

<b>Abkürzungen</b>	<b>XI</b>
<b>Abbildungen</b>	<b>XV</b>
<b>Tabellen</b>	<b>XVII</b>
<b>Listings</b>	<b>XIX</b>
<b>1 Einleitung und Motivation</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung des Forschungsvorhabens . . . . .	4
1.2 Ziele, Forschungsfragen und Abgrenzung der Arbeit . . . . .	6
1.3 Forschungsdesign der Dissertation . . . . .	8
1.4 Struktur der Arbeit . . . . .	9
<b>2 Grundlagen zu Data Science und Microservices</b>	<b>13</b>
2.1 Data Science als Forschungsdisziplin . . . . .	13
2.2 Data Science Architekturen . . . . .	13
2.2.1 Organisatorische Data Science Vorgehensmodelle . . . . .	14
2.2.2 Data Science Workflows . . . . .	15
2.2.3 Workflow-Management-Systeme . . . . .	17
2.2.4 Entwicklung technischer Architekturen für Data Science Workflows . . . . .	17
2.3 Software- und Microservice-Architekturen . . . . .	18
2.3.1 Softwarearchitekturen . . . . .	18
2.3.2 Microservice-Architektur zur Gestaltung von IT-Systemen . . . . .	19
2.3.3 Charakteristika von Microservices . . . . .	21
<b>3 Kontextbestimmung von Microservices</b>	<b>23</b>
3.1 Literaturreviews über Kontextabgrenzungen von Microservices . . . . .	24
3.2 Methodik systematischer Literaturreviews . . . . .	25
3.2.1 Vergleich und Auswahl der Methode . . . . .	25
3.2.2 Qualitative Inhaltsanalyse als Forschungsmethode . . . . .	26
3.3 Artefakte zur Identifizierung von Microservices während der Anforderungsanalyse . . . . .	28
3.4 Identifizierung von Microservices während der Entwurfsphase . . . . .	29
3.4.1 Atomare Einheit . . . . .	29
3.4.2 Modellierung der Applikation . . . . .	30
3.4.3 Identifikation von Microservice-Kandidaten . . . . .	32
3.4.4 Einflussfaktoren auf die Identifikation von Microservices . . . . .	32
3.5 Test und Evaluation von Identifizierungsansätzen . . . . .	34
3.6 Interpretation der Ergebnisse . . . . .	37

3.7 Zusammenfassung zur ersten Teilstudie . . . . .	38
<b>4 Allgemeines Prozessmodell zur Kontextbestimmung in Microservice-Architekturen</b>	<b>39</b>
4.1 Existierende Prozessmodelle . . . . .	39
4.2 Methode zur Entwicklung eines Prozessmodells . . . . .	41
4.3 Schritte des allgemeinen Prozessmodells . . . . .	42
4.3.1 Schritt 1: Wahl einer atomaren Einheit . . . . .	43
4.3.2 Schritt 2: Modellierung der Beziehungen zwischen atomaren Einheiten . . . . .	44
4.3.3 Schritt 3: Charakterisierung atomarer Einheiten und deren Beziehungen mit Qualitätsattribut . . . . .	44
4.3.4 Schritt 4: Anwendung von Methoden und Algorithmen zur Identifizierung von Microservices . . . . .	45
4.3.5 Schritt 5: Evaluation der Microservice-Kandidaten und -Architektur . . . . .	46
4.4 Evaluation des Prozessmodells . . . . .	46
4.4.1 Evaluation anhand von Identifikationsansätzen aus dem Jahr 2020 . . . . .	47
4.4.2 Fallstudie - Microservices für eine Kreditwürdigkeitsanwendung . . . . .	47
4.4.3 Vergleich von Microservice-Architekturen und Diskussion des Prozessmodells . . . . .	52
4.5 Zusammenfassung zur zweiten Teilstudie . . . . .	53
<b>5 Konzept zur Microservice-Kontextbestimmung für Data Science Workflows</b>	<b>55</b>
5.1 Prozessmodell zur Ableitung einer Microservice-Architektur für Data Science Workflows . . . . .	56
5.2 Modellierung von Data Science Workflows und Microservice-Architekturen . . . . .	57
5.3 Einfluss von Microservice-Entwurfsmustern . . . . .	59
5.3.1 Herausforderungen der Implementierung von Data Science Workflows . . . . .	59
5.3.2 Auswahl von Microservice-Entwurfsmustern . . . . .	61
5.4 Microservice-orientierte Datenintegration . . . . .	63
5.4.1 Herausforderungen der Datenintegration . . . . .	63
5.4.2 Einsatz von Microservices für die Datenintegration . . . . .	65
<b>6 Prototypische Umsetzung der Microservice-Kontextbestimmung für Data Science Workflows</b>	<b>69</b>
6.1 Tools zur Identifikation von Microservices . . . . .	69
6.2 Anforderungen an den Tool-Support . . . . .	70
6.3 Designphase . . . . .	72
6.4 Experimentierumgebung . . . . .	73
6.4.1 Konzeption der Experimentierumgebung . . . . .	74
6.4.2 Konzeption der automatisierten Bereitstellung einer Experimentierumgebung . . . . .	75

6.5	Laufzeitmetriken . . . . .	80
6.6	Abschließende Bewertung . . . . .	82
6.7	Zusammenfassung der prototypischen Umsetzung . . . . .	83
<b>7</b>	<b>Experimente zur Kontextbestimmung von Microservices für Data Science Workflows</b>	<b>85</b>
7.1	Methodik und Vorgehen . . . . .	85
7.2	Multi-Metrik-Ansatz . . . . .	86
7.2.1	Anwendungsfall und Data Science Workflow . . . . .	87
7.2.2	Designphase des Prozessmodells . . . . .	89
7.2.3	Laufzeitevaluation der Microservice-Architekturen . . . . .	91
7.2.3.1	Laufzeitmetriken . . . . .	91
7.2.3.2	Experimentierumgebung . . . . .	94
7.2.3.3	Laufzeitergebnisse . . . . .	96
7.2.4	Abschließende Bewertung der Microservice-Architekturen . . . . .	98
7.3	Datenfluss-getriebener Ansatz . . . . .	100
7.3.1	Anwendungsfall und Data Science Workflow . . . . .	101
7.3.1.1	Data Science Workflow-System . . . . .	101
7.3.1.2	Kreditwürdigkeitsprüfung als Data Science Workflow . . . . .	102
7.3.2	Designphase des Prozessmodells . . . . .	102
7.3.2.1	Datenfluss-getriebener Ansatz . . . . .	103
7.3.2.2	Anwendung des Ansatzes auf ein Data Science Workflow-System	104
7.3.2.3	Microservice-Architektur für Anwendungsfall . . . . .	108
7.3.3	Laufzeitphase der Microservice-Architekturen . . . . .	109
7.3.3.1	Laufzeit- und Experimentierumgebung . . . . .	109
7.3.3.2	Ergebnisse der Laufzeitevaluation . . . . .	110
7.3.4	Abschließende Bewertung . . . . .	113
7.4	Experimente zu Microservice-Entwurfsmustern . . . . .	115
7.4.1	Anwendungsfall und Microservice-Architektur . . . . .	115
7.4.2	Experimentierumgebung . . . . .	117
7.4.3	Ergebnisse der Laufzeitevaluation . . . . .	120
7.4.4	Diskussion und Auswahl passender Microservice-Entwurfsmuster . . . . .	121
7.5	Zusammenfassung und Implikationen der Experimente . . . . .	122
<b>8</b>	<b>Evaluation</b>	<b>125</b>
8.1	Grundlagen und Auswahl der Evaluationsmethode . . . . .	125
8.2	Vorbereitung und Interviewleitfaden . . . . .	127
8.3	Durchführung . . . . .	128
8.4	Ergebnisse der Experteninterviews . . . . .	129
8.4.1	Entwicklung von Data Science Workflows . . . . .	129
8.4.2	Relevanz von Microservice-Architekturen . . . . .	130

---

8.4.3	Beurteilung der Phasen des Prozessmodells . . . . .	131
8.4.3.1	Schritte während der Designphase . . . . .	131
8.4.3.2	Schritte der Laufzeitevaluation . . . . .	131
8.4.3.3	Schritt der abschließenden Bewertung . . . . .	133
8.4.4	Metriken und Einflussfaktoren auf die Architekturentwicklung . . . . .	133
8.4.5	Reduzierung des manuellen Aufwands . . . . .	134
8.4.6	Standardisierung der Architekturentwicklung . . . . .	136
8.5	Implikationen der Experteninterviews . . . . .	136
<b>9</b>	<b>Zusammenfassung und kritische Betrachtung</b>	<b>139</b>
9.1	Theoretische und praktische Implikationen . . . . .	142
9.2	Limitationen . . . . .	143
9.3	Weiterer Forschungsbedarf . . . . .	143
<b>Anhang</b>		<b>144</b>
<b>A</b>	<b>Ausgewählte Publikationen für das Literaturreview</b>	<b>145</b>
<b>B</b>	<b>Mockups des Tool-Supports</b>	<b>147</b>
<b>C</b>	<b>Interviewleitfaden</b>	<b>149</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>150</b>