

# Modellierung und Optimierung von Bürgerdiensten am Beispiel der Stadt Landshut

## **Dissertation**

zur Erlangung des akademischen Grades  
Doktor der Ingenieurwissenschaften  
(Dr.-Ing.)  
in der Wissenschaftsdisziplin Informatik

eingereicht an der  
Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät  
der Universität Potsdam

von  
Dipl.-Inf. Reinhard Höllerer

Potsdam, den 1. September 2016

Gutachter: Prof. Dr.-Ing. Werner Zorn  
Prof. Dr.-Ing. Norbert Gronau  
Prof. Dr. Hans-Gert Gräbe

Datum der Disputation: 16. Februar 2017

Online veröffentlicht auf dem  
Publikationsserver der Universität Potsdam:  
<https://doi.org/10.25932/publishup-42598>  
<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:kobv:517-opus4-425986>

---

## Danksagungen

Zuallererst möchte ich meinen Dank für die Betreuung dieser Arbeit meinem Doktorvater Herrn Prof. Dr.-Ing. Werner Zorn zum Ausdruck bringen. Seine Impulse und Fachkompetenz sowie die offene wie kritisch-produktive Zusammenarbeit waren sehr wertvoll für das Gelingen dieser Arbeit.

Mein Dank gilt auch den Kollegen aus dem Bürgerbüro der Stadtverwaltung Landshut, namentlich Amtsleiter Herr Franz Fischer mit den Mitarbeitern Herr Günther Finsterhölzl und Herr Reinhard Huber.

Weiterhin möchte ich mich bei Herrn Bürgermeister Hans Rampf sowie dem Referenten Herrn Andreas Bohmeyer für die Projektgenehmigung bedanken.

Anerkennung zolle ich dem Kollegen Herrn Christian Häglsperger für die Unterstützung bei der Auswertung der Datenreihen aus dem Ticketautomaten.

Ein weiterer Dank geht an den Urheber des Warteschlangenverwaltungssystems *Godot*, Herrn Mario Oswald (Hasso-Plattner-Institut), für seine Impulse sowie an den Kommilitonen aus dem Dissertationsteam Dr. Stephan Kluth, Mitarbeiter in der Forschungsgruppe von Prof. Dr.-Ing Werner Zorn am Hasso-Plattner-Institut an der Universität Potsdam.

Danken möchte ich meinen Kindern Johanna und Hans-Georg für die Projektphasen Redaktion und Übersetzung.

Zu guter Letzt bin ich meiner Frau Barbara für die langjährige Geduld, für ihr Verständnis in problematischen Projektphasen und für ihre ideelle Unterstützung zu tiefstem Dank verpflichtet.

Landshut, den 1. September 2016

Reinhard Höllerer





---

## Kurzfassung

Die Projektierung und Abwicklung sowie die statische und dynamische Analyse von Geschäftsprozessen im Bereich des Verwaltens und Regierens auf kommunaler, Länder- wie auch Bundesebene mit Hilfe von Informations- und Kommunikationstechniken beschäftigen Politiker und Strategen für Informationstechnologie ebenso wie die Öffentlichkeit seit Langem.

Der hieraus entstandene Begriff E-Government wurde in der Folge aus den unterschiedlichsten technischen, politischen und semantischen Blickrichtungen beleuchtet.

Die vorliegende Arbeit konzentriert sich dabei auf zwei Schwerpunktthemen:

- Das erste Schwerpunktthema behandelt den Entwurf eines hierarchischen Architekturmodells, für welches sieben hierarchische Schichten identifiziert werden können. Diese erscheinen notwendig, aber auch hinreichend, um den allgemeinen Fall zu beschreiben.

Den Hintergrund hierfür liefert die langjährige Prozess- und Verwaltungserfahrung als Leiter der EDV-Abteilung der Stadtverwaltung Landshut, eine kreisfreie Stadt mit rund 69.000 Einwohnern im Nordosten von München. Sie steht als Repräsentant für viele Verwaltungsvorgänge in der Bundesrepublik Deutschland und ist dennoch als Analyseobjekt in der Gesamtkomplexität und Prozessquantität überschaubar.

Somit können aus der Analyse sämtlicher Kernabläufe statische und dynamische Strukturen extrahiert und abstrakt modelliert werden.

Die Schwerpunkte liegen in der Darstellung der vorhandenen Bedienabläufe in einer Kommune. Die Transformation der Bedienanforderung in einem hierarchischen System, die Darstellung der Kontroll- und der Operationszustände in allen Schichten wie auch die Strategie der Fehlererkennung und Fehlerbehebung schaffen eine transparente Basis für umfassende Restrukturierungen und Optimierungen.

Für die Modellierung wurde FMC-eCS eingesetzt, eine am Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik GmbH (HPI) im Fachgebiet Kommunikationssysteme entwickelte Methodik zur Modellierung zustandsdiskreter Systeme unter Berücksichtigung möglicher Inkonsistenzen (Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Werner Zorn [ZW02, ..., ZW10]).

- Das zweite Schwerpunktthema widmet sich der quantitativen Modellierung und Optimierung von E-Government-Bediensystemen, welche am Beispiel des Bürgerbüros der Stadt Landshut im Zeitraum 2008 bis 2015 durchgeführt wurden. Dies erfolgt auf Basis einer kontinuierlichen Betriebsdatenerfassung mit aufwendiger Vorverarbeitung zur Extrahierung mathematisch beschreibbarer Wahrscheinlichkeitsverteilungen.

Der hieraus entwickelte Dienstplan wurde hinsichtlich der erzielbaren Optimierungen im dauerhaften Echteinsatz verifiziert.

## Abstract

The project development and implementation as well as the static and dynamic analysis of business processes in the context of administration and governance on a municipal, federal state or national level by information and communication technology, has concerned the media along with politicians and strategists for information technology as well as the general public for a long time.

The here-from defined term of E-Government has been examined as the focal point of discussion from most diverse technical, political and semantic perspectives.

The present work focuses on two main topics:

- The first main topic approaches the development of a hierarchical architecture model for which seven hierarchical layers can be identified. These seem to be necessary as well as sufficient to describe the general case.  
The background is provided by the long-term processual and administrative experience as head of the IT department at the municipality of Landshut, an independent city with 69.000 inhabitants located in the north-east of Munich. It is representative of many administrative processes in the Federal Republic of Germany, but nonetheless still manageable concerning its complexity and quantity of processes.  
Therefore, static and dynamic structures can be extracted from the analysis of all core workflows and modelled abstractly.  
The emphases lie on the description of the existing operating procedures in a municipality. The transformation of the operating requirements in a hierarchical system, the modeling of the control and operational states within all layers, as well as the strategy of error recognition and troubleshooting create a transparent basis for extensive restructuring and optimisation.  
For modeling was used FMC-eCS, a methodology for the description of state discrete systems, developed at the Hasso-Plattner-Institute for Software Systems Engineering (HPI) in the subject area of communication systems. Furthermore inconsistent system statuses are taken into consideration (advisor: Prof. Dr.-Ing. Werner Zorn [ZW02, ..., ZW10]).
- The second main topic focuses on the quantitative modeling and optimisation of the E-Government process chain at Landshut's Citizens Advice Bureau (2008 up to 2015). This is based on a continuous data acquisition with sophisticated pre-processing to extract mathematically describable probability distributions.  
The derivation of a duty roster for actual application and a quality control conclusively verify the developed stochastic method.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1	Verwaltungsstrukturen vs. Bürgeranspruch .....	1
1.2	Öffentliche Verwaltung vs. private Unternehmen.....	1
1.3	Verwaltungsmodernisierung und Motivation.....	2
1.4	Hauptziele der Modellierung.....	3
1.5	Kritische Erfolgsfaktoren .....	4
1.6	Methodik .....	5
1.7	Werkzeuge .....	5
1.8	Betrachtungsobjekt .....	6
1.9	Aufbau der Arbeit .....	6
<b>2</b>	<b>State of the Art.....</b>	<b>8</b>
2.1	<b>Entwicklungslinien des eBusiness / Ist-Situation Web 1.0 / Web 2.0 / Web 3.0 .....</b>	<b>8</b>
2.1.1	Web 1.0.....	8
2.1.2	Web 2.0 - Tim O'Reilly .....	9
2.1.3	Web 3.0 - Das semantische Web .....	10
2.2	<b>Traditionelle Organisationskonzepte.....</b>	<b>10</b>
2.2.1	Das Funktionsprinzip.....	10
2.2.2	Das Organisationsprinzip (divisional) .....	11
2.2.3	Das Organisationsprinzip (Matrix) .....	11
2.3	<b>Modellierungsprinzipien und -konzepte.....</b>	<b>11</b>
2.3.1	Das Lebenslagenprinzip.....	12
2.3.2	Das Produktprinzip .....	13
2.3.3	Das Google- / Chaosprinzip.....	13
2.3.4	Das amorphe Prinzip: virtuelles Rathaus.....	14
2.3.5	Das Contentprinzip: Enterprise Content Management (ECM) .....	14
2.3.6	Das Ressourcenoptimierungsprinzip: Enterprise Resource Planning (ERP) .....	15
2.3.7	Geschäftsprozessorientierung .....	15
	2.3.7.1 Geschäftsprozessmanagement: Business Process Management (BPM)...	16
	2.3.7.2 Geschäftsprozessoptimierung: Business Process Reengineering (BPR) ..	16
2.3.8	ARIS Framework.....	17
2.3.9	Serviceorientierte Architekturen (SOA) .....	18
2.3.10	CORBA .....	20
2.4	<b>Weitere Modellierungsansätze (Feinanalysen) .....</b>	<b>21</b>
2.4.1	Ansatz Nr. 1 von Prof. Dr. Rainer Thome (Erfassung: Ministeriale Leistungen) ..	21
2.4.2	Ansatz Nr. 2 von Prof. Dr. Rainer Thome (Erfassung: Kommunale Leistungen) ..	21
2.4.3	Ansatz Prof. Pieper (Kempten): Web Application Integrator .....	23

---

2.4.4	Rollenansatz aus KWI-Projektberichten der Universität Potsdam .....	23
<b>2.5</b>	<b>Standardisierungsgrad / Komplexitätsgrad .....</b>	<b>25</b>
<b>2.6</b>	<b>Strukturierungsansätze / Werkzeuge / atomare Details .....</b>	<b>28</b>
2.6.1	ARIS-Konzepte, ARIS-Notationen .....	28
2.6.2	Standards und Architekturen für E-Government-Anwendungen (SAGA) .....	28
2.6.3	Dokumentenmanagement und elektronische Archivierung (DOMEA) .....	29
2.6.4	XÖV-konforme IT-Standards .....	29
2.6.5	Ansatz der digitalen Signatur .....	30
2.6.6	Webservices .....	30
2.6.7	Modellierungsnotationen .....	31
2.6.7.1	Ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK) .....	33
2.6.7.2	Business Process Model and Notation (BPMN) .....	35
2.6.7.3	Unified Modeling Language (UML) .....	37
2.6.7.4	Business Process Execution Language (BPEL) .....	37
2.6.7.5	Entity Relationship Model (E/R-Modell) .....	38
2.6.7.6	Petri-Netze / oPN .....	38
2.6.7.7	Die FaMoS-Methode .....	40
2.6.7.8	Die PICTURE-Methode .....	42
2.6.8	Prozessregister und Prozessbibliotheken .....	43
<b>2.7</b>	<b>Produkte und Lösungen der IT-Branche .....</b>	<b>44</b>
<b>2.8</b>	<b>Zusammenfassung .....</b>	<b>45</b>
<b>3</b>	<b>Grundlagen der verwendeten Modellierungsmethoden .....</b>	<b>46</b>
<b>3.1</b>	<b>Fundamental Modeling Concepts (FMC) .....</b>	<b>46</b>
3.1.1	FMC – Aufbauplan .....	47
3.1.2	FMC – Ablaufplan .....	48
3.1.3	FMC – Wertebereichsplan .....	49
<b>3.2</b>	<b>FMC-eCS .....</b>	<b>50</b>
3.2.1	Begriffliche Grundlagen .....	51
3.2.2	Systemtheoretische Zustände: Operationszustand / Steuerzustand .....	54
3.2.3	Operationszustand versus Steuerzustand .....	54
3.2.4	Servicebehandlung einer (un-)kritischen Aktion .....	55
3.2.5	Hierarchische Modellierung .....	57
3.2.6	Interaktion je Ebene im kritischen Aktionsfeld .....	59
<b>3.3</b>	<b>FMC-QE .....</b>	<b>60</b>
3.3.1	Darstellungsarten .....	61
3.3.2	Grundgesetze in der Leistungsanalyse .....	65
3.3.3	Modellierung der Bedienanforderung .....	66
3.3.4	Modellierung der Transition .....	66
3.3.5	Modellierung der Außenwelt .....	67
<b>3.4</b>	<b>Warteschlangentheorie .....</b>	<b>68</b>
3.4.1	Warteschlangensystem (WS-System) .....	68
3.4.2	Warteschlangennetze (WS-Netze) .....	70
3.4.3	WS-Netze mit mehreren Auftragsklassen .....	73
3.4.4	Deterministische WS-Systeme .....	74
3.4.5	Stochastische WS-Systeme .....	74

3.4.6	Markovsche WS-Systeme.....	75
<b>4</b>	<b>Modellierung kommunaler Bürgerdienste.....</b>	<b>76</b>
4.1	FMC: Aufbaudiagramm zur Struktur der Stadtverwaltung Landshut.....	78
4.2	FMC: drei Prozess- / Ablauftypen (Information, Kommunikation, Transaktion).....	82
4.2.1	FMC Prozesstyp „einfacher Standardfall“.....	82
4.2.2	FMC Prozesstyp „einfacher Individualfall“.....	85
4.2.3	FMC Prozesstyp „komplexer Individualfall“.....	89
4.3	Beziehungstyp / Beziehungsklasse.....	92
4.3.1	FMC Ansatz: Prozesstypen / Kommunikationsbeziehungstyp / Beziehungstyp ..	93
4.3.2	Tabelle aller relevanten, nach Lebenslagen gegliederten Verwaltungsprozesse ..	93
4.4	FMC: Hierarchischer Aufbauplan / Prozess- und Ablauftypen im Rollenmodell.....	94
<b>5</b>	<b>Das E-Government-Architekturmodell eGov-7 .....</b>	<b>97</b>
5.1	Ausgangssituation, Ziele und Methodik .....	97
5.1.1	Ausgangssituation.....	97
5.1.2	Das Forschungsvorhaben „IT-Dienste-Atlas“ [ZES08].....	101
5.1.3	Hierarchische Modelle / OSI-Referenzmodell.....	103
5.2	Hierarchieentwurf – Von der Ist-Analyse zum Architekturmodell.....	105
5.2.1	Hierarchieentwurf – Grundbegriffe .....	106
5.2.2	Hierarchieentwurf – Aufteilung in Antragstellung und Antragsbearbeitung.....	107
5.2.3	Grober Hierarchieentwurf.....	108
5.3	Das Architekturmodell eGov-7L als verfeinerter Hierarchieentwurf.....	111
5.3.1	Aufbauplan (statische Strukturen, Beispiel) .....	113
5.3.2	Wertebereichspläne (Wertestrukturen) .....	116
5.3.3	Ablaufpläne (dynamische Strukturen).....	119
5.3.4	Behandlung von Inkonsistenzen .....	122
5.4	eGov-7L: Modellierung der drei Prozess- / Ablauftypen.....	125
5.5	eGov-7L: Anwendungsszenario „IT-Dienste-Atlas“ .....	129
5.6	Zusammenfassung.....	133
<b>6</b>	<b>Quantitative Modellierung von Diensten eines Bürgerbüros .....</b>	<b>134</b>
6.1	Vorbemerkungen / Forschungsmethodik.....	134
6.2	QAMS im Kontext der stochastischen Voranalyse (Markov) .....	136
6.3	QAMS im Kontext der Kendall-Notation .....	137
6.4	QAMS im Kontext der Warteschlangentheorie .....	138
6.5	QAMS im Kontext des „response time law“ .....	139

<b>6.6</b>	<b>QAMS im Kontext FMC-QE .....</b>	<b>140</b>
<b>6.7</b>	<b>QAMS im Kontext Queueing Server Station Mpx / Dpx.....</b>	<b>142</b>
<b>6.8</b>	<b>QAMS als GSPN (Generalized Stochastic Petri Net).....</b>	<b>143</b>
<b>6.9</b>	<b>QAMS im Kontext FMC-eCS / eGov-7L / FMC-QE: HSi-singulär .....</b>	<b>145</b>
<b>6.10</b>	<b>QAMS im zeitlichen Kontext: <math>t_0</math> bis <math>t_0</math> (FMC-QE), Transformationen.....</b>	<b>146</b>
<b>6.11</b>	<b>QAMS: Projektphasen .....</b>	<b>148</b>
<b>6.12</b>	<b>Projektphase-1 (Basisauswertungen) .....</b>	<b>148</b>
6.12.1	Der Ankunftsstrom: Auftragsverteilung pro Wochentag .....	149
6.12.1.1	Deskriptive Statistik.....	150
6.12.1.2	Beschreibung des Ankunftsprozesses / Zwischenankunftszeiten.....	152
6.12.2	Beschreibung des Warteprozesses / Wartezeiten .....	155
6.12.3	Bedienprozess / Bedienzeiten.....	158
6.12.3.1	Histogrammanalyse (tabellarisch) (Klassenbreite: 3 [min]).....	159
6.12.3.2	Histogrammanalyse (grafisch) (Klassenbreite: 3 [min]) .....	160
<b>6.13</b>	<b>Projektphase-2 (Filter der Initialisierungszeiten) .....</b>	<b>160</b>
6.13.1	Der Bedienprozess: Modifikation der Histogrammanalyse.....	161
6.13.2	Der Bedienprozess: Auslastung / Belastung.....	161
<b>6.14</b>	<b>Projektphase-3 (M/M/m vs. M/G/m).....</b>	<b>162</b>
6.14.1	Modellierung mit M/G/m (Berechnungen) .....	162
6.14.2	Modellierung mit M/M/m vs. M/G/m (Formelgrundlagen) .....	163
6.14.3	Modellierung mit M/M/m vs. M/G/m (grafischer Vergleich) .....	166
6.14.4	Modellierung mit M/M/m vs. M/G/m (analytischer Vergleich).....	168
<b>6.15</b>	<b>Projektphase-4 (Analyse des Warteprozesses) .....</b>	<b>169</b>
6.15.1	Beschreibung des Warteprozesses (wochentagesvariant) .....	169
6.15.2	M/M/m: Wartezeit-Wahrscheinlichkeitsverteilung.....	171
<b>6.16</b>	<b>Projektphase-5 (dedizierte Wartezeit als Sollvorgabe).....</b>	<b>173</b>
6.16.1	Ankunftsprozess als Spline .....	173
6.16.2	Modellierung M/M/m(t) bei $E[W]:= 10$ [min], $\lambda:= 260$ [sek] (Mittelwert) .....	174
6.16.3	Modellierung M/M/m(t) bei $E[W]:= 10$ [min], $\lambda:= 163$ [sek] (Medianwert) .....	178
6.16.4	Modellmodifikation: tageszeitabhängige Bedienrate .....	180
6.16.4.1	Tageszeitabhängige Bedienrate: grafische Evaluation.....	182
<b>6.17</b>	<b>Projektphase-6 (Spline-Modellierung mit M/M/m: <math>\lambda:=</math> Median, <math>\mu:=</math> variabel).....</b>	<b>183</b>
<b>6.18</b>	<b>Projektphase-7: Generierung eines Dienstplans .....</b>	<b>185</b>
<b>6.19</b>	<b>Projektphase-8: Evaluationsphasen (Qualitätskontrolle) .....</b>	<b>190</b>
6.19.1	Evaluationsphase 1 [KW 49/2007 bis KW 51/2008] .....	190
6.19.2	Evaluationsphase 2 [8.11.2007 bis 30.4.2008] vs. [April 2009] .....	191
<b>6.20</b>	<b>Finale Erkenntnisse .....</b>	<b>192</b>
6.20.1	Auslastungsquantifizierung.....	193
6.20.2	Qualitätskontrolle am 9.7.2009 .....	194

---

<b>7</b>	<b>Zusammenfassung und Ausblick .....</b>	<b>195</b>
7.1	Das E-Government-Architekturmodell eGov-7L .....	195
7.2	Quantitative Modellierung von Diensten eines Bürgerbüros .....	197
7.3	Ausblick.....	198
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>200</b>
8.1	Leistungsanalyse.....	200
8.2	Modellierung, FMC.....	203
8.3	Architektur, State of the Art .....	206
8.4	E-Government / Government.....	209
<b>A</b>	<b>Abkürzungsverzeichnis, Abbildungen, Dateiverzeichnisse.....</b>	<b>215</b>
A.1	Abkürzungsverzeichnis.....	215
A.3	Abbildungen.....	219
A.4	Verzeichnis der Tabellen .....	242
A.5	Verzeichnis der Abbildungen .....	242
	<b>Erklärung der Selbstständigkeit.....</b>	<b>244</b>





## 1 Einleitung

### 1.1 Verwaltungsstrukturen vs. Bürgeranspruch

Die klassischen, Stabilität verleihenden Organisationsstrukturen von kommunalen und staatlichen Behörden sind, nach Funktionen, Aufgaben und Amtshandlungen getrennt, streng hierarchisch gegliedert [MJ02]. Die Funktionsorientierung entstammt der klassischen Organisationslehre und beruht auf der Trennung von Aufbau- und Ablauforganisation [DA98]. Die Grundprinzipien (wie Regelgebundenheit, Amtshierarchie, Aktenmäßigkeit des Verwaltungshandelns) gehen auf die Bürokratieprinzipien von Weber [WM21] zurück und gelten grundsätzlich unabhängig von der Verwaltungs- bzw. Organisationsform und der Art und Weise der öffentlichen Aufgabenwahrnehmung.

Die Ablauforganisation bezieht sich auf die Regelungen, wie, wann, wo und womit eine Aufgabe erfüllt wird. Im Vordergrund der einschlägigen Verwaltungsverfahrensgesetze stehen die Prüfung der Voraussetzungen, der Vorrang, der Vorbehalt, die Vorbereitung und der Erlass eines Verwaltungsaktes sowie die Außenwirkung der Verwaltungsvorschriften.

Das beabsichtigte Ergebnis dieses Vorgangs, die originäre Dienstleistung für den Kunden, das „Produkt“, steht allerdings oft nicht direkt im Mittelpunkt. Auch der engagierte Verwaltungsmitarbeiter wird durch „zu viel Staat“, durch „zu viele Normen, Regeln und Gesetze“ sowie durch die komplexe Zuständigkeitsverteilung in der inter- / und intraorganisatorischen Ebene überlastet [JW05].

Bestehende historisch gewachsene Verwaltungsstrukturen und Verwaltungsabläufe sind in ihrer Gesamtheit mit dem Serviceverständnis (heute: Ubiquität der Dienste) und dem Dienstleistungsanspruch (Vollständigkeit, prompte und kompetente Bedienung, elektronische Erledigung aller geeigneten Verwaltungsaufgaben / Self Service, Medienbruchfreiheit, Benutzerfreundlichkeit, „no wrong door“, Datenschutzaspekte, multifunktionale Service-Counter) des modernen, multimedia- und internetaffinen Bürgers nicht mehr vereinbar. Der Einsatz von Modellen, Technologien und Strategien auf akademischem Niveau ist deshalb seit Langem unumstritten notwendig. Zumindest in Teilbereichen konnten durch den Einsatz von IuK-Technologien, getragen durch die aktuellen E-Government-Gesetze, durchaus nennenswerte Erfolge verbucht werden [JW05].

### 1.2 Öffentliche Verwaltung vs. private Unternehmen

Analysen, Modellierungen, Optimierungsstrategien und Innovationsmanagement im Sinne von E-Government müssen jedoch, trotz diverser Gemeinsamkeiten, die Unterschiede zwischen einem privatwirtschaftlichen Unternehmen und der Öffentlichen Verwaltung berücksichtigen.

Operieren beide Unternehmenstypen nach dem Prinzip der Wirtschaftlichkeit und sind interne Produktionsprozesse und Organisationsstrukturen vergleichbar, so unterscheiden sich diese Unternehmenstypen vor allem in der Zieldefinition (Daseinsvorsorge vs. Gewinnmaximierung), in den Einflussfaktoren (Gesetzes-, Verordnungs-, Politikvorgaben vs. Autonomie) sowie im Unternehmensrisiko (Monopolistischer Zwangserwerb [SG99, BT01] vs. Wettbewerbsdruck).

### 1.3 Verwaltungsmodernisierung und Motivation

Im Rahmen der seit Jahren auf- und abbrandenden Diskussion, wie man die Ansätze, Methoden und Technologien der modernen Informations- und Kommunikationssysteme auf die Belange des Regierens und Verwaltens anwenden kann, wurden unter soziologischen, kulturellen, organisatorischen, rechtlichen, technischen und wirtschaftlichen Aspekten von den unterschiedlichsten Projektionspositionen die verschiedensten Modellansätze konzipiert, diskutiert, entwickelt, verworfen und wieder neu entworfen.

Es etablierten sich Gremien und Verbände, wie z. B. der KoopA ADV (10.2.1970 - 31.3.2010) bzw. der IT-Planungsrat (ab 1.4.2010), die Bremer OSCI-Leitstelle (1998 bis 31.3.2011) bzw. die KoSIT (ab 1.4.2011), die Bundesstelle für Informationstechnik des Bundesverwaltungsamtes (unterstützt seit dem 1.1.2006 als zentraler IT-Dienstleister der Bundesverwaltung Behörden mit einem umfangreichen Dienstleistungs- und Produktportfolio in vielfältigen IT-Aufgaben [BVA812]), der BITKOM (Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V.) sowie IT-Gremien- und Entscheidungsstrukturen auf Länderebene, wie z. B. das Kompetenzzentrum digitale Verwaltung (KDV / d-NRW).

Es wurden Definitionen, Infrastrukturen, Konzepte und Standards entwickelt. Exemplarisch zu erwähnen sind das Neue Steuerungsmodell der KGSt, die Initiative „Standards und Architekturen für E-Government-Anwendungen“ (SAGA) durch die KBSt in 2002 [SAGA08], das OSCI-XÖV-Framework der KoSIT sowie Deutschland-Online Infrastruktur (DOI) als deutschlandweite Kommunikationsinfrastruktur für alle Behörden (seit 5.10.2009) [BVA812].

Des Weiteren verabschiedeten Bund, Länder und übergreifende Gremien Aktionspläne, Gesetze, Initiativen und Richtlinien. Zu nennen sind exemplarisch die „Initiative D21“ [WS11], die Initiative „MEDIA@Komm“, der Aktionsplan DOL, die Europäische Dienstleistungsrichtlinie des Europäischen Parlaments (EU-DLR) sowie aktuell das E-Government-Gesetz zum 1. August 2013.

Sehr positiv für die Weiterentwicklung der Rahmenbedingungen für E-Government sind dabei die jüngsten Initiativen zu Prozessregistern und Prozessbibliotheken wie:

- NPB (Nationale Prozessbibliothek) (Initiative des Bundesministeriums des Inneren mit den Partnern Humboldt-Universität zu Berlin und Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik an der Universität Potsdam: Projektstart am 1.10.2010) [NPB12]
- KGSt-Prozessbibliothek (KGSt, b.i.t.consult GmbH, BOC: Projektstart in 2/2010) [KGST10]
- Basiskomponenten der Länder (z. B. Land Sachsen: Amt24, CMS, Geodatenserver, Einheitlicher Ansprechpartner) [SACH12]
- Prozessregister der KDV (NRW: 8/2008) [GKS08]

Dieser andauernde Prozess der Verwaltungsmodernisierung zeigt eine große Diversität an Verbesserungen. Trotz aller etablierten Gremien, Standards, Aktionspläne und Initiativen zeigen aktuelle E-Government-Projekte, obwohl Teilerfolge erzielt wurden, nach wie vor

erhebliche Schwachstellen im Gesamtablauf, in der Zielerreichung wie auch in der Akzeptanz. Die historisch gewachsene inhomogene IT-Landschaft sowie die Verarbeitungsinselfen in den Behörden zeigen eine ungenügende Inter- und auch Intraoperabilität in technischer, syntaktischer und semantischer Sicht [ACKM04].

Optimistisch zeigt sich seit 2010 ein neues Prozessverständnis „Wo steht die öffentliche Verwaltung in 2020?“ [WMA09], wo es heißt:

„Es geht nicht darum, alles zu elektronifizieren, sondern vielmehr darum, ein neues Prozess- und Dienstleistungsverständnis aufzubauen.“

Diese Transformationsziele und Verständnisansprüche möchte die vorliegende Arbeit, ausgehend von Bedienanforderungen, mit einem umfassenden Architekturmodell zu jedem beliebigen Verwaltungsvorgang unterstützen.

In einem zweiten Schwerpunkt dieser Arbeit soll gezeigt werden, wie bereits bestehende, aber auch geplante Systeme und Verfahrensabläufe unter Einsatz mathematisch-analytischer Methoden hinsichtlich Performance, Wirtschaftlichkeit und Kundenzufriedenheit optimiert werden können.

#### 1.4 Hauptziele der Modellierung

Die in der vorliegenden Arbeit für eine quantitative Modellierung gesetzten Ziele lassen sich im Detail wie folgt formulieren:

- Die Modellierung soll beliebige Verwaltungsabläufe in den verschiedenen Rechts-, Organisations- und Geschäftsbereichen transparent darstellen.
- Die Modellierung soll in einer hierarchischen und allgemein verständlichen Architektur abgebildet werden, da hierarchische Modelle im Sinne von Baumstrukturen einfache und effiziente Implementierungsregeln zur Verfügung stellen.
- Der angestrebte Transparenzgewinn soll den Einsatz von geprüften, optimierten und bewährten Modulen der verschiedenen Prozessregister und Prozessbibliotheken ermöglichen.
- Die effiziente Abarbeitung der Bedienanforderung in den jeweiligen Hierarchie-schichten soll durch geeignete Fehlererkennung und Fehlerbehebung garantiert werden.

Die sich hieraus abgeleiteten Ziele für den behördlichen Dienstbringer einerseits sowie für den Kunden andererseits umfassen:

- Genehmigungsprozesse werden verkürzt.
- Interne Verwaltungsstrukturen werden transparenter und ermöglichen das Optimieren von Personalressourcen.
- Störpotenziale im Ablauf werden durch die Kontrollstrukturen in den einzelnen Schichten kompensiert, sodass Fehleingaben im Antragsprozess sowie Fehlanträge vermieden werden.

- Transparent abgebildete Abläufe ermöglichen eine ortsunabhängige Verfügbarkeit („Ubiquität“) der Dienste.
- Eine quantitative Leistungsanalyse im stochastischen Umfeld der Warteschlangensysteme eines Teilprozesses liefert einen praktischen Mehrwert.

## 1.5 Kritische Erfolgsfaktoren

Als kritische Erfolgsfaktoren für die Erreichung der definierten Ziele existieren folgende konkrete Problemfelder:

- Viele Verwaltungsprozesse sind durch die historische Entwicklung der Rechtsprechung wie auch der Verwaltungsverfahrensgesetze sehr komplex. Dabei sind sie teilweise unvollständig wie auch nicht widerspruchsfrei spezifiziert. Die Folge sind manuelle und auch indetermierte Bearbeitungen. Inkonsistente Systemzustände in den jeweiligen Schichten sind die Folge. Somit darf und kann keine [1:1]-Umsetzung der bestehenden Arbeitsabläufe in IT-Verfahren erfolgen.
- Kritische Aktionen mit der Notwendigkeit der Integrität von wichtigen Eigenschaften der betroffenen Inhalte sollten die Konsistenz durch ein Rücksetzen der relevanten Zustände ermöglichen.  
Juristische Modellierungen in Verwaltungsverfahrensgesetzen im Sinne von Sachbearbeitungen operieren dagegen nicht immer determiniert. Das Fehlen von Entscheidungen innerhalb der dafür festgelegten Frist bewirkt sogar die Genehmigung eines beantragten begünstigenden Verwaltungsaktes (Genehmigungsfiktion) [ZW10].
- Wie das föderale Spannungsfeld zwischen Dezentralisierung und Zentralisierung organisatorisch und technisch beherrscht werden könnte, ist politisch bisher nicht geklärt. Wie die nicht unerheblichen Probleme, Vertrauen des Bürgers in E-Government-Strukturen, Akzeptanz von modernen Dienstleistungen, Wissen über neue Prozesse, E-Government-Marketing sowie die Rechts- und Datenschutzkomplexität zu Lösungsansätzen führen sollen, ist in vielen Bereichen noch nicht erkennbar.
- Darüber hinaus etablieren sich kontraproduktive Strukturen dergestalt, dass vermehrt auf Länder- bzw. Bundesebene E-Government-Projekte geplant werden, die eigentliche Umsetzung jedoch den Kommunen als Exekutive übertragen wird, ohne dass im Vorfeld die Diskussion über Definition und Einhaltung von globalen Standards sowie die Finanzierung geführt wird.
- Nicht zu unterschätzen ist der „Trägheitsfaktor von Verwaltungsorganisationen“ hinsichtlich Veränderungen in Aufbau und Ablauf. Die Größe der Verwaltung wie auch die Verwaltungshistorie haben hier einen erheblichen Einfluss [HF11].

## 1.6 Methodik

Die in der vorliegenden Arbeit verfolgte methodische Vorgehensweise stellt sich wie folgt dar:

- Ist-Analyse der statischen Verwaltungsstrukturen und dynamischen Verwaltungsabläufe (Kapitel 4.1, 4.2, 4.3)
- Reduktion der Prozesskomplexität
  - Horizontale Zerlegung durch Klassifizierung der Prozesse bzw. Abläufe in Prozessstypen (Kapitel 4.2)
  - Vertikale Schichtung im Rahmen eines hierarchischen Architekturmodells (Kapitel 4.4)
- Aufbau und Implementierung eines E-Government-Architekturmodells in Anlehnung an das OSI-Schichtenmodell (Kapitel 5) auf Basis der Hauptziele der Modellierung (Kapitel 1.4)
- Stochastische Analyse des dynamischen Verhaltens eines beispielhaften Teilsystems mittels quantitativer Modellierung (Kapitel 6)

## 1.7 Werkzeuge

Statische und dynamische Strukturen in großen Organisationen werden zunehmend unter Einsatz von Modellierungssprachen und -werkzeugen beschrieben. Einer Marktstudie zufolge werden im Bereich Business Process Management für den deutschsprachigen Raum 160 Modellierungsmethoden gezählt [SW08]. Spezielle Modellierungsansätze, fokussiert auf das Erfassen und Modellieren von Verwaltungsprozessen nach dem Prinzip der Prozessbausteine, findet man in der PICTURE-Methode [BAP07], der FaMoS-Methode des Kompetenzzentrums Digitale Verwaltung NRW (KDV) für die Fachmodellierung kommunaler Geschäftsprozesse [FASWK09] sowie den Ausprägungen der ereignisgesteuerten Prozessketten EPK im erweiterten und objektorientierten Tenor [SNZ97, GA10].

Etablierte Ansätze zur objektorientierten Produkt- und Prozessmodellierung finden sich in der wissenschaftlichen Literatur primär zur Unified Modeling Language (UML) [HF11, UML11], zu Objekt-Petri-Netzen [BM93], zur objektorientierten ereignisgesteuerten Prozesskette (oEPK) [SNZ97, GA10] sowie zur Notation der Business Process Modeling Notation (BPMN). Die EPK sowie die Modellierung auf Basis der BPMN stellen aktuell den De-facto-Standard dar. Interessante Ziele formuliert in diesem Kontext der Züricher Verein eCH, der im Rahmen der E-Government-Strategie der Schweiz E-Government-Standards fördert, entwickelt und verabschiedet [ECH12].

Auch wenn bei den genannten Ansätzen zur objektorientierten Produkt- und Prozessmodellierung bereits die Trennung in Objektfluss und Kontrollfluss formalisiert wird [HF11], das Sammeln, Teilen und Wiederverwenden von Teilprozessmodellierungen auch über unterschiedliche Modellierungssprachen hinweg durch Modellierungsplattformen an Bedeutung gewonnen hat (Kapitel 2.6.8), vermisst man Mechanismen für konsistente Gesamtmodelle hinsichtlich statischer, dynamischer und inhaltlicher Aspekte, zur Hierarchiebildung, zur konsistenten Darstellung von Inhalten sowie zur quantitativen Analyse.

Aus diesem Grund wurde die Entscheidung getroffen, die am HPI entstandene bzw. weiterentwickelte Modellierungsmethode FMC (Fundamental Modeling Concepts [WS79, WS82a, WS82b, WS91]) samt den vom Betreuer daraus abgeleiteten Erweiterungen

- FMC-eCS (Modellierung von Kommunikationssystemen) und
- FMC-QE (quantitative Modellierung)

zu verwenden.

## 1.8 Betrachtungsobjekt

Als Daten-, Analyse- und Erkenntnisbasis werden sämtliche Verwaltungsprozesse und -strukturen der Stadtverwaltung Landshut / Bayern verwendet.

Diese Basis etabliert sich aus einer konstanten Prozess Erfahrung in der Verwaltung der Stadt Landshut mit derzeit rund 69.000 Einwohnern (Stand: 31.12.2015), die sich als typischer Repräsentant einer kreisfreien Stadt in den Abläufen noch überschaubar darstellt.

Die quantitative Modellierung auf Basis der Warteschlangentheorie erfolgt aus den verfügbaren Daten der Betriebsdatenerfassung (2008 / 2010) im Bürgerbüro der Stadt Landshut. Das entwickelte stochastische Modell wurde im Praxisbetrieb als Dienstplan umgesetzt und verifiziert. Es ist seit dem 1.4.2009 im praktischen Einsatz.

## 1.9 Aufbau der Arbeit

Der Aufbau der Arbeit stellt sich wie folgt dar:

Im vorliegenden Kapitel 1 werden Ausgangssituation und Motivation, Zielsetzung und Problemdarstellung, Methoden und Werkzeuge sowie die Vorgehensweise für die beiden Modellierungsprojekte formuliert.

In Kapitel 2 werden als Überblick und Einstieg in den State of the Art der Modellierung die im Bereich von E-Government und qualitativer wie quantitativer Modellierung zum Einsatz kommenden Methoden und Werkzeuge vorgestellt.

In Kapitel 3 werden die relevanten Hilfsmittel und Grundlagen sowie die Basiskomponenten aus den Bereichen FMC-eCS, FMC-QE, der Warteschlangentheorie sowie aus der formalen Methode der Petri-Netze [PA62] in den Ausprägungen SPN, GSPN und DSPN aufgezeigt.

In Kapitel 4 wird im Rahmen einer Ist-Analyse dargestellt, wie ausgehend von den diversen aktuellen Ansätzen im Engineering von E-Government-Strukturmodellen mit den Methoden aus FMC die drei Prozessklassen der bestehenden Verwaltungsabläufe (eS:= „einfacher Standardfall“ (Information), eI:= „einfacher Individualfall“ (Kommunikation), kI:= „komplexer Individualfall“ (Transaktion)) als hierarchischer Aufbauplan, als Rollenkonzept sowie als gesicherter Ablaufplan dargestellt werden können. Dabei wird der Bezug von Prozessen aus der Sicht des Bürgers (Außensicht) hin zu den realen Prozessen

(Innensicht) schichtenorientiert durchgeführt. Als Daten-, Analyse- und Erkenntnisbasis werden sämtliche Verwaltungsprozesse und -strukturen der Stadtverwaltung Landshut verwendet.

In Kapitel 5 wird aus den Analyseergebnissen (Kapitel 4) das E-Government-Architekturmodell eGov-7L (eGovernment hierarchical model (with) 7 Layers) entwickelt, das in Anlehnung an das OSI-Schichtenmodell der ISO sowie das Forschungsvorhaben „IT-Dienste-Atlas“ (Prof. Dr.-Ing. Werner Zorn, HPI) die Aspekte wie Sichten, Schicht, Schnittstelle, Dienstenutzer, Dienstbringer, hierarchische Auftragsstruktur und hierarchische Bedienanforderung allgemeingültig für die Begriffswelt von E-Government darstellt.

Kapitel 6 enthält die verschiedenen Sichten der stochastischen Modellierungsmethode QAMS (Quantitative Analysis Municipal Services) im Kontext der Warteschlangentheorie sowie auf Basis von FMC-QE hinsichtlich der Gesetzmäßigkeit von Little (*Little's Law*). Auf Basis einer Betriebsdatenerfassung (2008 / 2010) wird im Bürgerbüro der Stadt Landshut in mehreren Projektphasen ein M/M/m-Warteschlangenmodell sukzessive hergeleitet und anschließend evaluiert. Die praktische Anwendbarkeit wird hierbei aufgezeigt.

Kapitel 7 fasst die Ergebnisse der Arbeit zusammen und gibt einen Ausblick auf mögliche weiterführende Arbeiten.

## 2 State of the Art

Um diese wissenschaftliche Arbeit im aktuellen relevanten Modellierungszusammenhang einzuordnen, werden die basierenden traditionellen Organisationskonzepte, die bisherigen Entwicklungslinien des eBusiness, die gegenwärtigen Modellierungsansätze und Modellierungsprinzipien sowie die aktuellen Modellierungstechnologien und Werkzeuge aufgelistet und kurz im Kontext erläutert. Sofern es sich um Mainstreamentwicklungen handelt, werden die Vor- und Nachteile aufgezeigt.

### 2.1 Entwicklungslinien des eBusiness / Ist-Situation Web 1.0 / Web 2.0 / Web 3.0

Die Entwicklungen und Fortschritte im Bereich E-Government stehen logischerweise in direkter Abhängigkeit zu den technologischen Entwicklungen, die dem Kommunikationsgeflecht Internet seit Anfang der 90er Jahre zuzuordnen sind. Um die geschichtliche Entwicklung des E-Government, seiner Konzepte, Modellierungsversuche und Technikumsetzungen zu verstehen, muss man die Entwicklungslinien des eBusiness, dargestellt durch die Begriffe *Web 1.0*, *Web 2.0* und *Web 3.0*, zuerst betrachten (s. Abb. 2.1.1):

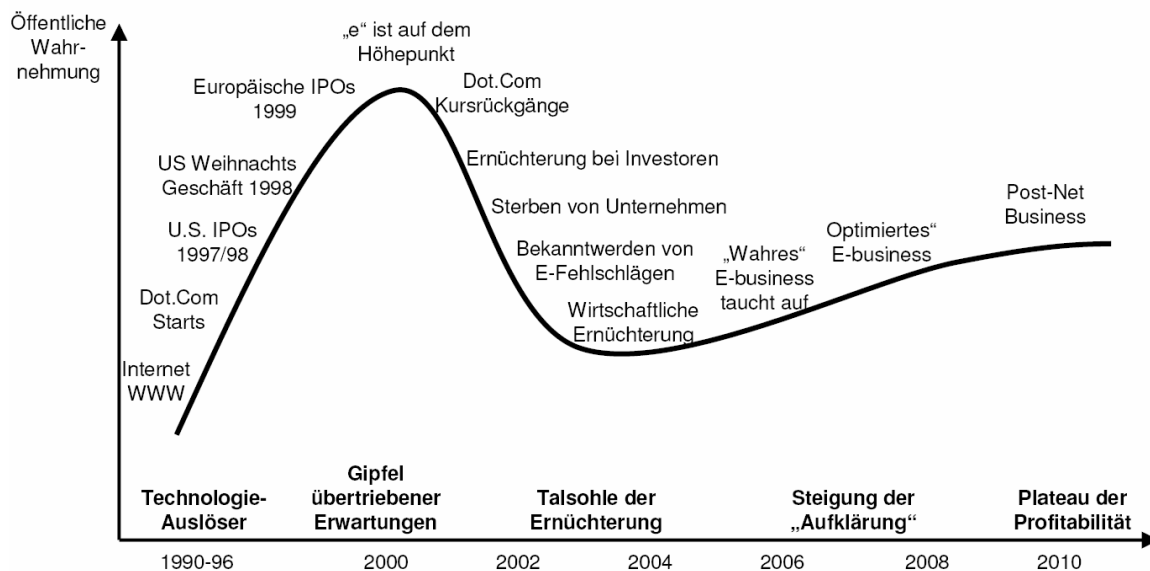


Abbildung 2.1.1: Entwicklungslinie eBusiness [GART99]

#### 2.1.1 Web 1.0

Eines der ersten kommerziellen Hypertext-Systeme wurde 1987 von Bill Atkinson für die Firma Apple entwickelt. Sir Tim Berners-Lee und Robert Cailliau zündeten 1989 am Genfer CERN jedoch den Big Bang eines globalen Datennetzdienstes (später Web 1.0 genannt), indem sie beide Sichten, *Editor* und *Browser*, kurzschlossen. Sie entwarfen und programmierten den ersten editorfähigen Browser „WorldWideWeb“ (später „Nexus“ genannt) und entwickelten die HTML-Syntax nach dem Hyperlink-Prinzip, wobei mit Links



jedes beliebige HTML-Dokument auf jedem beliebigen Server weltweit aufgerufen werden kann. Seitdem surft der User durch das *World Wide Web*. Das Web 1.0 ist demnach ursprünglich eine Gesamtheit von Milliarden statischer Webseiten, die via Hyperlinks angesteuert werden [SN06, W3C12].

Eine Definition ergibt sich aus der Reihung der Spezifika (nach [CK08]):

- Statische und dynamische Webseiten
- Framesets
- Gästebücher
- Webshops
- Foren
- Zweiwegkommunikation
- CMS, CRM, ePaper, Foren
- XML 1.0 (erste Spezifikation in 1998)

#### 2.1.2 Web 2.0 - Tim O'Reilly

*Web 2.0* steht für eine Reihe interaktiver und kollaborativer Elemente des weltweiten Rechnernetzwerkes „Internet“, speziell des Hypertext-Dokumenten-Systems „WWW“. Geprägt hatten den Begriff 2004 Dale Dougherty und Craig Cline. Richtig populär wurde er erst durch Tim O'Reilly, den Besitzer des gleichnamigen Verlags, mit dem Artikel „What is Web 2.0“ vom 30.9.2005 [ORT05].

Der als Marketing-Schlagwort verwendete Begriff *Web 2.0* ist von starker Unschärfe geprägt. Eine mögliche Definition ergibt sich aus der Reihung der Applikationsspezifika [WW2N09]:

- Benutzer erstellen / bearbeiten Inhalte unmittelbar eigenständig
- Soziale Wahrnehmungskomponenten
- Begriffe: Wikis, Blogs, Foto- / Videoportale (Bsp: Xing, Facebook, Youtube, Wikipedia etc.)
- Online-Spiele, Online-Börsen, Second Life
- Push- und Pull-Prinzipien, Podcasts
- Optimierung von Suchmaschinen
- Cost per Click
- RSS-Feed

Technologisch spezifiziert sich diese Entwicklungsstufe durch die Begrifflichkeiten Webservices, Java, XML 1.1 oder Ajax (Konzept der asynchronen Datenübertragung, z. B. das dynamische Nachladen von Webgrafiken in Google Maps).

### 2.1.3 Web 3.0 - Das semantische Web

Die Erweiterung von Web 2.0 um semantische Informationen, um interaktiven Gemeinschaften zu einfacherem Informationsaustausch zu verhelfen (kollaboratives Wissensmanagement), wird seit Mitte 2007 in der spezifischen Presse als *Web 3.0* bezeichnet [RT08]. Diese Technologien werden für die weitere Entwicklung von E-Government richtungweisend sein.

Folgende Stichwörter werden im Spezifikationsumfeld genannt [CALSK09]:

- Interoperabilität durch die Verknüpfung von kollektiver Intelligenz mit semantischen Funktionalitäten
- Inhaltliche Verknüpfungen werden maschinenlesbar organisiert
- Das Annotea-Projekt
- Friend of a Friend (FOAF)
- W3Photo Projekt
- Reiseportalprototyp: alliknow.net
- Portal: [www.nikeplus.de](http://www.nikeplus.de)

## 2.2 Traditionelle Organisationskonzepte

Die Basis von Modellierungsstrategien im Kontext von E-Government-Strukturen muss die Analyse der zugrunde liegenden Organisationskonzepte enthalten (Ist-Analyse der gegebenen Struktur der zu modellierenden Verwaltungsorganisation).

Historisch gewachsene Strukturen und Abläufe haben sich tief in die Verwaltungsorganisation verzahnt. Jegliche Veränderungsintensivierung in diesen Strukturen impliziert ein hohes Maß an Verwaltungswissen einerseits wie auch neben der fundamentalen Notwendigkeit einer umfassenden Kenntnis der mittlerweile technisch möglichen Modellierungsstrukturen eine hohe soziale Kompetenz und Sensibilität andererseits.

Drei unterschiedliche, jedoch oft nicht schnittmengenfreie Prinzipien sind erkennbar [GDJ06].

### 2.2.1 Das Funktionsprinzip

Hierarchisch strukturierte Aufgaben werden durch Funktionsabteilungen abgebildet (siehe auch Kapitel 5.1.3 Hierarchische Modelle / OSI-Referenzmodell). Die Vorgesetztenhierarchie bzw. Befehlshierarchie auf Grundlage der Weisungsrechte bei behördlichen Linienorganisationen wird als Transformation der Bedienenforderung zwischen den hierarchischen Schichten modelliert.

Die funktionale Organisationsstruktur entsteht durch die konsequente Anwendung des Verrichtungsprinzips. Als einfaches Beispiel kann eine Verwaltung betrachtet werden, bei der unterschiedliche Teilaufgaben (Beschaffen, Buchen, Bezahlen) nebeneinander und hierarchisch unter einer gemeinsamen Verwaltungsleitung stehen.

Die Nachteile folgen aus der Spezialisierung. Durch die sehr weitgehende Arbeitsteilung erhöht sich die Zahl der Schnittstellen und damit der Koordinationsaufwand [GDJ06].

### 2.2.2 Das Organisationsprinzip (divisional)

Diese Organisationsstruktur, auch bekannt als Sparten- oder Geschäftsbereichsorganisation, wird nach dem Objektprinzip gegliedert. Produkte (bzw. Produktgruppen, im Sinne von E-Government) dienen hier als zentrale Gliederungsdimension.

Vor allem Großunternehmen mit einem großen Produktmix greifen auf diese Organisationsstruktur zurück, welche man auch bei Verwaltungen in Form von Ämtern und Referaten findet.

Nachteile finden sich einerseits im Dienstleistungsbereich, wo aufgrund fehlender Nutzung von Synergieeffekten (Koordinationsmängel in der Kommunikationspolitik) Probleme entstehen können. Diese Nachteile zeigen sich ebenfalls im Beschaffungsprozess, da eventuell Ressourcen für die einzelnen Bereiche mehrfach vorhanden sein müssen und daher ineffektiv eingesetzt werden [GDJ06].

### 2.2.3 Das Organisationsprinzip (Matrix)

Matrixorganisationen sind die bekanntesten mehrdimensionalen Organisationsstrukturen. In der klassischen Matrixorganisation werden zwei Dimensionen, *Funktionskriterien* und *objektorganisierte Kriterien*, miteinander verbunden. Durch den zusätzlichen Aufwand für den Aufbau von zwei Führungsstrukturen und die unklare Verantwortung an den Schnittstellen wird jedoch die Koordinationseffizienz negativ beeinflusst (hoher Koordinationsaufwand für die notwendige Abstimmung zwischen den beiden Führungsstrukturen).

Es entsteht ein Autoritätsverlust durch den Aufbau einer zweiten Führungsstruktur, der sich negativ auf die Motivationseffizienz auswirkt [GDJ06, PHJ06].

## 2.3 Modellierungsprinzipien und -konzepte

Der Entwicklung des in dieser Arbeit aufgezeigten 7-Schichten E-Government-Architekturmodells mit Darstellung der vorhandenen Bedienerabläufe aus der Sicht einer Bedienerhierarchie ging die Marktanalyse nach bestehenden Modellierungsprinzipien voraus. Den in Kapitel 1.4 dargestellten Hauptzielen der in dieser Arbeit vorgestellten Modellierung werden die jeweiligen qualitativen Eigenschaften des jeweiligen Modellierungsprinzips gegenübergestellt. Der Konzeptkern als Leitbegriff wird als Unterkapitelthema gewählt.

Um letztendlich den Kunden bzw. den Bürger an das gewünschte Produkt bzw. an die gewünschte Dienstleistung heranzuführen, wurden in den letzten Jahren, ähnlich der Marketingstrategie im kommerziellen Käufer-Verkäufer-Produkt-Wechselspiel, verschiedene Strukturgeflechte sowie Workflow- bzw. Prozesseinstiegspunkte (sozusagen statische und dynamische Ansätze) projiziert und mit unterschiedlichem und wechselndem Erfolg praktiziert.

<i>Inbound:</i>	Der Kontakt wird seitens des Kunden / Bürgers gegenüber dem Dienstleister / der Kommune initiiert. Es werden nur die inneren Strukturen und Abläufe betrachtet.
<i>Outbound:</i>	Die Workflowinitiierung erfolgt durch den Dienstleister / die Kommune.
<i>Aufbau des Systems:</i>	Das System wird rein statisch (Aufbau) modelliert.
<i>Ablauf im System:</i>	Das System wird rein dynamisch (Abläufe, Prozesse) modelliert.

Auf Basis dieser Modellierungsprinzipien ergeben sich verschiedene Ansatzschwerpunkte mit entsprechend unterschiedlicher Zielrichtung.

### 2.3.1 Das Lebenslagenprinzip

Unter dem Begriff *Lebenslagenprinzip* aus dem Begriffsumfeld von E-Government hat sich in den letzten Jahren ein neuartiges Paradigma für die Gestaltung der Beziehungen zwischen Bürgern und Verwaltung abgezeichnet. Die hiermit bezeichneten kommunalen Organisationsprinzipien richten sich nicht mehr nach den kommunalen Aufgabenstrukturen der Daseinsfürsorge, sondern nach der akuten Bedarfssituation, dem alltäglichen Anliegen des Bürgers hinsichtlich kommunaler Dienstleistungen.

Exemplarische Lebensbereiche sind:

- Umzug / Neubürger
- Verkehr / Mobilität
- Bauen
- Geburt / Hochzeit / Sterbefall
- Aus- und Weiterbildung / Schule

Mit dem *Lebenslagenprinzip* zeichnet sich jedoch ein notwendiger Wandel der Aufbau-, Ablauf- und Verständnisstrukturen ab, welcher ohne die technischen und organisatorischen Möglichkeiten des E-Government nicht umsetzbar ist.

Allerdings existiert ein bisher kaum gelöstes Standardisierungsproblem: Es mangelt an gemeinhin akzeptierten Vorstellungen über die Zuordnung unkonkreter Anliegen oder konkreter Anträge zu einer Lebenslage. Insbesondere gestaltet sich die subjektive Wahrnehmung von Lebenslagen durch den einzelnen Bürger sehr unterschiedlich [MH02]. Die Umsetzung des bisherigen Dienstleistungsportfolios des kommunalen Sachbearbeiters erfolgt über Portalzugänge für den Bürger, in denen die unterschiedlich strukturierten behördlichen Dienstleistungen durch lebenslagenspezifische Formulare und Workflow-Einstiegspunkte realisiert werden.

Die folgende Abbildung 2.3.1.1 zeigt eine hierarchische Struktur nach dem Organisationsprinzip mit einem lebenslagenspezifischen Produktfächer, wie er im Prinzip auf heutigen Verwaltungsportalen anzutreffen ist.

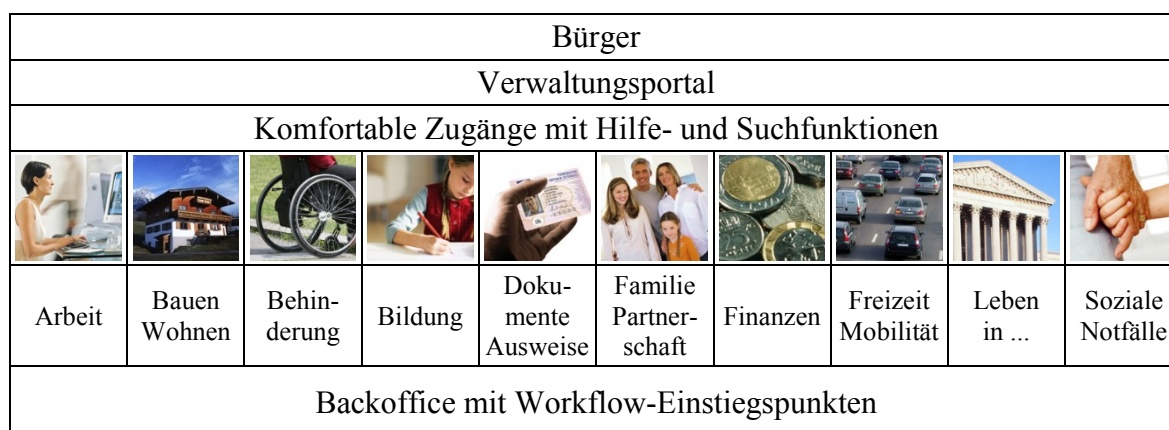


Abbildung 2.3.1.1: Hierarchische Struktur bei Verwaltungsportalen (Grafiken nach [BKA07])

### 2.3.2 Das Produktprinzip

Bereits in ihrem Bericht 5/1997 „Produktbuch für Gemeinden, Städte und Kreise“ hat die KGSt (Kommunale Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsmanagement) die Begrifflichkeit Produkt als *Output* und damit als strukturierten Leistungsbegriff der Verwaltung bezeichnet [KGST97].

Begrifflichkeiten wie Schule, Kulturamt, Musikschule im Kontext von *Schule und Kultur* wurden definiert.

Des Weiteren wurden als wertvolle Basisarbeit für E-Government in diversen Bereichen Produktkataloge erstellt. Man erkannte, dass in dieser Vorphase von E-Government harte Zahlen in den Bereichen Fallzahlen, Ressourcenbindung, primäre und sekundäre Prozesse, Redundanzen als weitere Entwicklungsgrundlage notwendig sind.

Beispiele:

- Stadt Kassel, elektronischer Produktkatalog [SKS09]
- Produktkatalog des Brandenburger Landesamtes für Bergbau, Geologie und Rohstoffe („GeoMIS Brandenburg“, Metainformationssystem für Geodaten) [LBGR09]
- E-Government-Produktkatalog des Bundeskanzleramtes Österreich [OE06]
- Plattform des österreichischen Gemeindebundes [OEGB08]

Die Produktkataloge sind unterschiedlich granular ausgeprägt. Die Top-down-Vorgehensweise liefert zum Beispiel folgende strukturelle Ergebnisse:

Wahlamt: Wahlscheinbeantragung, Wahllokalauskunft, Wahlergebnisdarstellung etc.

Bücherei: Buchausleihe, Buchrecherche offline / online, Buchvorbestellung etc.

### 2.3.3 Das Google- / Chaosprinzip

Die wie bereits im Kapitel 2.3.1 „Das Lebenslagenprinzip“ zum Ausdruck gebrachte Problematik der fehlenden Standardisierung in der Begrifflichkeit wird in der Regel auf den Portalen durch einfache Suchfunktionen bis hin zu effizienten Suchmaschinen kompensiert.

Dennoch erweist es sich als problematisch, wenn der Bürger als Kunde in einem nicht, falsch oder unscharf strukturierten und auch benannten Informationskonglomerat aus des Objekttypen Behörden, Behördengruppen, Dienststellen, Einrichtungen, Lebenslagen, Leistungen, Regionen an den Point-of-interest (POI) navigieren soll. Es zeigt sich sogar eine Trefferabhängigkeit von der Güte, der Philosophie und der (politischen) „Gesinnung“ des Suchalgorithmus.

#### 2.3.4 Das amorphe Prinzip: virtuelles Rathaus

Webbasierte Portallösungen – auch im Hinblick auf die *EU-DLR* – bieten dem Bürger auf sämtliche Informations-, Kommunikations- bzw. Transaktionsdienstleistungen einen komfortablen und teilweise rechtssicheren Zugriff.

Dies wird teils durch medienbruchfreie Prozessintegrationen wie auch durch sogenannte intelligente Formulare gelöst.

Bewertung: Viele kommunale bzw. behördliche Dienstleister bieten eine vermeintlich strukturierte und ergonomische Lösung, die auf den ersten Blick optisch ansprechend, komfortabel und bürgerfreundlich wirkt. Da jedoch auf Länder- bzw. Bundesebene noch keine einheitliche, übergeordnete und für den Bürger praktikable Struktur verfügbar war, sind diese proprietären Ansätze global gesehen keine perspektivische Lösung. Positive Aussichten zeigt jedoch in jüngster Zeit der im OSCI-XÖV Handbuch der KoSIT definierte Ansatz, der bundesweit einheitliche Datenaustauschstrukturen und standardisierte Übertragungskanäle definiert.

#### 2.3.5 Das Contentprinzip: Enterprise Content Management (ECM)

Der Ansatz *ECM* (Enterprise Content Management) fokussiert den Modellierungsschwerpunkt auf Technologien, Werkzeuge und Methoden zur Erfassung, Verwaltung, Speicherung, Konservierung und Bereitstellung von elektronischen Inhalten im ganzen Unternehmen (Definition ECM der „AIIM International, Maryland“ [AIIM14]). Es werden hier Systeme zum Verwalten und Archivieren von Dokumenten adressiert, die die Prozesse durch sogenannte Workflowsysteme abbilden.

Es werden Unternehmens- bzw. Verwaltungsprozesse mit elektronischen Dokumenten oder auch nur mit Inhalten verknüpft [WWS10].

##### *Vorteile:*

ECM-Systeme, auch als erweiterte Portalsysteme bekannt, stellen sich der Informationsquelle als zentrale Redaktionsinstanz dar. Für den Informationsbezieher dienen sie ähnlich dem „Cloud-Computing“ (Software- und Hardwarepool) als transparenter und, auf die Datenquellen bezogen, virtueller „Single-point-of-Information“. Gleichzeitig bieten sie Web-2.0-konforme, dynamische und kundenspezifische Funktionalitätsanpassungen. Die Integration der Webservices ist ein weiterer Aspekt.

*Nachteile:*

Die Praxis zeigt sich folgendermaßen: Historisch bedingt oder auch aufgrund von Firmenfusionen entwickelten sich in den Anwendergruppen, Abteilungen bzw. in ganzen Firmen Content- und Funktionsinseln, die in Sinne eines ECM-Biotops aus Einzellösungen mit komplexen Abhängigkeiten zwischen den Einzelkomponenten kaum noch administrierbar und daher nach einiger Zeit funktional sowie technisch veraltet sind. Ohne ein komplettes Redesign auf eine einheitliche ECM-Lösung, sofern die ECM-Diversität dies überhaupt zulässt, werden die ECM-Anwender in betriebswirtschaftliche und funktionelle Sackgasen mit folgenden Nachteilen gedrängt:

- Pflegeaufwand der unterschiedlichen Architekturen
- Supportwildwuchs / uneinheitliche Supportstrukturen
- Überlappende oder auch inkompatible Funktionsgruppen
- Unterschiedliche Architekturen / unterschiedliche Bedienerlogik
- Unterschiedliche Rechte- und Rollenstrukturen

**2.3.6 Das Ressourcenoptimierungsprinzip: Enterprise Resource Planning (ERP)**

Betriebsmittel (Ressourcen) aller Art (Personen, technische Einrichtungen, Kommunikationsmethoden, Geld, Zeit), materieller wie immaterieller Ausprägung, zur Realisierung und Optimierung von betrieblichen Abläufen werden im Mittelpunkt positioniert. ERP wird meist als Planungs- und Steuerungsphilosophie implementiert und hat sich in den letzten Jahren als Gattungsbegriff für integrierte oder betriebliche BWL-Standardsoftware etabliert.

*ERP* dient dazu, mit geeigneten Werkzeugen diese Optimierung zu erreichen.

*Vorteile:*

Konkrete Verbesserungen in den Bereichen Controlling, Verweildauer im Produktionsprozess, Zentralisierung von Informationen, allgemeine Wirtschaftlichkeit, Drei-Schichten-Architektur (Präsentation, Applikation, Datenhaltung).

*Nachteile:*

Durch die in der Regel notwendige Fixierung auf ein Produkt, da ERP noch nicht als abstrakte und standardisierte Methode interpretiert werden kann, ergibt sich eine Abhängigkeit von der Produktphilosophie des ERP-Herstellers bzw. des ERP-Integrators [WG08].

**2.3.7 Geschäftsprozessorientierung**

Die Abbildung von unternehmerischen, zielorientierten Abläufen auf strukturierte Geschäftsprozesse findet sich in der Literatur in unterschiedlicher Dichte [FGNT10].

### 2.3.7.1 Geschäftsprozessmanagement: Business Process Management (BPM)

Seit Anfang der 90er Jahre hat sich *Geschäftsprozessmanagement* (GPM) oder Business Process Management (BPM) als fester Bestandteil der Anwendungssystem- und Organisationsgestaltung in der Praxis etabliert. Die Grundzüge gehen jedoch noch weiter in die Historie zurück.

BPM dient der eindeutigen und transparenten Darstellung und Überwachung der (Teil-)Prozesse, dem Vereinfachen, Verbessern und Strukturieren der Abläufe. „Wer macht was, wann, wie und womit?“ ist die zentrale Fragestellung. Zur Verbesserung und Steuerung werden entsprechende Kennzahlen verwendet [ES06].

Das BPM kann individuell frei etabliert sein. Üblich ist ein mehrstufiges Phasenmodell, bestehend aus Vorbereitung, Vor- und Hauptanalyse, Umsetzung und Evaluation [FGNT10].

Übliche Aspekte sind der BPM-Lebenszyklus sowie die Geschäftsprozessmodellierung (GPMO). Als Notationen haben sich EPK, eEPK, UML und BPMN etabliert.

### 2.3.7.2 Geschäftsprozessoptimierung: Business Process Reengineering (BPR)

*Business Process Reengineering* (BPR) ist ein allgemeiner Begriff im Bereich der Prozessoptimierung, der im Wesentlichen die Optimierung der Gesamtheit aller Geschäftsprozesse fokussiert (Struktogramm 2.3.7.2.1).

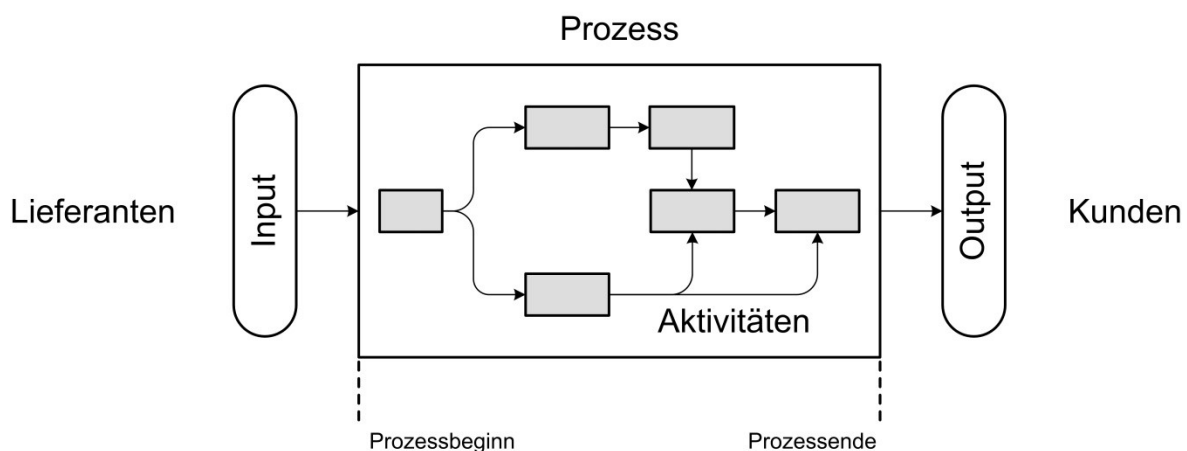


Abbildung 2.3.7.2.1: BPR-Struktogramm [GDJ06]

Die Prozessorganisation ist eine Organisationsform, die bisherige Organisationsformen wie *Funktionale Organisation*, *Divisionale Organisation*, *Matrixorganisation* usw. vollständig ersetzen kann; es sind aber auch Kombinationen möglich. Die Prozessorganisation zeichnet sich dadurch aus, dass die vorhandenen Strukturen (Aufbauorganisation) völlig auf die betrieblichen Abläufe (Prozesse) ausgerichtet sind, während sich bei den herkömmlichen Organisationsformen die Abläufe an den statischen Strukturen orientieren.

Mit der Prozessorganisation wird das Konzept der *kundenorientierten Rundumbearbeitung* umgesetzt: Dem Kunden gegenüber ist nur eine Person oder ein Team verantwortlich. Da-



mit ist das Tor zu einer besseren Kundenorientierung geöffnet, wie sie heute von der öffentlichen Verwaltung gefordert wird [GDJ06, GDU09].

*Vorteile* [GDJ06, GDU09]:

- Der Kunde im Sinne einer produktbezogenen Bedienanforderung (Auftrag) steht im Mittelpunkt aller Aktivitäten.
- Neue Informations- und Kommunikationstechniken werden prozess-, kunden- und produktorientiert (Output-orientiert) eingesetzt.
- Die Prozesse werden in ihrer Gesamtheit betrachtet (Blackbox), die einzelnen Funktionen treten in den Hintergrund.
- Die Durchlaufzeiten sowie die Kosten sinken, die Qualität steigt.
- Im Vordergrund steht nicht isoliert eine Optimierung in Teilbereichen, sondern es wird ein ganzheitlicher Ansatz angestrebt.

*Nachteile* [GDJ06, GDU09]:

- Widerstände bei den Mitarbeitern.
- Es gibt kein pragmatisches Rezept für ein erfolgreiches Reengineering. Vielmehr stellt das BPR nur Denkanstöße, Hilfen und Techniken zur Verfügung.
- BPR zeigt sich sehr zeitintensiv.
- Eine Prozessorientierung ist nicht immer sinnvoll, wenn Spezialisierungsvorteile einzelner Mitarbeiter bzw. von Funktionsmodulen nicht mehr genutzt werden können.

### 2.3.8 ARIS Framework

Die *Architektur Integrierter Informationssysteme* (ARIS) [SAW91, SAW98, SAW01] ist ein universell einsetzbares Rahmenkonzept zur Beschreibung betrieblicher Informationssysteme. Ergebnis ist eine ganzheitliche Beschreibung von Informationssystemen. Mit ganzheitlich ist gemeint, dass fünf strategische Sichten mit ihren Entwicklungsphasen berücksichtigt werden sollen. Die ARIS-Informationssysteme werden zur Unterstützung der Geschäftsprozesse eingesetzt. Im praktischen Umfeld sind die hochkomplexen BPM-Lösungen der *ARIS Platform* der Software AG (bis 21.12.2010 Produkt der IDS Scheer) zu nennen.

ARIS zeigt sowohl bezüglich des Anspruchs der Komplexitätsreduktion wie auch der Sichten thematik Analogien zum in dieser Arbeit entwickelten E-Government-Architekturmodell eGov-7L. Es fehlt jedoch der strategische Aspekt der hierarchisch transformierbaren Bedienanforderung unter der Prämisse der Fehlererkennung, der Fehlerbehebung sowie der Konsistenzerhaltung.

Vom Ausgangspunkt (der ARIS-Ansatz bildet ein Modell für Unternehmensprozesse) verfolgt ARIS dabei zwei Grundgedanken, um die Komplexität dieses Modells zu verringern [SAW91, SAW98, SAW01, BC07]:

*Sichtenprinzip*: Das Modell wird in unterschiedliche Sichten zerlegt und verringert so die Komplexität der einzelnen Sicht. Es existieren dabei durch ARIS fünf unterschiedliche Sichten, um die Modellgestaltung und -nutzung beherrschen zu können.

Die fünf Sichten sind wie folgt definiert:

1. Datensicht: Beschreibung der Informationsobjekte und deren Zusammenhänge sowie der betriebswirtschaftlichen Ereignisse (z. B. Bestellungen, Kundendaten).
2. Organisationssicht: Stellt die Aufbauorganisation des Unternehmens hierarchisch mit allen Beziehungen untereinander dar (z. B. Sachbearbeiter, Abteilung etc.).
3. Funktionssicht: Darstellung der Funktionen und deren Ziele, die im Unternehmen auszuführen sind (z. B. Auftragsannahme, Produktionsplanung etc.).
4. Leistungssicht: Umfasst alle Dienst-, Sach- und Finanzleistungen (z. B. Kundenauftrag, Kundenzahlung etc.).
5. Steuerungssicht: Bindeglied zwischen den Sichten.

*Ebenenprinzip:* Das zweite Konzept im ARIS-Ansatz ist das Konzept der unterschiedlichen Beschreibungsebenen. Die Informationssysteme sind hier anhand eines Life-Cycle-Konzepts beschrieben. Die Sichten sind in jeweils drei Beschreibungsebenen unterteilt:

- Fachkonzept: Ein in formalisierter Sprache formuliertes Anwendungskonzept.
- Datenverarbeitungskonzept: Das Fachkonzept wird in die Datenverarbeitung zur Schnittstellenspezifikation übertragen.
- Technische Implementierung: Das Datenverarbeitungskonzept wird auf konkrete hardware- und softwaretechnische Komponenten übertragen.

*Vorteile:*

- Großer Beraterpotenzial aufgrund der Marktpräsenz
- Geeignet auch für komplexe Projekte
- Durchgängig redundanzfrei
- Zahlreiche Werkzeuge in allen Prozessmodellierungsphasen

*Nachteile:*

- Proprietäre Softwarelösung
- Mächtiger Funktionsumfang impliziert hohen Schulungsaufwand
- Hoher kostenintensiver Customizingaufwand
- Hohe Komplexität
- Hoher Preis der BPM-Lösungen

### 2.3.9 Serviceorientierte Architekturen (SOA)

Im Portfolio der Modellierungsprinzipien und -konzepte sind des Weiteren die serviceorientierten Architekturen zu nennen. Sie sind in der Abgrenzung der Management-Disziplin BPM als Architektur- bzw. Design-Disziplin auf der Ebene von netzwerkgestützten IT-Services zu werten.

Das in der vorliegenden Arbeit aufgezeigte hierarchische E-Government-Architekturmodell eGov-7L betrachtet dagegen den Verbindungsaufbau (eGov-7L: Schicht 1 bis 4) sowie die Services mit ihren Schnittstellen (eGov-7L: Schicht 5 bis 7) nicht aus technischer Sicht der Netzwerke, sondern als abstrakte und hierarchisch transformierbare Bedienganforderung unter der Prämisse der Fehlererkennung, der Fehlerbehebung sowie der Konsistenzerhaltung.

Der Begriff *serviceorientierte Architektur* wurde 1996 von dem Marktforschungsunternehmen Gartner erstmalig genutzt. Gartner gilt daher als Erfinder der SOA. Es gibt keine allgemein akzeptierte Definition von SOA [GART96].

Dennoch wird häufig die Definition von der OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards) zitiert:

„SOA ist ein Paradigma für die Strukturierung und Nutzung verteilter Funktionalität, die von unterschiedlichen Besitzern verantwortet wird.“

[OASIS09]: The Reference Model defines “Service Oriented Architecture” as an architectural paradigm for organizing and utilizing distributed capabilities that may be under the control of different ownership domains.

Zentrales Thema aller Definitionen sind die *Dienste*. Im Folgenden werden die idealtypischen Eigenschaften von Diensten in einer SOA aufgeführt. In der Praxis werden nicht alle dieser Anforderungen vollständig eingehalten [BKM07]. Ein Dienst

- ist eine IT-Repräsentation von fachlicher Funktionalität.
- ist in sich abgeschlossen und kann eigenständig genutzt werden.
- ist in einem Netzwerk verfügbar.
- hat eine veröffentlichte Schnittstelle. Für die Nutzung reicht es, die Schnittstelle zu kennen. Kenntnisse über die Details der Implementierung sind hingegen nicht erforderlich.
- ist plattformunabhängig, d. h. Anbieter und Nutzer eines Dienstes können in unterschiedlichen Programmiersprachen auf verschiedenen Plattformen realisiert sein.
- ist in einem Verzeichnis registriert.
- ist dynamisch gebunden, d. h. bei der Erstellung einer Anwendung, die einen Dienst nutzt, muss der Dienst nicht vorhanden sein. Er wird erst bei der Ausführung lokalisiert und eingebunden.
- sollte grobgranular sein, um die Abhängigkeit zwischen verteilten Systemen zu senken.

Bei konsequenter Umsetzung bringen *serviceorientierte Architekturen* eine Reihe von *Vorteilen* mit sich, von denen zusammenfassend folgende genannt seien [BSI08]:

- Flexibilität (z. B. durch einfache Austauschbarkeit von Services)
- Wiederverwendbarkeit von Services (höhere Produktivität) und Vermeidung monolithischer Systeme (Reduktion der Komplexität)
- Hohe Dynamik: schnelle Anpassung an neue Gegebenheiten und verbesserte Möglichkeiten zur Restrukturierung, da die Softwarekomponente frei von der Geschäftslogik ist und diese stattdessen in der Orchestrierung der Services zu einem Geschäftsprozess enthalten ist
- Kostengünstige Integration zentralisierter Dienste wie PKI, Single-Sign-On oder Identity Management
- Verbesserte Nachhaltigkeit der IT einer Institution oder eines Unternehmens
- Verteilte Architektur (auch Redundanz)
- Optimale Anpassung an abzubildende Geschäftsprozesse – somit auch leicht zugänglich für Management statt nur für Techniker

Durch die neuen Möglichkeiten und den damit verbundenen Technologien ergeben sich aber auch eine Reihe möglicher *Nachteile*. In erster Linie ist diesbezüglich die Konfrontation mit neuen sicherheitsspezifischen Herausforderungen, z. B. mit Blick auf Federation oder Orchestrierung, zu nennen. Auch kann die Umsetzung SOA-basierter Systeme durchaus mit hohen Migrationskosten und einem weitreichenden Zeithorizont verbunden sein [BSI08].

### 2.3.10 CORBA

Die *Common Object Request Broker Architecture* (CORBA) ist eine Spezifikation [OMG02] der Object Management Group (OMG). Die OMG ist eine Organisation mit über 600 Mitgliedern – überwiegend Unternehmen aus dem IT-Bereich –, die sich mit der Standardisierung und Verbreitung von objektorientierten Technologien befasst.

Die Spezifikation beschreibt das Verhalten eines *Object Request Brokers* (ORB). Der ORB ist für das Vermitteln von Objektanfragen in verteilten Systemen zuständig und sorgt dafür, dass ein Aufruf an das betreffende Objekt und die Antwort an das aufrufende Objekt weitergeleitet werden [BS04]. Schlüsselbegriffe in diesem Kontext sind Orts- und Sprachentransparenz (Prozessraumunabhängigkeit) und somit ein hohes Maß an Interoperabilität, Definition des Referenz-Modells, verteilte und komponentenbasierte Entwicklung. Auch in dieser Architektur erkennt man über OSCI hinweg die Konnektivität zur Ebenenkommunikation und zur Hierarchiebildung in eGov-7L.

Die folgende Abbildung 2.3.10.1 zeigt ein CORBA-System zur Laufzeit – Clients und Server sind mit dem ORB verbunden. Die Modellierung wurde mit den Methoden von FMC im Rahmen des Seminars „System Modeling“ 2004 am Hasso-Plattner-Institut an der Universität Potsdam durchgeführt [BS04].

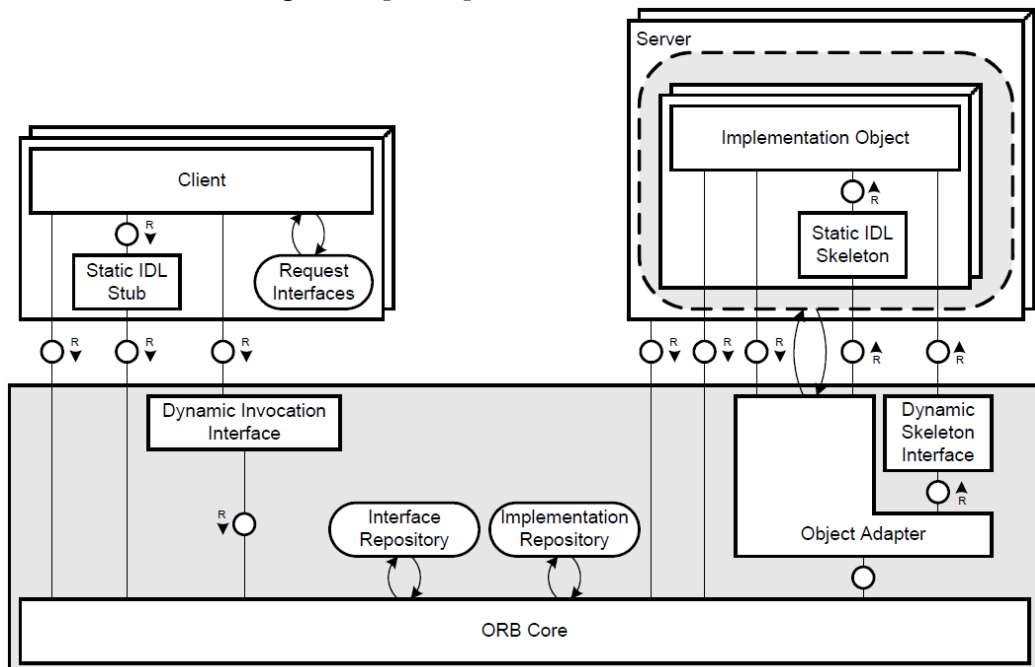


Abbildung 2.3.10.1: Beispielmodellierung (CORBA) [BS04]

## 2.4 Weitere Modellierungsansätze (Feinanalysen)

Im Begriffsübergang vom Modell zur eigentlichen faktischen Modellierung muss man die zu untersuchenden Teilprozesse hinsichtlich einer Feinanalyse qualifizieren und quantifizieren. Diese Vorgehensweise stellt ein grundlegendes Element der in dieser Arbeit erläuterten und anhand einer Fallstudie verifizierten Modellierungsmethode QAMS dar. Wie auch im Kapitel 2.3.2 „Das Produktprinzip“ beschrieben, ist die Feinanalyse auf der Ebene der Fallzahlen sowie auf der Ebene der Subprozesse für die Modellierung von E-Government-Prozessen eine wichtige Basiskomponente.

### 2.4.1 Ansatz Nr. 1 von Prof. Dr. Rainer Thome (Erfassung: Ministeriale Leistungen)

Prof. Dr. Rainer Thome vom Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftsinformatik der Universität Würzburg hat in seinem Lehrstuhlprojekt „Government Integration“ 2002 / 2003 in Zusammenarbeit mit der Bayerischen Staatskanzlei mehr als 1100 Leistungen in einer Online-Befragung erfasst, werkzeuggestützt analysiert und hinsichtlich ihrer Online-Fähigkeit bewertet. Die im Zuge des Projektes erhobenen Prozessbeschreibungen stellen die bislang umfassendste Erhebung öffentlicher Produkte dar und dienen nun als fundierte Grundlage für die Entwicklung eines durchgängigen E-Government-Konzepts [TR02].

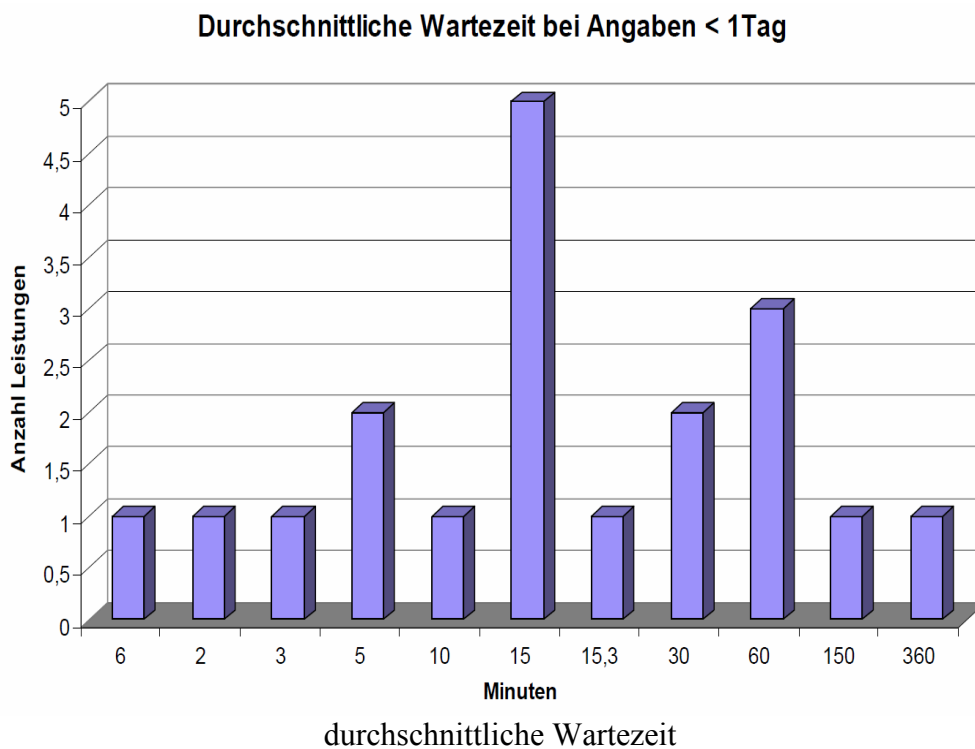
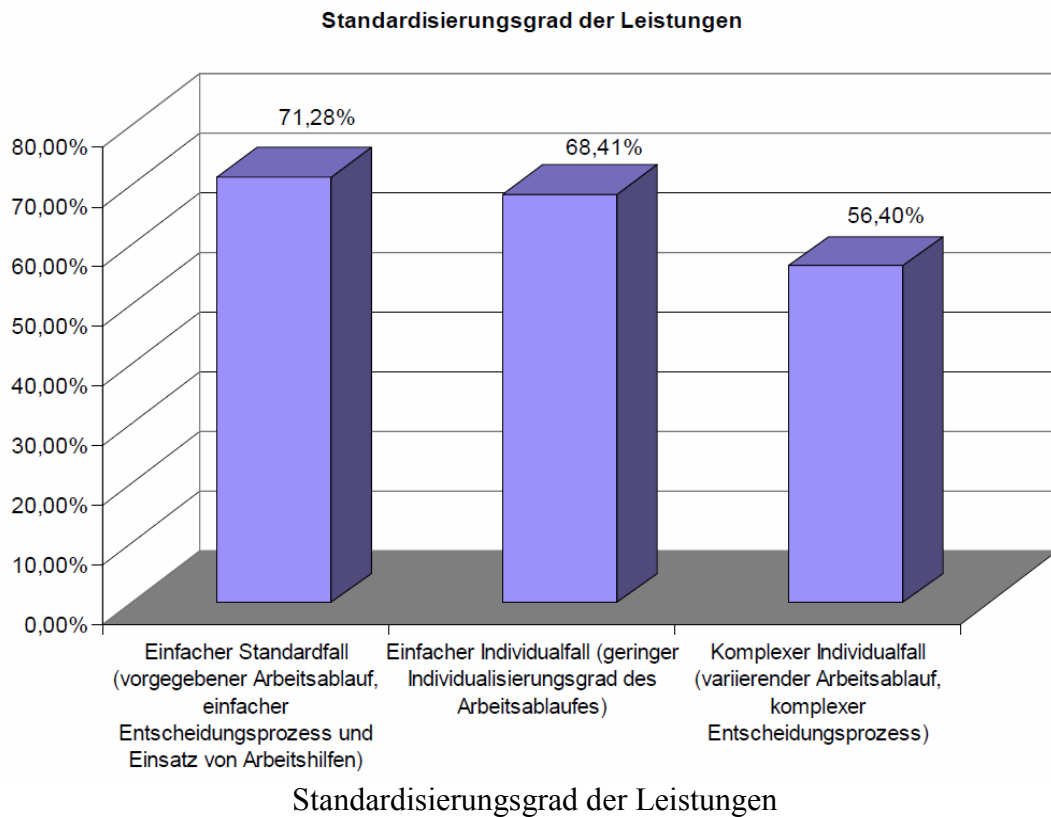
### 2.4.2 Ansatz Nr. 2 von Prof. Dr. Rainer Thome (Erfassung: Kommunale Leistungen)

Vom November 2003 bis zum Mai 2004 wurde mit Hilfe eines Online-Fragebogens bei der Stadt Würzburg sowie den städtischen Eigenbetrieben eine detaillierte Bestandserfassung der derzeit erbrachten kommunalen Verwaltungsleistungen durchgeführt. Insgesamt liegen also Beschreibungen von 489 Verwaltungsleistungen vor.

Mit der Untersuchung von Herrn Prof. R. Thome wurde *erstmalig* eine ausführliche Erfassung des gesamten Leistungsspektrums einer kommunalen Verwaltung in Deutschland durchgeführt. Die Ergebnisse wurden so aufbereitet, dass die Leistungen entsprechend ihrer Komplexität priorisiert und geeigneten E-Government-Lösungen bzw. E-Government-Werkzeugen zugeordnet werden konnten. Außerdem liegt jetzt das für die Restrukturierung der Verwaltungsabläufe erforderliche Datenmaterial vor.

Etwa zwei Drittel aller Verwaltungsleistungen basieren auf *Standardabläufen* oder *einfachen Individualfällen*, die grundsätzlich durch Nutzung von Informationstechnologien besser und schneller zu erbringen sind. Circa 20 Prozent der Leistungen werden mehr als 1.000-mal pro Jahr erbracht. Dem Aufwand für den Aufbau und den Betrieb einer IT-Architektur steht also ein hoher Nutzungsgrad gegenüber [TR04]. Herr Prof. Dr. Rainer Thome kategorisiert hierbei in seinem Projekt „eGovernment, Auswertung der Online-Erfassung von Leistungen der Stadt Würzburg“ nach denen in dieser Arbeit analog verwendeten Leistungsstandardisierungen „einfacher Standardfall“, „einfacher Individualfall“ und „komplexer Individualfall“ [TR04].

Als hochinteressantes Teilergebnis sind die Auswertungen aus den Bereichen „Standardisierungsgrad der Leistungen“ sowie „durchschnittliche Wartezeit“ zu werten.



Abbildungen 2.4.2.1: Auswertungsergebnisse des „Rainer-Thome-Projektes“ [TR04]

Aus den Erkenntnissen dieses Projektes, die als geeignet identifizierten Leistungen durch eine organisatorische und prozessorientierte Anpassung bestmöglich durch E-Government-Applikationen zu unterstützen, leitet sich wiederum die Notwendigkeit der in dieser Arbeit als zweiten Titelschwerpunkt untersuchten stochastischen Voranalyse ab.

Als Zusammenfassung der Prozessstandardisierung ergibt sich:

- „einfacher Standardfall“ (vorgegebener Arbeitsablauf, einfacher Entscheidungsprozess und Einsatz von Arbeitshilfen)
- „einfacher Individualfall“ (geringer Individualisierungsgrad des Arbeitsablaufes)
- „komplexer Individualfall“ (variierender Arbeitsablauf, komplexer Entscheidungsprozess)

#### 2.4.3 Ansatz Prof. Pieper (Kempton): Web Application Integrator

Im Bereich der Feinanalyse der Subprozesse, als Vorstufe der SOA-Architektur bzw. der Webservices, hat Prof. Pieper an der Hochschule Ulm, Informatik-Fakultät, bereits 1991 über die Kommunikationsfähigkeit und das Kommunikationsverhalten von Softwaremodulen geforscht.

Bis Ende 2005, seiner Emeritierung, wurde von ihm am Produkt „wai“ (Web Application Integration) entwickelt [QW03].

#### 2.4.4 Rollenansatz aus KWI-Projektberichten der Universität Potsdam

Einen interessanten Ansatz auf Basis eines Leistungsphasenmodells (s. Abb. 2.4.4.1) im Kfz-Zulassungswesen liefert ein Projekt des kommunalwissenschaftlichen Institutes der Universität Potsdam [SPP03].

Die in der Praxis oft vorliegende Dezentralisierung der Leistungserbringungsorte (Bürgerbüro, externe Partner (Händler, Versicherungen, HU, Gutachter), Kreisverwaltung, Gemeindeverwaltung) ergibt im Rahmen der verwendeten Ausdifferenzierung folgende Phasen:

- *Bewusstwerdung* – dem Bürger wird bewusst, dass er einen Verwaltungskontakt herstellen muss (z. B. wenn er nach einem Umzug die Halterdaten in seinen Fahrzeugpapieren ändern muss).
- *Orientierung* – der Bürger informiert sich über die Modalitäten des bevorstehenden Verwaltungskontaktes (z. B. Ansprechpartner, Öffnungszeiten, mitzubringende Dokumente).
- *Kontaktaufnahme, Antragstellung* – hier findet der erste Kontakt zwischen Nachfrager und Verwaltung statt. Anliegen und verfügbare Leistungen werden miteinander verknüpft, indem ein Auftrag erteilt wird (erfolgt meist durch Ausfüllen eines Antragsformulars).
- *Leistungserstellung* (Produktion) – die Verwaltungsleistung wird erstellt (z. B. wird der Name des Halters in der entsprechenden Datenbank geändert und die neuen Daten werden dem Kraftfahrtbundesamt gemeldet).

- *Lieferung* (Distribution) – der Verwaltungsakt wird bekannt gegeben, der Bürger erhält das Ergebnis der Leistungsproduktion (z. B. einen Fahrzeugschein mit neuem Namen).
- *Nachbereitung* – der Leistungsanbieter fragt die Zufriedenheit ab und korrigiert ggf. Fehler (z. B. gehört auch die Bearbeitung eines Widerspruchs oder einer Beschwerde zur Nachbearbeitung).

Unter dem Aspekt des Leistungsphasenortes ergibt sich folgende Grafik:



Abbildung 2.4.4.1: Leistungsphasenmodell [SPP03]

Diese rein sequenziellen Phasenspezifikationen finden sich in Teilaspekten in dem in dieser Arbeit im fünften Kapitel dargestellten 7-Schichten E-Government-Architekturmodell *eGov-7L*, entsprechend granular in FMC modelliert, wieder.

Die in diesem Modell als sequenziell spezifizierten Leistungsphasen Bewusstwerdung und Orientierung werden in dem in der vorliegenden Arbeit aufgezeigten hierarchischen E-Government-Architekturmodell *eGov-7L* als Verbindungsaufbau (Schicht 1 bis 4) modelliert. Die ebenfalls sequenziell spezifizierten Leistungsphasen Kontaktaufnahme, Antragstellung, Leistungserstellung, Lieferung und Nachbereitung werden in *eGov-7L* (Schicht 5 bis 7) ebenfalls hierarchisch modelliert. Im Gegensatz zu *eGov-7L* wird in diesem Leistungsphasenmodell weder auf der Grundlage der hierarchisch transformierbaren Bedianforderungen noch unter der Prämisse der Fehlererkennung, der Fehlerbehebung sowie der Konsistenzerhaltung modelliert.



## 2.5 Standardisierungsgrad / Komplexitätsgrad

Für eine Unterstützung durch IT-Werkzeuge eignen sich zunächst insbesondere Vorgänge mit einem niedrigen Komplexitätsgrad. Leistungen, die kontinuierlich nach einem vorgegebenen Schema ohne Entscheidungsspielraum erbracht werden, lassen sich häufig fast vollständig automatisieren [TR04]. Der definierte Entscheidungsbaum in einem Fahrkartenkauflprozess ermöglicht den Einsatz z. B. eines DB-Fahrkartenautomaten.

Hinsichtlich des Standardisierungsgrades und somit des Komplexitätsgrades der Leistungserbringung gibt es verschiedene, in ihrer Struktur und Aussage jedoch nicht identische Fachansätze. Diese Auflistung soll deutlich machen, dass zwar einerseits aus den unterschiedlichsten Sichten eine Klassifikation der Kommunikationskomplexität erkannt wird, andererseits jedoch keine einheitliche Klassifikationsschärfe existiert.

### 1. Reinermann / Lucke [LR02]

#### Information:

Die niedrigste Interaktionsstufe ist der Bereich der Informationsbereitstellung. Nach der Speyerer Definition von E-Government sind hiermit alle Arten von Informationsdiensten gemeint (eInformation). „Dazu zählen Bürgerinformationssysteme für die Bevölkerung, Touristinformationssysteme zur Förderung des Fremdenverkehrs, Wirtschaftsinformationssysteme im Rahmen der Wirtschaftsförderung [...] und sonstige Wissensdatenbanken.“

#### Kommunikation:

Die zweite, intensivere Interaktionsstufe ist die Kommunikation (synonym wird hier auch der Begriff Interaktion verwendet). Dies betrifft Informationsdienste, die um Kommunikationslösungen (eCommunication) mit Dialog- und Partizipationsmöglichkeiten, vor allem über E-Mail und Telefon, ergänzt werden.

#### Transaktion:

Die höchste Stufe der Interaktion ist schließlich die Transaktion, die über die AKID-Eigenschaft (Atomarität, Konsistenz, Isoliertheit, Dauerhaftigkeit) charakterisiert wird. Diese kann nochmals in vier Unterstufen unterschieden werden:

- Die beiden ersten Interaktionsstufen umfassen alle Arten von Formularlösungen, die über das Internet angeboten werden können (eForms), angefangen von der einfachen Bereitstellung von Formularen zum Download und Ausdruck im HTML- oder PDF-Format, über „integrierte Offline-Lösungen, die nach Abschluss der Dateneingabe die Formulardaten per E-Mail oder EDI weiterleiten, bis hin zu Online-Formularen, die direkt ausgefüllt [...] und [...] versandt werden“.
- Auf diesen Formularlösungen bauen die Online-Transaktionsdienste auf (eTransactions). Den Unterschied zu den eForms machen die elektronische Annahme und vor allem die elektronische Bearbeitung der Daten mittels entsprechender Software-Lösungen.

- Des Weiteren sind noch Electronic-Commerce-Lösungen zu nennen (eCommerce). Hierzu zählen neben Online-Marktplätzen auch Online-Ausschreibungssysteme sowie Online-Bezahlungssysteme.
- Schließlich gehört noch der „Vertrieb von Bescheiden, Dienstleistungen und Produkten öffentlicher Dienststellen (eService)“ zu den Transaktionen. Zu dieser Gruppe zählen unter anderem elektronische Bescheide, Lizenzen und Genehmigungen.

2. Michael Ruhe, Werner Mattes & Thomas Fehlmann [RMF04]

Anhand des Beispiels „Arbeitsgenehmigung Online“ wird durch den Auftraggeber „Amt für Wirtschaft und Arbeit des Kantons Zürich, Bereich Wirtschaftsförderung, Dr. Stephan Kux, und Migrationsamt des Kantons Zürich, Walter Steiger“ der E-Government-Teilbereich „eWorkPermit“ in vier Bereiche gegliedert:

Stufe 1 – Information:

Allgemeine Information zum Thema Arbeitsbewilligungen

Stufe 2 – Interaktion:

Kontaktmöglichkeiten über das Internet, Downloadmöglichkeiten (z. B. Gebührenblätter)

Stufe 3 – Transformation:

Online-Gesuchserfassung, Status Tracking, selbstständiges Verwalten der Gesuchsdaten und Meldungen über Verlängerungen

Stufe 4 – Konvergenz:

Selbstdeklaration durch qualifizierte Benutzer und selbstständiges Management der Kontingente

3. Prof. Dr. Rainer Thome am Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftsinformatik der Universität Würzburg (Kapitel 2.4.1, 2.4.2) [TR04]

„einfacher Standardfall“: Vorgegebener Arbeitsablauf, einfacher Entscheidungsprozess und Einsatz von Arbeitshilfen

„einfacher Individualfall“: Geringer Individualisierungsgrad des Arbeitsablaufes

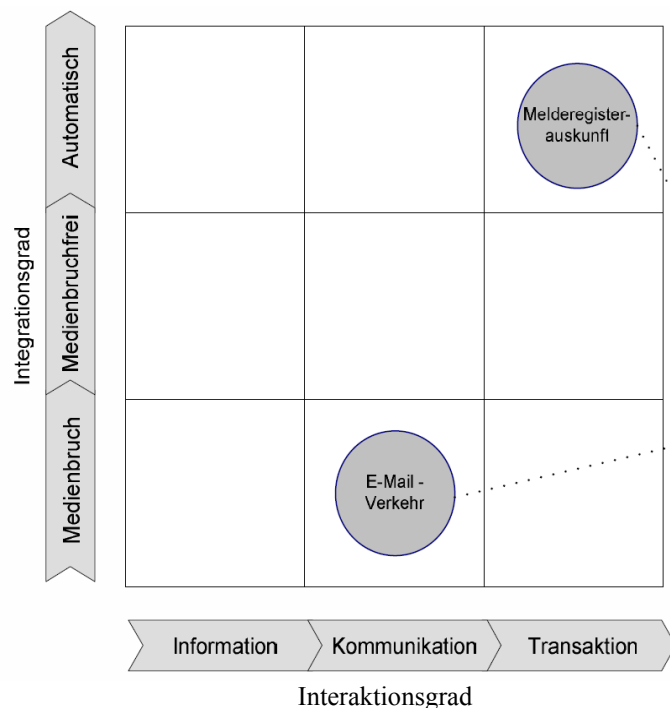
„komplexer Individualfall“: Variierender Arbeitsablauf, komplexer Entscheidungsprozess

4. Klassifikationsschema für Verwaltungsdienstleistungen, Westfälische Wilhelms-Universität Münster [BAN03]

Kombiniert man den Interaktionsgrad mit dem Integrationsgrad, so erhält man eine Matrix, welche eine Interaktions- und eine Integrationsdimension aufweist. Mit Hilfe dieser Matrix

lassen sich die einzelnen schon vorhandenen Dienstleistungen einer Kommune einordnen und klassifizieren (vgl. Abbildung 2.5.1) [UES03].

Mit Hilfe dieses Klassifikationsschemas kann der Umsetzungs-, Reorganisationsstand der einzelnen Dienstleistungen auf einen Blick visualisiert werden.



Die Melderegisterauskunft erfolgt z. B. komplett automatisiert über ein Internetportal inklusive Berechtigungsprüfung und Zahlungsabwicklung.

Jeder Mitarbeiter hat eine eigene E-Mail-Adresse. Allerdings werden eingehende E-Mails zentral ausgedruckt und über die interne Poststelle verteilt.

Abbildung 2.5.1: Integrationsgrad / Interaktionsgrad [UES03]

- Im Abschlussbericht „Status und Ausblick“ der BundOnline Initiative 2005 werden alle 440 online verfügbaren Dienstleistungen der Bundesverwaltung klassifiziert [BMI05]:

Typ	Beschreibung	Wertschöpfungsstufe	online	gesamt
1	Information	Information	239	248
2	Beratung	Kommunikation	13	14
3	Vorbereiten pol. Entscheidungen	Kommunikation	4	6
4	Zusammenarbeit mit Behörden	Kommunikation	50	62
5	Allgemeine Antragsverfahren	Transaktion	59	85
6	Förderungsabwicklung	Transaktion	17	25
7	Beschaffungsvorhaben	Transaktion	30	36
8	Aufsichtsmaßnahmen	Transaktion	13	16
9	Sonstige Dienstleistungen		15	16
<b>Gesamt</b>			<b>440</b>	<b>508</b>

Abbildung 2.5.2: Klassifizierung von online verfügbaren Dienstleistungen [BMI05]

## 2.6 Strukturierungsansätze / Werkzeuge / atomare Details

Wie bereits in Kapitel 1.7 erwähnt, werden allein im Bereich der Geschäftsprozessmodellierung (Business Process Management) für den deutschsprachigen Raum 160 Modellierungsmethoden gezählt [SW08].

Im hieraus gefilterten Umfeld der strategischen Modellierungsprojekte von E-Government finden sich verschiedenste Ansätze im Bereich der Standardisierung, der Modellierungssprachen, der Notationen, der Abstraktionen und der Visualisierungstechniken.

### 2.6.1 ARIS-Konzepte, ARIS-Notationen

Geschäftsprozesse können nur verbessert werden, wenn deren Schwachstellen bekannt sind. Gleichzeitig muss Wissen im Unternehmen vorhanden sein, wie die Prozesse besser gestaltet werden können. Dieses Wissen kann zum Beispiel aus den Erfahrungen der Mitarbeiter stammen. Meist sind die entsprechenden Wissensvorräte jedoch durch die Grenzen der Organisation begrenzt. Es hat sich deshalb bewährt, die aggregierten Erfahrungen und *Lessons Learned* anderer Unternehmen zu nutzen, die vor der gleichen Aufgabe standen und diese bereits erfolgreich gemeistert haben [IDS10]. Diese Vorgehensweise des Innovationsmanagements ist im Wesentlichen von einem privatwirtschaftlichen Unternehmen hin zur Öffentlichen Verwaltung übertragbar (Kapitel 1.2). Als konkrete Applikation ist der interkommunale Wissens-, Erfahrungs- und allgemeine Informationsaustausch zu sehen.

In [IDS10] wird formuliert: „Die ARIS Referenzmodelle sind solches gefrorenes Prozesswissen einer Vielzahl von Unternehmen. Sie geben Projektabwicklungsstrategien inklusive Arbeitspaketen und Ergebnissen vor. Gleichzeitig stellen sie Prozessmodelle, angereichert mit Dateninput und -output und Messgrößen (KPIs) zum Benchmarking oder zur Performancemessung zur Verfügung.“ (siehe auch Kapitel 2.3.8 „ARIS Framework“)

Das Unternehmen IDS Scheer hat aus diesem Grunde diverse Referenzmodelle etabliert, die als Prozesstemplates in der Phase Redesign gesicherte Qualität liefern. Unter anderen ist als Framework das Referenzmodell *Kommunalverwaltung* verfügbar.

Als zentraler Bestandteil der ARIS-Konzepte werden (erweiterte) ereignisgesteuerte Prozessketten verwendet (EPK, eEPK). Sie sind zentraler Bestandteil von SAP-Referenzmodellen und somit Grundlage modellgetriebener Ansätze für ein durchgängiges und werkzeuggestütztes Geschäftsprozessmanagement in Unternehmen und Verwaltungen [NR02].

### 2.6.2 Standards und Architekturen für E-Government-Anwendungen (SAGA)

Die SAGA-Module „Grundlagen“ (Version: de.bund 5.1.0), „Konformität“ (Version: de.bund 5.1.0) und „Technische Spezifikationen“ (Version: de.bund 5.0.0) (Stand: November 2011) des Rates der IT-Beauftragten (IT-Rat) der Bundesregierung stellen in verdichteter Form verbreitete Standards, Verfahren und Methoden der modernen IT-Entwicklung für E-Government vor [CIO11].

SAGA verfolgt die Ziele [SAGA08]:

- *Interoperabilität* – Gewährleistung der Zusammenarbeit verschiedener E-Government-Anwendungen, um effizient Informationen zwischen Bund, Bürgern, Unternehmen und Partnern des Bundes auszutauschen.
- *Wiederverwendbarkeit* – mehrfache Nutzung von Prozess- und Datenmodellen, Systemen, Diensten und Komponenten in verschiedenen E-Government-Projekten, um Synergieeffekte zu erzeugen.
- *Offenheit* – Einbindung offener Standards in E-Government-Anwendungen, um deren langfristige Nutzbarkeit zu fördern.
- *Reduktion von Kosten und Risiken* – Berücksichtigung investitionssicherer Entwicklungen am Markt und im Bereich der Standardisierung.
- *Skalierbarkeit* – Sicherstellung der Nutzbarkeit von Anwendungen bei sich ändernden Anforderungen hinsichtlich Volumen und Transaktionshäufigkeit.

### 2.6.3 Dokumentenmanagement und elektronische Archivierung (DOMEA)

Das *DOMEA*-Konzept steht für Dokumentenmanagement und elektronische Archivierung und wurde unter der Regie der Koordinierungs- und Beratungsstelle für Informationstechnik in der Bundesverwaltung (KBSt, ab 2007 CIO Bund) entwickelt.

Wesentliches Ziel von *DOMEA* ist die Abbildung von behördlichen Geschäftsprozessen, Vorgangsbearbeitung und Archivierung, in *DOMEA*-konformen IT-Prozessen. Seit Veröffentlichung des Konzeptes 1999 hat sich *DOMEA* als Standard in der elektronischen Vorgangsbearbeitung der öffentlichen Verwaltung etabliert [OS09].

### 2.6.4 XÖV-konforme IT-Standards

Die Koordinierungsstelle für IT-Standards (KoSIT), seit 1.4.2011 im Referat für E-Government der Freien Hansestadt Bremen etabliert, ist über den Staatsvertrag zur Ausführung von Artikel 91c GG vom 1. April 2010 beauftragt, die geforderten interoperablen Austauschformate (XÖV-konforme IT-Standards) zu entwickeln und bundesweit abzustimmen (s. Abb. 2.6.4.1). Die Arbeitsergebnisse stehen allen öffentlichen Verwaltungen kostenfrei zur Verfügung. Das XÖV-Framework fasst alle Methoden, Konzepte und Regularien für die XÖV-Standardisierung zusammen und bildet so die Grundlage für die Durchführung von XÖV-Projekten [DIFU03, OSCI02].

Diese Standards sind auch im Hinblick auf eGov-7L fundamentale Basiselemente für die Umsetzung und Weiterentwicklung des Modells aus dem Blickwinkel der standardisierten und sicheren Kommunikationskanäle auf den entsprechenden Rollenebenen der Agenten. Exemplarisch sei der Standard *XMeld* (Datenaustauschformat (XML), Verfahrensabläufe bei den Kommunikationsbeteiligten für das Transportprotokoll OSCI-Transport) erwähnt, der besagt, dass seit dem 1.1.2007 alle Meldebehörden Deutschlands ihre Daten unterei-

einander elektronisch austauschen müssen. Analog wurde am 1.3.2012 der Standard im Informationsaustausch zwischen Ausländerbehörden *XAusländer* implementiert.

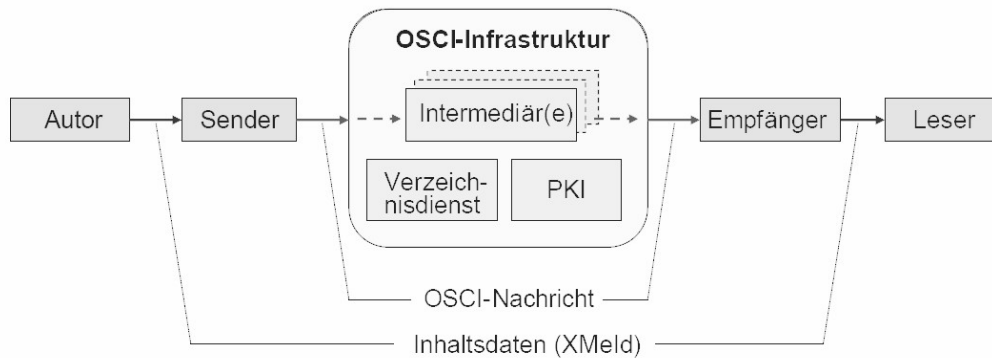


Abbildung 2.6.4.1: OSCI-Infrastruktur [OSCI02]

### 2.6.5 Ansatz der digitalen Signatur

Ein weiteres notwendiges Kernelement von E-Government ist die Authentifizierungsmethode durch elektronische Signaturen. Die definierten Varianten einfache Signatur, fortgeschrittene Signatur, qualifizierte Signatur und qualifizierte Signatur mit Anbieter-Akkreditierung (Trustcenter) tangieren nicht unerheblich die diversen Ebenen von E-Government in den Bereichen Psychologie, Soziologie, Praktikabilität, Vertrauen und Rechtsstabilität.

### 2.6.6 Webservices

Einem neuen technologischen Ansatz stellte die vom World Wide Web Consortium (W3C) herausgegebene XML-Spezifikation (Recommendation, erste Ausgabe vom 10.2.1998) dar.

Darauf aufbauend wurden im Laufe des Jahres 2001 die *Webservices* spezifiziert. Sie stellen eine mögliche Realisierungsmöglichkeit für die *serviceorientierten Architekturen* (SOA) dar.

Diese Webservices basieren auf verschiedenen, auf XML aufbauenden Standards auf:

- SOAP (Simple Object Access Protocol)
- UDDI (Universal Description, Discovery and Integration) als Verzeichnisdienst
- WSDL (Webservice Description Language) als Methodenbeschreibung

Das Prinzip der Verwendung zeigt die Abbildung 2.6.6.1.

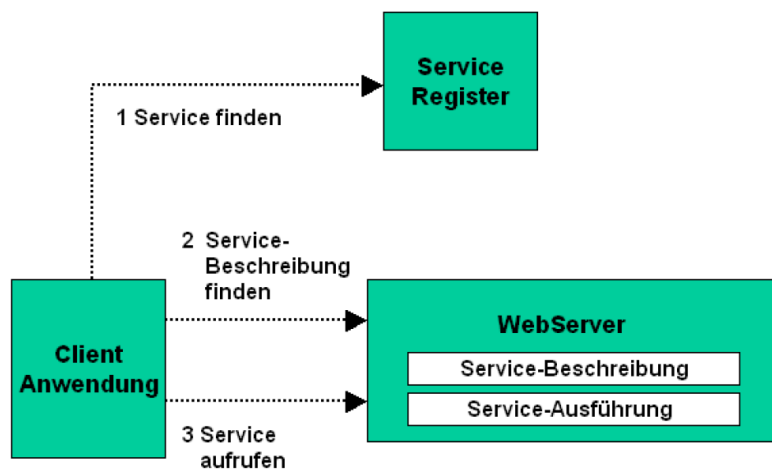


Abbildung 2.6.6.1: Beispielmotivierung (Webservices) [RB05, WWS10]

Der entscheidende Vorteil der Webservices liegt in ihrer Interoperabilität. Um verteilte Anwendungen, auch im interkommunalen Bereich, zu realisieren und derartige Verwaltungsprozesse zu integrieren, bedarf es flexibler Service- / Softwarestrukturen. Webservices sind ein vielversprechender Ansatz, um vorhandene Anwendungen zu integrieren – auch über Verwaltungsgrenzen hinweg.

**2.6.7 Modellierungsnotationen**

Im Bereich der Modellierungsnotationen sind verschiedenste Technologien, Produkte, Darstellungsarten und Sichtweisen etabliert. Die Historien, Grundbegriffe, Objektorientiertheit („Oo“), Zielgruppen und Zielsetzungen zeigen sich wie folgt [WM07, JM12, SAW98]:

Kap.	Notation	Historie	Grundbegriffe	Oo	Automatische Codegenerierung	Notwendiges Know-how; Ziel
2.6.7.1	EPK	1992 (Universität des Saarlandes in Saarbrücken, SAP, A.-W. Scheer)	Ereignisse, Funktionen, Konnektoren / Gateways, Kontrollfluss	-	Unter Anwendung von BPEL	Business-Spezialisten; Prozessdokumentation, Geschäftsprozessmodellierung
	eEPK	>1992 (A.-W. Scheer)	EPK + Funktionsmodellierung der Ressourcen der Organisations-, Daten- und Leistungssicht	-	%	%
	oEPK	1997 (A.-W. Scheer)	EPK + Methoden, Attribute (dargestellt durch Geschäftsobjekte)	ja	%	%
2.6.7.2	BPMN	2002 (IBM, S. White), seit 2005	Ereignisse (Start, Intermediär, Ende), Aktivität,	-	Unter Anwendung von	Business- sowie IT-Spezialisten;

		OMG	Konnektoren / Gateways, Swimlanes, Datenobjekte		BPEL	Geschäftsprozessmodellierung
2.6.7.3	UML	Ansätze in 1990, 1995 (G.Boch, I. Jacobsen, J. Rumbaugh), seit 1997 OMG	Methoden- und Notationensatz, Diagrammtypen; Visualisierungssemantik für Geschäftsprozessmodelle (statisch und dynamisch)	ja	ja	IT-Wissen notwendig, nicht für BWL-Spezialisten; Geschäftsprozessmodellierung
2.6.7.4	BPEL	2002 (Bea Systems, IBM, Microsoft)	XML-basierte Sprache zur Beschreibung von Prozessen (implementiert durch Webservices)	ja	-	Komponente für SOA-Implementierung
2.6.7.5	ER-Modell	1976 (Peter Chen)	Entity, Beziehung, Attribut, Rolle	-	-	Business- sowie IT-Spezialisten; Standardmodell für frühe Entwurfsphasen in der Datenbankentwicklung
2.6.7.6	Petri-Netze	1962 Adam Petri (TH Darmstadt)	geschlossene, formale Theorie; Stellen, Transitionen, Flussrelation; Modelle diskreter, verteilter Systeme, Nebenläufigkeit	-	-	Lehre und Forschung, Ingenieurwissenschaften; Modellierung von nebenläufigen Prozessen
	oPetri-Netze	1987 hierarchische Netzmodelle (Valk, Jessen) [JV87]	Netze in Netzen, PN als „Objekt“ (mit Methoden und Attributen)	ja	-	Lehre und Forschung, Ingenieurwissenschaften; Modellierung verteilter eingebetteter Rechnersysteme
2.6.7.7	FaMos	7/2009, Kompetenzzentrum Digitale Verwaltung NRW (KDV)	Erweiterung von BPMN um zusätzliche Symbole in zehn unterschiedlichen Kategorien	-	-	Kommunale E-Government-Strategien; Modellierung kommunaler Prozesse
2.6.7.8	Picture	2005 Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität Münster	Prozessbausteine	-	-	Kommunale E-Government-Strategien; Darstellung der gesamten Prozesslandschaft einer öffentlichen Verwaltung

Tabelle 2.6.7.1: Modellierungsnotationen [WM07, JM12, SAW98]



### 2.6.7.1 Ereignisgesteuerte Prozesskette (EPK)

Die *Ereignisgesteuerte Prozesskette* (EPK) ist eine Modellierungsmethode sowie eine Notation zur Darstellung von Geschäftsprozessen. Sie wurde 1992 von einer Arbeitsgruppe unter Leitung von August-Wilhelm Scheer an der Universität des Saarlandes in Saarbrücken im Rahmen eines Forschungsprojektes mit der SAP AG zur semiformalen Beschreibung von Geschäftsprozessen entwickelt und hat sich insbesondere im deutschsprachigen Raum als Modellierungssprache etabliert. Die Methode wurde im Rahmen der *Architektur Integrierter Informationssysteme* (ARIS) zur sichtenorientierten Modellierung von Geschäftsprozessen entwickelt und ist wesentliches Element des ARIS-Konzepts [SAW02, WEPK09].



Abbildung 2.6.7.1.1: EPK [WEPK09]

EPKs stellen Arbeitsprozesse in einer semiformalen Modellierungssprache grafisch mit Syntaxregeln dar. Dadurch sollen betriebliche Vorgänge mit dem Ziel der Parallelisierung systematisiert werden, um Zeit und Geld einsparen zu können. Da innerhalb des Prozesses Entscheidungen auf Basis von Bedingungen und Regeln getroffen werden, gibt es in der EPK Verknüpfungsoperatoren (*und*, *oder*, *exklusiv oder*). Das Grundmodell der ereignisgesteuerten Prozesskette umfasst neben diesen Operatoren auch Ereignisse und Funktionen. Dazu werden Objekte in gerichteten Grafen mit Verknüpfungslinien und -pfeilen in einer [1:1] Zuordnung verbunden (Ausnahme bei logischen Verknüpfungen). In einer solchen Verknüpfungskette wechseln sich die Objekte in ihrer Bedeutung zwischen Ereignis und Funktion ab, das heißt, sie bilden eine alternierende Folge, die zu einem bipartiten Grafen führt. Wesentliches Kennzeichen ist die Abbildung der zu einem Prozess gehörenden Funktionen in deren zeitlich-logischer Abfolge (s. Abb. 2.6.7.1.1) [SAW02, WEPK09].

Ereignisgesteuerte Prozessketten (EPK) kommen in der Praxis in zwei Varianten vor: als erweiterte EPK (eEPK) (s. Abb. 2.6.7.1.2) und als objektorientierte EPK (oEPK) (s. Abb. 2.6.7.1.3).

Anwendungsszenarien der EPKs sind die Bereiche Erhebung, Dokumentation, Analyse, Optimierung und Redesign von Geschäftsprozessen.

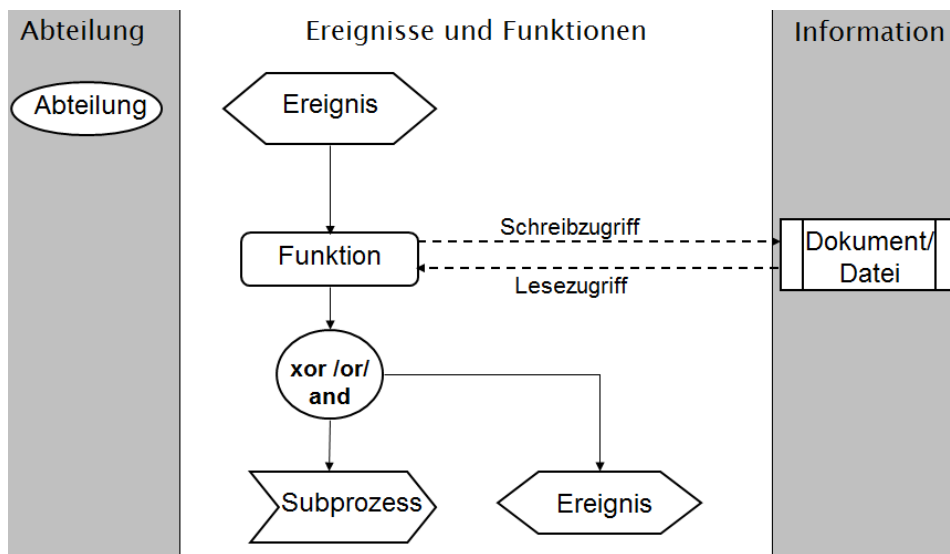


Abbildung 2.6.7.1.2: eEPK [WH12]

Die in der EPK dargestellten logischen Abläufe eines Geschäftsprozesses werden in der eEPK um die Elemente Organisationseinheit, Informationsobjekt (Datencluster), Beleg und Prozessschnittstelle ergänzt. Das Element Organisationseinheit kann in der Modellnotation der EPK jedoch auch als Rolle dargestellt werden.

Die Elemente Organisationseinheit, Informationsobjekt und Beleg werden mit Funktionen verknüpft. Damit ist für eine Funktion dargestellt, welche Organisationseinheit diese ausführt, auf welche Datencluster zugegriffen wird und welche Belege für die Funktion benötigt bzw. während der Funktion erzeugt werden [WFHW11].

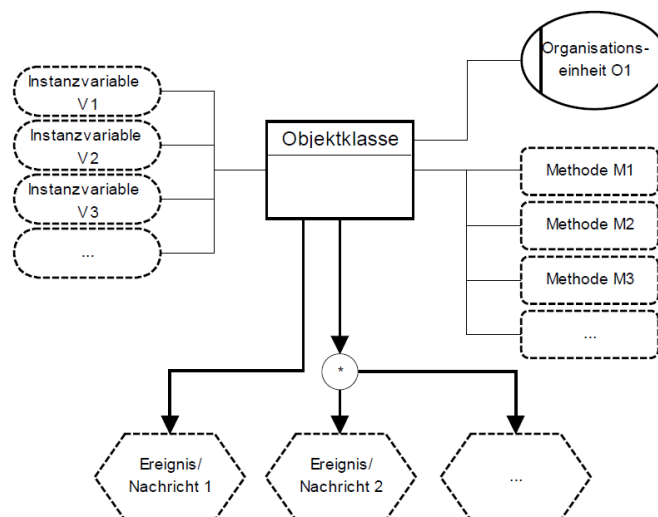


Abbildung 2.6.7.1.3: oEPK [SNZ97]

Charakteristika der oEPK sind Methoden und Attribute, die durch sog. Geschäftsobjekte symbolisiert werden. Die Interaktion zwischen Geschäftsobjekten erfolgt formal über einen

ereignisgesteuerten Kontrollfluss-Nachrichten-Austausch. Die Nachricht enthält alle notwendigen Informationen über die betriebswirtschaftlich relevanten Zustandsänderungen [HF11].

Die Modellierung mit (e)EPK bietet eine hohe Detaillierung bei guter Lesbarkeit und Transparenz. Grafische Modellierungselemente können mit Attributen versehen werden (z. B. Bearbeiter, Kosten, ...) und damit viele Informationen zum Prozess gepflegt werden. Die Erstellung von (e)EPKs wird durch eine Vielzahl von Werkzeugen unterstützt [JM12].

(e)EPKs dienen schwerpunktmäßig der Prozessbeschreibung. Eine Transformation in ausführbare Prozesse wird nur durch die Anwendung von BPEL ermöglicht.

#### 2.6.7.2 Business Process Model and Notation (BPMN)

Die *Business Process Model and Notation* (BPMN, engl. Modellierungs-Notation für Geschäftsprozesse) ist ein Workflowmodellierungsstandard zur Abbildung von Arbeitsabläufen im Bereich der semi-formalen Geschäftsprozesse [JR08]. Eine Ableitung aus Petri-Netzen ist möglich.

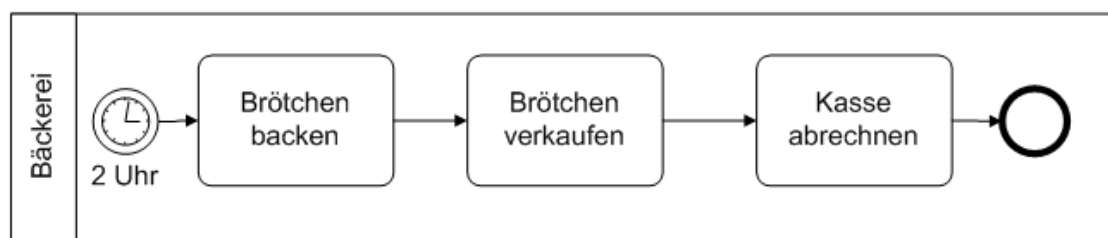


Abbildung 2.6.7.2.1: Beispielmodellierung (BPMN) [WBPMN09]

Die BPMN wurde in 2002 von Stephen White bei IBM entwickelt und in 2005 von der OMG (Object Management Group) übernommen. Die BPMN ist ein internationaler Standard und somit unabhängig von einzelnen Softwareprodukten. Außerdem wurde sie geschaffen, um eine Brücke zwischen Business und IT in der Diskussion über Prozesse zu schaffen. Die Transformation eines BPMN-Modells in XML-Code (BPEL) ist möglich, in der Praxis ist jedoch eine Codeüberarbeitung notwendig [FJ08]. Die Transformation aus einem grafikorientierten Ansatz in einen XML-orientierten Ansatz ist in der Praktikabilität problematisch.

Für den schnellen Überblick hat die camunda services GmbH in einer Forschungsgruppe von Prof. Dr. Mathias Weske am Hasso-Plattner-Institut an der Universität Potsdam ein deutschsprachiges BPMN-Poster entwickelt, das sich auf die neueste Version 2.0 bezieht (Stand: Januar 2011) [FJ08]:



### 2.6.7.3 Unified Modeling Language (UML)

Der einfache Grundgedanke objektorientierter Ansätze ist die Darstellung von Systemen als eine Reihe miteinander kooperierender Objekte. Zur Darstellung dieser Kooperation und aller damit verbundenen Einzelheiten wurde die *Unified Modeling Language* (UML, engl. vereinheitlichte Modellierungssprache) entwickelt. UML enthält Elemente zur Beschreibung der Struktur und des Verhaltens von Objekten in Anwendungsbereichen und IT-Systemen. UML ist über die ISO standardisiert (ISO/IEC 19501). In UML werden grafische Notationen für Objekte sowie für statische und dynamische Strukturen bzw. Abläufe definiert [KB01]. Die Entwicklung von UML sowie XML und XMI obliegt der OMG.

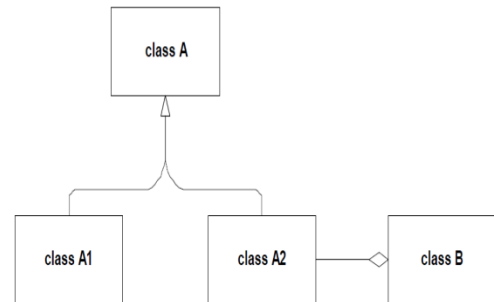


Abbildung 2.6.7.3.1:  
Beispielmodellierung (UML)  
[AC04]

Als standardisierte und weit verbreitete Methode mit der Möglichkeit der Mehrfachverwendung der Modelle kann direkt aus der Modellierung ein Programm-Code erzeugt werden. Eine große Anzahl an UML-Werkzeugen bietet hierbei Export-Möglichkeiten in Java, C und C# an [JM12].

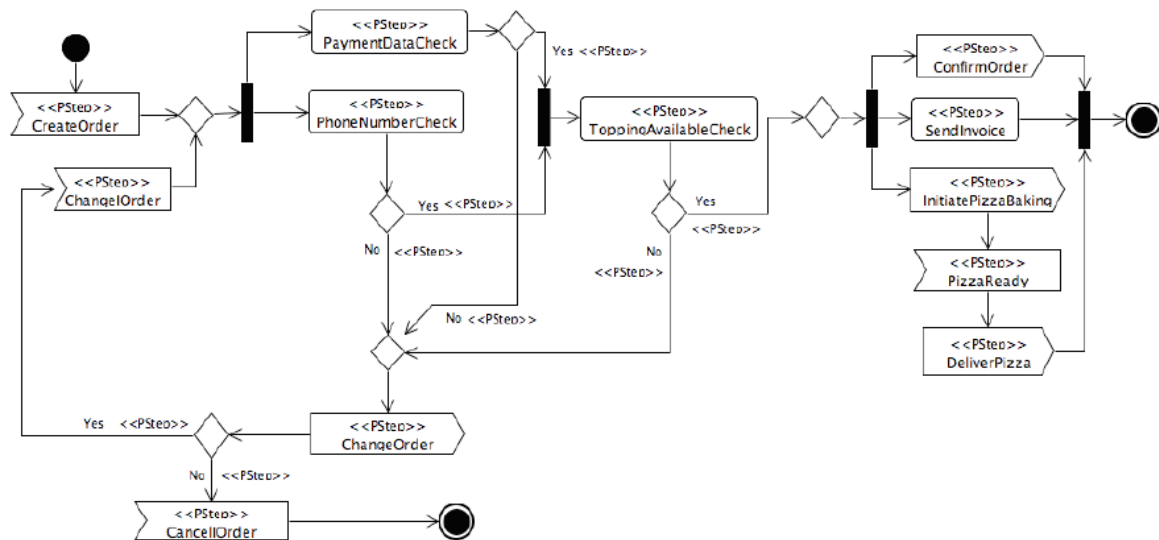


Abbildung 2.6.7.3.2: Beispiel eines Aktivitätsdiagramms in UML [JM12]

### 2.6.7.4 Business Process Execution Language (BPEL)

Ein Webservice kapselt eine Anwendung oder auch nur eine einzelne Aktivität eines Prozesses und stellt diese über ein wohldefiniertes Interface der Außenwelt zur Verfügung. Die Beschreibung der in den Webservices abgebildeten Threads wird durch die in XML-

Technologie realisierte *Business Process Execution Language* (BPEL) implementiert [MSWFH04]. Somit ist eine BPEL-Transformation aus einer (e)EPK- und BPMN-Modellierung die Voraussetzung für die praktische Umsetzung einer SOA. Als Superset von BPEL hatte sich temporär die Business Process Modeling Language (BPML) als Entwurf der Business Process Management Initiative (BPMI) zwischen 2001 und 2005 am Markt etabliert. Später wurde die BPML in der OMG assimiliert [OMG12].

#### 2.6.7.5 Entity Relationship Model (E/R-Modell)

Das *Entity Relationship Model* (E/R-Modell) ist als eine grafische Sprache für die semantische Datenmodellierung zu interpretieren. Der Einsatzzweck des E/R-Modells liegt in der konzeptuellen Darstellung der Datensicht auf einen bestimmten Realitätsausschnitt. Der Anwendungsschwerpunkt liegt in der Modellierung von Datenbankstrukturen. Die zentralen Typ-Ausprägungen sind der Entitätstyp (Objekte mit gleichartigen Eigenschaften / Attributen) sowie der Beziehungstyp zwischen diesen Objekten. Technische Aspekte werden nicht berücksichtigt [JR08, KGT06, KT05].

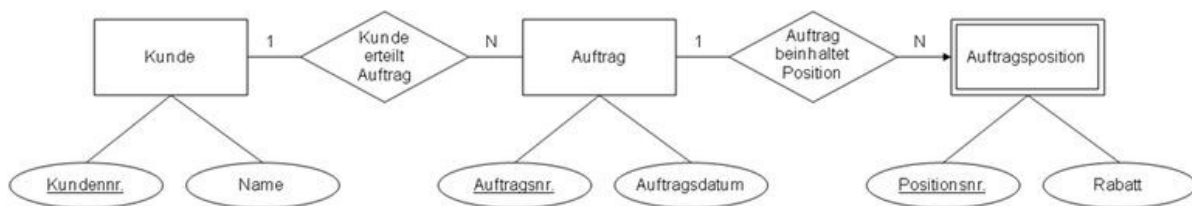


Abbildung 2.6.7.5.1: Beispielmmodellierung (E/R-Modell) [JR08]

#### 2.6.7.6 Petri-Netze / oPN

Im Jahre 1962 legte Carl Adam Petri mit seiner Dissertation „Kommunikation mit Automaten“ an der Technischen Universität Darmstadt den Grundstein zur Netztheorie.

Petri-Netze sind grafenorientierte Modellierungsverfahren. Sie werden vor allem zur Modellierung von nebenläufigen Prozessen verwendet. Dabei sind sie besonders gut zur Analyse von Systemen geeignet, bei denen Interprozesskommunikation und Synchronisation eine entscheidende Rolle spielen. Ein Petri-Netzmodell besitzt zu jeder Zeit einen Zustand, von dem die Menge der möglichen Aktionen – oder Zustandsübergänge – abhängt.

Die wesentlichen Bestandteile eines Petri-Netzes sind Transitionen, Stellen, Marken und Kanten.

Der Anwendungsschwerpunkt ist die Verhaltensmodellierung zur Beschreibung der Dynamik eines Informationssystems in den Bereichen [DJ01]:

- Mögliche Aktivitäten
- Vor- und Nachbedingungen einer Aktivität
- Zustände (aller Bedingungen)  
(mögliche Ausprägung für jede einzelne Vor- bzw. Nachbedingung, d. h. ein Zustand einer Bedingung ist die Verteilung der Marken auf den Vor- bzw. Nachbereich)
- Anfangszustand
- Deadlockanalyse, Zyklenfreiheit
- Sequentielle Abläufe (mögliche Folgen von Aktivitäten)
- Nichtsequenzielle Abläufe
- Erreichbare Zustände (konkret auftretende Zustände in einem möglichen Ablauf)
- Geschäftsprozesse (mit Anfang, Ende, Varianten, ...)

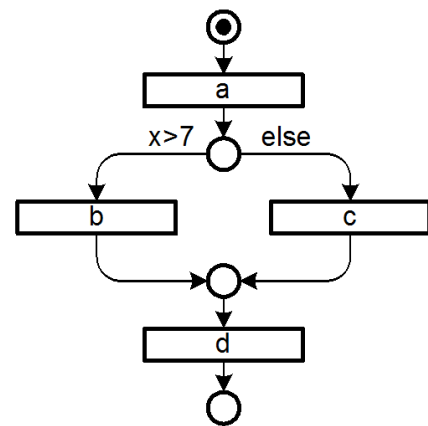


Abbildung 2.6.7.6.1: Beispiel für einfaches Petri-Netz [BK02]

Höhere Petri-Netze findet man in vielen Ausprägungen, wie zum Beispiel [PH04]:

- Zeiterweiterte Petri-Netze (Time Augmented Petri Net):  
Zusätzlich zu den zeitlosen Transitionen der klassischen Petri-Netze wurden Transitionen eingeführt, welche beim Schalten Zeit verbrauchen. Dabei unterscheidet man verschiedene Klassen von Netzen, je nachdem welche Art von zeitverbrauchenden Transitionen in ihnen vorkommt:
  - SPN (Stochastic Petri Net):  
Jede Transition verbraucht Zeit. Die Zeit, die eine Transition beim Schalten verbraucht, ist eine Zufallsvariable und exponential verteilt.
  - GSPN (Generalized Stochastic Petri Net):  
Enthalten exponential verteilte zeitbehaftete Transitionen und zeitlose Transitionen. Diese Klasse von Petri-Netzen lässt sich geschlossen analysieren. Warteschlangensysteme lassen sich als sehr einfache GSPNs darstellen.
  - DSPN (Deterministic Stochastic Petri Net):  
Neben den exponentialverteilten zeitbehafteten Transitionen gibt es auch solche mit deterministischer Schaltzeit. Diese werden als ausgefüllte Rechtecke gezeichnet. Die Komplexität von DSPNs ist ungleich höher als die von GSPNs: Nur wenn in einem DSPN nie mehr als eine deterministische Transition aktiviert sein kann, ist es überhaupt noch analysierbar. Dennoch sind DSPNs beliebt, da sich viele Sachverhalte mit ihnen sehr viel genauer modellieren lassen und gute numerische Simulationen existieren.
  - Allgemeine stochastische Petrinetze mit beliebigen Schaltzeitverteilungen.
- Farbige Petri-Netze
- Prädikat- / Transitions-Netze

Objektorientierte Petri-Netze (oPN) sind als Erweiterung die Integration objektorientierter Konzepte. Verschiedene Ansätze zu oPN zeigen Anwendungsszenarien in folgenden Bereichen [RM03]:

- Anwendung objektorientierter Konzepte auf Petri-Netz-Konstrukte
- Objektorientierte Token
- Objektorientierte Stellen und Transitionen
- Ein Petri-Netz ist ein „Objekt“ (mit Methoden und Attributen)
- Integration mit Middleware-Schichten in verteilten Umgebungen

Jeder Ansatz realisiert die aus der objektorientierten Programmierung bekannten Konzepte der Klassen, der Klassenvariablen und der statischen Methoden und der Objekte mit ihren Attributen und Methoden. Weitere Konzepte wie Vererbung, Interfaces, Assoziationen und Polymorphismus werden nicht bei allen Petri-Netz-Ansätzen umgesetzt bzw. erfahren eine unterschiedliche Gewichtung [NM99].

#### 2.6.7.7 Die FaMoS-Methode

Der Fachmodellierungsstandard FaMoS ist eine Notations- und Modellierungsmethode zur Analyse, Gliederung und Darstellung kommunaler Prozesse. Der mit mehreren Kommunen gemeinsam entwickelte und praktisch erprobte Standard eignet sich vor allem dazu, lokale Prozesskonstellationen anforderungsgerecht und detailliert abzubilden, sodass er besonders für den praktischen Einsatz in kommunalen Modellierungsprojekten geeignet ist.

Das Kompetenzzentrum Digitale Verwaltung NRW (KDV) bietet mit der FaMoS-Methode eine Modellierungsvariante an, welche die Grundnotation von BPMN [www.bpmn.org] um zusätzliche Symbole in zehn unterschiedlichen Kategorien erweitert [FASWK09]. Die zehn Kategorien umfassen die Elementklassen Ereignisse, Prozesssymbole, Beziehungen und Verbinder, Entscheidungen, Rollen, Informationsobjekte, Ressourcen, Medien und Verwaltungsdienste.

Die KDV hat in einem ersten Schritt fünf kommunale Musterprozesse im Zusammenhang mit der EU-Dienstleistungsrichtlinie mit FaMoS modelliert. In einem zweiten Teilprojekt wurden dann weitere 19 kommunale Prozesse modelliert und standardisiert. Perspektivisch soll es möglich sein, sämtliche Optimierungsmöglichkeiten einschließlich der E-Government-Funktionen mit FaMoS zu erschließen. Dafür wurde ein drittes Projekt aufgesetzt, welches noch nicht abgeschlossen ist (Stand: Oktober 2014) [FASWK09, DVZ11].

Die Vorteile zeigen sich aufgrund der Variabilität der Modellierung in der Übersichtlichkeit, der Klarheit der Struktur, der leichten Erlernbarkeit sowie der flexiblen Granularität.

Nachteilig erweist sich der verständlicherweise hohe Zeitaufwand für die Modellierung, falls die Detailtreue ausgeschöpft wird [JM12].



Die wichtigsten Basiselemente in den FaMoS-Kategorien sind (s. Abb. 2.6.7.7.1 bis 2.6.7.7.3) [JM12]:

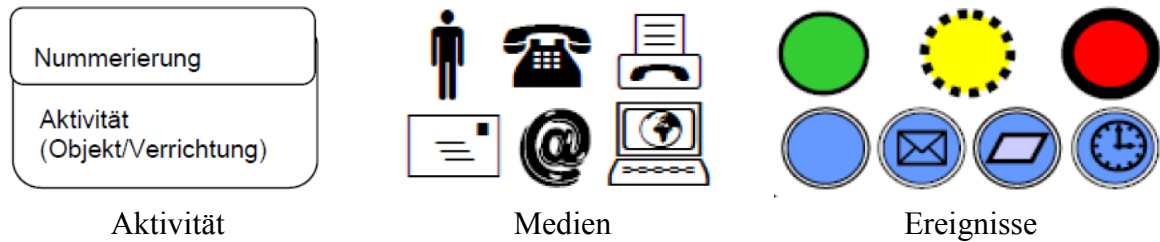


Abbildung 2.6.7.7.1: FaMoS-Kategorien [JM12]

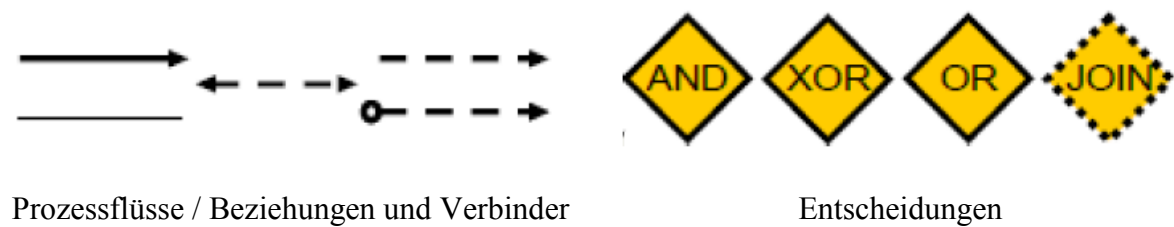


Abbildung 2.6.7.7.2: FaMoS-Kategorien [JM12]



Abbildung 2.6.7.7.3: FaMoS-Kategorien [JM12]

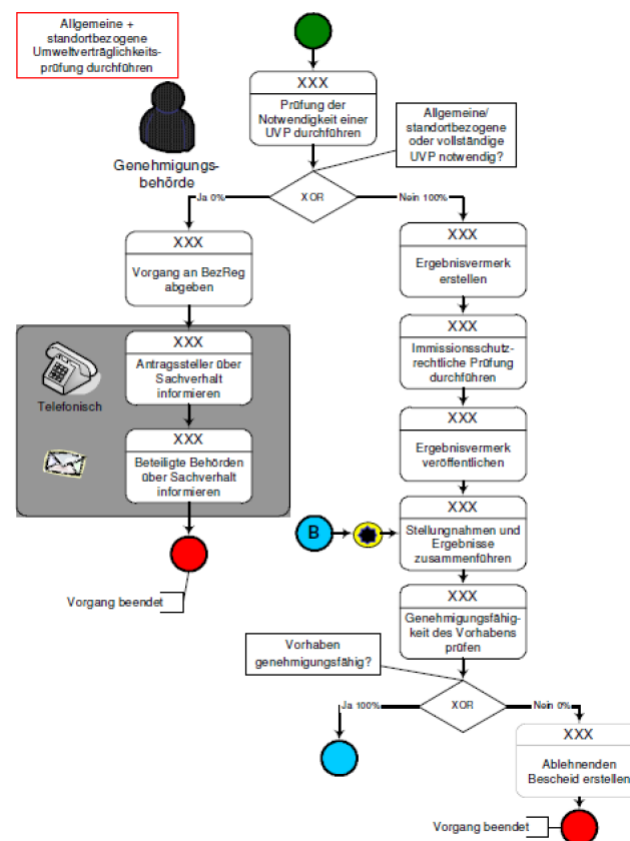


Abbildung 2.6.7.7.4: FaMoS – Beispiel: Aktivitätenmodell Geschäftsaufgabe „Umweltverträglichkeitsprüfung durchführen“ [JM12] (Vollbild siehe Anhang A.3)

### 2.6.7.8 Die PICTURE-Methode

Die PICTURE-Methode verfolgt das Ziel, Verwaltungsprozesse mit vorgefertigten fachlichen Prozessbausteinen (s. Abb. 2.6.7.8.1) auf einem relativ hohen Abstraktionsniveau zu erfassen und darzustellen [BAP07]. Dabei fokussiert PICTURE auf einer fachlich-organisatorische Perspektive in der Breite und ist „konzeptionell anderen Methoden auf dem Weg von der Anforderung hin zur technischen Realisierung vorgelagert“ [DIN09]. Neben einer Sprache beinhaltet die PICTURE-Methode auch ein eigenständiges Vorgehensmodell zur Durchführung korrespondierender Modellierungsprojekte [JM12].

Die Prozessbausteine der PICTURE-Methode stammen aus der Analyse einer Vielzahl von Verwaltungsprozessen und definieren oft vorkommende fachliche Aufgaben in der öffentlichen Verwaltung (s. Abb. 2.6.7.8.2). Die Prozessbeschreibung erfolgt dabei auf der Basis von 24 vordefinierten, wiederverwendbaren Prozessbausteinen, die mit Bezeichnungen aus der Begriffswelt der Verwaltung gekennzeichnet sind (z. B. „Dokument entgegennehmen“, „Formelle Prüfung“, „Dokumente sichten“ etc.). Mit Hilfe dieser Bausteine werden Prozesse gemäß dem „Lego-Prinzip“ zusammengesteckt werden – die Prozessbausteine werden zu Teilprozessen zusammengefügt. Das Abstraktionsniveau dieser Bausteine ist so gewählt, dass sich mit ihnen prinzipiell jeder Verwaltungsprozess fachlich einheitlich beschreiben lässt. Ein zusätzlicher Detaillierungsgrad wird dadurch erreicht, dass die Prozessbausteine durch Attribute verfeinert werden können (z. B. Bearbeitungszeit) [JM12].

Die PICTURE-Methode wurde 2005 am Institut für Wirtschaftsinformatik der Universität Münster entwickelt und wird seitdem durch die Picture GmbH weiterentwickelt.

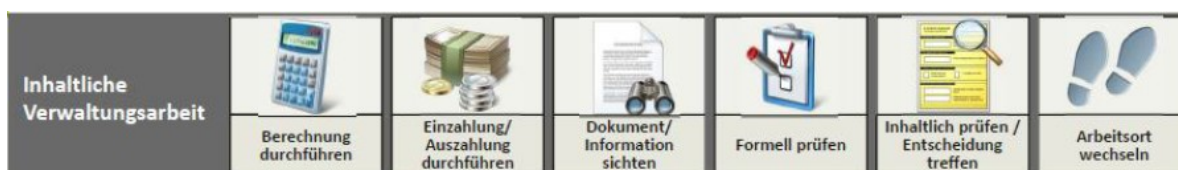


Abbildung 2.6.7.8.1: PICTURE – Beispiel für Prozessbausteine [JM12]

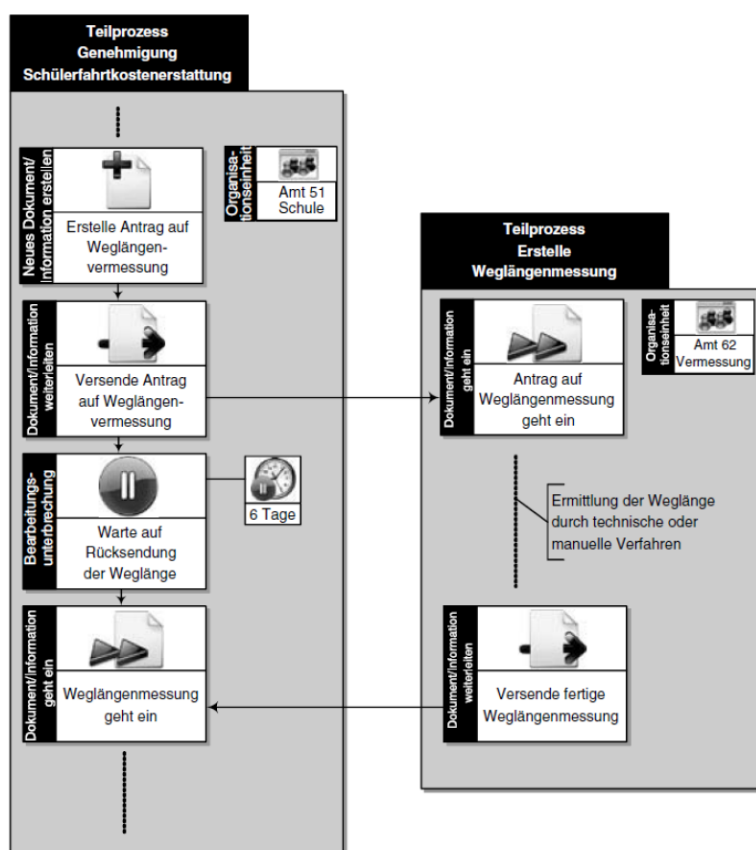


Abbildung 2.6.7.8.2: PICTURE – Beispielprozess (Auszug) „Schülerfahrtkostenerstattung“ [JM12] (Vollbild siehe Anhang A.3)

## 2.6.8 Prozessregister und Prozessbibliotheken

Um die technisch-organisatorische Prozessorientierung der Kommunalverwaltung und E-Government voranzutreiben, kann eine Prozessbibliothek, in der nach einheitlichen Standards modellierte Prozessblaupausen gesammelt und ausgetauscht werden können, ein wichtiges Hilfsmittel sein [KGST10].

Folgende Plattformen bieten aktuell ein Prozessrepository:

- Nationale Prozessbibliothek (HPI-Potsdam, Humboldt-Universität zu Berlin, Bundesministerium des Innern). Wissenschaftliche Leitung: Prof. Mathias Weske, Prof. Oliver Günther. Modellierung in: eEPK, BPMN, FaMoS und PICTURE [NPB12]. Notationsunabhängige Bibliothek aller Ist-Modelle ohne Vorqualifikation [ESKW12]
- KGSt-Prozessbibliothek (KGSt, b.i.t.consult GmbH, BOC Information Technologies Consulting AG). Modellierung von kommunalen Prozessen in: FaMoS, Adonis [KGST10]. Die Vorqualifikation der Prozesse erfolgt durch die KGSt.
- Basiskomponenten der Länder (Land Sachsen): Amt24, CMS, Geodatenserver, Einheitlicher Ansprechpartners (EAP) [SACH12]
- Basiskomponenten der Länder (Land NRW, Kompetenzzentrum Digitale Verwaltung): Zielsetzung, Masterplan (KDV-Prozessregister NRW) [GKS08]
- ORYX-Modellrepository (>3000 Modelle). Modellierung in: BPMN 1.0, BPMN 1.2, EPC (Event-driven Process Chain), Petri-Netze, Workflow nets, FMC block diagram, XForms, BPMN-Q. Wissenschaftliche Leitung (HPI): Prof. Mathias Weske, Matthias Kunze [KW09, DGKW08]
- BPM Academic Initiative / BPM research community: Hunderte von akademischen Instituten stellen Zehntausende Modelle in diesem Repository zur Verfügung (Stand: Oktober 2012) [bpmai.org]

Die aktuellen Bemühungen, die diversen Quellen der Prozessmodellierungsaktivitäten in Bibliotheken strukturiert zu konsolidieren, stellen ein vielversprechendes Projekt dar. Das Sammeln, Teilen und Wiederverwenden von Teilprozessmodellierungen, auch über unterschiedliche Modellierungssprachen hinweg, ist Ressourcen sparend und hochproduktiv [ESKW12].

## 2.7 Produkte und Lösungen der IT-Branche

Aufbauend auf den beschriebenen Modellierungsstandards, haben die Europäische Dienstleistungsrichtlinie (EU-DLR) und daraus initiiert die nationale E-Government-Strategie Deutschland-Online für die Entwicklung von E-Government-Lösungen bzw. E-Government-Produkten einen enormen Motivationsschub für die IT-Branche bewirkt. Diese Produkte und Lösungen betreffen Teilbereiche aus den vier Interaktionsebenen von E-Government (Information, Kommunikation, Transaktion, Integration) [RL09].

Die Schwerpunkte liegen in den Bereichen:

- Modulare und profilfähige E-Government-Portale, Dienstefinder
- Grafische Formulargeneratoren
- „Intelligente“ Kommunikationsplattformen und Authentisierungslösungen für verschiedenste Endgeräte
- Dokumenten- und Workflowmanagementsysteme, Prozessüberwachungssysteme
- Geografische Informationssysteme
- Beratung und Modellierung

## 2.8 Zusammenfassung

Wie dieses Kapitel zwei aufzeigt, sind im Rahmen des technologischen Fortschrittes seit über 30 Jahren im Bereich der organisatorischen und semantischen Modellierung zahlreiche Entwicklungen im Gange. Diese sind aus den verschiedensten Motiven und Sichtweisen und in den unterschiedlichsten Zieldefinitionen begründet:

- Veränderte Nutzung des Internets aus sozio-technischer Hinsicht
- Kritische Betrachtung der historisch bedingten Organisationskonzepte
- Entwicklung von Modellierungsprinzipien und -konzepten für statische Strukturen und dynamische Abläufe
- Analysen von Erhebungsdaten im Bereich von ministerialen Leistungen
- Spezifikation der Kommunikationstypen zwischen Personen und Gruppen
- Darstellung von Modellierungsnotationen und portierbaren Modellierungsstrategien mit darauf aufbauenden Handhabungsvorschriften (Tools)
- Initiierung von nationalen E-Government-Strategien

Der im Rahmen dieser Arbeit gesetzte Schwerpunkt der hierarchischen Modellierung einerseits sowie der quantitativen Leistungsanalyse bei Bedienprozessen andererseits zeigt im Ergebnis der Untersuchung des „State of the Art“ von möglichen wie auch praktikablen Modellierungsnotationen (Kapitel 2.6) auf, dass sich die Hauptziele sowie die Kerneigenschaften der Modellierungsmethoden auf wenige Attribute reduzieren lassen [KS10, BK12]:

- Statische und dynamische Strukturen können grafisch dargestellt werden.
- Diese Strukturen werden durch sogenannte Notationen (Sprachen) abgebildet.
- Durch Abstrahierung werden irrelevante Details ausgeblendet.
- Streng formale Sprachen, die für die automatisierte Codeerzeugung geeignet sind, wirken sich kontraproduktiv auf deren Verständlichkeit aus.
- Durch komplexe Standards und Regeln können aus Software Modelle generiert werden.
- Kanal-Instanzen-Netz-Notationen sowie attribuierte Petri-Netze stellen meist die Modellierungsgrundlage dar.
- Eine übersichtliche Darstellung der Strukturen erfordert eine semi-formale Sprache mit einer einfachen Notation mit klaren Regeln.

Auch die Entwicklungen der Grundlagen von FMC durch Siegfried Wendt Ende der 1970er Jahre sowie die Weiterentwicklungen von Herrn Prof. Dr.-Ing. Werner Zorn in FMC-QE und FMC-eCS ab 2007 basierten auf dem Ziel der Strukturierung, der verbesserten Transparenz sowie der Dokumentation von Softwaresystemen durch eine semi-formale Sprache mit einer einfachen Notation mit klaren Regeln [WS79, WS80, ZW07, ZW07a].

Die Grundlagen dieser Modellierungsmethoden beleuchtet Kapitel drei.

### 3 Grundlagen der verwendeten Modellierungsmethoden

Im Rahmen dieser Arbeit werden die strukturellen, inhaltlichen und semantischen Inhalte von drei aufeinander aufbauenden Modellierungsansätzen bzw. Modellierungsmethoden eingesetzt:

- FMC (Fundamental Modeling Concepts)
- FMC-eCS (FMC extended for communication systems)
- FMC-QE (FMC for quantitative evaluation)

Aufbauend auf diesen Modellierungsmethoden wird das hierarchische Architekturmodell *eGov-7L* (eGovernment hierarchical model (with) 7 Layers) abgeleitet (Kapitel fünf).

#### 3.1 Fundamental Modeling Concepts (FMC)

Wenn in einem Teilbereich der realen Welt etablierte Aufbau- und Ablaufstrukturen im Zielfokus einer Verbesserung oder sogar Optimierung analysiert werden sollen, ist es nicht nur in der Ingenieurskultur alleinig zielführend, durch ein geeignetes Modell bzw. durch einen geeigneten Modellierungsansatz den oft abstrakten Beschreibungsbereich in ein didaktisch transparentes sowie verständigungs- und kommunikationsproblemarmes Bild zu überführen.

Exakt an diesem Punkt setzt der Modellierungsansatz FMC (Fundamental Modeling Concepts) ein und bietet somit die bestmögliche Grundlage für das Darstellen, Finden und Optimieren von statischen wie dynamischen Systemstrukturen unter dem Aspekt der Anschaulichkeit. FMC subsumiert, wie in Kapitel 3.1.2 ausführlich beschrieben, das Modell der Petri-Netze (Kapitel 2.6.7.6) als die gemeinsame Modellierungsgrundlage fast aller etablierten Prozessmodellierungsmethoden und erweitert diese um die Plantypen Aufbau- und E/R-Diagramm.

Werden Modellierungstechniken zur Unterstützung der Kommunikation und zum besseren Verständnis der Kommunikationsprozesse eingesetzt, sieht sich die FMC-Idee in der Ausprägung und Umsetzung mehrerer Anforderungsspezifikationen [KGT06, BK12]:

- Abstraktion – abgestimmt auf den Detaillierungsgrad
- Einfachheit – klare Konzepte und Darstellungselemente, keine Ablenkung durch die Komplexität streng formaler Sprachen
- Allgemeinheit – ohne spezielle Abgrenzung, wenige Begriffskategorien
- Trennung der Belange – angepasste Sichten, mit klaren Regeln
- Ästhetik – verständliche Darstellung für alle beteiligten Entscheider

Diese Eigenschaft bekommt im behandelten Kontext insofern hohes Gewicht, da die abstrakte Strukturwelt von E-Government durch die Modellbildung in *eGov-7L* für die verschiedensten Anwender- und Entscheidungsschichten eine hohe Akzeptanz erreichen kann [KA04].

FMC ist primär ein Ansatz, der das Denken und Kommunizieren über komplexe informationelle Systeme auf der Ebene von Architekturmodellen vereinfacht [WK03]. Im Kern steht ein Metamodell, das durch die getrennte Betrachtung seiner drei komplementären Aspekte

- Aufbauplan,
- Ablaufplan und
- Wertebereichsplan

umfassend beschrieben werden kann. Vervollständigt wird die Beschreibung des Metamodells durch Aufrufdiagramme und durch die Markierungsübergangsgraphen des Ablaufplans.

Mittels FMC lassen ebenfalls auch „Systeme“ aus agierenden und kommunizierenden Menschen veranschaulichen, wobei die Menschen die Tätigkeiten der verschiedenen Akteure übernehmen – eine Vorstellung, die die Verständlichkeit der Modelle erhöht [TP06]. Entsprechend werden zur Darstellung der Systemstrukturen drei korrespondierende Plan-  
typen unterschieden (s. Abb. 3.1.1.1, 3.1.2.1, 3.1.3.1) [KA04]:

- Aufbaudiagramme (Blockdiagramme)
- Petri-Netze [PA62]
- Entity-Relationship-Diagramme

Alle drei Diagrammtypen sind einfache, bipartite Grafen, d. h. sie bestehen aus jeweils zwei Knotentypen, wobei stets nur Knotenexemplare unterschiedlichen Typs durch Kanten verbunden werden. Als Knotentypen werden in allen drei Fällen runde (abgerundete) und eckige Knoten benutzt, wobei sich die Bedeutung aus dem Diagrammkontext ergibt [TP06].

Alle drei Diagrammtypen sind Weiterentwicklungen folgender standardisierter Diagramme: Instanzennetze nach DIN 66200 (Aufbaustrukturen), Entity / Relationship-Diagramme nach Chen (Wertestrukturen), Petri-Netze (Ablaufstrukturen) [TP06].

Als Alleinstellungsmerkmal ist zu konstatieren, dass FMC die hierarchische Verfeinerung in seinen drei Aspekten erlaubt und somit die transparente Darstellung der inneren Struktur in seiner Einbettung in die übergeordnete Struktur ermöglicht.

Die Grundlagen von FMC wurden von Siegfried Wendt bereits 1974 im Rahmen eines Projektes mit Siemens geschaffen und später in vielen weiteren Industrieprojekten weiterentwickelt sowie in diversen Publikationen veröffentlicht [WS79, WS82a, WS82b, WS91, KGT06].

### 3.1.1 FMC – Aufbauplan

Ein Kennzeichen von FMC ist die konsequente Trennung aktiver und passiver Aufbau-  
komponenten.





Diese werden zusätzlich erweitert um die Strukturelemente:

- Stellen mit Kapazität  $n$  ( $n > 1$ )
- Stellen mit unendlicher Kapazität
- Kantengewicht
- Stack-Stelle

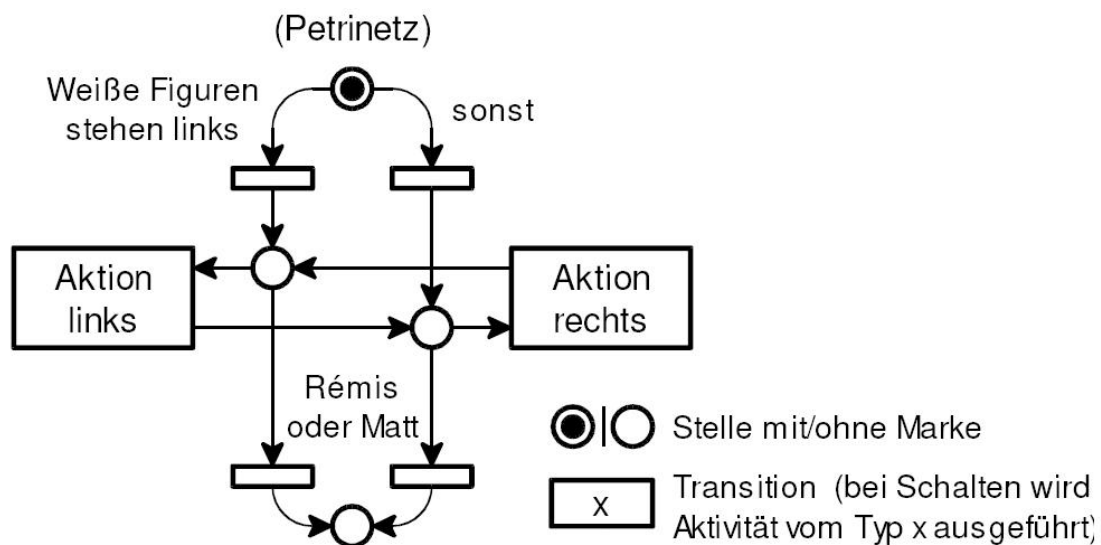


Abbildung 3.1.2.1: FMC Petri-Netz – Beispiel Schachspiel [TP06]

### 3.1.3 FMC – Wertebereichsplan

Wie bereits im Kapitel 2.6.7.5 beschrieben, stellen sich als dritte Strukturkategorie die Entity-Relationship-Diagramme in der Ausprägung des FMC Wertebereichsplans dar.

Dabei handelt es sich um die Strukturen der Werte, die auf den „Orten“ innerhalb eines Aufbaumodells auftreten können. Dies können in einfachen Fällen unstrukturierte Werte sein wie eine Zahl oder ein Buchstabe. Im Allgemeinen können es jedoch auch strukturierte Werte sein wie z. B. ein Zahlentupel, eine Liste oder eine Tabelle [TP06].

Folgende Elemente stellen die Grundstrukturen dar:

- Entität / Attribut / Attributsbereich
- Beziehung
- Beziehungstyp (Kardinalität)
- Partitionierung

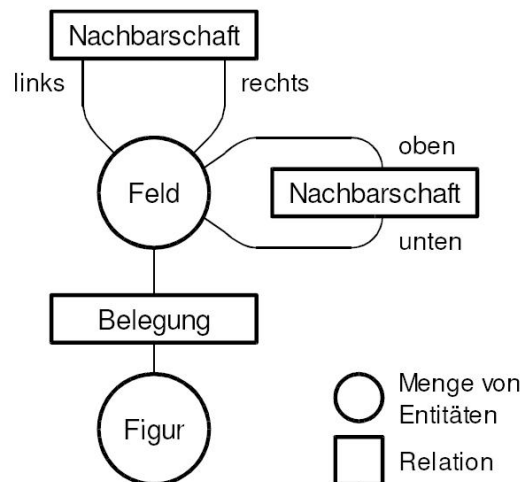


Abbildung 3.1.3.1: FMC Wertebereichsplan – Beispiel Schachspiel [TP06]

### 3.2 FMC-eCS

*FMC-eCS* (FMC extended for communication systems) ist eine in [ZW02] dargestellte Erweiterung von FMC mit verschiedenen neuen Begrifflichkeiten:

- Hierarchiebildung
- Modellierung von unvorhergesehenen Störungen mit sich daraus ableitenden Inkonsistenzen

Während in FMC im Bereich der Aufbau- und Ablaufmodellierung auf die Problematik von Störungserkennung, Störungsbehandlung, Konsistenz von Zuständen, Sicherung von Abläufen und referenziellen Integritäten nicht eingegangen wird, werden in dieser Erweiterung von FMC diese Aspekte definiert, beschrieben und modelliert.

Ziel dieser Modellierungserweiterung ist die Anwendbarkeit auf die Darstellung von Strukturen und Abläufen in der realen Welt (z. B. Darstellung von Geschäftsprozessen, präzises Modellieren von Sicherheitsaspekten, allgemein verständliches Aufzeigen von E-Government-Strukturen, Unterstützung eines strukturierten Software-Systementwurfes) [ZW04, ZW05].

*FMC-eCS* bietet mit Hilfe der hierarchischen Modellierung der Bedienanforderungen die Möglichkeit, Störungen zu erkennen und inkonsistente Systemzustände in konsistente Zustände zu überführen. Gefährdete Aktionsfelder, kritische Aktionen und Inhalte werden identifiziert. Die hierarchische Modellierung eines Systems unterstützt eine zielgerichtete Systemanalyse und einen strukturierten Systementwurf [ZW04, ZW05].

### 3.2.1 Begriffliche Grundlagen

*Integrität oder auch referenzielle Integrität (Unversehrtheit):*

Eigenschaftsbeschreibung oder auch (System-)Zustandsbeschreibung im Bereich der Informationsverarbeitung, die besagt, dass Daten bzw. Informationsinhalte (Inhalte) über einen festgelegten Zeitraum oder einen festgelegten Ablaufabschnitt vollständig, unverändert und somit in sich, falls referenziert, konsistent bleiben.



*Kritischer Inhalt:*

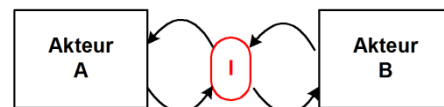
Inhalte, deren Unversehrtheit für damit befasste Akteure unerlässlich ist.



**Kritische Inhalte**

*Kritisches Aktionsfeld (Aufbauplan):*

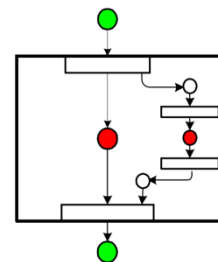
Aktionsfeld, dessen Inhalte in ihrer Unversehrtheit durch Dritte potenziell gefährdet sind.



**Kritisches Aktionsfeld**

*Kritische Aktion (alias kritischer Abschnitt) (Ablaufplan):*

Folge von Aktionen an kritischen Inhalten in einem kritischen Aktionsfeld.



**Kritischer Abschnitt**

Abbildung 3.2.1.1: Kritische Momente in FMC-eCS [ZW04, ZW05]

*Konsistenter Systemzustand („grün“):*

Ein Systemzustand ist *konsistent*, wenn innerhalb des betrachteten Systems zum selben Sachverhalt nur widerspruchsfreie Aussagen möglich sind.

*Inkonsistenter Systemzustand („rot“):*

Ein Systemzustand ist *inkonsistent*, wenn innerhalb des betrachteten Systems aus der Sicht verschiedener Akteure zum selben Sachverhalt widersprüchliche Aussagen möglich sind. Die Widersprüche können dabei sowohl hinsichtlich vorliegender als auch hinsichtlich künftiger Systemzustände bestehen, deren Eintreten von Interaktionen außenstehender Akteure abhängt.

Kritische Aktionen werden in drei Integritätsbehandlungsklassen unterschieden [ZW04]:

*Ungeprüfte kritische Aktion (Ablaufplan):*

Kritische Aktion, deren Folgezustand undefiniert ist.

Ausgangszustand: konsistenter Steuerzustand vor Eintritt in den kritischen Abschnitt („grün“) (= warte auf nächste Operation).

Der als Transition abstrahierte kritische Abschnitt wird als transitionsberandetes Petri-Netz modelliert. Das Verarbeiten von Daten in der Eingangstransition resultiert im Systemzustand: Operation gestartet, warte auf Fertigstellung. Über den Sachverhalt des Ergebnisses der Fertigstellung kann keine widerspruchsfreie Aussage getroffen werden. Dies wird durch einen inkonsistenten Steuerzustand dargestellt („rot“).

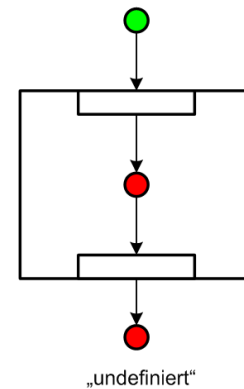


Abbildung 3.2.1.2A:  
Ungeprüfte kritische Aktion

Das Verarbeiten von Daten in der Ausgangstransition beendet den kritischen Abschnitt (=Fertigstellung). Über den nun vorliegenden Systemzustand (Ergebnis der Operation) kann keine eindeutige Aussage getroffen werden („rot“).

*Geprüfte kritische Aktion (Ablaufplan):*

Kritische Aktion, deren Folgezustand definiert korrekt oder inkorrekt ist.

Ausgangszustand: konsistenter Steuerzustand vor Eintritt in den kritischen Abschnitt („grün“) (= warte auf nächste Operation).

Der als Transition abstrahierte kritische Abschnitt wird als transitionsberandetes Petri-Netz modelliert. Das Verarbeiten von Daten in der Eingangstransition resultiert im Systemzustand: Operation gestartet, warte auf Fertigstellung.

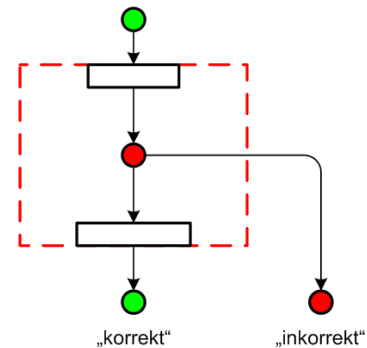


Abbildung 3.2.1.2B:  
Geprüfte kritische Aktion

Über den Sachverhalt des Ergebnisses der Fertigstellung kann keine widerspruchsfreie Aussage getroffen werden. Dies wird durch einen inkonsistenten Steuerzustand dargestellt („rot“). Das Verarbeiten von Daten in der Ausgangstransition beendet den kritischen Abschnitt. Die Integritätslogik (Prüfung) der Gesamttransition liefert über den nun vorliegenden Systemzustand eine eindeutige Aussage: „korrekt“ (Ergebnis) oder „Fehler“ (auch ein Ergebnis!)

*Gesicherte kritische Aktion (Ablaufplan):*

Kritische Aktion, welche nur *ganz* oder *gar nicht* ausgeführt werden kann. Die potenziellen Störgrößen als Interaktionen Dritter [Bedingung] müssen angegeben werden. Anwendungsszenarien sind zum Beispiel der Dijkstra Algorithmus für wechselseitigen Ausschluss (Semaphore als Mechanismus für die Prozesssynchronisation) sowie zeitlich verzahnte Prozesse mit konkurrierender Veränderung von Betriebsmitteln.

Ausgangszustand: konsistenter Steuerzustand vor Eintritt in den kritischen Abschnitt („grün“) (= warte auf nächste Operation oder Abbruch).

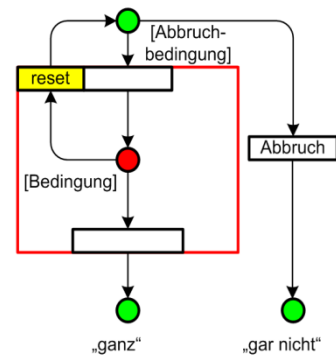


Abbildung 3.2.1.2C:  
Gesicherte kritische Aktion

Der als Transition abstrahierte kritische Abschnitt wird als transitionsberandetes Petri-Netz modelliert. Das Verarbeiten von Daten in der Eingangstransition resultiert im Systemzustand: Operation gestartet, warte auf Fertigstellung. Über den Sachverhalt des Ergebnisses der Fertigstellung kann keine widerspruchsfreie Aussage getroffen werden. Dies wird durch einen inkonsistenten Steuerzustand dargestellt („rot“).

Die Integritätslogik in der Gesamttransition verzweigt bedingungsgesteuert (Inkonsistenz behebbar: ja / nein) durch einen Reset zum Ausgangszustand bzw. durch die Ausgangstransition zum Endzustand „ganz“ (Ergebnis).

Abbildungen 3.2.1.2 (A bis C): 3 Integritätsbehandlungsklassen in FMC-eCS  
Alle Grafiken aus [ZW04, ZW05]

In allen drei Integritätsbehandlungsklassen ist eine stellenberandete Abstraktion des inkonsistenten Systemzustandes im kritischen Abschnitt möglich:

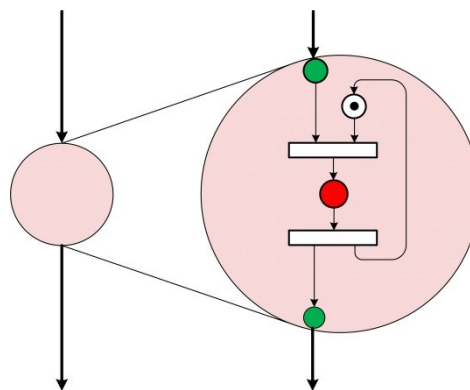


Abbildung 3.2.1.3: Stellenberandete Abstraktion des inkonsistenten Systemzustandes im kritischen Abschnitt in FMC-eCS [eigene Grafik]

### 3.2.2 Systemtheoretische Zustände: Operationszustand / Steuerzustand

Neben den aufgeführten statischen und dynamischen Strukturelementen werden im Segment der Systemzustandsanalyse die Begrifflichkeiten *Operationszustand* und *Steuerzustand* definiert und positioniert.

Als Erklärung sei die Erläuterung „Operationszustand versus Steuerzustand – eine äußerst zweckmäßige Unterscheidung“ von Siegfried Wendt erwähnt [WS98].

Das Unterscheidungskriterium:

Ob eine Zustandsvariable als Operationsvariable oder als Steuervariable zu klassifizieren ist, entscheidet sich an der Frage, wie man den Wertebereich dieser Variablen definieren kann.

*Operationsvariable:*

Man kann den Wertebereich einer Operationsvariablen definieren, ohne explizit alle möglichen Wertübergänge aufzählen zu müssen. Operationsvariable werden in FMC sowohl im Bereich der Petri-Netze wie auch bei Entity-Relationship-Diagrammen zur Modellierung eingesetzt. Beispiel sind: Länge der Warteschlange, Wartezeit am Automaten zum Bezahlen des angeforderten Geldbetrages, Darstellung der Kardinalität in E/R-Modellen.

*Steuervariable (= Kontrollvariable):*

Man kann den Wertebereich einer Steuervariablen nur definieren, indem man explizit alle Werte und möglichen Wertübergänge aufzählt (beispielsweise die Grundzustände im Betriebssystem: idle, busy, waiting).

Der Aspekt der Trennung von Operationszuständen und Steuerzuständen wird im beschriebenen Modellierungsprojekt verstärkt fokussiert, um im Detail die Transparenz der einzelnen Ablaufelemente zu verdeutlichen.

Analogien findet man in der Unified Modeling Language (UML), in der die Modellelemente Objektfluss und Kontrollfluss als abstrahierende Elemente in Aktivitätsdiagrammen vertreten sind [UML11].

### 3.2.3 Operationszustand versus Steuerzustand

In FMC-eCS werden die systemtheoretischen Zustände *Operationszustand* und *Steuerzustand* wie folgt attribuiert [ZW02]:

*konsistenter Operationszustand:*

Ein Operationszustand ist konsistent, wenn innerhalb des betrachteten Systems zum selben Sachverhalt nur widerspruchsfreie Aussagen möglich sind. Beispiel: Ergebnis eines lesenden Zugriffs auf einen defekten Speicherbaustein mit „parity bit“.

*inkonsistenter Operationszustand:*

Ein Operationszustand ist inkonsistent, wenn innerhalb des betrachteten Systems aus der Sicht verschiedener Akteure zum selben Sachverhalt widersprüchliche Aussagen möglich

sind. Beispiel: Ergebnis eines lesenden Zugriffs auf einen defekten Speicherbaustein ohne „parity bit“.

*konsistenter Steuerzustand / Kontrollzustand* (Zustand: „**grün**“): (s. Abb. 3.2.1.2)

Ein *konsistenter Steuerzustand* ist ein Zustand am Anfang oder Ende eines *kritischen Abschnitts*, in welchem die zugehörige unteilbare Operation „ganz oder gar nicht“ entweder noch nicht begonnen oder bereits erfolgreich abgeschlossen ist.

*inkonsistenter Steuerzustand / Kontrollzustand* (Zustand: „**rot**“): (s. Abb. 3.2.1.2)

Ein *inkonsistenter Steuerzustand* ist ein Zustand innerhalb eines *kritischen Abschnitts* des Kommunikationsprotokoll-Steuerautomaten, in welchem ungewiss ist, ob dieser Zustand erfolgreich passiert werden kann oder ob der Steuerautomat in einen *konsistenten* Ausgangszustand zurückgesetzt werden muss. Der tatsächliche Ablauf hängt dabei ab vom Eintreten möglicher Interaktionen anderer Akteure, mit denen der Akteur nicht in einer Kommunikationsprotokoll-Beziehung steht, die als Regelwerk zur Durchführung von kritischen Aktionen zur Erbringung von Kommunikationsdiensten zu verstehen ist.

Reset der gesicherten kritischen Aktion:

Das Rücksetzen des Steuerautomaten impliziert das Rücksetzen des Operationsautomaten in den zugehörigen Operationszustand.

### 3.2.4 Servicebehandlung einer (un-)kritischen Aktion

In Systementwurf von FMC-eCS werden *drei* verschiedene Servicebehandlungsklassen für kritische Aktionen definiert [ZW06, ZW07c].

Legende:

single token	(weiß)	=	<i>control token</i> (Steuervariable:= idle, busy, waiting)
single token	(grün)	=	<i>control token</i> (konsistent)
single token	(rot)	=	<i>control token</i> (inkonsistent)
single token	(grau)	=	<i>operational token</i> (Operationsvariable:= <i>SRq</i> bzw. <i>SRs</i> )

SRq:= service request (Bedienanforderung; in Warteschlange)

SRs:= service response (Bedienrückmeldung)

*service-response-class 1*: Unzuverlässige Servicebehandlung ohne Fehlererkennung

Darstellung einer kritischen Aktion, die als *unzuverlässige* Servicebehandlung in Schicht (N-1) (ohne Fehlererkennung) zum eingehenden *service request* einen undefinierten *service response* (Ergebnis: undefiniert) generiert (s. Abb. 3.2.4.1). In Schicht (N) muss die Ergebnisüberprüfung erfolgen.

Szenario (Übertragungstechnik: „Datenübertragung über gestörte Kanäle“): Störung / Fehler in Schicht (N-1) wird nicht festgestellt <result undefined>, da keine Fehlerüberprüfung erfolgt. Notwendige Ergebnisüberprüfung in Schicht (N).

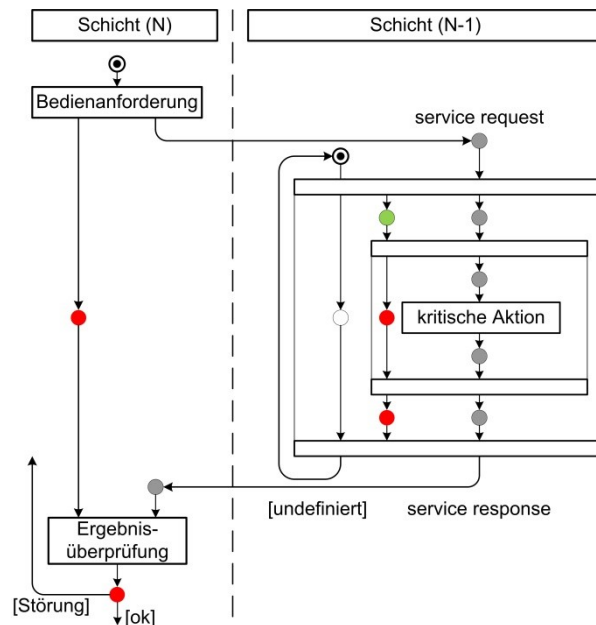


Abbildung 3.2.4.1: Unzuverlässige Servicebehandlung ohne Fehlererkennung [ZW07c]

*service-response-class 2*: Servicebehandlung im Paritymodus (mit Fehlererkennung) schützt kritische Aktion

Darstellung einer kritischen Aktion, die als paritygesteuerte Servicebehandlung (mit Fehlererkennung) zum eingehenden *service request* in Schicht (N-1) einen definierten *service response* (Ergebnis: ok bzw. kein Ergebnis wegen Störung) generiert (s. Abb. 3.2.4.2). In Schicht (N) erfolgt die Fehlerbehandlung.

Szenario (Übertragungstechnik): Störung / Fehler in Schicht (N-1) wird festgestellt (<OK> oder <false>), aber nicht behoben. Dies übernimmt die nächsthöhere Schicht (N).

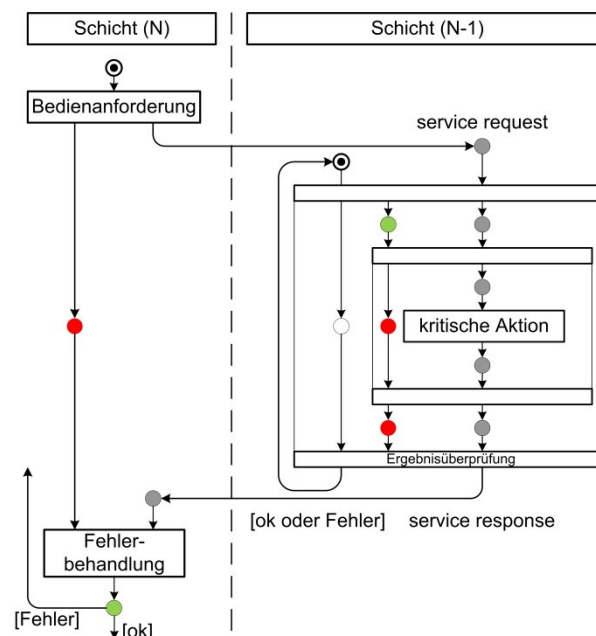


Abbildung 3.2.4.2: Servicebehandlung mit Fehlererkennung [ZW07c]



*service-response-class 3*: Service im Transaktionsmodus (Fehlerbehebung) schützt kritische Aktion

Darstellung einer geschützten kritischen Aktion, die als transaktionsgesteuerte Servicebehandlung „ganz oder gar nicht“ zum eingehenden *service request* einen definierten *service response* (all / nothing) generiert (s. Abb. 3.2.4.3). In Schicht (N) erfolgt die Fehlerbehandlung: Nächster Schritt oder Wiederholung.

Szenario (Übertragungstechnik): Störung / Fehler in Schicht (N-1) wird festgestellt (trotz interner Wiederholung in Schicht (N-1)). Als Ergebnis wird übergeben: <Ergebnis korrekt> (<alles>) oder <kein Ergebnis> (<nichts>). Das weitere Vorgehen obliegt der nächsthöheren Schicht (N): Nächster Schritt oder Wiederholung.

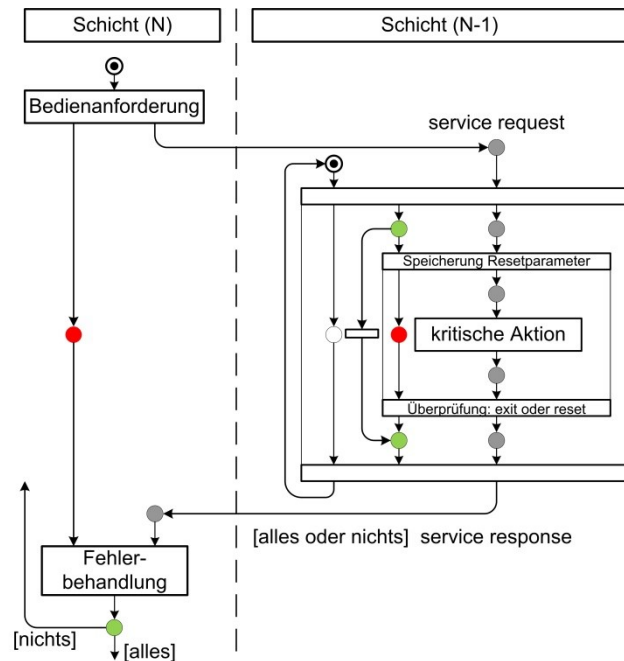


Abbildung 3.2.4.3: Transaktionsgesteuerte Servicebehandlung [ZW07c]

### 3.2.5 Hierarchische Modellierung

In Anlehnung an die hierarchische Schichtenstruktur des OSI-Schichtenmodells (OSI: Abbildung 3.2.5.1 / FMC-eCS: Abbildung 3.2.5.2) wird in FMC-eCS eine hierarchische Modellierungssystematik dergestalt beschrieben, dass jegliches Kommunikationssystem aus einer Schichtenfolge von abwechselnd ungesicherten und gesicherten Diensten (s. Abb. 3.2.5.3) und damit zugehörigen Transitionen besteht [ZW02, ZW04].

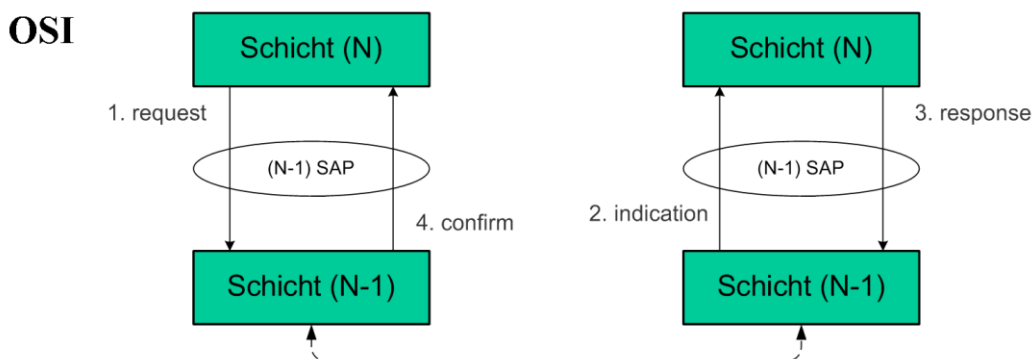


Abbildung 3.2.5.1: Hierarchiemodell OSI [eigene Grafik]

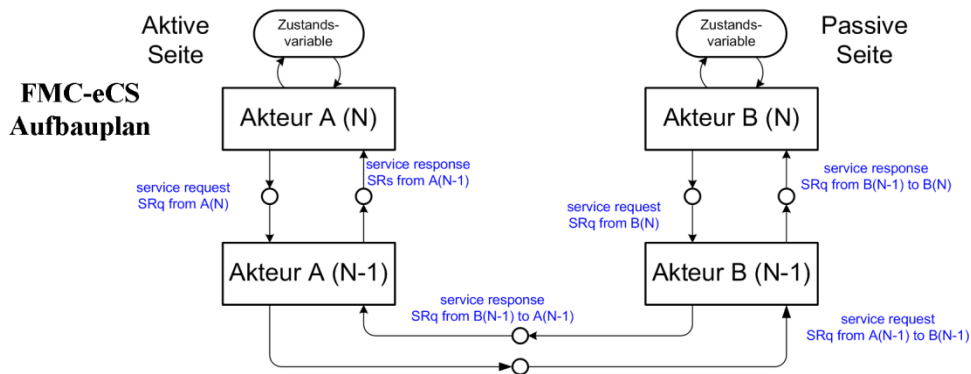


Abbildung 3.2.5.2: Hierarchiemodell FMC-eCS [eigene Grafik]

Die ungesicherten Dienste erbringen dabei den Mehrwert gegenüber den Diensten der darunterliegenden Schicht. Die gesicherten Dienste sorgen für deren Stabilisierung.

In der Abbildung 3.2.5.3 wird mit Hilfe des FMC-eCS Plantyps Petri-Netz die Kooperation von jeweils zwei Akteuren auf jeweils unterschiedlichen Hierarchiestufen dargestellt. Hierbei entsteht eine Schichtabfolge von gesicherten und ungesicherten Diensten. Die Dienste auf der hierarchisch untersten Schicht sind im Allgemeinen ungesichert, ebenso wie die Dienste auf der hierarchisch obersten Schicht.

In der Abbildung 3.2.5.4 wird die Kooperation von zwei Akteuren mit Hilfe des FMC-eCS Plantyps Aufbaudiagramm (Blockdiagramm) modelliert.

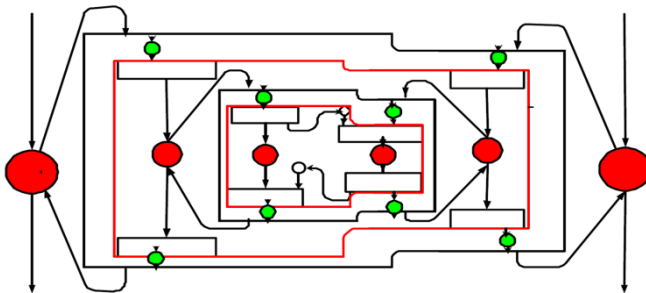


Abbildung 3.2.5.3: Hierarchischer Ablaufplan (Schichtabfolge gesicherter und ungesicherter Dienste) [ZW06]

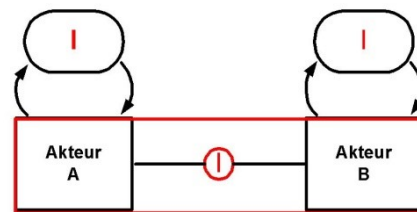


Abbildung 3.2.5.4: Nicht hierarchischer Aufbauplan [ZW06]

#### *Hierarchischer Dienstaufwurf:*

Die hierarchische Modellierung basiert auf einer Denkweise aus der Welt der Serverstrukturen, wobei man alle Aktionen und Handlungen in Bedienanforderungen (service requests) und Bedienrückmeldungen (service responses) aufteilt, in der es immer einen Auftraggeber und einen Auftragnehmer gibt. Eine Person oder Systemteil kann sich hierbei auch eine Bedienanforderung an sich selbst in einer untergeordneten Rolle geben, wobei sich die Hierarchie immer aus dem Kontext ergibt. Das heißt, eine Person kann als Auf-

traggeber einer anderen Person übergeordnet sein und in einem anderen Kontext der Auftragnehmer derselben vorherigen Person sein. Ein Hierarchiewechsel der Bedienanforderungen findet nur statt, wenn eine Transformation der Bedienanforderung (service request) stattfindet [ZW06].

Durch die Anwendung der hierarchischen Modellierung werden die Zuständigkeiten und Rollen der verschiedenen Akteure sowie die Weite der Rücksetzoperationen eines Systems erkennbar gemacht [ZW06].

Somit kann transparent modelliert werden, welche Schicht Fehler erkennt sowie welche Schicht Fehler erkennt und behebt.

Als Fehlerbehandlungsroutrinen sind hierbei drei Varianten vorgesehen:

- Rücksetzen (Reset) der aktuellen Operation auf gleicher Kontrollstruktur mit neuem Parametersatz
- Wiederholung der aktuellen Operation mit gleichem Parametersatz
- Übergabe an übergeordnete Kontrollstruktur

Die hierarchische Modellierung der Prozesse bildet die Hierarchien der Bedienanforderungen in Prozessen ab. In FMC-eCS sind Kontrollflüsse fester Bestandteil der hierarchischen Modellierung, die insbesondere zur Konfliktlösung, Reset- und Ausnahmebehandlung nötig sind.

Darstellung von zwei hierarchischen Kontrollstrukturen mit gesicherter kritischer Aktion. Modelliert sind vereinfacht die beiden Fehlerbehandlungsroutrinen: Reset lokal in Schicht [N-1] bzw. Übergabe an Schicht [N] (s. Abb. 3.2.5.5).

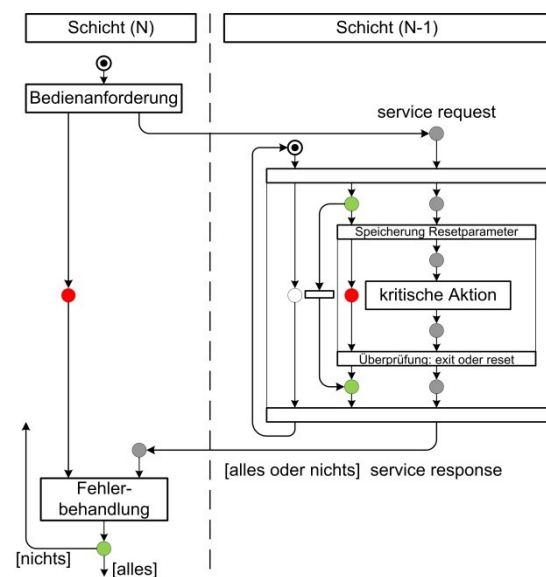


Abbildung 3.2.5.5: Transaktionsgesteuerte Servicebehandlung [eigene Grafik]

### 3.2.6 Interaktion je Ebene im kritischen Aktionsfeld

*Interpretation des FMC-eCS Paradigmas:*

Zur Sicherung der kritischen Aktion („kA“) kooperieren die beteiligten Akteure und bilden damit abstrahiert zeitweise einen *einzig* Akteur (s. Abb. 3.2.5.4). Die Logik kommt in

eGov-7L derart zum Einsatz, dass auf jeder der sieben einzelnen Schichten jeweils diese abstrakten „einzig“ Akteure modelliert werden. In diesem einzigen Akteur kommuniziert gekapselt das Paar *Akteur A* und *Akteur B* bidirektional.

### 3.3 FMC-QE

FMC-QE (Fundamental Modeling Concepts for Quantitative Evaluation) ist eine Methodik zur Modellierung des dynamischen Verhaltens eines Systems mit einem dazugehörigen Kalkül zur Erstellung von Leistungsvorhersagen, wie Antwortzeiten und Durchsatz. Hierzu werden die Modelle aus der Sicht der hierarchischen Bedienanforderungen erstellt, wodurch sich FMC-QE sehr gut zur Beschreibung von dienstbasierten Systemen eignet [ZW07a, ZW07b, KS10].

Einen Überblick über die quantitativen Modellierungsmethoden in einer hierarchischen Ableitungsstruktur zeigt die folgende Abbildung 3.3.1.

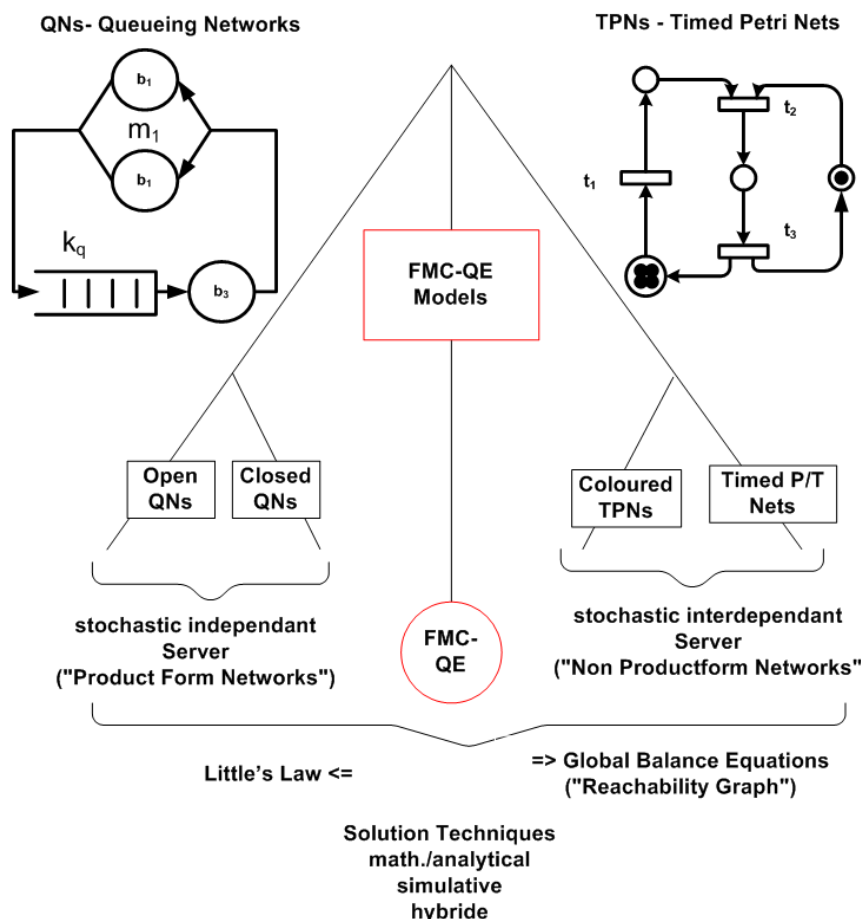


Abbildung 3.3.1:  
Klassifizierung von quantitativen Methoden [ZW07, ZW07a, ZW07b]

In der vorliegenden Arbeit werden in strategischen Modellierungsaspekten die Methoden von FMC-QE angewandt. Als kompakte und präzise Beschreibung soll hier das Dokument

„FMC-QE, A New Approach in Quantitative Modeling“ [ZW07a, ZW07b, KPCZ08, KS10] in Auszügen zitiert werden.

FMC-QE ist eine am HPI von der Forschungsgruppe für Kommunikationssysteme unter Herrn Prof. Dr.-Ing. Werner Zorn entwickelten Modellierungsmethodik, welche die Modellierungssprache FMC zur Beschreibung und Vorhersage quantitativer Systemaspekte erweitert [KGT06, TP06]. Zur Entwicklung dieser Modellierungsmethodik wurden Ideen und Ergebnisse der zeitbehafteten Petri-Netze und der Warteschlangenmodelle integriert.

In FMC-QE steht die hierarchische Modellierung der Bedienanforderungen (service requests) im Fokus [ZW07, ZW08b]. Ausgehend vom FMC-Beschreibungsraum mit dessen drei Systemansichten (Werte-, Aufbau- und Ablaufstrukturen), werden die Bedienanforderungen in FMC-QE aus diesen Ansichten hierarchisch modelliert.

Die Struktur der Bedienanforderungen wird in Entity-Relationship-Diagrammen (E/R-Diagramm) beschrieben, die dazugehörige Struktur der Bediener (Server) wird in Aufbaustrukturdiagrammen (Blockdiagramm) dargestellt. Die Abläufe und Kontrollstrukturen sind in zeitbehafteten Petri-Netzen definiert.

Ein wesentlicher Aspekt bei der Entwicklung von FMC-QE ist die skalierbare Anwendbarkeit auf komplexe Systeme, deren Leistung vorher nur schwer oder gar nicht analytisch vorausgesagt werden konnte. Diese Komplexitätsreduktion wird einerseits durch die hierarchische Modellierung in den verschiedenen Ansichten und andererseits durch die Trennung von *operationellen* und *steuernden* Zuständen realisiert.

Für die Darstellung der statischen sowie der dynamischen Eigenschaften des entwickelten Modells *eGov-7L* werden folgende Elemente aus FMC-QE eingesetzt:

*FMC-QE Entity-Relationship-Diagramm:*

Darstellung der hierarchischen Aufbaustruktur der Bedienanforderungen zwischen der Entity „Bürger“ und der Entity „Staat“ im Sinne einer semantischen Relationen-Datenmodellierung.

*FMC-QE Aufbaustrukturdiagramm:*

Darstellung der hierarchischen Aufbaustruktur der Bedienanforderungen zwischen dem Primäragenten „Akteur A“ (Bürger, linker Hierarchiebaum) als Initialrequester und dem Pendantagenten „Akteur B“ (Verwaltung, rechter Hierarchiebaum) als Initialresponder, ausgehend von Schicht [1].

*FMC-QE Petri-Netz:*

Darstellung der Abläufe und Kontrollstrukturen des zu modellierenden Systems aus der Sicht der Bedienanforderungen in jeder Schicht von *eGov-7L*.

### 3.3.1 Darstellungsarten

*Entity-Relationship-Diagramm (E/R-Diagramm):*

Die Struktur der Bedienanforderungen (Aufträge) wird in FMC-QE in Entity-Relationship-Diagrammen modelliert. Gemäß der Intension von E/R-Diagrammen werden Datenstrukturen und Inhalte (Semantik), sozusagen nur das WAS und nicht das WIE dargestellt. Der wesentliche Aspekt hier ist die hierarchische Dekomposition der Bedienanforderungen zur

Reduktion der Komplexität des Modells. Da die Systeme in FMC-QE aus der Sicht der Aufträge modelliert werden, werden in diesem Diagramm die Zuordnungen zu den anderen beiden Diagrammen (Aufbaustrukturdiagramm und Petri-Netz) hergestellt. Der dazugehörige Bediener ist in einem Attribut der jeweiligen Bedienanforderungsentität gespeichert und die jeweilige Aktion im Petri-Netz ist ebenfalls in einem Attribut, der Tätigkeit, hinterlegt.

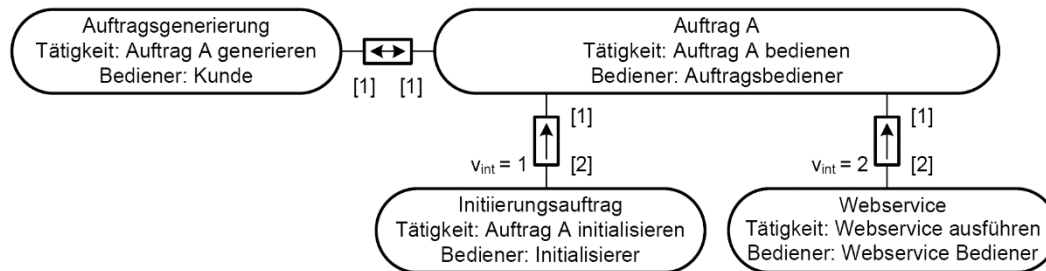


Abbildung 3.3.1.1: FMC-QE Entity-Relationship-Diagramm – Beispiel [KPCZ08]

In Abbildung 3.3.1.1 wird exemplarisch ein Auftrag A dargestellt, welcher von einem korrespondierenden Kunden (Auftragsgenerator) erzeugt wird. Dieser Auftrag A besteht wiederum aus einem Initialisierungsauftrag sowie zwei ( $v_{\text{int}} = 2$ ) Diensten (Webservices). Zur Identifikation der jeweiligen Hierarchieebenen sind diese in eckigen Klammern (hier [1], [2]) dargestellt [KPCZ08].

#### *Aufbaustrukturdiagramm:*

Das FMC-QE Aufbaustrukturdiagramm (s. Abb. 3.3.1.2) ist vom korrespondierenden FMC Diagramm abgeleitet. Die zum Kundenauftrag (request) gehörende logische und reale, hierarchische Bedienerstruktur wird in dieser Modellsicht beschrieben.

Hier: Der Parameter „m“ entspricht dem logischen Parallelitätsgrad. Der reale Server / Bediener kann jedoch aus FMC-QE Sicht auch als einzelner Multiplexer interpretiert werden.

Der vierte Themenschwerpunkt (Kapitel sechs) der vorliegenden Arbeit widmet sich im Rahmen der stochastischen Modellierung der Prozesskette im Bürgerbüro Landshut auf Basis der Warteschlangentheorie. Die Vorgabe einer definierten mittleren Wartezeit implizierte im stochastischen Algorithmus einen Parallelitätsgrad „m“ unter der Bedingung „ $m > 0$ ,  $m \in \mathbb{Q}$ “ (nicht ganzzahlig!). Somit ist eine Bedingung „ $m > 0$ ,  $m \in \mathbb{N}$ “ für den allgemeinen Fall einschränkend.

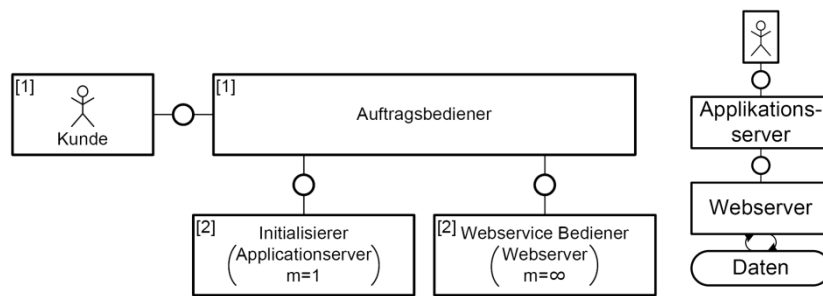


Abbildung 3.3.1.2:

FMC-QE Aufbaustrukturdiagramm – Beispiel „Auftrag vs. Bediener“, zwei alternative Darstellungen [ZW07a, ZW07b, KPCZ08, KS10]

#### Petri-Netz:

Im FMC-QE Petri-Netz werden die Abläufe und Kontrollstrukturen des zu modellierenden Systems aus der Sicht der Bedienanforderungen beschrieben (siehe Beispiel in Abbildung 3.3.1.3). Neben der Komplexitätsreduktion durch die Hierarchisierung in FMC-QE Modellen erfolgt eine weitere Verkleinerung des Zustandsraumes durch die Aufteilung in Operations- und Steuerzustände. Der Fluss der operationellen Marken, als Ausprägung der Bedienanforderungen und Bedienerückmeldungen, ist in FMC-QE auf den grau schattierten Stellen zu beobachten. Hier zeigt sich die Parallelität zum Konzept der farbigen Petri-Netze. Die weiß schattierten Stellen beherbergen Kontrollmarken, wie „busy“ oder „ready“.

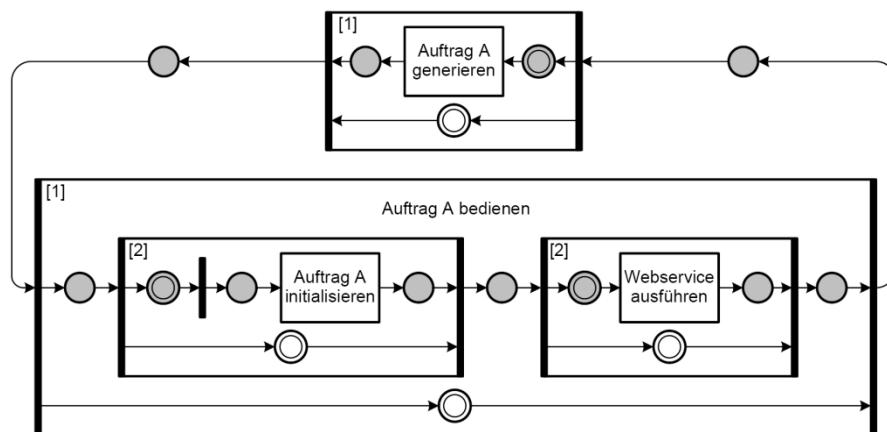


Abbildung 3.3.1.3: FMC-QE Petri-Netz-Darstellung [KPCZ08]

#### Das FMC-QE Tableau [KS09, KS10]:

Das FMC-QE Tableau (s. Abb. 3.3.1.4) stellt, basierend auf den Grundlagen des FMC-QE Kalküls, die parametrisierte und dynamisch berechenbare Modellmatrix des quantitativ zu analysierenden Systems dar. Diese Parameter ergeben sich durch die hierarchische Transformation der strukturellen und dynamischen Größen aus den zuvor modellierten FMC-QE Darstellungsformen. Durch Modifikation der statischen Systemparameter wie auch der dynamischen Lastparameter lassen sich diverse Szenarien und Systemreaktionen berechnen. In der vorliegenden Arbeit wird das FMC-QE Kalkül nur hinsichtlich der Gesetzmä-

Bigkeit von Little im Rahmen der Modellierungsmethode QAMS (Kapitel sechs) verwendet.

Experimental Parameters:	
$N_{ges}$	20
$\lambda_{bott} = \min(B_j)$	20,0000
$f \geq \lambda_{bott}/\lambda$	0,9000
$\lambda$	18,0000

Service Request Section						Mapping				Dynamic Evaluation Section					
Hierarchy Level [bb]	Service Request $SRq_i$	$p_{[bb-1],i}$	$v_{i,ext}^{[bb-1]}$	$v_{i,int}^{[bb]}$	$v_i^{[bb]}$	Server <sub>i</sub>	$X_i$	$\mu_i = m_j/X_i$	$\lambda_i$	$n_{i,q}$	$n_{i,s}$	$n_i = n_{i,q} + n_{i,s}$	$R_i$	$\rho_i$	
2	Webservice bedienen	1	1	3	3	Appl. Server	0.0500	20,0000	54,0000	8,1000	0,9000	9,0000	0,17	0,9000	
2	Initialisieren	1	1	1	1	Webserver	0.0300	33,3333	18,0000	0,0000	0,5400	0,5400	0,03		
1	Bedienanforderung	1	1	1	1		0.0800		18,0000	8,1000	1,4400	9,5400	0,53		
1	Bed.anf. generieren	1	1	1	1	Ext.	0.5811	18,0000	18,0000	0,0000	10,4600	10,4600	0,58	1,0000	

Server Section					
Server	$X_j$	$m_j$	$\mu_j * m_j$	$\mu_j$	$\lambda_j$
Appl. Server	0,0500	1	20	20,0000	18,0000
Webserver	0,0300	$\infty$		33,3333	18,0000

Abbildung 3.3.1.4: FMC-QE Tableau [KS09]

Ein FMC-QE Tableau (s. Abb. 3.3.1.4) besteht aus drei miteinander verknüpften Tabellen:

- Experimental Parameters
- Service Request Section mit Dynamic Evaluation Section
- Server Section

In der oberen Tabelle (*Experimental Parameters*) werden die Lastparameter wie Population, Ankunftsrate bei maximaler Auslastung des bottleneck-requestservers, angestrebte Auslastung des bottleneck-requestservers, Ankunftsrate auf Hierarchie-Level [1] definiert.

In der mittleren Tabelle (*Service Request Section*) sind Leistungsparameter der hierarchischen Bedienanforderungen definiert, u.a.:

- Hierarchie-Level
- service request (Beschreibung)
- Routingwahrscheinlichkeit
- Absoluter / relativer Verkehrsflusskoeffizient

Die entsprechenden Leistungswerte der logischen Server je Hierarchie-Level werden in der *Dynamic Evaluation Section* berechnet, u.a.:

- Bedienrate
- Anzahl der service requests in Bearbeitung
- Anzahl der service requests in der Warteschlange
- Mittlere Antwortzeit

Die untere Tabelle (*Server Section*) enthält die Kenngrößen (Performanceparameter) der realen Server, auf denen die logischen Server ausgeführt werden, u.a.:

- Bezeichnung des Servers



- Gemessene Bedienzeit je request
- Anzahl der Server

Nachdem ein System modelliert und das Tableau abgeleitet wurde, können die einzelnen Leistungsparameter mit geringem Aufwand geändert werden, um einfach Leistungsvorhersagen für eine Vielzahl möglicher Systemkonfigurationen zu erhalten.

3.3.2 Grundgesetze in der Leistungsanalyse

Für die mathematischen Analysen auf dem Gebiet der Warteschlangentheorie werden zwei Grundgesetze der Leistungsanalyse, die ebenfalls in die mathematische Basis von FMC-QE integriert sind, angewandt:

Das Gesetz von Little (*Little's Law*) in FMC-QE als Beziehungsdefinition innerhalb einer Hierarchieebene [HZ95, KPCZ08].

$$Little's Law: N_i = A_i * R_i$$

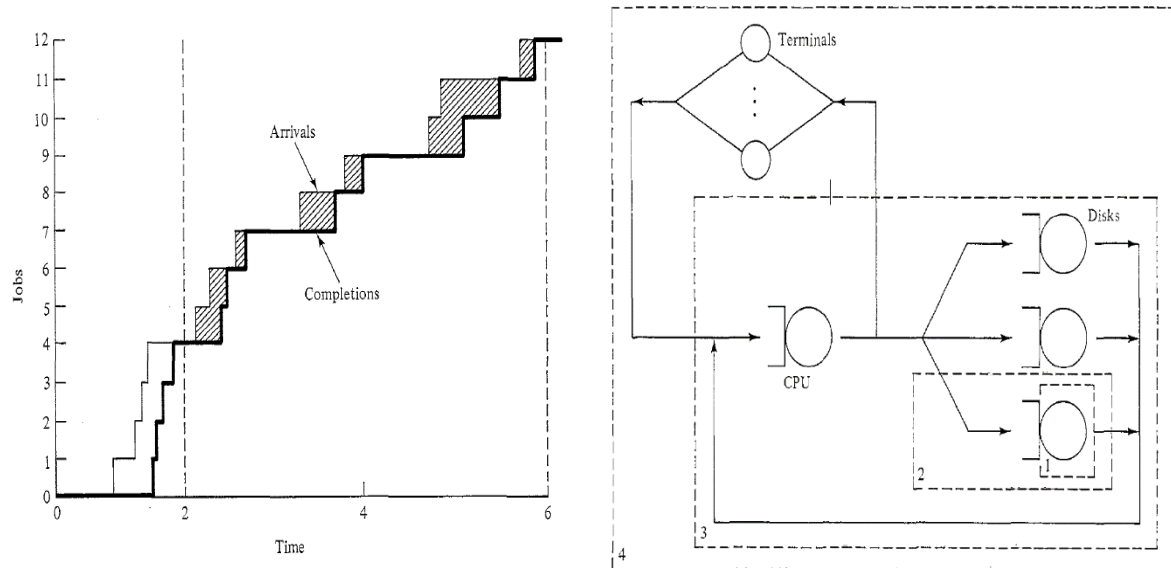
mit

$N_i$  Anzahl der Aufträge im System auf Hierarchieebene [i]

$A_i$  Ankunftsrate der Aufträge auf Hierarchieebene [i]

$R_i$  Verweilzeit der Aufträge im System auf Hierarchieebene [i]

Siehe auch Abbildung 3.3.2.1 (Fundamental Laws [LE99]).



system arrivals and completions [LE99]

Little's Law applied at four levels [LE99]

Abbildung 3.3.2.1:  
*Little's Law*: Auftragsankünfte, -abgänge / Timesharing-System (vier Ebenen)

In der Notation von FMC-QE:  $N_i^{[bb]} = A_i^{[bb]} * R_i^{[bb]}$

mit

- $N_i$     *Anzahl der Aufträge im System auf Hierarchieebene [i]*  
 $A_i$     *Ankunftsrate der Aufträge auf Hierarchieebene [i]*  
 $R_i$     *Verweilzeit der Aufträge im System auf Hierarchieebene [i]*  
 $bb$     *Hierarchieebene [bb]*

Das Verkehrsflussgesetz (FTFL:= Forced Traffic Flow Law) [JR91]:

$$A_{i,internal} = v_{i,internal} * A_{external}$$

mit

- $A_{i,internal}$     *Ankunftsrate der Aufträge auf interner Hierarchieebene [i]*  
 $A_{external}$     *Ankunftsrate der Aufträge auf externer Hierarchieebene*  
 $v_{i,internal}$     *Verkehrsflusskoeffizient auf interner Hierarchieebene [i]*

Dieses zweite auch in FMC-QE angewandte Grundgesetz setzt somit die internen und externen Ankunftsrate über den Verkehrsflusskoeffizienten in Beziehung.

In der Notation von FMC-QE:  $A_{i,int}^{[bb]} = v_i^{[bb]} * A_{i,ext}^{[bb-1]}$

Das Verkehrsflussgesetz stellt in FMC-QE die Grundlage zur Hierarchisierung dar und definiert somit vertikale Beziehungen zwischen den Hierarchieschichten. Ein Ankunftsstrom  $A_{i,ext}^{[bb-1]}$  auf Hierarchieschicht [bb-1] wird an der Hierarchiegrenze durch den Verkehrsflusskoeffizienten  $v_i^{[bb]}$  in den Ankunftsstrom  $A_{i,int}^{[bb]}$  auf Hierarchieschicht [bb] (hierarchisch feiner) transformiert [KPCZ08].

### 3.3.3 Modellierung der Bedianforderung

Ein weiterer wesentlicher Inhalt von FMC-QE ist, dass die Bedianforderungen immer als ein Tupel von „Wert“ und „Einheit“ beschrieben werden. Der Verkehrsflusskoeffizient ist also nicht nur als ein Skalar (Wert-Transformation), sondern ebenfalls als die Grundlage für die Einheiten- und somit die Auftragstransformation zu betrachten. Durch die Transformation mit Hilfe des Verkehrsflussgesetzes werden aus dem sogenannten Einheitsauftrag  $N_{sup(i)}^{e[bb-1]}$  eine Anzahl von  $v_i^{[bb]}$  Einheitsaufträgen  $N_i^{e[bb]}$  erzeugt [KPCZ08].

### 3.3.4 Modellierung der Transition

Die Einbettung einer operationellen Transition in eine Kontrolltransition sowie diese wiederum in die Kontrollstruktur einer in FMC-QE „BSS“ („Basic Server Station“) genannte hierarchische Bedieneinheit zeigt die folgende Darstellung (s. Abb. 3.3.4.1) [ZW07]:

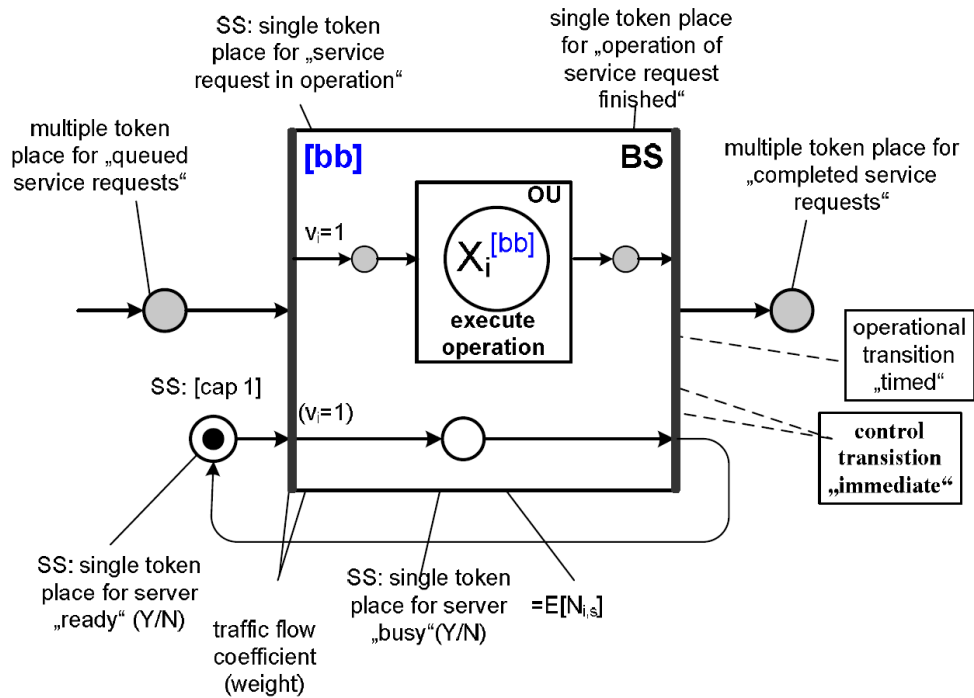


Abbildung 3.3.4.1:  
structure of controlled operational transition  $T^{co}$  [ZW07]

Diese Darstellung, auf allen Schichten in eGov-7L implementiert, zeigt die Trennung der *operationellen* von den *steuernden* Zuständen.

### 3.3.5 Modellierung der Außenwelt

Die Modellierung der Außenwelt spielt in FMC-QE eine große Rolle. Die Außenwelt wird immer durch einen Auftragsgenerator repräsentiert, welcher mit dem System auf der obersten hierarchischen Ebene ([1]) verbunden ist [ZW07, KPCZ08].

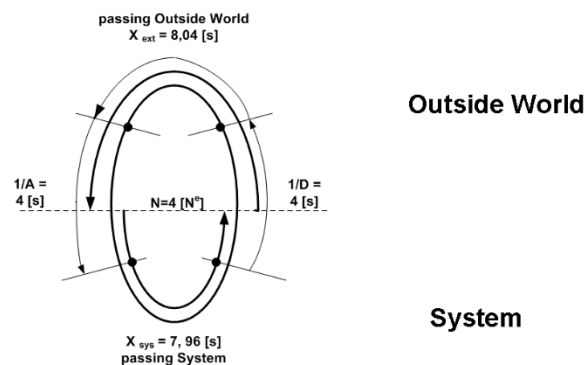


Abbildung 3.3.5.1:  
stationary process with parameters A and N [ZW07]

In FMC-QE wird die klassische Unterscheidung in offene (Warteschlangensysteme) und geschlossene Netze (z. B. zeiterweiterte Petri-Netze) mit der jeweiligen Parametrisierung von entweder der Ankunftsrate  $\lambda$  (offene Systeme) oder der Anzahl der Aufträge im System  $n_{ges}$  (geschlossene Systeme) nicht getätigt (Kapitel 2.6.7.6 bzw. 3.4.1).

Stattdessen kann in FMC-QE unter Verwendung des Antwortzeitengesetzes („response time law“) [LZGS84]

$$X_{ext}^{[1]} = \left( \frac{n_{ges}^{[1]}}{\lambda^{[1]}} \right) - R_{sys}^{[1]} \text{ sowohl die System-Ankunftsrate } \lambda^{[1]} \text{ als auch die mittlere Anzahl der Aufträge in System und Umwelt } n_{ges}^{[1]} \text{ parametrisiert werden.}$$

Die Zeit im Auftragsgenerator ( $X_{ext}^{[1]}$ ) ergibt sich dann je nach Parametrisierung von  $\lambda^{[1]}$  und  $n_{ges}^{[1]}$ . Diese Art der Last wurde eingeführt, weil sie nach der Meinung der Autoren dem real zu modellierenden System besser entspricht [KPCZ08].

Diese Modellierung der Außenwelt in Verbindung mit der stochastischen Analyse stellt einen Basisbaustein in QAMS dar:

- Abbildung des stochastischen Warte- / Bedienprozesses im Kontext Kendall (Kapitel 6.3)
- QAMS aus Sicht der Warteschlangentheorie (Kapitel 6.4)
- Evaluation von QAMS aus der Sicht des „response time law“ (Kapitel 6.5)
- QAMS als „Generalized Stochastic Petri Net“ modelliert (Kapitel 6.8)

### 3.4 Warteschlangentheorie

Warteschlangenmodelle werden in der Literatur durch Warteschlangennetze, bestehend aus elementaren bzw. erweiterten Warteschlangensystemen, beschrieben [KL75, KL76, HZ95]. Um die Systemlogik der Modellierungsmethode QAMS statisch und dynamisch aus Sicht der Warteschlangentheorie einordnen bzw. beschreiben zu können, werden im Vorfeld zunächst die aktuellen Ansätze dargestellt.

#### 3.4.1 Warteschlangensystem (WS-System)

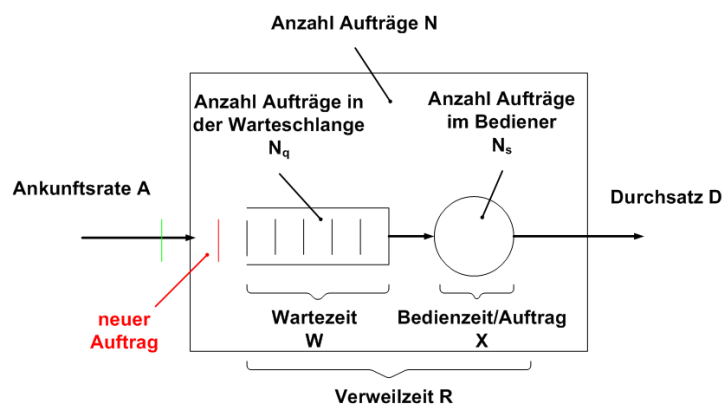


Abbildung 3.4.1.1: Elementares WS-System [ZW06]

Das *elementare* WS-System (ein Bediener / Server) (s. Abb. 3.4.1.1) wird durch folgende Variablen bzw. Parameter beschrieben [TCA04]:

$N$	Anzahl der Aufträge im System. Die Last des Systems beträgt $N$ Aufträge.
$N_q$	Anzahl der Aufträge in der Warteschlange
$N_s$	Anzahl der Aufträge beim Bediener
$A$	Ankunftsrate der Aufträge
$X$	Bedienzeit beim Bediener
$W$	Wartezeit der Aufträge in der Warteschlange, bevor sie bedient werden
$D$	Durchsatz des Systems
$R$	Verweilzeit (die gesamte Zeit der Aufträge im System)

Folgende Größen werden abgeleitet:

$$R = X + W \text{ (Reaktionszeit)}$$

$$D_{max} = 1 / X \text{ (Maximaldurchsatz [HZ95])}$$

$$U = D / D_{max} = N_s (0 \leq U < 1) \text{ (Auslastung } U \text{ eines stabilen Systems [HZ95])}$$

$$\text{Stabilitätsbedingung: } A \leq D_{max} \text{ [HZ95]}$$

$$\text{Little's Law: } N = A * R$$

Die *erweiterten* WS-Systeme weisen gegenüber dem elementaren WS-System folgende Variationen auf (im Modellierungsprojekt relevant betrachtete Auswahl):

- n Server, 1 Warteschlange ( $n > 1$ )
- n Server, n Warteschlangen ( $n > 1$ )
- 1 Server, n Warteschlangen ( $n > 1$ , auftragsvariante Warteschlange)
- 1 Server, n Warteschlangen ( $n > 1$ , auftragsinvariante Warteschlange)
- 1 Server, 1 Warteschlange (quasigleichzeitiger Bedienprozess im Multiplexverfahren)

Um derartige Systeme kompakt und normiert zu beschreiben, wird eine Notation benutzt, die auf D. G. Kendall zurückgeht:

*Kendall-Notation:*

Die Charakterisierung des Wartesystems erfolgt durch Tupel aus Buchstaben und Ziffern. Optionale Angaben werden in eckige Klammern gesetzt:

$$A / B / c \text{ [ / K ] [ / S ] [ / \text{Auswahlstrategie} ]}$$

Darin bedeutet:

A: statistische Verteilungsfunktion der Zwischenankunftszeit im Ankunftsprozess

Möglich sind z. B.:

D Deterministisch (konstant)

M Markoff (exponentiell)

E<sub>r</sub> Erlangverteilung Stufe r

H<sub>r</sub> Hyperexponentialverteilung Grad r

G Allgemein (general, beliebig)

B: statistische Verteilungsfunktion der Bedienzeit / Servicezeit im Serviceprozess  
Mögliche Konkretisierungen wie bei A

c: Anzahl der Bedienstationen, Servicestationen

K: Kapazität (Plätze) des Stauraumes (Warteschlange)

S: Ergiebigkeit der Quelle (Populationsgröße)

In der Regel sind die beiden letzten Parameter nicht begrenzt. In solchen Fällen werden die Größen nicht aufgeführt. Typische Bezeichnungen sind etwa:

D / D / 1  
M / M / c  
M / M / 1 / K  
Er / M / 1  
M / G / c  
G / G / 1  
u. a.

Auswahlstrategie / Abfertigungsdisziplin:

FIFO (FCFS): First-In-First-Out (First-Come-First-Served)  
LIFO (LCFS): Last-In-First-Out (Last-Come-First-Served)  
RSS (SIRO): Random Selection for Service (Service in Random Order)  
RR: Round Robin  
PS: Processor Sharing (analog RR mit Zeitscheibe gegen Null)  
IS: Infinite Server  
FCFS-PRE, FCFS-NONPRE (verdrängende oder nicht verdrängende  
Prioritäten)  
FCFS-ASYM (asymmetrische Bedienraten)  
BCMP-Knoten oder Produktformknoten (M/M/n-FCFS, M/G/1-PS,  
M/G/unendlich-IS und M/G/1-LCFS-PRE)

### 3.4.2 Warteschlangennetze (WS-Netze)

Die nächste Komplexitätsstufe im Klassifizierungsbereich der Warteschlangentheorie stellen die Warteschlangennetze (WS-Netze) dar. Sie bestehen aus mehreren WS-Systemen (Netzknoten, Knoten), die miteinander gekoppelt sind.

Abhängig von der Art der Last können offene und geschlossene WS-Netze unterschieden werden [BG89, HZ95].

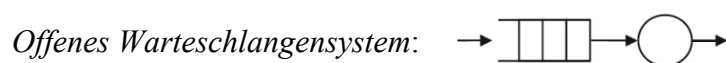


Abbildung 3.4.2.1: Offenes WS-System [BG02]

Signifikante Größen:

- Unbegrenzte Anzahl an Kunden im Warteschlangensystem möglich
- Aufträge / Kunden werden von „außen“ (Quelle) aufgenommen und nach „außen“ (Senke) abgegeben

Offenes Warteschlangennetz (oWsN):

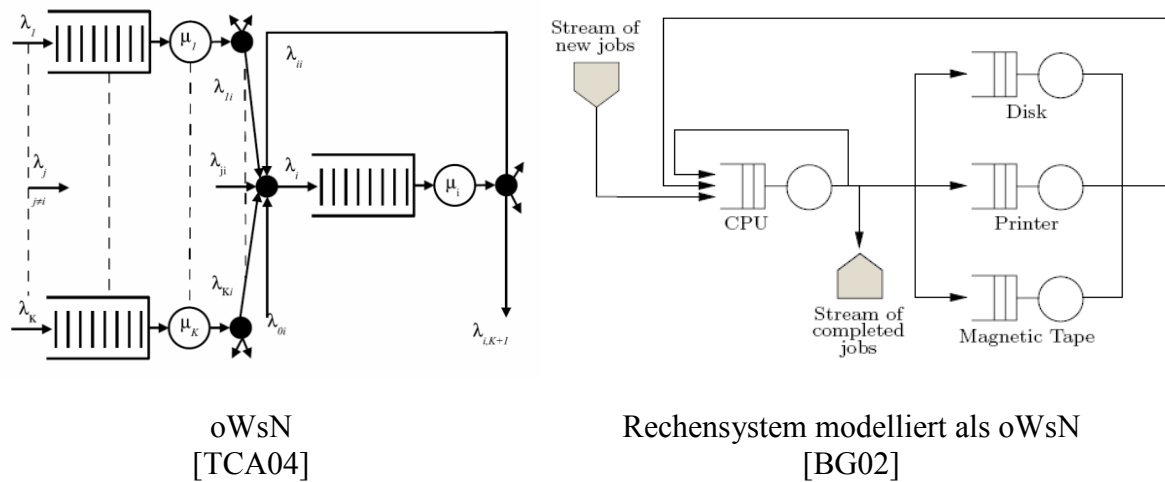


Abbildung 3.4.2.2: Darstellung eines offenen Warteschlangennetzes

Die Anzahl der Aufträge  $N$  im Netz ist variant.

Aufträge werden von außen aufgenommen und wieder nach außen abgegeben. Gegeben ist die Ankunftsrate  $\lambda_i$  in jedem WS-System. Dadurch wird die Last bestimmt.

Geschlossenes Warteschlangensystem:

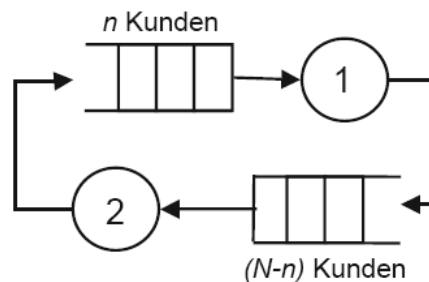


Abbildung 3.4.2.3: Geschlossenes WS-System [BG02]

Signifikante Größen:

- Begrenzte Anzahl  $N$  an Kunden im Warteschlangensystem ( $N:=$  konstant)
- Zwischen den Warteschlangen zirkulieren Objekte

*Geschlossenes Warteschlangennetz (CQN – Closed Queueing Network, Produktformnetzwerk):*

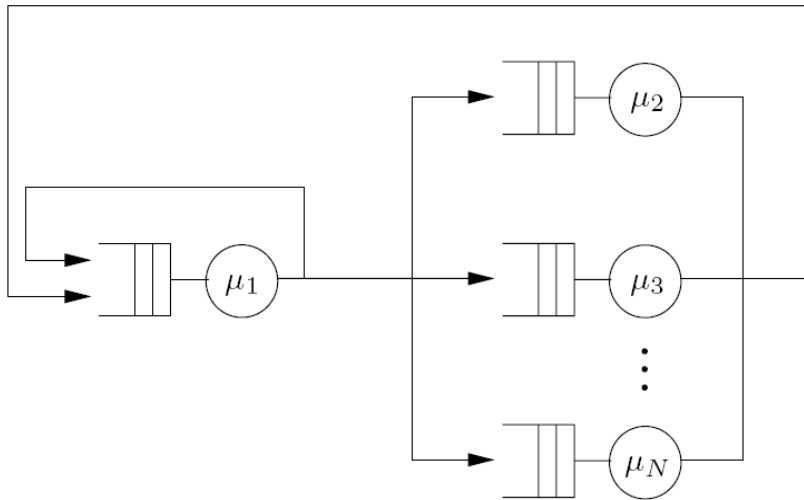


Abbildung 3.4.2.4: Geschlossenes WS-Netz [BG02]

Ein geschlossenes Warteschlangennetz besteht wie ein offenes Warteschlangennetz aus mehreren vernetzten Bedienstationen. Es existiert nur eine begrenzte Zahl von Aufträgen innerhalb des Netzwerkes. Zu- und Abgänge sind nicht möglich.

*Produktformnetzwerke:*

Eine besondere Rolle spielen Netze mit der sogenannten Produktform. Für diese Netze gibt es effiziente Algorithmen zur Bestimmung der Leistungskenngrößen. Eine aussagekräftige Analyse des Netzes ist somit möglich.

1975 erschien eine Arbeit von Baskett, Chandy, Muntz und Palacios (BCMP), in der sie eine umfangreiche Klasse von Warteschlangensystemen zusammenstellten, für die effiziente Lösungen möglich sind. Es gibt exakte Produktformlösungen für geschlossene und offene Systeme für singuläre wie multiple Auftragsklassen [BCMP75].

Beispiel (s. Abb. 3.4.2.5):

Ein analysierbares, offenes Warteschlangennetz wird als Jackson-Netzwerk bezeichnet, wenn folgende Voraussetzungen erfüllt sind [JJR57]:

- An jedem Knoten können offene Poissonströme (von extern) auftreten. An einem Knoten ist die Ankunftsrate  $> 0$ .
- Die Bedienzeiten sind exponentiell verteilt. Es können mehrere Bediener vorhanden sein.
- Die Bedienstrategie ist FIFO.
- Jeder Knoten hat einen unbeschränkten Warteraum.
- Es gibt nur eine Klasse von Kunden.
- Die Anzahl der Kunden im Netz ist nicht beschränkt.
- Von mindestens einem Knoten gehen Aufträge wieder nach extern. Es können Rückkopplungen auftreten.



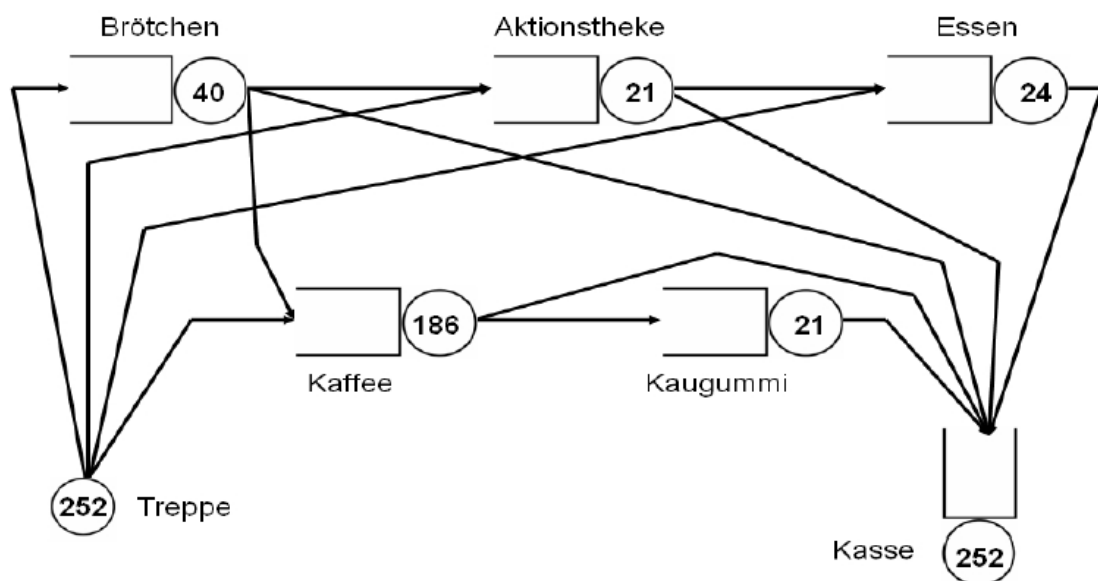


Abbildung 3.4.2.5: Offenes WS-Netz (Jackson-Netzwerk) [MG04]

Ein Café (s. Abb. 3.4.2.5) ist als Jackson-Netzwerk mit den einzelnen Stationen, Warteschlangen und Wegen dargestellt. Die Zahlen in den Stationen geben die Anzahl der Kunden an, die diese in der Ist-Situation durchschnittlich pro Stunde durchlaufen.

Die Wahrscheinlichkeit  $p(k_1, k_2, \dots, k_n)$  für den Gleichgewichtszustand des Netzes  $(k_1, k_2, \dots, k_n)$  ergibt sich aus dem Produkt der Wahrscheinlichkeiten  $p_i$  jedes einzelnen Knotens  $k_i$ . Nach dem Jackson-Theorem ergibt sich folgende Formel:

$$p(k_1, k_2, \dots, k_n) = p_1(k_1) * p_2(k_2) * \dots * p_n(k_n)$$

Die einzelnen Knoten des Netzes können somit als voneinander unabhängige elementare M/M/m-FCFS-Wartesysteme mit der Ankunftsrate  $\lambda_i$  und der Bedienrate  $\mu_i$  betrachtet werden.

### 3.4.3 WS-Netze mit mehreren Auftragsklassen

Ein weiterer Spezialfall sind die WS-Netze mit unterschiedlichen Auftragsklassen. Folgende Eigenschaften lassen sich aufzeigen (s. Abb. 3.4.3.1):

- Es sind gleichzeitig Aufträge unterschiedlicher Klassen im Netz.
- Die Aufträge unterschiedlicher Klassen haben unterschiedliche Bedienraten und unterschiedliche Übergangswahrscheinlichkeiten.
- Es gibt auch gemischte Netze mit offenen und geschlossenen Klassen.

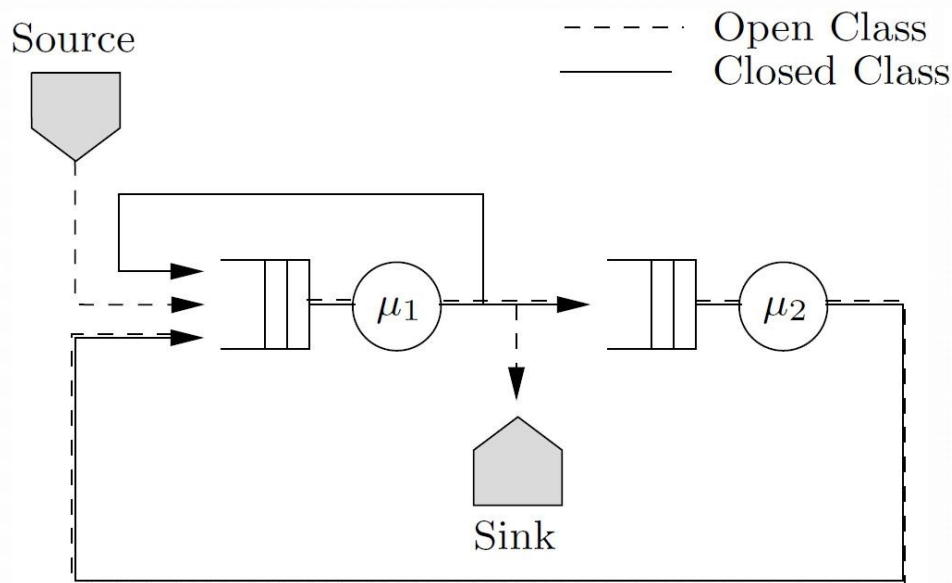


Abbildung 3.4.3.1: Gemischtes WS-Netz [BG02]

In der Modellierungsmethode QAMS wird nicht nach expliziten Auftragsklassen im Queueing-Prozess differenziert.

#### 3.4.4 Deterministische WS-Systeme

In deterministischen WS-Systemen sind den Kenngrößen zu jedem Zeitpunkt eindeutig festgelegte Werte zugewiesen [HZ95], d. h. die Zeitpunkte, die Dauer von Zuständen und die Zeitpunkte der Zustandsübergänge sind a priori bekannt. Ein dynamisches System lässt sich dadurch exakt beschreiben. Die Kenngrößen des Systems werden als Mittel- oder als Extremwerte dargestellt [HZ95, TCA04].

#### 3.4.5 Stochastische WS-Systeme

Stochastische WS-Systeme sind durch zwei stochastische Prozesse definiert. Diese Prozesse beschreiben den *Ankunfts-* sowie den *Bedienprozess*.

Der Ankunftsprozess stellt sich erwiesenermaßen als (diskreter) Poissonprozess dar. Das Eintreffen der Ereignisse / Aufträge wird durch die exponentiell verteilte Zwischenankunftszeit zeitlich durch die Verteilungs- bzw. Dichtefunktion beschrieben. Da die Ankunftszeiten unabhängig von der Vergangenheit (Markov) sind, können diese zeitlich gesehen nur durch die Exponentialverteilung beschrieben werden [NA00, HHU05, HN08]. Die Exponentialverteilung – und nur diese – besitzt die Markov-Eigenschaft [KP09]! Die Verteilungs- bzw. Dichtefunktion der entsprechenden Zufallsvariablen beschreibt mathematisch das stochastische Verhalten.

Die Wechselwirkung zwischen den beiden Prozessen beschreibt die Wartezeit (und Reaktionszeit) im WS-System [TCA04].

#### 3.4.6 Markovsche WS-Systeme

Bei Markovschen Warteschlangensystemen (beschrieben durch spezielle stochastische Prozesse) haben sowohl der Ankunftsprozess wie auch der Bedienprozess die sogenannte Markov-Eigenschaft der Gedächtnislosigkeit. Man spricht von Poisson-Ankunftsprozessen (Zwischenankunftszeit negativ-exponentiell verteilt) und negativ-exponentiell verteilter Bedienzeit.

Markovsche Warteschlangensysteme lassen sich vergleichsweise einfach analysieren. In der Literatur wird jedoch dargestellt, dass viele Warte- / Bediensysteme in der Praxis nur näherungsweise die Markov-Eigenschaft besitzen, zumindest in einem der Teilprozesse [TCA04].

## 4 Modellierung kommunaler Bürgerdienste

Wie in Kapitel 3.1 als breitgefächertes Anwendungs- und Akzeptanzziel der Arbeit definiert, sollen mit Hilfe der Modellierungsansätze aus FMC die Legacy-Strukturen sämtlicher kommunaler Bürgerdienste am Beispiel der Stadtverwaltung Landshut in einem allgemeinen hierarchischen Architekturmodell abgebildet werden. Die Ausgangsbasis bilden hierbei eine statische Aufbaumodellierung sowie eine Ablaufmodellierung in die drei Prozessklassen der bestehenden Verwaltungsabläufe:

- eS:= „einfacher Standardfall“ (Information)
- eI:= „einfacher Individualfall“ (Kommunikation)
- kI:= „komplexer Individualfall“ (Transaktion)

Eine Modellierung in sieben Schichten ergibt sich als zweckmäßig und angemessen.

In der Literatur sind neun Kommunikationsbeziehungen [JR01] etabliert. Gegenstand der Modellierung sind jedoch nur die fünf verwaltungsrelevanten Beziehungen (s. Abb. 4.1).

von nach	Government (Verwaltung)	Citizen (Bürger)	Business (Unternehmen)
Government	G2G	C2G	B2G
Citizen	G2C	C2C	B2C
Business	G2B	C2B	B2B

Abbildung 4.1: Verwaltungsrelevante Beziehungen [JR01]

Im *ersten* Ansatz (Kapitel 4.1 „FMC: Aufbaudiagramm zur Struktur der Stadtverwaltung Landshut“), sozusagen der primären Betrachtungsebene von FMC, erfolgt in einem Blockdiagramm die Abbildung der Behördenarchitektur im statischen Kontext der Stadtverwaltung Landshut durch Kanal-Instanzen-Netze mit den entsprechenden FMC Konstrukten: aktive / passive Agenten, Zugriffsarten, Kanäle, Speicherstellen.

Als gedankliche Grundlage eignet sich folgender Charakteristikansatz aus [KT05] „FMC als Mittel der Architekturfindung im Reengineering“, wo es heißt:

„Jedes Systemmodell ist durch eine Aufbaustruktur charakterisiert, nach der man sich das System als Gebilde miteinander interagierender Systemkomponenten vorstellen kann. Von

zentraler Bedeutung ist die Unterscheidung in aktive Komponenten, die Akteure genannt werden, und passive Komponenten, die Speicher oder Kanäle darstellen. Akteure können miteinander kommunizieren, indem sie über Kanäle Informationen (Werte) austauschen. Speicher dienen der Ablage von Informationen oder als Aktionsfelder für Operationen auf Daten.“

Im *zweiten* Ansatz (Kapitel 4.2 „FMC: drei Prozess- / Ablauftypen (Information, Kommunikation, Transaktion)“), der sekundären Betrachtungsebene von FMC, erfolgt die Beschreibung der Ablaufstrukturen durch Klassifizierung der bestehenden Ablauftypen in die drei Prozesstypen: „einfacher Standardfall“, „einfacher Individualfall“, „komplexer Individualfall“ [TR04]. Zur Anwendung kommt der dynamische Aspekt aus FMC, in dem die Ablaufstrukturen als Kausalstrukturen in Petri-Netzen dargestellt werden.

Die Namensgebung wurde in Anlehnung an das Projekt von Prof. Dr. Rainer Thome „Erfassung: Ministeriale Leistungen“ gewählt (Kapitel 2.4.1), da die in der Literatur oft verwendete Klassifizierung *Information, Kommunikation, Transaktion* (z. B. BundOnline 2005 [BMI05]) als zu indifferent erachtet wurde.

Zur Darstellung der Ablaufstrukturen werden gemäß FMC die im Kapitel 2.6.7.6 vorgestellten Petri-Netze in der Ausprägung Bedingungs-Ereignis-Netze verwendet.

Im *dritten* Ansatz (Kapitel 4.3 „Beziehungstyp / Beziehungsklasse“) werden die Relationen zwischen den in 4.2 beschriebenen Prozesstypen, den verwaltungsrelevanten bidirektionalen Kommunikationsbeziehungstypen G2G, G2B und G2C sowie den vier definierten Beziehungstypen formuliert. Die Zuordnung von Lebenslage, assoziiertem Vorgangstyp und Prozesstyp wird dargestellt.

Im *vierten* Ansatz (Kapitel 4.4 „FMC: Hierarchischer Aufbauplan / Prozess- und Ablauftypen im Rollenmodell“) werden die beiden für die Modellierung und Optimierung interessantesten Prozesstypen „einfacher Individualfall“ und „komplexer Individualfall“, eingebettet in ein Hierarchiekonzept, im Rollenmultiplex dargestellt. Im Kapitel fünf erfolgt die Verfeinerung des dargestellten Rollenmodells hin zum hierarchischen Architekturmodell.

4.1 FMC: Aufbaudiagramm zur Struktur der Stadtverwaltung Landshut

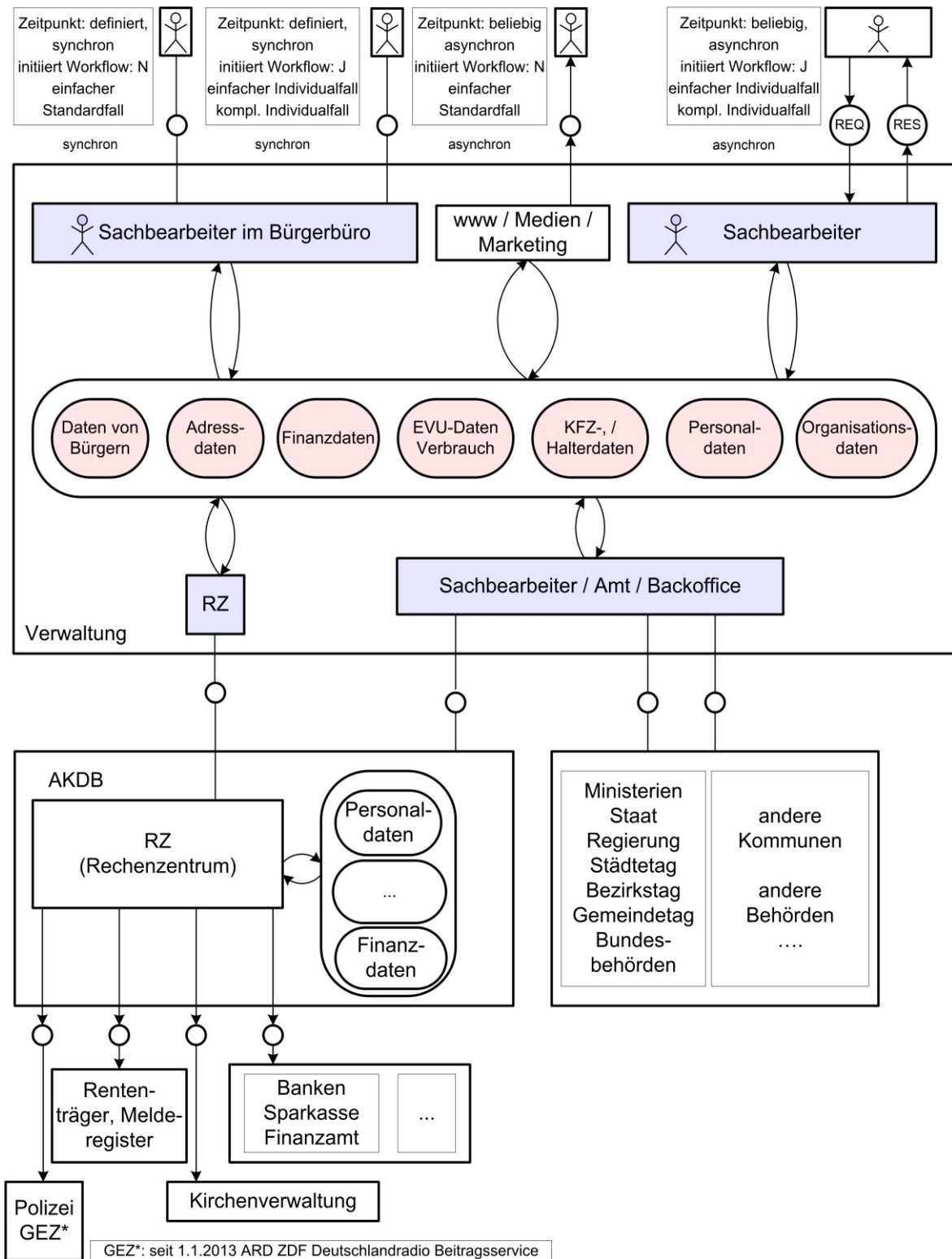


Abbildung 4.1.1: FMC Aufbaudiagramm der Stadtverwaltung Landshut (siehe Anhang A.3)

Die **aktive** Komponente (Agent) *Bürger* definiert sich aus folgenden Eigenschaften:

Der Bürger als Teil der Bevölkerung ist ein Kunde, der die Dienstleistungen und Produkte von *öffentlichen Organen* (öffentliche Verwaltung) in Anspruch nimmt (Agent in FMC). Bei pragmatischer Untersuchung der Begrifflichkeit *Dienst* muss man jedoch konstatieren, dass es sich hier nicht um eine eigentliche Dienstleistung handelt, sondern um eine *aufgezwungene Leistung* (Bogumil & Kißler [BK95]). Somit könnte man in diesen Fällen aufgrund der kommunalen Monopolstellung auch von einer aufgezwungenen *Bedürfnisbefriedigung* oder von *Zwangserwerb* sprechen [SG99, BT01].

Die *aktive* Komponente (Agent) *Verwaltung* definiert sich aus einer Begriffsbeschreibung der KGSt [KGST94]:

- Verwaltungsorganisation der Gemeinden
- Basisfunktionsstruktur: Aufgabengliederungsplan
- Aufbaustruktur gemäß dem Verwaltungsgliederungsplan in acht Bereichen. Diese sind in einem Aufgabengliederungsplan weiter hierarchisch strukturiert. Eine örtliche Verfeinerung kann durch Geschäftsverteilungspläne erfolgen.
  - Allgemeine Verwaltung
  - Finanzverwaltung
  - Rechts-, Sicherheits- und Ordnungsverwaltung
  - Schul- und Kulturverwaltung
  - Sozial-, Jugend- und Gesundheitsverwaltung
  - Bauverwaltung
  - Verwaltung für öffentliche Einrichtungen
  - Verwaltung für Wirtschaft und Verkehr

Als weitere *aktive* Komponenten sind juristische Personen des Privatrechts (wie Unternehmen, Vereine, Aktiengesellschaften) wie auch des öffentlichen Rechts (wie Körperschaften, Anstalten des öffentlichen Rechts) im FMC Aufbauplan aufzuführen sowie eine Fülle von externen, auf die Kommune bezogenen Kommunikatoren:

Anstalt für Kommunale Datenverarbeitung in Bayern (AKDB), Banken und Sparkassen, Agenten im Bayerischen Behördennetz, Energieversorger, Finanzämter, Kraftfahrt-Bundesamt (KBA), Krankenhäuser, Feuerwehr, kirchliche Einrichtungen sowie diverse Gremien und Institutionen auf staatlicher und Länderebene.

Des Weiteren zeigt die Ist-Analyse der Aufbaustruktur, dass man die verschiedenen Prozesse (bzw. Arbeitsabläufe) einer Verwaltung zu Gruppen  $P_i$  zusammenfassen kann [AKDB06, eigene Recherche]. Der jeweilige Referenzakteur  $A_i$  der Prozessgruppe  $P_i$  kommuniziert jeweils hauptsächlich nur mit einem Speicher  $DBP_i$  (Datenpool:  $DBP_1$  bis  $DBP_{12}$ ) (s. Abb. 4.1.2).

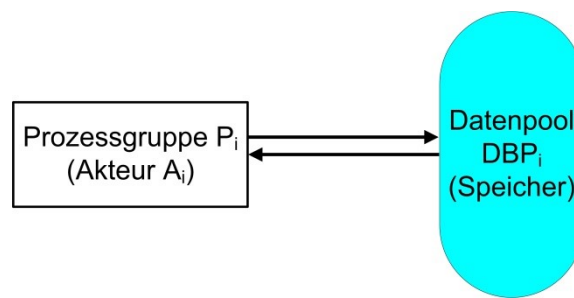


Abbildung 4.1.2: FMC Blockdiagramm – Prozessgruppe, Datenpool [eigene Grafik]

- DBP1      Interne Personaldaten, Personalwesen (P<sub>1</sub>):  
 Personendaten (Vorname, Name, Geburtsdatum, Geschlecht, Personenkennziffer (PK), Wohnort, Adresse), Personalwirtschaftssystem, Lohn- und Gehaltsabrechnung, Personalinfo-, Personalmanagementsystem
- DBP2      Externe Personendaten: Öffentliche Sicherheit und Ordnung, Einwohnerwesen (P<sub>2</sub>):  
 Standesamt, Reisepass-, Personalausweisantrag, Einbürgerung, Gewerbebetriebe, Waffenhaltungsverwaltung, Gewerbean-, Gewerbeum- und Gewerbeabmeldung, Gaststättenrecht, Gebührenverwaltung, Einwohnerwesen, digitales Passantragsverfahren (DIGANT), Ausländerwesen, Ausländerzentralregister in Köln (AZR), Wahlen, Volks- / Bürgerentscheide, Ordnungswidrigkeiten, Schulverwaltung
- DBP3      Grundstücksdaten, Grundstücksverwaltung / Flächenmanagement / Bauverwaltung, Flurstücks- / Gebäudeobjekte (P<sub>3</sub>):  
 Bauanträge, Grafisches Informationssystem (Adresse, Adressdaten, Flurstücksdaten), Liegenschaften, Bauleitplanung, Stadtentwicklung, Bebauungspläne, Facility-Management, Altlasten-, Bodenschutz- und Deponieinformationssystem (ABuDIS), Bayerisches Fachinformationssystem Naturschutz (FIS-Natur), Bauhof (Grünkataster etc.), Feuerwehralarmierungssystem (BASIS), Katastrophenschutz
- DBP4      Finanzdaten extern, Finanzwesen (P<sub>4</sub>):  
 Gebührenverwaltung, Finanzdaten, Haushaltsplan, Sachbuch, Jahresrechnung, Kredit-, Tilgungsplanung, einmalige Einnahmen, staatliche Kostenverwaltung, Finanz-Informationssystem, Steuern, Gebühren, Beiträge, Verbrauchsabrechnung, Zentrales Auskunftssystem (ZAS), Schuldnerverwaltung, Darlehensverwaltung, Anlagebuchhaltung, Vermögenserfassung, Bewertung, Haushaltsplan, Kontenplan
- DBP5      Finanzdaten intern, Kosten und Leistungsrechnung (KLR) / „neues Steuerungsmodell“, innere Verrechnungen gemäß KLAR (P<sub>5</sub>):  
 Bauhofaufträge, Aufträge an die Informations- und Kommunikationsabteilung (IuK), Umlageberechnung, Fuhrpark, Produkte und Leistungen (nach „Neuem Steuerungsmodell“)



- DBP6 Fahrzeug-, Führerschein- und Halterdaten, Verkehrswesen (P<sub>6</sub>):  
Kfz-Zulassungswesen (Kfz-, Halterdaten), Führerscheinwesen, Ordnungswidrigkeiten, Regelpläne, ElsterOnline, Wunschkennzeichen (Wkz), Händlermodul
- DBP7 Sozial- und Jugendverwaltung, Sozialwesen (P<sub>7</sub>):  
Jugendamt, Sozialamt, Sozialhilfe, Ausbildungsförderung, Wohnungsamt, Fehlbelegung, Wohngeld, Unterhaltssicherung
- DBP8 Elektrizitätsversorgungsunternehmen (EVU), Ver- und Entsorgungswirtschaft (P<sub>8</sub>):  
Gas, Strom, Wasser, Müllabfuhr
- DBP9 Innere Verwaltung (P<sub>9</sub>):  
Sitzungen, Beschlüsse, Ausschreibung–Vergabe–Abrechnung (AVA), elektronisches Archiv, Intranet, Dokumentenmanagementsystem (DMS)
- DBP10 Schule und Kultur (P<sub>10</sub>):  
Tourismus, Marketing, Veranstaltungen, Bibliothek, Archiv, Museen, Theater, Musikschule
- DBP11 E-Government (P<sub>11</sub>):  
Formularserver, Online Public Access Catalog (OPAC), Hotelguide, NACE-Datenbankpools (Nomenclature Générale des Activités Économiques dans les Communautés Européennes: statistische Systematik der Wirtschaftszweige in der Europäischen Union)
- DBP12 Sonderbereiche (P<sub>12</sub>):  
Altenheime, Forstverwaltung, Friedhof, Wahlen, Volks- und Bürgerentscheide

Analysiert man jedoch die Kommunikationsbeziehungen zwischen der 1921 nach Max Weber festgesetzten hierarchischen Amtsteilung und den Speichern DBP<sub>i</sub>, ergibt sich folgende Matrix (Tabelle 4.1.1) [WM21]:

DB-Pool DBP <sub>i</sub>	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Agentenbereiche												
1/10 Hauptamt	x			x	x				x	x	x	
1/11 Personalamt	x			x								
1/14 Rechnungsprüfungsamt				x	x				x			
1/42 Stadtbücherei				x	x					x	x	
1/44 Musikschule		x		x	x					x	x	
1/45 Städtische Museen				x						x		
1/46 Stadttheater-Verwaltung	x			x							x	
1/47 Stadtarchiv										x		
2/20 Amt für Finanzen und Wirtschaft	x	x	x	x	x			x	x			
2/21 Stadtkasse	x	x		x				x				

2/22 Stadtsteueramt		x	x	x				x			x		
2/23 Liegenschaftsamt				x	x			x	x				
2/25 Amt für Marketing und Tourismus				x	x						x	x	
3/30 Rechtsamt													
3/31 Straßenverkehrsamt					x	x						x	
3/32 Ordnungsamt	x	x	x	x		x						x	
3/33 Einwohneramt / Wahlamt		x		x								x	x
3/34 Standesamt		x		x									x
3/37 Amt für Zivil- und Katastrophenschutz		x	x			x		x					x
3/38 Amt für techn. Umweltschutz		x	x					x					x
3/39 Amt für Naturschutz		x	x										
3/71 Fleischhygieneamt		x	x	x									
4/24 Stiftungsverwaltung / Forstverwaltung		x	x	x									x
4/40 Schulverwaltungsamt		x	x	x			x						x
4/50 Sozialamt und Versicherungsamt		x		x			x						
4/51 Stadtjugendamt		x		x			x						x
4/68 Bestattungsamt		x		x			x						
5/12 Amt für Stadtentwicklung		x	x					x					
5/61 Stadtplanungsamt		x	x	x				x	x				
5/62 Stadtvermessungsamt		x	x	x	x			x	x				x
5/63 Amt für Bauaufsicht und Wohnungswesen		x	x	x				x	x				x
5/65 Hochbauamt				x	x								
5/66 Tiefbauamt				x	x								
5/67 Stadtgartenamt				x	x								
5/69 Bauamtliche Betriebe				x	x	x							
6 Stadtwerke		x	x	x	x			x					x

Tabelle 4.1.1: Zuordnung Agent / Datenpool  
[eigene Recherche, Verwaltungsgliederungsplan der Stadt Landshut]

#### 4.2 FMC: drei Prozess- / Ablauftypen (Information, Kommunikation, Transaktion)

Analog der Spezifikationen der Wertschöpfungsstufe (Standardisierungsgrad / Komplexitätsgrad) in den Kapiteln 2.4.2 und 2.5 werden die drei Prozess- / Ablauftypen (Information, Kommunikation, Transaktion) in FMC in den Kapiteln 4.2.1, 4.2.2 und 4.2.3 dargestellt [TR04].

##### 4.2.1 FMC Prozesstyp „einfacher Standardfall“

Beispiele:

- Online Veranstaltungskalender
- Personalisierter Zugriff auf Ratsinformationen

Für diesen Prozesstyp werden folgende Eigenschaften definiert:

- Bereitstellen, Erfassen und Aufbereiten von Informationen

Basisdefinition für FMC Prozesstyps „einfacher Standardfall“:

- Bürger initiiert keinen Prozess bzw. Workflow in der Verwaltung
- Kommunikationstyp: synchron bzw. asynchron (Zeitpunkt: definiert bzw. offline)
- Personalisierung: nicht erforderlich (stateless / kontextlose Kommunikation)

Die Identifizierung des Informationsempfängers durch den Informationsberei-  
teller ist in der Regel nicht erforderlich, da keine Kommunikation, sondern nur eine  
Informationsbereitstellung erfolgt.

In den folgenden zwei Darstellungen wird dieser Prozesstyp visualisiert:

- „einfacher Standardfall“ schematisch (s. Abb. 4.2.1.1)
- „einfacher Standardfall“ am Beispiel (s. Abb. 4.2.1.2): Ein Bürger trägt in einem Veranstaltungskalender die relevanten Daten für eine Theateraufführung ein (Bezeichnung / Datum). Darstellung des Ablaufplans des FMC Prozesstyps „einfacher Standardfall“ in Swimlane-Methodik als Petri-Netz. Die vier Swimlanes stellen die Rollen des jeweils aktiven Agenten dar.

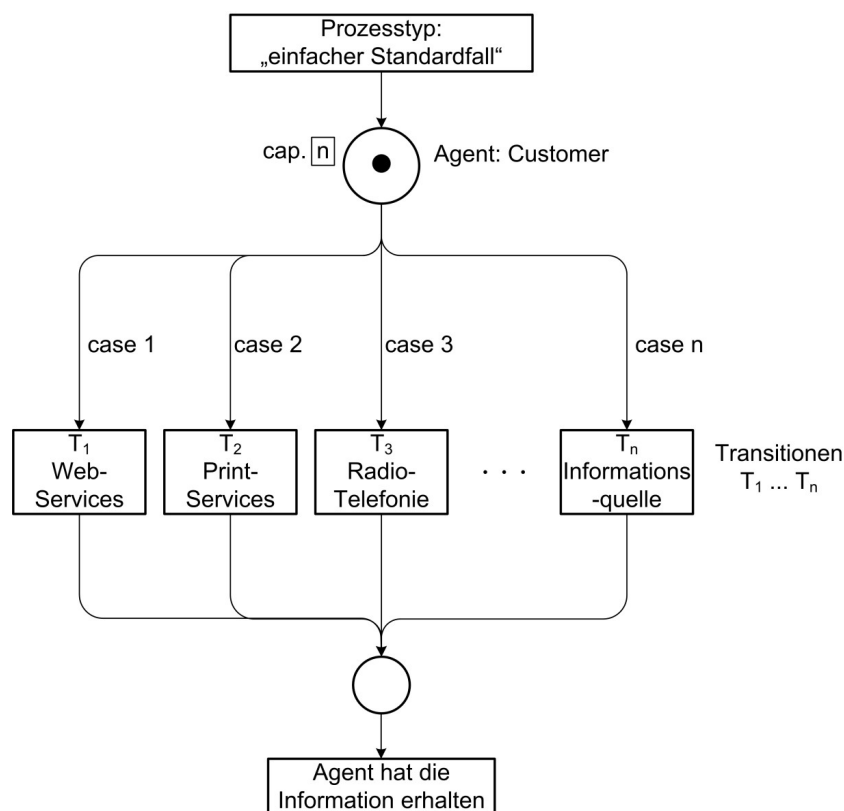


Abbildung 4.2.1.1: FMC Prozesstyp „einfacher Standardfall“  
schematisch (siehe Anhang A.3)

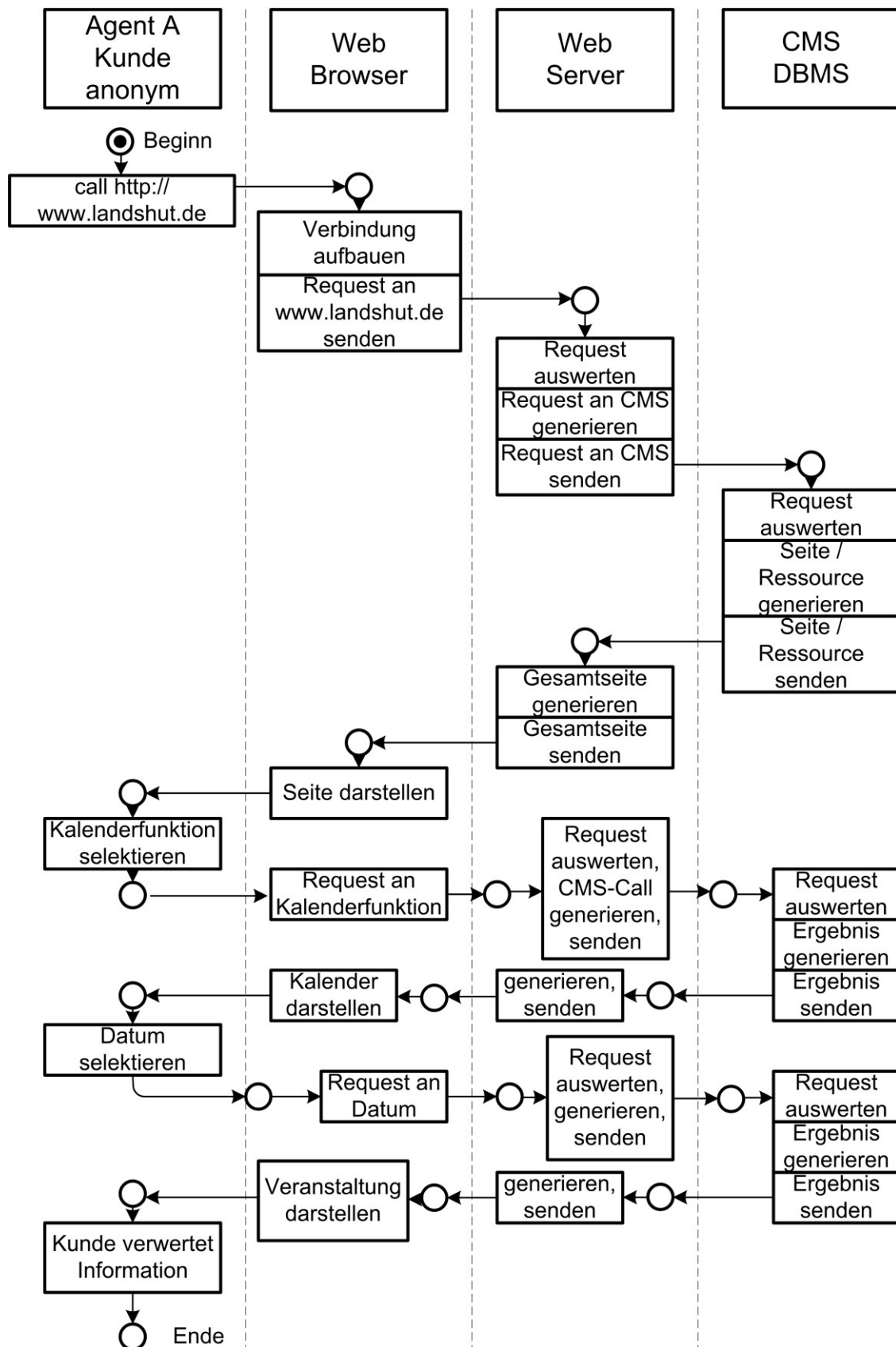


Abbildung 4.2.1.2: FMC Prozesstyp „einfacher Standardfall“  
Beispiel „Veranstaltungskalender“ (siehe Anhang A.3)

#### 4.2.2 FMC Prozesstyp „einfacher Individualfall“

Beispiel: „Kfz-Anmeldung“

Für diesen Prozesstyp werden folgende Eigenschaften definiert:

- Bereitstellen, Erfassen und Aufbereiten von Informationen mit geringem Individualisierungsgrad des Arbeitsablaufes unter Verwendung dialogorientierter Kommunikationsmechanismen

Basisdefinition für FMC Prozesstyp „einfacher Individualfall“:

- Bürger initiiert einfachen Prozess, bestehend aus den Komponenten
  - Anfrage (request)
  - Minimaler bzw. kein Workflow
  - Antwort (reply)
- Vorgesetzter für Entscheidung eventuell notwendig
- Kommunikationstyp: synchron bzw. asynchron (Zeitpunkt: definiert bzw. offline)
- Anzahl paralleler Bürgerrequests: beliebig
- Personalisierung: erforderlich (stateful / kontexterhaltende Kommunikation)  
Die Identifizierung des Informationsempfängers durch den Informationsbereinsteller ist erforderlich, da andernfalls keine Kommunikation möglich ist.

In den folgenden drei Darstellungen wird dieser Prozesstyp visualisiert:

- „einfacher Individualfall“ schematisch (s. Abb. 4.2.2.1)
- „einfacher Individualfall“ am Beispiel (s. Abb. 4.2.2.2): Ablaufplan Zulassungsstelle. Darstellung des Ablaufplans des FMC Prozesstyps „einfacher Individualfall“ in Swimlane-Methodik als Petri-Netz. Die drei Swimlanes stellen die Rollen der aktuell aktiven Agenten dar
- „einfacher Individualfall“ Rollenkonzept (s. Abb. 4.2.2.3): Darstellung der Kommunikationsbeziehungen zwischen Agent „Bürger“ und Agent „Verwaltung“ in den entsprechenden Rollen

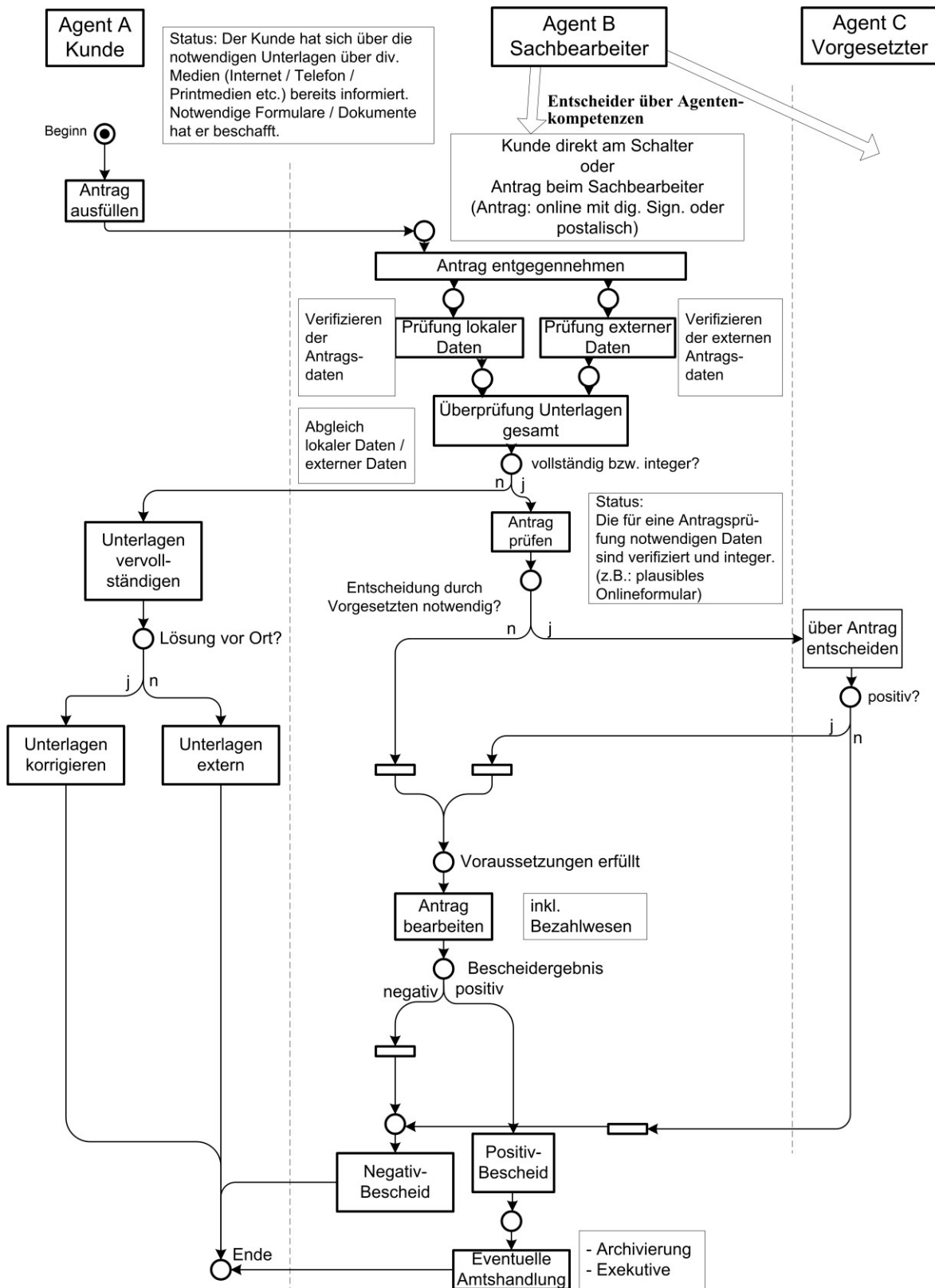


Abbildung 4.2.2.1: FMC Prozesstyp „einfacher Individualfall“ schematisch (siehe Anhang A.3)

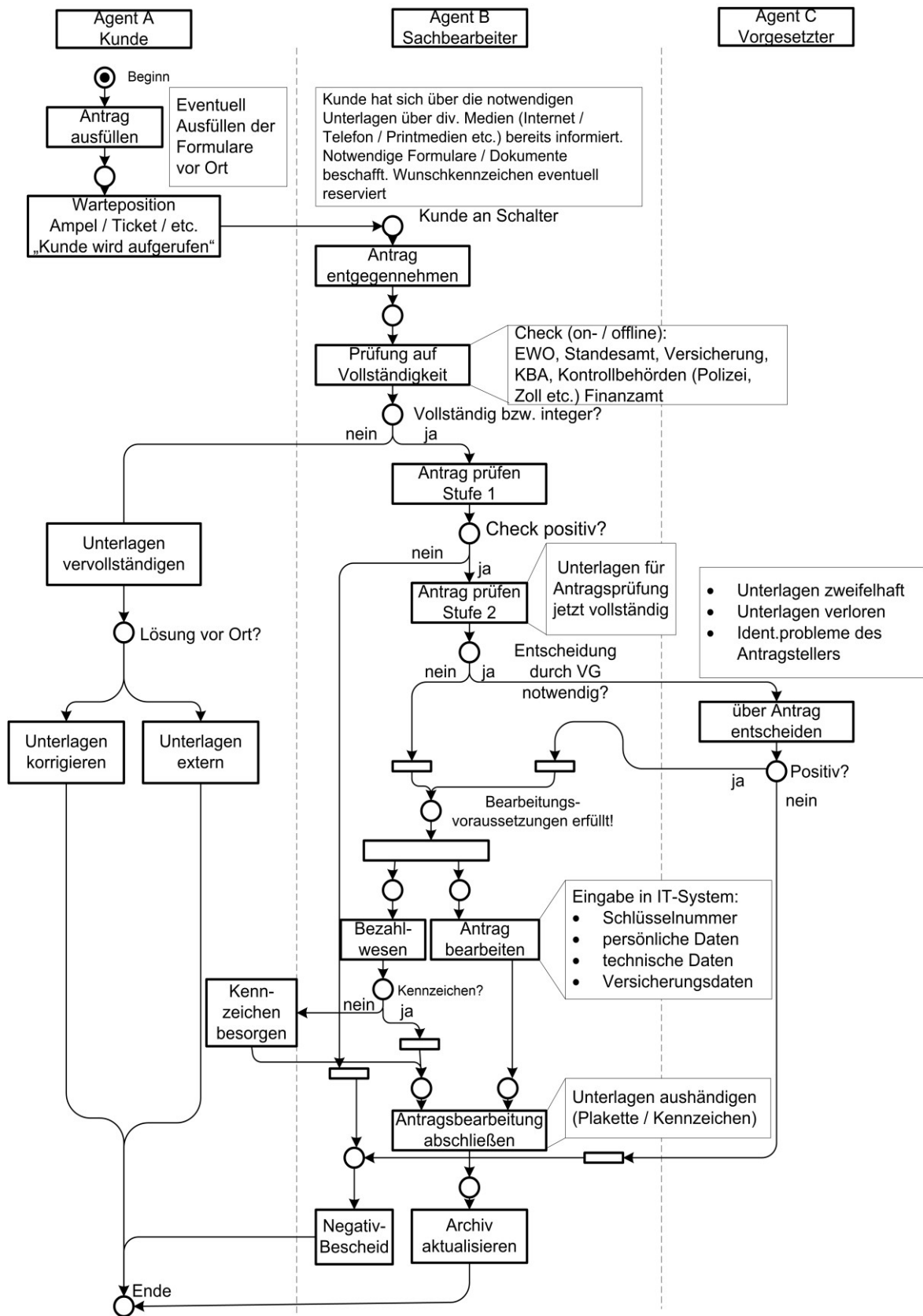


Abbildung 4.2.2.2: FMC Prozesstyp „einfacher Individualfall“  
 Beispiel „Ablaufplan Zulassungsstelle“ (siehe Anhang A.3)

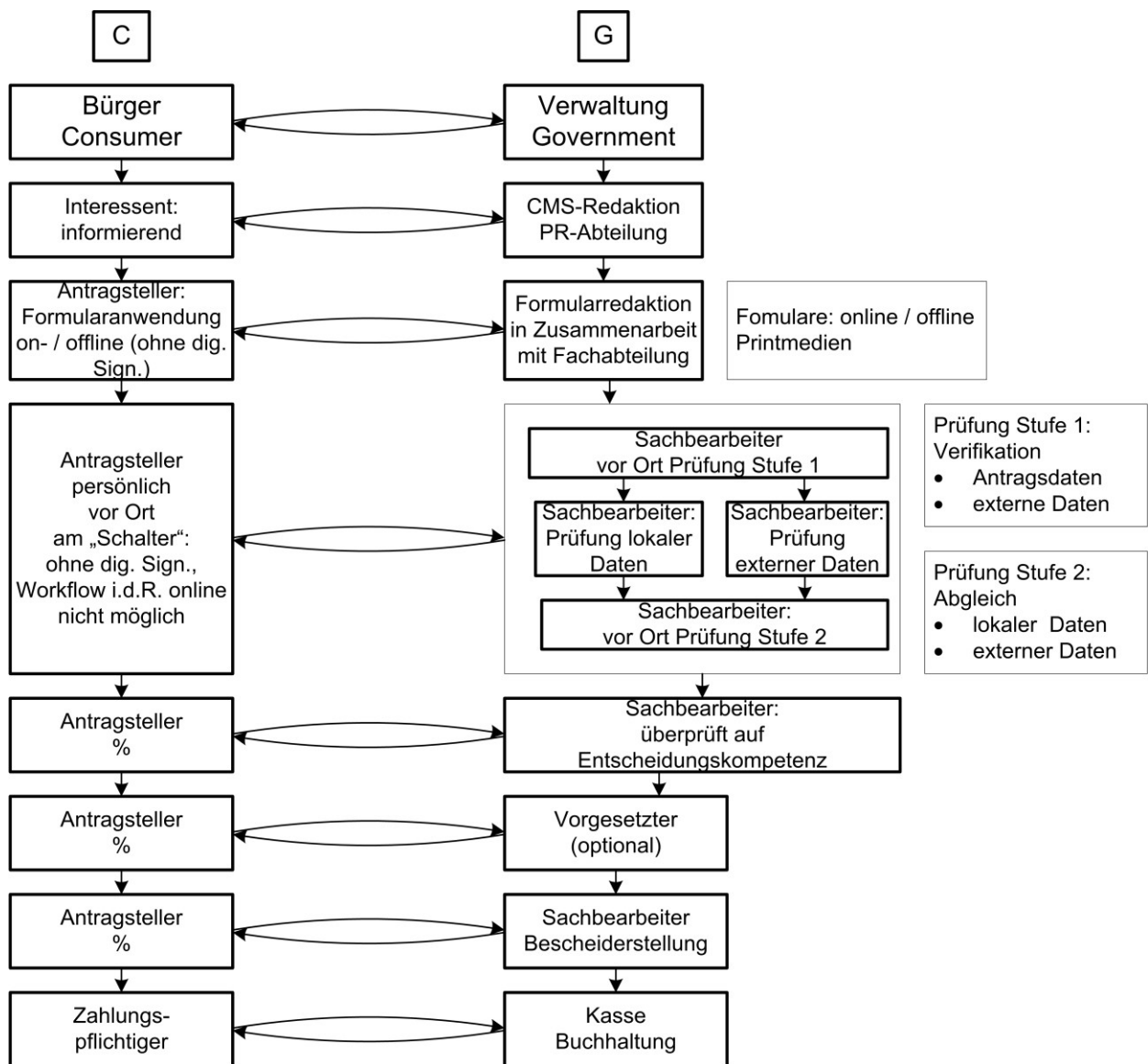


Abbildung 4.2.2.3: FMC Prozesstyp „einfacher Individualfall“  
Rollenkonzept (siehe Anhang A.3)



### 4.2.3 FMC Prozesstyp „komplexer Individualfall“

Beispiel: „Bauantragsbearbeitung“

Für diesen Prozesstyp werden folgende Eigenschaften definiert:

- Bereitstellen, Erfassen und Aufbereiten von Informationen mit hohem Individualisierungsgrad des variablen Arbeitsablaufes unter Verwendung dialogorientierter, transaktionsgestützter Kommunikationsmechanismen

Basisdefinition für FMC Prozesstyp „komplexer Individualfall“:

- Bürger initiiert komplexen Prozess bestehend aus den Komponenten
  - Anfrage (request)
  - Rekursiver Workflow über mehrere Agentenebenen mit teilparallelen Childprozessen, die in sich wieder Rekursionen erlauben. Gesamtabbruch des Masterprozesses durch externe Einflüsse möglich
  - Antwort (reply)
- Kommunikationstyp: synchron bzw. asynchron (Zeitpunkt: definiert bzw. offline)
- Anzahl paralleler Bürgerrequests: ressourcenabhängig
- Personalisierung: erforderlich (stateful / kontexterhaltende Kommunikation)  
Die Identifizierung des Informationsempfängers durch den Informationsbereitsteller ist erforderlich, da andernfalls keine Kommunikation möglich ist.

In den folgenden drei Darstellungen wird dieser Prozesstyp visualisiert:

- „komplexer Individualfall“ schematisch (s. Abb. 4.2.3.1)
- „komplexer Individualfall“ am Beispiel (s. Abb. 4.2.3.2): Ablaufplan Bauantrag. Darstellung des Ablaufplans des FMC Prozesstyps „komplexer Individualfall“ in Swimlane-Methodik als Petri-Netz. Die  $4+n+1$  Swimlanes stellen die Rollen der aktuell aktiven Agenten dar
- „komplexer Individualfall“ Rollenkonzept (s. Abb. 4.2.3.3): Darstellung der verschiedenen Kommunikationsbeziehungen zwischen Agent „Bürger“ und Agent „Verwaltung“ in den entsprechenden Rollen. Der Agent „Verwaltung“ spaltet sich dabei in der Rolle „Genehmigender“ in parallele Childprozesse (parallel genehmigende Behördenbereiche) auf

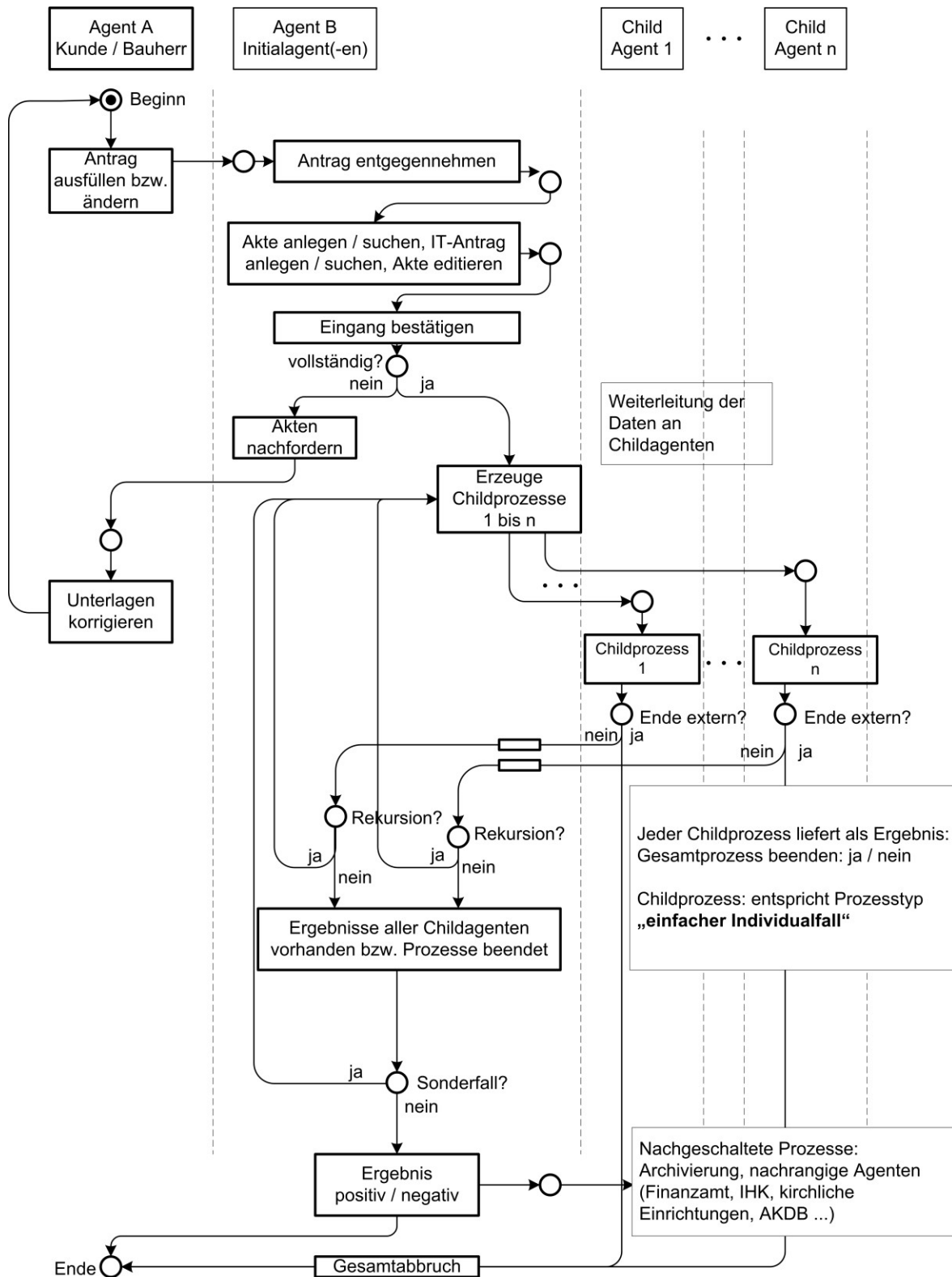


Abbildung 4.2.3.1: FMC Prozesstyp „komplexer Individualfall“ schematisch (siehe Anhang A.3)

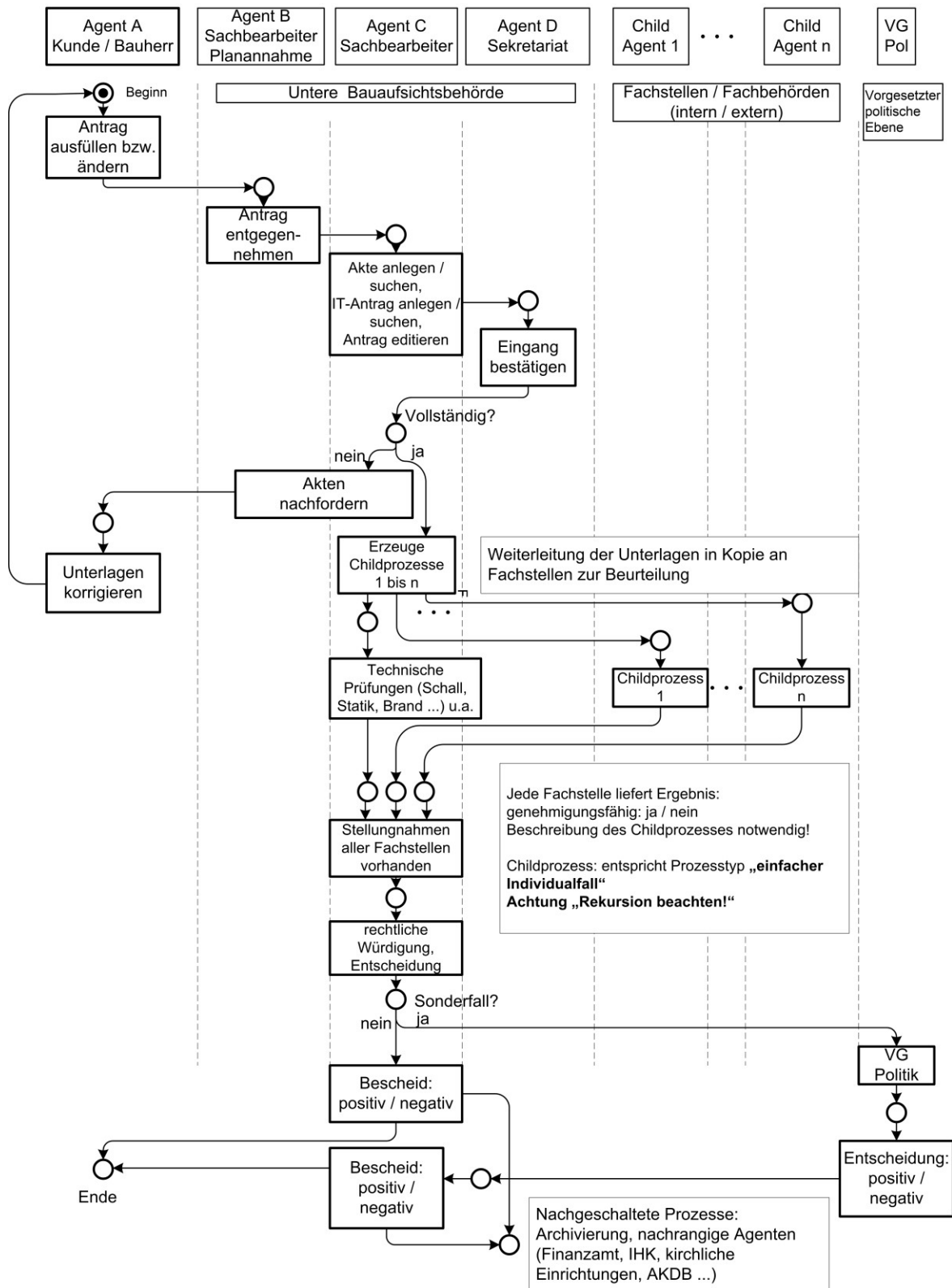


Abbildung 4.2.3.2: FMC Prozesstyp „komplexer Individualfall“  
Beispiel: Bauantrag (siehe Anhang A.3)

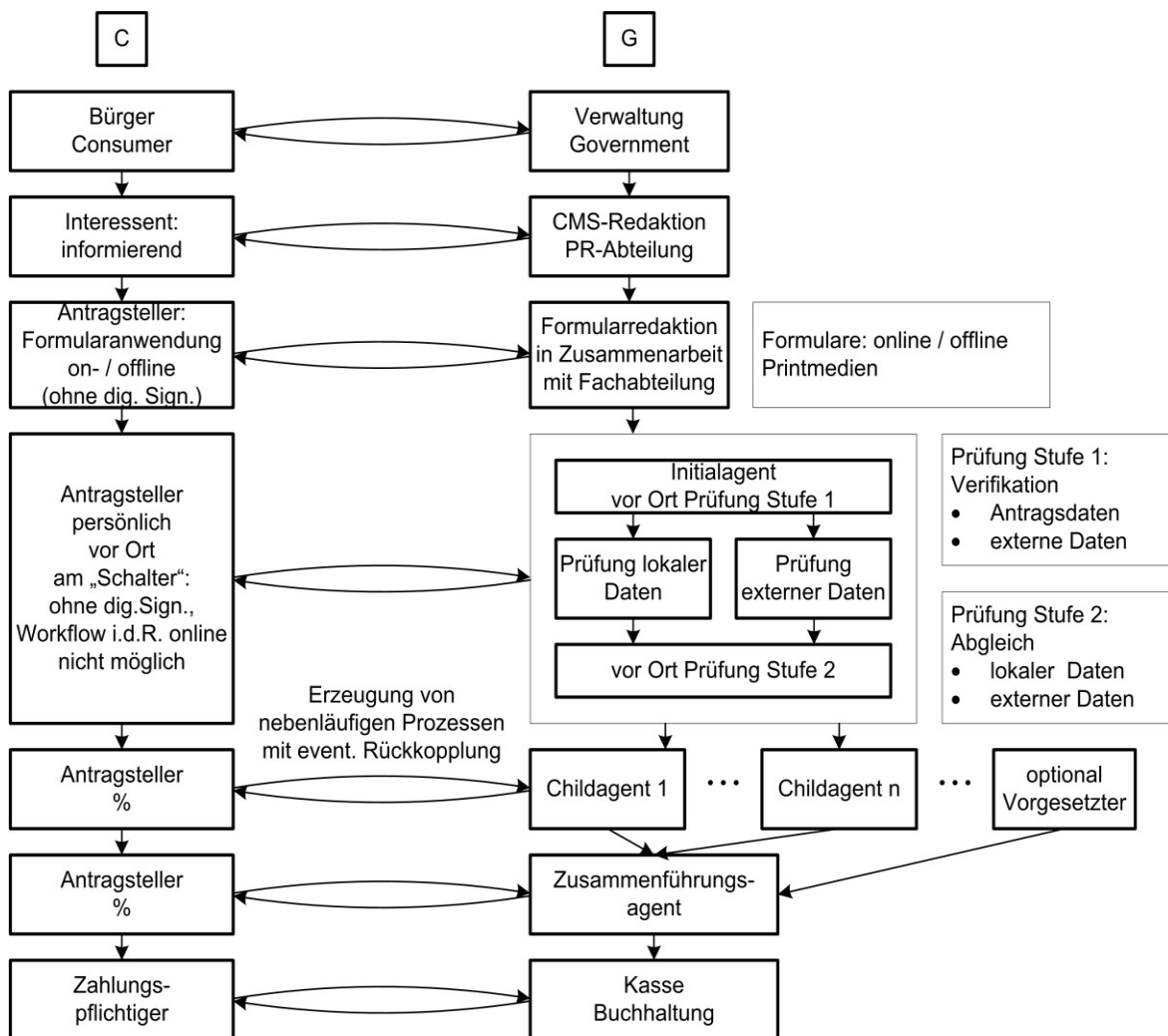


Abbildung 4.2.3.3: FMC Prozesstyp „komplexer Individualfall“  
Rollenkonzept (siehe Anhang A.3)

#### 4.3 Beziehungstyp / Beziehungsklasse

Auf Basis von FMC wurden in den Kapiteln 4.1 und 4.2 im Rahmen der Modellierung der statischen Aufbaustruktur die aktiven und passiven Agenten, Zugriffsarten, Kanäle und Speichertypen definiert. Die bidirektionale Zuordnung zwischen internen Agentenbereichen und primären Datenpools wurde aufgezeigt.

Im Hinblick auf die dynamische Aspekte wurden die drei Prozesstypen

- eS:= „einfacher Standardfall“ (Information)
- eI:= „einfacher Individualfall“ (Kommunikation)
- kI:= „komplexer Individualfall“ (Transaktion)

definiert.

4.3.1 FMC Ansatz: Prozesstypen / Kommunikationsbeziehungstyp / Beziehungstyp

Es stellt sich die Frage, welche Beziehungen (bidirektionaler Kommunikationsbeziehungstyp: G2G, G2B, G2C) direkt mit dem Agenten *Öffentliche Verwaltung (Government)* verknüpft sind.

- Verwaltung vs. Verwaltung (Government to Government: G2G)
- Verwaltung vs. Wirtschaft (Government to Business: G2B)
- Verwaltung vs. Bürger (Government to Consumer: G2C)

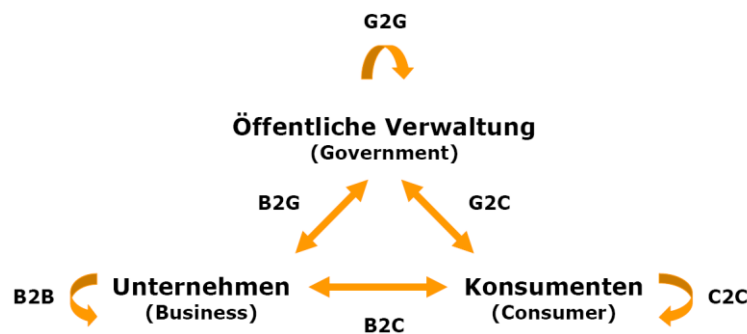


Abbildung 4.3.1.1: Kommunikationsbeziehungen (grafisch) [JR01]

In den drei Kommunikationsbeziehungstypen **G2C**, **G2G** und **G2B** sind 4 Beziehungsklasselemente (=Beziehungstypen) festzustellen:

	Beziehungstyp-A	Beziehungstyp-B	Beziehungstyp-C	Beziehungstyp-D
Zeitpunkt	definiert	definiert	beliebig	beliebig
Kommunikationsbeziehungstyp	G2G, G2B, G2C	G2G, G2B, G2C	G2G, G2B, G2C	G2G, G2B, G2C
Kommunikationstyp	synchron	synchron	asynchron	asynchron
Initiiert Workflow	N	Y	N	Y
Prozesstyp „einfacher Standardfall“	X		X	
Prozesstyp „einfacher Individualfall“		X		X
Prozesstyp „komplexer Individualfall“		X		X

Tabelle 4.3.1.1: Beziehungstypen [eigene Tabelle]

4.3.2 Tabelle aller relevanten, nach Lebenslagen gegliederten Verwaltungsprozesse

Untersuchungen haben ergeben, dass sämtlichen Verwaltungsprozessen, die sich aus den entsprechenden Lebenslagen ergeben, ein eindeutiger Prozesstyp zuzuordnen ist. Die fol-

gende Tabelle stellt die wichtigsten Zuordnungen zwischen Lebenslage (siehe Definitionen in Kapitel 2.3.1 „Das Lebenslagenprinzip“), Vorgang und Prozesstyp dar.

Lebenslage	Vorgang	Prozesstyp	
		1=„einfacher Standardfall“	2=„einfacher Individualfall“ 3=„komplexer Individualfall“
Bauen und Wohnen	Bauantrag / Baugenehmigung		3
	Mitteilung auf Baufertigstellung		2
	Grundbuch		1/2
	Abbruch baulicher Anlagen		2
	Antrag auf Befreiung von der Bauschutzverordnung		2
	Antrag auf Wohngeld		2/3
	Grundsteuer		3
	Befreiung von der Baumschutzverordnung		2
	Kleinkläranlagen		2
Geld Finanzen	Abbuchungsermächtigung		2
	Antrag auf Erziehungsgeld		2
	Hundesteuer		2
	Lohnsteuerkarte		2
	Antrag auf Wohngeld		3
Gewerbe	Gaststättenerlaubnis		3
	Gewerbeanzeige, An-, Um-, Abmeldung		3
	Gewerbeauskunft (offline)		2
	Gewerbeauskunft (online)		1
	Schankerlaubnis		2
	Sperrzeit		2

Tabelle 4.3.2.1: Verwaltungsprozesse nach Lebenslagen, Ausschnitt (Vollbild siehe Anhang A.3)

#### 4.4 FMC: Hierarchischer Aufbauplan / Prozess- und Ablauftypen im Rollenmodell

FMC im Kontext „einfacher Individualfall“ / „komplexer Individualfall“ (statisch):

Die in den Kapiteln 4.2.2 und 4.2.3 beschriebenen Prozesstypen „einfacher Individualfall“ (s. Abb. 4.2.2.1, 4.2.2.2, 4.2.2.3) und „komplexer Individualfall“ (s. Abb. 4.2.3.1, 4.2.3.2, 4.2.3.3) stellen sich aus dem Blickwinkel der hierarchischen Kommunikationskanäle (Hierarchieaspekte siehe auch Kapitel 5.1) wie folgt dar.

Die Hierarchiestufen der logischen Kommunikationskanäle sind in eckigen Klammern dargestellt „[ ]“, wobei Hierarchiestufe *eins* als oberster, primärer Level zu interpretieren ist.

Bereits an dieser Stelle erkennt man, dass sich in Anlehnung an das OSI-Schichtenmodell (Kapitel 3.2.5 „Hierarchische Modellierung“) zwischen den einzelnen Schichten, die sich hier als Rollen darstellen, logische Kommunikationskanäle etablieren. Diese Kanäle auf

Ebene der Rollensicht werden als Multiplexer modelliert, die entkoppelt von den Komponenten nur bestimmte Dienste zur Verfügung stellen.

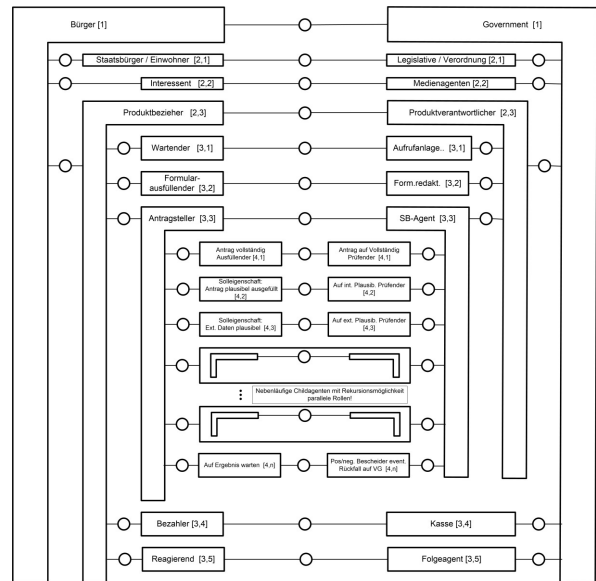
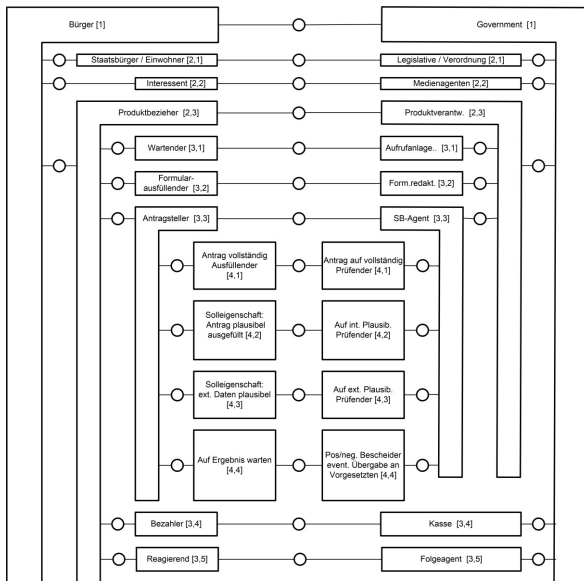


Abbildung 4.4.1: Aufbauplan (statisch) eines „einfachen Individualfalls“  
Beispiel: Kfz-Anmeldung  
(Vollbild siehe Anhang A.3)

Abbildung 4.4.2: Aufbauplan (statisch) eines „komplexen Individualfalls“  
Beispiel: Bauantragsbearbeitung  
(Vollbild siehe Anhang A.3)

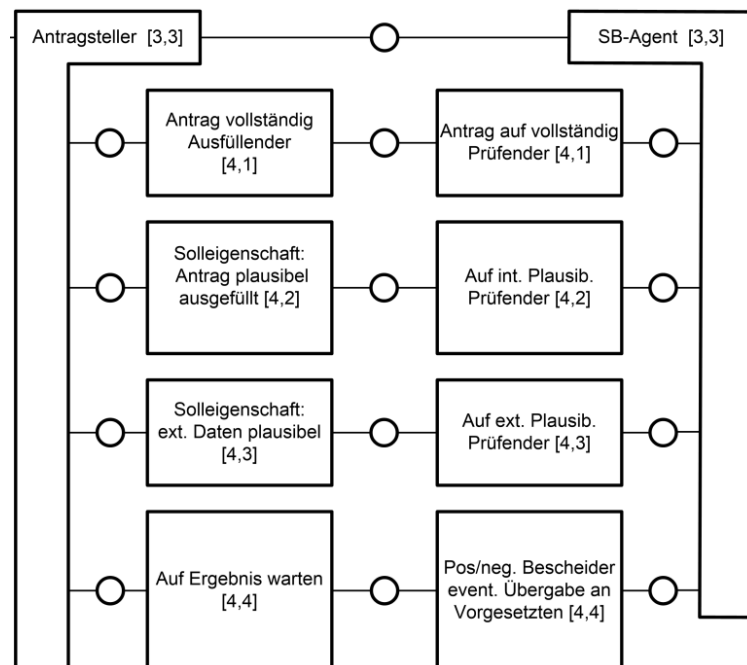


Abbildung 4.4.3: Aufbauplan (statisch) eines „einfachen Individualfalls“  
Beispiel: Kfz-Anmeldung (Ausschnitt)  
(Vollbild siehe Anhang A.3, Abbildung 4.4.1)

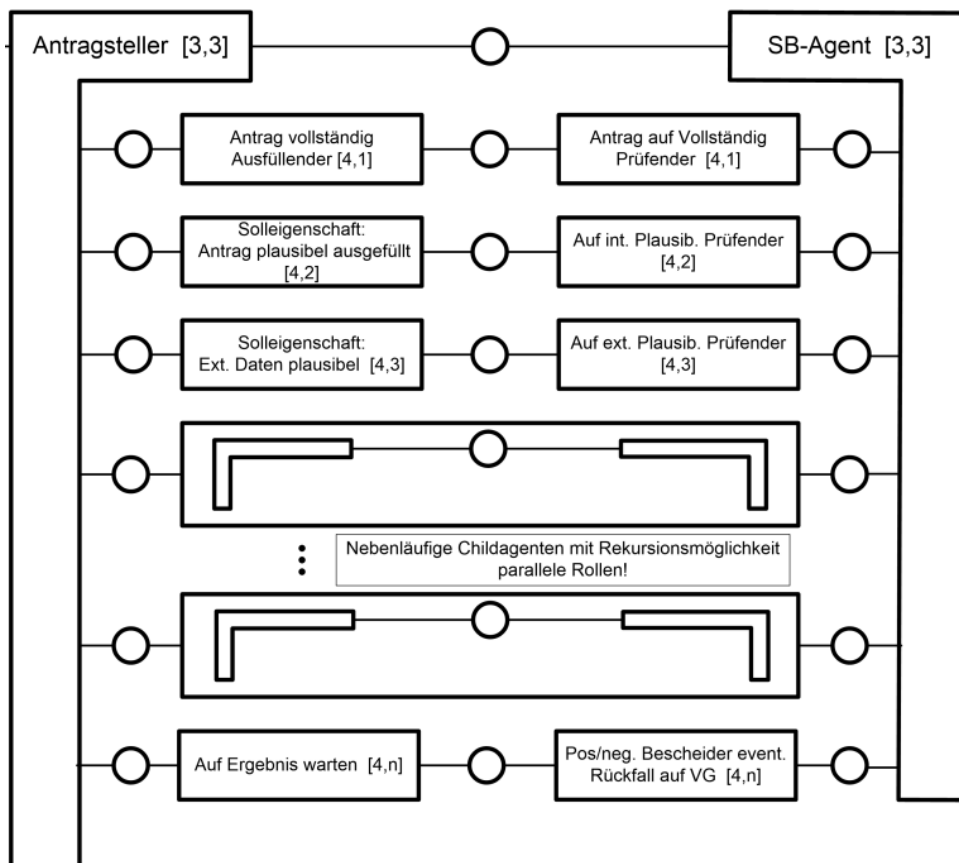


Abbildung 4.4.4: Aufbauplan (statisch) eines „komplexen Individualfalls“  
 Beispiel: Bauantragsbearbeitung (Ausschnitt)  
 (Vollbild siehe Anhang A.3, Abbildung 4.4.2)

Der Begriff Produkt wird wie folgt beschrieben:

Abgrenzbare, beschreibbare Leistung oder Gruppe von Leistungen einer Organisationseinheit, die Dritte (Bürger) außerhalb der betrachteten Verwaltung benötigen und nachfragen; innerhalb der Verwaltung verbleibende Leistungen könnten als „Binnenprodukt“ (Leistung verbleibt vollständig im Verwaltungskreis und dient nur mittelbar externen Produkten) bezeichnet werden [KGST94].

Produkte betreffen exemplarisch folgende Prozesse:

Informationsprozesse, Meldeprozesse, Erklärungsprozesse, Bewilligungs- / Genehmigungsprozesse, Bereitstellungsprozesse, Kontrollprozesse.



## 5 Das E-Government-Architekturmodell eGov-7

### 5.1 Ausgangssituation, Ziele und Methodik

#### 5.1.1 Ausgangssituation

Die Bearbeitung von Anfragen des Bürgers auf kommunaler, Länder- wie auch Bundesebene erscheint aus dessen Sicht nur als flache und lineare Ablaufstruktur. Aus organisatorischer Sicht sind für ihn in der Regel nur wenige Hierarchiestufen im Sinne von Sachgebieten, Ämtern und Vorgesetzten sichtbar. Verwaltungsorgane außerhalb der kommunalen Dienstleistungsstrukturen, wie Bezirke, Landkreise, Länder bzw. deren Sachgebiete und Ministerien, sind für den Bürger nicht sichtbar oder auch in ihrer Struktur und ihren Aufgaben unklar.

Aus Sicht der Verwaltungsorgane stellen sich die Ablaufstrukturen jedoch sehr komplex dar. Diese ebenso hierarchischen wie auch nebenläufigen Strukturen definieren sich in Sachgebieten, Stabsstellen, Abteilungen, Ämtern, Referaten und Dezernaten sowie in Aufgaben, Fachbereichen und Ministerien.

Aus wirtschaftlicher und verwaltungstechnischer Sicht der Dienstbringer werden die hierarchischen Strukturen der Kernbereiche

- Zuverlässiges Rechtssystem
- Zuverlässige Rechtspflege (Justiz) und Verwaltung
- Funktionierendes Steuersystem
- Funktionierendes Sozialsystem
- Korrekte Rechnungsprüfung
- Stabiles Wirtschaftssystem
- Flexibles, hochwertiges Ausbildungssystem für den Einzelnen

bei strukturellen und organisatorischen Maßnahmen der übergeordneten, zuständigen Bundesbehörden nur einzeln thematisiert. Interdependente Hierarchien werden nicht diskutiert.

Klassische Bedienprozesse bei Einkaufsportalen oder Buchungssystemen (Flugbuchung, Bahnticket u. v. a. m.) thematisieren interdependente Bereiche wie Rechtsstrukturen, Informationsstrukturen und Verfahrensfestlegungen durch einfache Plausibilitätskontrollen und Hinweistexte.

Kommunale Bedienprozesse als Folge von Bedienanforderungen eines Bürgers stellen sich bei detaillierter Betrachtungsweise komplexer dar. Im Wesentlichen erklärt sich dieser Tatbestand aus dem Versuch der Projektion einer vielschichtigen Genehmigungsbehörde mit komplexen Rechtsstrukturen, unübersichtlichen Informationsquellen und intransparenten Bescheidungsprozessen auf ein flaches, nicht hierarchisches Antragsformular. Im Kern orientieren sich die kommunalen Bedienprozesse an den Anforderungen des Sachbearbeiters und weniger an den Bedürfnissen des Bürgers.

Formulare enthalten dabei immanente Potenziale für fehlerhafte oder auch widersprüchliche Bedienerangaben. Diese führen oft zu einem unerwarteten Antragsabbruch, einem unbeabsichtigten und somit falschen Antragsmodus, zu einem inkonsistenten und somit falschen Antrag wie auch zu einer vom Erfassungssystem erzwungenen Antragswiederholung mit Neueingabe aller bisherigen Angaben.

Die beiden exemplarischen Abschnitte aus dem „Bauantragsformular des Bundeslandes Bayern (Stand 1.1.2014)“ verdeutlichen diese Situation (s. Abb. 5.1.1.1 und 5.1.1.2).

#### Fehlersituation F1:

Die dem Bauantrag beizufügenden Unterlagen, der amtliche Lageplan, das Nachbarschaftsverzeichnis (Auszug aus dem Katasterwerk) und die genaue Bezeichnung des Vorhabens stehen im Widerspruch zur Antragsart „Antrag auf Vorbescheid“. Die zugrunde liegende Lebenslage, als Lebenssituation eines Menschen im privaten wie beruflichen Kontext, muss angepasst werden.

#### Fehlersituation F2:

Fehlende oder doppelte und somit widersprüchliche Angaben (Mittelgarage sowie Großgarage) sind möglich.

#### Fehlersituation F3:

Die Unkenntnis oder Falschinterpretation des angesprochenen Rechtsbezugs „Art. 7 BayAbgrG“ verursacht einen fehlerhaften Antragstyp.

#### Fehlersituation F4:

Missverständnisse oder auch fehlende Informationen zum geltenden Bebauungsplan können einen fehlerhaften Antrag bewirken.

Drucken		Formular zurücksetzen		Anlage 1	
Über die Gemeinde		Nr. im Bau- / Abgrabungsantragsverzeichnis der Gemeinde	Nr. im Bau- / Abgrabungsantragsverzeichnis des Landratsamts		
An (untere Bauaufsichts- / Abgrabungsbehörde)		Eingangsstempel der Gemeinde	Eingangsstempel des Landratsamts		
<input type="checkbox"/> Erstschrift <input type="checkbox"/> Zweitschrift <input type="checkbox"/> Drittschrift <input type="checkbox"/> weitere Ausfertigung		<input type="checkbox"/> Zutreffendes bitte ankreuzen <input checked="" type="checkbox"/> oder ausfüllen			
<input type="checkbox"/> <b>Antrag auf Baugenehmigung</b> (Art. 64 BayBO)		<input type="checkbox"/> <b>Antrag auf Abtragungsgenehmigung</b> (Art. 7 BayAbgrG)			
<input type="checkbox"/> <b>Änderungsantrag zu einem beantragten / genehmigten Verfahren</b> Aktenzeichen des bisherigen Antrags: _____ Genehmigungsdatum: _____					
<input checked="" type="checkbox"/> <b>Antrag auf Vorbescheid</b> (Art. 71 BayBO, Art. 9 Abs. 1 Satz 4 BayAbgrG)					
<input type="checkbox"/> <b>Vorlage im Genehmigungsverfahren</b> (Art. 58 BayBO, Art. 6 Abs. 2 BayAbgrG)					
<input type="checkbox"/> Das Vorhaben liegt im Geltungsbereich eines Bebauungsplans i. S. v. § 12 / § 30 Abs. 1 oder 2 BauGB. Es hält alle Festsetzungen ein. Nr. des Bebauungsplanes / Bezeichnung: _____					
<input type="checkbox"/> Es wird beantragt, die Vorlage als Antrag auf Baugenehmigung weiter zu behandeln, falls die Gemeinde erklärt, dass das Genehmigungsverfahren durchgeführt werden soll.					

Abbildung 5.1.1.1: Fehlersituationen F1, F3, F4

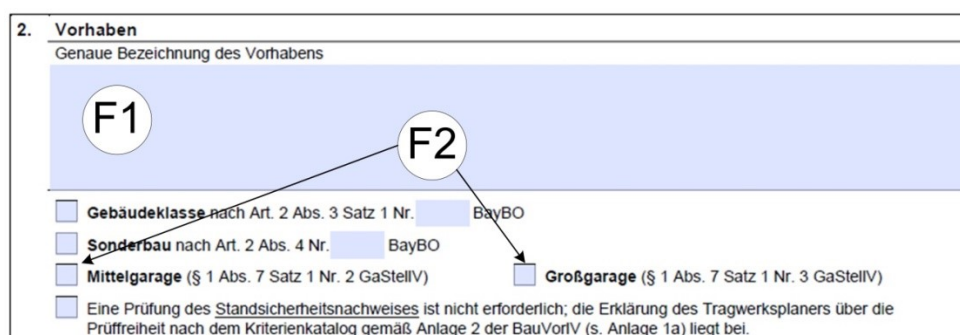


Abbildung 5.1.1.2:

Fehlersituationen F1 (inkonsistente Angaben), F2 (widersprüchliche Angaben)

Die kommunalen Bedienprozesse als Folge einer Bedienanforderung eines Bürgers unterliegen den stetig wachsenden Forderungen des modernen, multimedia- und internetaffinen Bürgers nach Ubiquität der einzelnen Dienste. Diese Ansprüche sind jedoch nur zum Teil erfüllbar.

Dies begründet sich hauptsächlich in folgenden Eigenschaften und Situationen:

- Dem Anspruch nach orts- und zeitunabhängiger Verfügbarkeit von kommunalen Dienstleistungen stehen nur begrenzte Zuständigkeiten und Kompetenzen gegenüber
- Ein Onestop-Government, als Bündelung öffentlicher Dienstleistungen an einer zentralen Stelle, ist durch die aktuell betriebenen Bürgerämter nur in Teilbereichen umgesetzt
- Heterogene Vorschriften und Verordnungen in den politischen Vorgaben und verwaltungstechnischen Ablaufstrukturen mit entsprechendem Auslegungskorridor
- Redundanzen und Widersprüche in der Datenhaltung sowie der Aktenführung der unterschiedlichen Dienststellen
- Unterschiedliche mediale Transportwege (Dialog, Telefon, Post, E-Mail, Formularserver, Portal)
- Geringe Akzeptanz, wenige Anwendungen, mangelhafte Nutzerfreundlichkeit sowie ungeklärte Sicherheitsprobleme zur Nutzung von Diensten auf elektronischen Kommunikationsplattformen (neuer Personalausweis, De-Mail)
- Kaum durchgängige elektronische Verfahren wegen mehrfacher Medienbrüche
- Kaum durchgängige Verwaltungsverfahren als Resultat von heterogenen Verwaltungsdomänen
- Heterogene Softwarestrukturen der betroffenen Verwaltungseinheiten bei verwaltungsübergreifenden elektronischen Verfahren

Ausgehend von historisch gewachsenen Verwaltungsstrukturen und Abläufen sind jedoch verschiedene positive Entwicklungen festzustellen.

Im Rahmen der Globalisierung definieren sich Verwaltungen zunehmend als effiziente Dienstleister im interkommunalen Wettbewerb. Der zeitgleich durch einen konstanten Finanzdruck verursachte erhebliche Stellenabbau kann zumindest in Teilbereichen durch den Einsatz der Informationstechnik ausgeglichen werden, auch wenn die Einführung neuer

Verfahren kurzfristig wieder Personalressourcen bindet. Darüber hinaus entwickeln Gremien und Verbände, wie z. B. die Bremer OSCI-Leitstelle (1998 bis 31.3.2011), Definitionen, Infrastrukturen und Konzepte, um eine Standardisierung der Verwaltungsprozesse sowie eine Interoperabilität beim Datenaustausch in der öffentlichen Verwaltung zu ermöglichen (OSCI-XÖV Handbuch der KoSIT [XOEV12]).

Neben der technischen Standardisierung sind darüber hinaus beachtliche organisatorische Einzelprojekte umgesetzt worden, deren Funktionalität und Benutzerfreundlichkeit beim Bürger jedoch zum Teil nicht den Erwartungen entsprechen. Auf Bundesebene sind diese die Initiative BundOnline, die Initiative E-Government 2.0, die einheitliche Behördennummer 115, die nationale Umsetzung der Europäischen Dienstleistungsrichtlinie in Verbindung mit der Genehmigungsfiktion, der neue Personalausweis sowie das Normenscreening<sup>1</sup>.

Die Voraussetzung für diese Steuerungs- und Koordinierungsprojekte sowie Anwendungen und Maßnahmen sind politische Entwicklungen. Ein wichtiger politischer Schritt war dabei der Vertrag im November 2009 zwischen der Bundesrepublik Deutschland und den Bundesländern über die Errichtung des IT-Planungsrats. Hiermit wird die Bündelung und verbindliche IT-Koordinierung von Bund und Ländern im Grundgesetz verankert.

Seitens des Gesetzgebers wird E-Government als Erfolgsfaktor im Verwaltungsoptimierungsprozess erkannt (z. B. die Verordnung zur elektronischen Signatur (SigV vom 22. November 2001), das Gesetz über Rahmenbedingungen für elektronische Signaturen (SigG vom 1. August 1997), die Verabschiedung des E-Government-Gesetzes durch den Bundesrat (eGovG im August 2013)). Die für die öffentlich-rechtliche Verwaltungstätigkeit der Behörden des Bundes somit gesetzliche Verankerung eines elektronischen Identitätsausweises, des absenderbestätigten Nachrichtenversandes, einer elektronischen Bezahlungsmöglichkeit sowie der elektronischen Aktenführung erleichtern die Umsetzung von Amtsvorgängen in Schriftform in medienbruchfreie Verwaltungsprozesse.

Das Modell des Einheitlichen Ansprechpartners (EAP) als zentrale Verpflichtung der EU-Mitgliedstaaten infolge der EU-Dienstleistungsrichtlinie (EU-DLR) ist ein optimistischer Versuch, in einem Teilbereich des kommunalen Dienstleistungsangebots die geforderte Ubiquität im Sinne von Onestop-Government zu erfüllen. Evaluationsstudien ergeben jedoch, dass sowohl durch den geringen Bekanntheitsgrad, eine Überschätzung des Nachfragepotenzials ausländischer Dienstleistungsanfragender wie auch die Bevorzugung der örtlichen Fachbehörde eine bessere Vermarktung der Kontaktstellen wünschenswert ist [KOMM13]. Darüber hinaus formulieren Wirtschaft und Wissenschaft Anforderungen für die Optimierung der IT-Umsetzung hinsichtlich des EAP [MRN12]. Die Erhöhung der Mehrsprachigkeit sowie der Nutzerfreundlichkeit der EAP-Portale wie auch der Weg der EAP-Portale zum tatsächlichen „Single Point of Contact“ sind weitere erfolgskritische Empfehlungen [MRN12].

---

<sup>1</sup> Überprüfung sämtlicher verwaltungsrechtlicher Rechtsvorschriften des Bundes auf eine mögliche Verzichtbarkeit bestehender Schriftformerfordernisse

### 5.1.2 Das Forschungsvorhaben „IT-Dienste-Atlas“ [ZES08]

Das Forschungsvorhaben „IT-Dienste-Atlas zur Umsetzung der EU-Dienstleistungsrichtlinie (EU-DLR)“ führte eine Bestandsaufnahme (Ist-Analyse) in vorhandenen IT-Infrastrukturen bei den von der EU-Dienstleistungsrichtlinie (EU-DLR) betroffenen öffentlichen und privaten Akteuren auf verschiedenen Verwaltungsebenen (Land, Regierungspräsidium Kreis, Kommune) durch [IDA14, ZES08, [www.it-dienste-atlas.de](http://www.it-dienste-atlas.de)].

Um eine repräsentative Prozess-, Akteurs- und IT-Analyse durchführen zu können, wurden das Land Berlin, die Landeshauptstadt Potsdam sowie der Verwaltungsverbund Biesenthal-Barnim im Bereich der Gewerbeanmeldung als Analysebasis ausgewählt (s. Abb. 5.1.2.1 [ZES08]).

Das Forschungsprojekt liefert wertvolle Ergebnisse und Erkenntnisse aus dem Bereich der Gewerbeanmeldeabläufe und modelliert im Ergebnis u. a. eine E-Government „One-Stop-Shop Vision“ für das Land Berlin (s. Abb. 5.1.2.2 [ZES08]).

Die Darstellung der Strukturen und Abläufe in den beteiligten Ämtern und Organisationen durch Aufbau- und Ablaufdiagramme sowie die Bereitstellung der unterschiedlichen Granularität in einem hierarchisch aufgebauten Schichtenmodell lieferten auch Anregungen für den Entwurf des in der vorliegenden Arbeit vorgestellten E-Government-Architekturmodells [IDA14, ZES08].

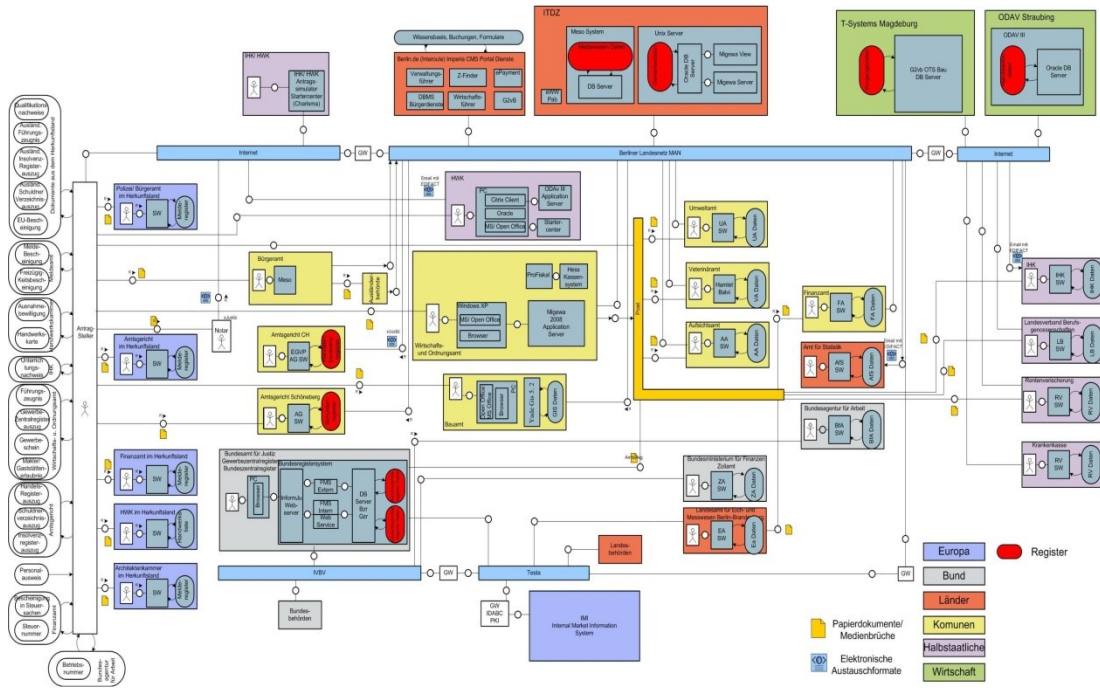


Abbildung 5.1.2.1: Berlin Gesamtstruktur Anfang 2009 (IT-Dienste-Atlas) [ZES08] (Vollbild siehe Anhang A.3, Abbildung 5.1.2.1)

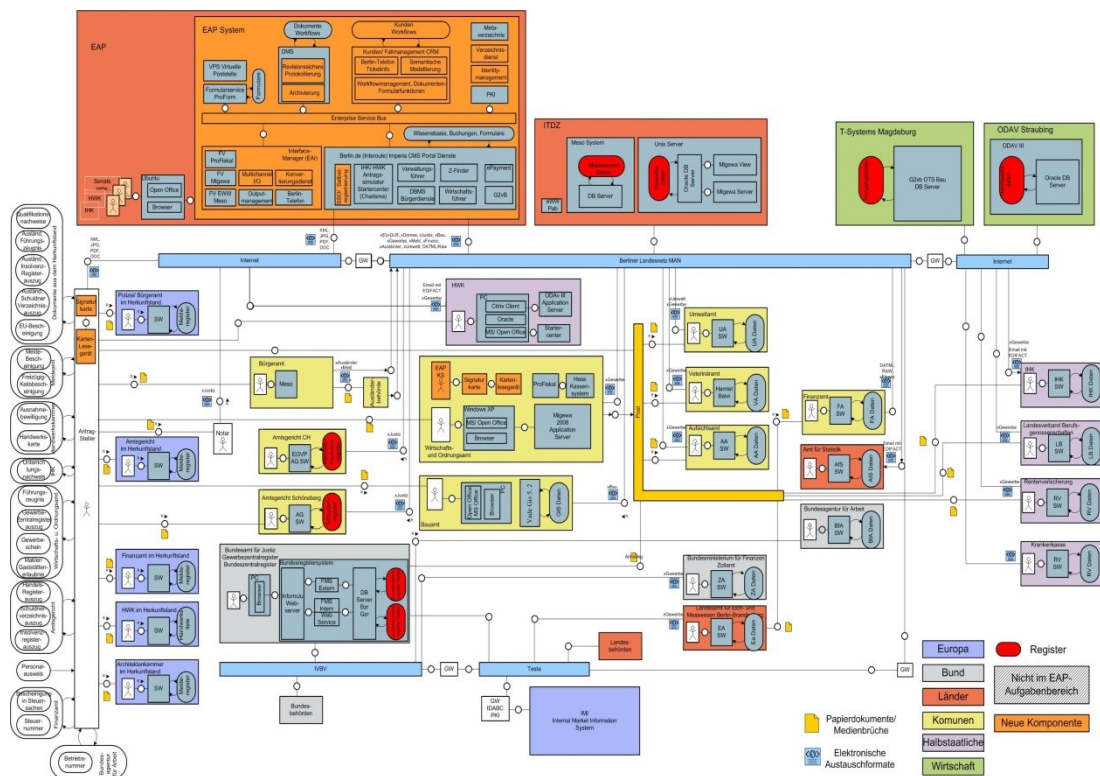


Abbildung 5.1.2.2: "Berlin One-Stop-Shop Vision" (IT-Dienste-Atlas) [ZES08] (Vollbild siehe Anhang A.3, Abbildung 5.1.2.2)

Das Forschungsvorhaben „IT-Dienste-Atlas“ setzt hierarchische Modellierung als Methode zur schichtenweisen Komplexitätsreduktion und damit zur Komplexitätsbeherrschung des Gesamtsystems ein. Analog sieht auch die vorliegende Arbeit die Modellierung nach einem hierarchischen Prinzip als Methode zur Komplexitätsbeherrschung.

So offensichtlich eine hierarchische Modellierung einen methodischen Lösungsweg darstellt, so schwierig zeigt sich die Aufgabe, die zunächst unvereinbaren Hierarchien der statischen kommunalen Aufbaustruktur sowie der fallbezogenen dynamischen Ablaufstrukturen zu vereinen.

### 5.1.3 Hierarchische Modelle / OSI-Referenzmodell

Hierarchische Modelle repräsentieren als Strukturierungsprinzip eine Modellierungsklasse, in der gleichartige Aufgaben bzw. Funktionsgruppen in einzelnen Schichten als logische Instanzen in einer Baumstruktur mit Über- und Unterordnungsrelationen angeordnet sind. Diese Strukturierung bewirkt eine Zerlegung des Gesamtsystems und stellt als Ziel primär die schichtenweise Komplexitätsreduktion und damit die gesicherte Beherrschbarkeit des Gesamtsystems in den Vordergrund.

Unter den hierarchischen Modellen ist vorrangig das OSI-Referenzmodell [MBW08], welches wichtige Anregungen für das hier vorgestellte E-Government-Architekturmodell eGov-7L lieferte.

Das OSI-Referenzmodell unterscheidet Endsysteme und Transitsysteme (intermediäre Systeme) (s. Abb. 5.1.3.1):

- In den Endsystemen werden grundsätzlich alle 7 Schichten abgebildet.
- In den Transitsystemen werden die Schichten [1] bis [3] (Repeater, Bridge, Router) bzw. [1] bis [7] (Mail-Relay, Gateway) als Verbindungssysteme zwischen unterschiedlichen Netzwerken umgesetzt.

Die Schichten [1] bis [4] werden als Transportsystem zusammengefasst, während die Schichten [5] bis [7] den Anwendungssystemen zugeordnet sind.

Eine Schicht als Dienstnehmer nutzt die Dienste einer darunterliegenden Schicht. Eine Schicht als Dienstbringer stellt einer darüberliegenden Schicht Dienste zur Verfügung.

Die Kommunikation findet horizontal zwischen zwei Schichten (Instanzen) der gleichen Stufe statt (Peer-to-Peer). Diese Kommunikation wird durch Protokolle geregelt, welche die gesicherte Übertragung der Daten realisieren.

Der eigentliche Informationsfluss (Nachrichten- bzw. Datenfluss) erfolgt dagegen vertikal.



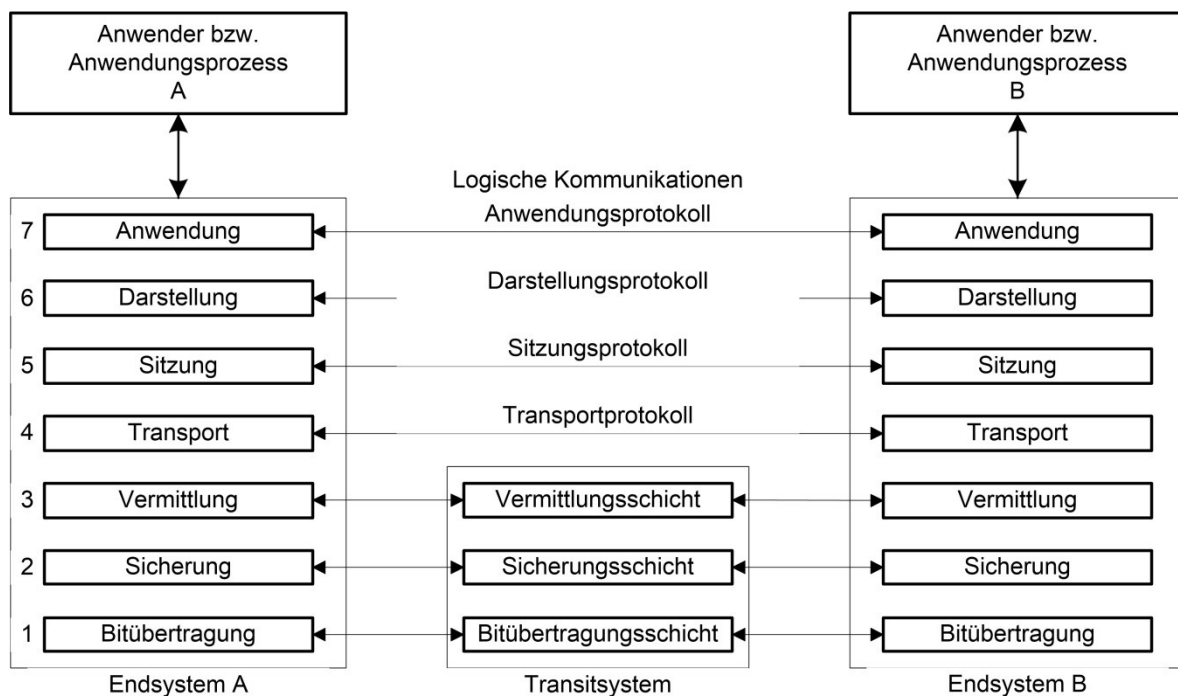


Abbildung 5.1.3.1: ISO/OSI-Referenzmodell [eigene Grafik]

Das in Abb. 5.1.3.1 dargestellte OSI-Schichtenmodell bietet als abstrakte Basis zwei vorteilhafte Eigenschaften:

- Der Anwender kommuniziert direkt vertikal mit einer Systemkomponente, indirekt horizontal mit dem Akteur der Gegenseite.
- Da im OSI-Schichtenmodell nicht bestimmt ist, wie die bilateralen Kommunikationsmechanismen (Dienste und Protokolle) zu implementieren sind, sondern nur deren Verhalten festgelegt ist, können Entwickler diese Mechanismen unabhängig implementieren.

Die beschriebenen Eigenschaften

- Hierarchiebildung zur Komplexitätsreduktion
- Festgelegter Funktionsumfang in den einzelnen Schichten
- Aufteilung der Schichten in ein Anwendungssystem sowie ein Transportsystem
- Definierte Schnittstellen garantieren die Unabhängigkeit der hierarchischen Schichten
- Untergeordnete Schichten erbringen gegenüber den übergeordneten Schichten einen Dienst
- Angrenzende Schichten sind in der Rolle Diensterbringer / Dienstenutzer und ermöglichen somit eine Auftragstransformation
- Die Diensterbringung der untergeordneten Schicht wird als Mehrwert durch die übergeordnete Schicht abgesichert

liefern in der vorliegenden Arbeit die grundlegenden Ideen zum Aufbau und zur Implementierung eines E-Government-Architekturmodells. Das OSI-Referenzmodell bietet eine



Ideenquelle für die Modellierung der Kommunikationsvorgänge auch im Bereich E-Government. Das Rollenmodell der Akteure Bürger und Amt sowie die Aufteilung in Kontextbereitstellung und Ausführung der Bedienanforderung (Antragsbearbeitung) erfordern jedoch eine erweiterte Systemsicht.

## 5.2 Hierarchieentwurf – Von der Ist-Analyse zum Architekturmodell

Die Fundamentalontologie des deutschen Philosophen Nicolai Hartmann in seinem Werk „Der Aufbau der realen Welt“ (1940) [HN40] einerseits sowie die beschriebenen Eigenschaften des OSI-Schichtenmodells mit den zusätzlichen Themenbereichen von E-Government andererseits ergeben, dass die Suche nach einem zweckmäßigen und angemessenen Architekturmodell als geeigneter Systementwurf [ZW06] auf folgende Kernforderungen fokussiert werden kann:

Der Akteur Bürger wird als Anwender bzw. Anwendungsprozess A (Sender), der Akteur Amt als Anwender bzw. Anwendungsprozess B (Empfänger) abgebildet.

Der Akteur Bürger sowie der Akteur Amt kommunizieren horizontal auf der Basis von Peer-to-Peer-Diensten auf der jeweiligen Hierarchieschicht.

Es erfolgt eine vertikale Strukturierung auf Basis von hierarchischen Schichten.

Durch diese Hierarchisierung wird eine Komplexitätsreduktion ermöglicht.

Für die einzelnen Schichten werden abgegrenzte Aufgaben sowie Funktionen definiert.

Die hierarchische Strukturierung erfolgt dergestalt, dass vertikal angrenzende Schichten im Sinne von Diensterbringer / Dienstenutzer zu interpretieren sind. Diensterbringer und Dienstenutzer kommunizieren über definierte Schnittstellen.

An den Grenzen dieser hierarchischen Schichten erfolgt eine Transformation der Bedienanforderungen. Diese Auftragstransformation findet dergestalt statt, dass eine komplexe Bedienanforderung in eine einfachere Anforderung transformiert wird. Für die ordnungsgemäße Auftragserfüllung wird die beauftragte einfachere (untere) Schicht mit zusätzlichen Kontrollstrukturen ausgestattet. Die bezeichnete Transformation der Bedienanforderung ist nach [ZW07] eine notwendige Bedingung zur Umsetzung von Vorgesetztenhierarchien bzw. Beauftragungshierarchien.

Auf der Seite des Akteurs Bürger findet die Auftragstransformation auftragsabhängig statt, während auf der Seite des Akteurs Amt die Auftragserfüllung gemäß einer Bedienhierarchie erfolgt. Diese Bedienhierarchie als Abfolge von Bedienungsvorgängen zu den einzelnen Aufträgen wird auftragsabhängig erzeugt. Sie entspricht jedoch nicht der Vorgesetztenhierarchie der behördlichen Linienorganisationen auf Grundlage eines Verwaltungsverfahrensgesetzes. Die Bedienungen wechseln in der Regel in nebenläufige und disziplinarisch unabhängige Verwaltungsbereiche. Die beauftragten Akteure in diesen Verwaltungsbereichen sind jeweils hierarchisch aufgestellt oder auch nur durch hierarchische Rollen abgebildet.

Fehler auf der Schicht des Dienstbringers und damit Systeminkonsistenzen können durch Kontrollstrukturen auf der Schicht der Dienstenutzer erkannt werden.

Im Ergebnis zielt das zu entwickelnde Architekturmodell auf eine Vorgehensweise, dass eine Realisierung und Optimierung der Strukturen und Abläufe in den einzelnen Hierarchiestufen unabhängig erfolgen kann. Somit ergibt sich eine Flexibilität hinsichtlich der Umsetzungsstrategie, die technische, organisatorische, rechtliche und auch politische Vorgaben und Randbedingungen berücksichtigt. Aus praktischer Sicht könnte hiermit eine Grundlage für die Entwicklung von einheitlichen Standards zur Ablösung wie auch zur Migration von heterogenen IT-Inseln und E-Government-Einzellösungen geschaffen werden.

Im Gesamtergebnis soll erreicht werden, dass unvollständige, falsche oder widersprüchliche Bedienanforderungen des Akteurs Bürger mit Hilfe hierarchischer Modellierung möglichst frühzeitig und effizient in eine bedarfsgerechte Antragsbearbeitung übergeführt werden können. Das Nachfordern fehlender Unterlagen oder auch zu präzisierender Antragsinhalte würde im Antragsbearbeitungsprozess entfallen.

Über diese Kernforderungen sowie die Realisierungs- und Optimierungsstrategie hinaus müssen sich die Ablaufstrukturen innerhalb einer Kommune entsprechend der drei Prozesstypen „einfacher Standardfall“, „einfacher Individualfall“, „komplexer Individualfall“ mit Hilfe der hierarchischen Modellierung abbilden lassen (siehe auch Kapitel 4.2).

Die in dieser Arbeit gewählte Strategie verfolgt im nächsten Schritt eine thematische Stoffsammlung. Die Bearbeitung eines Antrags des Akteurs Bürger sowie die Betrachtung des Umfeldes einer Anfrage aus der Sicht der Verwaltung basiert auf den im Folgenden aufgeführten Grundbegriffen. Diese Begriffe sind für die Entwicklung und folglich auch für das Verständnis eines E-Government-Architekturmodells essentiell.

### 5.2.1 Hierarchieentwurf – Grundbegriffe

Für eine erste Grundstruktur des zu entwickelnden Architekturmodells werden aus der praxisbezogenen Ist-Analyse (siehe Kapitel 4) wenige relevante Grundbegriffe abgeleitet:

- Lebenslage
  - Lebenssituation eines Menschen im privaten wie beruflichen Kontext, aus der sich im Rahmen einer Beziehung Bürger zu Kommune / Amt ein Dienstleistungsanspruch ergeben kann. Lebenslagen unterliegen gerne einer subjektiven Wahrnehmungsvarianz.
  - Exemplarische Lebensbereiche, aus denen sich eine individuelle Lebenslage ergibt:
    - Umzug / Neubürger
    - Verkehr / Mobilität
    - Bauen
    - Geburt / Hochzeit / Sterbefall
    - Aus- und Weiterbildung / Schule

- Informationsquellen (erforderlich)  
Printmedien (z. B. Bauordnung), Portale, Rundfunk, digitale Speichermedien (CD, DVD), Fachleute und Experten.
- Rechtsordnung  
Gesamtheit der geltenden Rechtsvorschriften (z. B. Baurecht, allgemeines Verwaltungsrecht).

- Authentisierung  
Sich als echt und berechtigt ausweisen (z. B. Ausweisung durch Personalausweis). Prüfung der Echtheit.

- Antragstellung  
Auf Basis einer Lebenslage erfolgt der berechtigte Wille nach einer Dienstleistung seitens der Kommune / Amt (z. B. Antrag auf Baugenehmigung).
- Antragsbearbeitung  
Verwaltungsakt
- Bescheidung  
Mitteilung des Antragergebnisses durch einen Bescheid

Versucht man, diese wenigen relevanten Grundbegriffe nach Vorgabe der genannten fundamentalen Anforderungen zu ordnen, so ergibt sich eine strukturierte Aufteilung in die Antragstellung sowie die eigentliche Antragsbearbeitung.

### 5.2.2 Hierarchieentwurf – Aufteilung in Antragstellung und Antragsbearbeitung

Diese geforderte Aufteilung in eine Antragstellung im Sinne eines Verbindungsaufbaus zwischen dem Akteur Bürger und dem Akteur Amt sowie in eine Antragsbearbeitung als Ausführung der Bedienanforderung bietet sich als Analogie zum OSI-Schichtenmodell hinsichtlich „Verbindungsaufbau“ und „Transport“ an.

Hieraus wird als Vorstufe für einen geeigneten Systementwurf folgende Struktur abgeleitet:

- Antragstellung („Verbindungsaufbau“):  
Voraussetzung für eine Antragsbearbeitung ist ein verifizierter und plausibler Antrag. Diese Antragstellung basiert auf einer geltenden Rechtsvorschrift einer Rechtsordnung und ermöglicht durch diese Kontextbereitstellung den Verbindungsaufbau.

Diese Kompatibilität wird jedoch nicht nur zwischen dem informierten und berechtigten Akteur Bürger und dem Akteur Amt in einer bestimmten schichtenspezifischen

schen Rolle benötigt, sondern ist eine fundamentale Forderung über alle Rollen des antragstellenden Bürgers an die verschiedenen Akteure des Amtes.

Eine erfolgreiche Antragstellung lässt sich gemäß OSI-Modell als Verbindungsaufbau zwischen Bürger und Amt interpretieren.

Erst der erfolgte Verbindungsaufbau zwischen dem Akteur Bürger in seinen Rollen als beauftragender Antragsteller und den schichtenspezifischen Amtes-Akteuren in ihren Rollen ermöglicht die Ausführung des Bedienauftrags im Sinne einer Antragsbearbeitung und Bescheidung.

- **Antragsbearbeitung (Ausführung der Bedienenanforderung):**  
Die Ausführung der Bedienenanforderung im Sinne einer Antragsbearbeitung (Verwaltungsakt) hat eine Bescheidung zum Ziel. Die Antragsbearbeitung kann in nebenläufige Zwischenbescheidungsabläufe durch beteiligte Fachstellen aufgeteilt werden.  
Der Bürger wird zum Berechtigten für rechtskonforme und sachlich richtige Zwischenbescheide der Fachstelle. Er hat Anspruch auf Informationen zum Bearbeitungsstand. Die eigentliche Bearbeitung des Antrags in den Fachstellen erfolgt durch Sachbearbeiter.

Die weitere Analyse dieser Struktur ergibt hierarchische Bedienenanforderungen und führt zu einem ersten groben Hierarchieentwurf.

### 5.2.3 Grober Hierarchieentwurf

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit ergibt sich aus der beschriebenen Strategie zum Systementwurf als erster Schritt ein Hierarchieentwurf (siehe auch Kapitel 5.1.2 Das Forschungsvorhaben „IT-Dienste-Atlas“ [ZES08]).

Die Funktionalität der einzelnen Schichten ergibt sich aus dem Ziel, gleichartige Funktionen und Dienste als ein Aufgabenthema genau einer Schicht zuzuordnen. Sinnvoll entkoppelbare und unabhängig aufrufbare Dienste werden entsprechend der logischen Abfolge einer Antragstellung der nächsten untergeordneten Schicht zugewiesen (s. Abb. 5.2.3.1).

Wegweisend für den dargestellten Hierarchieentwurf sind die direkte Ableitung aus der originären Struktur der Bedienenanforderung im Sinne einer Strukturierung in kritische Abschnitte (unteilbare Operation: „Ganz oder Gar nicht“) sowie die Zerlegung eines Gesamtauftrages in Teilaufträge (Zorn'sches Paradigma) [ZW04, ZW05].

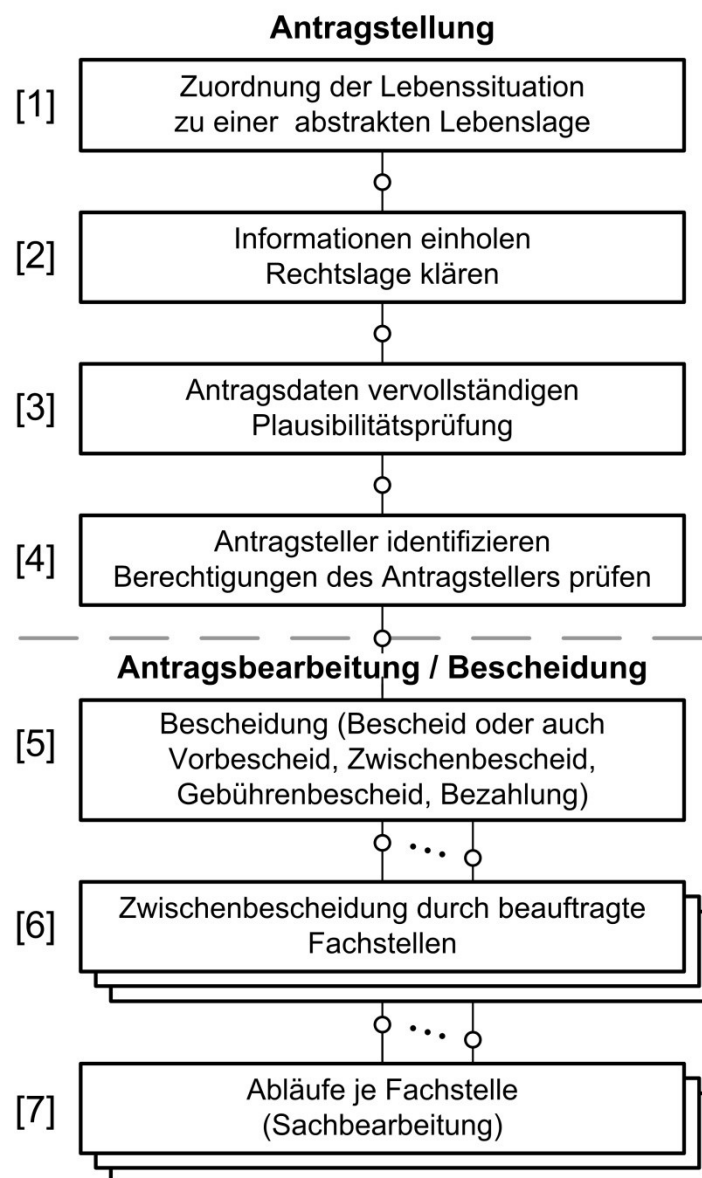


Abbildung 5.2.3.1: Aufbauplan

Hierarchieentwurf zur Antragstellung (Akteure: Bürger / Amt) (Schichten [1] bis [4])  
sowie zur Antragsbearbeitung (Akteur: Amt) (Schichten [5] bis [7])

Die Dienste und Aufgabenthemen sowie die Rollen des Akteurs Bürger in den einzelnen Schichten des Hierarchieentwurfes können wie folgt beschrieben werden (s. Abb. 5.2.3.1):

- Schicht [1]: Lebenslage  
Rolle des Bürgers: Anliegensträger  
Analog zum OSI-Schichtenmodell nutzt der Akteur Bürger als Initiator die Dienste der obersten Schicht eines offenen Dienstleistungssystems. Indirekt nutzt er auch alle Dienste der darunterliegenden Schichten. Die Dienste der obersten Schicht bilden alle notwendigen Funktionen ab, um den Bürger einer eindeutigen Lebenslage zuordnen zu können. Hierbei ist zu bemerken, dass einerseits eine Lebenslage durch den individuellen freien Willen eines Bürgers initiiert wird (zum Beispiel: „Besitzergreifung eines Neuwagens durch Kauf“), andererseits durch die

kommunale Monopolstellung des Akteurs Amt eine Lebenslage als aufgezwungene Bedürfnisbefriedigung entsteht (zum Beispiel: „Beantragung eines Führerscheines als Berechtigung zum Führen eines Fahrzeugs“). Da der Akteur Bürger jedoch für die Bestimmung seiner Lebenslage und Rechtssituation Informationen benötigt, nutzt er die Dienste der angrenzenden Schicht [2] hinsichtlich dieser Anforderungen.

- Schicht [2]: Informationen, Rechtsverständnis  
Rolle des Bürgers: rechtskonformer Antragsteller  
Über den Informationsbedarf hinaus muss auf dieser Schicht die Sprachebene der Informationsquellen sowie der Rechtsdarstellung zwischen den beiden Akteuren Bürger und Amt abgestimmt werden (Verständnis und Widerspruchsfreiheit). Die Implementierung dieser Bedürfnisbefriedigung ist hierbei nicht relevant, sondern nur die abstrakte Beschreibung des Dienstes und seiner Ergebnisse. Die Überprüfung auf Vollständigkeit und Plausibilität wird an die Schicht [3] delegiert.
- Schicht [3]: Antragsinhalte  
Rolle des Bürgers: qualifizierter Antragsteller  
Die Bereitstellung von Diensten zur Erfassung der Antragsdaten sowie zur Überprüfung auf Plausibilität und Vollständigkeit ist definierte Aufgabe dieser Schicht. Somit fungiert diese Schicht als Dienstbringer für die darüberliegende Schicht hinsichtlich Überprüfung auf Plausibilität und Vollständigkeit. Der Akteur Bürger erfasst seine Antragsdaten, die vom Akteur Amt auf Plausibilität und Vollständigkeit überprüft werden. Die Überprüfung auf notwendige Berechtigungen sowie die Echtheit des Antragstellers wird an die Schicht [4] delegiert.
- Schicht [4]: Legitimations- und Identitätsnachweise  
Rolle des Bürgers: identifizierbarer, authentifizierbarer Antragsteller  
Die Aufgaben dieser Schicht betreffen den Themenbereich Authentisierung und Authentifizierung. Der Akteur Bürger muss sich gegenüber dem Akteur Amt als echt und berechtigt ausweisen (authentisieren) und wird bei positivem Ergebnis authentifiziert (z. B. Ausweisung durch Personalausweis).

Auf Basis der dargestellten vier hierarchischen Schichten ist eine rechtskonforme und plausible Antragstellung des qualifizierten Antragstellers erfolgt. Eine erfolgreiche Antragstellung ist die Voraussetzung für die eigentliche Antragsbearbeitung und Bescheidung.

Nach erfolgreicher Antragstellung stellt sich die eigentliche Antragsbearbeitung und Bescheidung wie folgt als hierarchischer Entwurf dar:

- Schicht [5]: Antragsbearbeitung / Bescheidung (Bescheid oder auch Vorbescheid, Zwischenbescheid)  
Rolle des Bürgers: Bescheidberechtigter  
Diese Schicht beinhaltet alle Dienstelemente für eine ordnungs- und fristgemäße Bescheidung als Ergebnis des vollständigen und plausiblen Antrags. Inkonsistenzen im Antrag, die sich erst durch die eigentliche Antragsbearbeitung ergeben, bewirken ein Rücksetzen zur aufrufenden Schicht [4] oder ggf. sogar zurück bis zur Schicht [1]. Gemäß der Bedienhierarchie erfolgt die Bekanntgabe der Bescheidung

im Rahmen der Bescheidzustellung beim Bürger auf Schicht [1] (siehe Abbildung 5.3.3.1).

Abgebildet werden auch Dienste, die Zwischenbescheide bzw. Vorbescheide, Gebührenbescheide und Bezahlprozesse darstellen. Diese Schicht übernimmt den Kontrollfluss zur beauftragten Schicht [6] (beteiligte Fachstellen) hinsichtlich Qualität, Inkonsistenzen und Fristen.

- Schicht [6]: Zwischenbescheidung / Status-quo-Informationen der beteiligten Fachstellen  
Rolle des Bürgers: Zwischenbescheidberechtigter / Informationsberechtigter  
Es erfolgt die Bescheidung von Teilaspekten aus dem Antrag durch die beteiligten Fachstellen. Diese Schicht übernimmt die Kontrolle zur beauftragten Schicht [7] (Sachbearbeitung) hinsichtlich der Qualität und Inkonsistenzen von Teilergebnissen.
- Schicht [7]: Sachbearbeitung in der Fachstelle  
Rolle des Bürgers: Informationsberechtigter zu Teilergebnissen der Fachstellen  
Die Schicht [7] im Hierarchieentwurf repräsentiert alle Dienste, die auf unterster Ebene die Sachbearbeitung für die Bescheidung des Antrags in Form von paralleler oder auch nebenläufiger Bearbeitung von Teilaspekten darstellt.

Der beschriebene grobe Hierarchieentwurf führt in der Verfeinerung zum E-Government-Architekturmodell eGov-7L (eGovernment hierarchical model (with) 7 Layers).

### 5.3 Das Architekturmodell eGov-7L als verfeinerter Hierarchieentwurf

Im E-Government-Architekturmodell eGov-7L stellen sich die kommunizierenden Akteure wie folgt dar:

- Akteur A: Bürger
- Akteur B: Amt (Fachstelle, Sachbearbeiter), als Dienstbringer auf kommunaler, Länder- wie auch Bundesebene

Im vorgestellten E-Government-Architekturmodell eGov-7L wird auf Basis einer Vorgesetzten-Relation die oberste beauftragende Schicht als Schicht [1] gewählt.<sup>1</sup>

Die gewählte Abfolge der einzelnen Schichten entspricht dem verwaltungsintern nicht notwendig hierarchischen Verwaltungsprozess. Während die Antragsbearbeitung auf Grundlage einer Bedienhierarchie interpretiert wird, folgt die verwaltungsinterne Antragsbearbeitung nicht den behördlichen Linienorganisationen. Die Antragsbearbeitung erfolgt auftragsbezogen in disziplinarisch unabhängigen Verwaltungsbereichen.

Der Akteur Bürger kommuniziert auf jeder Schicht mit verschiedenen Repräsentanten des Akteurs Amt. Diese Kommunikation kann nebenläufig implementiert sein. In der Darstellung der [1:n] Kommunikation am Beispiel der Schicht [2] (s. Abb. 5.3.1) wird die mehr-

---

<sup>1</sup> Diese zum OSI-Modell konträre Sicht der Schichten erlaubt in der Tiefe der Modellierung eine hohe Variabilität.

kanalige und nebenläufige Kommunikation des Akteurs Bürger mit den verschiedenen Rechtsverordnungen aus der geltenden Rechtsdomänenstruktur Kommune, Land, Bund, EU dargestellt.

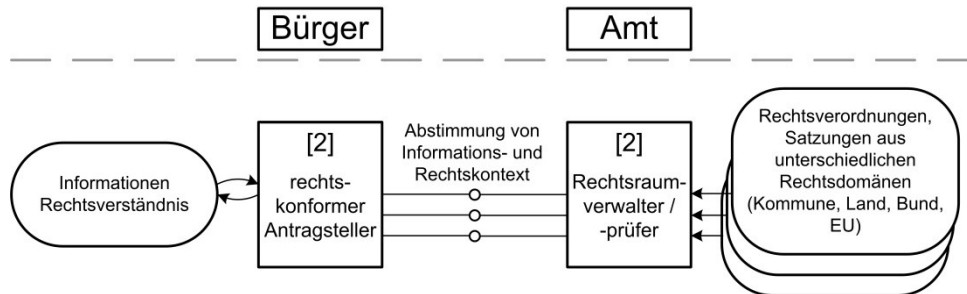


Abbildung 5.3.1: FMC-eCS Aufbauplan  
Mehrkanalige Kommunikation ([1:n]) am Beispiel der Schicht [2]

Wie das E-Government-Architekturmodell eGov-7L in den drei komplementären Struktur- bzw. Diagrammtypen

- FMC-eCS Aufbauplan,
- FMC-eCS Wertebereichsplan sowie
- FMC-eCS Ablaufplan

umfassend beschrieben werden kann, sollen die folgenden drei Kapitel aufzeigen.



5.3.1 Aufbauplan (statische Strukturen, Beispiel)

Ausgehend vom groben Hierarchieentwurf (s. Abb. 5.2.3.1) zeigt Abbildung 5.3.1.1 das detaillierte Architekturmodell eGov-7L zunächst mit Hilfe des FMC-eCS Aufbauplans.

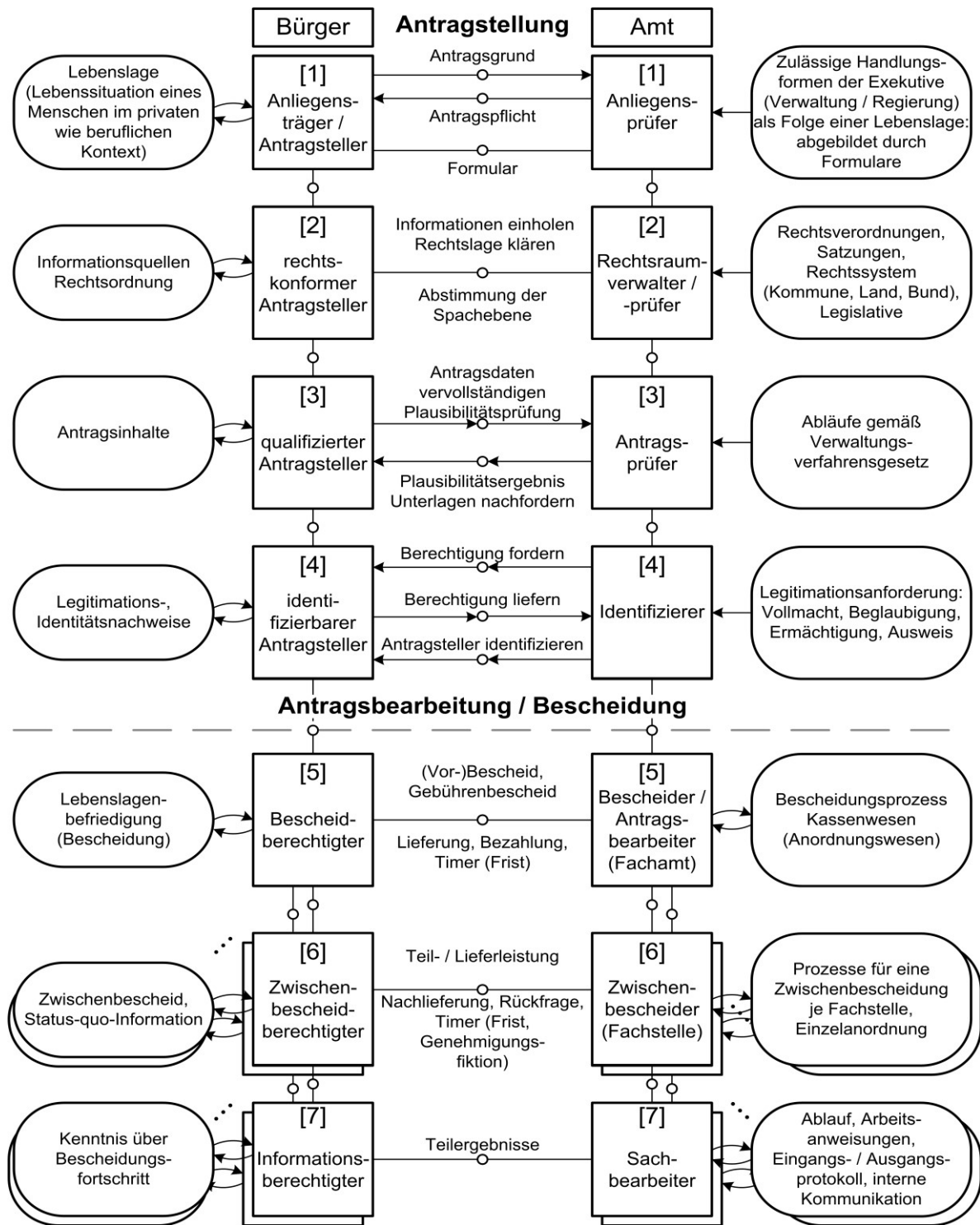


Abbildung 5.3.1.1: FMC-eCS Aufbauplan (Schichten [1] bis [7])

Die Schichteneinteilung des hierarchischen E-Government-Architekturmodells eGov-7L veranschaulicht das Beispiel „Bürger möchte eine Werkstattgarage bauen“ wie folgt:

- Schicht [1]: Zuordnung der Lebenssituation zu einer abstrakten Lebenslage  
Initiiert durch den Wunsch, eine Werkstattgarage zu bauen, sieht sich der Akteur Bürger in der Rolle: „Die Einreichung eines Bauantrags bei der zuständigen Baugenehmigungsbehörde als Voraussetzung für die Erteilung einer Baugenehmigung für baugenehmigungspflichtige Bauvorhaben wird benötigt.“
- Schicht [2]: Informationen einholen, Rechtslage klären  
Der Akteur Bürger, der die Notwendigkeit einer Genehmigung zum Garagenbau, aber noch nicht seine Rechtsposition erkannt hat, sieht sich in der Rolle: „Durch mehrfaches Nachfragen bei der zuständigen Baugenehmigungsbehörde kennt der Bürger die eindeutige Rechtslage, dass er als Voraussetzung für die Erteilung einer Genehmigung zum Garagenbau einen Bauantrag mit entsprechenden begleitenden Unterlagen (Bauplan, Unterschriften, Statik, Angabe zu Emissionen und wasserrechtlichen Angaben ...) bei der zuständigen Behörde einreichen muss.“
- Schicht [3]: Antragsdaten vervollständigen, Plausibilitätsprüfung  
Der Akteur Bürger, der im Begriff ist, einen Bauantrag auszufüllen, sieht sich in der Rolle: „Dem Akteur Bürger sind alle genehmigungsrelevanten Vorschriften, Gesetzesvorgaben und Verfahrensschritte bekannt. Der Akteur Bürger erstellt den entsprechenden Bauantrag. Nach mehrmaligem gegenseitigen Rückfragen beim Akteur Amt sind die Antragsinhalte vollständig und plausibel.“
- Schicht [4]: Antragsteller identifizieren, Berechtigungen des Antragstellers prüfen  
Beim Einreichen des Bauantrags für die geplante Werkstattgarage legitimiert sich der Akteur Bürger bei der Baugenehmigungsbehörde durch seine Unterschrift und die Vorlage seines Personalausweises.  
Bei einem elektronisch eingereichten Bauantrag erfolgt die Legitimierung durch die Überprüfung der digitalen Signatur.

Die Funktionen der vier dargestellten Schichten dienen dem gesicherten Abgleich der Informationsinhalte zwischen den beiden Akteuren inklusive einer Qualitätskontrolle der erfassten Daten sowie einer Überprüfung des Antrags auf Rechtmäßigkeit. Im Ergebnis wird durch einen abgestimmten und kompatiblen Kontext eine Verbindbarkeit zwischen diesen beiden Akteuren und damit eine Antragstellung ermöglicht. Der Antrag kann damit bearbeitet werden.

Ein lebenslagenspezifischer, rechtsstabiler, vollständiger und plausibler Bauantrag wurde formal korrekt bei der Baugenehmigungsbehörde gestellt.

Nach erfolgreicher Antragstellung wird die eigentliche Antragsbearbeitung als Ausführung der Bedienanforderung mit dem Ergebnisziel der Bescheidung hierarchisch wie folgt modelliert:

- Schicht [5]: Antragsbearbeitung / Bescheidung (Bescheid oder auch Vorbescheid, Zwischenbescheid, Gebührenbescheid)  
Im Dialog zwischen Bauwilligem und der Baugenehmigungsbehörde werden Bescheide bzw. Vorbescheide im Sinne von Genehmigungen, Teilgenehmigungen wie auch Ablehnungen übermittelt werden (Teilgenehmigung nach Vorlage eines Immissionsschutzgutachtens). Gebührenbescheide können begleitend betroffen sein. Dieser Dialog kann gestützt durch digitale Signaturen oder auch analog (Brief bzw. Einschreiben mit Rückantwort) erfolgen. Inkonsistenzen im Antrag, die sich erst durch die eigentliche Antragsbearbeitung ergeben, bewirken ein Rücksetzen zur aufrufenden Schicht [4] und weiter zur Schicht [3]. Ein Rücksetzen sogar zurück bis zur Schicht [1] würde dementsprechend eine Änderung der Lebenslage bewirken: „Der Bürger storniert seinen originären Bauwunsch, da er gegen einen gültigen Bebauungsplan verstößt.“  
Die eigentliche Bescheidzustellung beim Bürger im Sinne einer Bedürfnisbefriedigung aus der originären Lebenslage entspricht einer beabsichtigten Rückkehr zur aufrufenden Schicht [1].
  
- Schicht [6]: Zwischenbescheidung durch beauftragte Fachstellen  
Der Genehmigungsprozess zu einem Baugenehmigungsantrag durchläuft unabhängige Genehmigungsbehörden (Fachstellenbeteiligung):
  - Im Bereich der Werkstattgarage werden Baudenkmäler vermutet (Amt für Denkmalschutz)
  - Die wasserrechtliche Genehmigung eines geplanten Ölabscheiders ist erforderlich (Amt für Bodenschutz)
  - Schädliche Umwelteinwirkungen durch Lärm und Abgase betreffen den Immissionsschutz (Amt für Umweltschutz)
  - Eventuell ist eine Nutzungsänderung zu beantragen (Untere Bauaufsichtsbehörde)
  - Die geplante Werkstattgarage erfordert durch ihre Konstruktion eine gesonderte Statikprüfung (Prüfamt für Baustatik)

Diese Fachstellen werden von der Baugenehmigungsbehörde zu einer Stellungnahme aufgefordert. Der Genehmigungsprozess wird durch geeignete Kontrollstrukturen („Laufzettel“) in der Fachstelle zeitlich wie auch fachlich überwacht. Die einzelnen auch nebenläufigen Genehmigungsprozesse in den Fachstellen unterliegen somit einer individuellen Zuständigkeits- und Fristüberwachung. Die Koordinierungsstelle der aufrufenden Dienststelle (Baugenehmigungsbehörde) überwacht die vorgegebenen Fristen zu den Fachstellen.

Dem Bürger wird die Möglichkeit gegeben, fachliche Zwischenergebnisse wie auch Zeitabschätzungen zum Bescheidungsprozess zu erfahren.

- Schicht [7]: Abläufe je Fachstelle (Sachbearbeitung)  
Im Rahmen der Antragstellung ist die Baugenehmigungsbehörde verpflichtet, über die Kreditwürdigkeit oder auch bestehende eidesstattliche Versicherungen entsprechende Informationen einzuholen. Laufende Insolvenzverfahren können ebenfalls von Interesse sein (zum Beispiel Bonitätsauskünfte durch die SCHUFA Holding)

AG, Wiesbaden). Die Bearbeitung dieser Teilaspekte delegiert der Sachbearbeiter seiner Fachstelle an untergeordnete Akteure. Über die Ausprägung dieser untergeordneten Akteure wird keine Aussage getroffen. Es kann sich hierbei um Personen wie auch um automatische Verfahren handeln.

### 5.3.2 Wertebereichspläne (Wertestrukturen)

Wird im Kapitel 5.3.1 durch den FMC-eCS Aufbauplan das hierarchische E-Government-Architekturmodell eGov-7L formal statisch dargestellt, so liegt im Kapitel 5.3.2 der Schwerpunkt auf einer formalen Darstellung der Struktur der Bedienanforderungen.

Die Bedienanforderungen werden als Entitäten (Informationsobjekte mit Attributen) dargestellt (siehe Beispielabbildung 5.3.2.1). Die Beziehungen zwischen den Schichten sowie die Beauftragungshierarchie werden als Relationen modelliert.

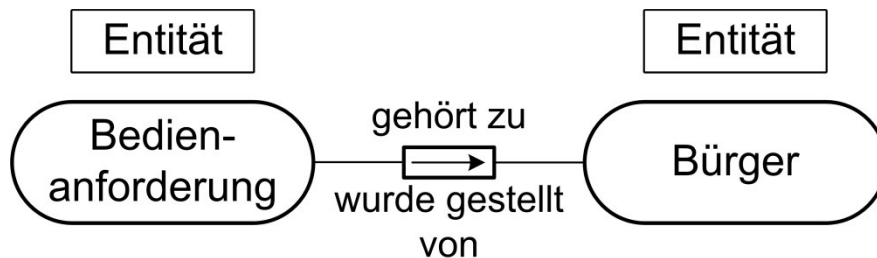


Abbildung 5.3.2.1: Bedienanforderung als E/R-Diagramm

Die Entitäten werden durch die Attribute Tätigkeit und Bediener (Akteur) eindeutig definiert. Die Relationen stellen einerseits die Verbindungen der Schichten untereinander dar, andererseits zeigen sie die Strukturen der Bedienanforderungen je Schicht (s. Abb. 5.3.2.2).

Die wesentliche Aufgabe der Relationen im FMC Wertebereichsplan besteht in der Darstellung der hierarchischen Dekomposition der Bedienanforderungen sowie der schichtenspezifischen Rolle der Akteure. Die als Modellierungsziel geforderte Komplexitätsreduktion wird dadurch offensichtlich.

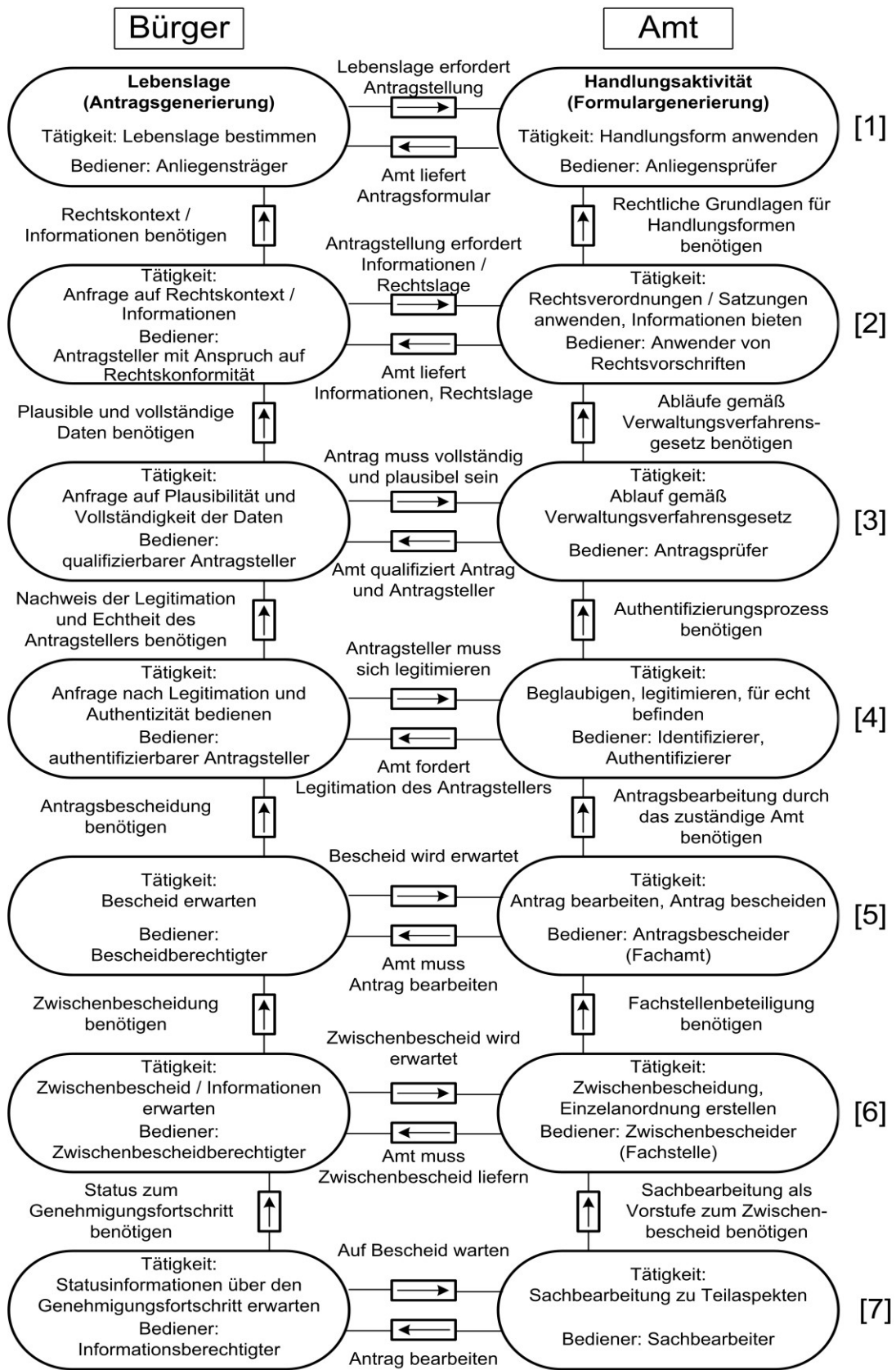


Abbildung 5.3.2.2: Bürgerseitige Relationen als FMC-eCS Wertebereichsplan (Schichten [1] bis [7])

Auf Basis des FMC-eCS Wertebereichsplans der bürgerseitigen Relationen wird die schichtenweise Transformation einer Bedienanforderung des Akteurs Bürger an den Akteur Amt transparent und verständlich dargestellt. Des Weiteren wird die geforderte Komplexitätsreduktion auf Basis einer Vorgesetztenhierarchie aufgezeigt. Diese Vorgesetztenhierarchie entspricht aus der Sicht des Akteurs Bürger einer auftragsabhängigen Bedienhierarchie, während diese Bedienhierarchie auf der Seite des Akteurs Amt nicht der behördlichen Linienorganisation entspricht.

Die vertikalen Relationen sind als [1:n] Beziehung modelliert, während horizontal beliebige [n:m] Relationen möglich sind.

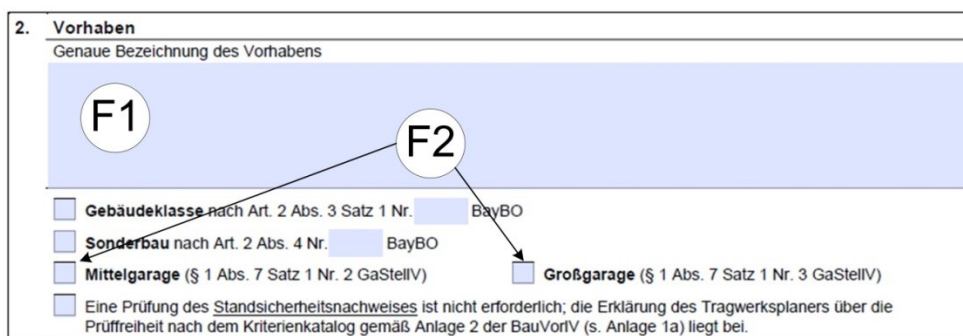


Abbildung 5.3.2.2:

Fehlersituationen F1 (inkonsistente Angaben bei der Bezeichnung des Bauvorhabens für eine Werkstattgarage), F2 (widersprüchliche Angaben: Der Bürger wählt aus Unkenntnis der Begriffsdefinitionen beide Garagentypen an.)

Im exemplarischen Abschnitt aus dem „Bauantragsformular des Bundeslandes Bayern (Stand 1.1.2014)“ werden folgende Schichten angesprochen (s. Abb. 5.3.2.2).

Fehlersituation F1 (siehe auch Kapitel 5.1.1):

- Schicht 1: Wurde zur aktuellen Lebenslage das richtige Antragsformular geliefert?
- Schicht 2: Wurde der Akteur Bürger über die geltenden und relevanten Rechtsvorschriften informiert?
- Schicht 3: Wurde das Antragsfeld „Genauere Bezeichnung des Vorhabens“ korrekt und plausibel erfasst?
- Schicht 4: Legitimation noch nicht erfolgt.
- Schicht 5 .. 7: Antragsbearbeitung noch nicht erfolgt

Fehlersituation F2 (siehe auch Kapitel 5.1.1):

- Schicht 1: Wurde zur aktuellen Lebenslage das richtige Antragsformular geliefert?
- Schicht 2: Würde der Akteur Bürger über die geltenden und relevanten Rechtsvorschriften informiert?
- Schicht 3: Wurden die Antragsfelder „Mittelgarage“ bzw. „Großgarage“ widerspruchsfrei in sich und in Bezug zum Antragsfeld „Genauere Bezeichnung des Vorhabens“ erfasst?
- Schicht 4: Legitimation noch nicht erfolgt.
- Schicht 5 .. 7: Antragsbearbeitung noch nicht erfolgt

### 5.3.3 Ablaufpläne (dynamische Strukturen)

Werden in den Kapiteln 5.3.1 und 5.3.2 die Aufbau- und Datenstrukturen sowie die attribuierten Inhalte dargestellt, veranschaulicht dieses Kapitel auf Grundlage des FMC-eCS Ablaufplans die grundsätzlichen Abläufe und Kontrollstrukturen im hierarchischen E-Government-Architekturmodell eGov-7L (s. Abb. 5.3.3.1, 5.3.3.2).

Wie bereits im FMC-eCS Aufbauplan sowie im FMC-eCS Wertebereichsplan dargestellt, erfolgt im hierarchischen E-Government-Architekturmodell eine Aufteilung in die beiden Abschnitte:

- Verbindungsaufbau / Kontextbereitstellung mit dem Ergebnis: Antrag gestellt (Schichten [1] mit [4])
- Ausführung der Bedienenanforderung (Antragsbearbeitung) mit dem Ergebnis: (Vor-)Bescheidung (Schichten [5] mit [7])

Der Verbindungsaufbau bzw. die Kontextbereitstellung in den Schichten [1] mit [4] werden im FMC-eCS Ablaufplan in der Abbildung 5.3.3.1 dargestellt. Die Darstellung der Hierarchisierung erfolgt durch transitionsberandete bzw. stellenberandete Abstraktion (s. Abb. 5.3.3.1).

Initiiert durch ein existierendes Anliegen des Akteurs Bürger und der Bedingung einer existierenden Handlungsform des Akteurs Amt, werden die hierarchisch angeordneten Bedienenanforderungen mit den Steuerzuständen

- Schicht [1]: Antrag gestellt
- Schicht [2]: Informations- und Rechtskontext abgestimmt
- Schicht [3]: Antragsdaten auf Plausibilität und Vollständigkeit geprüft
- Schicht [4]: Antragsteller legitimiert und authentisiert

aufgezeigt. Die Operationszustände verdeutlichen den Zustand der inhaltlichen Antragstellung im Sinne einer Bedienenanforderung in seinen Qualifizierungsschichten, während die Steuerzustände die Zustände der Geschäftsprozessablaufkontrolle beschreiben. Die Darstellung der hierarchischen Dekomposition der Bedienenanforderung wird durch ein transitionsberandetes Petri-Netz abstrahiert.

Sind alle erforderlichen Markierungen für die Transitionen in Schicht [4] gesetzt, können diese aktiven Transitionen schalten. Der gestellte Antrag kann folglich in Schicht [5] bearbeitet werden.

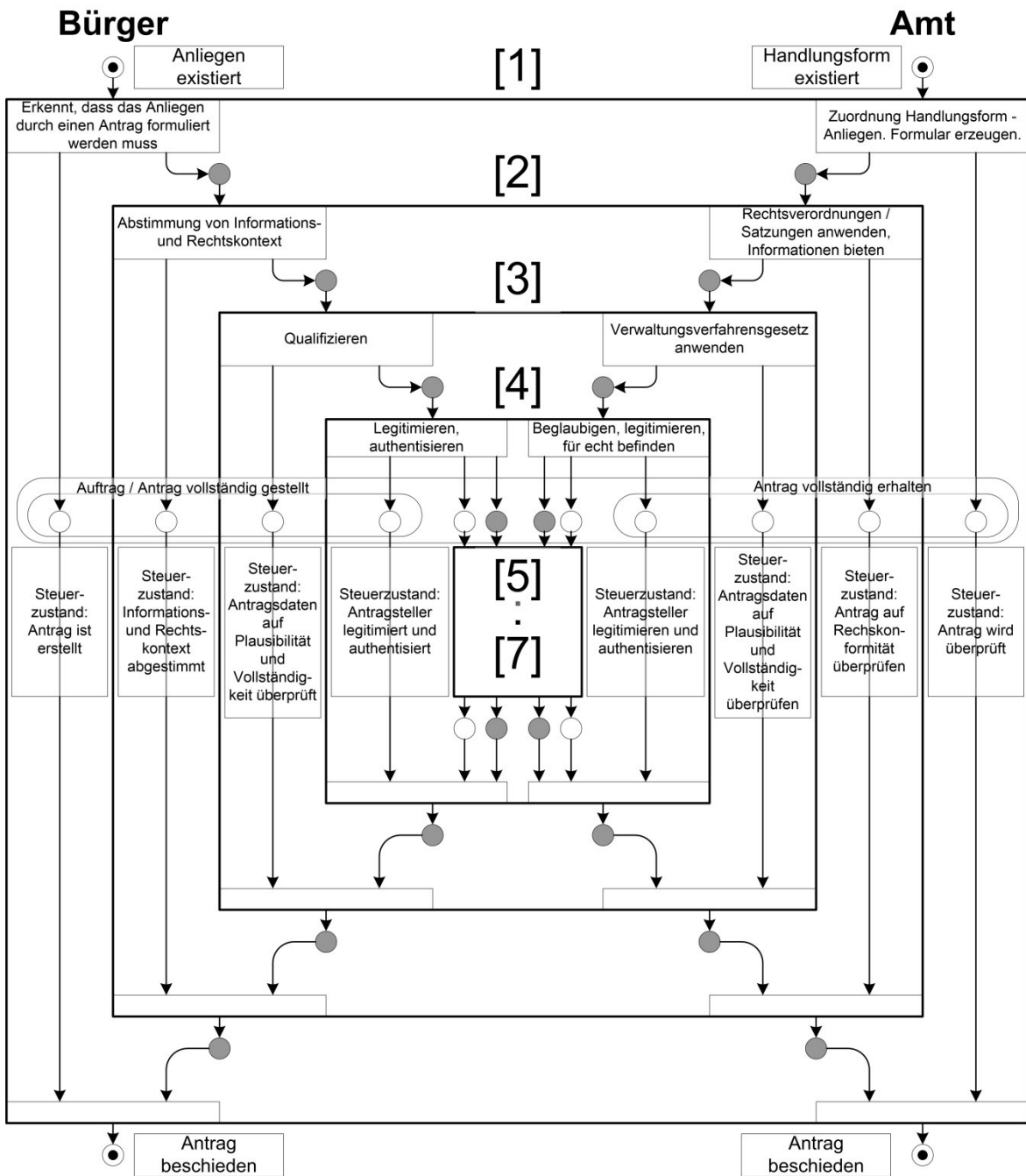


Abbildung 5.3.3.1: FMC-eCS Ablaufplan (Schichten [1] bis [7])

Darstellung der Hierarchisierung durch transitionsberandete bzw. stellenberandete Abstraktion

Die Ausführung der Bedienenanforderung (Antragsbearbeitung) mit dem Ergebnis: Bescheidung bzw. Vorbescheidung (Schichten [5] mit [7]) wird im FMC-eCS Ablaufplan in der Abbildung 5.3.3.2 dargestellt. Die Darstellung der Hierarchisierung erfolgt durch transitionsberandete Abstraktion.



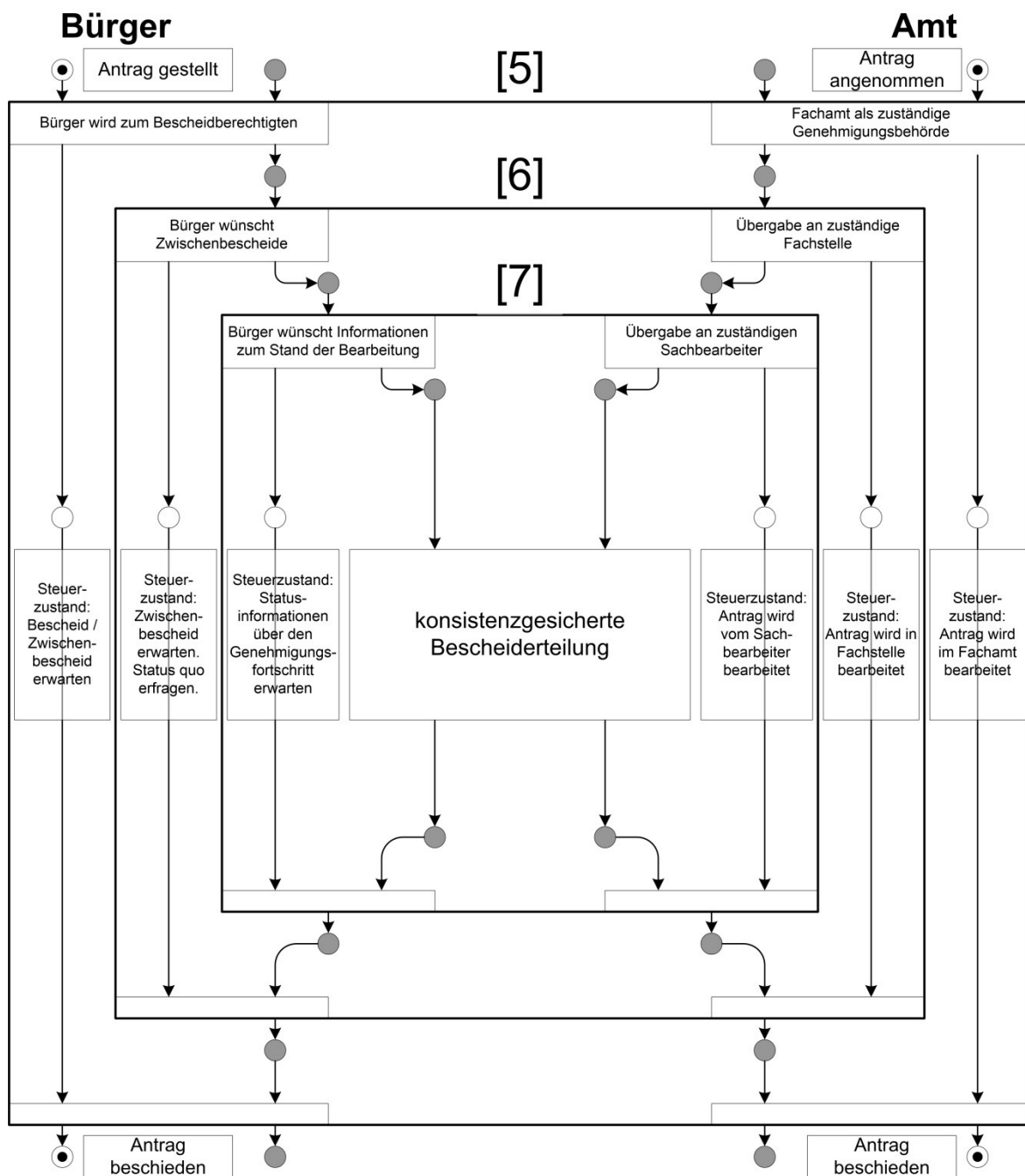


Abbildung 5.3.3.2: FMC-eCS Ablaufplan (Schichten [5] bis [7])

Darstellung der Hierarchisierung durch transitionsberandete Abstraktion

Initiiert durch den auf Plausibilität und Vollständigkeit geprüften Antrag des legitimierten und authentisierten Akteurs Bürger, erfolgt in den Schichten [5] bis [7] die eigentliche Sachbearbeitung mit anschließender Bescheiderteilung.

Das hierarchische Architekturmodell eGov-7L beschreibt den Ablauf der Antragsbearbeitung, verdeutlicht im FMC-eCS Ablaufplan (s. Abb. 5.3.3.2), wie folgt:

- Schicht [5]: Der Akteur Bürger wird zum passiven Bescheidberechtigten, während das Fachamt als zuständige Genehmigungsbehörde den Antrag zur weiteren Bearbeitung annimmt. Interne Ablaufsteuerungen übernehmen die Übergabe an untergeordnete Fachstellen sowie die Fristenkontrolle (Genehmigungsfiktion) und ein Eskalationsmanagement. Diese Koordinierungsaufgaben obliegen meist der Amtsleitung. Der Dialog mit dem Bürger bei Rückfragen aus den Fachstellen wird fallbezogen ebenfalls auf dieser Schicht abgewickelt und koordiniert. Fallbezogen kann das Fachamt gegenüber dem Bürger einen Zwischenbescheid erstellen.
- Schicht [6]: Der Akteur Bürger hat die Möglichkeit, auf Anfrage bei der zuständigen Fachstelle Informationen über den Fortgang der Bescheidung einzuholen. Im Einzelfall können die Fachstellen direkt beim Bürger Zusatzinformationen einholen, sofern die Sachbearbeitung dies erfordert. Ergebnisse aus Zwischenbescheiden werden jedoch meist an das übergeordnete Fachamt übergeben. Den Auftrag der Fachämter an die entsprechende Fachstelle zur Antragsbearbeitung übertragen diese an nachrangige Sachbearbeiter. Die Fachstelle in Person des Sachgebietsleiters übernimmt die Ablaufsteuerung und Ablaufkoordinierung.
- Schicht [7]: Der Akteur Bürger hat nur eingeschränkte Möglichkeiten, auf Anfrage beim zuständigen Sachbearbeiter Informationen über den Fortgang der Bescheidung einzuholen. Der Sachbearbeiter übernimmt die eigentliche Antragsbearbeitung. Die Ergebnisse aus Zwischenbescheiden gibt er an die beauftragende Sachgebietsleitung zurück. Die Bearbeitung von fehlerhaften und unvollständigen Anträgen bewirkt ebenfalls eine Rückgabe des Antrags an die beauftragende Sachgebietsleitung.

#### 5.3.4 Behandlung von Inkonsistenzen

Wie bereits in den Kapiteln 3.2.5 und 3.2.6 beschrieben, liegen die Schwerpunkte der Erweiterung FMC-eCS in der Modellierung einer hierarchischen Behandlung von Bedienanforderungen hinsichtlich kritischer Aktionen, d. h. unter der Annahme von möglichen Inkonsistenzen aufgrund auftretender Fehler im Verlaufe von Antragstellung und Antragsbearbeitung. Auf Basis der FMC-eCS Kontrollstrukturen werden die Aspekte der Vorwärtssteuerung, der Störungserkennung, der Behandlung von unvollständigen oder fehlerhaften Angaben, der Gewährleistung der Konsistenz von Zuständen, der Absicherung von Abläufen wie auch die Sicherung der Datenintegrität umgesetzt.

Die Abbildung 5.3.4.1 zeigt schematisch, wie mit Hilfe der Transformation von Bedienanforderungen Inkonsistenzen in diesen kritischen Aktionen durch Sicherungsmechanismen zu behandeln sind (s. AKID-Paradigma<sup>1</sup>).

Im Falle einer transaktionsgesteuerten Servicebehandlung nach FMC-eCS liefert z. B. die untergeordnete Schicht [2] die Information:

- Ergebnis liegt vor und ist korrekt [ok] bzw.
- Ergebnis liegt nicht vor [error].

---

<sup>1</sup> Atomarität, Konsistenz, Isolation und Dauerhaftigkeit (engl. ACID)

Die Kontrollstruktur entspricht im gewählten Beispiel der lokalen Fehlerbehandlung der Schicht [2] durch Wiederholung [repeat] oder der Übergabe an die übergeordnete, nächsthöhere Schicht [1] durch Zurücksetzen [reset].

Im allgemeinen Fall (Schichten [1] bis [7]) enthält jede Schicht autonom durch ihre Dienste oder auch durch manuelle Aktionen des Akteurs diese fehlerbehandelnden Mechanismen. Je nach Ergebnis durch die schichtenspezifischen Fehlerbehandlungsroutinen wird die weitere Behandlung der Störung an die jeweils übergeordnete Schicht weitergegeben [reset]. Somit ist auch eine rekursive Rückkehr bis zur Schicht [1] denkbar. Dies kann sogar eine Modifikation des ursprünglichen Anliegens und der damit verbundenen Lebenslage erfordern.

Bezogen auf das in Kapitel 5.3.1 formulierte Beispiel, zeigen sich die oben beschriebenen Kontrollstrukturen wie folgt:

Die Schicht [2] stellt der übergeordneten Schicht [1] Dienste zur Verfügung, die den Akteur Bürger in seiner Rolle „Abstimmung von Informations- und Rechtskontext“ mit antragsrelevanten Informationen versorgen.

Der Akteur Bürger erwartet zu seiner Lebenslage „notwendige Bereitstellung von Informationen“ eine Bedienung auf Basis einer aus seiner Sicht eindeutigen Anfrage. Die korrekte und zweifelsfreie Bereitstellung von Informationen stellt für ihn eine unerlässliche Grundlage für die weitere Vorgehensweise hinsichtlich der Antragstellung dar. Dieser Bedienablauf wird in der Terminologie von FMC-eCS als kritischer Abschnitt (kA) bezeichnet.

Im hierarchischen E-Government-Architekturmodell eGov-7L sollen die oben beschriebenen Kontrollstrukturen der informationsbereitstellenden Schicht [2]

- entweder zweifelsfreie und konsistente Rechts- und Informationsgrundlagen zur Verfügung stellen ([ok] und [error]) oder
- bei Inkonsistenz der gelieferten Informationen die Wiederholung der Anfrage ermöglichen oder
- bei nicht behebbarer Inkonsistenz der gelieferten Informationen ein Anpassen des Antrags analog zur Lebenslage (Schicht [1]) ermöglichen.

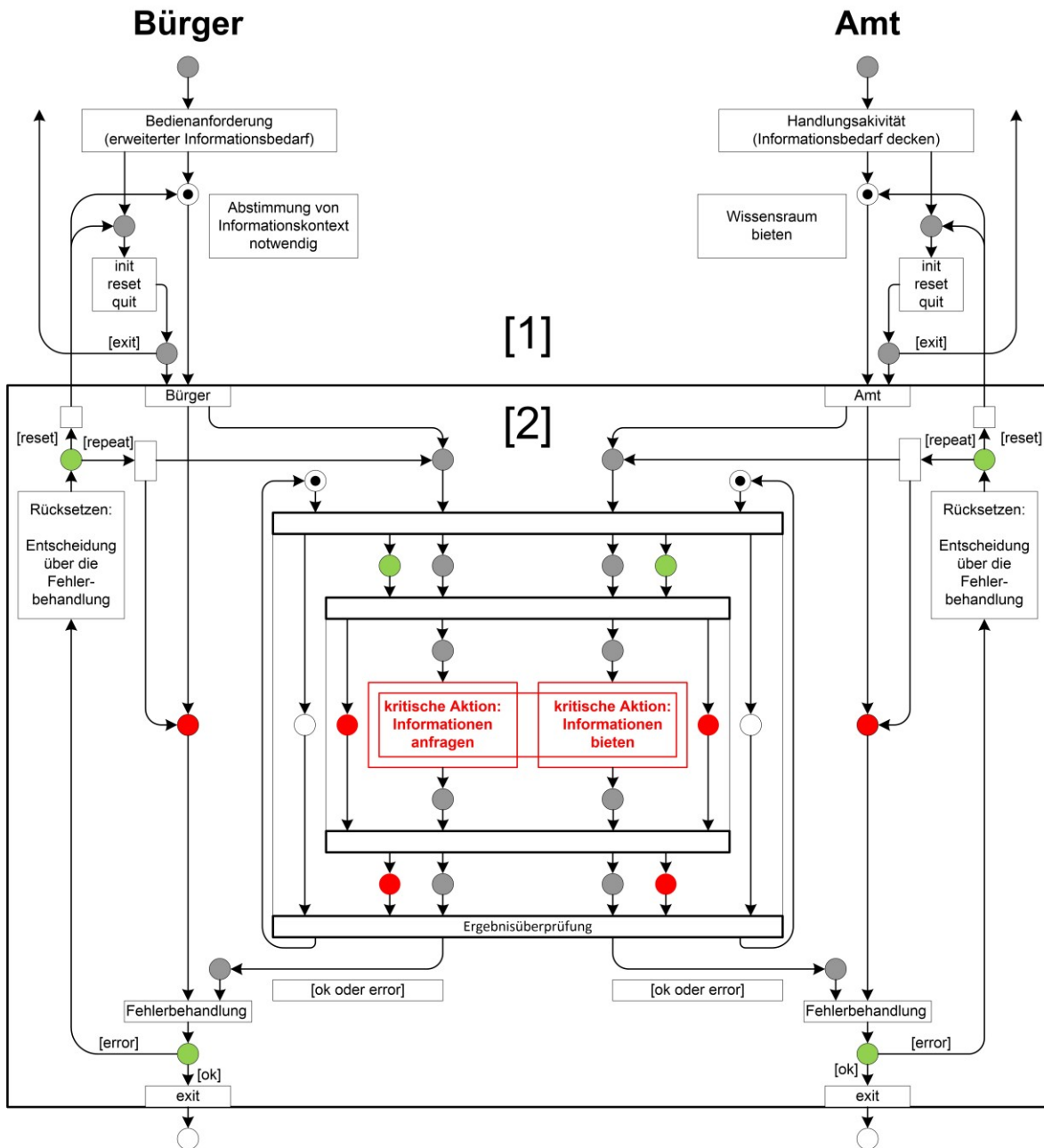


Abbildung 5.3.4.1: FMC-eCS Ablaufplan  
 Modellierung der Schichten [1] und [2]  
 (Bedienanforderung: Anfrage des Bürgers nach Informationen)

Bisher wurde von einer Prozessmodellierung über alle sieben Schichten ausgegangen. Das folgende Kapitel zeigt auf, wie sich die drei Prozesstypen „einfacher Standardfall“, „einfacher Individualfall“ und „komplexer Individualfall“ im E-Government-Architekturmodell eGov-7L einerseits auf alle sieben Schichten abbilden lassen, andererseits hierbei einzelne Schichten jedoch nur als leere Hüllen modelliert werden.

#### 5.4 eGov-7L: Modellierung der drei Prozess- / Ablauftypen

Das vorgestellte E-Government-Architekturmodell eGov-7L dient der anschaulichen und damit ggf. bis ins Detail nachvollziehbaren Darstellung von Abläufen und Strukturen, die sich aus dem Anliegen eines Bürgers aus einer Lebenslage zur Bedürfniserfüllung ergeben. Die hierbei abgeleitete Bedienanforderung wird hierarchisch bis zur eigentlichen Sachbearbeitung zerlegt.

Eine Bedienanforderung als Folge einer Lebenslage bedingt jedoch nicht immer eine aktive Sachbearbeitung seitens des Akteurs Amt.

Lebenslagen, die nur einen anonymen Informationsbedarf darstellen, wie auch personalisierte Anträge, die keine transaktionsgesteuerte Antragsbearbeitung erfordern, werden ebenfalls durch das vorgestellte E-Government-Architekturmodell eGov-7L beschrieben.

Zur Veranschaulichung sei in drei Beispielen erläutert, wie sich das vorgestellte E-Government-Architekturmodell eGov-7L in den drei Prozess- und Ablauftypen darstellt.

Um für diese drei Prozess- bzw. Ablauftypen die schichtenspezifischen Rollen der Akteure, die Struktur der Bedienanforderung sowie die hierarchische Dekomposition der Bedienanforderungen transparent und formal darzustellen, wird aus den komplementären Aspekten von FMC als Darstellung ein FMC-eCS Wertebereichsplan gewählt.

- „einfacher Standardfall“ (anonyme Auskunftserteilung) (Kapitel 4.2.1: Information):
  - Die anonyme Bereitstellung einer Website als Informationsquelle wird als Antrag auf Information dargestellt. Die Schicht [2] entspricht der dedizierten Suche auf der Website. Die Schicht [3] „Qualifizierung“ sowie die Schicht [4] „Legitimierung“ werden nicht benötigt. Die amtsmäßige Bescheidung auf Schicht [5] mit Bescheidzustellung beim Bürger auf Schicht [1] (siehe Abbildung 5.3.3.1) entspricht der nicht personalisierten Informationslieferung in Form eines Links auf eine einzelne Webseite. Die Schichten [6] und [7] sind ebenfalls leer. Konkretes Szenario:
    - Recherche auf der Homepage des Dienstleisters (s. Abb. 5.4.1)
- „einfacher Individualfall“ (einfacher personenbezogener Antrag) (Kapitel 4.2.2: Kommunikation):
  - Nachdem über eine Website (Schichten [1] bis [4]) ein Kontext im Sinne einer Informationsbereitstellung hergestellt wurde, erfolgt die amtsmäßige Bescheidung mit Hilfe eines personalisierten Formulars (automatisierte Bescheidung auf der Schicht [5]). Die Schichten [6] und [7] sind leer. Die eigentliche Bescheidzustellung beim Bürger erfolgt auf Schicht [1] (siehe Abbildung 5.3.3.1). Konkretes Szenario:
    - Auswahl eines Kfz-Wunschkennzeichens (s. Abb. 5.4.2)
- „komplexer Individualfall“ (komplexer personenbezogener Antrag) (Kapitel 4.2.3: Transaktion):
  - Nachdem über eine Website (Schichten [1] bis [4]) ein Kontext im Sinne einer Antragstellung hergestellt wurde, erfolgt die eigentliche Abarbeitung der

Bedienanforderung nach vorausgegangener Anlage eines Kundenprofils (persönliche Daten des Kunden mit Verifizierung durch ein digitales Zertifikat) (Schichten [5] bis [7]). Die eventuell iterative oder auch rekursive Bedienung wird mit Hilfe eines personalisierten, kontextsensitiven und plausibilitätsprüfenden Formulars abgewickelt. Diese iterative Bedienung durchläuft im Rahmen der Verbesserung der Eingabequalität der Formulardaten die Schichten [1] bis [7] mehrfach. Die eigentliche Bescheidzustellung beim Bürger erfolgt auf Schicht [1] (siehe Abbildung 5.3.3.1). Konkrete Szenarien sind:

- ESTA-Antrag (USA-Einreiseformular)
- Bauantragsabwicklung in mehreren Genehmigungsphasen, in denen die Antragstellung auf Basis einer modifizierten Lebenslage neu abgestimmt werden muss (s. Abb. 5.4.3). Die modifizierte Lebenslage resultiert in einem angepassten Antrag (Schichten [1] bis [4]) und somit später in einer geänderten Bescheidung (Schichten [5] bis [7]).

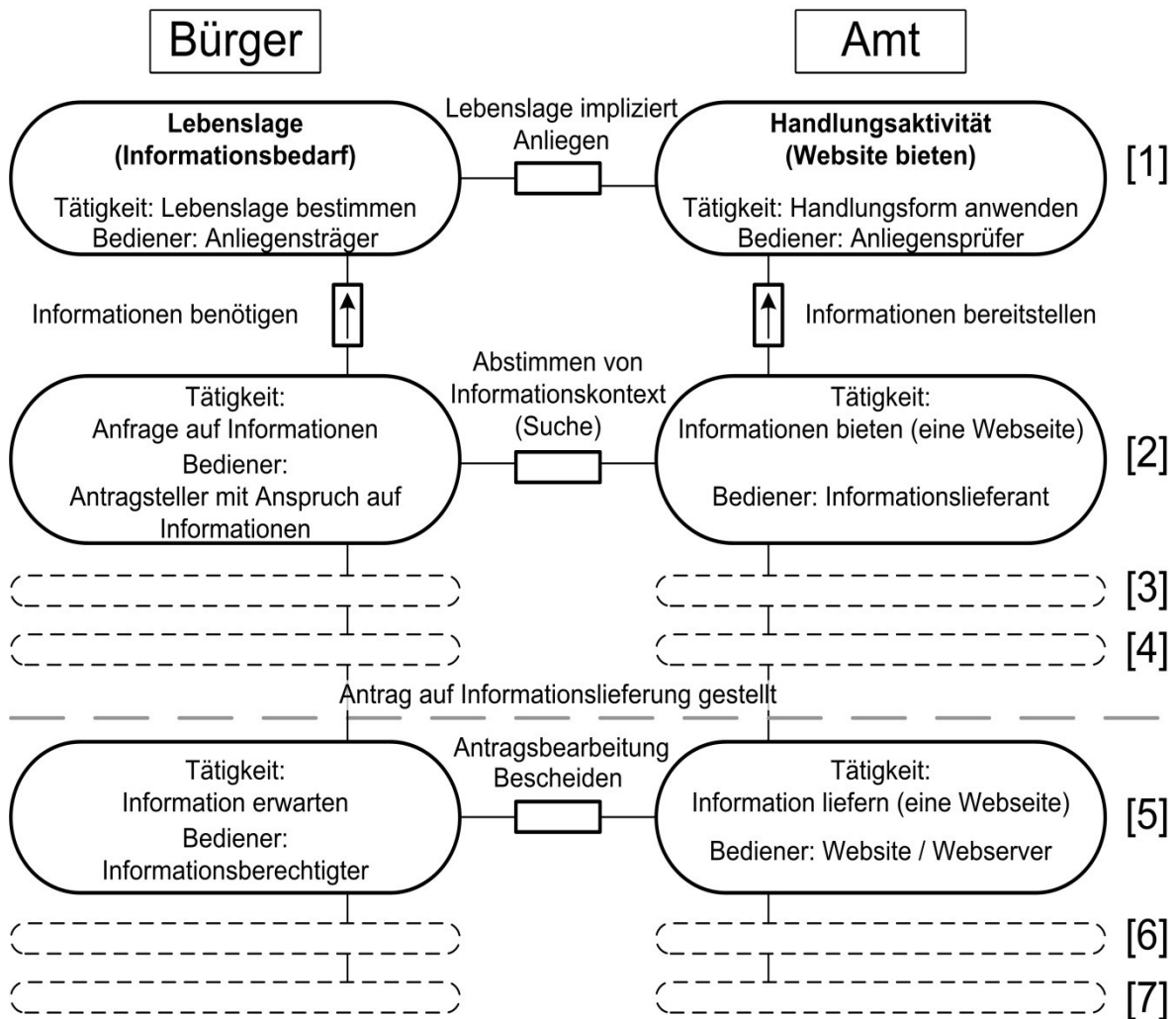


Abbildung 5.4.1: FMC-eCS Wertebereichsplan „einfacher Standardfall“ (Schichten [1] bis [7])

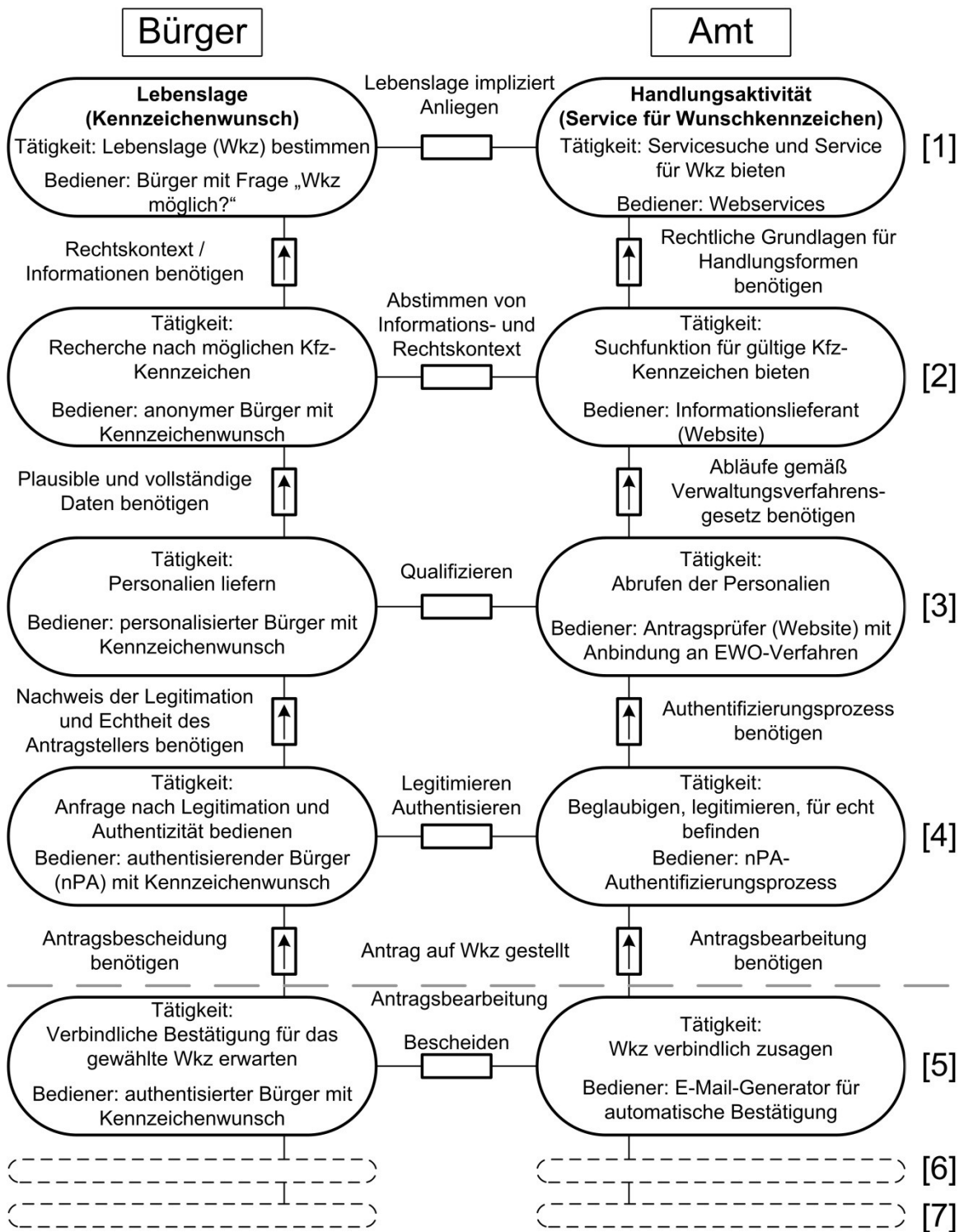


Abbildung 5.4.2: FMC-eCS Wertebereichsplan „einfacher Individualfall“ (Schichten [1] bis [7])

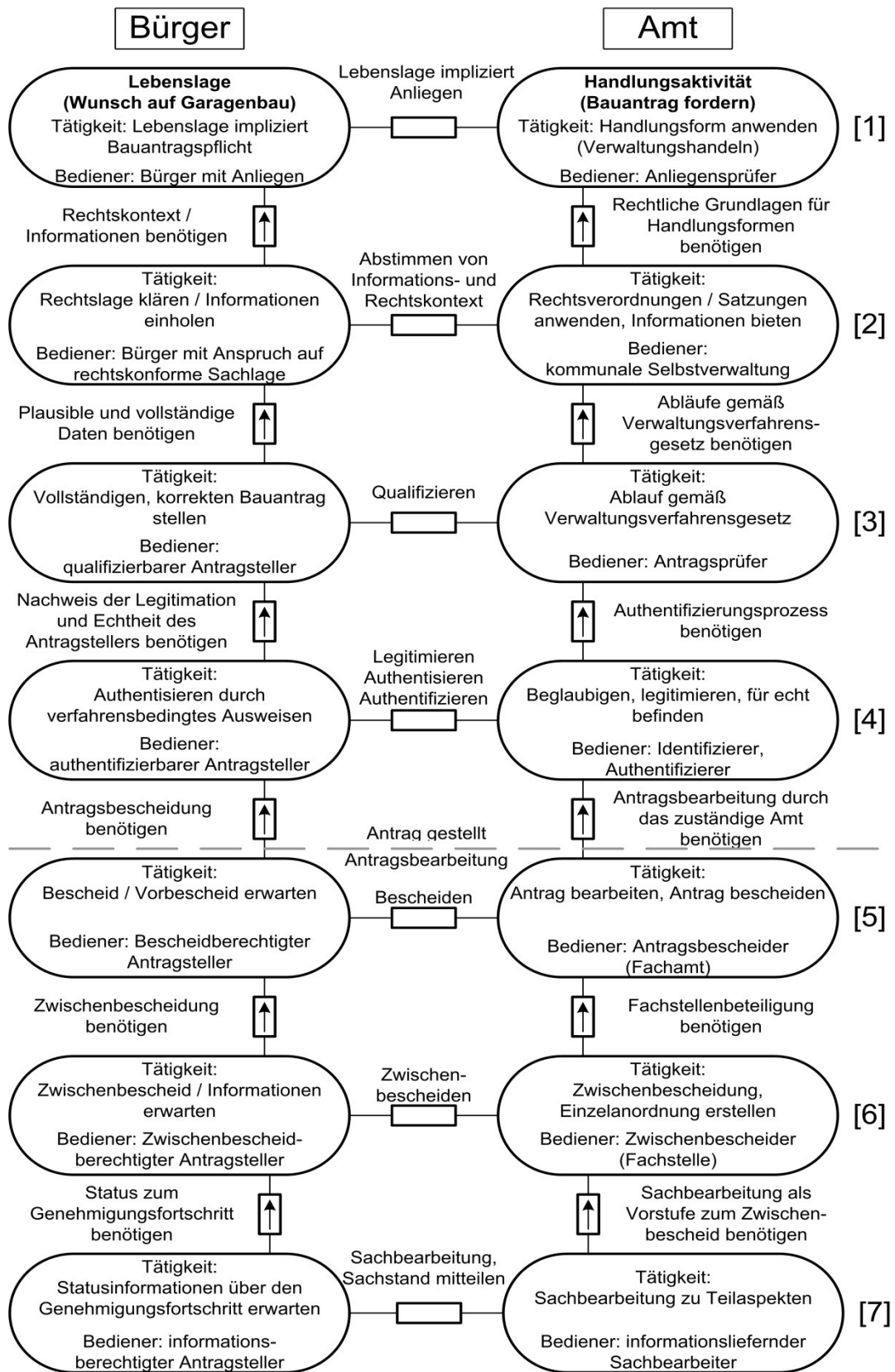


Abbildung 5.4.3: FMC-eCS Wertebereichsplan „komplexer Individualfall“ (Schichten [1] bis [7])





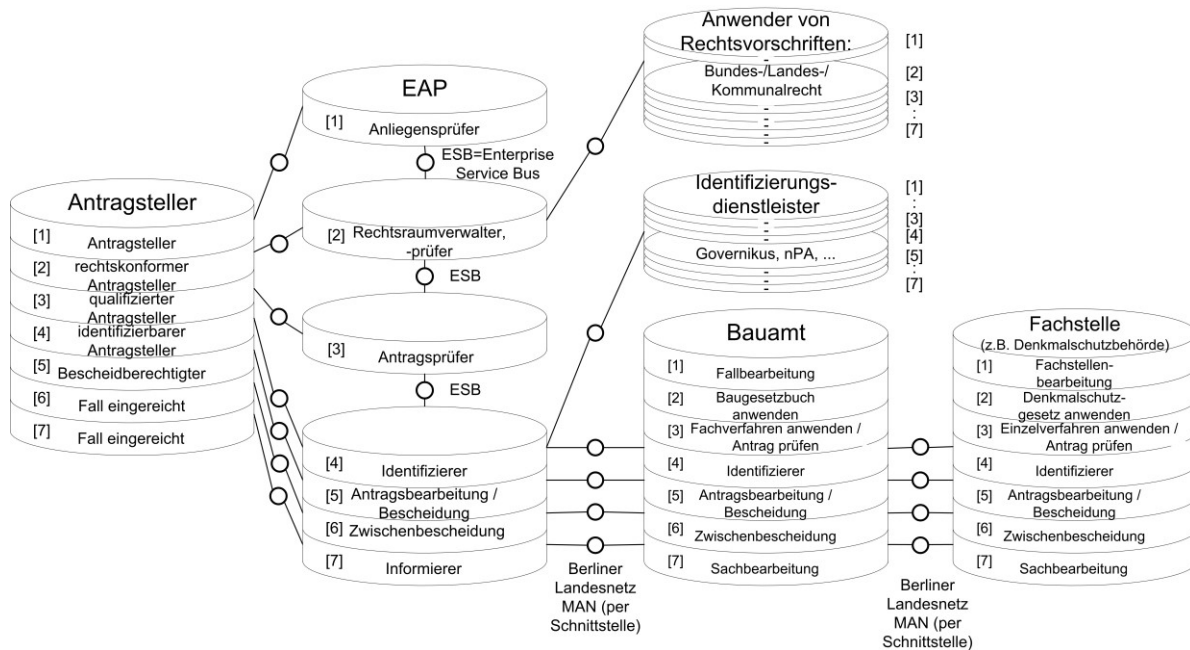


Abbildung 5.5.2: Hierarchische Darstellung der Kommunikation zwischen dem Antragsteller und dem EAP sowie den nachrangigen Akteuren am Beispiel der Berliner E-Government-Architektur (auszugsweise)  
(Vollbild siehe Anhang A.3, Abbildung 5.5.2)

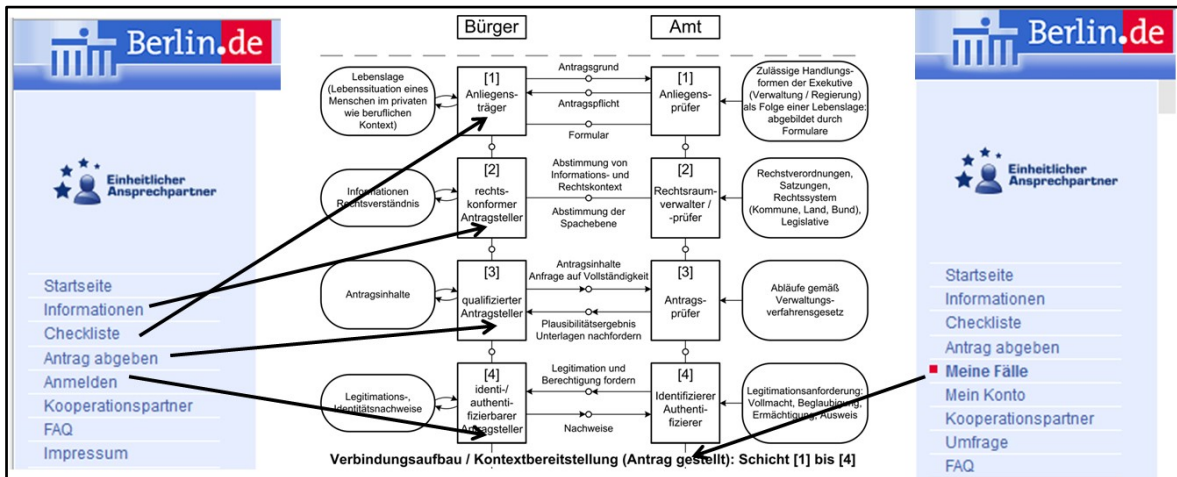
In Abbildung 5.5.2 werden Kommunikationsbeziehungen zwischen dem Antragsteller und dem EAP sowie den nachrangigen Akteuren der Berliner E-Government-Architektur über alle sieben Hierarchieebenen auszugsweise dargestellt. Exemplarisch wird als Fachamt das Bauamt mit einer nachrangigen Fachstelle modelliert.

Des Weiteren zeigt die Abbildung die praktische Umsetzung der Kommunikationsbeziehungen auf Basis eines Enterprise Service Bus (ESB) sowie des Berliner Landesnetzes MAN.

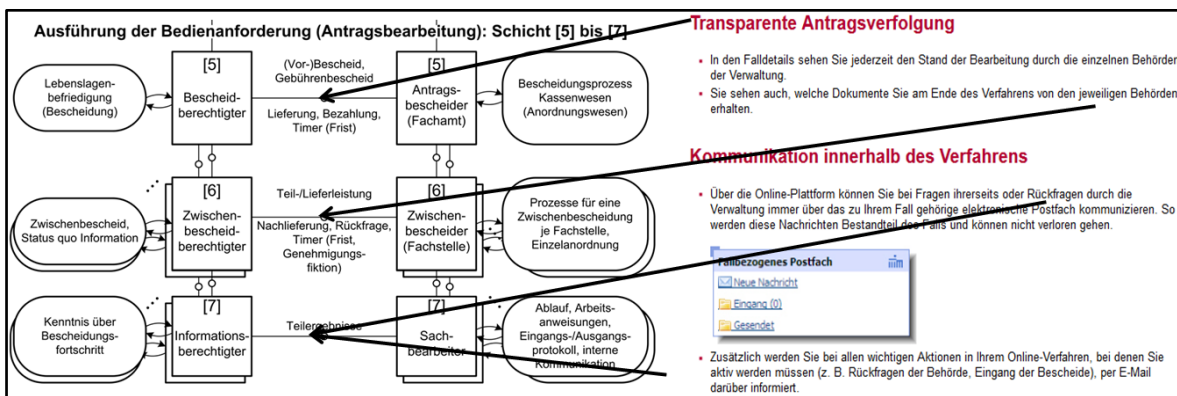
Abbildung 5.5.2 verdeutlicht, wie die verschiedenen Teilaufträge an die nachrangigen Akteure (Anwender von Rechtsvorschriften, Identifizierungsdienstleister, Fachämter und Fachstellen) delegiert werden. Innerhalb dieser nachrangigen Akteure wird die Bearbeitung wieder als eigenständiges Siebenschichtenmodell dargestellt, wobei einzelne Schichten „leer“ sein können.

Diese strukturierte Hierarchisierung ermöglicht, alle Funktionsaufrufe der Portalseite der Stadt Berlin hinsichtlich des Einheitlichen Ansprechpartners den entsprechenden Schichten zuzuordnen.

Im gewählten Beispiel werden diese Zuordnungen in den Abbildungen 5.5.3 (Schichten [1] bis [4]) sowie 5.5.4 (Schichten [5] bis [7]) aufgezeigt.

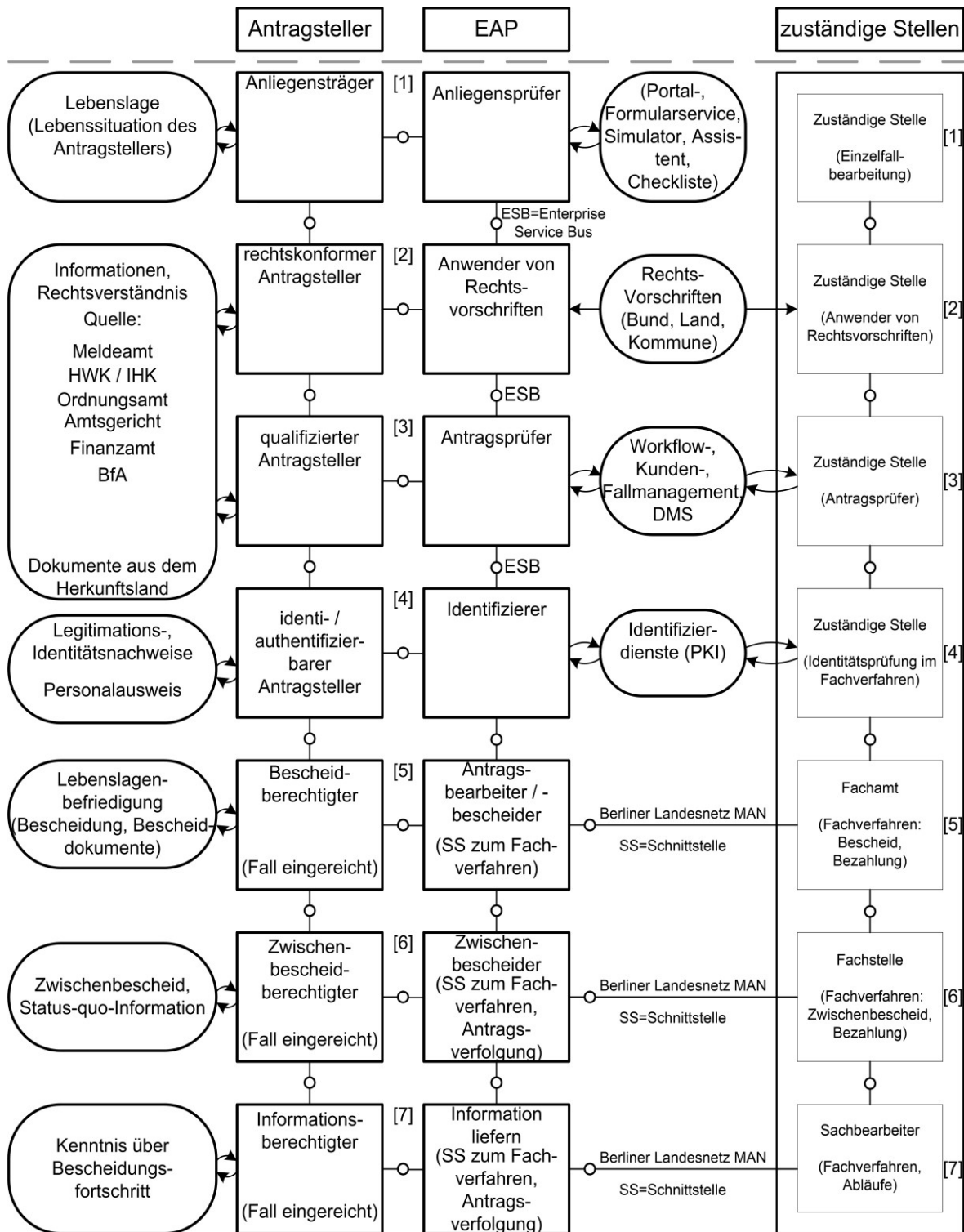


Abbildungen 5.5.3: Zuordnung der Funktionsaufrufe der EAP-Portalseite der Stadt Berlin zu den entsprechenden Schichten [1] bis [4] aus eGov-7L



Abbildungen 5.5.4: Zuordnung der Funktionsaufrufe der EAP-Portalseite der Stadt Berlin zu den entsprechenden Schichten [5] bis [7] aus eGov-7L

Eine Verfeinerung und Erweiterung der hierarchischen Darstellung der Kommunikation zwischen Antragsteller und dem EAP sowie zwischen dem EAP und zuständiger Stelle um Speicher, Kanäle und modifizierende Zugriffe ist in Abbildung 5.5.5 dargestellt. An diesem Beispiel zeigt sich die Mächtigkeit von eGov-7L, wie mittels Hierarchisierung in unabhängige Schichten eine klare Schnittstellenlogik definiert werden kann. Diese Kapselung der Schichten ist Voraussetzung für die Entwicklung von Applikationen. Das Aufbrechen der Kommunikation zwischen dem Antragsteller und dem EAP sowie zwischen dem Antragsteller und den zuständigen Stellen über den EAP als Intermediär wird im gewählten Beispiel verdeutlicht.



Abbildungen 5.5.5: FMC-eCS Aufbauplan am Beispiel der EAP-Portalseite der Stadt Berlin (Schichten [1] bis [7])

## 5.6 Zusammenfassung

Das im vorliegenden Kapitel vorgeschlagene hierarchische E-Government-Architekturmodell eGov-7L weist folgende Eigenschaften auf:

- Ausgehend von der Lebenslage eines Bürgers bis zur eigentlichen Bearbeitung und Bescheidung, ermöglicht das vorgeschlagene hierarchische Architekturmodell die Abbildung eines beliebigen verwaltungsinternen Geschäftsprozesses auf sieben Schichten. Eine erweiterte Hierarchisierung auf mehr als sieben Schichten erscheint nicht zweckmäßig.
- Dieses Modell deckt die gesamte Vielfalt von E-Government-Verwaltungsprozessen ab und bietet eine Strukturierung, die es ermöglicht, die einzelnen Hierarchiestufen unabhängig voneinander zu analysieren, zu entwickeln und in Ablauf und Effizienz zu optimieren.
- Diese Strukturierung auf Basis einer hierarchischen Modellierung dient zur Komplexitätsreduktion eines beliebigen Verwaltungsprozesses.
- Die hierarchische Modellierung in unabhängige Schichten reduziert die Betrachtung des Hierarchieübergangs auf die Betrachtung an den Schnittstellen.
- Die integrierten Elemente zur Fehlererkennung sowie zur Fehlerbehebung bieten Kontrollstrukturen in der Abbildung von Störungserkennung und Störungskompensation. Diese aus der Theorie der Kommunikationssysteme integrierten Elemente gewährleisten einen gesicherten und kontinuierlichen Ablauf im Antragsprozess. Im Wesentlichen sollten jedoch die Störungskompensationen bzw. die Fehlerbehandlung auf gleicher Hierarchiestufe erfolgen, um einen anwenderfreundlichen Antragsprozess zu gewährleisten. Ein mögliches Durchschlagen bis zu den obersten Stufen ist zu vermeiden, da dies eine Wiederholung des gesamten Antragsprozesses bewirken kann.

Das vorgeschlagene hierarchische E-Government-Architekturmodell eGov-7L zeigt auf, wie sich alle Ablaufstrukturen einer Kommune auf die drei Prozesstypen „einfacher Standardfall“, „einfacher Individualfall“ sowie „komplexer Individualfall“ durch unterschiedliche Schichtenausprägung abbilden lassen.

Das Modell dient dazu, das erkannte und notwendige Bestreben nach durchgängigen, bürgerfreundlichen Geschäftsprozessen zu unterstützen.

Unerwünschte Antrags- oder Bearbeitungssituationen, wie fehlerhafte oder auch widersprüchliche Bedienereingaben, ein unerwarteter Antragsabbruch, ein unbeabsichtigter und somit falscher Antragsmodus, könnten reduziert oder sogar vermieden werden. Das Ziel, eine angestrebte Effizienzsteigerung und verbesserte Bürgerfreundlichkeit einer Verwaltung durch das vorgeschlagene Modell als Optimierungswerkzeug zu unterstützen, muss jedoch als langjähriger Masterplan verstanden werden.

## 6 Quantitative Modellierung von Diensten eines Bürgerbüros

### 6.1 Vorbemerkungen / Forschungsmethodik

Während im ersten Teil dieser Arbeit (Kapitel vier und fünf) der Schwerpunkt auf der qualitativen Modellierung liegt, behandelt der zweite Teil (Kapitel sechs) die Aspekte der quantitativen Modellierung in FMC-QE im Rahmen der stochastischen Analyse- und Modellierungsmethode QAMS (Quantitative Analysis Municipal Services). Diese quantitativen Analysen verstehen sich als Einbettung in das qualitative eGov-7L-Modell.

Die Modelldarstellung der Transformationen der Bedienanforderungen in eGov-7L, die als Kerncharakteristik aus FMC-QE übernommen wird, betrachtet das zweite Schwerpunktthema dieser Arbeit im stochastischen Kontext.

Die folgende Tabelle 6.1.1, in Anlehnung an [OG91], soll, nach verschiedenen Kriterien unterteilt, die Schwerpunktparameter transparent darstellen:

<b>Kriterium</b>	<b>qualitatives Modellieren in eGov-7L</b>	<b>quantitatives Modellieren in FMC-QE (am Beispiel QAMS)</b>
<b>Darstellungsformen</b>	verbale Beschreibung, Aufbau-, Ablauf-, Wertestrukturen, Kontrollstrukturen	Aufbau-, Ablaufdiagramme, Gleichungen, Formelkalkül, mathematische Gesetzmäßigkeiten, GSPN
<b>verwendete Größen</b>	qualitative Größen, keine Quantifizierung, Zustände	quantifizierte Größen
<b>Numerische Simulation</b>	nein	ja (fast immer)
<b>verwendete Sprachen</b>	Umgangssprache, wenig formalisiert	spezielle Fach-, Formelsprachen, formal
<b>Ziel der Modellierung</b>	Verständnis für Zusammenhänge, Visualisierung	Simulationsrechnungen, Prognosen

Tabelle 6.1.1: Vergleich qualitative vs. quantitative Modellierung

Die darstellenden Methoden der Petri-Netze in FMC-QE erweisen sich als ein hervorragendes Werkzeug, um im Kontext der stochastischen Analyse auf der Basis eines Warteschlangensystems die Analyse- und Modellierungsmethode QAMS aus der Sicht der hierarchischen Bedienanforderung zu modellieren.

Im Aufgaben- und Diskussionsbereich der Modellierung von Geschäftsprozessen, wenn es um Ressourcen (human resources, Zeit, allgemeine Betriebsmittel), Effizienz, Kapazitäts-

beschränkung, Transport von Objekten, Einhalten von Zeit- und Ressourcenbeschränkungen, Leistungsanalyse, Leistungsbewertung und Leistungsoptimierung sowie um Prozesssteuerung geht, betritt man unmittelbar den Wissenschaftsbereich rund um die Begrifflichkeit der Warteschlangentheorie in der Nachbarschaft der Stochastik, die sich mit der mathematischen Beschreibung von zufälligen Ereignissen im Umfeld von Modellierungsstrategien befasst.

Im Betrachtungsintervall dieser Arbeit konnten im Versuchsumfeld des Bürgerbüros der Stadtverwaltung Landshut aus den Betriebsdaten eines intelligenten Ticketautomaten mit integrierter Betriebsdaten-Managementsoftware im Zeitraum 8.11.2007 bis 30.4.2008 insgesamt 11.715 Datensätze erfasst und für umfangreiche wissenschaftliche Studien im Bereich der Warteschlangentheorie analysiert werden.

Hierbei werden nicht nur die mathematischen Regel- und Formelwerke im Kontext von Markov-Systemen, Poissonprozessen, Histogrammen, der Kendall-Notation der Warteschlangentheorie (M/M/m bzw. M/G/m) sowie der deskriptiven Statistik in der Praxis angewandt, sondern es werden mit Hilfe der Modellierungsmethoden von FMC-eCS und FMC-QE sowie mit der Klasse der zeiterweiterten Petri-Netze, besonders durch SPN (stochastische Petri-Netze) und GSPN (generalisierte stochastische Petri-Netze), einerseits signifikante Ergebnisse und Erkenntnisse und andererseits eine hohe Darstellungstransparenz gewonnen.

Die Forschungsmethodik lässt sich wie folgt beschreiben (s. Abb. 1.9.5: Stochastische Modellierung):

Die beobachtbare, messbare, qualitativ und quantitativ beschreibbare Situation als „Problem der realen Welt“ wird mit bekannten mathematischen Methoden aus dem Bereich der Stochastik in einem ersten stochastischen Modell abgebildet.

Aufgrund des hochwertigen Zahlen- und Datenmaterials lässt sich nachweisen, dass Warteschlangensysteme mit „Human Server“-Strukturen nicht nur wie in der Regel angenommen durch M/G/m-Modelle (Ankunftsprozess: Poisson, Bedienprozess: allgemein), sondern sogar durch M/M/m-Modelle approximiert werden können. Diese M/M/m-Modelle erlauben darüber hinaus mit den bekannten Formelstrukturen eine quantitative Modellierung von hoher Qualität (Projektphase-1).

Diesem Modell werden „Fragen“ im Rahmen einer Analyse als Verifikationsprozess im Sinne einer Qualitätskontrolle gestellt. Die Ergebnisse werden interpretiert und bewirken im Sinne einer Rückkopplung die Modifikation der bisherigen Modellstruktur (Projektphase-2).

In diesem Regelkreis der stochastischen Modellierung ergibt sich letztendlich ein erstes Modell, das sich im praktischen Verifikationsversuch nur in Teilbereichen als korrekt darstellt.

Im Rahmen der weiteren Qualitätssicherung (Projektphasen-3 bis -6) filtert die anschließende Feinanalyse jedoch die Störgrößen und erreicht letztendlich den notwendigen Nachweis der Korrektheit.

Als praktischer Effekt wird eine Optimierung des Personaleinsatzes im Bürgerbüro der Stadtverwaltung Landshut unter den im Zielkonflikt stehenden Anforderungen von mini-

malem Personaleinsatz der Stadt und minimale Wartezeiten der Bürger erreicht (Projektphase-7 und -8).

## 6.2 QAMS im Kontext der stochastischen Voranalyse (Markov)

Um das Problem und die Komplexität der Systembeschreibung des betrachteten Versuchsobjektes als Basis für qualitative und quantitative Aussagen auf ein klares abstraktes und mit wenigen Kenngrößen zu beschreibendes Modell zu reduzieren, werden folgende Modellcharakteristika festgelegt bzw. Begrifflichkeiten verwendet:

Die Modellierung des betrachteten, aus verschiedenen Perspektiven beschreibbaren „Real-systems“, wird durch die Struktur und Betriebsart eines Warteschlangenmodells erreicht (Kapitel 6.3 und 6.4).

Es wird der Ankunftsprozess durch die Markovschen Eigenschaften des Poissonprozesses beschrieben und modelliert. Man spricht von Poisson-Ankunftsprozessen. Die Verallgemeinerung der Warteschlange erfolgt durch die Beschreibung der Folgen von diskreten Zustandsübergängen.

Interessante Größen wie Durchsatz, mittlere Wartezeit, Anzahl der Aufträge in der Warteschlange, mittlere Bearbeitungszeit, Anzahl der parallelen Bedienstationen, Ankunftsrate, Bedienrate, statistische Verteilung der Ankunfts- bzw. der Bedienrate werden über mathematische Beziehungen modelliert.

Als Spezialfall haben die Markovschen Warteschlangensysteme sowohl im Ankunftsprozess wie auch im Bedienprozess die sogenannte Markov-Eigenschaft der Gedächtnislosigkeit.

Ankunftsprozess: Zwischenankunftszeit negativ-exponentiell verteilt  
 Bedienprozess: negativ-exponentiell verteilte Bedienzeit

Die Exponentialverteilung – und nur diese – besitzt die Markov-Eigenschaft [HZ95, KP09]!

Markovsche Warteschlangensysteme lassen sich vergleichsweise einfach analysieren. In der Literatur wird jedoch dargestellt, dass viele Warte- / Bediensysteme in der Praxis nur näherungsweise die Markov-Eigenschaft besitzen, zumindest in einem der Teilprozesse [MN06].

Im weiteren Forschungsverlauf wird analysiert, inwieweit das betrachtete Warteschlangensystem im Ankunfts- wie auch im Bedienprozess die Markov-Eigenschaft aufweist.



6.3 QAMS im Kontext der Kendall-Notation

Das betrachtete Warteschlangensystem innerhalb der „external black box“ als Sicht der „realen Welt“, respektive die Betriebsart des Dienstleistungsunternehmens „Bürgerbüro Landshut“, soll in Abbildung 6.3.1 dargestellt werden:

Ein Ankunftsstrom (Ankunftsrate  $N$ ), beschrieben durch die Dichte  $a(t)$  oder die Verteilung  $A(t)$  der Zwischenankunftszeit, speist einen Stauraum, die eigentliche Warteschlange  $WS$ , mit Objekten, hier als Kunden (Ticket  $T_j$  zu Auftrag  $A_j$ ) bezeichnet. Von dort gelangen die Kunden zu einer von mehreren identischen Bedienstationen ( $HS_i :=$  „Human Server“  $i$ ). Die Auswahl aus der Warteschlange erfolgt nach der Strategie  $FCFS$ . Der Aufenthalt in der Bedienstation wird durch die Dichte  $b(t)$  bzw. Verteilung  $B(t)$  der Bedienzeit beschrieben. Die Ergiebigkeit des Ankunftsstroms wie auch die Kapazität des Warteschlangensystems können in einer ersten Verallgemeinerung als unbegrenzt gesetzt sein [HHU05].

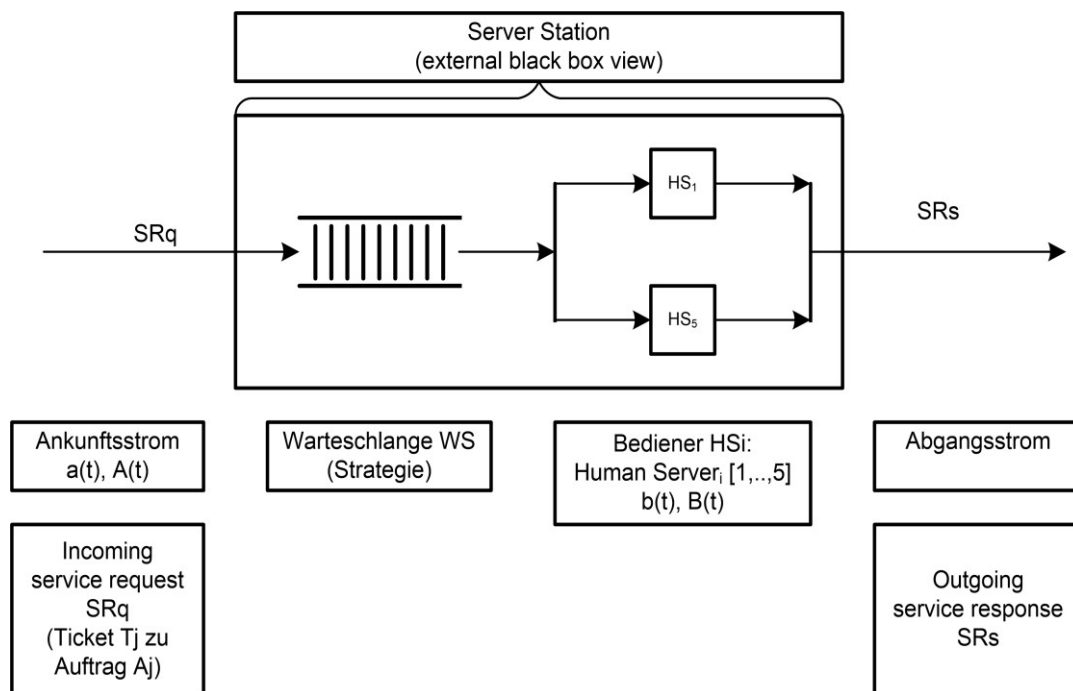


Abbildung 6.3.1: QAMS als Warteschlangensystem [eigene Grafik]

Nach Kendall ergibt sich folgende Notation:

$$A(t) / B(t) / i / \infty / \infty / FCFS$$

## 6.4 QAMS im Kontext der Warteschlangentheorie

Die verschiedenen Parameter des betrachteten Warteschlangensystems können zu Beginn des Versuchsprojektes wie folgt zunächst aus Sicht der Warteschlangentheorie beschrieben werden [AL02]:

Dimension des Warteschlangennetzes	Einzelnes Warteschlangensystem
Charakteristik des WS-Netzes	(Zunächst) offenes WS-Netz
Ankunftsstrom	Personen / Bürger mit Aufträgen / requests für die Bedienstationen. Beschreibbar und quantifizierbar durch das Ereignis „Ziehen Ticket“: Auftrag $A_j$ wird durch Ziehen des Tickets $T_j$ in der Regel generiert. Ein Abbruch des Wartens wird selten beobachtet.
Verteilung $A(t)$ der Zwischenankunftszeiten	Markov
Bedienprozess	Counter / „Human Server“ $HS_i$ meldet sich als „frei“. $HS_i$ wird nach Strategie FCFS nächster Auftrag $A_j$ (Ticketnummer $T_j$ ) zugewiesen. Ticketnummer $T_j$ zu Auftrag $A_j$ wird am Kundendisplay dargestellt / aufgerufen. Falls Auftrag $A_j$ noch verfügbar, wird er zum $HS_i$ transportiert. Auftrag $A_j$ wird abgearbeitet.
Verteilung $B(t)$ der Bedienzeiten	unbekannt
Stauraum / Warteschlange WS:	Warteraum
Strategie	FCFS (in der Regel, Überholen nicht zulässig)
Bedienstation / Bediener	Arbeitsplatz im Bürgerbüro („Human Server“ $HS_i$ )
Anzahl der Bedienstationen „i“	Min: 0 Max: 5
Kapazität des Stauraumes	unbeschränkt
Ergiebigkeit der Quelle	unbeschränkt

Tabelle 6.4.1: QAMS im Kontext der Warteschlangentheorie

## 6.5 QAMS im Kontext des „response time law“

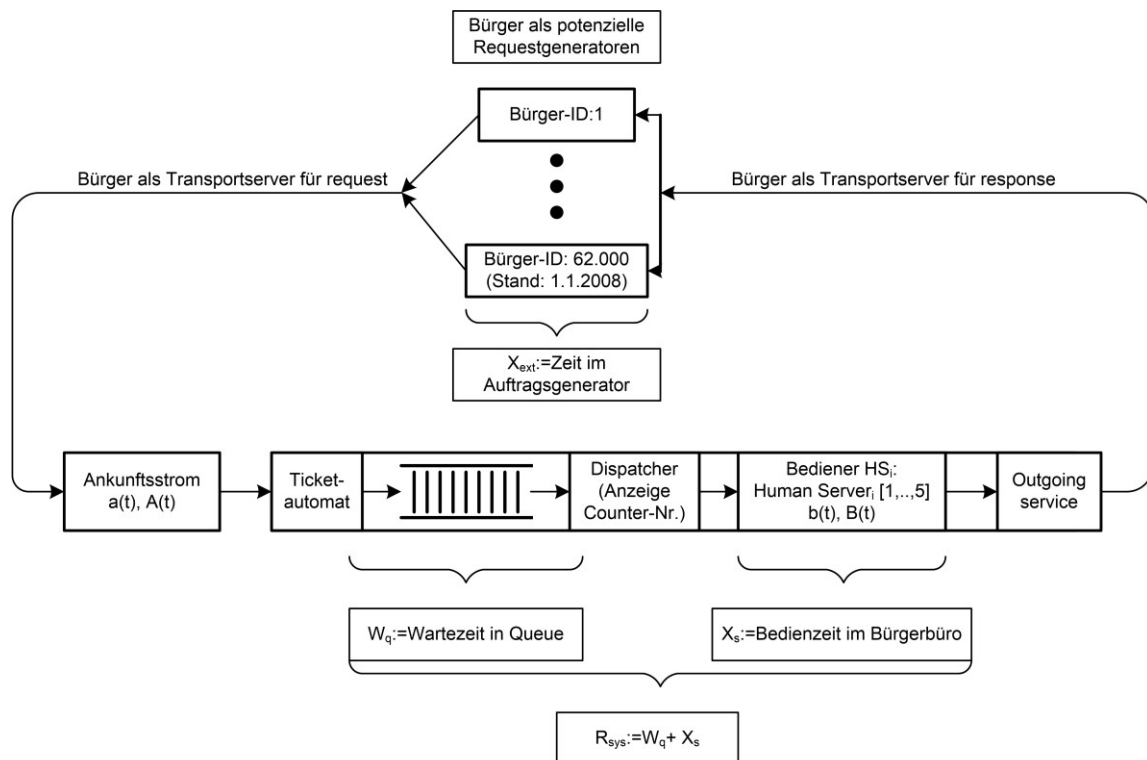


Abbildung 6.5.1: QAMS im Kontext des „response time law“ [eigene Grafik]

Die Evaluation von QAMS im Kontext des Antwortzeitengesetzes („response time law“: [LZGS84]) wird wie folgt konkretisiert:

Das allgemeine Antwortzeitengesetz

$$X_{ext} = \left( \frac{n_{ges}}{\lambda} \right) - R_{sys}$$

wird aus den Ergebnissen von QAMS wie folgt parametrisiert (Mittelwerte im eingeschwungenen Zustand):

- $W_q = 964$  [sek.]
- $X_s = 863$  [sek.]
- $n_{ges} = 62.000$
- $\lambda = 13,86$  requests / [h]
- $R_{sys} = W_q + X_s = 0,27$  [h] +  $0,24$  [h] =  $0,51$  [h]

Weitere Festsetzungen:

- Öffnungszeiten pro Woche: 41 Stunden (Montag: 9 Stunden, Dienstag: 9 Stunden, Mittwoch: 11 Stunden, Donnerstag: 6 Stunden, Freitag: 6 Stunden) (= 8,2 Stunden pro Öffnungstag)
- Öffnungstage pro Jahr: 252 (Stand 2009, Bayern)

$$\text{Ergebnis: } X_{\text{ext}} = \left( \frac{62.000 \text{ req}}{13,86 \text{ req}/[h^{-1}]} \right) - 0,27[h] = 4.473,03[h] = 2,16[\text{Jahre}]$$

Folgende Quellen liefern Aussagen zur „Wartezeit im Auftragsgenerator“ im Kontext des Antwortzeitengesetzes „response time law“.

Quelle1: 0,8 Behördengänge pro Jahr [VAA06]

Quelle2: Zitat: „Nach eigener Einschätzung steht für 41 [%] aller Personen im Alter ab 15 Jahren nur ein bis zwei Mal im Jahr ein Gang zu einer Behörde an. Weitere 29 [%] haben noch seltener Bedarf. Jeder Fünfte (21 [%]) sucht drei bis fünf Mal jährlich ein Amt auf, und nur 10 [%] der Bevölkerung in Deutschland haben Anliegen, für die sie öfter als fünf Mal im Jahr eine Behörde aufsuchen.“ [HJ05]

Quelle3: Jeder Bürger hat pro Jahr im Schnitt 1,5 Behördenkontakte [SAW07, BIT07].

Quelle4: Eigene Recherchen (Aussage Bürgerbüro Landshut, Herr Finsterhölzl): zweijähriger Zyklus

Ergebnis: Der aus dem Modell über das „response time law“ ermittelte Wert kann als hartes Faktum qualifiziert werden.

## 6.6 QAMS im Kontext FMC-QE

Wie bereits dargestellt, steht die hierarchische Modellierung der quantitativen Aspekte der Bedienanforderungen im Mittelpunkt von FMC-QE. Als Fundamentalgesetze der quantitativen Analyse kann hier das Gesetz von Little verdeutlicht werden [LJ61].

$$\textit{Little's Law: } N_i^{[bb]} = A_i^{[bb]} * R_i^{[bb]}$$

mit

- $N_i$  Anzahl der Aufträge im System  $i$  auf Hierarchieebene [bb]
- $A_i$  Ankunftsrate der Aufträge auf Hierarchieebene [bb]
- $R_i$  Verweilzeit der Aufträge im System  $i$  auf Hierarchieebene [bb]

Über die Kardinalität von „i“ wird hier keine Aussage getroffen.

Analog zu Kapitel 3.3 (FMC-QE) wird die *external view of black box* Sicht (s. Abb. 6.6.1) in QAMS wie folgt modelliert:

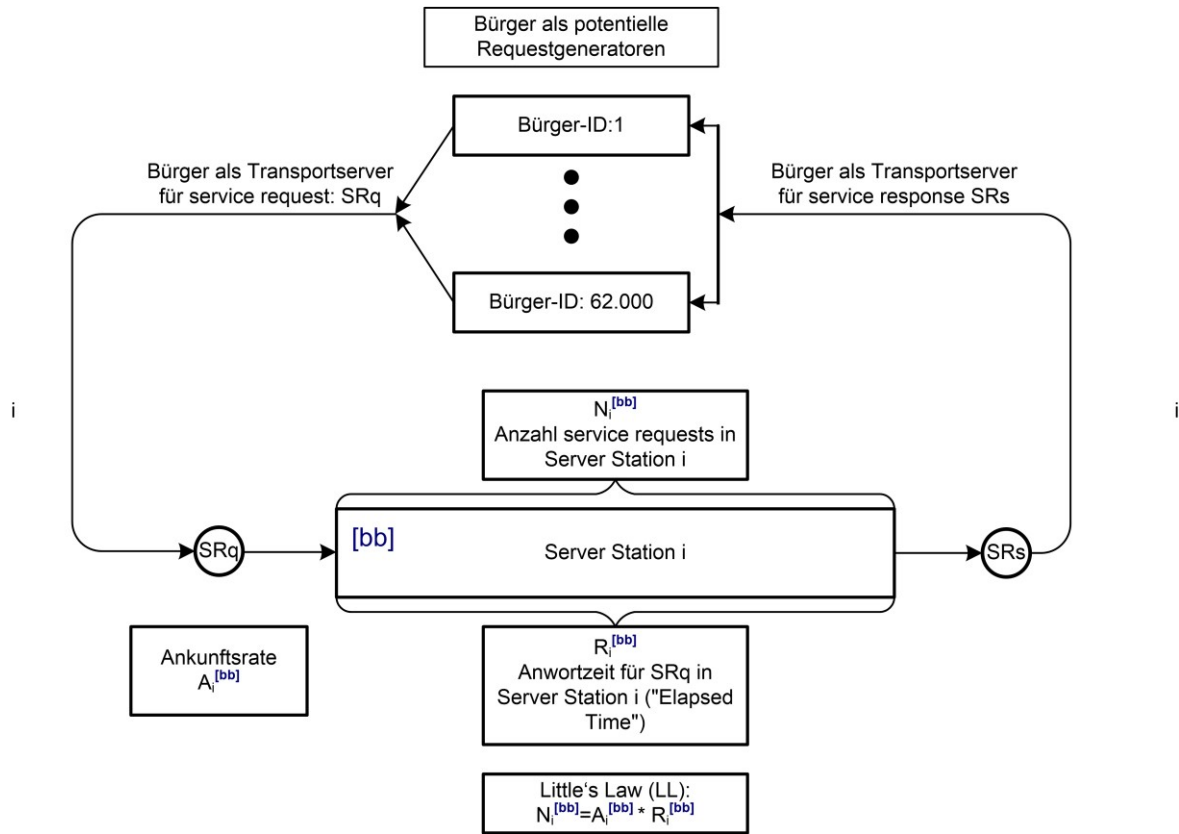
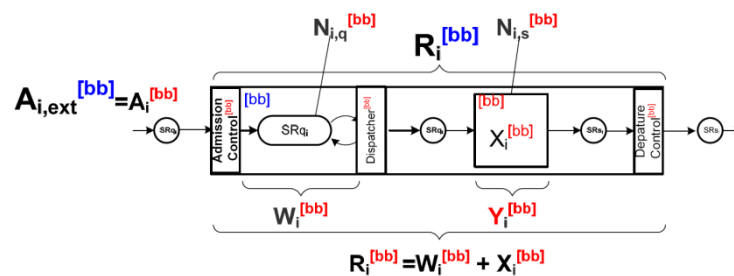


Abbildung 6.6.1: *external view of black box* in FMC-QE [eigene Grafik]

Im *internal view* (s. Abb. 6.6.2, [ZW07]) wird die *Server Station i* zerlegt in:

Admission Control, Warteschlange, Dispatcher, „Human Server“, Departure Control.



LL holds both for server and queue:

$$N_{i,q}^{[bb]} = A_i^{[bb]} * W_i^{[bb]}$$

$$N_{i,s}^{[bb]} = A_i^{[bb]} * X_i^{[bb]}$$

Abbildung 6.6.2: *internal view of black box* in FMC-QE [ZW07]

6.7 QAMS im Kontext Queueing Server Station Mpx / Dpx

Modelliert man die *external black box* als Multiplex / Demultiplex Server Station (Mpx/Dpx) für differenzierte „Human Server“ mit den Elementen Zutrittslogik (Admission Control), Counteranzeige (Dispatcher), spezifischer Counter (Basic Server Station of Type  $i:= 1,..,5$ ), Abgangslogik (Departure Control) ergibt sich:

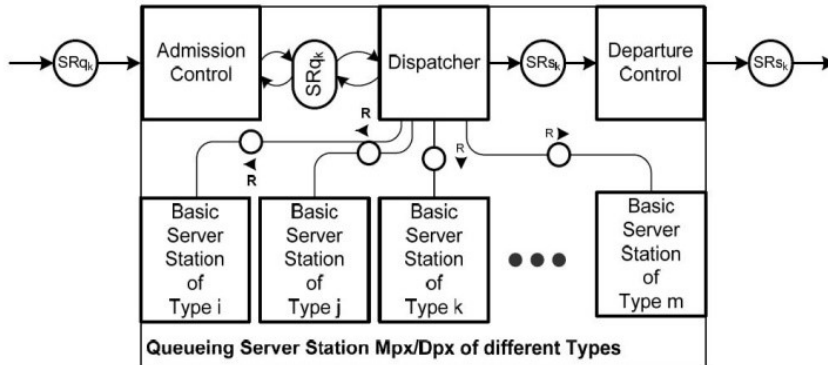


Abbildung 6.7.1: Ohne Hierarchiebildung [ZW07]

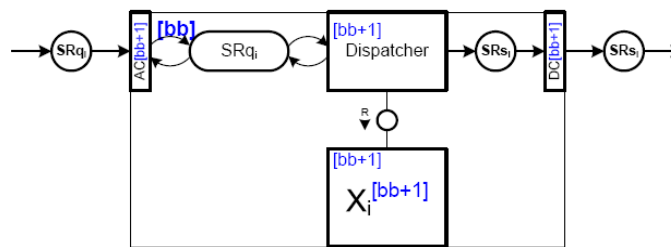


Abbildung 6.7.2: Mit Hierarchiebildung Stufe 1 [ZW07]

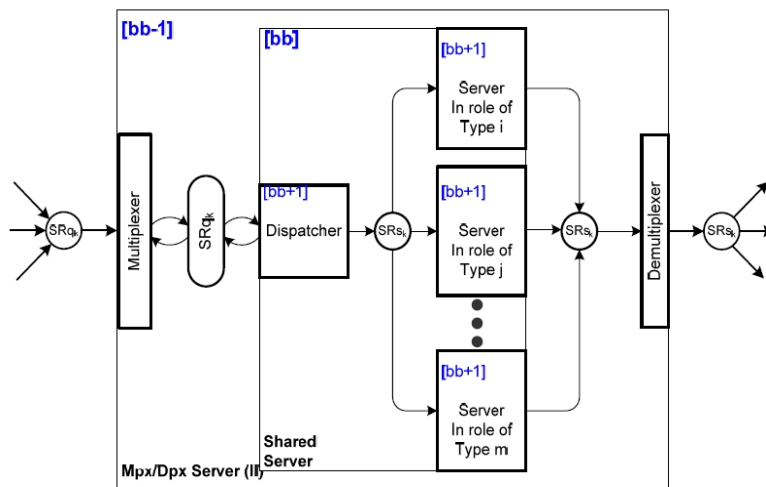


Abbildung 6.7.3: Mit Hierarchiebildung Stufe 2 [ZW07]

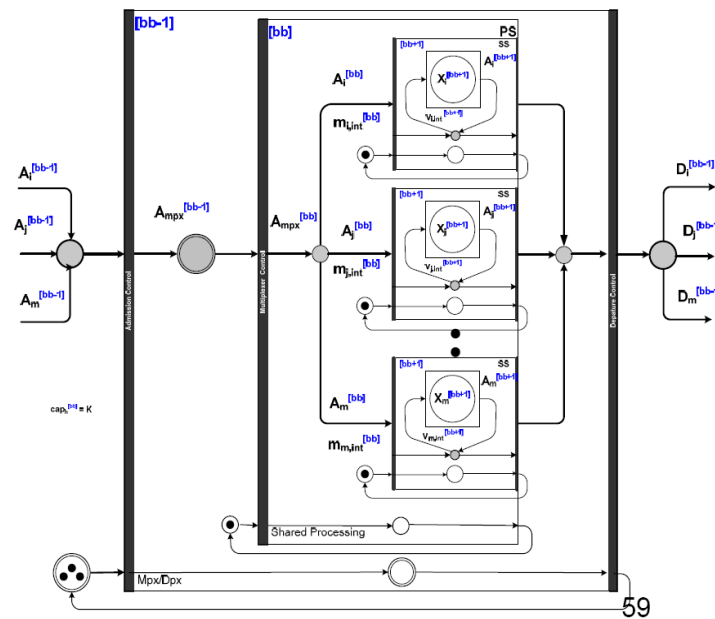


Abbildung 6.7.3: Mit Hierarchiebildung Stufe 3 [ZW07]

Im Projekt QAMS erfolgt eine Festlegung der Knotenvarianz der Warteschlangennetzkomponenten dergestalt, dass von symmetrischen Multiplex-Servern ausgegangen wird. Die Bedieneinheit des „Human Servers“ wird mit der gleichen Bedienrate betrieben.

## 6.8 QAMS als GSPN (Generalized Stochastic Petri Net)

Modelliert man den QAMS-Prozess isoliert in FMC-eCS als GSPN, werden die kritischen Abschnitte akut transparent. Die mögliche Servicebehandlung einer (un-)kritischen Aktion als service-response-class 1 (unreliable service ohne Fehlererkennung), als service-response-class 2 (Service im Paritymodus (Fehlererkennung) schützt kritische Aktion) bzw. als service-response-class 3 (Service im Transaktionsmodus (Fehlerbehebung) schützt kritische Aktion) kann aus der Transparenz der Abbildung 6.8.1 leicht abgeleitet werden. Aus Gründen der Übersichtlichkeit wurden diese jedoch nur zum Teil dargestellt. Als Vereinfachung gilt darüber hinaus die Festsetzung der HSi als symmetrisch. Diese HSi haben als Quelle einen stochastischen HS-Generator, der im Modell die Strukturvarianz repräsentiert. Des Weiteren wird nicht in Auftragsklassen unterschieden. Die sich daraus ableitenden Transformationen der Bedienanforderung werden in Kapitel 6.10 beschrieben.

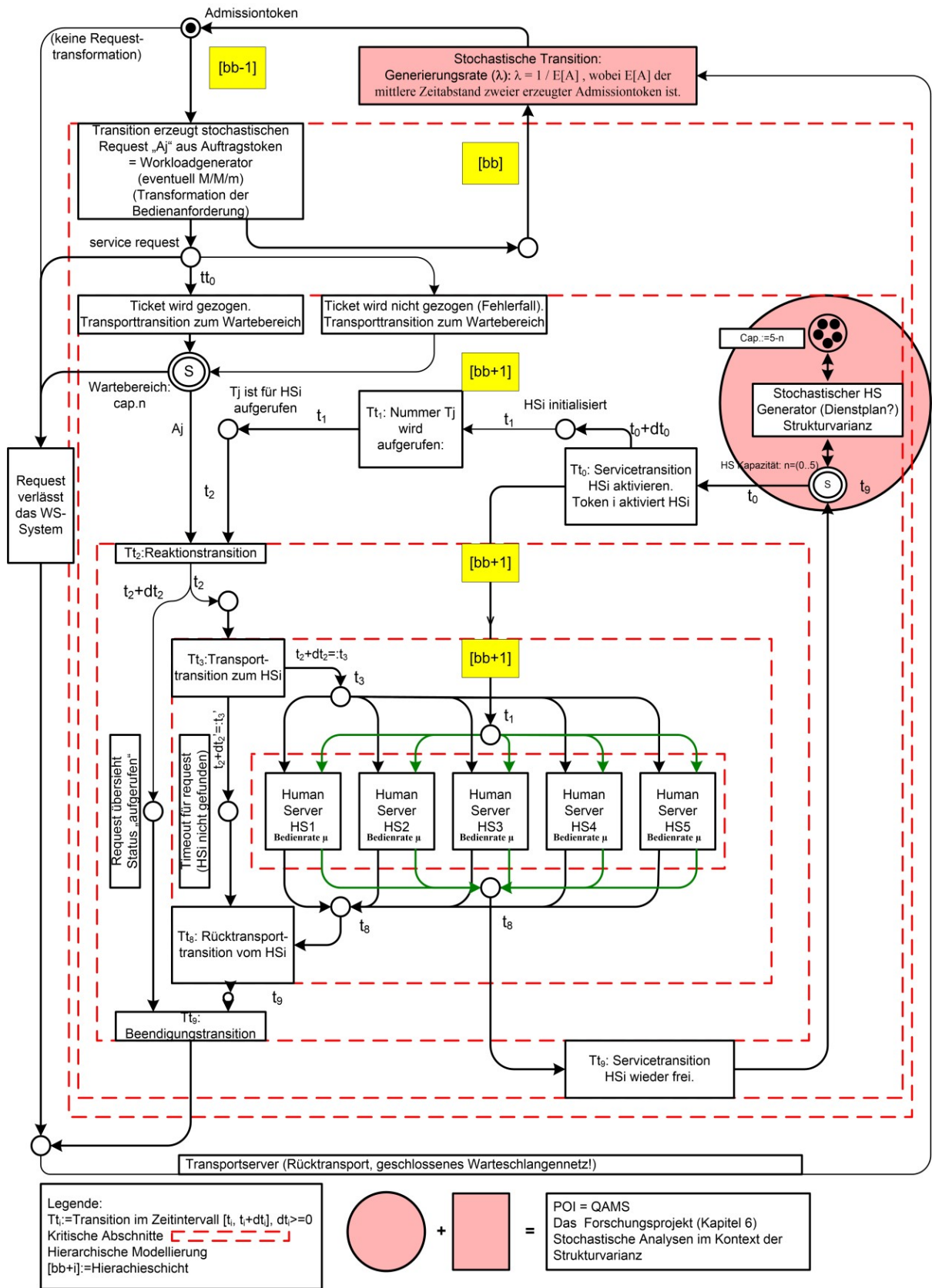


Abbildung 6.8.1: QAMS als GSPN (siehe Anhang A.3)



## 6.9 QAMS im Kontext FMC-eCS / eGov-7L / FMC-QE: HSi-singulär

Die Modellierung des einzelnen HSi als „Basic Server Station of Type  $i:= 1,..,5$ “ reduziert die Abläufe auf die zeitlichen Rasterpunkte „ $t_1$ “ bis „ $t_9$ “, trennt die requestvarianten und requestinvarianten Initialisierungsphasen und separiert die Operationszustände von den Steuerzuständen.

Neben der Komplexitätsreduktion durch die Hierarchisierung in FMC-QE Modellen erfolgt hier eine weitere Verkleinerung des Zustandsraumes durch die Aufteilung in Operations- und Steuerzustände. Der Fluss der operationellen Marken, wie Anforderung auf Bedienung (Ticket) und Bedienrückmeldungen, ist in FMC-QE auf den grau schattierten Stellen zu beobachten, welches mit dem Konzept der farbigen Petri-Netze vergleichbar ist. Die weiß schattierten Stellen beherbergen Kontrollmarken, wie busy / ready. Die Darstellung der control token bezüglich der konsistenten / inkonsistenten Zustände der entsprechenden Automaten unterbleibt aus Gründen der Übersichtlichkeit in Abbildung 6.9.1. Die prinzipielle Logik bezüglich der Darstellung der Operations- und Steuerzustände entspricht den Darstellung in den Abbildung 5.3.3.1a / bzw. 5.3.3.1b und 5.3.3.2a / 5.3.3.2b.

Die Einbettung von QAMS in eGov-7L erfolgt dergestalt, dass sämtliche für den Preservice (Schicht [1] bis [4]) und für den Service (Schicht [5] bis [7]) relevanten Subprozesse je Schicht sowie die entsprechenden Hierarchieübergänge bijektiv aus QAMS in eGov-7L projiziert werden können.

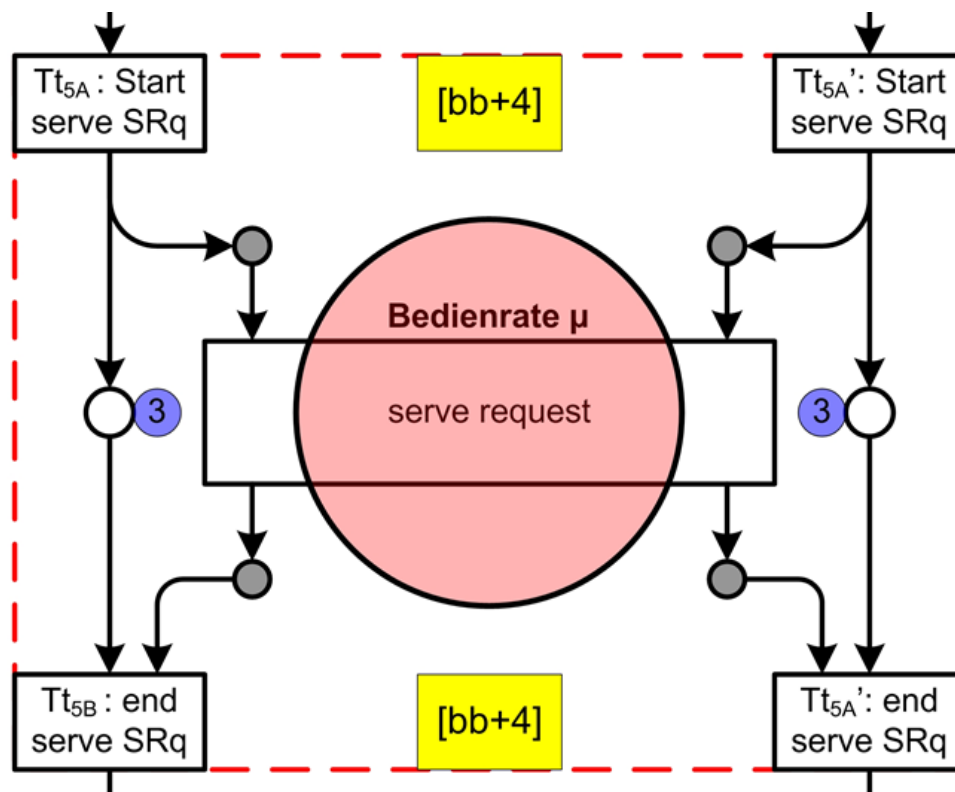


Abbildung 6.9.1: QAMS im Kontext FMC-eCS / eGov-7L / FMC-QE: HSi-singulär (Ausschnitt, Gesamtabbildung siehe Anhang A.3)

6.10 QAMS im zeitlichen Kontext:  $t_0$  bis  $t_9$  (FMC-QE), Transformationen

Erkenntnisse im Bedienprozess:

Folgende Zeitpunkte im Bedienprozess sind erkennbar:

$$(t_0), t_0, t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7, t_8, t_9$$

Die Zeitpunkte im Ankunftsprozess sind im Bedienprozess nicht relevant!

Die prozeduralen Transitionen verstehen sich im Zeitintervall:  $[t_i, t_i+dt]$  mit  $dt \geq 0$ .

Definition für  $t_0$  (ticket time zero):

Ticket  $T_j$  zu Auftrag  $A_j$  wird am Ticketautomaten gezogen. Dieser Zeitpunkt ist auftragsinvariant.

Die Transformation der Bedienanforderung erfolgt beim Übergang von Hierarchieschicht  $[bb-1]$  auf Hierarchieschicht  $[bb]$ .

$t_0 :=$	token $i$ (Strukturvarianz) aktiviert Counter / Server $HS_i$ . Nach Beendigung des Initialisierungsprozesses ( $dt_0$ ) meldet ( $\langle \text{press button} \rangle =: t_1$ ) sich $HS_i$ als „frei“.
$t_1 :=$	Counter / Server $HS_i$ wird Ticketnummer $T_j$ zu Auftrag $A_j$ zugewiesen. $T_j$ wird am Kundendisplay dargestellt / aufgerufen (auftragsinvariant. Transformation der Bedienanforderung. Hierarchieschicht: $[bb] \rightarrow [bb+1]$ )
$[t_1, t_2] :=$	Reaktionszeit für Transportserver zu service request
$t_2 :=$	Auftrag $A_j$ im Wartebereich „erkennt“ (Reaktionszeit!), dass ihm ein „idle-server“ ( $HS_i$ ) zugewiesen worden ist. (keine Transformation der Bedienanforderung)
$[t_2, t_3] :=$	Auftrag $A_j$ wird zum Server $HS_i$ transportiert. (Wegezeit, Orientierungszeit) (auftragsinvariant) („Bedienzeit“ des Transportservers)
$t_3 := (t_2 + dt_2)$	Auftrag $A_j$ ist bei $HS_i$ eingetroffen. $HS_i$ wechselt in den Status „busy“.
$t_3' := (t_2 + dt_2')$	Auftrag $A_j$ ist bei $HS_i$ nicht eingetroffen. (Störungsfall: $HS_i$ not found)
$[t_3, t_4] :=$	Initialisierungszeit für $A_j$ bei $HS_i$ (auftragsinvariant. Transformation der Bedienanforderung. Hierarchieschicht: $[bb+1] \rightarrow [bb+2]$ )
$t_4 :=$	Beginn der eigentlichen Auftragsbearbeitung
$[t_4, t_5] :=$	Initialisierungszeit für $A_j$ bei $HS_i$ (auftragsvariant. Transformation der Bedienanforderung. Hierarchieschicht: $[bb+2] \rightarrow [bb+3]$ )
$t_5 :=$	Bearbeitungsbeginn (service request)

$[t_5, t_6] :=$	Auftragsbearbeitung (auftragsvariant. Transformation der Bedienanforderung. Hierarchieschicht: $[bb+3] \rightarrow [bb+4]$ )
$t_6 :=$	Bearbeitungsende
$[t_6, t_7] :=$	Verbindungsabbauzeit für $A_j$ bei HSi (auftragsvariant. Transformation der Bedienanforderung. Hierarchieschicht: $[bb+4] \rightarrow [bb+3]$ )
$t_7 :=$	Verbindungsende Phase eins
$[t_7, t_8] :=$	Verbindungsabbauzeit für $A_j$ bei HSi (auftragsinvariant. Transformation der Bedienanforderung. Hierarchieschicht: $[bb+3] \rightarrow [bb+2]$ )
$t_8 :=$	Verbindungsende Phase zwei. HSi wechselt in den Status „not busy“ (eventuelle Auftrags-Nachbearbeitung).
$[t_8, t_9] :=$	Rücktransport von Auftrag $A_j$ im Status „bearbeitet“ vom Server HSi zum WS-Ausgang (Wegezeit, Orientierungszeit) (auftragsinvariant). Zugleich Reset von Server HSi.
$t_9 :=$	Server HSi „idle“ oder „nicht mehr existent“. $A_j$ als $SR_{S_j}$ verlässt die „black box“ Bürgerbüro.

Tabelle 6.10.1: QAMS im zeitlichen Kontext:  $tt_0$  bis  $t_9$ 

Bemerkungen zum Bedienprozess:

Im Ticketautomaten erfasste Zeiten:

$tt_0$  (ticket time zero),  $t_1$  (<press button>:= HSi aktiv)

Auftragsvariantes Bedienzeitintervall:

Zeitintervall  $[t_5, t_6]$

Die verschiedenen Transport- und Initialisierungszeitintervalle je Auftrag

- $[t_1, t_2]$  (Reaktionszeit)
- $[t_2, t_3]$  (Transportzeit)
- $[t_3, t_4]$  (auftragsinvariante Initialisierungszeit)
- $[t_4, t_5]$  (auftragsvariante Initialisierungszeit)

verfälschen die negativ-exponentiell verteilten Bedienzeiten.

## 6.11 QAMS: Projektphasen

Die Analyse- und Modellierungsmethode QAMS gliedert sich in sieben Projektphasen, die sich durch definierte Teilziele, Evaluationsphasen und daraus ergebende Teilerkenntnisse definieren. Temporäre Interpretationsfehler und Störimpulse im Projektverlauf werden aus Gründen der Transparenz ebenfalls dokumentiert.

- Projektphase-1: Basisauswertungen
- Projektphase-2: Filter der Initialisierungszeiten (Trennung in auftragsvariante und auftragsinvariante Initialisierungszeiten)
- Projektphase-3: Modell-Transformation M/G/m nach M/M/m
- Projektphase-4: mathematische Analyse des Warteprozesses
- Projektphase-5: Umkehrmodellierung durch Vorgabe der Wartezeit
- Projektphase-6: Das berechnete M/M/m-Modell zum Erreichen der vorgegebenen Wartezeit wird durch eine Spline-Modellierung verfeinert
- Projektphase-7: Aus der Spline-Modellierung wird ein Dienstplan errechnet
- Projektphase-8: Feinabstimmung des Dienstplans

## 6.12 Projektphase-1 (Basisauswertungen)

Analog der in Kapitel 6.1 beschriebenen Forschungsmethodik und konzeptionellen Vorgehensweise in der Evaluation, gliedert sich die Projektphase-1 wie folgt:

Die Auswertungen in QAMS zeigen folgende Ergebnisse:

- Der Ankunftsprozess kann als Poissonprozess beschrieben werden (Kapitel 3.4.5).
- Der Bedienprozess wird nur bei einer groben Histogrammklasseneinteilung durch eine negativ-exponentielle Verteilung näherungsweise beschrieben (Kapitel 6.12.3).
- Das Bediensystem QAMS kann durch eine M/G/m-Modellierung dargestellt werden (Kapitel 6.13).

6.12.1 Der Ankunftsstrom: Auftragsverteilung pro Wochentag

In der beschriebenen Versuchskonstellation wurden zwei Evaluationsphasen durchgeführt.

Evaluationsphase 6.12.1.1: Auswertezeitraum 8.11.2007 bis 29.1.2008, 5553 Datensätzen (5203 verwertbare requests)

Evaluationsphase 6.12.1.2: Auswertezeitraum 8.11.2007 bis 30.4.2008, 11.951 Datensätzen (11.089 verwertbare requests)

Die Auswertung der BDE (Betriebsdatenerfassung) ergibt bezüglich der Kumulierung der Tickets = Aufträge pro Wochentag (VAR1,..,VAR5) folgende Wertematrix (Tabelle 6.12.1.1) bzw. Liniengrafik (s. Abb. 6.12.1.1): Spezielle Schließtage sind markiert.

	MO	DI	MI	DO	FR
	VAR1	VAR2	VAR3	VAR4	VAR5
KW46	137	111	121	66	77
KW47	124	82	127	62	59
KW48	101	91	129	70	100
KW49	129	108	124	58	99
KW50	101	111	132	58	78
KW51	108	101	109	73	72
KW52	24.12	25.12	26.12	103	99
KW53	1.1	2.1	158	109	104
KW02	131	130	160	70	119
KW03	170	101	117	62	69
KW04	145	96	142	62	64
KW05	148	93	151	88	81
KW06	130	61	153	70	89
KW07	130	113	144	76	79
KW08	122	97	126	51	75
KW09	133	126	141	66	81
KW10	Wahl	Wahl	199	90	108
KW11	145	105	126	70	82
KW12	117	110	134	71	
KW13	Ostern	129	149	102	116
KW14	143	127	130	72	72
KW15	109	100	131	60	72
KW16	111	100	122	59	72
KW17	117	86	107	48	74
KW18	119	78			

Tabelle 6.12.1.1: Aufträge pro Wochentag im Zeitraum [07-KW46, 08-KW18]

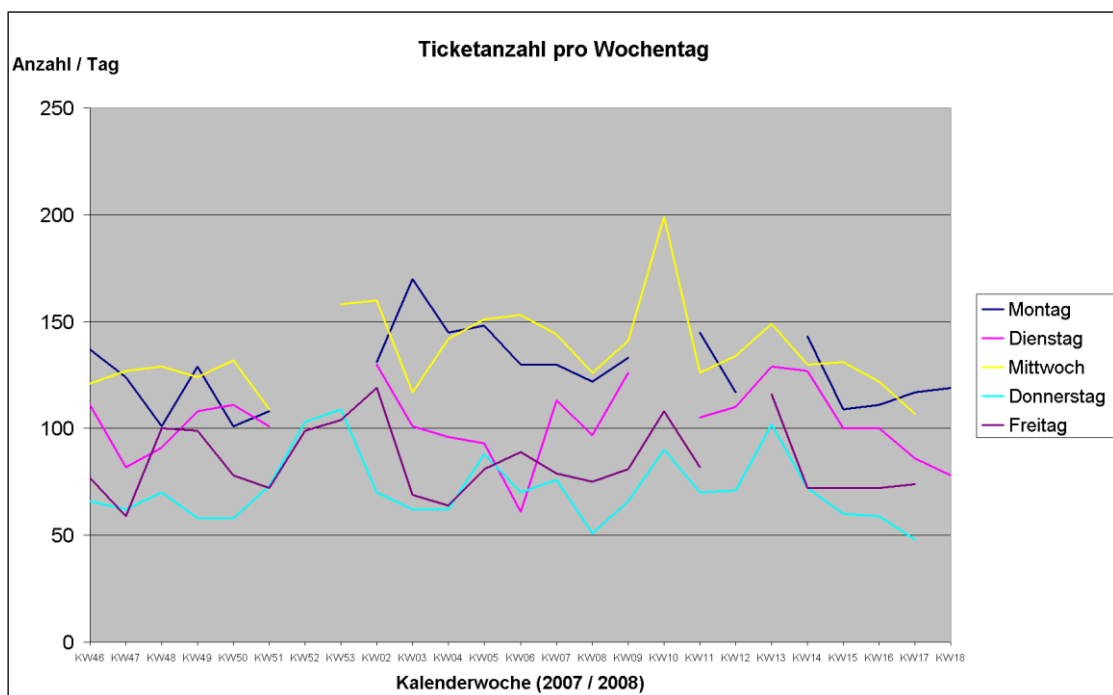


Abbildung 6.12.1.1: Aufträge pro Wochentag [07-KW46, 08-KW18]

## 6.12.1.1 Deskriptive Statistik

Die optisch subjektive Kontinuität der Liniencharakteristik der Grafik (s. Abb. 6.12.1.1) für die einzelnen Bedientage stellt sich analytisch in der deskriptiven Statistik wie folgt dar (Tabelle 6.12.1.1.1):

deskriptive Statistik	Montag		Dienstag		Mittwoch		Donnerstag		Freitag	
	VAR1	VAR1'	VAR2	VAR2'	VAR3	VAR3'	VAR4	VAR4'	VAR5	VAR5'
	8.11.2007 bis 29.1.2008	<b>8.11.2007 bis 30.4.2008</b>	8.11.2007 bis 29.1.2008	<b>8.11.2007 bis 30.4.2008</b>	8.11.2007 bis 29.1.2008	<b>8.11.2007 bis 30.4.2008</b>	8.11.2007 bis 29.1.2008	<b>8.11.2007 bis 30.4.2008</b>	8.11.2007 bis 29.1.2008	<b>8.11.2007 bis 30.4.2008</b>
gültige Fälle (Wochentage)	10	<b>21</b>	10	<b>22</b>	10	<b>23</b>	11	<b>24</b>	11	<b>23</b>
Mittelwert [T/Wt] (Tickets pro Wochentag)	129	<b>127</b>	102	<b>102</b>	131	<b>136</b>	72	<b>71</b>	85	<b>84</b>
Standardabweichung [T/Wt]	22,1	<b>17,2</b>	13,4	<b>17,3</b>	16,7	<b>19,9</b>	17,5	<b>16,0</b>	19,4	<b>16,6</b>
Variationskoeffizient [%]	<b>17</b>	<b>14</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>24</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>20</b>
rel. V.koeffizient [%]	5,40	<b>2,96</b>	4,14	<b>3,60</b>	4,02	<b>3,05</b>	7,32	<b>4,58</b>	6,87	<b>4,11</b>
Schiefe [ ]	0,28	<b>0,52</b>	0,65	<b>-0,33</b>	0,69	<b>1,37</b>	1,60	<b>1,03</b>	0,26	<b>0,70</b>
Minimum [T/Wt]	101	<b>101</b>	82	<b>61</b>	109	<b>107</b>	58	<b>48</b>	59	<b>59</b>
Maximum [T/Wt]	170	<b>170</b>	130	<b>130</b>	160	<b>199</b>	109	<b>109</b>	119	<b>119</b>
10. Perzentil [T/Wt]	101	<b>102</b>	82	<b>79</b>	109	<b>112</b>	58	<b>54</b>	60	<b>66</b>
Median [T/Wt]	130	<b>129</b>	101	<b>101</b>	128	<b>131</b>	66	<b>70</b>	78	<b>79</b>
90. Perzentil [T/Wt]	167	<b>147</b>	128	<b>128</b>	159	<b>159</b>	107	<b>102</b>	116	<b>112</b>

Tabelle 6.12.1.1.1: Deskriptive Statistik der Aufträge pro Wochentag brutto

Zum Vergleich werden die Werte aus Evaluationsphase 6.12.1.1 (VAR1, .. , VAR5) und Evaluationsphase 6.12.1.2 (VAR1', .. , VAR5') parallel dargestellt.

„In der Regel geht man davon aus, dass bei einem Variationskoeffizienten von unter 10 [%] man von einer relativ kleinen Streuung ausgehen kann, d. h., hier handelt es sich um eine relativ homogene Verteilung, wo die Messwerte im Schnitt relativ eng um das arithmetische Mittel liegen.“ [LW05]

Eine Analyse der Repräsentativität der Messwerte zeigt folgende Ergebnisse (Tabelle 6.12.1.1.2):

Als Ausreißer müssen diverse Messwerte disqualifiziert werden. Die Ursachen der Auftragsüberhänge ergeben sich aus folgenden Gründen:

- Vorangegangener Schließungstag (Feiertage, Sonderschließungen)
- Besondere Auftrags- / Kundensituation (Urlaub, Ferien)

Montagsdaten	14.1.2008: 170 Aufträge (Maximum aller Werte), 1. Wochenende im Jahr
Dienstagsdaten	5.2.2008 (Faschingsdienstag), 29.4.2008 (letzter Tag der Datenreihe = Werte unvollständig), 25.3.2008 (Dienstag der Osterwoche)
Mittwochsdaten	2.1.2008 (erster Öffnungstag im neuen Jahr), 5.3.2008 (erster Öffnungstag nach 2 Sonderschließtagen wegen Wahnachbearbeitung), 26.3.2008 (Mittwoch der Osterwoche)
Donnerstagsdaten	3.1.2008 (zweiter Öffnungstag im neuen Jahr), 27.12.2007 (erster Öffnungstag nach mehreren Schließtagen), 27.3.2008 (Donnerstag der Osterwoche)
Freitagsdaten	11.1.2008 (siehe auch 14.1.2008), 28.3.2008 (Freitag der Osterwoche)

Tabelle 6.12.1.1.2: Analyse der Ausreißer

Die deskriptive Statistik der bereinigten Messreihe (netto) ergibt (Tabelle 6.12.1.1.3):

<b>deskriptive Statistik</b>	<b>MO</b>	<b>DI</b>	<b>MI</b>	<b>DO</b>	<b>FR</b>
	VAR1'	VAR2'	VAR3'	VAR4'	VAR5'
gültige Fälle (Wochentage)	20	19	20	21	21
Mittelwert [T/Wt] (Tickets pro Wochentag)	125	104	131	66	81
Standardabweichung [T/Wt]	14,56	13,27	13,91	10,32	13,57
Variationskoeffizient [%]	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>16</b>
rel. V.koeffizient [%]	2,60	2,91	2,37	3,37	3,64
Schiefe [ ]	- 0,07	0,39	0,31	0,52	0,60
Minimum [T/Wt]	101	82	107	48	59
Maximum [T/Wt]	148	130	160	90	108
10. Perzentil [T/Wt]	101	86	109	52	65
Median [T/Wt]	126	101	129	66	78
90. Perzentil [T/Wt]	145	127	152	85	103

Tabelle 6.12.1.1.3:  
Deskriptive Statistik der Aufträge pro Wochentag netto

Ergebnis:

Die Reduktion der Gesamtquantität von 11.715 Aufträgen (Tickets) um die Ausreißerwerte ergibt eine für die Evaluation verwendete Quantität von 10.222 Aufträgen (Tickets).

6.12.1.2	Beschreibung des Ankunftsprozesses / Zwischenankunftszeiten
----------	---

Anzahl der Werte (Rohdaten) = 11.089

Anzahl der Werte (bereinigt: ohne negative Werte, Intervall [0; 5400] [sek])= **11.207**

ZAZ:= Zwischenankunftszeiten

deskriptive Statistik	ZAZ
gültige Fälle	<b>11.207</b>
Mittelwert [sek]	<b>260</b>
Standardabweichung [sek]	306
Variationskoeffizient [%]	117
rel. V.koeffizient [%]	1,11
Schiefe [ ]	2,81
Minimum [sek]	3
Maximum [sek]	3657
10. Perzentil [sek]	13
Median [sek]	163
90. Perzentil [sek]	623

Tabelle 6.12.1.2.1:  
Deskriptive Statistik der Zwischenankunftszeiten

Aus den wie oben spezifizierten bereinigten Daten (11.207 Datensätze) ergeben sich aus dem Mittelwert der Zwischenankunftszeit von 260,1 [sek] bzw. 4,33 [min] folgende Berechnungen:

Ankunftsrate von:  $\lambda = 0,2307 \text{ [1/min]} = 13,84 \text{ [1/h]}$

Die Dichte ermittelt sich wie folgt:  $f(x) = \lambda * \exp(-\lambda * x)$

Hieraus ergibt sich in Evaluationsphase  
6.12.1.2 folgende negativ exponentielle Dichtefunktion:  $f(x) = 0,2307 * \exp(-0,2307 * x) * K$

Über einen berechneten Korrekturkoeffizienten, der über die Bedingung „Fallzahl Klasse-Nr. 2 berechnet“ gleich „Fallzahl Klasse-Nr. 2 gemessen“ ermittelt wird, werden die beiden Funktionsgrafen optisch abgeglichen.

Bedingung:

Fallzahl Klasse-Nr. 2 gemessen: 1763,0 [Werte]

Fallzahl Klasse-Nr. 2 berechnet: 1762,6 [Werte]

Korrekturkoeffizient:  $K := 12.120 \text{ [ ]}$



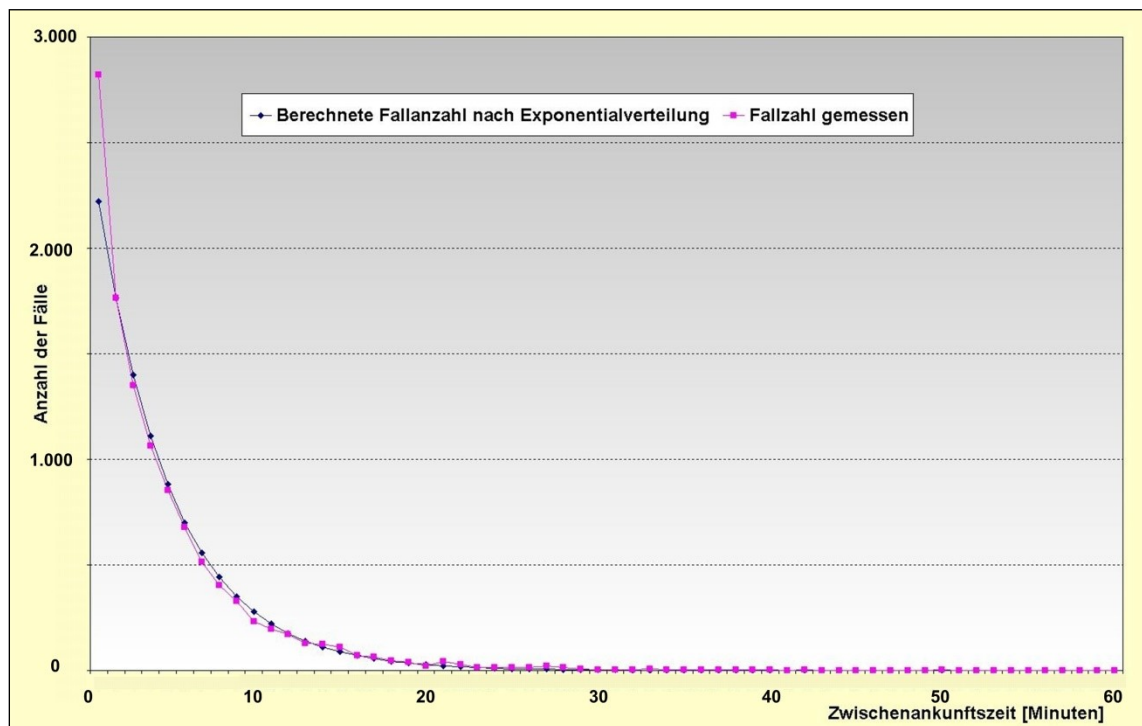


Abbildung 6.12.1.2.1:  
Darstellung der Histogrammklassen grafisch: 60 Klassen [1.,60.] [min]

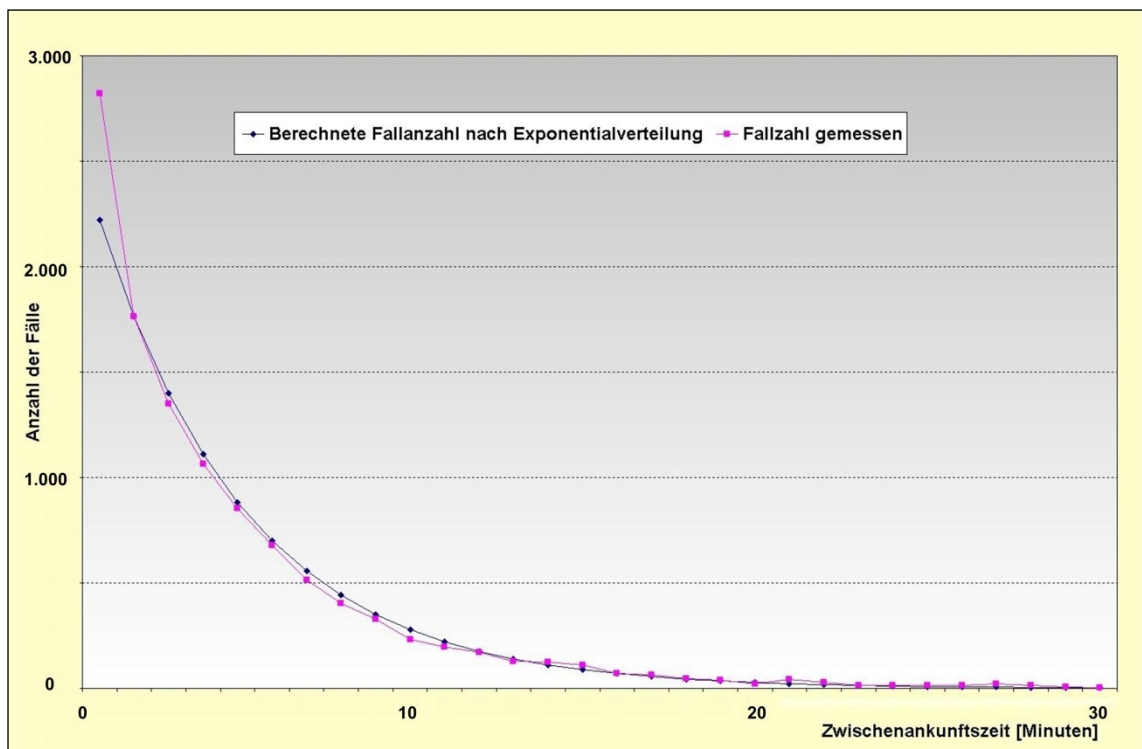


Abbildung 6.12.1.2.2:  
Darstellung der Histogrammklassen grafisch: 30 Klassen [1.,30.] [min]

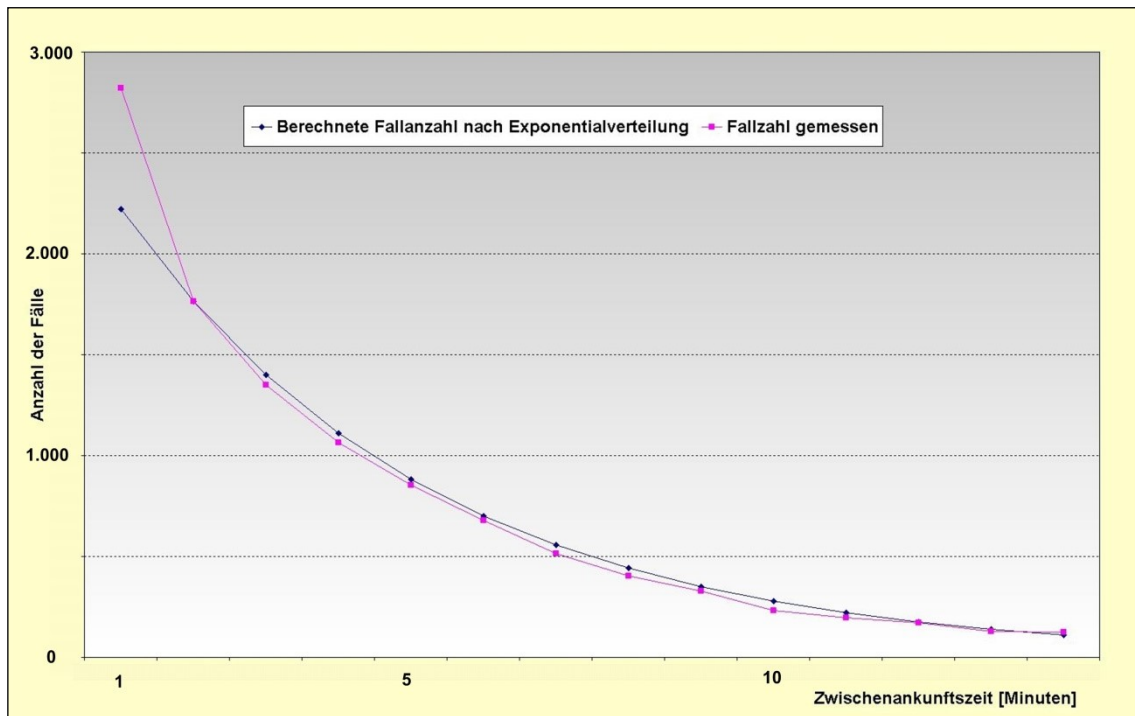


Abbildung 6.12.1.2.3:  
Darstellung der Histogrammklassen grafisch: 14 Klassen [1.,14.] [min] 95%-Quantil

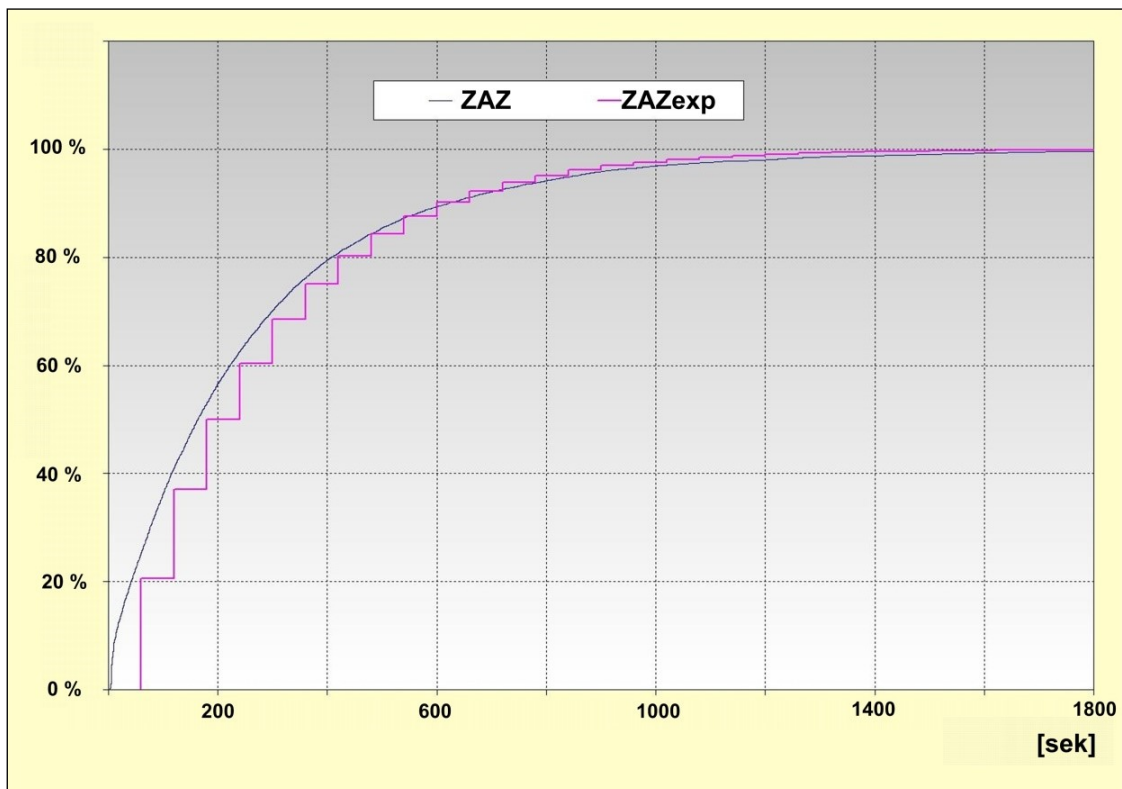


Abbildung 6.12.1.2.4:  
Grafik der kumulativen Häufigkeit [%]  
(Vergleich ZAZ-gemessen vs. ZAZexp-berechnet)

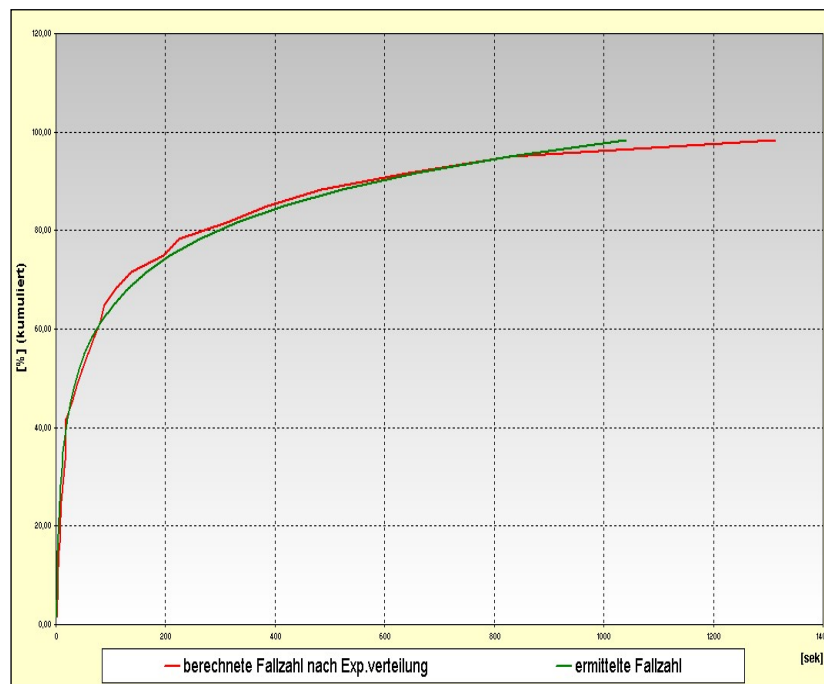


Abbildung 6.12.1.2.5:  
Grafik der kumulativen Häufigkeit [%]  
(Vergleich ermittelte Fallzahl vs. berechnete Fallzahl nach Exp.verteilung)

Die Anpassungsgüte („Goodness of Fit“) bzw. die Qualität der Adaption ergibt sich aus der gewichteten relativen Differenz der berechneten Exponentialwerte gegenüber den ermittelten Größen. Im Vergleich zur Exponentialverteilung ergibt sich der Schluss, dass der Ankunftsprozess durch einen Markov-Prozess approximiert werden kann.

## 6.12.2 Beschreibung des Warteprozesses / Wartezeiten

In der beschriebenen Versuchskonstellation wurden respektive des Warteprozesses mehrere Evaluationsphasen durchgeführt.

### Evaluationsphase 6.12.2.1:

Auswertezeitraum 8.11.2007 bis 30.4.2008:

- 11.951 Datensätze kumuliert über alle Bedienstationen
- Keine Unterscheidung der Wochentage

11.363 verwertbare Bedienpakete mit spezifischer Wartezeit:

- Wartezeiten  $w_t > 5400$  [sek] werden statistisch als Ausreißer gewertet
- Testtickets um 7:00 Uhr werden nicht gewertet

	<b>w<sub>t</sub></b>
gültige Fälle	11.363
Mittelwert [sek]	<b>964</b>
Standardabweichung [sek]	978
Variationskoeffizient [%]	101
rel. V.koeffizient [%]	0,95
Schiefe [ ]	1,52
Minimum [sek]	0
Maximum [sek]	5400
10. Perzentil [sek]	69
Median [sek]	<b>640</b>
90. Perzentil [sek]	2346

Tabelle 6.12.2.1: Warteprozess  
Deskriptive Statistik

<b>w<sub>t</sub></b>	<b>Fälle</b>	<b>Prozent</b>	<b>Prozent kumuliert</b>
0 - 300	3390	29,83	29,83
300 - 600	2075	18,26	48,09
600 - 900	1454	12,80	60,89
900 - 1200	1083	9,53	70,42
1200 - 1500	809	7,12	77,54
1500 - 1800	583	5,13	82,67
1800 - 2100	505	4,44	87,12
2100 - 2400	389	3,42	90,54
2400 - 2700	292	2,57	93,11
2700 - 3000	180	1,58	94,69
3000 - 3300	152	1,34	96,03
3300 - 3600	135	1,19	97,22
3600 - 3900	102	0,90	98,12
3900 - 4200	79	0,70	98,81
4200 - 4500	67	0,59	99,40
4500 - 4800	38	0,33	99,74
4800 - 5100	15	0,13	99,87
5100 - 5400	14	0,12	99,99
5400 - 5700	1	0,01	100,00

Tabelle 6.12.2.2: Warteprozess  
Histogrammklassen  
(Klassenbreite: 5 [min])

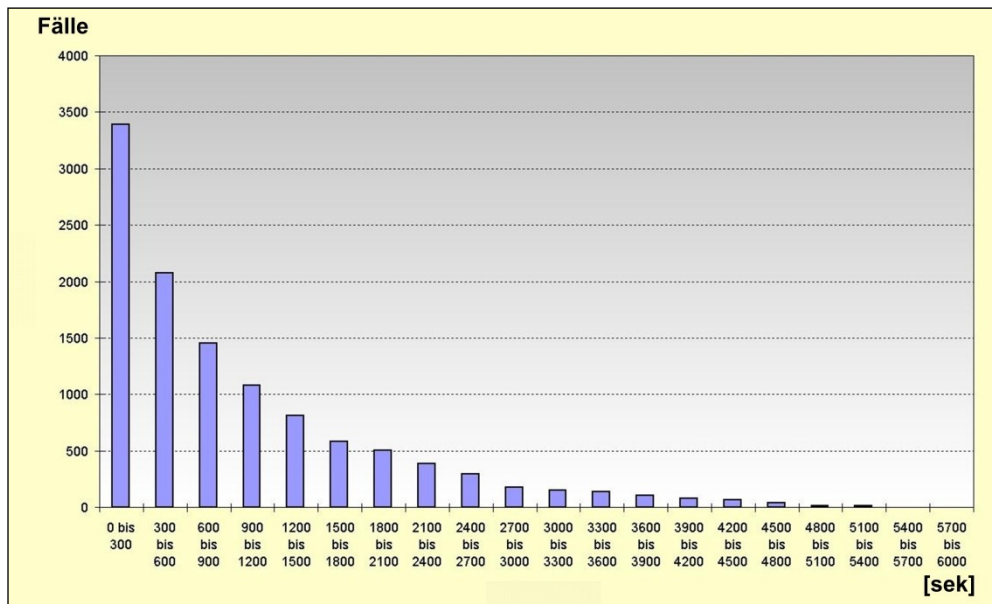


Abbildung 6.12.2.1: Warteprozess  
Histogrammklassendarstellung (Klassenbreite: 5 [min])

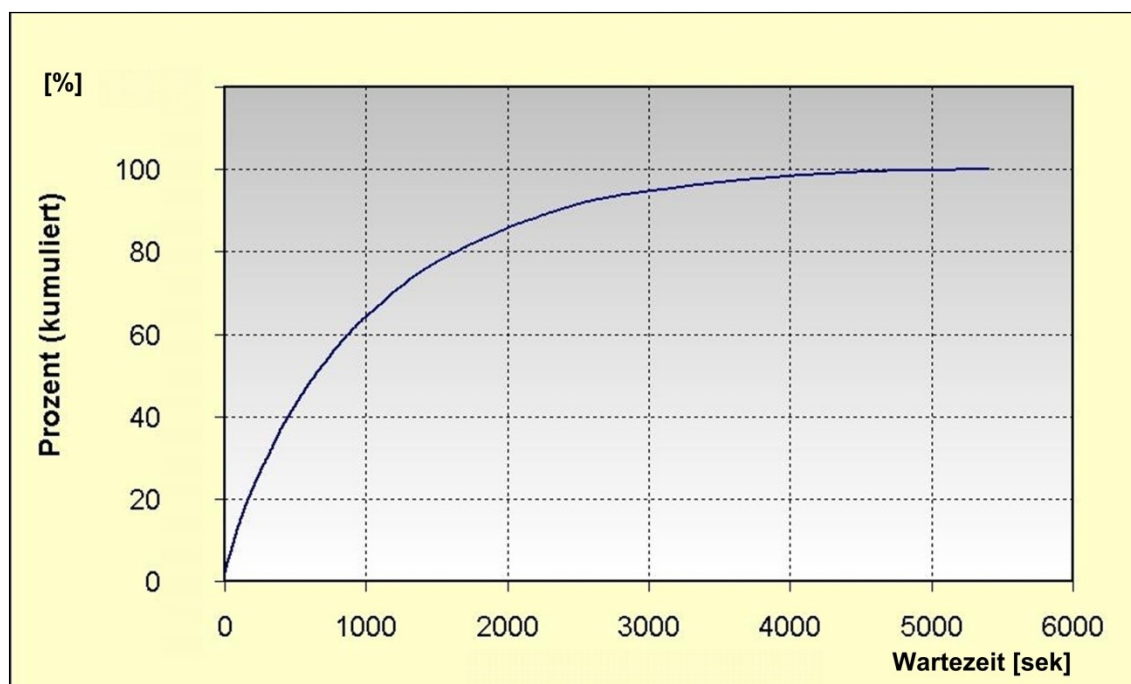


Abbildung 6.12.2.2: Warteprozess, Kumulative Häufigkeit [%]  
 Histogrammklassendarstellung (Klassenbreite: 5 [min])

### Evaluationsphase 6.12.2.2:

deskriptive Statistik	Warten-MO	Warten-DI	Warten-MI	Warten-DO	Warten-FR
gültige Fälle	2507	2118	3007	1765	1978
Mittelwert [sek], E[W]	1140	757	1019	710	1138
Standardabweichung [sek]	1116	811	985	730	1108
Variationskoeffizient [%]	98	107	97	103	97
rel. V.koeffizient [%]	1,96	2,33	1,76	2,45	2,19
Schiefe [ ]	1,36	2,03	1,37	1,55	1,41
Minimum [sek]	0	0	0	0	0
Maximum [sek]	5854	4361	5033	4210	6002
10. Perzentil [sek]	82	65	78	41	70
Median [sek]	748	506	720	470	774
90. Perzentil [sek]	2769	1678	2419	1750	2529

Tabelle 6.12.2.3: Deskriptive Statistik der Wartezeiten  
 Unterscheidung der Wochentage

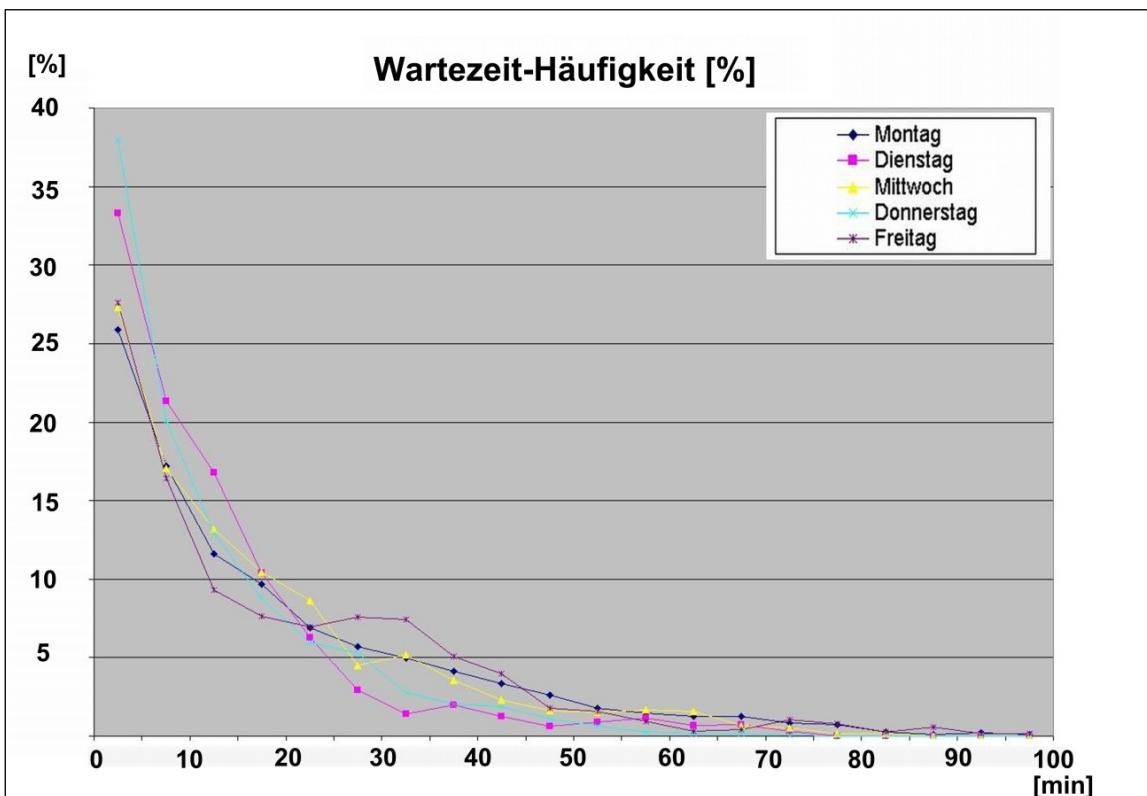


Abbildung 6.12.2.3: Wartezeit-Häufigkeit [%]

Zum Vergleich werden in Evaluationsphase 6.12.2.2 (Warten-MO, ..., Warten-FR) die statistischen Berechnungen tabellarisch (Tabelle 6.12.2.3) und grafisch (s. Abb. 6.12.2.3) pro Wochentag spezifisch dargestellt.

Schlussfolgerung:

Jeder Bedientag hat eine bezüglich der Wartezeit spezifische Verteilung (z. B.  $E[W]$ : Montag: 19 [min], Dienstag: 12,6 [min]). Die Wartezeitverteilung pro Wochentag deutet auf eine negativ exponentielle Charakteristik. Diese Inhomogenität lässt auf eine nicht optimale Besetzung der Bedienstationen (Dienstplan) schließen.

### 6.12.3 Bedienprozess / Bedienzeiten

#### Evaluationsphase 6.12.3:

Auswertzeitraum 8.11.2007 bis 30.4.2008:

- 11.286 Datensätze kumuliert über alle Bedienstationen
- Keine Unterscheidung der Wochentage

11.101 verwertbare Bedienpakete:

- Bedienzeiten  $B_t > 5400$  [sek] werden statistisch als Ausreißer gewertet
- Testtickets um 7:00 Uhr werden nicht gewertet

<b>deskriptive Statistik</b>	<b>Bedienzeit</b>
gültige Fälle	11.101
Mittelwert [sek]	863
Standardabweichung [sek]	877
<i>Variationskoeffizient [%]</i>	102
rel. V.koeffizient [%]	0,96
Schiefe [ ]	2,14
Minimum [sek]	3
Maximum [sek]	5378
10. Perzentil [sek]	115
Median [sek]	587
90. Perzentil [sek]	1910

Tabelle 6.12.3.1:  
Deskriptive Statistik der Zwischenankunftszeiten (Evaluationsphase 6.12.3)

Der Variationskoeffizient als deskriptive Größe im Bedienprozess beträgt 102 [%]. Um eine erste quantitative Aussage zu treffen, werden die Daten zuerst in Histogrammen analysiert.

#### 6.12.3.1 Histogrammanalyse (tabellarisch) (Klassenbreite: 3 [min])

<b>Bedienzeit [sek]</b>	<b>Häufigkeit</b>	<b>Prozent</b>	<b>kumuliert [%]</b>
0 bis 180	1777	16,01	16,01
180 bis 360	1850	16,67	32,67
360 bis 540	1567	14,12	46,79
540 bis 720	1209	10,89	57,68
720 bis 900	939	8,46	66,14
900 bis 1080	741	6,68	72,81
1080 bis 1260	613	5,52	78,34
...	...	...	...
4680 bis 4860	24	0,22	99,40
4860 bis 5040	24	0,22	99,61
...	...	...	...
5220 bis 5400	19	0,17	100,00
5400 bis 5580	0	0,00	100,00

Tabelle 6.12.3.1.1:  
Histogrammklassendarstellung (Klassenbreite: 3 [min])

## 6.12.3.2 Histogrammanalyse (grafisch) (Klassenbreite: 3 [min])

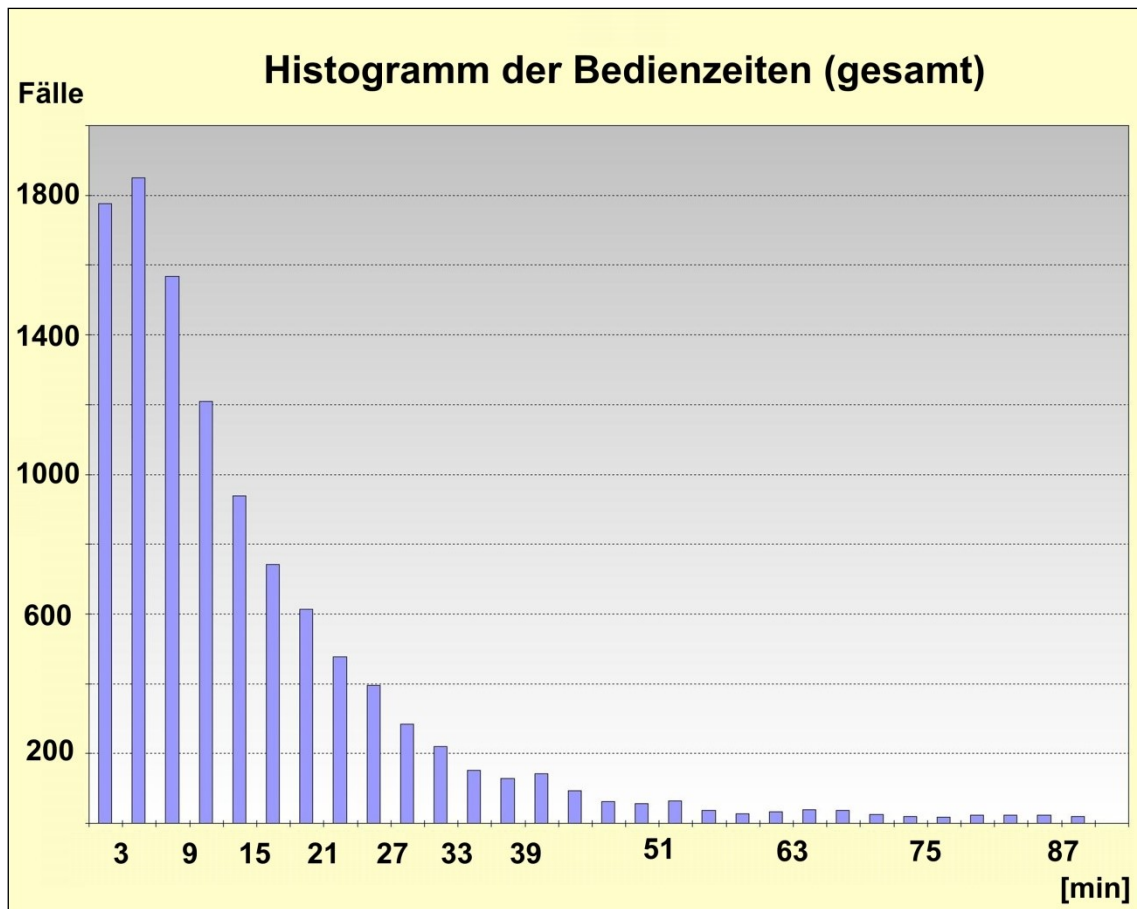


Abbildung 6.12.3.2.1:  
Histogrammklassendarstellung mit Initialisierungszeiten (brutto)  
(Klassenbreite: 3 [min])

## 6.13 Projektphase-2 (Filter der Initialisierungszeiten)

**Modifikation:**

Im globalen Bedienprozess werden die auftragsvarianten und auftragsinvarianten Teilprozessinitialisierungen, wie in Kapitel 6.12 („QAMS im zeitlichen Kontext:  $t_0$  bis  $t_9$  (FMC-QE), Transformationen“) beschrieben, am „Human Server“ aus dem in Projektphase-1 beschriebenen Datenbestand extrahiert.

**Auswertungen:**

Die Histogrammdatenanalyse des Gesamtbestandes, die Beobachtungen vor Ort im Bürgerbüro sowie die Beobachtungen und Erkenntnisse aus dem Projekt „Würzburg integriert“ (Projektleitung: Herr Dr. Bernd Schmitt) ergeben den Schluss, die erste Histogrammklasse  $[0, 3]$  [min] aus dem Evaluationsprozess zu subtrahieren.

**Ergebnis:**

QAMS kann im ersten Schritt durch ein M/G/m-System modelliert werden.



## 6.13.1 Der Bedienprozess: Modifikation der Histogrammanalyse

**Evaluationsphase 6.13.1:**

Nach Extraktion der Bedienzeiten um die mehrfachen Initialisierungszeiten wird eine negativ exponentielle Verteilung vermutet. Die Histogrammklassendarstellung zeigt sich wie folgt:

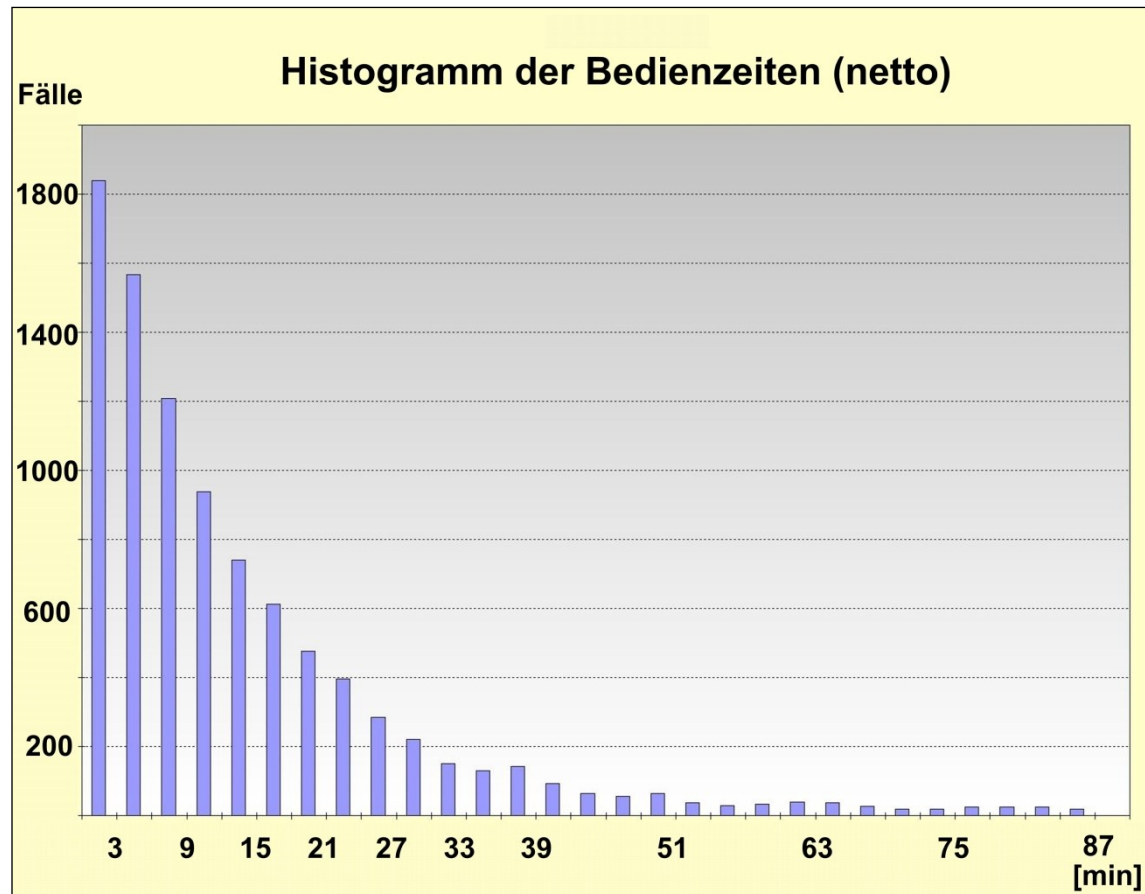


Abbildung 6.13.1.1:  
Histogrammklassendarstellung ohne Initialisierungszeiten (netto)  
(Klassenbreite: 3 [min])

## 6.13.2 Der Bedienprozess: Auslastung / Belastung

Die Bediendauer errechnet sich aus der Differenz zweier Folgebedienzeitpunkte  $[t_{1,SRqi}, t_{1,SRqi+1}]$ . Der Zeitraum  $[t_{8,SRqi}, t_{1,SRqi+1}]$  ist als individuelle Pause zu interpretieren.

**Evaluationsphase 6.13.2:**

Die Fachliteratur nimmt zu diesem Phänomen wie folgt Stellung:

Eine Schalterauslastung von 100 [%] ist nicht anzustreben, da z. B. Zeiten für Pausen einzurechnen sind [PAS09].

Aufgrund eines schwankenden Kundenstromes an den Kassen wechseln Phasen der Schlangenbildung mit Phasen des untätigen Wartens ab.

Eine Schalterauslastung von 90 [%] wird als Zielvorgabe für sinnvoll erachtet. Die für das Jahr 2006 untersuchte Auslastung der realisierten Arbeitszeit in der Öffnungszeit durch Bedienzeit beträgt 57 [%] [KL06].

Je nach arbeitsvertraglicher Regelung schwanken die formellen und informellen Pausenzeiten zwischen 10 und 20 Prozent der Arbeitszeit [SE00].

#### 6.14 Projektphase-3 (M/M/m vs. M/G/m)

##### **Evaluationsstrategie / Evaluationsziel:**

Mittels mathematischer Methoden wird der Nachweis erbracht, dass mit hoher Qualität ein M/M/m-Modell anstelle des M/G/m-Modells die Projektdynamik beschreibt.

Es wird untersucht, ob in QAMS das M/G/n-Modell durch ein M/M/m-Modell dergestalt angenähert werden kann, dass einerseits ein berechenbarer und minimaler Fehler toleriert wird, jedoch die transparentere Berechenbarkeit des M/M/m-Modells im Bereich der quantitativen Evaluation bessere Ergebnisse liefert.

#### 6.14.1 Modellierung mit M/G/m (Berechnungen)

##### **Evaluationsphase 6.14.1:**

Das Bediensystem QAMS wird primär als elementares M/G/m-Warteschlangensystem modelliert:

- M:= Poissonverteilung der Ankunftsrate (negativ exponential verteilte Zwischenankunftszeiten)
- G:= Generale / allgemeine Verteilung der Bedienungsrate
- n:= Anzahl der Bedienstationen

Die M/G/m-Modellierung betrachtet allgemein verteilte Bedienzeiten, d. h., die Verteilung der Bedienzeiten wird nicht näher spezifiziert. Eine Motivation für die Betrachtung des M/G/m-Modells ist die Tatsache, dass die Annahme von exponentiell verteilten Bedienvünschen möglicherweise wenig realitätsnah ist [OM07].

##### 1. Ankunftsrate:

Der Erwartungswert der Anzahl der Ankünfte pro Zeiteinheit wird als die Ankunftsrate bezeichnet:

$$\text{Ankunftsrate } \lambda = E \{ \text{Anzahl\_der\_Ankünfte} / \text{Zeiteinheit} \} = 0,231 \text{ [1/min]} \\ (\text{mittlere ZAZ} = 260,1 \text{ [sek]} = 4,335 \text{ [min]})$$

## 2. Bedienrate:

Der Erwartungswert der Anzahl der abgefertigten Anforderungen pro Zeiteinheit nennt man Bedienrate  $\mu$ .

$$\mu = E \{ \text{Anzahl\_der\_Bedienungen} / \text{Zeiteinheit} \} = 0,0723 \text{ [1/min]}$$

## 3. Mittelwert der Bedienzeit:

$$E\{T_B\} = \frac{1}{\mu} = 13,84 \text{ [min]}$$

## 4. Varianz V:

Varianz V oder das Streuungsquadrat  $\sigma^2$  (aus deskriptiver Statistik):

$$\sigma^2 = 783262 \text{ [sek}^2\text{]} = 217,6 \text{ [min}^2\text{]}$$

5. Auslastung  $\rho$ :

Für ein stabiles System muss die Bedingung (Stabilitätskriterium) gelten:  $\rho < 1$ . Die Bedingung ist erfüllt, wenn mindestens 4 Bedienstationen aktiv sind. Sind weniger als 4 Bedienstationen aktiv, bedeutet dies ein Anwachsen der Warteschlange! Das System wird instabil.

$$\text{Auslastung } \rho = \text{Ankunftsrate} / \text{Bedienrate} = \lambda / (n \cdot \mu) = 3,195 \text{ [ ]}$$

## 6.14.2 Modellierung mit M/M/m vs. M/G/m (Formelgrundlagen)

**Evaluationsphase 6.14.2:**

Für die Gegenüberstellung der Modelle M/M/m zu M/G/m werden zur Berechnung der entsprechenden signifikanten Werte folgende Formeln verwendet:

Formelgrundlagen zum Modell M/M/m:

Auslastung:	$\rho = \frac{\lambda}{m \cdot \mu}$
Zustandswahrscheinlichkeit (leeres System):	$\pi_0 = \left[ \sum_{k=0}^{m-1} \frac{(m \cdot \rho)^k}{k!} + \frac{(m \cdot \rho)^m}{m!} \cdot \frac{1}{1 - \rho} \right]^{-1}$

Wartewahrscheinlichkeit:	$P_m = \frac{(m \cdot \rho)^m}{m!(1-\rho)} \cdot \pi_0$
mittlere Auftragsanzahl im System:	$E[N] = m \cdot \rho + \frac{\rho}{1-\rho} \cdot P_m$
mittlere Warteschlangenlänge:	$E[N_w] = \frac{\rho}{1-\rho} \cdot P_m$
Die Berechnung von $E[W]$ und $E[V]$ erfolgt auch hier über das Little's Theorem:	$E[W] = \frac{E[N_w]}{\lambda}, \quad E[V] = \frac{E[N]}{\lambda}$

Tabelle 6.14.2.1:  
Formelgrundlagen zum Modell M/M/m [BG89, BGMT98, MCB07]

Eingabeparameter:

- $\lambda$            Ankunftsrate
- $\mu$             Bedienrate
- $m$             Anzahl der Bedieneinheiten
- $VK[A]$        Variationskoeffizient der Ankunftsrate
- $VK[B]$        Variationskoeffizient der Bedienzeit

Berechnete Werte:

- $\rho$             Auslastung
- $\pi_{0...k}$        Wahrscheinlichkeit für  $k$  Aufträge im System
- $E[N_w]$        mittlere Warteschlangenlänge
- $E[N]$         mittlere Auftragsanzahl im System
- $E[W]$         mittlere Wartezeit eines Auftrages bis zur Bedienung
- $E[V]$         mittlere Verweilzeit eines Auftrags im System
- $E[A] = 1/\lambda$    mittlerer Ankunftsabstand von Aufträgen
- $E[B] = 1/\mu$    mittlere Bedienzeit von Aufträgen
- $P_m$         Wartewahrscheinlichkeit

Wie auch im G/G/1-Modell gibt es für dieses Modell nur Approximationen für die mittlere Wartezeit  $E[W]$ . Die Verteilung der Zwischenankunftszeit ist exponentiell verteilt und die Bedienzeiten können beliebig verteilt sein. Die Erfahrung hat gezeigt: Je kleiner der Variationskoeffizient  $VK[B]$  ist, desto näher liegen exakter Wert und Approximation zusammen.

Für dieses Modell werden folgende Eingangsparameter und Formeln benötigt:

Auslastung:	$\rho = \frac{\lambda}{m \cdot \mu}$
Wartewahrscheinlichkeit:	$P_m = \frac{(m \cdot \rho)^m}{m!(1-\rho)} \cdot \pi_0$
Wartewahrscheinlichkeit (Approximation):	$P_m \approx \begin{cases} \frac{\rho^m + \rho}{2}, & \rho > 0.7, \\ \rho^{\frac{m+1}{2}}, & \rho < 0.7. \end{cases}$
Approximation E[W] von Allen-Cunneen (exakt für M/M/m und M/G/1):	$E[W] \approx \frac{P_m / \mu}{1-\rho} \cdot \frac{(1+VK^2[B])}{2 \cdot m}$
Approximation E[W] von Cosmetatos [CG76]:	$E[W] \approx VK^2[B] \cdot E[W]_{M/M/m} + (1-VK^2[B]) \cdot E[W]_{M/D/m} \quad \text{mit}$ $E[W]_{M/D/m} = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{nc_{Dm}} \cdot E[W]_{M/M/m} \quad \text{und}$ $nc_{Dm} = \left( 1 + (1-\rho)(m-1) \frac{\sqrt{4+5 \cdot m} - 2}{16 \cdot \rho \cdot m} \right)^{-1}$
Approximation E[W] von Tijms [TH86, BCH79]:	$E[W] = \left( (1-\rho) \cdot \gamma_1 \cdot m + \frac{\rho}{2} (VK^2[B] + 1) \right) \cdot E[W]_{M/M/m} \quad \text{mit}$ $\gamma_1 = \frac{1-VK^2[B]}{m+1} + \frac{VK^2[B]}{m}$
Berechnung von E[V], E[N] und E[NW] mit Little's Theorem:	$E[N] = \left( E[W] + \left( \frac{1}{\mu} \right) \right) \cdot \lambda, \quad E[V] = \frac{E[N]}{\lambda},$ $E[N_w] = E[W] \cdot \lambda$

Tabelle 6.14.2.2:  
Formelgrundlagen zum Modell M/G/m [CG76, BG89, BGMT98, MCB07]

### 6.14.3 Modellierung mit M/M/m vs. M/G/m (grafischer Vergleich)

Die Bedienraten / Bedienzeiten im M/G/m-Modell sind beliebig verteilt (somit auch die Auslastung). Bekannt ist nur

$$VK[B] (C_B^2)$$

Variationskoeffizient der Bedienrate = 1,06 [ ]

Mit Hilfe des Analysewerkzeugs „Queueing Modeling Toolbox“ der Universität Duisburg-Essen [MCB07], entworfen und implementiert im Rahmen eines Projektseminars im dortigen Fachgebiet Systemmodellierung bei Prof. Dr. B. Müller-Clostermann, konnte mathematisch wie grafisch aus den in QAMS gemessenen stochastischen Werten ein analytischer Leistungsvergleich auf Basis der möglichen Modellierungen M/M/4 bzw. M/G/4 erstellt werden (4 Server,  $VK[B]^2=1,14$  [ ]).

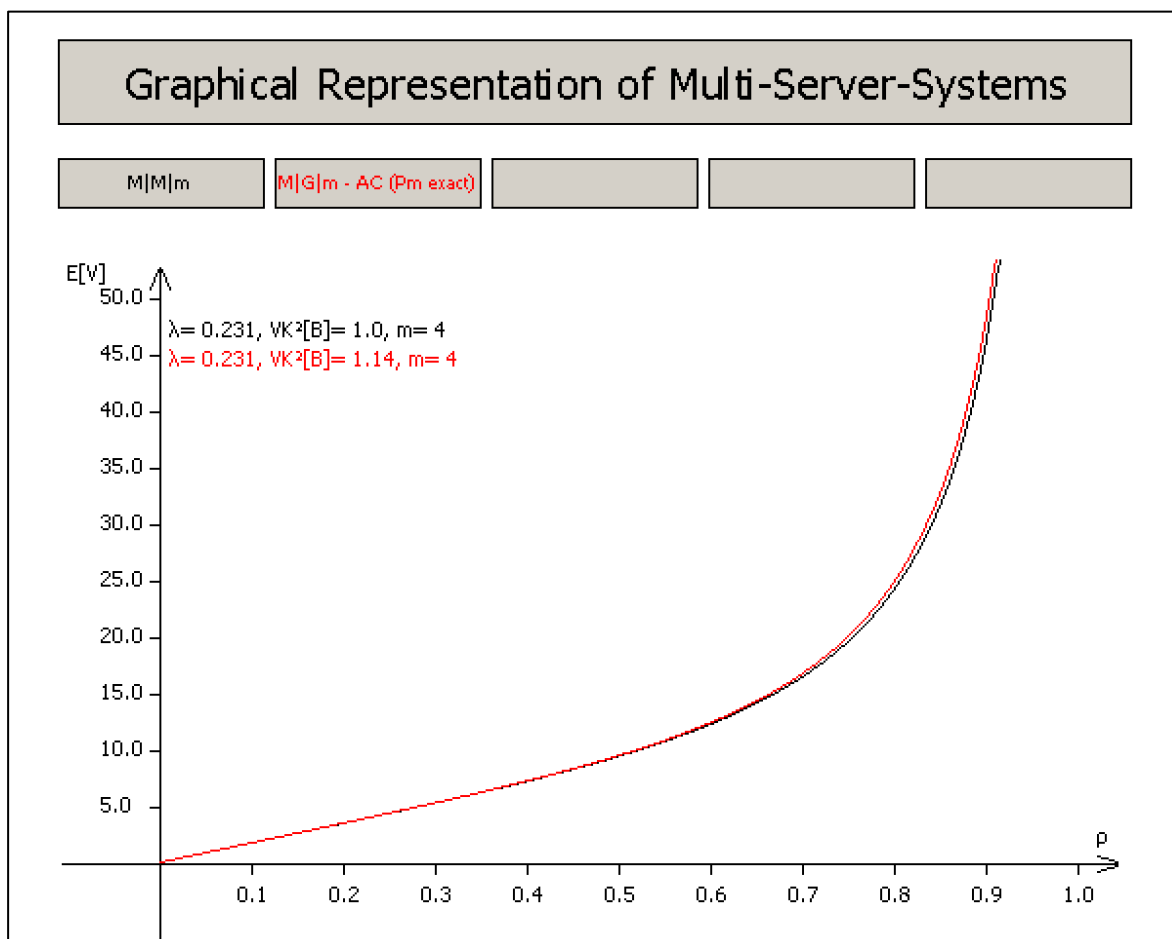


Abbildung 6.14.3.1:

$E[V]$  = mittlere Verweilzeit eines Auftrags im System (Einheit [Minuten])  
Vergleich der Modelle M/M/m vs. M/G/m [Toolbox, MCB07]

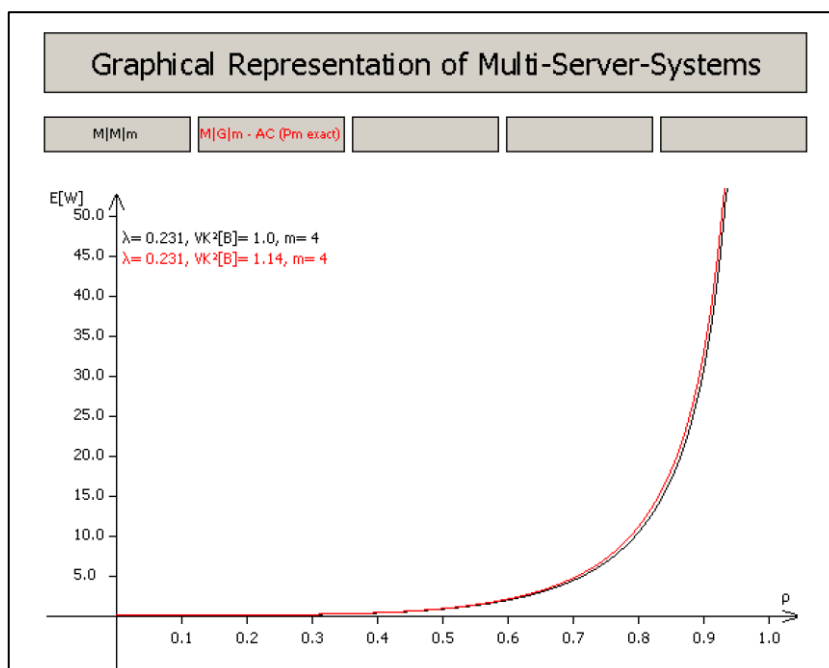


Abbildung 6.14.3.2:

$E[W]$  = mittlere Wartezeit eines Auftrages bis zur Bedienung (Einheit [Minuten])  
 Vergleich der Modelle M/M/m vs. M/G/m [Toolbox, MCB07]

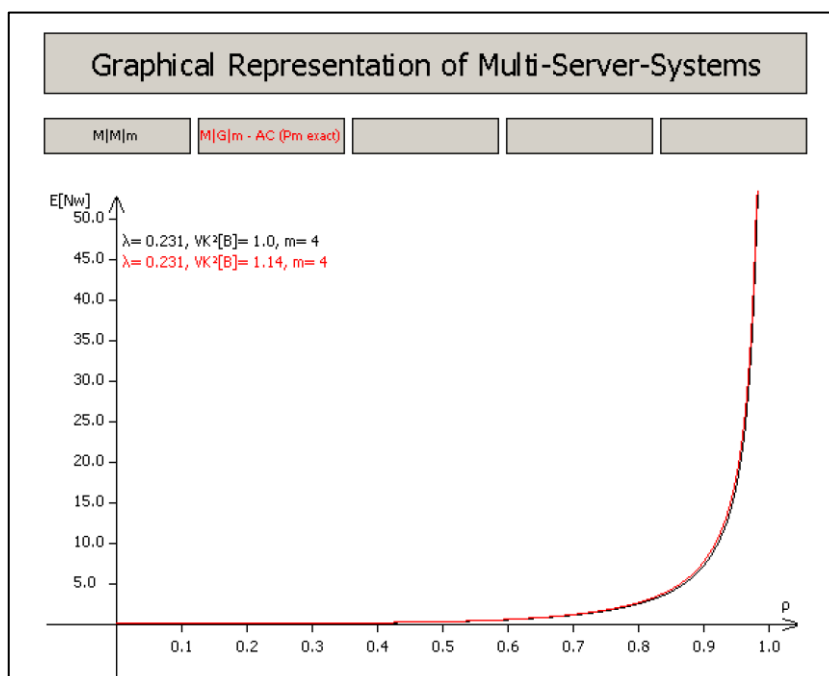


Abbildung 6.14.3.3:

$E[Nw]$  = mittlere Warteschlangenlänge (Einheit [Personen])  
 Vergleich der Modelle M/M/m vs. M/G/m [Toolbox, MCB07]

Ergebnis: Die Grafen der berechneten Größen  $E[V]$ ,  $E[W]$ ,  $E[Nw]$ , jeweils nach den Modellen M/M/4 bzw. M/G/4 ermittelt, sind grafisch subjektiv deckungsgleich.

#### 6.14.4 Modellierung mit M/M/m vs. M/G/m (analytischer Vergleich)

Die Stabilitätsbedingung  $\rho \geq 1$  impliziert: Anzahl der Server (Bedienstationen)  $\geq 4$

Die Leistungsmessung in Abhängigkeit der Größe „Anzahl der Server“ ergibt folgende Werte (Anzahl der Bedienstationen: 4):

### Performance Measures for a M|M|m - System

*Precondition:  $\lambda < m\mu$  so the underlying CTMC is ergodic and hence the queueing system is stable.*

**Input values:**

Arrival Rate $\lambda$ :	0,231
Service Rate $\mu$ :	0,072
Number Of Servers m:	4

Hint:  
The precondition is checked by the program and in case of need the service rate  $\mu$  will be raised.

**Output values:**

Utilization (individual server) $\rho$ :	0.8021
Waiting Probability $P_m$ :	0.6002
Mean Response Time $E[V]$ :	24.4185
Mean Number Of Jobs In System $E[N]$ :	5.6407
Mean Waiting Time $E[W]$ :	10.5296
Mean Queue Length $E[N_w]$ :	2.4323

### Performance Measures for a M|G|m - System

*Precondition:  $\lambda < m\mu$  so the underlying CTMC is ergodic and hence the queueing system is stable.*

**Input values:**

Arrival Rate $\lambda$ :	0,231
Service Rate $\mu$ :	0,072
Number Of Servers m:	4
Coefficient Of Variation $VK[B]$ :	1,066

Hint:  
The precondition is checked by the program and in case of need the service rate  $\mu$  will be raised.  $P_m$  will be computed exact and with a approximation from Bolch.

**Output values:**

Utilization (individual server) $\rho$ :	0.8021
Waiting Probability $P_m$ / $P_m$ (approx.):	0.6002   0.608
Mean Response Time $E[V]$ :	25.133
Mean Number Of Jobs In System $E[N]$ :	5.8057
Mean Waiting Time $E[W]$ :	11.2441
Mean Queue Length $E[N_w]$ :	2.5974

**Approximations:**

In a M|G|m - System for  $E[V]$ ,  $E[N]$ ,  $E[W]$  and  $E[N_w]$  only approximate formuale are known.

Allen-Cunneen

Abbildung 6.14.4.1: Leistungsmessung im Vergleich (M/M/m vs. M/G/m)  
[Toolbox, MCB07]



Messungen / Berechnungen der diversen quantitativen Kenngrößen für die beiden Modelle M/G/m bzw. M/M/m erlauben den Schluss, dass mit dem Ergebnis einer transparenteren Berechenbarkeit des M/M/m-Modells diese Approximation zulässig ist.

	M/M/4	M/G/4	M/M/5	M/G/5	M/M/6	M/G/6
Ankunftsrate	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231	0,231
Service rate	0,0723	0,0723	0,0723	0,0723	0,0723	0,0723
Anzahl der Bedienstationen	4	4	5	5	6	6
VK[B]	1,00	1,066	1,00	1,066	1,00	1,066
Auslastung der Bedienstation	0,80	0,80	0,64	0,64	0,63	0,53
mittlere Verweilzeit im System E[V]	24,42	25,13	16,14	16,3	14,5	14,57
Anzahl der Aufträge im System E[N]	5,64	5,80	3,73	3,76	3,4	3,4
mittlere Wartezeit E[W] [Minuten]	10,53	11,24	2,3	2,4	0,64	0,68
mittlere Warteschlangenlänge [Personen]	2,43	2,6	0,52	0,56	0,15	0,15

Tabelle 6.14.4.1: Quantitativer Vergleich der Modelle M/G/m vs. M/M/m

## 6.15 Projektphase-4 (Analyse des Warteprozesses)

### Evaluationsstrategie / Evaluationsziel:

Bevor im Modellierungsprozess als Zielvorgabe eine mittlere Wartezeit angenommen bzw. definiert werden kann, werden in einer Voruntersuchung die harten Zahlen des Warteprozesses berechnet.

### 6.15.1 Beschreibung des Warteprozesses (wochentagesvariant)

#### Evaluationsphase 6.15.1:

Getrennt für die fünf Wochentage werden tageszeitvariant die Wartezeiten nach drei deskriptiven Größen ermittelt (s. Abb. 6.15.1.1 bis 6.15.1.5). Als Vergleich wird das tageszeitinvariante Tagesmittel dargestellt:

- Wartezeit: Mittelwert
- Wartezeit: Median
- Wartezeit: 90%-Quantil
- Wartezeit: Tagesmittel (tageszeitinvariant)

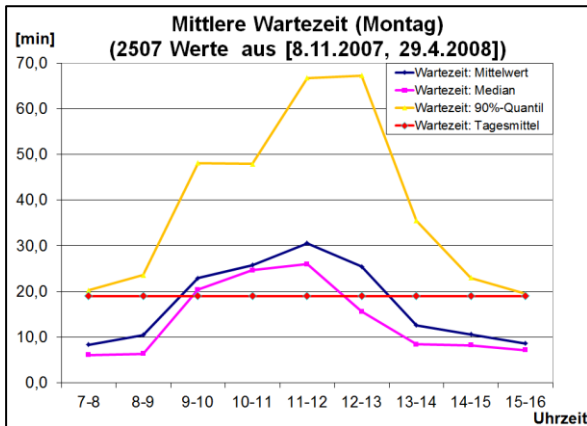


Abbildung 6.15.1.1:  
Mittlere Wartezeit am Montag

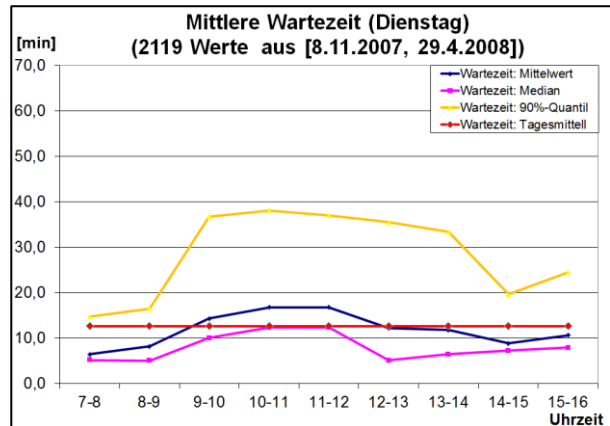


Abbildung 6.15.1.2:  
Mittlere Wartezeit am Dienstag

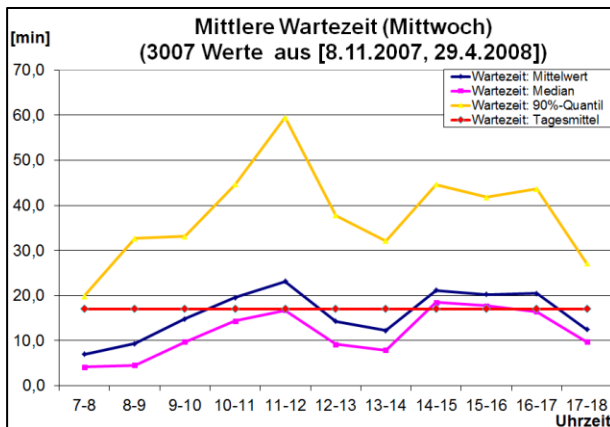


Abbildung 6.15.1.3:  
Mittlere Wartezeit am Mittwoch

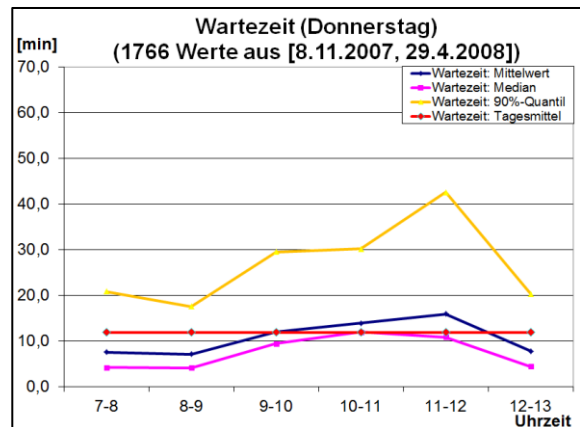


Abbildung 6.15.1.4:  
Mittlere Wartezeit am Donnerstag

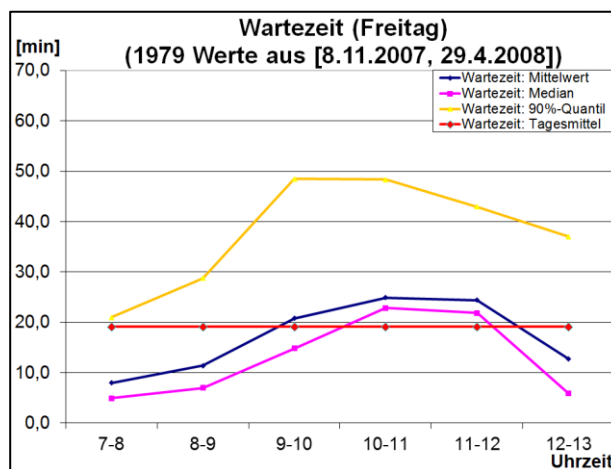


Abbildung 6.15.1.5:  
Mittlere Wartezeit am Freitag

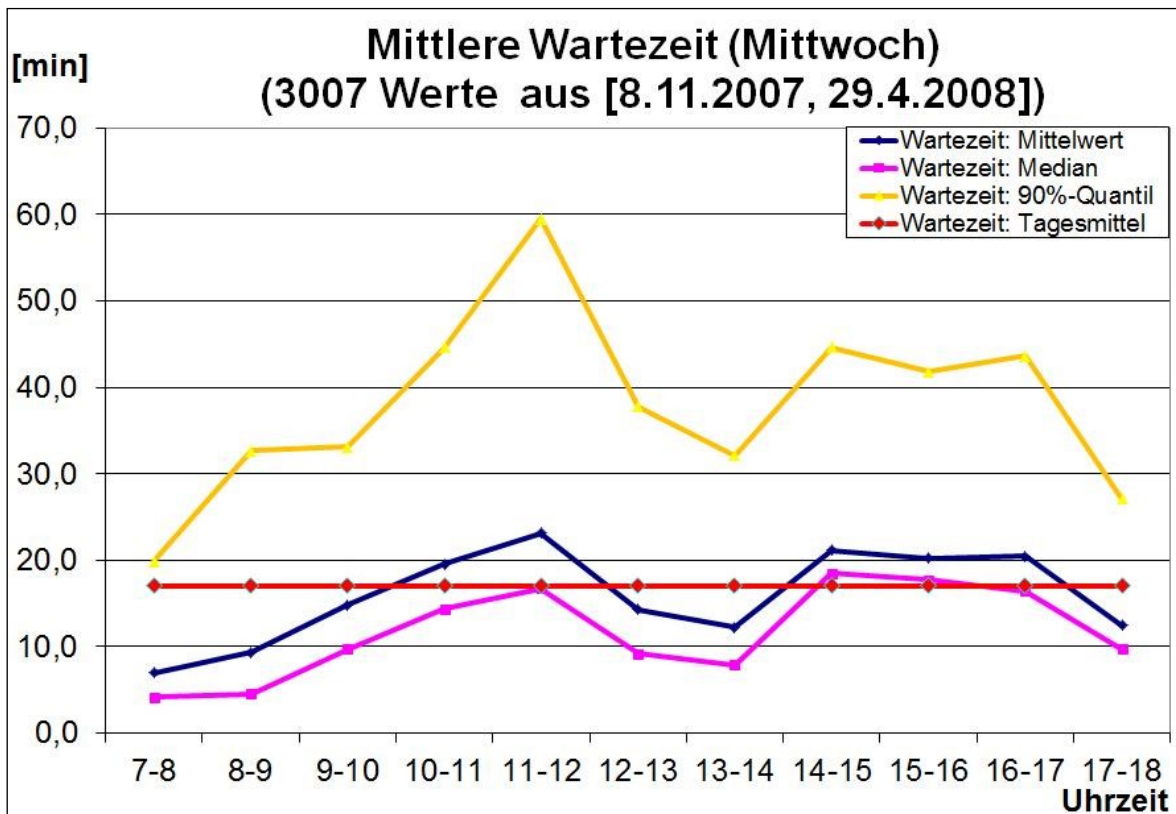


Abbildung 6.15.1.3: Mittlere Wartezeit am Mittwoch (Zoom)

### 6.15.2 M/M/m: Wartezeit-Wahrscheinlichkeitsverteilung

#### Evaluationsphase 6.15.2:

Berechnung der Wartezeit-Wahrscheinlichkeitsverteilung auf Basis des modellierten M/M/m-Systems (tageszeitvariante Bedienraten).

Da jeder einzelne Bedienprozess sich als Poissonprozess darstellt, ist somit auch der Gesamtprozess als Poissonprozess zu interpretieren.

Nach Little ist somit auch der Warteprozess (Eintritt in den Warteraum) ein Poissonprozess. Seine Dichte ist durch die Exponentialfunktion beschreibbar. Sie ist nur definiert durch den Mittelwert der Wartezeit. Für jeden Zeitpunkt  $t$  hängt die noch verbleibende Wartezeit nicht von der bereits bis  $t$  verstrichenen Wartezeit ab.

Die Exponential-Verteilung mit Parameter  $\alpha$  modelliert die Lebensdauer von Objekten mit konstanter Ausfallrate bzw. konstanter Ereignisdauer. Ihre Dichte ist gegeben als

$$f(x) = \alpha * \exp(-\alpha * x), x \geq 0 \text{ und } \alpha > 0$$

Die Verteilungsfunktion (Wartezeit-Wahrscheinlichkeitsverteilung) ergibt sich als Integration der Dichtefunktion zu:

$$W(t) = 1 - \rho * \exp(-(\mu - \lambda) * t) = 1 - \rho * \exp(-\mu * (1 - \rho) * t)$$

- mit Auslastung:  $\rho = \lambda / \mu$
- mit Bedienrate:  $\mu = \text{Bedienungen} / dt$
- mit Ankunftsrate:  $\lambda = \text{Ankünfte} / dt$

Die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Wartezeiten je M/M/m-Modell im Stundenraster, modelliert für das Bedienverhalten an „Montagen“, zeigt folgende grafische Strukturen:

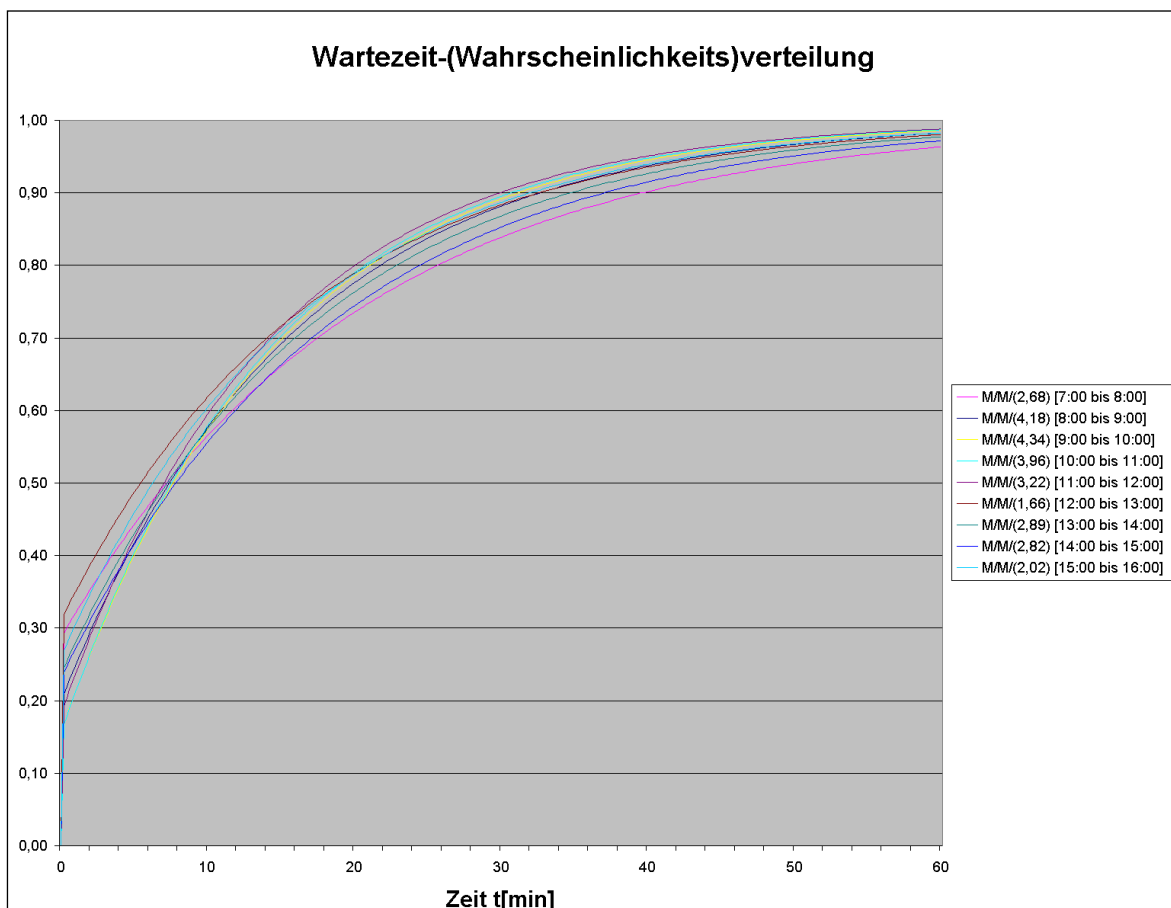


Abbildung 6.15.2.1: Wahrscheinlichkeit der Wartezeit [min] am Montag in Abhängigkeit der Tageszeit

## 6.16 Projektphase-5 (dedizierte Wartezeit als Sollvorgabe)

**Evaluationsstrategie / Evaluationsziel:**

Im Abschlussbericht des *Deutschen Forschungsinstituts für öffentliche Verwaltung Speyer* (2006) wird als Ergebnis von Untersuchungen aufgezeigt, dass „die Zufriedenheit der Kundinnen und Kunden signifikant abnahm, wenn die Wartezeit länger als 10 Minuten betrug“ [KL06].

**Evaluationsphase 6.16 (Zieldefinition für QAMS):**

Aus der Vorgabe, dass eine definierte mittlere Wartezeit  $E[W]$  angenommen wird, soll die Anzahl der parallelen „Human Server“ HSi im Umkehrschluss ermittelt werden.

## 6.16.1 Ankunftsprozess als Spline

Inwieweit der Ankunftsprozess als stationär angenommen werden kann, zeigen folgende Auswertungsergebnisse in Tabellen- bzw. Grafendarstellung:

Der Ankunftsstrom (Anzahl der Tickets je Zeitintervall) zeigt folgendes, auf eine Stunde gerastertes Verhalten:

Zeitfenster	MO	MO	DI	DI	MI	MI	DO	DO	FR	FR
	$\Sigma$	$\Sigma / 21$	$\Sigma$	$\Sigma / 22$	$\Sigma$	$\Sigma / 23$	$\Sigma$	$\Sigma / 25$	$\Sigma$	$\Sigma / 24$
07:00 - 07:59	182	8,67	153	6,95	151	6,57	155	6,20	202	8,42
08:00 - 08:59	331	15,76	249	11,32	247	10,74	249	9,96	315	13,13
09:00 - 09:59	470	22,38	354	16,09	375	16,30	383	15,32	473	19,71
10:00 - 10:59	445	21,19	376	17,09	418	18,17	447	17,88	455	18,96
11:00 - 11:59	360	17,14	342	15,55	290	12,61	388	15,52	398	16,58
12:00 - 12:59	172	8,19	143	6,50	167	7,26	171	6,84	184	7,67
13:00 - 13:59	220	10,48	165	7,50	226	9,83	3	0,12	1	0,04
14:00 - 14:59	264	12,57	266	12,09	325	14,13	0	0,00	0	0,00
15:00 - 15:59	222	10,57	220	10,00	349	15,17	2	0,08	0	0,00
16:00 - 16:59	1	0,05	2	0,09	362	15,74	0	0,00	0	0,00
17:00 - 17:59	0	0,00	0	0,00	223	9,70	0	0,00	0	0,00
Summen	2667		2270		3133		1798		2028	

Tabelle 6.16.1.1: Ankunftsstrom (Anzahl der Tickets je Zeitintervall, pro Wochentag)

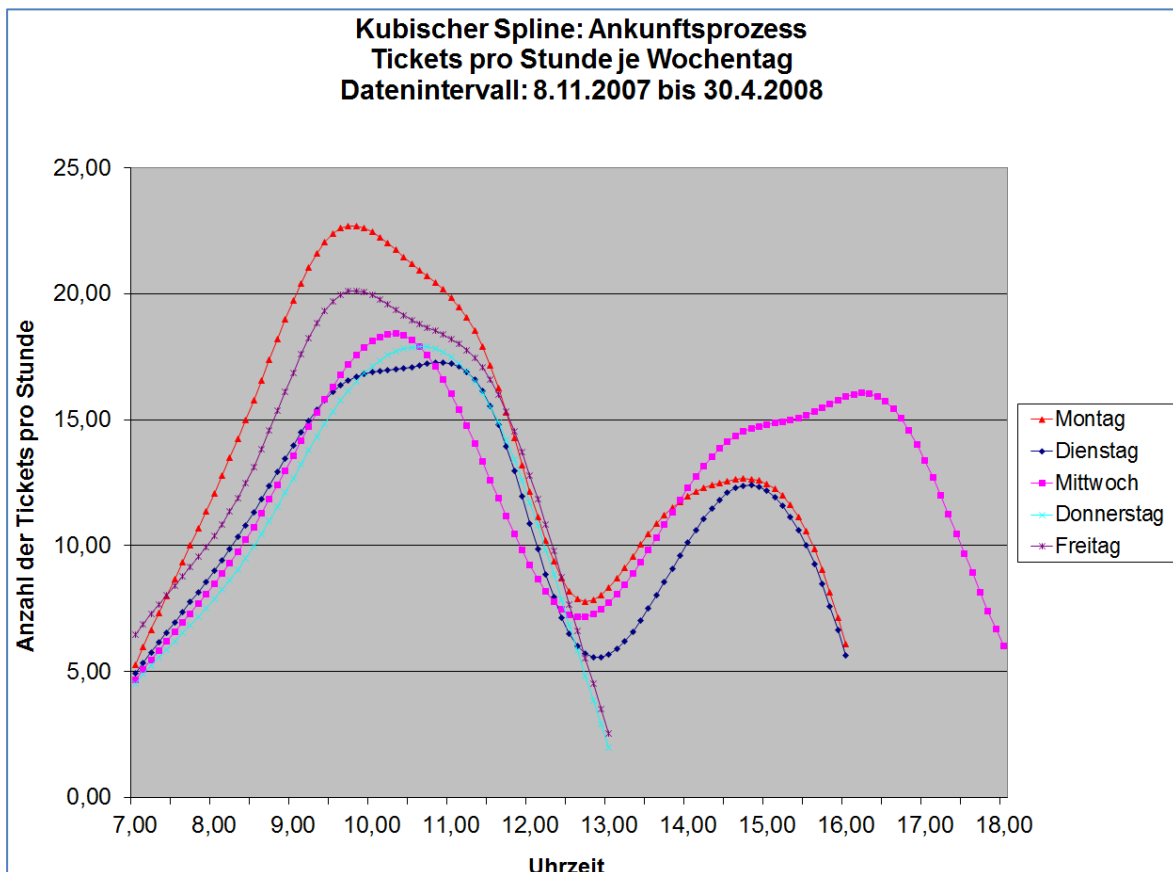


Abbildung 6.16.1.1: Kubischer Spline zum Ankunftsprozess  
Anzahl der Tickets je Stunde pro Wochentag  
„BDE008-Ankunftsprozess Tickets pro Stunde pro Tag (Spline) 8.11.2007 bis  
30.4.2008.xls“

Ergebnis:

Ein realistisches Warteschlangenmodell bezüglich des Ankunftsprozesses respektive der intendierten Evaluation muss von einem Modell ausgehen, das tageszeiten- sowie wochentagesvariant ist!

#### 6.16.2 Modellierung M/M/m(t) bei $E[W] := 10$ [min], $\lambda := 260$ [sek] (Mittelwert)

##### Evaluationsphase 6.16.2:

Die Modellierung sowie die referenzierten Algorithmen werden auf folgende Zielvorgaben ausgerichtet:

Die Ankunftsrate  $\lambda$  wird im Stundenintervall als konstant angenommen. Es wird der Mittelwert bezüglich der deskriptiven Statistik von  $\lambda$  im Modell eingesetzt.

Aus der Vorgabe, dass sich aus der M/M/m-Modellierung eine mittlere Wartezeit  $E[W]$  von 10 Minuten errechnet, wird die Anzahl der parallelen Bedienstationen  $m$  ermittelt.

Bei einem M/M/m-Modell wird von  $m$  parallel arbeitenden Bedienern ausgegangen. Jeder dieser  $m$  Bediener arbeitet mit derselben Rate  $\mu$ .

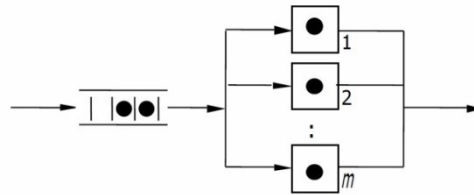


Abbildung 6.16.2.1: M/M/m-Modell [HHU05]

Befinden sich  $m$  oder mehr Aufträge ( $j$ ) im betrachteten WS-System ( $j \geq m$ ), so sind alle Bediener aktiv und besitzen eine gemeinsame Abfertigungsrate von  $m \cdot \mu$ .

Sind weniger als  $m$  Aufträge in der Station ( $j < m$ ), so werden alle diese Aufträge gerade bearbeitet, d. h.,  $j$  Bediener sind aktiv und besitzen eine gemeinsame Abfertigungsrate von  $j \cdot \mu$ .

- Die Bearbeitungsrate der M/M/m-Station ist demnach zustandsabhängig:

$$\mu(j) = \begin{cases} j \cdot \mu, & \text{falls } j < m \\ m \cdot \mu, & \text{falls } j \geq m \end{cases}$$

- Dies führt zum folgenden Zustandsübergangsdiagramm



Abbildung 6.16.2.2: Bearbeitungsrate der M/M/m-Station [HHU05]

Die Interpolation der im Stundenraster konstanten M/M/m-Modellierung durch einen kubischen Spline ergibt eine entsprechende *glatte* Funktion  $m(t): t \rightarrow \mathbb{R}$ . Jedem Zeitpunkt  $t$  der Modellierung wird ein reeller Wert  $m \in \mathbb{R}$  zugeordnet. Im Vorgriff auf einen Dienstplan ergeben sich die Integerwerte für  $m$  durch die ganzzahlige Rundung (Aufrundung).

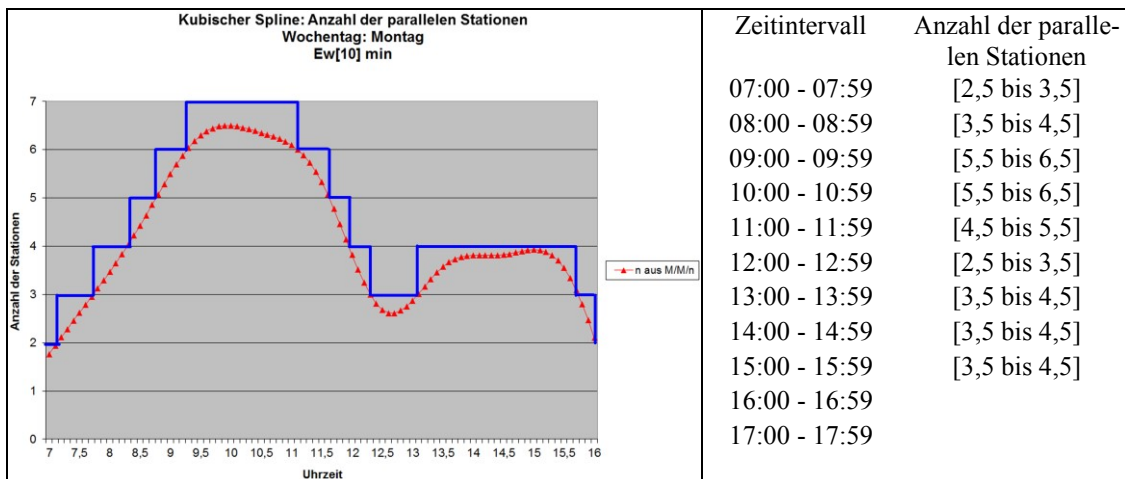


Abbildung 6.16.2.3: Montag. Anzahl der notwendigen parallelen Stationen für die Vorgabe am Montag:  $E[W] := 10$  [min] (=“Ew[10] min“). Ankunftsrate  $\lambda$  als Mittelwert (Spline-Interpolation, Integerrundung)

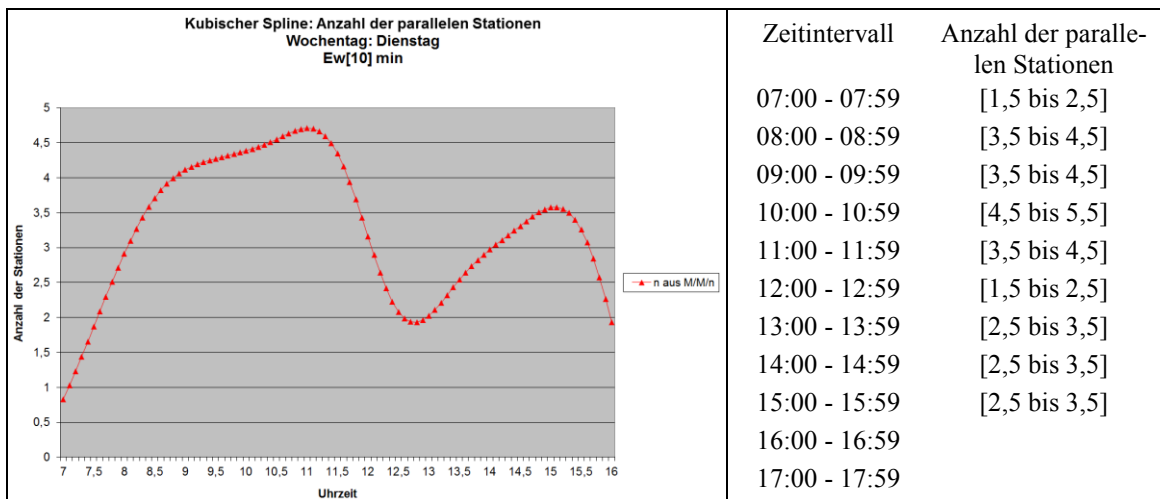


Abbildung 6.16.2.4: Dienstag. Anzahl der notwendigen parallelen Stationen für die Vorgabe am Dienstag:  $E[W] := 10$  [min]. Ankunftsrate  $\lambda$  als Mittelwert (Spline)

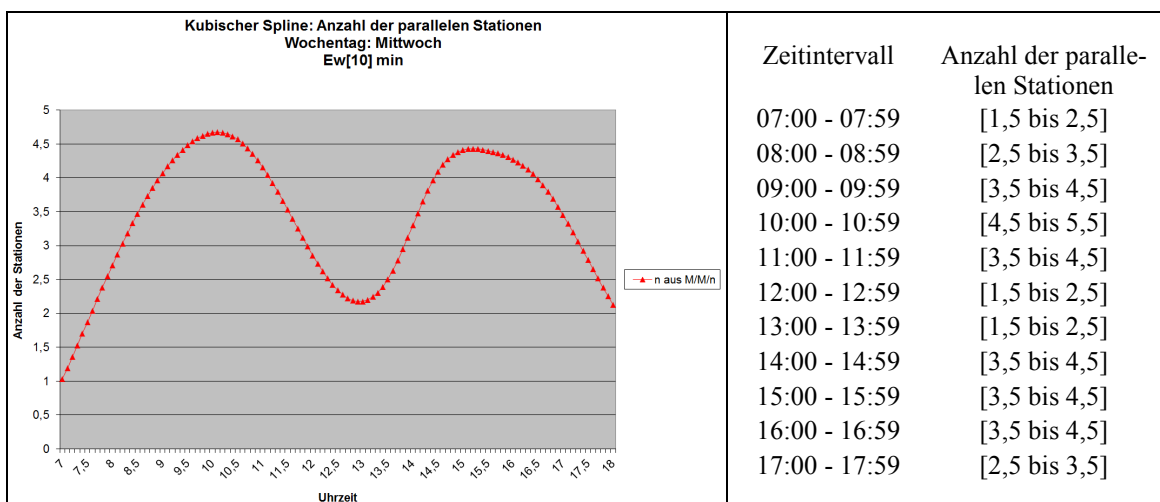


Abbildung 6.16.2.5: Mittwoch. Anzahl der notwendigen parallelen Stationen für die Vorgabe am Mittwoch:  $E[W] := 10$  [min]. Ankunftsrate  $\lambda$  als Mittelwert (Spline)



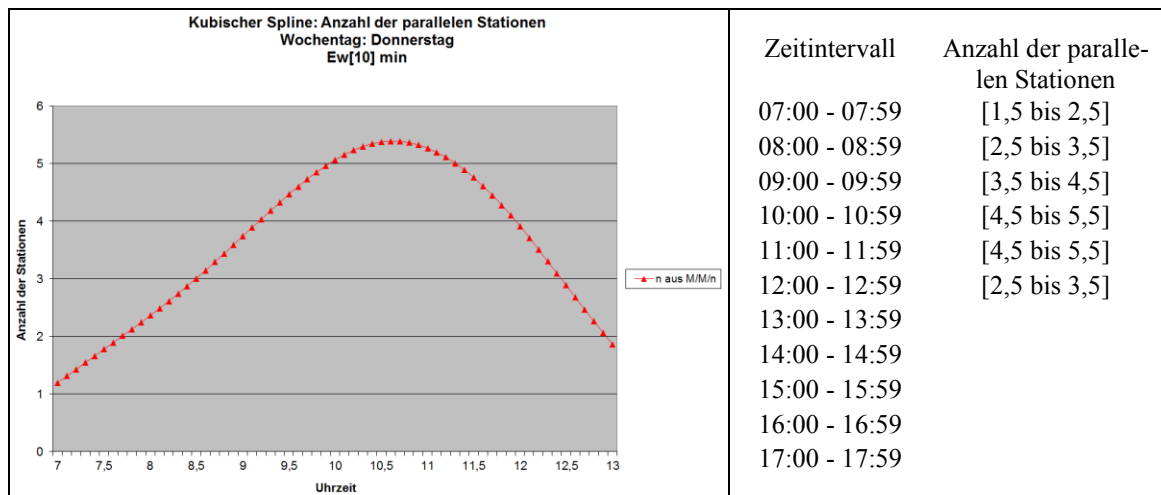


Abbildung 6.16.2.6: Donnerstag. Anzahl der notwendigen parallelen Stationen für die Vorgabe am Donnerstag:  $E[W] := 10$  [min]. Ankunftsrate  $\lambda$  als Mittelwert (Spline)

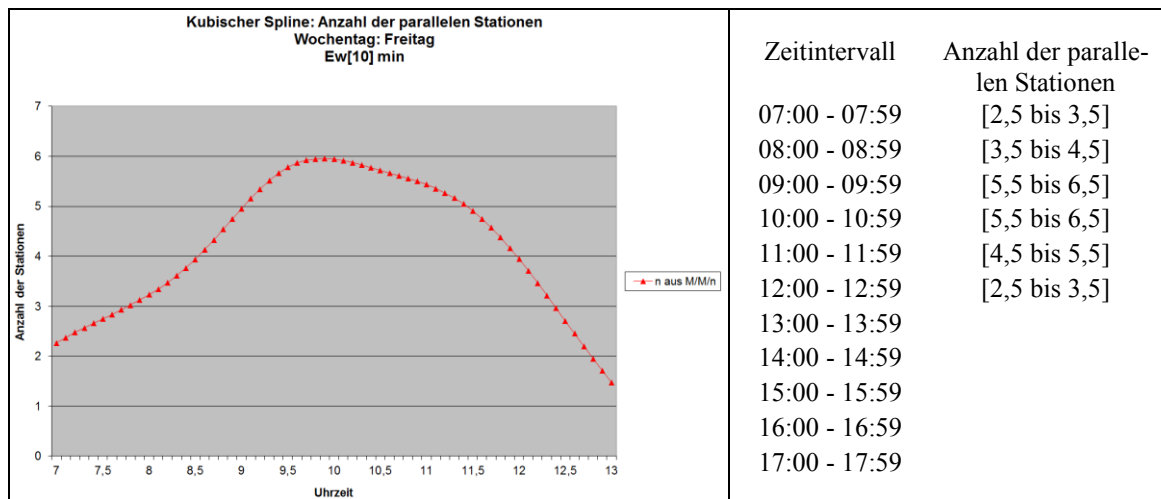


Abbildung 6.16.2.7: Freitag. Anzahl der notwendigen parallelen Stationen für die Vorgabe am Freitag:  $E[W] := 10$  [min]. Ankunftsrate  $\lambda$  als Mittelwert (Spline)

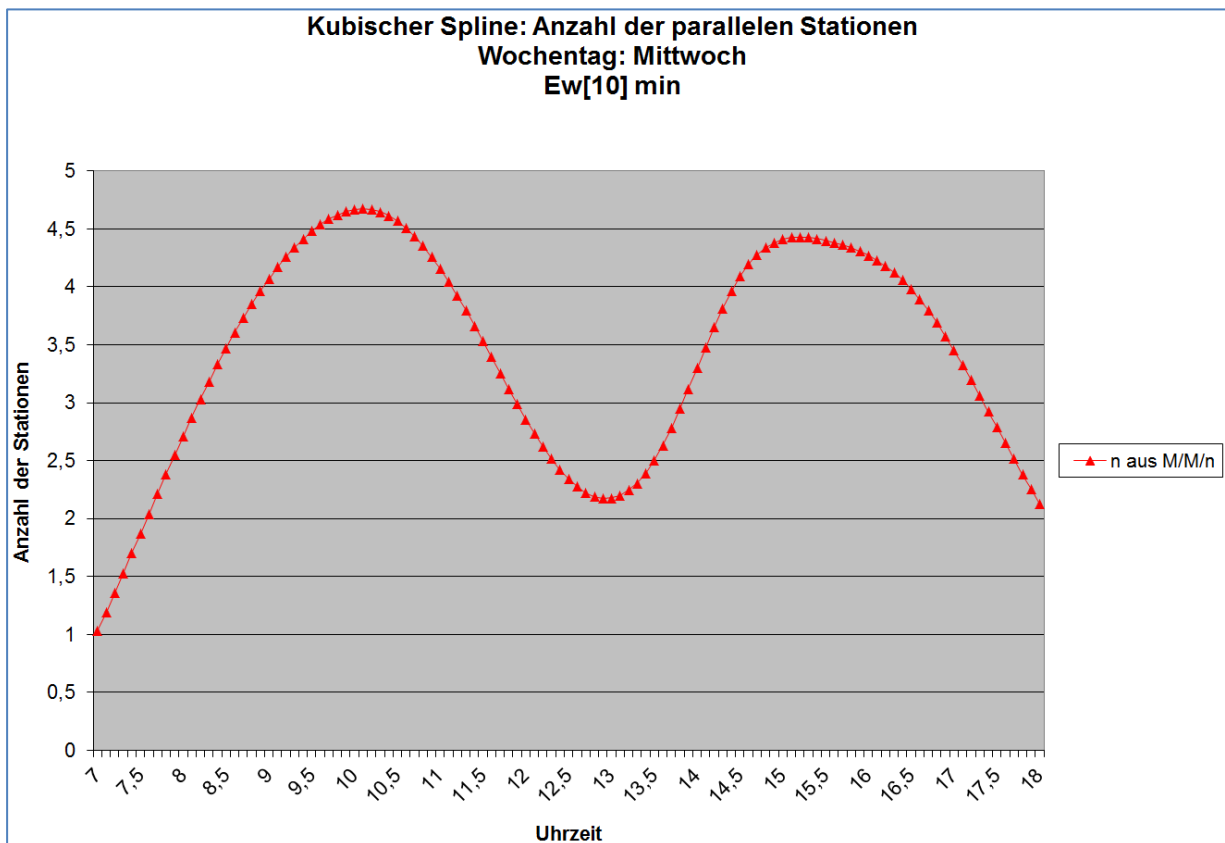


Abbildung 6.16.2.8: Mittwoch (Zoom). Anzahl der notwendigen parallelen Stationen für die Vorgabe am Mittwoch:  $E[W] := 10$  [min]. Ankunftsrate  $\lambda$  als Mittelwert (Spline, ohne Integerrundung)

„BDE030-1 Poissonstrom 3MI MMn 10min Spline.xls“

### 6.16.3 Modellierung M/M/m(t) bei $E[W] := 10$ [min], $\lambda := 163$ [sek] (Medianwert)

#### Evaluation / Qualitätskontrolle / **Evaluationsphase 6.16.3:**

Im Rahmen der Qualitätskontrolle wurde durch Gegenkontrolle der gemessenen Werte mit den berechneten Werten nachgewiesen, dass für die Bedienzeit anstelle des Mittelwertes der Medianwert (50% Quantil, Zentralwert) zu verwenden ist. Die Modellierung mit M/M/m(t), in der der Koeffizient  $\lambda$  als Mittelwert gesetzt wird, zeigt sich einerseits im Feldversuch stabil gegenüber Ausreißern im Ankunftsparameter, andererseits operiert sie im praktischen Normalbetrieb überdimensioniert.

In der Stochastikliteratur wird der Medianwert als invariant gegenüber Ausreißern beschrieben! Er eignet sich gut als Lageparameter für nicht normalverteilte Grundgesamtheiten [WM10, HN08]. Analog zu den Aussagen in Kapitel 6.16.2. ergibt die Modellierung mit dem als Medianwert definierten  $\lambda$  wie folgt:

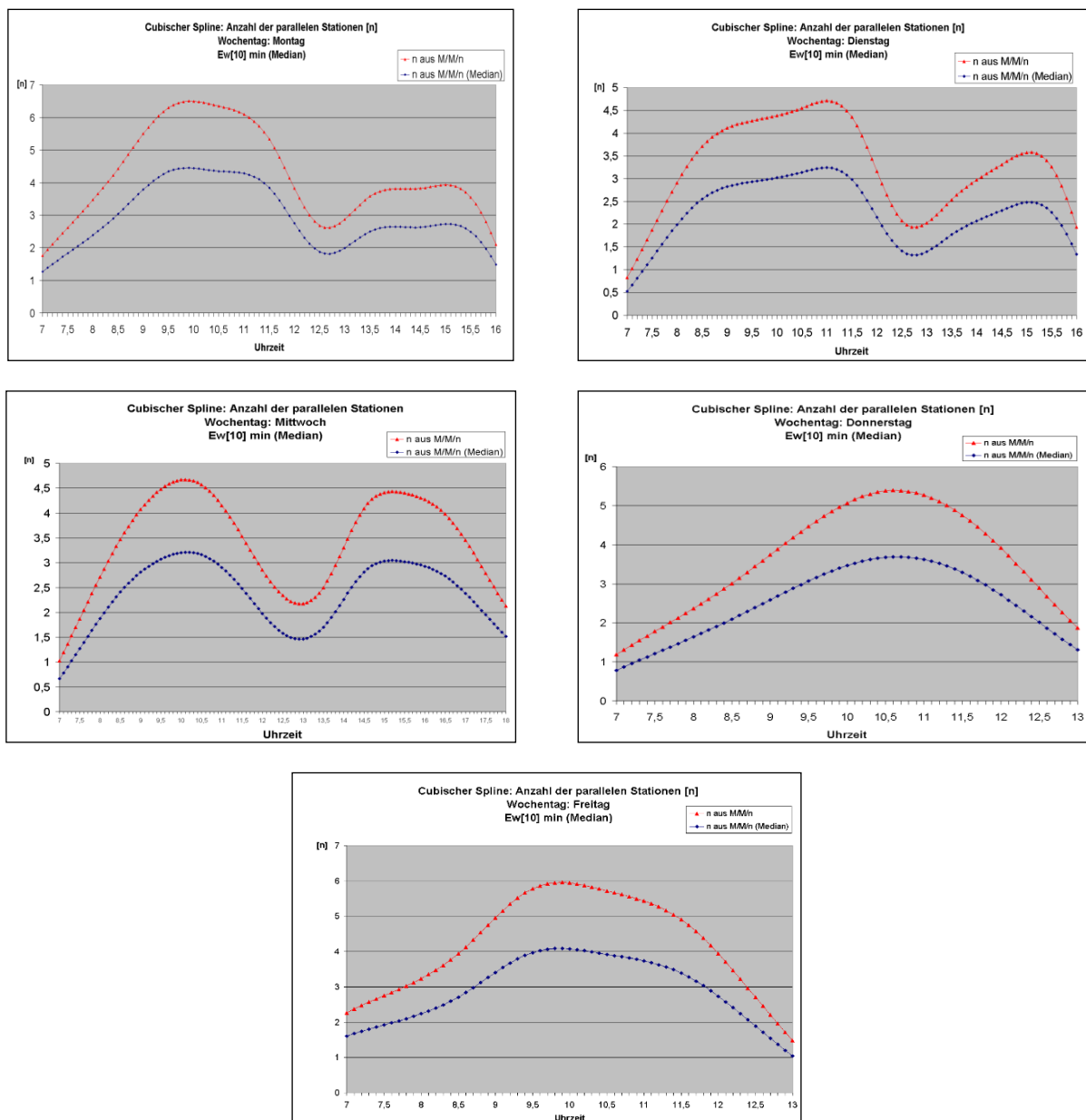


Abbildung 6.16.3.1: Anzahl der notwendigen parallelen Stationen für die Vorgabe pro Wochentag:  $E[W]=10$  [min]. Ankunftsrate  $\lambda$  als Medianwert

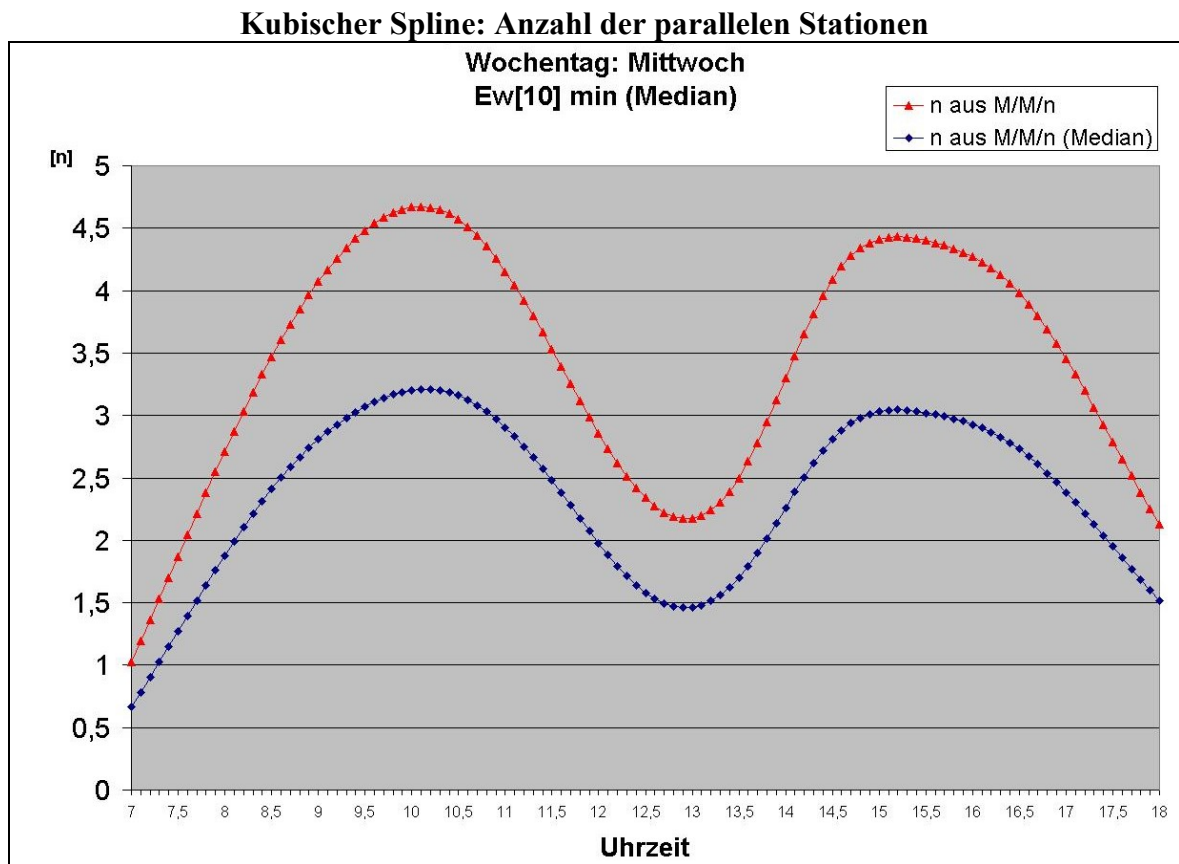


Abbildung 6.16.3.2:  
Anzahl der notwendigen parallelen Stationen für die Vorgabe pro Wochentag:  
 $E[W]=10$  [min]. Ankunftsrate  $\lambda$  als Medianwert (Zoom)

#### 6.16.4 Modellmodifikation: tageszeitabhängige Bedienrate

##### Evaluationsphase 6.16.4:

Im bisherigen Modell wurde mit tageskonstanten Bedienraten modelliert. Um die Modellierungsgranularität weiter zu verbessern, wird als weiterer Modellierungsfaktor eine tageszeitabhängige Bedienzeit integriert. Um die Aussagequalität der Stichprobe zu qualifizieren, werden die Werte aus der deskriptiven Statistik sowohl aus dem Feldversuch „8.11.2007 bis 29.1.2008: 5155 Werte“ sowie aus dem Gesamtintervall „8.11.2007 bis 30.4.2008: 11.089 Werte“ dargestellt.

deskriptive Statistik												
Bedienzeit [sek] je Tagesstunde	$\Sigma$	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
gültige Fälle	5155	221	570	811	930	891	495	257	353	350	165	91

Mittelwert [sek]	875	1149	1103	846	771	801	891	1160	928	726	810	596
Variationskoeff. [*100,%]	1,02	0,9	0,9	1,0	0,9	1,1	1,2	1,0	0,9	0,9	1,0	0,8
rel. V.koeffizient [%]	1,4	5,7	3,7	3,5	3,0	3,8	5,5	6,5	4,8	4,9	7,8	8,3
Minimum [sek]	8	59	26	23	25	26	15	23	28	20	17	22
Maximum [sek]	5378	4925	5374	5296	4061	5364	5378	5415	5203	3327	4965	2111
10. Perzentil [sek]	122	199	155	130	122	90	90	169	127	141	116	114
Median [sek]	590	889	821	592	542	523	525	697	639	491	533	459
90. Perzentil [sek]	1925	2612	2510	1769	1678	1764	2032	2915	2041	1697	1646	1289

Tabelle 6.16.4.1: Tageszeitabhängige Bedienrate (5155 Fälle)

deskriptive Statistik												
Bedienzeit [sek] bzw. [min] je Tagesstunde	$\Sigma$	07-08	08-09	09-10	10-11	11-12	12-13	13-14	14-15	15-16	16-17	17-18
gültige Fälle	11.089	557	1245	1701	1972	1892	1051	573	788	699	355	256
Mittelwert [sek]	863	1086	1074	835	762	778	855	1094	914	788	799	593
Mittelwert [min]	14,4	18,1	17,9	13,9	12,7	13,0	14,3	18,2	15,2	13,1	13,3	9,9
Variationskoeff. [*100,%]	1,0	0,8	0,9	0,9	1,0	1,1	1,2	1,0	0,9	0,9	1,0	0,8
rel. V.koeffizient [%]	1,0	3,6	2,6	2,3	2,2	2,6	3,8	4,3	3,4	3,5	5,0	4,8
Minimum [sek]	3	25	5	22	7	3	8	8	8	20	3	22
Maximum [sek]	5378	5208	5374	5296	5205	5364	5378	5251	5216	5082	4965	2504
10. Perzentil [sek]	115	196	156	138	112	84	80	151	110	133	91	124
Median [sek]	587	844	761	606	524	496	522	708	628	544	551	462
Median [min]	9,8	14,1	12,7	10,1	8,7	8,3	8,7	11,8	10,5	9,1	9,2	7,7
90. Perzentil [sek]	1910	2403	2477	1784	1677	1705	1869	2666	2066	1777	1766	1192

Tabelle 6.16.4.2: Tageszeitabhängige Bedienrate (11.089 Fälle)

### 6.16.4.1 Tageszeitabhängige Bedienrate: grafische Evaluation

Die Aussagequalität der beiden Feldversuche verdeutlicht ebenfalls die grafische Gegenüberstellung:

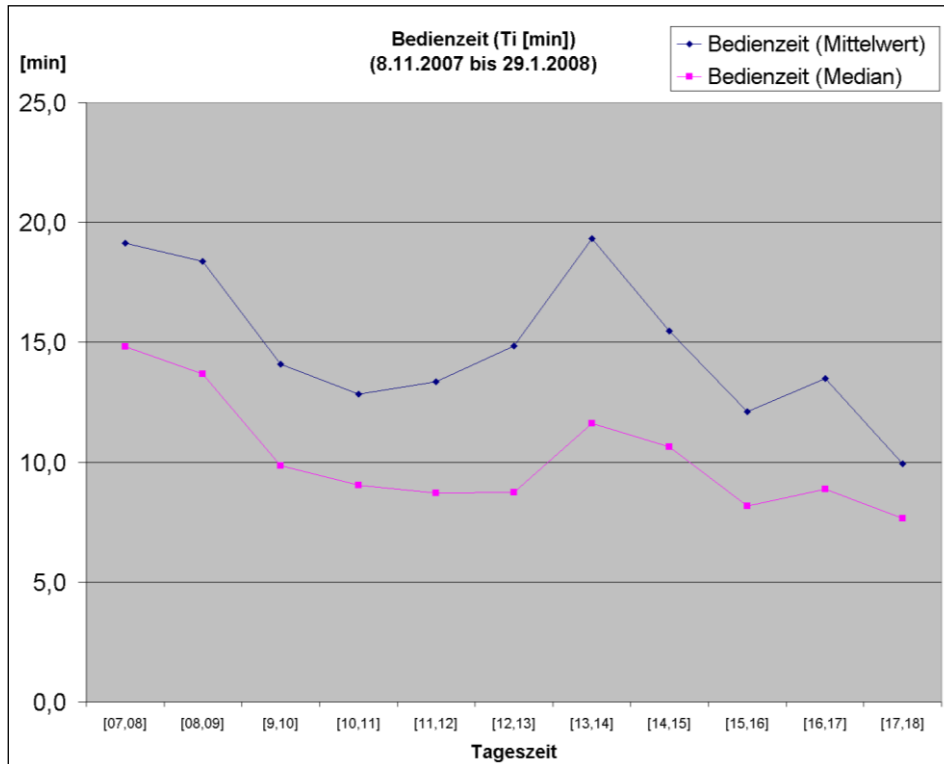


Abbildung 6.16.4.1.1: Tageszeitabhängige Bedienrate (5155 Fälle)

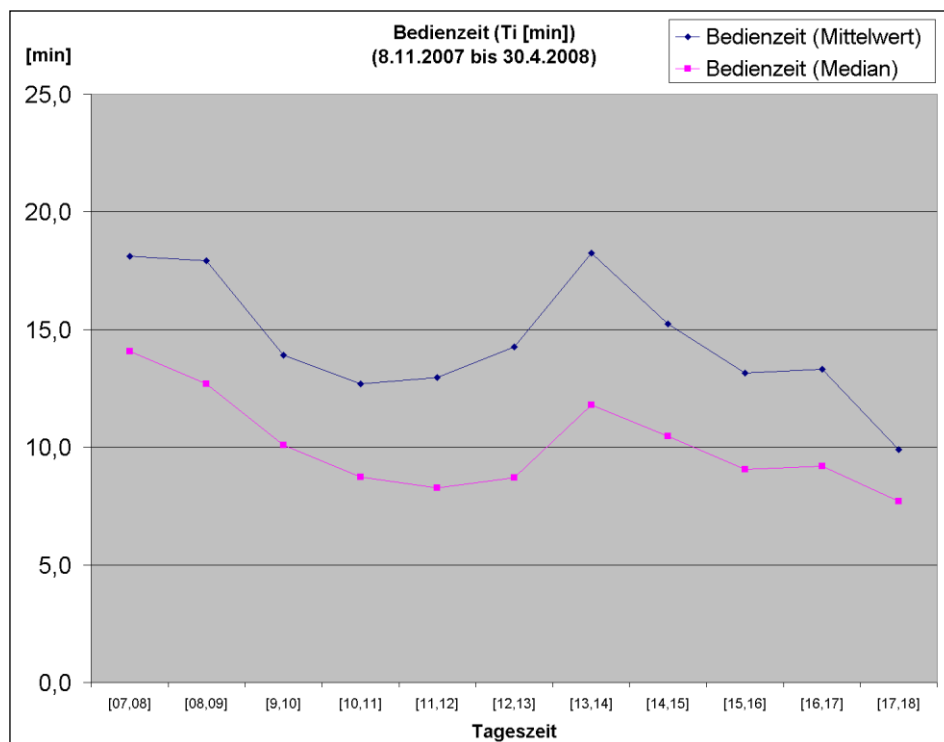


Abbildung 6.16.4.1.2: Tageszeitabhängige Bedienrate (11.089 Fälle)

6.17 Projektphase-6 (Spline-Modellierung mit M/M/m:  $\lambda$ := Median,  $\mu$ := variabel)

**Evaluationsstrategie / Evaluationsziel:**

Aus dem vorhandenen Zahlenmaterial wird durch Rückrechnung aus der Vorgabe  $E[W] := 10$  [min] die Anzahl der parallelen Serverstationen als **reelle** Zahl ermittelt. Es werden die Parameter „tageszeitabhängige Bedienrate  $\mu$ “, „ $\lambda$  als Medianwert“ berücksichtigt.

**Evaluationsphase 6.17:**

Die Adaption der analytischen Treppenfunktion durch einen *kubischen Spline* ergibt eine entsprechende glatte Funktionalität.

Abstrakt:

Hierbei handelt es sich um die Optimierung des Personaleinsatzes im Bürgerbüro Landshut unter den im Zielkonflikt stehenden Anforderungen von minimalem Personaleinsatz der Stadt und minimalen Wartezeiten der Bürger. Das Problem ist sehr ähnlich dem der Optimierung des Personaleinsatzes von POS-Stationen (Point of Sale). Die praktische Umsetzung zur Generierung eines personal- und wartezeitoptimierten Dienstplans ergibt sich aus der ganzzahligen Rundung (nach oben).

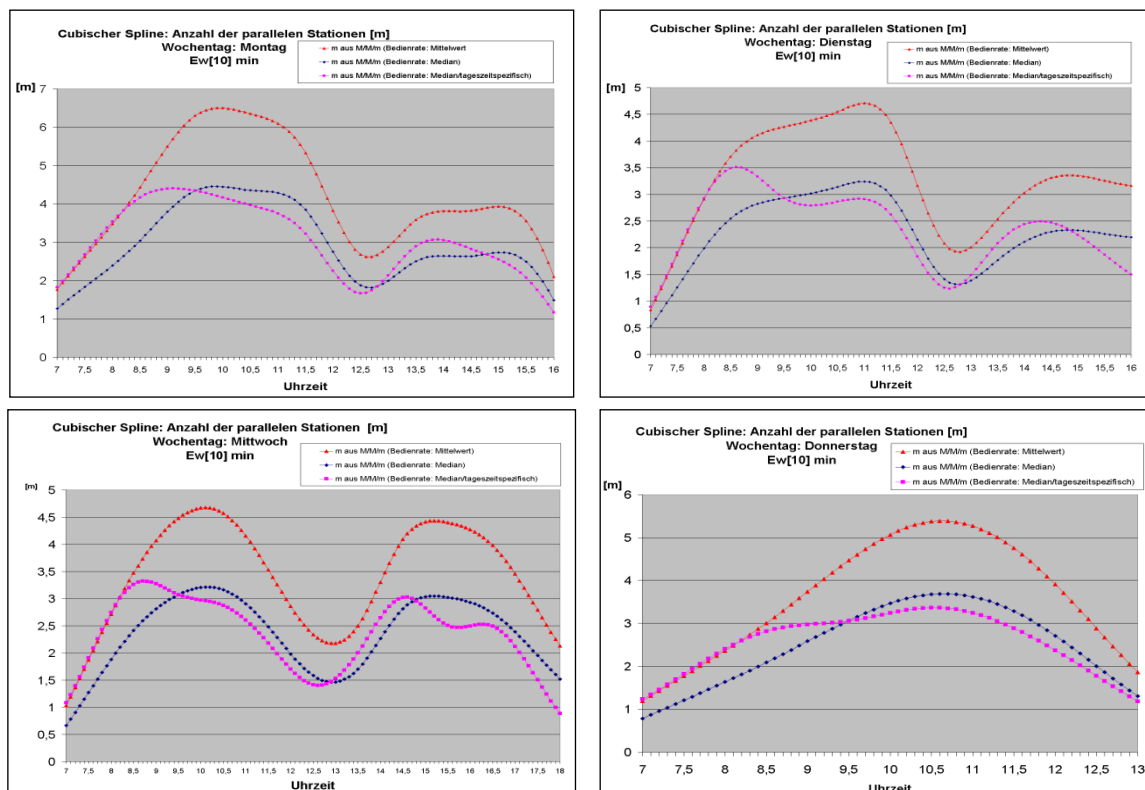


Abbildung 6.17.1: Montag bis Donnerstag.  
Spline-Modellierung mit M/M/m:  $\lambda$ := Median,  $\mu$ := variabel

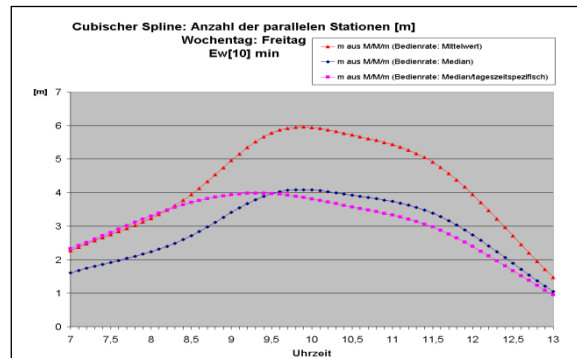


Abbildung 6.17.2: Freitag  
 Spline-Modellierung mit M/M/m:  $\lambda$ := Median,  $\mu$ := variabel

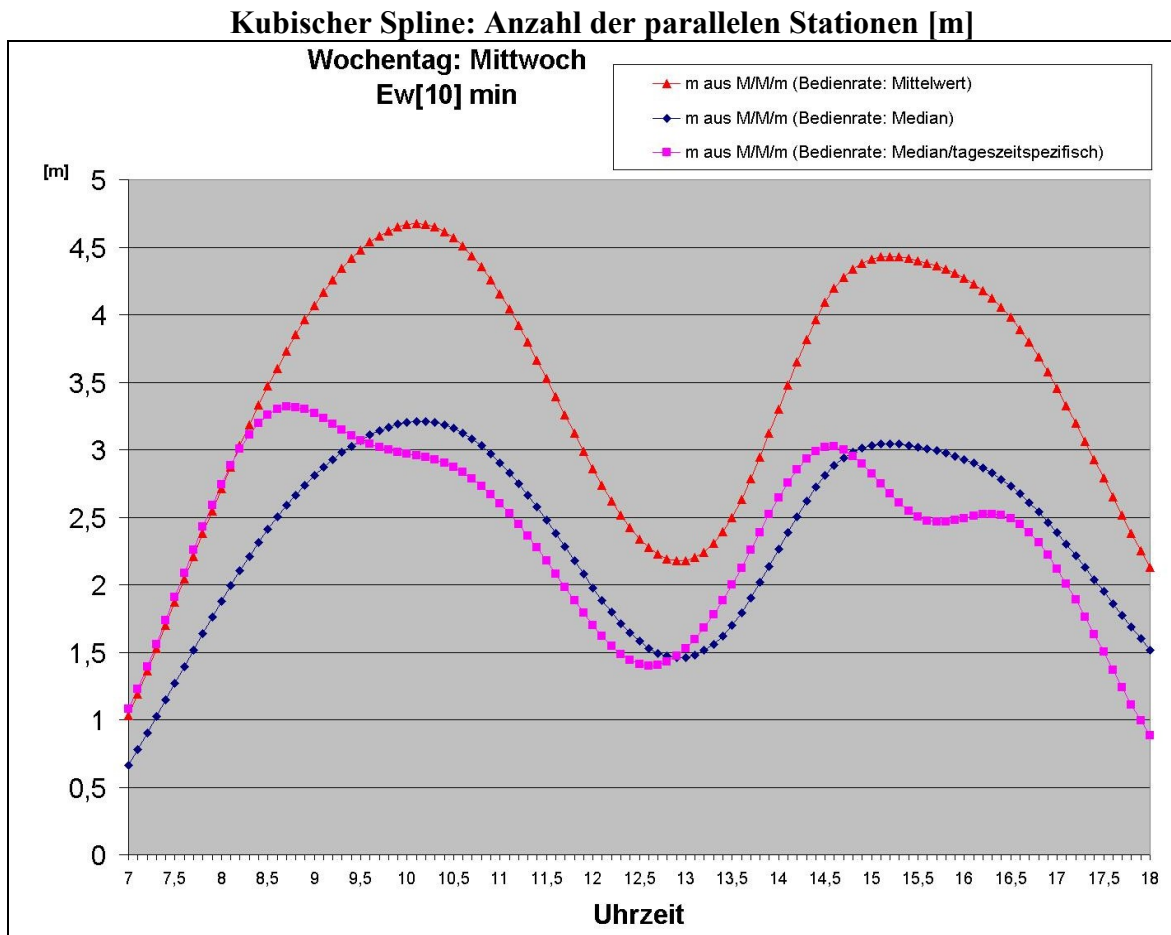


Abbildung 6.17.3: Mittwoch (Zoom)  
 Spline-Modellierung mit M/M/m:  $\lambda$ := Median,  $\mu$ := variabel



6.18 Projektphase-7: Generierung eines Dienstplans

**Evaluationsphase 6.18:**

Die praktische Umsetzung zur Generierung eines personal- und wartezeitoptimierten Dienstplans ergibt sich aus der ganzzahligen Rundung (nach oben).

**Modellierung Dienstplan mit M/M/m: Montag**

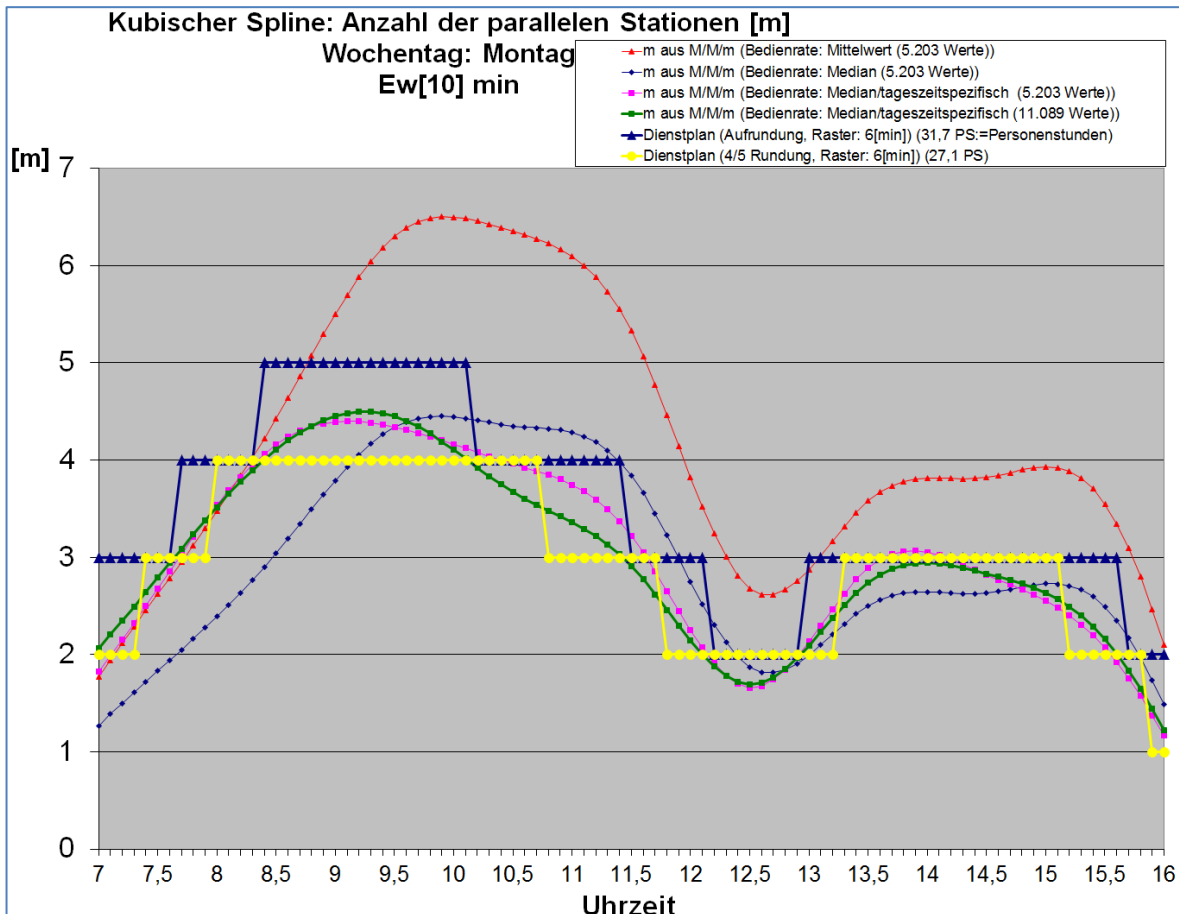


Abbildung 6.18.1: Anzahl paralleler Stationen (Montag)

Dienstplan: Uhrzeit von	Dienstplan: Uhrzeit bis	m (aufrunden)	Dienstplan Rundung 15min	m	Dienstplan Rundung 15min	m	Intervall- länge [std]	Personen- stunden
7	7,6	3	7:00 - 7:30	3	7:00 - 7:45	3	0,75	2,25
7,7	8,3	4	7:45 - 8:15	4	7:45 - 8:30	4	0,75	3
8,4	10,1	5	8:30 - 10:00	5	8:30 - 10:00	5	1,5	7,5
10,2	11,4	4	10:15 - 11:15	4	10:00 - 11:15	4	1,25	5
11,5	12,1	3	11:30 - 12:00	3	11:15 - 12:00	3	0,75	2,25
12,2	12,9	2	12:15 - 12:75	2	12:00 - 13:00	2	1	2
13	15,6	3	13:00 - 15:30	3	13:00 - 15:30	3	2,5	7,5
15,7	16	2	15:45 - 16:00	2	15:30 - 16:00	2	0,5	1
		26					9	30,5
					Nach Regel: Personal minimieren			

Tabelle 6.18.1: Berechnungsmatrix

„BDE030-1 Poissonstrom IMO MMn 10min Spline Median+Aa (auch 11.089).xls“

## Modellierung Dienstplan mit M/M/m: Dienstag

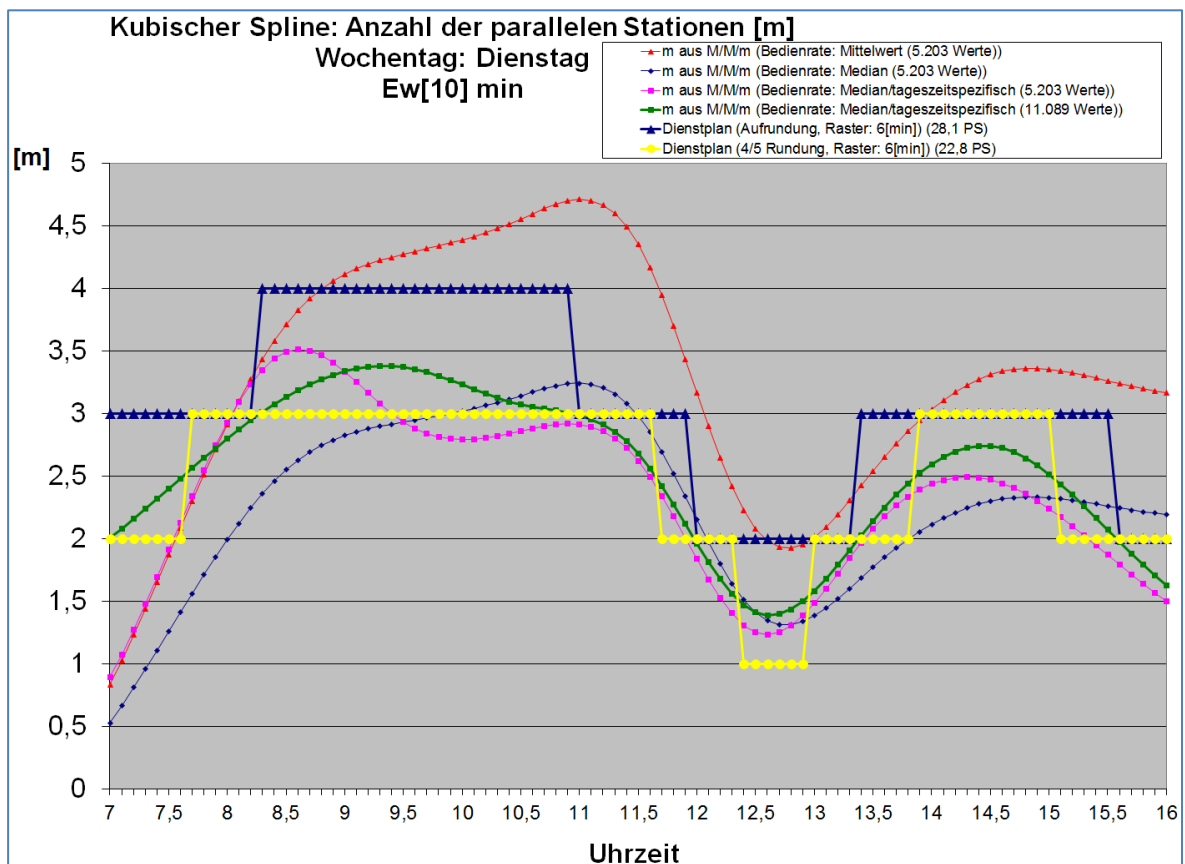


Abbildung 6.18.2: Anzahl paralleler Stationen (Dienstag)

Dienstplan: Uhrzeit von	Dienstplan: Uhrzeit bis	m (aufrunden)	Dienstplan Rundung 15min	m	Dienstplan Rundung 15min	m	Intervall- länge [std]	Personen- stunden
7,0	8,2	3	7:00 - 8:15	3	7:00 - 8:30	3	1,5	4,5
8,3	10,9	4	8:30 - 10:45	4	8:30 - 10:45	4	2,25	9
11,0	11,9	3	11:00 - 11:45	3	10:45 - 11:45	3	1	3
12,0	13,3	2	12:00 - 13:15	2	11:45 - 13:30	2	1,75	3,5
13,4	15,5	3	13:30 - 15:30	3	13:30 - 15:30	3	2	6
15,6	16,0	2	15:45 - 16:00	2	15:30 - 16:00	2	0,5	1
							9	27
					Nach Regel: Personal minimieren			

Tabelle 6.18.2: Berechnungsmatrix

„BDE030-1 Poissonstrom 2DI MMn 10min Spline Median+Aa (auch 11.089).xls“

### Modellierung Dienstplan mit M/M/m: Mittwoch

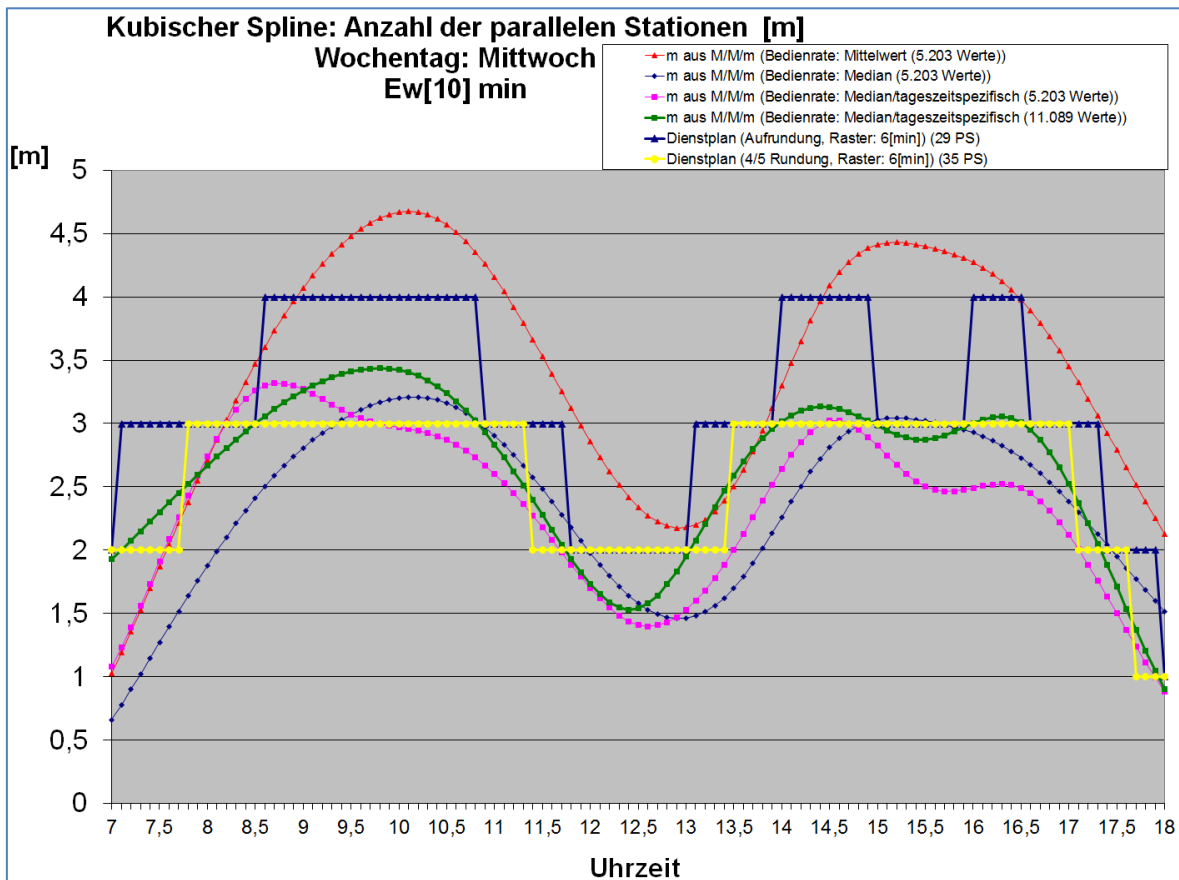


Abbildung 6.18.3: Anzahl paralleler Stationen (Mittwoch)

Dienstplan: Uhrzeit von	Dienstplan: Uhrzeit bis	m (aufrunden)	Dienstplan Rundung 15min	m	Dienstplan Rundung 15min	m	Intervall- länge [std]	Personen- stunden
7,0	7,0	2	7:00 - 7:00	2	7:00 - 7:15	2	0,25	<b>0,5</b>
7,1	8,5	3	7:15 - 8:30	3	7:15 - 8:45	3	1,5	<b>4,5</b>
8,6	10,8	4	8:45 - 10:45	4	8:45 - 10:45	4	2	<b>8</b>
10,9	11,7	3	11:00 - 11:30	3	10:45 - 11:30	3	0,75	<b>2,25</b>
11,8	13,0	2	11:45 - 13:00	2	11:30 - 13:15	2	1,75	<b>3,5</b>
13,1	13,9	3	13:15 - 13:45	3	13:15 - 14:00	3	0,75	<b>2,25</b>
14,0	14,9	4	14:00 - 15:00	4	14:00 - 15:00	4	1	<b>4</b>
15,0	15,9	3	15:15 - 16:15	3	15:00 - 16:30	3	1,5	<b>4,5</b>
16,0	16,5	4	16:30 - 17:45	4	16:30 - 17:45	4	1,25	<b>5</b>
16,6	17,3	3	18:00 - 18:00	3	17:45 - 18:00	2	0,25	<b>0,5</b>
17,4	17,9	2					<b>11</b>	<b>35</b>
18,0	18,0	1						
					Nach Regel: Personal minimieren			

Tabelle 6.18.3: Berechnungsmatrix

„BDE030-1 Poissonstrom 3MI MMn 10min Spline Median+Aa (auch 11.089).xls“

### Modellierung Dienstplan mit M/M/m: Donnerstag

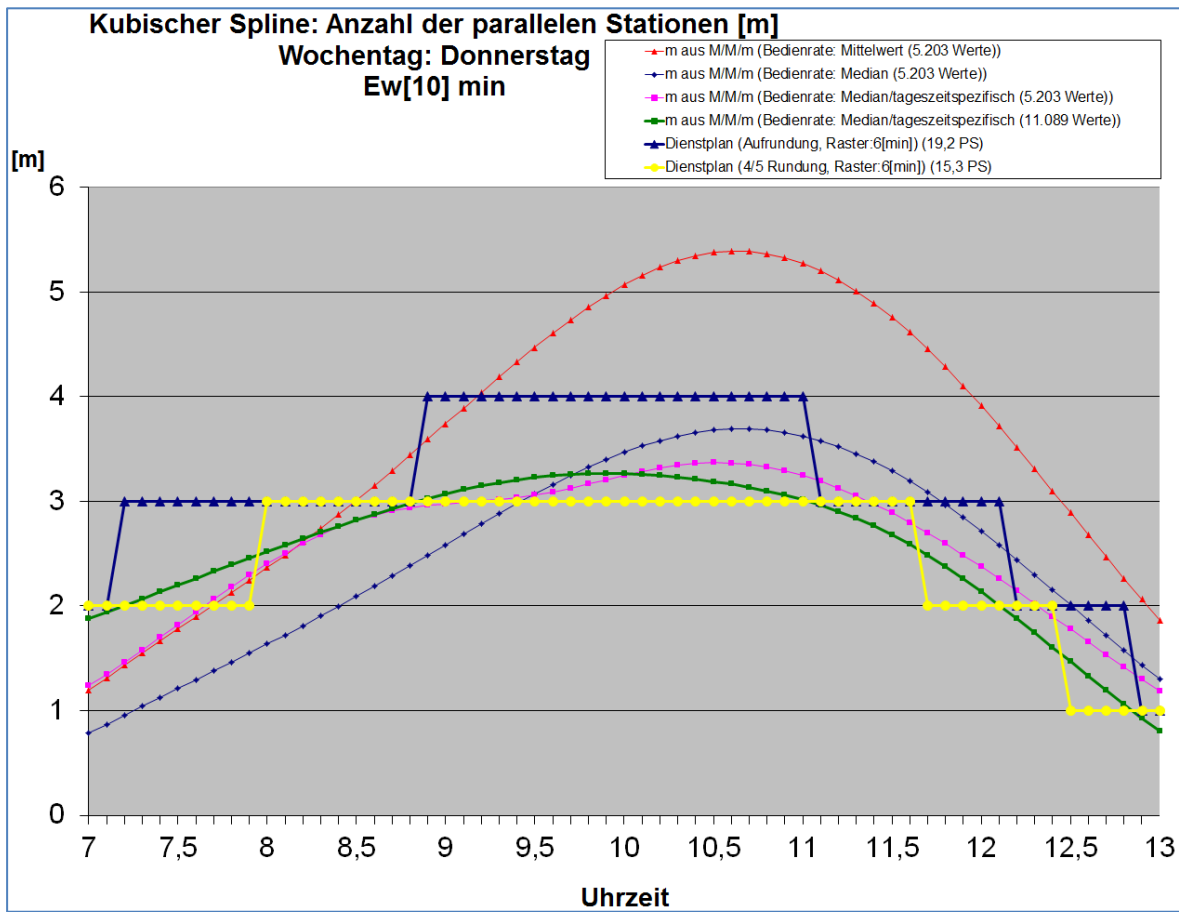


Abbildung 6.18.4: Anzahl paralleler Stationen (Donnerstag)

Dienstplan: von	Dienstplan: bis	m (aufrunden)	Dienstplan Rundung 15min	m	Dienstplan Rundung 15min	m	Intervall- länge [std]	Personen- stunden
7	7,1	2	7:00 - 7:00	2	7:00 - 7:15	2	0,75	1,5
7,2	8,8	3	7:15 - 8:45	3	7:15 - 9:00	3	0,75	2,25
8,9	11	4	9:00 - 11:00	4	9:00 - 11:00	4	1,5	6
11,1	12,1	3	11:15 - 12:00	3	11:00 - 12:00	3	1,25	3,75
12,2	12,8	2	12:15 - 12:45	2	12:00 - 12:45	2	0,75	1,5
12,9	13	1	13:00 - 13:00	1	12:45 - 13:00	1	1	1
							<b>6</b>	<b>16</b>
					Nach Regel: Personal minimieren			

Tabelle 6.18.4: Berechnungsmatrix  
 „BDE030-1 Poissonstrom 4DO MMn 10min Spline Median+Aa (auch 11.089).xls“

### Modellierung Dienstplan mit M/M/m: Freitag

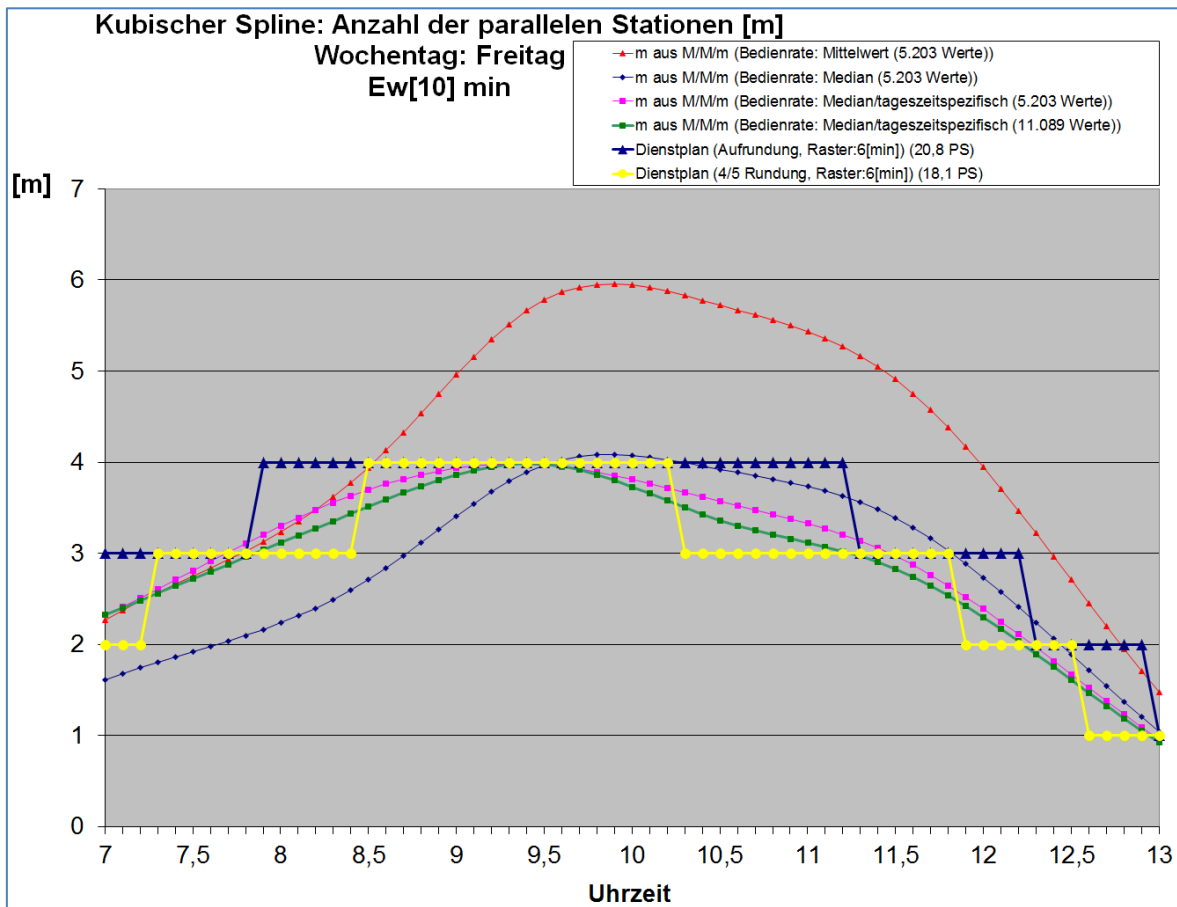


Abbildung 6.18.5: Anzahl paralleler Stationen (Freitag)

Dienstplan: Uhrzeit von	Dienstplan: Uhrzeit bis	m (aufrunden)	Dienstplan Rundung 15min	m	Dienstplan Rundung 15min	m	Intervall- länge [std]	Personen- stunden
7,0	7,8	3	7:00 - 7:45	3	7:00 - 8:00	3	1	<b>3</b>
7,9	11,2	4	8:00 - 11:00	4	8:00 - 11:00	4	3	<b>12</b>
11,3	12,2	3	11:15 - 12:15	3	11:00 - 12:15	3	1,25	<b>3,75</b>
12,3	12,9	2	12:30 - 12:45	2	12:15 - 12:45	2	0,5	<b>1</b>
13,0	13,0	1	13:00 - 13:00	1	12:45 - 13:00	1	0,25	<b>0,25</b>
							<b>6</b>	<b>20</b>
					Nach Regel: Personal minimieren			

Tabelle 6.18.5: Berechnungsmatrix  
 „BDE030-1 Poissonstrom 5FR MMn 10min Spline Median+Aa (auch 11.089).xls“

## Modellierung des Dienstplans mit M/M/m: Übergabe, Echteinsatz

Am	21.8.2008:	Übergabe des Dienstplans an Herrn Finsterhölzl (Leiter des Bürgerbüros)
Ab	23.8.2008:	Dienstplan im Einsatz

### 6.19 Projektphase-8: Evaluationsphasen (Qualitätskontrolle)

#### Evaluationsphase 6.19:

Gemäß den Prinzipien der stochastischen Modellierung erfolgt eine kausale Rückkopplung aus der Ergebnisinterpretation.

#### 6.19.1 Evaluationsphase 1 [KW 49/2007 bis KW 51/2008]

Im Zeitraum KW 49/2007 bis KW 51/2008 wurde der Personaleinsatz im Bürgerbüro auf Basis des Modellierungsergebnisses berechnet und im Feldversuch, soweit möglich, umgesetzt.

Aufgrund von internen Parametern (Krankheit, Urlaub, diverse Unterbesetzungsgründe) war der Dienstplan jedoch im Resümee des Feldversuches nicht an allen Dienstagen akribisch einhaltbar.

Aufgeschlüsselt nach den unterschiedlichen Wochentagen, kann der Feldversuch wie folgt evaluiert werden (die grünen Signaturen weisen auf den Status hin: „Dienstplan akribisch eingehalten“):

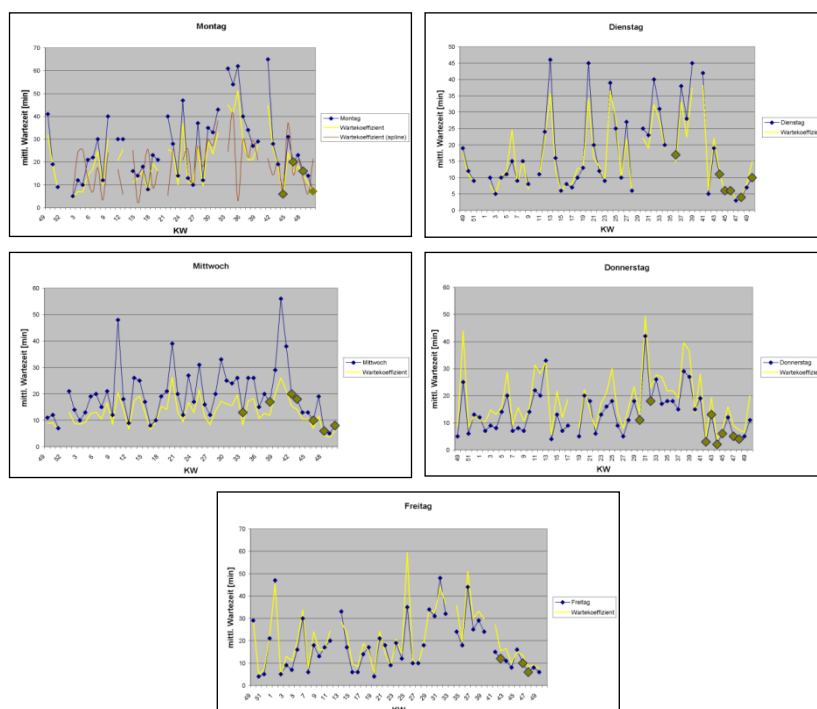


Abbildung 6.19.1.1: Evaluationsphasen je Werktag im Zeitraum [KW 49/07 – KW 51/08]

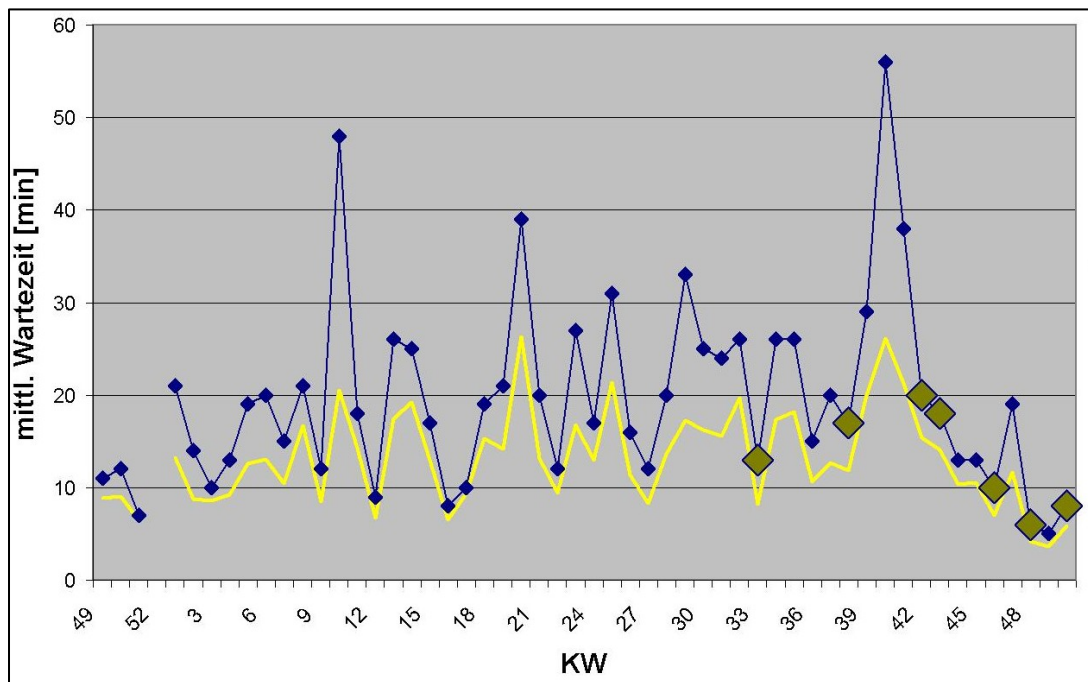

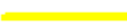



Abbildung 6.19.1.2:  
Darstellung der mittleren Wartezeit [min] am Mittwoch  
im Zeitraum KW 49/2007 bis KW 51/2008 (Zoom aus Abbildung 6.19.1.1, Mittwoch)

Die Grafik verdeutlicht verschiedene Messgrößen:

- Darstellung der mittleren Wartezeit  in den Kalenderwochen 49/2007 bis 52/2008
- Darstellung des Wartekoeffizienten  in den Kalenderwochen 49/2007 bis 51/2008
- Darstellung der mittleren Wartezeit unter der Prämisse „Dienstplan akribisch eingehalten“  in den Kalenderwochen 49/2007 bis 52/2008

Definition Wartekoeffizient:  $\text{Kundenanzahl} / (\text{mittlere Wartezeit})$

#### 6.19.2 Evaluationsphase 2 [8.11.2007 bis 30.4.2008] vs. [April 2009]

Um einen möglichst objektiven Vergleich zu erreichen und somit das stochastische Modell zu verifizieren, wurden im Mai 2009 die ermittelten Wartezeiten des Verifikationsmonats April 2009 (mit Dienstplan: 1472 gültige Fälle) im Bereich der deskriptiven Statistik gegen den originären Auswertzeitraum 8.11.2007 bis 30.4.2008 (ohne Dienstplan: 11.363 gültige Fälle) verglichen.

Die detailliert vorliegenden Protokolle der Sachbearbeiter ermöglichten es, die Einhaltung für den Dienstplan sowie die Repräsentativität des Besucherstromes zu qualifizieren.

Als Konsequenz wurden einige Erfassungstage im April disqualifiziert. (6./7./9./14./16./17./24.). Die Gründe können wie folgt klassifiziert werden:

- Nicht repräsentativer Besucherstrom (vor Feiertag, nach Feiertag, außergewöhnlicher Bedienfall)
- Der Dienstplan wurde aus technischen oder personellen Gründen (Ausfall der Bedieneinheit bzw. Krankheitsfall) nicht eingehalten

Die Berechnung der deskriptiven Statistik ergibt folgende Gegenüberstellung für die beiden Zeiträume [8.11.2007 bis 30.4.2008] bzw. [April 2009]:

<b>Wartezeiten: deskriptive Statistik</b>		
	<b>8.11.2007 bis 30.4.2008</b>	<b>April 2009</b>
gültige Fälle	11.363	1.472
<b>Mittelwert [sek]</b>	<b>964</b>	<b>708</b>
Standardabweichung [sek]	978	756
Median [sek]	<b>640</b>	<b>471</b>
90. Perzentil [sek]	2.346	1.747

Tabelle 6.19.2.1:

Vergleich des Wartezeiten: [8.11.2007 bis 30.4.2008] vs. [April 2009]

### Ergebnisse:

Die mittlere Wartezeit wurde um 26,6 [%] gesenkt

Der Medianwert (50% aller Wartezeiten liegen unter 471 [sek]) wurde um 26,4 [%]

## 6.20 Finale Erkenntnisse

Das entwickelte stochastische Modell liefert ein **mathematisches Abbild** der realen Welt.

Das berechnete Markovsche Warteschlangensystem ist sehr **empfindlich**, wenn die zugrunde liegenden Berechnungsparameter (Zwischenankunftszeiten, Bedienzeiten) außerhalb der Standardstreuung liegen.

Die Ergebnisqualität eines stochastischen Modells bezüglich dynamisch berechneter Zuweisung von *HSi*-Einheiten **verbessert** die Qualität des dynamischen Zuweisens von *HSi*-



Einheiten *on Demand* um ca. 26 [%], sofern ein nahezu unbeschränkter *HSi*-Vorrat vorhanden ist. Im stochastischen Modell ist dies nicht notwendig!

Der stochastisch generierte **Dienstplan** ermöglicht eine mindestens 30 [min] scharfe Personalplanung.

Das stochastische Berechnungsmaterial liefert die **Basis** für eine interne Diskussion zum Thema Ganztagsstelle vs. Halbtagsstelle, da zwei Halbtagsstellen in Summe eine Produktivität von ca. 110 [%] gegenüber einer Ganztagsstelle von 90 [%] darstellen, ohne dass arbeitspsychologische Problempunkte tangiert werden. Darüber hinaus sind Halbtagskräfte parallelisierbar.

- Die allgemeine Personalplanung zeigt arbeitspsychologische **Vorteile**:
  - Eindeutige Pausenregelung
  - Keine Unterbrechung im Backoffice-Bereich bewirkt eine Qualitätssteigerung in der Sachbearbeitung sowie eine persönliche Stressminimierung
  - Kaum Leerlauf im Frontoffice-Bereich

#### 6.20.1 Auslastungsquantifizierung

An den Diensttagen, an denen der Dienstplan nicht eingehalten werden kann, zeigt sich eine erhöhte, stressbedingte Auslastung der Bedieneinheiten. Der berechnete mittlere Durchsatz von 4,2 Tickets pro Stunde steigt auf 4,7 Tickets pro Stunde.

Wie aus diversen Publikationen extrahiert, kann im menschlich verträglichen Bedienprozess von einer maximalen Auslastung von 80 [%] bis 90 [%] ausgegangen werden.

Hinsichtlich einer maximalen Auslastung werden Bedienprozesse analysiert in [MT02]:

„Eine Schalterauslastung von 100 [%] ist nicht anzustreben, da z. B. Zeiten für Pausen einzurechnen sind.

Aufgrund eines schwankenden Kundenstromes an den Kassen wechseln Phasen der Schlangenbildung mit Phasen des untätigen Wartens ab. Da aus Gründen der Qualität des Dienstleistungsprozesses die Besetzung der Kassen nicht reduziert werden soll, stellt sich die Frage: Wie hoch sind die durch Warten für andere Aufgaben, wie das Einräumen und Präsentieren von Waren, verfügbaren Zeitanteile?“

Analysen zum Dienstleistungsprozesses liefert [SE00], wo es heißt:

„65 [%] Auslastung bei 50 Mitarbeitern im Callcenter bei 81 [%] Kundenkontaktzeit. Je nach arbeitsvertraglicher Regelung schwanken die formellen und informellen Pausenzeiten zwischen 10 und 20 Prozent der Arbeitszeit. Dieses Pausenvolumen setzt sich zusammen aus Bildschirmpausen und freien Verteilzeiten.“

Wenn an den im Evaluationsprozess ausgeschlossenen Sondertagen eine Auslastung von annähernd 100 [%] angenommen wird, so berechnet sich der Auslastungswert an den Normaltagen auf 89 [%].

Dies korreliert mit den Aussagen obiger Publikationsauszüge.

#### 6.20.2 Qualitätskontrolle am 9.7.2009

Eine durch interne Kritik am Warteverhalten im Bürgerbüro initiierte Qualitätskontrolle des Warteprozesses (Betriebsdatenerfassung am 9.7.2009) lieferte das Ergebnis, dass durch das Nichteinhalten des Dienstplans eine Störung des *Little 's Law* Gleichgewichtes nachgewiesen werden konnte!

An den Bedientagen, an denen der Dienstplan eingehalten werden konnte, wurden die prognostizierten Wartezeiten jedoch zuverlässig erreicht.

## 7 Zusammenfassung und Ausblick

Die Entwicklung des Internets als globales, allgemein verfügbares Kommunikationsmedium wie auch die globale Verfügbarkeit von Informationen liefern die Voraussetzung für neue ökonomische Prozesse in der Wirtschaft sowie auch in der öffentlichen Verwaltung.

Die Möglichkeiten von E-Payment-Modulen, neu definierte Prozesse durch E-Finanz, E-Marketing, E-Health, Web 2.0 bzw. Web 3.0 erschließen neue Wege der Kommunikation zwischen Bürgern und öffentlicher Verwaltung.

Die Diskussionen über E-Partizipation (voice & vote) fordern verantwortliche und global orientierte politische Führungskräfte. Der Erfolg als Kausalität von Strategie und Durchführung zeigt sich bereits heute in den Aktivitäten Open Data, Big Data oder auch in der Form der Zusammenarbeit durch Public-private-Partnership (PPP).

Der Nutzen der sozialen Netzwerke hinsichtlich des Dialoges zwischen öffentlicher Verwaltung und Bürger wird bereits in Teilbereichen erkannt. Eine Imageverbesserung sowie die Transformation der öffentlichen Verwaltung in eine offene Verwaltung (Definition TU Berlin) sind erkennbar. Beispiele sind die langfristigen und ganzheitlichen Strategien und Aktivitäten hinsichtlich einer „Smart City“ z. B. in Wien [WIEN14], in Barcelona [BARC14] oder in Hangzhou, China [WIC14]. Als Zielrichtung wird der Begriff „Verwaltung 4.0“ geprägt.

Alle diese Möglichkeiten des Internets, mobil wie auch ortsgebunden, die sich ergebenden Chancen für neue öffentliche Dienstleistungen, die Forderungen nach One-Stop-Service sowie die bisherigen Erfolge zielen jedoch auf eine pragmatische Strukturierung, Transformation und Optimierung der Verwaltungsabläufe mit Blickrichtung E-Government.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden zwei Schwerpunkte gesetzt, welche als neu und weiterführend anzusehen sind.

### 7.1 Das E-Government-Architekturmodell eGov-7L

Das vorgestellte 7-Schichten E-Government-Architekturmodell eGov-7L zeigt einen Ansatz für die Abbildung von Bedienabläufen aus der Sicht des Bürgers (Außensicht) in den Organisationsstrukturen und -prozessen der Verwaltungen (Innensicht) durch ein fehlererkennendes und fehlerbehandelndes System im Sinne von E-Government auf. Die gewählte hierarchische Struktur stellt eine Modellierungsbasis dar, mit welcher jeglicher Verwaltungsvorgang in sieben Schichten abbildbar wird.

Hervorzuheben ist der Ansatz, dass die dargestellte Vorgesetztenhierarchie aus der Sicht des Akteurs Bürger einer auftragsabhängigen Bedienhierarchie entspricht, während diese Bedienhierarchie auf der Seite des Akteurs Amt nicht der behördlichen Linienorganisation entspricht.

Das vorgestellte hierarchische Architekturmodell bietet eine Möglichkeit, beliebige Verwaltungsabläufe in den verschiedenen Kultur-, Rechts-, Organisations- und Geschäftsbe-

reichen adäquat darstellen. Dadurch werden eine transparente Modellierung der Ist-Situation als Ausgangsbasis für eine Ist-Analyse und eine darauf aufbauende Optimierung erreicht.

Um zu zeigen, dass in der vorgeschlagenen Architektur das volle Spektrum der möglichen Bürgeranträge berücksichtigt werden kann, wurden drei unterschiedliche Prozess- und Ablauftypen („einfacher Standardfall“, „einfacher Individualfall“, „komplexer Individualfall“) modelliert.

Die modellierten Abläufe als Ergebnis der Ist-Analyse eröffnen über den Architektorentwurf hinaus ein Optimierungspotenzial für flexiblere Abläufe, weniger Medienbrüche, verschlankte Abläufe auf Seiten der Verwaltung, verkürzte Bearbeitungszeiten, höhere Ubiquität der Dienstleistungen und verbesserte Servicequalität auf Seiten des Bürgers.

Aufgrund der Schichtenstruktur können Optimierungen einzelner Verwaltungsabläufe überlappungsfrei und isoliert umgesetzt werden. Da die Bedienhierarchie nicht einer behördlichen Linienorganisation folgt, sind hierbei Weisungsvorgaben in den Verwaltungsverfahrensgesetzen zu beachten und können sich im Optimierungsprozess in disziplinarisch unabhängigen Verwaltungsbereichen problematisch darstellen.

Des Weiteren ermöglicht das vorgestellte 7-Schichten E-Government-Architekturmodell mittels Transparenz der unterschiedlichen Verwaltungsabläufe, dass Rechts- und Verfahrensvorschriften inklusive Gebührenordnungen für den Bürger verständlicher werden.

Die erreichte Transparenz und eingebettete Plausibilitätsabfragen reduzieren mögliche Fehleingaben im Antragsprozess und somit Fehlanträge, unvollständige Anträge und notwendige Antragswiederholungen. Die von der Bundesregierung mit Inkrafttreten des E-Governmentgesetzes zum 1.8.2013 initiierte Überprüfung auf Schriftformerfordernisse im Verwaltungsrecht (Normenscreening) kann hierbei unterstützt werden.

Das vorgestellte 7-Schichten E-Government-Architekturmodell könnte auf Grund dieser beschriebenen Eigenschaften und Strukturen eine Basis bei der Standardisierung von Diensten und Abläufen im Bereich von E-Government darstellen, wie sie derzeit in Prozessregistern und Prozessbibliotheken gesammelt werden. Angesichts der derzeitigen Vielfalt und Heterogenität der bundesweit im Einsatz befindlichen IT-Lösungen besteht hier ein gewaltiges Rationalisierungspotenzial.

In Folge wäre eine kontinuierliche Reorganisation der Geschäftsverteilungspläne dergestalt möglich, dass sich für den Bürger verständlichere und schnellere Genehmigungsvorgänge ergeben.

Eine „City One-Stop-Shop Vision“, wie sie z. B. in Berlin durch eine Trennung zwischen Frontoffice und Backoffice angestrebt wird, kann durch die vorgestellte Modellierung unterstützt werden.

Eine fundamentale Anforderung an ein Architekturmodell ist überdies die Möglichkeit der quantitativen Analyse von Teil- oder Gesamtsystemen und damit der Optimierung von Geschäftsabläufen hinsichtlich Effektivität und Effizienz, wozu der im Folgenden zusammengefasst dargestellte methodische Beitrag geleistet wurde.

## 7.2 Quantitative Modellierung von Diensten eines Bürgerbüros

Unter dem Einsatz von mathematisch-analytischen Methoden konnte gezeigt werden, dass aus der vorgestellten quantitativen Modellierung von Bedienabläufen eine quantitative und qualitative Verbesserung (Performance und Wirtschaftlichkeit sowie Kundenzufriedenheit und Planungssicherheit) von Bürgerdiensten resultiert.

Um die komplexen statischen und dynamischen Aspekte bei Bedienprozessen methodisch und verständlich darzustellen, wurden die Werkzeuge FMC mit seinen Erweiterungen FMC-QE und FMC-eCS eingesetzt.

Dabei konnte gezeigt werden, dass sich bei geeigneter Vorverarbeitung der Betriebsdaten Ankunfts- und Bedienprozesse mit nahezu idealen Exponentialverteilungen ergeben, für welche einfach berechenbare Warteschlangen-Modelle mit Bedienstationen vom Typ M/M/c erstellt werden können.

Das vorgestellte stochastische Modell beruht auf der Vorverarbeitung spezieller Betriebsdaten und bildet den Warte- und Bedienprozess im Bürgerbüro Landshut in hoher Güte ab.

Das entwickelte Modell ermöglicht mit der Sollvorgabe einer mittleren Wartezeit von 10 [min] die Berechnung eines Dienstplanes im Raster von 30 Minuten.

Die im Rahmen der Evaluierung ermittelten tatsächlichen Wartezeiten bestätigen das stochastische Modell. Die mittlere Wartezeit konnte um 26,6 [%] auf knapp 12 [min] gesenkt werden. Der Medianwert sank um 26,4 [%] auf knapp 8 [min]. Bemerkenswert ist das Ergebnis, dass 90% aller Wartezeiten unter 29 [min] im Gegensatz zum bisherigen Wert von 39 [min] lagen.

Die durchgeführte Evaluation im täglichen Betrieb des Landshuter Bürgerbüros ergibt des Weiteren, dass ein ungeplantes Abweichen vom Dienstplan durch Ausfall der Bedieneinheit wegen Krankheit des Bedienpersonals oder wegen technischer Ursachen einen erheblichen Einfluss auf die mittlere Wartezeit hat. Hieraus folgt, dass durch organisatorische Maßnahmen das Einhalten des Dienstplanes gewährleistet sein muss.

Die erzielten Verbesserungen bestehen des Weiteren in einer besseren Planbarkeit der Servicekapazitäten durch einen berechenbaren monatlichen Dienstplan, in einer erhöhten Kundenzufriedenheit durch die Möglichkeit einer Vorausplanung des Behördenganges, in der Möglichkeit einer Terminvereinbarung, in einem optimierten Wirkungsgrad beim Bedienpersonal durch eine Reduktion der Leerlaufzeiten sowie in verbesserten Arbeitsbedingungen durch einen verbindlichen Dienstplan.

Die Anzahl der jeweils wartenden Kunden ebenso wie die aktuelle Wartezeit werden auf der Homepage der Stadt Landshut online dargestellt [[www.landshut.de](http://www.landshut.de)] und ermöglichen dem Bürger eine bessere Planbarkeit seines Behördenganges und die Vermeidung unnötiger Wartezeiten.

Wochenvorschauen mit den zu erwartenden Wartezeiten je Öffnungstag und Tageszeit sowie Warte- und Servicebereiche mit unterschiedlichen Prioritäten („Schnellkasse“) sind in Planung.

### 7.3 Ausblick

Das Inkrafttreten des Gesetzes zur Förderung der elektronischen Verwaltung zum 1. August 2013, die geplanten Umsetzungen des E-Government-Gesetzes des Bundes in Landesverwaltungsrecht zum 1. Januar 2016, nationale wie internationale E-Government-Aktionspläne, der Europäische Interoperabilitätsrahmen sowie die EU-Dienstleistungsrichtlinie machen deutlich, dass fehlende oder auch nicht einheitliche Modellierungsstandards zu einem Flickenteppich auf rechtlicher wie auch auf ausführungsorientierter Betrachtungsebene führen können.

Die verbindliche Bereitstellung von Formularen sowie die E-Aktenpflicht staatlicher Behörden zum 1.1.2016, die Einführung der verbindlichen E-Rechnung zum 27.11.2019, die Vorgabe einer Kanalverschlüsselung und E-Payment zum 1.1.2020, die subjektiven Rechte des Bürgers auf elektronische Zugänge sowie elektronische Nachweise bis 2018 verdeutlichen die Notwendigkeit von zentral verfügbaren modularen Basiskomponenten und E-Government-Standards. Diese Notwendigkeit erzwingt im Umkehrschluss die Reduzierung und Vereinheitlichung der Verwaltungsvorschriften auf Länder und Bundesebene.

Die Überprüfung auf Schriftformerfordernisse im Verwaltungsrecht (Normenscreening), die nationale Umsetzung der Europäischen Dienstleistungsrichtlinie in Verbindung mit der Genehmigungsfiktion sowie die Einsatzmöglichkeiten des neuen Personalausweises sind Entwicklungen, die per se nur durch den Einsatz von Standards und E-Government-Basiskomponenten zum Ziel führen können.

Auf der Seite des Dienstenutzer weckt vor allem die Verknüpfung von technischen Systemen, internetfähigen Maschinen und mobilen Geräten (Internet 4.0 – das Internet der Dinge) Wünsche, Begehrlichkeiten und echten Bedarf.

Cloudfunktionalitäten, Big-Data-Technologien und Open-Data-Aktionspläne sowie die Möglichkeit der globalen Kommunikation zwischen unterschiedlichsten Geräten werden auf Seiten des Bürgers laufend neue Anforderungen an die Verwaltungen generieren.

Die Planungen, Entwicklungen und Ausprägungen aus dem Bereich Smart City sind nur der Beginn:

- Smart Mobility (intelligente Verknüpfung der Transportangebote)
- Smarte wirtschaftliche Entwicklung der Kommunen (kostendeckende Dienstleistungen)
- Stärkung der Innenstädte
- Smart Work Center (Minimierung der Wege zur Arbeit)
- Online-Reservierungssysteme für öffentliche Dienstleistungen
- Transparente Verwaltungsinformationen (öffentliche Mitbestimmung)
- Intelligente Park- und Verkehrsleitsysteme
- Förderung der Green Economy
- Zentrale Behördenplattformen
- Marketing hinsichtlich bereits umgesetzter E-Government-Dienste

All diesen Ideen, Planungen, Entwicklungen und Realisierung liegt jedoch die Notwendigkeit zu Grunde, im Hinblick auf das Ziel Verwaltung 4.0 intensive und global agierende Planungen durch eine hierarchisch strukturierte, allgemein verständliche und flexible Modellierung zu begleiten.

Die vorliegende Arbeit möchte hierzu einen Beitrag leisten.

## 8 Literaturverzeichnis

### 8.1 Leistungsanalyse

- [AKFIT08] Arnold, Dieter; Kuhn, Axel; Furmans, Kai; Isermann, Heinz; Tempelmeier, Horst: «Handbuch Logistik», 3. Auflage, Springer-Verlag GmbH, 2008.
- [AL02] Avenhaus, Rudolf; Lehmann, Fritz: «Quantitative Modelle für Rechen- und Kommunikationssysteme I», Vorlesungsskript: Herbsttrimester 2002, Fakultät für Informatik der Universität der Bundeswehr München, URL: <<http://inf3-www.informatik.unibw-uenchen.de/lehre/vorlesungen/ht2002/QuantitativeModelle/script.pdf>>, Abfrage: 1.7.2008.
- [BCH79] Boxma, O.J.; Cohen, J.W.; Huffels, N.: «Approximations of mean waiting time in an M/G/s-queueing system», Operations Research Society of America. Vol. 27, No. 6 (November - Dezember, 1979), S. 1115-1127.
- [BCMP75] Baskett, F.; Chandy, K.M.; Muntz, R.R.; Palacios, F.G.: «Open, Closed and Mixed Networks of Queues with different Classes of Customers», Journal of the Association for Computing Machinery, Vol. 22, No. 2, 1975, S. 248-260.
- [BG02] Bolch, Gunther: «Modellierung und Leistungsbewertung von Rechensystemen (MLR), Warteschlangennetze», Vorlesungsskript: WS 2002/2003, Universität Erlangen-Nürnberg.
- [BG89] Bolch, Gunter: «Leistungsbewertung von Rechensystemen», B.G. Teuber Stuttgart, 1989, ISBN 3-519-02279-6.
- [BGMT98] Bolch, Gunter; Greiner, Stefan; de Meer, Hermann; Trivedi, Kishor: «Queueing Networks and Markov Chains: Modeling and Performance Evaluation with Computer Science Applications», John Wiley & Sons, Inc. New York, 1998, ISBN 0-471-19366-6.
- [BKM07] Bianco, Phil; Kotermanski, Rick; Merson, Paulo: «Evaluating a Service-Oriented Architecture», Software Engineering Institute der Carnegie Mellon University, URL: <<http://www.sei.cmu.edu/publications/documents/07reports/07tr015.html>>, Stand: September 2007, Abfrage: 20.1.2010.
- [CG76] Cosmetatos, G.: «Some Approximate Equilibrium Results for the Multi-server Queue (M/G/r)», Operations Research Quarterly, USA, 1976, S. 615-620.
- [MG04] Günther, Maik: «Analyse und Optimierung des Café Central mittels Warteschlangentheorie und Simulation», Semesterarbeit, Professor Biethahn, Georg-August-Universität Göttingen, Institut für Wirtschaftsinformatik, Abteilung Wirtschaftsinformatik, 20.8.2005.
- [HHU05] Heiß, H.-U.: «Leistungsmodellierung / Warteschlangenmodelle», Vorlesungsskript: WS 2005, Technische Universität Berlin.
- [HN08] Henze, Norbert: «Stochastik für Einsteiger», 7. Auflage 2008, Vieweg Verlag Wiesbaden.
- [HW02] Horn, Werner: «Leistungsbewertung verteilter Anwendungen», Vorlesungsskript: WS 2011/2012, Technische Universität Ilmenau, Fakultät für Informatik und Automatisierung, Institut Praktische Informatik und Medieninformatik, Fachgebiet Telematik.



- [HZ95] Haas, M.; Zorn, W.: «Methodische Leistungsanalyse von DV-Systemen», Oldenburg Verlag GmbH München, 1995.
- [JJR57] Jackson, J.R.: «Networks of waiting lines», Operations Research, Vol. 5, S. 518-521, 5.8.1957.
- [JM02] Jobmann, Manfred: «Quantitative Modelle für Rechensysteme», Vorlesungsskript: WS 2002/2003, Technische Universität München.
- [JR91] Jain, R: «The Art of Computer Systems Performance Analysis: Techniques for Experimental Design, Measurement, Simulation, and Modeling», Verlag John Wiley & Sons New York, USA, 1991, ISBN 0471503363.
- [KL75] Kleinrock, Leonard: «Queueing Systems, Band 1: Theory», Wiley New York, 1975.
- [KL76] Kleinrock, Leonard: «Queueing Systems, Band 2: Computer applications», Wiley New York, 1975.
- [KL06] Klages, Helmut (Hrsg.): «Aufbau eines Monitoringsystems „Effizienz und Effektivität“ Berliner Bürgerämter, Abschlussbericht», Forschungsinstitut für öffentliche Verwaltung bei der Deutschen Hochschule für Verwaltungswissenschaften Speyer, 2006.
- [KP09] Köchel, P.: «Stochastische Modelle und Leistungsbewertung komplexer Systeme», Vorlesungsskript, Fakultät für Informatik, Technische Universität Chemnitz, 2009.
- [KPCZ08] Kluth, Stephan; Porzucek, Tomasz; Copaciu, Flavius; Zorn, Werner: «Quantitative Modellierung und Analyse mit FMC-QE», PIK - Praxis der Informationsverarbeitung und Kommunikation, Band 31, Heft 4, S. 218- 24, ISSN (Online) 1865-8342, ISSN (Print) 0930-5157, DOI: 10.1515 / piko, Oktober - Dezember 2008, Online Veröffentlichung: 19.12.2008.
- [KS09] Kluth, Stephan: «Quantitative Modellierung des Leistungsverhaltens SOA-basierter Systeme mit FMC-QE», in: Thomas Kühne, Wolfgang Reisig, Friedrich Steimann (Ed.): «Modellierung 2008 (Proceedings of the Modellierung 2008 Doctoral Symposium)», S. 229-232, in Series: Lecture Notes in Informatics (LNI), Vol. P-127, Gesellschaft für Informatik e.V. (GI). Bonn, Germany. March 2008. ISBN: 978-3-88579-221-5.
- [KS10] Kluth, Stephan: «Quantitative Modeling and Analysis with FMC-QE», Dissertation, Mathematisch Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Potsdam, 2010.
- [LE99] Lazowska, Edward (Director): «Fundamental Laws», Artikel, University of Washington eScience Institute, URL: <[http://www.cs.washington.edu/homes/lazowska/qsp/Images/Chap\\_03.pdf](http://www.cs.washington.edu/homes/lazowska/qsp/Images/Chap_03.pdf)>, Stand: 5.10.1999, Abfrage: 20.1.2009.
- [LJ61] Little, John D. C.: «A Proof of the Queueing Formula  $L = \lambda * W$ », Case Institute of Technology, Ohio (received November 9, 1960), Operations Research 9, 1961, S. 383-387.
- [LW05] Lehmann, Wolfgang: «Modul B: Statistik -Teilmodul 3 (Maße der zentralen Tendenz, Dispersionsmaße, Schiefe, Exzess)», Vorlesungsskript: WS 2005/2006, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, URL: <[http://www.e.uni-magdeburg.de/wipsy/dept/methpsy/pics/StatistikTeil3\\_BA\\_H.pdf](http://www.e.uni-magdeburg.de/wipsy/dept/methpsy/pics/StatistikTeil3_BA_H.pdf)>, Abfrage: 1.10.2005.
- [LZGS84] Lazowska, E.D.; Zahorjan, J.; Graham, G.S.; Sevcik, K.C.: «Quantitative System Performance: Computer System Analysis Using Queueing Network Models», Prentice-Hall Inc., 1984, ISBN 0137469756.

- [MCB03] Müller-Clostermann, Bruno: «Kapazitätsplanung und Leistungsbewertung», Vorlesungsskript: SS 2003, Masterstudiengang, Universität Duisburg-Essen.
- [MCB07] Müller-Clostermann, B.: «Entwurf und Implementierung einer Queueing Modeling Toolbox als Java-Programm», Projektseminar, Universität Duisburg-Essen, 2007.
- [NA00] Neumahr, Andreas: «Leistungsbewertung von Kommunikationsnetzen», Diplomarbeit, Betreuer: Prof. Dr. Norbert Diehl, Fachhochschule Kaiserslautern, 14.10.2000.
- [OG91] Ossimitz, G.: «Qualitatives und Quantitatives Systemdynamisches Modellieren», Projektbericht, 1991, in: B. Winkelmann (Hrsg.): «Systemdynamik und Mathematikunterricht», Occ.-Paper Nr. 127, Institut für Didaktik der Mathematik Bielefeld, S. 1-10, URL: <<http://www.uni-klu.ac.at/~gossimit/pap/qualqua.htm>>, Abfrage: 14.12.2009.
- [OM07] Oschwald, Mario: «Godot - a queue management system for human customers», Masterarbeit, Betreuer: Prof. Dr.-Ing. Werner Zorn, Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik an der Universität Potsdam, Veröffentlichung: 28.12.2007.
- [PA62] Petri, Adam: «Kommunikation mit Automaten, Entwicklung einer allgemeinen Theorie diskreter Systeme, die auf den Konzepten der Nebenläufigkeit, der Verteiltheit und der asynchronen Kommunikation aufbaut», Dissertation, Bonn, 1962.
- [PAS09] Bildungswerk der Sächsischen Wirtschaft gGmbH: «Optimierung von Geschäftsprozessen», Projektakademie Sachsen (Dresden), URL: <<http://www.bsw-pas.de>>, Abfrage: 29.4.2009.
- [TCA04] Torre Cevallos, Annabel de la: «Adaptive Verfahren zur Lastkontrolle im Internet», Dissertation, Universität Fridericiana zu Karlsruhe, 2004.
- [TH86] Tijms, H.: «Stochastic Modeling and Analysis: A Computational Approach», Wiley New York, 1986.
- [WM10] Weber, Matthias: «Mathematik und Statistik für Agrarwirtschaft, Gartenbau, Landschafts- und Freiraumentwicklung, Umweltmonitoring / Umweltanalyse», Vorlesungsskript: Beschreibende Statistik, Hochschule für Technik und Wirtschaft Dresden, URL: <[http://www.informatik.htw-dresden.de/~weber/pillnitz2/pill2\\_63.pdf](http://www.informatik.htw-dresden.de/~weber/pillnitz2/pill2_63.pdf)>, Abfrage: 10.1.2010.
- [ZW06] Zorn, Werner: «FMC-QE - Introduction with Examples, HPI- internal», Vorlesungen: 27.11. / 4.12.2006 / 8.1. / 22.1. / 29.1. / 5.2. / 12.2.2007 / 13.3. / 26.3. / 2.4. / 13.4.2007, Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik an der Universität Potsdam.
- [ZW07] Zorn, Werner: «doktoral Seminar», Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik an der Universität Potsdam, 12.12.2007.
- [ZW07a] Zorn, Werner: «FMC-QE A New Approach in Quantitative Modeling», Vortrag anlässlich: MSV'07- The 2007 International Conference on Modeling, Simulation and Visualization Methods WorldComp2007, Las Vegas, 28.6.2007.
- [ZW07b] Zorn, Werner: «FMC-QE, A New Approach in Quantitative Modeling», Veröffentlichung, Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik an der Universität Potsdam, 28.6.2007.

- [ZW07c] Zorn, Werner: «Hierarchische Modellierung mit FMC-eCS, HPI- internal», Vorlesungen: in 2007, „2007KSI-Kap4-S1-22.ppt“, Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik an der Universität Potsdam.

## 8.2 Modellierung, FMC

- [AC04] Apfelmacher, Rémy; Curth, André: «FMC and UML», Scientific Papers, Books and other Publications, Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik an der Universität Potsdam, Oktober 2004.
- [BK02] Bungert, Andreas; Keller, Frank: «Fundamental Modeling Concepts, Architekturorientierte Modellierung von Softwaresystemen», Veröffentlichung, AG Modellierung Software-Intensiver Systeme am Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik an der Universität Potsdam, 2002.
- [BK12] Bungert, Andreas: «Nutzen und Herausforderung bei der Modellierung mit den „Fundamental Modeling Concepts“», Whitepaper, Bungerts Ingenieurbüro für Lösungsarchitekturen, 2012.
- [BM93] Becker, Ulrich; Moldt, Daniel: «Object-Oriented Concepts for Coloured Petri nets», IEEE (Hrsg.), International Conference on Systems: Man and Cybernetics, Frankreich, 17./20.10.1993.
- [DJ01] Desel, Jörg: «Petri-Netze», Vorlesungsskript: WS 2001/2002, katholische Universität Eichstätt-Ingolstadt.
- [DVZ11] Datenverarbeitungszentrum Mecklenburg-Vorpommern GmbH: «Prozessmanagement in MV, Ausgewählte Modellierungs-Notationen im Überblick, VERSION: 1.0 », Projektdokumentation, Dezember 2011.
- [ESKW12] Eid-Sabbagh, Rami-Habib; Kunze, Matthias; Weske, Mathias: «An Open Process Model Library», Workshop: Business Process Management, Springer-Verlag GmbH Berlin / Heidelberg, 2012, S. 26-38.
- [FASWK09] Frede, A. K.; Abbing, S.; Schumacher, H.; Wind, M.; Klinger, P.: «Standards und Regeln zur Fachmodellierung kommunaler Geschäftsprozesse Modellierungshandbuch FaMoS 2.0", Projekt des Kompetenzzentrums Digitale Verwaltung NRW, Bochum / Seeheim, Dezember 2010.
- [FRN08] Fengel, Janina (Hochschule Darmstadt); Rebstock, Michael (Hochschule Darmstadt); Nüttgens, Markus (Universität Hamburg): «Modell-Tagging zur semantischen Verlinkung heterogener Modelle», Veröffentlichung: 2008, URL: <[http://www.hwp-hamburg.de/fileadmin/wiso\\_fs\\_wi/Team/Mitarbeiter/Prof.\\_Dr.\\_Markus\\_Nuettgens/Publikationen/2008\\_EMISA\\_ModellTagging.pdf](http://www.hwp-hamburg.de/fileadmin/wiso_fs_wi/Team/Mitarbeiter/Prof._Dr._Markus_Nuettgens/Publikationen/2008_EMISA_ModellTagging.pdf)>, Abfrage: 1.7.2009.
- [GDU09] Gilbert, Dirk U.: «Online-Lehrbuch zum Hauptstudium BWL», Universität Erlangen-Nürnberg. Veröffentlichung: 2009, URL: <[http://www.economics.phil.uni-erlangen.de/bwl/studium/hausarb/mst\\_hout2.pdf](http://www.economics.phil.uni-erlangen.de/bwl/studium/hausarb/mst_hout2.pdf)>, Abfrage: 10.7.2009.
- [GKS08] Goetzke, Martin; Klinger, Peter; Schoenfelder, Stefan: «KDV-Prozessregister NRW, Projektbericht des Kompetenzzentrums Digitale Verwaltung NRW», Kompetenzzentrum Digitale Verwaltung NRW c/o Ruhrdigital Besitz-GmbH & Co. KG / d-NRW, Lise-Meitner-Allee 4, 44801 Bochum, August 2008.
- [JM12] Junker, Michael: «Arbeitshilfen zum Methodenhandbuch Prozessmanagement M-V», Büro Kooperatives E-Government, Ministerium für Inneres

- und Sport M-V, Datenverarbeitungszentrum Mecklenburg-Vorpommern, Version 1.0, Dezember 2011.
- [JV87] Jessen, Eike; Valk, Rudiger: «Rechensysteme: Grundlagen der Modellbildung», Studienreihe Informatik, Springer-Verlag GmbH Heidelberg, 1987.
- [JR08] Jung, Reinhard: «Entity Relationship Model (ERM)», Enzyklopädie der Wirtschaftsinformatik: Online-Lexikon, Veröffentlichung: 2008, URL: <<http://www.oldenbourg.de:8080/wi-enzyklopaedie/lexikon/datenwissen/Datenmanagement/Daten-/Entity-Relationship-Model>>, Abfrage: 1.7.2008.
- [KA04] Knöpfel, Andreas: «Konzepte der Beschreibung interaktiver Systeme», Dissertation, Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik an der Universität Potsdam, Veröffentlichung: 3.8.2004.
- [KB01] Kahlbrandt, Bernd: «Software-Engineering mit der Unified Modeling Language», 2. Auflage, Springer-Verlag GmbH Berlin / Heidelberg / New York, 2001.
- [KGT06] Knöpfel, A.; Gröne, B.; Tabeling, P.: «Fundamental Modeling Concepts: Effective Communication of IT Systems», Verlag John Wiley & Sons New Jersey, 2006, ISBN 0-470-02710-X.
- [KT05] Knöpfel, A.; Tabeling, P.: «FMC als Mittel der Architekturfindung im Reengineering», Skriptum, Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik an der Universität Potsdam, Veröffentlichung: 25.4.2005.
- [KT62] Kuhn, Thomas: «The Structure of Scientific Revolutions», 1st edition, University of Chicago Press Chicago, 1962.
- [KW09] Kunze, Matthias; Weske, Mathias: «Entwurf domänenspezifischer Modelle im Web mit Oryx», in: S. Fischer, E. Maehle, R. Reischuk (editors): «Proceedings of Informatik 2009 - Im Focus das Leben», Bonn, September 2009.
- [NM99] Netzebandt, Marc: «Untersuchung der Einsatzmöglichkeiten von Petrinetz-Konzepten in der objektorientierten Analyse am Fallbeispiel eines Reiseunternehmens», Diplomarbeit, Universität Hamburg, Fachbereich Informatik, Veröffentlichung: 29.1.1999.
- [NPB12] «Nationale Prozessbibliothek», Projektleitung: Humboldt-Universität zu Berlin, Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Institut für Wirtschaftsinformatik, URL: <<http://www.prozessbibliothek.de>>, Abfrage: 17.6.2012.
- [OMG02] «The Common Object Request Broker Architecture, version 3.0.2», Spezifikation, The Object Management Group, URL: <[http://www.omg.org/technology/documents/corba\\_spec\\_catalog.htm](http://www.omg.org/technology/documents/corba_spec_catalog.htm)>, Stand: Dezember 2002, Abfrage: 17.7.2007.
- [OMG12] «Business Process Modeling Notation - A tutorial», The Object Management Group, URL: <<http://www.omg.org/news/meetings/work-shops/HC-Australia/Mancarella.pdf>>, Stand: Februar 2011, Abfrage: 17.11.2012.
- [PH04] Praehofer, Herbert: «Petrinetze - Objektorientierte Analyse und Entwurf», Vorlesungsskript: SS 2004, Johannes Kepler Universität Linz.
- [RM03] Rahm, E.; Müller, R.: «Petri-Netze: Analyse», Vorlesungsskript, Universität Leipzig, URL: <<http://dbs.uni-leipzig.de/skripte/WM-ES/PDF2/kap2-2.pdf>>, Stand: 25.4.2003, Abfrage: 10.11.2011.
- [TP06] Tabeling, P.: «Softwaresysteme und ihre Modellierung», Springer-Verlag GmbH Berlin / Heidelberg, 2006, ISBN 3-540-25828-0.

- [UML11] «Unified Modeling Language», UML Ressource Page, Object Management Group (OMG), URL: <<http://www.uml.org>>, Abfrage: 7.11.2011.
- [WK03] Wendt, Siegfried; Keller, Frank: «FMC: An Approach Towards Architecture-Centric System Development», Proceedings of 10th IEEE Symposium and Workshops on Engineering of Computer Based Systems, Huntsville Alabama USA, April 2003, S. 173-182.
- [WM07] Weske, Mathias: «Business Process Management», Springer-Verlag GmbH Berlin / Heidelberg / New York, 2007.
- [WS79] Wendt, Siegfried: «The programmed action module: An element for system modeling», FMC-Publication, Digital Processes, Vol. 5, 1979, S. 213-222.
- [WS80] Wendt, Siegfried: «On the Partitioning of Computing Systems into Communicating Agencies», Informatik-Fachbericht, GI/NTG Fachtagung Struktur und Betrieb von Rechensystemen, Kiel, Springer-Verlag GmbH Heidelberg, März 1980, S. 194-204.
- [WS82a] Wendt, Siegfried: «Einführung in die Begriffswelt allgemeiner Netzsysteme», FMC-Publication, Regelungstechnik, 30. Jahrgang, 1982, Heft Nr. 1, S. 5-12.
- [WS82b] Wendt, Siegfried: «Der Kommunikationsansatz in der Software-Technik», Siemens Data Report, 17. Jahrgang, 1982, Heft Nr. 4.
- [WS91] Wendt, Siegfried: «Nichtphysikalische Grundlagen der Informationstechnik», Springer-Verlag GmbH Berlin / Heidelberg, 1991, ISBN 3-540-54452-6.
- [WS98] Wendt, Siegfried: «Operationszustand versus Steuerzustand – eine äußerst zweckmäßige Unterscheidung», interner Bericht, Universität Kaiserslautern, Februar 1998.
- [WS01] Wendt, Siegfried: «Ein grundlegender Begriffsrahmen für das Wissensmanagement im Software-Engineering», Proceedings of the KnowTech (Dresden), URL: <<http://www.community-of-knowledge.de>>, Veröffentlichung: 2001, Abfrage: 10.8.2008.
- [ZL98] Zorn, Werner; Liefänder, G.: «Systemarchitektur», Vorlesung, Universität Karlsruhe: WS 1998/1999.
- [ZW04] Zorn, Werner: «Abstraktion des gekapselten kAs innerhalb einer Hierarchie», Vorlesung: Kommunikationssysteme - FMC-eCS Grundlagen, Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik an der Universität Potsdam, 22.1.2004.
- [ZW05] Zorn, Werner: «The FMC-eCS Approach to Network Modeling“, Vorlesung, Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik an der Universität Potsdam, 28.10.2005.
- [ZW08b] Zorn, Werner: «Hierarchische Modellierung basierend auf Bedienanforderungen», Vortrag, 21.DFN - Arbeitstagung über Kommunikationsnetze in Kaiserslautern: 31.5.2007.

## 8.3 Architektur, State of the Art

- [AB13] Aunkofer, Benjamin: «Datenbankmodelle», Informationsseite über das Studium zum Wirtschaftsingenieur, URL: <<http://www.der-wirtschaftsingenieur.de>>, Stand: 1.5.2008, Abfrage: 23.2.2006.
- [ACKM04] Alonso, Gustavo; Casati, Fabio; Kuno, Harumi; Machiraju, Vijay: «Web Services: Concepts, Architectures and Applications», Springer-Verlag GmbH Berlin / Heidelberg, 2004.
- [AIIM14] «What is Enterprise Content Management (ECM)?», URL: <<http://www.aiim.org/What-is-ECM-Enterprise-Content-Management>>, Stand: 1.5.2010, Abfrage: 29.10.2014.
- [AKDB06] AKDB - Anstalt für Kommunale Datenverarbeitung in Bayern: «Produktportfolio», München, Oktober 2006, URL: <<http://www.akdb.de>>, Abfrage: 7.10.2006.
- [BIT07] BITKOM - Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e.V., Berlin: «Reformen vorantreiben - den Mittelstand stärken. Das BITKOM - Programm für den ITK-Mittelstand 2008», Berlin, Oktober 2007, URL: <[http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM\\_Mittelstandsprogramm\\_2008.pdf](http://www.bitkom.org/files/documents/BITKOM_Mittelstandsprogramm_2008.pdf)>, Abfrage: 7.1.2010.
- [BM09] Bauer, Martin: «Lexikon», V.i.S.d.P.:Martin Bauer, Mainz, URL: <<http://www.uni-protokolle.de>>, Abfrage: 1.8.2009.
- [BS04] Barthel, Stefan: «CORBA Überblick», Seminar: System Modeling, Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik an der Universität Potsdam, 2004.
- [BSI08] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI): «serviceorientierte Architekturen», URL: <<http://www.bsi.bund.de/fachthem/soasecurity/advantages.htm>>, Abfrage: 1.8.2009.
- [BSI13] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI): «Glossar», URL: <[https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/weitereThemen/ITGrundschutzKataloge/Inhalt/Glossar/glossar\\_node.html](https://www.bsi.bund.de/DE/Themen/weitereThemen/ITGrundschutzKataloge/Inhalt/Glossar/glossar_node.html)>, Abfrage: 15.1.2013.
- [CALSK09] Deutsche Enzyklopädie; Ontologie (Informatik): «Web 3.0 - Das semantische Web», Artikel, URL: <[http://lexikon.calsky.com/de/txt/o/on/ontologie\\_informatik\\_.php](http://lexikon.calsky.com/de/txt/o/on/ontologie_informatik_.php)>, Abfrage: 2.7.2009.
- [CIO02] Die Beauftragte der Bundesregierung für Informationstechnik: «SAGA - Archiv», Publikation, URL: <[http://www.cio.bund.de/DE/Architekturen-und-Standards/SAGA/Archiv/saga-archiv\\_node.html](http://www.cio.bund.de/DE/Architekturen-und-Standards/SAGA/Archiv/saga-archiv_node.html)>, Abfrage: 1.7.2009.
- [CIO11] Die Beauftragte der Bundesregierung für Informationstechnik: «SAGA 5 - aktuelle Version», Publikation, URL: <[http://www.cio.bund.de/DE/Architekturen-und-Standards/SAGA/SAGA%205-aktuelle%20Version/saga\\_5\\_aktuelle\\_version\\_node.html](http://www.cio.bund.de/DE/Architekturen-und-Standards/SAGA/SAGA%205-aktuelle%20Version/saga_5_aktuelle_version_node.html)>, Abfrage: 1.7.2012.
- [CK08] Cormode, Graham; Krishnamurthy, Balachander: «Key Differences between Web 1.0 and Web 2.0», Publikation, AT&T Labs-Research New York, Abfrage: 13.2.2008.
- [DGKW08] Decker, Gero; Gericke, Lutz; Krumnow, Stefan; Weske, Mathias: «Prozessmodellierung und -ausführung im Web», Publikation, Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik an der Universität Potsdam, 2008.
- [DUDEN09] Duden: «Die deutsche Rechtschreibung», Auflage: 2009, Bibliographisches Institut AG Mannheim.

- [FGNT10] Funk, B.; Marx Gómez, J.; Niemeyer, P.; Teuteberg, F.: «Geschäftsprozessintegration mit SAP», Springer-Verlag GmbH Berlin / Heidelberg, 2010.
- [FW05] Filip, W.: «OSI-Management, System- und Netzmanagement», Vorlesung, Hochschule Frankfurt, WS2005.
- [GART96] Gartner Group: «Service Oriented Architectures, Part 1», Research Note SPA-401-068, Veröffentlichung: 12.4.1996.
- [GART99] Gartner Group: «Travelling at the Speed of Hype -GartnerGroup predicts an End to E-business by 2008», note, URL: <<http://gartner11.gartnerweb.com/public/static/aboutgg/pressrel/hype110299.html>>, Stand: 1.11.1999, Abfrage: 23.2.2006.
- [HJ05] Hahlen, Johann (Schriftleitung): «E-Government und andere Zwecke der Internetnutzung», in: Auszug aus Wirtschaft und Statistik , S.722, Statistisches Bundesamt Wiesbaden, 2005.
- [HN40] Hartmann, Nicolai: «Der Aufbau der realen Welt», 1. Auflage, Verlag Walter de Gruyter & Co Berlin, 1940.
- [IDS10] ARIS Referenzmodelle: «Von Null auf Hundert dank Best Practice-ARIS Referenzmodellen», in: Scheer Magazin (2008), Nr. Extra, S. 11, URL: <[http://www.ids-scheer.com/de/ARIS/ARIS\\_Referenzmodelle/81714.html](http://www.ids-scheer.com/de/ARIS/ARIS_Referenzmodelle/81714.html)>, Abfrage: 7.1.2010.
- [KER92] Kerner, Helmut.: «Rechnernetze nach OSI», Addison-Wesley Bonn; München; Paris [u.a.], 1992.
- [MN06] Münz, Gerhard; Niedermayer, Heiko: «Übungen zur Vorlesung „Kommunikationsnetze“», Skript: WS 2006/2007, Lehrstuhl für Rechnernetze und Internet, Wilhelm-Schickard-Institut für Informatik Universität Tübingen.
- [MBW08] Mandl, Peter; Bakomenko, Andreas; Weiß, Johannes: «Grundkurs Datenkommunikation», Vieweg + Teubner Verlag Wiesbaden, 2008.
- [NR02] Nüttgens, Markus; Rump, Frank J.: «Syntax und Semantik Ereignisgesteuerter Prozessketten (EPK)», Promise 2002, URL: <<https://www.wiso.uni-hamburg.de>>, Abfrage: 9.11.2011.
- [OASIS09] «OASIS Reference Model for Service Oriented Architecture 1.0», Spezifikation, Committee Specification, URL: <<http://docs.oasis-open.org/soa-rm/soa-ra/v1.0/soa-ra-cd-02.pdf>>, S. 85, Stand: 14.10.2009, Abfrage: 20.1.2010.
- [ORT05] O'Reilly, Tim: «What Is Web 2.0», O'Reilly Media Inc., URL: <<http://oreilly.com/web2/archive/what-is-web-20.html>>, Stand: 30.9.2005, Abfrage: 1.8.2009.
- [OS09] DOMEA: «Konzept für Dokumentenmanagement und elektronische Archivierung», Konzeptpapier, optimal systems gesellschaft für innovative computertechnologien mbh, Hauptsitz in Berlin, URL: <<http://mailrecorder.eu/ecm/de/www/branchen/verwaltung/domea.html>>, Abfrage: 7.1.2010.
- [QW03] Quantz, J.; Wichmann, T.: «Basisreport Integration mit Webservices». Konzept, Fallstudien und Bewertung, Berlecon Research Berlin, 2003.
- [RB05] Renz, Burkhardt: «Webservices Vorlesung Softwarearchitektur und Anwendungsentwicklung», Fallstudie, Fachbereich MNI Fachhochschule Gießen-Friedberg, Juni 2005.
- [RT08] Rieger, Volker ;Tempich, Christoph: «Web 3.0, Information als Geschäftsmodell», in: Itmanagement (Magazin), Itverlag Sauerlach, Ausgabe: November 2008.

- [SAGA08] Bundesministerium des Innern: «SAGA Version 4.0, Standards und Architekturen für E-Government-Anwendungen», URL: <<http://www.kbst.bund.de/saga>>, Stand: 2008, Abfrage: 7.1.2010.
- [SAW91] Scheer, A.W.: «Architektur integrierter Informationssysteme, Grundlagen der Unternehmensmodellierung», Springer-Verlag GmbH Berlin, 1991.
- [SAW98] Scheer, A.W.: «Referenzmodelle für industrielle Geschäftsprozesse, Wirtschaftsinformatik“, 2. Auflage, Springer-Verlag GmbH Berlin / Heidelberg, 1998.
- [SAW01] Scheer, A.W.: «ARIS-Modellierungsmethoden, Metamodelle, Anwendungen», 4. Auflage, Springer-Verlag GmbH Berlin / Heidelberg, 2001.
- [SAW02] Scheer, A.W.: «ARIS, Vom Geschäftsprozess zum Anwendungssystem», Springer-Verlag GmbH Berlin / Heidelberg, 2002.
- [SAW07] Scheer, A.W.: «Konferenz Zukunft gestalten - E-Government Forschung für Deutschland», Rede, Berlin-Brandenburgische Akademie der Wissenschaften, Gendarmenmarkt, 17.7.2007.
- [SB12] Schiefer, Bernhard: «Datenbankmodelle», Vorlesungsskript: WS 2013/2013, Fachhochschule Kaiserslautern, Fachbereich Informatik und Mikrosystemtechnik.
- [SN06] Schroll, Willi; Neef, Andreas: «das content management portal - web 2.0 Technologie», in: Artikel 1266, Leipzig. F&P GmbH - FEiG & PARTNER. Verlag für Online-Fachmagazine, URL: <[http://www.contentmanager.de/magazin/artikel\\_1266\\_web\\_2\\_technologie\\_user.html](http://www.contentmanager.de/magazin/artikel_1266_web_2_technologie_user.html)>, Stand: 8.12.2006, Abfrage: 1.7.2008.
- [SP08] Schnabel, Patrick: «Kommunikationsfibel», 2. Auflage, Verlag Books on Demand GmbH Norderstedt, 2008.
- [SP13] «SPIEGEL ONLINE - Geschichte», URL: <<http://www.spiegelgruppe.de>>, Stand: 31.7.2013, Abfrage: 31.7.2013.
- [SW08] Spath, Dieter; Weisbecker, Anette (Hrsg.): «Business Process Management Tools 2008 - Eine evaluierende Marktstudie zu aktuellen Werkzeugen», Fraunhofer-Institut für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO, IRB-Verlag Stuttgart, 2008.
- [W3C12] «The World Wide Web Consortium (W3C)», URL: <<http://www.w3.org/Consortium/>>, Abfrage: 29.10.2012.
- [WBPMN09] «BPMN: Business Process Modeling Notation», Wikipedia, URL: <[http://de.wikipedia.org/wiki/Business\\_Process\\_Modeling\\_Notation](http://de.wikipedia.org/wiki/Business_Process_Modeling_Notation)>, Stand: August 2009, Abfrage: 29.1.2010.
- [WEPK09] «EPK: Ereignisgesteuerte Prozesskette», Wikipedia, URL: <[http://de.wikipedia.org/wiki/Ereignisgesteuerte\\_Prozesskette](http://de.wikipedia.org/wiki/Ereignisgesteuerte_Prozesskette)>, Stand: 10.3.2009, Abfrage: 16.7.2009.
- [WFHW11] «eEPK: erweiterte ereignisgesteuerte Prozesskette», Wiki der Fakultät Informatik / Wirtschaftsinformatik der FH Würzburg, URL: <[http://www.iwiki.de/wiki/index.php/Erweiterte\\_ereignisgesteuerte\\_Prozesskette\\_\(eEPK\)](http://www.iwiki.de/wiki/index.php/Erweiterte_ereignisgesteuerte_Prozesskette_(eEPK))>, Abfrage: 9.11.2011.
- [WH12] Weber, Harald: «eEPK - erweiterte ereignisgesteuerte Prozessketten», Informationssystem für den Einsatz digitaler Medien im Fachunterricht Wirtschaft / Recht, Akademie für Lehrerfortbildung und Personalführung Dillingen, URL: <<http://info-wr.de>>, Abfrage: 30.1.2012.
- [WW2N09] «Web 2.0», Wikipedia, URL: <[http://de.wikipedia.org/wiki/Web\\_2.0](http://de.wikipedia.org/wiki/Web_2.0)>, Stand: 5.3.2009, Abfrage: 15.7.2009.



- [WWS10] «Webservice», Wikipedia, URL: <<http://de.wikipedia.org/wiki/Web-service>>, Stand: 17.11.2009, Abfrage: 29.1.2010.
- [ZW02] Zorn, Werner: «Kommunikationssysteme - durch Abstraktion zum Durchblick - am Beispiel eines der meistgenutzten Protokolle», Antrittsvorlesung, Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik an der Universität Potsdam, 4.10.2002.

#### 8.4 E-Government / Government

- [BAN03] Becker, Jörg; Algermissen, Lars; Niehaves, Björn: «Prozessmodellierung als Grundlage des E-Government - Ein Vorgehensmodell zur prozessorientierten Organisationsgestaltung am Beispiel des kommunalen Baugenehmigungsverfahrens», Publikation, Westfälische Wilhelms-Universität Münster, 2003.
- [BAP07] Becker, J; Algermissen, L; Räckers, M; Pfeiffer, D: «Aufbau eines verwal-  
tungsübergreifenden Prozessregisters für öffentliche Verwaltungen mit der  
PICTURE-Methode», in: Zeitschrift WIRTSCHAFTSINFORMATIK, Springer-Verlag GmbH, 2007, Vol. 49, Nr. 4, S. 267-279.
- [BARC14] Service-Portal für Barcelona: «smart city», URL: <<http://cityclimate-leadershipawards.com/barcelona-barcelona-smart-city/>>, Abfrage: 13.12.14.
- [BC07] Beck, Christian: «Möglichkeiten der Visualisierung von Anwendungsland-  
schaften und ihrer Schnittstellen», Diplomarbeit, Universität Hamburg, 2007.
- [BK95] Bogumil, J.; Kißler, L.: „Bediente Kunden?“, IWW-Institut für Wirt-  
schaftswissenschaftliche Forschung und Weiterbildung GmbH, IWW  
GmbH Geschäftsstelle Hagen c/o FernUniversität in Hagen, URL:  
<<http://www.fernunihagen.de/POLAD/download/1995-2.doc>>, Abfrage:  
Dezember 2000.
- [BKA07] Bundeskanzleramt Österreich, Abteilung I/13 - E-Government - Programm-  
und Projektmanagement: «HELP.gv.at», URL: <<http://help.gv.at>>, Stand:  
August 2005, Abfrage: 1.7.2007.
- [BLFSD11] Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung: «Statistisches  
Informationssystem Bayern - GENESIS - Online», URL: <[https://  
www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online](https://www.statistikdaten.bayern.de/genesis/online)>, Abfrage: 1.6.2011.
- [BMG512] Bundesministerium für Gesundheit: «Allgemeine Informationen zur elekt-  
ronischen Gesundheitskarte», URL: <[http://www.bmg.bund.de/  
/krankenversicherung/elektronische-gesundheitskarte/allgemeine-  
informationen-egk.html/](http://www.bmg.bund.de/krankenversicherung/elektronische-gesundheitskarte/allgemeine-informationen-egk.html/)>, Stand: Mai 2012, Abfrage: 8.8.2012.
- [BMI05] Bundesministerium des Innern: «BundOnline 2005, Abschlussbericht - Sta-  
tus und Ausblick», Ap Verlag GmbH Ebersberg, 24.2.2006.
- [BMI06] Geschäfts- und Koordinierungsstelle von 115 im Bundesministerium des  
Innern: «Projekthistorie», URL: <[http://www.115.de/cln\\_115/nn\\_739634/  
DE/115/Historie/historie\\_\\_node.html?\\_\\_nnn=true](http://www.115.de/cln_115/nn_739634/DE/115/Historie/historie__node.html?__nnn=true)>, Abfragen: Januar - Mai  
2012.
- [BMI09] Bundesministerium des Innern, diverse E-Government 2.0 Dokumente,  
URL: <<http://www.bmi.bund.de>>, Abfragen: Juli 2009 - Dezember 2010.
- [BMI12] Bundesministerium des Innern: «Das E-Government-Gesetz»,  
URL: <<http://www.bmi.bund.de>>, Abfragen: März - August 2012.

- [BMI612] Bundesministerium des Inneren: «Start der Online-Konsultation zu Eckpunkten für offenes Regierungs- und Verwaltungshandeln», URL: <<http://www.bmi.bund.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2012/mitMarginalspalte/06/online-konsultation-open-government.html>>, Stand: Juni 2012, Abfrage: 29.8.2012.
- [BMI813] Bundesministerium des Innern: «Das E-Government-Gesetz», URL: <<http://www.bmi.bund.de>>, Abfragen: August 2013.
- [BSI01] Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI): «Präsentationsfolien zum Thema E-Government», URL: <[https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/.../DE/.../6\\_Folien\\_ppt.ppt](https://www.bsi.bund.de/SharedDocs/.../DE/.../6_Folien_ppt.ppt)>, Stand: 1.5.2001, Abfrage: Oktober 2009.
- [BT01] Blank, Timmy: «Prozessunterstützung für eGovernment-Services mit Java und XML am Beispiel von [www.hamburg.de](http://www.hamburg.de)», Diplomarbeit, Universität Hamburg, Veröffentlichung: Juni 2001.
- [BVA812] Bundesverwaltungsamt: «Über die BIT», URL: <<http://www.bit.bund.de>>, Stand: August 2012, Abfrage: 20.8.2012.
- [BYON02] Beauftragter für Informations- und Kommunikationstechnik der Bayerischen Staatsregierung: «eGovernment-Pakt für Bayern», BayernOnline, Publikation, URL: <<http://www.cio.bayern.de>>, Abfrage: Oktober 2009.
- [CW07] Computerwoche: «Wo BPM-Tools an Grenzen stoßen», Verlag IDG Business Media GmbH, München, Ausgabe 22.5.2007.
- [DA98] Delnef, A.: «Geschäftsprozeß- und Funktionsorientierung - Ein Vergleich, (Teil 1/2)», Arbeitspapiere WI (1998), 3./4. Hg. vom Lehrstuhl für Allg. BWL und Wirtschaftsinformatik, Johannes Gutenberg-Universität Mainz, 1998.
- [DIFU03] «Difu-Berichte: Das Projekt Media@Komm», Deutsches Institut für Urbanistik gGmbH, Zimmerstraße 13-15, 10969 Berlin, Ausgabe: April 2003.
- [DIN09] DIN, Deutsches Institut für Normung e.V., Normenausschuss Informationstechnik und Anwendungen (NIA): «Geschäftsprozessmanagement in der öffentlichen Verwaltung; Vorgehensmodell», DIN-Fachbericht 158, Ausgabe: Oktober 2007.
- [EAP14] Bundesministerium für Wirtschaft und Energie: «Dienstleiten leicht gemacht », Länderinformationen, URL: <<http://www.dienstleiten-leichtgemacht.de/DLR/Navigation/laenderinformationen.html>>, Abfrage: 23.7.2014.
- [ECH12] Verein eCH: «E-Government-Standards», URL: <<http://www.ech.ch>>, Stand: 2012, Abfrage: 4.10.2012.
- [ELENA12] Deutsche Rentenversicherung Bund: «ELENA - ELEKTRONISCHER ENTGELTNACHWEIS», Verfahrensbeschreibung, URL: <<http://www.das-elena-verfahren.de/>>, Stand: 5.12.2011, Abfrage: 10.5.2012.
- [ES06] Ehlers, Stephan: «BPM Business Prozessmanagement in Praxis und Anwendung», Stephan Ehlers (Hrsg.), München, 2006.
- [EULEX06] EUR-Lex: «Der Zugang zum EU-Recht», Publikationen, URL: <<http://eur-lex.europa.eu>>, Abfragen: Januar - Dezember 2010.
- [FJ08] Freund, Jakob: «BPMGuide», camunda services GmbH, Langenscheidtstraße 10, 10827 Berlin, URL: <<http://www.bpm-guide.de>>, Stand: 2008, Abfrage: 1.8.2009.
- [GA10] Gadatsch, Andreas: «Grundkurs Geschäftsprozess-Management», 6. erweiterte Auflage, Verlag Vieweg + Teubner Wiesbaden, 2010.

- [GDJ06] Gataiantu, Dan-Junior: «Prozessorganisation und BPR», Fallstudie, Kurs 21, Aktionsgemeinschaft an der Universität Wien, URL: <[http://www.ag-bwz.at/unterlagen/upload/kurs21/VK%20Orga\\_Fallstudie\\_Prozessorganisation%20und%20BPR.pdf](http://www.ag-bwz.at/unterlagen/upload/kurs21/VK%20Orga_Fallstudie_Prozessorganisation%20und%20BPR.pdf)>, Abfrage: 2.7.2009.
- [GI01] Gesellschaft für Informatik e.V. (GI): «Electronic Government als Schlüssel zur Modernisierung von Staat und Verwaltung. Ein Memorandum des Fachausschusses Verwaltungsinformatik der Gesellschaft für Informatik e.V. und des Fachbereichs 1 der Informationstechnischen Gesellschaft im VDE», Memorandum, Bonn u. Frankfurt am Main, September 2000.
- [HF11] Högrefe, Frank: «Dienstbasierte Informationssysteme im öffentlichen Sektor», Kumulative Dissertation, Universität Hamburg, Fakultät der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Veröffentlichung: 13.1.2011.
- [IA12] ifa-Bibliothek: «Aktuelle Projekte», Institut für Auslandsbeziehungen e.V., Charlottenplatz 17, 70173 Stuttgart, URL: <<http://www.ifa.de>>, Abfrage: 2.12.2012.
- [IDA14] Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik GmbH, Potsdam: «Forschungsgruppe Prof. Dr.-Ing. Werner Zorn, IT-Dienste-Atlas zur Umsetzung der EU-Dienstleistungsrichtlinie», URL: <<http://www.hpi.uni-potsdam.de/zorn/projekte.html>>, Abfrage: 5.5.2014.
- [ITPR10] Beschluss des IT-Planungsrats: «Nationale E-Government Strategie (NEGS)», URL: <[http://www.it-planungsrat.de/DE/Strategie/negs\\_node.html](http://www.it-planungsrat.de/DE/Strategie/negs_node.html)>, Abfrage: 8.8.2012.
- [ITPR11] Beschluss des IT-Planungsrats: «Errichtungskonzept für den Aufbau der Koordinierungsstelle für IT-Standards», URL: <<http://www.xoev.de/sixcms-/media.php/13/Errichtungskonzept.pdf>>, Abfrage: 8.8.2012.
- [JR01] Jansen, Stephan A.; Priddat, Birger P.: «Electronic Government. Neue Potentiale für den modernen Staat», Klett-Cotta-Verlag Stuttgart, 2001.
- [JW05] Jann, Werner: «Bürokratieabbau: Über einige Missverständnisse in der aktuellen Debatte», Wirtschaftsdienst, Zeitschrift für Wirtschaftspolitik, Bd. 85, Nr. 10, S. 627-631, Veröffentlichung: 2005.
- [KG09] Köster, Georg: «Konzepterstellung für einen sprachbasierten Antragssimulator für E-Government-Prozesse», Masterarbeit, Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik an der Universität Potsdam, Veröffentlichung: 4.4.2009.
- [KGST10] Kommunale Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsmanagement (KGSt) - der Verband für kommunales Management: «KGSt-Prozessbibliothek», URL: <[http://www.kgst.de/produkte\\_UndLeistungen/prozessbibliothek](http://www.kgst.de/produkte_UndLeistungen/prozessbibliothek)>, Freischaltung: Ende November 2010, Abfrage: 3.4.2012.
- [KGST93] Kommunale Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsmanagement (KGSt) - der Verband für kommunales Management: «Das neue Steuerungsmodell», KGSt Bericht 5/1993.
- [KGST94] Kommunale Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsmanagement (KGSt) - der Verband für kommunales Management: «Grundlage der Produktdefinition», KGSt Bericht 8/1994.
- [KGST97] Kommunale Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsmanagement (KGSt) - der Verband für kommunales Management: «Produktbuch für Gemeinden, Städte und Kreise», KGSt Bericht 5/1997.

- [KOMM13] Schaeff, A.; Schömig, B.: «Kommune21, Baden-Württemberg, EAP selten gefragt», in: Kommune21 (Magazin), K21 media AG Tübingen, Ausgabe: Mai 2013.
- [SKS09] Stadt Kassel: «elektronischer Produktkatalog», URL: <<http://beschaffen.de/de/egovernment/2009/profile/show/id/267/> title/Stadt+Kassel:+ elektronischer+Produktkatalog/>, Abfrage: 1.6.2009.
- [LBGR09] Landesamt für Bergbau, Geologie und Rohstoffe Brandenburg: «Produktkatalog für Bergbau, Geologie und Rohstoffe - GeoMIS Brandenburg», URL: <<http://www.brandenburg.de/sixcms/detail.php?id=137200>>, Abfrage: 1.6.2009.
- [LR02] Lucke, J.; Reiner mann, H.: «Speyerer Definition von Electronic Government», in: Electronic Government in Deutschland. Ziele - Stand - Barrieren - Beispiele - Umsetzung, Speyerer Forschungsberichte, Bd. 226, Speyer: Forschungsinstitut für öffentliche Verwaltung, 2002.
- [MH02] Mehlich, Harald: «Electronic Government», 1. Auflage, Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler GmbH Wiesbaden, Oktober 2002.
- [MJ02] Meir, Joel: «Geschäftsprozesse im E-Government: Ein Überblick», Verlag Hochschule f. Wirtschaft u. Verwaltung Bern, April 2002.
- [MSWFH04] Martens, Axel; Stahl, Christian; Weinberg, Daniela; Fahland, Dirk; Heidinger, Thomas: «Business Process Execution Language for Webservices - Semantik, Analyse und Visualisierung», Projektdokumentation, Task Force BPEL4WS (Betreuer: Prof. Reisig), Humboldt-Universität zu Berlin, Institut für Informatik, 2004.
- [MT02] Merkel, Torsten: «Service-Design in kleinen Teams», 1. Auflage, Bildungswerk der Sächsischen Wirtschaft e.V. Dresden, 29.4.2002.
- [MT12] Maus, Thomas: «Risiken + Nebenwirkungen der Gesundheitstelematik. Der Beipackzettel zur Gesundheitskarte», Vortrag im Rahmen der „IT - Fallstudien“ am Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik an der Universität Potsdam im SS 2012, Vortrag am: 21.5.2012.
- [MRN12] Brunzel, Marco: «Was haben wir aus dem Einheitlichen Ansprechpartner gelernt », Fachvortrag, Regionalkonferenz Wirtschaft trifft Verwaltung 2012, Metropolregion Rhein-Neckar, URL: <[http://www.m-r-n.com/fileadmin/user\\_upload/Image/04\\_Planung\\_Entwicklung/06\\_Entwicklung/E\\_Government/Regionalkonferenz/rk\\_2012/EGov\\_Brunzel\\_EAP.pdf](http://www.m-r-n.com/fileadmin/user_upload/Image/04_Planung_Entwicklung/06_Entwicklung/E_Government/Regionalkonferenz/rk_2012/EGov_Brunzel_EAP.pdf)>, Abfrage: 1.7.2014.
- [OE06] Bundeskanzleramt Österreich: «E-Government-Produktkatalog», Best Practice Katalog, URL: <[http://www.notar.at/de/portal/dernotar/aktuelles-neu/archiv2006/index.php?article\\_cid=2131](http://www.notar.at/de/portal/dernotar/aktuelles-neu/archiv2006/index.php?article_cid=2131)>, Abfrage: 10.6.2008.
- [OEGB08] Österreichischer Gemeindebund, Landesverbände und die Kommunalkredit Austria: «Arbeits- und Informationsportal im Kommunalbereich», URL: <<http://www.kommunalnet.at>>, Abfrage: 10.11.2008.
- [OSCI02] OSCI Leitstelle, Entsprechend KoopA - ADV Beschluss 3-11/2002: «Organisations- und Finanzierungskonzept für die Weiterentwicklung von OSCI inklusive der OSCI Bibliothek», Bremen, Status: Proposal, 27.3.2003.
- [OSCI12] Koordinierungsstelle für IT-Standards: «Spezifikation OSCI-XMeld 1.8 (Fassung vom 31.01.2012)», Bremen, 25.1.2012.
- [PC08] Probst, Christoph (Autor): «Grafische Darstellung des Unterschieds zwischen Authentisieren und Authentifizieren», Wikipedia, Stand: 5.6.2008, Abfrage: 7.9.2008.

- [PHG11] Picot, Arnold; Hertz, Udo; Götz, Thomas: «Trust in IT: Wann vertrauen Sie ihr Geschäft der Internet-Cloud an?», Springer-Verlag GmbH Berlin / Heidelberg, 2011.
- [PHJ06] Puch, Hans-Joachim: «Struktur und Dynamik sozialer Organisationen», Vorlesungsskript, Organisationslehre II: SS 2006, Evangelische Fachhochschule Nürnberg.
- [PT04] Petri, Thomas (Der Bayerische Landesbeauftragte für den Datenschutz): «21. Tätigkeitsbericht, Gesetz zur Stärkung der elektronischen Verwaltungstätigkeit», München, Ausgabe: 2004.
- [RL09] Ross, Lutz (TU Berlin): «E-Government Anwendungen auf Basis von 3D-Stadtmodellen», Workshop, Skript, Bonn, 9./10.11.2009.
- [RMF04] Ruhe, Michael; Mattes, Werner; Fehlmann, Thomas: «Arbeitsgenehmigungen Online», in: «eGov Präsenz», URL: <<http://www.arbeits-erlaubnis.zh.ch>>, Abfrage: Februar 2004.
- [SACH12] Service-Portal für Sachsen: «Amt24», URL: <[http:// amt24.sachsen.de/](http://amt24.sachsen.de/)>, Abfrage: 24.4.2012.
- [SCH2012] Schober Information Group, Ditzingen/Stuttgart: «Der NACE-Code», Kompendium, URL: <[http://www.schober-international.com /de/ht-docs/nace.html](http://www.schober-international.com/de/ht-docs/nace.html)>, Stand: 2012, Abfrage: 6.1.2012.
- [SD08] Salomon, Alexander; Dietrich, Jens: «Leitfaden für die Entwicklung von Standards für den elektronischen Datenaustausch (XÖV-Standards)», Version 1. Bundesministerium des Innern, April 2008.
- [SD12] Schmalzer, Dirk: «Neuer Personalausweis hat Startprobleme», Artikel, Hannoversche Allgemeine (Madsack Online GmbH & Co. KG), URL: <<http://www.haz.de>>, Veröffentlichung: 6.3.2012, Abfrage: 4.8.2012.
- [SE00] Schmitz, Eva (B+S Unternehmensberatung, Bonn): «Der Mythos von der Auslastung», Artikel, in: TELETALK, telepublic Verlag GmbH & Co. Medien KG Hannover, September 2000.
- [SG99] Saueressig, G.: «Internetbasierte Self-Service-Systeme für kundenorientierte Dienstleistungsprozesse in öffentlichen Verwaltungen», Kooperationsprojektes der Stadt Nürnberg und der SIEMENS AG, Berlin, 1997-1999.
- [SNZ97] Scheer, A.W.; Nüttgens, M.; Zimmermann, V.: «Objektorientierte Ereignisgesteuerte Prozesskette (oEPK) - Methode und Anwendung», Veröffentlichungen des Instituts für Wirtschaftsinformatik (IWi), Universität des Saarlandes, Heft 141, Mai 1997.
- [SPP03] Schuppan, Tino; Penning-Poggenbeck, Jörg: «eGovernment im Kfz-Zulassungswesen. Konzeption zur Umsetzung», KWI-Projektberichte, Kommunalwissenschaftliches Institut (KWI), Potsdam, 2003.
- [ST10] Schuppan, Tino: «Türöffner eGovernment: Kleine Lösungen mit großem Potenzial für Entwicklungsländer», Research Note, IfG.Research - The Institute for eGovernment c/o Universität Potsdam, 3.3.2010.
- [TR02] Thome, Rainer: «Jahresbericht 2002», Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftsinformatik der Universität Würzburg, 2002.
- [TR04] Thome, Rainer: «Projekt eGovernment, Auswertung der Online-Erfassung von Leistungen der Stadt Würzburg», Projektdokumentation, Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre und Wirtschaftsinformatik der Universität Würzburg, URL: <[http://www.wuerzburg.de/media/www.wuerzburg.de/org/med\\_950/14072\\_leistungserfassung\\_universitaet\\_wuerzburg.pdf](http://www.wuerzburg.de/media/www.wuerzburg.de/org/med_950/14072_leistungserfassung_universitaet_wuerzburg.pdf)>, Stand: 21.9.2004, Abfrage: 7.5.2005.

- [UES03] Uhr, Wolfgang; Esswein, Werner; Schoop, Eric: «Wirtschaftsinformatik 2003 / Band II; Medien, Märkte, Mobilität», Physica-Verlag Heidelberg, 2003.
- [VAA06] Vereinigung angestellter Architekten: «Elektronische Signatur- ein Dornröschenschlaf?», News 1/2006, URL: <<http://www.vaa-nrw.de/new/index.php?id=9>>, Abfrage: 15.12.2008.
- [WG08] Witte, Thomas; Giebel, Falk: «Enterprise Resource Planning Systeme - Theorie und Praxis», Fachvortrag: 2008, Universität Osnabrück Institut für Informationsmanagement und Wirtschaftsinformatik, URL: <[http://www.ec-net.de/EC-Net/Redaktion/Pdf/Anwendungssoftware/begleitprojekt-erp-vortrag-witte-giebel-oss-erp-theorie-u-praxis,property=pdf,bereich=ec\\_net,sprache=de,rwb=true.pdf](http://www.ec-net.de/EC-Net/Redaktion/Pdf/Anwendungssoftware/begleitprojekt-erp-vortrag-witte-giebel-oss-erp-theorie-u-praxis,property=pdf,bereich=ec_net,sprache=de,rwb=true.pdf)>, Abfrage: 1.12.2008.
- [WIEN14] Service-Portal für Wien: «smart city», URL: <<https://smartcity.wien.gv.at/site/>>, Abfrage: 13.12.2014.
- [WIC14] Seminarunterlagen zum „World Internet Conference Wuzhen Summit“, Zhejiang-Wuzhen, 20.11.2014..
- [WM21] Weber, Max: «Wirtschaft und Gesellschaft», Verlag J.C.B.Mohr (Paul Siebeck), Tübingen, 1921, S. 551-579.
- [WMA09] Wimmer, Maria A.: «Wo steht die öffentliche Verwaltung in 2020?», Vortrag, 12. Gunzenhausener IuK-Tage, 13./14.5.2009.
- [WS11] Wolf, Malthe; Sagl, Stefanie: «Pressemappe der Initiative D21», URL: <<http://www.initiaved21.de/wp-content/uploads/2011/05/PressemappeD21.pdf>>, Abfrage: 1.6.2011.
- [XOEV12] Die Beauftragte der Bundesregierung für Informationstechnik, Koordinierungsstelle für IT-Standards (KoSIT): «Handbuch zur Entwicklung XÖV-konformer IT-Standards Version 1.1 vom 31. März 2012», URL: <<http://www.xoev.de>>, Abfrage: 4.10.2012.
- [ZES08] Zorn, Werner; Eid-Sabbagh, Rami-Habib: «IT-DIENSTE-ATLAS zur Umsetzung der EU-Dienstleistungsrichtlinie», Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik an der Universität Potsdam, Stand: 29.8.2008.
- [ZW06a] Zorn, Werner: «Elektronischer Einkauf im Hochschulbereich (III) (HPI)», Bachelor-Projekt: WS 2004/2005.
- [ZW10] Zorn, Werner: «Über das häufige Scheitern von IT- Projekten», Alumnikonferenz der Informationswirtschaft KIT / Universität Karlsruhe, 26.6.2010.

**A Abkürzungsverzeichnis, Abbildungen, Dateiverzeichnisse****A.1 Abkürzungsverzeichnis**

ABuDIS	Altlasten-, Bodenschutz- und Deponieinformationssystem
AJAX	Asynchronous JavaScript and XML
ALU	Application Layer User
AKDB	Anstalt für Kommunale Datenverarbeitung in Bayern
AKID	Atomarität, Konsistenz, Isoliertheit, Dauerhaftigkeit
API	Application Program(ming) Interface
ARIS	Architektur Integrierter Informationssysteme
AVA	Ausschreibung, Vergabe, Abrechnung
AZR	Ausländerzentralregister in Köln
BASIS	Bayerisches Alarmierungs- und Sicherheits-Informationssystem
BayLfStaD	Bayerisches Landesamt für Statistik und Datenverarbeitung
BCMP	WS-System nach Baskett, Chandy, Muntz und Palacios
BDE	Betriebsdatenerfassung
BMI	Bundesministerium des Inneren
BPEL	Business Process Execution Language
BPM	Business Process Management Prinzip
BPMN	Business Process Modeling Notation
BPR	Business Process Reengineering
BSSt	Basic Server Station
CBQ	Class Based Queueing
CGI	Common Gateway Interface
CIDR	Classless Inter-Domain Routing
CMS	Content-Management-System
CORBA	Common Object Request Broker Architecture
CPAN	Comprehensive Perl Archive Network
CPU	Central Processing Unit
CQN	Closed Queueing Network
D21	„Initiative D21 e.V.“ mit Partner KoopA-ADV
DBMS	Database Management System
DCOM	Distributed Component Object Model
DIGANT	Digitale Antragsverfahren für Reisepässe und Personalausweise
DMS	Dokumentenmanagementsystem
DOD	U.S. Department of Defense
DOL	Deutschland-Online: Aktionsplan der Regierungschefs von Bund und Ländern ab 22.6.2006, Fortschreibung am 19.11.2009 [SD08]
DOMEA	Dokumentenmanagement und elektronische Archivierung
DPSS	Distributed Parallel Storage System
DRMAA	Distributed Resource Management Application API
DRMS	Distributed Resource Management System
DSCP	Differentiated Services Code Point
DSPN	Deterministic Stochastic Petri Net
DSRT	Dynamic Soft Real Time CPU Scheduler
DV	Datenverarbeitung

E/R-Diagramm	Entity-Relationship-Diagramm
EAP	Einheitlicher Ansprechpartner
ECM	Enterprise Content Management
EDI	Electronic Data Interchange
eEPK	Erweiterte ereignisgesteuerte Prozesskette
eGov-7L	eGovernment hierarchical model (with) 7 Layers
Elster	Elektronische Steuererklärung
EPK	Ereignisgesteuerte Prozesskette
ERM	Entity Relationship Model
ERP	Enterprise Resource Planning
EU	Europäische Union
EU-DLR	EU-Dienstleistungsrichtlinie
EVU	Elektrizitätsversorgungsunternehmen
FIS-Natur	Fachinformationssystem Naturschutz
FMC	Fundamental Modeling Concepts
FMC-eCS	FMC extended for communication systems
FMC-QE	FMC for quantitative evaluation
FS / FZ	Führerschein / Fahrzeug
G2C/G2G/G2B	Government to Consumer, - Government, - Business
GIS	Grafisches Informationssystem
GPM	Geschäftsprozessmanagement
GPMO	Geschäftsprozessmodellierung
GSPN	Generalized Stochastic Petri Net
HH-Plan	Haushaltsplan
HPI	Hasso-Plattner-Institut für Softwaresystemtechnik GmbH an der Universität Potsdam
HTML	Hypertext Markup Language
HU	Hauptuntersuchung bei Kraftfahrzeugen
HUB	Humboldt-Universität zu Berlin
IBM	International Business Machines Corp. (NYSE)
IDS (Scheer)	Integrierte Datenverarbeitungs Systeme
ISO	International Organization for Standardization
ISO/IEC	ISO / International Electrotechnical Commission
IT	Informationstechnologie
ITIL	IT Infrastructure Library
ITU	International Telecommunication Union
ITU-T	ITU-Telecommunication Standardization Sector
IuK	Informations- und Kommunikationstechnologie
kA	kritische Aktion / kritischer Abschnitt
KBA	Kraftfahrt-Bundesamt
KBSt	Koordinierungs- und Beratungsstelle für Informationstechnik in der Bundesverwaltung
Kfz	Kraftfahrzeug
KGSt	Kommunale Gemeinschaftsstelle für Verwaltungsmanagement
KLR	Kosten- und Leistungsrechnung
KommHV	Kommunalhaushaltsverordnung
KoopA-ADV	Kooperationsausschuss Automatisierte Datenverarbeitung Bund/ Länder/ Kommunalbereich
KoSIT	Koordinierungsstelle für IT-Standards



---

KPI	Key Performance Indicator (ARIS)
KW[i]	Kalenderwoche [i]
KWI	Kommunalwissenschaftliches Institut (der Universität Potsdam)
LL	Lebenslage
M/G/m	Kendall-Notation eines Warteschlangensystems
M/M/m	Kendall-Notation eines Warteschlangensystems
MEDIA@Komm	Initiative des Deutschen Instituts für Urbanistik mit dem Bundesministerium für Wirtschaft: Projektstart in 1999 [DIFU03]
MPX/DPX	Multiplexer / Demultiplexer
NACE	Nomenclature Générale des Activités Economiques dans l'Union Européenne. Das NACE-Code-System basiert auf einem europäischen Standard für Branchenklassifikation. Es wurde 1970 ins Leben gerufen und 1990 überarbeitet. Damit wurde der NACE-Code in Europa die allein gültige Branchensystematik. Diese NACE-Daten werden extern angeliefert und z. B. im städtischen Portal zur Verfügung gestellt. Diverse Anbindungen sind möglich: Fachstellenbeteiligung, Wahlschein etc. [SCH2012].
nPA	neuer Personalausweis
OASIS	Organization for the Advancement of Structured Information Standards
oEPK	Objektorientierte ereignisgesteuerte Prozesskette
OMG	Object Management Group
OPAC	OpenPublicAccessCatalog
oPN	objektorientierte Petri-Netze
ORB	Object Request Brokers
OSCI	Online Services Computer Interface
OSCI-XMeld	Auf XML basierender Fachstandard für den Austausch von Meldedaten
OSCI-XÖV	XÖV-Framework der KoSIT
OSI	Open Systems Interconnection (Reference Model)
PDF	Portable Document Format
PKI	Public-Key-Infrastruktur
POA	Prozessorientierte Architektur
POI	Point of Interest
POS	Point of Sale
PPP	Public-private-Partnership
QAMS	Quantitative Analysis Municipal Services
RSS	Really Simple Syndication / Rich Site Summary / RDF Site Summary
RZ	Rechenzentrum
SAGA	Standards und Architekturen für E-Government
SAP	Service Access Point (OSI)
SAP	Systeme, Anwendungen und Produkte in der Datenverarbeitung
SEPA	Single Euro Payments Area
SOA	Serviceorientierte Architektur
SOAP	Simple Object Access Protocol
SPN	Stochastic Petri Net
SRq	service request (Bedienanforderung (in Warteschlange))
SRs	service response (Bedienrückmeldung)

SysML	Systems Modeling Language
UDDI	Universal Description, Discovery, and Integration
UML	Unified Modeling Language
W3C	World Wide Web Consortium
wai	web application integration
WfMS	Workflow Management System
Wkz	Wunschkenzeichen
WS	Warteschlange
WSDL	Webservice Description Language
WWW	World Wide Web
XMI	XML Metadata Interchange
XML	Extensible Markup Language
XÖV	XML in der öffentlichen Verwaltung
ZAS	Zentrales Auskunftssystem
ZAZ	Zwischenankunftszeit

A.3 Abbildungen

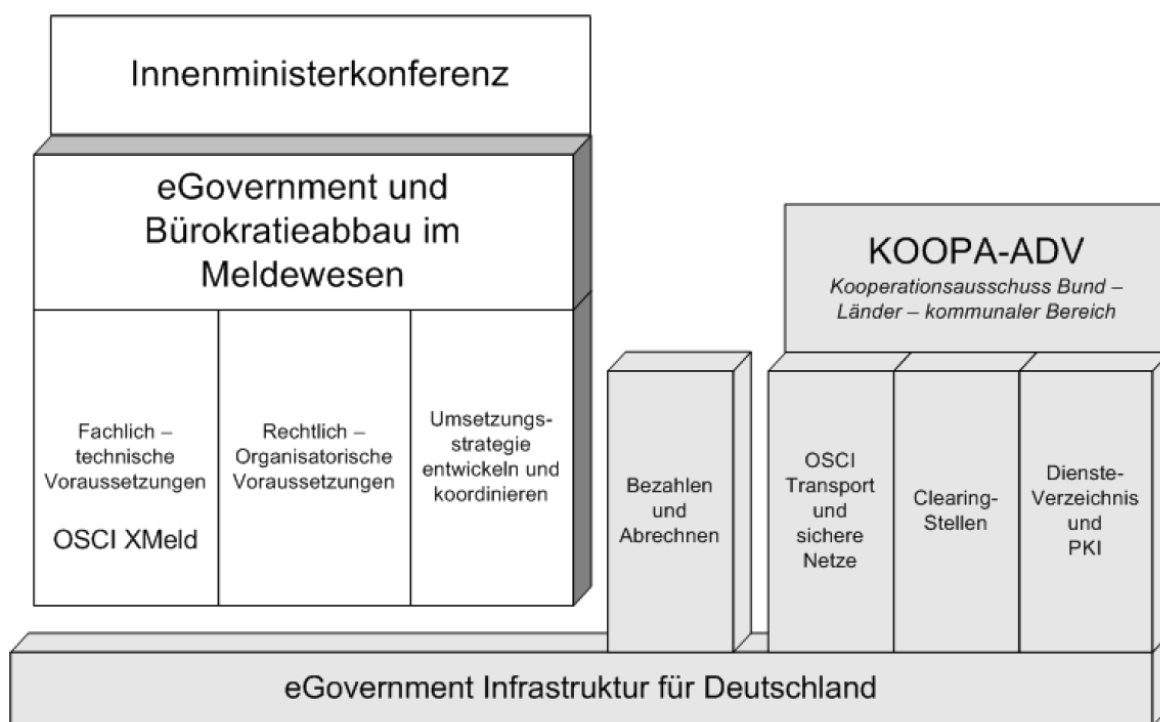


Abbildung 1.3.1: Zuständigkeiten für Infrastruktur und Meldewesen



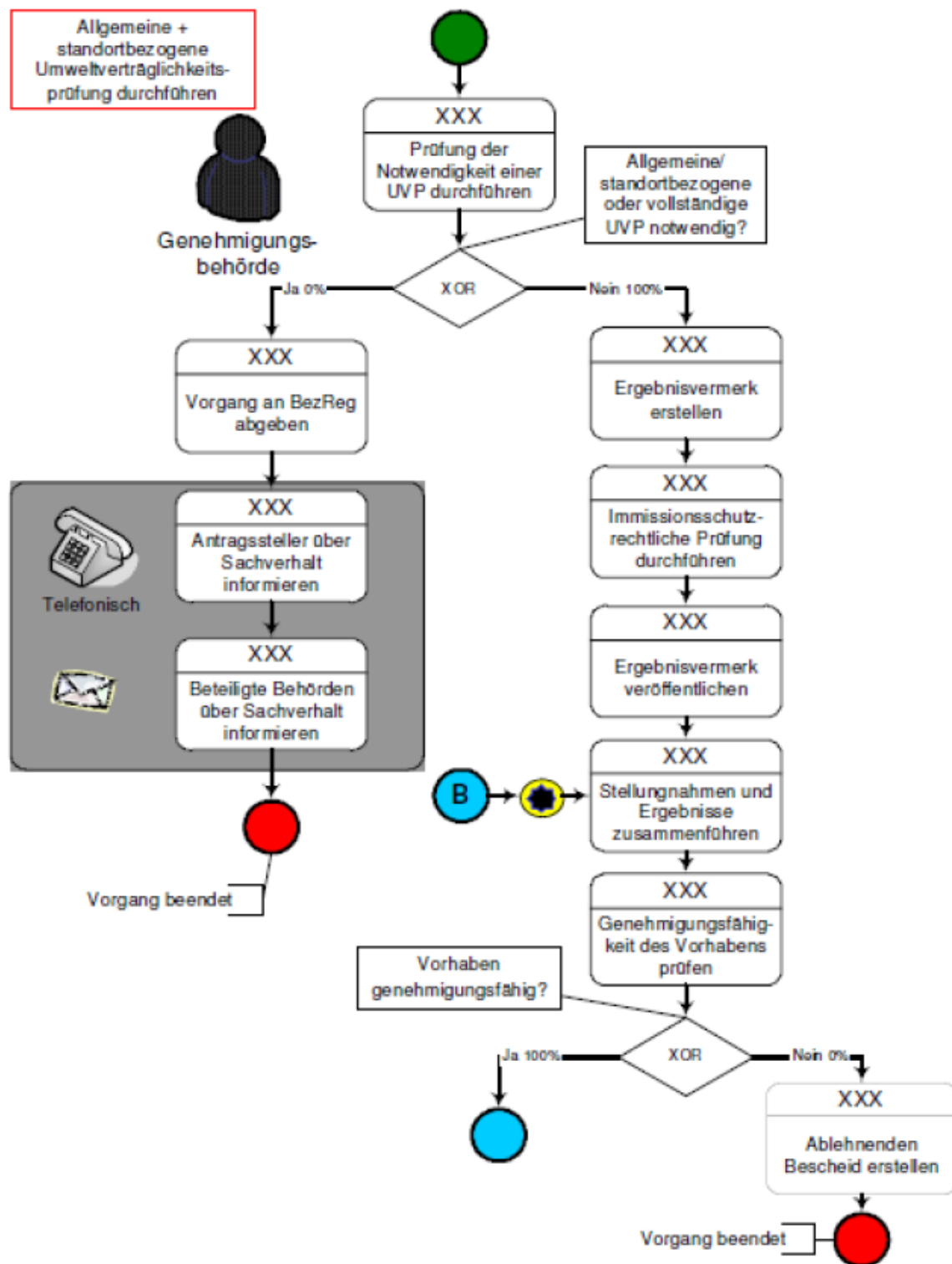


Abbildung 2.6.7.7.4: FaMos – Beispiel: Aktivitätenmodell Geschäftsaufgabe „Umweltverträglichkeitsprüfung durchführen“

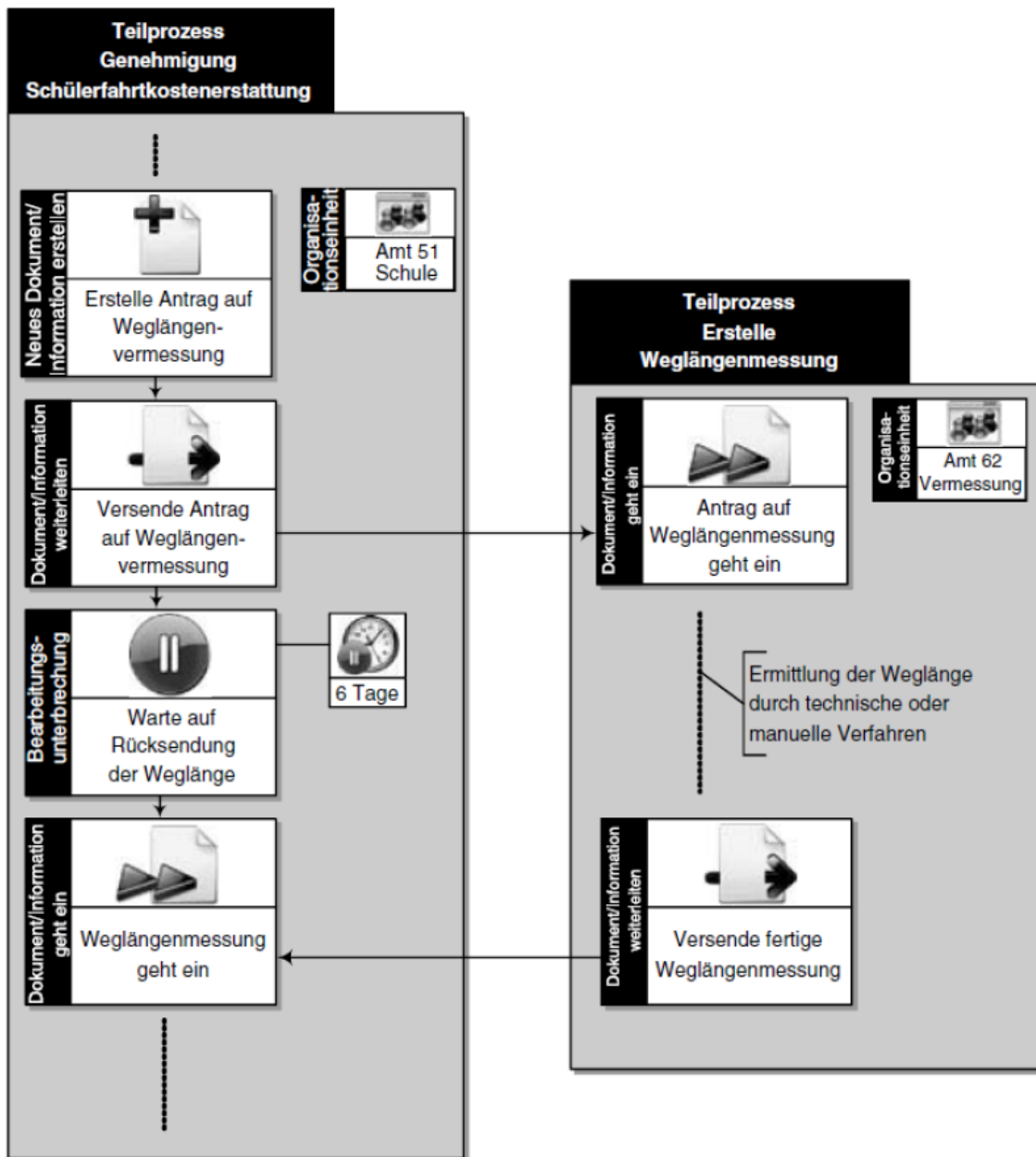


Abbildung 2.6.7.8.2: PICTURE – Beispielprozess (Auszug)  
 „Schülerfahrtkostenerstattung“ [JM12]

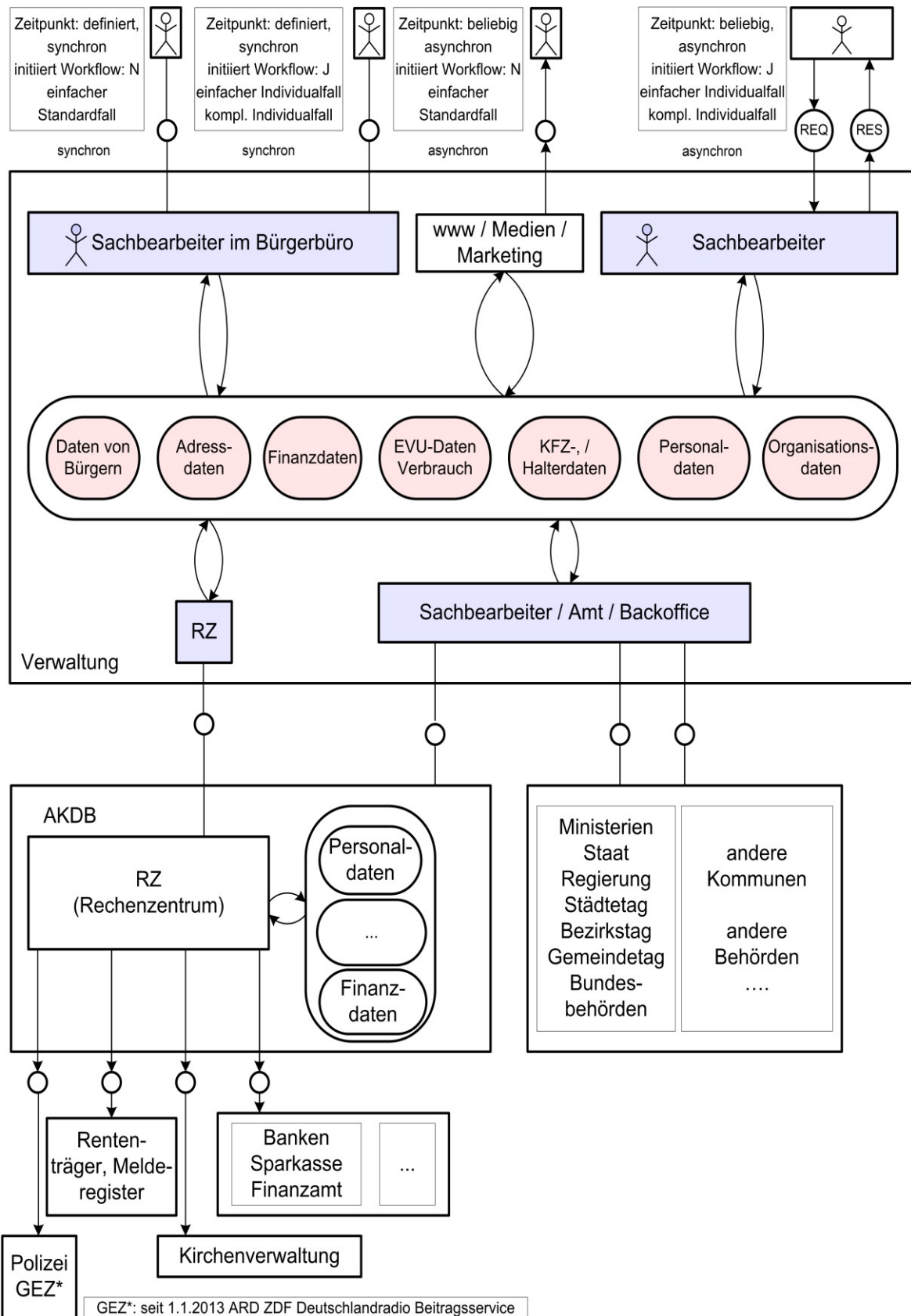


Abbildung 4.1.1: FMC Aufbaudiagramm der Stadtverwaltung Landshut  
Datei: „Blockstruktur vom 1.1.2014.jpg“



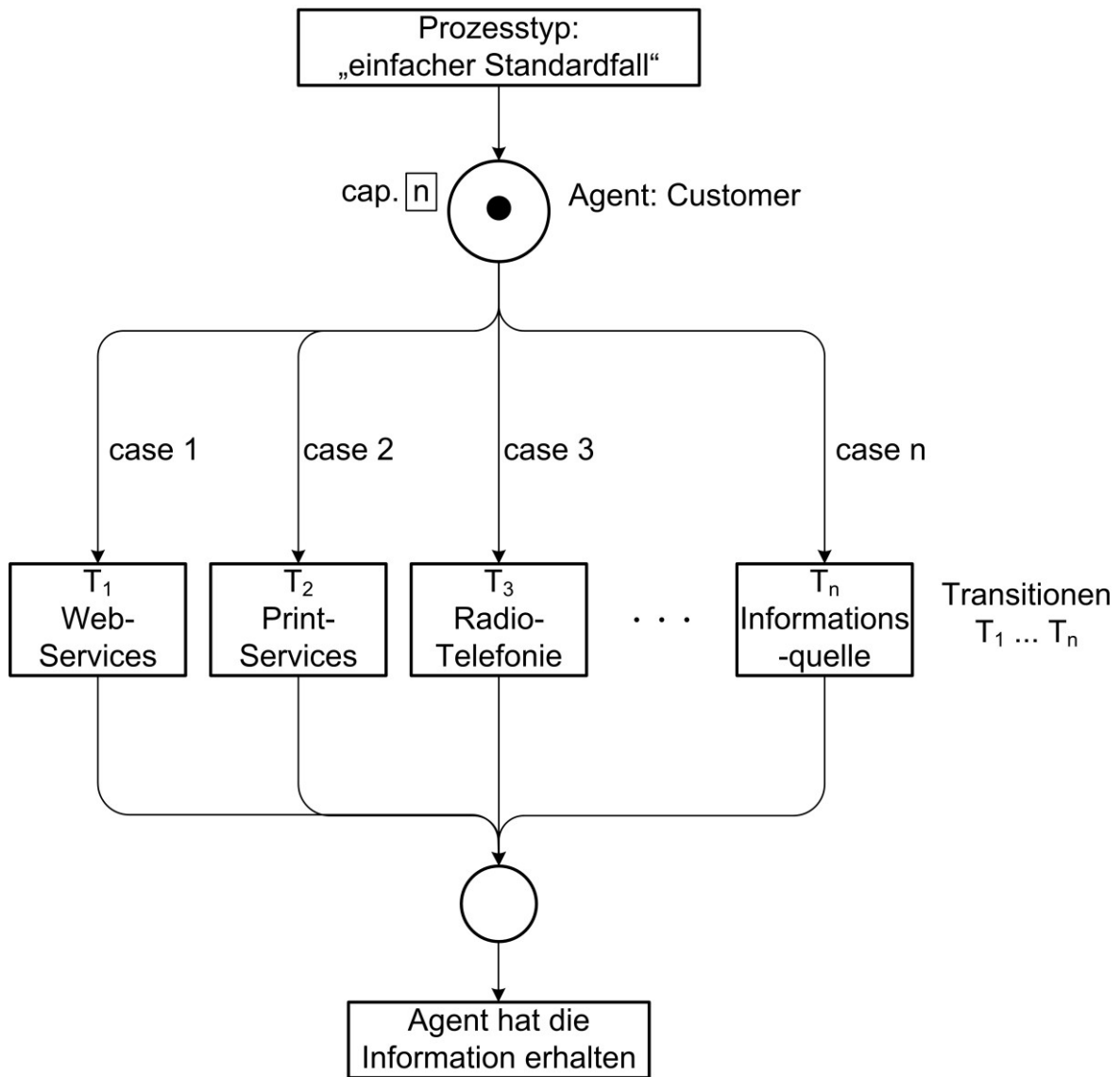


Abbildung 4.2.1.1: FMC Prozesstyp „einfacher Standardfall“  
Datei: „Prozesstyp einfacher Standardfall.jpg“



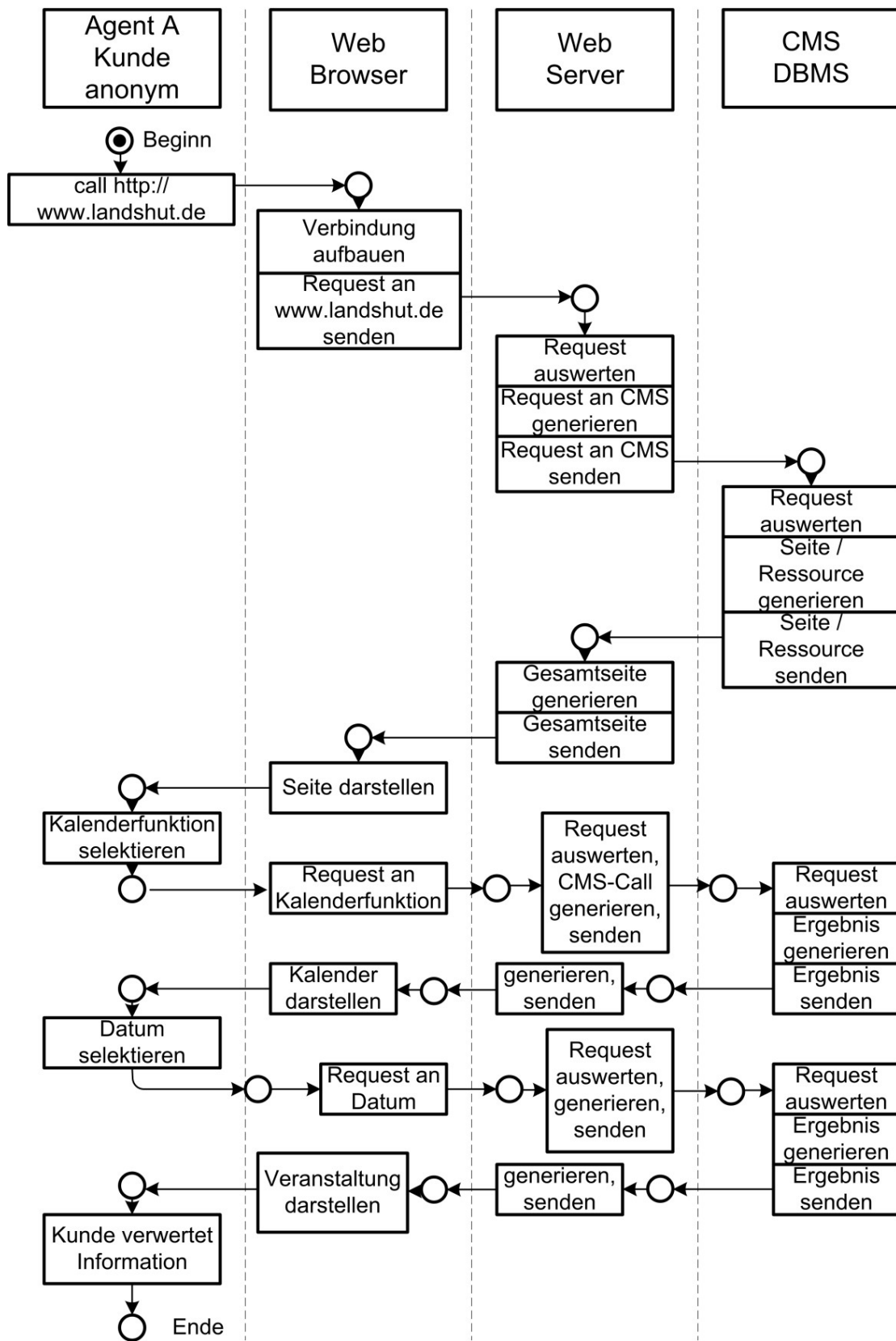


Abbildung 4.2.1.2: FMC Prozesstyp „einfacher Standardfall“  
 Beispiel „Veranstaltungskalender“  
 Datei: „Prozesstyp einfacher Standardfall (Veranstaltungskalender).jpg“

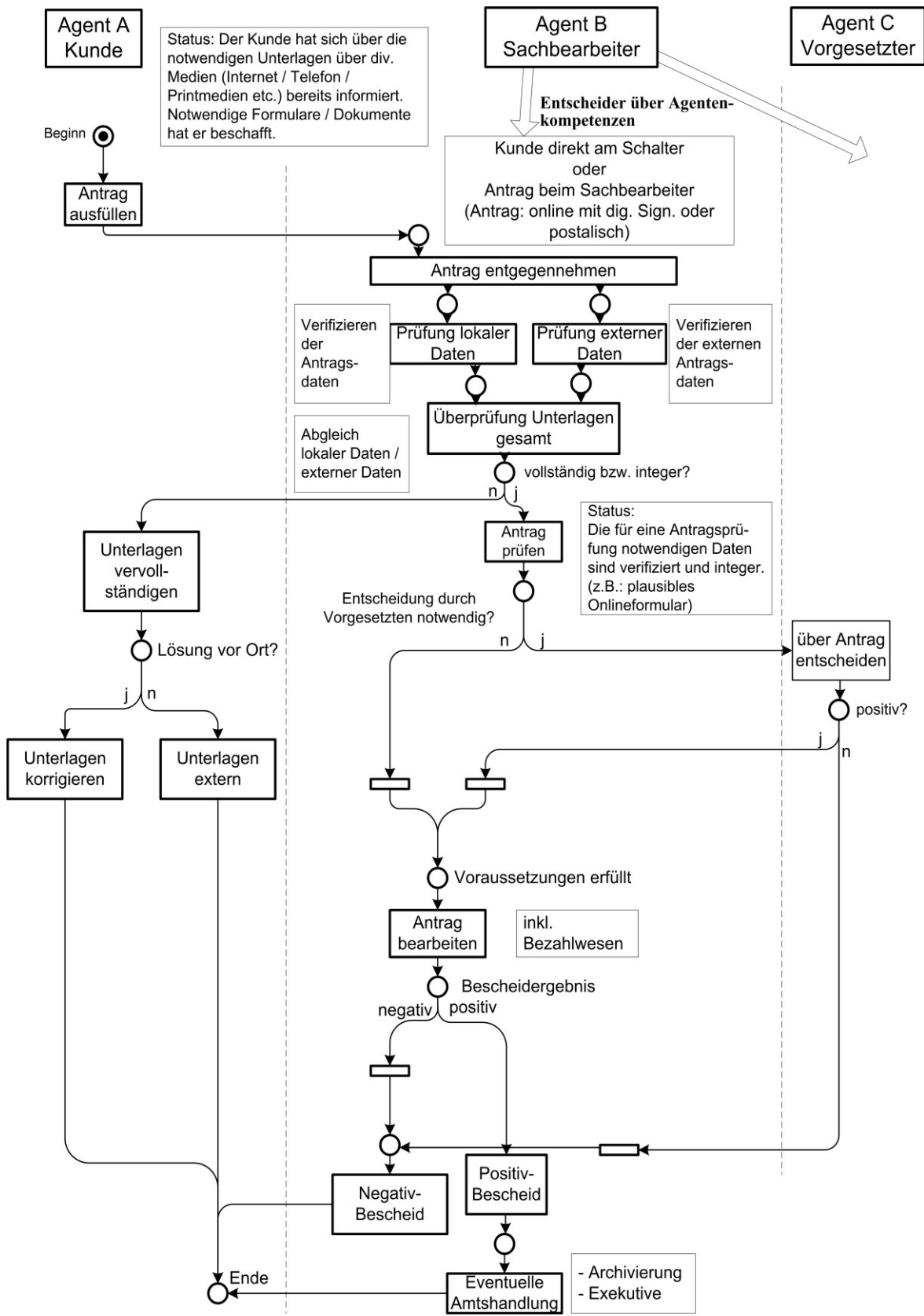


Abbildung 4.2.2.1: FMC Prozesstyp „einfacher Individualfall“ schematisch

Datei: „Prozesstyp einfacher Individualfall.jpg“

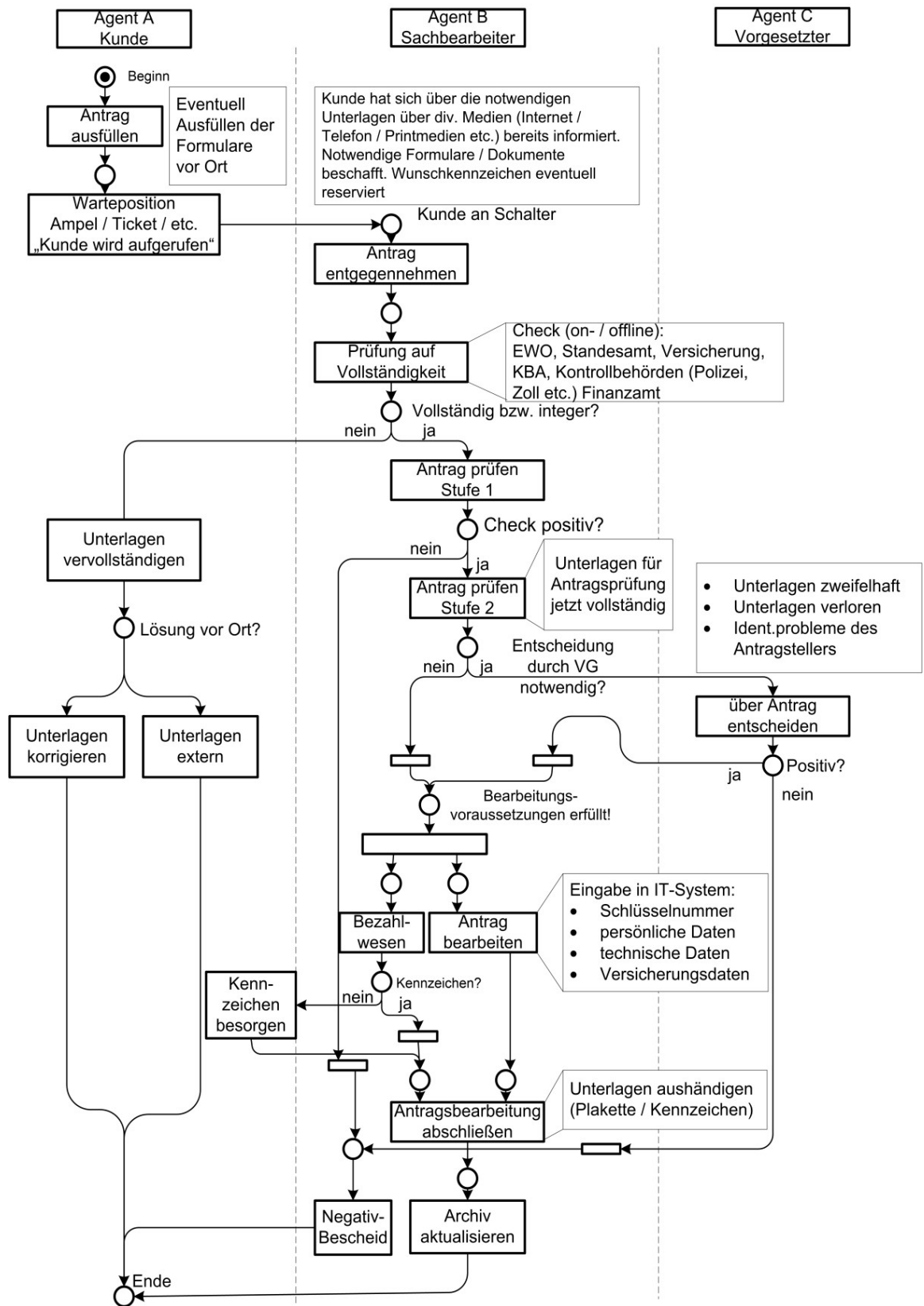


Abbildung 4.2.2.2: FMC Prozesstyp „einfacher Individualfall“  
 Beispiel „Ablaufplan Zulassungsstelle“  
 Datei: „Prozesstyp einfacher Individualfall (Zulassungsstelle).jpg“

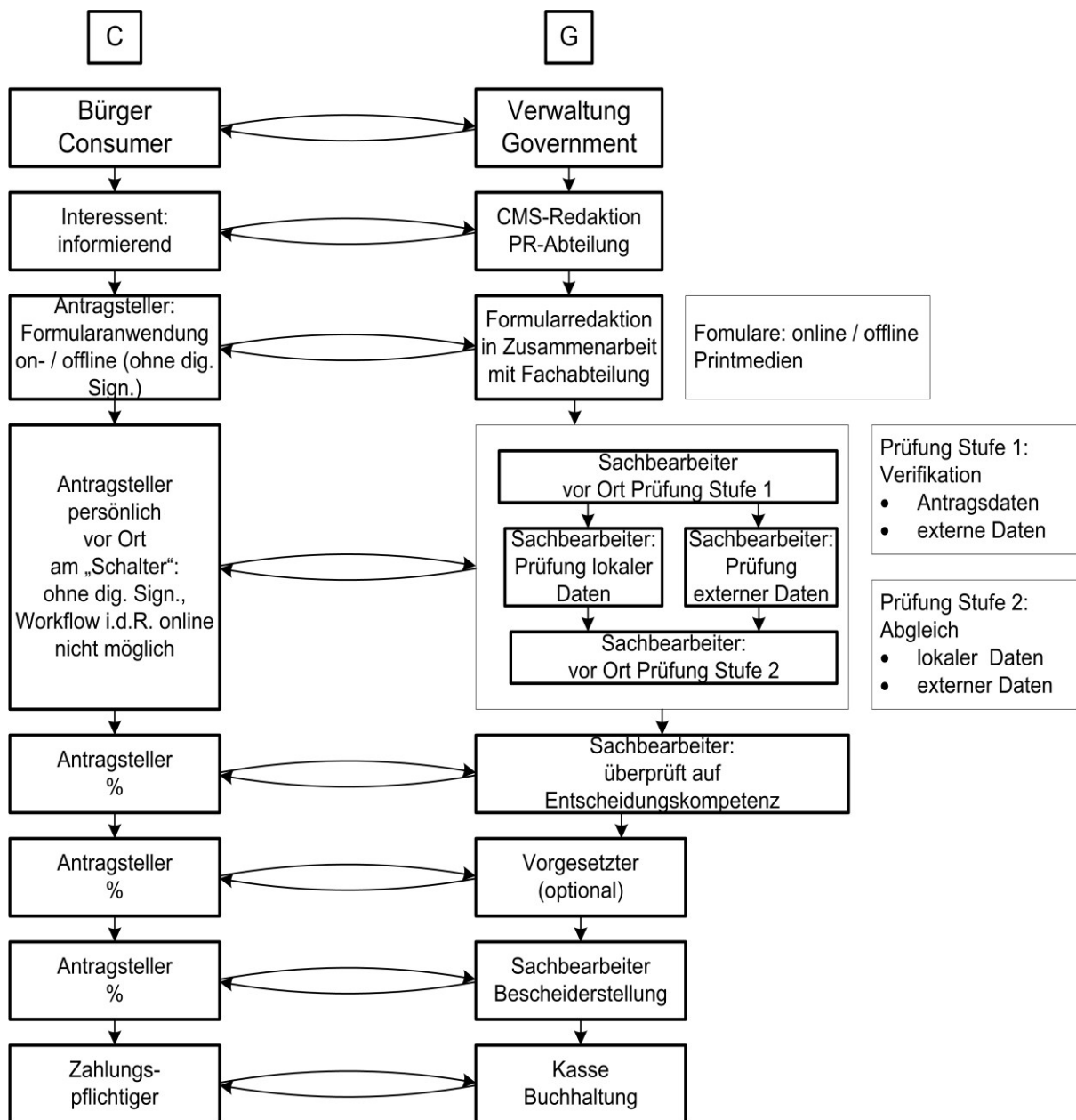


Abbildung 4.2.2.3: FMC Prozesstyp „einfacher Individualfall“  
 Rollenkonzept  
 Datei: „Prozesstyp einfacher Individualfall (Rollenkonzept).jpg“

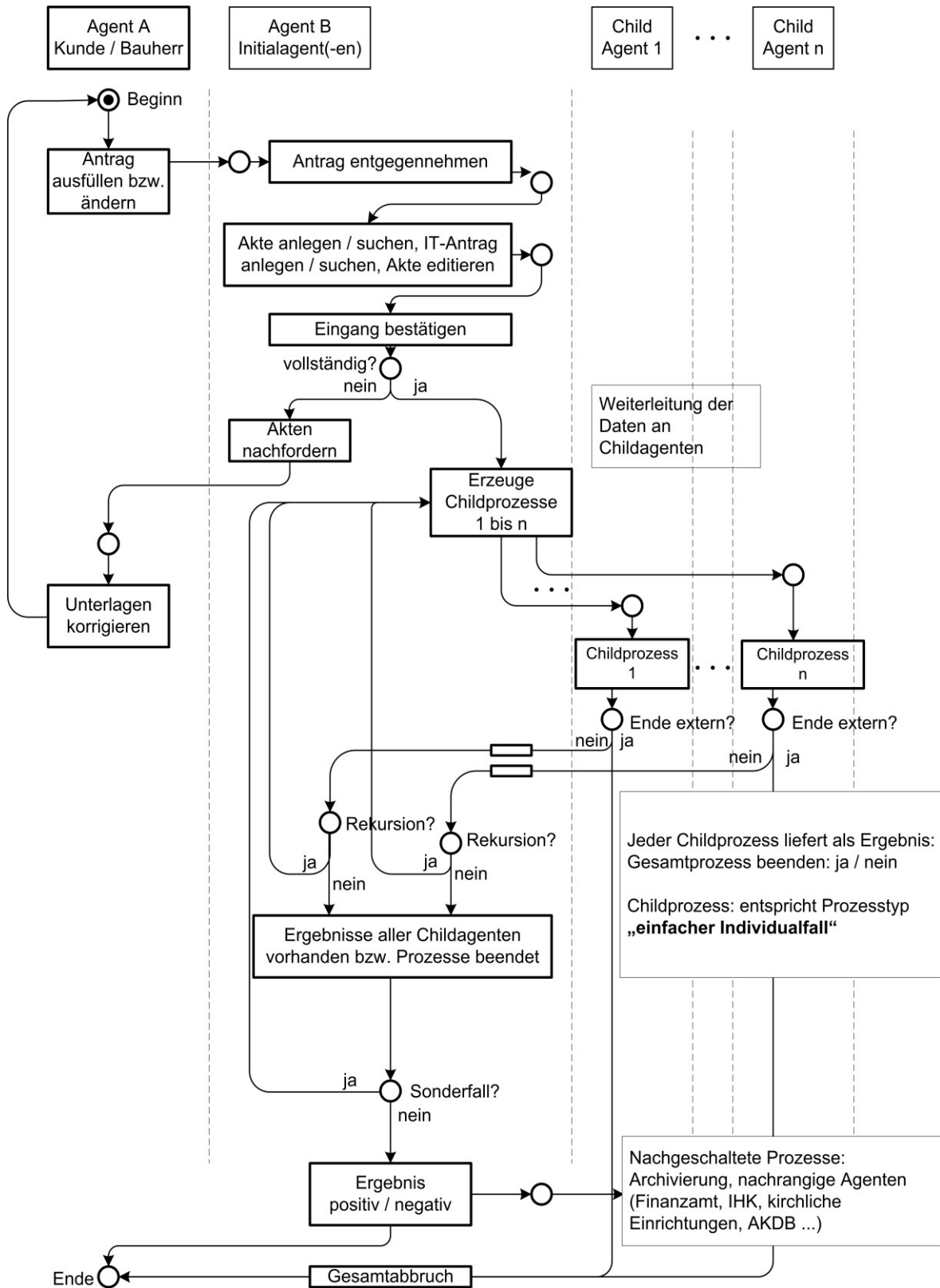


Abbildung 4.2.3.1: FMC Prozesstyp „komplexer Individualfall“ schematisch

Datei: „Prozesstyp komplexer Individualfall.jpg“

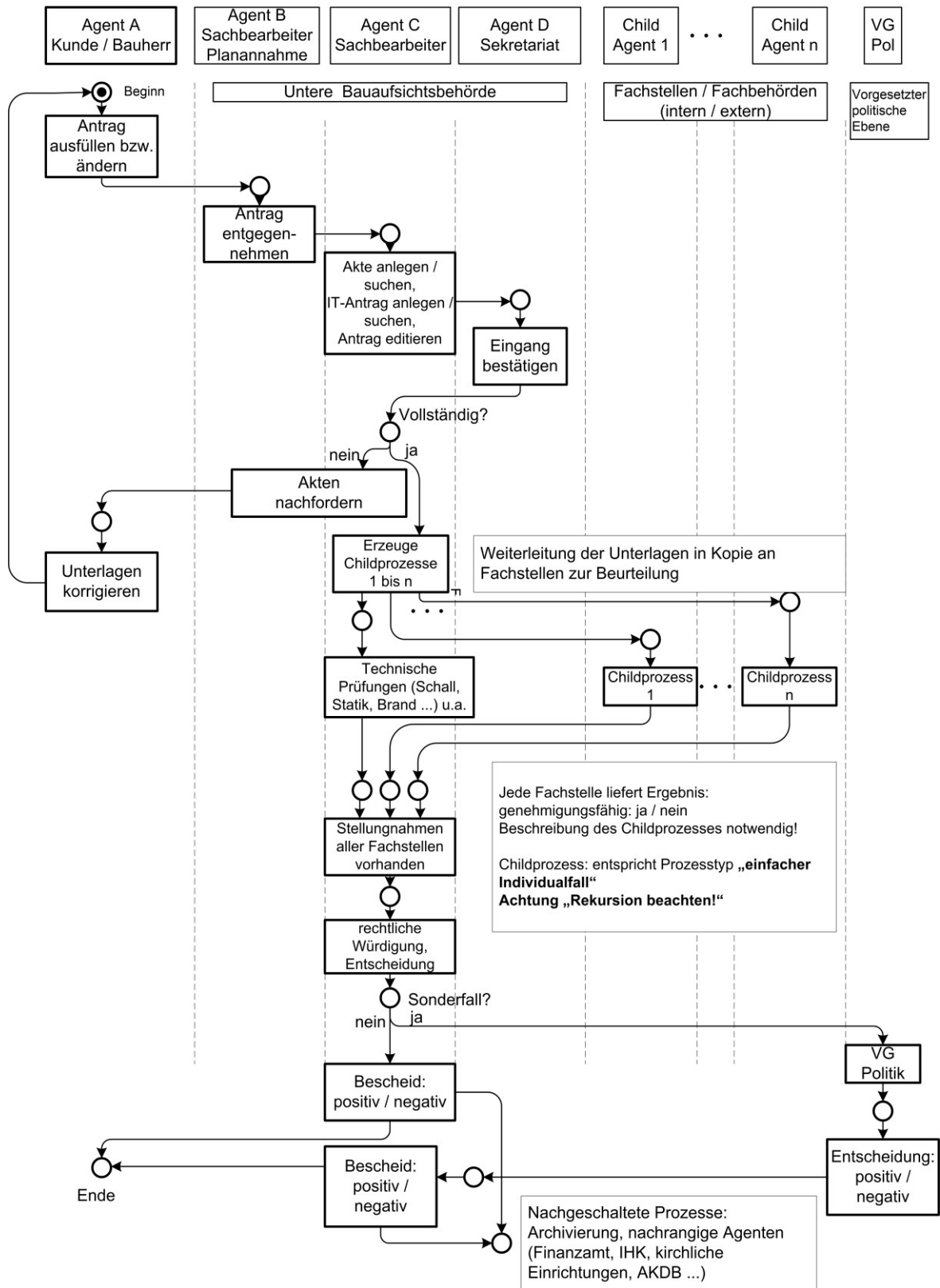


Abbildung 4.2.3.2: FMC Prozesstyp „komplexer Individualfall“  
 Beispiel: Bauantrag  
 Datei: „Prozesstyp komplexer Individualfall (Bauantrag).jpg“

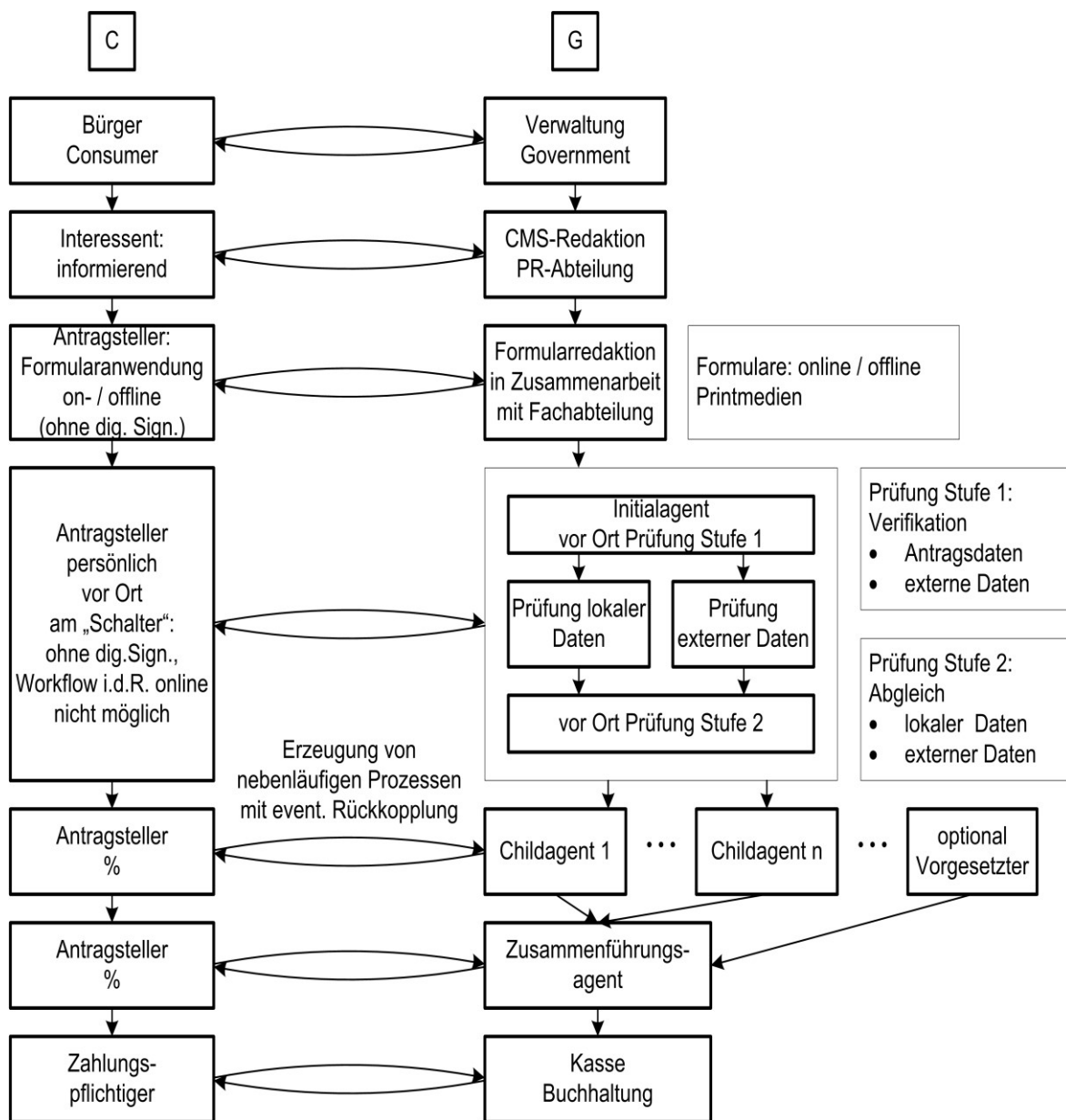


Abbildung 4.2.3.3: FMC Prozesstyp „komplexer Individualfall“  
 Rollenkonzept  
 Datei: „Prozesstyp komplexer Individualfall (Rollenkonzept).jpg“

Lebenslage	Vorgang	Prozesstyp
		1=„einfacher Standardfall“ 2=„einfacher Individualfall“ 3=„komplexer Individualfall“
Bauen und Wohnen	Bauantrag / Baugenehmigung	3
	Mitteilung auf Baufertigstellung	2
	Grundbuch	1/2
	Abbruch baulicher Anlagen	2
	Antrag auf Befreiung von der Bauschutzverordnung	2
	Antrag auf Wohngeld	2/3
	Grundsteuer	3
	Befreiung von der Baumschutzverordnung	2
	Kleinkläranlagen	2
Geld Finanzen	Abbuchungsermächtigung	2
	Antrag auf Erziehungsgeld	2
	Hundesteuer	2
	Lohnsteuerkarte	2
	Antrag auf Wohngeld	3
Gewerbe	Gaststättenerlaubnis	3
	Gewerbeanzeige, An-, Um-, Abmeldung	3
	Gewerbeauskunft (offline)	2
	Gewerbeauskunft (online)	1
	Schankerlaubnis	2
	Sperrzeit	2
	Makler	2
Meldewesen / Ausländerwesen	Auskunftssperre	2
	Melderegisterauszug	2
	Führungszeugnis	2
	Kinderausweis	2
	Reisepass	3
	Personalausweis	3
	Wohnsitz	2
	Aufenthalts- / Duldungsbewilligung	3
	Aufenthaltsverlängerung	3
	Einbürgerung	3
	Lohnsteuerkarte Neuausstellung	2
	Mietspiegel	1
	Wohnen im Alter	1
Ordnungsamt / Umwelt	Fischereischein	2
	Jagdschein	2
	Kampfhunde	2
	Waffenschein	2
	Lebensmittelrecht (Anträge ..)	2
	Abfallberatung	2
	Antrag auf Mülltonne, ...	2
	Sperrmüll	1/2

Tabelle 4.3.2.1: Verwaltungsprozesse nach Lebenslagen (Teil 1)



Lebenslage	Vorgang	Prozesstyp 1=„einfacher Standardfall“ 2=„einfacher Individualfall“ 3=„komplexer Individualfall“
Heirat, Geburt, Tod	Eheschließung	2
	Namensänderung	2
	Geburtsurkunde	2
	Familienbuch	2
	Heiratsurkunden	2
	Sterbeurkunden	2
	nachträgliche Urkunden	2
	Auskünfte	2
	Beglaubigung von Urkunden	2
Soziales, Familie, Freizeit, Schule, Gesundheit	Behindertenausweis	2
	Kindergartenanmeldung	2
	Sozialhilfe	3
	Antrag auf Befreiung vom Eigenanteil	2
	Antrag auf Fahrkostenerstattung	2
	Adoption	3
	Anglerschein	2
	Grundsicherung	2
	BAföG	2/3
	Familienberatung	2
	Kinder- und Jugendschutz	3
	Erziehungsgeld	2
	Badegewässerinformation 1	
Verkehr / Auto	Führerschein	3
	Kurzkennzeichen	2
	Rotes Kennzeichen	2
	Wunschkennzeichen	2
	Sondernutzung Straße	2
	An-, Um-, Abmeldung etc.	2
	Parkausweise	2
	Fahrlehrerlaubnis	3
Sonstiges	Amtsblatt einsehen	1
	Amtsblatt bestellen	2
	Einholen von Informationen zu obigen Lebenslagen (online)	1
	Einholen von Informationen zu obigen Lebenslagen (per Telefon, Brief)	2
	Eintrag ins Gästebuch	1
	<a href="http://www.landshut.de/stadtinfo">www.landshut.de/stadtinfo</a>	1

Tabelle 4.3.2.1: Verwaltungsprozesse nach Lebenslagen (Teil 2)  
(Quellen: eigene Recherchen)

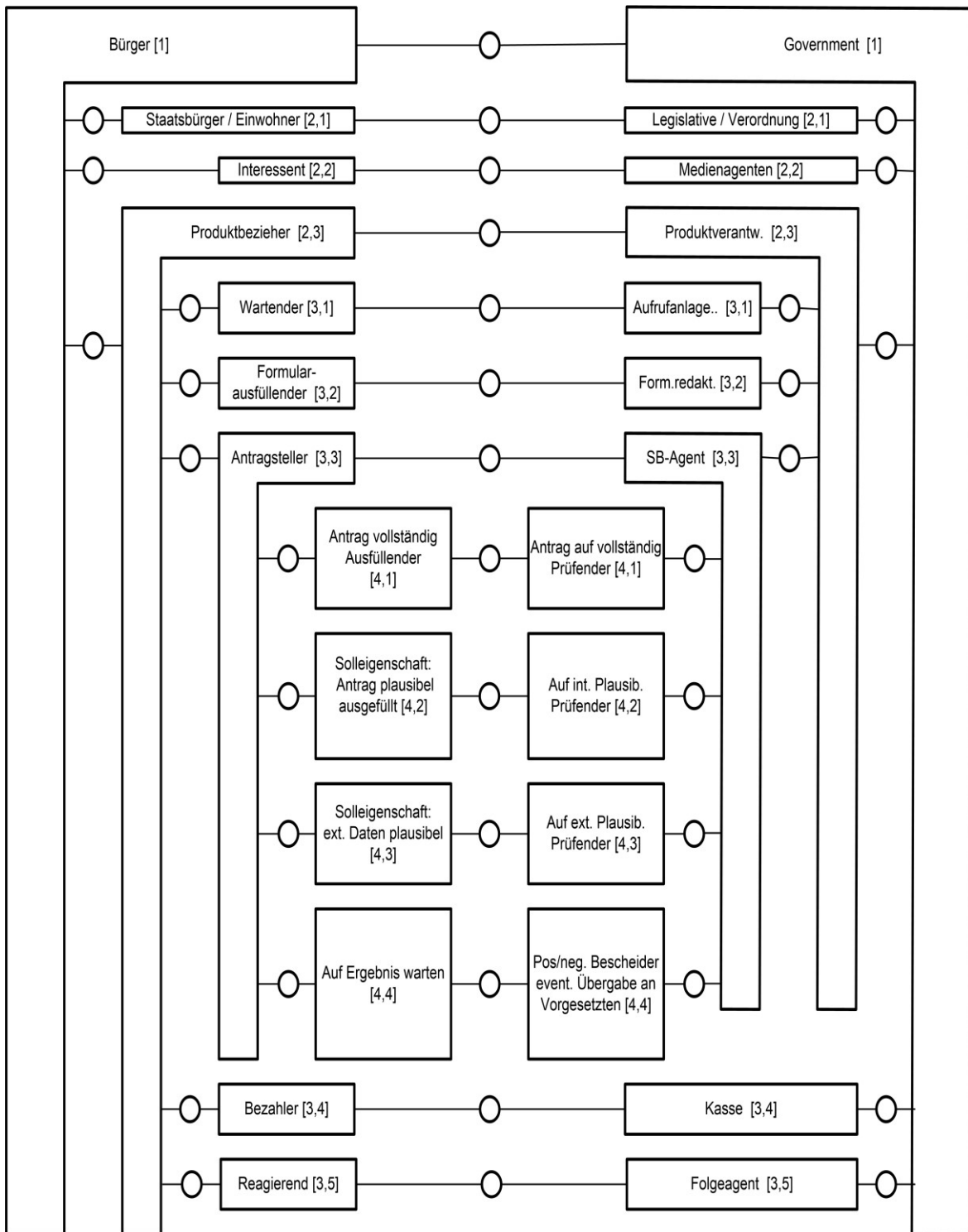


Abbildung 4.4.1: Aufbauplan (statisch) eines „einfachen Individualfalls“  
 Datei: „Prozesstyp einfacher Individualfall (hierarchischer Aufbauplan).jpg“

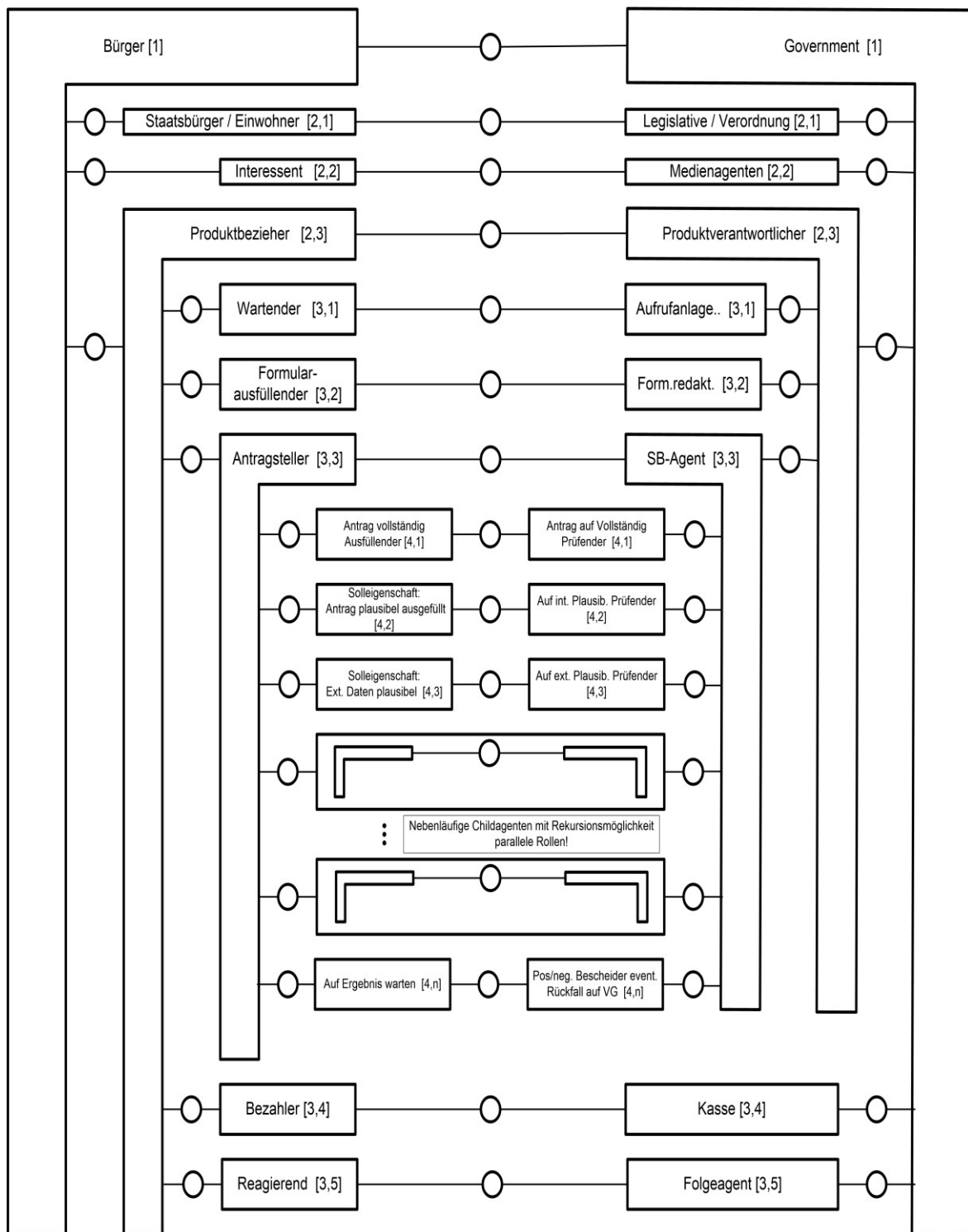


Abbildung 4.4.2: Aufbauplan (statisch) eines „komplexen Individualfalls“  
 Datei: „Prozesstyp komplexer Individualfall (hierarchischer Aufbauplan).jpg“





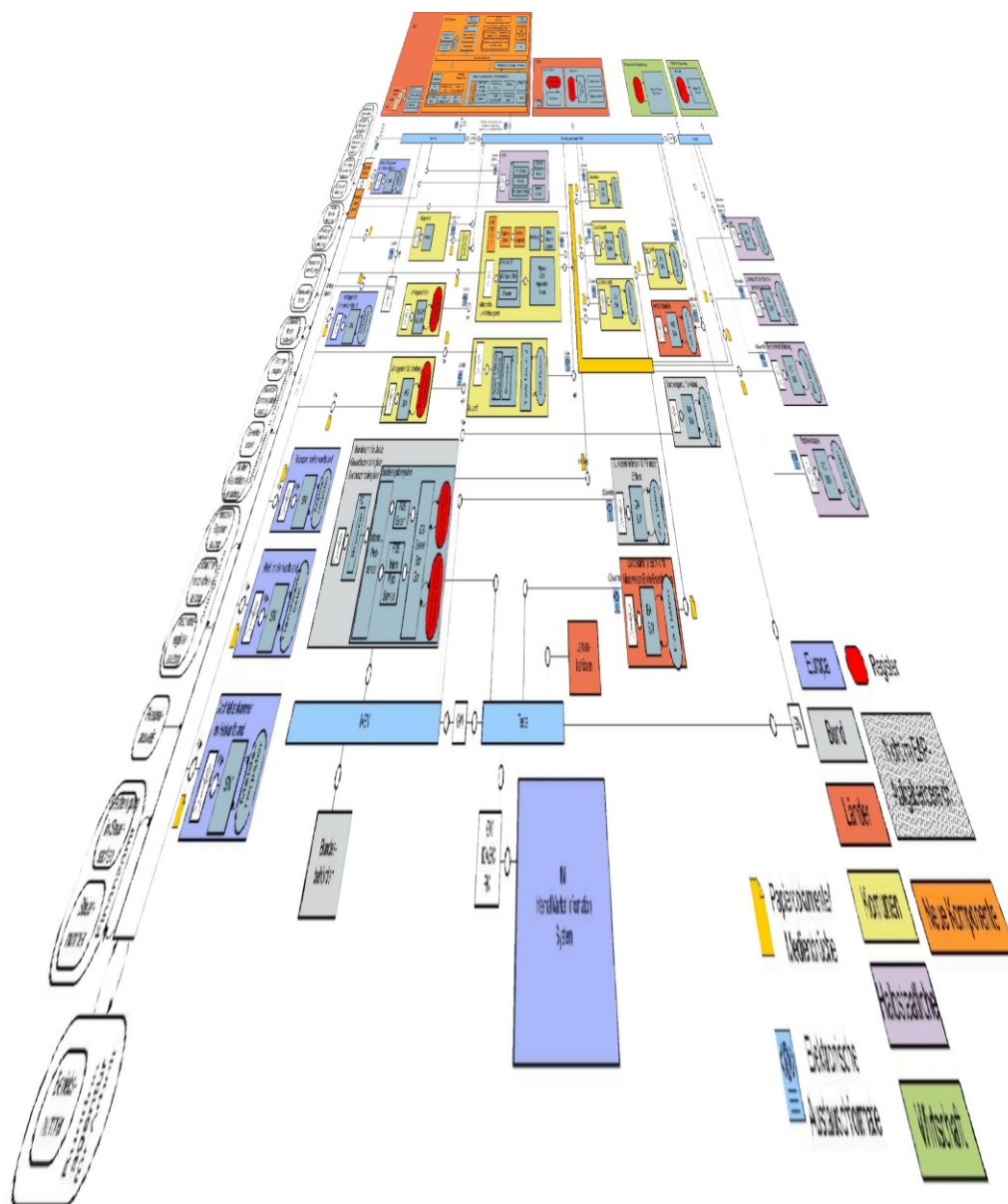


Abbildung 5.5.1: “Berlin One-Stop-Shop Vision” (IT-Dienste-Atlas) [ZES08]  
 Datei: „EAP-Umsetzung Berlin (perspektivisch).jpg“

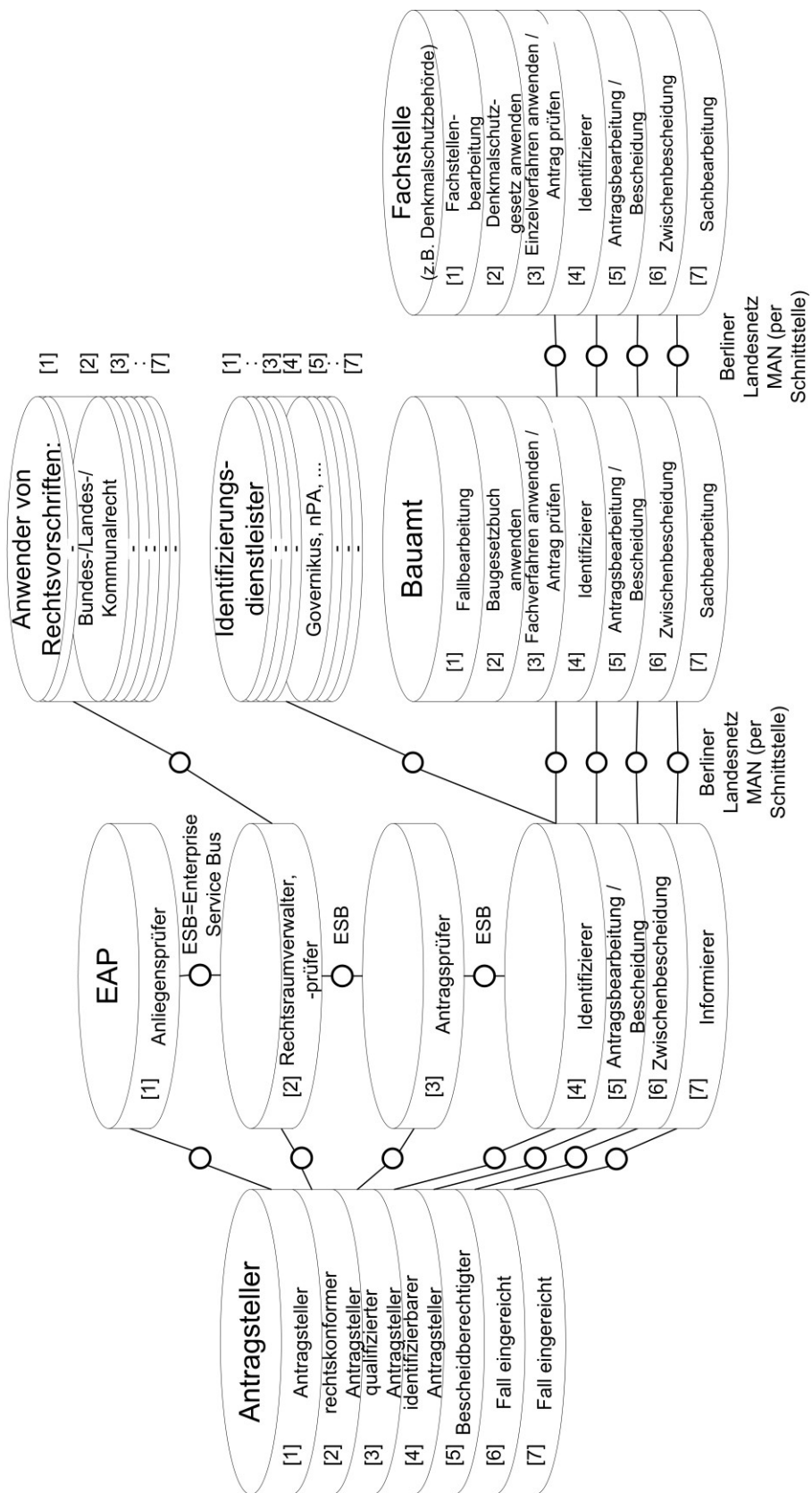


Abbildung 5.5.2: Hierarchische Darstellung der Kommunikation zwischen dem Antragsteller und dem EAP sowie den nachrangigen Akteuren am Beispiel der Berliner E-Government-Architektur (auszugsweise)  
 Datei: „EAP-Gesamtstruktur auf Basis von eGov-7L - Berlin (gedreht).jpg“



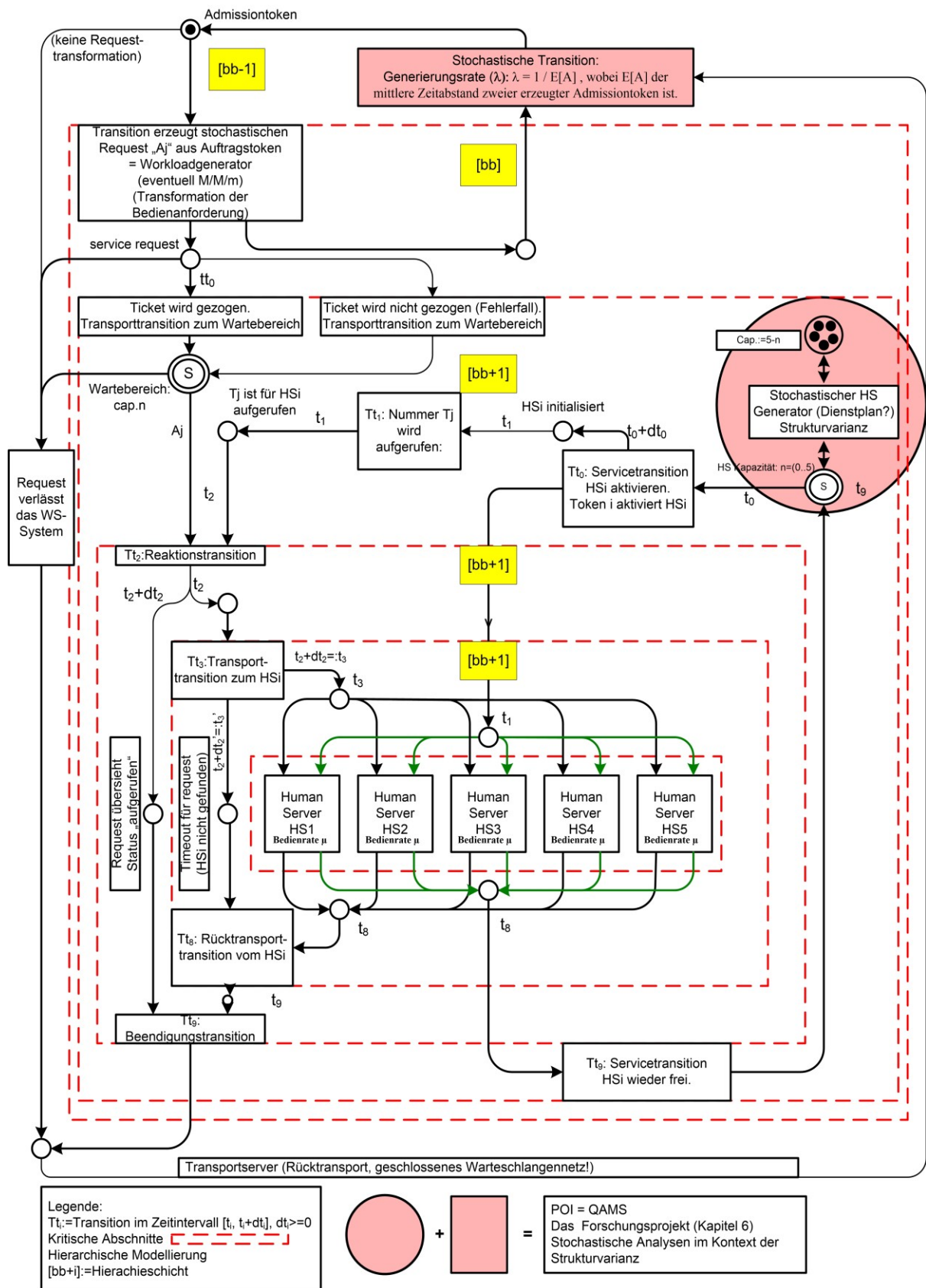


Abbildung 6.8.1: QAMS als GSPN  
 Datei: „QAMS als GSPN.jpg“



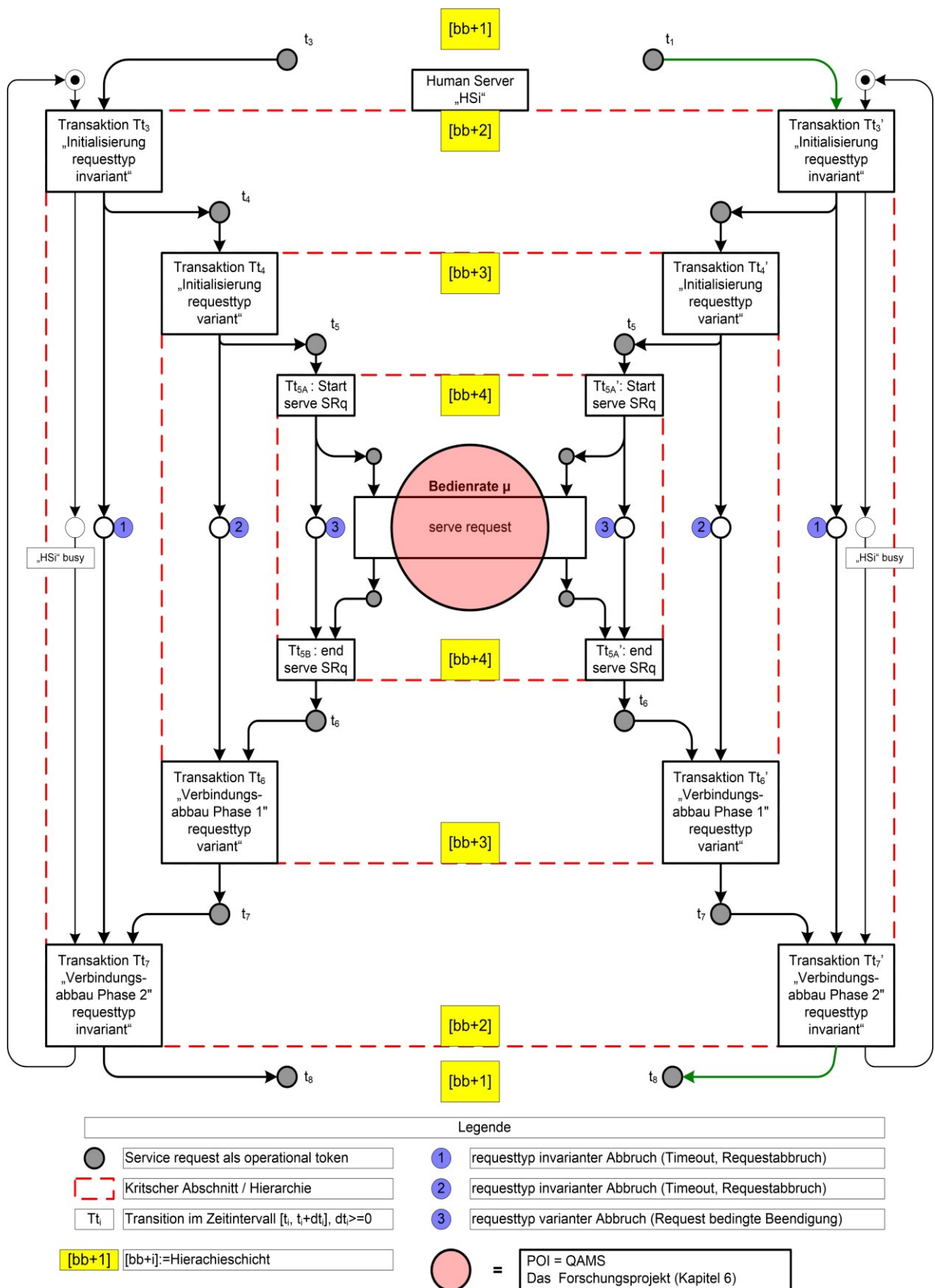


Abbildung 6.9.1: QAMS im Kontext FMC-eCS / eGov-7L / FMC-QE: HSi-singulär  
Datei: „Warteschlangensystem als FMC-QE HSi.vsd“

#### A.4 Verzeichnis der Tabellen

Tabelle	Dateiname
6.12.1.1	BDE001-Tickets pro Tag 8.11.2007 bis 30.4.2008.xls
6.12.1.1.1	BDE001-Tickets pro Tag 8.11.2007 bis 30.4.2008.xls
6.12.1.1.3	BDE002-Rohdaten 8.11.2007 bis 29.4.2008.xls
6.12.1.2.1	BDE002-Rohdaten 8.11.2007 bis 29.4.2008.xls
6.12.1.2.6	BDE003-Ankunftsprozess Klassenbreite 60sek. 8.11.2007 bis 29.4.2008 Chi2.xls
6.12.2.1	BDE002-Rohdaten 8.11.2007 bis 29.4.2008 Berechnung der Wartezeiten.xls
6.12.2.2	BDE002-Rohdaten 8.11.2007 bis 29.4.2008 Berechnung der Wartezeiten.xls
6.12.2.3	BDE002-Warteprozess 8.11.2007 bis 29.4.2008 Grafiken.xls
6.12.3.1	BDE007-Bedienprozess C1+2+3+4+5+6 gesamt 8.11.2007 bis 30.4.2008.xls
6.12.3.1.1	BDE007-Bedienprozess C1+2+3+4+5+6 gesamt 8.11.2007 bis 30.4.2008.xls
6.16.4.1	BDE007-Bedienprozess C1+2+3+4+5+6 gesamt mit median nach tageszeit kleiner 5400sek.xls (8.11.2007 bis 29.1.2008)
6.16.4.2	BDE007-Bedienprozess C1+2+3+4+5+6 gesamt 8.11.2007 bis 30.4.2008 Aufteilung nach Tageszeit.xls
6.18.1	BDE030-1 Poissonstrom 1MO MMn 10min Spline Median+Aa (auch 11.089).xls
6.18.2	BDE030-1 Poissonstrom 2DI MMn 10min Spline Median+Aa (auch 11.089).xls
6.18.3	BDE030-1 Poissonstrom 3MI MMn 10min Spline Median+Aa (auch 11.089).xls
6.18.4	BDE030-1 Poissonstrom 4DO MMn 10min Spline Median+Aa (auch 11.089).xls
6.18.5	BDE030-1 Poissonstrom 5FR MMn 10min Spline Median+Aa (auch 11.089).xls
6.19.2.1	BDE002-Rohdaten 1.04.2008 bis 30.4.2008 Berechnung der Wartezeiten.xls BDE002-Rohdaten 1.04.2009 bis 30.4.2009 Berechnung der Wartezeiten.xls
6.19.3.1	BDE002-Rohdaten vergleiche April 2008 zu 2009 (ohne 6-7-9-14-16-17-24) Berechnung der Wartezeiten 2.xls
6.19.3.2	Vergleich April 2008 vs. 2009 Arbeitszeiten.xls

#### A.5 Verzeichnis der Abbildungen

Abbildung	Dateiname
6.12.1.2.1	BDE003-Ankunftsprozess Klassenbreite 60sek. 8.11.2007 bis 29.4.2008.xls
6.12.1.2.1	BDE003-Ankunftsprozess Klassenbreite 60sek. 8.11.2007 bis 29.4.2008 mit Exp.verteilung 60 Klassen.xls
6.12.1.2.2	BDE003-Ankunftsprozess Klassenbreite 60sek. 8.11.2007 bis 29.4.2008 mit Exp.verteilung 30 Klassen.xls
6.12.1.2.3	BDE003-Ankunftsprozess Klassenbreite 60sek. 8.11.2007 bis 29.4.2008 mit Exp.verteilung 14 Klassen 95Proz.Quantil.xls
6.12.1.2.4	BDE003-Ankunftsprozess Klassenbreite 60sek. 8.11.2007 bis 29.4.2008 mit Exp.verteilung 60 Klassen.xls
6.12.1.2.5	BDE003-Ankunftsprozess Klassenbreite 60sek. 8.11.2007 bis 29.4.2008 mit Exp.verteilung 60 Klassen.xls
6.12.2.2	BDE002-Rohdaten 8.11.2007 bis 29.4.2008 Berechnung der Wartezeiten.xls
6.12.2.3	BDE002-Warteprozess 8.11.2007 bis 29.4.2008 Grafiken.xls
6.12.3.2.1	BDE007-Bedienprozess C1+2+3+4+5+6 gesamt 8.11.2007 bis 30.4.2008.xls
6.13.1.1	BDE007-Bedienprozess C1+2+3+4+5+6 gesamt 8.11.2007 bis 30.4.2008.xls
6.14.3.1	QMTB-01-MM4vsMG4-EV.bmp
6.14.3.2	QMTB-02-MM4vsMG4-EN.bmp
6.14.3.3	QMTB-03-MM4vsMG4-EW.bmp
6.14.3.4	QMTB-04-MM4vsMG4-ENw.bmp
6.15.1.1	BDE002-Warteprozess 8.11.2007 bis 29.4.2008 Wochentage und Tageszeiten (1-Montag).xls
6.15.1.2	BDE002-Warteprozess 8.11.2007 bis 29.4.2008 Wochentage und Tageszeiten (2-Dienstag).xls

6.15.1.3	BDE002-Warteprozess 8.11.2007 bis 29.4.2008 Wochentage und Tageszeiten (3-Mittwoch).xls
6.15.1.4	BDE002-Warteprozess 8.11.2007 bis 29.4.2008 Wochentage und Tageszeiten (4-Donnerstag).xls
6.15.1.5	BDE002-Warteprozess 8.11.2007 bis 29.4.2008 Wochentage und Tageszeiten (5-Freitag).xls
6.15.2.1	Excel015 -Wartezeitwahrscheinlichkeit MO 7-16.xls
6.16.1.1	BDE008-Ankunftsprozess Tickets pro Stunde pro Tag (Spline) 8.11.2007 bis 30.4.2008.xls
6.16.2.3	BDE030-1 Poissonstrom MMn MO 10min Spline.xls und Q= QE-004.vsd
6.16.2.4	BDE030-1 Poissonstrom MMn DI 10min Spline.xls
6.16.2.5	BDE030-1 Poissonstrom MMn MI 10min Spline.xls
6.16.2.6	BDE030-1 Poissonstrom MMn DO 10min Spline.xls
6.16.2.7	BDE030-1 Poissonstrom MMn FR 10min Spline.xls
6.16.3.1	<i>BDE030-1 Poissonstrom 1MO MMn 10min Spline Median.xls</i> <i>BDE030-1 Poissonstrom 2DI MMn 10min Spline Median.xls</i> <i>BDE030-1 Poissonstrom 3MI MMn 10min Spline Median.xls</i> <i>BDE030-1 Poissonstrom 4DO MMn 10min Spline Median.xls</i> <i>BDE030-1 Poissonstrom 5FR MMn 10min Spline Median.xls</i>
6.16.4.1.1	BDE032-Tageszeitabhängige Bedienrate (8.11.2007 bis 29.1.2008).xls <sup>cc</sup> (aus 5155 Fällen)
6.16.4.1.2	BDE032-Tageszeitabhängige Bedienrate (8.11.2007 bis 30.4.2008).xls (aus 11089 Fällen)
6.17.1	<i>BDE030-1 Poissonstrom 1MO MMn 10min Spline Median+Aa.xls</i> <i>BDE030-1 Poissonstrom 2DI MMn 10min Spline Median+Aa.xls</i> <i>BDE030-1 Poissonstrom 3MI MMn 10min Spline Median+Aa.xls</i> <i>BDE030-1 Poissonstrom 4DO MMn 10min Spline Median+Aa.xls</i> <i>BDE030-1 Poissonstrom 5FR MMn 10min Spline Median+Aa.xls</i>
6.18.1	BDE030-1 Poissonstrom 1MO MMn 10min Spline Median+Aa (auch 11.089).xls
6.18.2	BDE030-1 Poissonstrom 2DI MMn 10min Spline Median+Aa (auch 11.089).xls
6.18.3	BDE030-1 Poissonstrom 3MI MMn 10min Spline Median+Aa (auch 11.089).xls
6.18.4	BDE030-1 Poissonstrom 4DO MMn 10min Spline Median+Aa (auch 11.089).xls
6.18.5	BDE030-1 Poissonstrom 5FR MMn 10min Spline Median+Aa (auch 11.089).xls
6.19.1.1	BDE002-Warteprozess 1.07.2008 bis 31.12.2008.xls

## Erklärung der Selbstständigkeit

Hiermit versichere ich, die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie die Zitate deutlich kenntlich gemacht zu haben.

Potsdam, den 1. September 2016

Reinhard Höllerer