

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	<b>7</b>
1.1 Motivation und Zielsetzung . . . . .	7
1.2 Aufbau und wissenschaftlicher Beitrag der Arbeit . . . . .	10
<b>2 Grundlagen</b>	<b>13</b>
2.1 Benutzeroberflächen und Interaktion . . . . .	13
2.1.1 Kriterien für Benutzbarkeit . . . . .	14
2.2 Post-Desktop-Interaktion . . . . .	15
2.2.1 Interaktion auf Mobilgeräten . . . . .	16
2.2.2 Multimodalität . . . . .	19
2.2.3 Kontext und kontextbezogene Benutzeroberflächen . . . . .	22
2.2.4 Ubiquitous Computing . . . . .	23
2.3 Entwicklung von Benutzeroberflächen . . . . .	24
2.3.1 Stand der Technik: Toolkits und Richtlinien . . . . .	25
2.3.2 Stand der Technik: Entwurfsmuster und Entwurfsmuster-Sprachen . . . . .	26
2.3.3 Der Entwicklungsprozeß und seine Automatisierung . . . . .	27
2.3.4 Geräteunabhängige Beschreibungen von Oberflächen . . . . .	29
2.4 Fazit . . . . .	31
<b>3 Föderierte Oberflächen</b>	<b>33</b>
3.1 Kritik bisheriger Konzepte der Post-Desktop-Interaktion . . . . .	33
3.1.1 Interaktion auf Mobilgeräten . . . . .	33
3.1.2 Ubiquitous Computing . . . . .	34
3.1.3 Kontext und kontextbezogene Benutzeroberflächen . . . . .	34
3.1.4 Multimodalität . . . . .	35
3.2 Das Konzept der Föderation . . . . .	36
3.2.1 Abgrenzung zur klassischen Multimodalität . . . . .	37
3.3 Begriffe und Definitionen . . . . .	38
3.3.1 Kanäle und Geräte . . . . .	38
3.3.2 Der Begriff des Gerätes im Ubiquitous Computing . . . . .	39
3.3.3 Föderierte Geräte und Oberflächen . . . . .	41
3.3.4 Fission . . . . .	42
3.4 Der Mehrgeräte-Designraum . . . . .	44
3.4.1 Sequentielle Nutzung von Geräten . . . . .	46
3.4.2 Parallele Nutzung von Geräten . . . . .	46
3.4.3 Nicht in den Designraum fallende Systeme . . . . .	47

3.5	Benutzbarkeit föderierter Oberflächen . . . . .	49
3.5.1	Mögliche Vorteile föderierter Oberflächen . . . . .	49
3.5.2	Pick and Drop und Pebbles . . . . .	50
3.5.3	Tablet-PCs in Virtual-Reality-Umgebungen . . . . .	50
3.5.4	Aufmerksamkeit bei mehreren oder entfernten Geräten . . . . .	51
3.5.5	Migration zwischen Geräten . . . . .	52
3.5.6	Fazit . . . . .	52
3.6	Richtlinien für föderierte Oberflächen . . . . .	53
3.7	Fazit . . . . .	54
<b>4</b>	<b>Kriterien für Mehrgeräte-Oberflächen</b>	<b>55</b>
4.1	Designziel 1: Mobilität . . . . .	56
4.2	Designziel 2: Geräteunabhängigkeit . . . . .	57
4.3	Designziel 3: Föderation . . . . .	58
4.4	Designziel 4: Multimodalität . . . . .	59
4.5	Technisches Kriterium 1: Entwicklungsaufwand . . . . .	60
4.6	Technisches Kriterium 2: Migrationsaufwand . . . . .	61
4.7	Technisches Kriterium 3: Konfigurationsaufwand . . . . .	62
4.8	Vom Entwicklungsprozeß bestimmtes Interaktions-Paradigma . . . . .	63
4.8.1	Vorstellung und Einordnung der Interaktions-Paradigmen . . . . .	64
4.8.2	Bewertung von Entwicklungsprozessen . . . . .	65
4.9	Nicht betrachtete Kriterien . . . . .	66
<b>5</b>	<b>Stand der Technik</b>	<b>69</b>
5.1	Migrierende Oberflächen . . . . .	70
5.1.1	Teleporting: Migration von Oberflächen . . . . .	70
5.1.2	Migration ganzer Anwendungen . . . . .	72
5.1.3	Migration mit mobilem Code und Agenten . . . . .	73
5.1.4	Fazit . . . . .	74
5.2	Geräteunabhängige Entwicklung für föderierte Oberflächen . . . . .	75
5.2.1	Abstrakte Interaktoren . . . . .	76
5.2.2	Abstrakte Interaktoren für Mobilgeräte . . . . .	77
5.2.3	Reifikation als Optimierungsproblem: SUPPLE . . . . .	78
5.2.4	Reifikation als Optimierungsproblem: UI on the Fly . . . . .	78
5.2.5	Entwurfsmuster als abstrakte Oberflächenbeschreibung . . . . .	79
5.2.6	Fazit . . . . .	80
5.3	Multimodale und Verteilte Browser . . . . .	81
5.3.1	Multimodal Interaction Framework . . . . .	81
5.3.2	Multimodale Browser . . . . .	83
5.3.3	WebSplitter . . . . .	85
5.3.4	Browser mit zwei Bildschirmen . . . . .	86
5.3.5	Fazit . . . . .	87
5.4	Intelligente Konferenzräume und „Smart Spaces“ . . . . .	88
5.4.1	Gaia . . . . .	88

5.4.2	iRoom . . . . .	89
5.4.3	i-LAND und Roomware . . . . .	91
5.4.4	Fazit . . . . .	92
5.5	Multimodalität . . . . .	94
5.5.1	Fission und Multimodalität . . . . .	95
5.5.2	SmartKom und Embassi . . . . .	95
5.5.3	Multimodale Anwendungen, die Föderation nutzen . . . . .	96
5.5.4	Geräteunabhängige Entwicklung multimodaler Oberflächen . . . . .	97
5.5.5	Fazit . . . . .	98
5.6	Der Übergang vom Verbundgerät zur Föderation . . . . .	99
5.6.1	Mobilgeräte als Eingabegerät-Surrogat . . . . .	99
5.6.2	Mobilgeräte als Fernbedienung . . . . .	100
5.6.3	Verbundgeräte für Multimedia-Wiedergabe . . . . .	102
5.6.4	Verbundgeräte für Interaktion . . . . .	103
5.6.5	Fazit . . . . .	104
5.7	Föderierte Oberflächen . . . . .	105
5.7.1	XWeb . . . . .	106
5.7.2	Einzelne föderierte Anwendungen . . . . .	106
5.7.3	Peach . . . . .	108
5.7.4	TERESA . . . . .	109
5.7.5	Dygimes . . . . .	109
5.7.6	Dynamo . . . . .	110
5.7.7	Fazit . . . . .	111
5.8	Fazit . . . . .	112
<b>6</b>	<b>Konzeption und Implementierung</b>	<b>115</b>
6.1	Entwurfsziele . . . . .	115
6.1.1	Mobilität . . . . .	115
6.1.2	Geräteunabhängigkeit . . . . .	116
6.1.3	Föderation . . . . .	117
6.1.4	Multimodalität . . . . .	117
6.1.5	Technische Kriterien . . . . .	118
6.2	Entwurf . . . . .	119
6.2.1	Wahl des Interaktionsparadigmas . . . . .	119
6.2.2	Art der Verteilung . . . . .	119
6.2.3	Zusammenfassung des Entwurfs . . . . .	121
6.2.4	Behandlung des Fokus . . . . .	122
6.3	Implementierung . . . . .	123
6.3.1	Der Dialog Manager (DM) . . . . .	123
6.3.2	Die Clients . . . . .	126
6.3.3	Kontext und der Context Server . . . . .	131
6.4	Bewertung der Implementierung und Fazit . . . . .	133

<b>7 Entwurfsmuster für föderierte Oberflächen</b>	<b>135</b>
7.1 Einleitung . . . . .	135
7.1.1 Pro und Kontra von Entwurfsmustern . . . . .	135
7.1.2 Entwurfsmuster jenseits des Desktops . . . . .	137
7.2 Das Entwurfsmuster-Format . . . . .	138
7.2.1 Relevante Kräfte . . . . .	140
7.3 Entwurfsmuster für föderierte Oberflächen . . . . .	142
7.3.1 Präsentation . . . . .	142
7.3.2 Überblick und Detail . . . . .	144
7.3.3 Fernbedienung . . . . .	149
7.3.4 Private Information auf privatem Gerät . . . . .	152
7.3.5 Zusammenwirkende Interaktoren . . . . .	155
7.4 Fazit . . . . .	157
<b>8 Automatische Fission für föderierte Oberflächen</b>	<b>159</b>
8.1 Geräteunabhängige Entwicklung mit Entwurfsmustern . . . . .	159
8.1.1 Methodischer Ansatz . . . . .	160
8.1.2 Vergleich mit Reifikation als Optimierungsproblem . . . . .	162
8.1.3 Vergleich mit anderen Muster-basierten Verfahren . . . . .	163
8.2 Muster-Wahl anhand des Gerätekontextes . . . . .	164
8.2.1 Gerätebeschreibungen . . . . .	164
8.2.2 Entwurfsmuster-Auswahl in Abhängigkeit von den verfügbaren Kanälen . . . . .	165
8.2.3 Integration in den Context Server . . . . .	166
8.3 Muster-Wahl anhand der Beschaffenheit der Oberfläche . . . . .	167
8.3.1 Entwurfserwägungen . . . . .	167
8.3.2 Federated Source Language . . . . .	168
8.3.3 Entwurfsmuster-Auswahl in Abhängigkeit von Eigenschaften der abstrakten Oberfläche . . . . .	172
8.3.4 Anwendungs- und benutzerspezifische Fission . . . . .	173
8.4 Auswertung der Entwurfsmuster . . . . .	174
8.4.1 Abwägung von Mustern mit gewichteten Voten . . . . .	174
8.4.2 Richtlinien und Hilfsmuster . . . . .	178
8.5 Festlegung der Interaktor-Verteilung . . . . .	180
8.5.1 Wechselbeziehungen zwischen Interaktoren und Kanälen . . . . .	180
8.5.2 Kapazität der Kanäle . . . . .	183
8.5.3 Scrollen oder Seitenumbruch . . . . .	183
8.5.4 Nichteindeutige Entscheidungen . . . . .	185
8.5.5 Widersprüchliche Entscheidungen . . . . .	186
8.5.6 Erzeugung der konkreten Teiloberflächen . . . . .	187
8.6 Fazit . . . . .	187

<b>9 Evaluation</b>	<b>193</b>
9.1 Benutzerstudien . . . . .	193
9.1.1 Benutzbarkeit aus Sicht des Entwicklers . . . . .	194
9.1.2 Erwartungen und Vorgehensweise . . . . .	195
9.1.3 Durchführung der Benutzerstudien . . . . .	196
9.1.4 Benutzerstudie 1 . . . . .	198
9.1.5 Benutzerstudie 2 . . . . .	201
9.1.6 Benutzerstudie 3 . . . . .	205
9.1.7 Fazit . . . . .	207
9.2 Fallstudie zur entwurfsmusterbasierten Fission . . . . .	209
9.2.1 Anforderungen . . . . .	209
9.2.2 Vorgehensweise . . . . .	210
9.2.3 Testentwurf . . . . .	211
9.2.4 Ergebnisse . . . . .	213
9.2.5 Fazit . . . . .	216
9.3 Fazit der Evaluation . . . . .	217
<b>10 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>219</b>
10.1 Zusammenfassung der Ergebnisse . . . . .	219
10.2 Ausblick . . . . .	220
10.3 Fazit . . . . .	223
<b>Wissenschaftlicher Werdegang</b>	<b>225</b>