

Inhalt

Vorwort	XIX
1 Mobile Systeme: Komponenten und Basistechnologien	1
1.1 Definition von Mobilität und ihrer Bedeutung in der digitalen Welt	1
1.2 Einführung in die Mobilitätsformen	8
1.2.1 Technische Mobilität	9
1.2.2 Soziale Mobilität	9
1.2.3 Interdependenzen der Mobilitätsformen und Einordnung	10
1.3 Mobilität des Endgeräts	10
1.3.1 Prinzipien und Konzepte von iOS und Android	10
1.3.2 Die Rolle von Hardware-Komponenten: Sensoren und Prozessoren	12
1.3.2.1 Sensoren	12
1.3.2.2 Prozessoren	15
1.4 Mobilität des Dienstes	17
1.4.1 Die Rolle von APIs und Webservices bei der Bereitstellung mobiler Dienste	18
1.4.1.1 Schnittstellenverträge (Interface Contracts)	18
1.4.1.2 Endpunkte (Endpoints)	20
1.4.1.3 Datenformate (Data Formats)	20
1.4.1.4 Authentifizierungsmethoden (Authentication Methods) .	21
1.4.1.5 Throttling und Rate Limiting	21
1.4.1.6 Datenübertragungsprotokolle (Data Transfer Protocols)	21
1.4.1.7 Caching	23

1.4.1.8	Versionierung (Versioning)	23
1.4.1.9	Dokumentation	23
1.4.1.10	SDKs und Libraries	24
1.4.2	Cloud Computing für mobile Dienste	24
1.4.2.1	Beispielhafte End-to-End-Sicht (E2E) eines mobilen Systems	24
1.4.2.2	Vorteile von Cloud Computing in mobilen Systemen	25
1.4.2.3	Nachteile und Risiken von Cloud Computing in mobilen Systemen	27
1.4.2.4	Beispiele für Cloud-Dienste im Kontext mobiler Systeme	29
1.4.3	Strategien zur Bewältigung von Herausforderungen bei der Bereitstellung mobiler Dienste	30
1.5	Mobilität der Benutzer:innen	38
1.5.1	Die Bedeutung von Benutzer:innenprofilen und personalisierten Diensten	38
1.5.2	Responsive und Adaptive Design und ihre Bedeutung für eine optimale User Experience	44
1.5.3	Kontextsensitive Dienste in mobilen Anwendungen	46
1.5.4	Einsatzmöglichkeiten von Location Based Services (LBS)	48
1.6	Zusammenfassung und Schlüsselaspekte dieses Kapitels	49
2	Mobile Geräte: Klassen, Technik und Infrastruktur	53
2.1	Smartphones	53
2.1.1	Eine kurze Entstehungsgeschichte der Smartphones	54
2.1.2	Globale Marktentwicklung und Verbreitung	58
2.1.3	Fortschritte und Innovationen Halbleiter	60
2.1.3.1	System-on-Chip (SoC)	60
2.1.3.2	Speichertechnologien	63
2.1.4	Bildschirmtechnologien	65
2.1.5	Batterietechnologien	66
2.1.6	Kamera- und Sensorsysteme	68
2.1.7	Fortschritte und Innovationen durch Software und Betriebssysteme	70
2.1.7.1	Google Android	70
2.1.7.2	Apple iOS	74
2.1.7.3	Alternative Entwicklungsumgebungen	77

2.2	Tablets	79
2.2.1	Eine kurze Entstehungsgeschichte der Tablets	79
2.2.2	Fortschritte und Innovationen Usability und Displays	84
2.2.3	Fortschritte und Innovationen Produktivität	85
2.2.4	Fortschritte und Innovationen Formfaktoren und Zubehör	87
2.3	Wearables	88
2.3.1	Smartwatches (am Beispiel Apple Watch)	89
2.3.2	Fitness-Tracker (am Beispiel Google Fitbit Charge 6)	93
2.3.3	True Wireless In-Ear Headphones (am Beispiel Apple Airpod Pro 2. Generation)	95
2.3.4	Medizinische Wearables (am Beispiel Dexcom G7)	98
2.3.5	Sonstige Wearables (am Beispiel Oura Ring 3)	100
2.3.6	Nutzung und Nutzungsinteresse von Wearables	102
2.4	XR-Headsets (an den Beispielen Meta Quest 3 und Apple Vision Pro)	103
2.4.1	Meta Quest 3	104
2.4.2	Apple Vision Pro	106
2.5	IoT-Geräte mit Mobilitätsfokus	108
2.5.1	Smart Cities	110
2.5.2	Logistik und Supply Chain Management	111
2.5.3	Gesundheitswesen	112
2.6	Netzwerke und Infrastruktur	113
2.7	Ausblick und Marktentwicklung	121
2.7.1	Neue Gerätetypen und Nutzungskontexte	121
2.7.2	Integration von KI in mobile Systeme	122
2.8	Herausforderungen und Chancen für Entwickler:innen und Manager:innen mobiler Systeme	124
2.8.1	Erforderliche neue Kompetenzen	124
2.8.2	Strategien zur Einführung neuer Technologien	125
2.8.3	Auswirkungen auf das Arbeitsumfeld	125
2.9	Zusammenfassung und Schlüsselaspekte dieses Kapitels	126
3	Mobile Entwicklungsframeworks	131
3.1	Übersicht und Begrifflichkeiten	131
3.1.1	Grundlegende Architektur von Apps	132
3.1.2	Native	132

3.1.3	Cross-Platform	134
3.1.4	Hybrid	137
3.2	Relevante Frameworks und SDKs	139
3.2.1	Android Native	141
3.2.2	iOS Native	143
3.2.3	React Native	146
3.2.4	.NET MAUI	148
3.2.5	Kotlin Multiplatform (KMM)	150
3.2.6	Flutter	152
3.2.7	Ionic/Capacitor	154
3.2.8	Sonderfall Low Code/No Code	156
3.3	Determinanten bei der Frameworkauswahl	160
3.3.1	Checkliste: Funktionale Anforderungen (FA) und nichtfunktionale Anforderungen (NFA) einer Anwendung	162
3.4	Einordnung und Handlungsempfehlungen	168
3.5	Zusammenfassung und Schlüsselaspekte dieses Kapitels	170
4	Mobile User Experience (UX): Relevanz, Vorgehen und Designprinzipien	175
4.1	Grundlagen und Bedeutung der mobilen UX	175
4.1.1	Begriffsdefinition und Abgrenzung UX/UI	176
4.1.2	Wirtschaftliche Relevanz von mobiler UX	177
4.1.3	Historische Entwicklung der mobilen UX	180
4.1.3.1	Frühe Entwicklungen der Mobilen UX	181
4.2	Einführung in die mobile User Experience	184
4.2.1	Definition und Bedeutung der UX für mobile Anwendungen	185
4.2.1.1	Nutzer:innenzentrierung im Designprozess	185
4.2.1.2	Kontextsensitivität	185
4.2.1.3	Barrierefreiheit und Inklusion	186
4.2.1.4	Iterationskultur und kontinuierliche Optimierung	187
4.2.1.5	Wirtschaftliche Relevanz und Marktanforderungen	187
4.2.1.6	Technische Rahmenbedingungen und Performance-Optimierung	187
4.2.1.7	Klarheit und Reduktion als Designprinzip	188
4.2.1.8	Interaktionsbasiertes Echtzeit-Feedback	189
4.2.1.9	Konsistenz als Schlüsselement der Benutzbarkeit	189

4.2.1.10	Ästhetik und Emotion	189
4.2.1.11	Sicherheit und Datenschutz	190
4.2.2	Abgrenzung zwischen Smartphone UX, Tablet UX und Desktop UX	191
4.2.2.1	Nutzungsszenarien und Interaktionsmuster	192
4.2.2.2	Interaktionsmodelle im Vergleich	194
4.3	Der UX-Design-Prozess	195
4.3.1	Der Double-Diamond-Prozess	196
4.3.2	Design Thinking	198
4.3.3	User Research und Zielgruppen-Analyse	200
4.3.4	Entwicklung von Wireframes und Prototypen	201
4.3.4.1	Erstellung von Wireframes	202
4.3.4.2	Erstellung von Prototypen	203
4.4	Tools und Ressourcen für UX-Design	204
4.4.1	Research-Tools	204
4.4.1.1	UserTesting	205
4.4.1.2	Optimal Workshop	205
4.4.2	Wireframing- und Prototyping-Tools	206
4.4.2.1	Balsamiq	207
4.4.2.2	Figma	208
4.4.2.3	Axure RD	209
4.4.3	Kollaborations- und Handoff-Tools	210
4.4.3.1	Zeplin	211
4.4.4	Evaluierungstools	212
4.4.4.1	Maze	213
4.4.5	Designsysteme und Komponentenbibliotheken	214
4.4.5.1	Material Design	215
4.4.5.2	Human Interface Guidelines (HIG)	216
4.5	Checkliste: Herausforderungen im mobilen UX-Design	218
4.5.1	Barrierefreiheit und Inklusion	219
4.6	Ausblick auf die Zukunft der mobilen UX	224
4.6.1	Automatisierung, Interaktion und Personalisierung mit KI	225
4.6.2	Ambient Computing und die Rolle neuer Endgeräte	226
4.6.3	Mixed Reality (MR) und Augmented Reality (AR) als Schlüsseltechnologien	226
4.6.4	Wearables und UX für Gesundheit und Wellness	227

4.6.5	Hyperpersonalisierung und die Balance zwischen Bequemlichkeit und digitalem Wohlbefinden	227
4.6.6	Nachhaltigkeit und Energieeffizienz	228
4.7	Zusammenfassung und Schlüsselaspekte dieses Kapitels	229
5	Mobile Application Life Cycle Management (ALM)	233
5.1	Phasen des Application Lifecycle Managements	233
5.1.1	Handlungsfelder Governance	236
5.1.1.1	Strategie	236
5.1.1.2	Richtlinien und Compliance	237
5.1.1.3	Risikomanagement	239
5.1.2	Handlungsfelder Development	241
5.1.2.1	Prozesse	241
5.1.2.2	Infrastruktur	242
5.1.2.3	Code-Management	243
5.1.3	Handlungsfelder Operations	245
5.1.3.1	Prozesse	245
5.1.3.2	Code-Wartung	248
5.1.3.3	Support	250
5.1.4	Handlungsfelder End of Life	252
5.1.4.1	Planung und Kommunikation	252
5.1.4.2	Datenmigration	253
5.1.4.3	Abschaltung und Post Mortem	254
5.2	Zusammenfassung und Schlüsselaspekte dieses Kapitels	256
6	Mobile Application Management (MAM) und App-Distribution	259
6.1	Handlungsfelder des Mobile Application Managements	259
6.2	Wesentliche Unterschiede im Betrieb mobiler und konventioneller Systeme	261
6.2.1	Release-Zyklen	262
6.2.2	Performance und Skalierbarkeit	264
6.2.3	Security	267
6.2.4	Developer- und Betriebskultur	269
6.2.5	Nutzer:innendialog und Feedback	271
6.2.6	Test und Testmanagement	273

6.2.7	Infrastruktur und Backend	275
6.3	Distributionskanäle für mobile Apps	277
6.3.1	Offizielle App Stores	277
6.3.1.1	Apple App Store und App Store Connect	278
6.3.1.2	Google Play Store und Google Play Console	280
6.3.2	Alternative Distributionskanäle Android	282
6.3.2.1	Alternative Stores	282
6.3.2.2	Sideloadung	283
6.3.2.3	Ad-hoc-Verteilung Android	284
6.3.3	Alternative Distributionskanäle Apple	286
6.3.3.1	altstore.io	286
6.3.3.2	AltStore PAL	288
6.3.3.3	Ad-hoc-Verteilung iOS	290
6.3.4	Enterprise App Stores	290
6.3.4.1	Bedeutung der internen Verteilung von Anwendungen ..	291
6.3.4.2	Unterschiede zu öffentlichen App Stores	291
6.3.4.3	Beispiele für verbreitete Enterprise App Stores	292
6.4	Checkliste: Life Cycle- und Application Management in der Praxis	294
6.5	Zusammenfassung und Schlüsselaspekte dieses Kapitels	298
7	Mobile Security: Risiken und Prävention	301
7.1	Bedeutung und Relevanz in der heutigen digitalen Welt	301
7.2	Nicht mehr nur „Telefon“: Die neuen Rollen des Smartphones	303
7.3	Unterschiede zwischen mobiler und konventioneller IT-Sicherheit	305
7.4	Bedrohungslandschaft und Angriffsvektoren	306
7.4.1	Arten von Bedrohungen und Angriffen auf mobile Systeme und Präventionsmaßnahmen	307
7.5	Fallbeispiel Spyware: NSO Group Pegasus	312
7.5.1	Unternehmensprofil der NSO Group	313
7.5.2	Die Software Pegasus	313
7.5.3	Funktionen von Pegasus (Auswahl)	314
7.5.4	Zielsetzung und Einsatz	315
7.5.5	Schutz- und Gegenmaßnahmen	316
7.5.6	Spyware und künstliche Intelligenz	317
7.6	Aktuelle Trends und Statistiken zu mobiler Sicherheit	319

- 7.7 Vergleich der Sicherheitsarchitekturen von iOS und Android 322
 - 7.7.1 Sicherheitsmerkmale der Betriebssysteme 322
 - 7.7.2 Vergleich der Sicherheits-Features 324
 - 7.7.3 Zusammenfassung und Handlungsempfehlungen 326
- 7.8 Enterprise Mobility Management (EMM), Mobile Device Management (MDM) und Unified Endpoint Management (UEM) 327
 - 7.8.1 Begriffsklärung EMM, MDM und UEM 327
 - 7.8.2 Systemübersicht am Beispiel Microsoft Intune 328
 - 7.8.3 Zentrale MDM-Services 331
- 7.9 Die Top-10-Handlungsfelder rund um Mobile Security für das kommende Jahrzehnt 334
- 7.10 Zusammenfassung und Schlüsselaspekte dieses Kapitels 337
- 8 Mobile KI: Power aus den Ökosystemen 343**
 - 8.1 Angewandte KI in mobilen Systemen 344
 - 8.1.1 Spracherkennung und Natural Language Processing (NLP) 345
 - 8.1.2 Conversational AI 345
 - 8.1.3 Computer Vision (CV) 347
 - 8.1.4 Retrieval-Augmented Generation (RAG) 347
 - 8.1.5 Intelligent Document Processing (IDP) 349
 - 8.1.6 Adaptive User Experience 350
 - 8.2 KI-bezogene APIs und SDKs der Betriebssysteme in der Praxis 351
 - 8.2.1 Apple iOS (Auswahl) 352
 - 8.2.1.1 Neue KI-Funktionen in iOS 18.1. (Auswahl, Stand November 2024 in Europa) 355
 - 8.2.2 Google Android (Auswahl) 357
 - 8.2.2.1 Neue KI-Funktionen in Android 15 (Auswahl, Stand November 2024 in Europa) 360
 - 8.3 Embedded AI der Betriebssysteme 362
 - 8.3.1 Apple iOS 18 362
 - 8.3.2 Google Android 15 364
 - 8.4 KI-Integration in mobilen Betriebssystemen: Apple und Google im Vergleich 365
 - 8.5 Implementierungsstrategien für mobile KI: Embedded AI, Edge Computing/Edge AI und Standard-Cloud-Lösungen im Vergleich ... 366
 - 8.5.1 Embedded AI 367

8.5.1.1	Vorteile	367
8.5.1.2	Herausforderungen	367
8.5.2	Edge Computing/Edge AI	368
8.5.2.1	Vorteile	368
8.5.2.2	Herausforderungen	369
8.5.3	Standard Cloud AI	370
8.5.3.1	Vorteile	370
8.5.3.2	Herausforderungen	370
8.6	Exkurs: soziologische und ethisch-moralische Einordnung von KI in mobilen Systemen	371
8.7	Zusammenfassung und Schlüsselaspekte dieses Kapitels	375
9	Mobile Business: Geschäftsmodelle und globaler Markt	379
9.1	Definition Mobile Business	379
9.1.1	Ökonomische Relevanz des Mobile Business	382
9.1.2	Ökonomische Potenziale und Erfolgsfaktoren	383
9.1.3	Innovative Mobile-Only/First-Geschäftsmodelle	384
9.2	Mobile Systeme als Innovations- und Wachstumstreiber	386
9.2.1	Disruptive Innovation nach Christensen	387
9.2.1.1	Fallstudie für disruptive Innovation: die Neobank Revolut	391
9.2.1.2	Fazit und strategische Einordnung	393
9.2.2	Asset-Light-Geschäftsmodelle	394
9.2.2.1	Fallstudie für Asset-Light-Geschäftsmodelle: Airbnb	397
9.2.2.2	Fazit und strategische Einordnung	400
9.2.3	Skalen- und Netzwerkeffekte mobiler Plattformen und Metcalf's Law	401
9.2.3.1	Fallstudie für Skalen- und Netzwerkeffekte: WhatsApp ..	404
9.2.3.2	Fazit und strategische Einordnung	408
9.2.4	Nachhaltige Geschäftsmodelle mit mobilen Technologien	409
9.2.4.1	Fallstudie für nachhaltige Geschäftsmodelle: Too Good To Go	413
9.2.4.2	Fazit und strategische Einordnung	416
9.3	Trends und zukünftige Entwicklungen im Mobile Business	417
9.3.1	KI und datengetriebene Hyperpersonalisierung: Maßgeschneiderte User Experiences	418

9.3.2	Mobile Commerce 4.0: Verschmelzung der Online- und Offline-Welt	419
9.3.3	Plattformökonomien und Super-Apps: Ein digitales Universum ...	419
9.4	Zusammenfassung und Schlüsselaspekte dieses Kapitels	421
10	Mobile XR: AR/MR/VR und Spatial Computing	423
10.1	Grundlagen: „Die“ Realität, AR, MR und VR im Überblick	424
10.1.1	Das Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum nach Milgram et al.	429
10.1.2	Das xReality-Framework nach Rauschnabel et al.	431
10.2	Die Kraft der Immersion	432
10.2.1	Immersion im Kontext des Lernens: Didaktische und psychologische Mechanismen	433
10.2.1.1	Erfahrungsbasiertes Lernen (Experiential Learning)	434
10.2.1.2	Konstruktivistisches Lernen	435
10.2.1.3	Optimierung der kognitiven Informationsverarbeitung ..	436
10.2.1.4	Flow-Theorie	437
10.2.2	Herausforderungen und Grenzen des Einsatzes von XR-Technologien	438
10.2.2.1	Kognitive Überlastung	438
10.2.2.2	Physische Grenzen und Haptik	439
10.2.2.3	Hohe Betriebshürden bei spezialisierter XR-Hardware ..	440
10.2.2.4	Physiologische Herausforderungen	440
10.3	Populäre AR- und MR-Anwendungen für Smartphones und Tablets	441
10.3.1	SketchAR	442
10.3.2	Snapchat	443
10.3.3	IKEA	444
10.4	Mobile XR-Plattformen und Frameworks: Technologische Grundlagen ..	445
10.4.1	ARKit (Apple)	445
10.4.2	RealityKit (Apple)	446
10.4.3	visionOS und Apple Vision Pro (Apple)	447
10.4.4	ARCore (Google)	448
10.4.5	Android XR (Google)	449
10.4.6	Plattformübergreifende XR-Entwicklung	451
10.5	Strategische Einordnung und Perspektiven mobiler XR-Technologien ...	453
10.5.1	Spatial Computing als Alltagstechnologie	453
10.5.2	Smart Glasses als nächste mobile XR-Plattform	454

10.5.3	Infrastruktur als kritischer Erfolgsfaktor	455
10.5.4	Das 4C-Framework: ein ganzheitliches Verständnis der Interaktion mit Augmented Reality (AR)	457
10.6	Zusammenfassung und Schlüsselaspekte dieses Kapitels	460
11	Mobile Metaverse: Definition, Technologie, Status und Vision	463
11.1	Definitionen und Konzepte des Metaverse	463
11.1.1	Historischer Überblick und Entwicklung des Begriffs „Metaverse“	465
11.2	Das Metaverse im Kontext mobiler Systeme	468
11.2.1	Relevanz für mobile Systeme und Anwendungen	468
11.2.2	Das Metaverse in eigenen Projekten	471
11.3	Beispiele für mobile Proto-Metaversen	472
11.3.1	Pokémon GO	472
11.3.2	Fortnite	473
11.3.3	The Sandbox	475
11.3.4	Microsoft Flight Simulator	476
11.4	Nutzungsszenarien für mobile Geräte im Metaverse	477
11.5	Zusammenfassung und Schlüsselaspekte dieses Kapitels	479
12	Green IT und Green Coding: Definition und Handlungsansätze	483
12.1	Green IT: Definition und Bedeutung	483
12.1.1	Definition von Green IT	485
12.1.2	Bedeutung von Green IT im Kontext von Klimawandel und Nachhaltigkeit	487
12.1.3	Abgrenzung von Green IT und Green Coding	490
12.2	Prinzipien und Handlungsfelder von Green Coding	491
12.3	Optimierung der Energieeffizienz in mobilen Anwendungen	493
12.3.1	Plattformspezifische Energieoptimierungen	493
12.3.2	Optimierung der App-Architektur (Auswahl)	495
12.3.3	Hardware-Aware Development	496
12.4	Fallstudien	500
12.4.1	Facebook Lite (Android)	500
12.4.2	Google Maps Go (Android)	502

12.5	Die Zukunft von Green IT und Green Coding	503
12.5.1	Trends und Entwicklungen	504
12.5.2	Auswirkungen dieser Trends auf die Softwareentwicklung und die IT-Industrie insgesamt	505
12.5.2.1	Veränderte Anforderungen an Softwarearchitekturen ...	505
12.5.2.2	Nachhaltigkeit als Wettbewerbsfaktor in der IT-Wirtschaft	506
12.5.2.3	Neue Geschäftsmodelle	506
12.5.2.4	Veränderte Berufsbilder	507
12.6	Quantitative und qualitative Bewertung von Green IT und Green Coding	508
12.6.1	CO ₂ -Fußabdruck mobiler Systeme aus E2E-Sicht	508
12.6.2	Quantifizierung und Analyse von CO ₂ -Emissionen mobiler IT-Systeme	510
12.6.3	Initiativen und Standards	512
12.7	Tools und Technologien für Green Coding in mobilen Systemen	513
12.7.1	Tools für Code-Analyse und Performance Monitoring	514
12.8	Checkliste für Green Coding in eigenen Projekten	515
12.9	Zusammenfassung und Schlüsselaspekte dieses Kapitels	517
13	Die mobile Zukunft: Technikfolgenabschätzung und soziokulturelle Implikationen	521
13.1	Dekarbonisierung und mobile Technologien	522
13.1.1	Handlungsfelder und Potenziale mobiler Technologien	523
13.1.1.1	Smart Home und Gebäudeautomatisierung	523
13.1.1.2	Verkehrsoptimierung und nachhaltige Mobilität	524
13.1.1.3	Optimierung von industriellen Prozessen	525
13.1.2	Risiken und Zielkonflikte	527
13.2	Demografischer Wandel und mobile Technologien	529
13.2.1	Handlungsfelder und Potenziale mobiler Technologien	530
13.2.1.1	Gesundheitsversorgung und Telemedizin	530
13.2.1.2	Digitale Bildung und lebenslanges Lernen	531
13.2.1.3	Soziale Teilhabe und Barrierefreiheit	532
13.2.2	Risiken und Zielkonflikte	533

13.3	Digitalisierung und mobile Technologien	534
13.3.1	Handlungsfelder und Potenziale mobiler Technologien	535
13.3.1.1	Öffentliche Verwaltung und Infrastruktur (E-Government)	535
13.3.1.2	Arbeit 4.0 und hybride Arbeitsmodelle	536
13.3.1.3	Kulturelle Vielfalt und digitale Identität	538
13.3.2	Risiken und Zielkonflikte	539
13.4	Zusammenfassung und Schlüsselaspekte dieses Kapitels	541
	Stichwortverzeichnis	543