Kontext führten dazu, dass durch Weiterentwicklung und Anpassung der BPMN versucht wurde, die modellierten Prozesse weiter zu spezifizieren, was als Ergebnis die BPMN 2.0 (Allweyer, 2016) zur Folge hatte. Durch eine Erweiterung der nutzbaren Elemente wurde der Anwendungskontext in jeder Hinsicht spezifiziert, was die Möglichkeit erzeugte, Prozesse weniger generisch darzustellen. Hieraus folgte jedoch das Problem, dass die Anwendung der Methode immer schwieriger wurde und somit vom eigentlichen Kern der Grundfunktionalität abwich (Genon *et al.*, 2011).

Zur Lösung dieses Problems wird empfohlen, den Umfang der Symbolpalette der BPMN 2.0 auf den zu modellierenden Kontext zu reduzieren (Kocian, 2011). Dies setzt somit wiederum Kenntnisse im Bereich BPMN 2.0 und Modellierung voraus (Aagesen & Krogstie, 2015), was eine Nutzung dieser Methode durch Nicht-Modellierer (SME) erschwert.

Ein weiterer Vertreter dieser Art der Modellierungsmethoden und -sprachen ist EPK (Keller *et al.*, 1992). Die EPK ist ebenfalls eine semi-formale (Medvidovic *et al.*, 2002; Aldinucci *et al.*, 2009) grafische Modellierungssprache. Auch hier bildet ein gerichteter Graph die Grundlage der Darstellungsform. Abbildung 22 zeigt diese Darstellungsform, anhand des wie in Abbildung 21 verwendeten Beispiels, einer einfachen Beschwerdebearbeitung.

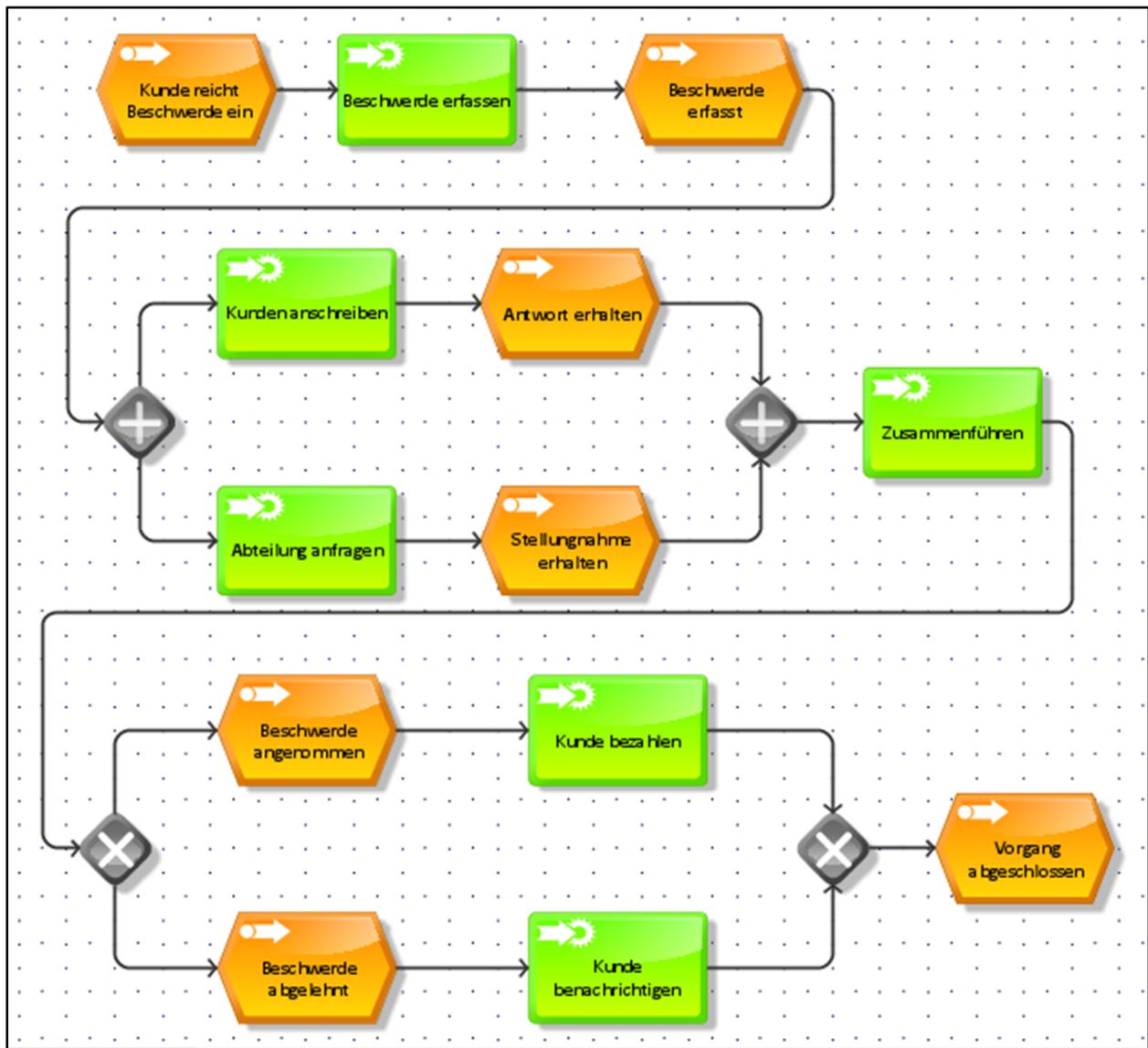


Abbildung 22: Beispiel EPK

Die EPK ermöglicht ebenfalls die Darstellung paralleler Prozesse, was in Abbildung 22 gezeigt wird. Weiterhin sind alle Elemente der EPK ausreichend spezifiziert, hinsichtlich ihrer Zuordnung von Rollen, Aktivitäten etc.

Die Anwendung der EPK setzt jedoch ebenfalls Kenntnisse und Fähigkeiten in Bezug auf die Methodik selbst und generell im Bereich der Modellierung voraus, weshalb sie sich für die Anwendung durch SME nicht eignet.

Die Gemeinsamkeit der beiden untersuchten Standards liegt in ihrer Darstellungsform als gerichteter Graph. Dies findet man ebenfalls in der von Ross und Schoman entwickelte Structured Analysis and Design Technique (SADT) (Ross & Schoman, 1977). Basierend auf der SADT wurde die IDEF0 (Icam DEFinition for Function Modeling, wobei ICAM für Integrated Computer Aided Manufacturing steht) entwickelt (Bravoco & Yadav, 1985).

Diese weit verbreitete Modellierungsmethode ist ein Standard zur Beschreibung von Funktionen und Funktionalitäten. Da jedoch auch diese Methode einen gewissen Grad an Expertise und Kenntnissen voraussetzt (Presley & Liles, 1995), wurde eine weitere Untersuchung der IDEF0 nicht vorgenommen.

Ein Abgleich der untersuchten Methoden, welche sich in verschiedenen Vorschriften und Leitfäden der Organisation wiederfinden, mit den aufgenommenen Anforderungen seitens Organisation und Nutzer hinsichtlich des Deckungsgrads wird in Tabelle 6 gezeigt.

	BKM	BPMN	EPK	IDEF0
A1: Analoge Anwendung	x	-	(x)	-
A2: Einfach erlernbar	x	(x)	-	-
A3: Darstellung als Graph	-	x	x	x
A4: Ergebnisse leicht verständlich	x	x	-	(x)
A5: Autom. Überführung gem. NAF <sup>12</sup> möglich	-	-	-	-

**Tabelle 6: Abgleich Anforderungskatalog mit ausgewählten Methoden**

Der in Tabelle 6 gezeigte Abgleich der aufgestellten Anforderungen mit ausgewählten Methoden und Standards zeigt, dass weder die als De-facto-Standard etablierte Methode (BKM) noch ein Standard alleine alle Anforderungen abdecken kann. Daher wurde eine andere in der Literatur aufgezeigte und in der Praxis verwendete Methoden zur Darstellung von Prozessabläufen untersucht, die von Carl Adam Petri entwickelten Petri-Netze. Diese finden Anwendung in vielen verschiedenen Bereichen, wie zum Beispiel der Modellierung von Geschäftsprozessen, Automaten oder Maschinen (Reisig, 1985). Sie bieten die Möglichkeit zur grafischen und mathematischen Modellierung von Abläufen, welche es ermöglichen, den Weg einer Information durch das gesamte System zu verfolgen. Hierbei besteht u. a. die Möglichkeit zur Darstellung von parallelen oder verzweigten Vorgängen, was eine hervorragende Eignung zur Darstellung von Prozessen begründet (van der Aalst, 2002). Ein Petri-Netz repräsentiert einen gerichteten Graphen (Digraph) mit einem definiertem Anfang. Der Graph ist dabei bipartit, da sich seine Menge an Knoten in zwei unterschiedliche Typen aufteilt, welche Stellen und Transitionen genannt werden. Stellen können hierbei mit Marken belegt sein, was einen verteilten Zustand des Systems darstellt. Die Dynamik des Systems ergibt sich aus dem Schalten (Feuern) der einzelnen Transitionen. Hierbei werden die Marken der zu einer Transition adjazenten eingehenden Stelle (gekennzeichnet durch die gerichtete Kante, welche von der Stelle zur Transition führt) der Transition hinzugefügt.

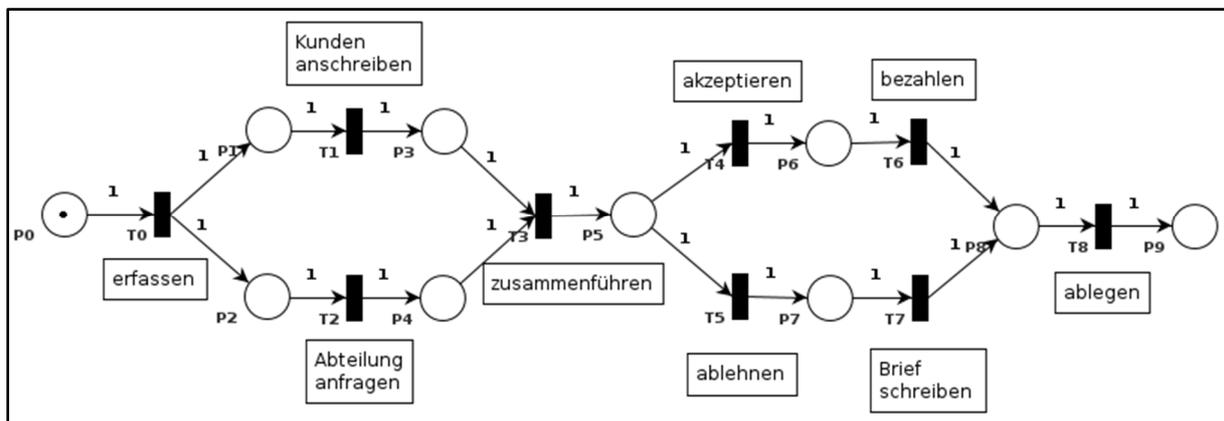
<sup>12</sup> Im Zeitraum der Forschung verwendete die Bundeswehr das NAF in der Version 3.1.

Sind alle für die Transition geforderten Marken hinzugefügt, schaltet (feuert) diese und erzeugt dabei eine neue Marke, welche an die adjazenten ausgehenden Stellen weitergeleitet wird. Die Interpretation dieser Dynamik kann einem der in Tabelle 7 aufgeführten Beispiele folgen.

Eingabestelle	Transition	Ausgabestelle
Eingabedaten	Verarbeitung	Ausgabedaten
Vorhergehender Zustand	Ereignis	Nachfolgender Zustand
Eingehende Information	Prozessschritt	Ausgehende Information

**Tabelle 7: Interpretation / Anwendung Petri-Netze** (Murata, 1989)<sup>13</sup>

Abbildung 23 zeigt das Beispiel der einfachen Beschwerdebearbeitung in Form eines Petri-Netzes.



**Abbildung 23: Beispiel Petri-Netz**<sup>14</sup>

Petri-Netze als Modellierungsmethode oder Als Grundlage für eine Modellierung finden in den unterschiedlichsten Bereichen, wie beispielsweise der Darstellung von biologischen Netzwerken (Chaouiya, 2007) oder dem Modellieren von Cyber Attacken (Chen *et al.*, 2011), Anwendung.

Die weite Verbreitung von Petri-Netzen im Bereich von Modellierungsmethoden begründet van der Aalst u. a. mit der grafischen Darstellung, welche ein einfaches Erlernen ermöglicht und die Kommunikation unter den Nutzern fördert (van der Aalst, 1998).

<sup>13</sup> Nach Tadao Murata, Petri nets: Properties, analysis and applications, 1989

<sup>14</sup> <http://www.peter-junglas.de/fh/vorlesungen/disksim/html/kap5-1.html>

Abschließend lassen sich nach der Betrachtung der aufgezeigten Modellierungsmethoden und -sprachen folgende Erkenntnisse für die Entwicklung eines Lösungsdesigns formulieren:

Die BKM eignet sich zwar für die Informationsgewinnung und Datenerhebung, jedoch ist eine Überführung der Ergebnisse dieser Methode nicht interpretationsfrei möglich.

Die betrachteten Standards BPMN und EPK ermöglichen eine interpretationsfreie Überführung, eignen sich jedoch nicht für den Einsatz durch SME, da hier Kenntnisse und Fähigkeiten aus dem Bereich der Modellierung vorliegen müssen.

Eine Modellierungsmethode, welche auf Petri-Netzen basiert, könnte die Grundlage für ein Lösungsdesign liefern, dessen Implementierung eine Methode liefert, welche durch SME zur Informationsgewinnung und Datenerhebung eingesetzt werden kann und dessen Ergebnisse sich interpretationsfrei überführen lassen.

Die Entwicklung eines solchen Lösungsdesigns wird im nachfolgenden Abschnitt behandelt.

### 3.5 Lösungsdesign

Die Untersuchung des De-facto-Standards der Organisation zeigte, dass sich dieser im Hinblick auf eine Optimierung des etablierten Ansatzes nicht eignet. Auch die Verwendung der untersuchten Standards stellt keinen möglichen Lösungsansatz dar.

Ein Lösungsdesign zur gewünschten Optimierung muss daher eine eigens entwickelte Methode zur Informationsgewinnung und Datenerhebung enthalten, unter Berücksichtigung der identifizierten Anforderungen und Vorgaben (vgl. 3.1 und 3.2). Die mit dieser Methode gesammelten Daten müssen interpretationsfrei und automatisiert in ein NAF-konformes Modell, gemäß den Leitlinien der Organisation, überführt werden (vgl. 3.3).

Abschließend muss dieses Modell durch die SME einer inhaltlichen Qualitätssicherung unterzogen werden können. Hierfür müssen alle vorangegangenen und betrachteten Aspekte berücksichtigt werden. Abgeleitet aus dieser Betrachtung zeigt sich, dass sich das Lösungskonzept sowohl mit dem gesamten bisherigen Ablauf (Prozess der Erstellung von operationellen Architekturen), als auch mit den eingesetzten Mitteln und Methoden auseinandersetzen muss. Die aus dem Lösungsdesign hervorkommenden Artefakte (Österle *et al.*, 2010) müssen in den Prozess integriert werden und dieser muss gleichzeitig angepasst werden, sodass aus dem Tandem von Artefakterstellung und Prozessoptimierung das Problem adressiert und gelöst werden kann (Rossi, 2009). Hieraus abgeleitet wird ein ganzheitlicher Ansatz, der sich aus dem Zusammenspiel von Mensch, Computer und Aufgabe zusammensetzt und somit einen Beitrag zum Erkenntnisziel leistet (Sinz, 2010).

Bereits bei der ersten Evaluation des Lösungsdesigns muss ein Mindestmaß an Akzeptanz bezüglich des implementierten Designs bestehen, da dies andernfalls negative Auswirkungen auf die Evaluation der Lösung hat (Baskerville & Myers, 2004). Die Akzeptanz ergibt sich dabei aus der von Davis definierten Perceived Usefulness und dem Perceived Ease of Use (Davis, 1985, 1989). Hierfür müssen die Bedürfnisse der Endnutzer mit einbezogen werden (Dumke, 1992).

Zum Erfassen dieser Bedürfnisse wurden User Stories erfasst (Cohn, 2015) und ausgewertet. Durch User Stories sollen gewünschte Funktionen eines zukünftigen Produkts erfasst werden. Diese Vorgehensweise wird häufig bei der Erstellung von Software, insbesondere bei Verwendung agiler Methoden genutzt (Beck *et al.*, 2001).

Eine User Story besteht aus einer Kopfzeile, der eigentlichen Story und möglichen Akzeptanzkriterien. Die Kopfzeile beinhaltet einen Titel (Story Titel) und eine Priorität. Die Priorität bezieht sich dabei auf die gewünschte Funktion, wobei der Wert eins der höchsten Priorität entspricht.

In der Story selbst nennt der befragte Nutzer seine Rolle, die gewünschte Funktion und das damit verbundene Ziel. Abschließend besteht die Möglichkeit, Akzeptanzkriterien zu erfassen. Abbildung 24 zeigt das Format einer solchen User Story.

Das Diagramm zeigt ein User Story Format in einem abgerundeten rechteckigen Rahmen. Oben links steht 'Story Titel:' und oben rechts 'Priorität:'. Darunter befindet sich ein horizontaler Trennstrich. Im Zentrum steht 'User Story'. Darunter ist ein großer rechteckiger Kasten, der in drei Zeilen unterteilt ist: 'Als (Rolle)', 'Möchte ich (Anforderung)' und 'Um / Damit (Ziel)'. Darunter steht 'Akzeptanzkriterien', gefolgt von einem weiteren großen rechteckigen Kasten für die Eingabe.

**Abbildung 24: User Story**

Die SME, welche bereits als Interviewpartner dienten (vgl. 2.1), füllten hierbei die User Stories aus. Diese sollten zuerst einen Story Titel vergeben, mit dessen Hilfe die Funktion später einer der Phasen des skizzierten Vorgehensmodells zugeordnet werden konnte. Weiterhin sollte eine Priorisierung (eins bis drei; wobei eins die höchste und drei die niedrigste Priorisierung darstellt) der Story vorgenommen werden, um so ihre Relevanz bewerten zu können. Zusätzlich wurden User Stories aus den vorliegenden Fragebögen der Experten (vgl. 2.1) erstellt. Dabei konnten zehn unterschiedliche User Stories erstellt werden. Die dokumentierten User Stories finden sich in Anlage 3. Tabelle 8 zeigt eine Übersicht der User Stories.

## Design des Concept into Architecture (CiA)

Rolle	Anforderung	Ziel	Priorität	Akzeptanzkriterien
Mitglied Projektteam	Analoge Ergebnisse automatisiert überführen	Ergebnisse schnell nutzbar	1	Ergebnisse zeitnah in Form gemäß Vorschrift
Mitglied Projektteam / SME / Modellierer	Analoges Arbeiten	Viele Informationen aus Gruppenarbeit generieren	1	Analog anwendbare Methode (Karten o.Ä.)
Mitglied Projektteam / SME / Modellierer	Arbeit in Gruppen muss möglich sein	Gruppenarbeit ermöglichen und fördern	1	Gruppenarbeit möglich
Modellierer	Notation durch SME nutzbar	Inhaltliche Kontrolle Modell durch SME	1	Methode ohne Vorkenntnisse nutzbar
SME	Modelle lesbar	Inhaltliche Kontrolle Modell	1	Mit Methode erstellte Modelle müssen durch SME lesbar sein
Modellierer	Automatisierte Erstellung von zusätzlichen Diagrammen	Reduzierung Arbeitsaufwand	2	Mehr als nur ein Diagramm nach Überführung
SME	Automatisierte Erstellung von zusätzlichen Diagrammen	Weniger Zeit für Architektur notwendig	2	Mehr als nur ein Diagramm nach Überführung
Mitglied Projektteam	Automatisierte Erstellung von zusätzlichen Diagrammen	Schnellere Erzielung von Fortschritten	2	Mehr als nur ein Diagramm nach Überführung
Modellierer	Automatisierte Färbung von Elementen	Bessere Lesbarkeit	3	Definierte Farben verschiedener Elemente
Modellierer	Automatisierte Anordnung von Elementen	Bessere Lesbarkeit	3	Überschneidungsfreie Anordnung der Elemente

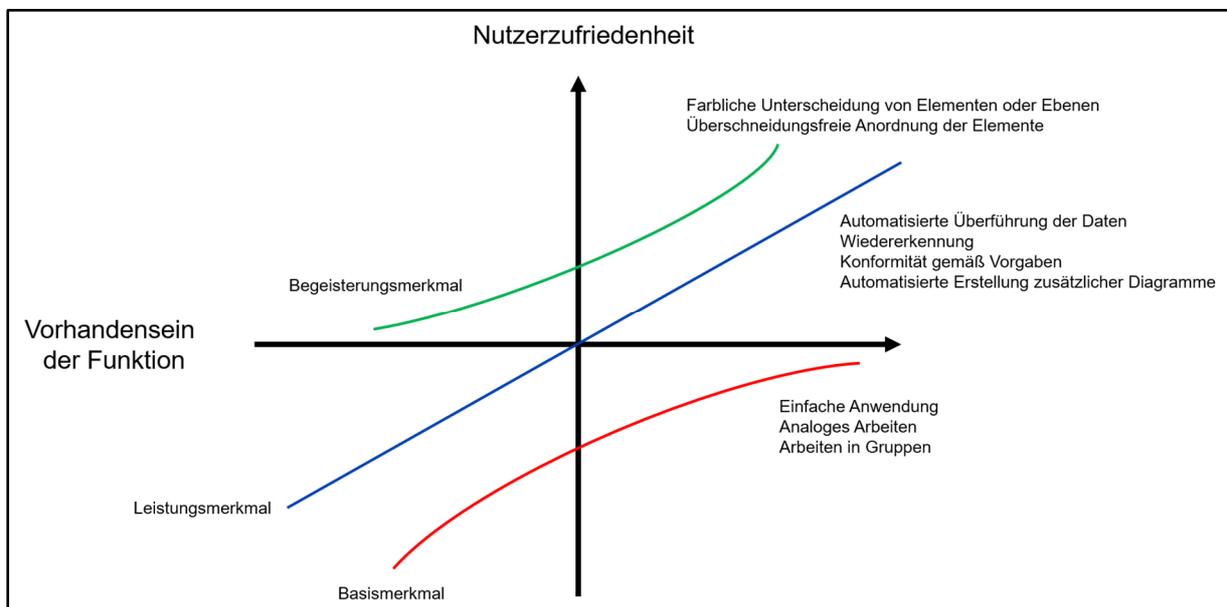
**Tabelle 8: Übersicht der User Stories**

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Die erfassten User Stories, welche gemeinsam mit den in 3.2 identifizierten Anforderungen zur Beantwortung von RQ2 beitragen, wurden hinsichtlich ihrer Anforderungen an das Lösungsdesign ausgewertet und in einem Kano-Modell aggregiert (Bailom *et al.*, 1996). Dieses unterteilt die Anforderungen in Merkmalstypen (Basis, Leistung, Begeisterung). Dabei führt das Fehlen eines Basismerkmals zur Ablehnung eines Produkts, da diese als Grundvoraussetzung für die Nutzbarkeit definiert werden. Als Basismerkmal wurden alle Anforderungen identifiziert, welche sich in den bisher genutzten Methoden finden und als Best Practise einzustufen sind (einfache Anwendung, Gruppenarbeit, analoges Arbeiten).

Ein Leistungsmerkmal steigert die Akzeptanz eines Produkts. So bedeutet eine höhere Ausprägung eines Leistungsmerkmals folglich eine höhere Akzeptanz des Produkts. Funktionen, welche sich mit der automatisierten Überführung befassen, wie auch alle mit der Priorität zwei gekennzeichneten Anforderungen wurden der Gruppe der Leistungsmerkmale zugeordnet. Begeisterungsmerkmale bei einem Produkt werden nicht erwartet und führen bei einem Vorhandensein zu einer erhöhten Zufriedenheit. Das Fehlen solcher Merkmale führt wiederum nicht zur Ablehnung eines Produkts. Alle Anforderungen der Priorität drei wurden den Begeisterungsmerkmalen zugeordnet.

Die Einordnung der Anforderungen gemäß ihrer Priorisierung in das Kano-Modell wird in Abbildung 25 dargestellt.



**Abbildung 25: Einordnung User Stories in Kano-Modell**

Die Auswertung der Nutzerforderungen und die damit verbundene Einordnung in das Kano-Modell zeigt seitens der Nutzer eindeutig die Forderung zur einfachen Anwendung und zum Arbeiten in Gruppen. Das Arbeiten in Gruppen und somit die Einbindung von SME in den Prozess der Modellierung ist gemäß Literaturlauswertung anzustreben (Frank, 2009; Dumas *et al.*, 2018; Tapandjewa & Wegmann, 2018). Dieses Basismerkmal stellt somit eine umzusetzende Anforderung im Lösungsdesign dar.

Leistungsmerkmale bilden gemäß den User Stories bisher fehlende Funktionen im etablierten Ansatz. Die automatisierte Überführung der Ergebnisse der Phase Informationsgewinnung und Datenerhebung stellt eine dieser fehlenden Funktionen dar. Weiterhin wird eine Funktion, welche den SME die Kontrolle der überführten Daten ermöglicht, als Leistungsmerkmal identifiziert. Hierbei ist der Wiedererkennungswert der überführten Daten maßgeblich für den Erfolg einer inhaltlichen Qualitätssicherung (van der Aalst *et al.*, 2016), was in der Literatur als ein kritisch betrachtendes Problem von Modellen im Bereich EA identifiziert wurde (Kaisler *et al.*, 2005). Weiterhin wird die zusätzliche Erstellung von Diagrammen, im Zuge der automatisierten Überführung der Daten, als Funktion der Gruppe der Leistungsmerkmale zugeordnet. Hieraus lässt sich ableiten:

Je mehr Sichten einer operationellen Architektur aus den gesammelten Daten erstellt werden können, desto höher ist die Akzeptanz der Lösung.

Die Erstellung zusätzlicher Sichten aus einer EA aus bestehenden Daten findet sich in der Literatur als Herausforderung im Bereich der Geschäftsprozessmodellierung (Alotaibi, 2016). Begeisterungsmerkmale gemäß Nutzerforderung sind die überschneidungsfreie Darstellung der gesammelten Daten zur Steigerung der Lesbarkeit. Dies lässt sich auch so in der Literatur finden (Jünger & Mutzel, 2012). Weiterhin wird die freie Wahl von Farben einzelner Sichten oder Elemente als Begeisterungsmerkmal geführt.

Eine Anwendung der untersuchten Nutzerforderungen gemeinsam mit den erarbeiteten Erkenntnissen hinsichtlich der bisherigen Vorgehensweise der Organisation liefert das zu entwickelnde Lösungsdesign.

Der erste Schritt im bisherigen Vorgehensmodell beinhaltet die Informationsgewinnung und Datenerhebung. Dieser Schritt ist in jedem Modellierungsprozess obligatorisch und muss auch weiterhin so bestehen bleiben. Im Lösungsdesign muss hierfür eine Methode entwickelt werden, welche die erhobenen Anforderungen und Funktionen umsetzt. Fokussiert werden hierbei die Aspekte der Möglichkeit zur Gruppenarbeit und der Benutzerfreundlichkeit. Hieraus geht das einfache Erlernen und Nutzen der Methodik hervor, wie auch die Möglichkeit, die Informationen der SME kontextbasiert im Szenario zu gewinnen ohne diese zu stark einzuschränken (Simões *et al.*, 2018).

Die Methode muss jedoch auf bestehenden und bekannten Methoden basieren (Nutzung Best Practise, Good Practise) und darf, bedingt durch die vorherrschende IT-Landschaft der Organisation, keine gravierenden Eingriffe in die Hard- und Softwarelandschaft bedingen. Neben der Methode, welche aus der Implementierung des Lösungsdesigns hervorgeht, muss ein Tool zur Überführung der Daten erstellt werden. Dieses Tool muss nach der Überführung die Leitlinien der Organisation (Modell im Sparx EA; NAF) erfüllen. Eine Automatisierung der Überführung aus den vorliegenden Daten ist hierbei anzustreben (Weijters, A. J. M. M. *et al.*, 2006; Leemans *et al.*, 2018). So bilden neben der Form der entwickelten Methoden auch die Vorschriftenlage und die Schnittstelle des Sparx EA die Rahmenbedingungen für das zu entwickelnde Tool. Dieses muss die Daten automatisiert in ein Modell überführen, welches die gesammelten Daten, unter Beachtung der aufgezeigten Rahmenbedingungen, inhaltlich korrekt wiedergibt. Die Möglichkeit zur inhaltlichen Kontrolle des Modells muss dabei ohne Kenntnisse im Bereich EA möglich sein. Ist dies sichergestellt, trägt dies zur Optimierung der bisherigen Vorgehensweise oder des etablierten Ansatzes bei.

Hieraus lassen sich für ein Lösungsdesign folgende Erkenntnisse ableiten:

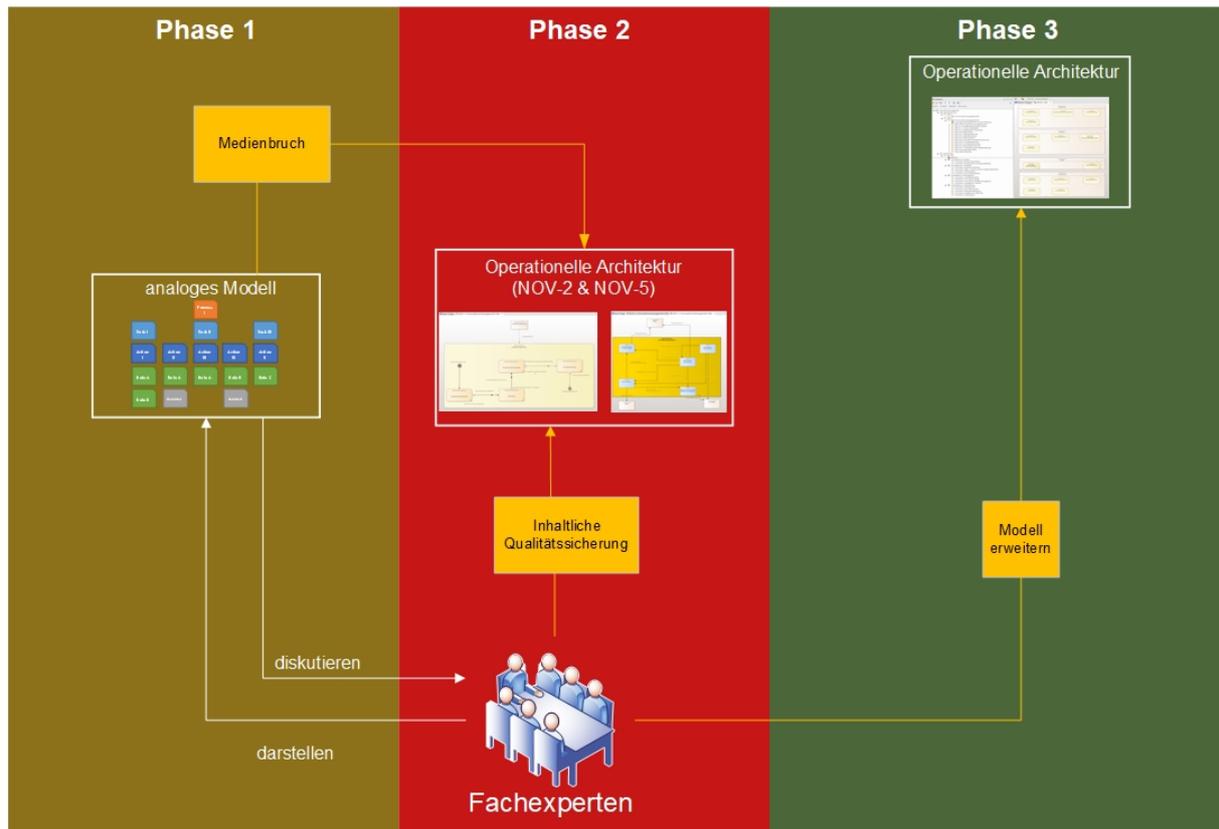
Die Implementierung des Lösungsdesigns muss zwei Artefakte hervorbringen; eine Methode zur Informationsgewinnung und Datenerhebung und auch ein Tool, welches die hiermit gesammelten Daten automatisiert in eine Form gemäß den Leitlinien der Organisation überführt.

Die Methode zur Informationsgewinnung und Datenerhebung muss leicht verständlich und erlernbar sein. Dabei soll sie die Gruppenarbeit fördern und eine analoge Anwendung ermöglichen. Dabei müssen alle notwendigen Daten für die Erstellung einer operationellen Architektur hinsichtlich NOV-2 und NOV-5 gesammelt werden. Die Überwindung des Medienbruchs zwischen der Darstellung dieser Informationen und einer Form, welche durch das Tool zur automatisierten Überführung verwendet werden kann, muss bei der Entwicklung der Artefakte stets beachtet werden.

Das Tool zur automatisierten Überführung dieser Daten muss die Leitlinien der Organisation hinsichtlich operationeller Architekturen beachten. Weiterhin muss das Ergebnis der Überführung als Modell in der Softwareumgebung Sparx EA vorliegen. Dabei müssen aus den vorliegenden Daten möglichst viele Diagramme der einzelnen Sichten automatisiert erstellt werden.

Abbildung 26 zeigt die in Kapitel 2 identifizierten Problemfelder des etablierten Ansatzes, welche den Fokus des Lösungsdesigns festlegen und durch dessen Implementierung gelöst werden sollen.

## Design des Concept into Architecture (CiA)



**Abbildung 26: Fokussierung des Lösungsdesigns (gelbe Kästen)**

Die durch die Implementierung des aufgezeigten Lösungsdesigns erstellten Artefakte müssen iterativ in der Organisation angewendet und evaluiert werden, um so zur Optimierung des etablierten Ansatzes beizutragen. Dies trägt zur Lösung der formulierten Problemstellung (vgl. 2) bei. Die dabei gewonnen Erkenntnisse nehmen wiederum Einfluss auf die Entwicklung der Artefakte.

Der nachfolgende Abschnitt behandelt die Implementierung des Lösungsdesigns und zeigt die Entwicklung dieser beiden Artefakte in Form eines Prototyps.

## 3.6 Implementierung des Lösungsdesigns

Dieser Teil des Kapitels beschreibt die Implementierung des Lösungsdesigns, aus welchem, die Erstellung von Artefakten folgt. Hierbei werden eine semi-formale Modellierungsmethode und ein Tool zur Überführung der Ergebnisse dieser Modellierungsmethode entwickelt. Ergänzend wird ein Algorithmus entworfen, welcher anschließend eingebettet in einem Tool aus den Ergebnissen der Modellierungsmethode automatisiert eine operationelle Architektur gemäß den Leitlinien der Organisation erstellt.

Beide Artefakte bilden gemeinsam ein Produkt, welches den Prototypen darstellt. Die Entwicklung und Evaluation des Prototyps fand unter Einbeziehung späterer Nutzer statt, um die notwendige Praxisnähe gewährleisten zu können.

### 3.6.1 Modellierungsmethode

Einer der beiden Artefakte des Prototyps wird durch eine Modellierungsmethode dargestellt. Diese muss entwickelt werden, da die durch die Organisation verwendeten Methoden oder ein Standard allein nicht alle identifizierten Probleme adressiert werden (vgl. Tabelle 6).

Die Entwicklung der Modellierungsmethode folgt dabei den Prinzipien des ADR und wird in kurzen iterativen Zyklen durchgeführt. Die Einbindung der späteren Nutzer erfolgte unter Beachtung der Vorgaben der User Experience Research (Hynek, 2002). Bei dieser Methode wird ein Design in enger Abstimmung mit späteren Nutzern entwickelt. Dabei wird während der Erstellung des Designs die Umsetzung der Nutzerforderungen (vgl. Tabelle 8) mit den Nutzern kontrolliert.

#### 3.6.1.1 Inhalt Modellierungsmethode

Die Modellierungsmethode richtet sich speziell auf den Kontext der Organisation. Ziel dabei ist, die Abbildung aller für die Sichten des NOV-2 und NOV-5 notwendigen Informationen bereitzustellen. Dies bildet die Grundlage für die automatisierte Erstellung der operationellen Architekturen. Das in 3.1 identifizierte Datenmodell (Abbildung 20) zeigt dabei die Verknüpfung zwischen benötigten Informationen und dem gemäß Metamodell des NAF zu verwendenden Stereotyp. Tabelle 10 zeigt diese Zuordnung.

Benötigte Information	Stereotyp Metamodell
Handelnde Entität	Node
Ausgetauschte Daten (Informationsfluss)	InformationExchange, OperationalActivityFlow
Eingangs- und Ausgangszustand	Operational Initial Node, Operational Final Node, Action Pin
Name der Handlung	OperationalActivity, OperationalActivityAction

**Tabelle 9: Zuordnung Information und Stereotyp Meta-Modell NOV-2 und NOV-5**

Die Information bezüglich des Ortes einer handelnden Entität wird in der Modellierungsmethode nicht abgebildet, sondern zu einem späteren Zeitpunkt mittels anderer Methoden erhoben.

Die in Tabelle 10 aufgezeigten Informationen bestimmen die inhaltlichen Vorgaben der Modellierungsmethode und gewährleisten die Ausrichtung im Kontext der operationellen Architekturen. Dies wiederum bildet die Grundlage für das Design der Modellierungsmethode.

### 3.6.1.2 Design Modellierungsmethode

Das Design der Modellierungsmethode muss neben der inhaltlichen Fokussierung auf den Kontext der Organisation auch Vorgaben und Aspekte der Nutzerfreundlichkeit beinhalten, wie beispielsweise die von Malinova & Mendling visuellen Richtlinien (Malinova & Mendling, 2021). Ein Ziel dieser Richtlinie ist das einfache Lesen und Verstehen von erstellten Modellen. Um dies zu erreichen, definiert die Arbeit von Horton (Horton, 1991) Richtwerte bezogen auf die Darstellungsform, welche in Tabelle 10 gezeigt werden.

Ordnung und Anzahl an Elementen
Maximal 3 Abstraktionsebenen
Maximal 30 Elemente in einer Darstellung
Lesbar in 30 Sekunden
Erkennbar in 3 Minuten
Verständlich in 30 Minuten

**Tabelle 10: Ordnung und Anzahl an Elementen**

Zur Umsetzung dieser Anforderung müssen verschiedene Kriterien der grafischen Darstellung beachtet werden. So müssen einzelne Elemente in Schreibrichtung (Haecker, 1986), von links nach rechts, angeordnet werden, um die bereits genannten 30 Sekunden zum Lesen eines Diagramms zu ermöglichen.

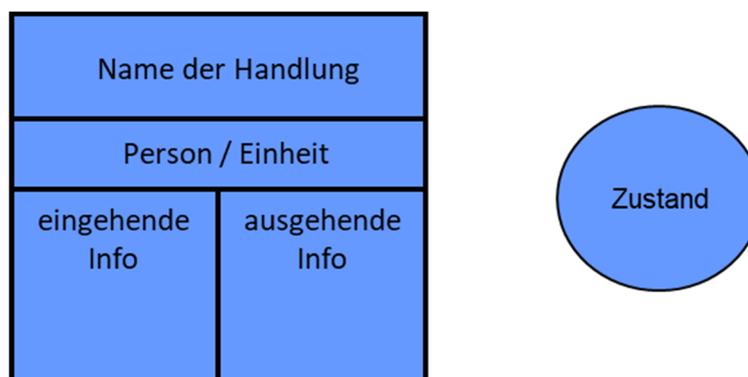
## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Neben diesem strukturierten Vorgehen sollte die Vorgehensweise stets iterativ sein (Knackstedt *et al.*, 2009), was durch die genannte Vorgehensweise des Einführens und Definierens und auch durch die Nutzung unterschiedlicher Abstraktionsebenen gegeben ist. Die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Elementen sollten durch Pfeile dargestellt werden, welche die Lese- und Flussrichtung des Prozesses darstellen. Hierbei muss beachtet werden, dass im Hinblick auf die nötige Lesbarkeit und zur Einhaltung der geforderten Zeitlinien eine Überschneidung der Pfeile vermieden werden sollte (Koning *et al.*, 2002). Die gesammelten Anforderungen bezogen auf die Benutzerfreundlichkeit mit Schwerpunkt der Darstellung zeigt Tabelle 11.

Kriterien zur grafischen Darstellung
Einheitliche Form von Elementen
Kein Überladen von Informationen
Anordnung in Schreibrichtung, von links nach rechts
Eindeutige Kennzeichnung und Anordnung von Elementen anderer Abstraktionsebenen
Verbindung von Elementen mit Konnektoren
Vermeidung von Text außerhalb vorgesehener Positionen

**Tabelle 11: Kriterien zur grafischen Darstellung**

Ähnliche Ansätze lassen sich in den untersuchten Standards (siehe 3.4) finden, welche alle auf gerichteten Graphen basieren. Auf dieser Grundlage wurde das Design der Modellierungsmethode entwickelt, welches sich an den zuvor genannten Petri-Netzen orientiert. In Kombination mit den in Tabelle 9 aufgezeigten notwendigen Informationen wurden zwei Elemente für die Modellierungsmethode entwickelt, welche in Abbildung 27 gezeigt werden.



**Abbildung 27: Elemente der Modellierungsmethode**

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Das quadratische Element enthält, mit Ausnahme des Zustands, alle Informationen, welche gemäß den Leitlinien der Organisation für den NOV-5 und NOV-2 notwendig sind. Dabei steht an oberster Stelle der Name einer Handlung. Dies folgt aus dem Grundsatz, dass ein Element bei der Modellierung zu Beginn vorgestellt werden soll (Koning *et al.*, 2002). Der darunterliegende Teil des Elements ist ein zweigeteilter Bereich. Diese Teilung repräsentiert auf der linken Seite die eingehenden Informationen. Analog dazu werden auf der rechten Seite die ausgehenden Informationen dargestellt. Diese Form der Darstellung unterstützt die Schreibrichtung von links nach rechts und zeigt somit auf, dass im Laufe einer Handlung eine Transformation von Informationen und damit einhergehend eine Änderung des Zustands erfolgen kann. Das runde Element enthält Informationen bezüglich des Zustands und stellt das in einem Petri-Netz vorhandene Element der Transition dar. Bezüglich der Verbindung einzelner Elemente wurden Pfeile als Darstellungselemente gewählt, gemäß der Form von Petri-Netzen. Im Kontext der Modellierungsmethode stellen Knoten Objekte dar, welche durch Kanten verknüpft werden. In der Darstellungsweise des Designs werden die Knoten durch die in Abbildung 27 gezeigten Elemente repräsentiert. Eine Verbindung der dargestellten Elemente erfolgt durch Pfeile, was einer Repräsentierung der Kanten entspricht.

Hierbei spiegelt die Pfeilrichtung den Handlungsablauf und die Flussrichtung der ausgetauschten Informationen wider, wodurch ein gerichteter Graph oder Digraph (Bang-Jensen & Gutin, 2010) erzeugt wird. Durch diese Darstellungsform wird die identifizierte Struktur eingehalten, welche auch in den gängigen Standards wie EPK oder BPMN verwendet wird. Die Anwendung dieser Struktur fordert zur Erreichung einer maximalen Lesbarkeit und der damit verbundenen Benutzerfreundlichkeit die planare Darstellung des Graphen (Gutwenger *et al.*, 2003). Wie durch Jünger und Mutzel (Jünger & Mutzel, 2012) gezeigt, weisen planare Graphen eine hohe Lesbarkeit auf, da keine Überschneidungen von Kanten vorliegen. Abbildung 28 zeigt die Anwendung der Objekte der Modellierungsmethode.



**Abbildung 28: Anwendung der Objekte der Modellierungsmethode**

Die Implementierung des Designs bildet gemäß den Phasen des ADR lediglich den Teil Building ab. Zur Darstellung der Intervention und Evaluation muss die Methode unter Einbindung potenzieller Nutzer angewendet werden. Die daraus resultierenden Rückschlüsse liefern den Input zur Weiterentwicklung und bilden den Übergang zur nächsten Iteration oder zum nächsten Zyklus.

### **3.6.2 Anwendung Modellierungsmethode**

Die Modellierungsmethode dient der Informationsgewinnung und Datenerhebung und wird somit in der ersten Phase des etablierten Ansatzes eingesetzt. Für die Verwendung einer Methode ist die Benutzerfreundlichkeit ein maßgebender Faktor. Die erste Anwendung der Modellierungsmethode sollte Aufschluss hinsichtlich der Benutzerfreundlichkeit geben. Um Erkenntnisse hierüber zu gewinnen, wurde die Modellierungsmethode in mehreren kleinen Iterationen durch Vertreter der späteren Zielgruppe (SME) angewendet. Diese als User Experience Research (UER) bekannte Methode (Hynek, 2002) eignet sich für das verwendete Forschungsdesign des ADR.

Für die jeweiligen Iterationen wird das Modell zur Evaluation durch Attribute erweitert, welche die definierten Sub-Attribute adressieren (vgl. Abbildung 5). Dieses Modell wird zur Evaluation der Modellierungsmethode, hinsichtlich der Benutzerfreundlichkeit, angewendet. Die Erkenntnisse fließen in die Weiterentwicklung der Modellierungsmethode ein und besitzen Einfluss auf das Design.

#### **3.6.2.1 Erste Iteration – Vorbereitung und Durchführung**

Die erste Iteration der Modellierungsmethode befasste sich mit der Benutzerfreundlichkeit hinsichtlich der Anwendung. Dies umfasste neben der Verständlichkeit bezogen auf die Elemente der Modellierungsmethode auch das Regelwerk zur Anwendung. Die Betrachtung bezüglich des Sammelns von Informationen und der Datenerhebung folgte in einem späteren Zyklus.

Die Anwendung wurde innerhalb einer Abteilung der Behörde durchgeführt. Der verantwortliche Vorgesetzte genehmigte diese Iteration und teilte zwei SME als Probanden ein. Da eine mündliche Absprache getroffen wurde, wurde auf das schriftliche Fixieren dieser Vereinbarung verzichtet. Die Beachtung der Einstufung der Daten des Projekts war die maßgebliche Vorgabe. Da diese als Verschlussache (Nur für den Dienstgebrauch) eingestuft war, findet sich in der vorliegenden Arbeit keine Abbildung des Modells oder der textuellen Beschreibung.

Die Methode wurde von einem Paar, bestehend aus zwei SME, genutzt. Beide SME waren bereits Interviewpartner bezüglich der Erhebung des Status quo der Organisation (siehe Kapitel 2). Da der Fokus auf der reinen Anwendung der Methode lag, sollte ein bestehendes, einfaches Modell der BKM mittels der entwickelten Modellierungsmethode nachmodelliert werden. Beide SME waren bei der Erstellung des BKM-Modells im Rahmen ihrer Arbeit als SME beteiligt.

Zu Beginn wurden die SME von mir in die Nutzung der Methode eingewiesen. Die Einweisung bestand aus einer Erklärung der Syntax (Elemente, Verwendung, Bedeutung), wie auch einer Erläuterung des Regelwerks. Weiterhin wurde das Ziel der Anwendung, eine Untersuchung bezogen auf die Benutzerfreundlichkeit der Methode, den SME erläutert.

Zusätzlich zu dem vorhandenen BKM-Modell wurde den SME ein Text vorgelegt, welcher den durch das Modell dargestellten Prozess in Prosa beschrieb. Dieser Prozess sollte mithilfe der Modellierungsmethode dargestellt werden. Bei der Modellierung wurde durch mich nicht steuernd eingegriffen, sondern lediglich auftretende Fragen zur Anwendung beantwortet.

Die teilnehmende Beobachtung wurde zur Datenerhebung genutzt. Ergänzt wurde dies durch eine Befragung der SME im Anschluss an die Modellierung. Der dabei verwendete Fragenkatalog (siehe unten) umfasste nur offene Frage, um so die Eindrücke der SME möglichst umfassend aufnehmen zu können.

- Welche Schwierigkeiten gab es hinsichtlich der Anwendung der Methode?
- Konnten Sie die Verwendung aller Elemente verstehen?
- War das Regelwerk zur Anwendung für Sie verständlich?

Eine Übersicht dieser Iteration findet sich in Anlage 4.

Zur Evaluation der Methode musste das erstellte Evaluationsmodell (vgl. Abbildung 5) auf diese Iteration angepasst werden. Die als Ziel definierte Evaluation hinsichtlich der Benutzerfreundlichkeit ergibt sich aus den in Abbildung 29 gezeigten zu adressierenden Attribute, welche das ursprüngliche Evaluationsmodell spezifisch ergänzen. Die Adressierung der Attribute wurde durch die Daten von teilnehmender Beobachtung und Befragung nachgewiesen.

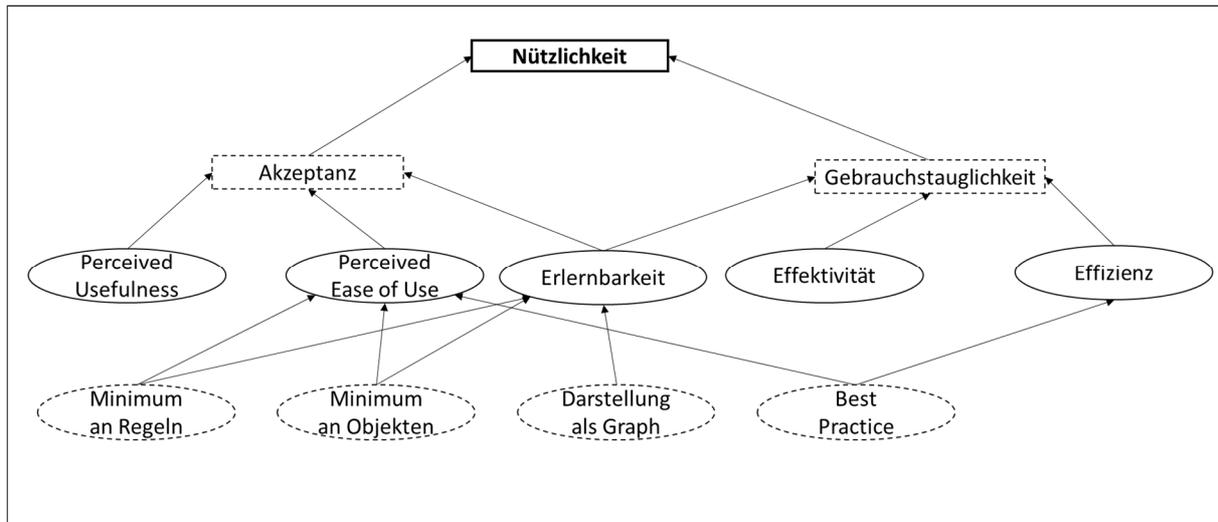


Abbildung 29: Evaluationsmodell

Die aufgeführten Attribute ergeben sich aus den Arbeiten von Horton (Horton, 1991), wie auch von Koning et al. (Koning *et al.*, 2002) und der DIN ISO 9241-110 (DIN e.V., 2020). Durch Adressierung dieser Attribute sollen Nachweise bezüglich der Perceived Ease of Use, der Erlernbarkeit und der Effizienz erbracht werden.

### Minimum an Regeln:

Durch eine überschaubare Anzahl an Regeln können Nutzer die Anwendung einer Methode schneller und einfacher erlernen. Dies führt dazu, dass Nutzer dazu geneigt sind, diese Methode zu verwenden, da sie sich ihrer korrekten Nutzung sicher sind (Venkatesh *et al.*, 2012).

### Minimum an Objekten:

Eine begrenzte Anzahl an zu verwendenden Objekten innerhalb einer Modellierungsmethode erleichtert sowohl das Erlernen als auch die Anwendung dieser Methode. Dies führt ebenfalls dazu, dass Nutzer die Verwendung dieser Methode vorziehen.

### Darstellung als Graph:

Die Darstellung eines Modells in Form eines Graphen erleichtert bzw. erhöht die Lesbarkeit. Zusätzlich fördert die durch Jünger und Mutzel (Jünger & Mutzel, 2012) beschriebene planare Darstellung das Erlernen einer Methode.

### Best Practice:

Durch das Beibehalten etablierter Methoden oder Vorgehen (Best Practice) kann eine Methode effizient eingesetzt werden (niedrige Hemmschwelle zur Anwendung, Vermeidung von Fehlern durch bekannte Praktiken etc.). Dies wirkt sich u. a. positiv auf die Perceived Ease of Use aus.

### **3.6.2.2 Erste Iteration – Evaluation**

Die Anwendung der Methode bereitete den SME grundsätzlich keine Schwierigkeiten. Das bestehende BKM-Modell konnte gemeinsam mit den im Text vorhandenen Informationen, in die Objekte der Methode überführt werden. Das vorhandene Regelwerk zur Anwendung der Methode enthält lediglich die Vorgabe, dass auf eine Stelle stets eine Transition folgt und diese mit Pfeilen zu verbinden sind. Weiterhin sind sowohl „1 zu n“-als auch „n zu 1“-Beziehungen erlaubt (z. B. auf eine Transition folgen drei Stellen etc.).

Die Verwendung von lediglich zwei unterschiedlichen Objekten trägt ebenfalls zu der einfachen Anwendung bei. Verbunden mit der Darstellung als Graph und der Beibehaltung von Best Practice (Nutzung von Karten) erfolgt eine Adressierung der Attribute hinsichtlich Erlernbarkeit und Effizienz, was wiederum positiven Einfluss auf die Perceived Ease of Use besitzt.

Beide SME sagten aus, dass aus ihrer Sicht die Aufgabe erfolgreich ausgeführt werden konnte.

Die Aufteilung in zwei Objekttypen (gemäß Stellen und Transitionen) führte aus Sicht der Anwender zu keinem Mehrwert. Deutlich wurde dies durch das häufige Auftreten der Frage, ob die Felder Zustand (Transition; Kreis) und Info (Stelle; Quader) auch frei vertauschbar seien.

Abbildung 30 (aufgrund der Einstufung wurde mit Abkürzungen gearbeitet) zeigt einen Ausschnitt des durch die SME mit der Modellierungsmethode erstellten Modells. Die falsche Anwendung der Methode hinsichtlich der parallel stattfindenden Prozessschritte zeigt die fehlende Verbindung der vorletzten Transition.



## Design des Concept into Architecture (CiA)



Abbildung 31: Design des Elements

Abbildung 32 zeigt in einem Beispiel die grafische Umsetzung der Verbindung von Elementen mittels der skizzierten Pfeile.

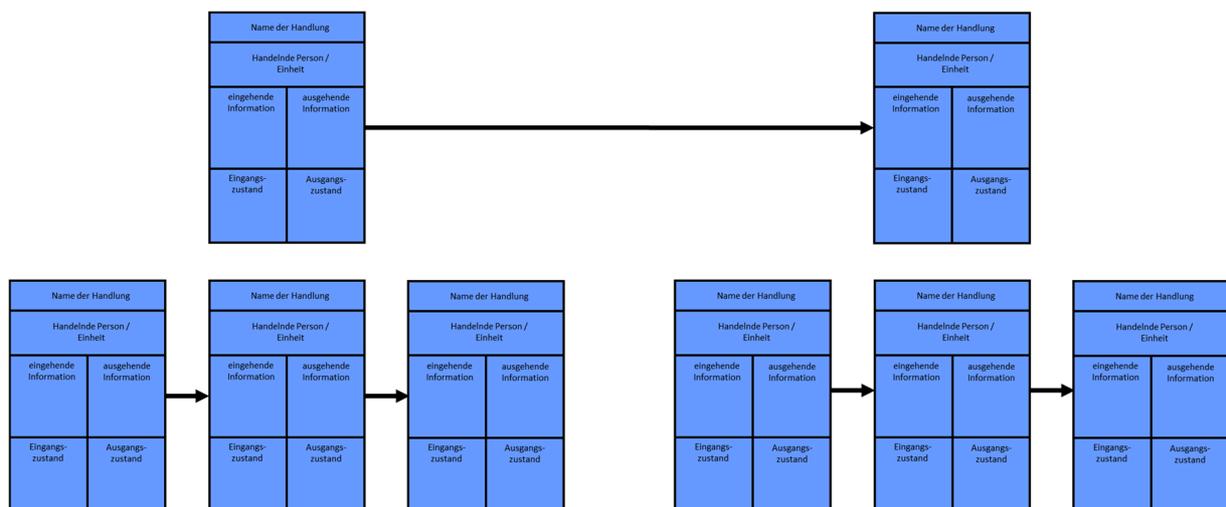


Abbildung 32: Design der Modellierungsmethode

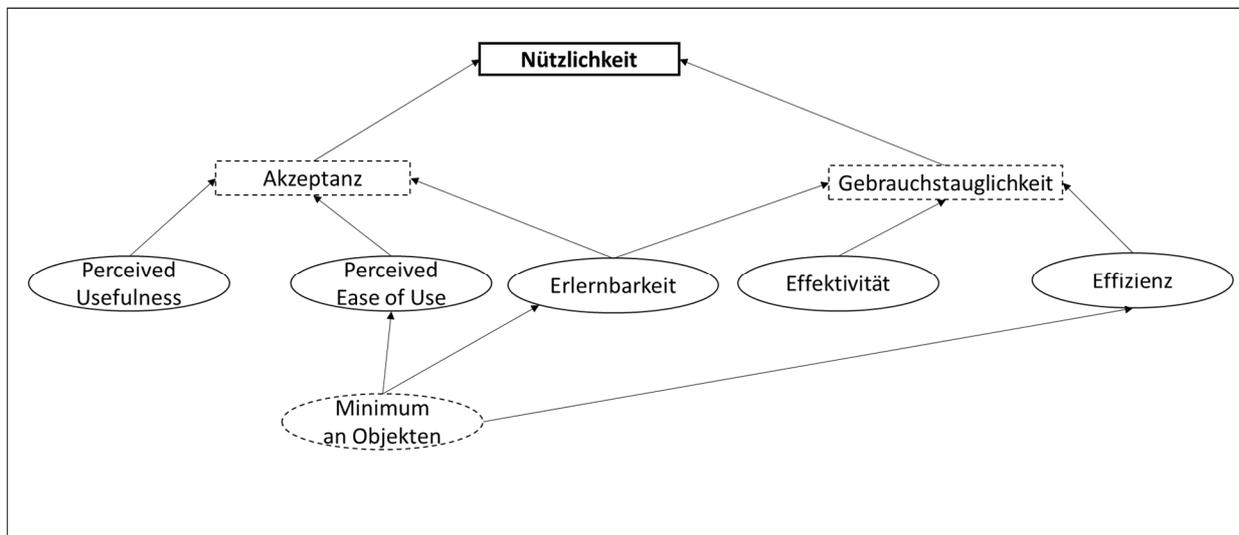
Die Anpassung des Designs wurde, bezogen auf ihren Nutzen, in einer weiteren Iteration evaluiert.

### 3.6.2.4 Zweite Iteration – Vorbereitung und Durchführung

Die zweite Evaluation der Modellierungsmethode hinsichtlich der Benutzerfreundlichkeit fokussierte sich auf die Anpassungen des Designs. Daher wurden die gleichen Rahmenbedingungen wie in der vorhergehenden Iteration geschaffen. Das Einverständnis des Vorgesetzten wurde auch für diese Iteration gegeben und somit wurde auch hier keine Vereinbarung schriftlich festgehalten.

Die beiden SME der vorhergehenden Evaluation wurden auch hier als Anwender eingesetzt. Die Aufgabenstellung blieb gleich, es musste mit der entwickelten Modellierungsmethode ein Modell erstellt werden. Die Vorlage für das Modell bildete wieder ein bestehendes BKM-Modell inklusive einer textuellen Beschreibung. Da auch dieser Inhalt eingestuft war, wurde das Ergebnis der Modellierung in einer niedrigen Auflösung (Abbildung 34) abgebildet.

Ziel war die Überprüfung der Anpassungen des Designs der Modellierungsmethode und deren Auswirkung auf die Benutzerfreundlichkeit. Auch hier wurde von mir die Rolle des Moderators übernommen. Die Datenerhebung erfolgte wiederum durch die teilnehmende Beobachtung. Da die Anpassung der Modellierungsmethode sich lediglich auf die Anzahl der Objekte der Methode bezog, wurde nur das Attribut „Minimum an Objekten“ als zu dressierendes Attribut der Evaluation definiert. Das hierfür angepasste Evaluationsmodell zeigt Abbildung 33.



**Abbildung 33: Evaluationsmodell**

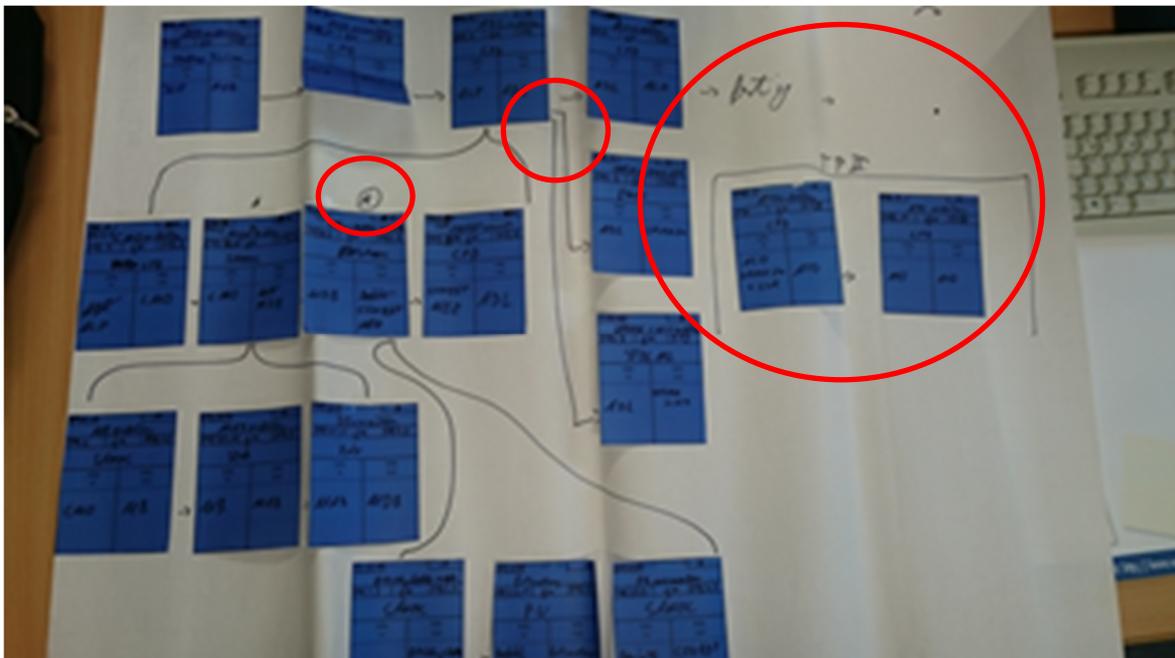
### Minimum an Objekten:

Eine begrenzte Anzahl an zu verwendenden Objekten innerhalb einer Modellierungsmethode erleichtert sowohl das Erlernen als auch die Anwendung dieser Methode. Eine einfache Anwendung trägt mit zur Effizienz einer Methode bei. Dabei ist zu beachten, dass mit der Methode auch das gewünschte Ziel erreicht werden kann.

Auch in dieser Evaluation wurde die SME im Anschluss an die Modellierung hinsichtlich der Anwendung der Methode befragt. Hier wurde derselbe Fragenkatalog wie in der vorhergehenden Evaluation genutzt. Anlage 5 zeigt eine Übersicht dieser Evaluation.

### 3.6.2.5 Zweite Iteration – Evaluation

Die Einweisung in die Aufgabe und in die angepasste Methode war sehr kurz, da beiden SME die letzte Anwendung noch bekannt war. Da die Methode nur noch aus einem Objekt bestand, wurden alle Elemente korrekt verwendet. Die Informationen wurden korrekt in die entsprechenden Felder der Knoten eingetragen. Alle Knoten wurden mittels Pfeile (Kanten) verknüpft. Somit wurden alle Vorgaben zur korrekten Nutzung der Methode durch die SME beachtet. Alle Informationen des BKM-Modells, inklusive textueller Beschreibung, konnten durch die Modellierungsmethode genutzt und somit ein Modell erstellt werden. Das Ergebnis dieser Modellierung zeigt Abbildung 34 (da dieses Bild eingestufte Daten enthält, wird es bewusst unscharf dargestellt).



**Abbildung 34: Ergebnis der Modellierung**

Das in Abbildung 34 abgebildete Modell zeigt die korrekte Verwendung der Modellierungsmethode. Somit führte die Anpassung der Modellierungsmethode zwar zum gewünschten Ergebnis (fehlerfreie Anwendung durch die SME), jedoch zeigt Abbildung 34 eine verminderte Lesbarkeit des Modells (im Bild rot eingekreist), welche einen Gegenstand der Reflexion dieser Iteration darstellt.

### **3.6.2.6 Zweite Iteration – Reflexion und Lernen**

Die SME konnten die Modellierungsmethode unter Beachtung aller Vorgaben nutzen. Somit führte die Anpassung des Designs der Modellierungsmethode zu einer fehlerfreien Anwendung.

Die Erlernbarkeit wurde in dieser Evaluation nicht adressiert, da die Methode nur minimal angepasst wurde und den SME die Vorgängerversion bereits bekannt war.

Die Lesbarkeit des Modells wurde dahingehend beeinträchtigt, dass das Regelwerk zur Anwendung sich nur mit der Syntax, jedoch nicht mit der Anordnung befasste. Abbildung 34 zeigt deutlich, dass das erstellte Modell unstrukturiert wirkt. Die Anordnung von Objekten und insbesondere die Spezifizierung einzelner Handlungen sind sehr unübersichtlich platziert.

Dies führte dazu, dass im Regelwerk Angaben zur Anordnung der Objekte ergänzt werden mussten.

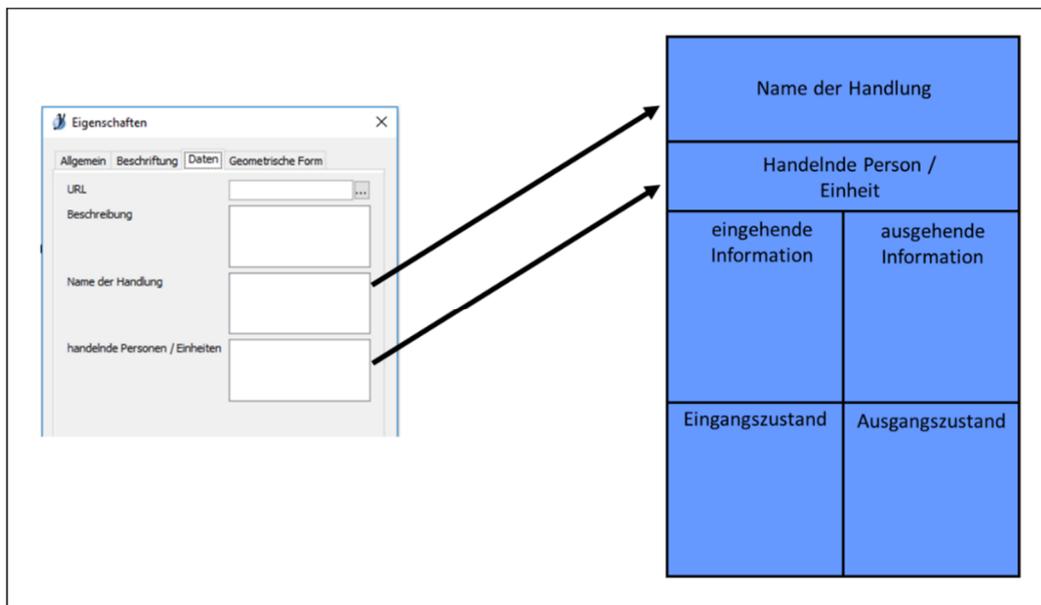
Die Vorlagen für die Evaluation bildeten in beiden Iterationen bestehende Modelle. Ziel war das Sammeln von Daten hinsichtlich der Anwendung der Modellierungsmethode. Somit stellt die Evaluation hinsichtlich der Eignung der Methode zur Informationsgewinnung und Datenerhebung (Phase 1 etablierter Ansatz, vgl. 2.1) einen Schwerpunkt für weitere Zyklen dar, da das mit der Methode erstellte Modell die Datenbasis für die spätere, automatisierte Erstellung von operationellen Architekturen bildet.

### 3.6.3 Digitalisierung der erstellten Modelle

Die Ergebnisse der in 3.6.1 entwickelten Modellierungsmethode bilden die Grundlage zur späteren Erstellung von operationellen Architekturen. Hierfür müssen die analog vorliegenden Modelle digitalisiert<sup>15</sup> werden, um so den Medienbruch zu überwinden und eine computergestützte Weiterverarbeitung zu ermöglichen. Die Beschreibung dieser Aufgabe ist Gegenstand dieses Kapitels.

Die durch die Modellierungsmethode analog erstellten Modelle müssen in einer Form vorliegen, welche die automatisierte Erstellung operationeller Architekturen ermöglicht. Hierbei muss diese Digitalisierung ohne Expertenwissen im Bereich EA oder spezielle Kenntnisse durchführbar sein.

Da die Modellierungsmethode auf einem Graphen basiert, wurde sich für eine Software zum Zeichnen von Graphen entschieden. Die Software yEd der Firma yWorks<sup>16</sup> bietet die Möglichkeit, Graphen zu zeichnen. Weiterhin ist es möglich, den Kanten und Knoten benutzerdefinierte Eigenschaften zuzuweisen. Dies bietet die Möglichkeit, die erstellte Modellierungsmethode identisch in yEd abbilden zu können. So werden den Knoten die Eigenschaften „Name der Handlung“ und „handelnde Personen / Einheiten“ zugewiesen, was in Abbildung 35 dargestellt wird.



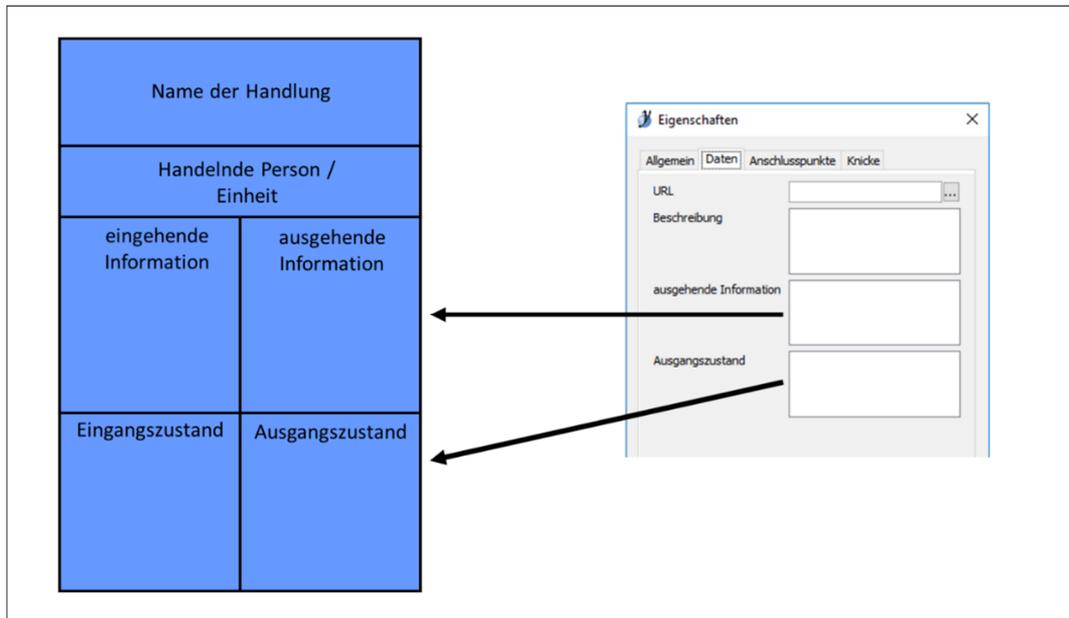
**Abbildung 35: Benutzerdefinierte Eigenschaften der Knoten**

<sup>15</sup> Digitalisieren im Sinne der Umwandlung von papiergebundenen Dokumenten o.Ä. in digitale Dokumente zur computergestützten Weiterverarbeitung

<sup>16</sup> <http://www.yworks.com/products/yed>

## Design des Concept into Architecture (CiA)

Die Eigenschaften „ausgehende Information“ und „Ausgangszustand“ werden den Kanten zugewiesen. Da die ausgehenden Informationen und der Ausgangszustand eines Elements  $n$  die eingehenden Informationen und den Eingangszustand eines Elements  $n+1$  darstellen, sind lediglich die Daten „ausgehende Information“ und „Ausgangszustand“ als Kanteneigenschaften zu definieren, was Abbildung 36 zeigt.



**Abbildung 36: Benutzerdefinierte Eigenschaften der Kanten**

Die mit yEd erstellten Graphen liegen in der auf XML basierenden Form der Graph Markup Language (GraphML) (Brandes *et al.*, 2016) vor. Das Dateiformat GraphML beschreibt die Struktur des Graphen hinsichtlich seiner Eigenschaften sowie der grafischen Repräsentation und bietet die Möglichkeit, zusätzliche Informationen in Form von Knoten- und Kantengewichten (benutzerdefinierte Eigenschaften) abzubilden.

Das GraphML-Format ist durch seine auf XML basierende Form mit vielen Schnittstellen kompatibel. So finden sich für verschiedene Programmiersprachen Bibliotheken, um GraphML-Dateien einzulesen und erzeugen zu können. Bekannte Bibliotheken sind beispielsweise „NetworkX“<sup>17</sup> für Python oder „igraph“ für R<sup>18</sup>.

Die Nutzung von yEd ermöglicht das Überwinden des Medienbruchs (vgl. Abbildung 26), zwischen den analogen Modellen der entwickelten Modellierungsmethode, hin zu einem Format für die computergestützte Weiterverarbeitung. Dies bildet einen wichtigen Schritt zur automatisierten Erstellung operationeller Architekturen.

<sup>17</sup> <https://networkx.org/>

<sup>18</sup> <https://igraph.org/r>

### 3.6.4 Tool zur automatisierten Erstellung operationeller Architekturen

Die Nutzung der Software yEd ermöglicht es, die mittels der entwickelten Modellierungsmethode analog erstellten Modelle in einer digitalen Form abzubilden. Diese Modelle stellen jedoch noch keine operationelle Architektur gemäß den Leitlinien der Organisation dar (vgl. 3.1 bis 3.3). Dies soll mithilfe eines Tools erreicht werden, welches speziell für diesen Zweck entwickelt werden muss. Ziel hierbei ist eine Übersetzung der mit der entwickelten Modellierungsmethode erzielten Ergebnisse in eine Form, welche über die XML-Schnittstelle des Sparx EA importiert werden kann.

Das Tool, welches einen weiteren Artefakt darstellt, bildet hierbei den zentralen Steuerungspunkt (Orfali *et al.*, 1995) zwischen den digitalisierten Ergebnissen der Modellierung und dem Sparx EA. Aus den vorliegenden Informationen werden durch das Tool die für eine operationelle Architektur notwendigen Sichten (NOV-2 und NOV-5) generiert und in einem für den Sparx EA nutzbaren Format gespeichert.

Zusammenfassend ergeben sich für das Tool die unten aufgeführten Schritte, vom Einlesen der erstellten Modelle bis hin zur Ausgabe des zu importierenden Modells in den Sparx EA.

- Einlesen des vorliegenden Modells
- Generierung eines gerichteten Graphen mit mehreren Komponenten
- Erstellung eines Diagramms für jede Komponente in Form eines einzelnen gerichteten Graphen mit allen Informationen gemäß NOV-5
- Erstellung eines Diagramms für jede Komponente in Form eines einzelnen gerichteten Graphen mit allen Informationen gemäß NOV-2
- Ausgabe einer Datei zum Import in den Sparx EA

Um die aufgeführten Schritte durchführen zu können und einen Übergang zwischen den verschiedenen Softwarekomponenten und Dateiformaten zu ermöglichen, müssen Vorgaben zur Schnittstellenimplementierung berücksichtigt werden.

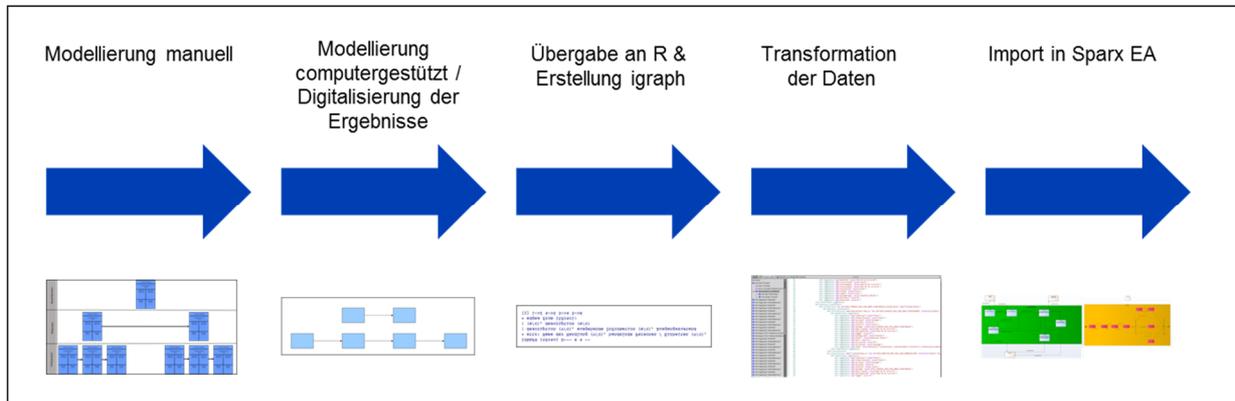
Hierfür wurde ein Tool in der Programmiersprache Java entwickelt. Zum Einlesen der GraphML-Datei wurde mittels Bibliotheken die Software R (Ihaka & Gentleman, 1996) mit der Erweiterung „igraph“ (Csardi & Nepusz, 2006) eingebunden.

Dieses Tool ermöglicht die Transformation der Ergebnisse der Modellierung hin zu der durch die Organisation vorgegebenen Form.

Hierfür werden die Ergebnisse der Modellierung digitalisiert. Das im GraphML-Format vorliegende Modell wird nun an die Softwarelösung R übergeben. Die in R vorhandenen Daten werden an das in Java implementierte Tool weitergegeben. Die übergebenen Daten werden

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

durch das Tool in eine, von der im Sparx EA implementierten XML-Schnittstelle vorgegebene Form übersetzt. Das Ergebnis der Übersetzung wird als XML-Datei ausgegeben, welche nun in den Sparx EA importiert werden kann und die geforderten Sichten des NAF (NOV-2 und NOV-5) darstellt. Der Verlauf der Transformation der Daten über alle Sichten der gesamten Software wird in Abbildung 37 aufgezeigt.



**Abbildung 37: Funktionsweise der entwickelten Software**

Durch die Nutzung des entwickelten Tools in Kombination mit der Modellierungsmethode kann der Medienbruch zwischen der analogen Modellierung und der computergestützten Weiterverarbeitung der Daten [vgl. Abbildung 26: Fokussierung des Lösungsdesigns (gelbe Kästen)Abbildung 26] überwunden werden. Weiterhin wird die automatisierte Überführung erstellter Modelle in die gemäß Leitlinien geforderte Form ins NAF ermöglicht.

### 3.6.4.1 Entwicklung Algorithmus

Die digitalisierten Ergebnisse der Modellierung liegen in Form eines gerichteten Graphen mit spezifizierten Eigenschaften der Knoten und Kanten vor, gespeichert als GraphML-Datei. Die spezifizierten Eigenschaften der Knoten und Kanten stellen die Informationen der Objekte der Modellierungsmethode dar (vgl. 3.6.3). Die digitalisierten Ergebnisse der Modellierung müssen nun in eine Form umgewandelt werden, die den Import in den Sparx EA als NAF-konformes Modell erlaubt. Das GraphML-Format ist als Standard definiert, ebenso das für den Sparx EA vorgeschriebene XML-Format. Die in beiden Formaten gespeicherten und transportierten Informationen berücksichtigen die Vorgaben dieser Standards, was die Nutzung von Schnittstellen in unterschiedlichen Bibliotheken (beispielsweise iGraph in R) erlaubt. Die automatisierte Erstellung von operationellen Architekturen ist auf den Kontext der Organisation zugeschnitten („optimiert“), weshalb die Entwicklung und die Implementierung eines speziellen Algorithmus notwendig sind.

## Design des Concept into Architecture (CiA)

Um die Informationen der GraphML-Datei in das für den Sparx EA vorgeschriebene XML-Format zu transformieren, müssen mehrere Schritte abgearbeitet werden, vom Einlesen der Datei über das Erstellen der Elemente für die jeweiligen Diagramme bis hin zur Erstellung dieser Diagramme und zum Speichern im XML-Format. Dieser Ablauf wird im Sequenzdiagramm in Abbildung 38 gezeigt.

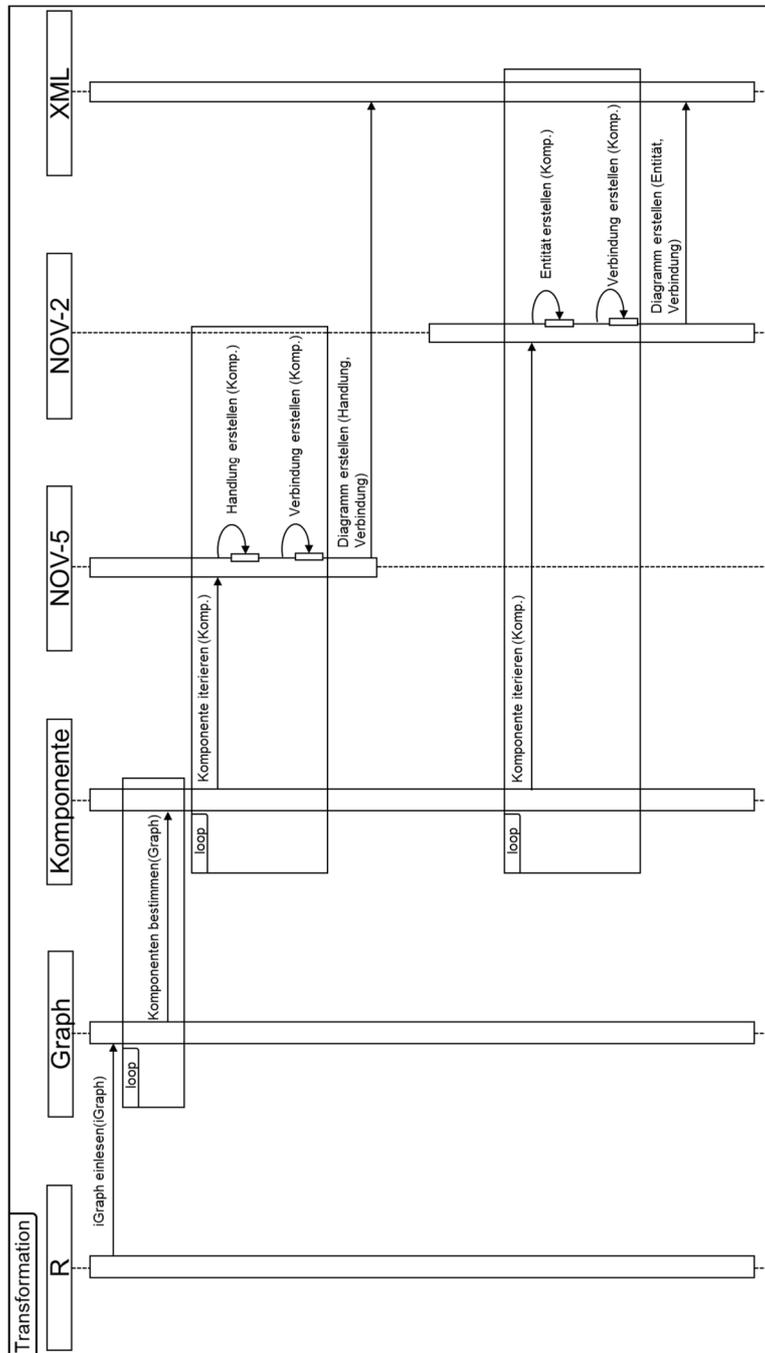


Abbildung 38: Sequenzdiagramm Transformation

In dem in Abbildung 38 gezeigten ersten Schritt wird aus dem vorliegenden Modell ein Graph im Tool erzeugt. Den Pseudocode des Algorithmus, um aus der GraphML-Datei mittels R und der Bibliothek iGraph alle Informationen auszulesen und den Datentyp Graph im Tool zu befüllen, zeigt Abbildung 39.

```
1
2
3 get Graph G aus Eingangsmaterial{
4     NM = new Map für Knoten
5     EM = new Map für Kanten
6
7     Graph G = new Graph(Map Knoten, Map Kanten)
8
9     NI = get alle Knoten iGraph aus R
10    for (from int i = 0; to end of NI; i++){
11        Vertex v = get Vertex i from NI
12
13        Knoten n = new Knoten(Informationen aus v)
14        NM.add(n)
15    }
16
17
18    EI = get alle Kanten iGraph aus R
19    for (from int i = 0; to end of EI; i++){
20        Arc a = get Edge i from EI
21
22        Kante e = new Kante(Informationen aus a)
23        EM.add(e)
24
25    }
26
27    Graph G = new Graph(Map Knoten := NM, Map Kanten := EM)
28
29    return G
30 }
```

Abbildung 39: Pseudocode Erzeugung Graph

Der eingelesene Graph besitzt mehrere nicht zusammenhängende Komponenten. Jede Komponente stellt dabei einen eigenen Teilprozess dar. Um die Zuordnung von untergeordneten Teilprozessen zu einem übergeordneten Prozessschritt jedoch zu ermöglichen, muss den Knoten im Vorfeld die Eigenschaft übergeordnete Handlung zugewiesen werden.

## Design des Concept into Architecture (CiA)

Nach erfolgreicher Erzeugung des Graphen wird dieser auf Komponenten untersucht, welche die einzelnen Teilprozesse darstellen. Diese werden in einer separaten Map<sup>19</sup> gespeichert. Abbildung 40 zeigt den Pseudocode dieser Operation.

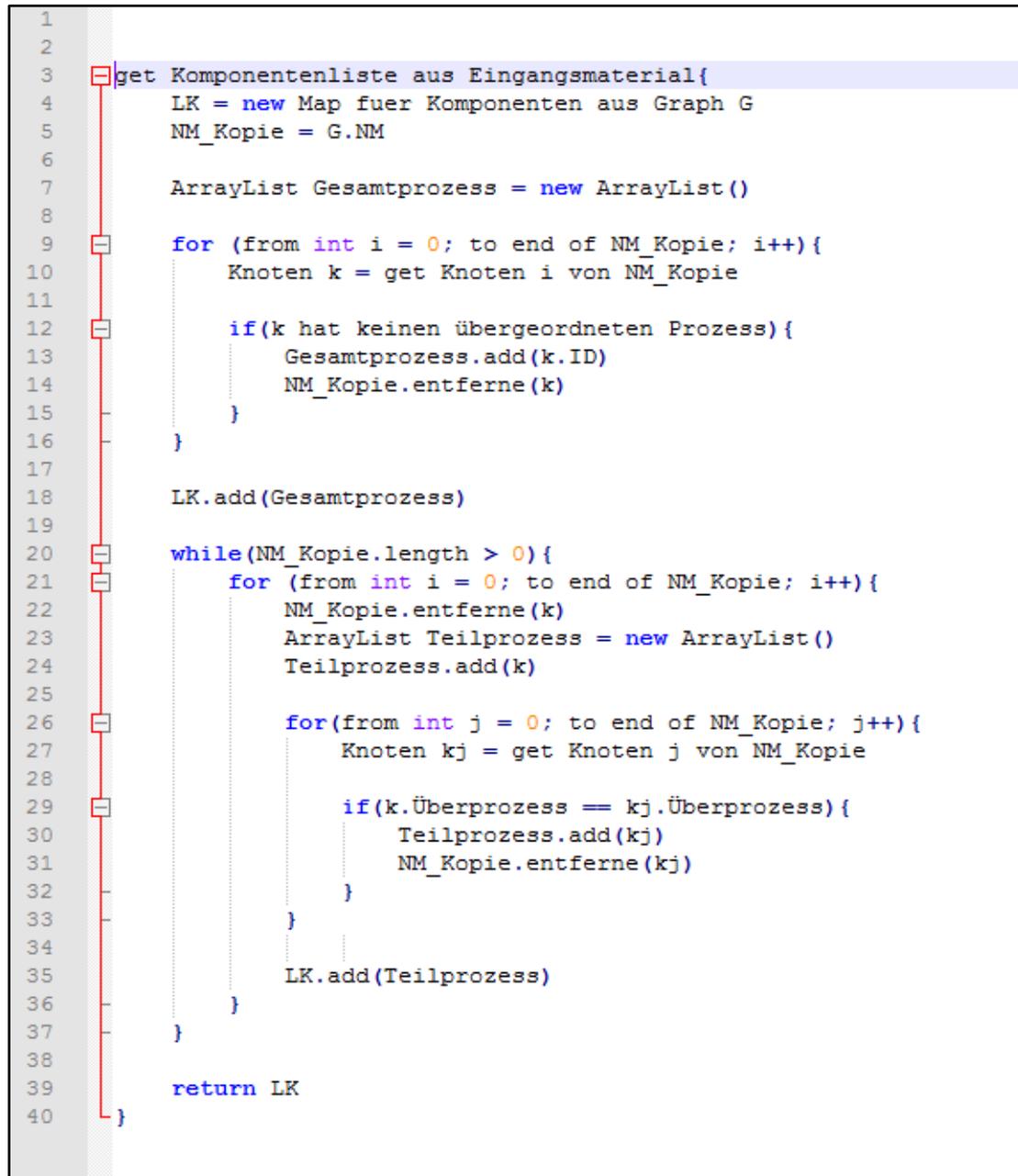


Abbildung 40: Erzeugung einer Liste aller Komponenten des Graphen

<sup>19</sup> Map im Sinne einer Datenstruktur des Interface java.util.Map, enthält Objekte in einer strukturierten Form.

Nach der Speicherung und Zuordnung aller Komponenten des Graphen G werden diese iteriert und aus jeder Komponente wird ein eigenständiger Graph in einem separaten Diagramm als Prozess, gemäß definierter Übersetzungsregeln (siehe 3.6.4.5), abgebildet. Abbildung 41 zeigt den Pseudocode zur Erstellung dieses Diagramm, welches den NOV-5 darstellt.

```
1  
2  
3 void erstelle Diagramme_NOV-05(Graph G, Komponentenliste LK){  
4  
5     for(from int i = 0; to end of LK < i++){  
6         Diagramm NOV-05 = new Diagramm Sparx XML  
7  
8         for(from int j = 0; to end of LK.get(i); j++){  
9             Knoten k = get Knoten j von G.get(LK.get(i))  
10            NOV-05.add(k)  
11        }  
12  
13        for(from int j = 0; to end of LK.get(i); j++){  
14            Knoten k = get Knoten j von G.get(LK.get(i))  
15            for(int l = 0; l < G.getKanten.length){  
16                Kante e = get Kante l von G.getKanten;  
17                if(e inzident k) NOV-05.add(e)  
18            }  
19        }  
20    }  
21 }  
22
```

Abbildung 41: Pseudocode Erstellung NOV-5

## Design des Concept into Architecture (CiA)

Abschließend wird zu jedem erstellten NOV-5-Diagramm das dazugehörige Informationsaustauschmodell erstellt, welches den NOV-2 repräsentiert. Hierzu wird bei der Iteration der Komponenten des Graphen wieder ein Diagramm erstellt. Dieses besteht aus den zu den Knoten einer Komponente zugeordneten handelnden Personen oder Einheiten (siehe Abbildung 35). Die jeweils handelnden Entitäten (vgl. 3.6.3, „handelnde Personen / Einheiten“) bilden in dem neu erstellten Digraphen die Knoten. Die Kanten zwischen diesen Knoten werden aus einem weiteren Iterationsschritt identifiziert. Zu einem Knoten werden alle adjazenten Knoten aufgerufen. Danach werden Verbindungen zu den handelnden Entitäten dieser Knoten hergestellt und dem Diagramm hinzugefügt. Diese Iteration wird für jeden Knoten der Komponenten durchgeführt (Jahren & Pickl, 2019). Der Pseudocode für die Erstellung des NOV-2 wird in Abbildung 42 gezeigt.

```
1
2
3 void erstelle Diagramme_NOV-02(Graph G, Komponentenliste LK){
4
5     for(from int a = 0; to end of LK; i++){
6         Diagramm NOV-02 = new Diagramm Sparx XML
7         ArrayList komp = LK.get(a)
8
9         for (from int i = 0; to end of komp; i++){
10            Knoten v = get Knoten i von VM_G
11            array Actors = get handelnde Personen von Knoten v
12
13            for(from int j = 0; to end of Actors; j++){
14                NOV-02.add(Actors[j])
15            }
16
17
18
19            for (from int i = 0; to end of komp; i++){
20                ArrayList komp = LK.get(a)
21
22                for (from int j = 0; to end of komp; j++){
23                    Knoten v = get Knoten j von VM_G
24                    array Actors = get handelnde Personen von Knoten v
25
26                    ArrayList ad_in = get adjazente eingehende Knoten von Knoten v
27                    ArrayList ad_out = get adjazente ausgehende Knoten von Knoten v
28
29                    for (from int l = 0; to end of Actors; l++){
30                        for (from int ai = 0; to end of ad_in; ai++){
31                            array Acotrs_in = get handelnde Personen von Knoten ad_in[ai]
32                            for (from int al = 0; to end of Acotrs_in; al++){
33                                Kante e = new Kante(Von:= Actors[l], Nach:= Actors_in[al])
34                                NOV-02.add(e)
35                            }
36                        }
37                    }
38
39                    for (from int l = 0; to end of Actors; l++){
40                        for (from int ai = 0; to end of ad_out; ai++){
41                            array Acotrs_out = get handelnde Personen von Knoten ad_out[ai]
42                            for (from int al = 0; to end of Acotrs_out; al++){
43                                Kante e = new Kante(Von:= Actors[al], Nach:= Actors[l])
44                                NOV-02.add(e)
45                            }
46                        }
47                    }
48                }
49            }
50        }
51    }
52 }
```

Abbildung 42: Pseudocode Erstellung NOV-2

### 3.6.4.2 Einbindung R

Gemäß der skizzierten Funktionsweise muss das digitalisierte Modell in das Tool eingelesen werden. Ermöglicht wird dies durch die Einbindung von R in das Tool. R bietet durch die Bibliothek `igraph` die Möglichkeit, GraphML-Dateien einzulesen und zu verarbeiten.

Um dies zu ermöglichen wurde die Bibliothek `rJava` (Urbanek, 2013) verwendet. `rJava` bildet eine Schnittstelle zu R und ermöglicht so eine direkte Kommunikation zwischen Java und R. Die für R benötigten Befehle werden in Form des Datentyps `String`<sup>20</sup> an R übertragen.

Diese Funktion bildet die Grundlage des Transfers der Daten aus R in den Basisdatentyp (Graph) des Tools, was auch in Abbildung 43 gezeigt wird.

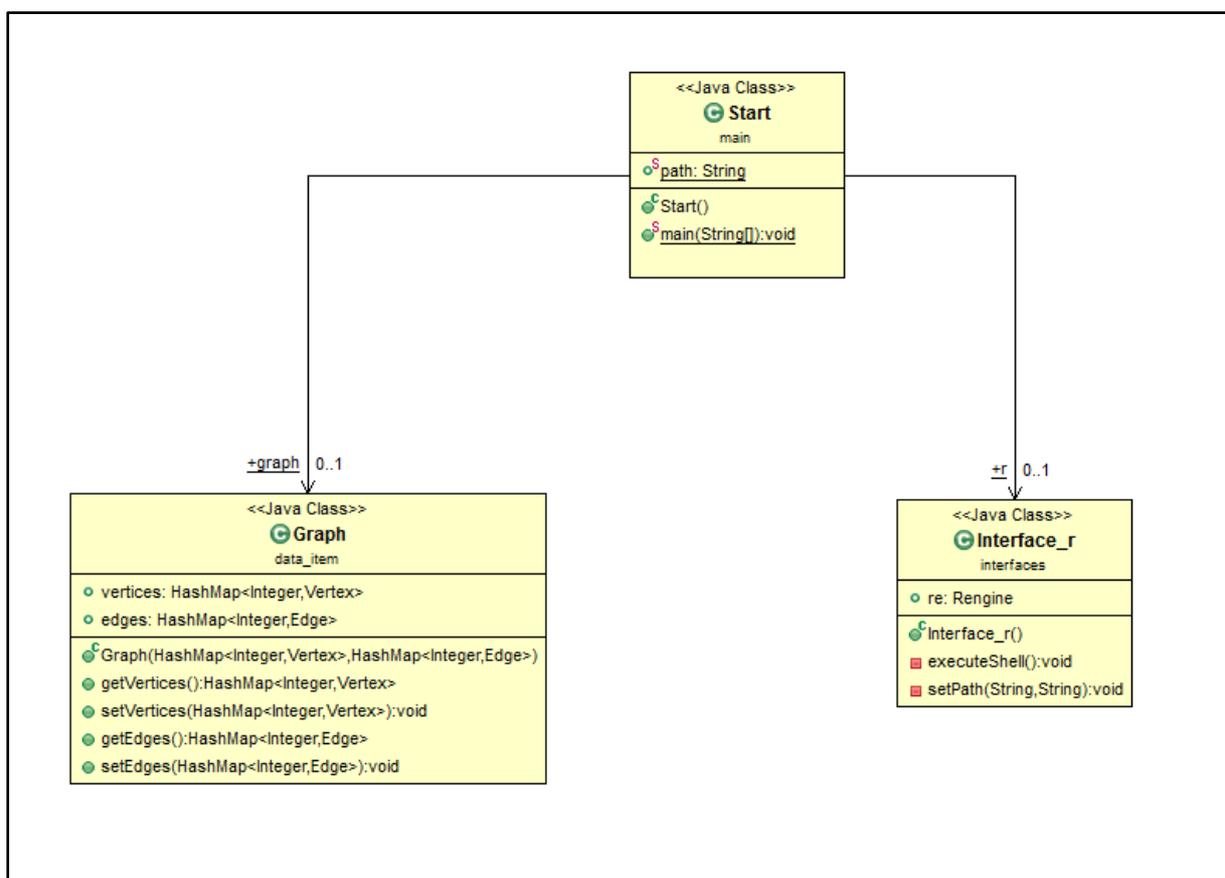


Abbildung 43: UML-Diagramm der Schnittstelle zu R

Die aufgezeigte Schnittstelle ermöglicht das Einlesen der vorliegenden GraphML-Datei. Zur weiteren Verarbeitung müssen nun Datentypen definiert werden.

<sup>20</sup> Ein String, als Form einer Zeichenkette

### 3.6.4.3 Datentyp

Der in 4.3.1 erwähnte Basisdatentyp liegt in Form der Java-Klasse „Graph“ vor (siehe Abbildung 44). Dabei werden die Knotenmenge als auch die Kantenmenge jeweils durch eine HashMap<sup>21</sup> repräsentiert. Diese HashMaps enthalten im Falle der Knotenmenge Objekte des Datentyps Vertex und im Falle der Kantenmenge Objekte des Datentyps Edge.

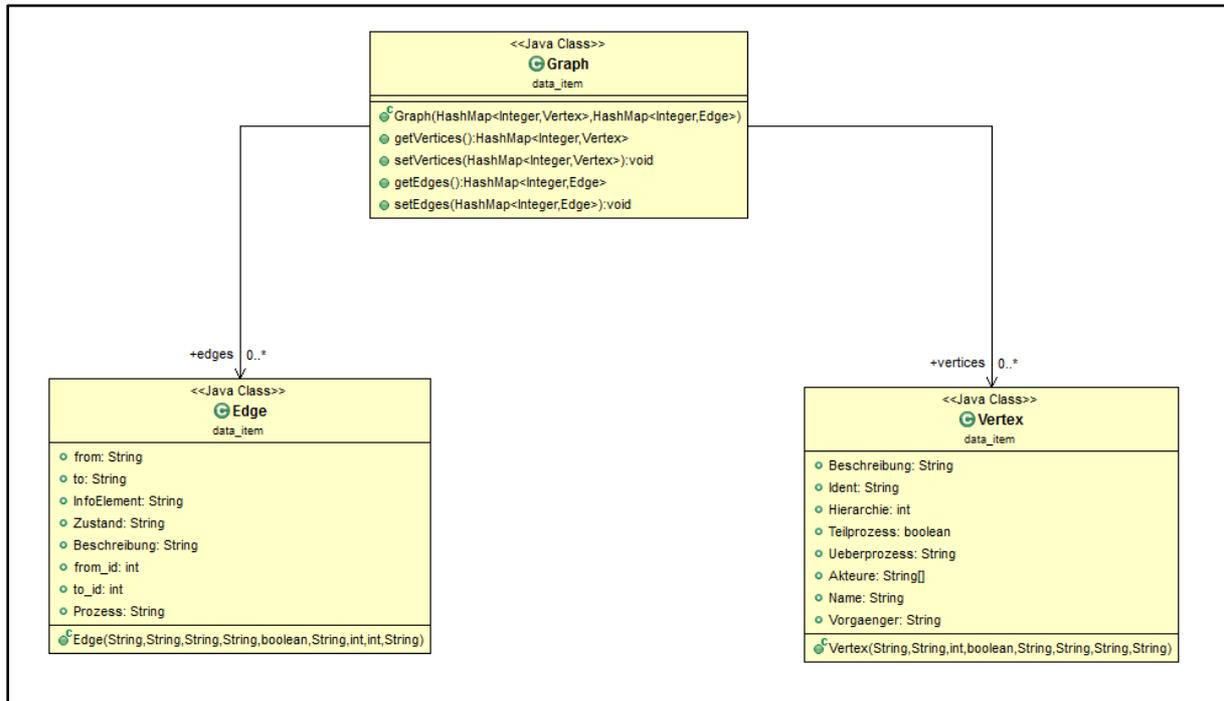


Abbildung 44: UML-Diagramm des Datentyps Graph

<sup>21</sup> Eine HashMap dient zum Speichern von Key-Value (Schlüssel-Wert) Paaren

Der Datentyp Vertex besteht aus den Daten, welche über R und die in 4.3.1 skizzierte Schnittstelle aus den Ergebnissen der entwickelten Modellierungsmethode (Abbildung 37) übernommen wurden. Um die weitere Verarbeitung und die angestrebte Übersetzung beziehend auf die vom Sparx EA vorgegebene XML-Schnittstelle zu ermöglichen, wurden dem Datentyp Vertex zusätzliche Informationen angefügt. So beinhaltet ein Knoten bisher lediglich die Informationen Name, handelnde Entität (Person oder Einheit), eingehende Information, ausgehende Information, Eingangszustand und Ausgangszustand. Die zur automatisierten Verarbeitung notwendigen Ergänzungen finden sich in Tabelle 12 und Abbildung 45. Diese aufgezeigten zusätzlichen Informationen wurden ebenfalls in der Vorlage der Softwarelösung yEd ergänzt. Die Erweiterung nehmen ebenso Einfluss auf die analogen Bestandteile der Modellierungsmethode, da zur möglichst benutzerfreundlichen Gestaltung der Überführung und Digitalisierung der Ergebnisse einer Modellierung die analoge und die digitale Form möglichst einheitlich sein müssen. Die Anpassung der Karten der Modellierungsmethode zeigt Abbildung 46.

Information im Datentyp	Zweck
Beschreibung	Detaillierte Beschreibung einer Handlung, falls nötig zum besseren Verständnis
Ident	Eindeutige ID einer Handlung, um auf diese speziell zugreifen zu können
Hierarchie	Ablaufnummer innerhalb einer Handlungsfolge
Teilprozess	Boolean der immer „wahr“ ist, sobald es sich nicht um den Gesamtprozess handelt
Überprozess	Gibt den übergeordneten Prozessschritt an
Akteure	Handelnde Personen oder Einheiten
Name	Name der Handlung
Vorgänger	ID der vorangegangenen Handlung

**Tabelle 12: Informationen des Datentyps Vertex**

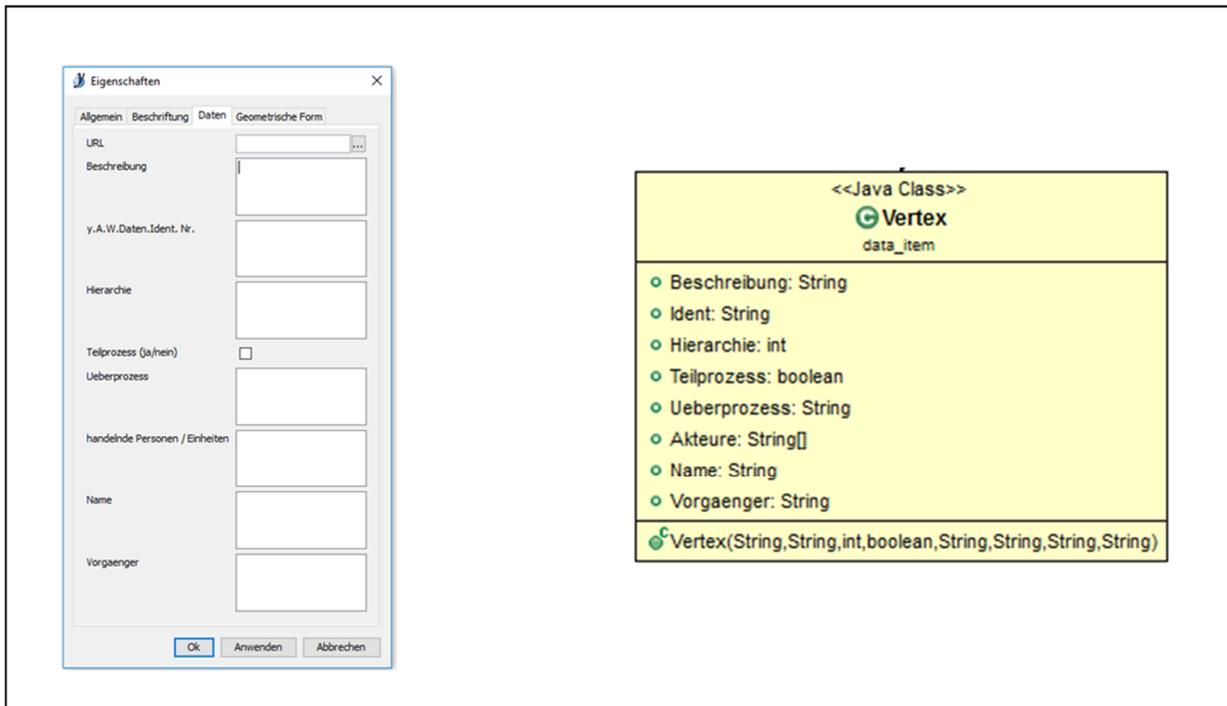


Abbildung 45: Datentyp Vertex; vgl. Tabelle 9

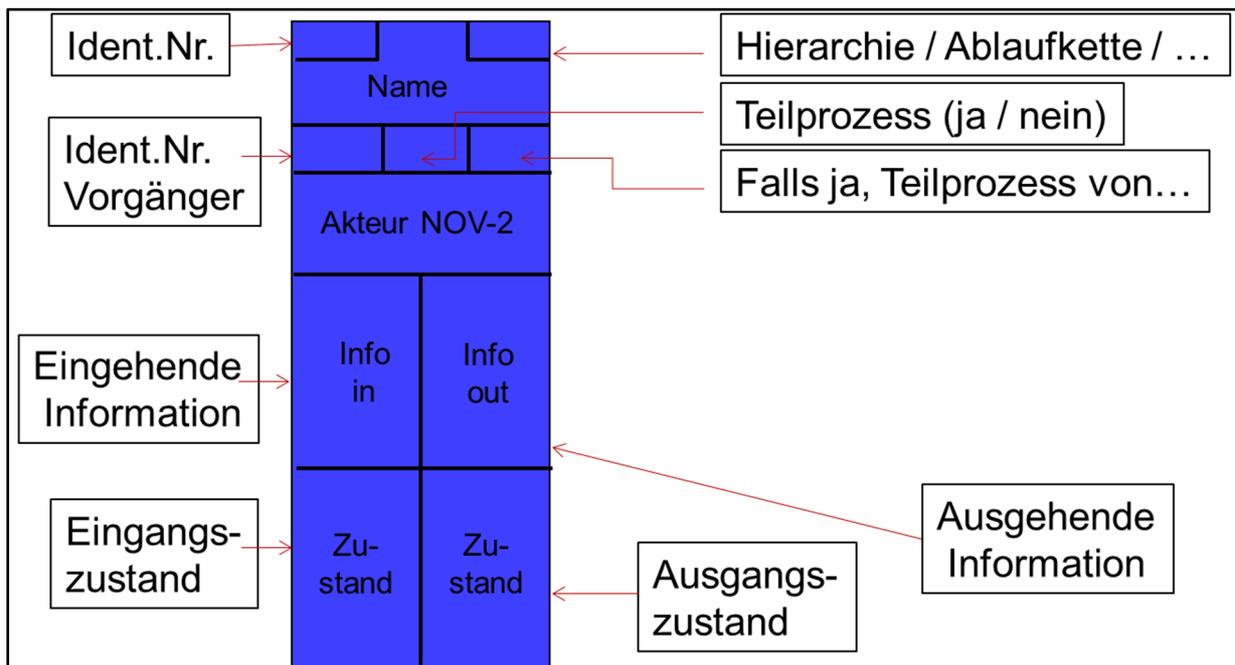


Abbildung 46: Angepasste Karte; vgl. Tabelle 9

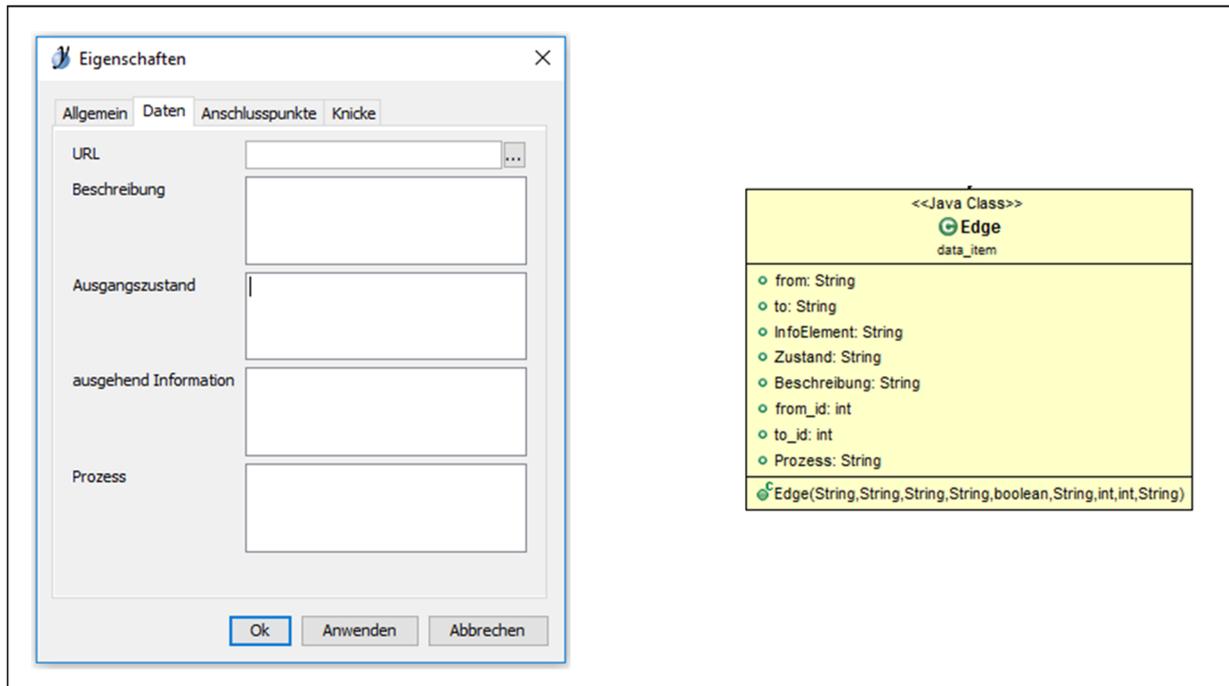
Die ebenfalls durch eine HashMap repräsentierte Kantenmenge des Graphen G beinhaltet Objekte des Datentyps Edge. Dieser bezieht seine Daten, analog wie der Datentyp Vertex, aus den bereits aufgezeigten Weg zu R und den Ergebnissen der entwickelten Modellierungsmethode (siehe Abbildung 37). Bereits in 4.2.1 erläutert, besitzt eine Kante als Information lediglich den Ausgangszustand einer Handlung und die ausgehende Information einer Handlung.

Zur Verbesserung der weiteren maschinellen Verarbeitung der Daten wurde auch der Datentyp Edge um Zusatzinformationen erweitert (siehe Tabelle 13 und Abbildung 47). Da gerichtete Kanten E eines Graphen G die Information ihrer inzidenten Knoten enthalten, müssen diese nicht als gesonderte Information in der Softwarelösung yEd ergänzt werden.

Information im Datentyp	Zweck
from	ID des inzidenten Startknotens
to	ID des inzidenten Endknotens
InfoElement	Ausgehende Information
Zustand	Ausgangszustand
Beschreibung	Detaillierte Beschreibung der Kante, falls notwendig zum besseren Verständnis
from_id	Nummer des inzidenten Startknotens
to_id	Nummer des inzidenten Endknotens
Prozess	Handlungsfolge, in welcher diese Kante auftritt

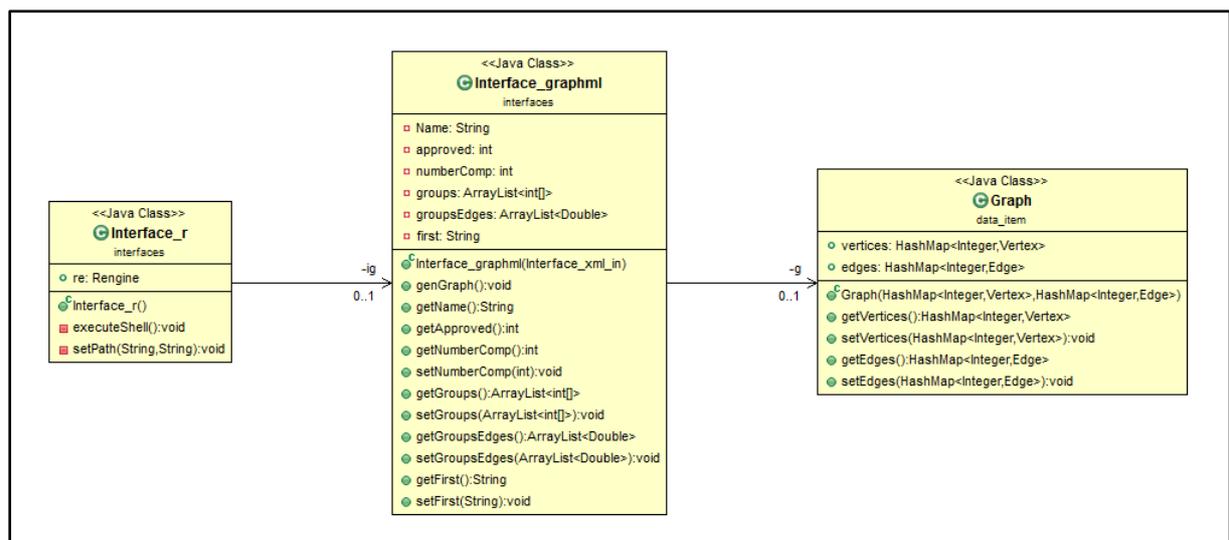
**Tabelle 13: Informationen des Datentyps Edge**

## Design des Concept into Architecture (CiA)



**Abbildung 47: Datentyp Edge**

Die in Abbildung 43 gezeigte Überführung der Informationen aus der Softwarelösung R in den Basisdatentyp Graph erfolgt über die Klasse Interface\_graphml. Diese Klasse wird genutzt, um die in 4.3.1 genannten Befehle an die Softwarelösung R zu übergeben und dadurch ein Objekt der Klasse Graph zu instanzieren. Abbildung 48 zeigt diesen Vorgang als UML-Diagramm.



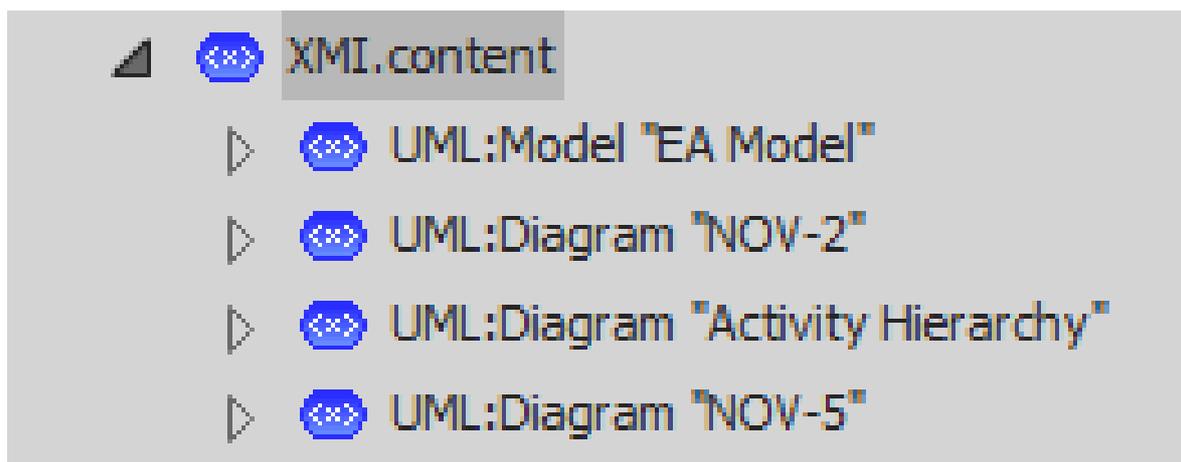
**Abbildung 48: UML-Diagramm der Instanziierung eines Objekts der Klasse Graph**

Die aufgezeigten Datentypen beinhalten alle für den Algorithmus notwendigen Informationen zur Erstellung der operationellen Architektur. Diese Informationen müssen für den Import über die Schnittstelle des Sparx EA verarbeitet werden.

### 3.6.4.4 Definition Schnittstelle zu Sparx EA

Die Struktur einer in den Sparx EA zu importierenden XML-Datei wird softwareseitig definiert. Daraus folgt, dass eine zu importierende XML-Datei den Vorgaben genügen muss, um erfolgreich importiert werden zu können. Sparx EA benötigt für den Import eine XMI-Datei (vgl. 3.3).

Diese Dateien sind in verschiedene Bereiche unterteilt, welche als Container bezeichnet werden. Der Container XMI.content unterteilt sich in die Bereiche UML:Model und UML:Diagram (siehe Abbildung 49). Dabei stellt der Container UML:Model den gesamten Inhalt dar, mit allen Elementen der EA. Jede Darstellung der Elemente in Form eines Diagramms erhält einen Container des Typs UML:Diagram.



**Abbildung 49: Container XMI.content**

Der Container UML:Model enthält alle Informationen bezüglich jedes Elements in der EA. Hier müssen alle im digitalisierten Modell vorhandenen Informationen abgebildet werden. Der Container UML:Diagram beinhaltet die grafische Darstellung der Elemente in Form von Diagrammen.

### 3.6.4.5 Übersetzung der Ergebnisse

Die Schnittstelle zum Import in den Sparx EA ist durch das in 3.6.4.4 aufgezeigte XML-Schema vorgegeben. Um dieses Schema bedienen zu können, müssen die eingelesenen und verarbeiteten Daten gemäß zu definierender Übersetzungsregeln umgewandelt werden. Die Übersetzung muss für beide geforderten Sichten (NOV-2 und NOV-5) erfolgen. Ziel dieser Übersetzung ist die automatisierte Überführung der vorliegenden Ergebnisse in die geforderte NAF-konforme Form, welche kompatibel zu der vom Sparx EA vorgegebenen Schnittstelle ist. Gemäß der in der Anforderungsanalyse identifizierten Forderungen bezogen auf die benötigten Inhalte und Daten wurden alle notwendigen Informationen diesbezüglich bei der Entwicklung der Modellierungsmethode implementiert.

Um eine korrekte Übersetzung gewährleisten zu können, muss die XML-Implementierung der geordneten Elemente der Sichten des NOV-2 und des NOV-5 identifiziert werden. Das in 3.1.1 bereits erwähnte ADMBw gibt für jedes Element eine definierte Struktur und einen dazugehörigen Stereotyp<sup>22</sup> vor. Basierend auf diesen Vorgaben und den in der inhaltsbezogenen Anforderungsanalyse betrachteten Rahmendokumenten (vgl. 3.1), wie auch der seitens Sparx EA vorgegebenen Struktur zum Importieren von XML-Dateien, ergeben sich die Regeln für eine Übersetzung.

Die im Daten-Meta-Modell identifizierten Elemente (vgl. 3.6.1.1), welche bei der Übersetzung zusätzlich beachtet werden müssen, ergeben so die in Tabelle 14 aufgezeigte Zuordnung zwischen den Elementen des Metamodells des NAF, den Informationen aus den Modellen der entwickelten Modellierungsmethode, den Vorgaben der Schnittstelle des Sparx EA und den Vorgaben des ADMBw.

---

<sup>22</sup> Von Stereotyp, als Beschreibung einer Gruppe mit gleichen Eigenschaften

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Element	Information aus Modell	Sparx EA XML-Struktur	Stereotype ADMBw
Node Type	Handelnde Person / Einheit	UML:Class	NodeType
Node	Handelnde Person / Einheit	UML:ClassifierRole	Node
Location Type	Gesondert über GUI (siehe 4.3.5)	UML:Class	LocationType
Information Element	Ausgehende Information	UML:Class	InformationElement
Needline	Pfeilrichtung	UML:Association	InformationExchange
Operational Initial Node	Anfangszustand zu Beginn einer Handlungskette	UML:Pseudostate	OperationalInitialNode
Operational Final Node	Endzustand beim Abschluss einer Handlungskette	UML:Pseudostate	OperationalFinalNode
Operational Activity	Name einer Handlung	UML:Class	OperationalActivity
Operational Activity Action	Name einer Handlung	UML:ActionState	OperationalActivityAction
Operational Activity Flow	Pfeilrichtung in Verbindung mit Information Element	UML:Transition	OperationalActivityFlow
Action Pin	Eingangs- / Ausgangszustand	UML:ClassifierRole	OpActivityInputPin / OpActivityOutputPin

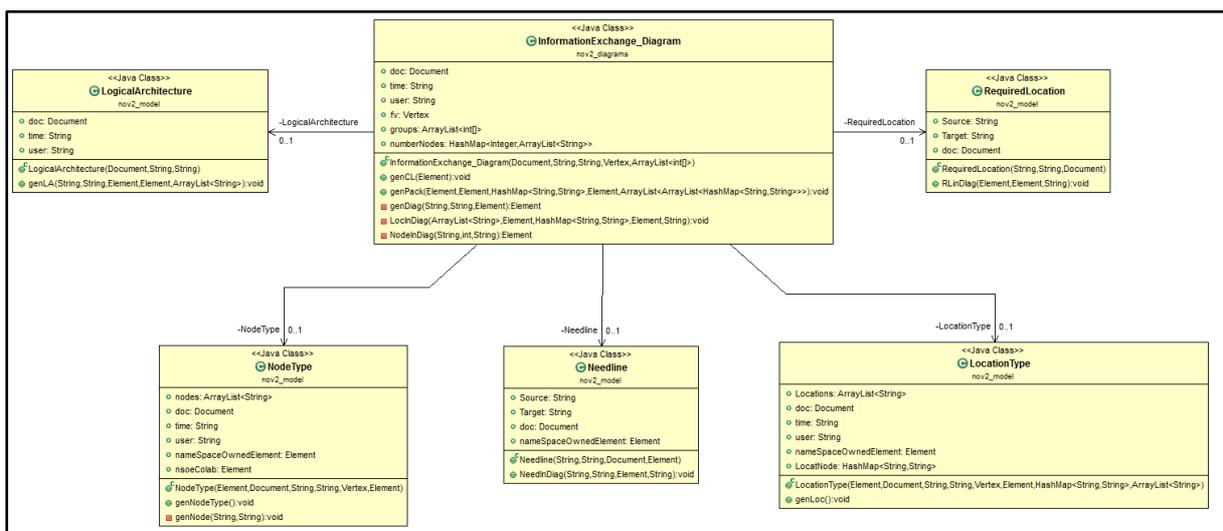
**Tabelle 14: Zuordnung Metamodell, Information, Sparx EA und ADMBw**

## Design des Concept into Architecture (CiA)

Zur Erstellung des NOV-2 gemäß den Vorgaben des NAF, des ADMBw und den Leitlinien der Organisation wird ein zusätzliches Element verlangt, welches den Rahmen der Darstellung der Informationsaustauschbeziehungen bildet. Dieses Element wird im Metamodell als Logical Architecture bezeichnet. Weiterhin wird gefordert, den Ort einer Handlung mit der handelnden Entität zu verknüpfen, in Form einer speziellen Verbindung, welche als Location Type im Metamodell des NAF definiert wird. Für diese Daten sind ebenfalls Zuordnungen zu definieren (Tabelle 15). Jedes der geforderten Elemente wurde in einer eigenen Klasse definiert, welche bei der Instanziierung den benötigten Stereotype der ADMBw beinhaltet. Ein UML-Diagramm der implementierten Lösung zur Übersetzung der Ergebnisse der entwickelten Modellierungsmethode zeigt Abbildung 50. Die Klassen tragen dabei den Namen des zu verwendenden Stereotypes.

Element	Datenquelle	Sparx EA XML-Struktur	Stereotype ADMBw
Logical Architecture	Name einer übergeordneten Handlung	UML:Class	LogicalArchitecture
Required Location	Ergibt sich aus dem Ort der Handlung; gesondert über GUI (siehe 4.3.5)	UML:Dependency	RequiredNodeLocation

**Tabelle 15: Zuordnung Metamodell, Information, Sparx EA und ADMBw**



**Abbildung 50: UML-Diagramm zur Erstellung NOV-2**

## Design des Concept into Architecture (CiA)

In den Leitlinien der Organisation werden für den NOV-5 zwei unterschiedliche Darstellungen gefordert. Eine Darstellung soll dabei alle Handlungen aufzeigen – hierarchisch strukturiert. In dieser Darstellung werden alle Operational Activities als eigene Klasse implementiert, deren Datenquelle sich aus dem Namen einer Handlung ergibt (siehe Tabelle 14). Durch die zur automatisierten Verarbeitung eingeführten Zusatzinformationen (Hierarchie, Teilprozess, Überprozess; siehe Tabelle 12) werden die hierarchischen Ebenen gemäß der geforderten Form übersetzt. Abbildung 51 zeigt die Umsetzung der Zuweisung jeder einzelnen Operational Activity in die geforderte Darstellung. Diese wird im Tool als eigene Klasse (Hierarchy\_Diagram) dargestellt.

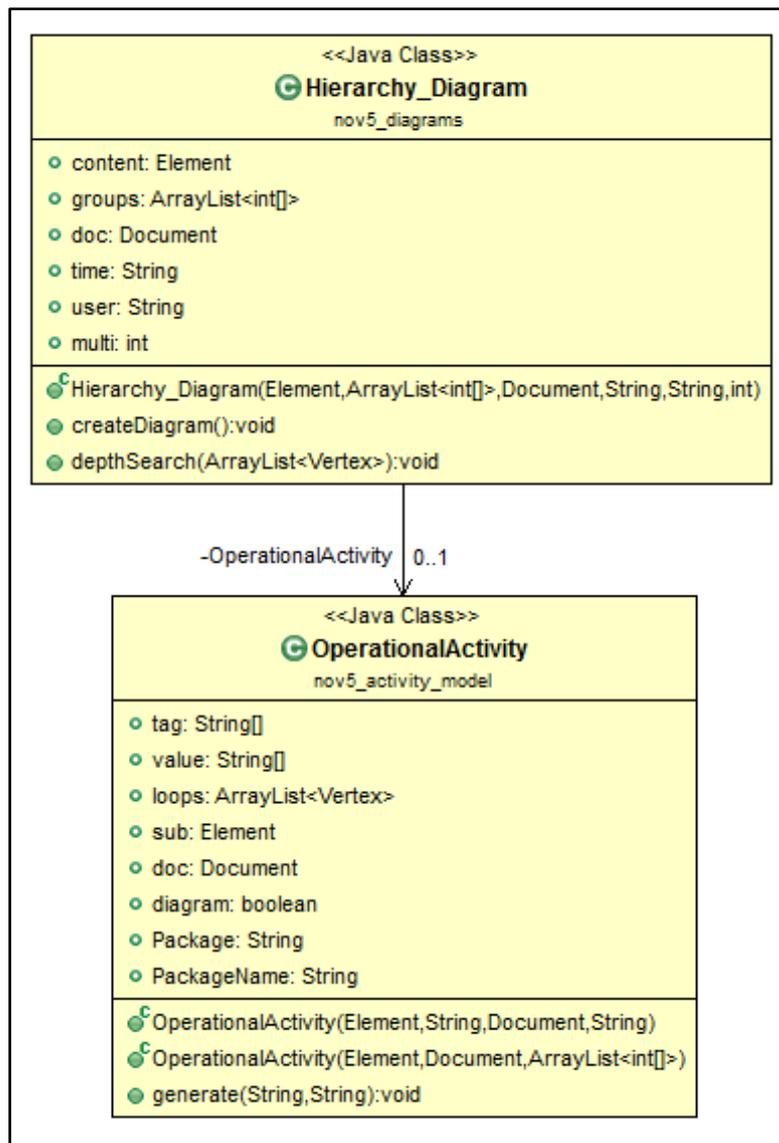
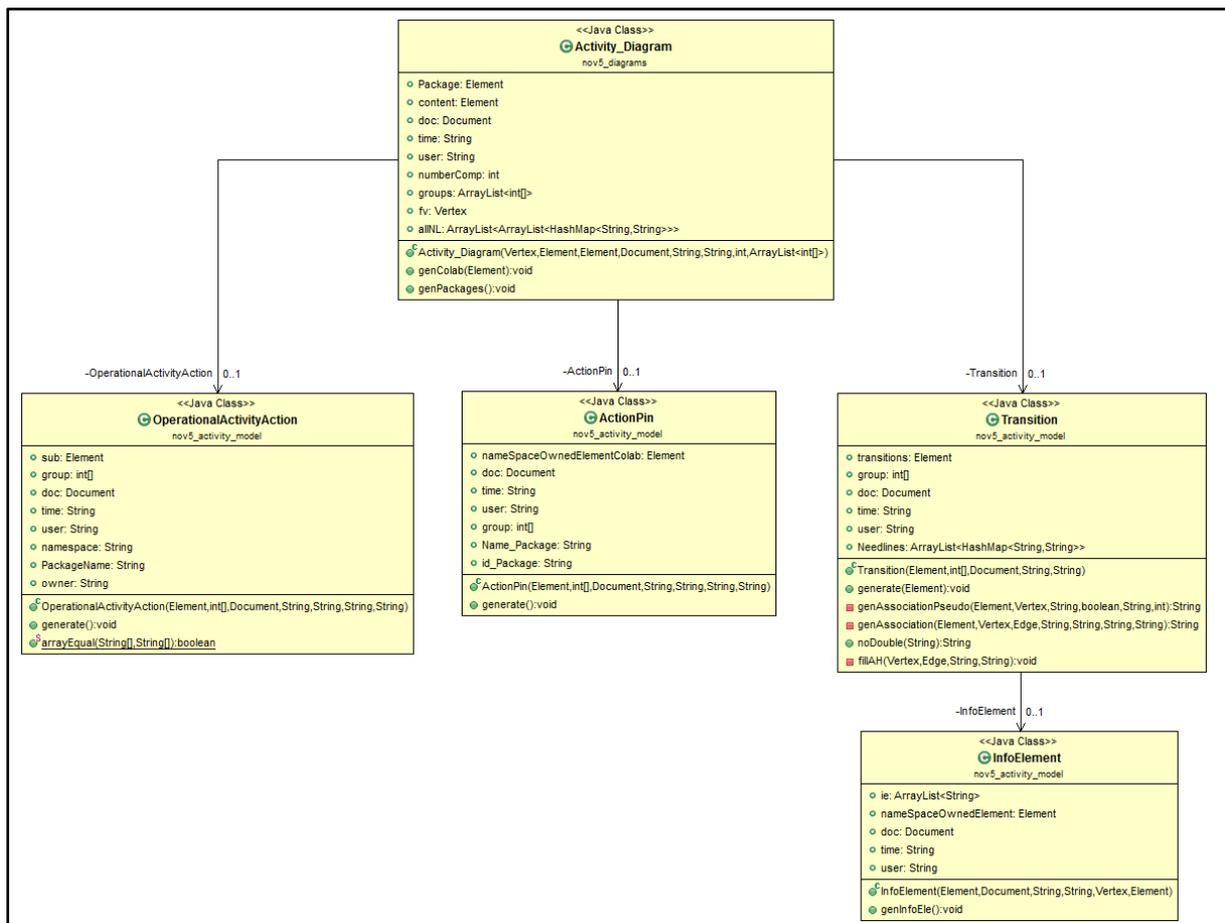


Abbildung 51: UML-Diagramm Hierarchie NOV-5

## Design des Concept into Architecture (CiA)

Die zweite geforderte Darstellung des NOV-5 ist ein Aktivitätsdiagramm, in welchem die im hierarchisch angeordneten Diagramm abgebildeten Operational Activities in zeitlicher Abfolge gemäß einem Handlungsablauf dargestellt werden. Dabei werden aus den Operational Activities die Operational Activity Actions erzeugt. Die geforderten Elemente werden auch hier jeweils als Objekt einer speziellen Klasse erzeugt (siehe Abbildung 52). Da der Ausgangszustand einer Handlung gleich dem Eingangszustand der darauffolgenden Handlung ist und somit beide Zustände die gleiche Datenquelle besitzen, wird lediglich der Ausgangszustand einer Handlung betrachtet. Die Ablafrichtung der Handlungsfolge wird in der entwickelten Modellierungsmethode als Pfeil dargestellt, welcher die Datenquelle für den Operational Activity Flow darstellt, der als Objekt der Klasse Transition instanziiert wird. Die dabei transportierte Information findet ihren Ursprung in der Datenquelle Ausgehende Information und wird als Objekt der Klasse InfoElement erstellt, welches Bestandteil eines Objekts der Klasse Transition ist.



**Abbildung 52: UML-Diagramm Aktivitäten NOV-5**

Jede gemäß Metamodell des NAF geforderte Information (NATO, 2010: NATO Architecture Framework Version 3.1) wurde einer Datenquelle aus der Modellierungsmethode zugeordnet. Diese wiederum wurden der durch den Sparx EA geforderten XML-Struktur zugewiesen und den Stereotypen des ADMBw zugeordnet. Diese Zuordnung, welche die Übersetzungsregeln liefern, wurden in Java in eigenen Klassen implementiert. Der in Tabelle 14 und gemäß NAF geforderte LocationType fand in der Entwicklung der Artefakte bisher keine Anwendung, da eine Verknüpfung von Ort und Person bei der Modellierung negative Auswirkungen haben kann (Fiedler & Bless, 2002) (vgl. 3.6.1). Da diese Information jedoch notwendig für die Erstellung des NOV-2 ist, ist eine nachträgliche Eingabe über beispielsweise eine grafische Benutzeroberfläche notwendig.

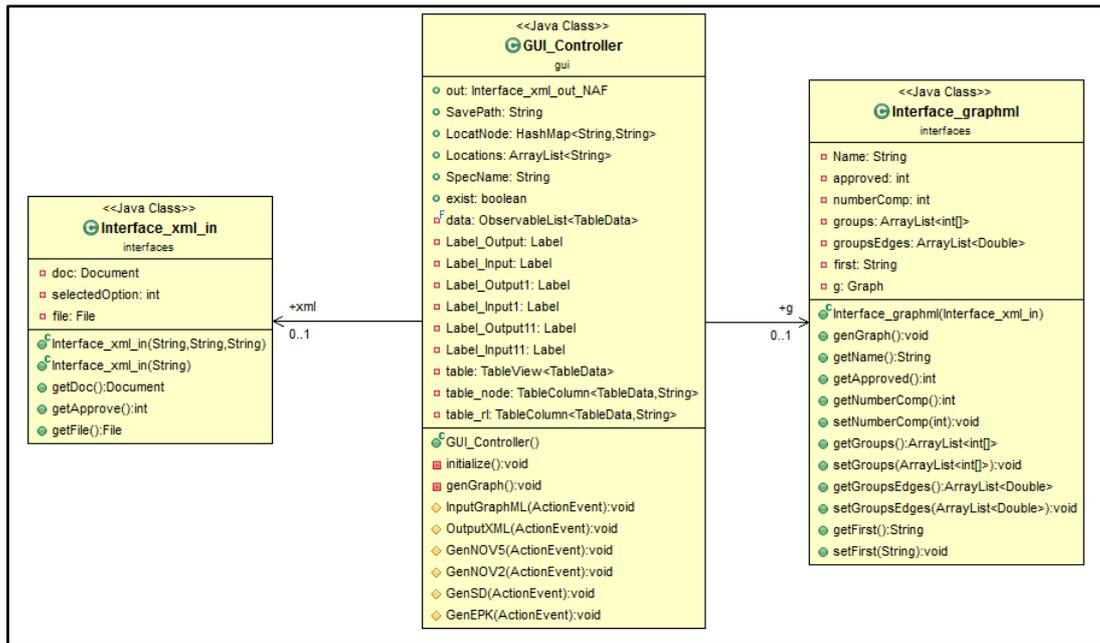
### 3.6.4.6 Graphical User Interface (GUI)

Um eine Übergabe der GraphML-Datei (siehe 4.2.1) an R zu ermöglichen und im Sinne der Benutzerfreundlichkeit bezogen auf die Nutzung einer Software (Nielsen, 1994), wie auch die Interaktion mit der Software (Preece & Rombach, 1994), wurde eine grafische Oberfläche (Graphical User Interface; GUI) entwickelt. Neben der Datenaufnahme muss über die GUI auch sichergestellt werden, dass die Ausgabe einer XML-Datei erfolgt, aus welcher die operationellen Architekturen automatisiert erstellt werden (Jahnen *et al.*, 2020). Eine weitere Funktion der GUI ist die Ergänzung der fehlenden Daten des NOV-2 bezüglich des Locationtype.

Die Entwicklung der GUI wurde unter Nutzung des Frameworks von JavaFX (Gavalas & Economou, 2011) durchgeführt, welches neben allen benötigten Elementen zur Entwicklung einer grafischen Oberfläche auch alle Funktionen bezüglich dem Einlesen von Daten (Pfad des Speicherorts) beinhaltet. Über die in JavaFX enthaltenen Funktionen zur Ermittlung von Speicherorten einzelner Dateien und den damit verbundenen Zugriffen auf das Dateisystem lässt sich durch Ordnernavigation der Pfad der GraphML-Datei auslesen.

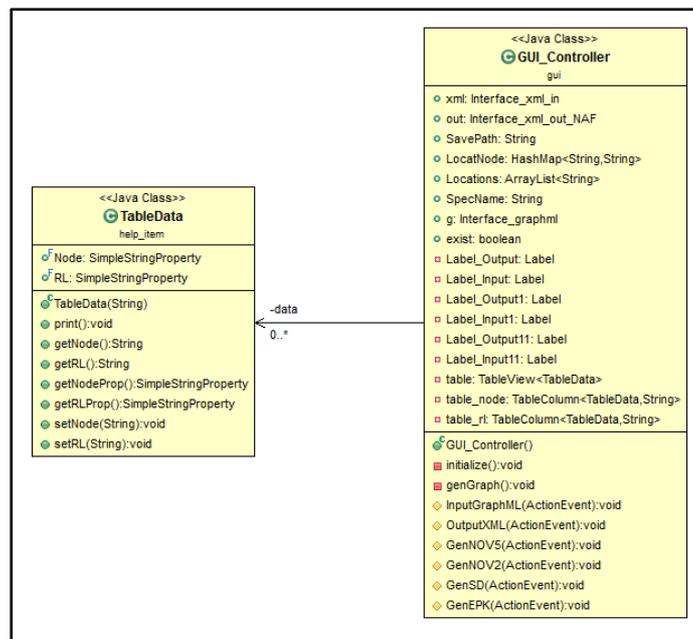
Diese Funktion wird durch ein Objekt der Klasse `Interface_xml_in` ermöglicht, welches den Pfad des Speicherorts an ein Objekt der Klasse `Interface_graphml` übergibt (siehe Abbildung 53). Durch die bereits aufgezeigte Verbindung dieser Klasse mit der Klasse `Interface_r` (Abbildung 43) wird der Pfad an die Softwarelösung R weitergegeben, welche dann die GraphML-Datei einlesen kann. Die Klasse `Interface_xml_in` ermöglicht gleichzeitig die Bestimmung eines Speicherorts der später erstellten XML-Datei, welche es in den Sparx EA zu importieren gilt.

## Design des Concept into Architecture (CiA)



**Abbildung 53: UML-Diagramm zur Ermittlung des Speicherorts der GraphML-Datei**

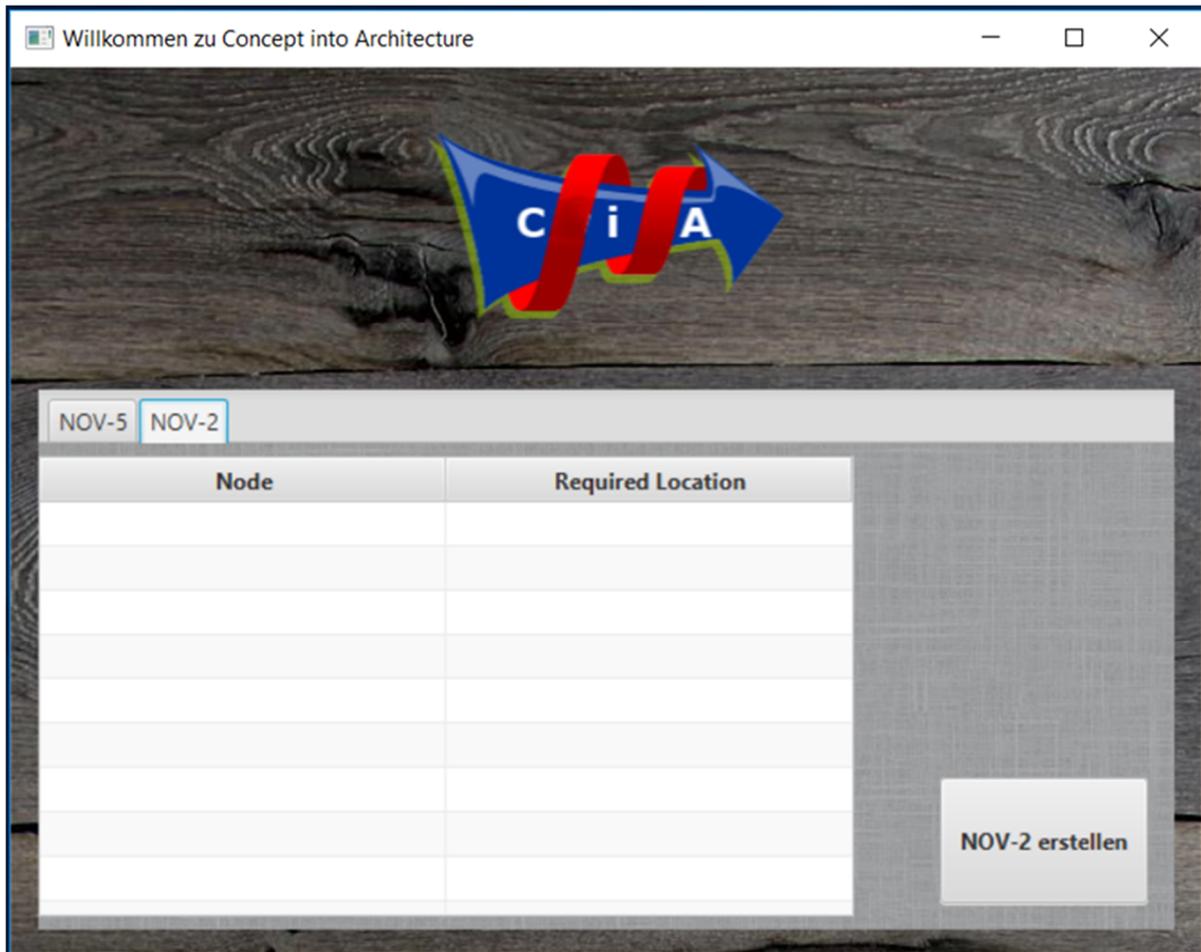
Nach dem Auslesen der Informationen der GraphML-Datei in der Softwarelösung R und der Erstellung des Basisdatentyps (siehe Abbildung 48) sind alle Daten zur Erstellung des NOV-5 vorhanden (vgl. Abbildung 20). Das Tool generiert automatisch eine Tabelle, welche alle handelnden Personen oder Einheiten enthält (vgl. Abbildung 20). Abbildung 53 zeigt, wie aus der Klasse GUI\_Controller die Daten weitergegeben werden.



**Abbildung 54: UML-Diagramm Zusatzdaten für NOV-2**

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Dies bietet die Möglichkeit, die für die Erstellung des NOV-2 zusätzlich benötigten Daten zu ergänzen. Abbildung 55 zeigt diese GUI. In der Spalte Node sind die handelnden Personen oder Rollen (in diesem Beispiel wurden generische Rollen gewählt) aufgeführt. Die Spalte Required Location bietet die Möglichkeit, den Ort der Personen oder Einheiten (beispielsweise Personalabteilung) einzutragen.



**Abbildung 55: Möglichkeit zur Eingabe mittels GUI**

Die über die GUI eingetragenen Daten werden über die Klasse GUI\_Controller (siehe Abbildung 53) zur Erstellung des NOV-2 (siehe Abbildung 50), gemäß den definierten Zuordnungen (siehe Tabelle 14 und Tabelle 15), weitergegeben.

## Design des Concept into Architecture (CiA)

Nach der Übersetzung der Ergebnisse und die damit verbundene Erstellung des NOV-2 und NOV-5 wird eine XML-Datei mit diesen Daten erzeugt – zum Import in den Sparx EA (siehe Abbildung 56).

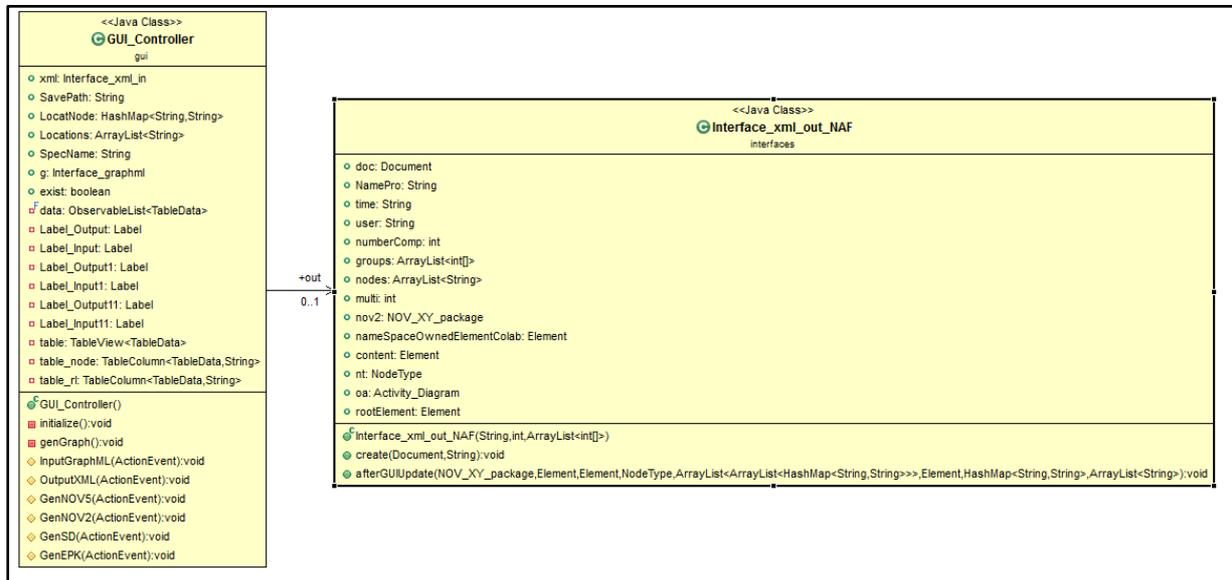


Abbildung 56: UML-Diagramm Erstellung XML-Datei

Das entwickelte Tool ermöglicht die automatisierte Erstellung einer operationellen Architektur. Dies wird dadurch gewährleistet, dass durch das Tool eine XML-Datei generiert wird, welche beim Import in den Sparx EA zu einer operationellen Architektur verarbeitet wird.

Somit stellen die entwickelte Modellierungsmethode und das Tool zwei sich bedingende Artefakte dar, deren Anwendung zur Lösung der identifizierten Problemstellung beitragen kann, welche Gegenstand des folgenden Kapitels ist.

## 3.7 Test des Implementierten Lösungsdesigns

Die durch die Implementierung des Lösungsdesigns entwickelten Artefakte, eine Methode zum Modellieren inklusive eines Tools, wurden gemäß dem ADR evaluiert. Fokus der Evaluation war die Tauglichkeit der Artefakte.

Mit dem Ziel der Überprüfung der generellen Tauglichkeit wurde der Fokus auf die Nutzung der angepassten Modellierungsmethode (Ergänzungen bezüglich automatisierter Überführung, siehe 3.6.4.3) und der automatisierten Überführung gelegt. Dies beinhaltet ebenfalls die korrekte inhaltliche Überführung und die angestrebte abschließende inhaltliche Qualitätssicherung der überführten Ergebnisse.

### 3.7.1 Vorbereitung und Durchführung

Angewendet wurden beide Artefakte im Rahmen eines Projekts, das sich mit der automatisierten Zeiterfassung befasst. In diesem Projekt war die Auswahl einer Software zur automatisierten Zeiterfassung Hauptaugenmerk. Hierfür mussten verschiedene einfache Prozesse modelliert werden, welche Anwendungsfälle des Dienstbetriebs (beispielsweise das Einreichen von Urlaub) darstellen und durch die Software berücksichtigt werden müssen. Diese Prozesse mussten als NOV-5 vorliegen, da auch in diesem Projekt eine operationelle Architektur gefordert war. Daraus abzuleiten war ebenfalls die notwendige Erstellung des NOV-2. Dies bildete eine reale Ausgangsposition zur Erprobung der entwickelten Modellierungsmethode und des Tools, welche hier zum ersten Mal unter dem Namen Concept into Architecture (CiA) als Lösungsansatz präsentiert wurden.

Da sowohl die Modellierungsmethode als auch das Tool zum ersten Mal in einem Projekt eingesetzt wurden, wurde sich für ein Projekt entschieden, welches sich mit einfachen Prozessen oder Handlungsabläufen befasst. Weiterhin bot dieses Projekt die Möglichkeit, die SME, welche CiA einsetzen sollten, selber auszuwählen. Somit diente diese Iteration als Machbarkeitsstudie bezüglich der Anwendung von CiA. Gleichzeitig sollte dabei bereits ein Mehrwert durch die Nutzung von CiA aufgezeigt werden.

Da es sich bei diesem Projekt um ein Projekt handelte, das sich nicht mit der Schließung einer identifizierten Fähigkeitslücke befasste, waren alle Mitglieder des Projektteams aus anderen Abteilungen der Behörde. Daher war dem Projektteam der Lösungsansatz CiA nicht bekannt. Eine Vorstellung von CiA innerhalb der Behörde machte den Projektleiter auf die Methode aufmerksam.

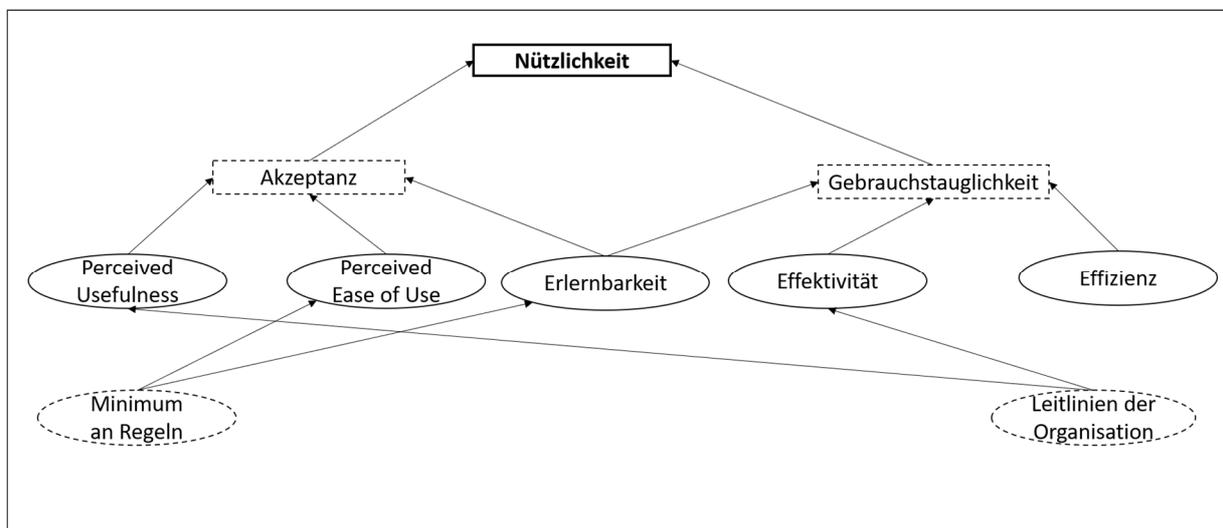
Seitens des Projektteams wurden mir alle notwendigen Unterlagen für die Nutzung von CiA zur Verfügung gestellt. Ich wiederum sicherte dem Projektleiter zu, dass er die Ergebnisse der Anwendung von CiA in Form einer operationellen Architektur erhält.

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Durch das Projektteam wurden Prozesse bereits in PowerPoint in Form von Ablaufdiagrammen modelliert. Diese mussten in eine operationelle Architektur überführt werden. Als Mindestanforderung galten hier gemäß den Leitlinien der Organisation der NOV-2 und der NOV-5.

Die Anwendung von CiA sollte die Überführung der Ablaufdiagramme in die geforderten Sichten einer operationellen Architektur ermöglichen. Hierzu wurden diese Prozesse mittels der entwickelten Modellierungsmethode modelliert und durch das Tool wurde automatisiert eine operationelle Architektur erstellt.

Diese Anwendung bildete die Grundlage für die Evaluation von CiA unter Betrachtung des in Abbildung 57 abgebildeten Modells zur Evaluation.



**Abbildung 57: Evaluationsmodell**

Das in Abbildung 57 gezeigte Evaluationsmodell beinhaltet für diese Evaluation zwei zu adressierende Attribute.

### Minimum an Regeln:

In der vorhergehenden Evaluation zeigte sich, dass zur Steigerung der Lesbarkeit zusätzliche Regeln für die Nutzung der Modellierungsmethode eingeführt werden müssen. Weiterhin wurden die Elemente der Modellierungsmethode, zur Sicherstellung der computergestützten Weiterverarbeitung, um zusätzliche Felder ergänzt.

Diese Anpassung und deren Implikationen für die Anwendung der Methode waren Teil der Betrachtung in der durchgeführten Evaluation.

### Leitlinien der Organisation:

Am Ende der Anwendung von CiA sollte eine operationelle Architektur mit den Sichten des NOV-2 und NOV-5 vorliegen. Diese sollte gemäß den Leitlinien der Organisation das ADMBw verwenden und im Sparx EA vorliegen.

Die Betrachtung dieses Attributs hat maßgeblichen Einfluss auf den Nachweis der Tauglichkeit von CiA.

Insgesamt fünf unterschiedliche Prozesse lagen als Ablaufdiagramm vor und mussten mittels CiA nachmodelliert sowie transformiert werden. Es handelte sich bei den Prozessen um kurze Abläufe mit wenigen Prozessschritten. Ein Prozess umfasste dabei maximal eine Abstraktionsebene, sodass keiner der einzelnen Prozessschritte spezifiziert dargestellt werden musste (Unterprozess).

Einer dieser fünf Prozesse ist die dienstliche Abwesenheit.

Die dienstliche Abwesenheit besteht aus den unten aufgeführten fünf Prozessschritten, wobei die letzten beiden Prozessschritte parallel stattfinden.

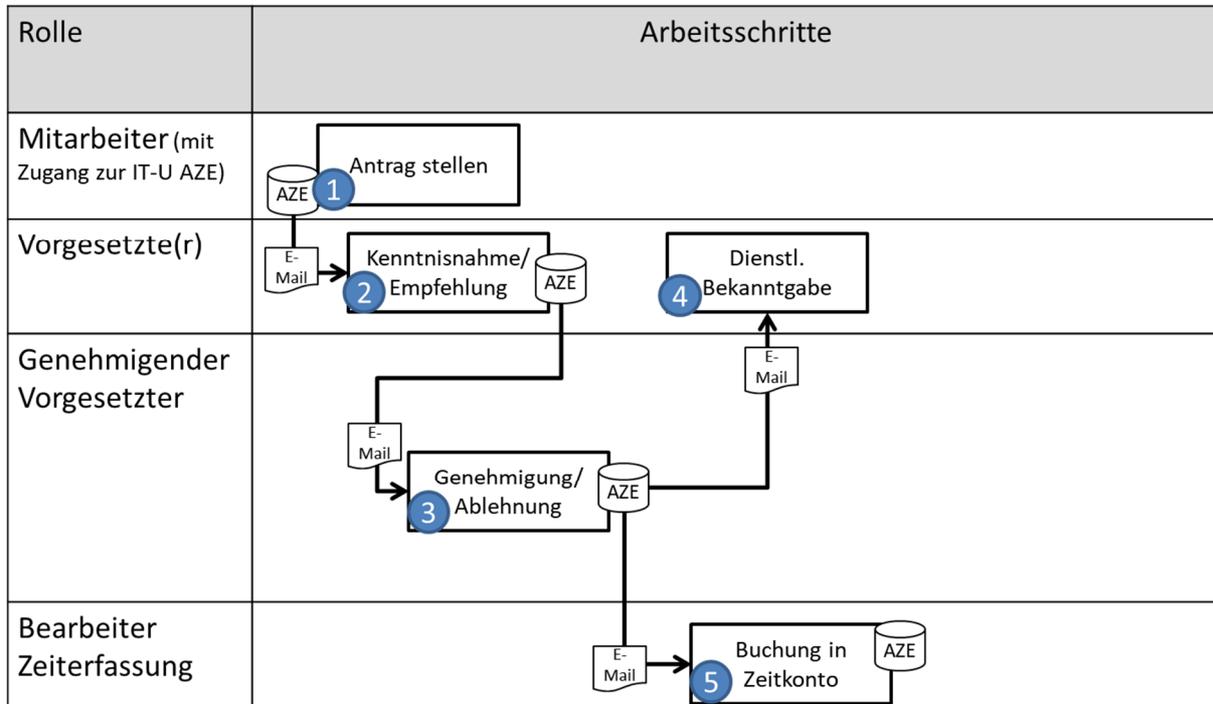
1. Antrag stellen
2. Kenntnisnahme / Empfehlung
3. Genehmigung / Ablehnung
4. Dienstliche Bekanntgabe
5. Buchung im Zeitkonto

Das vorliegende Prozessmodell wurde in Form eines Ablaufdiagramms erstellt und als PowerPoint-Präsentation gesichert. Hierbei wurden die einzelnen Prozessschritte als Arbeitsschritte und die beteiligten Entitäten als die unten aufgeführten Rollen titulierte.

- Mitarbeiter
- Vorgesetzter
- Genehmigender Vorgesetzter
- Bearbeiter Zeiterfassung

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Abbildung 58 zeigt den Prozess der dienstlichen Abwesenheit, vorliegend als Ablaufdiagramm in PowerPoint. Die im Ablaufdiagramm gezeigten Rollen und Arbeitsschritte bilden die Grundlage für die späteren handelnden Personen oder Einheiten und die Prozessschritte.



**Abbildung 58: Vorliegender Prozess geplante dienstliche Abwesenheit**

Das in Abbildung 58 gezeigte Ablaufdiagramm enthält Informationen über Handlungen, deren zeitliche Abfolge und die handelnden Personen oder Einheiten. Die für einen NOV-2 benötigten Informationen bezüglich der Verortung der handelnden Entitäten (Locationtype, vgl. Tabelle 14) sind nicht abgebildet. Diese wurden in einem späteren Schritt durch die Nutzung der GUI (vgl. 3.6.4.6) ergänzt.

Die Modellierung der Prozesse auf Grundlage der vorliegenden Ablaufdiagramme mittels CiA wurde durch eine Person durchgeführt. Diese war ein SME der vorhergehenden Evaluation. Es wurde sich hier bewusst für einen SME entschieden, der CiA bereits kannte. Dies sollte Erkenntnisse über die Anpassung der Methode und die damit verbundenen Implikationen liefern (Vorher-nachher-Vergleich).

Die Einweisung des SME umfasste neben dem Aufzeigen der Änderungen von CiA (Regelwerk und angepasste Elemente) auch das Ziel der Anwendung – hinsichtlich der Transformation der Modelle für den Projektleiter.

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Da die vorliegenden Arbeitsabläufe lediglich einfache Prozesse darstellen, entschied sich der SME dafür, diese nicht mittels der Karten von CiA zu modellieren, sondern die Software yEd zu nutzen (vgl. 3.6.3.).

Dies erforderte eine Einweisung des SME in die Verwendung und Nutzung der Software yEd. Die Transformation mittels des entwickelten Tools wurde nicht durch den SME durchgeführt. Lediglich die inhaltliche Kontrolle der transformierten Modelle im Sparx EA und somit die inhaltliche Qualitätssicherung waren wieder eine Aufgabe des SME.

Zur Datenerhebung wurde hier die teilnehmende Beobachtung als Methode gewählt. Dies gab dem SME die Möglichkeit, jederzeit Rückfragen zu stellen. Ein korrigierendes Eingreifen durch mich fand während der Modellierung jedoch nicht statt. Im Anschluss an die Modellierung wurden dem SME Fragen gestellt, um die dokumentierten Beobachtungen zu ergänzen.

### Anwendung Modellierungsmethode:

- Konnte aus Ihrer Sicht die Aufgabe erfüllt werden?
- Welche Schwierigkeiten gab es hinsichtlich der Anwendung der Methode?

### Transformiertes Modell:

- Entspricht das Modell Ihren Vorstellungen?
- Spiegelt das Modell aus Ihrer Sicht den Inhalt korrekt wider?

Eine Übersicht der Evaluation samt Setting findet sich in Anlage 6.

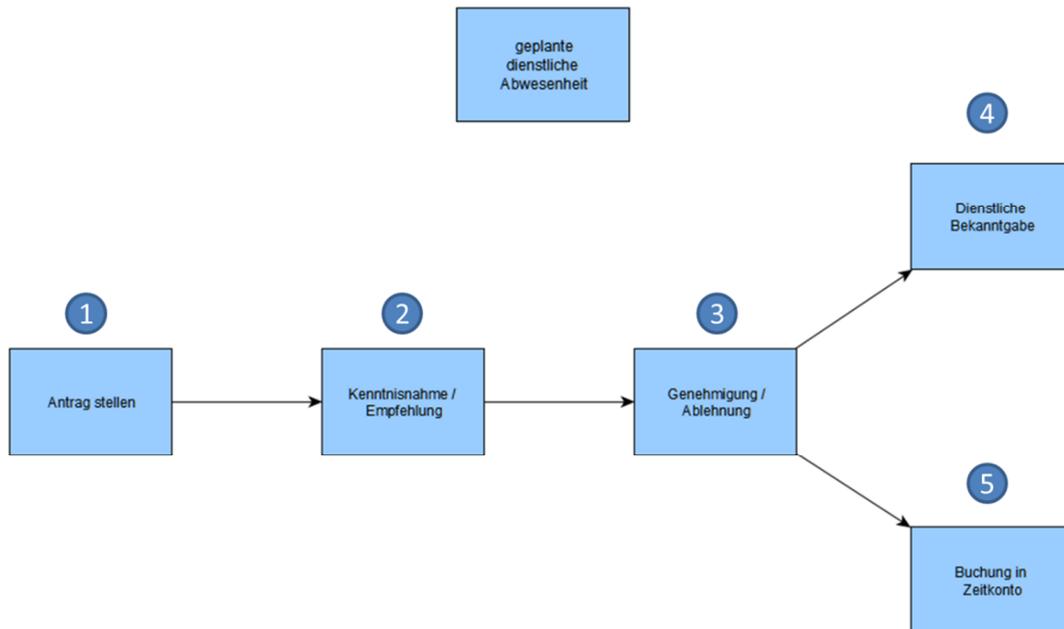
Durch die Anwendung von CiA sollte als Endprodukt der in Abbildung 58 gezeigte Prozess als NOV-2 und NOV-5 im Sparx EA vorliegen. Diese wiederum sollten den Inhalt des vorliegenden Prozesses korrekt widerspiegeln.

Der gezeigte vorliegende Prozess der dienstlichen Abwesenheit wurde mittels der Software yEd, welche die entwickelte Modellierungsmethode abbildet, modelliert. Um eine möglichst genaue Abbildung der Modellierungsmethode in yEd darstellen zu können, werden die Knoten in Form von Quadern dargestellt (Ähnlichkeit zu den analogen Karten der Modellierungsmethode). Hierbei bildet der Knoten dienstliche Abwesenheit den darzustellenden Gesamtprozess. Jeder in Abbildung 58 gezeigte Arbeitsschritt stellt einen Knoten in dem in Abbildung 59 angeführten nachmodellierten Prozess dar.

Die im vorliegenden Prozess aufgezeigten Rollen wurden als Eigenschaften der Knoten gemäß Abbildung 35 (handelnde Person / Einheit) übernommen.

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Weiterhin wurde der Informationsfluss, im vorliegenden Prozess durch Pfeile repräsentiert, welche die Information E-Mail enthalten, als Kantengewicht gemäß Abbildung 36 (eingehende / ausgehende Information) übernommen. Dies wird in Abbildung 60 gezeigt, wobei das Feld Ident. Nr. sich aus dem Namen des Prozessschrittes ergibt – sowie auch der Vorgänger (AS - > Prozessschritt Antrag stellen) und der übergeordnete Prozess (DA -> dienstliche Abwesenheit), was den genannten Gesamtprozess abbildet.



**Abbildung 59: Ergebnis der Modellierung des Prozesses geplante dienstliche Abwesenheit**

Die Information Hierarchie ergibt sich aus dem Zeitpunkt, in welchem der Prozessschritt stattfindet (zweiter Schritt im Ablauf des Prozesses). In den Kanteneigenschaften wird lediglich die Information E-Mail übernommen, da der vorliegende Prozess keine Auskunft über Zustände gibt (vgl. Abbildung 60).

Knoteneigenschaften		Kanteneigenschaften	
Beschreibung	Kenntrnsnahme / Empfehlung	Information	E-Mail
y.A.W.Daten.Ident. Nr.	KE	Zustand	
Hierarchie	2		
Teilprozess (ja/nein)	<input checked="" type="checkbox"/>		
Ueberprozess	DA		
handelnde Person / Einheit	Vorgesetzte(r)		
Name	Kenntrnsnahme / Empfehlung		
Vorgaenger	AS		

**Abbildung 60: Knoten- und Kanteneigenschaften**

Aus dem modellierten Prozess muss in einem nächsten Schritt automatisiert eine operationelle Architektur erstellt werden. Die für den NOV-5 geforderten Informationen liegen bereits alle vollständig im Prozessmodell vor, was eine automatisierte Überführung ermöglicht. Für den NOV-2 wird für jede am Prozess teilnehmende Entität ein zugewiesener Ort benötigt (NATO, 2010: NATO Architecture Framework Version 3.1). Diese Information ist im vorliegenden Prozess dienstliche Abwesenheit nicht enthalten. Das entwickelte Lösungsdesign der Modellierungsmethode fordert für den Schritt der Modellierung diese Information ebenfalls nicht, sondern bietet die Möglichkeit, diese nach dem Einlesen des Prozesses über die GUI zu ergänzen (siehe 3.6.4.6). Hierfür gibt die genannte GUI nach dem Einlesen des Prozesses eine Übersicht aller beteiligten Entitäten aus, welche nun wiederum ihren benötigten Ort zugewiesen bekommen. Die in dem vorliegenden Prozess beteiligten Entitäten ergeben sich aus den in Abbildung 58 gezeigten Rollen, welche in dem ursprünglichen Prozessmodell festgelegt wurden.

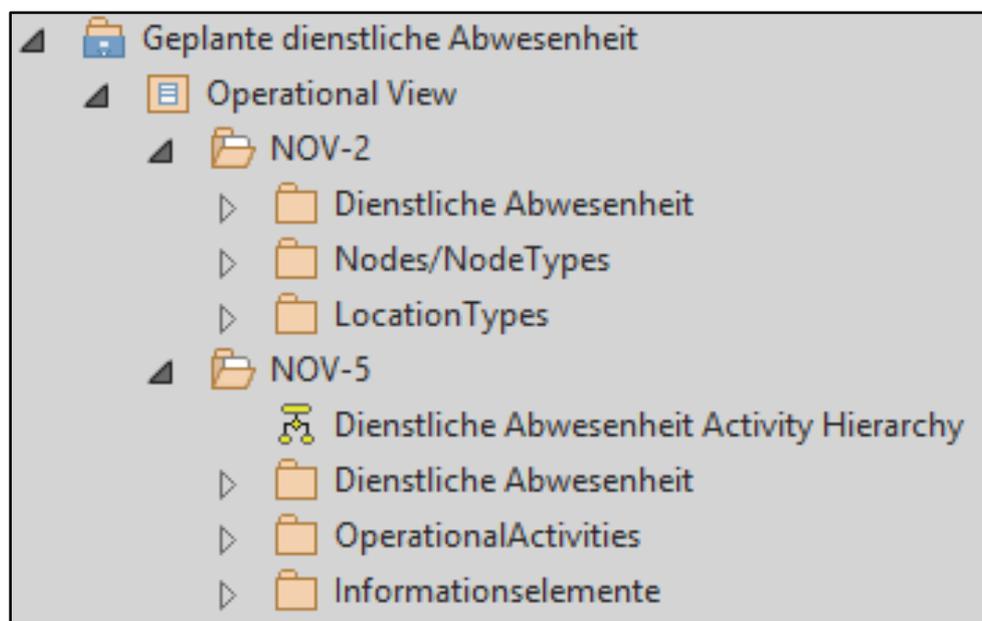
Da das ursprünglich vorliegende Prozessmodell keine Auskunft über die zuzuordnenden Orte gibt, mussten diese manuell ergänzt werden. Diese manuelle Ergänzung erfolgte durch den SME mittels der in Abbildung 55 gezeigten GUI. Die Zuordnung wurde wie folgt durch den SME festgelegt:

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

- Mitarbeiter Einheit
- Vorgesetzter Einheit
- Genehmigender Vorgesetzter vorgesezte Stelle
- Bearbeiter Zeiterfassung Personalstelle

Die so ermöglichte Zuordnung von Orten zu handelnden Entitäten erlaubt nun auch die automatisierte Erstellung des NOV-2. Dieser wird aus den vorliegenden Informationen des NOV-5, gepaart mit den nachträglich hinzugefügten Informationen bezüglich der zugeordneten Orte, automatisiert erstellt.

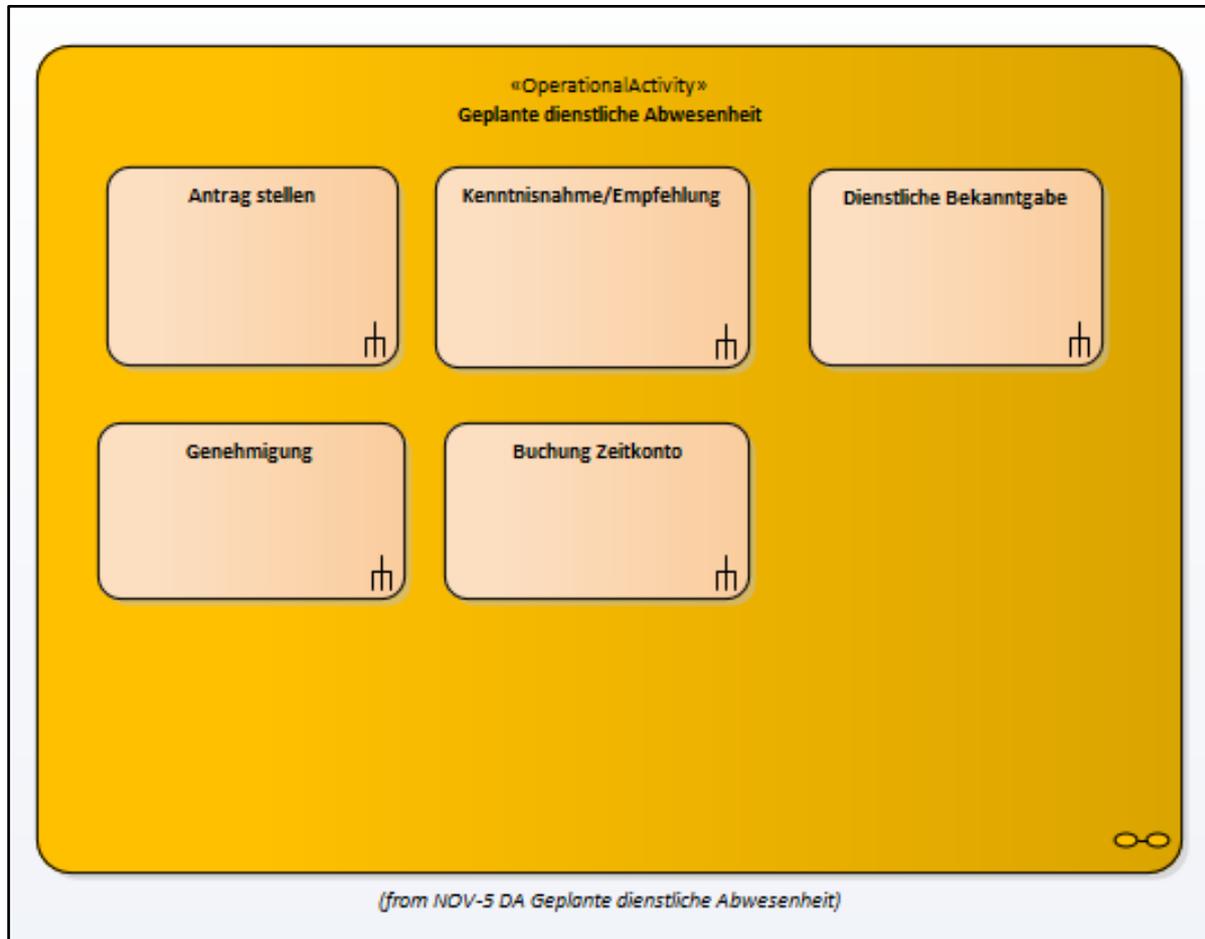
Das entwickelte Tool erstellt automatisch eine XML-Datei, welche anschließend in den Sparx EA importiert wird (vgl. 3.6.4.4). Nach dem erfolgreichen Import wird die operationelle Architektur (vgl. 3.6.4.4) im Sparx EA dargestellt, was Abbildung 61 zeigt.



**Abbildung 61: Struktur der Sichten NOV-2 und NOV-5 im Sparx EA**

Der NOV-5 besteht aus gemäß den Leitlinien der Organisation aus einer hierarchischen Sicht, welche alle Prozessschritte auflistet, und einem Diagramm, welches den Prozessablauf darstellt.

Sowohl die hierarchische Sicht als auch der Prozessablauf wurden automatisiert durch das Tool erstellt. Die Ergebnisse dieser automatisierten Erstellung werden in Abbildung 62 und Abbildung 63 gezeigt.



**Abbildung 62: NOV-5 hierarchische Sicht Prozess geplante dienstliche Abwesenheit**

# Design des Concept into Architecture (CiA)

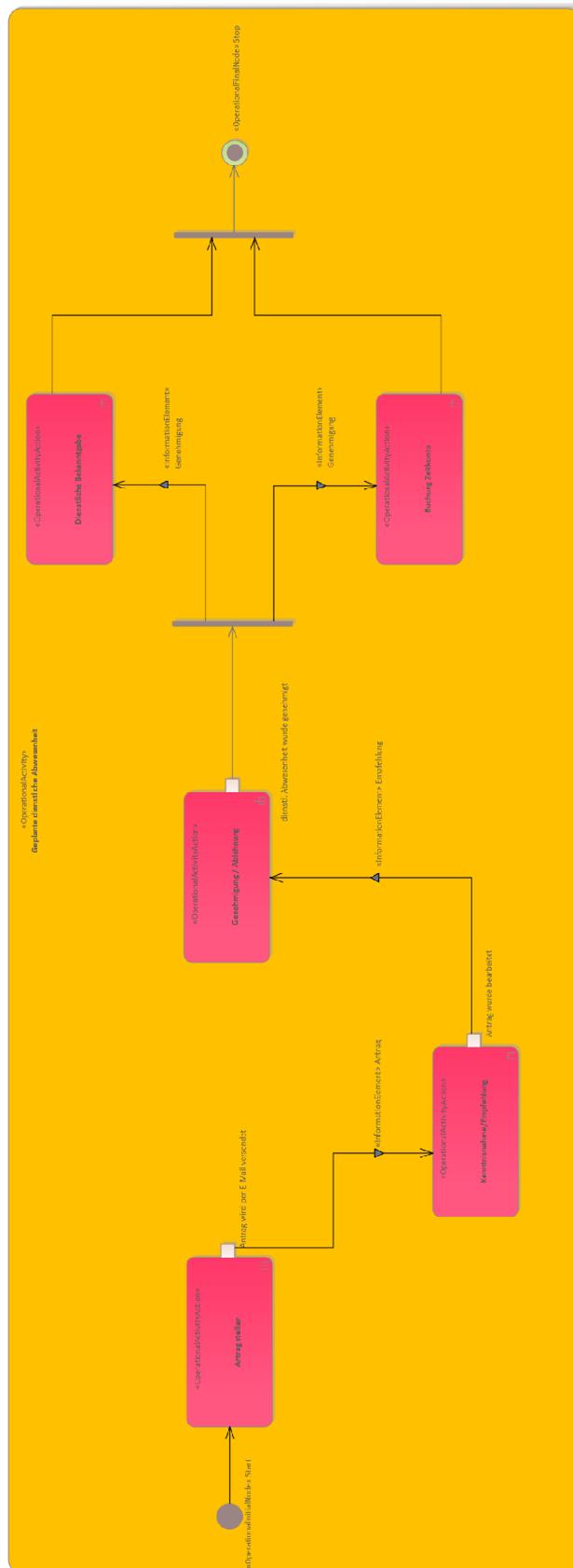


Abbildung 63: NOV-5 Prozessablauf geplante dienstliche Abwesenheit

Die zu dieser Sicht des NAF gehörenden Informationsaustauschbeziehungen, welche durch den NOV-2 dargestellt werden, wurden ebenfalls durch den IT-Artefakt nun automatisiert generiert, was einen Mehrwert, wie auch dessen Alleinstellungsmerkmal aufzeigt. Abbildung 64 zeigt die Ergebnisse dieses Vorgangs.

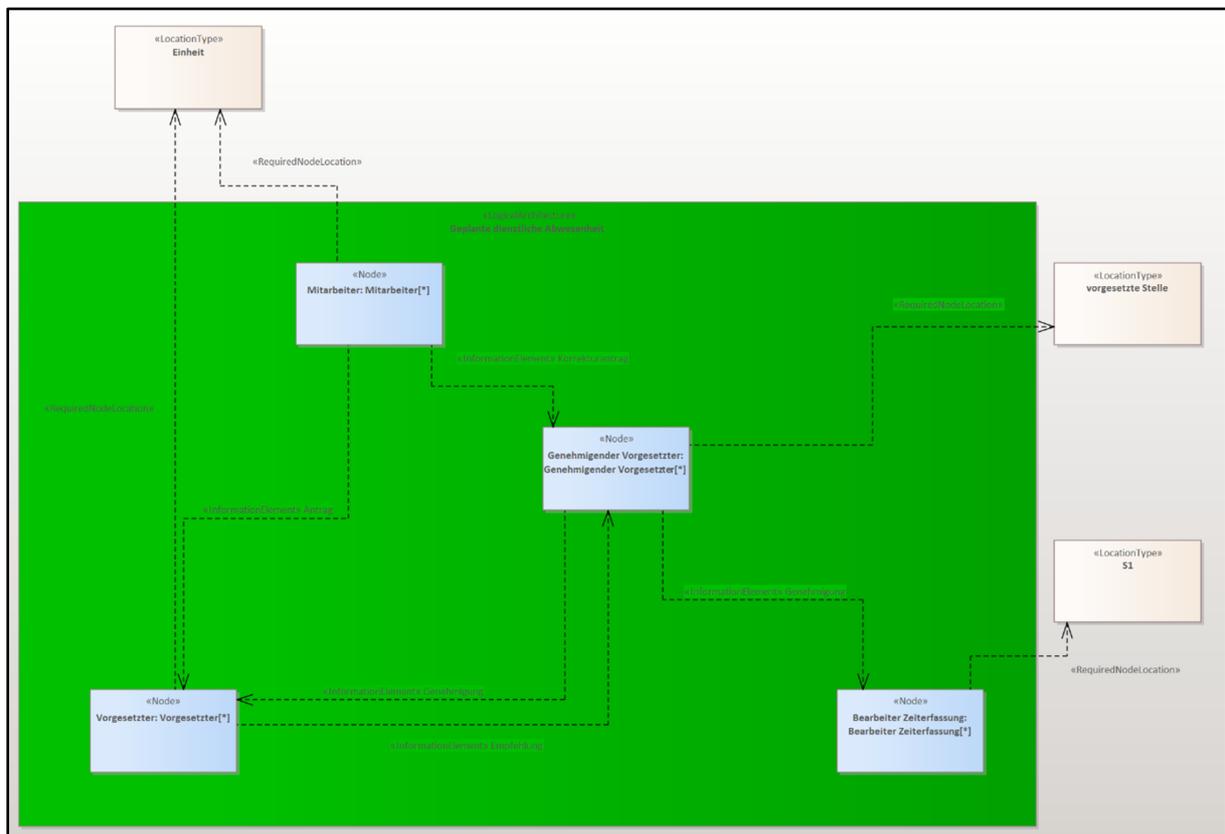


Abbildung 64: NOV-2 geplante dienstliche Abwesenheit

Die Abbildung 62 bis Abbildung 64 zeigen Ausschnitte der operationellen Architektur. Diese wurde auf Grundlage des in Abbildung 59 erstellten Modells durch das Tool automatisiert erstellt.

### 3.7.2 Evaluation

Die inhaltliche Qualitätssicherung ergab, dass alle vorliegenden Informationen (Ablaufdiagramm in PowerPoint, vgl. Abbildung 58) im NOV-5 in korrekter Abfolge als Prozessschritte dargestellt wurden. Die Zuweisung der beteiligten Rollen durch den NOV-2 erfolgte ebenfalls korrekt. Auch die Informationen der zugewiesenen Orte des Ausgangsmaterials, welche durch die SME ergänzt wurden, wurden übernommen.

Aus der teilnehmenden Beobachtung ergaben sich folgende Rückschlüsse, bezogen auf die zu adressierenden Attribute.

### Minimum an Regeln:

Die Erweiterung des Regelwerks bezüglich der Anordnung der zu nutzenden Objekte (vgl. 3.6.2) wurde durch die SME berücksichtigt und beeinflusste die benötigte Arbeitszeit nicht negativ.

Die zusätzlich eingeführten Informationen, welche durch das Tool benötigt werden (siehe 3.6.4.3), führten dazu, dass die Anwendung der Modellierung mehr Zeit in Anspruch nimmt, im Vergleich zur vorherigen Version.

### Leitlinien der Organisation:

Das Ergebnis der Modellierung konnte mittels Tools erfolgreich in den Sparx EA importiert werden. Somit wurde automatisiert eine operationelle Architektur erstellt und das Ergebnis lag in der geforderten Form vor.

Das Regelwerk bezüglich der Anordnung der Elemente bei der Modellierung mit CiA trägt aus Sicht des SME zur Lesbarkeit der Modelle bei. Die Einführung der zusätzlichen Informationen zur computergestützten Verarbeitung erhöhten aus Sicht des SME den Arbeitsaufwand.

Seitens des Projektleiters wurde bestätigt, dass das Modell im Sparx EA inhaltlich korrekt sei und eine Teilaufgabe im Projekt abschließt.

### **3.7.3 Reflexion und Lernen**

Im Rahmen dieser Evaluation wurde die aus dem Lösungsdesign implementierte Modellierungsmethode zur Modellierung einfacher Prozesse eingesetzt. Der Fokus lag dabei auf den Implikationen der vorgenommenen Änderungen.

Erstmals wurde in dieser Evaluation auch das Tool betrachtet. Die automatisiert erstellten operationellen Architekturen lieferten somit den Ausgangspunkt, um eine inhaltliche Qualitätssicherung durchführen zu können.

Die Erweiterung des Regelwerks bezüglich der Modellierung (Anordnung der Elemente) steigerte die Lesbarkeit der erstellten Modelle. Dies wurde auch durch den SME bestätigt. Obwohl der SME auf die analoge Anwendung der Methode verzichtete und die Modelle in yEd mittels der Vorlagen erstellte, konnten hier keine Schwierigkeiten oder Hindernisse in der Anwendung festgestellt werden.

Da seitens des SME kein Mehrwert durch die zusätzlichen Informationen, welche das Tool benötigt, erkennbar war, diese jedoch zusätzlichen Aufwand in der Anwendung bedeuten, muss das Design der Karten wieder angepasst werden.

Diese in 3.6.4.3 aufgezeigten und unten aufgeführten Daten dienen der Zuweisung von Informationen bei der automatisierten Erstellung der Sichten des NAF und sind somit für die Transformation notwendig.

- Ident.Nr.
- Ident.Nr. Vorgänger
- Hierarchie / Ablaufkette / ...
- Teilprozess (ja / nein)

Da alle zusätzlichen Daten als Datentyp String übergeben werden, führen Schreibfehler zur fehlerhaften Ausführung aller automatisierten Arbeiten (Algorithmus, Transformation). Das Tool wurde dahingehend angepasst, dass die Erzeugung der notwendigen Daten automatisiert geschieht. Dies wird dadurch ermöglicht, dass die entwickelte Modellierungsmethode formal auf Graphen basiert (vgl. 3.3). Tabelle 16 zeigt die Umsetzung dieser Automatisierung.

Benötigte Daten	Umsetzung
Ident.Nr.	Aus dem Namen der Handlung und seinem übergeordneten Prozess wird eine ID erzeugt.
Ident.Nr. Vorgänger	Die ID des einen oder mehrerer adjazenten eingehenden Knoten vergeben.
Hierarchie / Ablaufkette / ...	Der erste ermittelte Knoten mit nur ausgehenden Kanten erhält die Startnummer 1. Alle weiteren adjazenten Knoten werden fortlaufend nummeriert. Dies wird iteriert, bis der letzte Knoten (nur eingehende Kanten) erreicht ist.
Teilprozess (ja / nein)	Sollte es eine zusätzliche Information zu einem übergeordneten Prozess / einer Handlung geben, wird dieser boolesche Wert auf true gesetzt.

**Tabelle 16: Automatisierte Datenerzeugung**

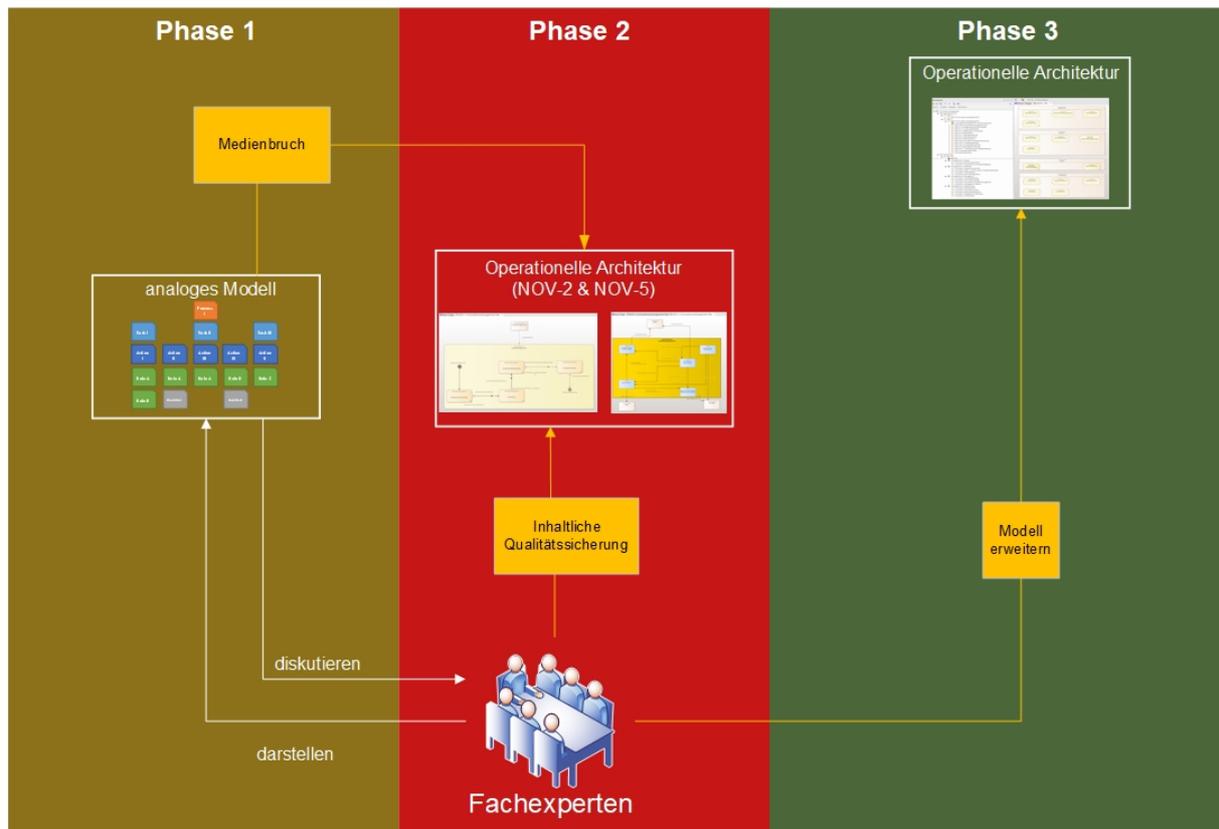
Da eine automatisierte Erstellung einer operationellen Architektur möglich war und auch nun eine inhaltliche Qualitätssicherung durch den SME erfolgte, wird anhand dieser Anwendung eine allgemeine Eignung von CiA gezeigt.

Auch in der dritten Evaluation war die Modellierung von bestehenden Prozessen oder Modellen mittels der Modellierungsmethode möglich. Zusätzlich wurde in dieser Evaluation das Tool verwendet und eine operationelle Architektur erstellt.

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Diese konnte einer inhaltliche Qualitätssicherung durch den SME unterzogen werden. Dies ist ein Indikator für die korrekte Funktionsweise des programmierten Tools. Um die Nützlichkeit von CiA nachweisen zu können und so den Einfluss durch die Anwendung von CiA auf die Organisation zu zeigen, ist der Einsatz von CiA in einem Projekt notwendig.

Hierbei können die Anwendung der Modellierungsmethode (Phase 1), automatisierte Erstellung der operationellen Architekturen (Phase 2) und die weitere Arbeit mit diesen operationellen Architekturen (Phase 2 und Phase 3) betrachtet werden (vgl. Abbildung 65).



**Abbildung 65: Lösungsdesign (vgl. Abbildung 26)**

Eine Evaluation der Artefakte unter Realbedingungen im Kontext der Organisation wird im nachfolgenden Kapitel beschrieben.

## Kapitel 4

### 4 Projekt Innovationsmanagement

Im Rahmen der angewandten Forschungsmethodik erfolgt die Evaluation der Artefakte in mehreren Zyklen, die sich dabei in kleine, qualitative Iterationen unterteilen. Die Anwendung und Evaluation müssen im Kontext der Organisation und unter realen Bedingungen durchgeführt werden. Die entwickelte Modellierungsmethode (vgl. 3.3), welche ebenfalls die ermittelten praxisrelevanten Anforderungen enthält (vgl. 3.2), wie auch das Tools welches die Ergebnisse automatisiert in das NAF überführt (vgl. 3.3), werden hierbei verwendet.

Methode und Tool wurden im Kontext der Organisation weiterhin als CiA (vgl. 3.7) vorgestellt. Durch die Anwendung von CiA werden Erkenntnisse gesammelt und diese gemäß den Vorgaben zur Evaluation von Artefakten in der Wirtschaftsinformatik (Frank, 2009; Gericke & Winter, 2009) überprüft.

Zur Evaluation muss CiA unter Realbedingungen angewandt und betrachtet werden. Dabei gilt es den Einsatz von CiA über alle Phasen des etablierten Ansatzes (vgl. 2.1) zu untersuchen, um festzustellen, welche Implikationen hieraus für das Unternehmen entstehen. Hierbei spielen sowohl die Auswahl des Nutzerkreises, als auch das zu verfolgende Ziel, in dessen Kontext CiA evaluiert wird, eine wichtige Rolle.

Ein Umfeld, welches alle geforderten Bedingungen bereitstellt, ist das Projekt Innovationsmanagement<sup>23</sup> (im weiteren Teil der Arbeit als Projekt bezeichnet). Ein Meilenstein in diesem Projekt, in einem ersten Schritt den Prozess eines möglichen Innovationsmanagements zu modellieren, unter Berücksichtigung der operationellen Architekturen gemäß den Leitlinien der Organisation, bietet alle nötigen Voraussetzungen zur Evaluation der entwickelten Artefakte.

Gemäß den Prinzipien der Canonical Action Research (CAR) wurde hier ein Researcher-Client Agreement (RCA) (Davison *et al.*, 2004) mit dem Leiter der Arbeitsgruppe 1 (Ltr AG 1) geschlossen, welcher im Rahmen der Konzepterstellung als Projektleiter fungiert.

Als Mitarbeiter der Behörde war ich Teil des Projektteams und verantwortlich für die initiale Erstellung einer operationellen Architektur.

---

<sup>23</sup>

[http://www.planungsamt.bundeswehr.de/portal/a/plgabw/start/lut/p/z1/hU9dC4JAEPwt\\_QH3\\_M7HEzMEjciy717i0MMMu4vjkOJ-fCdFb9YuDOzOzjALFA5ABRu6luIOctabmdDgGM\\_zbe5EjuNjFyOM7CQtdksXBSFUsP93Qg2NJgojKBsOxHiEkx4LD0qgQBtu1VJwPaLmQncGW8W0VNZVKt2PzE0pw1hdA8ToY2Sbfpf9jP0qWpPQ85Is3oyGZzaw-1fL6vFpICcmmpp6vZY0\\_i5\\_hCvdfehuul3S-WvnDI8OzFxBFOI/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/#Z7\\_B8LTL29225A3A0A01DFMUG30E4](http://www.planungsamt.bundeswehr.de/portal/a/plgabw/start/lut/p/z1/hU9dC4JAEPwt_QH3_M7HEzMEjciy717i0MMMu4vjkOJ-fCdFb9YuDOzOzjALFA5ABRu6luIOctabmdDgGM_zbe5EjuNjFyOM7CQtdksXBSFUsP93Qg2NJgojKBsOxHiEkx4LD0qgQBtu1VJwPaLmQncGW8W0VNZVKt2PzE0pw1hdA8ToY2Sbfpf9jP0qWpPQ85Is3oyGZzaw-1fL6vFpICcmmpp6vZY0_i5_hCvdfehuul3S-WvnDI8OzFxBFOI/dz/d5/L2dBISEvZ0FBIS9nQSEh/#Z7_B8LTL29225A3A0A01DFMUG30E4)

Somit bestand ein Vertrauensverhältnis zum Ltr AG 1, da mit der Nutzung von CiA ein Projektziel in meinem Verantwortungsbereich verfolgt wurde.

Die Vereinbarung wurde erst mündlich getroffen, wobei der Ltr AG 1 davon unterrichtet wurde, dass CiA als neue Methodik eingesetzt wird und der Output einen wesentlichen und geforderten Beitrag zum Projekt liefert. Weiterhin wurde ihm das Ziel der Evaluation erklärt, wie auch mögliche Auswirkungen der Evaluation auf die Artefakte und das Projekt. Die getroffenen Absprachen wurden anschließend schriftlich fixiert und finden sich in Anlage 7.

### 4.1 Erster Evaluationszyklus

Gegenstand in diesem Evaluationszyklus war die Modellierung des Prozesses eines möglichen Innovationsmanagements. Hierzu lag bereits ein generischer Prozess mit zwei Abstraktionsebenen (rote Kästen) in Form eines Ablaufdiagramms vor (PowerPoint). Abbildung 66 zeigt dieses vorhandene Ausgangsmaterial.



**Abbildung 66: Ausgangsmaterial Ablaufdiagramm**

Neben dem in Abbildung 66 gezeigten Ablaufdiagramm lagen auch Rollenbeschreibungen verschiedener Akteure in einem möglichen Innovationsmanagement in Form von User Stories vor. Aus den vorliegenden Informationen sollten nun mittels CiA ein Modell erstellt werden.

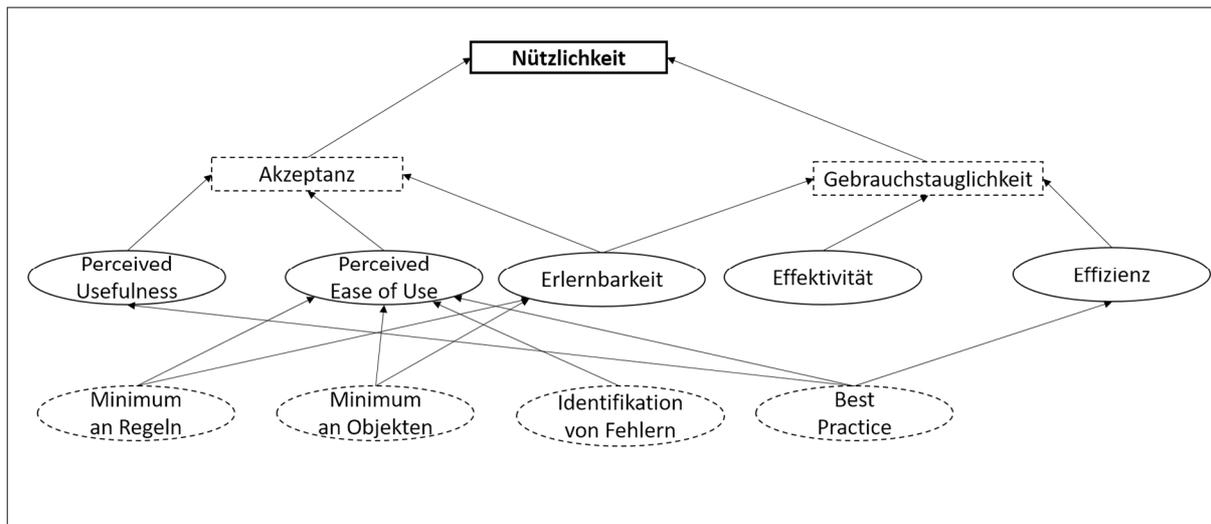
Im Vergleich zu den bisherigen Anwendungen von CiA musste in diesem Projekt das erste generische Modell des Prozesses noch diskutiert und validiert werden. Weiterhin sollten die bisherigen Ergebnisse erweitert und bezüglich des Prozessmodells noch in die geforderte Form seitens der Vorschrift überführt werden, da sie einen Teil der operationellen Architektur darstellen sollen. Das vorliegende Ablaufdiagramm in Form einer PowerPoint-Darstellung wurde als nicht hinreichend für die Diskussion und Validierung erachtet. Mit Blick auf die operationellen Architekturen entspricht diese Darstellung auch nicht den Leitlinien der Organisation.

Schwerpunkt der Evaluation war die Anwendung der Modellierungsmethode von CiA durch die SME im Projektteam. Dabei galt zu beachten, dass alle vorliegenden Informationen des Ausgangsmaterials vollständig genutzt werden müssen, da kein Delta hinsichtlich der vorliegenden und der überführten Informationen entstehen darf.

### 4.1.1 Vorbereitung

Bezogen auf den Inhalt dienten als Grundlage die vorliegende PowerPoint und alle zusätzlichen Informationen (User Stories). Diese musste das spätere Modell sinngetreu beinhalten.

Das grundlegende Evaluationsmodell (siehe Abbildung 5) musste mit dem Fokus der Anwendung der Modellierungsmethode für die Evaluation erweitert werden. Das angepasste Evaluationsmodell zeigt Abbildung 67.



**Abbildung 67: Evaluationsmodell erster Evaluationszyklus**

#### Minimum an Regeln:

Die in den vorhergehenden Evaluierungen aufgezeigten Ausprägungen hinsichtlich eines Minimums an Regeln und zu nutzender Objekte müssen in diesem Evaluationszyklus weiterhin betrachtet werden (vgl. 3.7.1).

#### Minimum an Objekten:

Die in den vorhergehenden Evaluierungen aufgezeigten Ausprägungen hinsichtlich eines Minimums an Objekten müssen in diesem Evaluationszyklus ebenfalls betrachtet werden (vgl. 3.6.2.4).

#### Identifikation von Fehlern:

Die selbstständige Identifikation von Fehlern, bei der Nutzung der Methode durch die Anwender, gibt Aufschluss hinsichtlich der Perceived Ease of Use und erfüllt somit Kriterien bezüglich der Korrektheit sowie Vollständigkeit der Modellierungsmethode.

### Best Practice:

Der Nachweis der korrekten Adressierung bekannter Konzepte (Best Practice) hat positiven Einfluss auf die Perceived Ease of Use und auf die Effizienz.

Diese identifizierten Sub-Attribute lassen sich auch in anderen Arbeiten finden, welche sich u. a. mit der Lesbarkeit von Modellen und deren Verwendung befassen. Beispielsweise das von Malinova und Mendling vorgestellten CogniDia (Malinova & Mendling, 2021) nennt vergleichbare Attribute als visuelle und verbale Richtlinien.

### **4.1.2 Durchführung der Modellierung (Intervention)**

Die Modellierung wurde in einer Gruppe von sechs Personen durchgeführt. Die Gruppe bestand neben mir aus fünf weiteren Mitgliedern des Projektteams. Eine dieser Personen war bei der Datenerhebung zum ersten generischen Prozessmodell (Abbildung 66) involviert.

Alle Teilnehmer waren aus derselben Abteilung der Behörde und bereits als SME in anderen Projekten tätig. Keiner der Teilnehmer war Experte aus dem Bereich EA oder Modellierung, jedoch hatten zwei Teilnehmer bereits Erfahrungen mit der BKM gesammelt.

Das Sammeln von Daten erfolgte hierbei gemäß den Vorgaben der teilnehmenden Beobachtung (Bachmann, 2009). Eine Übersicht der Modellierung findet sich in Anlage 8.

Meine Aufgabe bestand darin, die Teilnehmer in die Nutzung von CiA einzuweisen und die Modellierung sowie Anwendung von CiA zu moderieren.

Zu Beginn stellte ich die Modellierungsmethode vor und erläuterte die Regeln zur Anwendung (Syntax). Anschließend wurde die Notwendigkeit der operationellen Architekturen in Projekten und deren Bezug zu aktuellen Leitlinien genannt. Davon ausgehend wurde die Position erläutert, welche durch die Modellierung eingenommen wird. Weiterhin wurde neben dem damit zu erreichendem Ziel auch die Intention des Forschers genannt, wie auch das Vorgehen und die Forschungsmethode kurz skizziert.

Seitens der Teilnehmer wurde sowohl der Sinn und Zweck der Modellierung, hinsichtlich Notwendigkeit und zukünftiger Arbeiten im Projekt, wie auch die Entwicklung der Artefakte und deren Evaluation positiv wahrgenommen und erachtet. Das bereits genannte Ausgangsmaterial wurde nach der Vorstellung der Methode und der Erläuterung von Zweck, Ziel und Intention den Teilnehmern vorgestellt.

Basierend auf dem Ausgangsmaterial wurde mit CiA der Prozess Innovationsmanagement modelliert. Gemäß dem vorliegenden Ablaufdiagramm konnten vier Teilprozesse identifiziert werden, welche sequenziell durchlaufen werden (erste Abstraktionsebene, vgl. Abbildung 66). Diese Teilprozesse sind wiederum in einer zweiten Abstraktionsebene spezifiziert.

## Design des Concept into Architecture (CiA)

Die Modellierung wurde bis auf die zweite Ebene durchgeführt, da bis zu dieser das Ausgangsmaterial zweifelsfrei, bezüglich Ablauf und Zuordnung, nutzbar war. Die somit zu betrachtenden zwei Ebenen lagen beide in eindeutiger Form, ohne Nebenläufigkeiten, vor. Unter Zuhilfenahme der vorliegenden zusätzlichen Informationen (User Stories) konnten die ersten beiden Ebenen des Prozessmodells nachmodelliert werden. Abbildung 68 zeigt dabei das Ergebnis der Modellierung, wie auch eine Kennzeichnung der Abstraktionsebenen (rote Kästen) im Vergleich zu Abbildung 66.

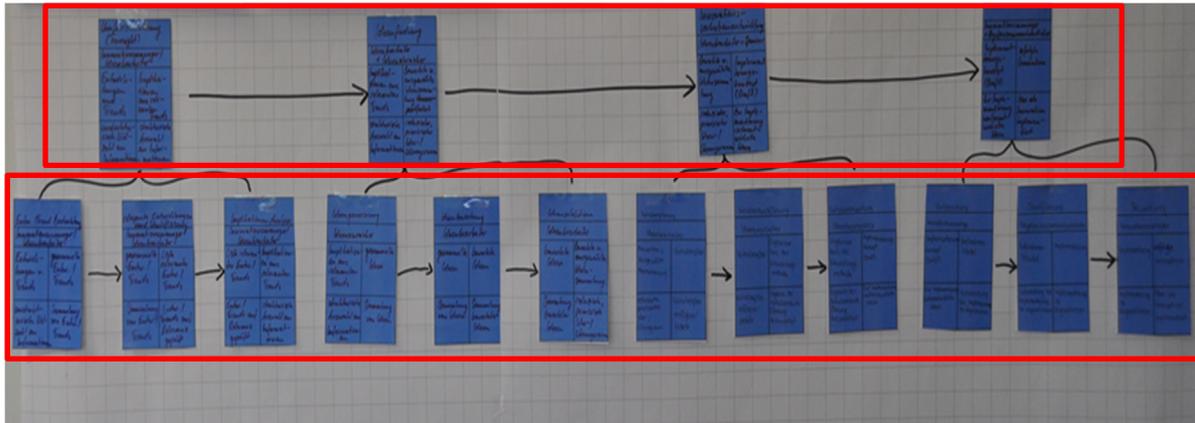


Abbildung 68: Mit CiA erstelltes Modell

Eine Definition der unterschiedlichen Rollen der beteiligten Personen und Einheiten im Prozess wurde sehr kurz und generisch durchgeführt, da trotz Vorliegen der User Stories lediglich zwei unterschiedliche Rollen identifiziert werden konnten. Eine Erklärung hierfür liefert der frühe Sachstand, in welchem sich das Projekt zu diesem Zeitpunkt befand. Die verwendeten zusätzlichen Informationen konnten direkt in das Prozessmodell mit eingepflegt werden.

Das in Abbildung 68 gezeigte Modell, mit zwei Abstraktionsebenen, bildet die Grundlage für eine spätere automatisierte Erstellung einer operationellen Architektur. Dies stellt einen Bestandteil des folgenden Evaluationszyklus dar.

### 4.1.3 Evaluation

Um die mittels teilnehmender Beobachtung gesammelten Daten zu ergänzen, wurden während der Modellierung Fragen gestellt und abschließend eine Feedbackrunde mit allen Teilnehmern gehalten.

Sowohl für die Zwischenfragen als auch für die Feedbackrunde wurde der folgende Fragenkatalog verwendet.

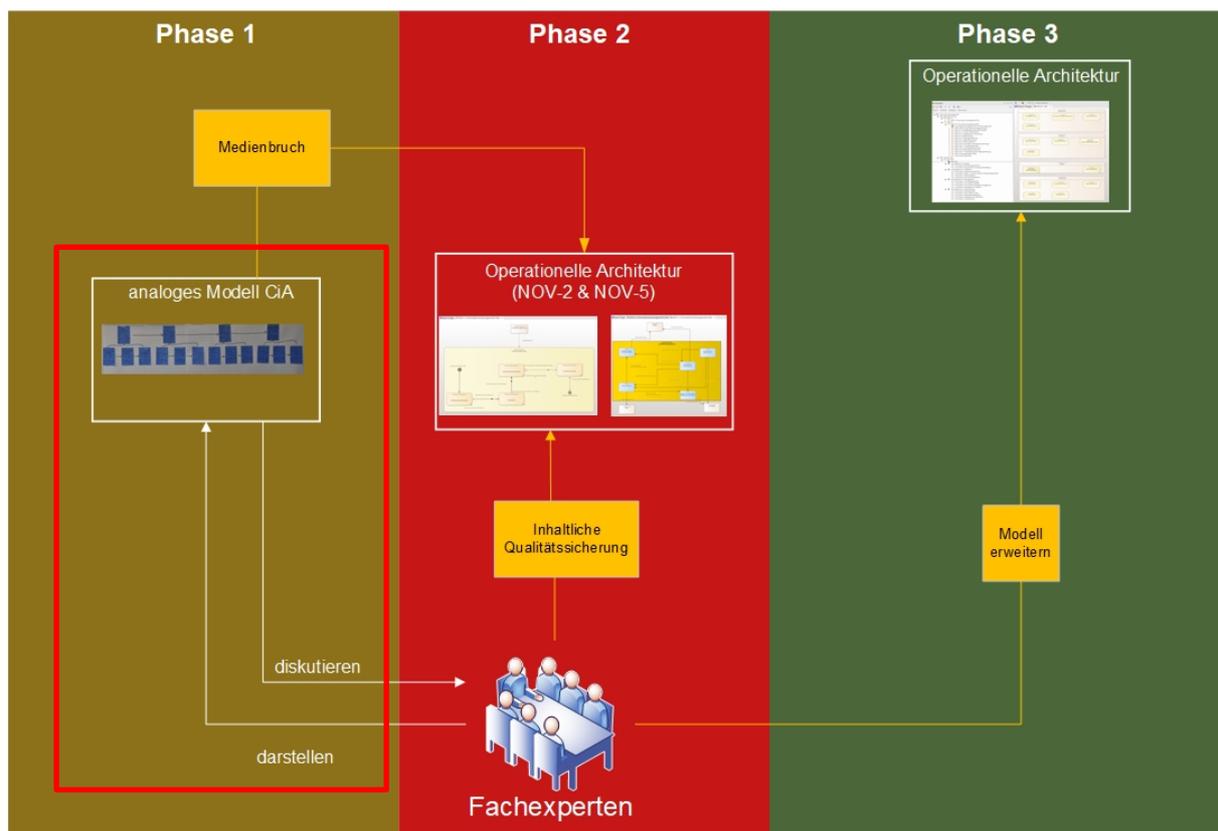
- Konnte aus Ihrer Sicht erfolgreich ein Modell mittels CiA erstellt werden?
- Enthält das Modell alle Informationen des Ausgangsmaterials?
- Welche Schwierigkeiten gab es hinsichtlich der Anwendung der Methode?
- Enthält das CiA-Modell aus Ihrer Sicht mehr Informationen als notwendig?
- Verglichen mit bekannten Methoden, wie eignet sich diese Methode zur Aufgabenerfüllung?

Die grundlegenden Regeln der Syntax war jedem Teilnehmer ersichtlich und verständlich. Dies wurde insofern bestätigt, dass während der Modellierung keine Fehler bezüglich der Anordnung gemacht wurden und seitens nicht korrigierend eingegriffen werden musste. Dies bestätigt eine positive Adressierung bezüglich der eindeutigen Identifikation von Fehlern. Dies ist u. a. auf die schnelle Erlernbarkeit zurückzuführen, welche sich aus dem Minimum an Regeln und Objekten ableitet. Verstärkt wird dies durch die Nutzung bekannter Konzepte, wie der Ähnlichkeit der bereits bekannten BKM und somit die Beibehaltung von Best Practice. Hierdurch folgt der geringe Aufwand zum Erlernen und Anwenden der Methode, was sich positiv auf die Effizienz auswirkt. Weiterhin folgt aus der Beibehaltung von Best Practice eine positive Verknüpfung der Methode hinsichtlich ihrer einfachen Anwendung, was wiederum einen positiven Einfluss auf die Perceived Ease of Use besitzt. Die Überprüfung des Inhalts auf vollständige Überführung aus dem Ausgangsmaterial konnte ebenfalls positiv beantwortet werden, auch wenn eine abschließende Bewertung bezüglich der Vollständigkeit mit weiteren Mitgliedern des Projektteams durchgeführt werden sollte (siehe 4.2). Verständnisfragen, welche in direktem Zusammenhang mit der Anwendung und der damit verbundenen Benutzerfreundlichkeit standen, gab es hinsichtlich des Feldes der Zustände (Eingangs- und Ausgangszustand). Da die Zustände in diesem Modell sinngemäß unmittelbar mit den ein- und ausgehenden Informationselementen verknüpft sind (z. B. Prozessschritt Trend identifizieren, ausgehendes Informationselement Trend, Ausgangszustand Trend wurde identifiziert), konnte seitens der Teilnehmer kein Mehrwert bezüglich der Informationsgestaltung oder Darstellung erkannt werden. Da auch im vorliegenden Ausgangsmaterial keine Hinweise auf Zustände vorlagen, wurde dieses Feld als obsolet betrachtet.

## Design des Concept into Architecture (CiA)

Die Anwendung der Methode selber wurde als äußerst einfach und zielführend erachtet, angemerkt wurde lediglich die Farbe der Karten (zu dunkel, da Stifffarbe Schwarz). Als Möglichkeit des zukünftigen Arbeitens wurde der Vorschlag geäußert, an einer Wand statt an einem Tisch zu arbeiten.

Das mittels CiA erstellte Modell umfasste zwei Abstraktionsebenen, wie Abbildung 68 zeigt. Dabei bestand die erste Ebene aus vier Prozessschritten. Jeder dieser Schritte wurde in der zweiten Abstraktionsebene durch drei untergeordnete Teilschritte spezifiziert. Alle im Ausgangsmaterial vorhandenen Informationen (siehe Abbildung 66) konnten in dem Modell verarbeitet werden (vgl. Abbildung 66 und Abbildung 68). Das erstellte Modell konnte durch die Teilnehmer genutzt werden, da es durch jeden einzelnen als verständlich eingestuft wurde. Dies ermöglichte den Teilnehmern, die bisher gesammelten Informationen darzustellen, zu diskutieren und zu validieren, was als Ziel im Lösungsdesign vorgegeben wurde (vgl. Abbildung 17). Abbildung 69 zeigt dabei, an welcher Stelle die Modellierungsmethode im Lösungsdesign verortet ist.



**Abbildung 69: Verortung Modellierungsmethode CiA im Lösungsdesign**

Die Modellierungsmethode wird, wie in Abbildung 69 gezeigt, in der ersten Phase zum Darstellen und Diskutieren von Informationen verwendet.

#### 4.1.4 Anpassung der Artefakte (Reflexion & Lernen)

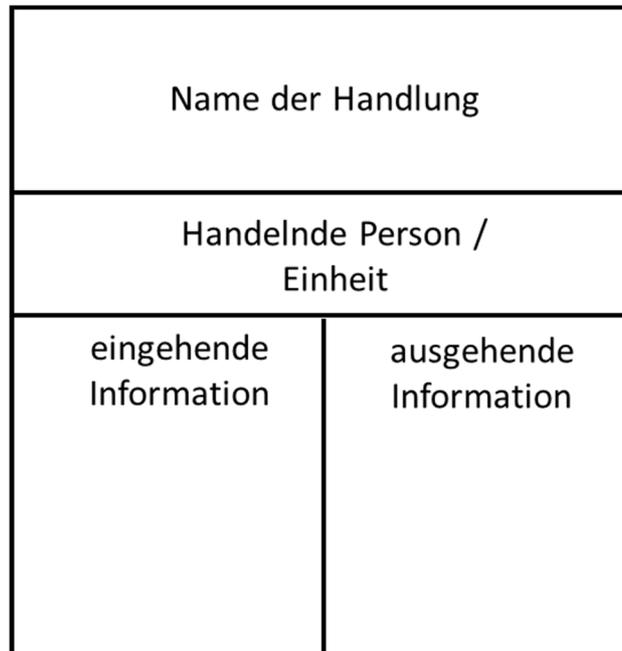
Um Rückschlüsse zur Anpassung der Modellierungsmethode ziehen zu können, müssen sowohl die Beobachtungen als auch das gesammelte Feedback gegen das Evaluationsmodell geprüft werden.

Die Ergebnisse der teilnehmenden Beobachtung bei der Anwendung der Modellierungsmethode zeigten, dass keine syntaktischen oder semantischen Fehler seitens der Teilnehmer gemacht wurden. Die korrekte Anwendung der Modellierungsmethode unter Berücksichtigung der vorgegebenen Syntax war die Folge. Dies bestätigt der Methode eine gute Erlernbarkeit, da keiner der Teilnehmer mit der Anwendung des Artefakts im Vorfeld Berührungspunkte hatte. Die gute Erlernbarkeit lässt sich durch die gegebenen Ausprägungen der geringen Anzahl an Symbolen sowie Regeln und durch das Fehlen von sprachlichen Barrieren oder unbekanntem Begriffen bestätigen. Da keine Fehler in der Anwendung beobachtet werden konnten, keine Verständnisschwierigkeiten auftraten, was in der Feedbackrunde bestätigt wurde und in kurzer Zeit das Ziel erreicht wurde, lässt sich so das klare und einfache Verständnis bestätigen, insbesondere, da seitens jedes Teilnehmers diese Form der Modellierung positiv aufgenommen wurde. Weiterhin wurde seitens eines Teilnehmers, welcher bereits die BKM kannte, geäußert, dass er diese Methode der Modellierung aufgrund ihres abgesteckten und zielgerichteten Rahmens vorziehen würde. Der abgesteckte und zielgerichtete Rahmen ermöglicht neben der Erlernbarkeit auch die ausreichende Darstellung des Sachverhalts. Dies wird ebenfalls dadurch bekräftigt, dass alle vorliegenden Informationen verarbeitet werden konnten.

Da in diesem Evaluationsschritt das Tool noch nicht zum Einsatz kam, wird dies in einer nachfolgenden Evaluation überprüft. Die geäußerten Änderungen zur Farbe der Karte lassen sich problemlos umsetzen, da es sich lediglich um Ausdrucke handelt, die in der Folge auf weißes Papier gedruckt werden. Eine Änderung der Arbeitsfläche (Tisch oder Wand) stellt ebenfalls kein Problem dar, ist jedoch auch abhängig von den Präferenzen der Teilnehmer. Die Änderung bezogen auf den Inhalt der Karten (Entfernung der Zustände) lässt sich zwar ebenfalls auf den Karten problemlos umsetzen, bedarf aber vorher einer Überprüfung mit den Leitlinien der Organisation.

Die Informationen, welche durch die Zustände gegeben werden, waren als ergänzende Information des Modells vorgesehen. Die durch die Vorgaben definierten Anknüpfungspunkte einer Handlung (vgl. Abbildung 31 und Tabelle 14) sollten mit Informationen bezüglich des Zustands ergänzt werden.

Die Dokumentation von Zuständen oder deren Zuordnung zu Anknüpfungspunkten ist durch die Leitlinien der Organisation nicht vorgesehen. Dies ermöglicht es, die als obsolet betrachteten Felder zu entfernen und das Tool anzupassen, ohne dass der späteren Form (NOV-5) benötigte Informationen fehlen. Die Änderungen der Elemente der Modellierungsmethode zeigt Abbildung 70.



**Abbildung 70: Angepasste Karte des Artefakts**

Die Anpassung eines Artefakts, die Felder Eingangszustand und Ausgangszustand wurden entfernt, bedingt dessen erneute Evaluation in einem folgenden Evaluationszyklus. Weiterhin wurde bisher lediglich die Nutzung der Modellierungsmethode evaluiert. Betrachtungsgegenstand des nächsten Evaluationszyklus muss nun neben der Modellierungsmethode auch die automatisiert erstellte operationelle Architektur sein.

## 4.2 Zweiter Evaluationszyklus

Der zweite Evaluationszyklus umfasste sowohl die Modellierungsmethode von CiA als auch die automatisiert erstellte operationelle Architektur. Neben der Evaluation der Anpassungen der Modellierungsmethode lag der Fokus auch auf der Kontrolle der Inhalte (inhaltliche Qualitätssicherung). Dabei bildeten die Ergebnisse der Modellierung des ersten Evaluationszyklus, die gewonnenen Erkenntnisse und deren Einfluss auf die Entwicklung der Artefakte einen Teil des Ausgangsmaterials.

Auch in diesem Evaluationszyklus wurden gemäß RCA zwei Ziele verfolgt. Hierbei wurde das Ziel auf Seiten des Projekts durch die Validierung und Weiterentwicklung des bisherigen Prozessmodells definiert. Zusätzlich sollten bereits identifizierte Funktionen einer möglichen Software zur Unterstützung des Innovationsmanagements mit Prozessschritten verknüpft werden.

Den Rahmen für die Evaluation von CiA bildete ein dreitägiger Workshop. Das Ergebnis der mehrtägigen Veranstaltung sollte ein Prozessmodell sein, welches zur weiteren Arbeit im Projekt genutzt werden konnte.

Zunächst stand die inhaltliche Qualitätssicherung des Modells des ersten Evaluationszyklus im Vordergrund. Das mit der Modellierungsmethode von CiA erstellte Modell musste von weiteren Mitgliedern des Projektteams auf inhaltliche Korrektheit und Vollständigkeit überprüft werden.

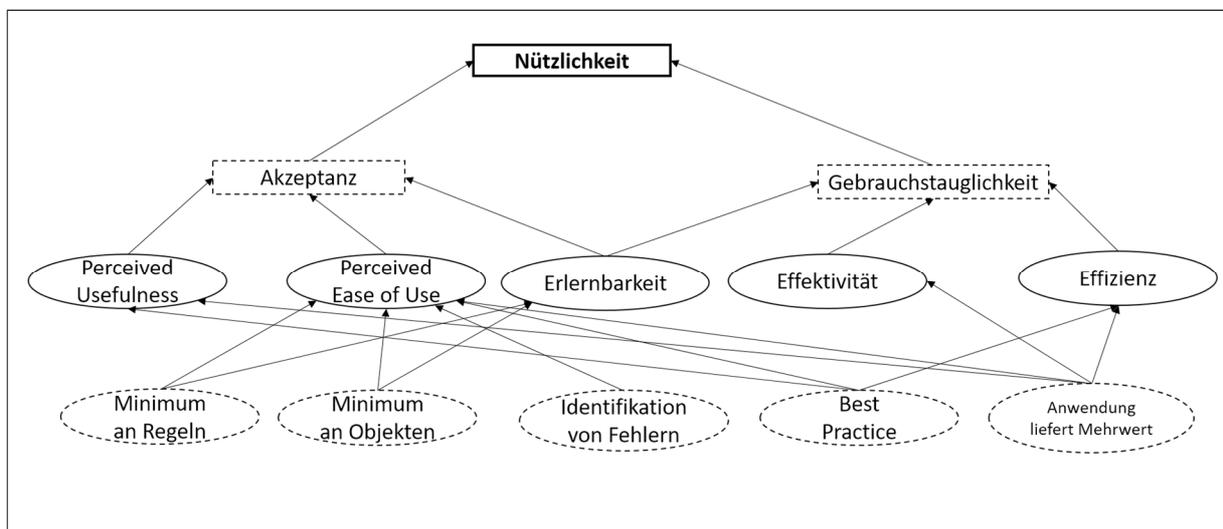
Aus diesem im ersten Evaluationszyklus erstellten Modell wurde mittels des Tools automatisiert eine operationelle Architektur erstellt. Diese sollte ebenfalls durch das Projektteam kontrolliert werden. Hier lag das Hauptaugenmerk ebenfalls auf der inhaltlichen Qualitätssicherung. Da das Tool durch keinen SME, sondern von mir selber verwendet wurde, war die Bedienung des Tools nicht Gegenstand dieses Evaluationszyklus. Diese wird in Kapitel 4.4 untersucht.

Daneben sollte durch die Anwendung der überarbeiteten Modellierungsmethode der Prozess weiter modelliert, ausgestaltet und validiert werden. Mittels dieses Vorgehens sollten die bisherigen Erkenntnisse bestätigt und neue Erkenntnisse zur Nützlichkeit gewonnen werden. Eine Überprüfung bezüglich der Zielführung der Anpassung des Artefakts schloss dies mit ein. Abschließend sollte aus dem erweiterten Modell wiederum mittels des Tools automatisiert eine operationelle Architektur erstellt werden. Die automatisierte Erstellung des NAF-konformen Modells und auch die Möglichkeit, ohne vertiefte Kenntnisse bezüglich des NAF mit einem NAF-konformen Modell arbeiten und eine inhaltliche Qualitätssicherung durchführen zu können, sollten damit gezeigt werden.

### 4.2.1 Vorbereitung

Für eine Evaluation bezüglich der Benutzerfreundlichkeit und Anwendbarkeit der Modellierungsmethode wurde das im ersten Evaluationszyklus entwickelte Evaluationsmodell weiter ergänzt. Dem Attribut der Effizienz und damit einhergehend der Perceived Usefulness (vgl. Abbildung 4) wurde ein besonderes Augenmerk zugewiesen, insbesondere wegen seiner Relevanz für die betriebliche Praxis (Frank, 1999). Sollte es nicht möglich sein, die bisher gesammelten Informationen mittels der Modellierungsmethode vollständig zu verwerten, führt dies möglicherweise zur Ablehnung und schließt so dessen weitere Verwendung im Projekt aus. Die inhaltliche Vollständigkeit darf dabei jedoch in keinem Fall die Effizienz hinsichtlich Kosten-Nutzen-Verhältnis negativ beeinflussen (Richter, 1997; Venkatesh *et al.*, 2012). Dies bedeutet, dass die Nutzung der Modellierungsmethode keinen zeitlichen Mehraufwand für die SME bedeutet. Im Gegensatz zur ersten Evaluation musste im Rahmen der Effektivität darauf geachtet werden, dass das Modell auch tatsächlich erweitert, validiert oder überarbeitet wird. Die Anwendung der Modellierungsmethode sollte hier die Weiterentwicklung des vorliegenden Modells gewährleisten. Die durch das Tool automatisiert erstellte operationelle Architektur musste einer inhaltlichen Qualitätskontrolle durch die SME unterzogen werden.

Die Verknüpfung der zu adressierenden Attribute mit Blick auf Nützlichkeit des entwickelten Lösungsdesigns zeigt das Evaluationsmodell in Abbildung 71.



**Abbildung 71: Evaluationsmodell zweiter Evaluationszyklus**

Das in Abbildung 71 gezeigte Evaluationsmodell wurde, verglichen mit dem ersten Evaluationszyklus, um den zu untersuchenden Aspekt des Mehrwerts erweitert.

Hierunter fallen alle zu untersuchenden Merkmale hinsichtlich der Bearbeitung der zu lösenden Aufgabe (Erstellung des Modells), aus Sicht der Anwender. So ist die ausreichende

Darstellung des Sachverhalts ein zu erfüllendes Kriterium, da sonst kein Mehrwert durch die Nutzung der Modellierungsmethode erbracht werden kann. Der Mehrwert wird definiert, angelehnt an die Arbeit von Malinova & Mendling (Malinova & Mendling, 2021), über die Aufgabenerfüllung und die Visualisierung der Informationen. Damit einhergehend ist der Nachweis zur Erfüllung der Nutzeraufgaben zu betrachten, was sich in einem angemessenen Zeitrahmen (Kosten-Nutzen) bewegen muss (siehe 4.2.3). Weiterhin wird der Mehrwert der Modellierungsmethode dahingehend gemessen, dass die erstellten Modelle für weitere Arbeiten verwendet werden können, was die automatisierte Erstellung einer operationellen Architektur voraussetzt.

### **4.2.2 Durchführung der Kontrolle und Modellierung (Intervention)**

Teilnehmer des Workshops waren neben mir fünf weitere Mitglieder des Projektteams. Keiner der Teilnehmer war ein Experte aus dem Bereich EA oder Modellierung, jedoch war allen Teilnehmern die BKM bekannt. Auch war jeder der Teilnehmer bereits bei einer Modellierung mittels BKM involviert.

Die Modellierungsmethode von CiA war zwei der SME bekannt, da diese bereits Teil des ersten Evaluationszyklus waren. Die Moderation der Modellierung wurde wieder durch mich übernommen. Somit wurde auch hier die teilnehmende Beobachtung zur Sicherung der Empirie eingesetzt (Bachmann, 2009). Gefestigt wurden diese Beobachtungen durch vorbereitete Zwischenfragen und abschließende Feedbackrunden nach jedem Tag. Eine Übersicht der Evaluation findet sich in Anlage 9.

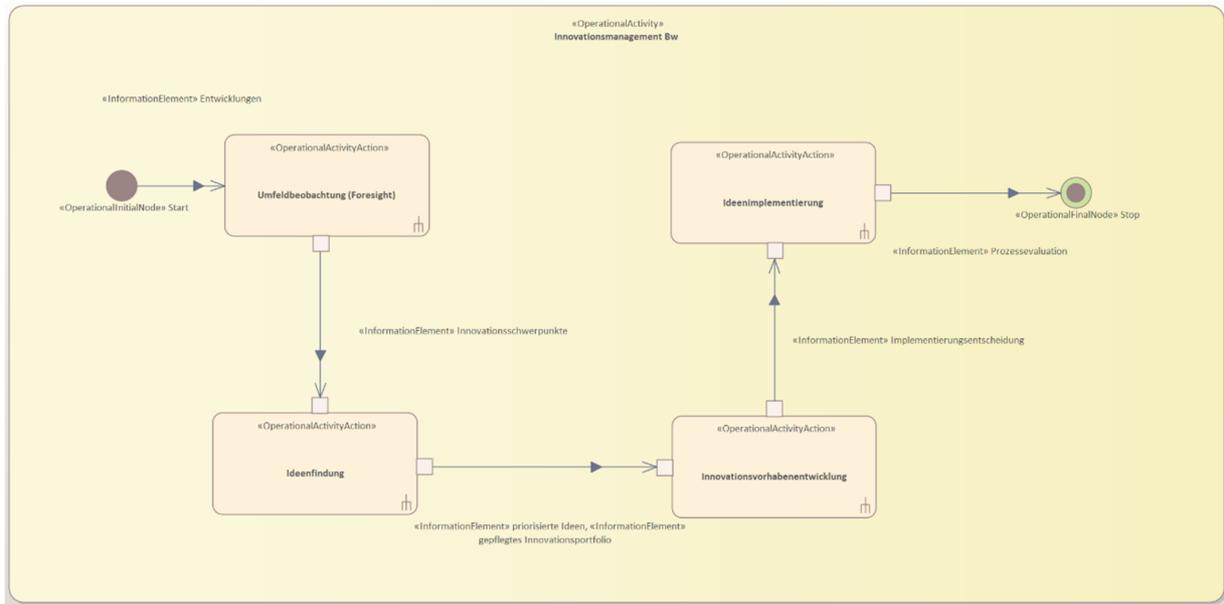
Zu Beginn der Veranstaltung wies ich alle Teilnehmer, bestehend aus fünf Mitgliedern der Projektgruppe, in die Notwendigkeit, Bedeutung und die bestehenden Leitlinien der Organisation zu operationellen Architekturen ein. Die Notwendigkeit dieser Einweisung war dadurch begründet, dass alle Teilnehmer bisher mit der Thematik nur minimal konfrontiert wurden.

Im Anschluss folgte eine Einweisung in die Sichten des NOV-5 und des NOV-2, wie auch eine Erklärung der Bedeutung dieser Sichten. Ergänzend wurden die Leitlinien der Organisation bezüglich einer operationellen Architektur erläutert. Abschließend folgte eine kurze, generelle Einweisung in den Sparx EA.

Aus dem in der ersten Evaluation erstellten Modell wurde im Vorfeld der zweiten Evaluation durch mich mittels des Tools eine operationelle Architektur erstellt. Hierbei war keiner der SME der ersten oder zweiten Evaluation zugegen, da die Teilnehmer zu diesem Zeitpunkt noch keine Berührungspunkte zum Tool haben sollten. Der Fokus der Evaluation lag auf der Modellierungsmethode und den erstellten Modellen, inklusive der automatisiert erstellten operationellen Architektur.

## Design des Concept into Architecture (CiA)

Die operationelle Architektur diente als Grundlage zur Besprechung des bisherigen Sachstands. Hierzu wurde der NOV-5 des Modells im Sparx EA vorgestellt. Abbildung 72 zeigt einen Auszug (erste Abstraktionsebene des Modells) der operationellen Architektur, die aus insgesamt zwei Abstraktionsebenen und 12 Diagramme bestand.



**Abbildung 72: Teil des NOV-5 aus der ersten Evaluation (mit Tool transformiert)**

Das in der ersten Evaluation erstellte Modell wurde vor den Teilnehmern auf einem Tisch platziert, sodass dies während der gesamten Kontrolle durch die Teilnehmer einsehbar war. Alle Teilnehmer hatten zur inhaltlichen Kontrolle zusätzlich das generische Prozessmodell vorliegen, welches auch als Ausgangsmaterial für die erste Evaluation diente (Ablaufdiagramm PowerPoint, vgl. Abbildung 66). Dieses wurde ausgehend von der ersten Ebene des Prozesses, welche die vier Teilprozesse beinhaltet, Schritt für Schritt durchgesprochen. Danach wurde auf jeden einzelnen Teilprozess eingegangen und dessen Unterprozesse (zweite Ebene) besprochen. Dabei wurden noch einmal die dargestellten Informationen diskutiert und das vorliegende Modell validiert (vgl. 4.1.3). Begründet durch die sehr generische Rollendefinition, wurde der NOV-2 vorerst nicht betrachtet.

Im Anschluss dieser inhaltlichen Qualitätssicherung wurde eine Vorstellung der Modellierungsmethode vorgenommen. Damit einhergehend wurde das zu erwartende Ziel nach deren Anwendung erläutert und wie diese Ergebnisse Einfluss auf die zukünftige Arbeit des Projekts besitzen.

Die Intention der Evaluation der Modellierungsmethode und der automatisch erstellten operationellen Architektur wurde erläutert, was ebenfalls positiv aufgenommen wurde, da eine zukünftige Anwendung dieser zur Modellierung seitens der Teilnehmer als mögliche Arbeitserleichterung aufgefasst wurde.

Im Anschluss an alle Einweisungen und Erläuterungen wurde im Gruppenrahmen das Arbeitsfeld festgelegt. Ausgehend von den Erkenntnissen der ersten Evaluation wurde die Möglichkeit zur Modellierung an der Wand (Whiteboard) angesprochen. Da es sich um einen sehr großen Raum handelte, wurde die Möglichkeit zur Modellierung an einem großen Tisch in der Mitte des Raumes bevorzugt.

Das im ersten Evaluationszyklus erstellte Modell wurde als Ausgangsmaterial verwendet und die genutzten Karten wurden durch die Teilnehmer auf die neuen angepassten Karten übertragen. Hierbei wurden bereits erste Schritte zur Validierung des vorhandenen Modells vorgenommen und einzelne Schritte angepasst.

Nach der Übertragung, verbunden mit Validierung oder Anpassung der vorhandenen Ebenen des Modells, wurde die dritte Ebene des Prozesses modelliert. Hierfür wurden alle noch nicht verwendeten verfügbaren Materialien zur dritten Ebene des Prozesses eingesetzt. Da diese jedoch größtenteils nicht die entsprechende Tiefe der Abstraktion besaßen oder teilweise nur Platzhalterfunktionen erfüllten, wurde der Modellierung dieser Ebene besonders viel Zeit eingeräumt. Hierfür mussten Informationen gesammelt und ergänzt werden, was zu einer inhaltlichen Diskussion führte. Dies wiederum führte zu einem Hinterfragen der übergeordneten Prozesse und der noch vorliegenden Informationen.

Am Ende der Modellierung lag nun ein Modell mit drei Abstraktionsebenen vor (siehe Abbildung 73). Da eine Zuständigkeit und Verantwortlichkeit der späteren Rollen im Prozess nicht eindeutig geklärt werden konnten, wurden weiterhin generische Rollen verwendet. Jedoch wurden nun mehrere Rollen definiert welche die Informationen für den NOV-2 liefern. Lediglich ihre Zugehörigkeit (Einheiten, Dienststellen etc.) wurde nicht betrachtet. Das in Abbildung 73 dargestellte Foto zeigt das Ergebnis der Modellierung, welches die Datenbasis für die automatisierte Erstellung einer operationellen Architektur darstellt (siehe Abbildung 78).

## Design des Concept into Architecture (CiA)

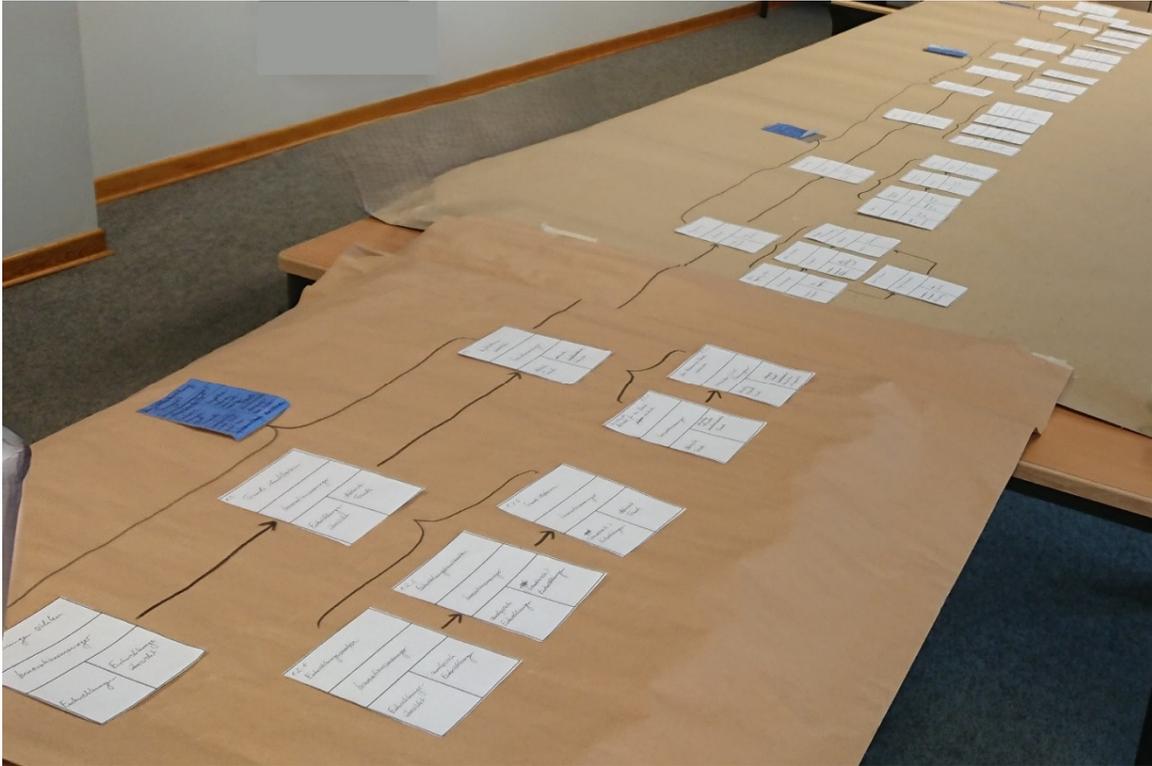


Abbildung 73: Ergebnis Modellierung zweite Evaluation

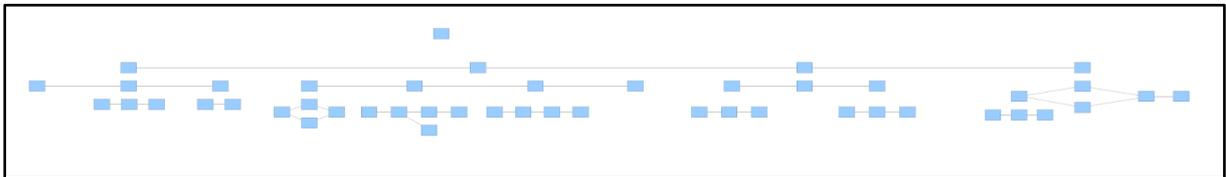
Ein Ausschnitt des in Abbildung 73 dargestellten Modells wird in Abbildung 74 gezeigt. Dargestellt wird ein Ausschnitt, welcher zwei Abstraktionsebenen enthält. In der ersten Ebene befinden sich die Prozessschritte „Entwicklungen Sichten“, „Trend identifizieren“ und „Implikationen entwickeln“. Die beiden letztgenannten Prozessschritte besitzen wiederum eine untergeordnete Ebene, welche diese Schritte genauer spezifizieren.



Abbildung 74: Ausschnitt aus dem Ergebnis der Modellierung

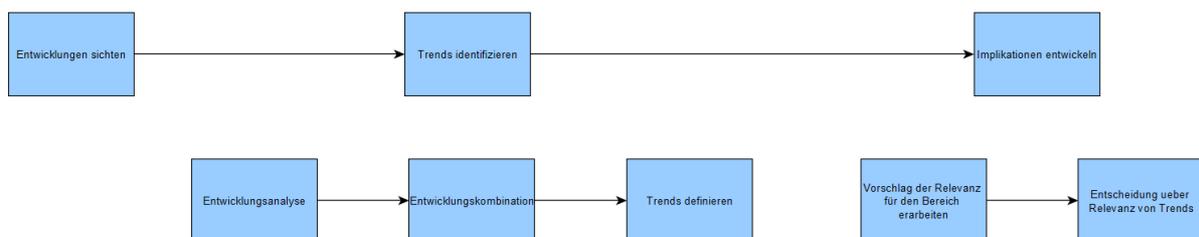
## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Nach dem Abschluss der Modellierung sollten die vorhandenen Informationen bezüglich möglicher zukünftiger, bisher identifizierter Funktionen einer Software zum Innovationsmanagement mit einzelnen Schritten des Prozesses verknüpft werden. Dabei wurde jeder einzelne Prozessschritt im erstellten Modell noch einmal betrachtet. Alle Anmerkungen bezüglich Prozessschritte, Informationselemente und mögliche Verknüpfungen zu identifizierten Funktionen einer Software wurden auf den Rückseiten der Karten notiert. Dies gab den SME die Möglichkeit zusätzliche Informationen im Modell darzustellen. Der Fokus dieses Evaluationszyklus lag auf der Anwendung der Modellierungsmethode, der Nutzung der damit erstellten Modelle, wie auch der Nutzung der automatisiert erstellten operationellen Architektur. Daher wurde das in Abbildung 73 dargestellte Modell durch mich, ohne Mitwirken der SME, mittels der in yEd erstellten Vorlagen (vgl. 3.6.3) digitalisiert.



**Abbildung 75: Digitalisiertes Modell**

Abbildung 75 zeigt das gesamte digitalisierte Modell (vgl. Abbildung 73) und Abbildung 76 einen Ausschnitt aus diesem Modell (vgl. Abbildung 74).



**Abbildung 76: Ausschnitt digitalisiertes Modell**

## Design des Concept into Architecture (CiA)

Die mit der Modellierungsmethode dargestellten Informationen finden sich eins-zu-eins im digitalisierten Modell wieder, was in Abbildung 77, anhand des Prozessschrittes „Trends identifizieren“ gezeigt wird. Die Informationen im analogen Modell bezüglich der eingehenden und ausgehenden Informationselemente werden im digitalen Modell in den Kanten wiedergegeben (vgl. 3.6.3).

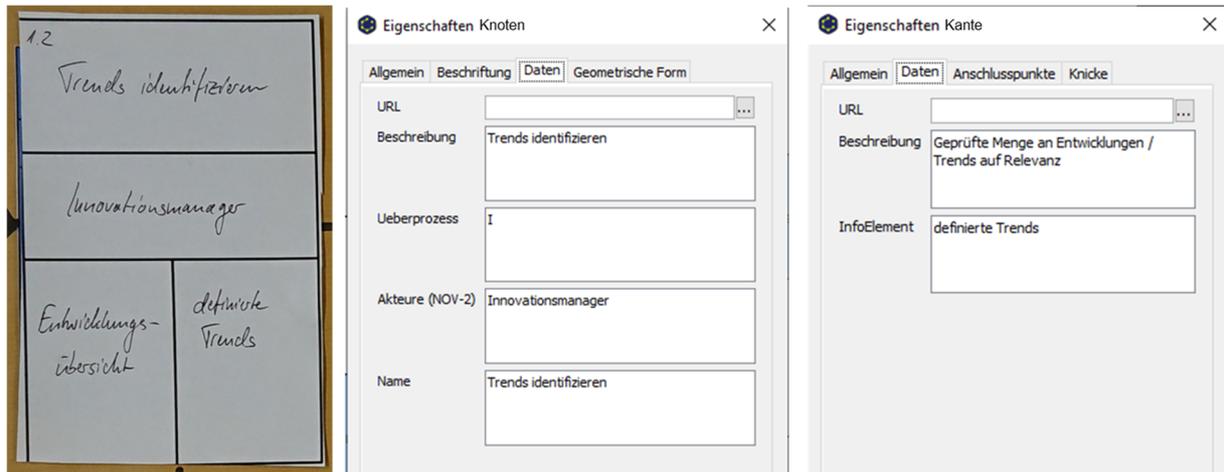


Abbildung 77: Informationen analoges und digitales Modell

Das in Abbildung 75 gezeigte digitalisierte Modell wurde durch das Tool eingelesen. Dabei wurde eine XML-Datei erzeugt, welche wiederum in den Sparx EA importiert werden konnte (vgl. Abbildung 37). So wurde die in Abbildung 78 gezeigte operationelle Architektur automatisiert erstellt.

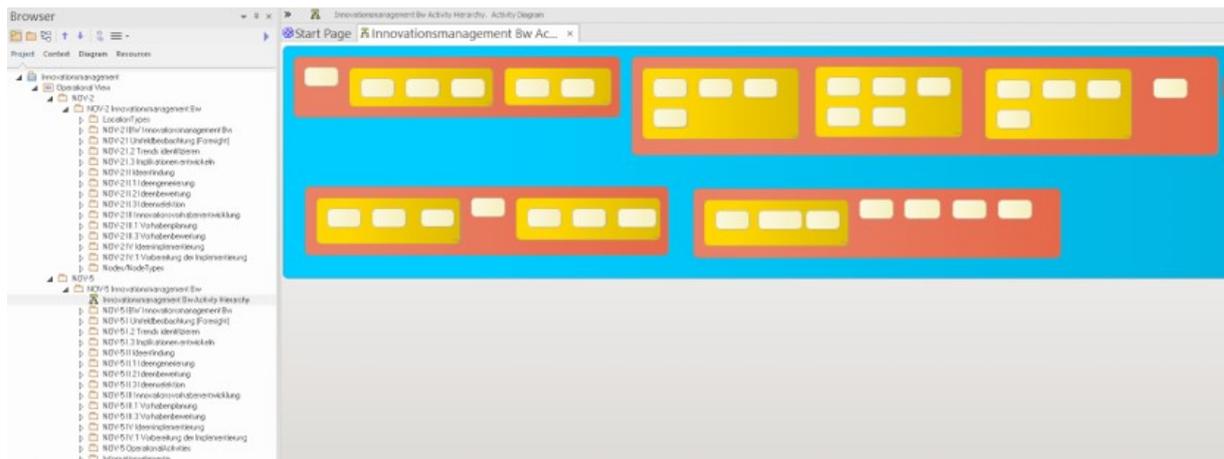
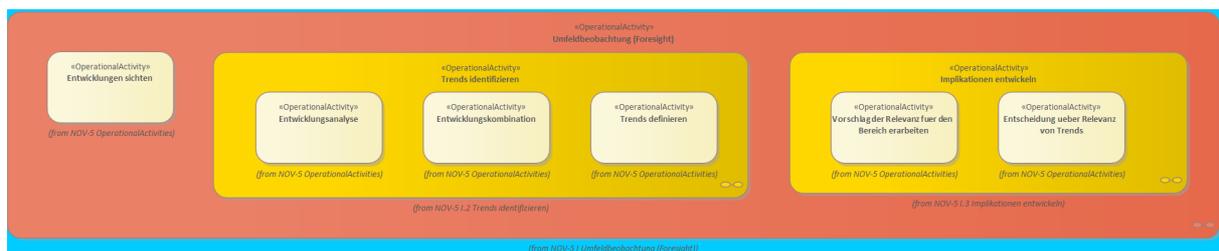


Abbildung 78: High Level View NOV-2 und NOV-5 (automatisiert erstellt)

## Design des Concept into Architecture (CiA)

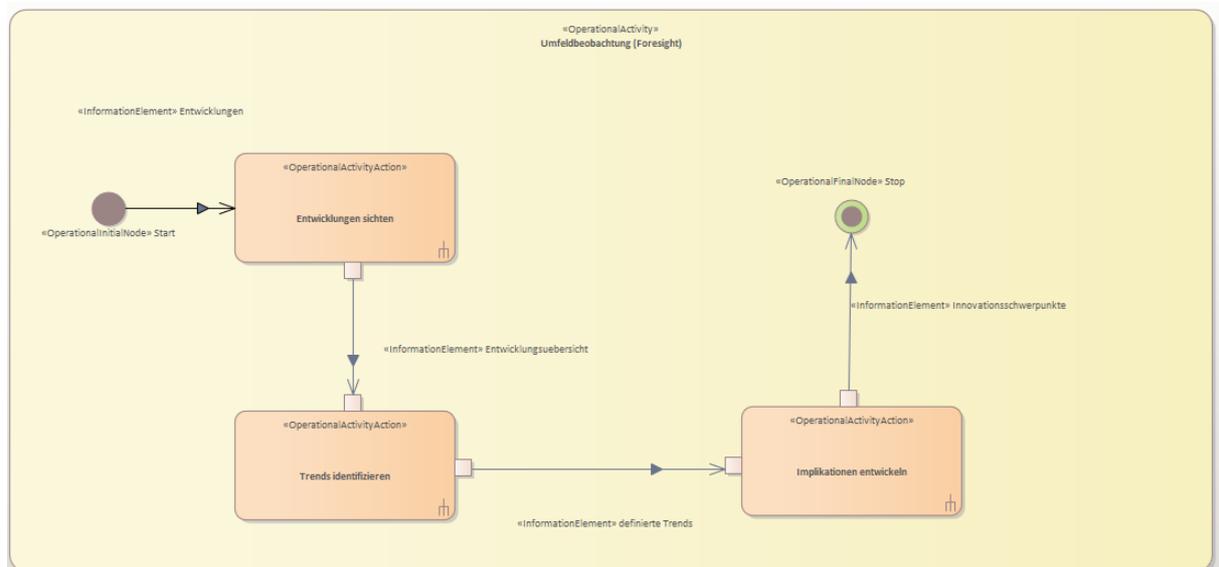
Abbildung 78 zeigt einen High Level View der operationellen Architektur, welcher eine Übersicht des Modells darstellt. Dabei stellen die einzelnen Farben eine Abstraktionsebene dar. Jedes Element des High Level View steht dabei für einen Prozessschritt. Elemente welche untergeordnete Elemente enthalten, werden in einzelnen Sichten genauer dargestellt. Diese Sichten werden ebenfalls automatisch erstellt. Weiterhin wird zu jeder dieser Sichten automatisch ein Informationsaustauschmodell erstellt.

Abbildung 79 zeigt einen Ausschnitt des High Level Views, welcher ebenfalls die in Abbildung 74 (analoges Modell) und Abbildung 76 (digitalisiertes Modell) gezeigten Inhalte darstellt.



**Abbildung 79: Ausschnitt High Level View**

Neben dem High Level View wurde durch das Tool automatisch der NOV-5 für das gesamte Modell, inklusive jeder Abstraktionsebene erstellt. Das automatisch erstellte Diagramm des NOV-5 für den in Abbildung 79 gezeigten Ausschnitt High Level View zeigt Abbildung 80.



**Abbildung 80: Automatisiert erstelltes Diagramm zu Abbildung 79**

## Design des Concept into Architecture (CiA)

Für die Prozessschritte, welche untergeordneten Abstraktionsebenen enthalten („Trends identifizieren“, „Implikationen entwickeln“), wurden ebenfalls automatisiert die Diagramme des NOV-5 erstellt. Abbildung 81 zeigt dieses Diagramm für den Prozessschritt „Trend identifizieren“.

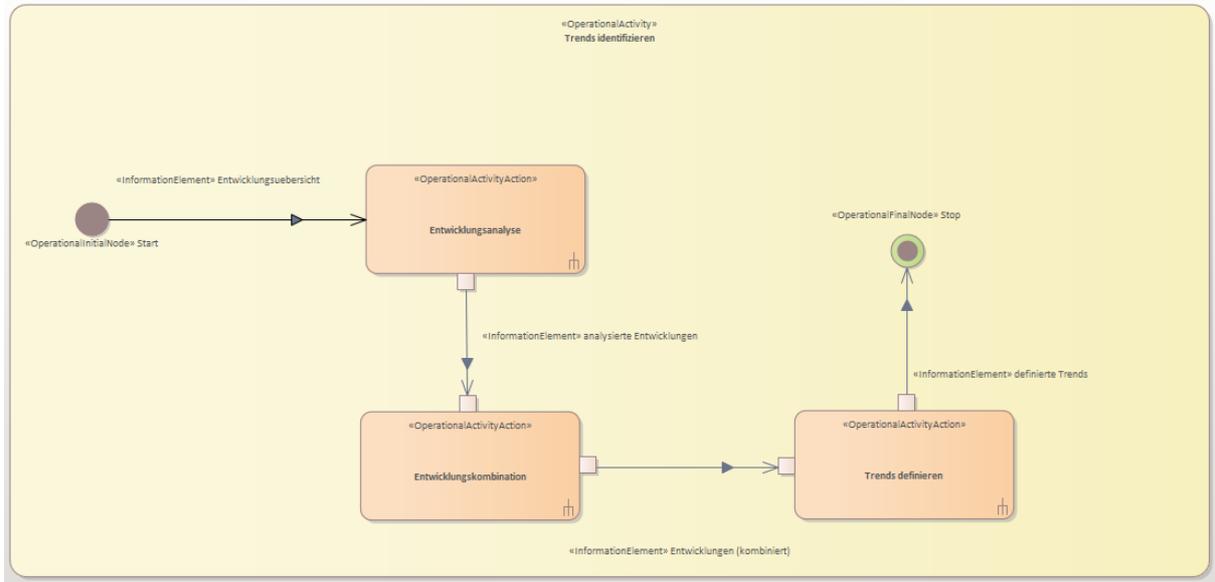


Abbildung 81: Diagramm NOV-5 "Trends identifizieren"

Neben dem NOV-5 wurde durch das Tool ebenfalls für jedes Diagramm des NOV-5 ein Informationsaustauschmodell erstellt (NOV-2). Abbildung 82 zeigt ein solches Informationsaustauschmodell.

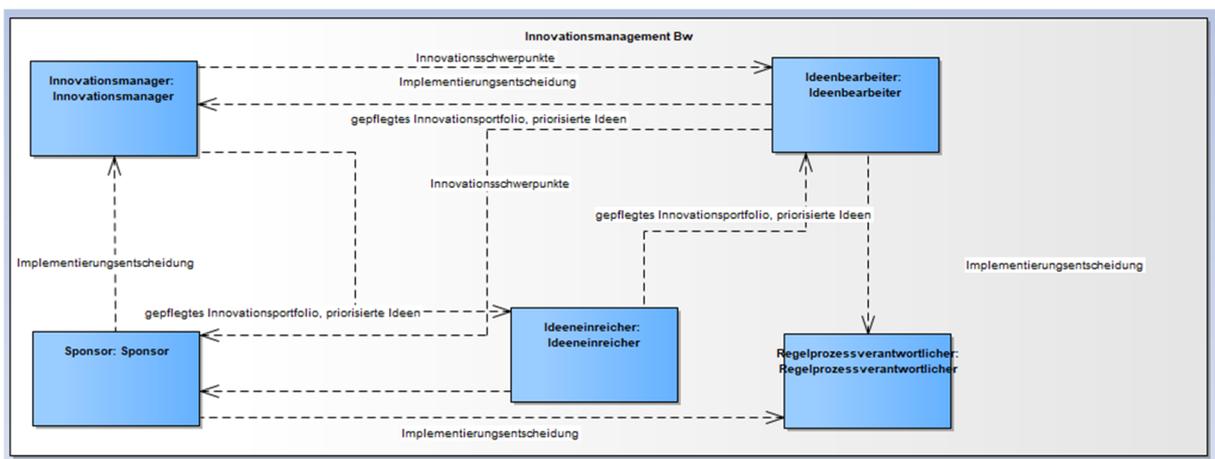


Abbildung 82: Automatisiert erstelltes Informationsaustauschmodell (NOV-2)

## Design des Concept into Architecture (CiA)

Die automatisch erstellte operationelle Architektur (NOV-2 und NOV-5, vgl. Abbildung 78 - Abbildung 82) wurde den Teilnehmern zum Abschluss der Veranstaltung noch einmal vorgestellt, um so seitens Zielsetzung des Projekts das Modell einer inhaltlichen Qualitätssicherung zu unterziehen. Gemäß Zielsetzung des Forschers wurde dabei sowohl die Ergebnisse des Tools auf inhaltliche Vollständigkeit und Korrektheit überprüft als auch der zu erzielende Wiedererkennungswert nachgewiesen. Da nun, obwohl generisch, mehrere Rollen im Prozess definiert wurden, konnten so ebenfalls die Informationsaustauschbeziehungen (NOV-2) untersucht werden, hinsichtlich inhaltlicher Korrektheit.

Die Modellierungsmethode von CiA konnte somit zum Darstellen und Diskutieren genutzt werden. Das hierdurch erstellte Modell wurde digitalisiert (Überwindung des Medienbruchs) und durch das Tool von CiA im Anschluss automatisch eine operationelle Architektur erstellt. Abbildung 83 zeigt die Nutzung von CiA in diesem Evaluationszyklus und speziell in den einzelnen Phasen (vgl. Abbildung 26).

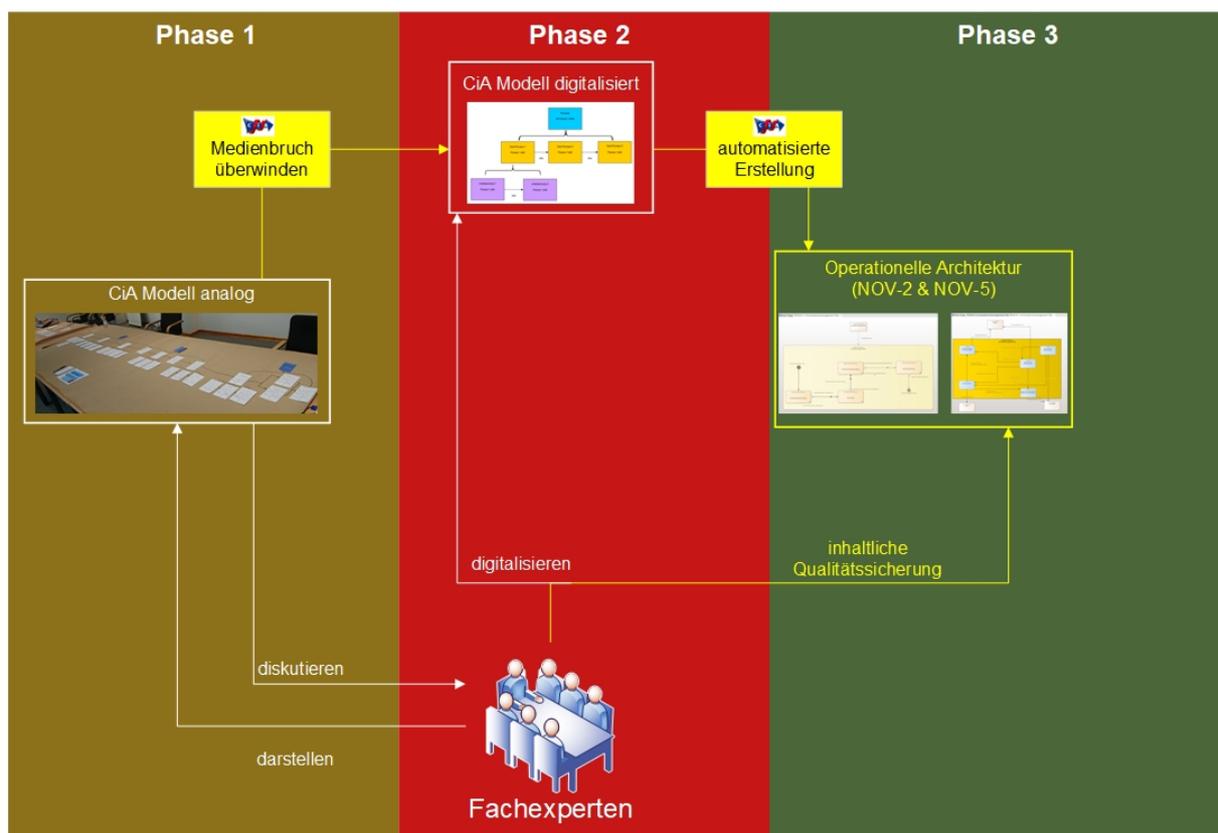


Abbildung 83: Nutzung CiA im Evaluationszyklus

Nach erfolgreichem Abschluss der abschließenden Kontrolle des Modells (inhaltliche Qualitätssicherung) wurden alle Teilnehmer zur Anwendung von CiA und zu den damit verbundenen erzielten Ergebnissen bezüglich Inhalts und Methodik befragt.

### 4.2.3 Evaluation

Neben dem abschließenden Befragen der Teilnehmer und der so durchgeführten Feedback-Runde am Ende der Veranstaltung wurden auch während des Workshops Fragen an die Teilnehmer gestellt und Verbesserungsmöglichkeiten erörtert sowie diskutiert.

Hierfür wurden die beiden untenstehenden Fragenkataloge verwendet.

Kontrolle transformiertes Modell:

- Erkennen Sie den gelieferten Inhalt aus Evaluationszyklus I wieder?
- Ist diese Darstellung für Sie verständlich?
- Können Sie die zusätzlichen Sichten / Diagramme (NOV-2) nutzen?
- Spiegelt das Modell den Inhalt aus Ihrer Sicht richtig wider?

Anwendung Modellierungsmethode:

- Konnte aus Ihrer Sicht die Aufgabe erfüllt werden?
- Entsprechen die Änderungen Ihren Vorstellungen?
- Welche Schwierigkeiten gab es hinsichtlich der Anwendung der Methode?
- Sind alle zu nutzenden Elemente verständlich?
- Erscheinen alle zu erfassenden Informationen aus Ihrer Sicht nützlich zur Aufgabenerfüllung?
- Verglichen mit bekannten Methoden, wie eignet sich diese Methode zur Aufgabenerfüllung?

Auch in diesem Teilnehmerkreis wurden Ziel und Zweck der Methode erkannt und die Assoziierung mit den Leitlinien der Organisation wurde gebildet.

Weiterhin konnten auch hier keine Schwierigkeiten in der korrekten Anwendung erkannt werden. Durch das hier gezeigte korrekte Anwenden der bestehenden Regeln konnte das einfache Erlernen (Schalles *et al.*, 2010) dieser Methode bestätigt werden. Drei der Teilnehmer der Testgruppe kannte die verwendete Modellierungsmethode nicht und dennoch konnte diese Methode im Anschluss an eine Einweisung verwendet werden. Dies folgt aus dem Minimum an Regeln, wie auch der Anlehnung an bekannte Konzepte.

Den Teilnehmern war es ebenfalls möglich, Fehler während der Modellierung zu erkennen oder eine fehlerhafte Anwendung der Modellierungsmethode zu bemerken.

Zusammenfassend lässt sich hieraus eine einfache Erlernbarkeit bezüglich der Anwendung der Modellierungsmethode ableiten, was einen positiven Einfluss auf Akzeptanz und Gebrauchstauglichkeit ausdrückt. Weiterhin war es aus Sicht der Teilnehmer möglich, den Sachverhalt ausreichend darzustellen, was explizit in der Feedback-Runde abgefragt wurde. Dies ist ein Hinweis darauf, dass sich die Methode für das Sammeln, Darstellen und die Einführung von Informationen (Introduction of knowledge) (Proper *et al.*, 2017) eignet, was einen wichtigen Beitrag zur Verständlichkeit liefert und sich somit positiv auf die Erbringung eines Mehrwerts auswirkt.

Die inhaltliche Qualitätssicherung der mittels Tools automatisiert erstellten operationellen Architektur konnte durch die Teilnehmer dieses Evaluationszyklus erfolgreich durchgeführt werden. Dabei prüften alle Teilnehmer, ob die Informationen des analog erstellten Modells (Abbildung 73) in der operationellen Architektur (vgl. Abbildung 78 - Abbildung 81) inhaltlich korrekt abgebildet wurden. Das Aufgreifen dieser Frage im Feedback bestätigte keine Differenzen zwischen den Modellen.

Ebenfalls wurden die in der operationellen Architektur automatisiert erstellten Informationsaustauschbeziehungen (NOV-2, vgl. Abbildung 82) als korrekt bewertet.

Das Arbeiten an einem großen Tisch mit weißen Karten wurde positiv aufgenommen, gleichwohl wurde geäußert, dass es hinsichtlich einer Kontrolle für jede Ebene eine unterschiedliche Farbe gewählt werden sollte.

Bei der Validierung des erstellten Modells und dem Ergänzen von Zusatzinformation zum Prozess, den Informationselementen und auch dem Zuweisen der identifizierten Funktionen wurde direkt zu Beginn der Wunsch nach der Möglichkeit von deskriptiven Anmerkungen geäußert. Dies konnte adhoc umgesetzt werden, da die Rückseite der Karten die Möglichkeiten für Notizen aufweisen. Dies war nicht beabsichtigt, erwies sich jedoch als sehr hilfreich, da so eine Möglichkeit geschaffen wurde, Informationen, die nicht im Zusammenhang mit dem Prozess auftreten, im Prozessmodell zu verarbeiten. Hieraus wurde ein noch zu betrachtendes Verbesserungspotenzial abgeleitet. Ein Fehlen des Feldes der Zustände wurde zu keinem Zeitpunkt der Modellierung angesprochen.

#### 4.2.4 Anpassung der Artefakte (Reflexion & Lernen)

Das in der ersten Evaluation erstellte Modell diente als Grundlage dieser Evaluation. Neben der Kontrolle des Inhalts wurde das Modell überarbeitet und erweitert. Dabei wurde die zweite Abstraktionsebene des Modells mit zusätzlichen Zwischenschritten erweitert und das Modell wuchs um eine Abstraktionsebene.

Das transformierte Modell beinhaltet zwei Sichten und im Vergleich zum ersten transformierten Modell erhöhte sich die Anzahl der einzelnen Diagramme auf 26 (ursprünglich zwölf).

Da bei den inhaltlichen Kontrollen des Modells zu jedem Zeitpunkt die vollständige Überführung der vorhandenen Informationen gegenüber den verwendeten Informationen bestätigt wurde, konnte so gezeigt werden, dass sich die Modellierungsmethode für diese Aufgabe eignet, was positive Rückschlüsse auf Effektivität und Perceived Ease of Use zulässt. Hierbei wurde das Kosten-Nutzen-Verhältnis gewahrt, da die Modellierung in einem angemessenen Zeitrahmen durchgeführt werden konnte. Der Zeitrahmen wurde dadurch definiert, dass das seitens der Teilnehmer vorgegebene Ziel, die Erstellung eines Prozessmodells, erreicht wurde.

Die Modellierung wurde fehlerfrei im Sinne einer korrekten Anwendung der bestehenden Regeln durchgeführt, was sich in der teilnehmenden Beobachtung zeigte. Neben dieser fehlerfreien Anwendung wurden bei der Validierung und der damit verbundenen Änderung des Prozesses bestehende Verbindungen korrekt abgeändert, gemäß den vorgegebenen Regeln. Da nachweisliche Flüchtigkeitsfehler von den Teilnehmern erkannt und selbstständig korrigiert wurden, bestätigt dies die leichte Erlernbarkeit, da jeder Anwender ohne Vorkenntnisse das Arbeiten mit der Modellierungsmethode schnell und einfach erlernte.

Da das bekannte Minimum an Regeln nicht verändert wurde und die bestehenden Symbole bezüglich ihres Informationsgehalts reduziert wurden, lässt sich in Verbindung mit der fehlerfreien Anwendung die Erlernbarkeit bestätigen. Dies wiederum besitzt eine positive Auswirkung der Anpassung der Karten, da trotz weniger Informationen der Sachverhalt ausreichend dargestellt werden konnte und kein Feld als obsolet betrachtet wurde.

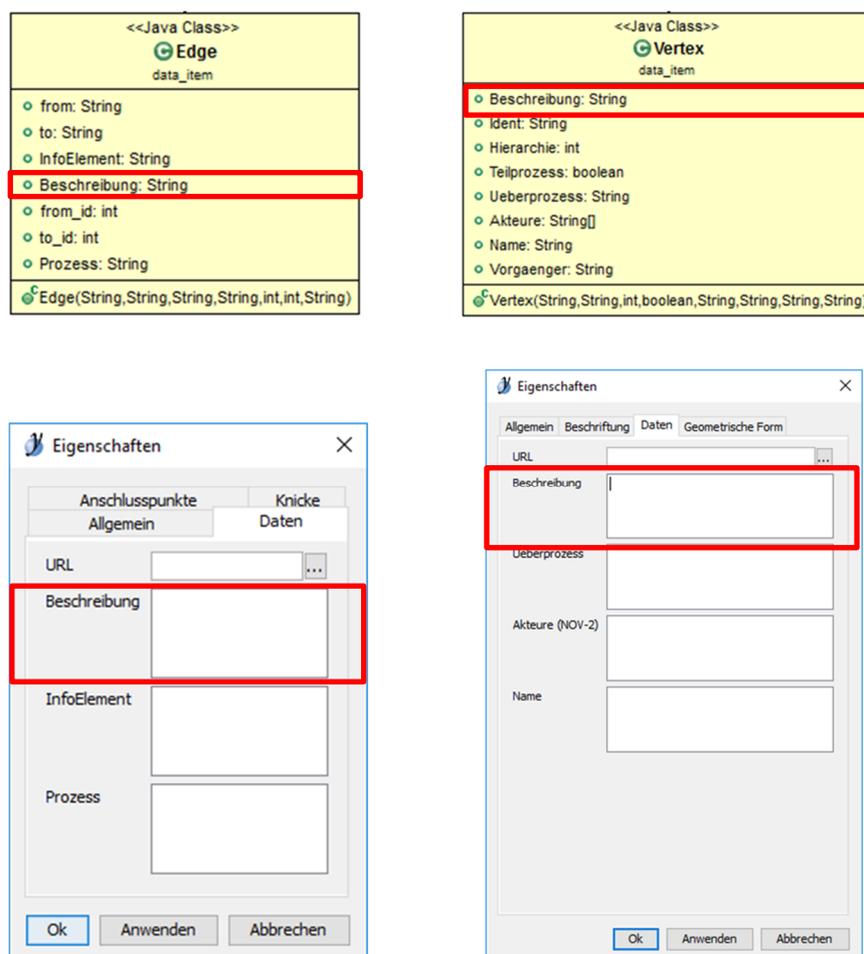
Da das Ergebnis seitens Teilnehmer verständlich, ausreichend und zielführend wahrgenommen wurde, zeigt dies eine Perceived Usefulness. Die inhaltlich korrekte automatisierte Erzeugung des NOV-2 förderte zusätzlich die Zufriedenheit der Teilnehmer und unterstrich gleichzeitig die Effizienz. Hiermit wurde ein Mehrwert aufgezeigt, der sich positiv auf die Perceived Usefulness auswirkt.

## Design des Concept into Architecture (CiA)

Da in dieser Evaluation wiederum seitens der Teilnehmer geäußert wurde, dass die Nutzung der Modellierungsmethode von CiA anderer Methoden, bspw. der BKM vorzuziehen sei (vgl. Tabelle 6), trägt dies ebenso positiv zur Perceived Ease of Use wie auch zur Perceived Usefulness bei. Die Ausrichtung der Modellierungsmethode von CiA auf die Erstellung von operationellen Architekturen begründet dies.

Farbliche Änderungen der Karten der unterschiedlichen Ebenen lassen sich problemlos umsetzen, wie bereits die Farbänderung zwischen der ersten und zweiten Evaluation.

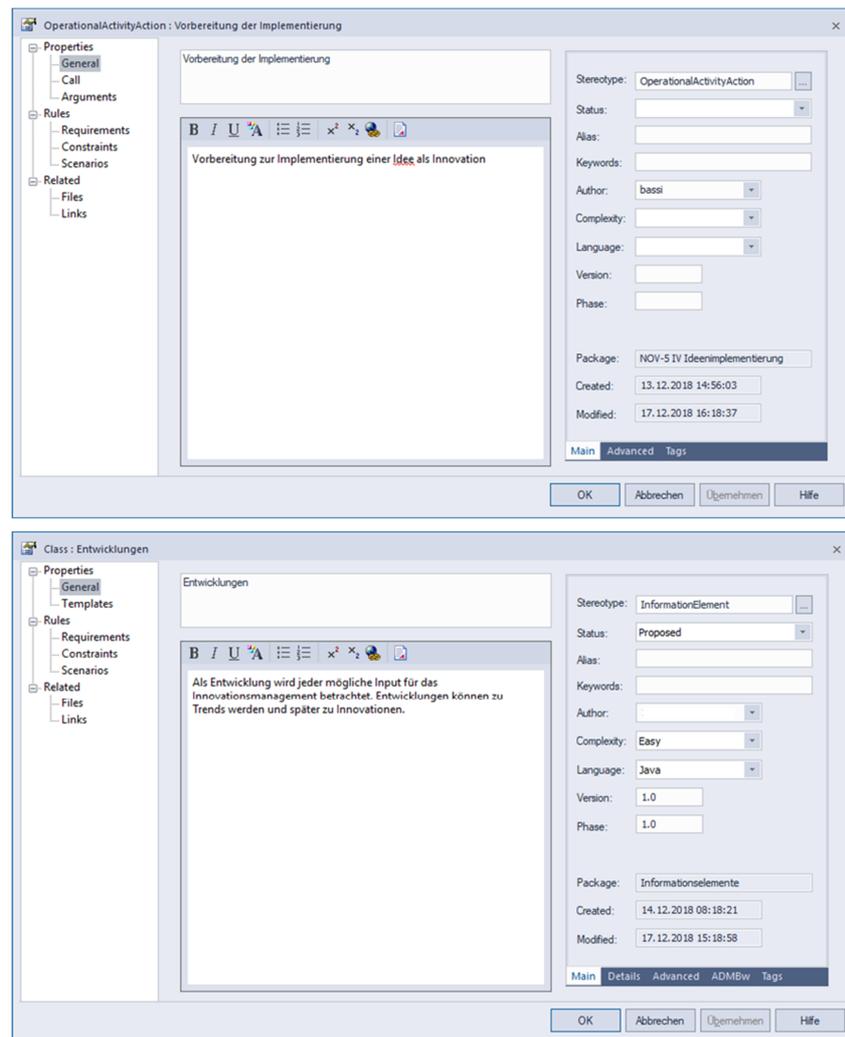
Die Aufnahme von zusätzlichen deskriptiven Informationen, welche während der Modellierung gefordert wurde, ist im Artefakt zur Modellierung ebenfalls umsetzbar. Bei der Befragung der Teilnehmer, ob dies in Verbindung mit bestimmten Stellen der Rückseite der Karten verbunden werden sollte oder ob die Rückseite eher als Freitextmarkierung zu betrachten sei, wurde die Möglichkeit des Freitextes präferiert. Dies umzusetzen und in das Tool zu integrieren ist ebenfalls leicht möglich, da in den Vorlagen in yEd bereits ein Feld zur Beschreibung besteht (siehe Abbildung 84 und vgl. Abbildung 35 & Abbildung 36). Dies wurde bereits bei der Entwicklung des Tools berücksichtigt.



**Abbildung 84: Beachtung deskriptiver Informationen als Feld-Beschreibung**

## Design des Concept into Architecture (CiA)

Die zusätzlichen deskriptiven Informationen eines Prozessmodells können so in das NAF-konforme Modell im Sparx EA, wie alle anderen Informationen des Modells übernommen und zugewiesen werden. Dies erleichtert weitere Arbeiten mit dem NAF-konformen Modell. Die Zuweisung der deskriptiven Informationen wird in Abbildung 85 gezeigt. Hier wurde als Beispiel der Prozessschritt Vorbereitung der Implementierung (gemäß ADMBw Stereotype `OperationalActivityAction` vgl. Tabelle 14) und das Informationselement Entwicklungen (gemäß ADMBw Stereotype `InformationElement` vgl. Tabelle 14) gezeigt.



**Abbildung 85: Deskriptive Informationen im Sparx EA**

Die aus dem Lernen abgeleiteten Anpassungen der Artefakte müssen gemäß den Vorgaben des ADR (Sein *et al.*, 2011) (vgl.1.3) in einem weiteren Evaluationszyklus überprüft werden. Weiterhin wurde bisher die korrekte Anwendung der Leitlinien der Organisation nicht evaluiert, was anschließend Gegenstand eines weiteren Evaluationszyklus sein muss. Dies soll im Folgenden dargestellt werden.

### 4.3 Dritter Evaluationszyklus

Das durch die Anwendung von CiA erstellte Modell bedarf einer, hinsichtlich der korrekten Anwendung der Leitlinien der Organisation Überprüfung und Evaluation. Bei deren korrekter Verwendung können gemeinsam mit den Erkenntnissen der vorhergehenden Evaluationszyklen Rückschlüsse auf den gesamten Prozess der Modellierung getroffen werden.

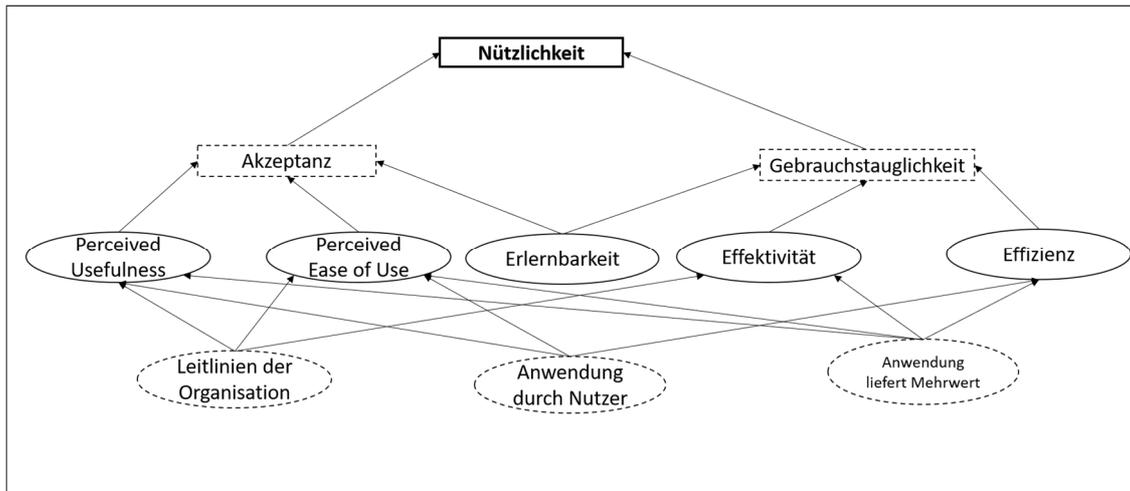
Die Änderungen, welche sich dadurch für die Organisation hinsichtlich des identifizierten etablierten Ansatzes (vgl. 2.1) ergeben, sollten explizit herausgestellt und evaluiert werden. Die Kontrolle der Ergebnisse spielte hierbei eine besondere Rolle, da gemäß dem schriftlich fixierten RCA die Ergebnisse der Modellierung unmittelbar in die Arbeit des Projekts einfließen. Der Fokus lag auf der Kontrolle der mit CiA automatisiert erstellten operationellen Architektur hinsichtlich deren Konformität bezüglich der geltenden Leitlinien.

Weiterhin sollten durch die Kontrolle der Ergebnisse und das Aufzeigen des bisherigen Vorgehens die Anwendung von CiA evaluiert werden. Die hieraus gewonnenen Erkenntnisse sollten so nachweislich zu einer Änderung des in 1.3 gezeigten Prozesses beitragen.

#### 4.3.1 Grundlage der Evaluation

Gegenstand dieses Evaluationszyklus war die mit CiA automatisiert erstellte operationelle Architektur des vorhergehenden Evaluationszyklus. Zusätzlich wurden ein Aufzeigen des Vorgehens bei der Erstellung des Modells unter Anwendung der Artefakte und auch das Präsentieren der Einbindung des Prozessmodells in die Arbeit der Arbeitsgruppen des Projekts als Material zur Evaluation genutzt. Das hierfür erstellte Evaluationsmodell, welches als Grundlage für eine Evaluation im Rahmen einer Expertendiskussion (Helfferich, 2022) diente, findet sich in Abbildung 86.

## Design des Concept into Architecture (CiA)



**Abbildung 86: Evaluationsmodell dritter Evaluationszyklus**

Im Fokus standen die korrekte Umsetzung der Leitlinien der Organisation hinsichtlich operationeller Architekturen, die Anwendung von CiA durch die SME des Projekts, und auch ein durch CiA erbrachter Mehrwert. Hierzu wurde CiA und dessen Anwendung im Projekt Innovationsmanagement einem Gremium aus Experten im Bereich der operationellen Architekturen durch den Entwickler vorgestellt.

### Leitlinien der Organisation:

Das korrekte Umsetzen der durch die Organisation aufgestellten Leitlinien hinsichtlich einer operationellen Architektur ist von entscheidender Bedeutung. Nur bei der korrekten Umsetzung dieser kann die Nutzung von CiA effektiv sein. Daraus folgt weiterhin die positive Adressierung der Perceived Usefulness da eine Beachtung der Leitlinien der Organisation Korrekturen vermeidet und somit die Arbeit erleichtert. Weiterhin wird die Perceived Ease of Use adressiert, da ein Vermeiden von Korrekturen zur Motivation beiträgt.

### Anwendung durch den Nutzer:

Eine positive Adressierung der Perceived Usefulness und der Perceived Ease of Use kann nur abgeleitet werden, wenn CiA auch durch den Nutzer in einem Projekt verwendet wird. Gleiches gilt für die Effizienz, da nur mit CiA erzielte Ergebnisse Rückschlüsse auf die Anwendung von CiA liefern.

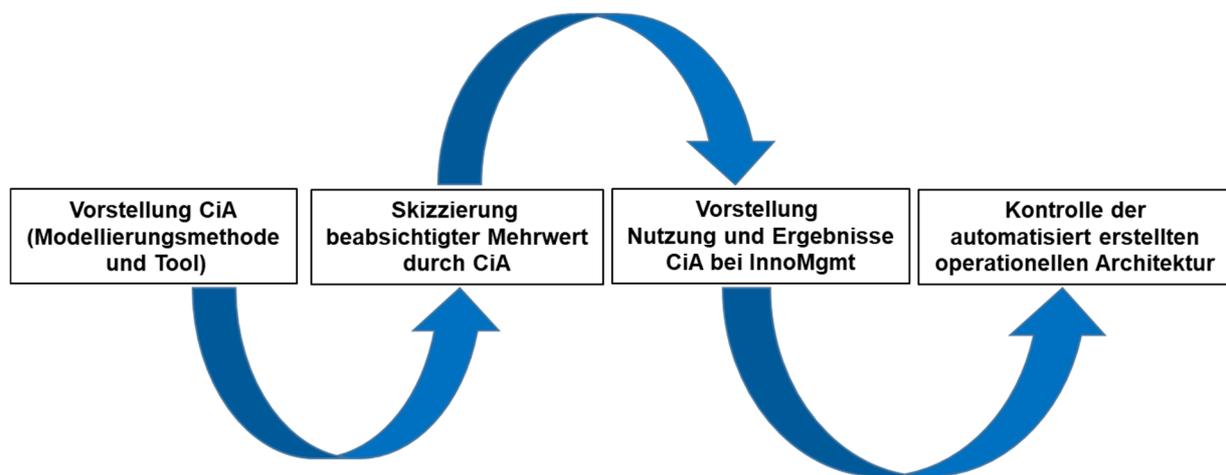
### Anwendung liefert Mehrwert:

Der qualitative Nachweis des Mehrwerts durch die Nutzung von CiA wird durch die mit CiA erzielten Ergebnisse (operationelle Architektur) bestimmt. Dies wiederum hat Einfluss auf die Perceived Usefulness, die Perceived Ease of Use, wie auch Effektivität und Effizienz.

### 4.3.2 Vorstellung der Ergebnisse und des Prozesses (Intervention)

Die Vorstellung der bisherigen Ergebnisse des Projekts Innovationsmanagement (automatisiert erstellte operationelle Architektur; vgl. Abbildung 78 - Abbildung 82) fand im Rahmen einer Besprechung mit Vertretern der Behörde aus dem Bereich operationelle Architekturen statt.

Als Verantwortlicher im Projekt Innovationsmanagement für die Erstellung der operationellen Architektur beantragte ich bei der Abteilung für operationelle Architekturen innerhalb der Behörde eine Besprechung zur Vorstellung des Sachstands im Projekt. Diese Besprechung diente auch der Vorstellung von CiA in einem Expertenkreis. Es nahmen sechs EA-Experten an der Besprechung teil. Diese waren zuständig für das Erstellen der Leitlinien der Organisation hinsichtlich operationeller Architekturen. Zusätzlich waren diese Experten in verschiedenen Projekten eingesetzt, um dort die jeweiligen operationellen Architekturen zu erstellen oder zu kontrollieren. Eine Übersicht des Ablaufs der Ergebnisse und des Prozesses zeigt Abbildung 87.



**Abbildung 87: Übersicht Ablauf Intervention**

Beginnend mit einer Vorstellung von CiA wurden alle Teilnehmer in die Thematik und das beabsichtigte Ziel der Anwendung von CiA eingewiesen. Hierbei wurden das Ziel des Evaluationszyklus skizziert und der beabsichtigte Mehrwert, welcher durch die Anwendung von CiA versucht wird zu erzielen. Der beabsichtigte Mehrwert, die Einbindung der SME in alle Phasen des etablierten Ansatzes, hinsichtlich der Erstellung von operationellen Architekturen wurde von allen Teilnehmern positiv aufgefasst und auch als solcher wahrgenommen. Insbesondere im Hinblick auf die Anwendung in einem bestehenden Projekt wurde dieser als äußerst zielführend erachtet.

Nachdem ein gemeinsames Verständnis über das Ziel der Anwendung von CiA gebildet wurde, folgte eine Vorstellung der Nutzung von Modellierungsmethode und Tool im Projekt InnoMgmt. Im Anschluss daran wurden die automatisch erstellte operationelle Architektur des vorhergehenden Evaluationszyklus im Sparx EA präsentiert und dieses auf Korrektheit bezüglich der geltenden Leitlinien der Organisation geprüft.

### 4.3.3 Evaluation

Das vorgestellte Ziel, unter Anwendung von CiA den bisherigen Prozess zur Erstellung operationeller Architekturen zu verbessern (etablierter Ansatz), wurde positiv von allen Teilnehmern aufgenommen und bestätigt.

Da der Teilnehmerkreis ausschließlich aus Experten im Bereich operationelle Architekturen bestand, wurde die Problemstellung, welche den Ausgangspunkt zur Forschung bildet, durch eigene Erkenntnisse seitens der Teilnehmer bekräftigt. Dies hatte zur Folge, dass die präsentierte Methodik mit dem aufgezeigten Vorgehen bezüglich der Anwendung der Artefakte als mehrwerterbringend aufgefasst wurde. Seitens der Teilnehmer wurde angemerkt, dass dieser Mehrwert jedoch bedingt, dass die Ergebnisse den vorliegenden Leitlinien der Organisation genügen. Zum Nachweis der Beachtung der vorliegenden Leitlinien wurde die automatisch erstellte operationelle Architektur auf die korrekte Anwendung dieser kontrolliert. Hierzu wurden die verwendeten Stereotypes einzelner Sichten stichprobenartig kontrolliert und mit den Leitlinien der Organisation abgeglichen. Abbildung 88 zeigt den Stereotype eines Elements des NOV-5.

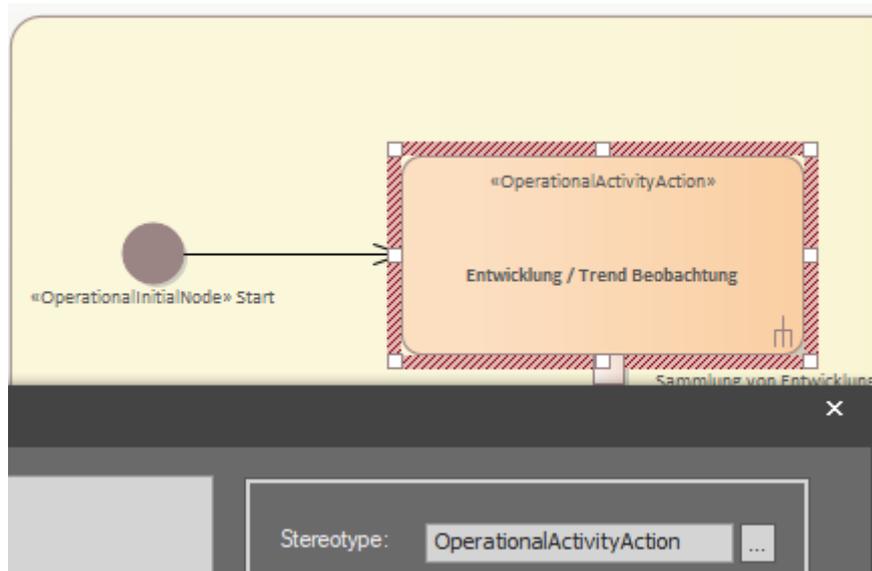


Abbildung 88: Kontrolle Stereotype

In Abbildung 88 sieht man, dass das Element Entwicklung / Trend Beobachtung den Stereotyp `OperationalActivityAction` verwendet, welcher durch das ADMBw vorgegeben wird. Die Überprüfung wurde positiv im Sinne der korrekten Anwendung der Leitlinien der Organisation abgeschlossen. Diese positive Überprüfung unterstrich für die Teilnehmer die Erbringung eines Mehrwerts durch die Anwendung von CiA, woraufhin Rückschlüsse für den bisherigen Prozess bei der Erstellung von operationellen Architekturen entwickelt wurden.

Neben dem Eröffnen einer Möglichkeit zur Modellierung von Prozessen, welche als Basis des NOV-5 dienen, mit einer Methodik, welche einfach zu erlernen ist und starke Parallelen zu bekannten Methoden aufweist, wurde die Umwandlung in die geforderte Form als entscheidender Mehrwert aufgefasst.

Hinsichtlich einer Implikation für den etablierten Ansatz der Organisation wurde der Wiedererkennungswert bei einer Nutzung von CiA als Fortschritt im Vergleich zu bisherigen Methoden anerkannt. Das Aufzeigen dieses Wiedererkennungswerts, nachgewiesen durch die erfolgreiche Anwendung im Projekt Innovationsmanagement, stellt einen wichtigen Faktor zur Optimierung dar. Das Ergebnis einer Modellierung mittels der Modellierungsmethode von CiA weist starke Ähnlichkeit zu Diagrammen im NOV-5 auf. Daher konnten die SME beim genannten Projekt das Modell im Sparx EA nach dessen Erstellung als Grundlage für weitere Arbeiten nutzen.

### **4.3.4 Retrospektive des Prozesses (Reflexion & Lernen)**

Zur Betrachtung der Implikationen, welche durch die Anwendung von CiA entstehen, wurde das bestehende Vorgehen noch einmal kurz skizziert, wobei hier der Schwerpunkt der Betrachtung auf den sich durch dieses Vorgehen ergebenden Schwierigkeiten lag.

Die Einbindung der SME in den Prozess der Erstellung einer operationellen EA und die Nutzung erstellter Modelle durch den SME im weiteren Verlauf der Projektarbeit wurden als praxisrelevantes Problem eindeutig unterstrichen.

Der Medienbruch zwischen Datenerhebung und dem späteren Modell wurde durch die Experten als kritischer Faktor identifiziert. Hierdurch ist eine inhaltliche Kontrolle der Ergebnisse nach der Überführung durch die SME eines Projekts kaum bis gar nicht möglich, was durch die aufgezeigte Problemstellung (vgl. Kapitel 2) erfasst und wiedergegeben wurde. Zur Überbrückung dieses logischen Bruchs sollte die Anwendung von CiA die SME eines Projekts dazu befähigen, die Inhalte eines mit der Modellierungsmethode von CiA erstellten Modells auch nach dessen Überführung in den Sparx EA (automatisierten Erstellung einer operationellen Architektur) überprüfen, kontrollieren und gegebenenfalls inhaltlich zu korrigieren zu können.

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Um dies zu ermöglichen, muss zwischen dem Ausgangsmaterial (Modell erstellt mit Modellierungsmethode CiA) und dem Modell im Sparx EA ein Wiedererkennungswert vorliegen, welcher die genannte Kontrolle etc. zulässt.

Diese Möglichkeit wurde in den vorhergehenden Evaluationen erfolgreich nachgewiesen (vgl. 4.2.3). Somit wurde aufgezeigt, dass sich durch die Nutzung von CiA ein Mehrwert gegenüber bisherigen Vorgehensweisen ergibt, da die automatisiert erstellten operationellen Architekturen einer inhaltlichen Qualitätssicherung durch die SME unterzogen werden konnten. Dies ermöglicht eine weitere Nutzung der operationellen Architekturen durch die SME, wodurch die externe Qualität gesteigert werden kann (Biemans *et al.*, 2001).

Die bisher fehlende Überprüfung des Modells im Sparx EA bezüglich der Konformität gegenüber der Leitlinien der Organisation war Gegenstand dieser Evaluation und konnte positiv, durch die mit Stichproben durchgeführte Kontrolle der verwendeten Stereotypen, nachgewiesen werden. Die Vorstellung des Vorgehens bei der Anwendung von CiA im Projekt und der korrekte Nachweis der Beachtung der Leitlinien der Organisation veranlassten die Teilnehmer dieser Evaluation, die Nutzung von CiA in weiteren Projekten zu fördern. Ausschlaggebend für diese Entscheidung waren die Implikationen auf das bisherige Vorgehen, da durch Anwendung von CiA eine Kontrolle der Ergebnisse in jedem Stadium, bis hin zum ersten Modell im Sparx EA möglich ist.

Weiterhin ist durch den Wiedererkennungswert eine Kontrolle des Modells im Sparx EA möglich und zusätzlich wird der Zugang zur Arbeit im Umgang mit operationellen Architekturen geschaffen, was durch die Kontrolle des NOV-2 gezeigt wurde.

Als Implikation wurde seitens der Teilnehmer ein Handbuch gefordert, welches zukünftige Anwender unterstützen soll. Das Handbuch wurde nach der Erstellung den Teilnehmern vorgestellt, durch diese mitgeprüft und abschließend in den betroffenen Bereichen veröffentlicht. Anlage 11 zeigt das genannte Handbuch. Dieses umfasst die Verwendung der Modellierungsmethode von CiA, eine Anleitung zur Digitalisierung der erstellten Modelle, unter Nutzung der Vorlagen der Software yEd, wie auch eine Bedienung des Tools, zur automatisierten Erstellung einer operationellen Architektur.

Zur Erstellung dieses Handbuchs war eine Digitalisierung von analogen CiA-Modellen und die Nutzung des Tools zur automatisierten Erstellung operationeller Architekturen durch spätere Endnutzer notwendig, was im nachfolgenden Evaluationszyklus gezeigt wird.

## 4.4 Vierter Evaluationszyklus

Die bisherigen Evaluationen waren auf die Modellierungsmethode ausgerichtet, hinsichtlich Anwendung und inhaltlicher Richtigkeit. Hierbei wurde stets ein analoges Arbeiten in Gruppen gewählt.

Die Betrachtung des Tools fokussierte sich auf dessen Funktionalität und die damit verbundene automatisierte Erstellung einer operationellen Architektur. Hierbei lag der Fokus auf der inhaltlichen Qualitätssicherung, sowie dem Wiedererkennungswert der automatisiert erstellten operationellen Architekturen. Die Anwendung des Tools und die Digitalisierung der mittels Karten erstellten CiA-Modelle wurden noch nicht evaluiert.

Da bei der Anwendung von CiA sowohl Modellierungsmethode als auch Tool genutzt werden müssen, befasst sich der nachfolgend beschriebene Evaluationszyklus mit der Evaluation des Tools und der Digitalisierung der CiA-Modelle.

Für die Nutzung des Tools müssen die mit CiA erstellten Modelle in digitaler Form vorliegen. Zur Digitalisierung der Modelle wird die Software yEd verwendet, welche ebenfalls in der Evaluation betrachtet werden muss. Diese Digitalisierung ermöglicht die Überwindung des Medienbruchs (vgl. Abbildung 26), welche sich aus der geforderten, analogen Anwendung der Modellierungsmethode ergibt (vgl. Abbildung 25).

Das Evaluationsmodell in Abbildung 89 wurde mit dem Fokus auf die Nutzung des Tools und der Vorlagen angepasst. Entscheidend für einen Beitrag zur Nützlichkeit sind dabei die einfach erlernbare und fehlerfreie Anwendung sowie das Erfüllen gestellter Aufgaben (Digitalisierung eines analogen Modells).

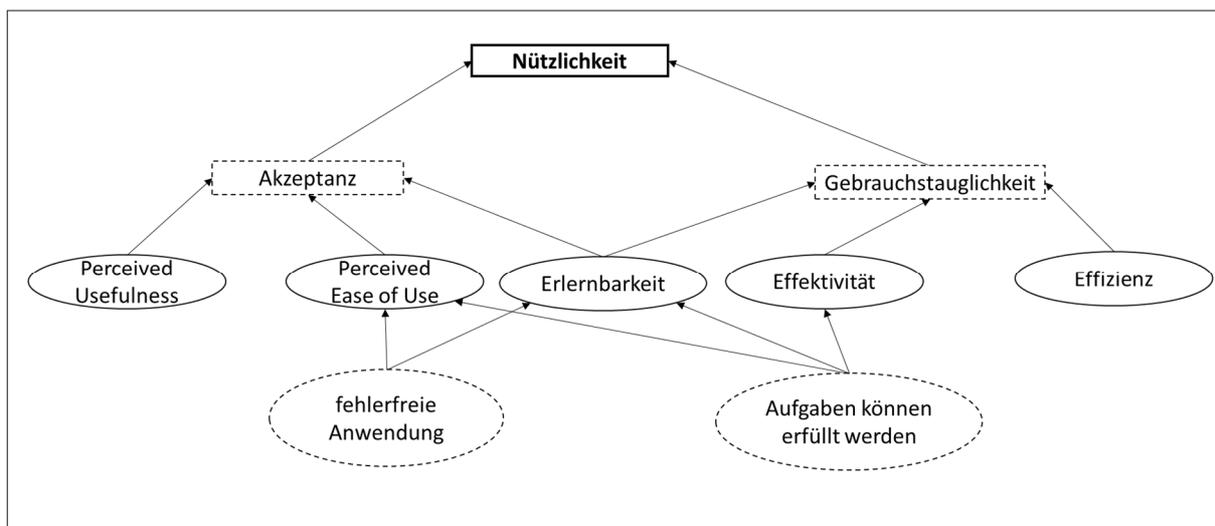


Abbildung 89: Evaluationsmodell vierter Evaluationszyklus

### Fehlerfreie Anwendung:

Eine fehlerfreie Digitalisierung der Modelle und Anwendung des Tools tragen somit maßgeblich zur positiven Bestärkung der Perceived Ease of Use und auch zur Erlernbarkeit bei.

### Aufgaben können erfüllt werden:

Durch die Erfüllung von gestellten Aufgaben werden Erkenntnisse hinsichtlich der Perceived Ease of Use, der Erlernbarkeit und der Effektivität des Tools sowie der Verwendung der Software yEd zur Digitalisierung gesammelt.

Für diesen Evaluationszyklus wurden zwei Testcases entwickelt. Alle in den Testcases eingebundenen Personen waren Mitarbeiter der Behörde. Daher bestand ein kollegiales Verhältnis zwischen mir und allen Teilnehmern des beiden Testcases. Die jeweiligen Vorgesetzten der Teilnehmer wurden durch mich um Erlaubnis bezüglich ihres Personals zur Teilnahme an den Testcases gebeten. Die Zustimmung wurde mündlich erteilt und somit musste auch kein zusätzlicher RCA oder Ähnliches schriftlich fixiert werden.

Die in den Testcases verwendeten Methoden zur Datenerhebung sind im jeweiligen Abschnitt beschrieben. Eine Übersicht des Evaluationszyklus findet sich in Anlage 12.

### **4.4.1 Testcase I (Vorbereitung & Durchführung)**

Um erste Erkenntnisse zur Benutzerfreundlichkeit hinsichtlich der Nutzung von Vorlagen und Tools zu gewinnen, wurde eine Methodik ausgewählt, welche Ergebnisse bezüglich der leichten Bedienung und Erlernbarkeit liefert. Der Cognitive Walkthrough (Rieman *et al.*, 1995) ist eine Benutzerfreundlichkeit-Inspektionsmethode, welche genutzt wird, um die leichte Bedienung und Erlernbarkeit eines Produkts nachzuweisen. Es existieren verschiedene Variationen des Cognitive Walkthrough. Die in dieser Evaluation verwendete Methode ist der Cognitive Walkthrough mit Nutzern (Mahatody *et al.*, 2010).

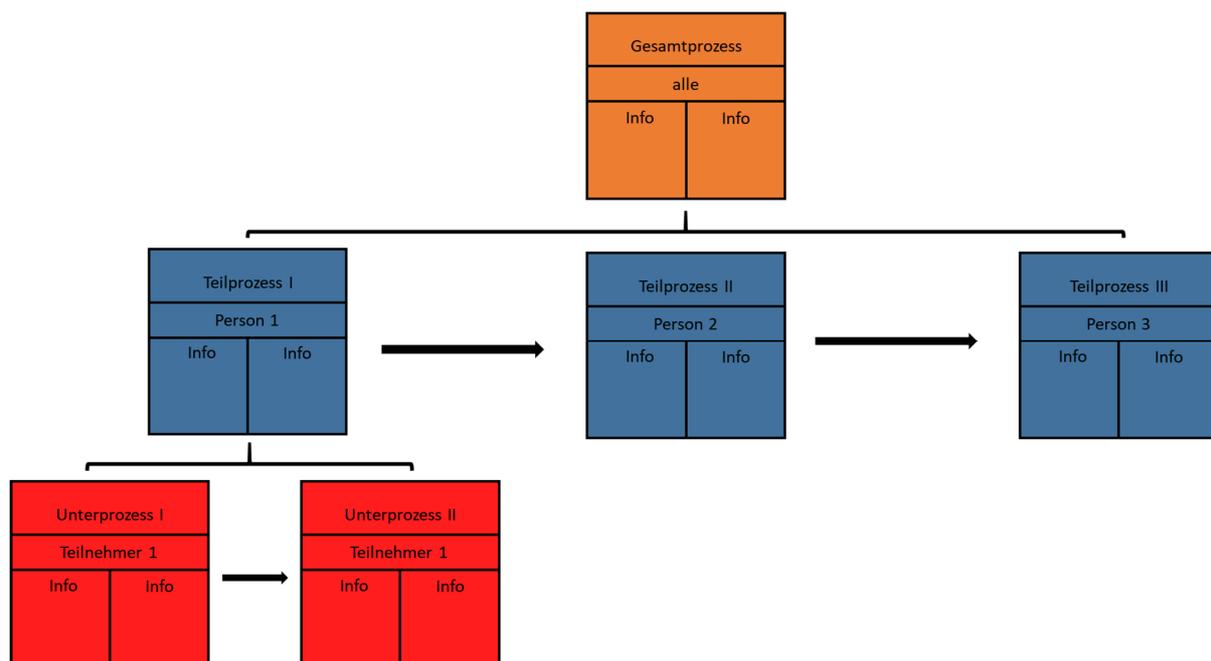
Die Verwendung dieser Methode stellt den Punkt Intervention gemäß des ADR (Sein *et al.*, 2011) dar. Hierfür muss eine bestimmte Vorgehensweise berücksichtigt werden, welche unten aufgelistet ist:

1. Definition der Nutzer und deren Vorwissen / Hintergrund
2. Handlungsbeschreibung der auszuführenden Aufgaben
3. Lösungsmuster der zu lösenden Aufgaben

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Gemäß dem ersten Punkt des Cognitive Walkthrough wurden die Nutzer sorgsam ausgewählt und deren Vorwissen sowie Hintergrund dokumentiert. Hierbei wurde ein homogenes Feld an Testpersonen festgelegt. Es wurden fünf Personen ausgewählt, welche keine Berührungspunkte in den Bereichen Modellierung und Architekturen hatten, jedoch alle im IT-Bereich eingesetzt sind. In dieser Tätigkeit übernehmen sie die Funktionen Administration und Nutzerbetreuung. Die Testpersonen wurden explizit aus diesem Feld ausgesucht, da begründet durch ihre Tätigkeit eine Affinität bezogen auf die Anwendung neuer Software unterstellt wurde, was zur Vermeidung von etwaigen Startschwierigkeiten gemäß Cognitive Walkthrough führt (Nielsen, 1994).

Weiterhin sollten durch die Kenntnisse der Testpersonen zusätzliche Inputs zur Gestaltung der GUI erlangt werden. Den Testpersonen wurde von mir das angestrebte Ziel des Cognitive Walkthrough erläutert. Danach erfolgte eine Einweisung in die Nutzung der Software zur Digitalisierung. Im Anschluss an diese Einweisung wurde ein mittels der Modellierungsmethode modellierter Beispielprozess (siehe Abbildung 90) vorgestellt, welcher als Ausgangspunkt der Aufgabe diente. Die Teilnehmer sollten das in Abbildung 90 gezeigte, simple CiA-Modell mittels der Software yEd digitalisieren.



**Abbildung 90: Beispiel CiA-Modell zur Aufgabe**

Da dieser Testcase lediglich zur Untersuchung der Anwendung der Software yEd und des Tools dient, wurde ein sehr simples Beispiel ohne tiefgehenden Inhalt gewählt. Dies trägt dazu bei, dass sich die Testpersonen auf die ihnen gestellte Aufgabe fokussieren können.

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Hierbei wurde das in Abbildung 90 gezeigte Beispiel als Gesamtprozess bezeichnet. Dieser Prozess wird durch drei Prozessschritte definiert, welche als Teilprozess I bis III bezeichnet sind. Teilprozess I enthält dabei zwei untergeordnete Prozessschritte (Unterprozess I und II). Handelnde Entitäten dieses Prozesses wurden als Person eins bis drei in der Ebene der Teilprozesse und als Teilnehmer eins in der Ebene der Unterprozesse bezeichnet.

Bestandteil dieser Einweisung war ebenfalls das Aufzeigen der Verbindung zwischen den einzelnen Feldern der Karten und den benutzerdefinierten Eigenschaften der Knoten und Kanten der Software yEd. Ergänzend wurde den Teilnehmern ein Datenblatt (Abbildung 91) der Karten des Artefakts ausgegeben, welches als Orientierung zum Bearbeiten der Aufgabe dienen sollte.

Name der Handlung		<b>Hinweise:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Alle Felder sind auszufüllen</li><li>• Handelnde Entitäten sind verantwortlich für diese Handlung</li><li>• Es können mehrere handelnde Entitäten angegeben werden</li><li>• Knoten sind mit Kanten (Pfeilen) zu verbinden (Folge der Handlung)</li></ul>
Handelnde Person / Einheit		
eingehende Information	ausgehende Information	

**Abbildung 91: Datenblatt zur Orientierung**

Als Handlungsbeschreibung (zweites Prinzip des Cognitive Walkthrough) diente eine mündliche Einweisung in die Aufgabe – den in Abbildung 90 gezeigten Beispielprozess mit der Software zu digitalisieren und die vorhandenen Informationen zu verarbeiten. Dies diente auch als Startpunkt der Aufgabe, da die Teilnehmer im Anschluss die Bearbeitung aufnahmen. Während der gesamten Zeit der Bearbeitung der Aufgabe, war die Möglichkeit der Hilfestellung gemäß dem Lösungsmuster (drittes Prinzip des Cognitive Walkthrough) gegeben.

Im Anschluss an die Digitalisierung des CiA-Modells sollte dieses mittels des Tools eingelesen werden. Dies galt zum einen der Überprüfung der syntaktisch korrekten Anwendung, da syntaktische Fehler zu einer Fehlfunktion der Software führen. Zum anderen wurde so die Nutzung des Tools einer ersten Evaluation bezüglich der Benutzerfreundlichkeit unterzogen. Auch hierbei wurden die Prinzipien des Cognitive Walkthrough beachtet.

## Design des Concept into Architecture (CiA)

Alle Teilnehmer wurden in die Bedienung und die GUI eingewiesen sowie auch unter Anleitung in die Aufgabenstellung. Bei korrekter Anwendung der Regeln während der Digitalisierung und bei richtiger Bedienung des Tools sollte das in Abbildung 92 gezeigte Bild durch das Tool ausgegeben werden.

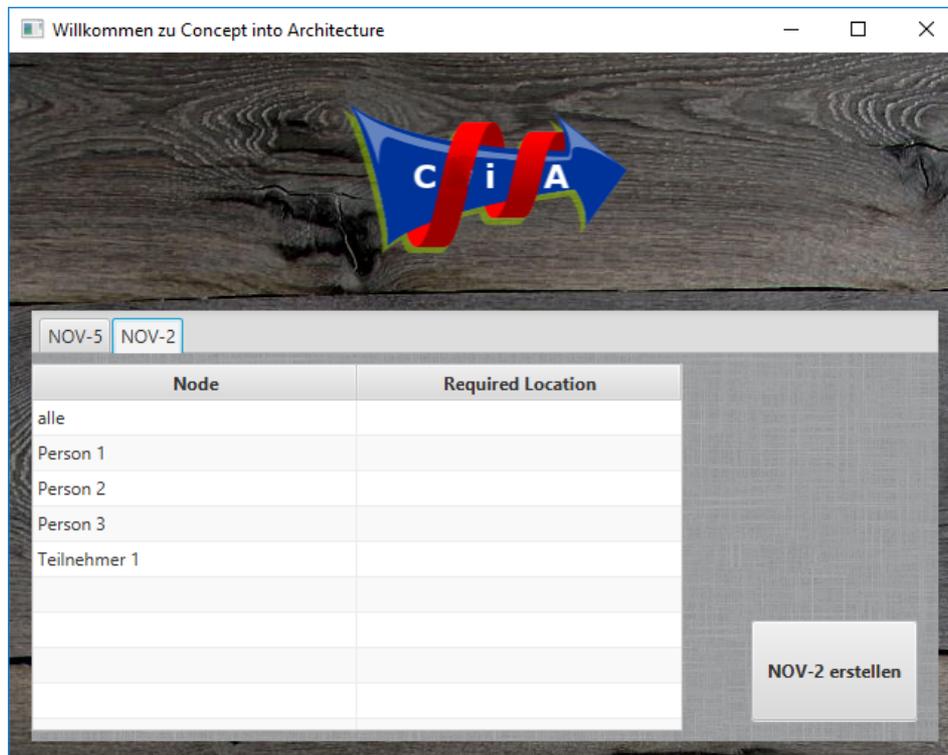


Abbildung 92: der Aufgabe

Abbildung 92 zeigt, dass das mit yEd digitalisierte Modell durch das Tool eingelesen und verarbeitet wurde. Die Auflistung der beteiligten Entitäten (Reiter NOV-2, Spalte Node) geschieht nach erfolgreichem Einpflegen aller notwendigen Daten zur Erstellung des NOV-5 (vgl. 3.6.4.5) und gibt die Möglichkeit, die für den NOV-2 benötigten zusätzlichen Informationen dem Modell hinzuzufügen, um so eine automatisierte Erstellung des NOV-2 zu gewährleisten (vgl. 3.6.4.6).

#### 4.4.1.1 Erkenntnisse Testcase I (Evaluation)

Alle Teilnehmer waren in der Lage, die Aufgabe erfolgreich zu beenden und den in Abbildung 92 gezeigten Zielzustand zu erreichen. Es zeigte sich deutlich, dass ein Arbeiten mit Copy-Paste von allen Teilnehmern bevorzugt wurde.

Bevor jeder der Teilnehmer sich mit der Übernahme der Daten auf den Karten in die benutzerdefinierten Eigenschaften der Knoten befasste, wurde die Beschriftung der Knoten angepasst. Dieser Schritt führte teilweise zu Verständnisschwierigkeiten, da die Beschriftung der Knoten zwar der übersichtlichen Darstellung dient, jedoch für den späteren Verlauf keine Auswirkung besitzt. Dies wurde besonders dadurch deutlich, dass jeder Teilnehmer den Namen der Handlung als Beschriftung nutzte. Da dies ebenfalls als benutzerdefinierte Eigenschaft eingetragen werden muss, führte diese Dopplung zu Missverständnissen und wurde hinterfragt. Dies wurde zusätzlich dadurch bekräftigt, dass eine Änderung der benutzerdefinierten Eigenschaften keinen Einfluss auf die Beschriftung der Knoten hat und somit Änderungen in der Übersicht nicht sichtbar sind. Dies wurde von jedem Teilnehmer bemängelt, zwei der Teilnehmer äußerten hier den Wunsch der automatisierten Darstellung der Eigenschaften als Beschriftung der Karte.

Ein Teilnehmer übernahm alle Eigenschaften händisch in die Beschriftung, sodass die Darstellung der Knoten in yEd eine maximale Ähnlichkeit zu den Karten der Modellierungsmethode aufwies. Der Unterschied in der Reihenfolge der benutzerdefinierten Eigenschaften im Vergleich zur Reihenfolge der Daten der Karte wurde durchweg negativ aufgefasst und als verwirrend eingestuft.

Das Feld URL der benutzerdefinierten Eigenschaften, welches fest implementiert und nicht ausblendbar ist, wurde von allen Teilnehmern ignoriert. Das Feld Beschreibung, welches in der Evaluation der Modellierungsmethode eingeführt wurde, fand in diesem Evaluationsschritt keine Verwendung. Dies wurde zwar nicht negativ aufgefasst, jedoch wurde die Position des Feldes in den benutzerdefinierten Eigenschaften (oberstes Feld, nach URL) bemängelt.

Die Informationen auf den einzelnen Elementen der Modellierungsmethode wurden in die benutzerdefinierten Eigenschaften der Knoten und Kanten ohne Probleme überführt. Die Verlagerung der Informationen bezüglich der ausgetauschten Informationen (in der Modellierungsmethode Teil der Karten, in yEd benutzerdefinierte Eigenschaften der Kanten), stellte weder ein Problem dar noch führte es zu Fragen oder wurde negativ bewertet. Dieser Unterschied zwischen Modellierungsmethode und Abbildung in yEd führte dabei zu keinen Fehlern. Die Logik, dass eine ausgehende Information im adjazenten Knoten eine eingehende Information darstellt, wurde von allen Teilnehmern erkannt.

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Probleme bei der Kennzeichnung des übergeordneten Prozesses zeigten sich in der Form, dass von drei Teilnehmern anfangs entweder versucht wurde, die abgebildete Klammer des Beispiels zu zeichnen oder das Feld Überprozess falsch oder überhaupt nicht ausgefüllt wurde. Hier wurde der Wunsch einer grafischen Darstellung (beispielsweise in Form einer Klammer) geäußert.

Vier der Teilnehmer stellten als Zwischenfrage, ob die Knoten in yEd ebenfalls den Farben des Beispiels entsprechen sollten. Dies war gemäß Aufgabenstellung nicht notwendig, wurde jedoch von diesen Teilnehmern trotzdem umgesetzt, da diese so eine, gemäß ihren Aussagen, bessere grafische Darstellung erzielten.

Die Ergebnisse der durchgeführten Digitalisierung sollten abschließend von jedem Teilnehmer mithilfe des Tools eingelesen werden. Hierzu wurden die Teilnehmer auf das Tool verwiesen, in welches jeder eine kurze Einweisung erhielt. Alle Teilnehmer konnten das Tool korrekt bedienen, womit der in Abbildung 92 gewünschte Zielzustand erreicht wurde.

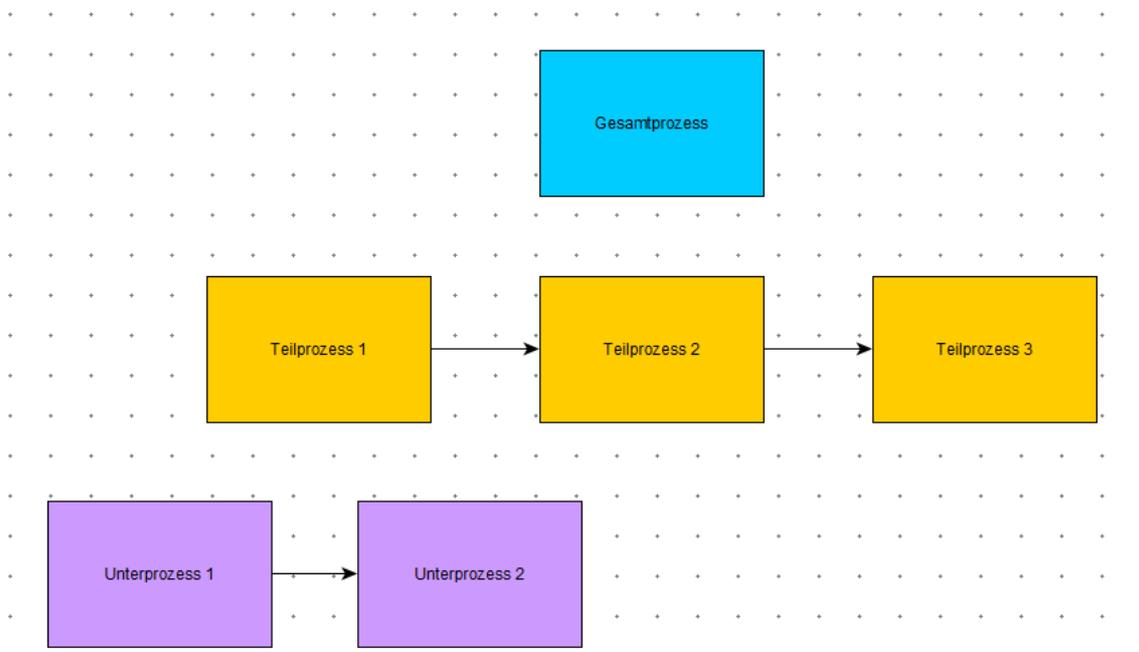
#### 4.4.1.2 Anpassung aufgrund der Erkenntnisse (Reflexion & Lernen)

Alle Teilnehmer des Testcases konnten die ihnen gestellte Aufgabe korrekt lösen. Somit wurden die im Evaluationsmodell aufgezeigten Attribute positiv adressiert.

Aus den gewonnenen Erkenntnissen und dem Feedback der Teilnehmer wurden Anpassungen unter Beachtung der gegebenen Rahmenbedingungen an der Abbildung der Modellierungsmethode in der Software yEd vorgenommen.

Die benutzerdefinierten Eigenschaften der Knoten und Kanten dienen als Grundlage für das Tool, womit hier ein Schwerpunkt liegt, welcher auch beibehalten werden muss. Ebenso soll die Software yEd beibehalten werden, da hier das Abbilden der Modellierungsmethode möglich ist und die Modelle als GraphML-Datei gespeichert werden können.

Die in der Evaluation der Modellierungsmethode gewünschte farbliche Unterscheidung der Ebenen (vgl. 4.1) spiegelte sich in dieser Evaluation ebenfalls dadurch wider, dass nach der Notwendigkeit einem Einfärben der unterschiedlichen Ebenen gefragt wurde und dieses, obwohl die Notwendigkeit explizit verneint wurde, dennoch zur besseren Darstellung genutzt wurde. Eine Anpassung der Vorlagen bezüglich dieser Anforderung konnte umgesetzt werden. Es wurden Beispiele in yEd erstellt, welche unterschiedliche eingefärbte Ebenen enthalten. Gezeigt werden drei Ebenen, welche neben den unterschiedlichen Farben auch zur beispielhaften Darstellung gemäß ihren Ebenen benannt wurden. Abbildung 93 zeigt das Ergebnis dieses Beispiels.

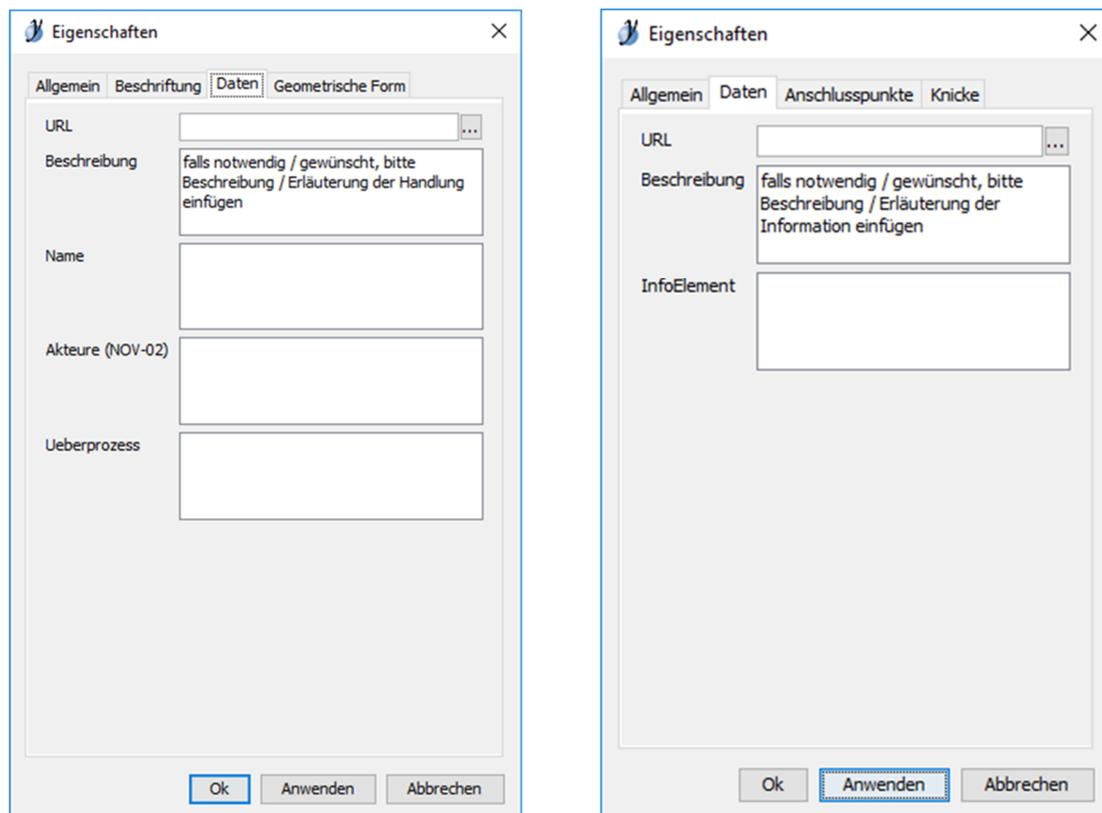


**Abbildung 93: Abbildung der Modellierungsmethode in yEd mit Farben und Beschriftung**

Den Anmerkungen seitens der Teilnehmer bezüglich Reihenfolge der benutzerdefinierten Eigenschaften konnte teilweise begegnet werden. Die fest implementierten Felder URL und Beschreibung lassen keine Änderung der Reihenfolge zu. Da das Feld URL gänzlich von allen Teilnehmern ignoriert wurde, bedarf es hier keiner Veränderung. Da die Position des Feldes Beschreibung ebenfalls unveränderlich in der Reihenfolge ist und diese Information kein Bestandteil der Vorderseite der Karten der Modellierungsmethode darstellt (siehe Anpassung in 4.2), wurde hier eine Erläuterung des Feldes eingetragen, welche zum besseren Verständnis bei der Anwendung führen soll.

Die nachfolgenden Felder entsprechen der Reihenfolge der Felder auf den Karten der Modellierungsmethode. Die benutzerdefinierten Eigenschaften der Knoten enthalten abschließend das Feld Überprozess, welches kein Bestandteil auf den Karten der Modellierungsmethode ist (vgl. Tabelle 12). Dieses Feld muss verwendet werden, wenn eine Handlung im Prozess in einer untergeordneten Abstraktionsebene spezifiziert wird. Alle Handlungen in der untergeordneten Abstraktionsebene besitzen in diesem Feld eine Zuordnung zu der Handlung, welche sie spezifizieren. Die Positionierung dieses Feldes an letzter Stelle soll ebenfalls die Benutzerfreundlichkeit bezüglich der Anwendung fördern.

Abbildung 94 zeigt die Anpassung der benutzerdefinierten Eigenschaften der Abbildung der Modellierungsmethode in yEd.



**Abbildung 94: Benutzerdefinierte Eigenschaften der Knoten (links) und Kanten (rechts) in yEd**

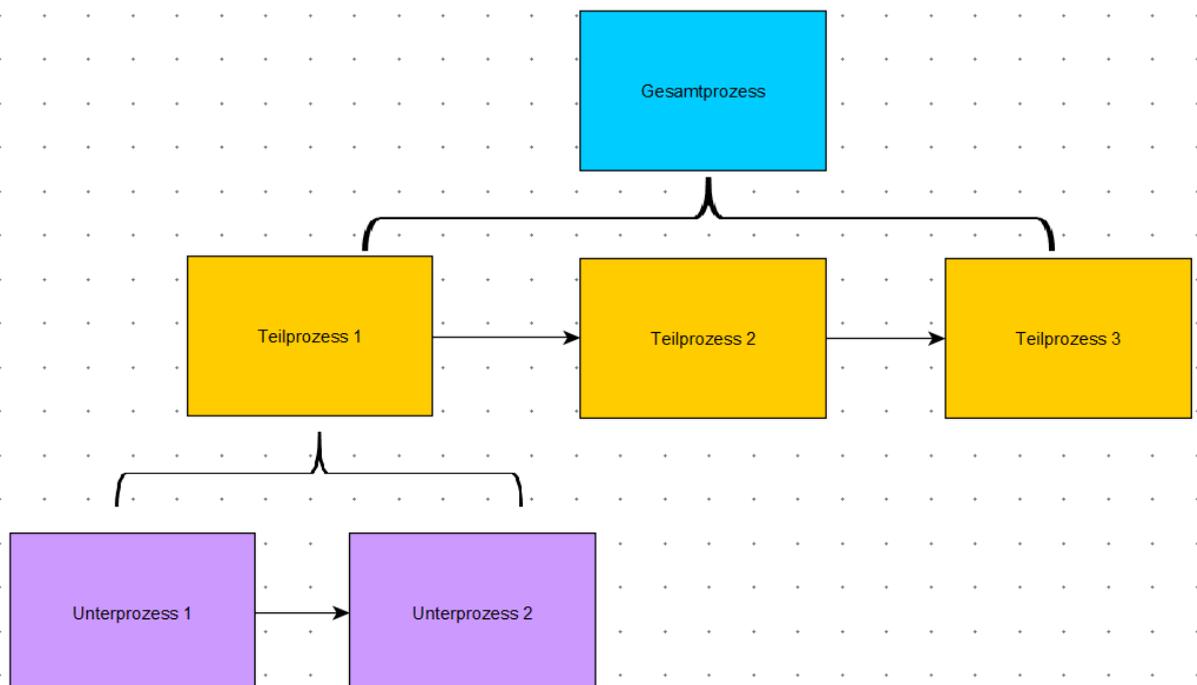
Die vereinzelt gewünschte Kennzeichnung der Zuordnung von untergeordneten Handlungen (Teilprozesse, Unterprozesse) zum entsprechenden Überprozess (spezifizierte Handlung) wurde mithilfe eingefügter Symbole gelöst.

Hierbei wurde zur grafischen Kennzeichnung eine Klammer hinzugefügt, welche sich duplizieren und anpassen lässt. Eine Nutzung dieser Klammern ist nicht notwendig, da sie lediglich ein grafisches Hilfsmittel darstellt. Weiterhin ersetzt diese Klammer nicht die benutzerdefinierten Eigenschaften der Knoten, welche auf den übergeordneten Prozess oder Prozessschritt hinweist (vgl. 3.3).

Die genannten und in Abbildung 94 und Abbildung 95 gezeigten Anpassungen sind ebenfalls verknüpft mit einer Anpassung des Tools. So muss bei der Verarbeitung der GraphML-Datei darauf geachtet werden, dass die Erläuterung des Feldes Beschreibung nicht übertragen wird, sollte diese nicht verändert worden sein. Dies wird mittels einer Überprüfung durch einen Bestandteil des Java Frameworks sichergestellt.

Sollte der ursprüngliche Text nicht verändert worden sein, wird dieser nicht mit in das NAF-konforme Modell übernommen.

Ähnlich werden die grafischen Hilfsmittel betrachtet: Sollten keine Informationen in den benutzerdefinierten Eigenschaften vorliegen (jedes Symbol in yEd stellt einen Knoten oder eine Kante dar), werden diese nicht aus der GraphML-Datei überführt.



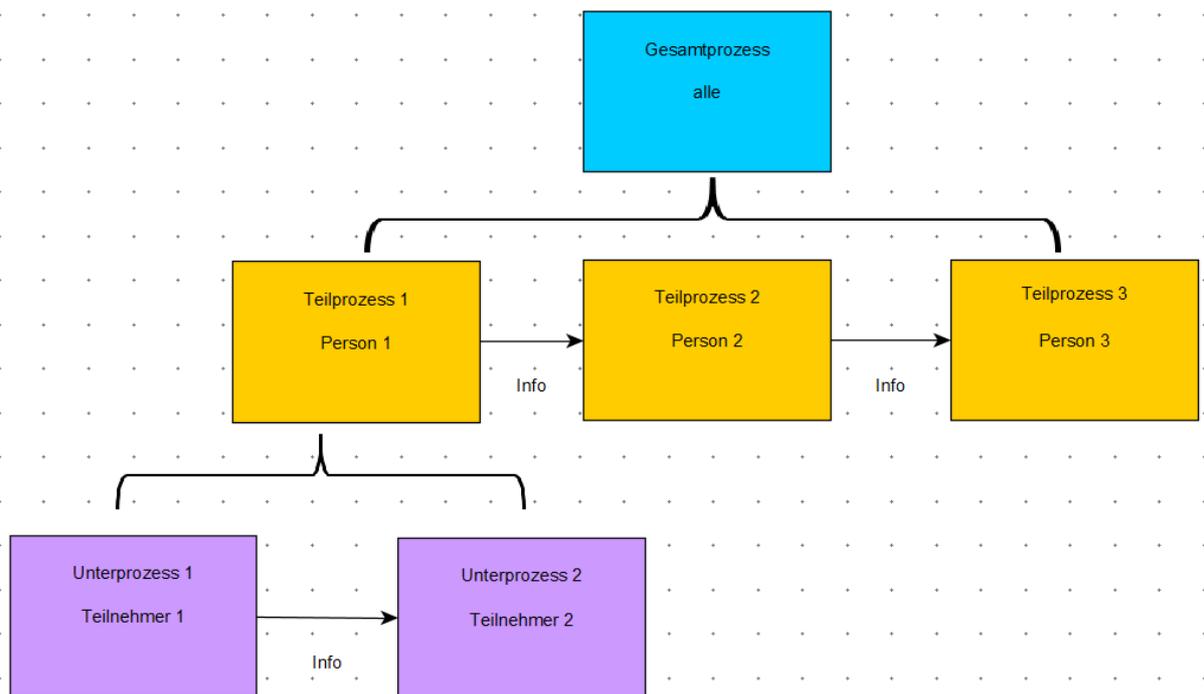
**Abbildung 95: Grafisches Hilfsmittel zur Zuordnung**

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Zusätzlich wurde eine Verknüpfung der Beschriftung der Knoten mit den benutzerdefinierten Eigenschaften von allen Teilnehmern gefordert, da hieraus die meisten Probleme oder Fehler entstanden. Eine direkte Eingabe der benutzerdefinierten Eigenschaften als Teil der Knoten und Kanten ist softwareseitig nicht möglich. Eine Eingabe muss immer über eine Eingabemaske erfolgen.

Dennoch konnte die Forderung nach einer Verknüpfung zwischen Darstellung und Eigenschaften dahingehend teilweise erfüllt werden, da yEd über die Funktion verfügt, die benutzerdefinierten Eigenschaften im Anschluss an die Eingabe in die Eingabemaske automatisiert in die Beschreibung übernehmen zu lassen. Somit werden diese Informationen dann als Teil der Knoten und Kanten dargestellt. Diese Funktion muss dann bei der Einweisung der Nutzer eingehend erläutert und vorgeführt werden. Das Ergebnis einer Nutzung dieser Funktion zeigt Abbildung 96.

Alle Anpassungen wurden den Teilnehmern vorgestellt und gemeinsam besprochen sowie erörtert. Es wurden keine Einwände seitens der Teilnehmer geäußert. Der Nachweis der gewünschten Wirkung der Anpassungen wurde in einem zweiten Testcase überprüft.



**Abbildung 96: Anzeigen der benutzerdefinierten Eigenschaften**

Zur Überprüfung der Anpassungen wurde ein zweiter Testcase entwickelt und durchgeführt, in welchem die in Abbildung 96 gezeigten Vorlagen verwendet wurden.

#### 4.4.2 Testcase II (Vorbereitung & Durchführung)

Nach der Anpassung in yEd, und nach den Anpassungen des Tools wurde ein neuer Testcase zur Überprüfung der Anpassungen entwickelt und durchgeführt.

Als Teilnehmer dieser Evaluation wurden neben der bereits bestehenden Testgruppe der vorhergehenden Evaluation auch mögliche zukünftige Nutzer dieser Software herangezogen. Ausgangslage waren die Erkenntnisse des vorangegangenen Testcases und die daraus resultierenden Anpassungen.

Als Methodik zur Überprüfung der Anpassungen und Vorgehensweise in diesem Testcase wurde sich für die Co-Discovery-Methode (CDM) (Stoessel, 2002) entschieden, welche somit die Intervention gemäß ADR darstellt (Sein *et al.*, 2011).

Dieses Vorgehen wurde gewählt, da sich die Teilnehmer der CDM aus dem späteren Nutzerkreis zusammensetzen sollen. Die CDM zeichnet sich dadurch aus, dass mit der zu untersuchenden Software eine Aufgabe oder Problemstellung gelöst werden soll. Hierbei werden kleine Teams oder Gruppen gebildet, welche gemeinsam diese Aufgabe bewältigen müssen. Dies soll die Arbeitsumgebung widerspiegeln, welche sich täglich am Arbeitsplatz wiederfindet. Sollte eine Person bei der Bearbeitung einer Aufgabe oder eines Vorgangs Probleme haben, sind die Personen im direkten Arbeitsumfeld häufig die ersten Ansprechpartner.

Gemäß den aufgezeigten Grundlagen des CDM wurden Teams von zwei Personen aus den Teilnehmern gebildet. Es wurden fünf Teams gebildet, die jeweils aus einem Administrator oder Nutzerbetreuer des vorhergehenden Testcase bestanden und einem möglichen späteren Nutzer des Tools und der Vorlagen in yEd. Die Konstellation dieser Zweiergruppen sollte so möglichst genau die Realität abbilden, in welcher der Nutzerbetreuer oder Administrator vor Ort bei Problemen jeglicher Art, bezogen auf IT, als Ansprechpartner fungiert.

Jedes der Teams wurde zu Beginn von mir in das Ziel und den Zweck dieser Evaluation und in die Software yEd eingewiesen. Die Anpassungen wurden explizit herausgestellt und erläutert. Nach einer Einweisung in die Modellierungsmethode und deren digitalen Anwendung wurde den Teams die Aufgabe vorgestellt.

Ziel der Aufgabe war es, einen Prozess mittels der CiA-Abbildung in yEd abzubilden. Es wurde sich für ein einfaches und bekanntes Beispiel entschieden, welches häufig im Bereich der Modellierung als Beispielprozess dient. Entscheidend hierbei ist, dass dieser Prozess für jeden Teilnehmer verständlich und bekannt ist. Somit werden inhaltliche Diskussionen vermieden und der Fokus liegt rein auf der gestellten Aufgabe. Der als Beispiel verwendete Bestellprozess (Abbildung 97) wird häufig als Musterbeispiel zur Schulung von Software im Bereich der

## Design des Concept into Architecture (CiA)

Prozessmodellierung verwendet, wie beispielsweise durch die Firma Celonis<sup>24</sup>. Ebenfalls findet sich dieses Beispiel in diversen anderen wissenschaftlichen Arbeiten als einfaches Prozessbeispiel (beispielsweise in (van der Aalst, 2022)). Daher wurde sich dafür entschieden, dieses Beispiel im vorliegenden Testcase zu verwenden.

Die Aufgabe in diesem Testcase bestand darin, aus den vorliegenden Informationen ein Prozessmodell zu erstellen. Im Anschluss sollte das Modell analog zum vorhergehenden Testcase in das Tool eingelesen werden. Hierbei dürfen alle hinzugefügten Hilfsmittel, grafisch und deskriptiv, keinen negativen Einfluss auf die weitere Arbeit, die Transformation, besitzen. Dies bedeutet, dass die automatisierte Überführung nicht durch das Hinzufügen der Hilfsmittel beeinflusst wird. Weiterhin dürfen die hinzugefügten Hilfsmittel kein Hindernis bei der Modellierung darstellen.

Da auch dieser Testcase lediglich die Nutzung und Anwendung als Betrachtungsgegenstand hatte, wurde der in Abbildung 97 gezeigte, einfache Beispielprozess gewählt.

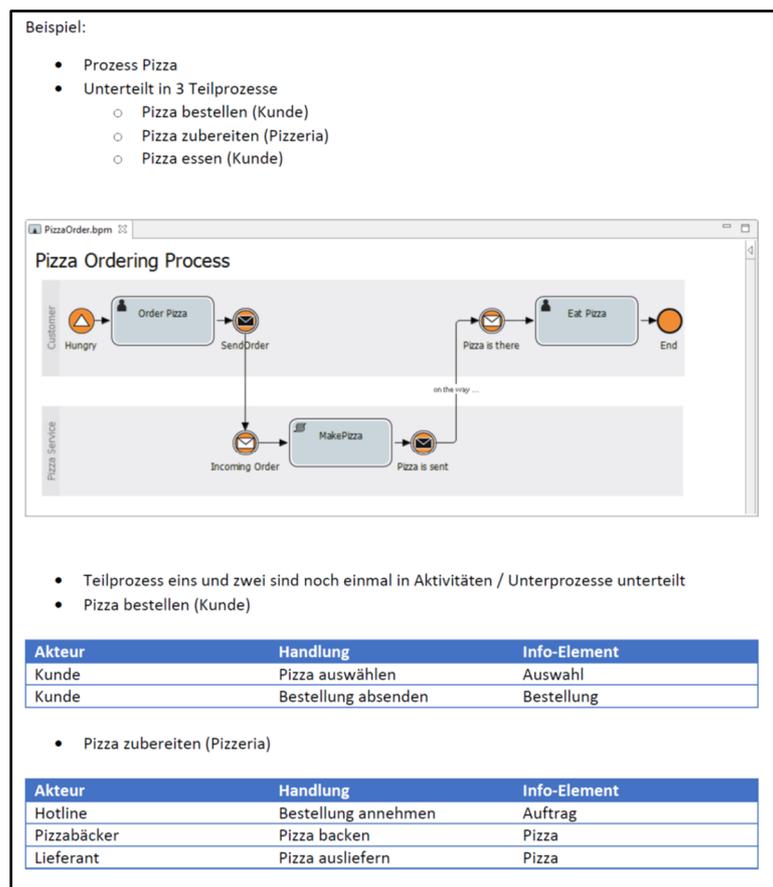


Abbildung 97: Aufgabe zur Modellierung

<sup>24</sup> Celonis entwickelt Software zur Dokumentation, Analyse, Verbesserung und Monitoring von Prozessen (<https://www.celonis.com/de/>)

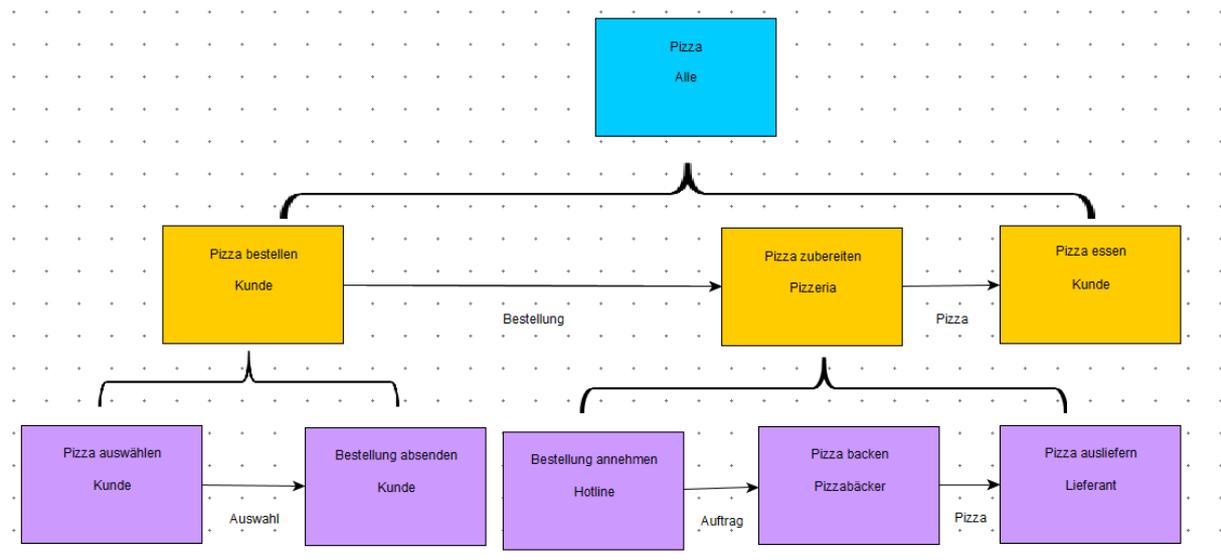
#### 4.4.2.1 Erkenntnisse Testcase II (Evaluation)

Alle Teams konnten erfolgreich ein Modell in yEd erstellen. Die aufgezeigte Möglichkeit zur Übernahme der benutzerdefinierten Eigenschaften in die sichtbare Beschreibung der Knoten und Kanten (siehe Abbildung 96) führte dazu, dass keiner der Teilnehmer Daten in das Feldbeschreibung eintrug.

Die Häufigkeit der Nutzung erstreckte sich von einmal abschließend bis hin zur regelmäßigen Anwendung. Hier zeigte sich, dass ein Automatismus oder zumindest ein Shortcut wünschenswert wäre, was seitens der Teilnehmer einstimmig geäußert wurde.

Die Einfärbung der Vorlagen und Bereitstellung unterschiedlicher Farben entsprechend der Ebenen spiegelte sich in der fehlerfreien Modellierung der unterschiedlichen Ebenen wider. In Kombination mit dem grafischen Hilfsmittel der eingefügten Klammer wurden so alle untergeordneten Handlungen korrekt modelliert und zugeordnet.

Alle Ergebnisse hatten inhaltlich die korrekte Form und wiesen auch grafisch kaum Unterschiede auf. Jede Gruppe konnte ihr Ergebnis fehlerfrei mit dem Tool einlesen lassen. Abbildung 98 zeigt exemplarisch eines dieser Ergebnisse.



**Abbildung 98: Ergebnis einer Modellierung der Teams**

Um den Nachweis zur korrekten Anpassung des Tools liefern zu können, muss neben dem erfolgreichen Einlesen der GraphML-Datei ein Nachweis auf der Ebene des Tools erbracht werden. Ein weiteres Verarbeiten bzw. die vollständige Umwandlung des Ausgangsmaterials und das Überführen in den Sparx EA wurden nicht als Methode zur Nachweisführung gewählt. Stattdessen wurde in der Programmiersprache R (vgl. 3.6.4) eine Funktion erstellt, welche die GraphML-Datei einliest und eine Auflistung der Knoten ausgibt. Die eingefügten Hilfsmittel (Klammern) werden durch R ebenfalls als Knoten identifiziert. Eine weitere in R entwickelte Funktion sollte die Knoten herausfiltern, welche keinen Eintrag in den benutzerdefinierten Eigenschaften enthalten.

Da keiner der Teilnehmer versuchte, die Eigenschaften der Hilfsmittel anzupassen, wurde diese Möglichkeit des Filterns gewählt. Es sollte so ausgeschlossen werden, dass die grafischen Hilfsmittel nach der Transformation im Sparx EA erscheinen. Jedoch sind sie weiterhin Bestandteil des Modells.

Der Nachweis der Korrektheit wurde dadurch erbracht, dass zur Überprüfung die Anzahl der Knoten in einem Vorher-nachher-Zustand angezeigt wurde.

Abbildung 99 zeigt eine Auflistung aller Knoten vor dem Filtern der Knoten (links) und nach dem Filtern der Knoten mit dem String Matching Algorithmus (rechts).

## Design des Concept into Architecture (CiA)

```
1 Start R Engine
2
3 R version 3.4.1 (2017-06-30) -- "Single Candle"
4 Copyright (C) 2017 The R Foundation for Statistical Computing
5 Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit)
6
7 Knoten: 1
8 Name: Pizza
9 Akteure (NOV-2):
10 Ueberprozess:
11
12 Knoten: 2
13 Name: Pizza essen
14 Akteure (NOV-2): Kunde
15 Ueberprozess: GP
16
17 Knoten: 3
18 Name: Pizza auswählen
19 Akteure (NOV-2): Kunde
20 Ueberprozess: TP1
21
22 Knoten: 4
23 Name:
24 Akteure (NOV-2):
25 Ueberprozess:
26
27 Knoten: 5
28 Name:
29 Akteure (NOV-2):
30 Ueberprozess:
31
32 Knoten: 6
33 Name: Pizza bestellen
34 Akteure (NOV-2): Kunde
35 Ueberprozess: GP
36
37 Knoten: 7
38 Name: Bestellung absenden
39 Akteure (NOV-2): Kunde
40 Ueberprozess: TP1
41
42 Knoten: 8
43 Name: Pizza zubereiten
44 Akteure (NOV-2): Pizzeria
45 Ueberprozess: GP
46
47 Knoten: 9
48 Name: Bestellung annehmen
49 Akteure (NOV-2): Hotline
50 Ueberprozess: TP2
51
52 Knoten: 10
53 Name: Pizza ausliefern
54 Akteure (NOV-2): Lieferant
55 Ueberprozess: TP2
56
57 Knoten: 11
58 Name: Pizza backen
59 Akteure (NOV-2): Pizzabäcker
60 Ueberprozess: TP2
61
62 Knoten: 12
63 Name:
64 Akteure (NOV-2):
65 Ueberprozess:
```

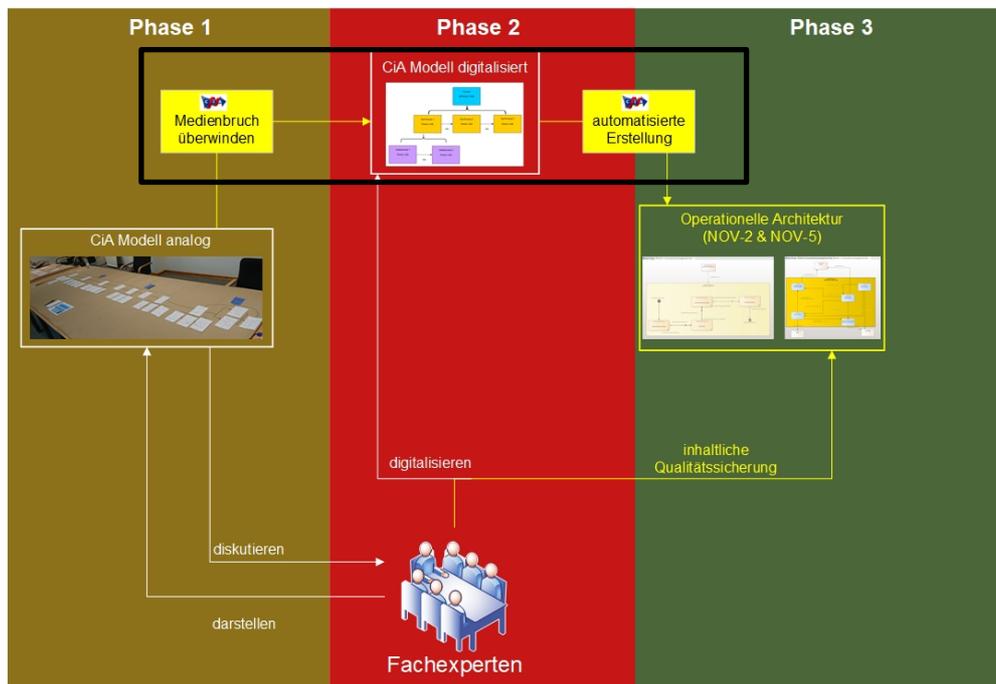
```
1 Start R Engine
2
3 R version 3.4.1 (2017-06-30) -- "Single Candle"
4 Copyright (C) 2017 The R Foundation for Statistical Computing
5 Platform: x86_64-w64-mingw32/x64 (64-bit)
6
7
8
9 Knoten: 1
10 Name: Pizza
11 Akteure (NOV-2):
12 Ueberprozess:
13
14 Knoten: 2
15 Name: Pizza essen
16 Akteure (NOV-2): Kunde
17 Ueberprozess: GP
18
19 Knoten: 3
20 Name: Pizza auswählen
21 Akteure (NOV-2): Kunde
22 Ueberprozess: TP1
23
24 Knoten: 4
25 Name: Pizza bestellen
26 Akteure (NOV-2): Kunde
27 Ueberprozess: GP
28
29 Knoten: 5
30 Name: Bestellung absenden
31 Akteure (NOV-2): Kunde
32 Ueberprozess: TP1
33
34 Knoten: 6
35 Name: Pizza zubereiten
36 Akteure (NOV-2): Pizzeria
37 Ueberprozess: GP
38
39 Knoten: 7
40 Name: Bestellung annehmen
41 Akteure (NOV-2): Hotline
42 Ueberprozess: TP2
43
44 Knoten: 8
45 Name: Pizza ausliefern
46 Akteure (NOV-2): Lieferant
47 Ueberprozess: TP2
48
49 Knoten: 9
50 Name: Pizza backen
51 Akteure (NOV-2): Pizzabäcker
52 Ueberprozess: TP2
```

Abbildung 99: Ausgabe Vorher-nachher der Knotenmanipulation

Auf der linken Seite in Abbildung 99 steht die Anzahl der Knoten des Prozessmodells, bevor die grafischen Hilfsmittel herausgefiltert wurden. Auf der rechten Seite zeigt Abbildung 99 die Anzahl der Knoten nach der Anwendung an. Links werden zwölf Knoten aufgelistet, wovon drei Knoten keine Informationen in den benutzerdefinierten Eigenschaften besitzen. Rechts sieht man neun Knoten, welche Handlungen bzw. Prozessschritte darstellen (vgl. Abbildung 98). Dies zeigt, dass beim Einlesen der Datei in das Tool von CiA alle Hilfsmittel aus dem Modell herausgefiltert werden. Dies ermöglicht den fehlerfreien Import der durch das Tool erstellten XML-Datei in den Sparx EA.

#### 4.4.2.2 Anpassung aufgrund der Erkenntnisse (Reflexion & Lernen)

Die erfolgreiche Nutzung aller Anpassungen führte dazu, dass seitens der Teilnehmer die Aufgabe fehlerfrei abgeschlossen werden konnte und keine neuen Forderungen aufgestellt wurden, welche eine Anpassung der Vorlagen zur Folge hätten. Hieraus folgt, dass alle aufgezeigten Attribute des Evaluationsmodells (Abbildung 89) positiv adressiert wurden. Da das Einlesen der GraphML-Datei und damit die Nutzung des Tools erfolgreich durchgeführt werden konnten, wurden auch hier keine Forderungen geäußert oder abgeleitet, welche Anpassungen ausgelöst hätten. Forderungen bezüglich des Automatismus der Übernahme der benutzerdefinierten Eigenschaften in die sichtbare Beschreibung der Knoten und Kanten sowie das Entwerfen oder Implementieren einer losgelösten Eingabemaske der benutzerdefinierten Eigenschaften sind durch die Nutzung von yEd nicht möglich. Nach diesem Testcase wurden keine neuen Forderungen bezüglich Nutzung und Anwendung des Tools abgeleitet oder aufgestellt. Die Verwendung der Vorlagen in yEd und des Tools bilden zwei wichtige Faktoren in der Umsetzung des Lösungsdesigns. Durch das Digitalisieren analoger Modelle durch die Fachexperten kann der Medienbruch überwunden werden und durch das Tool automatisiert operationelle Architekturen erstellt werden, was Abbildung 100 zeigt.



**Abbildung 100: Nutzung Vorlagen und Tool (schwarze Markierung)**

Die in Abbildung 100 gezeigte Nutzung der Vorlagen und des Tools müssen für die weitere Untersuchung auch unter Realbedingungen angewendet und evaluiert werden. Hierfür ist die Nutzung dieser in einem Projekt durch die Fachexperten notwendig. Umgesetzt wurde dies im Projekt Maritime Rettungsoperationen, was Kapitel 5 beschreibt.

## 4.5 Fünfter Evaluationszyklus

Der abschließende Evaluationszyklus im Projekt Innovationsmanagement erstreckte sich über einen Zeitraum von drei Monaten. In dieser Zeit wurde die mit CiA automatisiert erstellte operationelle Architektur für weitere Arbeiten im Projekt genutzt.

Die operationelle Architektur in einem Projekt wird über den gesamten Verlauf eines Projekts immer angepasst und weiterentwickelt. Hieraus folgt die Notwendigkeit, dass die im Projekt beteiligten SME (Projektteam) diese Architektur bezogen auf ihren Inhalt lesen und verstehen können.

In den vorhergehenden Evaluationen wurden die mit CiA automatisiert erstellten operationellen Architekturen von den SME auf ihre inhaltliche Vollständigkeit und Korrektheit überprüft. Eine weitere Nutzung der Architekturen durch die SME war bisher nicht im Fokus eines Evaluationszyklus. Dies muss jedoch Bestandteil sein, da die Einbindung der SME in die Erstellung von operationellen Architekturen nicht bei der Erstellung von initialen Modellen endet, sondern darüber hinaus geht.

Ziel dieser Evaluation war das Sammeln von Erkenntnissen, ob und wie die automatisiert erstellte operationelle Architektur durch die Mitglieder des Projektteams genutzt wurde. Dabei wurde ebenfalls die Korrektheit des Modells bezüglich des Inhalts überprüft. Das Aufzeigen einer weiteren Nutzung ist notwendig, da es unmittelbar großen Einfluss auf die Nützlichkeit von CiA besitzt. Sollten die SME die operationelle Architektur für ihre weitere Arbeit nutzen, so hat dies Implikationen auf Akzeptanz (Perceived Usefulness) und Gebrauchstauglichkeit (Effektivität und Effizienz). Eine Nutzung der operationellen Architektur zeigt die Einbindung der SME in alle Phasen des etablierten Ansatzes (vgl. 2.1) und führt so zu einer Veränderung innerhalb der Organisation.

Weiterhin wird durch die Verwendung der operationellen Architektur gleichzeitig die korrekte Darstellung des Sachverhalts überprüft, da inhaltliche Fehler durch die Nutzer aufgezeigt werden können.

Der Nutzerkreis bestand aus allen Mitgliedern des Projektteams. Die Arbeiten mit der operationellen Architektur erstreckten sich über einen Zeitraum von drei Monaten und fanden stets in Gruppenarbeiten statt. Dabei wurden diese in Form von Workshops oder Online-Konferenzen durchgeführt. Da ich als Mitglied des Projektteams auch Teilnehmer in jedem dieser Workshops war, wurde für das Erheben der Daten die teilnehmende Beobachtung (Bachmann, 2009) gewählt.

Eine Übersicht über diese Evaluation findet sich in Anlage 13.

### 4.5.1 Vorbereitung

Schwerpunkt der Betrachtung innerhalb der Evaluation bildete die Arbeit mit der operationellen Architektur. Hierbei wurde die Nutzung dieser durch die SME betrachtet und wie sie für Arbeiten im Projekt verwendet wurde. Hierfür müssen unterschiedliche Attribute eines Modells zur Evaluation betrachtet werden. Moody et al. (Moody *et al.*, 2003) wie auch Bokolo et al. (Bokolo *et al.*, 2023) definieren dabei, bezogen auf die Qualität von Modellen, drei zu untersuchende Merkmale:

- Syntactic Quality      Einhaltung der gegebenen Regeln
- Semantic Quality      Korrektheit bezüglich Inhalts
- Pragmatic Quality      Wiedererkennungswert gegeben

Da der Fokus in diesem Evaluationszyklus auf der Arbeit der SME mit der operationellen Architektur lag, kann die Syntactic Quality nicht betrachtet werden, da es sich bei den SME nicht um Experten im Bereich NAF und EA handelte. Die Beachtung der vorgegebenen Regeln bezüglich operationeller Architekturen war Fokus in einer vorhergehenden Evaluation (vgl. 4.3).

Die korrekte Adressierung der Semantic und Pragmatic Quality ist dennoch von besonderer Bedeutung, da diese unmittelbar Einfluss auf die Perceived Usefulness besitzen (Rittgen, 2010; Malinova & Mendling, 2021).

Die Anwendung durch den Nutzer wird durch dessen Verwendung der operationellen Architektur und die Arbeit mit dieser definiert. Dies ist untrennbar mit der Wiedererkennung des gelieferten Inputs bezüglich des mit der Modellierungsmethode erstellten Modells verknüpft.

Sollte sich die Nutzung der operationellen Architektur positiv auf die Aufgabenerfüllung der SME auswirken, so wird dadurch gleichzeitig ein Mehrwert erzeugt, welcher sich unmittelbar auf die Nützlichkeit auswirkt.

Die Anpassung des Evaluationsmodells für diesen Evaluationszyklus, unter Betrachtung der aufgezeigten Merkmale, zeigt Abbildung 101.

## Design des Concept into Architecture (CiA)

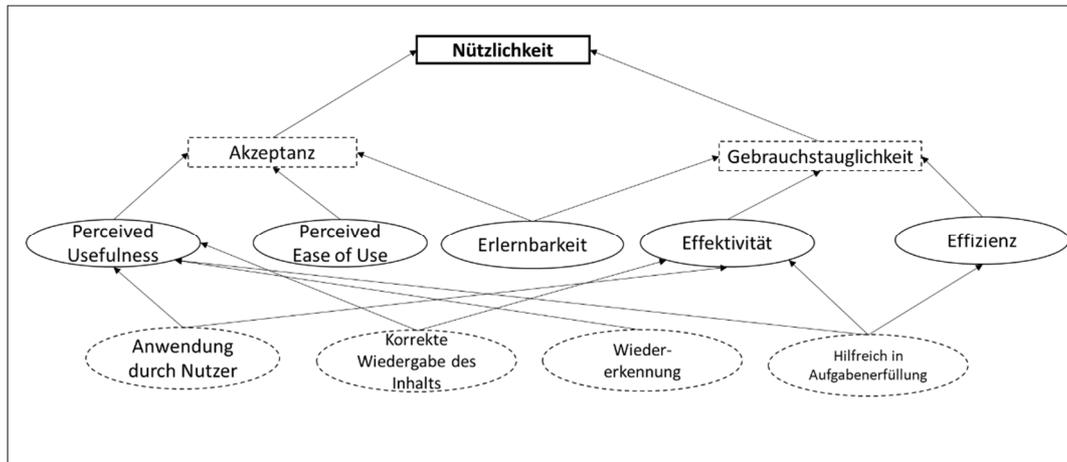


Abbildung 101: Evaluationsmodell fünfter Evaluationszyklus

Abbildung 101 zeigt die in der Evaluation zu adressierenden Attribute und deren Einfluss auf die übergeordneten Attribute.

### Anwendung durch den Nutzer:

Die Beobachtung der Nutzung der operationellen Architektur durch die SME (Mitglieder des Projektteams) gibt Rückschlüsse bezüglich der wahrgenommenen Erleichterung der Arbeit, was direkten Einfluss auf die Perceived Usefulness besitzt. Gleichzeitig lassen sich Einflüsse auf die Effektivität durch die Nutzung von CiA ableiten.

### Korrekte Wiedergabe des Inhalts:

Grundlegend für die Nutzung der automatisch erstellten operationellen Architektur ist die korrekte Wiedergabe des gelieferten Inhalts. Dies besitzt unmittelbar Einfluss auf die Perceived Usefulness. Weiterhin wird durch die korrekte Wiedergabe des Inhalts die Effektivität beeinflusst.

### Wiedererkennung:

Die operationelle Architektur muss für die SME lesbar sein. Dies bedingt, dass diese die in der Modellierung gesammelten Informationen in der automatisch erstellten operationellen Architektur wiedererkennen können und „ihr“ Modell dort erkennen. Hieraus ergibt sich ein positiver Einfluss auf die Perceived Usefulness.

### Hilfreich in Aufgabenerfüllung:

Die tatsächliche Erfüllung der Aufgaben der SME adressiert ebenfalls die Perceived Usefulness, gleichwohl hier eine größere Implikation hinsichtlich Effektivität und Effizienz entsteht.

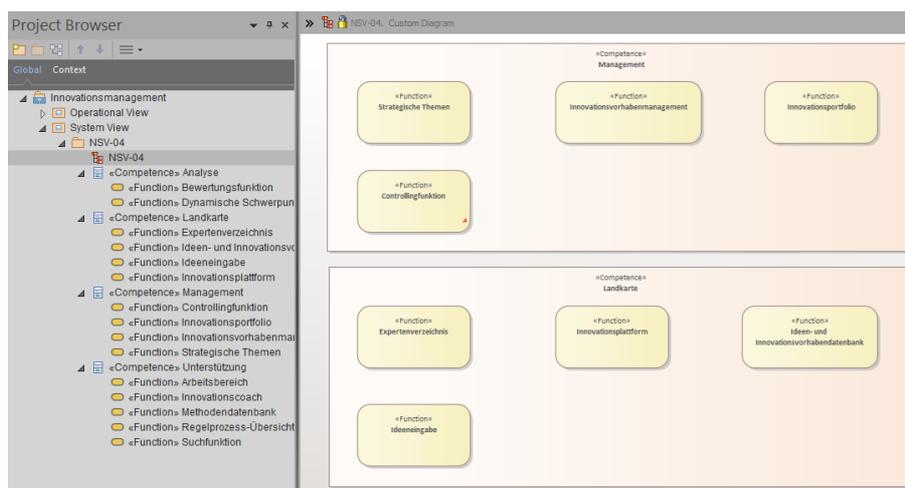
#### 4.5.2 Weiteres Arbeiten mit dem transformierten Modell (Intervention)

Das im Laufe der vorangegangenen Evaluationszyklen mit der Modellierungsmethode von CiA erstellte Modell eines möglichen Innovationsmanagements bildete die Grundlage in diesem Evaluationszyklus.

Bisher lag das Modell in einer analogen Form vor, da hier die durch CiA bereitgestellten Karten der Modellierungsmethode genutzt wurden. Dieses Modell wurde mittels yEd digitalisiert und anschließend durch das für CiA entwickelte Tool automatisiert eine operationelle Architektur erstellt. Das so entstandene Modell, welches nun gemäß den Leitlinien der Organisation im Sparx EA vorlag, diente als Grundlage für die weiteren Arbeiten im Projekt.

Aufgabe des Projektteams war die Kontrolle des vorliegenden Modells, dessen Überarbeitung und die Identifizierung von Schnittstellen im Modell eines möglichen Innovationsmanagements, um festzustellen, an welchen eine zukünftige Software anknüpfen oder unterstützen konnte. Die hierfür gemäß den Leitlinien der Organisation entsprechende Darstellung ist der NATO System View 4 (NSV-4), welcher ebenfalls als Teil des Modells im Sparx EA darzustellen ist.

Es wurde sich regelmäßig in Workshops getroffen, welche teilweise auch online stattfanden, um das Modell im Sparx EA zu überprüfen und den NSV-4 zu erstellen. Der Bearbeitungszeitraum im Projekt umfasste dabei ca. drei Monate, was auch den Zeitraum des Evaluationszyklus definiert. Als Ziel für diese Aufgabe wurde ein überprüfbares Modell im Sparx EA definiert (bezüglich des Inhalts), welches um die identifizierten Anknüpfungspunkte ergänzt wurde. Abbildung 102 zeigt einen Ausschnitt des im Zeitraum des Evaluationszyklus erstellten NSV-4.



**Abbildung 102: Ausschnitt erstellter NSV-4**

Die Identifikation der möglichen Anknüpfungspunkte einer zukünftigen Software wurden während der gemeinsamen Workshops durch den Forscher im Sparx EA als NSV-4 dokumentiert, was in Abbildung 102 dargestellt wird. Dieses Modell, bestehend aus NOV-2, NOV-5 und NSV-4, wurde am Ende des Bearbeitungszeitraums einer externen Stelle übergeben.

### 4.5.3 Evaluation

Alle an dem Evaluationszyklus beteiligten SME (Projektteam) nutzten die automatisiert erstellte operationelle Architektur im Sparx EA. Dies war dadurch möglich, da die gelieferten Darstellungen für alle Teilnehmer verständlich waren und somit der Fokus der Arbeit auf dem durch das Modell repräsentierten Inhalt lag.

Dies ist unmittelbar mit dem gewünschten Wiedererkennungswert verknüpft, der zwischen der operationellen Architektur und dem ursprünglichen Modell bestehen soll. Erzielt wird dies durch das Design der Modellierungsmethode, welche CiA liefert und welche für das ursprüngliche Modell genutzt wurde.

Das Design der Modellierungsmethode führt dazu, dass die operationelle Architektur im Sparx EA gelesen und verstanden werden konnte. Hierdurch kann diese durch die SME weiter inhaltlich bearbeitet werden. Somit ermöglicht der Wiedererkennungswert eine inhaltliche Qualitätssicherung.

Dies führt dazu, dass die SME das Modell für weitere Arbeiten nutzen, wodurch die externe Qualität dieses Modells sichergestellt wird. Dies ist der Nachweis für eine positive Adressierung der Perceived Usefulness auf Seiten der SME.

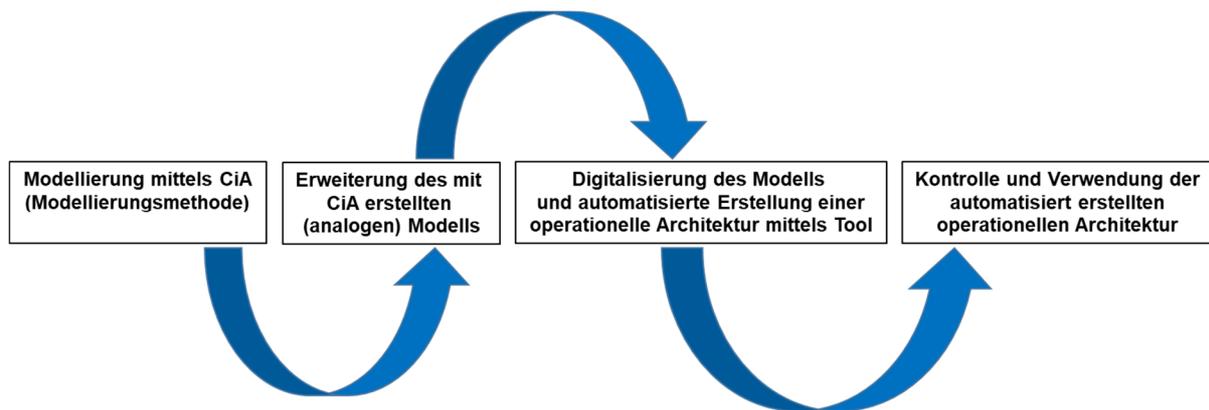
Durch die Erstellung des NSV-4 konnten im Projekt anstehende Aufgaben abgeschlossen werden. Mit der Übergabe des Modells an eine externe Stelle, die dieses für fortführende Arbeiten verwendete, wurde ein wichtiger Arbeitsschritt in der Projektarbeit abgeschlossen.

Dies zeigt eindeutig, dass die Anwendung von CiA hilfreich in der Aufgabenerfüllung ist. Positive Implikationen ergeben sich hieraus auf die Perceived Usefulness und gleichzeitig wird die gewünschte Effektivität von CiA gezeigt.

Die zu adressierende Effizienz wurde dadurch nachgewiesen, dass durch die SME in Befragungen geäußert wurde, dass das Erreichen dieses Meilensteins zu diesem Zeitpunkt im Projekt, ohne Unterstützung von Experten im Bereich EA, sich von vorherigen Projekten unterscheidet.

#### 4.5.4 Retrospektive weiteres Arbeiten (Retrospektive & Lernen)

Mit CiA wurde in diesem Projekt ein Modell der notwendigen operationellen Architektur erstellt. Dabei wurde aus gesammelten Informationen ein initiales Modell erstellt, welches in weiteren Iterationen überarbeitet und erweitert wurde. Dieses Modell wuchs im Verlauf der Iterationen auf drei unterschiedliche Sichten (NOV-2, NOV-5, NSV-4) mit 30 verschiedenen Diagrammen auf. Alle Diagramme des NOV-2 und NOV-5 (insgesamt 29) wurden dabei automatisiert erstellt und die korrekte Wiedergabe des Inhalts durch die SME überprüft (vgl. Abbildung 103).



**Abbildung 103: Anwendung CiA und Nutzung der Modelle und operationellen Architektur**

Die operationelle Architektur in einem Projekt wird bis zum Abschluss eines Projekts ständig angepasst und weiterentwickelt. Die mit CiA erstellte operationelle Architektur bildete nicht den Abschluss der Modellierung, stellte jedoch einen wichtigen Arbeitsschritt in der Projektarbeit dar.

Der Inhalt des Modells wurde in mehreren Iterationen durch die SME geprüft und das Modell lag in der durch die Organisation geforderten Form vor, was in einem Evaluationszyklus überprüft wurde (vgl. 4.3). Mit der Kontrolle der automatisiert erstellten operationellen Architektur durch die SME wurde sowohl die korrekte inhaltliche Überführung nachgewiesen als auch die inhaltliche Diskussion bezogen auf die Projektarbeit gefördert.

Durch die modellierten Sichten (Abbildung 104 zeigt den High Level View) entstand eine operationelle Architektur, welche die Mindestanforderungen der Organisation bereits umsetzt (Bundesministerium der Verteidigung, 2018: A-1500/3 Customer Product Management; Bundesministerium der Verteidigung, 2018: Leitfaden Architekturmodellierung im CPM) .

# Design des Concept into Architecture (CiA)

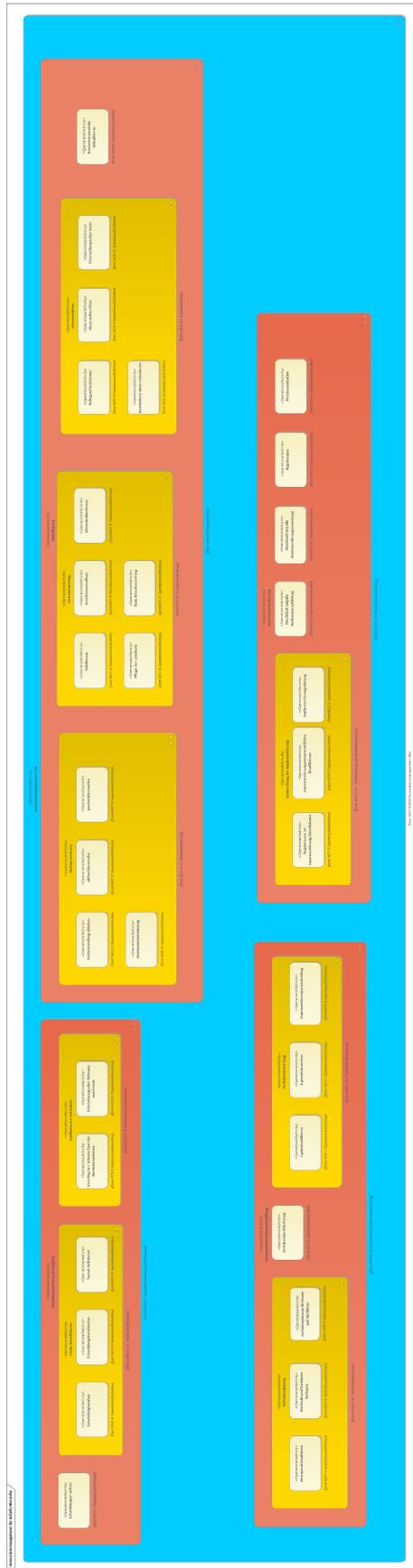
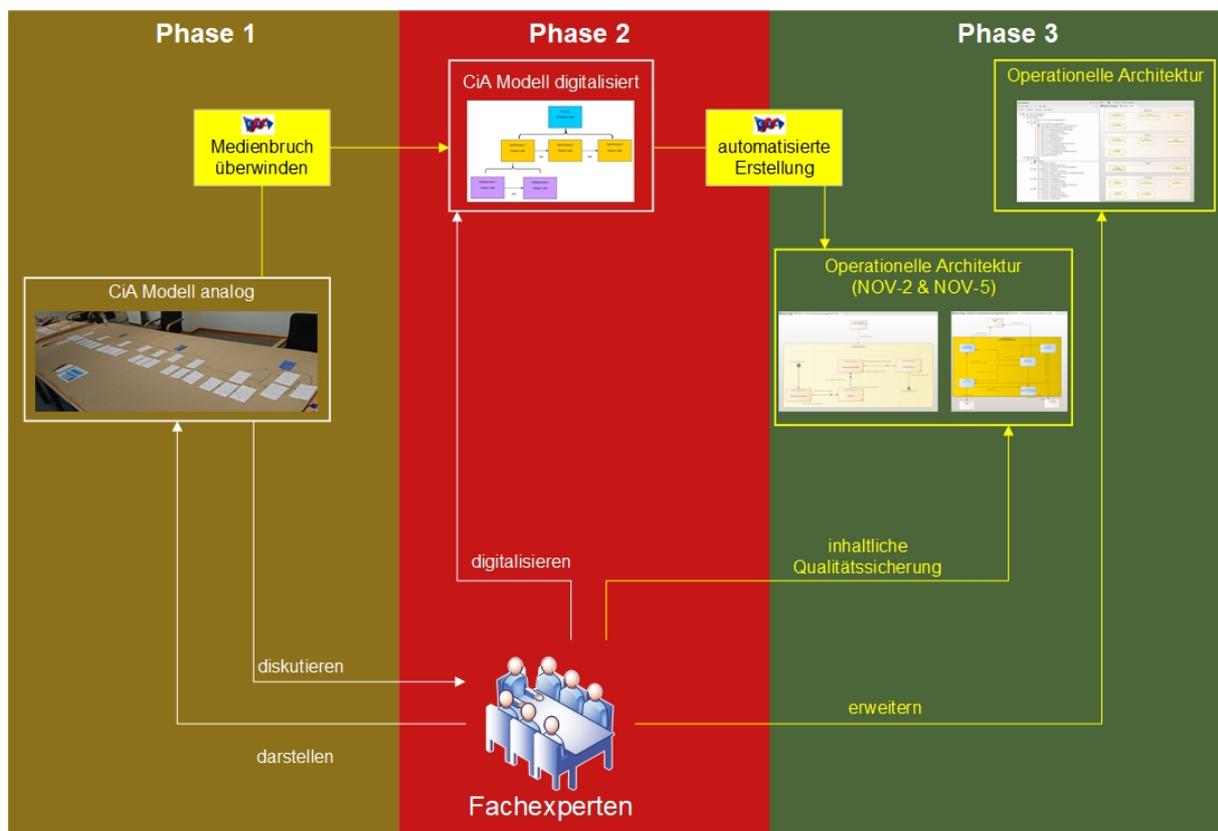


Abbildung 104: High Level View operationelle Architektur Innovationsmanagement

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Somit besteht nun die Möglichkeit, das Modell durch EA-Experten im weiteren Verlauf des Projekts weiter zu entwickeln, hin zu einer EA, welche alle Sichten gemäß den Leitlinien der Organisation enthält.

Die positive Adressierung aller im Evaluationsmodell aufgezeigten Attribute zeigt sowohl die notwendige Akzeptanz von CiA auf Seiten der SME als auch die Gebrauchstauglichkeit der Methode. Hieraus lässt sich die Nützlichkeit von CiA ableiten, da im Projekt Innovationsmanagement die automatisiert erstellte operationelle Architektur durch die SME genutzt und dabei erweitert wurde. Diese Nutzung und den Einfluss von CiA auf die Arbeit der Fachexperten zeigt Abbildung 105.



**Abbildung 105: Nutzung CiA und Einfluss auf Fachexperten (SME)**

Die seitens der Organisation bestätigte Nützlichkeit von CiA führte dazu, dass diese Methode im Projekt Maritime Rettungsoperationen eingesetzt werden sollte. Dieses Projekt ermöglichte so eine weitere Evaluation von CiA unter Realbedingungen.

## Kapitel 5

### 5 Projekt Maritime Rettungsoperationen

Zur Festigung der bisherigen Ergebnisse der Evaluationszyklen müssen die entwickelten Artefakte in einem abschließenden Evaluationszyklus erneut angewendet werden. In diesem Evaluationszyklus wurde durch mich nur die Rolle des Forschers sowie Entwicklers eingenommen und kein aktiver Part in der Projektarbeit.

Gezeigt werden soll in dieser Evaluation:

- Erfolgreiche Anwendung der Modellierungsmethode
- Automatisierte Erstellung einer operationellen Architektur
- Ermöglichen einer inhaltlichen Qualitätssicherung
- Korrekte Umsetzung der Leitlinien der Organisation

Ein Nachweis der oben aufgeführten Punkte in diesem Evaluationszyklus bestätigt gleichzeitig die Ergebnisse der vorangegangenen Evaluationszyklen und weist die Implikation von CiA auf den etablierten Ansatz zur Erstellung operationeller Architekturen in Projekten zur Schließung von identifizierten Fähigkeitslücken nach.

Dies folgt daraus, dass es den Experten der zu modellierenden Bereiche (SME) nun möglich ist, durch CiA Beiträge zu einer operationellen Architektur zu liefern (Modellierungsmethode), diese ohne Hilfe eines Experten im Bereich EA in ein Modell im Sparx EA zu überführen (Tool) und dieses Modell einer inhaltlichen Qualitätssicherung unterziehen zu können. Um dies aufzeigen zu können, sollte neben der Kontrolle der Ergebnisse auf Einhaltung aller Vorgaben und der korrekten Syntax auch die Anwendung von CiA hinsichtlich der Nützlichkeit belastbar untersucht werden.

Dieser Evaluationszyklus fand im Rahmen eines Projekts statt, welches sich mit Prozessen an Bord eines Schiffes befasste. Hierbei wurde CiA in einem Teilprojekt verwendet, welches sich mit der Rettung von Personen befasst, die während einer Seefahrt über Bord gehen. Dieser Prozess sollte in einer operationellen Architektur abgebildet werden.

Verantwortlich für dieses Teilprojekt waren zwei Methodenverantwortliche innerhalb des Projekts.

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Es wurde eine mündliche Vereinbarung mit dem Vorgesetzten der beiden Verantwortlichen getroffen: Die beiden Methodenexperten wurden von mir in die Nutzung von CiA eingewiesen. Nach der Anwendung von CiA wurde mir die Verwendung von Ausschnitten der automatisch erstellten operationellen Architektur zugesichert, wie auch Interviews mit den Methodenverantwortlichen. Eine schriftliche Fixierung dieser Absprache wurde nicht getroffen. Die Gruppe, welche sich mit diesem Teilprojekt befasste, bestand aus vier weiteren Personen. Innerhalb dieser Gruppe befand sich kein Experte bezüglich EA oder Modellierung. Die vier weiteren Personen waren als SME vertreten, welche als Experten bezüglich Seefahrt und Arbeitsabläufe an Bord galten.

In diesem Evaluationszyklus wurde keine aktive Rolle durch mich in der Projektarbeit eingenommen. Die Nutzung von CiA wurde durch die zwei Methodenverantwortlichen beaufsichtigt und verantwortet. Die Anwendung von CiA fand dabei im Rahmen eines Workshops statt.

Das transformierte Modell wurde danach einer externen Stelle zur Kontrolle der korrekten Umsetzung der Leitlinien der Organisation übergeben. Im Anschluss wurde das Modell den Teilnehmern des Workshops zur inhaltlichen Qualitätssicherung übersandt.

Die Ergebnisse der Kontrolle der externen Stelle wurden mir zur Verfügung gestellt und mit den Methodenverantwortlichen wurde sowohl nach dem Workshop als auch nach der inhaltlichen Qualitätssicherung ein Interview geführt. Ein Überblick über den Evaluationszyklus findet sich in Anlage 14.

Dieser Evaluationszyklus folgte dem Ziel, die Ergebnisse hinsichtlich der Nützlichkeit von CiA zu bestätigen. Hierzu mussten mehrere Faktoren berücksichtigt werden. Da die Nützlichkeit von der Nutzung der Artefakte abhängig ist, welche u. a. aus der Akzeptanz besteht (vgl. Abbildung 5), musste gezeigt werden, dass für eine Gruppe SME ohne vorherigen Kontakt zur Methode die Nutzung ohne erheblichen Aufwand möglich ist.

Weiterhin musste nachgewiesen werden, dass die Ergebnisse der Modellierung verwendet werden können, hinsichtlich ihrer Wiedererkennung und ihrer Korrektheit, bezogen auf Vorgaben, Syntax und Inhalt, da so neben der Akzeptanz auch die Gebrauchstauglichkeit gezeigt werden kann, welche wiederum in die Nützlichkeit mit einfließt.

Somit konnte als Ziel identifiziert werden, dass eine Gruppe von SME ohne Vorkenntnisse der Methode CiA mit dieser ein Modell erstellt, welches inhaltlich korrekt mittels Tool transformiert wird und dessen Ergebnis den Leitlinien der Organisation genügt. Abschließend muss das transformierte Modell durch die SME weiterverwendet werden können.

### 5.1.1 Vorbereitung

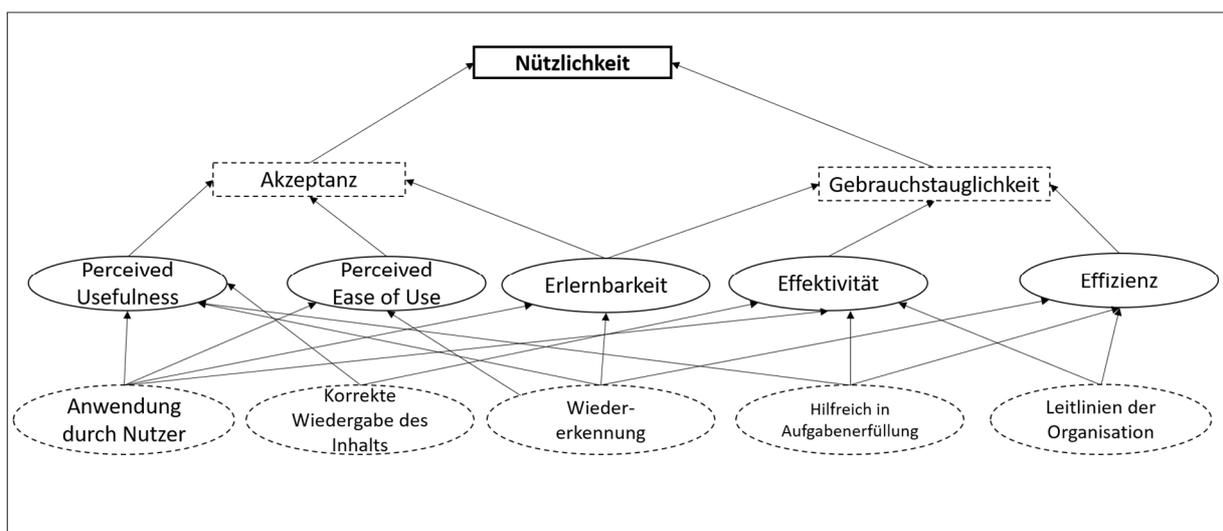
Da dieser Evaluationszyklus die Verwendung von CiA von der Modellierung über die automatisierte Überführung bis hin zur inhaltlichen Qualitätssicherung der Ergebnisse und deren Verwendung umfasst, müssen in der Evaluation alle zu adressierenden Teilaspekte berücksichtigt werden. Dies gilt für die Akzeptanz, wie auch für die Gebrauchstauglichkeit. Beide Aspekte müssen jedoch auch auf ihre Teilaspekte untersucht werden.

Bezogen auf die Akzeptanz, welche sich in der Perceived Ease of Use und der Perceived Usefulness wiederfindet (Davis, 1985, 1989), gilt es zu überprüfen und nachzuweisen, dass diese korrekt adressiert wurden. Um den geforderten Nachweis der Gebrauchstauglichkeit zu erbringen, müssen die Ergebnisse der Transformation betrachtet werden.

Der Wiedererkennungswert ist dabei ebenso zu betrachten wie die Korrektheit des Modells hinsichtlich der Leitlinien der Organisation. Sollte der zur Erstellung des Modells gegebene Inhalt nach der automatisierten Überführung nicht wiedererkannt werden und somit keine inhaltliche Qualitätssicherung möglich sein oder die Leitlinien der Organisation nicht korrekt umgesetzt sein, so weist dies auf eine geringe Gebrauchstauglichkeit hin.

Für die Anpassung des Evaluationsmodells können wieder die von Moody (Moody *et al.*, 2003) definierten Kategorien Syntactic Quality, Semantic Quality und Pragmatic Quality verwendet werden. Jedoch werden in dieser Evaluation alle drei Kategorien verwendet, da das transformierte Modell auch auf die korrekte Einhaltung aller Leitlinien der Organisation überprüft werden muss.

Aus der Betrachtung aller Kategorien ergibt sich in diesem Evaluationszyklus das in Abbildung 106 gezeigte Evaluationsmodell.



**Abbildung 106: Modell zur Evaluation**

### Anwendung durch den Nutzer:

Die Anwendung durch die Nutzer umfasst die Verwendung der Modellierungsmethode, wie auch die spätere Verwendung des transformierten Modells. Dies verbunden mit der korrekten Wiedergabe des Inhalts lässt Rückschlüsse bezüglich der Perceived Usefulness und Perceived Ease of Use zu. Weiterhin können aus der Nutzung von CiA Erkenntnisse über die Erlernbarkeit und die Effektivität gewonnen werden.

### Korrekte Wiedergabe des Inhalts:

Grundlegend für die Nutzung der automatisiert erstellten operationellen Architektur ist die korrekte Wiedergabe des gelieferten Inhalts. Dies besitzt unmittelbar Einfluss auf die Perceived Usefulness. Weiterhin wird durch die korrekte Wiedergabe des Inhalts die Effektivität beeinflusst.

### Wiedererkennung:

Die operationelle Architektur muss für die SME lesbar sein, um die Perceived Usefulness positiv adressieren zu können. Dies bedingt, dass diese die in der Modellierung gesammelten Informationen in der automatisiert erstellten operationellen Architektur wiedererkennen können und „ihr“ Modell dort erkennen. Da die SME in diesem Evaluationszyklus zum ersten Mal mit CiA in Berührung kommen, lassen sich hieraus auch Rückschlüsse auf die Perceived Ease of Use, die Erlernbarkeit und die Effizienz ableiten.

### Hilfreich in Aufgabenerfüllung:

Die tatsächliche Erfüllung der Aufgaben der SME adressiert ebenfalls die Perceived Usefulness, gleichwohl hier eine größere Implikation hinsichtlich Effektivität und Effizienz entsteht.

### Leitlinien der Organisation:

Die Beachtung und korrekter Umsetzung der Leitlinien der Organisation lassen Rückschlüsse auf die Effektivität und die Effizienz von CiA zu.

### **5.1.2 Kontrolle der Ergebnisse und Befragung von Teilnehmern (Intervention)**

Die Anwendung von CiA fand in einem Workshop mit sechs Personen statt. Zwei der Teilnehmer waren die Methodenverantwortlichen, welche für die Erstellung der initialen operationellen Architektur verantwortlich waren. Die weiteren Teilnehmer waren SME aus dem Bereich der maritimen Rettungsoperationen.

Die Nutzung von CiA wurde von den Methodenverantwortlichen als Methode ausgewählt, um den Prozess Person über Bord zu dokumentieren. Dieser Prozess befasst sich mit der Rettung von Personen, welche während der Fahrt eines Schiffes von diesem fällt (über Bord gehen). Dieser Prozess war allen SME bekannt und Verfahrensweisen sind in Handlungsanweisungen dokumentiert. Als Teil eines Projekts sollte dieser Prozess gemäß dem NAF 3.1 festgehalten werden.

Da ich keinen aktiven Part in der Projektarbeit in diesem Projekt hatte, nahm ich auch nicht an dem Workshop teil. Deshalb wurden die Methodenverantwortlichen von mir vor Beginn des Workshops in die Anwendung von CiA eingewiesen. Dabei beinhaltet die Einweisung sowohl die Nutzung der Modellierungsmethode als auch die Verwendung des Tools. Zusätzlich wurde den Methodenverantwortlichen das in Anlage 11 aufgeführte Handbuch überreicht.

Als Methode zur Datenerhebung wurden das Leitfadeninterview (Niebert & Gropengießer, 2014; Helfferich, 2022) verwendet. Dieses wurde im Anschluss an den Workshop mit beiden Experten hinsichtlich der Anwendung der Modellierungsmethode durchgeführt. Hierfür wurde der folgende Leitfaden für ein Experteninterview verwendet.

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

	<b>Leitfrage (Erzählaufforderung)</b>	<b>Checkliste (Wurde das erwähnt?)</b>	<b>Fragenkatalog (Stimuli)</b>
1	Skizzieren Sie bitte den Ablauf der Modellierung. Wie gestaltete sich diese?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Reaktion SME</li> <li>- Startschwierigkeiten</li> <li>- Ergebnis</li> </ul>	<p>Konnte aus Ihrer Sicht die Aufgabe erfüllt werden?</p> <p>Gab es Schwierigkeiten in der Einweisung der Nutzer?</p> <p>Konnten alle Nutzer die Methode anwenden?</p>
2	Wurde sich auf die Aufgabe und den Inhalt des Modells konzentriert?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inhaltliche Diskussion</li> <li>- Diskussion zur Methode</li> <li>- Zielerreichung</li> </ul>	War der Einsatz von CiA hilfreich?
3	Welche Probleme sind Ihnen bei der Modellierung aufgefallen?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Methode</li> <li>- Syntax</li> <li>- Handbuch</li> </ul>	Traten Probleme bei der Modellierung auf?

**Tabelle 17: Leitfaden für Experteninterview**

Nachdem die Methodenverantwortlichen mithilfe des Tools automatisiert eine operationelle Architektur erstellt hatten, wurde dieses an die SME versendet, welche an dem Workshop teilgenommen hatten (Abbildung 107 zeigt den High Level View der versendeten operationellen Architektur). Diese mussten die operationelle Architektur auf die inhaltliche Korrektheit überprüfen und sollten den beiden Methodenverantwortlichen diesbezüglich Rückmeldung geben.

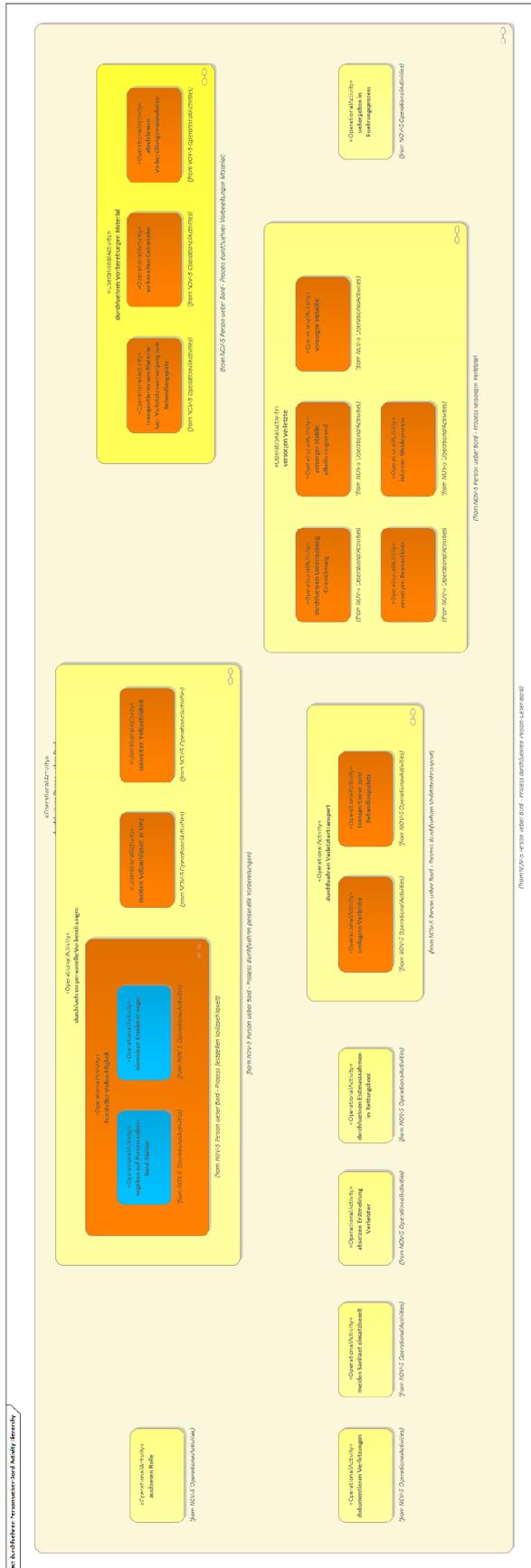


Abbildung 107: High Level View operationelle Architektur Maritime Rettungsoperationen

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Nach abgeschlossener Kontrolle der automatisch erstellten operationellen Architektur durch die Teilnehmer des Workshops wurden mit beiden Methodenverantwortlichen wieder ein Interview geführt. Dabei wurde folgender Leitfaden genutzt.

	<b>Leitfrage (Erzählaufforderung)</b>	<b>Checkliste (Wurde das erwähnt?)</b>	<b>Fragenkatalog (Stimuli)</b>
1	Wie gestaltete sich die Nutzung des Tools?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Handbuch</li> <li>- PC-Probleme</li> <li>- Ergebnis</li> <li>- Einlesen Sparx EA</li> </ul>	<p>Gab es technische Probleme? Hatten Sie Fragen zur Anwendung des Tools? Gibt es Anmerkungen aus Ihrer Sicht?</p>
2	Konnte das transformierte Modell verwendet werden?	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inhalt</li> <li>- Wiedererkennung</li> <li>- Überprüfung durch SME</li> </ul>	<p>Wurde das Modell inhaltlich korrekt transformiert? Wie wurde das Modell im weiteren Verlauf des Projekts genutzt?</p>

**Tabelle 18: Leitfaden für Experteninterview**

Im Fokus lag auch die Korrektheit der operationellen Architektur bezogen auf die Leitlinien der Organisation, weshalb diese einer externen Stelle zur Prüfung vorgelegt wurde. Diese Stelle ist innerhalb der Organisation für die Erstellung und Kontrolle von Architekturen eines Teilbereichs verantwortlich.

### 5.1.3 Evaluation

Die Methodenverantwortlichen entschieden sich für eine Anwendung von CiA. Diese Entscheidung wurde aufgrund der Erfahrung mit anderen Methoden zur Erstellung von Modellen hinsichtlich einer operationellen EA und den Ergebnissen des Projekts Innovationsmanagement getroffen. Da man sich sicher war, die Methode einsetzen und mit deren Nutzung das Ziel erreichen zu können, kann hierdurch auf die im Vorfeld gewünschte Perceived Usefulness geschlossen werden.

Seitens der Methodenverantwortlichen wurde geäußert, dass die Wahl der Methode dadurch beeinflusst wurde, dass durch deren Nutzung das gewünschte Ziel schneller als durch bisher angewendete Methoden zu erreichen sei. Hierbei wurde hervorgehoben, dass ein schnelleres Erreichen der Ziele bereits durch ein Modell im Sparx EA definiert wurde.

Die zusätzliche (automatisierte) Erstellung des NOV-2 wurde hierbei als „on top benefit“ empfunden, welcher die Effektivität der Modellierung erhöht. Diese Aussagen bezüglich der Überlegungen zur Nutzung von CiA erlaubt positive Rückschlüsse auf die Perceived Usefulness und die Effizienz.

Ein weiterer Aspekt, welcher für eine Nutzung von CiA sprach, war die Annahme, dass eine Anwendung simpel und ohne größeren Zeitaufwand möglich sei. Es zeigte sich, dass sich die Methodenverantwortlichen durch die von mir durchgeführte Einweisung und die Nutzung des Handbuchs (vgl. 4.3.4) sicher in der Anwendung der Methode fühlten.

Die gemäß den Aussagen der Methodenverantwortlichen einfache und verständliche Anwendung von CiA sollte aus deren Sicht auch die Nutzung durch eine Gruppe ermöglichen, welche bisher keine Berührungspunkte mit CiA hatte.

Da CiA in dem durchgeführten Workshop von den SME, unter Anleitung der Methodenverantwortlichen, genutzt wurde und ein Modell erstellt werden konnte, bestätigt dies das einfache Erlernen und adressiert somit das Attribut der Anwendung durch den Nutzer.

Auch eine Anwendung des Tools stellte die Methodenverantwortlichen vor keine Herausforderung und konnte problemlos bewältigt werden. Die vorgenommenen Veränderungen aus vorangehenden Evaluationen, insbesondere die der Vorlagen in yEd, machten laut Aussage der Methodenverantwortlichen die Nutzung einfach und verständlich. Somit wurde auch der gewünschte Grad an der Erlernbarkeit hinsichtlich des Tools bestätigt. Zum Nachweis des gewünschten Grads an Nützlichkeit musste das transformierte Modell im Sparx EA untersucht werden. Hierbei musste die Betrachtung auf mehreren Attributen liegen, wie das Modell zur Evaluation in Abbildung 106 zeigt.

Da sich die Untersuchung der im Modell zur Evaluation gezeigten Teilaspekte sowohl auf den Inhalt als auch auf die korrekte Darstellung bezieht, wurde die automatisiert erstellte operationelle Architektur durch eine externe Stelle mit Experten im Bereich EA überprüft.

Aussagen zur Einhaltung der Leitlinien der Organisation können nur durch Experten im Bereich EA getroffen werden.

Hierzu wurde das Modell aus dem Sparx EA dieser Stelle vorgelegt und durch diese geprüft. Hierbei fiel auf, dass Elemente der Klasse InformationElement der falschen Klasse zugeordnet waren. Weiterhin wurde angemerkt, dass die Elemente des Typs Node nicht korrekt ihrem dazugehörigen Typ der LogicalArchitecture zugewiesen waren.

Weitere Anmerkungen bezogen sich auf die Namenskonventionen und die Eingabe von Informationen bezüglich der Elemente.

Gemäß den Leitlinien der Organisation existiert eine Namenskonvention für jeden Prozessschritt (Verb, Nomen), welche einzuhalten ist. Ein Abweichen von dieser Vorgabe stellt keinen Fehler bezüglich der Syntax dar. Auch besitzt dies keinen Einfluss auf die automatisierte Erstellung einer operationellen Architektur durch das Tool. Jedoch ist dies ein Verstoß gegen die Leitlinien der Organisation.

Zur Überprüfung der korrekten Wiedergabe des Inhalts musste untersucht werden, ob sowohl inhaltlich als auch von der korrekten Anwendung der Leitlinien her keine zusätzlichen und nicht notwendigen Elemente oder Informationen produziert wurden.

Die korrekte Wiedergabe des Inhalts wurde von Methodenverantwortlichen bestätigt. Auch die Kontrolle bezüglich fehlerhaft produzierter Elemente erfolgte ohne Anmerkungen der EA-Experten.

Alle benötigten Informationen zur Darstellung des Inhalts fanden sich im Modell (operationelle Architektur). Auch die benötigten Elemente zur Darstellung dieser Informationen, gemäß aller Leitlinien, waren im Modell enthalten.

Gemäß den Aussagen der Methodenverantwortlichen wurde der reale Sachverhalt abgebildet. Diese Aussage konnte dadurch bestätigt werden, dass das Modell den SME für weitere und fortführende Arbeiten zur Verfügung gestellt wurde und diese die inhaltliche Korrektheit überprüften. Dieser Schritt diente nicht nur dem Nachweis des korrekten Inhalts, sondern ließ ebenfalls Rückschlüsse auf den gewünschten Grad der Wiedererkennung zu.

Der Wiedererkennungswert, welcher durch die Anwendung von CiA erzielt werden soll, lässt sich daran messen, wie groß der Interpretationsspielraum eines Modells bezüglich der Eindeutigkeit ist.

Weiterhin kann sie daran gemessen werden, wie verständlich ein Modell ist und ob es dem Nutzer möglich ist, das vorliegende Modell zu verstehen.

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Da die Erstellung des Modelles mittels CiA bereits mehrere Wochen zurücklag, bevor die Teilnehmer das Modell des Sparx EA kontrollieren konnten und keine Anmerkungen zu inhaltlichen Fehlern gemacht wurden, sondern lediglich vereinzelt Rückfragen zu Darstellungen kamen (hauptsächlich logische Verknüpfungen), welche erfolgreich beantwortet werden konnten, wird dies als positiver Nachweis gewertet. Hierfür spricht auch die weitere Verwendung des Modells durch die SME im Projekt.

Die weitere Verwendung des Modells zeigt dessen externe Qualität gemäß Biemans et al. (Biemans et al., 2001).

Seitens der Methodenverantwortlichen wurde positiv aufgefasst, dass durch die Nutzung von CiA keine Informationsaustauschbeziehungen gesondert definiert werden müssen, da diese automatisiert erstellt wurden. Es war ihnen bewusst, dass diese im Laufe der Projektarbeit notwendig werden würden. Dieser Arbeitsschritt wurde nun automatisiert.

Durch die Anwendung CiA wurde im Interview bestätigt, dass die Arbeit innerhalb der Gruppe schneller möglich war (verglichen mit anderen ähnlichen Projektstätigkeiten der Methodenverantwortlichen). Dies folgt daraus, dass CiA im Vergleich zu den in Tabelle 6 gezeigten Methoden alle erhobenen Anforderungen erfüllt, was Tabelle 19 in dargestellt wird.

	CiA	BKM	BPMN	EPK	IDEF0
A1: Analoge Anwendung	x	x	-	(x)	-
A2: Einfach erlernbar	x	x	(x)	-	-
A3: Darstellung als Graph	x	-	x	x	x
A4: Ergebnisse leicht verständlich	x	x	x	-	(x)
A5: Autom. Überführung gem. NAF <sup>25</sup> möglich	x	-	-	-	-

**Tabelle 19: Abgleich Anforderungskatalog mit CiA und ausgewählten Methoden (vgl. Tabelle 6)**

Weiterhin wurde bestätigt, dass sich Diskussionen bei der Modellierung hauptsächlich auf inhaltliche Aspekte bezogen und nicht auf Methodik oder Darstellung. Da fortführende Arbeiten auf dem Modell im Sparx EA aufbauen, bedingt durch den Wiedererkennungswert, lassen sich diese Erkenntnisse auch auf die automatisiert erstellte operationelle Architektur anwenden.

<sup>25</sup> Im Zeitraum der Forschung verwendete die Bundeswehr das NAF in der Version 3.1.

### 5.1.4 Anpassung CiA (Reflexion & Lernen)

Nach der Auswertung der Anmerkungen der externen Experten, bezogen auf korrekte Anwendung der Modellierungsvorschriften, wurden Anpassungen am Tool vorgenommen. Danach wurde mit dem CiA-Modell des Workshops erneut durch das Tool eine operationelle Architektur erstellt. Hieraus ergaben sich keine weiteren Anmerkungen oder Korrekturvorgaben.

Zur Umsetzung des korrekten Typs (InformationItem statt Class) musste lediglich ein Wert in der Klasse InformationElement angepasst werden. Abbildung 108 zeigt einen Auszug des Codes mit der genannten Anpassung.

```
String[] tagP = {"parent", "created", "modified", "ea_stype"},  
String[] valueP = {"NOV_5", time, time, "InformationItem",
```

**Abbildung 108: Anpassung InformationElement**

Auch für die Anpassung der Zuweisung des Typs Node musste lediglich ein Wert in Form des Datentyps String verändert werden. Abbildung 109 zeigt die Anpassung der Zuweisung.

```
String[] tagP = { "package", "created", "modified", "ea_stype",  
String[] valueP = { idLA + "_package_NOV_2", time, time, "Part",
```

**Abbildung 109: Anpassung Node**

Die Vorgaben bezüglich der Namenskonvention und der inhaltlichen Beschreibung wurden im Handbuch vermerkt. Eine inhaltliche Beschreibung ist durch Anmerkungen oder Notizen auf der Rückseite der Karten möglich und auch deren Übernahme ist im Tool vorgesehen (siehe 4.2).

Abbildung 110 und Abbildung 111 zeigen Auszüge des Prozesses Person über Bord im Sparx EA, nach der Transformation durch das angepasste Tool.

## Design des Concept into Architecture (CiA)

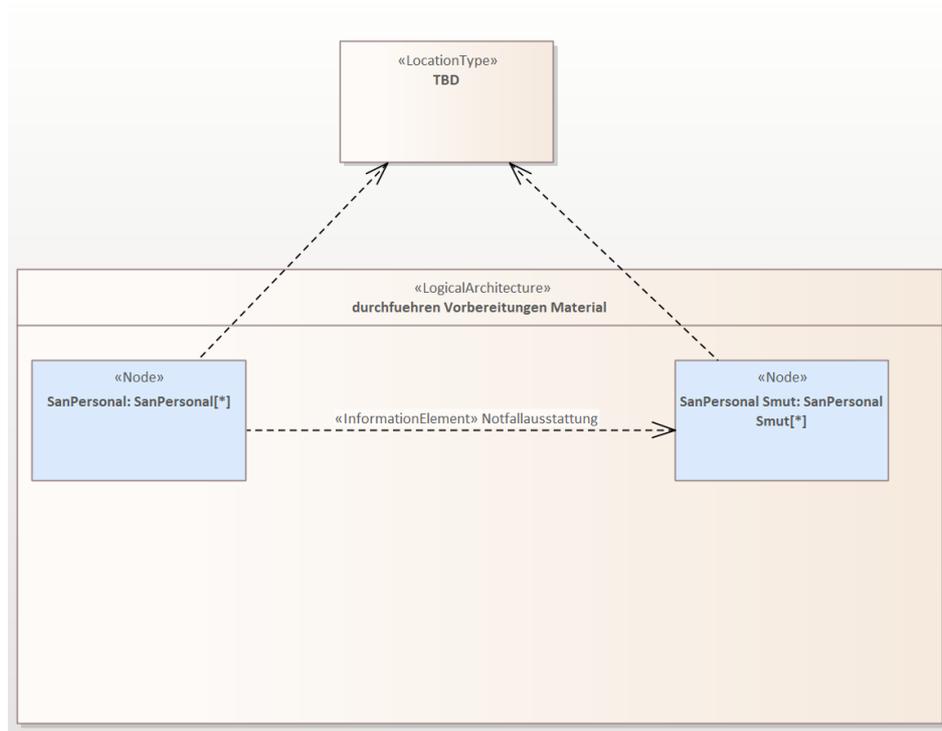


Abbildung 110: Auszug NOV-2 Person über Bord Sparx EA

Die im NOV-2 abgebildeten Entitäten besitzen nun Zuweisung zur Logicalarchitecture. Da sich im Workshop nicht auf einen genauen Aufenthaltsort geeinigt werden konnte (Aufenthaltsort ist abhängig vom jeweiligen Schiff), ist der LocationType mit TBD gekennzeichnet.

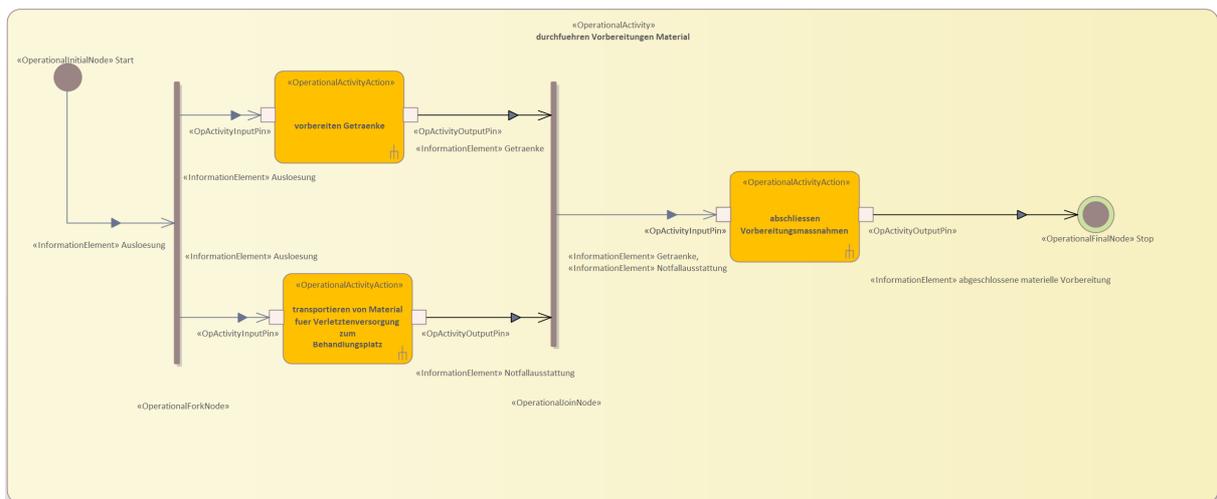


Abbildung 111: Auszug NOV-5 Person über Bord Sparx EA

Die Beachtung der Namenskonvention wurde bei dem in Abbildung 111 gezeigten Auszug bereits umgesetzt.

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Da keine Anmerkungen oder Änderungswünsche bezogen auf die Nutzung der Modellierungsmethode oder des Tools (inklusive der Vorlagen in yEd) gemacht wurden, unterstreicht dies die Akzeptanz von CiA. Ebenso zeigt die Verwendung des transformierten Modells, welches den Leitlinien der Organisation entspricht, die geforderte Gebrauchstauglichkeit.

Hieraus lassen sich nun folgende Rückschlüsse ableiten, welche die erfolgreiche Evaluation stützen (vgl. Abbildung 105):

Durch die Nutzung von CiA sollten SME in die Erstellung von operationellen Architekturen mit eingebunden werden. Dabei sollten die erstellten Modelle durch eine automatisierte Transformation in die gemäß der Organisation vorgegebene Form überführt werden. Die transformierten Modelle sollten weiterhin durch die SME lesbar sein, sodass diese den Inhalt der Modelle kontrollieren und die Modelle weiterhin nutzen können.

Dies stellt eine Optimierung der bisherigen Vorgehensweise der Organisation zur Erstellung operationeller Architekturen dar, durch die Nutzung von CiA.

Die bisher angewendeten Methoden zeigten dahingehend Probleme, dass deren Form keine automatisierte Überführung ins NAF ermöglichte. Dadurch wurde es notwendig, diese durch Experten im Bereich Modellierung und EA händisch zu überführen.

Hieraus folgte die Problematik, dass die überführten Modelle zu wenig Ähnlichkeit zum Ausgangsmaterial zeigten, wodurch keine inhaltliche Qualitätssicherung durch die Experten des modellierten Bereiches (SME) möglich war.

Zur Lösung der genannten Problemstellung wurde CiA, bestehend aus einer Modellierungsmethode und einem Tool, entwickelt.

Die Modellierungsmethode kann zur Informationsgewinnung und Datenerhebung eingesetzt werden. Dies stellt die erste Phase im Prozess zur Erstellung einer operationellen Architektur gemäß dem Status quo der Organisation dar (vgl. 2.1).

Dabei sollte das mit der Methode erstellte Modell alle Informationen für die Minimalanforderungen einer operationellen Architektur gemäß den Leitlinien der Organisation enthalten. Die Modellierungsmethode wurde unter dem Aspekt der einfachen Bedienung und Erlernbarkeit entwickelt.

Das Merkmal der einfachen Bedienung und Erlernbarkeit, als essenzieller Bestandteil [trägt zur notwendigen Akzeptanz (Davis, 1985, 1989) bei, wurde auch in diesem Evaluationszyklus bestätigt. Gezeigt wird dies durch die Auswahl von CiA als Methode für den Workshop und die Anwendung der SME während des Workshops.

Grundlage hierfür bildete die Berücksichtigung der Prinzipien von Modellierungsmethoden und -sprachen, deren Charakteristik die einfache Bedienung und Erlernbarkeit darstellt, wie beispielsweise die BKM (Gappmaier & Gappmaier, 2010) oder BPMN (White & Miers, 2008). Das Einhalten von Regeln basierend auf den Grundlagen ordnungsgemäßer Modellierung (Becker et al., 2000) unterstreicht die einfache Handhabung. Hierfür wurden bei der Methode alle darzustellenden Informationen, genutzten Elemente und Regeln zur Anwendung auf das notwendige Minimum reduziert.

Das mittels der Modellierungsmethode von CiA erstellte Modell musste, um den Leitlinien der Organisation zu entsprechen, transformiert werden.

Diese automatisierte Überführung mittels eines hierfür entwickelten Tools in ein NAF-konformes Modell (automatisierte Erstellung operationeller Architekturen), unter Berücksichtigung aller Leitlinien, stellte ebenfalls einen der Schwerpunkte dar.

Grundvoraussetzung für die weitere Verwendung der automatisiert erstellten operationellen Architekturen ist eine korrekte Wiedergabe des Inhalts. Hierfür wurde eine inhaltliche Qualitätssicherung durch die SME durchgeführt, welche das ursprüngliche Modell erstellt hatte. Dies bedingte einen Wiedererkennungswert zwischen dem ursprünglichen und dem transformierten Modell. Die SME, welche das Modell unter Nutzung von CiA im Workshop erstellt hatten, konnten aufgrund des Wiedererkennungswerts das Modell kontrollieren und die korrekte Wiedergabe des Inhalts bestätigen. Dies zeigt gemäß dem Evaluationsmodell die Adressierung

Weiterhin wurde die Einhaltung aller Leitlinien durch Experten im Bereich Modellierung und EA bestätigt. Ergänzt durch die bereits beschriebene weitere Nutzung des automatisiert erstellten Modells lässt sich so die Optimierung der bisherigen Vorgehensmethode zeigen, was damit auch eine erhöhte externe Qualität – bezogen auf den Umgang mit den erstellten Modellen – aufweist.

Den dabei abgeleiteten Beitrag dieser Arbeit, wie auch die Retrospektive der angewandten Forschungsmethode zeigen die nachfolgenden Kapitel.

## Kapitel 6

### 6 Retrospektive der Forschungsmethode

In der vorliegenden Arbeit wurde das ADR nach Sein et al. (Sein *et al.*, 2011) als Forschungsmethode gewählt. Die Anwendung dieser Forschungsmethode setzt die Einhaltung der formulierten Prinzipien des ADR (Sein *et al.*, 2011) voraus, da so die für eine wissenschaftliche Arbeit notwendige Strenge (Rigor) (Österle *et al.*, 2010; Sinz, 2010) aufgezeigt werden kann. Dieses Kapitel betrachtet die Prinzipien und zeigt dessen Einhaltung im Verlauf der Arbeit auf.

#### 6.1 Practice-inspired Research

Das in der vorliegenden Arbeit behandelte Problem ist ein durch Kaidalova et al. (Kaidalova *et al.*, 2012) definiertes Problem, welches im Zusammenhang mit der Erstellung von EA in vielen Organisationen und Institutionen auftritt. Dieses Problem wurde in der betrachteten Organisation ebenfalls identifiziert. Die Untersuchung des Problems zeigte, dass es sich nicht um ein singuläres Problem handelt, da sowohl Technik (Modellierungsmethode und Tool), Organisation (Leitlinien der Organisation) und Prozess (etablierter Ansatz) als auch Mensch (SME) untersucht werden mussten. Daher müssen bei dessen Problemlösung die Nutzer zur Entwicklung und Evaluation des Lösungsdesigns mit einbezogen werden (Pries-Heje & Baskerville, 2008). Dabei waren die Nutzer stets Bestandteil der in mehreren Iterationen durchgeführten Evaluation.

#### 6.2 Theory-ingrained artifact

Die Entwicklung des Lösungsdesigns fand unter Beachtung theoretisch fundierter Grundlagen statt. Einfluss dabei hatten die Bereiche der ordnungsgemäßen Modellierung (Schütte, 1998; Becker *et al.*, 2000; Koning *et al.*, 2002), der Einführung, Nutzung und Akzeptanz von Technologien (Davis, 1985, 1989) sowie der nutzerzentrierten Entwicklung (Hynek, 2002; Venkatesh *et al.*, 2012) und die speziellen Leitlinien der Organisation, in dessen Kontext die Arbeit entwickelt wurde (Hevner, 2007). All diese theoretischen Grundlagen besaßen Einfluss auf die Entwicklung und Implementierung des Lösungsdesigns. Weiterhin lieferten diese Grundlagen den Rahmen für die durchgeführten Evaluationen und trugen zur Anpassung sowie Weiterentwicklung von CiA bei.

### 6.3 Reciprocal shaping

Die in der vorliegenden Arbeit entwickelten Artefakte (CiA; Modellierungsmethode und Tool) nahmen durch ihre Anwendung Einfluss auf die Organisation. Hieraus entstanden bzw. entwickelten sich Anforderungen, welche wiederum Einfluss auf die Entwicklung der Artefakte nahmen.

So wurde durch die Nutzung der Modellierungsmethode die weitere Verwendung der transformierten Modelle ermöglicht. Hieraus wurden Anforderungen an das Modell gestellt (Möglichkeit nach deskriptiven Ergänzungen, siehe 4.2), woraufhin eine Weiterentwicklung der Artefakte folgte.

### 6.4 Mutually influential roles

Zur Bearbeitung der vorliegenden Problemstellung mussten die notwendigen Stakeholder im Kontext der Organisation identifiziert werden. Die Liste der Stakeholder umfasste

- Experten des zu modellierenden Bereichs (SME), als zukünftige Nutzer,
- Nutzerbetreuer als spätere Ansprechpartner bei Verwendung des Tools,
- Experten im Bereich EA, als Kontrolleure der erstellten Modelle und
- Experten im Bereich EA, als übergeordnete Stelle zur Anfertigung von Vorgaben.

Die Einbindung der aufgezeigten Stakeholder in die Entwicklung und die Evaluation von CiA führte zur gegenseitigen Beeinflussung von Stakeholdern und Forscher. Durch das Feedback der Stakeholder wurde CiA angepasst und weiterentwickelt, um dann in weiteren Iterationen angewendet und überprüft zu werden. Somit wurde neben der Perspektive des Forschers auf CiA auch die Stakeholder-Perspektive betrachtet.

### 6.5 Authentic and concurrent evaluation

Die Untersuchung adressierte ein in der Praxis vorliegendes Problem und wurde unter Realbedingungen in einer Organisation evaluiert (Sein *et al.*, 2011). Hierzu bildeten Projekte in der Organisation den Kontext, in welchem die Artefakte evaluiert wurden. Für jeden Evaluationszyklus wurde ein Evaluationsmodell mit zu adressierenden Kriterien entwickelt. Die Sicherung der Daten und die verwendeten Methodiken umfassten dabei in der Literatur verankerte Standards (Fragebögen, Interviews, Feldexperimente und teilnehmende Beobachtung (Bachmann, 2009; Niebert & Gropengießer, 2014; Klöckner & Friedrichs, 2022)).

## 6.6 Guided Emergence

Die Anwendung der Artefakte und deren Evaluation in den Projekten Innovationsmanagement und Maritime Rettungsoperationen trugen zu deren kontinuierlichen Weiterentwicklung bei. Hierdurch wurde eine Vielzahl an Stakeholdern eingebunden und es konnten Feedback sowie Erkenntnisse aus unterschiedlichen Perspektiven gesammelt werden.

Die Ergebnisse der einzelnen Evaluationszyklen beeinflussten die Anpassung des Lösungsdesigns, ebenso die Änderungen der Leitlinien der Organisation (Verwendung von Logicalarchitectures, statt Swimlanes), welche sich im Laufe der durchgeführten Untersuchung einstellten. Durch die Trennung von Modellierungsmethode und Tool konnten diese ohne negative Wechselwirkungen untereinander implementiert werden (Kotusev, 2019).

## 6.7 Generalized Outcomes

Die Untersuchung der initial formulierten Problemstellung zeigte, dass mit dem Lösungsdesign eine Klasse von Problemen adressiert werden muss. Hierbei wurde nicht nur die einfache Anwendung einer Modellierungsmethode zur Einbindung von Nicht-Modellierern (SME) betrachtet (Sandkuhl *et al.*, 2018), sondern auch die Nützlichkeit einer Methode im Kontext einer Organisation und der Nutzer untersucht (Bokolo *et al.*, 2023). Die verwendete Vorgehensweise und die gewonnenen Erkenntnisse können für ähnlich gelagerte Problemstellungen im Kontext anderer Organisationen verwendet werden.

## Kapitel 7

### 7 Beitrag und Diskussion

Ziel dieser Arbeit war, einen Beitrag zur initialen Erstellung von Teilen einer Unternehmensarchitektur im Bereich der operationellen Architektur gemäß NAF zu liefern. Hierbei lag der Fokus auf Einbindung der SME in den gesamten Prozess der Erstellung einer operationellen EA und der Ermächtigung der einzelnen Nutzer, diese Modelle im weiteren Verlauf ihrer Arbeit zu nutzen, was zu einer Optimierung des bisherigen Prozesses (etablierter Ansatz) führt.

Hierfür wurde CiA entwickelt was eine Modellierungsmethode und ein Tool beinhaltet. Die Modellierungsmethode orientiert sich hierbei an der Best Practise der Organisation orientiert. Das entwickelte Tool erstellt aus den Ergebnissen der Modellierungsmethode automatisiert eine operationelle Architektur gemäß den Leitlinien der Organisation. Die daraus entstandenen Modelle dienten als Grundlage für weitere Arbeiten im Kontext ihrer jeweiligen Projekte. Ausgangssituation war das bisherige Vorgehen der Organisation zur Modellierung von Teilen einer operationellen Architektur.

Als Forschungsmethode wurde sich für die Methodik ADR nach Sein et al. (Sein *et al.*, 2011) entschieden. Dies bot die Möglichkeiten, problemorientiert Artefakte zu gestalten und diese unter Realweltbedingungen sowie unter Einbindung von Nutzern zu evaluieren. Die Erkenntnisse der Evaluation konnte wieder in die Gestaltung der Artefakte einbezogen werden. Durch die Anwendung und Evaluation der Artefakte konnten Erkenntnisse zum Verständnis der initial formulierten Problemstellung gewonnen werden.

Das Erfassen und Darstellen der Ist-Situation, verbunden mit einer Modellierung des Vorgehensmodells zur Erstellung von operationellen Architekturen und deren Umfang, wie auch der angewendeten Methoden in der Organisation bildeten die Grundlage zur Formulierung der Problemstellung. Diese wurde in Zusammenhang mit dem Umfeld / der Organisation formuliert und mit theoretischen Grundlagen ähnlicher Problemstellungen fundiert. Diese initiale Problemformulierung bildete die erste Iteration gemäß dem ADR. Ausgehend von der Problemstellung wurden literaturgestützt und unter Einbindung des möglichen zukünftigen Nutzerkreises Anforderungen gesammelt und ein Lösungsdesign entwickelt. Aus diesem Lösungsdesign wurden die Artefakte, eine Methode zum Modellieren und ein Tool zur Transformation der Ergebnisse in die gemäß Leitlinien der Organisation geforderte Form entwickelt. Diese wurde in mehreren Stufen evaluiert und die Entwicklung wurde iterativ vorangetrieben. Die Evaluation erfolgte in den einzelnen Iterationen, welche sich wiederum in mehrere Evaluationszyklen unterteilen.

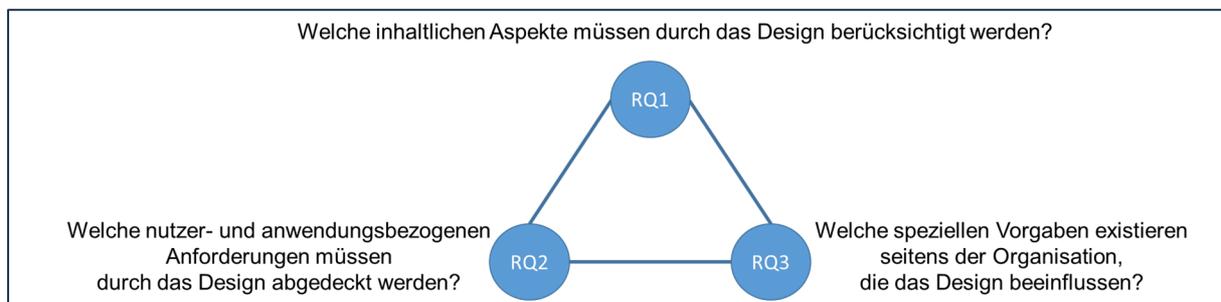
## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Die Entwicklung eines Prototyps der Artefakte war Gegenstand der zweiten Iteration. Dieser wurde in der folgenden Iteration im Rahmen eines Projekts zur Schließung einer identifizierten Fähigkeitslücke evaluiert.

Die abschließende Iteration wurde im Kontext eines weiteren Projekts Schließung einer identifizierten Fähigkeitslücke durchgeführt. Hierbei wurden unterschiedlichste wissenschaftliche Methoden angewendet:

- Fragebögen und Leitfadeninterviews zur Datengewinnung bezüglich der Ist-Situation
- User Stories
- Kano-Methode
- Literaturlauswertung zur Erhebung der Anforderungen und Entwicklung des Lösungsansatzes teilnehmende Beobachtung
- Erstellung von Bezugsrahmen zur Adressierung der aufgestellten Evaluationsmodelle Einbindung von Standards und Normen
- nutzerzentrierte Methoden wie der Cognitive Walkthrough
- User Experience Research
- Co-Discovery-Methode

Dabei dienten die in 2.5 formulierten Fragen der Untersuchung der Arbeitshypothese. Abbildung 112 zeigt diese Fragen.



**Abbildung 112: Fragen zur Bearbeitung der Arbeitshypothese**

Zur Beantwortung der ersten Frage wurde das durch die Organisation vorgegebene Rahmenwerk untersucht. Hierbei zeigte sich bereits die Verknüpfung der in Abbildung 112 gezeigten Bereiche. Die inhaltlichen Vorgaben richten sich auch nach dem Zweck des Modells und für welche Arbeiten dieses verwendet wird.

Daraus ergaben sich klare Rahmenbedingungen bezogen auf die inhaltliche Darstellung eines Modells:

Der aus der zweiten Frage abgeleitete Untersuchungsbereich befasst sich mit Anforderungen seitens der Nutzer, auch in Bezug auf die Anwendung von Methoden und Tools.

Hierzu wurde der Status quo der Organisation untersucht, welcher sowohl mit den inhaltlichen Anforderungen als auch mit speziellen Vorgaben der Organisation verknüpft ist.

Weiterhin wurden Anforderungen der Nutzer (SME), gesammelt und ausgewertet, um so Anforderungen hinsichtlich des Lösungsdesigns zu formulieren und Bezugsrahmen sowie Evaluationsmodelle zu entwickeln. Die Vorgaben der Organisation bilden den dritten Untersuchungsbereich, welcher die beiden ersten Bereiche ergänzt. Es zeigte sich, dass die Vorgaben der Organisation und die daraus abgeleiteten Leitlinien maßgeblich zu den inhaltlichen Anforderungen beitragen, was wiederum Auswirkungen auf die Nutzeranforderungen, speziell im Bereich der Nützlichkeit, besitzt.

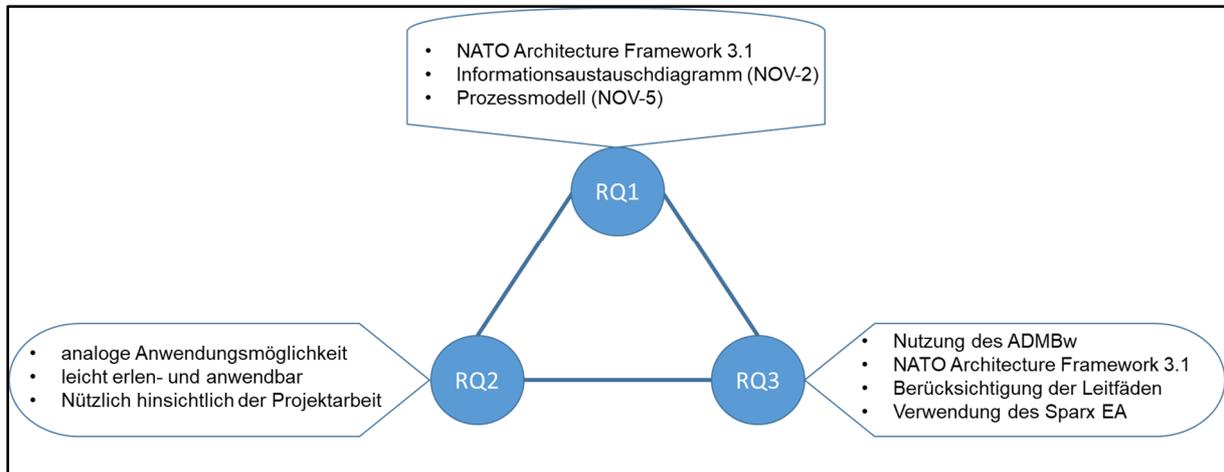
Das Erreichen der genannten Intersubjektivität der Forschungsarbeit wird durch die These gestützt, dass Forschung im Bereich der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik bestimmte Merkmale aufweisen muss, um sich von der bloßen Entwicklung konkreter Lösungen für konkrete Probleme in der Praxis, wie sie Anwendungsbetriebe, Softwarehäuser und Beratungsunternehmen entwickeln, zu differenzieren. Dabei muss sie die in Tabelle 20 gezeigten Prinzipien befolgen (Österle *et al.*, 2010).

Prinzip	Erläuterung
Abstraktion	Ein Artefakt muss auf eine Klasse von Problemen anwendbar sein
Originalität	Ein Artefakt muss einen innovativen Beitrag zum publizierten Wissensstand leisten
Begründung	Ein Artefakt muss nachvollziehbar begründet werden und validierbar sein
Nutzen	Ein Artefakt muss heute oder in Zukunft einen Nutzen für die Anspruchsgruppen erzeugen können

**Tabelle 20: Prinzipien der Forschung nach Österle et al. (Österle *et al.*, 2010)**

## 7.1 Beitrag für die Praxis

Aus dem Beitrag der Forschungsarbeit für die Praxis lassen sich die in Tabelle 20 gezeigten Prinzipien bezüglich Nutzens und Begründung adressieren. Eine Übersicht bezogen auf die formulierten Fragen zur Bearbeitung der Arbeitshypothese zeigt Abbildung 113.

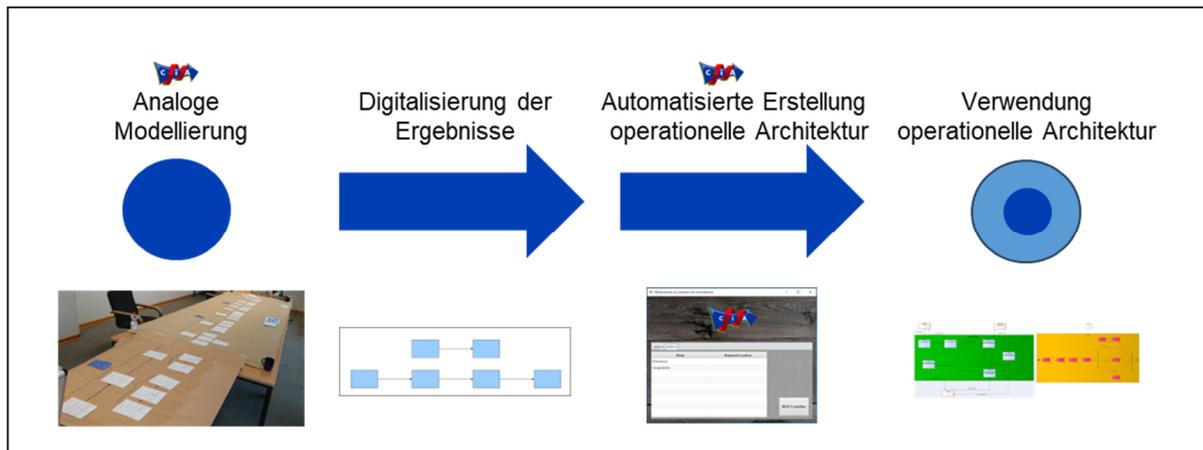


**Abbildung 113: Übersicht der praxisrelevanten Beiträge**

Die inhaltlichen Vorgaben, welche durch spezielle Leitlinien der Organisation bedingt werden, legten die Nutzung des NATO Architecture Frameworks in der Version 3.1 fest (NATO, 2010: NATO Architecture Framework Version 3.1). Weiterhin wurden die Sichten einer operationellen Architektur durch Vorgaben wie Leitfäden und Vorschriften definiert. Daraus ergaben sich klare Rahmenbedingungen bezogen auf die inhaltliche Darstellung eines Modells. Die Berücksichtigung der bestehenden Best Practise und das Aufnehmen der Nutzerforderungen führte zu der Entwicklung einer Methode, welche sich analog nutzen lässt. Abgeleitet aus dem von Davis erstellten TAM (Davis, 1985, 1989) wurden Kriterien zur leichten Erlernbarkeit und Anwendung (Britton & Jones, 1999) auf Seiten der SME definiert. Ergänzt wurde dies durch die Definition der Nützlichkeit hinsichtlich des Anwendungskontextes der in der vorliegenden Arbeit entwickelten Artefakte. Diese wird unmittelbar durch Leitlinien der Organisation beeinflusst, da die hier festgelegte Form der Modelle maßgeblich zum Fortschritt der Projektarbeit beiträgt, was wiederum die Perceived Usefulness gemäß TAM beeinflusst (Davis, 1985, 1989). Die Validierung der Artefakte trägt gleichzeitig zum Nachweis ihrer Nützlichkeit bei. Die Artefakte wurden als eine Methode unter dem Namen Concept into Architecture (CiA) genutzt. Die damit verbundene Anwendung offenbarte den Nutzen von CiA, da so durch die Anwender in jeder Iteration ein Modell erstellt werden konnte.

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

Dieses konnte mithilfe des Tools in die geforderte Form gemäß Vorschrift umgewandelt werden und bildet nun einen Teil der geforderten operationellen Architektur von Projekten zur Schließung einer identifizierten Fähigkeitslücke. Dies wird exemplarisch noch einmal in Abbildung 114 gezeigt.



**Abbildung 114: CiA - von der analogen Modellierung zur operationellen Architektur**

Es zeigte sich dadurch, dass durch die Anwendung von CiA alle Nutzer zugänglicher für den Bereich Architektur wurden, was dadurch begründet ist, dass alle Anwender ihre Arbeit bei der Erstellung des Modells in den Sichten der operationellen Architektur wiederfinden konnten. Daraus resultierte auch ein generelles Verständnis zur Erstellung von EA bei den Anwendern, da durch das Wiedererkennen des gelieferten Inputs es ihnen möglich war, Verknüpfungen zwischen den Sichten einer operationellen EA zu erkennen.

Durch diese innovative und neue Vorgehensweise konnte der Prozess zur Modellierung von operationellen Architekturen (etablierter Ansatz) nachweislich verbessert werden. Die Implikationen durch die Anwendung von CiA auf den Prozess wurde einem Expertenkreis vorgestellt. Daraufhin wurde die Nutzung von CiA in weiteren Projekten beschlossen, was die Qualität und die Nützlichkeit der Forschungsarbeit unterstreicht. Diese Nutzung bildete die Grundlage für die abschließende Iteration.

## 7.2 Beitrag für die Wissenschaft

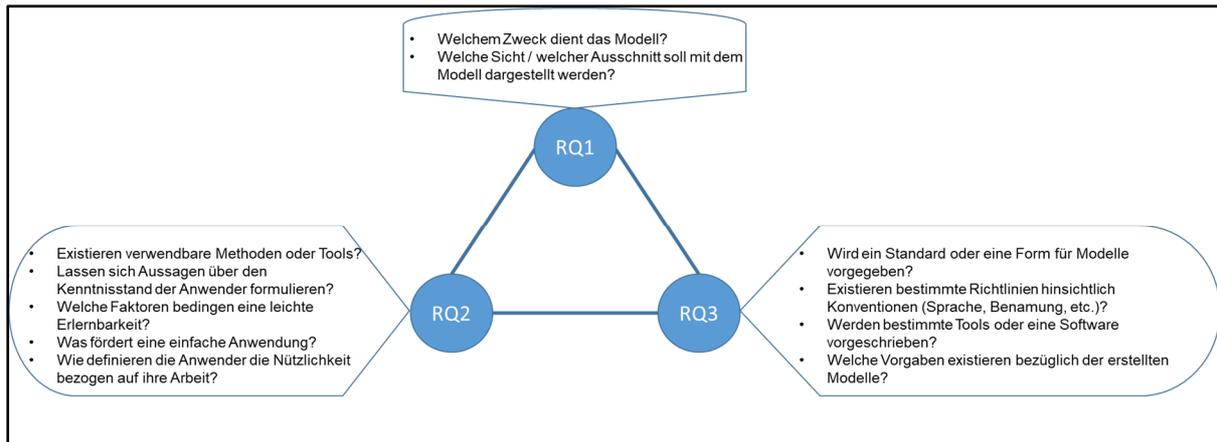
Typische Forschungsergebnisse der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik liegen in Form von Artefakten vor (Frank, 2009), welche zur Beantwortung der Frage „Wie gut?“ beitragen (vgl. 1.3). Abgeleitet aus der Evaluation der Artefakte und deren Anpassung und Einbindung in den Kontext der Organisation müssen Erkenntnisse gewonnen und formuliert werden [research through development (Frank, 2006)], entsprechend dem abschließenden Prinzip des ADR (vgl. 1.3) (Sein *et al.*, 2011). Der wissenschaftliche Beitrag muss dabei (vgl. Tabelle 20) sowohl das Prinzip der Abstraktion, es muss durch das Artefakt eine Klasse von Problemen adressiert werden als auch das Prinzip der Originalität, ein innovativer Beitrag zum publizierten Wissensstand muss geleistet werden, bedienen.

Zur Anwendung eines Artefakts auf eine Klasse von Problemen muss diese spezifiziert werden und ebenso eine Praxisrelevanz aufweisen. Die vorliegende Forschungsarbeit konzentriert sich dabei auf die Einbindung verschiedener und notwendiger Stakeholder in den Prozess der Modellierung (Alotaibi, 2016) im Bereich der operationellen Architekturen. Hierbei liegt der Fokus auf der Einbindung und Zusammenarbeit aller am Prozess der Modellierung beteiligter Personen und der Schaffung einer gemeinsamen Sprache. Die Anpassung dieser gemeinsamen Sprache auf ein Ziel (Tapandjieva & Wegmann, 2018), zur Optimierung der Informationsgewinnung zur Erstellung eines Prozesses (Simões *et al.*, 2018), kombiniert mit der automatisierten Überführung in eine geforderte Form, ist ebenfalls Bestandteil dieser Problemklasse.

Die Fokussierung auf die Erstellung bestimmter Sichten einer operationellen EA und die Konstruktion eines Artefakts in Form einer semi-formalen Sprache zur Modellierung (vgl. 3.3), kombiniert mit einem Tool zur automatisierten Überführung erstellter Modelle in definierte Standards, liefern dabei einen innovativen konzeptuellen Beitrag als ganzheitliche Betrachtung im Feld der Informationsgewinnung zur Modellierung von Prozessen (Dumas *et al.*, 2018).

Weiterhin lässt sich aus der Beantwortung der aufgestellten Fragen und der hiermit verbundenen Definition von Untersuchungsbereichen ein Fragenkatalog erstellen, welcher für weitere Arbeiten im Bereich des Grass-Root Enterprise Modeling (Sandkuhl *et al.*, 2018) verwendet werden kann. Dies stellt einen Beitrag hinsichtlich des Prinzips der Abstraktion und der Originalität dar (Österle *et al.*, 2010). Abbildung 115 zeigt den formulierten Fragenkatalog, bezogen auf die definierten Untersuchungsbereiche.

## Design des Concept into Architecture (CiA)



**Abbildung 115: Fragenkatalog**

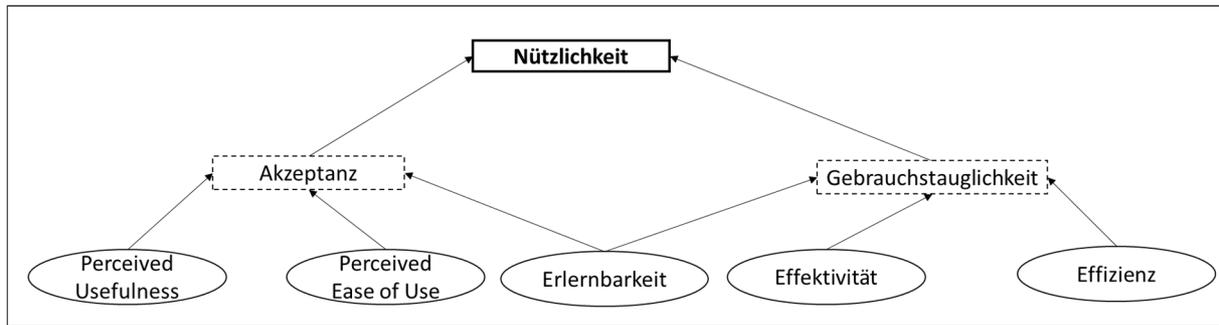
Bezogen auf die inhaltlichen Anforderungen muss definiert werden, welchem Zweck ein Modell dient und für welche weiteren Arbeiten dieses Modell verwendet wird. Hieraus lassen sich auch Aussagen über die notwendigen Sichten und Betrachtungsausschnitte formulieren.

Dies ist von Bedeutung, da anhand der weiteren Verwendung der Reife- und Detailgrad eines Modells festgelegt wird, was Einfluss auf dessen Lesbarkeit besitzt (Koning *et al.*, 2002). Aus der einfachen Lesbarkeit lassen sich Rückschlüsse auf die Erstellung eines Modells hinsichtlich einer einfachen Anwendung der Modellierungsmethode ziehen (Becker *et al.*, 2000).

Diese steht naturgemäß im Zusammenhang mit dem Kenntnisstand der Anwender einer Methode, woraus wiederum Ableitungen für eine einfache Erlernbarkeit einer Methode getroffen werden können.

Die Definition der Nützlichkeit einer Methode ist von besonderer Bedeutung, da diese aus einem Zusammenspiel mit den Leitlinien der Organisation und den Anforderungen der Nutzer definiert wird (Hevner, 2007). Nur wenn ein erstelltes Modell den Leitlinien der Organisation gerecht wird, liefert es einen Beitrag im Sinne der Zielerreichung, was unmittelbar die Akzeptanz und die Gebrauchstauglichkeit beeinflusst.

Die Nützlichkeit wurde durch diese zwei Attribute Akzeptanz und Gebrauchstauglichkeit definiert. Zum Nachweis der Adressierung der Nützlichkeit wurde das in 1.3 vorgestellte gezeigte Evaluationsmodell entwickelt (Abbildung 5 & Abbildung 116).



**Abbildung 116: Evaluationsmodell**

Dieses Evaluationsmodell unterteilt Nützlichkeit in zwei Attribute: Akzeptanz und Gebrauchstauglichkeit. Die Akzeptanz wiederum unterteilt sich in Subattribute, wie die durch Davis definierte Perceived Usefulness und die Perceived Ease of Use (Davis, 1985, 1989). Weiterhin wird die in der DIN ISO 9241-110 definierte Erlernbarkeit (DIN e.V., 2020) als Subattribut genutzt.

Die Erlernbarkeit dient ebenfalls als Subattribut der Gebrauchstauglichkeit. Zusätzlich werden Effektivität und Effizienz als Subattribute gemäß der DIN ISO 9241-110 (DIN e.V., 2020) verwendet.

Dieses Modell, welches jeden Evaluationszyklus erweitert und anpasst, kann als Grundlage zur Evaluation für andere Arbeiten bezüglich der Einbindung von SME oder Stakeholder in die Erstellung von EA, im Kontext einer Organisation, verwendet werden.

Weiterhin wurden bei der Evaluation der Artefakte, mittels des aufgezeigten Evaluationsmodells, folgende Designprinzipien abgeleitet:

- Alle durch eine Methode oder Tool gesammelten Informationen müssen aus Sicht der Anwender einen inhaltlichen Mehrwert liefern.
- Als obsolet betrachtete Informationen regen Anwender nicht zu einer inhaltlichen Diskussion an.
- Anteile einer Modellierungsmethode, welche nicht in direktem Zusammenhang mit dem Inhalt stehen, verschieben den Fokus der Anwender.
- Die Nutzung überführter oder transformierter Modelle ist maßgeblich vom Wiedererkennungswert der gelieferten Informationen abhängig (inhaltliche Fokussierung).

Diese Prinzipien liefern ebenfalls einen wissenschaftlichen Beitrag, da sie für weitere Arbeiten im Bereich des Grass-Root Enterprise Modeling verwendet werden können.

### 7.3 Limitation und Ausblick der Arbeit

Die Ansiedlung der Arbeit im Bereich der initialen Erstellung von operationellen Architekturen und die damit verbundene Einordnung in die aufgezeigte Sicht des NATO Operational View (NOV) bilden gleichzeitig auch einen Teil der Limitation. Von großer Bedeutung für die Arbeit war die Fokussierung auf definierte Sichten (NOV-5 und NOV-2), welche den Ausgangspunkt für weitere Arbeiten gemäß geltenden Vorgehensweisen bildet (vgl. Kapitel 1). Hieraus ergibt sich, dass mittels Anwendung der Artefakte ein initiales Modell einer operationellen Architektur erstellt wird. Die automatisierte Überführung in die vorgegebenen Standards gewährleistet die Erstellung von zwei Subviews des NOV (NOV-2 und NOV-5). Die Erstellung einer EA bedarf aber weit mehr als zwei Sichten, auch die operationelle Architektur gemäß Definition der Leitlinien der Organisation fordert mehr als diese zwei Sichten. Somit wird durch die vorliegende Arbeit klar ein Beitrag zur Erstellung der operationellen Architektur im Sinne der Leitlinien der Organisation geleistet, jedoch keine vollständige operationelle Architektur. Weiterhin ist zu beachten, dass durch die Anwendung der Forschungsergebnisse ein Einstieg in die Modellierung und Erstellung einer EA erleichtert wird, Fachwissen in den Bereichen Modellierung und EA aber weiterhin notwendig ist. Die Arbeit zeigt, wie durch die Anwendung der Artefakte die SME in den Prozess der Modellierung von der Informationsgewinnung über die Modellierung bis hin zur Kontrolle eingebunden werden können, und so ein Einstieg in die Erstellung der EA erleichtert wird. Ein kausaler Zusammenhang zur inhaltlichen Qualität der erstellten Sichten und damit verbunden ein Vergleich zu Sichten, welche mit anderen Methoden erstellt wurden, war nicht Gegenstand der Betrachtung. Fortführende Arbeiten könnten in dem Bereich des Vergleichs angeordnet werden, wobei die Artefakte, betrachtet aus dem Blickwinkel der Modellierung, für einen Vergleich eingeordnet werden könnten (Aguilar-Savén, 2004). Auf Basis dieser Einordnung könnten Messungen anhand definierter Faktoren wie beispielsweise der inhaltlichen Qualität (Bakar *et al.*, 2016) erfolgen, womit ein Vergleich zu anderen Modellierungssprachen und -techniken möglich wäre. Weitere zukünftige Arbeiten könnten sich mit der Anpassung des Tools auseinandersetzen. Erweiterungen im Tool zur Darstellung weiterer Sichten des NOV auf Basis der vorhandenen Informationen wären möglich, so zum Beispiel einer automatisierten Erstellung des NOV-03, einer tabellarischen Darstellung der ausgetauschten Informationselemente<sup>26</sup>. Diese Darstellung wird gemäß des NAF Meta-Modells (NATO, 2010: NATO Architecture Framework Version 3.1) anhand der im NOV-2 und NOV-5 vorhandenen Informationen.

---

<sup>26</sup> [https://training-course-material.com/training/NATO\\_Architecture\\_Framework\\_\(NAF\)\\_-\\_3.3\\_-\\_NATO\\_Operational\\_View#NOV-3.2C\\_Operational\\_Information\\_Requirements.E3.80.82](https://training-course-material.com/training/NATO_Architecture_Framework_(NAF)_-_3.3_-_NATO_Operational_View#NOV-3.2C_Operational_Information_Requirements.E3.80.82)

Zukünftige auf den Forschungsergebnissen basierende Arbeiten könnten sich mit der Anwendung des erstellten Lösungsdesigns auf weitere Sichten des NATO Architecture Frameworks befassen. Hierbei wäre eine Erstellung des NATO System View (NSV) denkbar, wobei die bereits erstellten Sichten als Grundlage dienen. Eine Anpassung der Modellierungsmethode, gemäß dem Metamodell ausgewählter Sichten, zur Gewinnung der notwendigen Informationen wäre hier ein erster Schritt. Dahingehend wäre sowohl eine Anpassung der Modellierungsmethode als auch des Tools denkbar, womit eine Anwendung der Forschungsergebnisse auf weitere Sichten durchführbar erscheint.

Diesbezüglich ist auch die Umstellung des Tools auf das NAF 4 (NATO, 2018: NATO Architecture Framework Version 4) denkbar und möglich. Die Modellierungsmethode weist die benötigten Informationen zur Erstellung einzelner Sichten bereits auf, was dahingehend lediglich die Anpassung des Tools zur Folge hat. Da eine Anpassung und Änderung bereits bei der Entwicklung berücksichtigt wurden, könnte dies ebenfalls ein Anknüpfungspunkt für zukünftige Arbeiten sein.

Ebenso können die aufgezeigten Erkenntnisse und das Prinzip, eine einfache, auf den Kontext der Organisation ausgerichtete Modellierungsmethode bereitzustellen, welche die Datenbasis für eine automatisierte Erstellung von Modellen liefert, auf ähnliche praxisrelevante Problemstellungen in einem Unternehmen angewendet werden. Dies würde auch die Betrachtung eines anderen EA Frameworks mit einbeziehen.

Auch die Nutzung von Meta-Modelling-Plattformen, wie beispielsweise die ADOxx<sup>27</sup> Plattform, zur automatisierten Erstellung von operationellen Architekturen stellt ein mögliches zukünftiges Untersuchungsfeld dar.

---

<sup>27</sup> ADOxx ist ein kommerzielles Produkt und eine Marke der BOC AG

## Literatur

### 8 Quellen

- Aagesen, G. & Krogstie, J. (2015) BPMN 2.0 for Modeling Business Processes. In: vom Brocke, J. & Rosemann, M. (Eds.) *Handbook on Business Process Management 1: Introduction, Methods, and Information Systems*, 2nd edition. Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, pp. 219–250. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-45100-3\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-642-45100-3_10).
- Abran, A., Khelifi, A., Suryan, W. & Seffah, A. (2003) Usability Meanings and Interpretations in ISO Standards. *Software Quality Journal*, 11(4), 325–338. <https://doi.org/10.1023/A:1025869312943>.
- Aguilar-Savén, R.S. (2004) Business process modelling: Review and framework. *International Journal of Production Economics*, 90(2), 129–149. [https://doi.org/10.1016/S0925-5273\(03\)00102-6](https://doi.org/10.1016/S0925-5273(03)00102-6).
- Aier, S., Riege, C. & Winter, R. (2008) Unternehmensarchitektur – Literaturüberblick und Stand der Praxis. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK*, 50(4), 292–304. <https://doi.org/10.1365/s11576-008-0062-9>.
- Aldinucci, M., Danelutto, M. & Kilpatrick, P. (2009) Semi-formal Models to Support Program Development: Autonomic Management within Component Based Parallel and Distributed Programming. In: Boer, F.S., Bonsangue, M.M. & Madelaine, E. (Eds.) *Formal Methods for Components and Objects: 7th International Symposium, FMCO 2008, Sophia Antipolis, France, October 21-23, 2008, State of the Art Survey, International Symposium on Formal Methods for Components and Objects*. Lecture Notes in Computer Science, volume 5751. Springer: Berlin, Heidelberg, pp. 204–225. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-04167-9\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-642-04167-9_11).
- Allweyer, T. (2016), *BPMN 2.0: Introduction to the Standard for Business Process Modeling*. Books on Demand: Norderstedt. ISBN 978-3-741-21978-8.
- Alotaibi, Y. (2016) Business process modelling challenges and solutions: a literature review. *Journal of Intelligent Manufacturing*, 27(4), 701–723. <https://doi.org/10.1007/s10845-014-0917-4>.
- Ansyori, R., Qodarsih, N. & Soewito, B. (2018) A systematic literature review: Critical Success Factors to Implement Enterprise Architecture. *Procedia Computer Science*, 135, 43–51. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.08.148>.
- Arasu, A. & Garcia-Molina, H. (2003) Extracting structured data from Web pages. In: Halevy, A.Y., Ives, Z.G. & Doan, A. (Eds.) *Proceedings of the 2003 ACM SIGMOD international conference on Management of data, SIGMOD/PODS03: International Conference on Management of Data and Symposium on Principles Database and Systems*. ACM: New York, NY, USA. <https://doi.org/10.1145/872757.872799>.
- Bachmann, G. (2009) Teilnehmende Beobachtung. In: Kühl, S. (Ed.) *Handbuch Methoden der Organisationsforschung: Quantitative und Qualitative Methoden*. VS, Verl. für Sozialwiss: Wiesbaden, pp. 248–271. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-91570-8\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-531-91570-8_13).
- Bailom, F., Hinterhuber, H.H., Matzler, K. & Sauerwein, E. (1996) Das Kano-Modell der Kundenzufriedenheit. *Marketing ZFP*, 18(2), 117–126. <https://doi.org/10.15358/0344-1369-1996-2-117>.

- Bakar, N.A.A., Harihodin, S. & Kama, N. (2016) Enterprise architecture implementation model: Measurement from experts and practitioner perspectives. In: *2016 4th IEEE International Colloquium on Information Science and Technology (CiSt), 4th IEEE International Colloquium on Information Science and Technology (CiSt)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/cist.2016.7804849>.
- Banaeianjahromi, N. & Smolander, K. (2019) Lack of Communication and Collaboration in Enterprise Architecture Development. *Information Systems Frontiers*, 21(4), 877–908. <https://doi.org/10.1007/s10796-017-9779-6>.
- Bang-Jensen, J. & Gutin, G. (2010), *Digraphs: Theory, algorithms and applications*. Springer: London. ISBN 978-1-848-00998-1.
- Barjis, J. (2009) Collaborative, Participative and Interactive Enterprise Modeling. In: Filipe, J. & Cordeiro, J. (Eds.) *Enterprise information systems: 11th international conference; proceedings, ICEIS 2009, Milan, Italy, May 6-10, 2009, International Conference on Enterprise Information Systems*. Lecture Notes in Business Information Processing, volume 24. Springer: Berlin, pp. 651–662. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-01347-8\\_54](https://doi.org/10.1007/978-3-642-01347-8_54).
- Baskerville & Myers (2004) Special Issue on Action Research in Information Systems: Making IS Research Relevant to Practice: Foreword. *MIS Quarterly*, 28(3), 329. <https://doi.org/10.2307/25148642>.
- Baskerville, R.L. (1999) Investigating Information Systems with Action Research. *Communications of the Association for Information Systems*, 2. <https://doi.org/10.17705/1CAIS.00219>.
- Beck, K., Beedle, M., van Bennekum, A., Cockburn, A., Cunningham, W. & Fowler, M. et al. (2001) Manifesto for agile software development.
- Becker, J. & Pfeiffer, D. (2006) Beziehungen zwischen behavioristischer und konstruktionsorientierter Forschung in der Wirtschaftsinformatik. In: Zelewski, S. & Akca, N. (Eds.) *Fortschritt in den Wirtschaftswissenschaften*. Deutscher Universitäts-Verlag GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden (GWV): [New York], pp. 1–17. [https://doi.org/10.1007/978-3-8350-9199-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-8350-9199-3_1).
- Becker, J., Rosemann, M. & Uthmann, C. von (2000) Guidelines of Business Process Modeling. *Business Process Management*, 1806, 30–49. [https://doi.org/10.1007/3-540-45594-9\\_3](https://doi.org/10.1007/3-540-45594-9_3).
- Bernaert, M., Poels, G., Snoeck, M. & Backer, M. de (2014) Enterprise Architecture for Small and Medium-Sized Enterprises: A Starting Point for Bringing EA to SMEs, Based on Adoption Models. *Information Systems for Small and Medium-Sized Enterprises*, 67–96. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-38244-4\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-38244-4_4).
- Bettman, J.R. & Kakkar, P. (1977) Effects of Information Presentation Format on Consumer Information Acquisition Strategies. *Journal of Consumer Research*, 3(4), 233. <https://doi.org/10.1086/208672>.
- Bevan, N., Carter, J. & Harker, S. (2015) ISO 9241-11 Revised: What Have We Learnt About Usability Since 1998? In: Kurosu, M. (Ed.) *Human-Computer Interaction: Design and Evaluation: 17th International Conference on Human-Computer Interaction, HCI International 2015, HCI International 2015*. Lecture Notes in Computer Science, 9169. Springer: Cham, pp. 143–151. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-20901-2\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-20901-2_13).

- Biemans, F., Lankhorst, M.M., Teeuw, W.B. & van de Wetering, R.G. (2001) Dealing with the complexity of business systems architecting. *Systems Engineering*, 4(2), 118–133. <https://doi.org/10.1002/sys.1010>.
- Bokolo, A.J., Petersen, S.A. & Krogstie, J. (2023) A model to evaluate the acceptance and usefulness of enterprise architecture for digitalization of cities. *Kybernetes*, 52(1), 422–447. <https://doi.org/10.1108/K-07-2021-0565>.
- Bondar, S., Hsu, J.C., Pfouga, A. & Stjepandic, J. (2017) Zachman framework in the agile digital transformation. *Adv. Transdiscipl. Eng*, 5, 67–74.
- Booch, G., Rumbaugh, J. & Jacobson, I. (2005), *The unified modeling language user guide*, 2nd edition. Pearson Education India. ISBN 0-201-57168-4.
- Bork, D. & Fill, H.-G. (2014) Formal Aspects of Enterprise Modeling Methods: A Comparison Framework. In: *47th Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS 2014, 2014 47th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*. Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences. IEEE. <https://doi.org/10.1109/hicss.2014.422>.
- Brandes, U., Eiglsperger, M., Lerner, J. & Pich, C. (2016) Graph Markup Language (GraphML). In: Tamassia, R. (Ed.) *Handbook of graph drawing and visualization*, 0th edition. CRC Press, Taylor et Francis Group: Boca Raton, London, New York, pp. 532–557. <https://doi.org/10.1201/b15385-19>.
- Bravoco, R.R. & Yadav, S.B. (1985) A methodology to model the dynamic structure of an organization. *Information Systems*, 10(3), 299–317. [https://doi.org/10.1016/0306-4379\(85\)90023-7](https://doi.org/10.1016/0306-4379(85)90023-7).
- Bray, T., Paoli, J., Sperberg-McQueen, C.M., Maler, E. & Yergeau, F. (1997) Extensible markup language (XML). *World Wide Web Journal*, 2(4), 27–66.
- Britton, C. & Jones, S. (1999) The Untrained Eye: How Languages for Software Specification Support Understanding in Untrained Users. *Human-Computer Interaction*, 14(1-2), 191–244. <https://doi.org/10.1080/07370024.1999.9667269>.
- Bundesministerium der Verteidigung, 2018: A-1500/3 Customer Product Management.
- Bundesministerium der Verteidigung, 2018: Leitfaden Architekturmodellierung im CPM.
- Chaouiya, C. (2007) Petri net modelling of biological networks. *Briefings in Bioinformatics*, 8(4), 210–219. <https://doi.org/10.1093/bib/bbm029>.
- Chen, T.M., Sanchez-Aarnoutse, J.C. & Buford, J. (2011) Petri Net Modeling of Cyber-Physical Attacks on Smart Grid. *IEEE Transactions on Smart Grid*, 2(4), 741–749. <https://doi.org/10.1109/TSG.2011.2160000>.
- Cohn, M. (2015), *User stories applied: For agile software development*. Addison-Wesley: Boston. ISBN 978-0-321-20568-1.
- Credé, D. (2016) Berater – Wegbegleiter – Integrator: Baseline Assessment. *Wehrtechnik*, (1), 14–16.
- Csardi, G. & Nepusz, T. (2006) The Igraph Software Package for Complex Network Research. *InterJournal Complex Systems*, 1695, 1–9.
- Dang, D.D. & Pekkola, S. (2017) Problems of Enterprise Architecture Adoption in the Public Sector: Root Causes and Some Solutions. *Information Technology Governance in Public Organizations*, 38, 177–198. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-58978-7\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-319-58978-7_8).

- Davis, F.D. (1985) A technology acceptance model for empirically testing new end-user information systems: Theory and results. Doctoral dissertation, Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.
- Davis, F.D. (1989) Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319. <https://doi.org/10.2307/249008>.
- Davis, F.D., Bagozzi, R.P. & Warshaw, P.R. (1989) User Acceptance of Computer Technology: A Comparison of Two Theoretical Models. *Management Science*, 35(8), 982–1003. <https://doi.org/10.1287/mnsc.35.8.982>.
- Davison, R., Martinsons, M.G. & Kock, N. (2004) Principles of canonical action research. *Information Systems Journal*, 14(1), 65–86. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2575.2004.00162.x>.
- Deutscher Auftragsdienst AG (2017), 2017: Ausschreibung - Analyse und Zusammenfassung der funktionalen Nutzerforderungen in Berlin. ID:12624315. [https://www.dtad.de/details/Analyse\\_und\\_Zusammenfassung\\_der\\_funktionalen\\_Nutzerforderungen\\_12439\\_Berlin-12624315\\_1](https://www.dtad.de/details/Analyse_und_Zusammenfassung_der_funktionalen_Nutzerforderungen_12439_Berlin-12624315_1) [Accessed 23 May 2024].
- Diehl, M. & Stroebe, W. (1987) Productivity loss in brainstorming groups: Toward the solution of a riddle. *Journal of Personality and Social Psychology*, 53(3), 497–509. <https://doi.org/10.1037//0022-3514.53.3.497>.
- DIN e.V. (2020) DIN e.V., 2020: DIN EN ISO 9241-110 Ergonomie der Mensch-System-Interaktion, Berlin. Beuth-Verlag.
- Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J. & Reijers, H.A. (2018), *Fundamentals of business process management*. Springer: Berlin, Germany. ISBN 978-3-662-56508-7.
- Dumke, R. (1992), *Softwareentwicklung nach Maß: Schätzen · Messen · Bewerten*. Vieweg+Teubner Verlag: Wiesbaden. ISBN 978-3-322-83050-0.
- Farwick, M., Agreiter, B., Breu, R., Ryll, S., Voges, K. & Hanschke, I. (2011), *Requirements for automated enterprise architecture model maintenance*.
- Fiedler, K. & Bless, H. (2002) Soziale Kognition. In: Stroebe, W., Jonas, K. & Hewstone, M. (Eds.) *Sozialpsychologie: Eine Einführung*. Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, pp. 125–163. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-08008-5\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-662-08008-5_5).
- Frank, U. (1999) Evaluation von Artefakten in der Wirtschaftsinformatik. In: Heinrich, L.J. & Häntschel, I. (Eds.) *Evaluation und Evaluationsforschung in der Wirtschaftsinformatik*. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, pp. 35–48. <https://doi.org/10.1515/9783486801101-004>.
- Frank, U. (2006) Essen: Universität Duisburg-Essen, Institut für Informatik und Wirtschaftsinformatik (ICB), 2006: Towards a pluralistic conception of research methods in information systems research. ICB-Research Report: 7. <https://www.econstor.eu/handle/10419/58156>.
- Frank, U. (2009) Die Konstruktion möglicher Welten als Chance und Herausforderung der Wirtschaftsinformatik. In: Becker, J., Krcmar, H. & Niehaves, B. (Eds.) *Wissenschaftstheorie und gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik*. Physica-Verlag HD; Imprint: Physica: Heidelberg, pp. 161–173. [https://doi.org/10.1007/978-3-7908-2336-3\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-7908-2336-3_8).

## Design des Concept into Architecture (CiA)

- Frank, U. & van Laak, B. (2003) Ein Bezugsrahmen zur Evaluation von Sprachen zur Modellierung von Geschäftsprozessen. Arbeitsberichte des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Universität Koblenz-Landau, Instituts für Wirtschaftsinformatik, Koblenz.
- Franz, H.-W. & Kopp, R. (2004) Betriebliche Experteninterviews. *Sozialwissenschaften und Berufspraxis*, 27(1), 51–61. <https://www.ssoar.info/ssoar/handle/document/3819>.
- Funtò, S. (2016) How to Adopt NAF and TOGAF Concurrently: Experiences in C2IS Architecture Design. Description of a Possible Way to Adopt NAF Subviews as TOGAF ... *Proceedings of the 2nd INCOSE Italia Conference on Systems Engineering*, 85–94. <https://ceur-ws.org/vol-1728/paper11.pdf>.
- Gappmaier, C. & Gappmaier, M. (2010), *Alles Prozess?!. Einfach wirksame Prozessoptimierung in jeder Situation mit der Bildkartenmethode (BKM)*. Books on Demand: Norderstedt. ISBN 978-3-839-18392-2.
- Gartner (2024), 2024: Prognose zu den weltweiten IT-Ausgaben von 2012 bis 2024 (in Milliarden US-Dollar). <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/703143/umfrage/weltweite-it-ausgaben/> [Accessed 23 May 2024].
- Gavalas, D. & Economou, D. (2011) Development Platforms for Mobile Applications: Status and Trends. *IEEE Software*, 28(1), 77–86. <https://doi.org/10.1109/ms.2010.155>.
- Genon, N., Heymans, P. & Amyot, D. (2011) Analysing the Cognitive Effectiveness of the BPMN 2.0 Visual Notation. In: Malloy, B., Staab, S. & van den Brand, M. (Eds.) *Software Language Engineering: Third International Conference, SLE 2010, Eindhoven, The Netherlands, October 12-13, 2010, Revised Selected Papers, Third International Conference, SLE 2010*. Lecture Notes in Computer Science, 6563. Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, pp. 377–396. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-19440-5\\_25](https://doi.org/10.1007/978-3-642-19440-5_25).
- Gericke, A. & Winter, R. (2009) Entwicklung eines Bezugsrahmens für Konstruktionsforschung und Artefaktkonstruktion in der gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. In: Becker, J., Krcmar, H. & Niehaves, B. (Eds.) *Wissenschaftstheorie und gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik*. Physica-Verlag HD; Imprint: Physica: Heidelberg, pp. 195–210. [https://doi.org/10.1007/978-3-7908-2336-3\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-7908-2336-3_10).
- Gomolka, J. (2011), *Algorithmic Trading: Analyse von computergesteuerten Prozessen im Wertpapierhandel unter Verwendung der Multifaktorenregression*. Univ.-Verl.: Potsdam. ISBN 978-3-869-56125-7.
- Gonçalves, João Carlos de A.R., Santoro, F.M. & Baião, F.A. (2009) Business process mining from group stories. In: *Proceedings of the 13th International Conference on Computer Supported Cooperative Work in Design*. IEEE, pp. 161–166. <https://doi.org/10.1109/CSCWD.2009.4968052>.
- Gonçalves, João Carlos de A.R., Santoro, F.M. & Baião, F.A. (2010) Collaborative Business Process Elicitation through Group Storytelling. In: Filipe, J. & Cordeiro, J. (Eds.) *Proceedings of the 12th International Conference on Enterprise Information Systems, 12th International Conference on Enterprise Information Systems*. Lecture Notes in Business Information Processing, volume 73. Springer: Berlin, Heidelberg. <https://doi.org/10.5220/0002910002950300>.

- Gulati, R. (2007) Tent Poles, Tribalism, and Boundary Spanning: The Rigor-Relevance Debate in Management Research. *Academy of Management Journal*, 50(4), 775–782. <https://doi.org/10.5465/amj.2007.26279170>.
- Gulden, J. & Yu, E. (2018) Toward Requirements-Driven Design of Visual Modeling Languages. In: Buchmann, R.A., Karagiannis, D. & Kirikova, M. (Eds.) *The Practice of Enterprise Modeling: 11th IFIP WG 8.1. Working Conference, PoEM 2018, Vienna, Austria, October 31 - November 2, 2018, Proceedings, IFIP Working Conference on The Practice of Enterprise Modeling*. Lecture Notes in Business Information Processing, volume 335. Springer: Cham, pp. 21–36. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-02302-7\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-02302-7_2).
- Gutwenger, C., Jünger, M., Klein, K., Kupke, J., Leipert, S. & Mutzel, P. (2003) A new approach for visualizing UML class diagrams. In: Diehl, S. & Stasko, J.T. (Eds.) *Proceedings of the 2003 ACM symposium on Software visualization, SOFTVIS03: ACM Symposium on Software Visualization SOFTVIS'03*. ACM: New York, NY, USA, pp. 179–188. <https://doi.org/10.1145/774833.774859>.
- Hacker, W. (2016) Zeitweilige Gruppenarbeit für Prozessinnovationen: Grundlagen, Organisation und Wirkungen. In: Jöns, I. (Ed.) *Erfolgreiche Gruppenarbeit: Konzepte, Instrumente, Erfahrungen*, 2nd edition. Springer Gabler: Wiesbaden, pp. 25–35. [https://doi.org/10.1007/978-3-8349-4762-8\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-8349-4762-8_3).
- Haecker, H.-J. (1986) Neue Überlegungen zu Schriftrichtung und Textstruktur des Diskos von Phaistos. *Kadmos*, 25(2), 89–96.
- Harmon, P. (2010), *Business Process Change: A Guide for Business Managers and BPM and Six Sigma Professionals*, 2nd edition. Elsevier Science: Burlington. ISBN 978-0-080-55367-2.
- Harmon, P. (2016) BPTrends, 2016: The State of Business Process Management 2016.
- Harmon, P. & Wolf, C. (2011) BPTrends, 2011: Business Process Modeling Survey.
- Hauder, M., Roth, S. & Matthes, F. (2013) Organizational factors influencing enterprise architecture management challenges. In: *Proceedings of the 21st European Conference on Information Systems, ECIS 2013: 21st European Conference on Information Systems, ECIS 2013, Utrecht, The Netherlands, June 5-8, 2013., ECIS 2013 - Proceedings of the 21st European Conference on Information Systems*. AIS Electronic Library (AISeL).
- Hause, M. (2010) The Unified Profile for DoDAF/MODAF (UPDM) enabling systems of systems on many levels. In: *2010 IEEE International Systems Conference, 2010 4th Annual IEEE Systems Conference*. IEEE, pp. 426–431. <https://doi.org/10.1109/SYSTEMS.2010.5482450>.
- Hause, M., Bleakley, G. & Morkevicius, A. (2017) Technology update on the unified architecture framework (UAF). *INSIGHT*, 20(2), 71–78. <https://doi.org/10.1002/inst.12153>.
- Heiland, E. (2018), 2018: Prozessmodellierung aus Nutzerbefragung mit BKM -Intern durchgeführte Studie / Untersuchung, 2018.
- Helfferich, C. (2022) Leitfaden- und Experteninterviews. In: Baur, N. & Blasius, J. (Eds.) *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*, 3rd edition. Springer VS: Wiesbaden, pp. 875–892. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-37985-8\\_55](https://doi.org/10.1007/978-3-658-37985-8_55).
- Herzhoff, M. (2010) Zum Zusammenspiel von Frühaufklärung und Szenariotechnik. In: Reimer, M. & Fiege, S. (Eds.) *Perspektiven des Strategischen Controllings*. Gabler: Wiesbaden, pp. 273–280. [https://doi.org/10.1007/978-3-8349-8805-8\\_17](https://doi.org/10.1007/978-3-8349-8805-8_17).

## Design des Concept into Architecture (CiA)

- Hevner, A.R. (2007) A three cycle view of design science research. *Scandinavian journal of information systems*, 19(2), 4.
- Hevner, March, Park & Ram (2004) Design Science in Information Systems Research. *MIS Quarterly*, 28(1), 75. <https://doi.org/10.2307/25148625>.
- Hoch, D. & Payàn, M. (2008), 2008: Establishing good IT governance in the public sector. [http://www.mckinsey.de/downloads/publikation/transforming\\_government/2008/0803\\_TG\\_it\\_governance.pdf](http://www.mckinsey.de/downloads/publikation/transforming_government/2008/0803_TG_it_governance.pdf) [Accessed 23 May 2024].
- Hoffmann, M. (2007) Analysis of the current State of Enterprise Architecture Evaluation Methods and Practices. In: Remenyi, D. (Ed.) *Proceedings of the European Conference on Information Management and Evaluation (ECIME 2007): 1st European Conference on Information Management and Evaluation (ECIME 2007), 1st European Conference on Information Management and Evaluation*. Curran Associates, Inc.: Red Hook.
- Horkoff, J., Hammouda, I., Lindman, J., Debbiche, J., Freiholtz, M. & Liao, P. et al. (2017) Goals, Workflow, and Value: Case Study Experiences with Three Modeling Frameworks. In: Poels, G., Gailly, F., Serral Asensio, E. & Snoeck, M. (Eds.) *The Practice of Enterprise Modeling: 10th IFIP WG 8.1. Working Conference, PoEM 2017, Leuven, Belgium, November 22-24, 2017, Proceedings, 10th IFIP WG 8.1. Working Conference, PoEM 2017*. Lecture Notes in Business Information Processing, volume 305. Springer International Publishing: Cham, pp. 96–111. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-70241-4\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-70241-4_7).
- Horlach, B., Drechsler, A., Schirmer, I. & Drews, P. (2020) Everyone's Going to be an Architect: Design Principles for Architectural Thinking in Agile Organizations. In: Bui, T. (Ed.) *53rd Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS 2020, 53rd Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*. Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences. AIS Electronic Library (AISeL). <https://doi.org/10.24251/HICSS.2020.759>.
- Horton, W. (1991), *Illustrating computer documentation: The art of presenting information graphically on paper and online*. John Wiley & Sons, Inc.
- Hynek, T. (2002) User Experience Research — treibende Kraft der Designstrategie. In: Beier, M. (Ed.) *Usability: Nutzerfreundliches Web-Design*. Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, pp. 43–60. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-56377-5\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-642-56377-5_4).
- Ihaka, R. & Gentleman, R. (1996) R: a language for data analysis and graphics. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, 5(3), 299–314.
- Jahnen, S., Lechner, U. & Pickl, S. (2023) Concept into Architecture (CiA)–Integration von Expertenwissen im Rahmen einer automatisierten Erstellung operationeller NAF-Architekturen. In: *Digital Responsibility: Social, Ethical, Ecological Implications of IS, 18. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik (WI 2023), 18th Wirtschaftsinformatik 2023*. AIS Electronic Library (AISeL).

- Jahnen, S. & Pickl, S. (2019) Information Exchange Diagrams for Information Systems and Artificial Intelligence in the Context of Decision Support Systems. In: Mazal, J. (Ed.) *Modelling and simulation for autonomous systems: 5th International Conference, MESAS 2018, Prague, Czech Republic, October 17-19, 2018, revised selected papers, International Conference on Modelling and Simulation for Autonomous Systems*. Lecture Notes in Computer Science, volume 11472. Springer: Cham, pp. 393–401. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-14984-0\\_28](https://doi.org/10.1007/978-3-030-14984-0_28).
- Jahnen, S., Pickl, S. & Bein, W. (2020) Concept into Architecture: A Pragmatic Modeling Method for the Acquisition and Representation of Information. In: Stahlbock, R., Weiss, G.M., Abou-Nasr, M., Yang, C.-Y., Arabnia, H. & Deligiannidis, L. (Eds.) *Advances in Data Science and Information Engineering: Proceedings from ICDATA 2020 and IKE 2020, 16th International Conference on Data Science (ICDATA 2020) and the 19th International Conference on Information & Knowledge Engineering (IKE 2020)*. Transactions on Computational Science and Computational Intelligence. Springer: Cham, pp. 651–663. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-71704-9\\_47](https://doi.org/10.1007/978-3-030-71704-9_47).
- Jørgensen, H.D., Liland, T. & Skogvold, S. (2011) Aligning TOGAF and NAF - Experiences from the Norwegian Armed Forces. In: Johannesson, P., Krogstie, J. & Opdahl, A.L. (Eds.) *The Practice of Enterprise Modeling: 4th IFIP WG 8.1 Working Conference, PoEM 2011 Oslo, Norway, November 2-3, 2011 Proceedings, IFIP Working Conference on The Practice of Enterprise Modeling*. Lecture Notes in Business Information Processing, volume 92. Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, pp. 131–146. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-24849-8\\_11](https://doi.org/10.1007/978-3-642-24849-8_11).
- Jünger, M. & Mutzel, P. (2012) Technical Foundations. In: Jünger, M. & Mutzel, P. (Eds.) *Graph Drawing Software*. Springer: Berlin, Heidelberg, pp. 9–53.
- Kaidalova, J., Seigerroth, U., Kaczmarek, T. & Shilov, N. (2012) Practical Challenges of Enterprise Modeling in the Light of Business and IT Alignment. In: Sandkuhl, K., Seigerroth, U. & Stirna, J. (Eds.) *The Practice of Enterprise Modeling: 5th IFIP WG 8.1 Working Conference, PoEM 2012, Rostock, Germany, November 7-8, 2012. Proceedings, IFIP Working Conference on The Practice of Enterprise Modeling*. Lecture Notes in Business Information Processing, volume 134. Springer: Berlin, Heidelberg, pp. 31–45. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-34549-4\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-34549-4_3).
- Kaiser, T. (2014) Der Integrierte Planungsprozess : Die Initiative – von der Idee bis zur Einplanung. *Hardthöhenkurier - Das Magazin für Soldaten und Wehrtechnik*, (1), 16–19.
- Kaisler, S.H., Armour, F. & Valivullah, M. (2005) Enterprise Architecting: Critical Problems. In: *38th Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS 2005, 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*. Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences. IEEE. <https://doi.org/10.1109/hicss.2005.241>.
- Karagiannis, D. & Kühn, H. (2002) Metamodelling Platforms. In: Bauknecht, K. (Ed.) *E-Commerce and Web Technologies: Third International Conference, EC-Web 2002, EC-Web*. Lecture Notes in Computer Science, volume 2455. Springer: Berlin, Heidelberg, p. 182. [https://doi.org/10.1007/3-540-45705-4\\_19](https://doi.org/10.1007/3-540-45705-4_19).
- Keller, G., Nüttgens, M. & Scheer, A.-W. (1992) Semantische Prozessmodellierung auf der Grundlage " Ereignisgesteuerter Prozessketten (EPK)". Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Universität des Saarlandes, Instituts für Wirtschaftsinformatik, Saarbrücken.

- Keller, W. (2017), *IT-Unternehmensarchitektur: Von der Geschäftsstrategie zur optimalen IT-Unterstützung*, 3rd edition. dpunkt.verlag: Heidelberg. ISBN 978-3-960-88133-9.
- Khayami, R. (2011) Qualitative characteristics of enterprise architecture. *1877-0509*, 3, 1277–1282. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2011.01.004>.
- Klößner, J. & Friedrichs, J. (2022) Gesamtgestaltung des Fragebogens. In: Baur, N. & Blasius, J. (Eds.) *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*, 3rd edition. Springer VS: Wiesbaden, pp. 675–685. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-18939-0\\_49](https://doi.org/10.1007/978-3-531-18939-0_49).
- Knackstedt, R., Pöppelbuß, J. & Becker, J. (2009) Vorgehensmodell zur Entwicklung von Reifegradmodellen. In: Hansen, H.R. (Ed.) *Business Services: Konzepte, Technologien, Anwendungen: 9. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik : Wien, 25. - 27. Februar 2009*. Books@ocg.at, Bd. 246-247. Österreichische Computer Gesellschaft: Wien.
- Kocian, C. (2011) Geschäftsprozessmodellierung mit BPMN 2.0: Business Process Model and Notation im Methodenvergleich. Working Paper, Fachhochschule Neu-Ulm, Fakultät für Informationsmanagement, Neu-Ulm.
- Koning, H., Dormann, C. & van Vliet, H. (2002) Practical guidelines for the readability of IT-architecture diagrams. In: *20th International Conference on Computer Documentation*. ACM: New York, NY, USA. <https://doi.org/10.1145/584955.584969>.
- Kotusev, S. (2019) Enterprise architecture and enterprise architecture artifacts: Questioning the old concept in light of new findings. *Journal of Information Technology*, 34(2), 102–128. <https://doi.org/10.1177/0268396218816273>.
- Kovse, J. & Härder, T. (2002) Generic XMI-Based UML Model Transformations. In: Bellahsene, Z., Patel, D. & Rolland, C. (Eds.) *Object-Oriented Information Systems, International Conference on Object-Oriented Information Systems*. Lecture Notes in Computer Science, volume 2425. Springer: Berlin, Heidelberg, pp. 192–198. [https://doi.org/10.1007/3-540-46102-7\\_24](https://doi.org/10.1007/3-540-46102-7_24).
- Kromrey, H. (2002), *Empirische Sozialforschung: Modelle und Methoden der standardisierten Datenerhebung und Datenauswertung*, 10th edition. Birkhäuser Basel: Basel. ISBN 978-3-322-93463-5.
- Kühn, H. BOC Group, The ADOxx metamodeling platform. BOC Group. [http://vienna.omilab.org/repo/files/ws2010/08\\_adoxx-as-metamodeling-platform\\_kuehn.pdf](http://vienna.omilab.org/repo/files/ws2010/08_adoxx-as-metamodeling-platform_kuehn.pdf).
- Kurnia, S., Kotusev, S., Shanks, G., Dilnutt, R. & Milton, S. (2021) Stakeholder engagement in enterprise architecture practice: What inhibitors are there? *Information and Software Technology*, 134, 106536. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2021.106536>.
- La Rosa, M., van der Aalst, W.M.P., Dumas, M. & Milani, F.P. (2018) Business Process Variability Modeling. *ACM Computing Surveys*, 50(1), 1–45. <https://doi.org/10.1145/3041957>.
- Langner, P., Schneider, C. & Wehler, J. (1997) Prozessmodellierung mit ereignisgesteuerten Prozessketten (EPKs) und Petri-Netzen. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK*, 39(5), 479–489.
- Lankhorst, M. & others (2017), *Enterprise architecture at work: Modelling, Communication and Analysis*, 4th edition. Springer: Berlin, Heidelberg. ISBN 978-3-662-53933-0.

- Lantow, B., Sandkuhl, K. & Stirna, J. (2022) Enterprise Modeling with 4EM: Perspectives and Method. In: Karagiannis, D., Lee, M., Hinkelmann, K. & Utz, W. (Eds.) *Domain-Specific Conceptual Modeling: Concepts, Methods and ADOxx Tools*. Springer International Publishing; Springer: Cham, pp. 95–120. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-93547-4\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-93547-4_5).
- Leemans, S.J.J., Fahland, D. & van der Aalst, W.M.P. (2018) Scalable process discovery and conformance checking. *Software & Systems Modeling*, 17(2), 599–631. <https://doi.org/10.1007/s10270-016-0545-x>.
- Loos, P. & Schäffer, B. (2001), *Das Gruppendiskussionsverfahren: Theoretische Grundlagen und empirische Anwendung*. VS Verlag für Sozialwissenschaften: Wiesbaden. ISBN 978-3-322-93352-2.
- Lucke, C., Bürger, M., Diefenbach, T., Freter, J. & Lechner, U. (2012) Categories of Enterprise Architecting Issues – An Empirical Investigation based on Expert Interviews. In: Mattfeld, D.C. & Robra-Bissantz, S. (Eds.) *Multikonferenz Wirtschaftsinformatik 2012: Tagungsband der MKWI 2012: Multikonferenz Wirtschaftsinformatik in Braunschweig, Multikonferenz Wirtschaftsinformatik*. GITO Verlag.
- Lucke, C. & Lechner, U. (2011) Goal-oriented requirements modeling as a means to address stakeholder-related issues in EA. In: Bernstein, A. & Schwabe, G. (Eds.) *Proceedings of the 10th International Conference on Wirtschaftsinformatik*. AIS Electronic Library (AISeL), pp. 714–723.
- Lüders, C. (2000) Beobachten im Feld und Ethnographie. In: Flick, U., Kardorff, E. von & Steinke, I. (Eds.) *Qualitative Forschung. Ein Handbuch*. Rowohlt: Hamburg, pp. 384–401.
- Luftman, J. & Brier, T. (1999) Achieving and Sustaining Business-IT Alignment. *California Management Review*, 42(1), 109–122. <https://doi.org/10.2307/41166021>.
- Mahatody, T., Sagar, M. & Kolski, C. (2010) State of the Art on the Cognitive Walkthrough Method, Its Variants and Evolutions. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 26(8), 741–785. <https://doi.org/10.1080/10447311003781409>.
- Malinova, M. & Mendling, J. (2021) Cognitive Diagram Understanding and Task Performance in Systems Analysis and Design. *MIS Quarterly*, 45(4), 2101–2158. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2021/15262>.
- Mattern, F. & Flörkemeier, C. (2010) Vom Internet der Computer zum Internet der Dinge. *Informatik-Spektrum*, 33(2), 107–121. <https://doi.org/10.1007/s00287-010-0417-7>.
- Mayring, P. & Fenzl, T. (2022) Qualitative Inhaltsanalyse. In: Baur, N. & Blasius, J. (Eds.) *Handbuch Methoden der empirischen Sozialforschung*, 3rd edition. Springer VS: Wiesbaden, pp. 633–648. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-21308-4\\_42](https://doi.org/10.1007/978-3-658-21308-4_42).
- Medvidovic, N., Rosenblum, D.S., Redmiles, D.F. & Robbins, J.E. (2002) Modeling software architectures in the Unified Modeling Language. *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, 11(1), 2–57. <https://doi.org/10.1145/504087.504088>.
- Meuser, M. & Nagel, U. (1991) ExpertInneninterviews — vielfach erprobt, wenig bedacht. In: Garz, D. & Kraimer, K. (Eds.) *Qualitativ-empirische Sozialforschung: Konzepte, Methoden, Analysen*. VS Verlag für Sozialwissenschaften: Wiesbaden, pp. 441–471. [https://doi.org/10.1007/978-3-322-97024-4\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-322-97024-4_14).

- Moody, D.L., Sindre, G., Brasethvik, T. & Sølvsberg, A. (2003) Evaluating the Quality of Process Models: Empirical Testing of a Quality Framework. In: Spaccapietra, S., March, S.T. & Kambayashi, Y. (Eds.) *Conceptual Modeling ER 2002 00: 21st International Conference on Conceptual Modeling Tampere, Finland, October 7-11, 2002 Proceedings, International Conference on Conceptual Modeling*. Lecture Notes in Computer Science, 2503. Springer-Verlag Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, pp. 380–396. [https://doi.org/10.1007/3-540-45816-6\\_36](https://doi.org/10.1007/3-540-45816-6_36).
- Mummendey, H.D. & Grau, I. (2014), *Die Fragebogen-Methode: Grundlagen und Anwendung in Persönlichkeits-, Einstellungs- und Selbstkonzeptforschung*. Hogrefe: Göttingen. ISBN 978-3-840-92577-1.
- NATO, 2010: NATO Architecture Framework Version 3.1.
- NATO, 2018: NATO Architecture Framework Version 4.
- Niebert, K. & Gropengießer, H. (2014) Leitfadengestützte Interviews. In: Krüger, D., Parchmann, I. & Schecker, H. (Eds.) *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Springer Berlin Heidelberg; Imprint: Springer Spektrum: Berlin, Heidelberg, pp. 121–132. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-37827-0\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-642-37827-0_10).
- Nielsen, J. (1994) Usability inspection methods. In: Plaisant, C. (Ed.) *Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI'94*. ACM: New York. <https://doi.org/10.1145/259963.260531>.
- Niemann, K.D. (2005), *Von der Unternehmensarchitektur zur IT-Governance: Bausteine für ein wirksames IT-Management*. Vieweg: Wiesbaden. ISBN 978-3-528-05856-2.
- Nohl, A.-M. (2013), *Interview und dokumentarische Methode: Anleitungen für die Forschungspraxis*, 4th edition. VS Verlag für Sozialwissenschaften; Imprint: VS Verlag für Sozialwissenschaften: Wiesbaden. ISBN 978-3-531-194202.
- Nowakowski, E., Farwick, M., Trojer, T., Häusler, M., Kessler, J. & Brey, R. (2017) Enterprise Architecture Planning: Analyses of Requirements from Practice and Research. In: Bui, T. (Ed.) *50th Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS 2017, 50th Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*. Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences. AIS Electronic Library (AISeL).
- Orfali, R., Harkey, D. & Edwards, J. (1995), *The essential distributed objects survival guide*. John Wiley & Sons, Inc.
- Österle, H., Becker, J., Frank, U., Hess, T., Karagiannis, D. & Krcmar, H. et al. (2010) Memorandum zur gestaltungsorientierten Wirtschaftsinformatik. *Schmalenbach Journal of Business Research*, 62(6), 664–672. <https://doi.org/10.1007/BF03372838>.
- Pawlowsky, P. & Bäumer, J. (1996), *Betriebliche Weiterbildung: Management von Qualifikation und Wissen*. C. H. Beck: München. ISBN 978-3-406-40043-8.
- Peppers, K., Tuunanen, T., Rothenberger, M.A. & Chatterjee, S. (2007) A Design Science Research Methodology for Information Systems Research. *Journal of Management Information Systems*, 24(3), 45–77. <https://doi.org/10.2753/MIS0742-1222240302>.
- Polletta, F., Chen, P.C.B., Gardner, B.G. & Motes, A. (2011) The Sociology of Storytelling. *Annual Review of Sociology*, 37(1), 109–130. <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-081309-150106>.

- Porst, R. (2009) Arten von Fragen. In: Porst, R. (Ed.) *Fragebogen: Ein Arbeitsbuch*, 2nd edition. VS Verlag für Sozialwissenschaften / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden: Wiesbaden, pp. 51–67. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-91840-2\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-531-91840-2_5).
- Preece, J. & Rombach, H. (1994) A taxonomy for combining software engineering and human-computer interaction measurement approaches: towards a common framework. *International Journal of Human-Computer Studies*, 41(4), 553–583. <https://doi.org/10.1006/ijhc.1994.1073>.
- Presley, A. & Liles, D.H. (1995) The use of IDEF0 for the design and specification of methodologies. In: Schmeiser, B. & Uzsoy, R. (Eds.) *Proceedings of the 4th Industrial Engineering Research Conference*. Institute of Industrial Engineers: Norcross, pp. 442–448.
- Pries-Heje & Baskerville (2008) The Design Theory Nexus. *MIS Quarterly*, 32(4), 731. <https://doi.org/10.2307/25148870>.
- Proper, H.A., Hoppenbrouwers, S.J.B.A. & Veldhuijzen van Zanten, Gert E. (2017) Communication of Enterprise Architectures. In: Lankhorst, M. (Ed.) *Enterprise Architecture at Work: Modelling, Communication and Analysis*. Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, pp. 59–72. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-53933-0\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-662-53933-0_4).
- Pulkkinen, M. & Hirvonen, A. (2005) EA Planning, Development and Management Process for Agile Enterprise Development. In: *38th Hawaii International Conference on System Sciences, HICSS 2005, 38th Annual Hawaii International Conference on System Sciences (HICSS)*. Proceedings of the Annual Hawaii International Conference on System Sciences. IEEE. <https://doi.org/10.1109/hicss.2005.220>.
- Quartel, D., Engelsman, W., Jonkers, H. & van Sinderen, M. (2009) A Goal-Oriented Requirements Modelling Language for Enterprise Architecture. In: *2009 IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference, 2009 IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference (EDOC)*. IEEE, pp. 3–13. <https://doi.org/10.1109/EDOC.2009.22>.
- Reisig, W. (1985), *Petri Nets: An Introduction*. Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg. ISBN 978-3-642-69968-9.
- Reiz, A. & Sandkuhl, K. (2019) Retrieval of Enterprise Models from PowerPoint: Solving Semantical Heterogeneities. In: Bork, D., Grabis, J. & Lantow, B. (Eds.) *Proceedings of the 3rd International Workshop on Practicing Open Enterprise Modeling Within OMiLAB (PrOse 2019), 3rd International Workshop on Practicing Open Enterprise Modeling Within OMiLAB (PrOse 2019)*. CEUR Workshop Proceedings.
- Reiz, A., Sandkuhl, K., Smirnov, A. & Shilov, N. (2018) Grass-Root Enterprise Modeling: Issues and Potentials of Retrieving Models from Powerpoint. In: Buchmann, R.A., Karagiannis, D. & Kirikova, M. (Eds.) *The Practice of Enterprise Modeling: 11th IFIP WG 8.1. Working Conference, PoEM 2018, Vienna, Austria, October 31 - November 2, 2018, Proceedings, IFIP Working Conference on The Practice of Enterprise Modeling*. Lecture Notes in Business Information Processing, volume 335. Springer: Cham, pp. 55–70. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-02302-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-030-02302-7_4).
- Richardson, A. (2010) Using customer journey maps to improve customer experience. *Harvard business review*, 15(1), 2–5.

- Richter, M. (1997) Kriterien der Benutzerfreundlichkeit. Literaturarbeit, Universität Zürich, Philosophischen Fakultät, Zürich.
- Rieman, J., Franzke, M. & Redmiles, D. (1995) Usability evaluation with the cognitive walkthrough. In: Katz, I., Mack, R. & Marks, L. (Eds.) *Conference on Human Factors in Computing Systems, CHI'95*. ACM Press: New York, New York, USA, pp. 387–388.  
<https://doi.org/10.1145/223355.223735>.
- Rittel, H.W. & Webber, M.M. (1974) Wicked problems. Man-made. *Futures*, 26(1), 272–280.
- Rittgen, P. (2010) Quality and perceived usefulness of process models. In: *Proceedings of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing*. ACM: New York, NY, USA.  
<https://doi.org/10.1145/1774088.1774105>.
- Ross, D.T. & Schoman, K.E. (1977) Structured Analysis for Requirements Definition. *IEEE Transactions on Software Engineering*, SE-3(1), 6–15. <https://doi.org/10.1109/tse.1977.229899>.
- Ross, J.W. & Quaadgras, A. (2012) Enterprise architecture is not just for architects. *CISR Research Briefings*, 7(9).
- Rossi, M. (2009) Action Design Research - An Integrative Research Method for Studying Design. In: Matthias Jarke, Kalle Lyytinen & John Mylopoulos (Eds.) *Perspectives Workshop: Science of Design: High-Impact Requirements for Software-Intensive Systems*. Dagstuhl Seminar Proceedings (DagSemProc). Schloss Dagstuhl - Leibniz-Zentrum für Informatik: Dagstuhl, Germany, pp. 1–3. <https://doi.org/10.4230/DagSemProc.08412.6>.
- Rouhani, B.D., Binti Ahmad, R., Nikpay, F. & Mohamaddoust, R. (2019) Critical Success Factor Model For Enterprise Architecture Implementation. *Malaysian Journal of Computer Science*, 32(2), 133–148. <https://doi.org/10.22452/mjcs.vol32no2.4>.
- Rühle, J. (2014) Der Integrierte Planungsprozess in der Bundeswehr. In: Kern, E.-M. & Richter, G. (Eds.) *Streitkräftemanagement: Neue Planungs- und Steuerungsinstrumente in der Bundeswehr*. Springer Gabler: Wiesbaden, pp. 31–46. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-05238-6\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-658-05238-6_3).
- Sandkuhl, K., Fill, H.-G., Hoppenbrouwers, S., Krogstie, J., Matthes, F. & Opdahl, A. et al. (2018) From Expert Discipline to Common Practice: A Vision and Research Agenda for Extending the Reach of Enterprise Modeling. *Business & Information Systems Engineering*, 60(1), 69–80.  
<https://doi.org/10.1007/s12599-017-0516-y>.
- Schalles, C., Rebstock, M. & Creagh, J. (2010) Ein generischer Ansatz zur Messung der Benutzerfreundlichkeit von Modellierungssprachen. In: Engels, G., Karagiannis, D. & Mayr, H.C. (Eds.) *Modellierung 2010: Klagenfurt, Österreich, 24-26.03.2010, Modellierung 2010*. Lecture Notes in Informatics, volume 161. Gesellschaft für Informatik: Bonn, pp. 15–30.
- Scheer, A.-W. (2002), *ARIS -- Vom Geschäftsprozess zum Anwendungssystem*. Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg. ISBN 978-3-642-56300-3.
- Schierl, T. (2017), *Text und Bild in der Werbung: Bedingungen, Wirkungen und Anwendungen bei Anzeigen und Plakaten*, 2nd edition. Herbert von Halem Verlag: Köln. ISBN 978-3-869-62297-2.
- Schönberger, M., Kleinert, T. & Dumont, T. (2015) Geschäftsprozesse richtig dokumentieren. Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik, Universität des Saarlandes, Institut für Wirtschaftsinformatik, Saarbrücken.

- Schütte, R. (1998), *Grundsätze ordnungsmäßiger Referenzmodellierung: Konstruktion konfigurations- und anpassungsorientierter Modelle*. Gabler Verlag; Imprint: Wiesbaden. ISBN 978-3-663-10233-5.
- Sein, M., Henfridsson, O., Purao, S., Rossi, M. & Lindgren, R. (2011) Action Design Research. *MIS Quarterly*, 35(1), 37–56. <https://doi.org/10.2307/23043488>.
- Seppänen, V., Penttinen, K. & Pulkkinen, M. (2018) Key Issues in Enterprise Architecture Adoption in the Public Sector. *Electronic Journal of E-Government*, 16(1). <https://jyx.jyu.fi/handle/123456789/60040>.
- Simões, D., Antunes, P. & Carriço, L. (2018) Eliciting and Modeling Business Process Stories. *Business & Information Systems Engineering*, 60(2), 115–132. <https://doi.org/10.1007/s12599-017-0475-3>.
- Simões, D., Antunes, P. & Cranefield, J. (2016) Enriching Knowledge in Business Process Modelling: A Storytelling Approach. *Innovations in Knowledge Management*, 95, 241–267. [https://doi.org/10.1007/978-3-662-47827-1\\_10](https://doi.org/10.1007/978-3-662-47827-1_10).
- Sinz, E.J. (2010) Konstruktionsforschung in der Wirtschaftsinformatik: Was sind die Erkenntnisziele gestaltungsorientierter Wirtschaftsinformatik-Forschung. In: Österle, H., Winter, R. & Brenner, W. (Eds.) *Gestaltungsorientierte Wirtschaftsinformatik: Ein Plädoyer für Rigor und Relevanz*. Infowerk, pp. 27–34.
- Sousa, A., Uchôa, A., Fernandes, E., Bezerra, C.I.M., Monteiro, J.M. & Andrade, R.M.C. (2019) REM4DSPL. In: Albuquerque, A.B. & Paula Barros, A.L.B. de (Eds.) *Proceedings of the XVIII Brazilian Symposium on Software Quality, SBQS'19: XVIII Brazilian Symposium on Software Quality*. ACM: New York, NY, USA, pp. 129–138. <https://doi.org/10.1145/3364641.3364656>.
- Stirna, J., Persson, A. & Sandkuhl, K. (2007) Participative Enterprise Modeling: Experiences and Recommendations. In: Krogstie, J., Opdahl, A. & Sindre, G. (Eds.) *Advanced Information Systems Engineering: 19th International Conference, CAiSE 2007, Trondheim, Norway, June 11-15, 2007, Proceedings, International Conference on Advanced Information Systems Engineering*. Lecture Notes in Computer Science, volume 4495. Springer: Cham, pp. 546–560. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-72988-4\\_38](https://doi.org/10.1007/978-3-540-72988-4_38).
- Stoessel, S. (2002) Methoden des Testings im Usability Engineering. In: Beier, M. (Ed.) *Usability: Nutzerfreundliches Web-Design*. Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, pp. 75–96. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-56377-5\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-642-56377-5_6).
- Tapandjieva, G. & Wegmann, A. (2018) Ontology for SEAM Service Models. In: Hammoudi, S., Smialek, M., Camp, O. & Filipe, J. (Eds.) *Proceedings of the 20th International Conference on Enterprise Information Systems, 20th International Conference on Enterprise Information Systems*. SCITEPRESS - Science and Technology Publications, pp. 290–298. <https://doi.org/10.5220/0006711502900298>.
- Trelle, T.K. (2011) Konzeptionelle Anforderungen an NetOpFü. In: Jäger, T. & Thiele, R. (Eds.) *Transformation der Sicherheitspolitik*. VS Verlag für Sozialwissenschaften: Wiesbaden, pp. 279–294. [https://doi.org/10.1007/978-3-531-93228-6\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-531-93228-6_19).
- Urbaczewski, L. & Mrdalj, S. (2006) A comparison of enterprise architecture frameworks. *Issues In Information Systems*, (7), 18–23. [https://doi.org/10.48009/2\\_iis\\_2006\\_18-23](https://doi.org/10.48009/2_iis_2006_18-23).

- Urbanek, S. (2013) rJava: Low-level R to Java interface. *R package version 0.9-6*.
- van der Aalst, W. (2012) Process mining. *Commun. ACM*, 55(8), 76–83.  
<https://doi.org/10.1145/2240236.2240257>.
- van der Aalst, W.M.P. (1998) The Application of Petri Nets to Workflow Management. *Journal of Circuits, Systems and Computers*, 08(01), 21–66. <https://doi.org/10.1142/S0218126698000043>.
- van der Aalst, W.M.P. (2002) Making Work Flow: On the Application of Petri Nets to Business Process Management. In: Esparza, J. & Lakos, C. (Eds.) *Application and Theory of Petri Nets 2002: 23rd International Conference, ICATPN 2002, Adelaide, Australia, June 24-30, 2002. Proceedings, International Conference on Application and Theory of Petri Nets*. Lecture Notes in Computer Science, volume 2360. Springer, pp. 1–22. [https://doi.org/10.1007/3-540-48068-4\\_1](https://doi.org/10.1007/3-540-48068-4_1).
- van der Aalst, W.M.P. (2022) Process Mining: A 360 Degree Overview. *Process Mining Handbook*, 448, 3–34. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-08848-3\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-031-08848-3_1).
- van der Aalst, W.M.P., La Rosa, M. & Santoro, F.M. (2016) Business Process Management. *Business & Information Systems Engineering*, 58(1), 1–6. <https://doi.org/10.1007/s12599-015-0409-x>.
- van Dongen, B.F., Medeiros, A.K.A. de, Verbeek, H.M.W., Weijters, A. J. M. M. & van der Aalst, W.M.P. (2005) The ProM Framework: A New Era in Process Mining Tool Support. In: Ciardo, G. & Darondeau, P. (Eds.) *Applications and Theory of Petri Nets 2005, International Conference on Application and Theory of Petri Nets*. Lecture Notes in Computer Science, volume 3536. Springer: Berlin, Heidelberg, pp. 444–454. [https://doi.org/10.1007/11494744\\_25](https://doi.org/10.1007/11494744_25).
- van Haren (2011), *TOGAF Version 9.1*. Van Haren Publishing. ISBN 908-7-536-798.
- van Lamsweerde, A. (2001) Goal-Oriented Requirements Engineering: A Guided Tour. In: *Fifth IEEE International Symposium on Requirements Engineering, 2001. Proceedings, Proceedings Fifth IEEE International Symposium on Requirements Engineering*. IEEE.  
<https://doi.org/10.1109/isre.2001.948567>.
- Venkatesh, Thong & Xu (2012) Consumer Acceptance and Use of Information Technology: Extending the Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *MIS Quarterly*, 36(1), 157.  
<https://doi.org/10.2307/41410412>.
- Walsham, G. (2001), *Making a world of difference: IT in a global context*. John Wiley & Sons, Inc.
- Weijters, A. J. M. M., van der Aalst, W.M.P. & Alves De Medeiros, A. K (2006) Process mining with the HeuristicsMiner algorithm. Working Paper, Technische Universiteit Eindhoven,
- White, S.A. & Miers, D. (2008), *BPMN modeling and reference guide: Understanding and using BPMN*. Future Strategies: Lighthouse Point. ISBN 978-0-977-75272-0.
- Wilde, T. & Hess, T. (2006) Methodenspektrum der Wirtschaftsinformatik: Überblick und Portfoliobildung. Arbeitsbericht, Ludwig-Maximilians-Universität, Institut für Wirtschaftsinformatik und Neue Medien, München.
- Wilhelm, T. & Hopf, M. (2014) Design-Forschung. In: Krüger, D., Parchmann, I. & Schecker, H. (Eds.) *Methoden in der naturwissenschaftsdidaktischen Forschung*. Springer Berlin Heidelberg: Berlin, Heidelberg, pp. 31–42. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-37827-0\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-642-37827-0_3).

- Winkler, T. (2017) IT Governance Mechanisms and Administration/IT Alignment in the Public Sector: A Conceptual Model and Case Validation. In: Leimeister, J.M. & Brenner, W. (Eds.) *Towards Thought Leadership in Digital Transformation: 13. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik, WI 2017, St.Gallen, Switzerland, February 12-15, 2017*. AIS Electronic Library (AISeL), pp. 831–845.
- Winter, R. (2014) Architectural Thinking. *Business & Information Systems Engineering*, 6(6), 361–364. <https://doi.org/10.1007/s12599-014-0352-2>.
- Winter, R. (2016) Establishing ‘Architectural Thinking’ in Organizations. In: Horkoff, J., Jeusfeld, M.A. & Persson, A. (Eds.) *The Practice of Enterprise Modeling, 9th IFIP WG 8.1. Working Conference, PoEM 2016*. Lecture Notes in Business Information Processing, volume 267. Springer International Publishing: Cham, pp. 3–8. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-48393-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-48393-1_1).
- Winter, R. & Baskerville, R. (2010) Methodik der Wirtschaftsinformatik. *WIRTSCHAFTSINFORMATIK*, 52(5), 257–258. <https://doi.org/10.1007/s11576-010-0242-2>.
- Winter, R. & Fischer, R. (2006) Essential Layers, Artifacts, and Dependencies of Enterprise Architecture. In: *10th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference workshops, 2006: EDOCW '06 ; 16 - 20 Oct. 2006, Hong Kong, China; Proceedings*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/edocw.2006.33>.
- Yu, E., Strohmaier, M. & Deng, X. (2006) Exploring Intentional Modeling and Analysis for Enterprise Architecture. In: *10th IEEE International Enterprise Distributed Object Computing Conference workshops, 2006: EDOCW '06 ; 16 - 20 Oct. 2006, Hong Kong, China; Proceedings*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/edocw.2006.36>.
- Zachman, J.A. (1987) A framework for information systems architecture. *IBM Systems Journal*, 26(3), 276–292. <https://doi.org/10.1147/sj.263.0276>.

## Anhang

### 9 Anlagen

Anlage 1	Interviewleitfaden und konsolidierte Ergebnisse SME	241
Anlage 2	Konsolidierter Fragebogen der Modellierer	243
Anlage 3	Erfasste User Stories	246
Anlage 4	Übersicht Anwendung Modellierungsmethode I	250
Anlage 5	Übersicht Anwendung Modellierungsmethode II	251
Anlage 6	Übersicht Test des implementierten Lösungsdesigns	252
Anlage 7	Researcher-Client Agreement	254
Anlage 8	Übersicht Evaluationszyklus I – InnoMgmt	255
Anlage 9	Übersicht Evaluationszyklus II – InnoMgmt	257
Anlage 10	Übersicht Evaluationszyklus III – InnoMgmt	259
Anlage 11	Handbuch zur Nutzung CiA	260
Anlage 12	Übersicht Evaluationszyklus IV – InnoMgmt	294
Anlage 13	Übersicht Evaluationszyklus V – InnoMgmt	296
Anlage 14	Übersicht Evaluationszyklus – Maritime Rettungsoperationen	298

## Anlage 1 Interviewleitfaden und konsolidierte Ergebnisse SME

<b>Können Sie kurz den Ihnen bekannten Ablauf einer Modellierung skizzieren?</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Einweisung in das Projekt; Zweck &amp; Ziel</li><li>• Erstellung des Prozesses<ul style="list-style-type: none"><li>○ Einzelne Gruppenarbeit</li><li>○ Arbeit in einer großen Gruppe</li><li>○ Persönliche Ausarbeitung</li></ul></li><li>• Kontrolle der Ergebnisse / Wrap-up</li></ul>
<b>Welche verwendete Methoden sind Ihnen bekannt?</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Szenario / Vignette</li><li>• Brainstorming</li><li>• Bildkartenmethode (BKM)</li><li>• Customer Journey Mapping (CJM)</li><li>• Modellierung mit Softwareunterstützung (Sparx EA)</li></ul>
<b>Welche Probleme sind Ihnen während des Prozesses aufgefallen?</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Klassische Probleme der Gruppenarbeit</li><li>• Verständnisprobleme bei der Modellierung mit Softwareunterstützung</li><li>• Unterschiedliche Darstellungsmethoden in den Projekten</li><li>• Ergebnisse der Workshops unterscheiden sich vom Endergebnis (Darstellung)</li></ul>

**Wie wurden die Ergebnisse kontrolliert und weiterverwendet?**

- Ergebnisse wurden im Anschluss an Workshop besprochen
- Versendung Ergebnissicherung mit Protokoll und Foto
- Modell aus Sparx EA wurde versendet oder bereitgestellt
- Besprechung und gleichzeitige Überführung (Sparx EA) der Ergebnisse
- Keine Kontrolle
- Weitergabe der Ergebnisse an externe Firma (Studiennehmer)
- Weitergabe der Ergebnisse an zuständige Stelle in der Bundeswehr

**Welche Anforderungen stellen Sie an eine Methodik zur Modellierung?**

- Leicht verständlich
- Möglichkeit zur Kontrolle
- Möglichkeit zur Weitergabe
- Analoges Arbeiten, speziell in Gruppen

**Welche Anforderungen stellen Sie an ein Tool zur Modellierung?**

- Leicht verständlich und bedienbar
- Darstellung gleich / ähnlich mit analogen Methoden
- Ergebnisse müssen der geforderten Form entsprechen

## Anlage 2 Konsolidierter Fragebogen der Modellierer

### Datenerhebung & Informationsgewinnung:

<b>Schildern Sie bitte in kurzen Stichpunkten, wie die Datenerhebung des zu modellierenden Gegenstands mit SME erfolgt (BKM, Interviews, Durchspielen von Szenarien etc.).</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Eigene Erhebung, unabhängig vom Wissensträger wird das Thema aufgearbeitet, um ein Grundwissen im Themenbereich zu erlangen</li><li>2. Erheben der Vorgaben und des operationellen Grobkonzeptes als NAF-01 und NOV-01</li><li>3. Eigentliche Datenerhebung mit SME<ol style="list-style-type: none"><li>a. Erhebung des Wissens, mit Bildkarten, wenn es im Schwerpunkt um Prozesse geht</li><li>b. Erhebung des Wissens mit Hilfskonstrukt Vignette als operationelles Gedankenkonstrukt, um Informationsaustauschbeziehungen abzuleiten</li><li>c. Erhebung des Wissens im Dialog, als schlechteste und eher unstrukturierte Form</li></ol></li><li>4. Bei Bedarf Workshops zur Vertiefung</li></ol>
<b>Wird hierbei hauptsächlich mit Gruppen gearbeitet?</b>
<input type="checkbox"/> Ja <input checked="" type="checkbox"/> Nein
<b>Nennen Sie bitte die drei Hauptprobleme im Bereich der Datenerhebung &amp; Informationsgewinnung.</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Das Wissen strukturiert abzufragen, da Prozessdenken nicht für jeden geläufig ist</li><li>2. Die einzelnen Wissensbausteine (Tiefenwissen) miteinander zu verknüpfen</li><li>3. Die richtigen SMEs zu gewinnen</li><li>4. Dislozierung der SME</li><li>5. Unwillen bei der Mitarbeit --&gt; Was ist der Mehrwert der OpArch?</li></ol>
<b>Gibt es Anforderungen, die Sie an eine Methodik im Bereich der Datenerhebung &amp; Informationsgewinnung stellen?</b> <b>Falls ja, skizzieren Sie diese bitte kurz.</b>
<input type="checkbox"/> Nein <input checked="" type="checkbox"/> Ja, folgende: <ul style="list-style-type: none"><li>- Aus den Ergebnissen soll erkennbar sein, welche Prozesse, Akteure, Systeme beteiligt sind</li><li>- Leicht verständlich für die SME</li><li>- Durchführbar ohne Anwesenheit des Modellierers</li></ul>

## Modellierung:

<b>Wie und wann wird ein Modell mit Sparx EA erstellt?</b>
<input checked="" type="checkbox"/> Im Beisein von SME <input checked="" type="checkbox"/> Separat ohne SME <input checked="" type="checkbox"/> Während der Datenerhebung & Informationsgewinnung <input checked="" type="checkbox"/> Im Anschluss
<b>Welche Probleme treten unabhängig der Nutzung des Sparx EA bei der Modellierung auf?</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Die Vorgaben innerhalb der Bw sind teils unsinnig und auch oft nicht begründet</li><li>- Bei der Mitprüfung durch SysArchBw werden neue Regeln eingeführt, die den eigenen Vorgaben aus Leitfäden widersprechen</li></ul>
<b>Was könnte etwaige Probleme bei der Modellierung, in Bezug auf Überführung der Ergebnisse der Datenerhebung &amp; Informationsgewinnung, reduzieren?</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>- Direktes, medienbruchfreies, digitales Arbeiten!</li><li>- Projektionsfläche Tisch</li><li>- BKM mit bedruckbaren Karten und eine vernünftige OCR-Software zum Einlesen der Ergebnisse</li><li>- Glossar der verwendeten Begriffe</li></ul>

## **Inhaltliche Qualitätssicherung – Kontrolle der Modelle:**

**Wie erfolgt eine Qualitätssicherung auf inhaltliche Richtigkeit des Modells (Besprechung in einer Gruppe, Mitprüfung per Mail etc.)?**

- Mitprüfung des ersten Modellentwurfs in der Besprechung
- Mitprüfen der weiteren Modellentwürfe zu Beginn jeden Interviews / Workshops
- Mitprüfen des Modells als HTML-Export oder durch den SME
- Bei Möglichkeit Vorstellung der Architektur in einem Workshop

**Mit welchen Problemen sehen Sie sich bei der inhaltlichen Qualitätssicherung bezüglich der inhaltlichen Richtigkeit bzw. des resultierenden Feedbacks konfrontiert?**

- Oftmals ist unklar, ob das Element gemeint ist oder die Repräsentation auf dem Diagramm
- Oftmals ist ein Konzept falsch dargestellt und kann nicht auf Elementebene erklärt werden
- Fehlendes Wissen über UML
- Dislozierung der SME

**Was würde aus Ihrer Sicht die inhaltliche Qualitätssicherung erleichtern?**

- EA-Webexport mit der Möglichkeit, Notiz-Elemente ins Modell einzutragen
- Mehr persönliche Workshops, um Nachfragen zu erleichtern

## Anlage 3 Erfasste User Stories

**Story Titel:** Automatisierte Überführung

**Priorität:** 1

### User Story

**Als (Rolle)** Mitglied des Projektteams

**Möchte ich (Anforderung)** eine automatisierte Überführung von Modellierungsergebnissen

**Um / Damit (Ziel)** mit den Ergebnissen zeitnah weiterarbeiten zu können

### Akzeptanzkriterien

Die Ergebnisse der Modellierung müssen automatisiert in die gemäß Leitfaden geforderte Form überführt werden. Dies soll zeitnah stattfinden.

**Story Titel:** Analoges Arbeiten

**Priorität:** 1

### User Story

**Als (Rolle)** Mitglied des Projektteams / SME / Modellierer

**Möchte ich (Anforderung)** mit analogen Mitteln in der Gruppe modellieren

**Um / Damit (Ziel)** möglichst viele Informationen aus der Gruppe zu gewinnen

### Akzeptanzkriterien

Eine Modellierung muss in der Gruppe mit vergleichbar einfachen Mitteln, wie Karten, Tafel, Flipchart etc. durchführbar sein.

**Story Titel:** Gruppengestütztes Arbeiten

**Priorität:** 1

### User Story

**Als (Rolle)** Mitglied des Projektteams / SME / Modellierer

**Möchte ich (Anforderung)** in der Gruppe modellieren

**Um / Damit (Ziel)** in kurzer Zeit viele Informationen zu gewinnen

### Akzeptanzkriterien

Die Möglichkeit zum Arbeiten in einer Gruppe, mit der Möglichkeit der Skalierung nach oben und unten muss gegeben sein.

**Story Titel:** Automatisierte Erstellung zusätzlicher Diagramme **Priorität:** 2

**User Story**

**Als (Rolle)** Modellierer

**Möchte ich (Anforderung)** eine automatisierte Erstellung von zusätzlichen Diagrammen

**Um / Damit (Ziel)** ich den Arbeitsaufwand reduzieren kann

**Akzeptanzkriterien**

Es müssen mehr Diagramme erstellt werden, als das Diagramm des Prozessmodells.

**Story Titel:** Automatisierte Erstellung zusätzlicher Diagramme **Priorität:** 2

**User Story**

**Als (Rolle)** SME

**Möchte ich (Anforderung)** eine automatisierte Erstellung von zusätzlichen Diagrammen

**Um / Damit (Ziel)** ich im Bereich Architektur weniger Zeit verbringe

**Akzeptanzkriterien**

Es müssen mehr Diagramme erstellt werden, als das Diagramm des Prozessmodells.

**Story Titel:** Automatisierte Erstellung zusätzlicher Diagramme **Priorität:** 2

**User Story**

**Als (Rolle)** Mitglied des Projektteams

**Möchte ich (Anforderung)** eine automatisierte Erstellung von zusätzlichen Diagrammen

**Um / Damit (Ziel)** um schneller Fortschritte zu erzielen

**Akzeptanzkriterien**

Es müssen mehr Diagramme erstellt werden, als das Diagramm des Prozessmodells.

**Story Titel:** Färbung der erstellten Diagramme

**Priorität:** 3

**User Story**

**Als (Rolle)** Modellierer

**Möchte ich (Anforderung)** eine automatisierte Färbung der Elemente der Diagramme

**Um / Damit (Ziel)** eine besser lesbare Visualisierung zu erhalten

**Akzeptanzkriterien**

Es muss möglich sein, vorab Farben zu definieren, in welchen die Diagramme und Elemente später Dargestellt werden.

**Story Titel:** Anordnung der Elemente

**Priorität:** 3

**User Story**

**Als (Rolle)** Modellierer

**Möchte ich (Anforderung)** eine automatisierte Struktur der Diagramme

**Um / Damit (Ziel)** eine besser lesbare Visualisierung zu erhalten

**Akzeptanzkriterien**

Die Anordnung der Elemente des Diagramms sollte weitestgehend überschneidungsfrei sein.

**Story Titel:** Akzeptierte Notation

**Priorität:** 1

**User Story**

**Als (Rolle)** Modellierer

**Möchte ich (Anforderung)** eine von den SME akzeptierte Notation

**Um / Damit (Ziel)** die Kontrolle des Modells zu vereinfachen

**Akzeptanzkriterien**

Die Notation muss ohne Vorkenntnisse verständlich sein, so dass die SME den modellierten Prozess mitprüfen können (ohne Anleitung).

**Story Titel:** Lesbares Modell

**Priorität:** 1

---

**User Story**

**Als (Rolle)** SME

**Möchte ich (Anforderung)** das Modell / den modellierten Prozess leicht lesen können

**Um / Damit (Ziel)** diesen auf inhaltliche Richtigkeit prüfen zu können

**Akzeptanzkriterien**

Das Modell / der modellierte Prozess muss von den SME gelesen und verstanden werden können. Dies soll ohne Anleitung und Unterweisung von Modellieren stattfinden.

## Anlage 4 Übersicht Anwendung Modellierungsmethode I

<b>Ziel</b>	Test der Modellierungsmethode hinsichtlich des Designs bezogen auf die Benutzerfreundlichkeit
<b>Setting</b>	<p>Workshop</p> <p>2 Teilnehmer:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Interviewpartner, SME Projekte zur Schließung einer identifizierten Fähigkeitslücke</li> <li>2. Interviewpartner, SME Projekte zur Schließung einer identifizierten Fähigkeitslücke</li> </ol> <p>Rolle des Forschers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einweisung der Nutzer in Methode</li> <li>• Teilnehmender Beobachter</li> </ul> <p>Ablauf:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nachmodellierung bestehendes Modell</li> <li>2. Feedbackrunde</li> </ol>
<b>Fragenkatalog</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konnte aus Ihrer Sicht die Aufgabe erfüllt werden?</li> <li>2. Welche Schwierigkeiten gab es hinsichtlich der Anwendung der Methode?</li> <li>3. Konnten Sie die Verwendung aller Elemente verstehen?</li> </ol>
<b>Kurzprotokoll</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Grundsätzliches Verständnis der Anwendung vorhanden</li> <li>• Ziel konnte aus Sicht SME erreicht werden</li> <li>• Feld Zustand weist aus Sicht SME keinen Mehrwert auf</li> <li>• Darstellung als Digraph für SME unverständlich</li> </ul>

## Anlage 5 Übersicht Anwendung Modellierungsmethode II

<b>Ziel</b>	Test der Modellierungsmethode hinsichtlich der Wirksamkeit des angepassten Designs
<b>Setting</b>	<p>Workshop</p> <p>2 Teilnehmer:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Testperson erste Anwendung, Interviewpartner, SME Projekte zur Schließung einer identifizierten Fähigkeitslücke</li> <li>2. Testperson erste Anwendung, Interviewpartner, SME Projekte zur Schließung einer identifizierten Fähigkeitslücke</li> </ol> <p>Rolle des Forschers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einweisung der Nutzer in Methode</li> <li>• Teilnehmender Beobachter</li> </ul> <p>Ablauf:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Nachmodellierung bestehendes Modell</li> <li>2. Feedbackrunde</li> </ol>
<b>Fragenkatalog</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konnte aus Ihrer Sicht die Aufgabe erfüllt werden?</li> <li>2. Welche Schwierigkeiten gab es hinsichtlich der Anwendung der Methode?</li> <li>3. Sind die Anpassungen der Methode aus Ihrer Sicht zielführend?</li> </ol>
<b>Kurzprotokoll</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziel konnte aus Sicht SME erreicht werden</li> <li>• Feld Zustand weist aus Sicht SME keinen Mehrwert auf</li> <li>• Anwendung erfolgte sehr schnell und ohne Probleme</li> <li>• Darstellung des Modells (Anordnung) schlecht</li> </ul>

## Anlage 6 Übersicht Test des implementierten Lösungsdesigns

<b>Ziel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachweis der generellen Tauglichkeit der Modellierungsmethode             <ul style="list-style-type: none"> <li>○ Handhabung / Anwendung</li> <li>○ Zielerreichung</li> </ul> </li> <li>• Funktionstest des Tools zur Transformation</li> </ul>
<b>Setting</b>	<p>Workshop</p> <p>1 Teilnehmer:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Interviewpartner, SME Projekte zur Schließung einer identifizierten Fähigkeitslücke</li> </ol> <p>Rolle des Forschers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einweisung des Nutzers in Methode</li> <li>• Teilnehmender Beobachter</li> </ul> <p>Ablauf:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modellierung einfacher Prozesse gemäß vorliegender Ablaufdiagramme</li> <li>2. Feedbackrunde mit Teilnehmer</li> <li>3. Transformation mittels Tools</li> <li>4. Übergabe transformiertes Modell an Projektleiter</li> </ol>
<b>Fragenkatalog</b>	<p>Anwendung Modellierungsmethode:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konnte aus Ihrer Sicht die Aufgabe erfüllt werden?</li> <li>2. Welche Schwierigkeiten gab es hinsichtlich der Anwendung der Methode?</li> </ol> <p>Transformiertes Modell:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entspricht das Modell Ihren Vorstellungen?</li> <li>2. Glauben Sie, mit diesem Modell eine (Teil-)Aufgabe in der Projektarbeit abzuschließen?</li> <li>3. Spiegelt das Modell aus Ihrer Sicht den Inhalt korrekt wider?</li> </ol>
<b>Kurzprotokoll</b>	<p>Anwendung Modellierungsmethode:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Aus Sicht des SME konnte die Aufgabe erfüllt werden</li> <li>• Die grundsätzliche Anwendung der Methode war klar und verständlich</li> <li>• Durch das eingeführte Regelwerk wurde die übersichtliche Struktur des Modells deutlich erhöht</li> </ul>

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Die zusätzlichen Informationen auf den Objekten (ID etc.) wurden als hinderlich durch den SME wahrgenommen</li><li>• Die zusätzlichen Informationen erhöhen den Zeitaufwand ungemein</li><li>• Der Mehrwert des Feldes Status wurde auch hier hinterfragt</li></ul> <p>Transformiertes Modell:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Modell wurde durch Projektleiter als nützlich betitelt</li><li>• Modell erfüllte eine dem Projektleiter aufgetragene Aufgabe</li><li>• Korrekter Inhalt wurde bestätigt</li></ul>
--	--

## Anlage 7 Researcher-Client Agreement

Universität der Bundeswehr München  
Fakultät für Informatik  
Institut für Theoretische Informatik,  
Mathematik und Operations Research



Sebastian Jahnen  
Sebastian.Jahnen@unibw.de

### Researcher-Client-Agreement

Hiermit wird die Übereinkunft des Forschenden / Researcher (Sebastian Jahnen) und des Kunden / Clients (Leiters der AG1 im Bundeswehr CD&E-Vorhaben Innovationsmanagement) bestätigt.

Ziel des Researchers ist die Evaluation der von ihm entworfenen Artefakte im Zuge seines Dissertationsvorhabens. Die Evaluation soll im Rahmen von Workshops der Konzeptentwicklung unter Nutzung der Artefakte stattfinden. Alle zur Evaluation notwendigen erhobenen Daten beziehen sich lediglich auf die Benutzerfreundlichkeit, wie auch auf die anwendungsbezogene Nutzbarkeit der Artefakte und beinhalten keine persönlichen oder personenbezogenen Daten. Weiterhin versichert der Researcher, dass kein Interesse am Inhalt der Ergebnisse der angewendeten Artefakte besteht. Die Datenerhebung findet in Form einer Befragung im Anschluss an die Nutzung statt. Der Researcher verpflichtet sich, die Arbeit der AG1 in keinem Fall zu gefährden und versichert die termingerechte Zuarbeit zur Erstellung einer operationellen Architektur im Sinne der ZDV A-1500/3. Weiterhin verpflichtet sich der Researcher die Artefakte der AG1 zur weiteren Nutzung zur Verfügung zu stellen und diese in der Anwendung zu unterstützen.

Der Client bestätigt, dass er die Anwendung der Artefakte akzeptiert und erkennt die Notwendigkeit der Evaluationszyklen, zur Realisierung einer möglichen späteren Nutzung, an. Er ist sich bewusst, dass die Evaluation der Artefakte kein Bestandteil des CD&E-Vorhabens Innovationsmanagement darstellt, jedoch durch eben diese Nutzung Ergebnisse erzielt werden, welche notwendig für den Fortschritt des Vorhabens sind.

  
\_\_\_\_\_  
Researcher

  
\_\_\_\_\_  
Client

## Anlage 8 Übersicht Evaluationszyklus I – InnoMgmt

<b>Ziel</b>	Untersuchung Modellierungsmethode <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erlernen</li> <li>• Handhabung / Anwendung</li> <li>• Verständlichkeit</li> <li>• Zielerreichung</li> </ul>
<b>Setting</b>	Workshop  5 Teilnehmer (inkl. Forscher): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglieder der Projektgruppe</li> <li>• 1 Teilnehmer in Datenerhebung Prozess PowerPoint beteiligt</li> <li>• Keine Kenntnisse NAF</li> <li>• 2 Mitglieder mit Kenntnissen BKM</li> </ul> Rolle des Forschers: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einweisung des Nutzers in Methode</li> <li>• Teilnehmender Beobachter</li> </ul> Ablauf: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vorstellung Methode CiA</li> <li>2. Einweisung in Ziel bezüglich Modellierung</li> <li>3. Einweisung in Absicht Forscher</li> <li>4. Feedbackrunde mit Teilnehmer</li> </ol>
<b>Fragenkatalog</b>	Anwendung Modellierungsmethode: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konnte aus Ihrer Sicht die Aufgabe erfüllt werden?</li> <li>2. Konnten alle vorhandenen Informationen überführt werden?</li> <li>3. Welche Schwierigkeiten gab es hinsichtlich der Anwendung der Methode?</li> <li>4. Sind alle zu nutzenden Elemente verständlich?</li> <li>5. Erscheinen alle zu erfassenden Informationen aus Ihrer Sicht nützlich zur Aufgabenerfüllung?</li> <li>6. Verglichen mit bekannten Methoden, wie eignet sich diese Methode zur Aufgabenerfüllung?</li> </ol>
<b>Kurzprotokoll</b>	Anwendung Modellierungsmethode: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Methode wurde durch alle Teilnehmer verstanden</li> <li>• Die Modellierung startete unmittelbar nach der Einweisung</li> <li>• Verständnisprobleme konnten keine festgestellt werden</li> </ul>

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Aus Sicht des SME konnte die Aufgabe erfüllt werden</li><li>• Die vorhandenen Informationen konnten überführt werden</li><li>• Der Mehrwert des Feldes Status wurde auch hier hinterfragt</li><li>• Eine farbliche Unterscheidung der Ebenen sollte vorliegen</li><li>• Eine Anwendung an einer großen Fläche (Wand) wurde einzeln gewünscht</li><li>• Im Vergleich zu bekannten Methoden (BKM) eignet sich CiA aus Sicht der SME besser zur Bearbeitung der vorliegenden Aufgaben</li></ul>
--	--

## Anlage 9 Übersicht Evaluationszyklus II – InnoMgmt

<p><b>Ziel</b></p>	<p>Untersuchung Modellierungsmethode</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständlichkeit transformiertes Modell</li> <li>• Erlernen der Methode (neue SME)</li> <li>• Handhabung / Anwendung</li> <li>• Effekt Anpassungen</li> <li>• Verständlichkeit</li> <li>• Zielerreichung</li> </ul>
<p><b>Setting</b></p>	<p>Mehrtägiger Workshop (3 Tage)</p> <p>6 Teilnehmer (inkl. Forscher):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Mitglieder der Projektgruppe</li> <li>• 2 Teilnehmer bereits in vorhergehendem Evaluationszyklus beteiligt</li> <li>• Keine Kenntnisse NAF</li> <li>• Mitglieder haben Kenntnisse BKM</li> </ul> <p>Rolle des Forschers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung transformiertes Modell zur inhaltlichen Qualitätssicherung</li> <li>• Einweisung des Nutzers in Methode</li> <li>• Teilnehmender Beobachter</li> </ul> <p>Ablauf:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vorstellung transformiertes Modell</li> <li>2. Kontrolle des Modells</li> <li>3. Vorstellung Methode CiA</li> <li>4. Einweisung in Ziel bezüglich Modellierung</li> <li>5. Einweisung in Absicht Forscher</li> <li>6. Modellierung</li> <li>7. Kontrolle des neuen transformierten Modells</li> <li>8. Feedbackrunde mit Teilnehmer</li> </ol>
<p><b>Fragenkatalog</b></p>	<p>Kontrolle transformiertes Modell:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erkennen Sie den gelieferten Inhalt aus Evaluationszyklus I wieder?</li> <li>2. Ist diese Darstellung für Sie verständlich?</li> <li>3. Können Sie die zusätzlichen Sichten / Diagramme (NOV-2) nutzen? (zweites Modell)</li> <li>4. Spiegelt das Modell den Inhalt aus Ihrer Sicht richtig wider?</li> </ol> <p>Anwendung Modellierungsmethode:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konnte aus Ihrer Sicht die Aufgabe erfüllt werden?</li> </ol>

	<ol style="list-style-type: none"> <li>2. Entsprechen die Änderungen Ihren Vorstellungen?</li> <li>3. Welche Schwierigkeiten gab es hinsichtlich der Anwendung der Methode?</li> <li>4. Sind alle zu nutzenden Elemente verständlich?</li> <li>5. Erscheinen alle zu erfassenden Informationen aus Ihrer Sicht nützlich zur Aufgabenerfüllung?</li> <li>6. Verglichen mit bekannten Methoden, wie eignet sich diese Methode zur Aufgabenerfüllung?</li> </ol>
<p><b>Kurzprotokoll</b></p>	<p>Kontrolle transformiertes Modell:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die SME des ersten Evaluationszyklus konnten das Modell direkt lesen</li> <li>• Die SME des ersten Evaluationszyklus erkannten ihren gelieferten Input wieder</li> <li>• Eine Einweisung der neuen SME in das Modell konnte durch die anderen SME durchgeführt werden</li> </ul> <p>Anwendung Modellierungsmethode:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Methode wurde durch alle Teilnehmer verstanden</li> <li>• Die Modellierung startete unmittelbar nach der Einweisung</li> <li>• Verständnisprobleme konnten keine festgestellt werden</li> <li>• Fehler in der Modellierung wurden durch die Gruppe erkannt</li> <li>• Aus Sicht des SME konnte die Aufgabe erfüllt werden</li> <li>• Die Anpassungen führten zu einer reibungslosen Durchführung der Modellierung</li> <li>• Der Mehrwert des Feldes Status wurde auch hier hinterfragt</li> <li>• Im Vergleich zu bekannten Methoden (BKM) eignet sich CiA aus Sicht aller SME (auch neue) besser zur Bearbeitung der vorliegenden Aufgaben</li> <li>• Zusätzliche Informationen wurden auf die Rückseite der Karten geschrieben</li> </ul> <p>Kontrolle transformiertes Modell:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle SME konnten das Modell lesen und kontrollieren.</li> <li>• Der NOV-2 wurde durch alle SME genutzt</li> <li>• Alle gelieferten Informationen wurden im Modell wiedergefunden</li> <li>• Die Kontrolle regte bereits zur inhaltlichen Diskussion bezüglich des Modells an</li> </ul>

## Anlage 10      Übersicht Evaluationszyklus III – InnoMgmt

<p><b>Ziel</b></p>	<p>Überprüfung transformiertes Modell</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Korrekte Umsetzung Leitlinien</li> </ul> <p>Diskussion bezüglich CiA</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ziel und Zweck</li> <li>• Mehrwert</li> </ul>
<p><b>Setting</b></p>	<p>Expertendiskussion</p> <p>6 Teilnehmer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Experten Modellierung und NAF</li> <li>• Verantwortlich für Vorgaben bezüglich OpArch Bw</li> </ul> <p>Rolle des Forschers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vorstellung transformiertes Modell</li> <li>• Vorstellung CiA</li> </ul> <p>Ablauf:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vorstellung transformiertes Modell</li> <li>2. Kontrolle bezüglich geltender Leitlinien</li> <li>3. Vorstellung Methode CiA</li> <li>4. Diskussion</li> </ol>
<p><b>Kurzprotokoll</b></p>	<p>Überprüfung transformiertes Modell:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Es konnten keine Fehler hinsichtlich der Leitlinien entdeckt werden</li> <li>• Eine genaue Überprüfung der verwendeten Stereotypen wurde nicht vorgenommen (lediglich Stichproben)</li> </ul> <p>Diskussion bezüglich CiA:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Problemstellung, aus welcher heraus CiA entwickelt wurde, wurde durch alle Experten bestätigt</li> <li>• Die Notwendigkeit einer pragmatischen Methode für Nicht-NAF-Experten wurde bestätigt</li> <li>• Die Nutzung von CiA im Projekt InnoMgmt wurde als zielführend bezeichnet</li> <li>• Das transformierte Modell wurde als durch CiA erzeugter Mehrwert definiert</li> <li>• Zur Bestätigung der Ergebnisse wurde festgelegt, CiA in weiteren Projekten zu nutzen</li> <li>• Die Erstellung eines Handbuchs zur Anwendung von CiA wurde gefordert</li> </ul>

## Anlage 11 Handbuch zur Nutzung CiA

# Anleitung zur Anwendung von **C**oncept **i**nto **A**rchitecture



## Inhaltsverzeichnis

- [1 Ziel der Anwendung](#)
  - [2 Modellierung mittels CiA-Karten](#)
    - [2.1 Karten](#)
    - [2.2 Konnektoren](#)
    - [2.3 Untergeordnete Handlungen / Prozesses / etc.](#)
  - [3 Beispiel](#)
    - [3.1 Beginn](#)
    - [3.2 Modellierung Prozessablauf](#)
    - [3.3 Detaillierte Modellierung einzelner Handlungen](#)
    - [3.4 Modellierung von Prozessen mit parallelen Handlungen](#)
  - [4 Digitalisierung eines Modells](#)
  - [5 Transformation GraphML-Datei](#)
  - [6 Einlesen in Sparx EA](#)
-

## 1 Ziel der Anwendung

Die Bundeswehr als moderne Organisation hat sich verpflichtet alle Prozesse im Geschäftsbereich des Bundesministeriums für Verteidigung zu modellieren. Weiterhin wird in diesem Rahmen auch das Ziel verfolgt, eine Unternehmensarchitektur für die Bundeswehr zu erstellen.

Daraus folgt, dass auch in Projekten der wissenschaftlichen Unterstützung nicht-technisch (WissUstg NT) die erzielten Ergebnisse in einer Form gesichert werden müssen, die es ermöglicht diese in die o.g. Unternehmensarchitektur zu überführen. Da sich die Bundeswehr verpflichtet hat das, von der NATO vorgegebene Framework für Architekturen von Streitkräften, Nato Architecture Framework kurz NAF, in der Version 3.1 zu nutzen, stellt dieses eine richtungsgebende Rahmenbedingung. Das Erfassen von Daten zur Modellierung eines Prozesses und die Darstellung und Sicherung dieser Informationen gemäß NAF wird durch die unterschiedlichen Sichten und Untersichten (View & Subview) definiert.

Zur Unterstützung der Modellierung dieser Prozesse bei der Anwendung wissenschaftlicher Methoden wurde die Anwendung Concept into Architecture (CiA) entwickelt. Ziel bei der Anwendung von CiA ist das Modellieren einzelner Teile des Nato Operational Views (NOV; hier die Sichten 2 und 5; NOV-2 & NOV-5), welche einen Teil der operationellen Architektur darstellen, die wiederum einen Teil der FFF<sup>1</sup> bildet.

CiA ermöglicht eine Modellierung in der Gruppe, zur Förderung der Interaktion, wie auch eine Modellierung ohne Beteiligung anderer Personen. Eine

---

<sup>1</sup> Funktionale Fähigkeitsforderung

Modellierung ist mit Hilfe von Karten, angelehnt an die BKM<sup>2</sup>, wie auch direkt am PC, mittels der Software „yEd“ möglich.

Das Ergebnis beider Verfahren lässt sich automatisiert in eine NAF-konforme Sichten umwandeln.

## 2 Modellierung mittels CiA-Karten

Grundlage zur Modellierung bildet die in Abbildung 1 dargestellte Karte. Mittels diesen Kartentyps wird die gesamte Modellierung durchgeführt. Bei der Durchführung ist beachten, dass jede Karte eine Handlung (Teil eines Prozesses / Teilprozess) darstellt. Die auf den Karten vorgefertigten Felder dienen zur Erfassung der benötigten Informationen, welche näher in 2.1 beschrieben werden. Untereinander werden die Karten mit den 2.2 aufgezeigten Konnektoren verbunden, da die Grundlage der Darstellung der Modellierung durch einen Graphen repräsentiert wird. Sollte im Verlauf der Modellierung eine Karte (Handlung / Teil eines Prozesses / Teilprozess) genauer definiert werden, ist durch die Darstellung einer untergeordneten Abstraktionsebenen möglich. Dies und das Darstellen von Nebenläufigkeiten wird in Kapitel 3 anhand eines Beispiels dargestellt.

### 2.1 Karten

Die Karten zur Modellierung werden durch einen einzigen Typ repräsentiert, welcher während der gesamten Modellierung eingesetzt wird. Alle notwendigen Informationen können durch die vorgefertigten Felder erfasst werden. Zusätzliche Felder dürfen nicht aufgezeichnet werden. Weiterhin

---

<sup>2</sup> Bildkartenmethode

dürfen nur die geforderten Informationen die die definierten Felder eingetragen werden. Sollten darüber hinaus deskriptive Erläuterungen zum Prozess / der Handlung etc. oder zu einem übertragenen Informationselement (siehe 2.2) als notwendig erachtet werden, können diese auf der Rückseite der Karte notiert werden. Die farbliche Gestaltung hat keinen Einfluss auf die Modellierung und dient lediglich der übersichtlichen Darstellung.

Die Beschriftung der Karten ergibt sich wie folgt:

- **Name**

Der Name der Handlung kann frei vergeben werden, jedoch dient er als eindeutiger Bezeichner, weshalb Dopplungen verboten sind.

Bei der Formulierung ist der Leitfaden der Architekturmodellierung im CPM zu beachten, der auf die Reihenfolge **Verb-Substantiv** verweist.

- **Akteur NOV-2**

Um die Handlung einem Akteur zuordnen zu können, sind hier alle Gruppen / Personen / Einheiten / etc. zu nennen, die an der Handlung beteiligt sind. Diese Akteure finden sich später im NOV-2 wieder. Sollte die Anzahl der beteiligten Entitäten zu hoch sein, kann alternativ auch die verantwortliche Gruppe / Person / Einheit / etc. eingetragen werden.

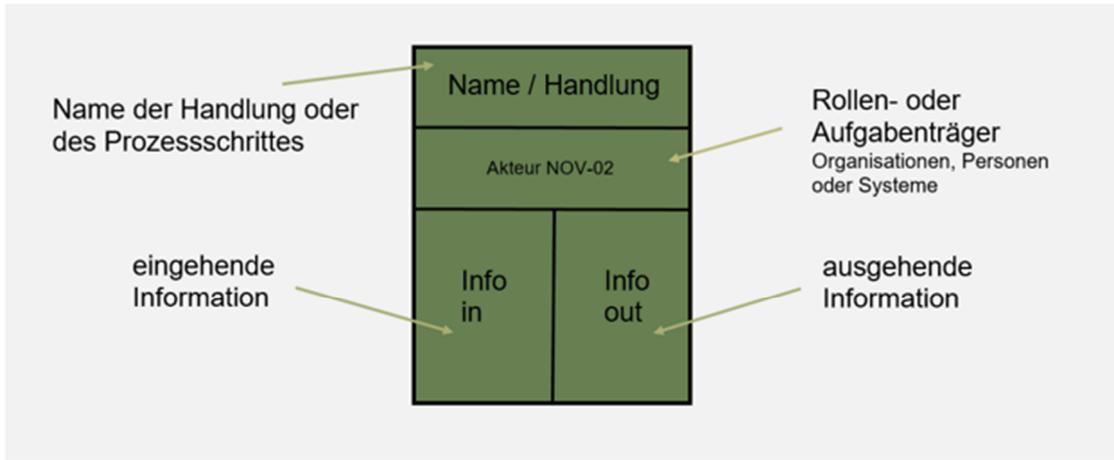
- **Info in**

Hier sind alle Informationen / Dokumente / etc. anzugeben, die in die dargestellte Handlung einfließen und diese damit starten.

- **Info out**

Hier sind alle Informationen / Dokumente / etc. anzugeben, die aus dieser Handlung folgen.

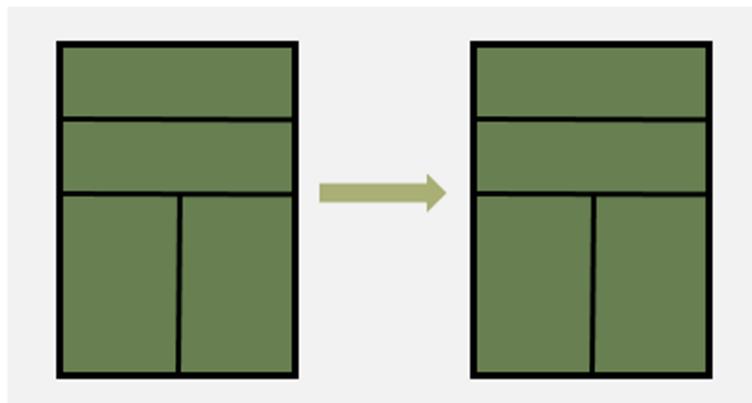
## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)



**Abbildung 1: Karte zum Modellieren**

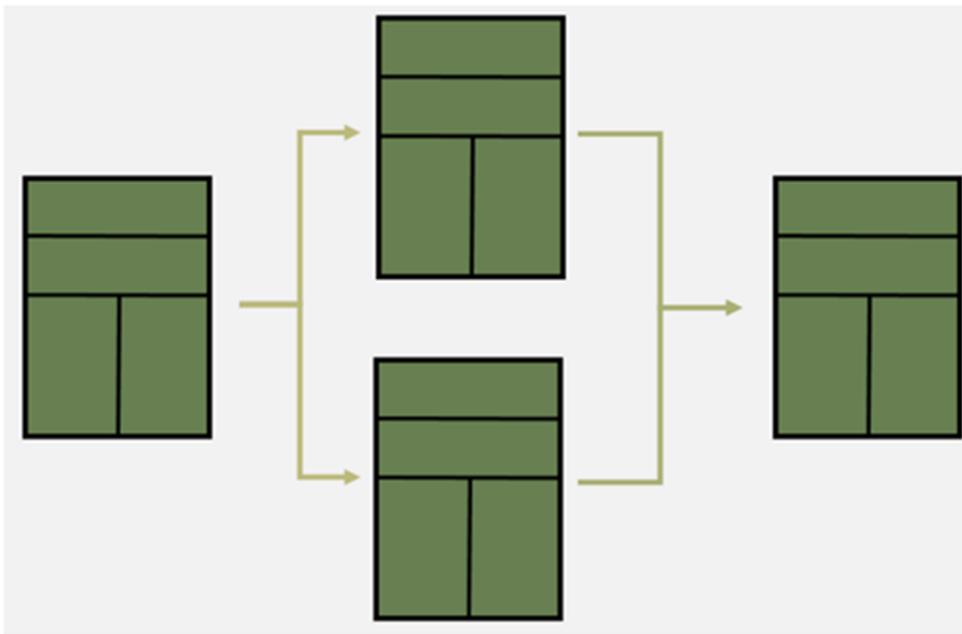
## 2.2 Konnektoren

Die Karten sind untereinander mit Konnektoren zu verbinden. Eine neue Karte kann nicht verwendet werden, wenn sie keine Verbindung zu einer vorherigen Karte besitzt (Ausnahme bildet die erste genutzte Karte, welche den gesamten Prozess repräsentiert, siehe 3.1). Hierfür wird ein Pfeil als Verbindung zwischen den Karten gezeichnet.



**Abbildung 2: Template der Konnektoren in yEd**

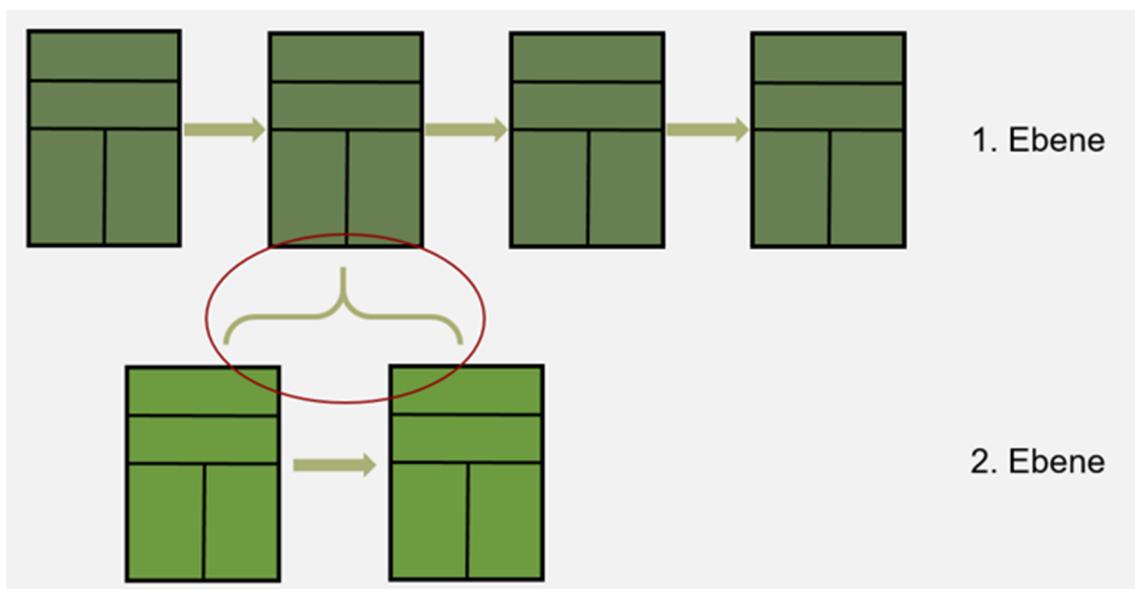
Ein Abbilden von Nebenläufigkeiten kann auch über die Darstellung der Konnektoren realisiert werden, wie es in Abbildung 3 dargestellt wird. Hierbei gilt es zu beachten, dass die Nebenläufigkeiten über die Konnektoren nicht definiert werden im Sinne „und“, „oder“, „ausschließendes oder“. Ist hier eine genaue Trennung bzw. Definition notwendig, kann diese an der Abzweigung der Konnektoren notiert werden.



**Abbildung 3: Abbilden von Nebenläufigkeiten**

## 2.3 Untergeordnete Handlungen / Prozesses / etc.

Das Abbilden von untergeordneten Prozessen / Handlungen / etc. erfolgt bei der Modellierung durch das Modellieren der untergeordneten Handlung unterhalb der zu definierenden Handlung / Prozesses etc. Um eine übersichtliche Darstellung gewährleisten zu können, wird die Darstellung der untergeordneten Handlung / Prozesses / etc. durch mittels einer Klammer dargestellt, wie es in Abbildung 4 gezeigt wird.



**Abbildung 4: Untergeordnete Prozesse / Handlungen / etc.**

### 3 Beispiel

Als Beispiel dient der Vorgang der Beantragung von Erholungsurlaub (EU), ausgehend vom Stellen des Antrags, über die Anspruchsberechnung, bis hin zur Genehmigung und Benachrichtigung. Hierbei wird ein idealtypischer Ablauf betrachtet, das heißt, der Urlaub wird genehmigt, da genügend Resturlaub vorliegt und es werden keine Änderungen im Laufe des Prozesses vorgenommen. Alle Abbildungen sind, der Lesbarkeit wegen, beigefügt als einzelne Datei Bilddateien zu finden.

Der Prozess erhält im folgenden Beispiel den Namen *Erholungsurlaub* und beginnt und endet mit folgenden Informationselementen, welche den Prozess auslösen und beenden.:

Info in:                   Urlaubsantrag

Info out:                Benachrichtigung über genehmigten EU

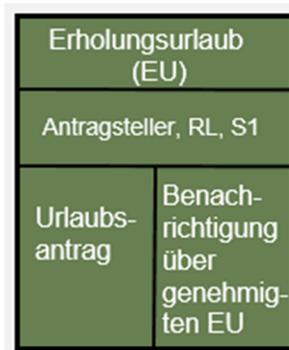
Das folgende Beispiel wird anhand einer Modellierung, mittels der Karten gezeigt.

### 3.1 Beginn

Die erste Karte stellt die dargestellte Operation / den Gesamtprozess dar und beinhaltet immer folgende Attribute:

- Name = Name des Gesamtprozesses
- Akteur NOV-2 = optional, hier kann der Gesamtverantwortliche eingetragen werden
- Info in (links) = Urlaubsantrag (triggert den Prozess)
- Info out (rechts) = Benachrichtigung über genehmigten EU (beendet den Prozess)

Es sind keine weiteren Attribute mehr notwendig, da dieser „Spielstein“ lediglich den Oberbegriff darstellt, respektive die Namensgebung des Prozesses repräsentiert.



**Abbildung 5: Erste Karte Gesamtprozess**

## 3.2 Modellierung Prozessablauf

Wie zu Beginn in Kapitel vier bereits skizziert, beginnt der Prozess mit dem Informationselement „Urlaubsantrag“ und endet mit „Benachrichtigung über genehmigten EU“. Hieraus wird die erste, so wie die letzte Handlung abgeleitet (siehe u.a. Auflistung, Punkt 1 und 5). Um den Prozess nun zu modellieren, müssen die Handlungen, welche sich zwischen dem definierten Anfang und Ende befinden ermittelt und in die richtige Reihenfolge gebracht und durch Pfeile (Konnektoren) miteinander verbunden werden. Hierzu kann bzw. sollten verschiedenste (Fach-) Experten beteiligt werden (Subject Matter Expert, kurz SME). Im Ergebnis ergeben sich zum Erreichen der letzten Handlung „Dienstliche Bekanntgabe“ folgende Handlungen:

1. stellen Antrag
2. bearbeiten Antrag
3. prüfen Antrag
4. genehmigen Antrag
5. bekanntgeben Antragsteller

Die in der Aufzählung gezeigten fünf Handlungen bilden die zweite Abstraktionsebene und einen Teilprozess dar. Das Ergebnis der Modellierung wird in Abbildung 6 gezeigt.

Das auslösende Element ist in diesem Fall der Urlaubsantrag, welcher jedoch erst in der ersten Handlung / Prozess / Teilprozess / etc. (Urlaubsantrag stellen) entsteht. Hieraus bedingt, besitzt die erste Karte keine ein-

gehende Information, jedoch die ausgehende Information Urlaubsantrag. Diese Information ist automatisch die eingehende Information der darauffolgenden Handlung / etc.

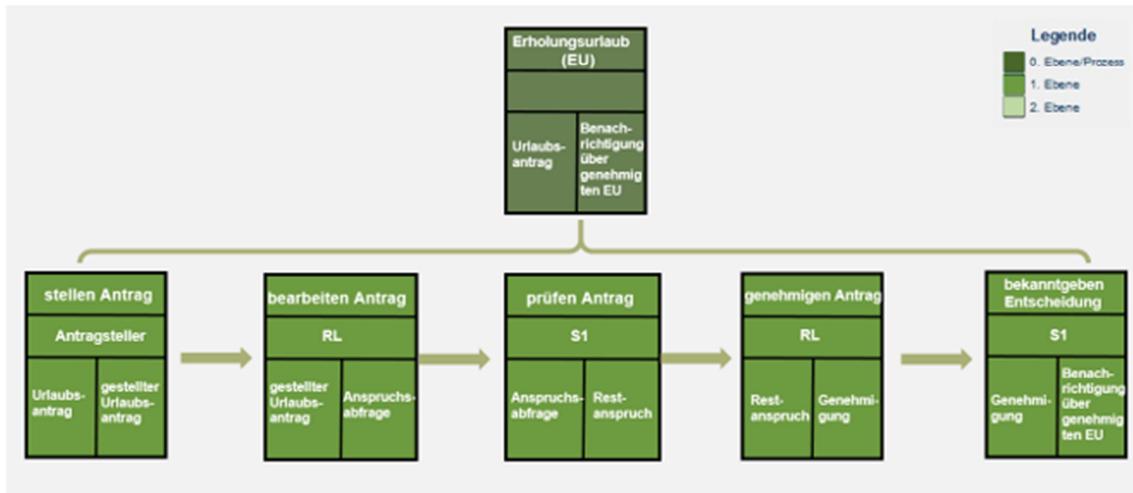


Abbildung 6: Modellierung erste und zweite Abstraktionsebene

### 3.3 Detaillierte Modellierung einzelner Handlungen

Im Anschluss an die Modellierung aller Handlungen auf der ersten Abstraktionsebene werden alle Handlungen modelliert, welche detaillierter dargestellt werden sollen. Der oder die ausgewählten Handlungen können sich durch beliebig viele weitere Handlungen detaillieren lassen und werden analog zur ersten Abstraktionsebene modelliert. Der hierfür benötigte Anfangs- oder Endzustand ist durch die übergeordnete Handlung gegeben. Im folgenden Beispiel wird die Handlung „prüfen Antrag“, zu sehen in Abbildung 7, detaillierter modelliert.



**Abbildung 7: „prüfen Antrag“**

Aus den ein- und ausgehenden Informationselementen lassen sich folgende untergeordnete Handlungen ableiten:

1. Auswerten Antrag
2. prüfen Resturlaub in Urlaubskarteikarte (UKK)

Die Modellierung der Handlung „Urlaubsanspruch prüfen“ in die aufgezeigten untergeordneten Handlungen wird in Abbildung 8 gezeigt.

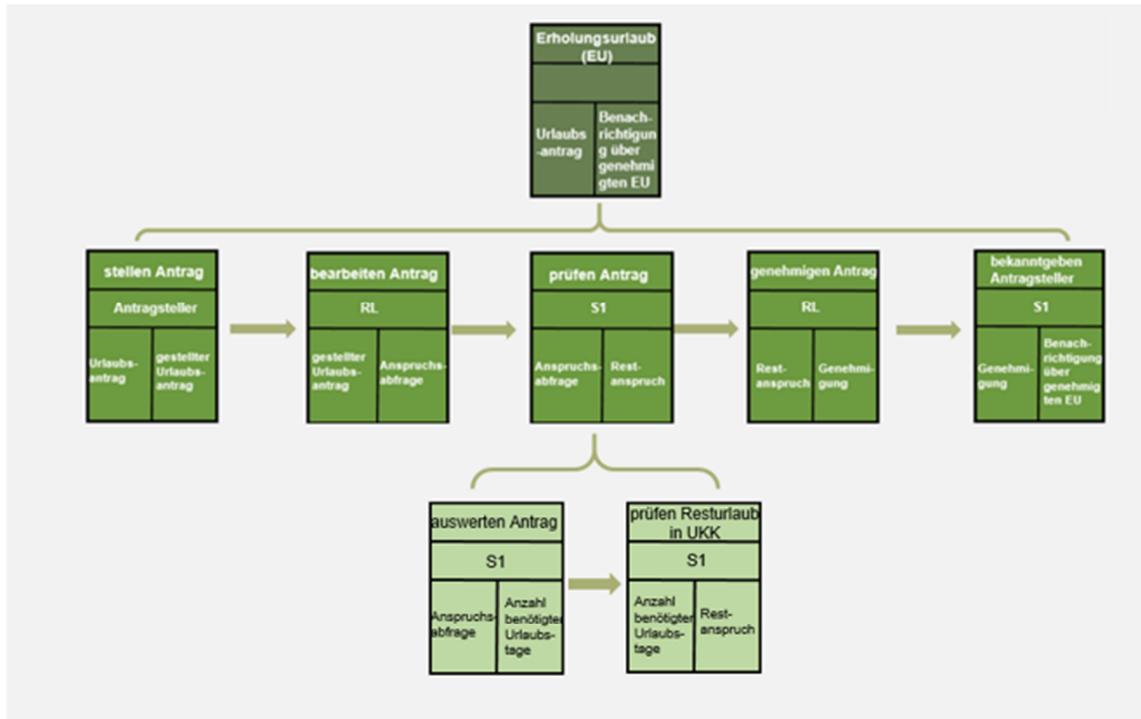


Abbildung 8: Urlaubsanspruch prüfen detailliert im Gesamtprozess

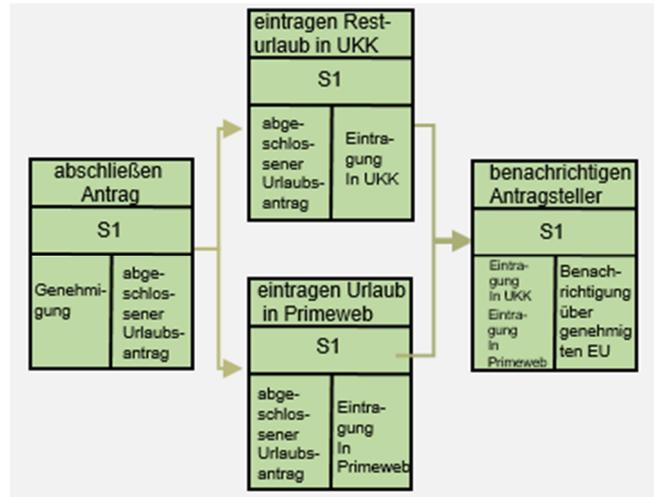
### 3.4 Modellierung von Prozessen mit parallelen Handlungen

Werden Handlungen parallel ausgeführt, sind diese nicht „nacheinander“, sondern „übereinander“ anzuordnen (siehe Abbildung 9). Jede Karte ist durch einen Pfeil (Konnektor) mit Vorgänger und Nachfolger verbunden. Im aufgeführten Beispiel wird der Karte „Dienstliche Bekanntgabe“ detaillierter modelliert. Diese unterteilt sich, abgeleitet aus ein- und ausgehenden Informationselementen n folgende Handlungen:

1. abschließen Antrag
2. eintragen Resturlaub in UKK
3. eintragen Urlaub in Primeweb

#### 4. benachrichtigen Antragsteller

Hierbei ist zu beachten, dass die Teilprozesse der Punkte 2 und 3 parallel stattfinden, wie in Abbildung 9 gezeigt wird. Die Einordnung dieser Modellierung in den Gesamtprozess und so auch das Ergebnis der Modellierung zeigt Abbildung 10.



**Abbildung 9: Detaillierung bekanntgeben Antragsteller**

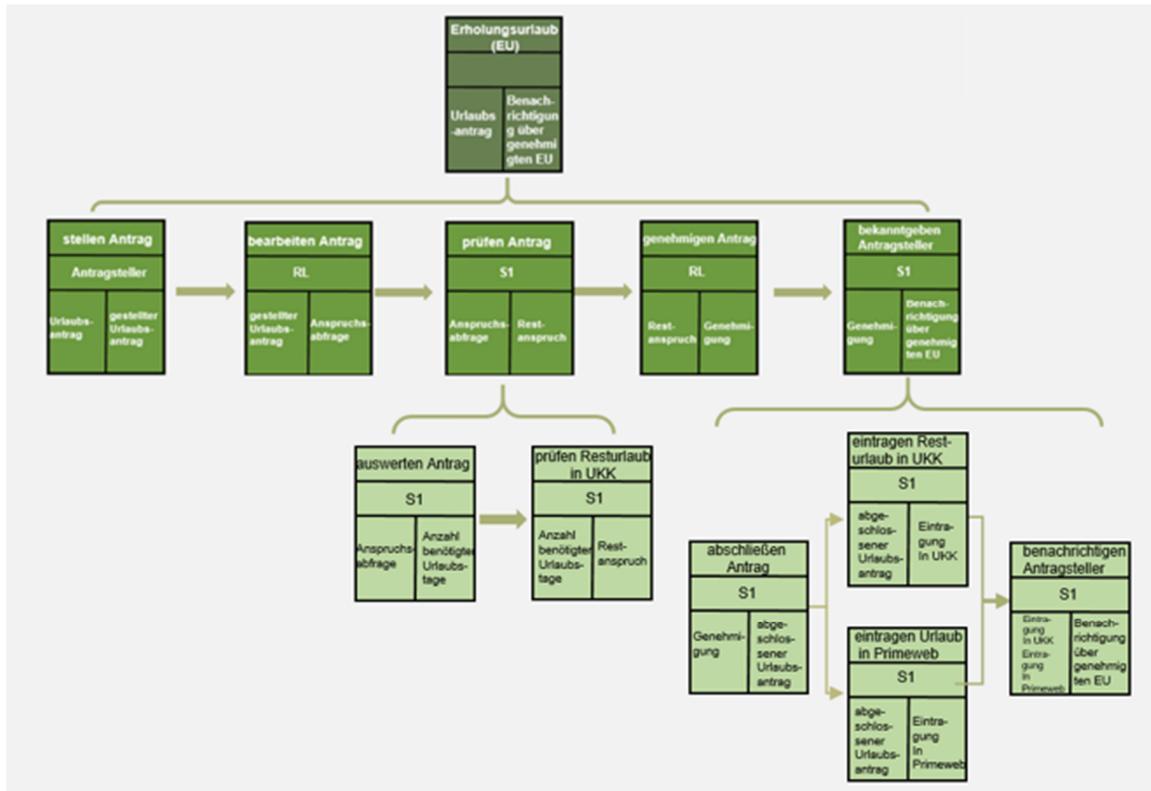


Abbildung 10: bekanntgeben Antragsteller detailliert im Gesamtprozess

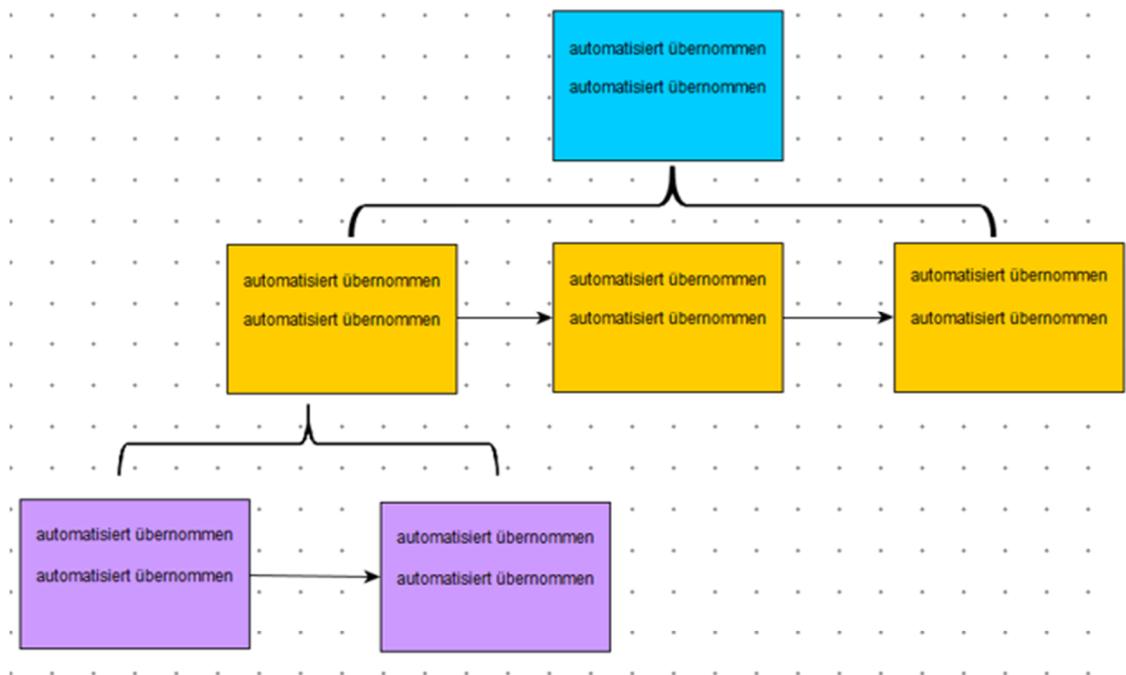
## 4 Digitalisierung eines Modells

Bereits in der Einleitung erwähnt, wird unter Zuhilfenahme der Software yEd das Ergebnis der im Beispiel aufgezeigten Modellierung digitalisiert. Weiterhin kann eine Modellierung direkt in der Software yEd erfolgen und bedarf nicht zwingend einer vorherigen Modellierung mittels Karten. Die Software yEd ist in der VU<sup>3</sup> PlgABw IV 2 (4) zu finden, als Teil der OR-Toolsuite.

Grundlage zur Digitalisierung oder ggf. zur Modellierung in yEd bildet eine vorgefertigte GraphML-Datei („yEd - Start.graphml“), welche in der VU unter P:\Transfer\CiA zu finden ist. Diese Datei ist zu kopieren und in einem frei wählbaren Verzeichnis abzulegen. Nach dem Öffnen der Datei zeigt sich Abbildung 11.

---

<sup>3</sup> Virtualisierungsumgebung, abrufbar im BWI Netz unter <https://www.wissust-gnt.svc/vpn/index.html>



**Abbildung 11: yEd Datei zum Beginn Digitalisierung / Modellierung**

Zur Übertragung aller Daten der vorherigen Modellierung mittels Karten, sind die Eigenschaften der Knoten (farbige Kästen) und Kanten (Pfeile) zu öffnen. Dies geschieht über die Auswahl des jeweiligen Objekts mit der rechten Maustaste. Danach ist jeweils der Reiter Daten auszuwählen. Abbildung 12 zeigt die Eigenschaften der Knoten, bei denen die Informationen der Felder „Name der Handlung“ und „Akteur NOV-2“ (sollten mehrere Akteure genannt werden, sind diese mittels Komma zu trennen) eingetragen werden müssen. Das Feld Beschreibung kann optional genutzt werden, falls zusätzliche Informationen (s. 2.1, Rückseite der Karte) erfasst wurden. Das Feld „Ueberprozess“ in den Eigenschaften ist obligatorisch, da sonst eine Transformation fehlschlägt. Hier ist der in Name der übergeordneten Handlung (s. 3.3) im **genauen Wortlaut** einzutragen.

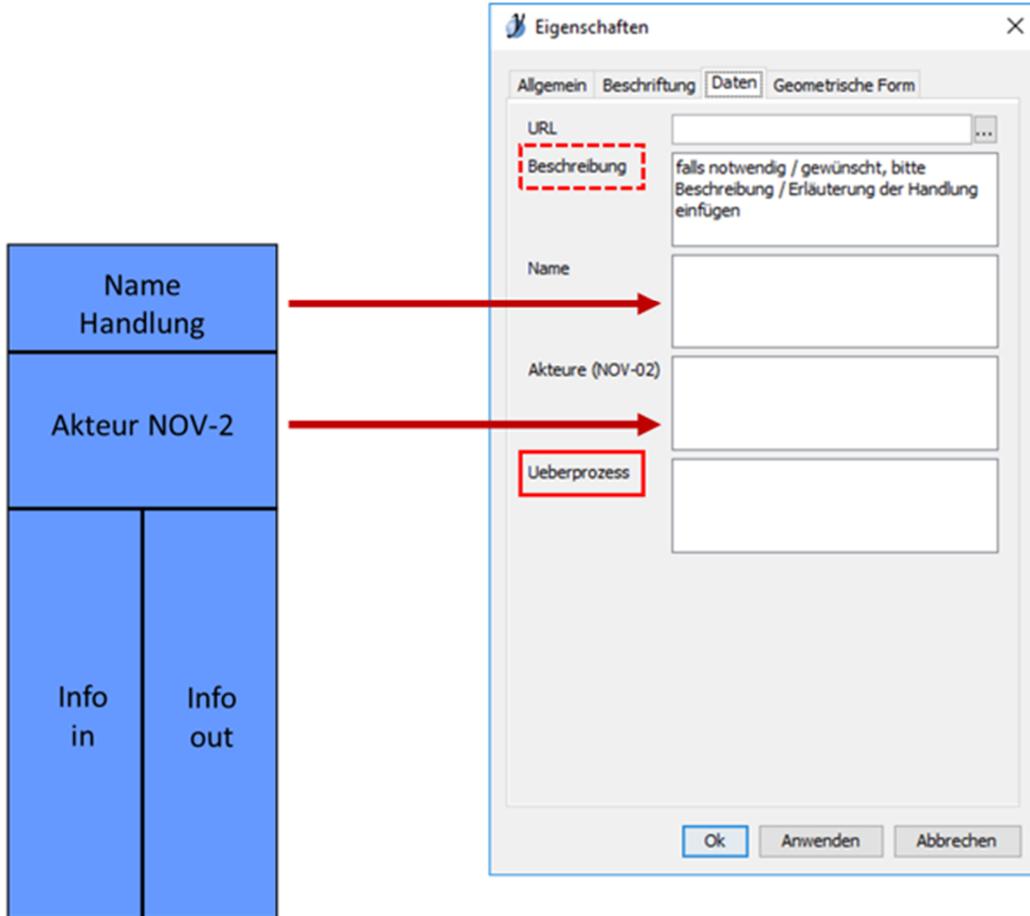
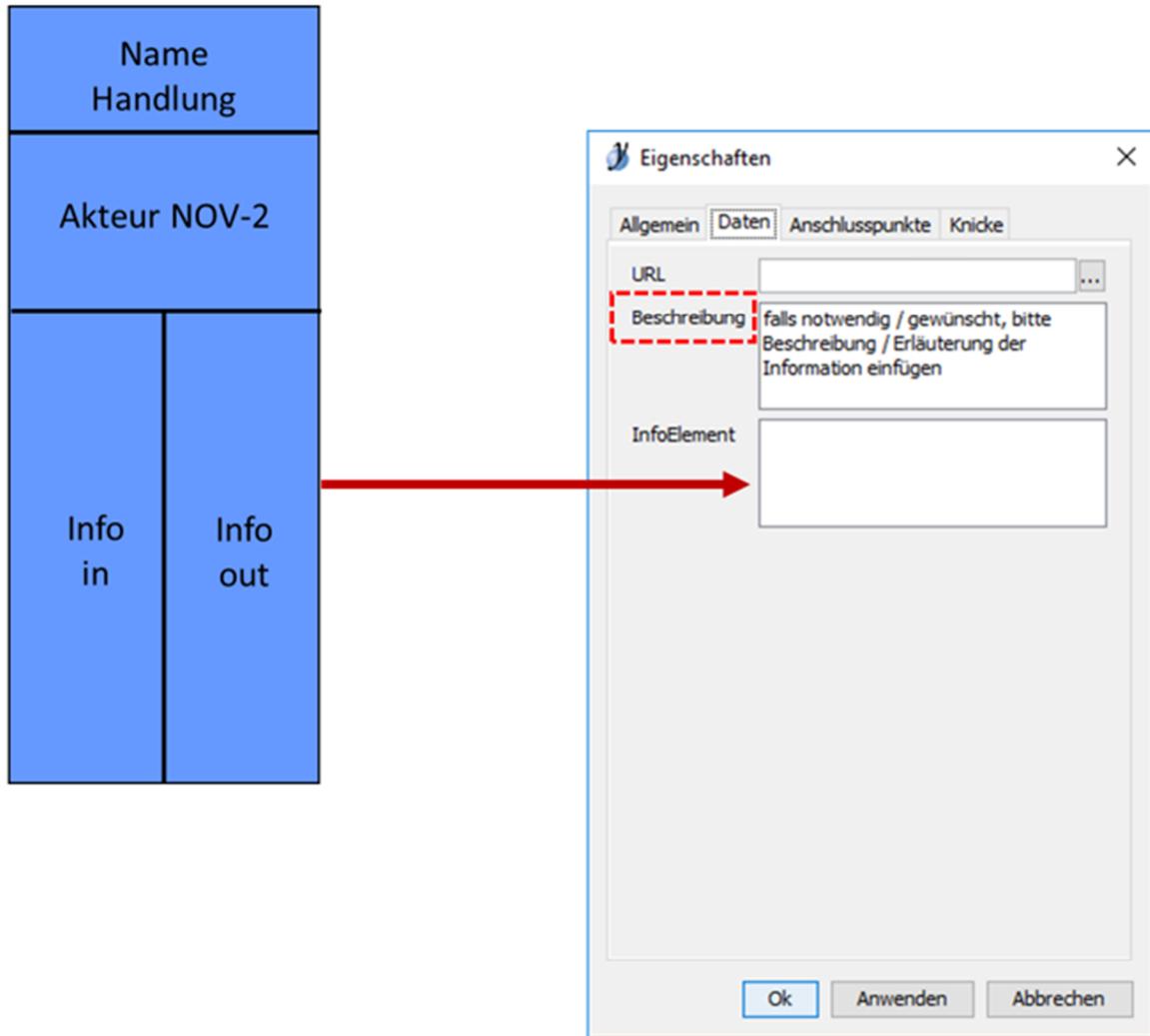


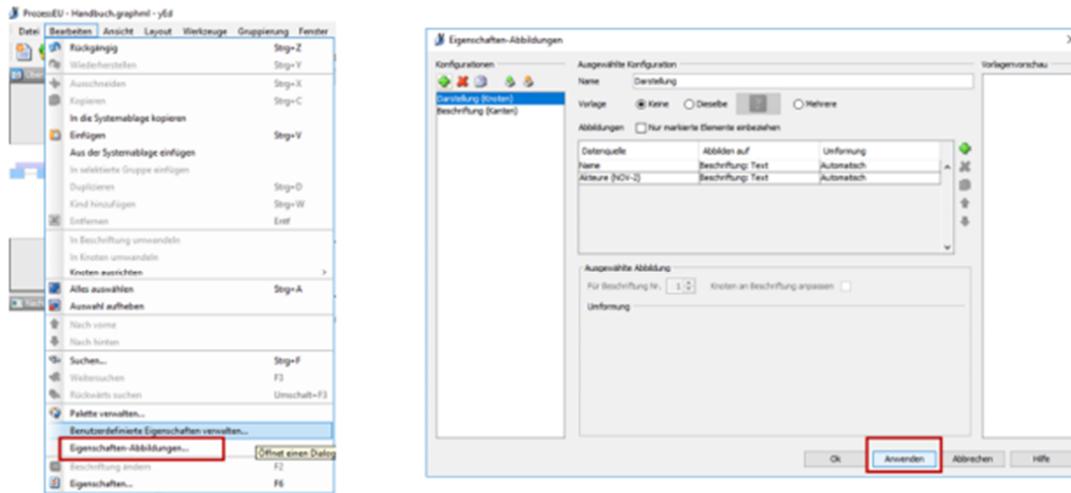
Abbildung 12: Übertragung Daten der Knoten

Mit den Informationen der Felder „Info in“ und „Info out“ ist analog zu verfahren, jedoch sind diese in den Eigenschaften der Kanten einzutragen. Zu beachten ist, dass lediglich die Information des Felds „Info out“ zu übernehmen ist, da diese Information automatisch zur „Info in“ im adjazenten Knoten wird (s. 2.2). Sind hier mehrere Informationen vorhanden, sind diese mittels Komma zu trennen. Hier ist ebenfalls die Möglichkeit gegeben, zusätzliche Informationen deskriptiver Art als Beschreibung hinzuzufügen. Diese spezifizieren später die Information welche übergeben wird.



**Abbildung 13: Übertragung Daten der Kanten**

Um die eingegebenen Daten auch grafisch anzeigen zu lassen ist die Funktion „Eigenschaften-Abbildungen“ zu nutzen. Diese Funktion wird über den Reiter „Bearbeiten“ und den Unterpunkt „Eigenschaften-Abbildungen“ aufgerufen. In dem sich daraufhin öffnenden Fenster wird über den Knopf „Anwenden“ das Darstellen der Informationen ausgeführt.



**Abbildung 14: Anzeigen der eingegebenen Informationen**

Im Folgenden wird der Antrag auf Zeitausgleich als Beispiel genutzt. Dieser sieht digitalisiert wie in Abbildung 14 dargestellt aus.

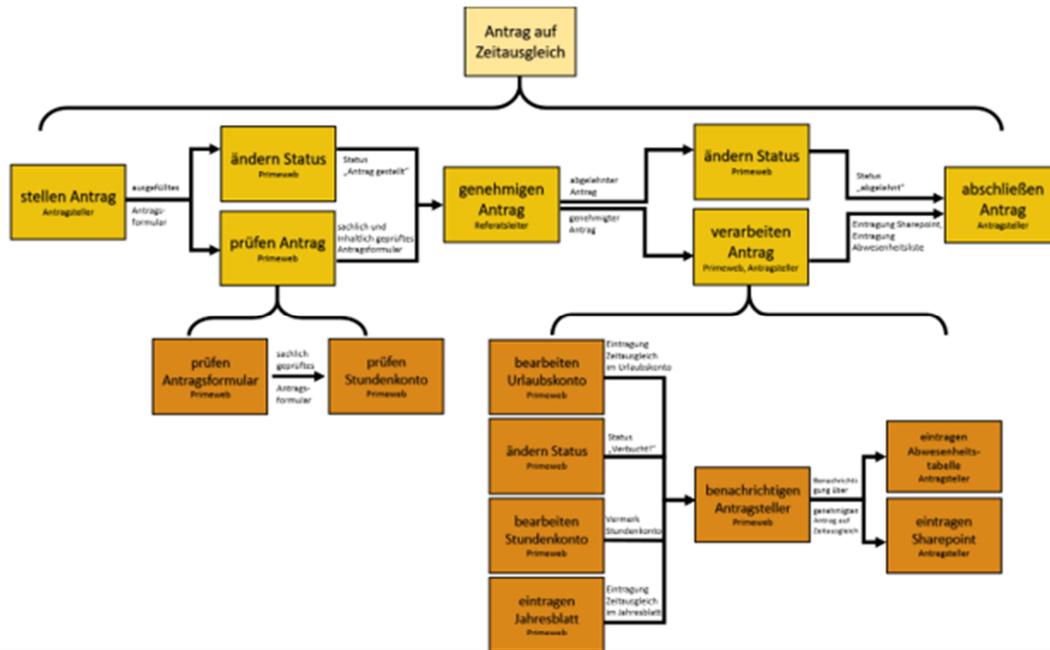


Abbildung 15: Digitalisiertes Beispiel des Antrags auf Zeitausgleich

## 5 Transformation GraphML-Datei

Nach abgeschlossener Digitalisierung / Modellierung mittel yEd muss die GraphML-Datei in ein mit Sparx<sup>4</sup> kompatibles Format umgewandelt werden. Hierzu muss in der OR-Toolsuite der VU in der Software „R“ das Paket „rJava“ installiert werden, welches sich ebenfalls unter P:\Transfer\CiA befindet.

<sup>4</sup> Sparx Enterprise Architect, vorgeschriebene Modellierungssoftware

## Design des Concept into Architecture (CiA)

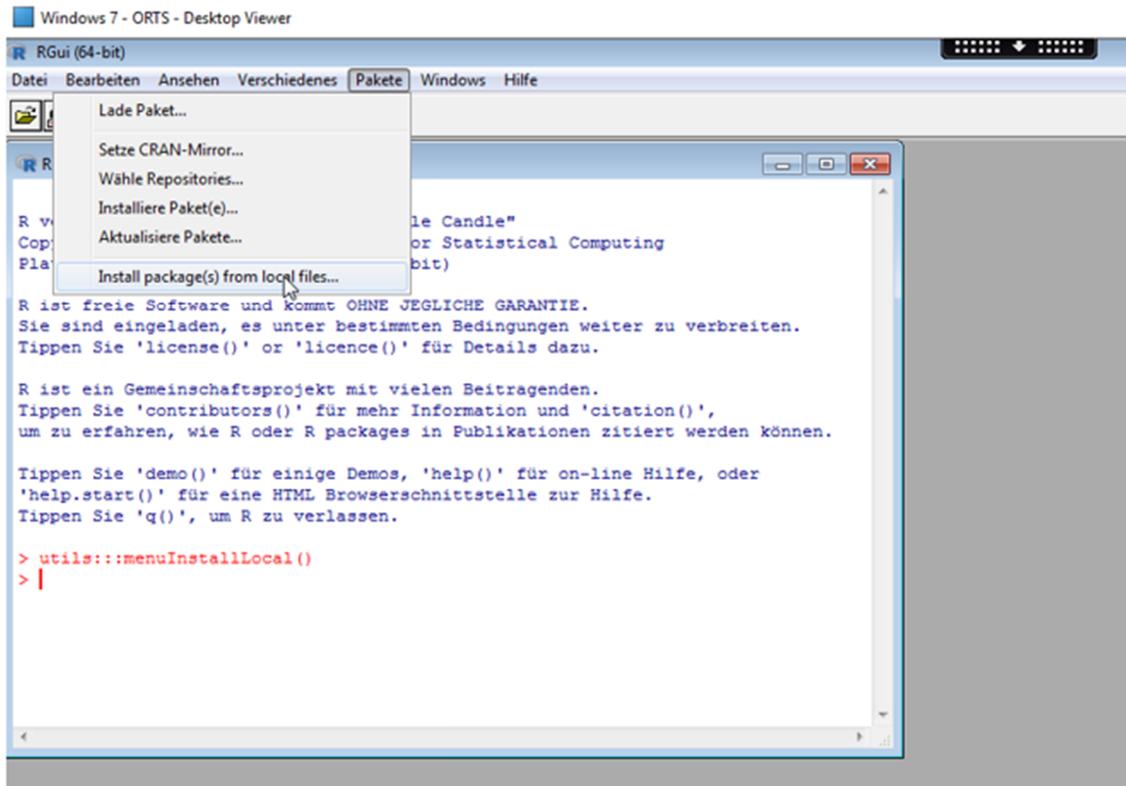
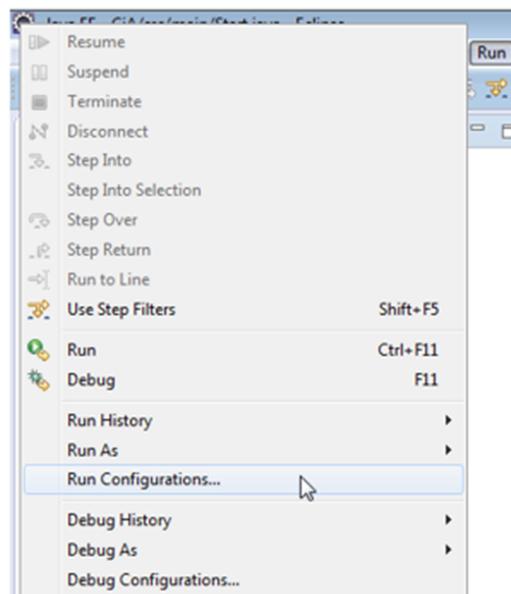


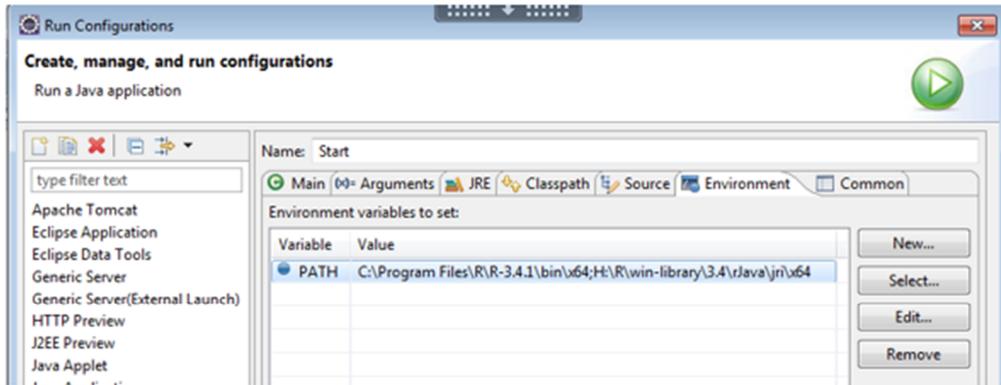
Abbildung 16: Installation Paket rJava

Im Anschluss daran wird die Entwicklungsumgebung „eclipse“ gestartet. Hierbei ist darauf zu achten, dass als „Workspace“ (wird beim erstmaligen Ausführen abgefragt) der Ordner „workspace“ unter P:\Transfer\CiA angegeben wird, da dieser das entsprechende Projekt (beinhaltet die notwendige Software zur Transformation) enthält. Vor der erstmaligen Ausführung der Software aus „eclipse“, ist unter dem Reiter „Run“ der Unterpunkt „Run Configurations“ auszuwählen.



**Abbildung 17: Einstellungen eclipse**

Hier ist unter dem Punkt „Environment“ die Variable „PATH“ mit dem Wert „C:\Program Files\R\R-3.4.1\bin\x64;H:\R\win-library\3.4\rJava\jri\x64“ anzulegen. Der Pfad verweist auf die dll-Dateien der Software „R“ und des Pakets „rJava“.



**Abbildung 168: Erstellen der Variable PATH**

Nachdem die genannten Einstellungen vorgenommen wurden, ist die Klasse „Start.java“ unter „CiA/src/main“ mit „Run Start“ auszuführen.

## Design des Concept into Architecture (CiA)

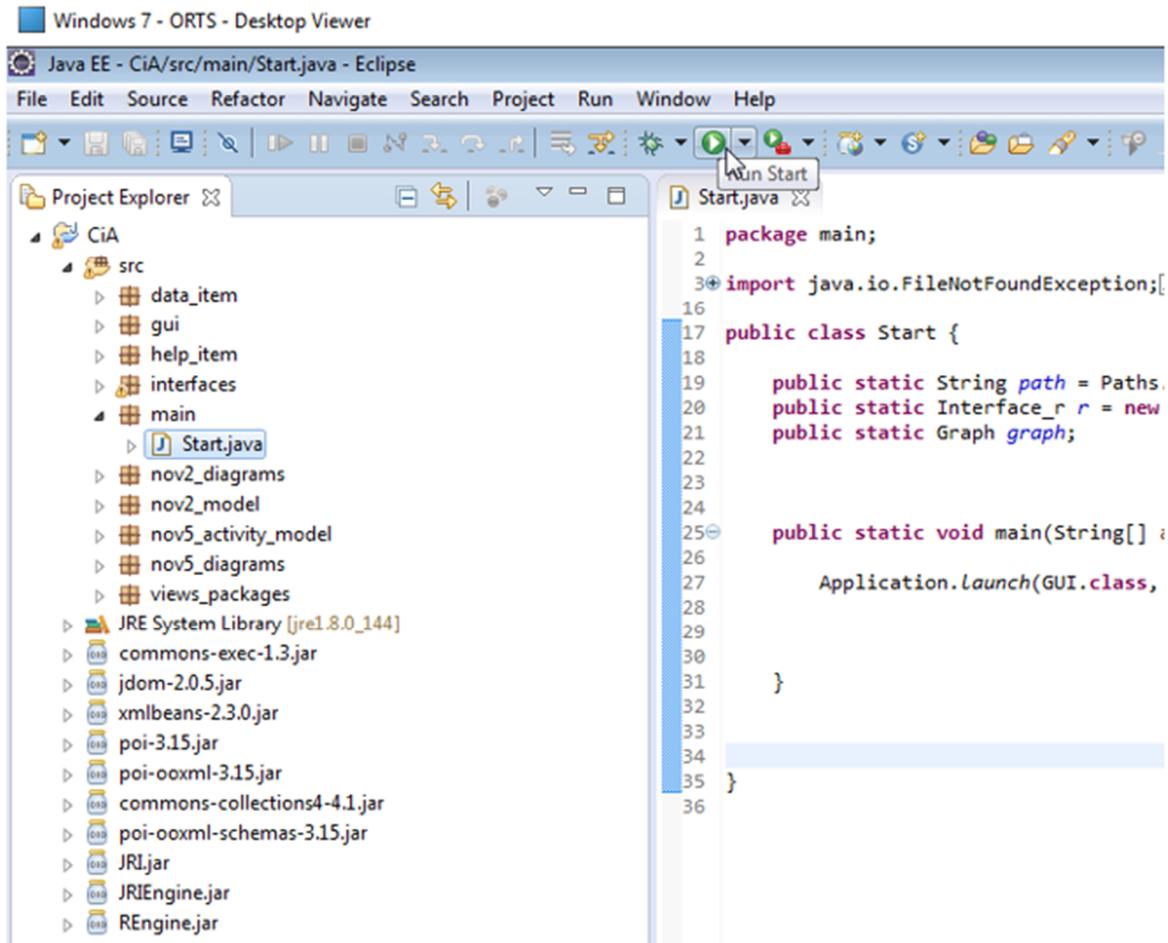
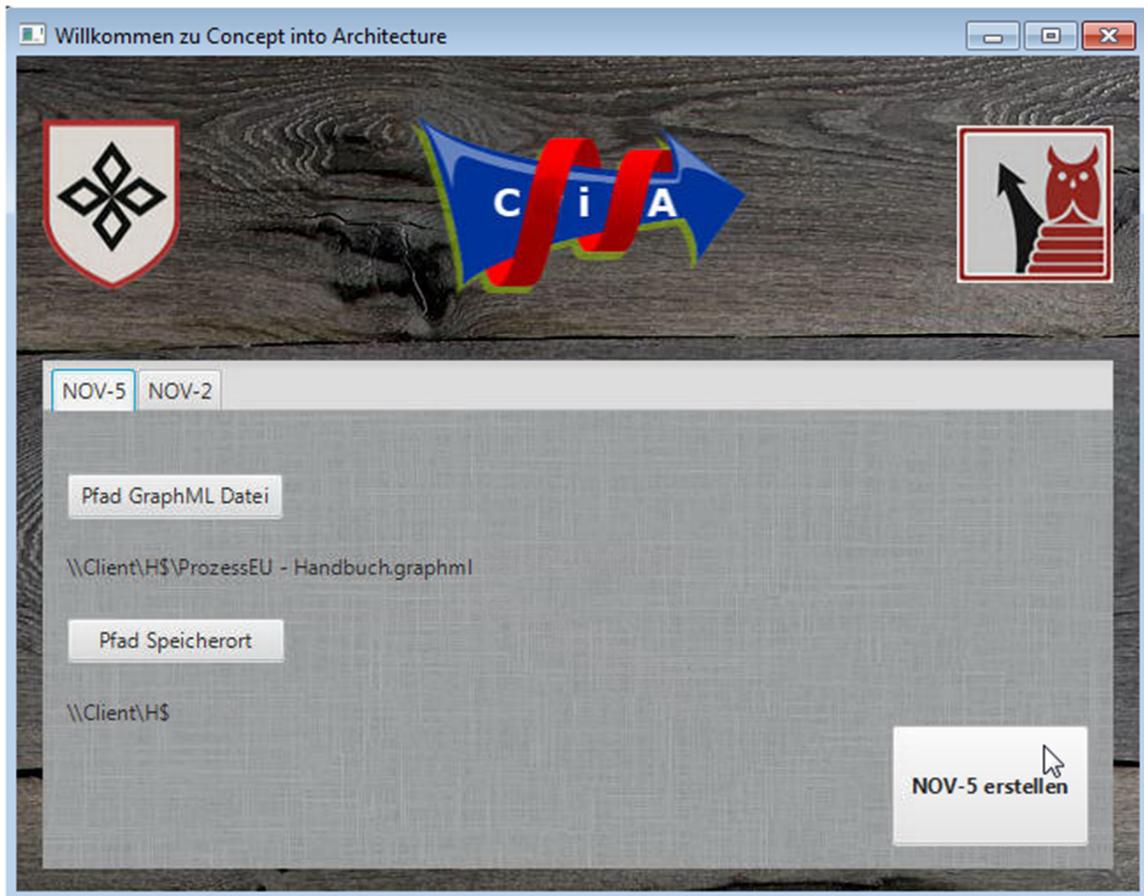


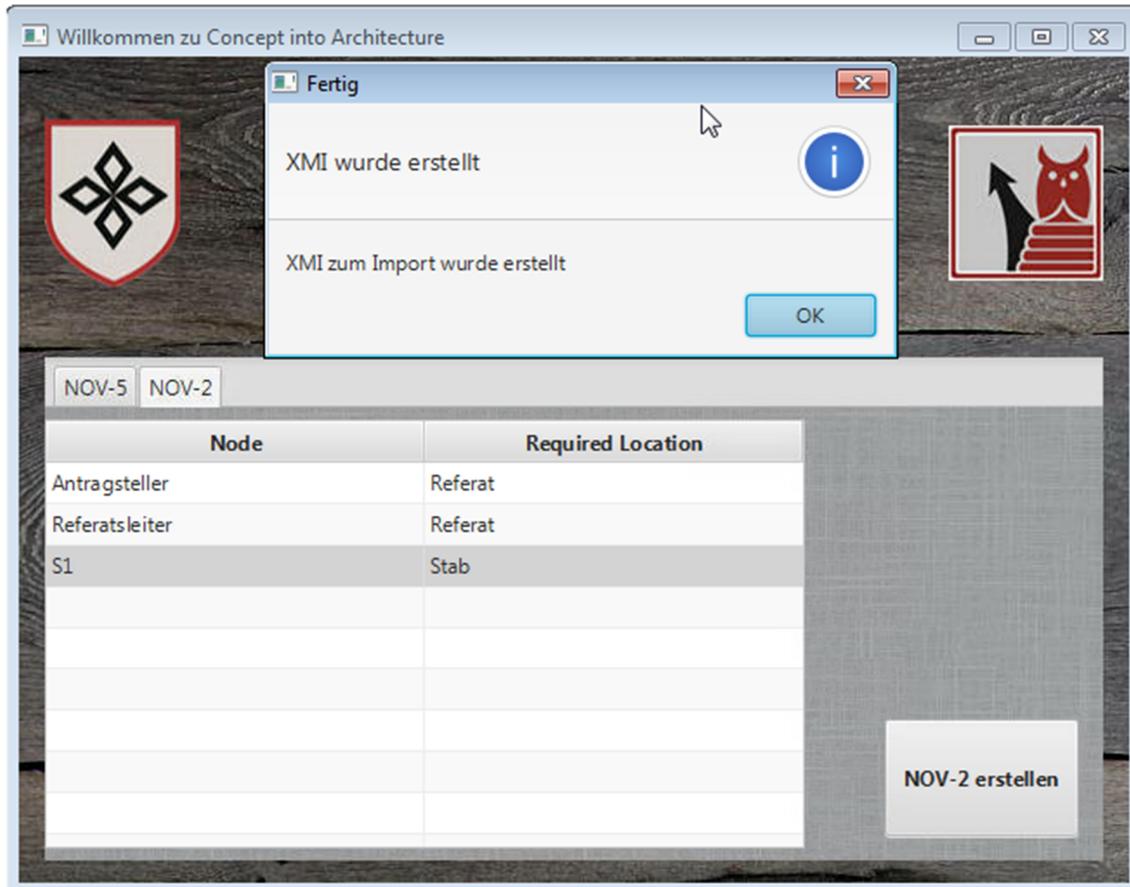
Abbildung 19: Ausführen der Software

Nach dem Start der Software ist der Pfad der erstellten GraphML-Datei, wie auch der Pfad zum Speichern der transformierten Datei anzugeben. Sind beide Pfade angegeben, ist mit dem Button „NOV-5 erstellen“ die Transformation zu starten.



**Abbildung 20: Erstellung NOV-5 mit CiA**

Im Anschluss daran, ist der Reiter „NOV-2“ auszuwählen. Hier findet sich nun eine Liste aller beteiligten „Akteure NOV-2“, welche in der Modellierung angegeben wurden. Gemäß dem NAF sind für alle Entitäten im NOV-2 Information zur „Required Location“ anzugeben. Sollten diese (Verortung der Personen / Akteure / Einheiten /etc., z.B. Stab) bereits bekannt sein, ist ein Eintragen in der Tabelle, gefolgt von einer Bestätigung mit der „Enter-Taste“ möglich. Abschließend ist der Button „NOV-2 erstellen“ zu betätigen. Sollten keine Informationen zur „Required Location“ vorliegen, ist der genannte Button dennoch zu bestätigen, da die Transformation andernfalls nicht abgeschlossen werden kann. Nach erfolgreicher Transformation, wird dies durch ein sich öffnendes Fenster bestätigt.



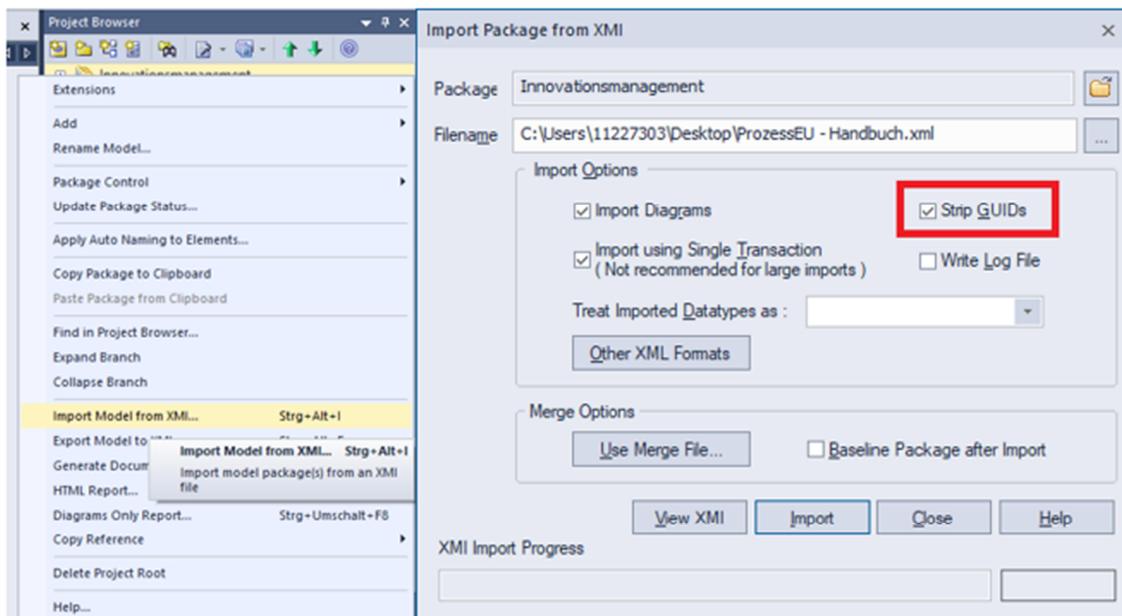
**Abbildung 21: NOV-2 Erstellung und Abschluss Transformation**

Ab hier findet jegliche weitere Bearbeitung im Sparx Enterprise Architect statt, für dessen Lizenz der Lehrgang „Sparx Werkzeuge“ besucht werden muss.

## 6 Einlesen in Sparx EA

Die bei der Transformation erstellte XML-Datei muss nun in Sparx importiert werden. Hierzu muss im „Project Browser“ mit der rechten Maustaste die Auswahl geöffnet werden und der Unterpunkt „Import Model from XMI“ ausgewählt werden. In dem sich daraufhin öffnenden Fenster ist der Pfad

der durch die Transformation erstellten XML-Datei anzugeben. Vor dem Start des Imports über den Button „Import“ ist es zwingend notwendig, dass der Haken in der Checkbox „Strip GUIDs“ gesetzt ist. Sollte dieser Haken nicht gesetzt sein, ist eine korrekte Anwendung des ADMBw<sup>5</sup> nicht möglich. Nachdem der Button „Import“ betätigt wurde, öffnet sich ein Fenster welches mit der Auswahl „Ja“ zu schließen ist.



**Abbildung 22: Import der XML Datei**

Dargestellte Nebenläufigkeiten, sind durch die im „Leitfaden Architekturmodellierung im CPM“ (siehe NOV-5 im Punkt Verzweigung) gezeigten Elemente „OperationalDeterminationNode“ (oder, ausschließendes oder) und

<sup>5</sup> Architekturdatenmodell der Bundeswehr, „geschneidertes“ Metamodell des NAF für die Bundeswehr

„OperationalForkNode & OperationalJoinNode“ (und) nachträglich anzupassen.

Für das Beispiel Antrag auf Zeitausgleich würde dann die NOV-2 wie in Abbildung 23 dargestellt, und die NOV-5 in der ersten Ebene wie in Abbildung 24 dargestellt aussehen.

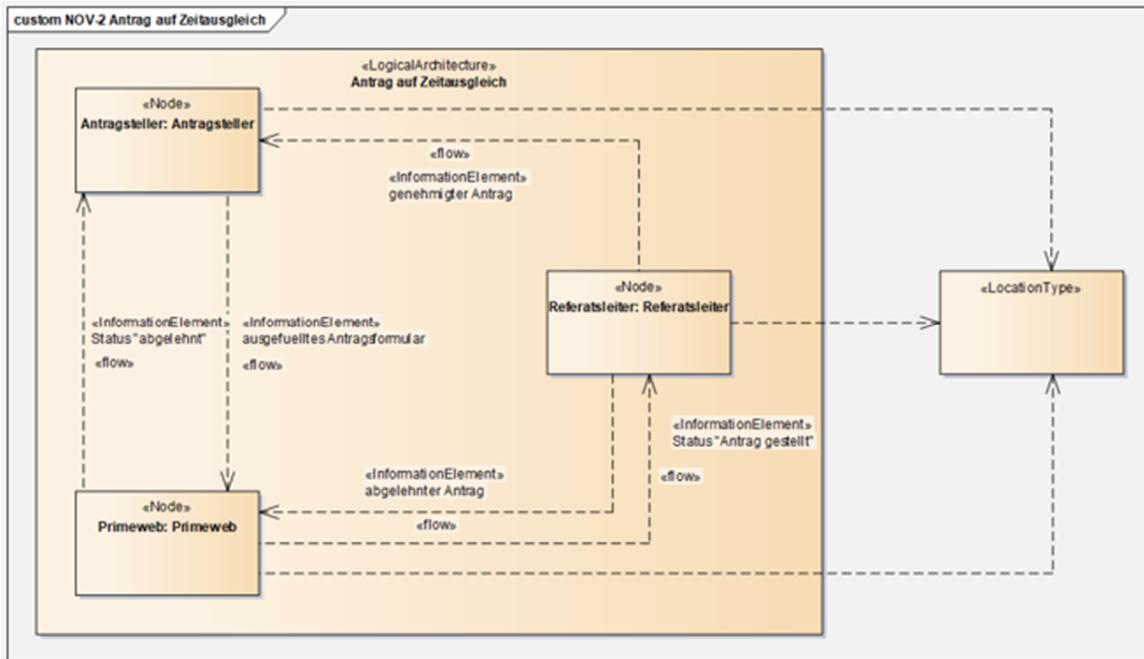


Abbildung 23: NOV 2 – Antrag auf Zeitausgleich



## Anlage 12      Übersicht Evaluationszyklus IV – InnoMgmt

<p><b>Ziel</b></p>	<p>Überprüfung Vorlagen in yEd</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständlichkeit</li> <li>• Anwendung</li> <li>• Probleme</li> </ul> <p>Überprüfung Tool</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verständlichkeit</li> <li>• Anwendung</li> <li>• Probleme</li> </ul>
<p><b>Setting</b></p>	<p>Testcase I – Cognitive Walkthrough</p> <p>5 Teilnehmer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzerbetreuer / Admins</li> <li>• Keine Kenntnisse Modellierung etc.</li> </ul> <p>Rolle des Forschers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellung Handlungsbeschreibung</li> <li>• Einweisung Testpersonen</li> </ul> <p>Ablauf:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einweisung in Nutzung Vorlagen und Tool</li> <li>2. Durchführen der Handlungsschritte durch Testpersonen</li> <li>3. Diskussion Handlungsschritte und Verbesserungen</li> </ol> <p>Testcase II – Co-Discoverys-Method</p> <p>10 Teilnehmer:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Paare aus Nutzerbetreuer / Admins und zukünftige Nutzer</li> <li>• Keine Kenntnisse Modellierung etc.</li> </ul> <p>Rolle des Forschers:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Einweisung Testpersonen</li> <li>• Teilnehmende Beobachtung</li> </ul> <p>Ablauf:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Einweisung in Nutzung Vorlagen und Tool</li> <li>2. Durchführen Modellierung</li> <li>3. Diskussion bezüglich Verbesserungen</li> </ol>
<p><b>Kurzprotokoll</b></p>	<p>Testcase I – Cognitive Walkthrough</p>

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Farbliche Unterteilung in den Vorlagen (analog zu den Karten der Modellierungsmethode)</li><li>• Reihenfolge der benutzerdefinierten Eigenschaften sollte gleich zur Reihenfolge der Informationen der Karten sein</li><li>• Alle Informationen (benutzerdefinierte Eigenschaften) sollten auf den ersten Blick erkennbar sein</li><li>• Einführen von Hilfsmitteln zur Unterscheidung der Ebenen gewünscht</li><li>• Keine Probleme bei Nutzung des Tools</li></ul> <p>Testcase II – Co-Discoverys-Method</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Änderungen aus Cognitive Walkthrough erzielen gewünschte Ergebnisse</li><li>• Keinerlei Schwierigkeiten bei Modellierung mit Vorlagen</li><li>• Keine Probleme bei Nutzung des Tools</li></ul>
--	---

## Anlage 13 Übersicht Evaluationszyklus V – InnoMgmt

<b>Ziel</b>	Untersuchung Mehrwert Nutzung CiA <ul style="list-style-type: none"> <li>• Nutzung transformiertes Modell</li> <li>• Arbeit mit transformiertem Modell</li> </ul>
<b>Setting</b>	Arbeitszeitraum über mehrere Monate (ca. drei Monate) <ul style="list-style-type: none"> <li>• Workshops online</li> <li>• Workshops vor Ort</li> </ul> 10 Teilnehmer: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Teammitglieder Projekt InnoMgmt (SME)</li> </ul> Rolle des Forschers: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich für Dokumente hinsichtlich operationeller Architekturen</li> <li>• Teilnehmende Beobachtung</li> </ul> Ablauf: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Vorstellung transformiertes Modell</li> <li>2. Inhaltliche Qualitätssicherung</li> <li>3. Kontrolle Modell (Refinement)</li> <li>4. Identifikation möglicher Anknüpfungspunkte neuer Software</li> <li>5. Kontrolle Modell (Refinement)</li> </ol>
<b>Fokus</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Erkennen alle SME ihren gelieferten Input im transformierten Modell?</li> <li>2. Ist das transformierte Modell für alle SME verständlich?</li> <li>3. Können alle Sichten und Diagramme durch die SME genutzt werden?</li> <li>4. Wurde das ursprüngliche Modell inhaltlich korrekt durch das Tool transformiert?</li> <li>5. Wird das transformierte Modell für weitere Arbeiten genutzt?</li> <li>6. Liegt der Fokus bei der Arbeit mit dem Modell auf den inhaltlichen Aspekten?</li> <li>7. Fördert das Modell die weiteren Arbeiten / regt es zur inhaltlichen Diskussion an?</li> </ol>
<b>Kurzprotokoll</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alle SME konnten mit dem transformierten Modell arbeiten</li> <li>• Es gab keine Verständnisschwierigkeiten bei der inhaltlichen Kontrolle des Modells</li> <li>• Der Inhalt wurde korrekt überführt (Tool)</li> </ul>

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Das Modell wurde in jedem Workshop durch die SME genutzt</li><li>• Alle Sichten und Diagramme wurden durch die SME genutzt</li><li>• Das Modell diente als Grundlage für alle inhaltlichen Diskussionen</li><li>• Anhand des Modells wurden die Anknüpfungspunkte für eine spätere Software identifiziert</li><li>• Alle Funktionen der Software, basierend auf den Anknüpfungspunkten, wurden in Form einer Sicht des NAF dokumentiert (durch Forscher)</li><li>• Die Kontrolle dieser Sichten und die Verknüpfung mit bestehenden Sichten waren für jeden SME möglich</li></ul>
--	---

<b>Ziel</b>	Proof of Concept <ul style="list-style-type: none"> <li>• Anwendung und Nutzung Modellierungsmethode</li> <li>• Transformation mittels Tools</li> <li>• Nutzung transformiertes Modell</li> </ul>
<b>Setting</b>	Interview mit 2 Personen, welche die CiA in einem Projekt nutzten  2 Teilnehmer (SME Projekt zur Schließung einer identifizierten Fähigkeitslücke): <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verantwortlich für Durchführung von Workshops zur Erstellung einer OpArch (initial)</li> </ul> Rolle des Forschers: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Interviewer</li> </ul> Ablauf: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. SME stellen Projekt vor</li> <li>2. SME präsentieren Ergebnisse</li> <li>3. Interview der SME</li> </ol>
<b>Fragenkatalog</b>	Anwendung Modellierungsmethode: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konnte aus Ihrer Sicht die Aufgabe erfüllt werden?</li> <li>2. Gab es Schwierigkeiten in der Einweisung der Nutzer?</li> <li>3. Konnten alle Nutzer die Methode anwenden?</li> <li>4. War der Einsatz von CiA hilfreich?</li> <li>5. Traten Probleme bei der Modellierung auf?</li> </ol> Transformation mittels Tools: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Gab es Probleme bei der Transformation (Anwendung oder technisch)?</li> <li>2. Traten Fragen bei der Nutzung des Tools auf?</li> <li>3. Sind Ihnen Punkte aufgefallen, die verbessert werden sollten?</li> </ol>

	<p>Nutzung transformiertes Modell:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wurde das Modell inhaltlich korrekt transformiert?</li> <li>2. Wie wurde das Modell im weiteren Verlauf des Projekts genutzt?</li> </ol>
<p><b>Kurzprotokoll</b></p>	<p>Anwendung Modellierungsmethode:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Die Methode wurde durch alle Nutzer verstanden</li> <li>• Verständnisprobleme konnten keine festgestellt werden</li> <li>• Es traten keine Probleme bei der Modellierung auf</li> <li>• Die Modellierung hatte klar den Fokus auf den inhaltlichen Themen, nicht auf der Methode o. Ä.</li> <li>• Aus Sicht des SME konnte die Aufgabe erfüllt werden</li> </ul> <p>Transformation mittels Tools:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Keine Probleme mit Tool oder Vorlagen in yEd</li> <li>• Keine Verbesserungsvorschläge</li> </ul> <p>Nutzung transformiertes Modell:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modell wurde durch Nutzer einer inhaltlichen Qualitätssicherung unterzogen</li> <li>• Nutzer konnten mit transformiertem Modell arbeiten (dieses verstehen und lesen)</li> <li>• Modell wurde externer Expertenstelle zur Kontrolle gegeben (korrekte Umsetzung Leitlinien)</li> <li>• Zwei verwendete Stereotypen müssen geändert werden</li> <li>• Instanziierung eines Objekts muss geändert werden (anderes übergeordnetes Objekt)</li> <li>• Modell markiert einen Meilenstein in der Projektarbeit</li> </ul> <p>Allgemein:</p>

## Design des **C**oncept into **A**rchitecture (CiA)

	<ul style="list-style-type: none"><li>• Im Vergleich zu bekannten Methoden (BKM) eignet sich CiA aus Sicht der Methodenverantwortlichen besser zur Bearbeitung der vorliegenden Aufgaben</li><li>• Meilenstein erste Version OpArch wurde schneller erreicht als in früheren Projekten</li><li>• OpArch wurde als nützlich angesehen, nicht als zusätzliche Arbeit</li></ul>
--	--