

Ralf Laue, Agnes Koschmider, Dirk Fahland  
**Prozessmanagement und Process-Mining**  
De Gruyter Studium

## Weitere empfehlenswerte Titel



*Modellierung und Analyse von Geschäftsprozessen.*

*Grundlagen und Übungsaufgaben mit Lösungen*

Andreas Drescher, Agnes Koschmider, Andreas Oberweis, 2017

ISBN 978-3-11-049449-5, e-ISBN (PDF) 978-3-11-049453-2,

e-ISBN (EPUB) 978-3-11-049207-1



*Analyse und Design mit der UML 2.5.1. Objektorientierte*

*Softwareentwicklung*

Bernd Oestereich, Axel Scheithauer, 2021

ISBN 978-3-11-062621-6, e-ISBN (PDF) 978-3-11-062909-5,

e-ISBN (EPUB) 978-3-11-062642-1



*Praxishandbuch Prozessmanagement in Bibliotheken und*

*Informationseinrichtungen*

Cornelia Vonhof, Eva Haas-Betzwieser, 2018

ISBN 978-3-11-050002-8, e-ISBN (PDF) 978-3-11-049959-9,

e-ISBN (EPUB) 978-3-11-049725-0



*Blockchain und Knowledge Graphen im Digital Health*

Daniel Burgwinkel, 2020

ISBN 978-3-11-069096-5, e-ISBN (PDF) 978-3-11-069106-1,

e-ISBN (EPUB) 978-3-11-069115-3



*Wirtschaftsinformatik*

Hans Robert Hansen, Jan Mendling, Gustaf Neumann, 2019

ISBN 978-3-11-058734-0, e-ISBN (PDF) 978-3-11-060873-1,

e-ISBN (EPUB) 978-3-11-060920-2

# Prozess- management und Process-Mining

---

Grundlagen

Herausgegeben von  
Ralf Laue, Agnes Koschmider und Dirk Fahland

**DE GRUYTER**

**Herausgeber**

Prof. Dr. Ralf Laue  
Westfälische Hochschule Zwickau  
Fachgruppe Informatik  
Dr.-Friedrichs-Ring 2a  
08056 Zwickau  
Deutschland  
ralf.laue@fh-zwickau.de

Prof. Dr. Agnes Koschmider  
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel  
Arbeitsgruppe Wirtschaftsinformatik  
(Process Analytics)  
Hermann-Rodewald-Str. 3  
24118 Kiel  
Deutschland  
ak@informatik.uni-kiel.de

Prof. Dr. Dirk Fahland  
Eindhoven University of Technology  
P. O. Box 513  
5600 MB Eindhoven  
The Netherlands  
d.fahland@tue.nl

ISBN 978-3-11-050015-8  
e-ISBN (PDF) 978-3-11-050016-5  
e-ISBN (EPUB) 978-3-11-049755-7

**Library of Congress Control Number: 2020944493**

**Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek**

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

© 2021 Walter de Gruyter GmbH, Berlin/Boston  
Coverabbildung: enot-poloskun / E+ / Getty Images  
Satz: VTeX UAB, Lithuania  
Druck und Bindung: CPI books GmbH, Leck

[www.degruyter.com](http://www.degruyter.com)

# Geleitwort

Geschäftsprozessmanagement gehört ohne Frage zu den zentralen Aufgabenstellungen im Unternehmen. Diese Aussage gilt ganz besonders im Zeitalter der Digitalisierung. Deren Ziel ist es nicht, gegebene Prozesse einfach eins zu eins in die Rechnerwelt zu übertragen, sondern die Möglichkeiten der modernen Informations- und Kommunikationstechnologie innovativ zu nutzen, um Geschäftsprozesse effektiver und effizienter auszuführen.

In der Hochschullehre an der Schnittstelle zwischen Informatik und Betriebswirtschaftslehre hat dieses Thema seit nunmehr über 20 Jahren einen festen Platz gefunden. Sprachen, Methoden und Werkzeuge des Geschäftsprozessmanagements gehören zum notwendigen Handwerkszeug der Absolvent(inn)en von Informatik-, Wirtschaftsinformatik- und BWL-Studiengängen.

Das jüngere Thema Process-Mining fängt gerade erst an, in eigenen Lehrveranstaltungen behandelt zu werden, und wird teilweise noch als Randgebiet des Prozessmanagements betrachtet. An der Schnittstelle zwischen Data Science, Prozessmanagement und Künstlicher Intelligenz angesiedelt, ist Process-Mining aber bereits zu einem unverzichtbaren methodischen Managementwerkzeug in vielen Unternehmen geworden. Unternehmen im Bereich Process-Mining schießen wie Pilze aus dem Boden, der entsprechende Markt für Software-Werkzeuge und Beratung wächst derzeit überdurchschnittlich.

Insofern trifft das vorliegende Buch genau den Nerv der Zeit. Eine Gruppe kompetenter Expert(inn)en hat sich zusammengefunden und in gemeinsamer Arbeit die wichtigsten Aspekte dieser Thematik aufbereitet. Nach einer knappen Einführung der Grundbegriffe des Geschäftsprozessmanagements wird das wichtige Thema der Geschäftsprozessmuster behandelt. Anschließend werden exemplarisch einige der in der Praxis am meisten verwendeten Modellierungssprachen vorgestellt. Es werden Modellierungsrichtlinien diskutiert, die zur Verbesserung der Lesbarkeit von Modellen beitragen sollen. Zur Verbesserung der Prozessausführung werden zahlreiche praktische Maßnahmen vorgestellt. Sehr ausführlich wird auf das Thema Simulation von Geschäftsprozessen eingegangen. Petri-Netze werden als formale Prozessmodellierungssprache eingeführt. Dazu werden auch einige wichtige Eigenschaften sowie Analysemethoden vorgestellt. Kurz wird auf die Automatisierung der Prozessausführung eingegangen. Der Rest des Buches ist dann dem Thema Process-Mining gewidmet. Methoden des Process-Minings werden motiviert und eingeführt. Viele praktische Beispiele lockern das Buch auf und erleichtern Leserinnen und Lesern das Verständnis. Das Buch ist insofern sehr gut geeignet für die Lehre und kann auch für das Selbststudium verwendet werden.

In seiner inhaltlichen Zusammenstellung nimmt das Buch eine Sonderstellung ein. Es adressiert sowohl Studierende der Wirtschaftsinformatik und benachbarter Studiengänge als auch mit dem Geschäftsprozessmanagement befasste Personen aus

der Praxis und kann von beiden Lesergruppen gewinnbringend genutzt werden. Somit schließt das Buch eine Lücke auf dem deutschsprachigen Lehrbuchmarkt für Geschäftsprozessmanagement und Process-Mining.

Möge das Buch eine große interessierte und aufmerksame Leserschaft finden.

Karlsruhe  
im Mai 2020

Andreas Oberweis

# Vorwort

Dieses Buch unterteilt sich in 13 modulare Kapitel – eine Einführung in die Grundlagen des Geschäftsprozessmanagements und Process-Mining gefolgt von zwölf vertiefenden Kapiteln. Die jeweiligen Kapitel wurden von den folgenden Expert(inn)en des Geschäftsprozessmanagements und Process-Minings geschrieben:

1. Grundlagen  
(*Prof. Dr. Agnes Koschmider, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*)
2. Geschäftsprozessmuster  
(*Prof. Dr. Agnes Koschmider, Christian-Albrechts-Universität zu Kiel*)
3. Ereignisgesteuerte Prozessketten  
(*Prof. Dr. Ralf Laue, Westsächsische Hochschule Zwickau*)
4. Business Process Model and Notation  
(*Dr. Luise Pufahl, Technische Universität Berlin*)
5. Modellierungsrichtlinien  
(*Prof. Dr. Henrik Leopold, Kühne Logistics University & Hasso-Plattner-Institut Potsdam*)
6. Prozess-Optimierung  
(*Prof. Dr. Ralf Laue, Westsächsische Hochschule Zwickau*)
7. Simulation von Geschäftsprozessen  
(*Prof. Dr. Ralf Laue, Westsächsische Hochschule Zwickau*)
8. Petrinetze: Grundlagen der formalen Prozessanalyse  
(*Dr. Robin Bergenthum, FernUniversität in Hagen*)
9. Geschäftsprozessmanagementsysteme und Robotic Process Automation  
(*Prof. Dr. Christian Janiesch, Universität Würzburg*)
10. Process-Mining: Prozessanalyse mit Ereignisdaten  
(*Prof. Dr. Dirk Fahland, Eindhoven University of Technology*)
11. Abweichungsanalyse (Conformance Checking)  
(*Prof. Dr. Matthias Weidlich, Humboldt-Universität zu Berlin*)
12. Automatische Prozessaufnahme mit Process Discovery  
(*Prof. Dr. Dirk Fahland, Dr. Luise Pufahl, Prof. Dr. Agnes Koschmider*)
13. Entscheidungsintensive und flexible Geschäftsprozesse  
(*Prof. Dr. Stefan Schönig, Universität Regensburg*)

Obwohl viele Mitautoren beteiligt waren, haben wir Wert auf einheitliche Terminologie und die Verwendung durchgehender Beispiele gelegt. Daher war es die Regel, dass alle Autoren auch an den „fremden“ Kapiteln mitgeschrieben haben.

Entstanden ist ein Buch, in dem alle zwölf vertiefenden Kapitel aufeinander aufbauen – und in dem gleichzeitig jedes Kapitel für sich selbst steht und gelesen werden kann.

Nach der Einführung in Grundlagen werden zwölf Themen für eine Vorlesung „Geschäftsprozessmanagement“ behandelt. Je nach inhaltlichem Schwerpunkt der Vorlesung können die Themen in einer unterschiedlichen Tiefe besprochen werden. Die Kapitel 8 (Petrietze) als auch Kapitel 10–12 (Process-Mining) beispielsweise erlauben aufgrund ihres Seitenumfangs eine stärkere Fokussierung auf entweder die formale Analyse von Geschäftsprozessen oder das Thema Process-Mining. Es ist auch möglich, einzelne Kapitel zu überspringen, ohne dass für andere dadurch die Grundlagen fehlen; lediglich die Kapitel zum Process-Mining sollten gemeinsam gelesen werden.

Als durchgängiges Beispiel wird im Buch der Prozess der Reiseplanung und -buchung verwendet, der anhand von Kontrollflussmustern und den Notationen EPK, BPMN und Petrietzen modelliert wird. Der Prozess wird ebenfalls als Grundlage zur Prozess-Optimierung, für die Simulation und die formale Prozessanalyse genutzt. Aus einem Ereignisprotokoll wird der Prozess mit Hilfe von Process-Mining aufgefunden und mit Methoden des Conformance Checkings analysiert. Wir hoffen, dass die Verwendung eines durchgängigen Beispiels die Lesbarkeit und Verständlichkeit des Buches unterstützt.

Wir wünschen viel Spaß beim Lesen dieses Buches,

Ralf Laue  
Agnes Koschmider  
Dirk Fahland

# Inhalt

Geleitwort — V

Vorwort — VII

## 1 Grundlagen — 1

- 1.1 Einführung in Geschäftsprozesse — 1
- 1.2 Modellierung von Aufgabenträgern — 5
- 1.3 Einführung in die Modellierung — 7
- 1.4 Wahl der Modellierungssprache — 8
- 1.5 Geschäftsprozessmanagement — 10

## 2 Geschäftsprozessmuster — 13

- 2.1 Kontrollflussmuster — 14
  - 2.1.1 Sequenz — 17
  - 2.1.2 Und-Teilung und Und-Zusammenführung — 18
  - 2.1.3 Exklusiv-Oder-Teilung und Exklusiv-Oder-Zusammenführung — 19
  - 2.1.4 Multi-Auswahl und Multi-Zusammenführung — 20
  - 2.1.5 Mehrfache Zusammenführung — 20
  - 2.1.6 Strukturierter Diskriminator — 22
  - 2.1.7 Iterationsmuster — 23
  - 2.1.8 Mehrfachinstanzmuster — 24
  - 2.1.9 Zustandsbasierte Muster — 26
  - 2.1.10 Abbruchmuster — 26
  - 2.1.11 Beendigungsmuster und Triggermuster — 27
- 2.2 Workflow-Ressourcen- und Datenmuster — 28

## 3 Ereignisgesteuerte Prozessketten — 31

- 3.1 Geschichte und Bedeutung — 31
- 3.2 Bestandteile von EPK-Diagrammen — 31
- 3.3 Modularisierung — 40
- 3.4 Formale Syntaxdefinition — 42
- 3.5 Erweiterte EPK — 43
- 3.6 Stand der Standardisierung — 45
- 3.7 Vergleich mit anderen Modellierungssprachen — 47
- 3.8 Zum Nachdenken und Weiterlesen — 48

## 4 Business Process Model and Notation — 49

- 4.1 BPMN-Diagrammarten und Übersicht der Bestandteile — 50
- 4.2 Grundelemente eines BPMN-Prozessdiagramms — 51
- 4.3 Aktivitäten als Repräsentationen von Arbeitsschritten — 58

4.4	Aufteilung in Teilprozesse —	<b>59</b>
4.5	Erweiterte BPMN —	<b>62</b>
4.6	BPMN-Kollaborationsdiagramme —	<b>63</b>
4.7	Individuelles Erweitern von BPMN —	<b>65</b>
4.8	Zum Nachdenken und Weiterlesen —	<b>67</b>
<b>5</b>	<b>Modellierungsrichtlinien —</b>	<b>69</b>
5.1	Überblick —	<b>69</b>
5.2	Modellierungsrichtlinien zur Prozessmodellstruktur —	<b>69</b>
5.2.1	Verklebungen vermeiden —	<b>70</b>
5.2.2	Mehrfach-Zusammenführungen vermeiden —	<b>71</b>
5.2.3	Inklusiv-Oder-Gateways vermeiden —	<b>71</b>
5.2.4	Gateways nicht gleichzeitig zum Verzweigen und Zusammenführen verwenden —	<b>72</b>
5.2.5	Explizite Verzweigungen und Zusammenführungen verwenden —	<b>72</b>
5.2.6	Blockstruktur beibehalten —	<b>73</b>
5.3	Modellierungsrichtlinien zur Beschriftung —	<b>74</b>
5.3.1	Prozesselemente konsistent gemäß Namenskonventionen beschriften —	<b>75</b>
5.3.2	Vage Wörter und Phrasen vermeiden —	<b>76</b>
5.3.3	Glossare für zentrale Begriffe verwenden —	<b>76</b>
5.3.4	Vermischung von Sprache und Kontrollflusslogik vermeiden —	<b>77</b>
5.4	Modellierungsrichtlinien zum Layout —	<b>78</b>
5.4.1	Kreuzungen von Kanten vermeiden —	<b>78</b>
5.4.2	Modellierungsrichtung einhalten —	<b>78</b>
5.4.3	Übermäßig große Modelle durch Verwendung von Teilprozessen vermeiden —	<b>79</b>
5.5	Zum Nachdenken und Weiterlesen —	<b>80</b>
<b>6</b>	<b>Prozess-Optimierung —</b>	<b>81</b>
6.1	Zielbeschreibung —	<b>81</b>
6.2	Schwachstellen-Analyse —	<b>83</b>
6.2.1	Unklare Verantwortlichkeit —	<b>83</b>
6.2.2	Unproduktive Zeiten und Prozessschritte —	<b>85</b>
6.2.3	Medienbruch —	<b>87</b>
6.2.4	Systembruch —	<b>88</b>
6.2.5	Organisationsbruch —	<b>90</b>
6.2.6	Fehlende Automatisierung —	<b>91</b>
6.2.7	Doppelarbeit —	<b>92</b>
6.2.8	Nacharbeit —	<b>93</b>
6.2.9	Sequentielle statt paralleler Abarbeitung —	<b>94</b>
6.2.10	Ungeeignete Position/Reihenfolge von Qualitätsprüfungen —	<b>96</b>

- 6.3 Weitere Probleme — 99
- 6.4 Zum Nachdenken und Weiterlesen — 99
  
- 7 Simulation von Geschäftsprozessen — 101**
  - 7.1 Wozu Simulation? — 101
  - 7.2 Grundbegriffe — 101
  - 7.3 Modellierung des Systemzustands — 102
  - 7.3.1 Zufällige Ereignisse im Simulationslauf — 106
  - 7.4 Ereignisdiskrete Simulation — 111
  - 7.4.1 Simulation mit historischen Daten — 113
  - 7.4.2 Werkzeuge zur Geschäftsprozess-Simulation — 113
  - 7.5 Der BPSim-Standard — 115
  - 7.6 Genauigkeit der Simulation — 117
  - 7.7 Fehler in Simulationsmodellen vermeiden — 119
  - 7.8 Der Prozess zur Organisation von Simulationsexperimenten — 120
  - 7.9 Zum Nachdenken und Weiterlesen — 122
  
- 8 Petrinetze: Grundlagen der formalen Prozessanalyse — 125**
  - 8.1 Was ist ein Petrinetz? — 125
  - 8.2 Was ist der Erreichbarkeitsgraph? — 130
  - 8.3 Eigenschaften von Petrinetzen — 135
  - 8.3.1 Strukturelle Eigenschaften — 135
  - 8.3.2 Verhaltenseigenschaften — 137
  - 8.4 Workflownetze und Soundness — 139
  - 8.5 Workflownetze und moderne Geschäftsprozessmodellierungssprachen — 143
  - 8.5.1 Geschäftsprozesse natürlich modellieren mit beschrifteten Petrinetzen — 143
  - 8.5.2 Kontrollflussmuster und Workflownetze — 145
  - 8.5.3 Workflownetze, BPMN und EPK — 149
  
- 9 Geschäftsprozessmanagementsysteme und Robotic Process Automation — 153**
  - 9.1 Automatisierung von Geschäftsprozessen — 153
  - 9.2 Architektur von Geschäftsprozessmanagementsystemen — 155
  - 9.3 Prozesslebenszyklus in BPM-Systemen — 159
  - 9.4 Robotic Process Automation — 161
  - 9.5 Zum Nachdenken und Weiterlesen — 163
  
- 10 Process-Mining: Prozessanalyse mit Ereignisdaten — 165**
  - 10.1 Einführung — 165
  - 10.2 Was ist ein Ereignisprotokoll? — 166

10.3	Ein Datenmodell für Ereignisprotokolle —	<b>170</b>
10.4	Grundlegende Analyse —	<b>178</b>
10.5	Direkt-Folge-Graph —	<b>182</b>
10.6	Ereignisprotokolle vorverarbeiten —	<b>186</b>
10.7	Prozess-Engstellen analysieren —	<b>188</b>
10.8	Zielgerichtete Analyse —	<b>190</b>
10.8.1	Prozess- und Daten verstehen —	<b>191</b>
10.8.2	Hypothese formulieren —	<b>193</b>
10.8.3	Daten verarbeiten —	<b>193</b>
10.8.4	Visualisieren und Modellieren —	<b>194</b>
10.8.5	Bewerten, Interpretieren und Hypothese beantworten —	<b>195</b>
10.8.6	Schlussfolgern oder Wiederholen —	<b>195</b>
10.9	Process-Mining als Disziplin —	<b>196</b>
<b>11</b>	<b>Abweichungsanalyse/Conformance-Checking —</b>	<b>199</b>
11.1	Einführung —	<b>199</b>
11.2	Die Beziehung zwischen Ereignisprotokoll und Prozessmodell —	<b>202</b>
11.2.1	Abläufe und Ausführungsfolgen vergleichen —	<b>202</b>
11.2.2	Fitness —	<b>203</b>
11.2.3	Präzision und Generalisierung —	<b>204</b>
11.3	Abweichungsanalyse mittels Regeln —	<b>206</b>
11.3.1	Grundidee am Beispiel —	<b>206</b>
11.3.2	Regeln im Detail —	<b>208</b>
11.3.3	Hinweise zu Abweichungen —	<b>211</b>
11.3.4	Einschränkungen des Ansatzes —	<b>212</b>
11.4	Abweichungsanalyse mittels Markenspiel —	<b>212</b>
11.4.1	Grundidee am Beispiel —	<b>213</b>
11.4.2	Das Markenspiel im Detail —	<b>215</b>
11.4.3	Hinweise zu Abweichungen —	<b>216</b>
11.4.4	Einschränkungen des Ansatzes —	<b>218</b>
11.5	Abweichungsanalyse mittels Alignments —	<b>220</b>
11.5.1	Grundidee am Beispiel —	<b>220</b>
11.5.2	Berechnung eines Alignments —	<b>222</b>
11.5.3	Hinweise zu Abweichungen —	<b>224</b>
11.6	Integration weiterer Prozessaspekte —	<b>226</b>
11.7	Ursachenanalyse für Abweichungen —	<b>229</b>
11.8	Zum Nachdenken und Weiterlesen —	<b>231</b>
<b>12</b>	<b>Automatische Prozessaufnahme mit Process-Discovery —</b>	<b>235</b>
12.1	Einführung —	<b>235</b>
12.2	Der Alpha-Algorithmus —	<b>238</b>
12.2.1	Verhaltensrelationen —	<b>238</b>

- 12.2.2 Algorithmus — 241
- 12.2.3 Eigenschaften und Einschränkung — 243
- 12.3 Heuristische Prozessaufnahme — 244
- 12.3.1 Grundidee: Hauptsächliche kausale Abhängigkeiten heuristisch bestimmen — 245
- 12.3.2 Der Heuristic-Miner am Beispiel — 247
- 12.3.3 Kontrollflusslogik heuristisch ableiten — 250
- 12.3.4 Eigenschaften und Einschränkung — 251
- 12.4 Welcher Process-Discovery-Algorithmus ist der richtige? — 252
- 12.4.1 Direkt-Folge-Graph — 252
- 12.4.2 Alpha-Algorithmus — 253
- 12.4.3 Heuristic-Miner — 256
- 12.4.4 Transition-System-Miner — 256
- 12.4.5 ILP-Miner — 259
- 12.4.6 Inductive-Miner-Familie — 261
- 12.4.7 Evolutionary-Tree-Miner — 262
- 12.4.8 Split-Miner — 265
- 12.5 Zum Ausprobieren und Selbermachen — 267
  
- 13 Entscheidungsintensive und flexible Prozesse — 269**
- 13.1 Entscheidungsintensive Prozesse — 269
- 13.1.1 Geschäftsregeln in Prozessen — 269
- 13.1.2 Decision Modeling and Notation (DMN) — 270
- 13.2 Flexible Prozesse — 274
- 13.2.1 Vollständig regelbasierte Prozessmodelle — 274
- 13.2.2 DECLARE — 275
- 13.2.3 Case Management Modeling and Notation (CMMN) — 276
- 13.3 Zum Nachdenken und Weiterlesen — 278

**Literatur — 281**

**Stichwortverzeichnis — 287**



# 1 Grundlagen

In diesem Kapitel werden Begriffe zu Geschäftsprozessmodellen und der Modellierung von Geschäftsprozessen eingeführt, auf die im weiteren Verlauf des Buches verwiesen wird.

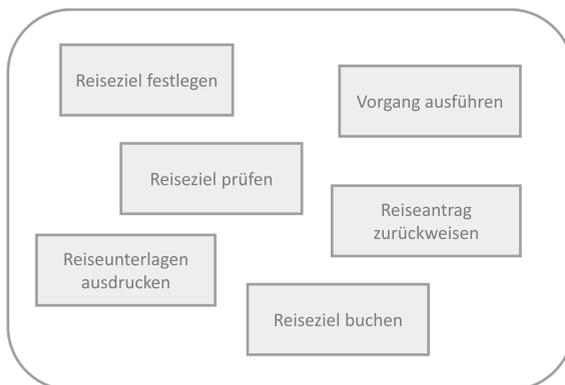
## 1.1 Einführung in Geschäftsprozesse

**Definition 1.1** (Geschäftsprozess). Ein **Geschäftsprozess** (engl. *business process*) ist eine Menge von manuellen, teil-automatisierten oder automatisierten betrieblichen Aktivitäten, die nach bestimmten Regeln auf ein bestimmtes Ziel hin ausgeführt werden. Die Aktivitäten hängen über betroffene Personen, Maschinen, Daten, Dokumente, Betriebsmittel u. ä. miteinander zusammen (nach [63]).

Eine **Aktivität** besteht aus einer Menge von **Aufgaben** (engl. *tasks*), die von einer Ressource für einen Fall ausgeführt wird und deren Unterbrechung kein sinnvolles Ergebnis liefert. Eine Aufgabe wiederum entspricht einem (atomaren) Arbeitsschritt.

Ein Beispielprozess ist die Planung und Buchung einer Reise in einem Reisebüro. Zunächst muss der Kunde ein Reiseziel festlegen, bevor die Planung der Reise beginnen kann. Eventuell kann es auch noch zu einer Änderung des Reiseziels kommen. Grundsätzlich läuft die Planung und Buchung der Reise dann nach einem Standardverfahren ab: Suche nach Flug und Hotel, Buchung von Flug und Hotel und Ausdrucken der Reiseunterlagen. Abb. 1.1 veranschaulicht eine Menge von Aufgaben für die Planung einer Reise. Die Aufgaben, als Rechtecke dargestellt, sind unsortiert, d. h., eine sinnvolle Reihenfolge der Abarbeitung der Aufgaben ist nicht angegeben. Bei der *Modellierung* des Prozesses muss diese Reihenfolge dann festgelegt werden, vgl. Kapitel 1.3.

Weitere Beispiele für Geschäftsprozesse sind die Abwicklung von Schadensfällen bei einer Versicherung oder die Bearbeitung von Kreditanträgen in einer Bank.



**Abb. 1.1:** Menge von Aufgaben, die im Zusammenhang mit der Reiseplanung auftreten.

Die Struktur realer Geschäftsprozesse wird durch so genannte **Geschäftsprozessmodelle** (engl. *business process model*) beschrieben. Bevor Systementwickler lauffähige Computerprogramme erzeugen oder Systemanalytiker Anpassungen oder Verbesserungen der Geschäftsprozesse vornehmen können, benötigen sie als Grundlage ihrer Arbeit ein Geschäftsprozessmodell, welches die relevanten Arbeitsschritte, die dafür verwendeten Daten und Ressourcen und die verantwortlichen Personen beschreibt.

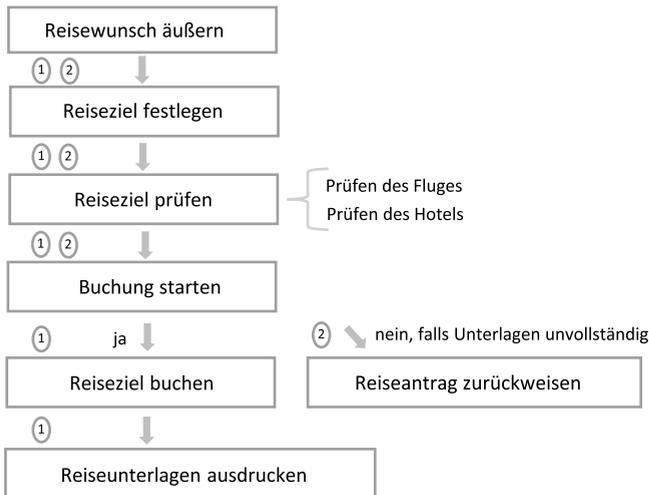
**Definition 1.2** (Geschäftsprozessmodell). Ein **Geschäftsprozessmodell** ist eine Beschreibung aller für einen bestimmten Zweck relevanten Aspekte eines Geschäftsprozesses unter Verwendung einer Modellierungssprache (nach [63]).

Geschäftsprozessmodelle liefern die nötigen Informationen über alle ausgeführten Arbeitsschritte, die im Prozess ausgetauschten Objekte und Daten und die verwendeten Ressourcen. Dazu müssen alle (Ausführungs-)Pfade entlang des Prozesses und alle Regeln, die für die Wahl der Pfade entscheidend sind, identifiziert und in der Modellierungssprache beschrieben werden. Ein Geschäftsprozess umfasst typischerweise ein **Startereignis**, das Auslöser des Prozesses ist, **Aktivitäten**, die durch den sogenannten **Kontrollfluss** in eine zeitlich-logische Reihenfolge gebracht werden (vgl. Kapitel 2) und ein oder mehrere **Endereignisse**, die mögliche Ergebnisse der Prozessausführung darstellen. Aus dem modellierten Kontrollfluss können dann die möglichen Ausführungsfolgen von Aktivitäten entlang der Pfade im Modell abgeleitet werden.

In vielen Fällen ist der Kunde oder der Kontakt zum Unternehmen der Auslöser des Prozesses. Beispiele für Prozessauslöser sind *Kundenanfrage eingegangen*, *Reisewunsch geäußert* oder *Schadensfall aufgetreten*. Das Endereignis beschreibt auch meist wieder etwas, das für Kunden ein Ergebnis von Wert ist. Das Wort „Kunde“ kann in diesem Fall übrigens durchaus auch eine interne Organisationseinheit bezeichnen. Beispielsweise kann das Referat Controlling Kunde für den Geschäftsprozess *Verkaufskennzahlen erstellen* sein.

Abb. 1.2 zeigt mögliche Pfade der Aktivitäten für die Reiseplanung aus Abb. 1.1. Ein Reisewunsch wurde vom Kunden geäußert. Zunächst muss das Reiseziel festgelegt werden. Anschließend muss das Reiseziel geprüft werden, indem das Hotel und der Flug geprüft werden. Wenn die Hotel- und Flugsuche erfolgreich war, dann wird das Reiseziel gebucht. Falls die Unterlagen unvollständig sind, wird der Reiseantrag zurückgewiesen. Konnte die Reise gebucht werden, werden die Reiseunterlagen ausgedruckt.

Anhand dieses Geschäftsprozesses sind die zeitlich-logische Reihenfolge der Abarbeitung von Aktivitäten und die Regeln für die Wahl von Pfaden zu erkennen. Wir erkennen zwei mögliche **Ausführungspfade**: Ein Pfad (in Abb. 1.2 markiert mit ①) hat als Ergebnis die Aktivität *Reiseunterlagen drucken*. Ein zweiter Pfad (markiert mit ②) endet mit der Aktivität *Reiseantrag zurückweisen*. Für die Aktivität *Reiseziel prüfen* wurde die Regel festgelegt, dass das Hotel und der Flug geprüft werden müssen. Eine weitere Regel in dem Geschäftsprozessmodell bezieht sich auf die Aktivität *Buchung starten*. Ein Reiseantrag ist zurückzuweisen, wenn die Unterlagen unvollständig



**Abb. 1.2:** Ein Geschäftsprozessmodell mit zwei Ausführungspfaden.

dig sind. Trifft dies zu, so ist die Aktivität *Reiseantrag zurückweisen* auszuführen, und der Prozess endet mit der Beendigung dieser Aktivität. Dieser Geschäftsprozess kann nun beliebig erweitert bzw. verkompliziert werden, indem weitere Pfade und zusätzliche Aktivitäten eingefügt werden. Die Benennung der Aktivitäten in Abb. 1.2 ist sicherlich noch nicht treffend genug gewählt. So wird die Bedeutung der Aktivität *Buchung starten* erst durch die Betrachtung der nachgelagerten Aktivitäten verständlich. Zur Bedeutung der Benennung von Aktivitäten sei auf das Kapitel 5 (Modellierungsrichtlinien) verwiesen.

Ein Geschäftsprozessmodell wird von einem Modellierer durch Beobachtung der realen Abläufe, durch Studium von Organisationshandbüchern, durch Interviews mit Wissensträgern oder mit Process-Mining (vgl. Kapitel 10) ermittelt. Ein solches Modell hat immer einen allgemeinen Charakter. In einem Reisebüro wird also beispielsweise nicht ein einzelner Geschäftsfall „Städtereise nach Wien für Familie Konrad planen“ modelliert, sondern allgemeiner ein Prozess „Planung und Buchung einer Reise“. Dieser Prozess kann dann wiederholt durchgeführt werden, möglicherweise mit verschiedenen Parametern (z. B. Reiseziele, Reisedatum, Kundenname, Extrawünsche etc.). Diese konkreten Ausführungen eines Geschäftsprozesses werden **Instanzen des Geschäftsprozesses** oder kurz **Prozessinstanzen** genannt. Insbesondere im Zusammenhang mit Case-Management-Systemen (siehe S. 155) wird statt von einer „Instanz“ auch von einem **Fall** gesprochen.

Auch bei der Ausführung einzelner Aktivitäten sprechen wir von Instanzen. Wird etwa dreimal eine Aktivität *Angebot für einen Mietwagen einholen* ausgeführt, sagen wir, dass drei Instanzen dieser Aktivität ausgeführt werden.

Wir unterscheiden zwischen strukturierten, schwach (semi-)strukturierten oder unstrukturierten Geschäftsprozessen. Der Grad der Strukturierung von Geschäftsprozessen stellt also eine Möglichkeit der Klassifizierung von Geschäftsprozessen dar. An-

dere Klassifizierungsmöglichkeiten wären beispielsweise nach der Art und Häufigkeit des Auftretens des Geschäftsprozesses oder danach, ob es sich um einen internen Prozess der Organisation oder um einen Prozess unter Beteiligung externer Partner handelt [21].

Strukturierte Geschäftsprozesse haben die folgenden Merkmale:

- Sie sind wiederholbar.
- Es gibt feste Regelungen für Abwicklung der einzelnen Aktivitäten.
- Meist sind Einzelaufgaben und ihre Abfolge vollständig vorher bestimmbar.

Merkmale schwach (semi-)strukturierter Geschäftsprozesse:

- Sie enthalten bestimmte Anteile, die sich genau regeln lassen.
- Sie enthalten aber auch Anteile, die wenig formalisierbar sind.
- Es gibt Problemlösungs- oder Entscheidungsfindungsschritte.

Merkmale unstrukturierter Geschäftsprozesse:

- Der Prozess ist nicht formalisierbar, sondern verlangt kreativen Freiraum.
- Es ist eine Problemlösungssuche/Entscheidungsfindung enthalten.

Ausführungspfade können wir in Modellen strukturierter Prozesse direkt entlang der Pfeile im Modell ablesen. Sie zeigen uns die logischen Abfolgen der Aktivitäten im Prozess (vgl. Abb. 1.2). Wir werden in den folgenden Kapiteln sehen, dass Pfade sich auch *parallel* verzweigen können. Die Aktivitäten zweier paralleler Pfade werden dann zeitlich *nebenläufig* zueinander ausgeführt. Eine konkrete zeitliche Reihenfolge der Ausführung von Aktivitäten nennen wir **Ausführungsfolge** bzw. **Ablauf** des Prozesses. Jede Prozess-Modellierungssprache beschreibt Regeln, die sogenannte *Semantik*, mit denen wir die möglichen Ausführungsfolgen aus der Modellstruktur, der *Syntax*, ablesen oder berechnen können. Kapitel 3, 4 und 8 stellen die Syntax und Semantik verschiedener Modellierungssprachen für strukturierte Geschäftsprozesse vor.

In vielen Geschäftsprozessen wird der konkrete Ablauf bzw. die konkrete Ausführungsfolge von Aktivitäten allerdings erst durch die Auswertung von verschiedenen Daten während der Prozessausführung bestimmt, und die Prozesse besitzen eine große Anzahl an Entscheidungspunkten (vgl. Kapitel 13). Hier sprechen wir von entscheidungsintensiven oder flexiblen Prozessen. Tab. 1.1 fasst die Strukturierungsgrade von Geschäftsprozessen zusammen.

Zusammenfassend haben wir bisher Folgendes zu Grundbegriffen rund um Geschäftsprozesse gelernt:

1. Aktivitäten hängen bezüglich betroffener Personen, Maschinen, Daten, Dokumente, Ressourcen u. ä. miteinander zusammen.
2. Aktivitäten werden von personellen und nicht-personellen (maschinellen) Aufgabenträgern ausgeführt.

**Tab. 1.1:** Strukturierungsgrade von Geschäftsprozessen.

strukturiert	schwach strukturiert	unstrukturiert
A priori definierte Bearbeitungsstruktur	Koexistenz von ad-hoc-Entscheidungen und strukturierten Anteilen	Ad-hoc-Entscheidungen
Nächster Bearbeiter oder Gruppe wird durch vordefinierte Regeln festgelegt	Die Bearbeitungsstruktur ist offen und lässt flexible ad-hoc-Entscheidungen zu	Nächster Bearbeiter bzw. Bearbeitungsgruppe wird durch ad-hoc-Entscheidungen festgelegt
Beispiel: Reisebuchungsprozess, Eröffnung eines Kontos	Beispiel: <b>Krankenhausprozesse</b>	Beispiel: Prozess der Entscheidungsfindung, kreative Problemlösung

- Aufgaben sind als zu erbringende Leistungen zu verstehen, wobei die Erfüllung einer Aufgabe durch Ausführung einer oder mehrerer (vorhergehenden) Aktivitäten erfolgt.
- Ein Geschäftsprozess ist die Vorlage für mehrere konkrete Ausführungen, die wir Instanzen des Geschäftsprozesses nennen.
- Ein Geschäftsprozess erzeugt für Kunden ein Ergebnis von Wert.
- Er kann strukturierte/schwach strukturierte Anteile enthalten.

Geschäftsprozesse bestehen in der Regel aus Teilen, die auf einem Computer ausgeführt werden, sowie aus Teilen, die nicht durch Computer unterstützt werden. Die Teile, die sich automatisieren lassen, können als ein Workflow ausgeführt werden [63].

**Definition 1.3 (Workflow).** Ein **Workflow** ist ein zusammenhängender rechnergestützter Teil eines Geschäftsprozesses.

---

Überlegen Sie, welche Aufgaben sich leicht automatisieren lassen und welche weniger gut.

---

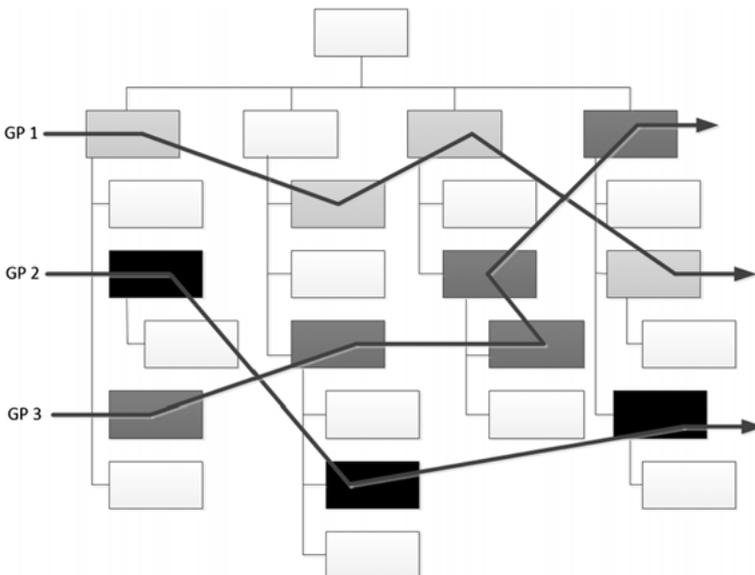


Aufgaben, die regelmäßig auftreten und sich häufig in gleicher Weise wiederholen, lassen sich sehr gut automatisieren, vgl. Kapitel 9 (Geschäftsprozessmanagementsysteme). Beispiele sind sich wiederholende Bestellungen oder Genehmigungen. Entscheidungsfindungsprozesse hingegen lassen sich weniger gut automatisieren.

## 1.2 Modellierung von Aufgabenträgern

Aktivitäten werden von personellen und nicht-personellen (maschinellen) Aufgabenträgern (z. B. Maschinen, Software) durchgeführt. Personelle Aufgabenträger bzw. **personelle Ressourcen** sind im Organigramm des Unternehmens hinterlegt. Sie sind für die Ausführung von Aktivitäten verantwortlich. Im Geschäftsprozessmodell

ordnen wir den Aufgaben nicht konkrete Personen sondern **Rollen** zu. Die Rollen bestimmen also die Verantwortlichkeiten und Befugnisse der Aufgabenträger. Herr Mustermann ist beispielsweise Angestellter im Reisebüro. Die Aktivität *Buchung starten* wird durch die Rolle Reisebüroangestellter ausgeführt, da das Wissen dieser Rolle zur Ausführung benötigt wird. Durch die Zuweisung von Rollen zu Aufgaben bleiben Geschäftsprozessmodelle konstant, auch wenn bei Aufgabenträgern Veränderungen eintreten (z. B. im Falle des Ausscheidens eines Mitarbeiters aus dem Unternehmen).



**Abb. 1.3:** Geschäftsprozesse ziehen sich über mehrere Organisationseinheiten eines Unternehmens.

In der Regel sind mehrere Mitarbeiter bei der Ausführung des Geschäftsprozesses, oft auch bei der Ausführung einer einzelnen Aktivität, beteiligt. Abb. 1.3 zeigt einen Geschäftsprozess, in den mehrere Abteilungen involviert sind. Die durchgezogene Linie repräsentiert die Abwicklung eines Geschäftsprozesses innerhalb eines Unternehmens. Aus dem Organigramm in Abb. 1.3 können Organisationseinheiten abgelesen werden.

Wichtige Instrumente, damit Geschäftsprozesse den technischen und wirtschaftlichen Änderungen gerecht werden und an Umwelteinflüsse des Unternehmens adaptiert werden können, sind die Modellierung, Analyse und kontinuierliche Verbesserung von Prozessen.

## 1.3 Einführung in die Modellierung

Das Erstellen eines Prozessmodells auf Basis vorhandenen Expertenwissens oder vorhandener Daten wird auch Prozessaufnahme genannt. Sowohl bei der Prozessmodellierung von Hand als auch beim Process-Mining sind verschiedene Beteiligte eingebunden: Der Domänenexperte verfügt über ein detailliertes Wissen auf dem Gebiet. Der Modellierer erfasst das Modell und der Benutzer nutzt das Modell entsprechend seinen Modellierungszielen. Üblicherweise entspricht die Rolle des Modellierers nicht dem Benutzer. Eine detaillierte Unterscheidung der Beteiligten bei der Geschäftsprozessmodellierung findet sich im Buch von Weske [108]. An dieser Stelle sei auf die Bedeutung gut gewählter Benennungen von Aktivitäten im Modell verwiesen (vgl. Kapitel 5). Namen für Aktivitäten sollten Modellierungsrichtlinien erfüllen und idealerweise selbstbeschreibend sein, damit Geschäftsprozessmodelle auch für den Nicht-Modellierer verständlich sind. Denkbar ist, dass der Domänenexperte die Rolle des Modellierers übernimmt. Auch in diesem Fall sollten Prozessmodelle verständlich sein, damit sie ohne größeren Aufwand später wiederverwendet werden können. Im Folgenden werden mögliche Ziele einer Prozess-Modellierung nach [63] aufgelistet:

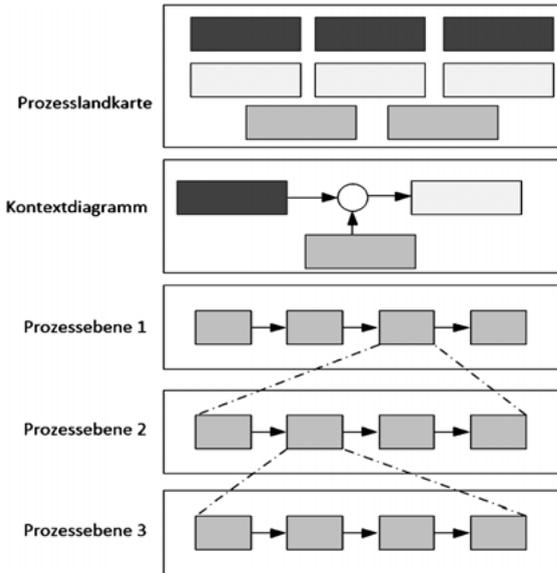
1. zur Erleichterung der Kommunikation zwischen verschiedenen Personen,
2. für die Dokumentation,
3. für die Analyse für eine nachfolgende Verbesserung und Reorganisation,
4. zu Entwurfszwecken,
5. zur Planung des Ressourcen-Einsatzes,
6. als Grundlage für die Unterstützung durch ein System bei der Ablaufplanung,
7. als Grundlage der Überwachung und Steuerung von Abläufen.

Modelliert werden können statische und dynamische Aspekte. Statische Objekte sind beispielsweise die Struktur von Datenobjekten (z. B. einer Datei). Dynamische Aspekte sind zum Beispiel Abhängigkeiten zwischen Aktivitäten, Ausnahmen, Zeitaspekte, Sicherheitsaspekte oder Geschäftsregeln.

Zur Unterstützung einer systematischen Modellierung empfiehlt es sich, die nachfolgenden grundlegenden Fragen heranzuziehen, die abhängig vom Modellierungsziel detailliert werden können:

- Was ist für den vorgesehenen Modellierungszweck relevant für die Modellerstellung?
- Welche Beziehungen bestehen zwischen den Objekten?
- Wie viele Details sollen angegeben werden?

Für den konsistenten Entwurf eines Prozessmodells soll auf einen einheitlichen Abstraktionsgrad bei der Modellierung geachtet werden. Viele Modellierer vermischen die Abstraktionsgrade von Prozessaktivitäten: Auf der gleichen Prozessebene werden einige Aktivitäten detaillierter und andere weniger detailliert dargestellt. Das Ergebnis dieser unpräzisen Vorgehensweise sind Geschäftsprozessmodellvarianten,



**Abb. 1.4:** Hierarchieebenen der Geschäftsprozessmodellierung. Auf der obersten Ebene befindet sich die Prozesslandkarte mit einer abstrakten Darstellung der Kernprozesse, die schrittweise bis zur Prozessebene 3 verfeinert werden kann.

die nur mit viel Modellierungserfahrung als solche erkannt werden können. Zur Beherrschung der Abstraktion von Prozessaktivitäten empfiehlt sich die Nutzung von Teilprozessen, in denen Aktivitäten detailliert werden. Es sollte aber darauf geachtet werden, dass die Aktivitäten auf einer Ebene gleiches Abstraktionsniveau haben. Meist werden fünf Hierarchieebenen unterschieden, vgl. Abb. 1.4:

1. Prozesslandkarte: Abstrakte Übersicht über die für den Modellierungszweck interessanten Geschäftsprozesse (Prozesse mit einem hohen zukünftigen Potential für die Wertschöpfung oder allgemein für die Erreichung der Geschäftsziele kritische Prozesse).
2. Kontextdiagramm: Darstellung der Beziehungen zwischen den Prozessen der Prozesslandkarte.
3. Prozessebene 1: konkrete Modellierung eines Geschäftsprozesses.
4. Prozessebene 2: Verfeinerung einer Aktivität aus Prozessebene 1.
5. Prozessebene 3: Verfeinerung einer Aktivität aus Prozessebene 2.

## 1.4 Wahl der Modellierungssprache

Zur Modellierung von Prozessen können verschiedene Sprachen eingesetzt werden, unter anderem Ereignisgesteuerte Prozessketten (vgl. Kap. 3), Business Process Model and Notation (BPMN) (vgl. Kap. 4) oder Petrinetze (vgl. Kap. 8).

Vor der Wahl einer konkreten Modellierungssprache muss sich der Modellierer über die Anforderungen im Klaren sein, die die gewählte Sprache erfüllen soll. Tab. 1.2 fasst Anforderungen an Modellierungssprachen zusammen.

**Tab. 1.2:** Anforderungen an Modellierungssprachen nach [63].

Ausdrucksmächtigkeit	Um alle relevanten Aspekte mit adäquaten und angemessenen Modellierungskonstrukten zu modellieren
Anpassbarkeit	Zur Reaktion auf veränderte Rahmenbedingungen
Wiederverwendbarkeit	Zur Vermeidung aufwändiger Neuentwicklungen
Offenheit	Zur Integration von existierenden und neuen Modellen
Einfachheit, Verständlichkeit	Zum leichten Erlernen der Sprache und zur leichten Verwendung der Sprache
Formalisierungs- bzw. Präzisionsgrad	Zur flexiblen Anpassbarkeit an das Ziel der Modellierung und zur flexiblen Anpassbarkeit an die Zielgruppe des Modells
Visualisierungsmöglichkeit	Zur graphischen Darstellung (leichte Handhabbarkeit, Lesbarkeit, Abstraktion) und für unterschiedliche Sichten mit angemessenem Abstraktionsgrad
Entwicklungsunterstützung	Zur methodischen Unterstützung für die Modellierung und zur Werkzeugunterstützung
Analysierbarkeit bzw. Ausführbarkeit/Simulierbarkeit	Zur Validierung, Verifizierung und Leistungsbewertung, zur formalen Repräsentation und Konsistenz des Modells
Zum Einsatz von Geschäftsprozessmanagementsystemen oder zur Analyse anwendungsbezogener Aspekte, wie Durchlaufzeiten, Reaktionszeiten, etc.	
Unabhängigkeit von einem Unternehmen	Zur universellen Verwendung sollte idealerweise ein unabhängiges Standardisierungsgremium vorliegen.

Es gibt aber nicht die einzelne Modellierungssprache, die alle Situationen abdeckt. Vielmehr hängt die Wahl der Modellierungssprache vom Modellierungsziel, dem Grad der Abstraktion, der Anwendungsdomäne (z. B. Krankenhaus, Fertigung, Versicherung) und von zu modellierenden Sichten ab, vgl. Tab. 1.3.

Neben der Modellierungssprache verdient auch das zur Bezeichnung von Aktivitäten, Ereignissen etc. verwendete Vokabular Beachtung. Zu beobachten ist, dass Modellierer ihre Geschäftsprozessmodelle in der Regel nicht einheitlich beschreiben. Zur Modellierung von Prozessaktivitäten werden branchenspezifische Begriffe verwendet, die auch bei Unternehmen gleicher Branche variieren können. Branchenspezifische Begriffe erschweren die Anpassung von Geschäftsprozessen, da die Erkennung unterschiedlicher Begriffe für gleiche Prozessobjekte entsprechendes Kontextwissen voraussetzt (vgl. Kapitel 5). Standards wie eTOM für die Telekommunikationsbranche oder Supply Chain Operations Reference (SCOR) für Produktions- und Logistikprozesse können helfen, die Begriffsbildung und die Modellierung zu vereinheitlichen.

Bestehende Werkzeuge zur Modellierung von Geschäftsprozessen unterstützen Modellierer bei der **Geschäftsprozessanalyse**. Prozessmodelle können validiert, ve-

**Tab. 1.3:** Verschiedene Modellierungssichten.

Funktionssicht (Prozesssicht oder Prozessmodell)	Beschreibt die Funktionen (man spricht auch von Prozessen, Vorgängen, Tätigkeiten, Aktivitäten oder Aufgaben) und Teilfunktionen. Abstrahiert von der Zeit und damit vom Ablauf.
Verhaltenssicht (Kontrollfluss)	Beschreibt, in welcher Reihenfolge und unter welchen Bedingungen die Funktionen ausgeführt werden dürfen.
Datensicht (Datenmodell)	Beschreibung der Daten, die in einem Prozess oder Informationssystem verarbeitet oder gespeichert werden. Abstrahiert von der Zeit, unabhängig von Ablaufsicht.
Objektsicht (Objektmodell)	Beschreibt einen Prozess oder ein Informationssystem als eine Menge von interagierenden Objekten. Abstrahiert vom Ablauf, Integration der Daten- und der Funktionssicht.
Organisationssicht (Organisationsmodell)	Beschreibt den Aufbau der Organisationseinheiten, die an einem Prozess oder Informationssystem beteiligt sind. Zur Aufbauorganisation gehören die Kommunikations- und Weisungsbeziehungen zwischen den Einheiten.
Leistungssicht	Beschreibung der Ergebnisse der Prozessausführung durch Produktmodelle.

rifiziert und bewertet werden. Bei der **Validierung** wird überprüft, ob das Modell die Wirklichkeit richtig abbildet – durch Prüfung der Struktur und des Verhaltens der einzelnen Prozesse. Die Korrektheit des Prozessmodells (Verklemmungsfreiheit, Lebendigkeit, siehe Kapitel 8) wird bei der **Verifikation** geprüft. Bei der **Leistungsbewertung** erfolgt die Auswertung der Leistungsfähigkeit des Prozesses, indem einzelne Parameter, wie beispielsweise die Durchlaufzeit, die Kosten oder die Ressourcenauslastung überprüft werden, vgl. Kap. 6 und 7.

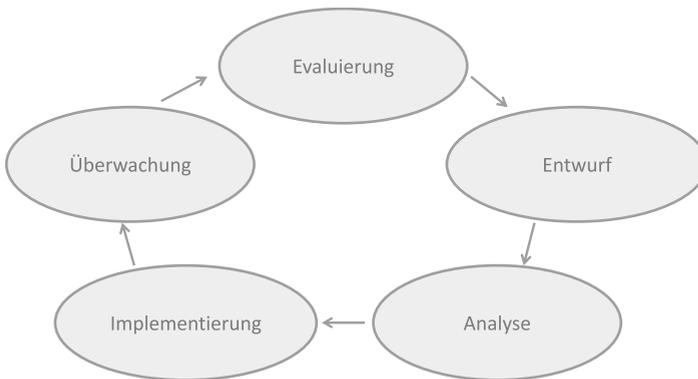
## 1.5 Geschäftsprozessmanagement

Das **Geschäftsprozessmanagement** umfasst Konzepte, Methoden und Werkzeuge zur Definition, Administration, Konfiguration, Durchführung und Analyse von Geschäftsprozessen und zielt auf die Identifikation von Fehlerquellen und Verbesserungsmöglichkeiten und die kontrollierte Ausführung von Geschäftsprozessen. Es umfasst somit deutlich mehr als die Darstellung von Prozessen. Damit die Modellierung, Administration, Konfiguration, Ausführung und Analyse von Geschäftsprozessen ermöglicht wird, ist eine Kombination aus Methoden, Konzepten und Techniken erforderlich [108, 115], die unter dem Begriff Geschäftsprozessmanagement zusammengefasst werden [21].

**Definition 1.4** (Geschäftsprozessmanagement). Das **Geschäftsprozessmanagement** beschreibt Konzepte, Methoden und Techniken zur Modellierung, Administration, Konfiguration, Ausführung und Analyse der Geschäftsprozesse. [108, 115].

Die zum Geschäftsprozessmanagement gehörigen Aspekte werden im **Geschäftsprozessmanagement-Lebenszyklus** beschrieben: Nachdem das Modellierungsziel festgelegt wurde, ist zu prüfen, ob existierende Geschäftsprozesse verbessert werden sollen oder ob neue, innovative Geschäftsprozesse erstellt werden sollen. Abhängig von der Ausgangslage beginnt der Geschäftsprozessmanagement-Lebenszyklus in einer anderen Phase, vgl. Abb. 1.5. Der Geschäftsprozessmanagement-Lebenszyklus besteht aus fünf Phasen.

- Entwurf: In dieser Phase werden Geschäftsprozesse modelliert, also Geschäftsprozessmodelle entworfen.
- Analyse: Diese Phase adressiert die Validierung, Verifikation und Leistungsbewertung von Geschäftsprozessmodellen.
- Implementierung: In dieser Phase geht es um die technische Umsetzung eines Prozessmodells, einschließlich der Festlegung spezifischer Parameter zur Verknüpfung des Modells mit Implementierungsdetails.
- Überwachung: In dieser Phase werden Leistungskennzahlen der Prozessausführung kontrolliert, um Engpässe in einem Geschäftsprozess zeitnah zu erkennen und darauf mit Gegenmaßnahmen reagieren zu können.
- Evaluierung: In dieser Phase werden Informationen aus den vorhergehenden Phasen genutzt, um Geschäftsprozessmodelle zu verbessern. In dieser Phase sind Techniken des Process-Minings hilfreich, vgl. dazu Kapitel 10.



**Abb. 1.5:** Der Lebenszyklus des Geschäftsprozessmanagements.



## 2 Geschäftsprozessmuster

Muster beschreiben bewährte Lösungsschablonen für verbreitete oder wiederkehrende (Entwurfs-)Probleme. Die Idee von Mustern kann auf Arbeiten von Alexander et al. [2] in den 1970er Jahren zurückgeführt werden, die sich mit Mustern für die Stadtplanung und die architektonische Gestaltung von Gebäuden beschäftigten. In die Softwareentwicklung wurde die Idee der Muster durch die Entwurfsmuster nach Gamma, Helm, Johnson und Vlides [30] übertragen, die bewährte Lösungen für wiederkehrende Software-Entwurfsprobleme beschreiben. Im Bereich Geschäftsprozessmanagement wurden die ersten Muster im Jahre 1995 von Ould vorgeschlagen [67]. Erst die Workflow Pattern Initiative [102, 82] aber hat die Nutzung von Mustern im Geschäftsprozessmanagement befördert.

**Definition 2.1** (Geschäftsprozessmuster). Ein **Geschäftsprozessmuster** ist „die Beschreibung einer bewährten Lösung für ein wiederkehrendes Problem, das mit der Erstellung oder Änderung von Geschäftsprozessmodellen in einem bestimmten Kontext zusammenhängt. Diese Beschreibung ist typischerweise in einem strukturierten Dokument organisiert, das dem Leser hilft, zu verstehen, unter welchen Umständen die vorgeschlagene Lösung nützlich sein wird.“ [26].

Mittlerweile findet sich in der Literatur eine Vielzahl diverser Muster, die bewährte Lösungsschablonen für wiederkehrende Modellierungsprobleme beschreiben.

Um die Literatur zu Geschäftsprozessmustern systematisch zu strukturieren und damit die Suche nach passenden Geschäftsprozessmustern zu erleichtern, wurde eine bibliographische Klassifikation und Taxonomie vorgeschlagen, die in [26] nachgelesen werden kann. Eine Übersicht über die Literatur zu Geschäftsprozessmustern findet sich auf der Webseite <http://www.bpmpatterns.org>, die vielfältige Suchmöglichkeiten unterstützt.

Die bekanntesten und wichtigsten Muster für die Geschäftsprozessmodellierung sind die auf <http://www.workflowpatterns.com/> beschriebenen **Workflowmuster** (engl. *workflow patterns*). Sie untersuchen, welche grundlegenden Elemente eine Geschäftsprozess-Modellierungssprache oder ein Prozessausführungssystem aufweisen sollte.

Workflowmuster sind in mehrfacher Hinsicht hilfreich [82]:

1. Sie können zur Bewertung der Ausdrucksmächtigkeit einer Modellierungssprache verwendet werden, vgl. hierzu [113]. Wird eine neue Modellierungssprache vorgeschlagen, so kann ihre Ausdrucksmächtigkeit anhand der Unterstützung der Muster untersucht werden. Das heißt, man kann vergleichen, wie viele der Muster die Modellierungssprache im Vergleich zu einer anderen Modellierungssprache unterstützt.
2. Sie ermöglichen die Evaluation von Geschäftsprozessmanagementsystemen, vgl. hierzu Kapitel 9. Der Funktionsumfang eines Geschäftsprozessmanagementsys-

tems wird anhand von Mustern angegeben. Man kann also Aussagen zum Funktionsumfang eines Geschäftsprozessmanagementsystems anhand der eingesetzten Muster treffen.

3. Sie unterstützen eine syntaktisch korrekte Modellierung und Analyse von Geschäftsprozessmodellen.

## 2.1 Kontrollflussmuster

Die grundlegendsten Workflowmuster sind die Kontrollflussmuster (engl. *control-flow patterns*). Sie beschreiben, welche Konstrukte es zur Modellierung der zeitlich-logischen Abfolge von Aktivitäten im Prozess geben soll. Dieser Aspekt der Modellierung wird als **Kontrollfluss** bezeichnet und beschreibt die möglichen Ausführungsfolgen der Prozessaktivitäten.

Insgesamt existieren 43 Kontrollflussmuster, die in acht Kategorien aufgeteilt sind. Jedes Werkzeug und jede Sprache zur Modellierung von Geschäftsprozessen sollte die elementaren Kontrollflussmuster, vgl. Tab. 2.1 unter *Basic Control-Flow Patterns*, unterstützen.

Die einfachsten Kontrollflussmuster beschreiben die Hintereinanderausführung von Aktivitäten (Muster „Sequenz“) sowie die Aufteilung des Kontrollflusses in mehrere Zweige. Diese Zweige können dann entweder gleichzeitig (parallel) bearbeitet bzw. ausgeführt werden, oder im Prozess wird abhängig von der aktuellen Situation ausgewählt, welcher von mehreren möglichen Zweigen zu bearbeiten ist.

Eine solche Verzweigung und ebenso die dann später wieder mögliche Zusammenführung von Zweigen wird in den meisten Modellierungssprachen explizit mit einem Symbol dargestellt. Diese Symbole nennt man **Verknüpfungsoperatoren** oder auch Konnektoren oder Gateways. Es gibt zwei Arten von Verknüpfungsoperatoren. Eine **Teilung** bzw. **Split** hat genau einen eingehenden und mehr als einen ausgehenden Pfeil. Sie spaltet also den Kontrollfluss in mehrere (alternative oder parallel zu bearbeitende) Pfade auf. Eine **Zusammenführung** bzw. **Join** hat mehr als einen eingehenden und genau einen ausgehenden Pfeil; sie führt also mehrere (alternative oder parallel zu bearbeitende) Pfade wieder zusammen.

Alternativ können Verzweigungen auch dadurch dargestellt werden, dass die zu verknüpfenden Elemente mehr als eine ausgehende bzw. mehr als eine eingehende Kante haben. Diese Form der Darstellung finden wir z. B. bei Petrinetzen (siehe Kap. 8).

Die nachfolgende Darstellung der Kontrollflussmuster orientiert sich an der Modellierungssprache Business Process Model and Notation (BPMN). Generell soll aber noch einmal betont werden, dass Kontrollflussmuster unabhängig von einer konkreten Modellierungssprache sind.

Tab. 2.1: Übersicht über die Kontrollflussmuster [80, 21].

Kategorie	Nummer	Name	Erläuterung		
Elementare Kontrollflussmuster (Basic Control-Flow Patterns)	Muster 1	Sequence	Beschreiben einfache Beziehungen zwischen Aktivitäten. Diese Muster werden in den meisten Werkzeugen zur Modellierung von Geschäftsprozessen unterstützt, um sequentielle, parallele und konditionale Prozessschritte zu modellieren.		
	Muster 2	Parallel Split			
	Muster 3	Synchronization			
	Muster 4	Exclusive Choice			
	Muster 5	Simple Merge			
	Muster 6	Multi-Choice			
	Muster 7	Structured Synchronizing Merge			
	Muster 8	Multi-Merge			
	Muster 9	Structured Discriminator			
Erweiterte Verzweigungs- und Synchronisationsmuster (Advanced Branching and Synchronization Patterns)	Muster 28	Blocking Discriminator	Beschreiben im Gegensatz zu den elementaren Kontrollflussmustern erweiterte Aufspaltungs- und Zusammenführungsmuster.		
	Muster 29	Cancelling Discriminator			
	Muster 30	Structured Partial Join			
	Muster 31	Blocking Partial Join			
	Muster 32	Cancelling Partial Join			
	Muster 33	Generalized AND-Join			
	Muster 37	Local Synchronizing Merge			
	Muster 38	General Synchronizing Merge			
	Muster 41	Thread Merge			
	Muster 42	Thread Split			
	Mehrfachinstanz- muster (Multiple Instance Patterns)	Muster 12		Multiple Inst. without Synchronization	Unterstützen die Beschreibung von mehrfachen Instanzen einer Aktivität. Es ist möglich, mehrere Instanzen einer Aktivität zu erzeugen und die Instanzen zu synchronisieren. Dabei kann es sein, dass die Anzahl der Instanzen erst zur Laufzeit bekannt ist.
		Muster 13		Multiple Inst. with a Priori Design-Time Knowledge	
		Muster 14		Multiple Inst. with a Priori Run-Time Knowledge	
		Muster 15		Multiple Inst. without a Priori Run-Time Knowledge	
Muster 34		Static Partial Join for Multiple Instances			
Muster 35		Cancelling Partial Join for Multiple Instances			
Muster 36		Dynamic Partial Join for Multiple Instances			

Tab. 2.1: Fortsetzung.

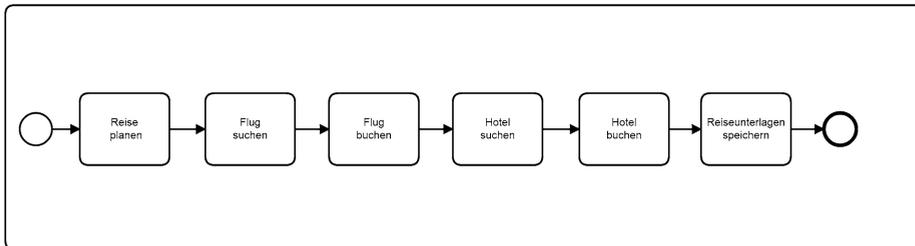
Kategorie	Numer	Name	Erläuterung
Zustandsbasierte Muster (State-based Patterns)	Muster 16	Deferred Choice	Ermöglichen die Modellierung konkreter Zustände.
	Muster 17	Interleaved Parallel Routing	
	Muster 18	Milestone	
	Muster 39	Critical Section	
	Muster 40	Interleaved Routing	
	Muster 19	Cancel Task	
Abbruchmuster	Muster 20	Cancel Case	Ermöglichen die Modellierung von Abbrüchen einer oder mehrerer Aktivitäten oder des gesamten Prozesses.
	Muster 25	Cancel Region	
	Muster 26	Cancel Multiple Instance Activity	
	Muster 27	Complete Multiple Instance Activity	
	Muster 10	Arbitrary Cycles	
	Muster 21	Structured Loop	
	Muster 22	Recursion	
Iterationsmuster (Iteration Patterns)	Muster 11	Implicit Termination	Ermöglichen die Beschreibung von Wiederholungen in Geschäftsprozessen.
	Muster 43	Explicit Termination	
	Muster 23	Transient Trigger	
Beendigungsmuster (Termination Patterns)	Muster 24	Persistent Trigger	Beschreiben Umstände, die zur Beendigung eines Geschäftsprozesses führen.
	Muster 24	Persistent Trigger	
Triggermuster (Trigger Patterns)			Beschreiben externe Einflüsse, die notwendig sind, damit eine bestimmte Aufgabe gestartet werden kann.

Die elementaren Kontrollflussmuster sind:

1. Sequenz
2. Und-Teilung
3. Und-Zusammenführung
4. Exklusiv-Oder-Teilung
5. Exklusiv-Oder-Zusammenführung

### 2.1.1 Sequenz

Das erste elementare Kontrollflussmuster ist die Aufeinanderfolge von Aktivitäten (**Sequenz**, engl. *sequence*), wie beispielhaft in Abb. 2.1 gezeigt. Bei einer sequentiellen Reihenfolge wird kein Verknüpfungsoperator verwendet, da der Kontrollfluss weder verzweigt noch zusammengeführt wird.



**Abb. 2.1:** Elementares Kontrollflussmuster: sequentielle Reihenfolge der Reiseplanung.

**Motivation:** Das Muster **Sequenz** wird verwendet, um eine Reihe aufeinanderfolgender Aktivitäten zu modellieren, die nacheinander ausgeführt werden.

**Beispiel:** Abb. 2.1 stellt eine sequentielle Reihenfolge dar, bei dem die Aktivität *Reise planen* beendet werden muss, damit die Aktivität *Flug suchen* aktiviert werden kann und so weiter.

Dieses Geschäftsprozessmodell ist stark vereinfacht dargestellt – die Aktivitäten werden alle nacheinander ausgeführt. Möglicherweise können Aktivitäten aber auch parallelisiert werden, um so die Prozessausführung zu beschleunigen. Man kann sich das so vorstellen, dass von zwei Bearbeitern unabhängig voneinander die Suche nach Flügen und die Suche nach Hotels gestartet wird. Das führt uns zu den Mustern *Und-Teilung* sowie *Und-Zusammenführung*.