

Schnittstellengestaltung für ein digitales Ökosystem im Kontext einer geräte- und plattformübergreifen- den Anwendung im Fahrzeug

User-Experience-Gestaltungsempfehlungen für touchbasierte Nutzer-
schnittstellen von im Fahrzeug verwendeten mobilen Anwendungen für
ein Fond-Entertainment-System auf persönlichen Geräten



Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde der
Fakultät für Sprach-, Literatur- und Kulturwissenschaften der
Universität Regensburg

vorgelegt von
Maximilian Reinhard Eduard Kautetzky
aus
Regensburg
2020

Abgabe: September 2020

Tag der Disputation: 16.07.2021

Erstgutachter: Prof. Dr. phil. Christian Wolff

Zweitgutachter: Prof. Dr. Niels Henze

Danksagung

An dieser Stelle bedanke ich mich ganz besonders bei Prof. Dr. Christian Wolff, der mich während meiner gesamten universitären Laufbahn und als mein Doktorvater tatkräftig unterstützt hat. Ebenfalls bedanke ich mich bei Prof. Dr. Niels Henze für das meiner Arbeit entgegengebrachte Interesse und die Bereitschaft, das Zweitgutachten zu erstellen.

Des Weiteren bedanke ich mich in besonderer Weise bei meinem Mentor und Betreuer Dr. Tobias Schwarz und meinen Kollegen Daniel und Felix, die mich immer unterstützt und motiviert haben. Mein Dank gilt auch allen Führungskräften und Kollegen der Mercedes-Benz AG, die mich im Laufe meines Forschungsvorhabens unterstützt haben.

Sehr herzlich bedanke ich mich bei meiner gesamten Familie und meinen Freunden, die mich auf diesem Weg begleitet haben. Mein besonderer Dank gilt meinen Eltern Claudia und Reinhard und meinem Bruder Sebastian, die immer für mich da waren und an mich geglaubt haben. Von ganzem Herzen bedanke ich mich bei meiner besten Freundin Jasmin, die mir über die gesamte Zeit eine emotionale Stütze war. Nicht zuletzt bedanke ich mich auch bei meinem Freund und Wegbegleiter Mattias, der mir während meiner gesamten Zeit in Stuttgart immer zur Seite stand.

Inhaltsübersicht

Inhaltsübersicht	4
Zusammenfassung.....	16
1 Einführung.....	18
1.1 Motivation und Problemstellung	18
1.2 Struktur der Arbeit	22
2 Multi-device cross-platform als Forschungsdomäne	23
2.1 Grundbegriffe im Kontext Mensch-Maschine-Schnittstelle	23
2.2 Geräteperspektive: multi-device, multi-display, multi-surface und multi-screen ..	27
2.3 Service- und Anwendungsperspektive	39
2.4 HMI-Perspektive	42
2.5 Zusammenfassung und Taxonomie	51
3 Herausforderungen bei Multi-Device-Cross-Platform-User-Experience-Gestaltung und Multi-Device-Cross-Platform-User-Interface-Gestaltung	54
3.1 Allgemeine Herausforderungen	54
3.2 Marke und Produkt	63
3.3 Anwendungsdomäne Fond-Entertainment-Systeme.....	67
3.4 Studie 1: Anforderungserhebung in der Domäne Fond-Entertainment-Systeme ...	79
3.5 Zusammenfassung der forschungs- und anwendungsdomänenspezifischen Herausforderungen	104
4 Verwandte Arbeiten	106
4.1 Literatur zur Forschungsdomäne.....	111
4.2 Literatur zu Fond-Entertainment-Systemen.....	156
4.3 Benachbarte Forschungsdisziplinen	170
4.4 Zusammenfassung zu verwandten Arbeiten	174
5 Ziel der Arbeit	175
5.1 Voraussetzungen für die Durchführbarkeit des Forschungsvorhabens.....	177
5.2 Synthese der Schnittstellengestaltungsmöglichkeiten im Kontext eines MDCP- Ökosystems	179
5.3 Forschungsleitende Fragen	184
5.4 Forschungsansatz	188
5.5 Zusammenfassung	190

6	Studie 2: Vergleich von Fond-Entertainment-System-Konfigurationen und Schnittstellengestaltungsmustern	191
6.1	Analyse von Fond-Entertainment-System-Konfigurationen ausgewählter Fahrzeughersteller	191
6.2	Gegenüberstellung von ausgewählten plattformspezifischen und produktspezifischen Schnittstellengestaltungsmustern	199
7	Studie 3: Verifikation der Forschungsfrage aus Nutzersicht	219
7.1	Ziel und Rahmen von Studie 3	219
7.2	Entstehung der Testunterlagen.....	223
7.3	Finale Testunterlagen und detaillierte Beschreibung der plattformspezifischen Anpassungen und Mock-Ups	261
7.4	Durchführung und Probanden der Studie 3	274
7.5	Ergebnisse und Forschungsfrage 3	280
7.6	Korrelationen.....	302
7.7	Einflussfaktoren auf die Bewertungen und Auswahl.....	321
7.8	Methodenkritik und Ergebnisbewertung.....	323
7.9	Lessons Learned zu Studie 3.....	329
8	Studie 4: Maximal plattformkonformer Schnittstellengestaltungsansatz für die BYOD-Anwendung (ausgenommen graphisches Design) versus maximal produktspezifischer Schnittstellengestaltungsansatz für die BYOD-Anwendung im Kontext eines MDCP-Ökosystems.....	332
8.1	Ziel	335
8.2	Studiendesign	337
8.3	Vorbereitung und Pretesting	342
8.4	Probanden und Durchführung	350
8.5	Auswertung und Ergebnisse der erhobenen Metriken	353
8.6	Beantwortung der Forschungsfragen 4 a) – g)	376
8.7	Beantwortung der übergeordneten Forschungsfrage 4.....	411
8.8	Methodenkritik und Lessons Learned	416
9	Studie 5: Schnittstellengestaltungsansatz mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur versus maximal produktspezifischer Schnittstellengestaltungsansatz für die BYOD-Anwendung im Kontext eines MDCP-Ökosystems.....	421

9.1	Vorüberlegungen zu Studie 5	422
9.2	Ziele und Studiendesign	425
9.3	Vorbereitung und Pretesting	436
9.4	Probanden und Durchführung	446
9.5	Auswertung und Ergebnisse der erhobenen Metriken	450
9.6	Beantwortung der Forschungsfragen 5 a) – g)	476
9.7	Beantwortung der übergeordneten Forschungsfrage 5	506
9.8	Teilstudie Smartphone	511
9.9	Methodenkritik und Lessons Learned	521
10	Fazit und Gestaltungsempfehlungen	523
10.1	Rückschau und Fazit	523
10.2	Gestaltungsempfehlungen.....	532
11	Ausblick	536
	Abbildungsverzeichnis.....	542
	Tabellenverzeichnis	550
	Diagrammverzeichnis	557
12	Literaturverzeichnis	562

Vollständiges Inhaltsverzeichnis

Inhaltsübersicht	4
Zusammenfassung.....	16
1 Einführung.....	18
1.1 Motivation und Problemstellung	18
1.2 Struktur der Arbeit	22
2 Multi-device cross-platform als Forschungsdomäne	23
2.1 Grundbegriffe im Kontext Mensch-Maschine-Schnittstelle	23
2.2 Geräteperspektive: multi-device, multi-display, multi-surface und multi-screen ..	27
2.2.1 Ontologie nach Brudy et al. (2019)	30
2.2.2 Eigene Ontologie unterschiedlicher Mehrgeräteumgebungen.....	33
2.3 Service- und Anwendungsperspektive	39
2.3.1 Multichanneled services	40
2.3.2 Cross-media services	40
2.3.3 Zusammenfassung multichanneled und cross-media services	41
2.4 HMI-Perspektive	42
2.4.1 Paralleler Gebrauch von Geräten	42
2.4.2 Sequenzieller Gebrauch von Geräten	43
2.4.3 Grundlagen der Benutzerschnittstellengestaltung in der Forschungsdomäne ...	44
2.5 Zusammenfassung und Taxonomie	51
3 Herausforderungen bei Multi-Device-Cross-Platform-User-Experience-Gestaltung und Multi-Device-Cross-Platform-User-Interface-Gestaltung	54
3.1 Allgemeine Herausforderungen	54
3.2 Marke und Produkt	63
3.3 Anwendungsdomäne Fond-Entertainment-Systeme.....	67
3.3.1 MBUX-Fond-Entertainment-System	76
3.4 Studie 1: Anforderungserhebung in der Domäne Fond-Entertainment-Systeme ...	79
3.4.1 Datenerhebung und Methode	81
3.4.2 Ziele	88
3.4.3 Ergebnisse	88
3.4.3.1 Antwortenanalyse zu Interviewteil 1	89
3.4.3.2 Antwortenanalyse zu Interviewteil 2	91
3.4.3.3 Antwortenanalyse zu Interviewteil 3	93

3.4.3.4	Antwortenanalyse zu Interviewteil 4	94
3.4.3.5	Antwortenanalyse zu Interviewteil 5	96
3.4.4	Methodenanalyse und Kritik	100
3.4.5	Zusammenfassung der Ergebnisse	102
3.5	Zusammenfassung der forschungs- und anwendungsdomänenspezifischen Herausforderungen	104
4	Verwandte Arbeiten	106
4.1	Literatur zur Forschungsdomäne.....	111
4.1.1	Multi-Device-Cross-Platform-Gestaltungsempfehlungen.....	111
4.1.1.1	Dong et al. (2016) + Antila und Lui (2011) – Herausforderungen bei der Gestaltung von Multi-Device-Erlebnissen	113
4.1.1.2	Levin (2014) – Multi-Device-Ökosysteme.....	115
4.1.1.3	S. W. Kim et al. (2011) – Unterschiedliche Schnittstellen und gleiche UX	117
4.1.1.4	Nagel (2016) – Multiscreen-UX-Design	119
4.1.1.5	Wäljas et al. (2010) – Framework zur Cross-Platform-Service-UX	121
4.1.1.6	Paternò (2019) – Schnittstellengestaltung im Kontext von MD-Umgebungen.....	124
4.1.1.7	Rowland (2015a) – Cross-Device-Interaktion und Inter-Usability im Kontext von IoT 128	
4.1.1.8	Martinie und Palanque (2015) – MDCP-Anwendungen in sicherheitskritischen Kontexten	132
4.1.1.9	Denis und Karsenty (2003) – Inter-Usability und Berücksichtigung der kognitiven Fähigkeiten der Nutzer	134
4.1.1.10	Majrashi (2016) – Relevanz von innerer Konsistenz beim Gerätewechsel und Verhaltensmuster bei der Interaktion in MD-Umgebungen	137
4.1.1.11	Sánchez-Adame et al. (2019a) und Sánchez-Adame et al. (2019b) – Design-Guidelines in MD-Umgebungen	142
4.1.2	Konsistenz und Anpassungen	147
4.1.2.1	Pyla et al. (2005) – Aufgabenübertragung im Kontext von MD-Umgebungen	147
4.1.2.2	Spool (2018) + Axbom und Royal-Lawson (2019) – Risiken durch Konsistenz bei der Schnittstellengestaltung	149
4.1.3	Weitere Studien zum Nutzerverhalten im MDCP-Kontext.....	152
4.1.3.1	Jokela et al. (2015) – Nutzungsmuster für MD-Szenarien.....	152
4.1.3.2	Raptis et al. (2016) – Aufgabenübertragung im Kontext von MD-Umgebungen	153
4.1.3.3	Sørensen, Raptis, Kjeldskov und Skov (2014) – Framework für Multi-Nutzer- und Multi-Device-Ökosysteme	154
4.1.4	Zusammenfassung der Literaturrecherche zur Forschungsdomäne	156
4.2	Literatur zu Fond-Entertainment-Systemen.....	156

4.2.1	Literatur zu Fond-Passagieren als Nutzer	157
4.2.1.1	Gärtner et al. (2014) – Entwicklung neuer Schnittstellen für Mitfahrende	157
4.2.1.2	Meschtscherjakov et al. (2017) – Kollaborative Systeme zur Verbesserung der UX im Fahrzeug	159
4.2.1.3	Berger et al. (2019) – Entwicklung und Evaluierung für ein fahrzeugspezifisches Infotainment-System für Mitfahrende	161
4.2.1.4	Inbar und Tractinsky (2011) – Theoretische Grundlagen für mitfahrerzentrierte Infotainmentsysteme	162
4.2.1.5	Wilfinger et al. (2011) – Familien als Zielgruppe für Fond-Entertainment-Systeme	163
4.2.1.6	Hoffman, Gal-Oz, David und Zuckerman (2013) – Spiele-Design im Kontext Fahrzeug	165
4.2.1.7	Loehmann et al. (2014) Spiele-Design im Kontext Fahrzeug	166
4.2.2	Zusammenfassung der Literaturrecherche zur Anwendungsdomäne	166
4.2.3	App-Nutzung durch Beifahrer und Fond-Passagiere	167
4.2.3.1	Hess, Meschtscherjakov, Ronneberger und Trapp (2011) + Oliveira et al. (2018) App-Nutzung im Fahrzeug	167
4.3	Benachbarte Forschungsdisziplinen	170
4.3.1	Smartphone-Integration	170
4.3.2	Second-Screen-Anwendungen	170
4.3.2.1	Lohmüller (2019) – Second-Screen-Middleware, Second-Screen-Gestaltungsempfehlungen und Heuristiken	171
4.4	Zusammenfassung zu verwandten Arbeiten	174
5	Ziel der Arbeit	175
5.1	Voraussetzungen für die Durchführbarkeit des Forschungsvorhabens	177
5.2	Synthese der Schnittstellengestaltungsmöglichkeiten im Kontext eines MDCP-Ökosystems	179
5.3	Forschungsleitende Fragen	184
5.4	Forschungsansatz	188
5.5	Zusammenfassung	190
6	Studie 2: Vergleich von Fond-Entertainment-System-Konfigurationen und Schnittstellengestaltungsmustern	191
6.1	Analyse von Fond-Entertainment-System-Konfigurationen ausgewählter Fahrzeughersteller	191
6.1.1	Mercedes-Benz	192
6.1.2	Audi	194
6.1.3	Porsche	195

6.1.4	BMW.....	197
6.1.5	Zusammenfassung.....	197
6.2	Gegenüberstellung von ausgewählten plattformspezifischen und produktspezifischen Schnittstellengestaltungsmustern	199
6.2.1	MBUX-UI-Patterns versus Material-Design-UI-Patterns	202
6.2.1.1	Architektur der Benutzerschnittstelle	203
6.2.1.2	Funktionale Interaktionselemente.....	204
6.2.1.3	Graphisches Design	205
6.2.2	MBUX-UI-Patterns versus iOS-UI-Patterns	206
6.2.2.1	Architektur der Benutzerschnittstelle	206
6.2.2.2	Funktionale Interaktionselemente.....	208
6.2.2.3	Graphisches Design	209
6.2.3	COMAND-Online-NTG-5.5-UI-Patterns versus Material-Design-UI-Patterns	210
6.2.3.1	Architektur der Benutzerschnittstelle	210
6.2.3.2	Funktionale Interaktionselemente.....	212
6.2.3.3	Graphisches Design	213
6.2.4	COMAND-Online-NTG-5.5-UI-Patterns versus iOS-UI-Patterns	214
6.2.4.1	Architektur der Benutzerschnittstelle	214
6.2.4.2	Funktionale Interaktionselemente.....	215
6.2.4.3	Graphisches Design	216
6.2.5	Analyse der Gegenüberstellung.....	218
7	Studie 3: Verifikation der Forschungsfrage aus Nutzersicht	219
7.1	Ziel und Rahmen von Studie 3	219
7.2	Entstehung der Testunterlagen.....	223
7.2.1	Experten-Workshop zur Erstellung der initialen Testunterlagen	224
7.2.2	Mock-Ups und erste Version der Testunterlagen	238
7.2.3	Expertenanalyse der Testunterlagen und Anpassungen.....	247
7.2.4	Pretest und zweite Überarbeitung der Testunterlagen und Varianten	254
7.2.5	Zusammenfassung Workshop und Vorstudien.....	259
7.3	Finale Testunterlagen und detaillierte Beschreibung der plattformspezifischen Anpassungen und Mock-Ups	261
7.3.1	Mock-Up 0 – ohne Anpassungen, höchste innere Konsistenz	261
7.3.2	Mock-Up 1 – Anpassung der Schnittstellenarchitektur an die Plattform.....	264
7.3.3	Mock-Up 2 – Anpassung der Interaktionselemente an die Plattform	266
7.3.4	Kombinationen von plattformspezifischen Anpassungen	268

7.3.4.1	Echte Plattformkonformität versus reine Kombination der angepassten Schnittstellenbausteine	269
7.3.4.2	Layout als eigener Baustein	271
7.3.5	Mock-Up 3 – Kombination ohne Layout-Anpassung an die Plattform	272
7.3.6	Mock-Up 4 – Kombination der Anpassung mit maximaler Konformität zur Plattform (ausgenommen graphisches Design).....	273
7.4	Durchführung und Probanden der Studie 3	274
7.4.1	Vorbereitungen und Probandenauswahl.....	274
7.4.2	Aufgaben im Fahrzeug.....	278
7.5	Ergebnisse und Forschungsfrage 3	280
7.5.1	Teilfrage 3 a) und Teilfrage 3 b) – Nützlichkeit und Unterschiede von plattformspezifischen Anpassungen (äußere Konsistenz) aus Nutzersicht	281
7.5.2	Teilfrage 3 c) – Favoritenauswahl	284
7.5.3	Teilfrage 3 d) – Verifikation des generellen Forschungsvorhabens	287
7.5.4	Teilfrage 3 e) – Stimmigkeit der Gesamtanwendung.....	287
7.5.5	Teilfrage 3 f) – Unterschiede Single-Device-Favoritenauswahl und MDCP-Favoritenauswahl	289
7.5.6	Teilfrage 3 g) – Unterschiede der Nutzergruppen	292
7.5.7	Teilfrage 3 h) – Alter, Vorerfahrung und Akzeptanz von plattformspezifischen Anpassungen.....	300
7.5.8	Forschungsfrage 3 – Relevanz des Forschungsvorhabens	300
7.5.9	Zusammenfassung.....	301
7.6	Korrelationen.....	302
7.6.1	Korrelationen verbunden mit dem Alter der Probanden.....	302
7.6.1.1	Variablen: Alter und Nützlichkeit	303
7.6.1.2	Variablen: Alter und Ähnlichkeit	304
7.6.1.3	Variablen: Alter und Stimmigkeit	305
7.6.2	Varianzanalysen verbunden mit dem Alter	306
7.6.2.1	Single-Device-Favoritenauswahl	306
7.6.2.2	MDCP-Favoritenauswahl	307
7.6.3	Korrelationen verbunden mit der Vorerfahrung der Probanden.....	310
7.6.3.1	Variablen: Erfahrung und Nützlichkeit	311
7.6.3.2	Variablen: Erfahrung und Ähnlichkeit	314
7.6.3.3	Variablen: Erfahrung und Stimmigkeit	316
7.6.4	NTG-5.5-Erfahrung und Favoritenauswahl	317
7.6.4.1	NTG-5.5-Erfahrung und Single-Device-Favoritenauswahl.....	318

7.6.4.2	NTG-5.5-Erfahrung und MDCP-Favoritenauswahl	319
7.7	Einflussfaktoren auf die Bewertungen und Auswahl	321
7.8	Methodenkritik und Ergebnisbewertung	323
7.8.1	Experten-Workshop zur Erstellung der initialen Testunterlagen	323
7.8.2	Expertenreviews	325
7.8.3	Vorstudie	326
7.8.4	Probandeninterview	326
7.8.5	Hauptstudie	327
7.8.6	Zusammenfassung Methodenkritik	328
7.9	Lessons Learned zu Studie 3.....	329
8	Studie 4: Maximal plattformkonformer Schnittstellengestaltungsansatz für die BYOD-Anwendung (ausgenommen graphisches Design) versus maximal produktspezifischer Schnittstellengestaltungsansatz für die BYOD-Anwendung im Kontext eines MDCP-Ökosystems.....	332
8.1	Ziel	335
8.2	Studiendesign	337
8.2.1	Auswahl der Follow-Up-Fragebögen anhand der Ziele	337
8.2.2	Evaluationsansatz und Aufgabenplanung.....	341
8.3	Vorbereitung und Pretesting	342
8.4	Probanden und Durchführung	350
8.5	Auswertung und Ergebnisse der erhobenen Metriken	353
8.5.1	Messung der UX	353
8.5.1.1	Studiendesign Zusammenfassung.....	353
8.5.1.2	Attraktivität.....	355
8.5.1.3	Durchschaubarkeit	357
8.5.1.4	Effizienz.....	359
8.5.1.5	Steuerbarkeit	361
8.5.1.6	Stimulation.....	363
8.5.1.7	Originalität	365
8.5.1.8	Zusammenfassung.....	367
8.5.2	Messung der Usability	370
8.5.2.1	Einfachheit der Benutzung	371
8.5.2.2	Einfachheit des Erlernens	374
8.6	Beantwortung der Forschungsfragen 4 a) – g)	376
8.6.1	Teilfrage 4 a) – Auswirkungen des Gestaltungsansatzes auf die UX	376
8.6.2	Teilfrage 4 b) – MDCP-Favoritenauswahl	381

8.6.3	Teilfrage 4 c) – UX und Favoriten.....	382
8.6.4	Teilfrage 4 d) – Unterschiede Single-Device-Favoritenauswahl und MDCP-Favoritenauswahl	386
8.6.5	Teilfrage 4 e) – Unterschiede zwischen den Nutzergruppen	389
8.6.6	Teilfrage 4 f) – Einflussfaktoren	391
8.6.6.1	MDCP-Favorit	392
8.6.6.2	UEQ-Bewertungen und Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens .	397
8.6.6.3	Alter	400
8.6.6.4	Tabletreihenfolge	404
8.6.7	Teilfrage 4 g) – Vergleich Low-Fidelity-Studie und High-Fidelity-Studie	407
8.7	Beantwortung der übergeordneten Forschungsfrage 4	411
8.8	Methodenkritik und Lessons Learned	416
9	Studie 5: Schnittstellengestaltungsansatz mit plattformsspezifischer Schnittstellenarchitektur versus maximal produktspezifischer Schnittstellengestaltungsansatz für die BYOD-Anwendung im Kontext eines MDCP-Ökosystems.....	421
9.1	Vorüberlegungen zu Studie 5.....	422
9.2	Ziele und Studiendesign	425
9.2.1	Auswahl der Follow-Up-Fragebögen anhand der Ziele	433
9.2.2	Evaluationsansatz und Aufgabenplanung.....	433
9.2.3	Follow-Up-Interview	435
9.2.4	Testumgebung.....	435
9.2.5	Ablauf und Vorbereitungen	435
9.3	Vorbereitung und Pretesting	436
9.4	Probanden und Durchführung	446
9.5	Auswertung und Ergebnisse der erhobenen Metriken	450
9.5.1	Messung der UX	450
9.5.1.1	Studiendesign Zusammenfassung.....	450
9.5.1.2	Attraktivität.....	453
9.5.1.3	Durchschaubarkeit	455
9.5.1.4	Effizienz.....	457
9.5.1.5	Steuerbarkeit	459
9.5.1.6	Stimulation.....	461
9.5.1.7	Originalität	464
9.5.1.8	Zusammenfassung.....	467
9.5.2	Messung der Usability	469

9.5.2.1	Einfachheit der Benutzung	469
9.5.2.2	Einfachheit des Erlernens	472
9.6	Beantwortung der Forschungsfragen 5 a) – g)	476
9.6.1	Teilfrage 5 a) – Auswirkungen	476
9.6.2	Teilfrage 5 b) – Favoritenauswahl.....	480
9.6.3	Teilfrage 5 c) – Überschneidungen	482
9.6.4	Teilfrage 5 d) – Unterschiede Single-Device-Favoritenauswahl und MDCP-Favoritenauswahl	485
9.6.5	Teilfrage 5 e) – Unterschiede zwischen den Nutzergruppen	488
9.6.6	Teilfrage 5 f) – Einflussfaktoren	490
9.6.6.1	Einflussfaktoren auf die Favoritenauswahl: Berufliche und private Nutzung von MBUX 491	
9.6.6.2	Einflussfaktoren auf die erhobenen UEQ- und USE-Bewertungen: Berufliche und private Nutzung von MBUX	493
9.6.6.3	Einflussfaktor: Alter	496
9.6.6.4	Einflussfaktoren: Tabletreihenfolge und Einstiegspunkte	498
9.6.7	Teilfrage 5 g) – Vergleich Low-Fidelity-Studie und High-Fidelity-Studie	503
9.7	Beantwortung der übergeordneten Forschungsfrage 5	506
9.8	Teilstudie Smartphone	511
9.8.1	Ziel und Studiendesign	512
9.8.2	Ergebnis der Erhebung	513
9.8.3	Beantwortung von Forschungsfrage 6.....	516
9.9	Methodenkritik und Lessons Learned	521
10	Fazit und Gestaltungsempfehlungen	523
10.1	Rückschau und Fazit	523
10.2	Gestaltungsempfehlungen.....	532
11	Ausblick	536
	Abbildungsverzeichnis	542
	Tabellenverzeichnis	550
	Diagrammverzeichnis	557
12	Literaturverzeichnis	562

Disclaimer

In dieser Arbeit wird aus Gründen der besseren Lesbarkeit das generische Maskulinum verwendet. Weibliche und anderweitige Geschlechteridentitäten werden dabei ausdrücklich mitgemeint.

Im gesamten Rahmen der vorliegenden Arbeit wird das Forschungsvorhaben einzig aus der Perspektive der user experience (UX), der multi-device cross-platform user experience (MDCP UX) und aus Sicht der Usability erörtert. Die Systeme von Mercedes-Benz fungieren hier nur als Anwendungsdomäne und Beispiel. Die vorliegende Arbeit erhebt zu keiner Zeit den Anspruch, über den streng limitierten Geltungsbereich der wissenschaftlichen Aufarbeitung hinauszugehen. Es handelt sich einzig und allein um eine theoretische Auseinandersetzung anhand eines konkreten Beispiels. Die befragten User-Interface-Experten (UI-Experten) der Mercedes-Benz AG fungieren innerhalb der Studie ausschließlich als Domänenexperten.

Kooperation und betreute Arbeiten

Die vorliegende Arbeit entstand in Kooperation mit der Mercedes-Benz AG, vormals Daimler AG, am Standort Sindelfingen.

Teile der ersten Studie wurden bereits in der folgenden Studie veröffentlicht:

Kautetzky, M., Schwarz, T. & Wolff, C., (2018). *Gestaltung von In-Car Multi-Device Cross-Platform-Umgebungen*. In: Dachselt, R. & Weber, G. (Hrsg.), *Mensch und Computer 2018 - Tagungsband*. Bonn: Gesellschaft für Informatik e.V.

Zusätzlich wurde jeweils eine Masterarbeit betreut und in Kooperation mit der Universität Ulm und mit der Hochschule Düsseldorf durchgeführt:

Schneider, A. (2019). *Multi-Device Cross-Platform User Experience for Rear Seat Entertainment System*. Masterarbeit. Universität Ulm, Ulm.

Krechtler, J. (2020). *Die Kombination von produktspezifischen und plattformspezifischen HMI Patterns im Kontext automotiver multi-device cross-platform App-Entwicklung*. Masterarbeit. Hochschule Düsseldorf, Düsseldorf.

Zusammenfassung

Ein Multi-Device-Cross-Platform-Ökosystem entsteht dadurch, dass Anwendungen geräte- und plattformübergreifende Interaktionen sowie wechselseitige Beeinflussungen der involvierten Geräte ermöglichen. Im Gegensatz zur Schnittstellengestaltung für nur ein Gerät (engl. single-device) müssen Schnittstellen bei Multi-Device-Cross-Platform-Ökosystemen für unterschiedliche Geräte unterschiedlicher Hersteller gestaltet werden. Dabei müssen grundlegende Abwägungen getroffen werden. Gewohnheiten und plattformspezifische Patterns sprechen für eine individuelle Optimierung der Schnittstellen unter Berücksichtigung von plattformspezifischen Guidelines. Die Folge ist eine bessere Bedienung je Gerät. So entstehen jedoch unterschiedliche Schnittstellengestaltungen innerhalb eines Multi-Device-Cross-Platform-Ökosystems. Durch diese Inkonsistenz wird der Wechsel zwischen den einzelnen Schnittstellen erschwert. Im Gegensatz dazu führt eine hohe produktspezifische Konsistenz zwischen allen Schnittstellen zu einer schnellen Orientierung und einem vereinfachten Gerätewechsel. Dafür werden plattformspezifische Guidelines vernachlässigt und eine hohe innere Konsistenz aus Produktsicht erreicht. Da innere Konsistenz als ein Schlüsselparadigma der Schnittstellengestaltung für Single-Device-Anwendungen gilt, wird diese vielfach auch bei Multi-Device-Cross-Platform-Anwendungen als Default-Prinzip eingesetzt. Bisher ist jedoch unzureichend untersucht, wie ein Schnittstellengestaltungsansatz aussehen muss, um die beste user experience (UX) für ein Multi-Device-Cross-Platform-Ökosystem hervorzubringen. Im Zuge mehrerer Studien in der Anwendungsdomäne Fond-Entertainment-Systeme wird dies untersucht. In der vorliegenden Arbeit liegt der Fokus auf den nutzereigenen Geräten. Diese werden auch als Bring-Your-Own-Device-Geräte bezeichnet. Durch zahlreiche In-situ-Studien können folgende Ergebnisse festgehalten werden: Das Paradigma der inneren Konsistenz kann bei der Schnittstellengestaltung dann angewendet werden, wenn die Gerätegrößen innerhalb des Multi-Device-Cross-Platform-Ökosystems vergleichbar sind. Innere Konsistenz führt jedoch nicht automatisch zur besten UX. Ein Ansatz, der produkt- und plattformspezifische Patterns für die Bring-Your-Own-Device-Schnittstellengestaltung berücksichtigt (leicht erhöhte äußere Konsistenz), ist messbar, jedoch nicht signifikant besser. Bei vergleichbaren Größen der involvierten Geräte ist ein zu starker Bruch zwischen den einzelnen Schnittstellen abzulehnen, wie er durch eine starke Erhöhung der äußeren Konsistenz der BYOD-Schnittstelle entstehen kann. Dieser

führt im Vergleich zu einer produktspezifisch konsistenten Schnittstellengestaltung zu signifikant schlechteren User-Experience-Ergebnissen. Bei unterschiedlichen Gerätegrößen innerhalb des Multi-Device-Cross-Platform-Ökosystems werden plattformspezifische Anpassungen von Probanden klar bevorzugt. Der Forschungsbeitrag der vorliegenden Arbeit umfasst empirische Schnittstellen-Gestaltungsempfehlungen für ein Multi-Device-Cross-Platform-Ökosystem in der Anwendungsdomäne Fond-Entertainment-Systeme. Dabei liegt der Fokus auf Bring-Your-Own-Device-Geräten. Durch die starke Berücksichtigung unterschiedlicher Multi-Device-Cross-Platform-Ökosystem-Zusammensetzungen erscheint die Anwendung der Gestaltungsempfehlungen auf andere Domänen vielversprechend.

1 Einführung

Durch die stetig steigende Anzahl und Diversifizierung an Endgeräten entstehen immer häufiger Szenarien, in denen Nutzer nicht mehr nur auf einem einzelnen Gerät interagieren. Vielmehr werden verschiedene Geräte gleichzeitig oder nacheinander genutzt. Diese Mehrgeräteumgebungen (engl. multi-device environment (MDE)) reichen von der einfachen Inhaltsübertragung (engl. content sharing) bis hin zu komplexen Szenarien, bei denen verschiedene Geräte sich wechselseitig beeinflussen. Sind die involvierten Geräte zusätzlich von unterschiedlichen Herstellern, entsteht nicht nur ein multi-device, sondern ein Multi-Device-Cross-Platform-Szenario (MDCP). Dabei interagieren alle Geräte über die Grenzen ihres Betriebssystems hinweg. Dieses wird auch als Plattform (engl. platform) bezeichnet. Gelingt die Vernetzung verschiedener Geräte mit unterschiedlichen Plattformen innerhalb einer Umgebung und sind die Geräte darüber hinaus in der Lage, sich wechselseitig zu beeinflussen, entsteht ein digitales Ökosystem. Für diese geräte- und plattformübergreifenden Szenarien und Ökosysteme müssen spezielle Anwendungen und Schnittstellen konzipiert werden, die den Bedürfnissen der Nutzer gerecht werden. Dazu benötigen sie eine darauf abgestimmte user experience (UX). Diese wird in diesem Zusammenhang als MDCP user experience (MDCP UX) bezeichnet.

Im folgenden Abschnitt 1.1 werden diese MDCP UX und die Relevanz des Themas im Kontext der Medieninformatik diskutiert.

1.1 Motivation und Problemstellung

Durch die Beobachtung einer sich verändernden Systemlandschaft und neuer Gewohnheiten der Nutzer digitaler Geräte und Dienste entstand die Motivation, den Bereich MDCP UX aufzugreifen und zu untersuchen.

Diensteanbieter (engl. service provider), die Nutzern Inhalte bereitstellen, beschränken sich nicht mehr nur auf einzelne Geräte, wie Smartphones oder stationäre Computer. Sie bieten vielmehr ihre Applikationen und Services auf verschiedenen Plattformen und Geräten an (Wäljas, Segerstahl, Väänänen-Vainio-Mattila & Oinas-Kukkonen, 2010, S. 219). Beispiele für Diensteanbieter sind Spotify oder Netflix, die Inhalte sowohl über Apps auf Smartphones, Tablets, Spielekonsolen und Smart TVs als auch auf

stationären Rechnern über Browser zur Verfügung stellen. Durch diese neue Verfügbarkeit ergeben sich Szenarien, bei denen Nutzer Inhalte nacheinander, also sequenziell oder parallel, also gleichzeitig auf verschiedenen Endgeräten konsumieren (Dong, Churchill & Nichols, 2016, S. 63; Jokela, Ojala & Olsson, 2015; Wäljas et al., 2010, S. 219). Das bedeutet konkret, dass Nutzer heutzutage eine Vielzahl unterschiedlicher Geräte nutzen, die miteinander verbunden sind (Jokela et al., 2015, S. 3903). Damit können sie persönlichen Interessen nachgehen, Aufgaben erledigen oder Bedürfnisse befriedigen. Daraus resultiert ein Bedarf an Lösungen, die sich diesen neuen geräte- und plattformübergreifenden Interaktionsmöglichkeiten anpassen. Hierbei muss eine neue Art der UX entstehen, die von Anfang an genau diese komplexen Nutzungsszenarien berücksichtigt. Dafür benötigt es einen holistischen User-Experience-Ansatz. Bisher gibt es aber nur wenige solche Ansätze, die diesem vielfältigen Zusammenspiel unterschiedlicher Geräte in verschiedenen alltäglichen Kontexten gerecht werden (Dong et al., 2016, S. 63). Genau diesem Problem widmet sich die vorliegende Arbeit, im Speziellen für den fahrzeugnahen Kontext.

Selbst bei etablierten Services und Anwendungen und ihren zugehörigen Schnittstellen bestehen immer noch Lücken hinsichtlich der MDCP UX (Jokela et al., 2015, S. 3903, 2015; Neate, Jones & Evans, 2017, S. 393; Nebeling, Mints, Husmann & Norrie, 2014, S. 2793; Wäljas et al., 2010, S. 219). Zusätzlich gibt es auch eine Reihe von Herausforderungen hinsichtlich des Designs und der Entwicklung einer MDCP UX, die noch nicht vollständig analysiert ist (Dong et al., 2016, S. 63). Auch die Interaktionen innerhalb solcher Mehrgeräteumgebungen sind bisher noch nicht ausreichend verstanden worden (Seyed, Burns, Costa Sousa & Maurer, 2013, S. 33).

Gleichzeitig müssen oder wollen Nutzer heutzutage Geräte parallel oder sequenziell nutzen (Jokela et al., 2015, S. 3907). Verschiedene Gerätekombinationen haben in unterschiedlichen Bereichen des Lebens Einzug gehalten (Seyed et al., 2013, S. 33). Es gibt eine Reihe von Einflussfaktoren, die eine Auswirkung auf die konkrete Auswahl und Verwendung verschiedener Geräte in diesen MDCP-Szenarien haben. Die Eignung einzelner Geräte für bestimmte Aufgaben, die persönlichen Vorlieben und Gewohnheiten eines Nutzers und die Verfügbarkeit von Daten zur Erfüllung einer konkreten Aufgabe spielen dabei eine Rolle (Jokela et al., 2015, S. 3904). User-Experience-Designer haben keinen Einfluss auf diese neuen sich etablierenden Gewohnheiten und Nutzerflows. Sie

müssen ihnen aber sehr wohl gerecht werden, um den Nutzern eine adäquate MDCP UX über Systemgrenzen hinweg anbieten zu können. Eine planvolle Gestaltung von Anwendungsschnittstellen für solche MDCP-Umgebungen ist in diesem Zusammenhang unerlässlich. Die sich weiterentwickelnden Trends wie Wearables, Motion Tracking im Bereich Gaming, vernetzte Fahrzeuge und das Internet der Dinge legen eine Zunahme der Anzahl und Diversifizierung von Geräten in der Zukunft nahe (Jokela et al., 2015, S. 3903; Levin, 2014, S. 19; Seyed et al., 2013, S. 33). Dadurch wird sich das systemgrenzenüberwindende Nutzungsverhalten weiter dynamisieren und der Bedarf an geeigneten holistischen UX- und UI-Konzepten weiterwachsen. Auch gesellschaftlich gewinnt das Thema geräte- und plattformübergreifende Interaktion durch die übergeordneten Trends Digitalisierung und Vernetzung an Bedeutung (Paternò, 2019, S. 1). Daher ist davon auszugehen, dass auch die Entwicklung geeigneter wissenschaftlicher Methoden, Modelle und Untersuchungen folgen wird. Die Übertragung dieser Trends auf alle Lebensbereiche eröffnet eine Vielzahl von Kontexten, in denen sich ein entsprechendes MDCP-Forschungsvorhaben ansiedeln lässt.

Auch der Automotive-Bereich wurde in der Vergangenheit immer stärker digitalisiert. Die technische Weiterentwicklung der Fahrzeuge und die Bedürfnisse der Fahrzeugnutzer haben sich dabei wechselseitig vorangetrieben. Viele verschiedene Endgeräte einschließlich des Fahrzeugs lassen so einen eigenständigen Interaktionskontext entstehen. In diesem werden komplexe MDCP-Szenarien ermöglicht, die für die Passagiere, die nicht mit der Fahraufgabe betraut sind, neue Erlebnisse eröffnen. Aus Sicht der Medieninformatik sind gerade solche Szenarien als Forschungs- und Anwendungsdomäne geeignet, da sie eine komplexe Interaktion von Mensch und Maschine beinhalten. Somit ist die Mensch-Maschine-Interaktion (kurz: MMI; engl. HMI) als übergreifende Forschungsdomäne zu verstehen.

Das Forschungsgebiet, das untersucht wird, beschäftigt sich mit der Gestaltung von konkreten Mensch-Maschine-Schnittstellen, die auch als Benutzerschnittstellen oder als UI (engl. user interface) bezeichnet werden (Butz & Krüger, 2017, S. 1). Im Fokus der vorliegenden Arbeit stehen touchbasierte graphische Benutzerschnittstellen (engl. graphical user interface, kurz: GUI). Während sich die Gestaltung der Benutzerschnittstellen anfänglich vor allem auf arbeitsbezogene Kontexte konzentrierte, stieg deren Relevanz durch die zunehmende private Nutzung von Computern und Software auch in

anderen Kontexten (Nielsen, 1996). In der vorliegenden Arbeit geht es nicht mehr nur um einzelne Schnittstellen, sondern um komplexe Mehrgeräte-Anwendungsschnittstellen, die Geräte mit unterschiedlichen Betriebssystemen involvieren. Diese werden auch als digitale Ökosysteme bezeichnet, sofern sich die Geräte wechselseitig beeinflussen (siehe dazu Abschnitt 2.2.2).

Eine Anwendungsdomäne beschreibt das Gebiet, in dem eine Anwendung, eine Software oder ein System, das im Fokus der jeweiligen Betrachtung steht, platziert ist. Im konkreten Fall lässt sich diese Domäne klar abgrenzen. In der vorliegenden Arbeit wird der Fond des Fahrzeugs in den Fokus gerückt. Für diesen Teil des Fahrzeugs gibt es spezielle Fond-Entertainment-Systeme, die unterschiedliche Geräte involvieren können. Es entsteht ein MDCP-Ökosystem, wenn dabei Applikationen auf unterschiedlichen Geräten mit unterschiedlichen Plattformen bereitgestellt und verknüpft werden. Auf die Eignung des Fahrzeugfonds als Forschungsdomäne für wissenschaftliche Untersuchungen und die genaue Lokalisierung der Anwendungsdomäne wird in Punkt 3.3 näher eingegangen.

Grundsätzlich gilt die planvolle Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen im Rahmen einer speziellen Anwendungsdomäne als eine der zentralen Aufgaben, die die Medieninformatik mit Hilfe einer systematischen Herangehensweise und geeigneter Methoden zu bewältigen versucht. Kapitel 3 ist aber zu entnehmen, dass sich der bereits etablierte Methoden- und Wissensbestand dieser Disziplin bisher vor allem auf die UI- und UX-Optimierung von einzelnen Anwendungen auf einzelnen Geräten fokussiert. Die forschungsdomänenspezifischen und anwendungsdomänenspezifischen Herausforderungen, die durch die komplexen MDCP-Anwendungen entstehen, sind noch unzureichend berücksichtigt. Erste noch uneinheitliche Ansätze, die zum Teil wissenschaftlich nicht ausreichend belegt sind, werden in der Literaturrecherche in Kapitel 4 untersucht.

Durch die vorliegende Arbeit wird ein Beitrag zur Schließung dieser wissenschaftlichen Lücke mit einer Reihe von Untersuchungen und Studien geleistet. Auch wenn eine Erweiterung des Methodenbestands der übergeordneten Disziplin nicht möglich ist, kann ein Beitrag zur Erweiterung des Wissensbestands geleistet werden.

1.2 Struktur der Arbeit

Nachdem im vorangegangenen Kapitel eine Einführung in die Thematik stattgefunden hat und die Problemstellung erläutert wurde, werden im anschließenden Kapitel 2 die wichtigsten Grundbegriffe der Forschungs- und Anwendungsdomäne eingeführt. Dabei wird auf die Gestaltungsansätze für MDCP-Anwendungen und deren mögliche Folgen auf die UX näher eingegangen. Außerdem werden produkt- und markenspezifische Einflussfaktoren auf die Gestaltung von MDCP-Schnittstellen beleuchtet. In Kapitel 3 werden allgemeine und anwendungsdomänenspezifische Herausforderungen im Zusammenhang mit touchbasierten graphischen MDCP-Schnittstellen innerhalb der ersten Studie herausgearbeitet. Durch die Anforderungsanalyse wird die Identifikation der Forschungslücke nachvollziehbar gemacht. Bevor die forschungsleitenden Fragen formuliert werden, wird in Kapitel 4 untersucht, ob die Forschungslücke in Teilen oder in Gänze bereits durch andere Werke abgedeckt wird. Außerdem findet hier eine Abgrenzung zu artverwandten Themen statt. Dies dient zur Präzisierung des konkreten Forschungsvorhabens in der Anwendungsdomäne. Anschließend werden in Kapitel 5 die Forschungsfragen und der gewählte Forschungsansatz beschrieben. Durch diesen Aufbau können dabei bereits erste Forschungsfragen, die sich aus den Vorüberlegungen zum Thema und aus der Anforderungsanalyse ergeben haben, beantwortet werden. Im Anschluss daran werden in Kapitel 6 die Ergebnisse der zweiten Studie dargelegt. Hierbei handelt es sich um eine vergleichende Analyse (benchmarking), die sich auf die spezielle Anwendungsdomäne bezieht und einen Vergleich von unterschiedlichen Schnittstellengestaltungsmustern (Patterns) aufzeigt. Im darauffolgenden Kapitel 7 werden mit Hilfe von Nutzertests erste Forschungsfragen beantwortet. Die dazugehörige Studie 3 dient auch der Verifikation des Forschungsvorhabens aus Nutzersicht. Kapitel 8 und 9 beinhalten die Ergebnisse der High-Fidelity-Prototypenstudien (Studie 4 und Studie 5). Mit deren Hilfe wird die beste MDCP-UI-Gestaltung für BYOD-Geräte aus Nutzersicht in der Anwendungsdomäne evaluiert. Im 10. Kapitel werden alle bisherigen Ergebnisse verdichtet und Schlussfolgerungen gezogen. Darüber hinaus werden daraus abgeleitete Gestaltungsempfehlungen für MDCP-Schnittstellen ausgearbeitet. In Kapitel 11 wird ein Ausblick auf weitere mögliche Forschungsarbeiten gegeben.

2 Multi-device cross-platform als Forschungsdomäne

Zunächst sind die grundlegenden Terminologien zu erläutern, um ein Verständnis der Verwendung von Begrifflichkeiten zu schaffen. Diese können in verschiedenen Forschungsdomänen unterschiedliche Bedeutung haben. Im Rahmen dieser Arbeit liegt der Fokus auf der Betrachtung der HMI-Gestaltung. Es sind verschiedene Perspektiven auf das Thema MDCP zu präsentieren, bevor der Begriff durch eine eigene Definition gefasst werden kann. Hierbei findet auch eine Abgrenzung zu anderen verwandten Themen und Begriffen statt. Dadurch entsteht ein klar abgegrenzter Rahmen.

2.1 Grundbegriffe im Kontext Mensch-Maschine-Schnittstelle

Eine Auswahl von Grundbegriffen, die im Zusammenhang mit dem übergeordneten Kontext relevant ist, wird im Folgenden definiert.

Gerät/ Device: Ein zentraler Begriff dieser Arbeit ist das Gerät (engl. device). Im Zusammenhang mit MDCP bezieht sich der Begriff auf digitale Geräte, mit deren Hilfe Menschen interagieren, um digitale Inhalte, Services oder Produkte zu erstellen, zu konsumieren oder um mit anderen Menschen zu kommunizieren (Nagel, 2016, S. 24). Devices lassen sich unter anderem anhand ihrer physischen Beschaffenheit (zum Beispiel Größe, Gewicht) und ihren Bedien- und Interaktionsmöglichkeiten (zum Beispiel touchbasiert, sprachbasiert oder gestenbasiert) oder anhand ihres Einsatzortes unterscheiden (Nagel, 2016, S. 17–18). Innerhalb dieser Arbeit sind mit Geräten oder Devices jedoch im Regelfall Geräte gemeint, die ein eigenes Betriebssystem besitzen und die Benutzung von Applikationen und Services sowie eine Internetverbindung ermöglichen.

Inhalte: Ein digitaler Inhalt ist ein immaterielles Angebot, das Nutzer über entsprechende Schnittstellen erfassen oder produzieren können. Auch wenn ein digitaler Service oder Inhalt kein greifbares Produkt ist, stellt dessen Bereitstellung über einen Anbieter einen Mehrwert dar (Nagel, 2016, S. 4). Nutzer konsumieren oder kreieren digitale Inhalte, um Bedürfnisse beispielsweise nach Information oder Unterhaltung zu befriedigen. Wenn Anbieter Inhalte über das Internet zur Verfügung stellen, spricht man von einem digitalen Serviceangebot oder Onlinedienst. Dieser Service ist das Produkt des Anbieters (Rowland, 2015b). Beispiel hierfür ist Spotify, ein Unternehmen, dessen Streaming-Service eine Vielzahl von Musiktiteln (den eigentlichen Inhalten) bereitstellt.

Im Rahmen dieser Arbeit wird der Einfachheit halber nicht immer explizit zwischen digitalen Services, Diensten, Inhalten oder Produkten unterschieden, da diese Begriffe im Zusammenhang mit den Untersuchungen gleichbedeutend verwendet werden können (Rowland, 2015b). Von Inhalten wird in der Praxis auch gesprochen, wenn es um die Darstellung und Visualisierung geht. In diesem Zusammenhang kann das Wort Inhalt alle Elemente auf einem Display subsummieren. Wenn sich UX- oder UI-Designer im Zusammenhang mit MDCP die Frage stellen, wie sie Inhalte auf verschiedenen Displays darstellen können, dann sind nicht die tatsächlichen Inhalte im Sinne eines Dienstes oder Services gemeint, sondern die UI-Elemente an sich.

Plattform: Eine Plattform beschreibt in dieser Arbeit zwei Dinge. Zum einen kann sich Plattform auf ein Gerät beziehen. Eine Geräteplattform umfasst das grundsätzliche Betriebssystem (engl. operating system, kurz OS). Mit Hilfe dieses Betriebssystems sind die physischen Elemente (Prozessoren, Graphikkarten) in der Lage, damit kompatible Anwendungen zu betreiben (Duden, 2019). Zum anderen werden reichhaltige internetbasierte Angebote (Webseiten) häufig auch als Internetplattformen bezeichnet (Duden, 2019).

Etabliertes Konzept: Es gibt viele verschiedene Möglichkeiten, eine Interaktion, eine Darstellung oder einen Sachverhalt umzusetzen. Prinzipiell sind bei der Umsetzung von Interaktionen der schöpferischen Kraft der UX- und UI-Designer keine Grenzen gesetzt. Dennoch gibt es Umsetzungen, die sich in ihrer Art und Weise oder Form bewährt haben, weil sie von vielen Nutzern verstanden werden (Axbom & Royal-Lawson, 2019). Nur wenn ein klar definiertes Konzept bewiesenermaßen einer Mehrheit von Nutzern bekannt ist und regelmäßig Verwendung findet, kann es als etabliert gelten (Axbom & Royal-Lawson, 2019). Es gilt hierbei zu konstatieren, dass es schwer festzustellen ist, ab wann ein Konzept wirklich als etabliert angesehen werden kann, da eine objektive Überprüfung der Tauglichkeit für eine Mehrheit der Nutzer nicht ohne Weiteres möglich ist (Axbom & Royal-Lawson, 2019). Dennoch haben sich über die Jahre bestimmte wiederkehrende UI-Konzepte und Muster herausgebildet, die bei unterschiedlichsten Produkten Anwendung finden. Butz und Krüger (2017, S. 79) sprechen auch von der Etablierung bestimmter Konventionen. Im Rahmen dieser Arbeit wird von einem etablierten

Konzept immer dann gesprochen, wenn angenommen werden kann, dass es der Mehrheit der Nutzer einer bestimmten Plattform bekannt ist und es ohne weitere Vorkenntnisse genutzt werden kann.

User experience/ usability: Die user experience oder UX umschreibt alle Aspekte der Erfahrung eines Nutzers mit einem Produkt, einem Service, einer Umgebung oder Einrichtung. Dazu zählen auch Software und IT-Systeme. Der Begriff UX bezieht sich im Zusammenhang mit HMI-Design meist auf die Gestaltung von Benutzerschnittstellen, auf die möglichen Interaktionen mit einem System, dessen Funktionalität oder auf die möglichen Modalitäten. Ferner werden aber auch alle weiteren Aspekte, die Einfluss auf die konkrete Erfahrung des Nutzers mit dem Produkt haben, unter UX subsummiert. Laut Butz und Krüger (2017, S. 157) zählen dazu unter anderem: die Interaktion mit dem Produkt selbst, dessen visuelle und haptische Gestaltung, Werte und Botschaften, die mit der Marke des Produkts verbunden werden, der Nutzungskontext, die Verpackung und der Kreis der Nutzer. Der Begriff Usability lässt sich durch die Gebrauchstauglichkeit eines Produkts in einem spezifischen Anwendungskontext beschreiben. Im Gegensatz zur UX zielt er vielmehr auf die Funktionstüchtigkeit einer Anwendung oder eines Systems ab (vgl. Butz & Krüger, 2017, S. 157). Systematisch wird dies durch die ISO Norm 9241-11 mit den Kriterien Effektivität, Effizienz und Zufriedenheit gefasst. Butz und Krüger (2017, S. 157) bezeichnen diese Aspekte als pragmatische Qualitäten. Zudem lassen sich bei der Gestaltung von Benutzerschnittstellen ebenfalls die Kriterien des Standards ISO Norm 9241-110 heranziehen. Durch Berücksichtigung von Paradigmen wie Aufgabenangemessenheit, Selbstbeschreibungsfähigkeit, Lernförderlichkeit, Steuerbarkeit, Erwartungskonformität, Individualisierbarkeit und Fehlertoleranz sollen Schnittstellen so konzipiert sein, dass sie den Nutzer bestmöglich unterstützen. Eine gute Usability – also die Gebrauchstauglichkeit der Anwendung – wird häufig als Grundvoraussetzung für eine entsprechende UX angesehen. Das bedeutet, dass UX all jene Aspekte in der Erfahrung mit einem Produkt umfasst, die über die Gebrauchstauglichkeit hinausgehen. Butz und Krüger (2017, S. 157) beschreiben diese hedonischen Qualitäten mit den Begriffen „Stimulation durch das Produkt“ und „Identifikation mit dem Produkt“. Eine gute UX ist häufig durch eine gute Usability bedingt, jedoch nicht ausreichend, um diese zu gewährleisten (Butz & Krüger, 2017, S. 158). Durch bestimmte

Methoden, Prozesse und Know-how wird versucht, eine angestrebte Usability und UX herbeizuführen.

Design: Wird auf die graphisch-illustrativen Komponenten einer Anwendung Bezug genommen, wird häufig verkürzt vom Design der Anwendung gesprochen (Nagel, 2016, S. 4). Gemeint sind jedoch häufig mehr als nur die ästhetischen Aspekte wie Farb- und Formgebung. Zu einem Problem wird dieses Verständnis des Begriffs dann, wenn man den modernen Design-Begriff, wie ihn auch Apple Gründer Steve Jobs definiert hat, zugrunde legt. In dessen Verständnis ist Design nicht nur wie es aussieht oder sich anfühlt, sondern wie es funktioniert (Walker, 2003). Damit werden also die Funktionalität und die gesamte Gestaltungscomposition im Begriff Design zusammengefasst. Zur klaren Abgrenzung eignen sich besser ‚graphisches Design‘ oder ‚visuelles Design‘ für den ästhetisch-illustrativen Kontext. ‚UX-Design‘ oder in diesem Sinne auch nur ‚Design‘ eignen sich für die gesamte Anwendungskomposition mit dem Fokus auf die Mensch-Maschine-Interaktion. Es bleibt zu konstatieren, dass sich aber auch diese Begriffe nicht immer trennscharf verwenden lassen, da sich das graphische Design auch auf die UX auswirken kann. Generell wird in dieser Arbeit der moderne Design-Begriff mit Bezug auf die gesamte HMI-Komposition einer Anwendung oder eines Systems verwendet. Wenn explizit ästhetisch-illustrative Aspekte thematisiert werden, wird der Begriff ‚graphisches Design‘ benutzt.

Benutzerschnittstelle/ Schnittstellen/ user interface: Als Benutzerschnittstelle (engl. user interface, kurz UI) wird der Teil einer Anwendung oder eines Systems verstanden, mit dem der Nutzer mit dieser Anwendung oder diesem System interagiert (Butz & Krüger, 2017, S. 1). Diese Schnittstelle umfasst dabei technische Lösungen zur Ermöglichung von Nutzereingaben und Systemausgaben. Schnittstellen können bei der Interaktion grundsätzlich einzelne oder mehrere unterschiedliche Ein- und Ausgabemodalitäten unterstützen. Zu den gängigsten Eingabemodalitäten zählen Sprache, Gesten, berührungsempfindliche Displays (Touchscreens) sowie Tastatur und Maus. Als Ausgabemodalitäten kommen Sprache, auditives Feedback, visuelle Anzeigen auf Displays oder haptisches Feedback in Frage. Wenn im Rahmen dieser Arbeit von *Schnittstelle* die Rede ist, ist immer die Benutzerschnittstelle (UI) gemeint.

Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Gestaltung von Schnittstellen für touchbasierte Geräte. Weitere additive mögliche Eingabe- oder Ausgabemodalitäten

werden nicht betrachtet, da sie den Rahmen der vorliegenden Arbeit übersteigen würden. Die Schnittstellengestaltung wird also nur hinsichtlich touchbasierter Eingaben und visueller Ausgaben auf dem Display betrachtet.

2.2 Geräteperspektive: multi-device, multi-display, multi-surface und multi-screen

Im Folgenden Kapitel wird eine Definition der Forschungsdomäne über die involvierten Geräte und deren Konstellation vorgenommen. Eine Analyse zur relevanten Literatur der Forschungs- und Anwendungsdomäne kann Kapitel 4 entnommen werden.

Das Kompositum *multi-device* ist ganz grundsätzlich zunächst nur ein Adjektiv, das aus dem Englischen stammt und sich aus *multi* - für mehr oder mehrfach und *device* für Gerät zusammensetzt. In der Regel taucht es als Adjektiv nicht selbständig auf, sondern charakterisiert das Nomen, auf das es sich bezieht. Häufige Kombinationen sind:

- Mehrgeräteumgebung (engl. multi-device environment (MDE)),
- Mehrgeräteerlebnis (engl. multi-device user experience (MDUX)).

Neben *multi-device* existieren sowohl direkte Synonyme wie *multiple-device* als auch artverwandte Begriffe wie *multi-display* oder *multi-screen* (Dippon, 2016, S. 3). Eine trennscharfe Unterscheidung jedes einzelnen Begriffs hinsichtlich seiner Bedeutung ist aufgrund der inhaltlichen Nähe sehr schwierig oder teilweise nicht möglich.

Sind Geräte unterschiedlicher Hersteller mit jeweils eigener Plattform zu einer Mehrgeräteumgebung verbunden, so entsteht eine Multi-Device-Cross-Platform-Umgebung (MDCPE). Wird also zusätzlich der Begriff *cross-platform* verwendet, ist dies insofern ein expliziter Verweis darauf, dass nicht nur mehrere Geräte, sondern mehrere Betriebssysteme involviert sind. Auch *cross* (dt. kreuz- oder kreuzweise) und *platform* (dt. Plattform) sind jeweils englische Begriffe, die auf das Zusammenspiel unterschiedlicher Betriebssysteme hinweisen. Für das Wort Plattform gibt es prinzipiell mehrere Deutungsmöglichkeiten. Im Rahmen dieser Arbeit ist Plattform mit dem jeweiligen Betriebssystem des Gerätes gleichzusetzen. Laut Duden (2019) wird Plattform als „Basis für die Entwicklung und Ausführung darauf aufsetzender Computerprogramme“ definiert.

Jede Multi-Device-Cross-Platform-Umgebung (MDCPE) ist auf jeden Fall auch eine Multi-Device-Umgebung (MDE). Umgekehrt ist jedoch nicht jede MDE auch eine

MDCPE. Innerhalb einer MDE können die Geräte entweder dieselbe oder unterschiedliche Plattformen haben. Je nachdem wie der Begriff definiert oder abgegrenzt wird, können einzelne Geräte über keine eigene Plattform verfügen, beispielsweise eine MDE bestehend aus Computer und Projektor (vgl. Dippon, 2016).

Gemeinsam haben die Definitionen von MDE und MDCPE, dass sie Sachverhalte mit gleichem Ziel beschreiben. Mehrgeräteumgebungen sollten laut der meisten Autoren die Erfüllung von Bedürfnissen der Nutzer erleichtern. Diese Bedürfnisse können sein:

- eine bessere Zusammenarbeit mit anderen Nutzern oder Geräten, das erleichterte Erfassen und Präsentieren von Informationen (vgl. Biehl & Bailey, 2006; Levin, 2014; Seyed et al., 2013, S. 33; Wallace, Mandryk & Inkpen, 2008, S. 157),
- der Bereich des gemeinsamen Gamings ((Dippon, 2016, S. 3).

Laut Dippon (2016, S. 3) besteht ein MDE aus einer Reihe von Geräten, die sich am selben Ort befinden. Typische Geräte eines MDE sind laut Autor Projektoren, Displays mit und ohne Touch-Funktion, mit und ohne Multitouch-Funktion, interaktive Wände, stationäre Rechner, Laptops, Smartphones, Personal Digital Assistants (PDA) und Smartwatches (Dippon, 2016, S. 3). Er verweist an gleicher Stelle darauf, dass die Geräte miteinander verbunden und damit einzelne Screens von Geräten erweitert werden oder der Datenaustausch zwischen den Geräten ermöglicht wird. Er stellt fest, dass MDE manchmal auch *multi-display* oder *multi-surface environments* genannt werden, ohne den Unterschied genauer zu erläutern (Dippon, 2016, S. 3).

Der Autor verwendet durchgehend die Abkürzung MDE in Versalien. Diese Abkürzung wird in Biehl und Bailey (2006) sowohl für den Begriff *multiple-display environment* (Biehl & Bailey, 2006, S. 36) als auch für den Begriff *multiple-device environment* (Biehl & Bailey, 2006, S. 35) verwendet. Biehl und Bailey (2006) stellen fest, dass sich grundsätzlich verschiedene Arten von Geräten kombinieren lassen. Die Autoren unterscheiden die verschiedenen Geräte ebenfalls nicht genauer.

Elmqvist (2011, S. 5), der auch von Dippon referenziert wird, verweist ebenfalls darauf, dass die Begriffe *multi-display environment* und *multi-device environment* zwar syno-

nym verwendet werden, aber gleichzeitig verweist er auf deren Unterschiede. Im Zusammenhang mit *distributed interfaces* – also verteilten Schnittstellen – macht er deutlich, dass *multi-device environment* der Oberbegriff (MDE) ist. Eine solche Umgebung besteht unter Umständen eben nicht nur aus mehreren Displays, sondern auch aus einer Ansammlung von spezifischen Geräten, die jeweils über ihre eigenen Interaktionsmethoden verfügen (Elmqvist, 2011, S. 5).

Eine ähnliche Unterscheidung machen auch Neate et al. (2017). Sie bezeichnen Mehrbildschirmumgebungen und Mehrgeräteumgebungen als verwandt, aber unterschiedlich, da sich bei letzterem eine „computing experience“, also ein computerbasiertes Erlebnis über mehrere Geräte hinweg erstreckt (Neate et al., 2017, S. 393). Die Autoren verwenden den Begriff *multi-screen environment* am häufigsten, der für den Kontext des Second Screening am besten geeignet ist. Dies ist das Hauptgebiet ihrer Arbeit.

Sowohl Elmqvist (2011) als auch Neate et al. (2017) sehen damit das Merkmal der Funktionalität oder – präziser ausgedrückt – einer rechnerbasierten, inhärenten also nicht zugeleiteten Funktionalität als ausschlaggebendes Kriterium, um reine Bildschirmsammlungen (*multi-display* oder *multi-screen*) von echten Mehrgeräteumgebungen (*multi-device*) zu unterscheiden.

Nagel (2016) sieht dies genau invers. Er legt dar, dass der Begriff *multi-screen* meint, dass mehrere verschiedene Bildschirme „und/ oder“ Geräte während einer Aktivität genutzt werden (Nagel, 2016, S. 5). *Multi-Screen-Umgebungen* umfassen also laut Autor:

- mehrere verschiedene Bildschirme und Geräte,
- eine Ansammlung verschiedener Bildschirme,
- eine Ansammlung verschiedener Geräte.

Diese Unterscheidung zwischen den Begriffen Bildschirm und Gerät wird aber im Folgenden relativiert. Im Definitionsteil erklärt er, dass diese Begriffe synonym verwendet werden (Nagel, 2016, S. 3).

Auch hinsichtlich der Begriffe bezüglich der involvierten Betriebssysteme lässt sich ebenfalls keine einheitliche Verwendung der Terminologie *cross-platform* feststellen. Nagel (2016, S. 5) verweist darauf, dass *multi-screen applications* prinzipiell auch auf unterschiedlichen Geräten unterschiedlicher Hersteller inklusive unterschiedlicher Plattformen verfügbar sein können. Er bezeichnet dies als *cross-device* und als *cross-platform*. In der Betrachtung des gesamten Werks wird jedoch nicht explizit zwischen *Multi-screen-*

Cross-Platform- und *Multi-Screen-Cross-Device-*Anwendungen unterschieden, sondern immer der Begriff *multi-screen* verwendet.

Brudy et al. (2019) schlagen den Begriff *cross-device computing* (dt. geräteübergreifendes Computerwesen) als Oberbegriff vor (Brudy et al., 2019, S. 2). Sie stellen eine Entwicklung von *smart-space*, *multi-display*, *distributed surface* und *multi-device* hin zu *cross-display*, *trans-surface* und *cross-device interaction* fest. Diese unterschiedlichen MDCP-Gerätekonfigurationen zu verstehen, zu definieren und zu untersuchen, steht für die Autoren an der Spitze der modernen HMI-Forschung (Brudy et al., 2019, S. 2).

Zusammenfassend ist zu sagen, dass ohne weiteres Vorwissen über Definitionen und Abgrenzung der Begriffe eine Unterscheidung nicht trennscharf gelingt. Anhand der gezeigten Definitionen und Beispiele wird klar, dass die Begriffe *multi-device*, *multi-display*, *multi-screen*, *cross-device* und *cross-platform* bei vielen Autoren nicht einheitlich definiert oder verwendet werden. Es gibt spezifische Definitionsversuche und es gibt weit gefasste Definitionsversuche. Die genaue Unterscheidung und Zusammensetzung müssen über den Kontext erfolgen. Trotz des gemeinsamen Zielbildes sind eine möglichst einheitliche Verwendung und Unterscheidung von Begriffen jedoch als Grundlage für die Etablierung und Weiterentwicklung von spezifischem Wissen, Methoden und Prozessen unerlässlich. Grundlage muss eine Systematik von Geräten sein, von der aus als Basis die MD- und MDCP-Umgebungen besser von den restlichen Terminologien abzugrenzen sind. Durch die von Brudy et al. (2019, S. 2), konstatierte Zusammenhangslosigkeit und Uneinheitlichkeit der Begrifflichkeiten besteht tatsächlich die Gefahr, dass die Forschung nicht effizient vorangetrieben werden kann, weil gerade die moderne computergestützte Informationssuche über Begriffe läuft.

2.2.1 Ontologie nach Brudy et al. (2019)

Brudy et al. (2019) möchten mit ihrem Beitrag dazu verhelfen, die Forschungslandschaft einheitlicher zu gestalten. Ihre Arbeit zielt darauf ab, vorangegangene wissenschaftliche Arbeiten zu kategorisieren und zu ordnen. Dabei greifen sie vorangegangene Kategorisierungen des Forschungsgebiets *multi-device* auf und berücksichtigen die folgenden Begrifflichkeiten sowie die damit verbundenen:

- *Distributed interfaces*,
- *Second Screen*,
- *Multi-device research*,

- *Mobile multi-device ecosystems,*
- *Multi-display systems,*
- *Display switching for multi-displays,*
- *Interaktionstechniken für spontane Geräteverbindungen,*
- *Merkmale von Gerätebesitz, Zugang und Entfernung.*

Der Fokus bei der Ausarbeitung der Taxonomie lag dabei auf geräteübergreifende Interaktionen. Die Autoren verweisen darauf, dass die von ihnen erstellte Auflistung der referenzierten Beiträge keinen Anspruch auf Vollständigkeit erhebt, jedoch eine repräsentative Auswahl für die Taxonomie darstellt (Brudy et al., 2019, S. 3). Auf die Taxonomie wird im weiteren Verlauf dieses Kapitels eingegangen. Im Zusammenhang mit der Geräteperspektive ist zunächst nur die Ontologie der Autoren relevant.

Die Anfänge des wissenschaftlichen Themas MDCP sehen die Autoren in Untersuchungen von Arbeitsplätzen mit mehreren Monitoren. Dieses Gebiet beinhaltet Forschungen rund um das Thema *multi-screen* (Brudy et al., 2019, S. 3). Darauf folgt für die Autoren eine Fokussierung auf die Forschung rund um das Thema Mehrgeräteumgebungen (*multi-device environments and spaces*). Damit sind Interaktionstechniken verbunden, die über die Grenzen einzelner Geräte hinausgehen. Dazu zählen die Autoren auch die Entstehung und Untersuchung von Mehrbildschirmumgebungen (*multi-display environments*), die eine Interaktion über ganze Gerätelandschaften einschließlich Wandbildschirmen (*wall-displays*), Tischcomputern (*tabletops*) und Tablets ermöglichen (Brudy et al., 2019, S. 3). Der zeitlich gesehen jüngste Forschungsbereich, den die Autoren identifizieren, ist der, der sich mit spontaner geräteübergreifender Benutzung von mobilen Endgeräten beschäftigt (*ad hoc mobile cross-device use*) (Brudy et al., 2019, S. 3). Hierbei rücken laut Autoren zunehmend mobile und flexible Konfigurationen durch die Allgegenwärtigkeit von Smartphones und Tablets zur individuellen oder kollaborativen Nutzung in den Vordergrund. Gerade die spontane Zusammenführung von Geräten bereitet zusätzliche Herausforderungen (Brudy et al., 2019, S. 3).

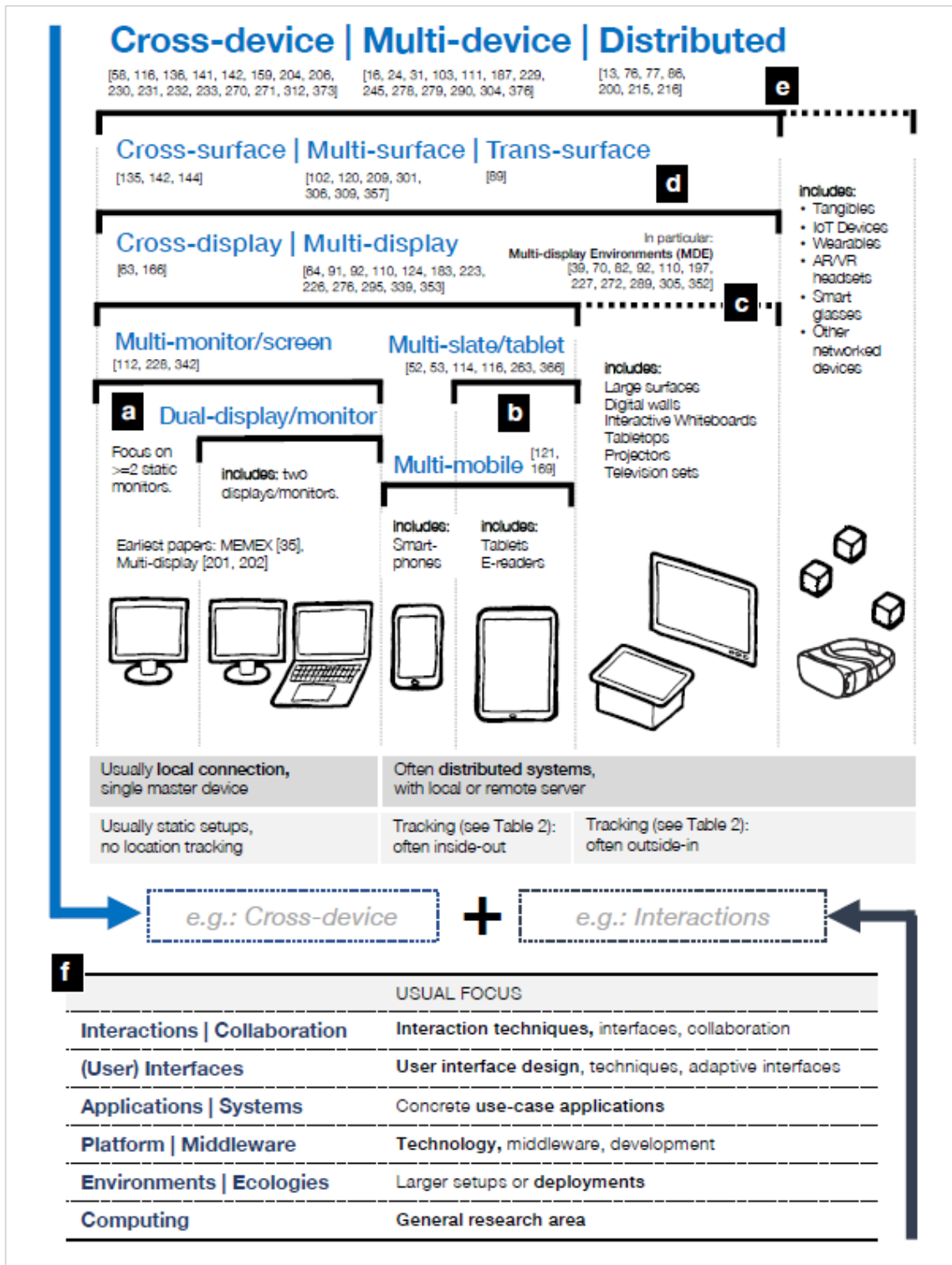


Abbildung 1 – Ontologie der Begriffe im Forschungsgebiet cross-device nach Brudy et al. (2019) (Quelle: Brudy et al. (2019, S. 3))

Wie aus Abbildung 1 ersichtlich, lassen sich die verschiedenen Mehrgeräteumgebungen mit unterschiedlichen Oberbegriffen zusammenfassen. Die Beschreibung der unterschiedlichen Begriffe hängt oft mit dem jeweiligen Geräteformfaktor zusammen,

der im Fokus des jeweiligen Forschungsgebietes steht (Brudy et al., 2019, S. 4). Im unteren Teil der Grafik befindet sich eine Liste mit Bereichen, auf die sich die Forschungsprojekte fokussieren. Brudy et al. (2019, S. 4) verweisen darauf, dass manche Begrifflichkeiten wie *multi-device* und *cross-device* austauschbar sind.

2.2.2 Eigene Ontologie unterschiedlicher Mehrgeräteumgebungen

Durch die Verwendung des relativ allgemeinen Begriffs *device* (dt. Gerät) fällt eine Unterscheidung verschiedener MDCP-Umgebungen schwer, obwohl diese sehr unterschiedlich sein können. Es kommt darauf an, ob man wörtlich deutet oder sinngemäß interpretiert. Wörtlich würde gelten: Jedes *multi-display* Arrangement ist gleichzeitig ein *multi-device* Arrangement (jedes *Display* ist ein *Gerät*), aber nicht jedes *multi-device* Arrangement ist per se ein *multi-display* Arrangement, denn nicht jedes Gerät hat ein Display. Impliziert man jedoch Gerät also *device* mit einem *smart device*, so fällt die Unterscheidung leichter. Genau diese Implikation kann der Grund für unterschiedliche Definitionsansätze sein. Zu konstatieren bleibt in jedem Fall, dass je vielfältiger das Angebot an Geräten und Kombinationen wird, desto schwieriger lässt sich eine Abgrenzung von Begriffen vornehmen.

Deshalb wird im Folgenden eine möglichst trennscharfe Definition der unterschiedlichen Begriffe unter Offenlegung eines etwaigen impliziten Verständnisses von Begrifflichkeiten präsentiert. Diese Definitionen bilden die Grundlage für die Verwendung von Begriffen in der vorliegenden Arbeit. Zum besseren Verständnis werden die Abkürzungen, die im weiteren Verlauf dieser Arbeit verwendet werden, noch einmal explizit genannt:

- Mehrgeräteumgebung / multi-device environment (MDE): Prinzipiell jede Kombination von Geräten, die den Nutzer bei der Erfüllung seiner Bedürfnisse unterstützt. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit sind ausschließlich smarte Geräte involviert. Generell umfassen diese Arrangements mehrere smarte Geräte, unabhängig davon, ob all diese Geräte dasselbe oder unterschiedliche Betriebssysteme (Plattformen) aufweisen.
- Plattformübergreifende Mehrgeräteumgebung / multi-device cross-platform environment (MDCPE): Bezieht sich explizit auf Umgebungen aus mehreren smarten Geräten unter Beteiligung verschiedener Betriebssysteme. Mehrge-

räteumgebungen, die also nur eine Plattform bespielen, sind nicht plattformübergreifend (*cross-platform*). Dadurch, dass die Geräte über ein eigenes Betriebssystem verfügen, besteht die Möglichkeit, sich wechselseitig zu beeinflussen. Diese wechselseitige Beeinflussung ist jedoch nicht bei jedem MDE oder MDCPE zwangsläufig gegeben. Bei einem Arrangement, bei dem ein Smart TV als Wiedergabegerät fungiert und ein Smartphone als Fernbedienung genutzt wird, kann der Fernseher das Smartphone nicht direkt beeinflussen; das Smartphone den Fernseher jedoch schon. Um die Fähigkeit der wechselseitigen Beeinflussung auszudrücken, wird der folgende Begriff verwendet.

- *Mehrgeräteökosystem/ multi-device ecosystem* : In einem Multi-Device-Ökosystem interagieren eine Reihe von Geräten als Ökologie miteinander (Levin, 2014, S. 19; Nagel, 2016, S. 33; Rowland, 2015b, S. 141). Ihre Interaktionen werden dadurch geformt, wie die einzelnen Nutzer die Geräte auf dem Weg zur Erfüllung ihrer Informations- oder Unterhaltungsbedürfnisse benutzen (Levin, 2014, S. 19). Durch die Verwendung des Wortes Ökologie/ Ökosystem, das eine wechselseitige Beeinflussung verschiedener Akteure (analog zur Ökologie der Natur) umfasst, impliziert die Autorin hier beim Begriff *multi-device*, dass die einzelnen Geräte die Möglichkeit haben, sich tatsächlich zu beeinflussen. Voraussetzung ist eine entsprechende Vernetzung der Geräte. Dies lässt den Schluss zu, dass es sich bei den Geräten um eigenständige Geräte handelt; im Gegensatz zu einfachen Bildschirmen ohne funktionale Autonomie (Rowland, 2015b, S. 141). Kritisch anzumerken bleibt hier, dass die Plattformen der beteiligten Geräte bei dieser Definition außer Acht gelassen werden (Nagel, 2016, S. 33). Ein Ökosystem kann eine wie auch mehrere Plattformen umfassen. Insofern kann ein Mehrgeräteökosystem sowohl ein MDE als auch eine MDCPE sein, in der jeweils gleichwertige smarte Geräte sich wechselseitig beeinflussen. Zur genaueren Abgrenzung und Beschreibung müssten also zwei separate Begriffe definiert werden:

- 1) Der Oberbegriff *Mehrgeräteökosysteme/ multi-device ecosystem*, der sämtliche Arrangements mit Geräten beschreibt, bei denen alle Geräte ein und dieselbe oder jeweils eine unterschiedliche Plattform haben, sich aber in jedem Fall wechselseitig beeinflussen können;
- 2) Der Begriff *plattformübergreifendes Mehrgeräteökosystem / multi-device cross-platform ecosystem (MDCPE)*, der explizit Arrangements mit Geräten beschreibt, bei denen alle Geräte jeweils unterschiedliche Plattformen haben und sich ebenfalls in jedem Fall wechselseitig beeinflussen können;

Zusammenfassend ist das wichtigste Unterscheidungsmerkmal von echten Ökosystemen zu einfachen Umgebungen, dass sich die Geräte unmittelbar und sofort wechselseitig beeinflussen können, ohne dass es zu einer Unterbrechung seitens der Nutzer durch eine initiierte Übertragung von Daten und Zuständen, einer manuellen Synchronisation oder einem erneuten Login in einer Datenbank kommt (Majrashi, 2016, S. 219; Pyla, Tungare & Pérez-Quiñones, 2005, S. 1).

	Eine Plattform	Unterschiedliche Plattformen	Wechselseitige Beeinflussung möglich	Einseitige Beeinflussung möglich
Mehrgeräteumgebung / multi-device environment (MDE)	X	X	X	X
Plattformübergreifende Mehrgeräteumgebung / multi-device cross-platform environment (MDCPE)		X	X	X
Mehrgeräteökosystem / multi-device ecosystem	X	X	X	
Plattformübergreifendes Mehrgeräteökosystem / multi-device cross-platform ecosystem		X	X	

Tabelle 1 – Begriffe und Geltungsbereiche

Der Begriff Ökosystem wird heute sowohl in der wirtschaftswissenschaftlichen als auch technologischen Literatur verwendet, um unterschiedliche Strukturen zu beschreiben (Turunen & Mäntymäki, 2018, S. 105). Im Rahmen dieser Arbeit geht es vor allem um drei Arten von Ökosystemen im Kontext Fahrzeug. Grundlegend umfasst jedes Ökosystem eine Reihe von Akteuren in einer gemeinsamen Umgebung, die sich wechselseitig beeinflussen (Levin, 2014, S. 2). Dieser Grundgedanke kann zum Beispiel auf die involvierte Software, die involvierten Services oder auf die involvierten Produkte angewendet werden (Turunen & Mäntymäki, 2018, S. 105). Ein Ökosystem, das verschiedene Softwareplattformen integriert, kann gleichzeitig verschiedene Serviceangebote bereitstellen und gleichzeitig auch verschiedene Produkte involvieren. Die Begrifflichkeiten

schließen sich gegenseitig nicht aus. Daher kann es dazu kommen, dass identische Begrifflichkeiten für unterschiedliche Forschungsanliegen verwendet werden (Brudy et al., 2019, S. 4). Umgekehrt kann es auch wie in anderen großen Forschungsgebieten dazu kommen, dass im Bereich Mehrgeräteumgebungen unterschiedliche Begriffe identische Forschungsgebiete beschreiben (Brudy et al., 2019, S. 3–4). Daher ist es für den Rahmen dieser Arbeit wichtig, ein einheitliches Verständnis zu bieten. Auch wenn es am Begriff Ökosystem durchaus Kritik gibt (Turunen & Mäntymäki, 2018, S. 105), ist dessen Verwendung in dieser Arbeit sinnvoll, um auf besondere interaktive Mehrgeräteumgebungen hinzuweisen, bei denen alle Akteure hinsichtlich ihrer Fähigkeiten vergleichbar sind. Der Begriff MDCP-Umgebung wird in der Arbeit teilweise synonym zum Begriff MDCP-Ökosystem verwendet, da – wie dargelegt – jedes MDCP-Ökosystem gleichzeitig auch als MDCP-Umgebung bezeichnet werden kann. Umgebungen und Ökosysteme umfassen größere Konfigurationen oder Stationierungen von Geräten (Brudy et al., 2019, S. 3; Levin, 2014, S. 2). Wenn explizit die Interaktivität und die wechselseitige Beeinflussung verschiedener Geräte über Plattformgrenzen hinweg betont werden sollen, dann wird der Begriff Ökosystem verwendet.

Aus Sicht des Autors werden folgende Mehrgeräteumgebungen ausgeschlossen, deren Terminologie nicht eindeutig ist:

- *multi-display*: Der Begriff *display* lässt sich auf viele völlig unterschiedliche Gerätetypen anwenden. Das bedeutet konkret er bezieht sich sowohl auf smarte als auch auf nicht smarte Geräte. Beide Gerätetypen (z.B. Getränkeautomat mit Display und Smartphone mit Display) können prinzipiell ein Anzeigedisplay haben und sind gleichzeitig hinsichtlich ihrer Fähigkeiten völlig unterschiedlich. Dieser Begriff lässt sich deshalb so weit fassen, dass er nicht verwendet wird.
- *multi-screen*: Der Begriff *screen* wird ebenso als zu weit gefasst angesehen. Im Gegensatz zu Nagel (2016) ist der Autor der vorliegenden Arbeit nicht der Meinung, dass hinter jedem *screen* zwangsläufig ein Gerät mit den benannten Anforderungen (eigene Funktionalität) steht. Daher kann dieser Begriff auch als irreführend wahrgenommen werden.

Um die oben genannten Definitionen und Abgrenzungen wirksam zu machen, muss noch definiert werden, was ein smartes Gerät bedeutet. Geräte lassen sich grundsätzlich

in die Kategorien Elektrogeräte und normale Geräte einteilen. Nicht elektronische Geräte werden im Rahmen dieser Arbeit nicht betrachtet. Aber auch die Kategorie der Elektrogeräte ist noch zu breit gefächert. Hier können simple digitale Anzeigen und Automaten bis hin zu smarten Fernsehern, Smartphones und stationäre Computer gemeint sein. Smarte Geräte sind eine spezielle Untergruppe von Elektrogeräten.

Laut Gablers Wirtschaftslexikon lassen sich grundsätzlich „informationstechnisch aufgerüstete Alltagsgegenstände, die einen Mehrwert durch sensorgestützte Informationsverarbeitung und Kommunikation erhalten“ als *smart devices* bezeichnen (Lackes & Siepermann, 2017). Diese stark reduzierte Definition umfasst noch immer ein relativ breites Feld. Im Zusammenhang mit dieser Arbeit werden als smarte Geräte solche Geräte verstanden, durch die die Nutzer auch tatsächlich mit anderen Systemen oder mit Netzwerken interagieren können. Um diese Anforderungen zu erfüllen, ist ein gewisser Grad an funktionaler Autonomie und Interaktivität Voraussetzung.

Das Merkmal der funktionalen Autonomie wird von Neate et al. (2017) als inhärente computerbasierte Funktionalität beschrieben. Voraussetzung für Interaktivität ist wiederum eine entsprechende Benutzerschnittstelle. Auch für Elmqvist (2011) ist Interaktion ein notwendiges Kriterium für ein smartes Gerät. Zusätzlich zu ergänzen ist aus Sicht der Medieninformatik, dass ein smartes Gerät neben reiner Funktionalität und Schnittstelle eine komplexe UX vermitteln muss. Als komplex wird eine UX verstanden, die über einfache Ein- und Ausgabemodalitäten hinausgeht. Zusammenfassend und bezugnehmend auf die genannten Quellen müssen smarte Geräte, wie sie im Sinne dieser Arbeit verwendet werden, folgende Eigenschaften erfüllen:

- Autonomie (eigenständige Funktionalität)
- Interaktivität
- Fähigkeit, sich drahtlos mit Geräten und Netzwerken zu verbinden, um Inhalte, Daten und Informationen abzurufen
- Fähigkeit, sich drahtlos mit Geräten und Netzwerken zu verbinden, um Inhalte, Daten und Informationen zu versenden (Kommunikation)
- Fähigkeit Inhalte, Daten und Informationen darzustellen, zu bearbeiten und zu verarbeiten sowie zu speichern
- Bereitstellung komplexer Benutzerschnittstellen (UI) und user experiences (UX)

- Individualisierbarkeit durch das Herunterladen anderer Applikationen

2.3 Service- und Anwendungsperspektive

Die bisher dargelegte Definition und die Fassung des Themas MDCP beschreiben das Thema und dessen Ausprägungen vor allem aus gerätetechnischer Sicht ohne dabei näher auf die Inhalte einzugehen. In diesem Abschnitt wird das Thema daher auf der inhaltlichen Ebene erfasst. Ähnlich wie in artverwandten Forschungsbereichen, wie dem Internet der Dinge (engl.: *Internet of Things*, kurz IoT), fokussiert man sich sehr häufig zunächst auf die physischen Produkte (Rowland, 2015b, S. 115). Um den Nutzern jedoch einen Mehrwert zu bieten, sind die Geräte abhängig von internetbasierten Diensten (Rowland, 2015b, S. 115). Dies gilt auch, wenn es um die Nutzung von Diensten auf unterschiedlichen Geräten unterschiedlicher Hersteller geht. Diese Dienste oder digitalen Produkte, die dem Kunden über verschiedene Endgeräte zugänglich gemacht werden, werden als Services bezeichnet. Die Dienstleistung besteht darin, digitale Inhalte zugänglich zu machen. Kunden können digitale Inhalte also entweder einmalig käuflich erwerben und zeitlich unbegrenzt nutzen oder sie zahlen für die Bereitstellung und den Zugriff auf einen Inhalt und können diesen für die Dauer des bestehenden Vertrages nutzen. Insgesamt verändert sich das Kaufverhalten weg vom traditionellen Erwerben eines physischen Produkts (Rowland, 2015b, S. 145) hin zu einer dauerhaften Beziehung zwischen Käufer und Dienstleister (Rowland, 2015b, S. 115). Es gibt viele verschiedene Geschäftsmodelle, die mit der Bereitstellung und Nutzung von digitalen Services einhergehen (Rowland, 2015b, S. 146). Neben den reinen Inhalten stellen die meisten dieser Services auch Funktionalität auf den Geräten zur Verfügung, auf denen sie abrufbar sind (Wäljas et al., 2010, S. 219). Aus den Geräten und den Services ergibt sich die UX, die der Kunde wahrnimmt (Rowland, 2015b, S. 115). Rowland (2015b, S. 149) verweist darauf, dass ein gutes UX Design die Bedürfnisse der Nutzer und das richtige Geschäftsmodell in Einklang bringen muss. In der vorliegenden Arbeit liegt der Fokus jedoch nicht auf ökonomischen Aspekten oder Geschäftsmodellen. Für ein Verständnis von MDCP-Ökosystemen und Services muss das Thema aus Sicht der Nutzer und ihres Nutzungsverhaltens genauer analysiert werden.

2.3.1 Multichanneled services

Ein *multichanneled service* ermöglicht den Nutzern den Zugriff auf einen digitalen Service über verschiedene Geräte oder Plattformen (Dong et al., 2016, S. 63). Ziel eines multichanneled services ist es jederzeit und überall auf Nutzerbedürfnisse hinsichtlich eines Bedarfs an Information, Inhalten oder Funktionalität eingehen zu können (Halkosaari, Sarjakoski, Ylirisku & Sarjakoski, 2013, S. 72; Wäljas et al., 2010, S. 220). Obwohl der Kern des Services erhalten bleibt, können die Features bei den jeweiligen Geräten je nach den ihnen zur Verfügung stehenden Input- und Outputmöglichkeiten variieren oder sich aufgrund des jeweiligen Einsatzgebietes des Geräts unterscheiden (Dong et al., 2016, S. 63). Für die Gestaltung der Benutzerschnittstelle eines solchen Services rät Levin (2014, S. 28–29) zu einem konsistenten Design, welches sie unter Beibehaltung der grundsätzlichen UX, des Inhalts, des Flows, der Struktur und der Kernfunktionalität beschreibt. Übereinstimmend mit den Paradigmen eines multichanneled service sind laut der Autorin zwar kleinere Anpassungen je Gerät zulässig, jedoch muss die gesamte Experience vollständig und unabhängig auf jedem Gerät konsumiert werden können (Levin, 2014, S. 4). Somit ist der Begriff *konsistentes Design* streng genommen falsch, da Anpassungen je Gerät zwangsläufig eine Abkehr von der Konsistenz im Sinne einer Einheitlichkeit bedeuten. Es handelt sich hierbei vielmehr um Kohärenz. Diese Kohärenz nimmt der Nutzer dann wahr, wenn er einen Service auf verschiedenen Plattformen nutzt, dieser je Gerät angepasst wurde, jedoch zusammengehörig auf ihn wirkt. Wäljas et al. (2010) nennen als Kriterium für die Kohärenz die Komposition, den Interaktionsfluss sowie die Inhalte und die Kontinuität.

2.3.2 Cross-media services

Ein *cross-media service* verteilt die Funktionalität des Services anhand der Stärke und anhand der Affordanz des jeweiligen Gerätes (Wäljas et al., 2010, S. 219). Nutzt jeder Gerätetyp seine jeweiligen Stärken, so ist für Dong et al. (2016, S. 63) die Funktionalität des Services auf den Geräten meist nicht identisch.

Auch wenn es sich bei beiden Service-Arten um grundsätzlich verschiedene handelt, schließen sich cross-media und multichanneled nicht grundsätzlich aus. Es gibt cross-media services, die gleichzeitig auf verschiedenen Plattformen abrufbar sind. Somit sind sie auch multichanneled services, die cross-media Elemente verwenden. Beispiel hierfür ist der Music-Streaming-Dienst Spotify. Über eine App auf dem Smartphone oder dem

SmartTV lässt sich Musik unabhängig vom jeweils anderen Gerät hören (multichanneled). Gleichzeitig ist es aber auch möglich, mit Hilfe der Smartphone-App die Musikwiedergabe auf dem TV-Gerät zu steuern (cross-media). Diese Verbindung aus Kopplung der Endgeräte und Verfügbarkeit des Services auf allen Geräten bietet einen besonderen Mehrwert für den Nutzer. Der Nutzer kann zum einen den Service in verschiedenen Kontexten unabhängig auf verschiedenen Geräten (mobil oder zuhause; allein oder in Gruppen) nutzen. Außerdem kann er mit Hilfe der hohen Verfügbarkeit genau das Gerät auswählen, das die bestmögliche Wiedergabe garantiert oder zum aktuellen Kontext passt. Die plattform- und geräteübergreifende Interaktion bietet zusätzlich den Vorteil, dass wenn der Service beispielsweise über den Fernseher genutzt wird, dieser einfach und bequem über die Smartphone-App gesteuert werden kann. Diese Steuerung via touchbasierter Smartphone-App stellt insofern einen zusätzlichen Vorteil dar, weil sie sich im Gegensatz zu einer herkömmlichen Fernbedienung besser nutzen lässt.

2.3.3 Zusammenfassung multichanneled und cross-media services

Die vorgestellte Serviceperspektive definiert das Thema geräte- und plattformübergreifende Ökosysteme über die verschiedenen Servicearten, die mehrere Geräte auf unterschiedliche Art und Weise involvieren. Eine Form der Nutzbarkeit von Services ist die vollständige, ununterbrochene und unabhängige Verfügbarkeit auf unterschiedlichen Geräten. Mit Hilfe dieser multichanneled services kann ein Nutzer den Service auf all seinen verfügbaren Geräten bedürfnisgerecht einsetzen. Durch die Möglichkeit die Geräte des Nutzers über Services zu verbinden, lässt sich eine weitere Ebene der Nutzbarkeit erreichen. Diese cross-media services ermöglichen auf Anwendungsebene, dass sich die Geräte untereinander beeinflussen und erlauben so eine erweiterte und erleichterte Bedienung aus Nutzersicht. Ob ein Service als multichanneled oder als cross-media gilt, hängt damit zusammen, ob die einzelnen Geräte exklusiv auf Teile des Services zugreifen können oder ob alle Geräte immer unabhängig voneinander auf die volle Funktionalität des Services zugreifen können (Wäljas et al., 2010, S. 220). UX-Designer können durch die Entscheidung darüber, auf welche Art sie das Featureset auf die Geräte verteilen, unterschiedliche Formen von UX entstehen lassen (Wäljas et al., 2010, S. 221). Ein Service, der Vorteile beider unterschiedlicher Servicearten beinhaltet, kann darüber hinaus einen besonderen Mehrwert für den Nutzer darstellen.

2.4 HMI-Perspektive

Eine völlig andere Definition der MDCP-Thematik ist die Beschreibung der Begriffe aus Perspektive des Gebrauchs oder über Anforderungen an die Schnittstellengestaltung. Sowohl die Untersuchung der Gebrauchsmuster von Nutzern als auch das Ableiten von Anforderungen an Schnittstellen und Anwendungen sind zentrale Bestandteile der HMI-Forschung. Hierbei steht nicht das Gerät im Vordergrund, sondern vielmehr der Nutzer und dessen Interaktion mit entsprechenden MDCP-Anwendungen.

Jokela et al. (2015) identifizieren in ihrer Studie grundsätzlich zwei Arten von Gebrauchsmustern, die bei einem geräteübergreifenden Einsatz in alltäglichen Situationen zur Anwendung kommen. Diese sind der parallele, also der gleichzeitige Einsatz von mehreren Geräten oder der sequenzielle Einsatz von Geräten, bei denen die beteiligten Geräte in einer Abfolge benutzt werden (Jokela et al., 2015). Die Begriffe *multi-device* oder *multi-device environment* an sich sagen nichts darüber aus, wie die Geräte miteinander verwendet werden. Daher ist eine Definition aus der Geräte- und Serviceperspektive alleine nicht ausreichend.

2.4.1 Paralleler Gebrauch von Geräten

Smarte Geräte können und werden häufig von Nutzern gleichzeitig verwendet. Dabei können sie eine Erweiterungs- oder Unterstützungsfunktion innerhalb einer Nutzeraktivität einnehmen. Wird beispielsweise ein Gerät dafür eingesetzt, um einem anderen Gerät über einen Hotspot den Zugang zum Internet zu verschaffen, ist dies eine Form der Mehrgerätenutzung. Bei diesem parallelen Einsatz von Geräten, auch *resource lending* genannt (Jokela et al., 2015, S. 3908), fokussiert sich der Nutzer auf ein Gerät. Weder das zusätzliche Gerät noch die genutzte Anwendung auf dem Primärgerät ermöglichen in dieser Konstellation eine echte MD UX.

Anders sieht das dagegen beim *related parallel use* aus. Hier werden mehrere Geräte für eine Aufgabe eingesetzt. Dadurch werden verschiedene Betrachtungsmöglichkeiten auf die aktuelle Aufgabe ermöglicht. Durch den Abruf von Inhalten oder Applikationen lösen die Geräte jeweils bestimmte Teilaufgaben (Jokela et al., 2015, S. 3909).

Die in der Studie von Jokela et al. (2015) am häufigsten beobachteten Gerätekombinationen sind (Jokela et al., 2015, S. 3909):

- der Abruf von Informationen auf dem Smartphone während der Betrachtung eines Films,

- das Abrufen von Videoinhalten auf einem Gerät, um ein anderes Gerät zu installieren,
- die Kommunikation mit anderen Menschen über ein Smartphone, während über ein weiteres internetfähiges Gerät Informationen abgerufen werden.

Letzteres wird laut der Autoren am schlechtesten unterstützt (Jokela et al., 2015, S. 3912).

Ähnlich betrachtet auch Levin (2014, S. 5) dieses Thema. Die Autorin nähert sich hierbei jedoch aus der Perspektive des UX-Designers für MD-Anwendungen. Laut der Autorin müssen sich Geräte durch ein komplementäres Anwendungsdesign gegenseitig ergänzen und eine verbundene Gruppe bilden. Die wechselseitige Beziehung der Geräte kann hierbei in Form von Zusammenarbeit oder in Form von Kontrollfunktionen oder Fernbedienungsfunktionen gestaltet sein (Levin, 2014, S. 95). Es muss sich dabei nicht zwingend nur um zwei Geräte handeln, sondern in MD-Szenarien aus dem Bereich Gaming können durchaus mehrere Geräte beteiligt sein (Levin, 2014, S. 105). Entscheidend ist laut der Autorin auch hier der simultane Einsatz von Geräten.

Die letzte Variante der Parallelnutzung ist der gleichzeitige aber beziehungslose Gebrauch von mehreren Geräten, der so genannte *unrelated parallel use* (Jokela et al., 2015, S. 3909). Die Geräte werden in verschiedene Aufgaben, die zur gleichen Zeit simultan ablaufen, involviert, wobei keine direkte wechselseitige Beeinflussung untereinander gegeben sein muss. Beispiele, die die Teilnehmer innerhalb der Studie der Autoren angaben, umfassten vor allem die Begleitung einer Primäraufgabe auf einem primären Gerät durch eine sekundäre Aufgabe/ Bedürfniserfüllung auf einem sekundären Gerät. Konkret kann dies die Erledigung von Arbeit auf einem Laptop sein, während über ein weiteres Gerät Musik gehört wird (Jokela et al., 2015, S. 3909).

2.4.2 Sequenzieller Gebrauch von Geräten

Auch beim *sequential use* werden mehrere Geräte benutzt. Anders als bei der parallelen Nutzung werden hier verschiedene Geräte in einer Abfolge genutzt. Für den Gerätewechsel gibt es verschiedene Motivationen bei den Nutzern.

Einerseits gibt es den freiwilligen Wechsel, wodurch sich die Nutzer erhoffen, ihre aktuelle Aufgabe leichter zu erledigen. Andererseits kann ein Wechsel als notwendig

empfunden werden, weil das neue Gerät besser für die Erledigung der aktuellen Aufgabe geeignet scheint. Jokela et al. (2015, S. 3907) abstrahieren aus den Probandenberichten ihrer Studie folgende Kategorien des freiwilligen Wechsels von Geräten:

- der Charakter der aktuellen Aufgabe hat sich geändert,
- die Änderungen des physischen oder sozialen Kontexts,
- die Änderung der Aufgabe und des Kontexts gleichzeitig.

Technische Probleme und/ oder limitierte Bedienbarkeit einzelner Geräte hingegen wurden als unfreiwillige Ursachen für den sequenziellen Gebrauch von Geräten genannt (Jokela et al., 2015, S. 3908).

Levin (2014, S. 67) stellt für die sequenzierten Nutzeraktivitäten eine Beziehung zu dem von ihr propagierten Kontinuitätsprinzip her. Hierbei verweist die Autorin darauf, dass das UX Design so gestaltet werden muss, dass es die Bedürfnisse und Ziele der Nutzer durch die Verbindung mehrerer Geräte bestmöglich unterstützt. Die Bedürfnisse und Ziele betreffen, laut der Autorin, nicht mehr nur eine Aufgabe, sondern eine ganze Reihe von Aufgaben. Als Rahmen für die Auswahl der Geräte und deren Nutzungsreihenfolge macht die Autorin folgende Kriterien aus (Levin, 2014, S. 67):

- den Aktivitätsfluss des übergeordneten Bedürfnisses (Beispiel: Um kochen zu können, müssen erst Lebensmittel bestellt werden),
- den Kontext und die zur Verfügung stehenden Geräte,
- die Einschätzung des Nutzers, welche Geräte für welche Teilaufgabe am besten geeignet sind, um das finale Ziel zu erreichen.

2.4.3 Grundlagen der Benutzerschnittstellengestaltung in der Forschungsdomäne

Ziel jeder MDE ist es, durch das Ermöglichen eines gezielten Gerätewechsels oder einer gezielten Kombination verschiedener Geräte die Bedürfnisse der Nutzer optimal zu unterstützen (Paternò, 2019, S. 14). MD- und MDCP-Ökosysteme haben das Potential durch die Kombination aus geräte- und plattformübergreifenden Interaktionen, Service-Verfügbarkeit und geeigneten Benutzerschnittstellen den Aufgaben, Kontexten und Bedürfnissen der Nutzer besser gerecht zu werden, als die Nutzung einzelner Geräte dies könnte. Im Rahmen dieser Arbeit wird der Fokus auf die Gestaltung der Benutzerschnittstellen von MDCP-Ökosystemen gelegt. In Abschnitt 2.1 wurde eine allgemeine

Definition des Begriffs UX dargelegt. Im Folgenden wird dieser Begriff vor dem Hintergrund des Themas definiert. Eine allgemeine Definition des Begriffs ist in der aktuellen Literatur nicht zu finden.

Als Grundlage für die vorliegende Arbeit wird *multi-device cross-platform user experience* (MDCP UX) wie folgt definiert: MDCP UX beschreibt den gesamten Erlebnischarakter, der auf Nutzer wirkt und der sich sowohl aus der Gesamtheit der einzelnen user experiences je Gerät als auch durch die UX des Zusammenspiels aller Geräte und über alle Plattformen hinweg ergibt.

Im Allgemeinen gilt: Bei MDE können nicht nur unterschiedlich große Geräte involviert sein, sondern auch unterschiedliche Modalitäten zum Einsatz kommen. Geräte mit unterschiedlichen Interaktionsmechanismen oder Eingabemodalitäten können sich zu einer Umgebung zusammenfügen und gerade durch ihre Unterschiedlichkeit Nutzer je Kontext bestmöglich unterstützen (Levin, 2014, S. 3). Die vorliegende Arbeit lässt sich explizit von multimodalen Untersuchungen abgrenzen, bei denen gerätespezifische Eingabemodalitäten ihren Beitrag zu einer übergeordneten MDCP UX leisten. Durch die Fokussierung auf die Gestaltung touchbasierter Schnittstellen sollen möglichst viele Implikationen vermieden werden, die durch unterschiedliche Interaktionsmodalitäten entstehen könnten. Stattdessen sollen mit Hilfe der Fokussierung auf eine bestimmte Anwendungsdomäne und Interaktionsmodalität Ergebnisse erzeugt werden, die sich tatsächlich auf den Untersuchungsgegenstand zurückführen lassen.

Es ist davon auszugehen, dass technische Innovationen weitere neue Geräte und Interaktionsformen hervorbringen werden. Durch diesen ständigen Wandel und die Verbesserung bereits bestehender Interaktionsformen wie sprach- und gestenbasierte Interaktionen steht immer wieder die Vermutung im Raum, dass die ältere touchbasierte Bedienung über ein Display ersetzt werden könnte (Spies & Wenger, 2018, S. 191). Doch obwohl Gesten- und Sprachbedienung mittlerweile einen hohen Reifegrad erreicht haben und in vielen Kontexten verwendet werden, sind graphische Schnittstellen nicht verschwunden. Folglich ist viel mehr davon auszugehen, dass es zu einer Erweiterung des Spektrums kommt und nicht zu einer Surrogation. Zu dieser Einschätzung kommen auch Spies und Wenger (2018, S. 191). Sie verdeutlichen, dass die Auswahl der konkreten Interaktion von der jeweiligen Aufgabe abhängt. Explizit verweisen die Autoren darauf, dass gewisse Aufgaben sich besser über einen Bildschirm erledigen lassen.

Aber selbst wenn eine MDCP-Anwendung für unterschiedliche Geräte mit gleichem Interaktionsparadigma – beispielsweise touchbasiert – gestaltet werden soll, gibt es eine Reihe von Herangehensweisen, um die konkrete UI-Gestaltung zu realisieren.

Die zentralen Begriffe bei der MDCP-UI-Gestaltung sind Konsistenz, Kohärenz und Anpassungen. Gerade Konsistenz und Kohärenz werden umgangssprachlich oft synonym verwendet, da beide einen Zusammenhang ausdrücken. Eine Differenzierung ist jedoch hinsichtlich der UI-Gestaltung unerlässlich, da eine konsistente und eine kohärente Schnittstellengestaltung unterschiedliche, sogar teilweise gegensätzliche Zielsetzungen verfolgen.

Laut Duden beschreibt Konsistenz einen strengen gedanklichen Zusammenhang, besonders hinsichtlich einer durchgängigen Logik. Bezugnehmend auf eine Schnittstelle bedeutet dies grundsätzlich zunächst, dass sie in ihrer Gesamtheit einer einheitlichen Logik folgt, die bei allen Komponenten berücksichtigt werden sollte. Butz und Krüger (2017, S. 78–79) verweisen in diesem Zusammenhang auf unterschiedliche Arten der Konsistenz und unterstreichen deren Wichtigkeit für das Verständnis einer Anwendung seitens der Nutzer. Sie nennen hierbei:

- Syntaktische Konsistenz (Butz & Krüger, 2017, S. 78): Dinge funktionieren strukturell immer gleich. Beispielsweise ist ein Button mit gleicher Funktion auch immer an der gleichen Stelle verortet.
- Semantische Konsistenz (Butz & Krüger, 2017, S. 78): Ein bestimmtes Kontrollelement, das in verschiedenen Kontexten auftritt, funktioniert immer gleich.
- Terminologische Konsistenz (Butz & Krüger, 2017, S. 79): Eine bestimmte Funktion wird immer gleich bezeichnet.

Neben diesen verschiedenen Formen der Konsistenz gibt es zwei grundlegende Unterscheidungsmöglichkeiten (Butz & Krüger, 2017, S. 79):

- Innere Konsistenz: Beschreibt die Konsistenz innerhalb einer einzelnen Anwendung. Übertragen auf die vorliegende Arbeit beschreibt die innere Konsistenz die produktspezifische oder markenspezifische Einheitlichkeit einer Anwendung.
- Äußere Konsistenz: Beschreibt eine Konsistenz über verschiedene Anwendungen oder Geräte hinweg. Meist werden Konventionen innerhalb einer

Plattform oder einer Geräteklasse eingehalten, nicht jedoch darüber hinaus. Übertragen auf die vorliegende Arbeit beschreibt die äußere Konsistenz die plattformspezifische Einheitlichkeit einer Anwendung.

In MDCP-Umgebungen ist es besonders schwierig, innere und äußere Konsistenz zu berücksichtigen oder abzuwägen. Verteilt sich die Anwendung auf mehrere Geräte mit unterschiedlichen Plattformen, auf die auch unterschiedliche Konventionen einwirken (also äußere Konsistenzen), kann die Einheitlichkeit des Produktes (also die innere Konsistenz) nicht gewährleistet werden. Andererseits wenn die innere Konsistenz auf allen Geräten berücksichtigt wird, um eine Einheitlichkeit des Produktes zu garantieren, so kann nicht auf die äußere Konsistenz (die plattformspezifischen Patterns und Konventionen) Rücksicht genommen werden.

Welchen Stellenwert Konsistenz als Gestaltungsparadigma innerhalb der HMI-nahen Wissenschaften hat, lässt sich daran ablesen, dass sie von Experten in Design Guidelines oder Golden Rules immer wieder genannt wird:

- Norman (1983): Konsistenz des Systems: Das System sollte in seiner Struktur und Gestaltung des Befehls konsistent sein, um Erinnerungsprobleme beim Abrufen der Operation zu minimieren.
- Nielsen (1994): Wörter, Situationen oder Handlungen sollten dasselbe bedeuten. Plattformkonventionen sollten befolgt werden.
- Shneiderman und Plaisant (2016): In ähnlichen Situationen sollten konsistente Abfolgen von Aktionen erforderlich sein. In Eingabeaufforderungen, Menüs und Hilfebildschirmen sollte eine identische Terminologie verwendet werden. Farben, Layouts, Groß- und Kleinschreibung, Schriftarten usw. sollten durchgehend konsistent verwendet werden. Ausnahmen, wie die erforderliche Bestätigung des Löschbefehls oder das Nicht-Echo von Passwörtern, sollten verständlich und in ihrer Anzahl begrenzt sein.

Während sich Norman (1983) und Shneiderman und Plaisant (2016) eindeutig auf die innere Konsistenz fokussieren, will Nielsen (1994) auch die äußere Konsistenz berücksichtigen. In beiden Fällen soll sich die Vorhersagbarkeit eines Systems erhöhen (Butz & Krüger, 2017, S. 78). Damit einher geht die Vermutung, dass sich Nutzer an gewisse Verhaltensweisen einer Schnittstelle gewöhnen und diese dann immer erwarten (Johnson, 2014, S. 156). Auf diesem Grundgedanken basieren auch die Human Interface

Guidelines von Herstellern wie Apple und Google oder Standards wie EN-ISO 9241-110. Explizit zu nennen ist hierbei der Abschnitt *Erwartungskonformität* des Standards. Erlern-tes wird immer wieder wiederholt und verinnerlicht. Dadurch soll die Nutzung von neuen Anwendungen keine Herausforderung für die Nutzer darstellen (Johnson, 2014, S. 221). Auch im MDCP-Bereich erhofft man sich einen Vorteil durch die Berücksichtigung der inneren Konsistenz bei der Schnittstellengestaltung und einen erleichterten Gerätewechsel sowie eine geringere Lernzeit (Wäljas et al., 2010, S. 227). In jüngster Zeit sind jedoch kritische Expertenmeinungen zu registrieren, die dieses kategorische Paradi-gma hinterfragen (Spool, 2018). Übertragen auf den Bereich MDCP steht innere Kon-sistenz für eine möglichst getreue Übernahme von HMI-Konzepten auf alle beteiligten Geräte, unabhängig davon, welche Patterns bei der jeweiligen Geräteplattform üblich sind (Johnson, S. 156; Levin, 2014; Nagel, 2016; Wäljas et al., 2010, S. 221). Auch in dieser Arbeit wird mit dieser Definition von innerer Konsistenz eine Übernahme einer be-stimmten Benutzerschnittstellengestaltung mit minimalen oder ohne Anpassungen je Gerät verstanden. Minimal bedeutet, dass sich die grundsätzliche Darstellung, die Struktur und die Interaktionsmechanismen nicht verändern dürfen. Im Bereich multi-device wird besonders häufig die innere Konsistenz als ein wichtiges Prinzip der UI-Gestaltung genannt (Levin, 2014, S. 4; Nagel, 2016, S. 144; Wäljas et al., 2010, S. 222). Ob-wohl das Thema Konsistenz immer noch von namhaften Institutionen wie der Nielsen Norman Group aufgegriffen wird, werden keine konkreten Hilfestellungen gegeben, wie die innere Konsistenz und die äußere Konsistenz ausgeglichen werden können (Moran, 2019). Besonders für geräte- und plattformübergreifende Interaktionen stellt dies eine Lücke dar.

Kohärenz hingegen bedeutet eher einen übergreifenden Zusammenhang und eine innere Logik im übertragenen Sinne. Laut Duden ist Kohärenz ein Zusammenhang oder eine Abstimmung beziehungsweise Koordination. Im Gegensatz zu Konsistenz ist Ko-härenz also ein weniger strenger oder ein weniger prinzipieller Zusammenhang. Zwei Schnittstellen, die kohärent zueinander sind, müssen nicht exakt gleich aussehen, son-dern ähnlich zueinander sein (Nagel, 2016, S. 163). Das Wort *konsistent* lässt sich eher mit dem Wort *identisch* umschreiben, das Wort *kohärent* eher mit *ähnlich*. Übertragen auf die Schnittstellengestaltung meint Kohärenz einen sinngemäßen Zusammenhang. Also kön-nen Schnittstellen als kohärent seitens der Nutzer wahrgenommen werden, bei denen es

jedoch zwischen den Schnittstellen kleinere Abweichungen gibt. Es muss bei den Schnittstellen und deren Gestaltung zwingend Merkmale geben, die so ausgeprägt sind, dass der Nutzer einen Bezug herstellen kann (S. W. Kim, Jo & Ha, 2011, S. 443). Ein gewisses Maß an Konsistenz ist also für eine Kohärenz notwendig. Diesen Zusammenhang greifen auch Wäljas et al. (2010) in ihrem Framework auf. Laut der Autoren leistet eine kohärente Gestaltung von allen Schnittstellen ihren Beitrag zu einer UX, die einen Mehrwert für den Nutzer liefert (Wäljas et al., 2010, S. 219). Dieser Überzeugung schließen sich Paternò (2019, S. 1) und (S. W. Kim et al., 2011, S. 443) an.

Andererseits bedeutet eine konsistente oder kohärente Gestaltung im MD-Bereich auch, dass es für die einzelnen Geräte keine oder nur sehr wenige spezifische Optimierungen gibt. Um Optimierungen je Gerät zu erreichen, muss eine generische oder spezifische Schnittstellengestaltung immer angepasst werden. Anpassungen können sich auf Formfaktoren beziehen. Sind beispielsweise die Größenunterschiede zwischen den Geräten innerhalb einer MD-Umgebung erheblich, können Änderungen der Darstellung und Visualisierung notwendig sein. Die Anpassungen für eine Schnittstelle können auch dynamisch, kontextbasiert oder eventgetriggert sein und Auswirkungen auf das Arrangement der UI-Elemente, das Verhalten der Anwendung oder auf deren Inhalte haben (Paternò, 2019, S. 7).

Ebenso können Anpassungen im Rahmen des Gestaltungsprozesses erwogen werden, um Schnittstellen von Anfang an auf die beteiligten Geräteplattformen hin zu optimieren (Erhöhung der äußeren Konsistenz). Dies gilt besonders bei MDCP-Umgebungen, bei denen im Gegensatz zu MD-Umgebungen immer unterschiedliche Plattformen beteiligt sind. Hier müssen für einzelne Schnittstellen der MDCP-Umgebung Anpassungen gemacht werden. Statt einer konsistenten Gestaltung, bei der die Schnittstellen möglichst ähnlich gehalten werden (höchstmögliche innere Konsistenz), werden bei diesem Ansatz typische Patterns der Plattformen gegenüber dem spezifischen UI-Design bevorzugt (höhere äußere Konsistenz). Teile des spezifischen UI-Designs werden durch plattformspezifische Patterns ersetzt oder mit diesen kombiniert. Dieser Prozess wird als *plattformspezifische Anpassung* bezeichnet. Im Folgenden werden diese und gerätegrößen-spezifische Anpassungen anhand eines Beispiels illustriert.

Es gibt unterschiedliche Formen für den Aufbau und die Strukturierung von Anwendungen. Ein gängiges Beispiel ist, dass die Navigation einer Webseite meistens in

der linken oberen Hälfte der Seite zu finden ist und der Form nach einem umgekehrten L ähnelt. Dieser Aufbau lässt sich aufgrund erheblicher Größenunterschiede nicht auf andere Geräte wie Smartphones und Tablets übertragen, ohne dabei Einbußen hinsichtlich der Usability und UX hinzunehmen. Bei einem Smartphone würde in der Regel der Platz nicht reichen und eine Anpassung von Nöten sein. Im Gegensatz dazu wäre der Platz bei einem Tablet ausreichend, jedoch sind auch hier Anpassungen erforderlich. Ergonomische Aspekte sowie andere gängigere Patterns können hier für einen individuellen Gestaltungsprozess mit Anpassungen sprechen. Wie erwähnt, können Anpassungen außerdem dafür sorgen, dass die UI je Gerät noch spezifischer und konformer zu den Patterns der dazugehörigen Plattform ist. So kann ein UI-Design für Android oder iOS optimiert sein. Dabei handelt es sich um plattformspezifische Anpassungen.

Gerade Hersteller interaktiver Systeme oder Designer von MDCP-Umgebungen müssen sich fragen, inwieweit sie auf ein eigenes spezifisches UI-Design setzen, das sich von den Plattformpatterns abhebt. Alternativ dazu können sie Anpassungen in Richtung der Plattformen zugunsten einer höheren äußeren Konsistenz vornehmen. Ein Schnittstellengestaltungsansatz mit einer höheren äußeren Konsistenz bietet einen Vorteil hinsichtlich einer besseren Kontrolle über das Endergebnis (Paternò, 2019, S. 4). Außerdem wird dem Nutzer der Einstieg und das Erlernen der Anwendungslogik durch den Einsatz bekannter plattformspezifischer Gestaltungslösungen erleichtert (Levin, 2014, S. 43; Nagel, 2016, S. 163). Es gibt unterschiedliche Ansichten darüber, ob ein solcher Ansatz weniger (Levin, 2014, S. 43) oder mehr (Paternò, 2019, S. 4) Wartungsaufwand bedeutet. In jedem Fall bedeutet eine Erhöhung der äußeren Konsistenz, dass plattformspezifische Anpassungen eines produktspezifischen HMI-Designs vorgenommen werden müssen.

Diese plattformspezifischen Anpassungen stehen im Fokus der vorliegenden Arbeit. Jegliche plattformspezifischen Anpassungen einzelner Schnittstellen innerhalb einer MDCP-Anwendung führen zu einer Differenzierung oder Abwandlung eines ursprünglichen Designs. Daher birgt auch dieser Ansatz Risiken in sich. Durch falsche Anpassungen kann das Zusammengehörigkeitsgefühl verloren gehen oder die UI im Vergleich als fragmentiert wahrgenommen werden (Wäljas et al., 2010, S. 221). Darüber hinaus können Anpassungen den typischen Charakter eines Produkts verfälschen oder verschleiern. Durch den Einsatz standardisierter Patterns kann die Einzigartigkeit des UI-Designs eines Produktes verloren gehen. Aus diesen produktstrategischen Gründen wird häufig

auch für MDCP-Anwendungen ein Ansatz mit hoher innerer Konsistenz ohne Anpassungen bevorzugt, ohne dieses Prinzip zu hinterfragen (Axbom & Royal-Lawson, 2019).

Zusammenfassend werden im Rahmen dieser Arbeit die Begriffe wie folgt verwendet:

- Konsistente Gestaltung / innere Konsistenz: Eine Übertragung eines UI-Konzepts ohne oder mit minimalen Anpassungen;
- Kohärente Gestaltung: Unterschiedliche UI-Konzepte auf unterschiedlichen Geräten, die aber eine klar erkennbare Zusammengehörigkeit vermitteln;
- Anpassung: Jegliche Form der Veränderung einer ursprünglichen Schnittstellengestaltung (bedingt durch Größenunterschiede der involvierten Geräte);
- Plattformspezifische Anpassungen/ äußere Konsistenz: Anpassungen, die die gängigen Gestaltungsmustern und Guidelines einer Plattform aufgreifen. Das Ziel ist ein spezifisches UI-Design in ein plattformkonformes Design zu überführen. Dabei können einzelne Teile oder die gesamte Schnittstelle plattformspezifisch angepasst werden. So kann auch eine Schnittstelle entstehen, die produktspezifische nicht übliche Patterns und gängige Plattformpatterns gleichzeitig beinhaltet.

2.5 Zusammenfassung und Taxonomie

Es gibt verschiedene Voraussetzungen für die Möglichkeit, Geräte sequenziell zu benutzen. Daraus lassen sich neben den technischen Anforderungen an die Geräte auch Anforderungen an die UI-Gestaltung ableiten. Es müssen ein nahtloser und einfacher Übergang sowie eine Synchronisation der Daten über alle Geräte hinweg gewährleistet sein, um einen echten Mehrwert zu liefern. Dazu braucht es geeignete Anwendungen, die für einen einfachen Wechsel zwischen den Geräten die richtige Grundlage bereitstellen (Paternò, 2019, S. 1).

In ihrer Taxonomie versuchen die Autoren Brudy et al. (2019) die vorangegangenen Perspektiven auf das Thema zusammenzufassen.

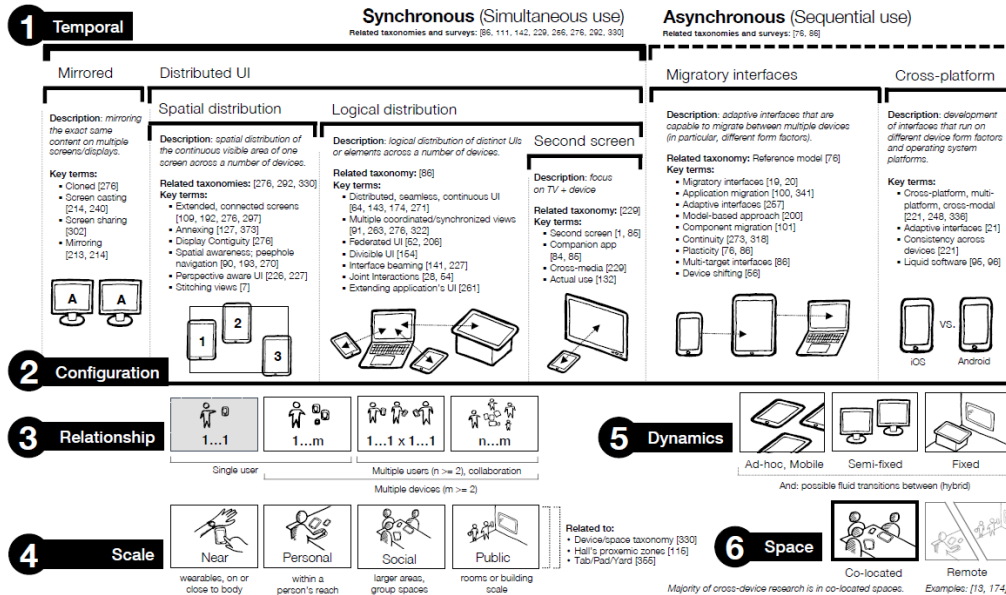


Abbildung 2 – Taxonomie nach Brudy et al. (2019)(Quelle: Brudy et al. (2019, S. 4))

Statt der Bezeichnung MD oder MDCP bezeichnen die Autoren das Forschungsgebiet mit dem Begriff *cross-device*. Die Autoren legen sechs Dimensionen fest. Wie Abbildung 2 zu entnehmen ist, sind dies Zeit (1), Konfiguration (2), Beziehung (3), Rahmen (4), Dynamik (5) und Ort (6). In der zeitlichen Dimension wird unterschieden, ob die Interaktion synchron oder asynchron also in einer Abfolge von Geräten erfolgt (Brudy et al., 2019, S. 4). Diese Dimension ist identisch mit dem zuvor beschriebenen parallelen oder sequenziellen Gebrauch mehrerer Geräte. Innerhalb der synchronen Benutzung sind die Hauptkategorien gespiegelte und verteilte Schnittstellen. Bei der asynchronen Benutzung geht es laut der Autoren vor allem um die Verschiebung von Schnittstellen zwischen den Geräten. Die Forschung rund um das Thema *cross-platform* beschäftigt sich damit, Applikationen produktspezifisch konsistent auf unterschiedlichen Plattformen darzustellen (Brudy et al., 2019, S. 4).

In der dritten Dimension werden nach Anzahl der Personen (1...n) und Anzahl der Geräte (1...m) unterschiedliche Mensch-zu-Gerät-Beziehungen unterschieden. Für die Autoren fallen 1:1 Beziehungen – also eine Person interagiert mit einem Gerät – nicht in das Forschungsgebiet. Beziehungen, bei denen eine Person mit mehreren Geräten interagiert (1:m), bezieht sich beispielsweise auf eine bestimmte Gerätekonstellation an einem Arbeitsplatz. Bei kollaborativen Konstellationen – also mit mehreren Personen – lassen sich zwei Gruppen unterscheiden: Gruppenaktivitäten, bei denen jede Person ein

einzelnes Gerät benutzt oder Aktivitäten, bei denen beliebig viele Personen beliebig viele Geräte benutzen (Brudy et al., 2019, S. 4).

In der vierten Dimension geht es darum, in welchem Rahmen die Interaktion stattfindet, etwa im Nahbereich, im persönlichen Bereich, in einem sozialen Umfeld oder in der Öffentlichkeit (Brudy et al., 2019, S. 4).

Unterschiede hinsichtlich der Nutzungsdynamik werden in der fünften Kategorie zusammengefasst. Dabei können *cross-device* Interaktionen ad-hoc oder mobil, teilweise stationär oder in stationären Umfeldern stattfinden. Gerade stationäre Umfeldler hängen mit der Unbeweglichkeit mancher Geräte zusammen, wohingegen bei ad-hoc und mobilen Umfeldern die Beweglichkeit dynamische Veränderungen in der Zusammensetzung solcher Umgebungen erlaubt.

In der sechsten Kategorie wird zwischen einer gemeinsamen Verortung und einer räumlich getrennten Verortung unterschieden.

Auch wenn durch diese Taxonomie der Austausch zwischen den Wissenschaftlern erleichtert werden kann, so können sich Systeme in der Realität über die Grenzen mehrerer Dimensionen erstrecken. Daher hat diese Taxonomie auch ihre Grenzen. Dennoch ist dieser sehr umfassende Versuch, die Literatur zu kategorisieren, ein guter Ansatz. Er wird auch in Kapitel 4 der vorliegenden Arbeit genutzt, um einen Rahmen für die Literaturrecherche zu bilden.

3 Herausforderungen bei Multi-Device-Cross-Platform-User-Experience-Gestaltung und Multi-Device-Cross-Platform-User-Interface-Gestaltung

Wie im vorhergehenden Abschnitt bereits skizziert, gibt es eine Reihe von Herausforderungen, die mit einem geänderten Nutzungsverhalten und sich verändernden Erwartungen der Nutzer einhergehen. Diese betreffen im Prinzip alle MDCP-Anwendungen und werden in diesem Kapitel daher als allgemeine Herausforderungen näher beleuchtet.

Darüber hinaus gibt es in den jeweiligen Domänen, in denen MDCP-Anwendungen oder Umgebungen angesiedelt sein können, weitere spezifische Herausforderungen. Damit die vorliegende Arbeit einen wissenschaftlichen und praktischen Mehrwert liefern kann, müssen diese domänenspezifischen Herausforderungen erhoben und analysiert werden. Gleichzeitig wird so der Geltungsbereich der vorliegenden Arbeit und deren Ergebnisse näher spezifiziert. Diese domänenspezifischen Herausforderungen werden im zweiten Teil dieses Kapitels präsentiert. Sie resultieren aus einer Erhebung in Form von Interviews mit Experten, die Expertise mit MDCP-Anwendungen im Fahrzeug haben.

3.1 Allgemeine Herausforderungen

Eine der Herausforderungen mit der Software-Entwickler, UX-Designer und UI-Designer Probleme haben ist, dass sich das digitale Konsumierungsverhalten der Nutzer mit der wachsenden Anzahl der Geräte gewandelt hat (Levin, 2014, S. 50; Paternò, 2019, S. 6; Rowland, 2015a, S. 338). Nutzer erwarten die Verfügbarkeit von Inhalten, Services und den dazugehörigen Anwendungen auf all ihren Geräten mit einer geeigneten Experience (Jokela et al., 2015, S. 3903). Für Anbieter von digitalen Inhalten und Services bedeutet das, es braucht neue Anwendungen mit dazugehörigen Schnittstellen mit entsprechenden MDCP-Konzepten und technische Unterstützung, um den Anforderungen der Nutzer gerecht zu werden, welche noch nicht oder nur unzureichend verstanden sind (Brudy et al., 2019, S. 12; Dong et al., 2016, S. 63; Jokela et al., 2015, S. 3903; Paternò, 2019, S. 2). Klassische Paradigmen und Methoden, wie beispielsweise das Zugrundelegen eines mentalen Modells des Nutzers, die im Usability-Engineering und UX-Design heute angewendet werden, sind auf diese veränderte Systemlandschaft nur bedingt

übertragbar. Es hat sich nicht nur die reine Anzahl der Schnittstellen vergrößert, sondern auch die Anzahl der Orte, wo Verarbeitung und Funktionalität erlebbar sind und wo Daten gespeichert werden (Rowland, 2015a, S. 343). Mehrgeräteumgebungen, Applikationen oder auch Teile von Schnittstellen sind über verschiedene Berührungspunkte (engl. touchpoints) mit dem Nutzer verbunden (Spies & Wenger, 2018). Egal ob ein Produkt oder ein bestimmter Service im Mittelpunkt steht, gibt es eine Reihe von Herausforderungen im Bereich MDCP. Dadurch, dass Inhalte von Anbietern nun auf verschiedenen Plattformen und für neue Benutzungsszenarien erstellt werden müssen, steigt die Komplexität des Gestaltungsprozesses für Schnittstellen (Rowland, 2015a, S. 353). Die neuen Einflussfaktoren führen zu veränderten Herausforderungen bei allen beteiligten Bereichen.

Die zentralen Herausforderungen aus Sicht von Entwicklern sind die schlechte technische Unterstützung bei der Gestaltung von geräte- und plattformübergreifenden Aktivitäten und deren nahtlose Verzahnung (Brudy et al., 2019, S. 12; Paternò, 2019, S. 2). Aus Sicht von UI-Designern gilt es einerseits eine einheitliche Produktidentität durch Konsistenz der Benutzerschnittstellen auf allen Geräten der MDCP-Umgebung zu wahren (Dong et al., 2016, S. 68). Butz und Krüger (2017, S. 79) bezeichnen diese als innere Konsistenz. Andererseits ist eine optimierte UI je Gerät beziehungsweise Zielplattform zu ermöglichen, die mit Anpassungen der Schnittstellen verbunden ist (Dong et al., 2016, S. 68). Butz und Krüger (2017, S. 79) bezeichnen dies als äußere Konsistenz. Sowohl technische als auch gestalterische Herausforderungen sind gleichzeitig Herausforderungen an die Gestaltung des Erlebnischarakters der Gesamtanwendung, also der MDCP UX. Bei der Gestaltung von MDCP UI und MDCP UX geht es darum, eine Balance zwischen der Konsistenz innerhalb der vielfältigen Gerätelandschaft einerseits und einer Optimierung je Gerät durch Anpassungen andererseits herzustellen (Dong et al., 2016, S. 68; Levin, 2014, S. 28–29; Moran, 2019; Paternò, 2019, S. 7).

Was eine einheitliche Produktidentität, den Produktcharakter oder auch den ‚Spirit‘ eines Produkts auf verschiedenen Geräten erzeugt, lässt sich laut Dong et al. (2016, p. 67–68) schwer beschreiben. Klar ist jedoch, dass sich die Produktidentität beim Nutzer aus der Wahrnehmung der Bestandteile eines interaktiven Systems zusammensetzt (Spies & Wenger, 2018). Diese Bestandteile sind der Funktionsumfang, der Aufbau und das graphische Design sowie das Interaktionsdesign der Schnittstelle (Levin, 2014, S. 28–29). Die

beste Möglichkeit, den Produktcharakter zu schützen, wäre also, diese Bestandteile auf allen Geräten möglichst konsistent oder zumindest sehr ähnlich zu gestalten. Wäljas et al. (2010) waren 2010 schon der Meinung, dass diese Formen der inneren Konsistenz hinsichtlich der Schnittstellen dazu führen, dass ein Zusammengehörigkeitsgefühl für eine MDCP-Anwendung bei den Nutzern entsteht (siehe Abbildung 3). Auch Paternò (2019) vertritt diese Meinung in seinen Studien. Zur vollständigen Analyse des Frameworks siehe Kapitel 4.

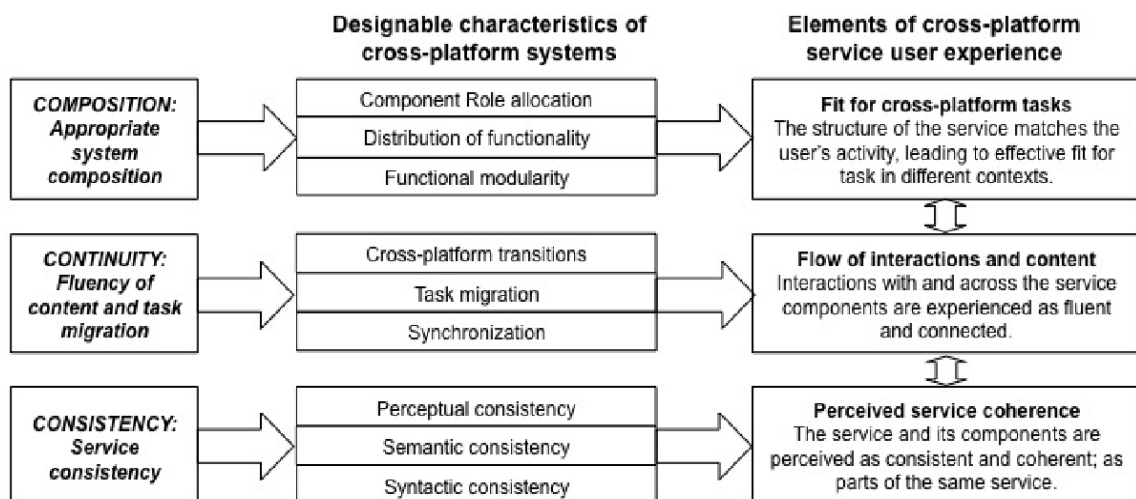


Abbildung 3 – Ausschnitt aus dem Framework nach Wäljas et al. (2010, S. 226)

Diese innere Konsistenz hinsichtlich der Bestandteile einer Schnittstelle für eine MDCP-Anwendung aufrecht zu erhalten ist jedoch nicht immer möglich, denn die involvierten Geräte können unterschiedlich sein. Sie unterscheiden sich hinsichtlich ihrer physischen Formfaktoren (Größe, Gewicht), ihrer Darstellungsmöglichkeiten (Auflösung), ihrer Transportierbarkeit (mobiles oder stationäres Gerät) und haben zum Teil unterschiedliche Interaktionsmodalitäten (Levin, 2014, S. 23; Seyed et al., 2013, S. 33). Das heißt, um einen Service nutzbar zu machen, braucht es unter anderem gerätespezifische Anpassungen, damit der Nutzer optimal interagieren kann. Diese hängen vorwiegend mit den etablierten Konzepten der jeweiligen Geräte oder mit den Gerätetypen zusammen. Als Geräteklasse wird im Folgenden die übergeordnete Gattung eines einzelnen Geräts bezeichnet (Butz & Krüger, 2017, S. 79). Ein Beispiel: Ein Smartphone und ein Tablet sind jeweils ein eigener Typ von Gerät; beide gehören jedoch der Klasse der

mobilen Geräte an. Ein etabliertes Konzept für die Klasse der mobilen Geräte ist die vorwiegend touchbasierte, seltener eine gesten- oder sprachbasierte Interaktion. Dem gegenüber ist bei der Klasse stationärer Geräte wie PC oder den semi-mobilen Geräten wie Laptops ein Pointer- und Keyboard-basierter Inputansatz anzutreffen. Diese Unterschiedlichkeit lässt sich auf die nach Brudy et al. (2019) bezeichnete Dynamik der jeweiligen Geräte zurückführen. Je nachdem welches Kriterium man zugrunde legt, lassen sich Geräte auf verschiedene Weise unterscheiden und klassifizieren (Jokela et al., 2015, S. 3910). Logisch ist jedoch, dass für unterschiedliche Geräte mit unterschiedlicher Dynamik Anpassungen vorgenommen werden müssen, um die Bedienbarkeit zu gewährleisten. Eine gänzlich konsistente Übernahme der Schnittstellengestaltung ist nur bei Geräten derselben Klasse und desselben Typs möglich. Aber durch die in den letzten Jahren zunehmende Diversifizierung gibt es auch eine Reihe von Mischformen, beispielsweise PCs mit der Möglichkeit einer touchbasierten Interaktion (vgl. Brudy et al., 2019, S. 1). Aufgrund unterschiedlicher Bedienparadigmen auf einem Gerät gleichzeitig werden vielfältige Anforderungen an die Bedienbarkeit gestellt, wodurch der Anpassungsprozess komplexer wird. Sobald jedoch eindeutig unterscheidbare Merkmale bei den Geräteklassen (mobil versus stationär) vorliegen, bedingen diese geräteklassenbasierte Anpassungen, die zu Lasten der einheitlichen Produktidentität gehen können. Ähnliches kann auch für das graphische Design gelten, das auf stationären Geräten mit regulierbarer Umgebungsbeleuchtung durchaus mit geringeren Kontrastfarben arbeiten kann. Ein solches kontrastarmes graphisches Design ist nicht praktikabel für mobile Geräte, die auch in wechselnden Umgebungen zum Einsatz kommen. Die Abwägung der Anforderungen einer geräteklassenbedingten Anpassung eines Produkts und die Wahrung eines konsistenten Produktcharakters sind eine zentrale Herausforderung in einer MDCP-Anwendung. Dies gilt vor allem für den Typ der multichanneled services, für den ein häufig identischer Funktionsumfang auf unterschiedlichen Geräten kennzeichnend ist. Durch einen gleichbleibenden Funktionsumfang auf verschiedenen Geräten werden die gleiche grundlegende Experience und die gleichen Verhaltensweisen auf allen Geräten signalisiert und auch von den Nutzern erwartet (Levin, 2014, S. 29). Durch die Unterschiedlichkeit der Geräte kann dieser Abwägungs- und Anpassungsprozess für die Schnittstellengestaltung von MDCP-Anwendungen, wie dargelegt, nicht einfach sein.

Neben den geräteklassenspezifischen Herausforderungen, die sich vor allem auf die Formfaktoren beziehen, gibt es auch typenbezogene Anpassungen. Diese hängen zusammen mit der Zielplattform, die unterstützt werden soll. Neben der konsistenten Produktidentität, die es ungeachtet der Geräteklasse geben muss, müssen auch für Betriebssysteme und für Gerätetypen von einzelnen Herstellern übliche Standards hinsichtlich der Schnittstellengestaltung eingehalten werden (Moran, 2019). *Apple's Flat Design*, *Googles's Material Design* und *Microsoft's metro-style* sind Beispiele für distinkte Schnittstellen-Standards und visuelle Design-Sprachen. Zusammen mit zahlreichen Guidelines und Freigabeprozessen der Hersteller sollen sie für eine anbieterübergreifende vergleichbare UX auf den Geräten der Endkunden sorgen. Das ist die äußere Konsistenz, die auf den Gestaltungsprozess einwirkt (Butz & Krüger, 2017, S. 79). Diese Vorgaben können aber gegenläufig zu den Konzepten der UI- und UX-Designer eines Produkts sein (zur inneren Konsistenz) und sind so eine Ursache für Konflikte (Dong et al., 2016, S. 67). Das bedeutet, dass sich Designer häufig mit der Bewältigung einer feinen Balance konfrontiert sehen, die die Berücksichtigung von plattformspezifischen UI-Standards (äußere Konsistenz) und der Wahrung der Produktidentität und Produktkohärenz (innere Konsistenz) beinhaltet (Butz & Krüger, 2017, S. 79; Dong et al., 2016, S. 68; Moran, 2019; Nagel, 2016, S. 163). In diesem Zusammenhang verweisen Dong et al. (2016, p. 68) auch darauf, dass die Arbeit von UI- und UX-Designern durch das Fehlen von gesicherten Erkenntnissen und Methoden für die Erarbeitung eines Ausgleichs zwischen verschiedenen Arten von Konsistenzen erschwert wird.

Zusammenfassend gibt es aus Sicht von UX-Designern zahlreiche unterschiedliche Anforderungen im Bereich MDCP UX. Auf verschiedenen Ebenen müssen unterschiedliche Abwägungen hinsichtlich der Einhaltung von konsistenter Produktidentität und angemessener Bedienbarkeit der Geräte getroffen werden.

Damit die Geräte, die einem Nutzer zur Verfügung stehen, ein echtes digitales Ökosystem ergeben, muss neben der Verfügbarkeit von Inhalten und Anwendungen auf allen Geräten eine Verknüpfung der Geräte untereinander hergestellt werden (Levin, 2014, S. 19; Nagel, 2016, S. 33; Rowland, 2015b, S. 141). Die Nutzer wollen heutzutage, dass sich die Geräte innerhalb ihres Ökosystems ergänzen oder wechseln lassen, während sie eine Aufgabe ausführen oder ihren Bedürfnissen nachgehen (Dong et al., 2016, S. 63; Levin, 2014, S. 4).

Der erste Schritt in Richtung MDCP UX ist alle Inhalte auf allen Geräten zur Verfügung zu haben; der zweite Schritt ist jedoch, das richtige Gerät zur richtigen Zeit verfügbar zu machen (Levin, 2014, S. 4–5). Es muss also möglich sein, die aktuelle Aufgabe oder das aktuelle Bedürfnis auf dem dafür geeignetsten Gerät auszuführen. Dazu braucht es die Möglichkeit, Geräte in einer Abfolge oder Sequenz hintereinander zu benutzen, also während einer Aktivität zwischen den Geräten zu springen und beim aktuellen Stand weiterzumachen. Dies ist nur möglich, wenn Konzepte für die Synchronisierung von Inhalten und Arbeitsständen vorgesehen und die Möglichkeit von nahtlosen Übergängen geschaffen wurden (Raptis, Kjeldskov & Skov, 2016, S. 2). Die Herausforderung der nahtlosen Übergänge betrifft nicht nur den technischen Wechsel des Gerätes in Echtzeit, sondern auch eine gute Lösung für die Schnittstellengestaltung. Einerseits muss der Aufwand für den Wechsel möglichst geringgehalten und andererseits ein Konzept vorhanden sein, das dem Nutzer auch bei den Übergängen zwischen den Geräten das Gefühl der Kontrolle gibt. Die Studien von Jokela et al. (2015) und Raptis et al. (2016) zeigen, dass aus Sicht der Nutzer besonders konzeptionelle Probleme eine merkliche Herausforderung darstellen. Einerseits gibt es laut der Studien Bedenken hinsichtlich der Privatsphäre, andererseits müssen Konzepte aber so gestaltet sein, dass sie einen Mehrwert liefern. Auch hier muss eine Balance gefunden werden, sodass innovative Konzepte auch vom Nutzer angenommen werden. Dabei spielt logischerweise die Gestaltung der Schnittstellen auf den einzelnen Geräten eine Rolle, da genau diese das prinzipielle Konzept, die Funktionsweise aber auch das Gefühl von Sicherheit und Vertrauen vermitteln müssen.

Die zweite Variante der Interaktion besteht darin, dass Geräte auch zusammen genutzt werden. In diesem Fall steht die Gruppe an verbundenen Geräten im Fokus. Innerhalb dieser Gruppen werden einzelnen Geräten dann verschiedene Rollen zugewiesen. Ein Beispiel hierfür ist der Chromecast. Das Fernsehgerät mit größerem Bildschirm wird als Wiedergabegerät genutzt und von einem Smartphone aus über den Chromecast gesteuert. Diese verschiedenen Formen der parallelen oder sequenziellen Nutzung der Geräte gehören heute zum Alltag (Dong et al., 2016, S. 63, 2016, S. 65; Raptis et al., 2016, S. 1). Diese neuen Formen systemgrenzenüberwindender Interaktion entwickeln sich von selbst durch die Möglichkeiten, die Services bereitstellen und durch die Anzahl und Art der Geräte, die zur Verfügung stehen (Jokela et al., 2015, S. 3903; Levin, 2014, S. 3).

Die Herausforderung besteht also darin, dass es keine einheitlichen Patterns für MD UX oder MDCP UX gibt (Levin, 2014, S. 19). Bestehende Ansätze sind entweder sehr allgemeine Beschreibungen oder spezifische Anbieter-Lösungen (siehe dazu Kapitel 4). Zusätzlich komplex wird dieses Problem durch die beschriebene Abhängigkeit zwischen Patterns und Geräteplattform. Durch die vielfältige Gerätelandschaft und zunehmende Diversifizierung multiplizieren sich folglich auch die Möglichkeiten, welche Geräte innerhalb eines Ökosystems kombiniert werden können. Dadurch, dass Geräte im MDCP-Zusammenspiel verschiedene Rollen übernehmen, können sie den Bedürfnissen der Nutzer besser gerecht werden und so einen wesentlich größeren Mehrwert schaffen (Levin, 2014, S. 2). Erst dadurch werden sie zu einer verbundenen Gruppe und erzeugen gemeinsam eine neue Experience (Levin, 2014, S. 5).

Für die Konzeption einer MDCP-Anwendung ist von den UI- und UX-Designern Vorarbeit notwendig. In der Ideation-Phase müssen unter anderem folgende Teilaufgaben berücksichtigt werden:

- Die Bestimmung von Inhalten, Funktionen und deren Verteilung auf die jeweiligen Geräte,
- die Ermöglichung von Synchronisation von Daten und Profilen,
- die Ermöglichung nahtloser Übergänge zwischen den Geräten,
- die Konzeptionierung des produktspezifischen UI- und UX-Designs, inklusive geräte- oder plattformabhängiger Anpassungen unter Berücksichtigung der von ihnen verursachten Auswirkungen auf die Produktidentität.

Laut (Jokela et al., 2015, S. 3910) sollten ebenfalls geräte- und nutzungsspezifische Aspekte erwogen werden:

- Die Eigenschaften eines Gerätes,
 - Die Fähigkeiten der Benutzerschnittstelle (wie Displaygröße, Zeigergerät, und der Grad an Multi-Tasking-Fähigkeit),
 - Technische Fähigkeiten (Verarbeitungsleistung, Speicherkapazität, Netzwerkverbindung und Kameraqualität),
 - Physische Eigenschaften (beispielsweise Größe und Gewicht des Geräts).
- Einfachheit des Gerätestarts,
- Verfügbarkeit von Inhalten,
- Gewohnheiten,
- Benutzungskontext (sozialer Aspekt, physische Aspekte (Platz und Raum)).

All diese Abwägungen können nicht ohne eine wechselseitige Beeinflussung mit den übrigen Abwägungen getroffen werden. Vielmehr muss darauf geachtet werden, dass jede Entscheidung für oder gegen eine produktspezifische oder optimierte Umsetzung der Schnittstelle Auswirkungen auf die restlichen Geräte in der geplanten MDCP-Umgebung haben kann.

Die bereits genannten Herausforderungen beziehen sich hauptsächlich auf die UX einer MDCP-Anwendung. Im Folgenden werden die Herausforderungen präsentiert, die sich aus der Schnittstellengestaltung von MDCP-Anwendungen ergeben. Innerhalb der Ideation-Phase ergeben sich für die Schnittstellengestaltung besondere Einflussfaktoren. Diese sind einerseits eine hohe Diversifizierung an Geräten, die innerhalb einer MDCP-Anwendung involviert sein können und andererseits Erwartungen seitens der Nutzer hinsichtlich einer guten Usability und UX je Gerät (Brudy et al., 2019, S. 1). Im Prozess der Schnittstellengestaltung muss also sowohl Einheitlichkeit als auch Optimierung je Gerät berücksichtigt werden. Sofern die Funktionen auf den involvierten Geräten identisch sind, erwarten die Nutzer, dass auch deren Bedienung auf allen Geräten identisch funktioniert (Levin, 2014, p. 29). Dies spricht für eine möglichst hohe innere Konsistenz der Schnittstellengestaltung für alle Geräte. Gleichzeitig gibt es, wie dargestellt, Situationen, in denen eine Anpassung einer Schnittstellengestaltung für einzelne Geräte einer MDCP-Anwendung notwendig ist. Durch diese vielen gleichzeitigen Anforderungen ergibt sich ein wirkliches Dilemma für die UI-Designer.

Wissenschaftlich betrachtet ist diese MDCP UX deshalb so interessant, weil die Herausforderung darin besteht, dass sich die MDCP UX einer Anwendung aus einer Vielzahl von unterschiedlichen Schnittstellen zusammensetzt. Das heißt jedoch auch, dass sowohl der Gestaltungsprozess für eine MDCP-Anwendung an sich, für deren Schnittstellen und für deren UX-Evaluation über alle Geräte hinweg aufwändiger ist, als bei einer Anwendung, die nur für eine einzelne Schnittstelle eines Gerätes einer Plattform konzipiert wird (Rowland, 2015a, S. 353). Bei einer UX-Evaluation einer MDCP-Anwendung könnten durch die schlechte Umsetzung einzelner Schnittstellen negative Effekte auf das Ergebnis zu befürchten sein. Die Herausforderungen werden dadurch schwieriger, dass es zu viele ungesicherte Vermutungen über die tatsächliche MDCP-Nutzung gibt und konkrete Prozesse und Methoden fehlen (Dong et al., 2016, 2016, S. 65). Für klassische Usability- und User-Experience-Methoden, die sich vor allem auf die Optimierung je Schnittstelle beziehen, ist noch nicht ausreichend belegt, dass sie für die dargelegte Komplexität geeignet sind (Dong et al., 2016, S. 62). Selbst wenn ein User-Centered Design-Prozess je Schnittstelle einer MDCP-Anwendung durchgeführt wird, ist nicht gesichert, dass dieser Prozess die beste MDCP UX hervorbringt. Dafür fehlt es an Wissen darüber, wie wichtig innere Konsistenz des Produktes und der damit verbundenen Schnittstellen sind. Konsistenz ist deshalb so wichtig, weil sie die Besonderheiten eines Produktes gewährleisten kann, die durch geräte- oder plattformspezifische Optimierungen verloren gehen könnten. Hierbei spielt auch die Erhaltung der Unterscheidbarkeit von anderen Marken und Produkten eine Rolle (siehe dazu Abschnitt 3.2). Die Herausforderung besteht darin, dass aktuell die UI-Designer entscheiden müssen, wie einheitlich und wie angepasst die Schnittstellengestaltung je Gerät für eine MDCP-Anwendung ausfallen muss (Dong et al., 2016, S. 68; Moran, 2019; Nagel, 2016, S. 145). Dies ist ein sehr kritisches Problem, da die UI-Designer die konkreten Folgen ihrer Schnittstellengestaltungsentscheidungen nicht abschätzen können. Die wissenschaftlichen Lücken hinsichtlich der Anwendbarkeit von Methoden und Prozessen und das fehlende Wissen über die Schnittstellengestaltung im Kontext einer MDCP-Anwendung hat somit auch Einfluss auf die Praxis von UI-Designern. Herausforderungen sind sowohl wissenschaftlicher als auch praktischer Natur. Um eine maximale gestalterische Freiheit und eine nutzerzentrierte MDCP UX zu ermöglichen, braucht es also gesicherte Erkennt-

nisse darüber, welche Bestandteile einer Schnittstellengestaltung einer MDCP-Anwendung je Gerät konsistent sein müssen und welche angepasst werden können. Genau diese Erkenntnisse fehlen jedoch bisher (Dong et al., 2016, S. 68).

Diese Arbeit soll einen Beitrag dazu leisten, durch die Untersuchung eines konkreten Anwendungsgebietes wissenschaftliche und praktische Probleme von UI- und UX-Designern zu lösen.

3.2 Marke und Produkt

Die Wichtigkeit einer Marke und deren Merkmale wurde im vorangegangenen Teil bereits skizziert. Darauf soll hier näher eingegangen werden, um zu verstehen, warum markenstrategische Entscheidungen in der Ideation-Phase einer MDCP-Anwendung eine Rolle spielen. In Zeiten zunehmender Digitalisierung ist die Bedeutung von Marken immens gestiegen. Beleg dafür ist, dass der monetäre Wert von Marken bestimmt wird.

In Gablers Wirtschaftslexikon findet man unter *Marke* folgende Definition: „Eine Marke kann als die Summe aller Vorstellungen verstanden werden, die ein *Markenname* (*Brand Name*) oder ein *Markenzeichen* (*Brand Mark*) bei Kunden hervorruft bzw. beim Kunden hervorrufen soll, um die Waren oder Dienstleistungen eines Unternehmens von denjenigen anderer Unternehmen zu unterscheiden“ (Burmans, Meckel, Esch & Markgraf, 2018). Wichtigste Funktion ist also Emotionen und Vorstellungen beim Kunden hervorzurufen und sich gezielt von anderen Marken zu unterscheiden. Für Unternehmen stellt sich heute die Herausforderung, ihre Marke auch über die digitalen Kanäle zu präsentieren. Dabei nehmen eine bewusste UI- und UX-Gestaltung eine zentrale Rolle ein. Spies und Wenger (2018, Klappentext) gehen in ihren 10 Regeln für gute Brandend Interactions sogar noch einen Schritt weiter: „Das Interface ist die Marke. Das Nutzererlebnis ist das Markenerlebnis. Auch für zahlreiche Unternehmen der ‚alten Welt‘ gilt heute: Die wichtigsten und nachhaltigsten Brand Touchpoints sind digital. Neue Marken haben verstanden, dass alle Aspekte eines digitalen Nutzererlebnisses auf die Marke einzahlen.“. Hier wird also das UI mit der Marke gleichgesetzt. Im übertragenen Sinne bedeutet dies, dass die Schnittstelle dafür verantwortlich gemacht wird, beim Kunden bestimmte Emotionen und Vorstellungen über das Unternehmen hervorzurufen, um sich mit Hilfe der Schnittstelle gezielt von anderen Unternehmen zu unter-

scheiden. Alle Touchpoints zwischen Kunden und Marke sind Teile der Markenwahrnehmung (Spies & Wenger, 2018, S. 110). Diese Touchpoints reichen von einer Webseite über das digitale Produkt bis hin zur physischen Produktpräsentation oder Druckerzeugnissen. Daraus lässt sich ableiten, dass es bezüglich digitaler Produkte, beispielsweise Apps und Services, eine ganz bewusste und gezielte Abgrenzung beim UI-Design braucht. Im Fokus dieser Arbeit steht eines dieser Produkte als einer der Touchpoints mit der Marke. Die bewusste Gestaltung des Produktes unter Berücksichtigung der Markenwerte und der Markenbotschaft, die den Kunden vermittelt werden sollen, führt zur Ausbildung spezieller Charakteristika, die im Rahmen dieser Arbeit als Identität des Produktes (Produktidentität) bezeichnet werden. Eine UI-Gestaltung, die darauf ausgerichtet ist, die spezifische Marke und deren Werte zu transportieren, wird im Folgenden als spezifisches Design bezeichnet. Die Gestaltung der dazugehörigen Schnittstellen wird als markenspezifische Schnittstellengestaltung oder, sofern sie sich auf ein einzelnes Produkt einer Marke bezieht, als produktspezifische Schnittstellengestaltung bezeichnet.

Für die digitalen Produkte, die laut Spies und Wenger (2018) als Repräsentanten einer Marke zu verstehen sind, bedeutet dies, dass der konkreten Gestaltung einer Schnittstelle, einschließlich Struktur, Interaktionselementen und graphischem Design eine Bedeutung zukommt. Um dem Kunden bestimmte Markenwerte vermitteln zu können, muss jedes einzelne Produkt, das der Marke zugeordnet werden soll, laut Spies und Wenger (2018) die markentypischen Werte transportieren. Dies gilt folglich auch für die produktspezifische Schnittstellengestaltung eines Produktes.

Laut Burmann et al. (2018) ist die wichtigste Funktion einer Marke aus Sicht der Konsumenten eine verdichtete Information, die:

- Zusatzinformationen (z.B. über die Qualität) liefert und damit das wahrgenommene Kaufrisiko verringert,
- Orientierungshilfe innerhalb der vielen Angebote ist,
- Vertrauen schafft,
- einen emotionalen Anker darstellt, der bestimmte Gefühle und Images vermittelt und
- zur Abgrenzung und Vermittlung eigener Wertvorstellungen beiträgt.

Ähnliches gilt auf Ebene des konkreten Produkts: Ein Produkt ist ein Bündel von Eigenschaften, das auf die Schaffung von Kundennutzen jedweder Art abzielt (Homburg, 2017, S. 511). Bei einem ganz generischen Produktverständnis bedeutet dies: Neben dem funktionalen Nutzen wird hier noch der emotionale und der soziale Nutzen berücksichtigt (Homburg, 2017, S. 511; Voigt, Möhrle, Specht & Markgraf, 2018).

Zusammenfassend haben sowohl die Marke als auch jedes Produkt dieser Marke die Aufgabe, beim Kunden gewisse Emotionen hervorzurufen. Sie müssen sich von anderen Marken und Produkten unterscheiden und spezifisch sein. Dadurch ermöglicht die Auswahl der Marke und der Erwerb eines Produktes dem Kunden seiner eigenen Persönlichkeit Ausdruck zu verleihen. Homburg (2017, S. 511) führt hier ein Beispiel an, das zur Anwendungsdomäne dieser Arbeit passt: „Eine bekannte Marke des Fahrzeugs verschafft dem Fahrer ein bestimmtes Prestige – das ist zusätzlich ein emotionaler Nutzen für den Käufer.“ Diese Erwartungshaltung hinsichtlich Qualität und Anmutung und das damit einhergehende Prestige, das sich aus der Marke und dem Besitz des Produktes speist, überträgt sich auch auf die digitalen Produkte um das physische Produkt herum.

Diese Marken- und Produktfunktionen gilt es bei der Gestaltung der digitalen Produkte zu berücksichtigen. Übertragen auf die Schnittstellengestaltung einer MDCP-Anwendung bedeutet dies, dass dem Nutzer über alle Touchpoints (Geräte) hinweg eine möglichst spezifische Schnittstelle präsentiert wird, die die Produkt- und Markenwerte aufgreift. Mit Hilfe von *Pattern Libraries* kann zudem nicht nur ein möglichst einheitliches Aussehen der Produkte, sondern auch eine einheitliche UX von ihnen gewährleistet werden (Spies & Weger 2018, S. 293). Folglich bedeutet dies, dass jede Form der Anpassung weg vom produkt- oder markenspezifischen UI das Risiko in sich birgt, den Marken- und Produktfunktionen nicht gerecht zu werden. Das bewusste Ersetzen der produkt- und markenspezifischen Schnittstellengestaltung durch plattformspezifische Patterns zugunsten einer Erhöhung der äußeren Konsistenz und gewünschten Verbesserung der Usability und UX je Gerät kann die Besonderheiten der Marke vermindern oder verschleiern. Deshalb muss sehr genau überlegt werden, ob und welche Anpassungen notwendig sind. Es fehlen aber Untersuchungen darüber, welche konkreten Anpassungen zur Verbesserung der Usability und UX beitragen. Ohne diese kann man also davon

ausgehen, dass nur eine Schnittstellengestaltung mit höchster innerer Konsistenz auf allen Geräten die Marke und deren Werte transportieren kann.

Jedoch erhofft man sich besonders durch plattformspezifische Anpassungen auch einen geringeren Lernaufwand für Nutzer, eine höhere Effektivität, Effizienz und eine damit einhergehende höhere Zufriedenheit zu erreichen. Durch diese Optimierungen kann das Kundenerlebnis besser sein als bei einer kompromisslosen konsistenten Verwendung der Schnittstellengestaltung. Plattformspezifische Anpassungen könnten sich letztlich auch positiv auf die Produkt- und Markenwahrnehmung auswirken, denn ein Nutzer bewertet nicht die konsistente Verwendung eines Markendesigns, sondern die UX, die er mit einem konkreten Produkt hat. Dazu muss geklärt werden:

- Sind plattformspezifische Anpassungen einzelner Schnittstellen einer MDCP-Anwendung wirklich hilfreich aus Nutzersicht? Erkennen die Nutzer grundsätzliche Vorteile in solchen Anpassungen und einer damit einhergehenden Erhöhung der äußeren Konsistenz?
- Wird eine MDCP-Anwendung, die auch plattformspezifisch angepasste Schnittstellen beinhaltet, also insgesamt eine geringe Produktkonsistenz besitzt, noch als stimmiges Gesamtprodukt wahrgenommen? Ergeben also zwei unterschiedliche Schnittstellengestaltungen für ein Produkt noch ein stimmiges Gesamtprodukt?
- Was wird von den Nutzern favorisiert?
 - Favorisieren die Nutzer bei ihren eigenen Geräten eine Schnittstellengestaltung, die identisch zu den restlichen Schnittstellen einer MDCP-Anwendung ist, also mit höchster innerer Produktkonsistenz?
 - Favorisieren die Nutzer eine Schnittstellengestaltung auf ihren eigenen Geräten, die optimiert ist für die jeweilige Geräteplattform, damit aber keine vollständige innerer Produktkonsistenz mehr besitzt?
 - Favorisieren die Nutzer eine Schnittstellengestaltung, die beide Faktoren (innere Produktkonsistenz und Optimierung für die Geräteplattform) berücksichtigt? Wie könnte eine solche Schnittstellengestaltung als eine Mischform aus Anpassungen und möglichst hoher innerer Produktkonsistenz aussehen?

- Welche konkreten Anpassungen sind zur Optimierung der Usability und UX aus produkt- und markenstrategischer Sicht zulässig?

Diese Fragen sind als produkt- und markenspezifische Implikationen in die Forschungsfragen mit eingeflossen (siehe dazu Abschnitt 5.3) und werden in den Studien 3, 4 und 5 beantwortet. Außerdem sind sie sehr eng mit strategischen Überlegungen zur Positionierung eines Produktes verbunden.

Gerätespezifische Anpassungen von einzelnen Schnittstellen einer MDCP-Anwendung, die beispielsweise durch die Unterschiedlichkeit der Geräte hinsichtlich ihrer Größe notwendig sind, werden im Rahmen dieser Arbeit nicht näher untersucht. Auch sie können zu einer Optimierung der Usability und UX beitragen. In Studie 5 werden sie vor dem Hintergrund der Akzeptanz von plattformspezifischen Anpassungen (leicht erhöhte äußeren Konsistenz), die im Fokus dieser Arbeit stehen, berücksichtigt. Herausforderungen durch gerätespezifische Anpassungen werden durch Ansätze wie *responsive design* bereits in der Praxis erfolgreich bewältigt. Im Gegensatz dazu fehlen Untersuchungen über die Auswirkungen von plattformspezifischen Anpassungen sowohl in der Wissenschaft als auch der Praxis.

3.3 Anwendungsdomäne Fond-Entertainment-Systeme

Neben allgemeinen und markentechnischen gibt es weitere Herausforderungen. Diese sind vor allem abhängig von der konkreten Domäne, in der eine MDCP-Anwendung platziert ist. In diesem Abschnitt soll das Forschungsvorhaben im Bereich MDCP-Anwendungen beziehungsweise MDCP-Ökosystemen näher betrachtet werden. Es wird herausgearbeitet, warum ein Fond-Entertainment-System eine geeignete Anwendungsdomäne für MDCP-Ökosysteme darstellt. Außerdem soll das Spannungsfeld, das sich bei der Gestaltung von MDCP-Anwendungen ergibt, auf den Bereich der Anwendungsdomäne übertragen und konkretisiert werden. Ebenso wird der genaue Bereich eingegrenzt, in dem die Untersuchungen stattfinden, da in der übergeordneten Domäne Fahrzeug und Fond-Entertainment prinzipiell mehrere technische oder gestalterische Möglichkeiten zur Verfügung stehen, um ein MDCP-Szenario zu kreieren. Der Entscheidungsprozess bei der Auswahl eines geeigneten MDCP-Szenarios innerhalb des Fahrzeugs wird in diesem Kapitel ebenfalls dargelegt.

Potentiell gibt es eine Vielzahl von Bereichen, in denen MDCP-Umgebungen entstehen. Szenarien reichen von Screen-Sharing bis hin zu Smart Home oder Entertainment-Funktionen wie beispielsweise die Steuerung eines Smart TV (Brudy et al., 2019, S. 5–6). Schon vor fast einer Dekade wurde der Fahrzeugfond als geeignetes wissenschaftliches Forschungsfeld für HMI-Untersuchungen entdeckt (Wilfinger, Meschtscherjakov, Murrer, Osswald & Tscheligi, 2011, S. 658). Durch die technische Weiterentwicklung und das Ermöglichen von geräteübergreifenden Interaktionen, sowie die immer weiter voranschreitende Vernetzung von Fahrzeugen, ist der Fahrzeugfond heute mehr denn je ein geeignetes Forschungsfeld, gerade in Bezug auf MDCP-Szenarien. Zur Lokalisierung und Spezifizierung der genauen Anwendungsdomäne für das Forschungsvorhaben müssen zunächst verschiedene mögliche technische MDCP-Konstellationen, die sich in einem Fahrzeug ergeben können, differenziert werden.

Grundsätzlich könnten durch eine reine Ansammlung von unterschiedlichen mobilen Geräten bereits MDCP-Umgebungen im Bereich Fahrzeug entstehen. Ohne eine entsprechende Koppelung oder Verbindung der Geräte untereinander oder zum Fahrzeug verbindet die Geräte jedoch einzig der gemeinsame Ort. Solche Forschungen sind aus Sicht der vorliegenden Arbeit nicht relevant.

Für eine reichhaltige und interaktive MDCP-Anwendung innerhalb eines Fahrzeugs ist hingegen eine Verbindung aller Akteure und das Abrufen von Funktionen und internetbasierten Services notwendig, die den Nutzern einen Mehrwert bringen. Um solche Services abzurufen und nutzen zu können, muss auch seitens des Fahrzeugs ein dauerhafter Zugang zum Internet bestehen (Schäfer, Jud & Mikusz, 2015, S. 390). Dieser kann über eine fahrzeugeigene Verbindung oder unter Zuhilfenahme von mitgebrachten smarten Geräten realisiert werden (Coppola & Morisio, 2016, S. 12). Dabei sind Fahrzeuge mit integriertem Kommunikationsmodul und eigener SIM-Karte am häufigsten verbreitet (Bosler, Jud & Herzwurm, 2018, S. 17). Wenn ein solches internetfähiges Fahrzeug darüber hinaus für Fahrer und Mitfahrende internetbasierte Services in Form von komplexen Infotainment-Applikationen bereitstellt, so sind laut Coppola und Morisio (2016, S. 4) die zwei grundsätzlichen Anforderungen erfüllt, um dieses Fahrzeug als Connected Car zu bezeichnen. Für ihre Definition ergänzen die Autoren, dass Verbindungsmöglichkeiten zur Verkehrsinfrastruktur und zu anderen Verkehrsteilnehmern ermöglicht werden sollten (Coppola & Morisio, 2016, S. 4). Zusammenfassend kann man

also festhalten, dass für die Untersuchung eines interaktiven MDCP-Szenarios im Fahrzeug nur Connected Cars in Frage kommen.

Die erwähnten Services können dabei vom Fahrzeughersteller selbst oder von Zulieferern oder Drittanbietern, sofern letzteren der Zugang zum Fahrzeugnetzwerk gewährt wird, bereitgestellt werden (Bosler et al., 2018, S. 16). Um die Services entsprechend zugänglich zu machen, bieten Hersteller wie Audi, BMW, Mercedes, Volkswagen und Porsche eigene Service-Plattformen an (Bosler et al., 2018, S. 19). Diese sind zu differenzieren von den eigentlichen Infotainment-Plattformen im Fahrzeug. Diese werden auch als *in-vehicle infotainment system* (kurz IVIS) bezeichnet. Die Service-Plattformen von BMW, über die zusätzliche Serviceleistungen wie Echtzeit-Verkehrsdaten angeboten werden, heißt BMW ConnectedDrive. Die eigentliche Infotainment-Plattform, über die Funktionen wie Radio oder Navigation im Fahrzeug abgerufen werden können, heißt bei BMW iDrive. Bei Mercedes werden Zusatzangebote über die Service-Plattform Mercedes ME Connect angeboten. Das eigentliche Infotainment-System heißt bei älteren Fahrzeugen COMAND (Online) und bei neueren Fahrzeugen MBUX (vgl. Bosler et al., 2018, S. 19; Daimler AG, 2018).

Für solche komplexen Systeme sind sowohl Frontends als auch Backends notwendig (Schäfer et al., 2015, S. 390). Die Frontends, über die die Kunden interagieren und Services beziehen, umfassen dabei die Schnittstellen im Fahrzeug, auf dem Smartphone oder Tablet in Form von Apps oder ein Webportal (Bosler et al., 2018, S. 20). Die Backend-Infrastrukturen kümmern sich um das Handling der Services, um die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Service-Plattform und um das Datenmanagement sowie die Datenspeicherung (Bosler et al., 2018, S. 20). Die Schnittstellen für die vom Hersteller bereitgestellten Services kann dieser im Fahrzeug direkt für seine Kunden zugänglich machen. Dabei sind diese Service-Schnittstellen in die Infotainment-Plattform integriert. Zusammen mit den Service-Schnittstellen von mobilen Applikationen und online Portalen kann so ein Service-Ökosystem mit vielen Zugangsmöglichkeiten entstehen. Sowohl das Service-Plattform-Ökosystem als Lieferant für Zusatzfunktionen als auch die Infotainment-Plattform als Lieferant für die fahrzeugeigenen Funktionen und Anzeigen, sind Teil des übergeordneten Hersteller-Ökosystems eines vernetzten Fahrzeuges (Schäfer et al., 2015, S. 390). Die hier genannte Infotainment-Plattform kann aber nur dann als

eigenständige Plattform verstanden werden, sofern sie auch ohne das eigentliche Service-Ökosystem dem Nutzer komplexe Applikationen, Interaktionsmöglichkeiten und die Integration verschiedener weiterer Geräte ermöglicht. Diese vom Hersteller in den Zentraldisplay (engl. *head unit*) integrierten nativen Funktionen und Services werden von Bosler, Jud und Herzwurm (2017, S. 1015) als *native services* bezeichnet. Oftmals können diese auch über Zusatzservices erweitert werden. Beispielsweise ein Navigationssystem ab Werk kann über einen erworbenen Zusatzservice mit Echtzeitverkehrsdaten erweitert werden. Welcher Zulieferer, egal ob reiner Datenlieferant (Verkehrsdaten, Wetterdaten) oder Lieferant von gebündelten Serviceangeboten, Zugang zum Fahrzeug bekommt, entscheiden die Hersteller selbst (Bosler et al., 2018, S. 20). Hinsichtlich des Backends hat der Fahrzeughersteller die Wahl. Entweder laufen die Daten in Form von Befehlen und Inhalten über eigene IT-Infrastrukturen oder es erfolgt eine Fremdvergabe von ausgewählten oder sämtlichen IT-Funktionalitäten (Bosler et al., 2017, S. 1012). Abbildung 4 illustriert das Zusammenspiel von Frontend- und Backend-Strukturen eines Service-Ökosystems anhand der Mercedes-Benz Service-Architektur.

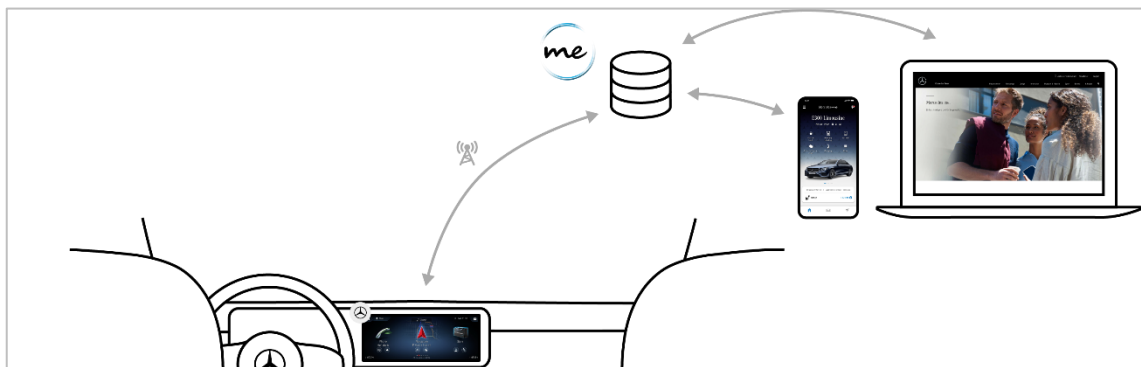


Abbildung 4 – Beispiel des Mercedes me Service-Ökosystems, bestehend aus On-line-Services im Fahrzeug, Smartphone App und Webportal

Zusammenfassend kann also gesagt werden, dass sich die Anwendungsdomäne auf Connected Cars mit integriertem Internetanschluss, Service-Ökosystem und Infotainment-Plattform eingrenzen lässt. Das bedeutet, dass ein Fahrzeug über entsprechende Konnektivität und über Intelligenz verfügen muss (Coppola & Morisio, 2016, S. 12).

Aus wissenschaftlicher Sicht ist eine Erweiterung der Infotainment-Plattform hin zu einem Infotainment-Ökosystem besonders interessant. Mit Hilfe von Smartphone- und Tablet-Apps auf den kundeneigenen Geräten können Insassen, die nicht mit der Fahraufgabe betraut sind, auch direkt über ihre Geräte so mit dem Fahrzeug interagieren

(z.B. die Klimatisierung oder Beleuchtung steuern) oder Entertainment-Funktionen nutzen (z.B. Anzeigen im Fahrzeug mit Inhalten bespielen oder Lautstärke regulieren). Die Geräte können entweder über Bluetooth mit der Infotainment-Plattform kommunizieren oder sie verbinden sich mit dem fahrzeugeigenen internen W-LAN Netzwerk/ Hotspot und kommunizieren darüber mit der Infotainment-Plattform (siehe Abbildung 5).

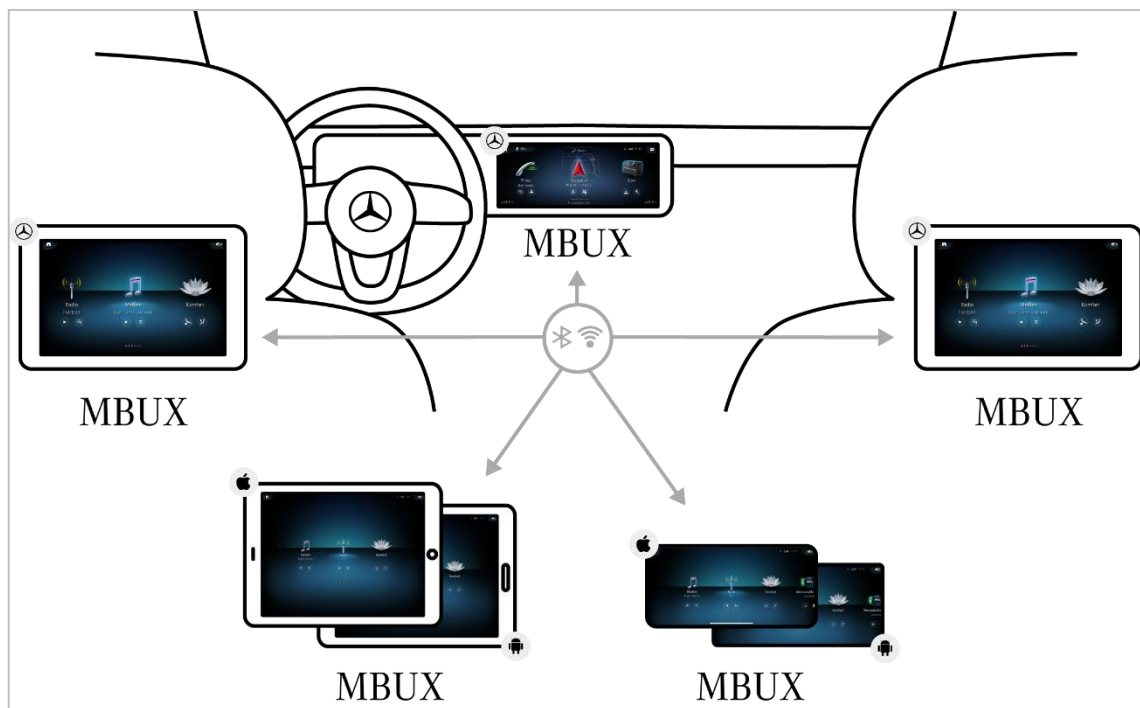


Abbildung 5 – Beispiel für ein Infotainment-Ökosystem, bestehend aus im Fahrzeug integrierten Geräten und persönlichen Geräten der Insassen

Im Gegensatz zu den Remote-Apps ist hier kein Backend zwischengeschaltet, die Kommunikation läuft direkt. Als zusätzliche Akteure machen diese Geräte samt ihren Apps mit dazugehörigen Schnittstellen aus der Infotainment-Plattform ein Infotainment-Ökosystem. Alle Mitfahrenden – auch die Fondpassagiere – können so bequem ihre eigenen Geräte nutzen, die sie sowieso meistens mit sich führen.

Diese Infotainment-Ökosysteme und die dazugehörigen Applikationen auf den kundeneigenen Geräten sind die Anwendungsdomäne dieses Forschungsvorhabens.

Besonders die Applikationen auf den kundeneigenen Geräten als Teil eines MDCP-Ökosystems werden von der Literatur aktuell noch nicht entsprechend berücksichtigt. Dies liegt vermutlich an ihrer geringen Verbreitung. Der Fokus der Betrachtung konzentriert sich auf mobile Applikationen oder Webportale mit Bezug zur Serviceplattform (Schäfer et al., 2015, S. 391). Aktuell werden hier vielfach die Remote-Apps angeführt:

Deren Mehrwert liegt aus Kundensicht in der Bereitstellung von Funktionalität wie Ortung des Fahrzeugs, Schließen und Öffnen der Türen, Programmierung der Standheizung und im Erwerb von Services (Bosler et al., 2017, S. 1010). Die Kommunikation zum Fahrzeug läuft immer über ein Backend, zu dem das Fahrzeug und die Schnittstellen Zugriff haben (Abbildung 4). Diese Applikationen sind aus Sicht der vorliegenden Arbeit weniger interessant, da sie vor oder nach der Fahrt genutzt werden, wodurch sequenzielle eher unabhängige MDCP-Szenarien entstehen. Aus Sicht der HMI-Forschung sind die fahrtbegleitenden Apps mit Bezug zur Infotainment-Plattform (siehe Abbildung 5) aus zwei Gründen interessanter.

Der erste Grund ist das Spannungsfeld, das sich in der Gestaltung dieser Applikationen gleich auf mehreren Ebenen ergibt. Sobald zur eigentlichen Infotainment-Plattform weitere Geräte hinzugenommen werden, kommen gleichzeitig auch weitere, in diesem Fall mobile Plattformen, wie iOS und Android hinzu. Sowohl die mobilen Plattformen als auch die hersteller- und markenspezifische Infotainment-Plattform im Fahrzeug verfügen über eigene Patterns. Gerade die Infotainment-Plattform-Patterns sind oft bewusst abstrahiert von denen der mobilen Applikationen. Wie Studie 1 entnommen werden kann, hat dies vor allem drei Gründe:

- Die Einzigartigkeit der Marke und des Herstellers unterstreichen.
- Den Herstellern ist vorher nicht bekannt, ob ihre Kunden eher iOS- oder Android-Nutzer sind; gleichzeitig soll keine dieser Nutzergruppen bevorzugt werden oder zwei separate Applikationen entwickelt werden müssen.
- Für die auf der Infotainment-Plattform verwendeten Patterns und Konzepte gelten auch die gesetzlichen Bestimmungen wie für alle touchbasierten Anwendungen im Fahrzeug.

Um diesen Anforderungen zu genügen, sind die Konzepte oft nicht so direkt wie bei den mobilen Plattformen. Diese Bestimmungen müssen jedoch für die fahrtbegleitenden Apps für Mitfahrende nicht eingehalten werden, da diese nicht mit der Fahraufgabe betraut sind. Bei diesen Apps könnte der Hersteller also voll und ganz auf die etablierten Konzepte und Patterns der mobilen Plattformen setzen und so auch auf die individuellen Erfahrungswerte der Nutzer zurückgreifen. Im Gegensatz zu den abstrahierten Patterns der Infotainment-Plattform muss der Nutzer keine neuen Konzepte erler-

nen. Wenn die Apps nach den Guidelines gestaltet werden, kommen nur plattformsspezifische, dem Nutzer aus anderen Apps bekannte Konzepte zum Einsatz. Somit könnte der Hersteller bei diesen Apps sicher sein, dass die Erwartungskonformität der Nutzer nicht gänzlich verfehlt wird. Gegen plattformsspezifische Versionen spricht, dass sich der Aufwand und die Kosten für diese dadurch erhöhen, dass für jede Plattform eine separate Applikation geschaffen werden müsste. Hingegen eine abstrahierte Version, konsistent zur Infotainment-Plattform, kann auf alle mobilen Plattformen angewendet werden und spart somit Kosten und Aufwand.

Hinsichtlich der Gestaltung dieser fahrtsbegleitenden Apps hat also der Hersteller die Wahl bei der Schnittstellengestaltung der mobilen Applikationen auf die Infotainment-Patterns oder die mobilen Patterns zu setzen. Zusätzlich komplex wird diese Entscheidung dadurch, dass der Hersteller das spezielle MDCP-Szenario im Fahrzeug als Interaktionskontext berücksichtigen muss. Im Gegensatz zu einer sequenziellen Nutzung der Remote-Apps werden fahrtsbegleitende Applikationen innerhalb des Fahrzeugs verwendet. Also nimmt ein Nutzer unter Umständen sowohl die Schnittstelle auf seinem mobilen Gerät als auch die Schnittstellen im Fahrzeug gleichzeitig wahr. Es ist fraglich, ob ein Nutzer innerhalb eines gemeinsamen MDCP-Szenarios eine unterschiedliche Gestaltung je Gerät für gleiche Funktionen akzeptiert (Dong et al., 2016, S. 72). Ungeklärt bleibt auch, ob er sogar eine unterschiedliche aber plattformsspezifisch optimierte Schnittstellengestaltung für die Geräte einer MDCP-Anwendung aufgrund der besseren Usability und UX je Gerät bevorzugt. Es stellt sich die Frage, ob eine Erhöhung der äußeren Konsistenz seitens der Nutzer stärker favorisiert wird als eine produktspezifische innere Konsistenz auf allen Geräten.

Das Spannungsfeld in der Gestaltung dieser fahrtsbegleitenden Apps entsteht also zwischen Einheitlichkeit der Gestaltung und Bedienbarkeit je Gerät. Ein gemeinsamer Nutzungskontext, gepaart mit unterschiedlichen Vorerfahrungen, kompliziert diese Auswahl des richtigen Schnittstellengestaltungsansatzes. Gleichzeitig ist es dieses Spannungsfeld, das die fahrtsbegleitenden Apps so attraktiv macht. Dies gilt besonders im Fondsbereich, wo die Passagiere über fahrzeugeigene Displays und mobile Applikationen interagieren.

Der zweite Grund: Mit zunehmender Autonomie der Fahrzeuge ist zu vermuten, dass gerade solche Applikationen an Bedeutung gewinnen, da in Zukunft auch die Fahrer und Beifahrer nicht mehr direkt oder indirekt mit der Fahraufgabe betraut sind. Bisher sind die fahrtbegleitenden Applikationen für Fondinsassen nicht im Fokus, da Passagiere bisher vielfach als zufällige Nutzer angesehen werden (Inbar & Tractinsky, 2011, S. 1244).

Diese Nutzung von Smartphones und Tablets durch fahrtbegleitende Applikationen sind grundsätzlich zu unterscheiden von der Integration von (externen) Smartphones. Bei der Integration von Smartphones laufen Applikationen auf diesen, jedoch wird zur Wiedergabe von Inhalten und zur Interaktion hauptsächlich die fahrzeugeigene Infrastruktur genutzt (Bosler et al., 2018, S. 21; Coppola & Morisio, 2016, S. 13). Konkrete Lösungsansätze für diese Integration, wie beispielsweise CarPlay oder Android Auto, ermöglichen es dem Nutzer durch eine kabelgebundene oder kabellose Verbindung gewisse Funktionalitäten über freigegebene Applikationen im Fahrzeugbetrieb über die Head Unit zu nutzen (Bosler et al., 2018, S. 21; Coppola & Morisio, 2016, S. 13). Beide Lösungsansätze sind die bekanntesten Repräsentanten dieser Gattung, auch wenn es prinzipiell weitere Ansätze wie MirrorLink gibt (Bosler et al., 2018, S. 21; Coppola & Morisio, 2016, S. 16).

Aus Sicht der vorliegenden Arbeit ist das Teilgebiet Smartphone-Integration via CarPlay oder Android Auto nicht geeignet, den gewählten Untersuchungsgegenstand zu untersuchen. Ziel der vorliegenden Arbeit ist, die Untersuchung der bestmöglichen Gestaltung von Schnittstellen auf kundeneigenen Geräten im Spannungsfeld von plattform-spezifischen und herstellereigenen Schnittstellengestaltungsmustern. Aber Android Auto oder Apple CarPlay erweitern oder ersetzen die ursprünglichen vom Hersteller bereitgestellten Funktionsumfänge auf der Head Unit oder stellen zum Teil eigene Schnittstellen bereit (Bosler et al., 2018, S. 21; Coppola & Morisio, 2016, S. 17). Durch Android Auto und CarPlay kann also gar kein Spannungsfeld für die Gestaltung von im Fahrzeug verwendeten Applikationen entstehen, da sich alle für den Nutzer sichtbaren Schnittstellen im Fahrzeug hinsichtlich ihrer Gestaltung gleichen und markttypische Patterns zeitweise überlagert oder ersetzt werden (Bosler et al., 2017, S. 1013, 2018, S. 21) (siehe Abbildung 6). Sobald CarPlay oder Android Auto aktiv ist, ist die Bedienung auf dem Smartphone je App entweder reduziert oder gänzlich geblockt.

Alle angezeigten Benutzerschnittstellen unterliegen den Konventionen, die für eine Bedienung während der Fahrt vorgeschrieben sind (Bosler et al., 2018, S. 21). Der Zugang und Austausch von fahrzeugspezifischen Daten und Funktionen variiert je Hersteller und Telematik-Generation des Fahrzeuges (Coppola & Morisio, 2016, S. 17). Zudem bieten bis heute (2020) weder Apple noch Android-spezifische Lösungen für Beifahrer oder Mitfahrende an.



Abbildung 6 – Beispiel CarPlay auf einer Head Unit. Herstellerspezifische Schnittstellengestaltungsmustern werden durch plattformsspezifische Gestaltungsmustern ersetzt (Quelle (links): BMW1 / Quelle (rechts): MB-Passion-Blog2)

Um das Forschungsanliegen genauer zu untersuchen, musste ein Bereich gewählt werden, in dem komplexe MDCP-Anwendungen mit verschiedenen Gestaltungsoptionen möglich sind. Daher wurde der Fokus der Anwendungsdomäne auf Fond-Entertainment-Systeme gelegt. Genau dort werden persönliche Geräte der Nutzer (Smartphones/ Tablets) mit im Fahrzeug integrierten Geräten (Head Unit/ Fond-Entertainment-System-Displays) zu einem Ökosystem verbunden. Als Nutzergruppe kommen Fondpassagiere und Beifahrer in Frage, da sie nicht mit der Fahraufgabe betraut sind. Gemeinsamkeit dieser potentiellen Nutzer ist, dass sie während der Fahrt ein erhöhtes Bedürfnis nach Unterhaltung haben (Wilfinger et al., 2011, S. 658). Durch das Anbieten von fahrtbegleitenden Apps, die als Teil des Ökosystems eine Interaktion mit allen Geräten ermöglichen, entstehen geräteübergreifende Szenarien, bei denen angemessene UX und UI bereitgestellt werden müssen.

Bisher gibt es auf dem europäischen Markt nur wenige Hersteller, die neben der serviceorientierten Remote-App auch eine fahrtbegleitende App für den Fond anbieten

¹<https://www.bmw.de/de/topics/service-zubehoer/connecteddrive/bmw-connected-drive-uebersicht.html>

²<https://blog.mercedes-benz-passion.com/2019/05/wireless-apple-carplay-fuer-a-klasse-und-cla>

(siehe Studie 2). Die Daimler AG hat unter ihrer Marke Mercedes-Benz für die Fahrzeugreihen E-Klasse, S-Klasse und V-Klasse bereits eine App, die COMAND Touch App, auf den Markt gebracht (Daimler AG). Vorstellbar wäre daher, dass für die Folgegeneration der Infotainment-Plattform (MBUX) ebenfalls eine fahrtbegleitende App angeboten wird. Das Forschungsvorhaben wird am Beispiel Mercedes-Benz Fond-Entertainment-System untersucht.

3.3.1 MBUX-Fond-Entertainment-System

Ein solches Fond-Entertainment-System ab Werk besteht in der Regel aus unterschiedlichen Geräten. Dabei können Kunden einzelne oder mehrere Geräte bestellen. Zusätzlich ist es bei Mercedes-Benz (COMAND Online NTG 5.5) möglich, eigene Geräte über eine App in das Fond-Entertainment-System einzubinden. Dies ist bei Geräten von Apple mit der Plattform iOS oder bei Geräten von beispielsweise Samsung oder Huawei möglich, die auf das Android-Betriebssystem setzen. Dabei treffen unterschiedliche Betriebssysteme aufeinander, die über die Grenzen ihrer jeweiligen Plattform hinweg interagieren müssen, um den Nutzer bei der Erfüllung seiner Bedürfnisse zu unterstützen.

Die vorliegende Arbeit entstand in Kooperation mit der Mercedes-Benz AG. Um den Anwendungsbereich des Forschungsvorhabens zu beschreiben, wird daher auf das Fond-Entertainment-System von Mercedes-Benz näher eingegangen. Exemplarisch wird hier die Konfiguration des Fond-Entertainment-Systems beschrieben, das zum Entstehungszeitpunkt der Arbeit am aktuellsten war. Auf Details hinsichtlich der UI-Gestaltung wird in Kapitel 6 eingegangen.

Aus Gründen des Informationsschutzes werden ausschließlich öffentlich zugängliche Quellen und Abbildungen zur Beschreibung des Systems genutzt. Im Folgenden wird das Fond-Entertainment-System anhand des GLS exemplarisch vorgestellt. Diese Konfiguration des Systems ist jedoch auch für weitere Fahrzeugklassen verfügbar.



Abbildung 7 – Fest verbaute Fond-Entertainment-System-Displays (Quelle: MB-Passion-Blog³)

Das System besteht aus:

- Fond-Entertainment-System-Displays: „Für mehr auf Unterhaltung als auf Bequemlichkeit zielende Ansprüche steht für alle Sitzvarianten das MBUX Fond-Entertainment zur Wahl. Es umfasst zwei Touchscreens im 11,6-Zoll-Format. Damit können die Passagiere in der zweiten Sitzreihe Filme oder Musik genießen, den integrierten Web-Browser nutzen oder Informationen zur Fahrt abrufen und eingeben. Die Wiedergabe erfolgt individuell pro Bildschirm. Neben dem Angebot des MBUX-Infotainmentsystems lassen sich eigene Medien von Mobiltelefon, Tablet oder Laptop abspielen. Ist der GLS mit dem optionalen MBUX-Fond-Tablet ausgerüstet, lässt sich das MBUX-Fond-Entertainment auch darüber steuern und verwaltet zum Beispiel mehrere unterschiedliche tragbare Endgeräte, die in das Netz des Wagens eingebunden sind“ (Daimler AG, 2019).

³ <https://blog.mercedes-benz-passion.com/2019/09/rear-seat-entertainment-fuer-den-gle-gls-erst-anfang-2020-erhaeltlich/>



Abbildung 8 – MBUX-Fond-Tablet (Quelle: MB-Passion-Blog⁴)

- Fond-Tablet: „Der Luxus im neuen GLS verteilt sich großzügig auf alle Passagiere. Das gilt besonders, wenn das Fond-Komfort-Paket Plus bestellt wird. Es beinhaltet ein 7-Zoll-Android-Tablet in einer eigenen Docking Station in der vergrößerten Komfort-Mittelarmlehne der zweiten Sitzreihe. Das Tablet ermöglicht die Bedienung aller Komfort- und Entertainment-Funktionen des MBUX (siehe nächster Abschnitt) von den hinteren Sitzreihen aus, wie den Zugriff auf Radio, TV, Medien, Telefon und Web Browser. Die Funktionen des Sitz-Komfort-Pakets im Fond und der Fünfzonen-Klimaanlage auf den hinteren Plätzen sind ebenfalls damit zu bedienen. Der Fahrer kann natürlich jederzeit von seinem Platz aus das Kommando über alle Optionen und Ausstattungen übernehmen“ (Daimler AG, 2019).

„Vor allem die Funktionen des Sitz-Komfort-Pakets im Fond und der Fünfzonen-Klimaanlage auf den hinteren Plätzen sind über das Tablet zu bedienen. Denn dank der elektrifizierten Fondsitze sind in der zweiten Reihe Funktionen möglich, die man bisher nur in der ersten Reihe kannte. Als zusätzliche Option für die zweite Reihe können zum Fond-Komfort-Paket Plus Komfortsitze mit Lordose-Massagefunktion und eine Sitzklimatisierung bestellt werden“ (Daimler AG, 2019).

„Die Dockingstation des Tablets ist in der Mittelarmlehne integriert und verfügt über eine Locking-Funktion, um das Tablet auch bei einem Crash möglichst sicher festzuhalten. In der Docking Station wird es auch geladen. Um weitere Endgeräte laden zu können, hat die Mittelarmlehne des Fond-Komfort-Pakets Plus

⁴ <https://blog.mercedes-benz-passion.com/2019/09/iaa-2019-blick-auf-die-neue-gls-generation/>

auch noch eine Wireless Charging-Ablage für Smartphones und zusätzliche USB-Schnittstellen“ (Daimler AG, 2019).

Private Geräte der Nutzer, die über die entsprechenden Apps in die MDCP-Anwendung eingebunden werden können, werden auch BYOD (Bring-Your-Own-Device-Geräte) genannt. Es wäre vorstellbar, diese BYOD-Geräte ebenfalls über entsprechende Apps in das MBUX-Fond-Entertainment-Ökosystem (analog zu COMAND Online NTG 5.5) zu integrieren. Dabei müsste zunächst geklärt werden, wie in so einem Fall die App-Schnittstelle auf den BYOD-Geräten aussehen könnte.

Aktuell werden im Fahrzeug sowohl die Schnittstellen der Head-Unit, der Fond-Entertainment-System-Displays und des Fond-Entertainment-Tablets mit nahezu identischen MBUX-UI-Konzepten ausgestattet. Dies galt in der Vorgängergeneration (COMAND Online NTG 5.5) auch für die App-Schnittstellen auf den kundeneigenen BYOD-Geräten. So entsteht das aufgezeigte Spannungsfeld in der Gestaltung der Apps (plattformsspezifische versus produktspezifische Patterns) und der parallelen Wahrnehmung aller Schnittstellen (Gerätewechsel) im Kontext eines MDCP-Ökosystems. Die Auseinandersetzung mit der bestmöglichen Gestaltung einer BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Fond-Entertainment-Systems ist der Kern der vorliegenden Arbeit. Das Spannungsfeld für die Gestaltung einer möglichen BYOD-App-Schnittstelle der MBUX-Generation wird im Rahmen der vorliegenden Arbeit untersucht.

3.4 Studie 1: Anforderungserhebung in der Domäne Fond-Entertainment-Systeme

Um einen vertieften Einblick in die Anwendungsdomäne und der dazugehörigen Praxis zu bekommen, wurden nach einer Literaturrecherche Interviews mit Experten durchgeführt. Ziel war es, konkrete Anforderungen für die vorliegende Arbeit und spezielle Herausforderungen der Anwendungsdomäne zu generieren. Methodisch war die Verwendung der Ansätze des sozialwissenschaftlichen Leitfadeninterviews und der reflexiven Grounded Theory geplant.

Das Ziel des leitfadengestützten Interviews, das auf den Erkenntnissen der Literaturrecherche beruht, war es, die Experten zu vorher eruierten Kategorien im Themenfeld zu befragen. Die Methoden der Reflexiven Grounded Theory (RGT) sollten dazu einge-

setzt werden, neue unbekannte Erkenntnisse und Zusammenhänge im Themenfeld aufzudecken. Durch das Konzept-Indikator-Modell (KIM), das ein Hin- und Herspringen zwischen Beobachtungs-, Analyse- und Auswertungsphase beinhaltet, sollten mit dieser Methode neue unbekannte Kategorien gefunden werden (Breuer, Muckel, Dieris 2019, S. 131). Die Zielsetzungen der Methoden sind also diametral. Dies spiegelt sich auch in der Art der Auswertung der Daten wider. Bei einem Leitfadeninterview mit den vorgefertigten Kategorien ist die Höhe der Übereinstimmungen bei der Zuordnung von Datenmaterial zu den jeweiligen Kategorien ein Gütekriterium – besonders, wenn verschiedene Kodierer identisches Datenmaterial bewerten (Breuer, Muckel & Dieris, 2019, S. 250). Die Autoren Breuer et al. (2019) beschreiben dies als Inter-Kodierer-Reliabilität. Dieses Gütekriterium konnte jedoch nicht angewendet werden, da die Datensätze in der vorliegenden Arbeit nur vom Autor selbst analysiert wurden. Dieses Vorgehen wurde aus drei Gründen angewendet:

- Durch nur einen Kodierer konnte die Auswertungsdauer stark reduziert und konnten Teilauswertungen nach jedem Interview durchgeführt werden, deren Ergebnisse in den Folgeinterviews berücksichtigt werden konnten.
- Die prinzipielle Ergebnisfindung bleibt dieselbe. Relevante Kategorien und Konzepte sind also solche, die von vielen Experten unabhängig voneinander genannt wurden.
- Der Autor der vorliegenden Arbeit verfügt sowohl über das nötige Wissen hinsichtlich der Forschungs- und Anwendungsdomäne als auch hinsichtlich der methodischen Ausführung des Kodierens, um die Ergebnisse richtig zu aggregieren und zu interpretieren.

Bei der Deutung des offen angelegten Frageteils, auf den die Methoden der RGT angewendet werden sollten, hätten durch genannte Phänomene neue Kategorien entstehen müssen. Laut Breuer et al. (2019, S. 251) geht es hierbei vor allem um begrifflich-konzeptionelle beziehungsweise theoretische Identifikations-, Konstruktions- und Benennungsarbeit. Also geht es um das Identifizieren von relevanten Zusammenhängen, die Modellierung eines daraus resultierenden Konstrukts und dessen Benennung. Laut Breuer et al. (2019, S. 250) sollen so im Durchlaufen der Prozessschritte Erklärungsargumente für Phänomene und Zusammenhänge gefunden und zu einem übergreifenden

theoretischen Modell verdichtet werden; eine reine Paraphrasierung des Gesagten ist dabei stets zu vermeiden.

Auch wenn Breuer et al. (2019, S. 237) darauf verweisen, dass Interview-Leitfäden das Entstehen von Neuem im Gespräch verhindern können, wurde eine Kombination der beiden methodischen Ansätze versucht, denn die Autoren empfehlen eine Anpassung der verwendeten Prozeduren an die Gegebenheiten des Forschungsthemas, des Forschungsfeldes und an die Rahmenbedingungen. Da die RGT sich besonders auf die Erforschung alltagsweltlicher Probleme bezieht und es sich hier jedoch bei der Erforschung einer wissenschaftlichen Fragestellung des Forschungsbereichs Mensch-Maschine-Interaktion handelt, wäre eine Kombination von zwei unterschiedlichen Methoden dem Erkenntnisgewinn zuträglich.

Um beiden Methoden gerecht zu werden, wurden offene Fragen und freier Austausch und somit ein Abweichen vom vorgefertigten Leitfaden, von Anfang an eingeplant. Gerade im ersten Teil sollten die Teilnehmenden über ihren Arbeitsalltag, ihre persönlichen Erfahrungen und Projekte sprechen. Sukzessive sollte dann der Fokus mit Hilfe des Leitfadens auf das Forschungsfeld MD und CP und schließlich auf MD-CP-Schnittstellenkonzepterstellung gelenkt werden.

Bei genauer Betrachtung der Transkripte können iterative Anpassungen der Fragen oder leicht abweichende Gesprächsverläufe nachvollzogen werden. Dies wird durch das zwischenzeitliche Auswerten und Verdichten von Konzepten und Theorien erzeugt, die von der RGT gewünscht sind. Trotz der Anpassungen wurden die Themen, die im Leitfaden festgehalten wurden, aus Gründen der Vergleichbarkeit der einzelnen Interviews beibehalten.

Die anfänglich geplante Kombination der methodischen Ansätze Reflexive Grounded Theory (RGT) und leitfadengestütztes Interview erwies sich als nicht realisierbar. Während sich die inhaltliche Analyse der apriorischen Kategorien aus der Literaturrecherche als nachvollziehbar umsetzen ließ, konnte die RGT aus mehreren Gründen nicht angewendet werden.

3.4.1 Datenerhebung und Methode

Es wurden insgesamt 9 Experten ausgewählt. Voraussetzung war, dass sie über eine mehrjährige Berufserfahrung im Bereich UI-Gestaltung verfügen oder ein Studium mit

Schwerpunkten Usability, UX oder Mensch-Maschine-Interaktion absolviert hatten. Zusätzlich musste der Schwerpunkt der täglichen Arbeit der ausgewählten Experten in der Erstellung oder Bewertung von geräte- oder plattformübergreifenden UI-Konzepten liegen. Es wurden Experten gesucht, deren aktuelles Projekt nicht nur die Schnittstellengestaltung von im Fahrzeug befindlichen Geräten umfasst, sondern solche, deren aktuelles Projekt auch kundeneigene Fremdgeräte von iOS und Android miteinschließt.

#	Position / Dauer der Berufserfahrung
1	Erstellung und Bewertung von HMI-Konzepten 10 Jahre
2	Erstellung von HMI-Konzepten 2 Jahre
3	Erstellung von HMI-Konzepten 3 Jahre
4	Abnahme und Bewertung von HMI-Konzepten 3 Jahre
5	Erstellung und Bewertung von HMI-Konzepten 5 Jahre
6*	Erstellung und Testing von HMI-Konzepten
7*	Erstellung und Testing von HMI-Konzepten
8	Erstellung und Bewertung von HMI-Konzepten 2 Jahre
9	Erstellung von HMI-Konzepten 1 1/2 Jahre

Tabelle 2 – Expertenauswahl für Studie 1

*Experten 6 und 7 wurden in einer zweiten Bewertungsphase ausgeschlossen.

Von den 9 Experteninterviews, die jeweils mitgeschnitten wurden, wurden vom Autor der vorliegenden Arbeit sieben Transkripte erstellt. Zwei Experteninterviews wurden nach einem ersten Review aus der Bewertung ausgeschlossen. Grund dafür war, dass diese Experteninterviews ad-hoc auf Englisch durchgeführt wurden, ohne die Fragen vorab einem wissenschaftlichen Übersetzungsprozess zu unterziehen. Ausschlaggebend für den Ausschluss war, dass eine gegenseitige Beeinflussung der Experten und eine Beeinflussung durch die spontane Durchführung nicht ausgeschlossen werden konnten.

Die Transkripte sind analog zur Struktur des Leitfadens organisiert. Abweichungen, die sich durch den Gesprächsverlauf ergaben, betrafen zumeist die Reihenfolge der Fragen innerhalb eines Abschnitts. Die Transkripte geben den Wortlaut möglichst genau

wieder. Der Aufbau des Leitfadens beinhaltet zunächst die Erfassung demographischer Daten. Für jeden Interviewteil wurde eine kleine Einführung vorbereitet, sodass die Experten wussten, worauf dieser Teil abzielt. So konnten vorab Unklarheiten beseitigt werden.

Im Folgenden werden die Einführungen und die jeweiligen Fragen tabellarisch präsentiert. In der zusätzlich eingefügten Kommentarspalte, die im tatsächlichen Interview nicht befüllt wurde, werden hier die jeweiligen Ziele genannt, die mit den Fragen verfolgt werden.

Teil 1

	<i>Fragen</i>	<i>Ziele</i>
1.1	Was sind die zentralen Aufgaben deines täglichen Doings?	<ul style="list-style-type: none"> • Projekte • Abklärung, ob Konzepte selbst erstellt oder bewertet werden

Im ersten Teil dieses Interviews geht es allgemein um das Entstehen und das Bewerten von UI-Lösungen. Dabei liegt der Fokus auf einer Anwendung auf einem Gerät (nicht multi-device);

	<i>Fragen</i>	<i>Ziele</i>
1.2	Wie triffst du User-Experience-Design-Entscheidungen in Bezug auf die Konzeptionierung von Anwendungen?	<ul style="list-style-type: none"> • Freie Fragestellung
	Wie gehst du daran?	<ul style="list-style-type: none"> • Teilschritte bis zum Entscheidungsprozess
	Was ist ein typischer Prozess?	
1.3	Wenn du Konzepte entwirfst oder bewertest, hast du eine bestimmte Entscheidungshilfe? Greifst du auf etwas zurück? (Best Practices, wissenschaftliche Studien)?	<ul style="list-style-type: none"> • Welche Art von Literatur wird allgemein bevorzugt – eher wissenschaftliche Studien oder pragmatische Best Practices? • Individuelle Prägung verstehen
	Warum gerade darauf?	
1.4	Gibt es bestimmte Paradigmen, Guidelines oder Heuristiken, die du bei der Erstellung oder Bewertung von UI-Konzepten zugrunde legst?	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikation von genutzten HMI Guidelines
1.5	Welche Ziele/ Prämissen verfolgst du bei der Erstellung oder Bewertung von UI-Konzepten? (Usability, User Experience, geringe kognitive Belastung)	<ul style="list-style-type: none"> • Diese Frage dient dazu im späteren Verlauf zu überprüfen, ob diese Ziele auch im Multi-Device-Cross-Platform-Kontext gelten
1.6	Gibt es äußere Einflüsse durch die Branche, das Unternehmen, die Marke und/oder die Abteilung, in der du tätig bist?	<ul style="list-style-type: none"> • Einflüsse, bedingt durch die Rahmenbedingungen
	Wie sehen diese aus?	
	Welche Folgen haben diese auf deine Arbeit?	

Tabelle 3 – Fragen aus Teil 1

Teil 2

Anwendungen oder Services, die wir den Kunden zur Verfügung stellen, können auf im Fahrzeug integrierten Geräten oder auf den kundeneigenen Geräten wie persönliche Smartphones und Tablets laufen, oder die Kunden können unsere Services über verschiedene Onlineportale oder Applikationen verwenden. Insofern sind die Anwendungen und Services multi-device-basiert.

	Fragen	Ziele
2.1	Wie drückt sich dieser Multi-Device-Charakter innerhalb deines Projektes / deiner aktuellen Projekte aus?	<ul style="list-style-type: none"> • Grad des Multi-Device-Charakters • Sind automatisch verschiedene Plattformen beteiligt? • Wird nur für eine Plattform hergestellt?
	Welche Geräte sind involviert?	
	Die Anwendung, die du konzipierst/ beurteilst ist eher auf sequenziellen Gebrauch von Geräten oder einen parallelen Gebrauch ausgerichtet?	
2.2	Wie beurteilst du diesen Bezug zum Thema multi-device? Vereinfacht das deine Arbeit oder wird deine Arbeit dadurch komplexer? Kannst du mir das näher beschreiben?	<ul style="list-style-type: none"> • Folgen durch Multi-Device-Charakter innerhalb des Projektes für die UI-Konzepterstellung oder Bewertung • Gibt es spezielle Faktoren?
2.3	Was sind die größten Herausforderungen im Bezug auf Entwicklung/ Beurteilung von Multi-Device-UI-Konzepten?	<ul style="list-style-type: none"> • Herausforderungen, die durch die Auslegung eines Konzeptes auf mehrere Geräte entstehen • Worauf muss geachtet werden? • Welche Überlegungen spielen eine Rolle und warum?
	Welche Überlegungen spielen eine besondere Rolle? (<i>Skalierung oder cross-platform</i>)	
	Warum?	

Tabelle 4 – Fragen aus Teil 2

Teil 3

Cross-Platform-UI-Konzepte

Die Anwendungen/ Services laufen auf verschiedenen Geräten von unterschiedlichen Herstellern. Dabei treffen verschiedene UI-Standards und Design-Sprachen aufeinander. Im Fahrzeug treffen beispielsweise im RSE Bereich, in dem es Apps für die fest verbauten Geräte und für die persönlichen Tablets und Smartphones der User gibt, bis zu drei Plattformen mit eigenen Charakteristiken aufeinander.

Gibt es bei deinem aktuellen Projekt einen Cross-Platform-Anteil durch Apps, Services oder Features, die auf verschiedenen Plattformen mit eigenen UI-Standards und Designsprachen laufen?	Erörterung des Entscheidungsprozesses Welche Abwägungen werden getroffen? Was sind die wichtigsten Einflüsse und Überlegungen?
An welcher Stelle bemerkst du vielleicht Herausforderungen?	
Was sind konkrete Probleme in der UI-Ideation-Phase oder in einem UI-Bewertungsprozess?	
Welche Folgen ergeben sich bei deinem aktuellen Projekt/ deinen Projekten durch unterschiedliche Konsistenzen der einzelnen Plattformen?	Spielen unterschiedliche Konsistenzen eine Rolle? Was macht das zu einer Herausforderung? Wie wird damit umgegangen?
Gibt es Auswirkungen auf bestimmte Teile?	

Tabelle 5 – Fragen aus Teil 3

Teil 4

Viele Hersteller haben eigene UX Guidelines, um eine gewisse Konsistenz (Kohärenz) der verschiedenen Anwendungen zu gewährleisten. Analog dazu gib es auch für Produkte und Fahrzeugbaureihen sowie für neue Telematik-Generationen einen Styleguide.

<i>Fragen</i>	<i>Ziele</i>
Werden die Guidelines in der Konzepterstellung/ Bewertung berücksichtigt?	<ul style="list-style-type: none"> • Tatsächlicher Einfluss Plattform UX Guidelines und Patterns
Warum / Warum nicht?	
Auf welche Art und Weise werden UX Guidelines genutzt (konsultierend, strenge Orientierung)?	
Erscheint das aus deiner Erfahrung heraus sinnvoll oder nicht?	<ul style="list-style-type: none"> • Vor- und Nachteile der Verwendung von Guidelines
Warum/ Warum nicht?	
Wie gehst du mit Abweichungen der Guidelines untereinander um?	<ul style="list-style-type: none"> • Verstehen des Entscheidungsprozesses
Spielen bei der Ideation der eigenen Konzepte Unterschiede zwischen den Plattform Guidelines von Android und iOS eine Rolle?	
Gibt es eine bewusste Abstraktion/ Abwendung von den Guidelines?	<ul style="list-style-type: none"> • Vor- und Nachteile UX Guidelines und Patterns
Warum / Warum nicht?	
Erscheint aus deiner Erfahrung eine Abstraktion sinnvoll oder nicht?	<ul style="list-style-type: none"> • Expertenmeinung
Warum/ Warum nicht?	
Wo siehst du die größten Unterschiede zwischen Styleguides und UX Guidelines?	<ul style="list-style-type: none"> • Unterschied zwischen designgetriebenem Styleguide und interaktionsfokussierter UX Guideline

Tabelle 6 – Fragen aus Teil 4

Teil 5

Bisher haben wir die beiden Kontexte multi-device und cross-platform getrennt voneinander betrachtet. Es gibt aber auch Anwendungen, die sowohl für Multi-Device-Szenarien konzipiert sind als auch gleichzeitig unterschiedliche Plattformen unterstützen, also cross-platform sind. Zu diesen will ich dich im letzten Teil des Interviews befragen.

<i>Fragen</i>	<i>Ziele</i>
Welche Ziele/ Prämissen verfolgst du bei der Erstellung/ Bewertung von UI-Konzepten? (Usability, User Experience, geringe kognitive Belastung)	<ul style="list-style-type: none"> • Unterschied zu Single-Device-Konzepterstellung
Was sind deiner Meinung nach die größten Herausforderungen für Multi-Device-Cross-Platform-UI-Konzepte?	<ul style="list-style-type: none"> • Herausforderungen aus der Kombination aus mehreren Geräten unterschiedlicher Hersteller • Addieren sich die Probleme? • Gibt es zusätzliche Herausforderungen durch wechselseitige Beeinflussung?
Worauf achtest du in deinem aktuellen Projekt am meisten, visuelle Konsistenz oder User Experience/ Usability je Gerät?	<ul style="list-style-type: none"> • Was wird aktuell gemacht?
Warum?	
Aus deiner Erfahrung heraus, was glaubst du ist wichtiger, die Vorerfahrung eines Nutzers oder die Konsistenz eines UI-Konzepts?	<ul style="list-style-type: none"> • Welche Annahmen treffen die UX-Designer?
Warum? Beobachtungen/ Beispiele?	
In einem idealisierten Ideation-Prozess mit ausreichend Zeit, Geld und Kapazitäten, wie würdest du das Design einer Anwendung, die auf mehreren Geräten und verschiedenen Plattformen läuft, angehen? Was sollte ein ideales UI-Konzept können?	<ul style="list-style-type: none"> • Was braucht es, um die beste MDCP UX zu schaffen? • Was ist das Idealbild?
Ein UI-Konzept für eine Anwendung besteht aus verschiedenen Bausteinen wie das graphische Design (Schrift/ Farben/ Icons), einer Architektur (Informationsarchitektur, Flows) und Interaktions-Elementen. Was sind für dich die wichtigsten Bausteine einer Anwendung, die sich plattformspezifisch anpassen lassen? Welche erscheinen dir sinnvoll?	<ul style="list-style-type: none"> • Identifikation von konkreten plattformspezifischen Anpassungen
Wir haben vorhin allgemein von Entscheidungshilfen für die Erstellung oder Bewertung von UI-Konzepten einer Anwendung gesprochen. Kannst du diese auch für eine Multi-Device-Cross-Platform-Anwendung verwenden?	<ul style="list-style-type: none"> • Übertragung Single-Device-Entscheidungshilfen auf Multi-Device-Cross-Platform-Kontext möglich?
Fehlt Dir etwas, um bessere Entscheidungen zu treffen?	<ul style="list-style-type: none"> • Wie muss eine sinnvolle Multi-Device-Cross-Platform-UI-Gestaltungsempfehlung aussehen?
Wenn ja, was? Wenn nicht, mit was wird gearbeitet?	

Tabelle 7 – Fragen aus Teil 5

3.4.2 Ziele

Vorbild für die durchgeführte Studie ist der Text von Dong et al. (2016). Der Fokus der hier vorliegenden Studie liegt jedoch nicht – wie bei Dong et al. (2016) – auf der möglichst breiten und übergreifenden Herausarbeitung der Herausforderungen im Bereich MDCP UX. Vielmehr sollen die spezifischen Probleme innerhalb der Anwendungsdomäne gefunden werden.

Dabei sollten der strukturelle Designentscheidungsprozess, domänenspezifische Einflussfaktoren auf konkrete Designentscheidungen und ökonomische und produktspezifische Überlegungen analysiert werden. Außerdem wurden die Entscheidungsfindung und die Hilfsmittel diskutiert. So konnten für die vorliegende Arbeit ein erster Rahmen, eine Abgrenzung und der konkrete Output definiert werden. Zusätzlich sollen dabei wissenschaftliche und pragmatische Lücken aufgedeckt werden. Insgesamt dient diese erste Studie auch dazu, die Relevanz der aufgeworfenen Problemstellungen zu verifizieren und das Forschungsvorhaben weiter zu spezifizieren.

3.4.3 Ergebnisse

Die Auswertung erfolgte anhand der Aufteilung des Interviewleitfadens. Wurden jedoch in einem späteren Interviewteil Aspekte genannt, die auch auf die vorangegangenen Fragen zutreffen, wurden diese in der Auswertung berücksichtigt.

Aus Gründen der Geheimhaltung können nur Ergebnisse aufgezeigt werden, die sich mit dem potentiellen Spannungsfeld in der UI-Gestaltung auseinandersetzen. Dieses gilt in ähnlicher Form für jeden anderen Fahrzeughersteller, der ein MDCP-Ökosystem anbieten möchte, das BYOD-Geräte umfasst. Eine Analyse möglicher Mitbewerber und deren BYOD-Produktstrategien findet sich in Studie 2 (siehe dazu Kapitel 6). Antworten von Experten, die unternehmensinterne Strategien der Mercedes-Benz AG aufgreifen, werden im Folgenden explizit nicht genannt oder diskutiert. Diese sind im Zusammenhang der wissenschaftlichen Aufarbeitung des Forschungsvorhabens nicht relevant.

Wie im Vorwort dargelegt, befasst sich die vorliegende Arbeit ausschließlich mit dem Thema aus HMI-Perspektive. Die befragten Experten fungieren innerhalb der Studie ausschließlich als Domänenexperten.

3.4.3.1 Antwortenanalyse zu Interviewteil 1

Die Analyse der Transkripte zeigt, dass die Experten unterschiedliche Strategien bei der Erstellung eines HMI-Konzepts verfolgen. Gemeinsamkeit und fester Bestandteil in der Konzepterstellung aller Experten ist eine Analyse- und Recherchephase. Aber auch hier zeigen sich Unterschiede. Ein Einflussfaktor auf den Konzeptionierungsprozess im Allgemeinen ist die Art des Projektes. Je näher das Projekt am Fahrzeug ist, desto mehr spielt die innere Konsistenz zum Fahrzeug und der Vergleich zu anderen Fahrzeugherstellern und deren Konzepten eine Rolle. Je weiter das Projekt weg ist vom eigentlichen Fahrzeug, desto mehr spielen auch andere Analysen von etablierten Konzepten eine Rolle (äußere Konsistenz). Diese Orientierung auf den Kontext lässt sich besonders bei denjenigen Experten gut ausmachen, die sowohl ein fahrzeugnahes Projekt als auch ein weitestgehend von der Fahrzeug-HMI unabhängiges Projekt betreuen. Bei allen Experten sind also insgesamt zwei Aspekte für die Konzepterstellung maßgebend:

- Das Zielsystem beziehungsweise die Zielplattform oder das Zielgerät, auf dem die Anwendung laufen soll.
- Der Kontext der Anwendung, entweder im Auto oder außerhalb des Autos.

Bei der Erstellung jedes neuen Konzepts wird eine Konsistenzprüfung zu Bestehendem durchgeführt. Mit dieser Prüfung wird kontrolliert, ob sich das neu entwickelte Konzept in bestehende Konzepte einfügen lässt oder ob die innere produktspezifische Konsistenz verletzt wird. Bei Innovationsthemen werden freiere Methoden aus dem klassischen Usability-Engineering und UX-Design angewendet. Hier wird bewusst kein Abgleich mit bestehenden Konzepten gesucht, sondern neue konstruiert.

Für alle UX-Experten ist die Einfachheit eines UI-Konzepts sehr wichtig. Während einige Experten besonders die Anzahl der einzelnen Bedienschritte als messbares Instrument beschreiben, verweisen andere vor allem darauf, dass es dem Nutzer gelingen muss, das System schnell zu erfassen; die Anzahl der Bedienschritte ist aus ihrer Sicht nicht immer relevant. Als Ziel werden je nach Projekt entweder die Konsistenz zum Fahrzeug und oder die Konsistenz zur Plattform des Zielgeräts genannt.

Jeder der Experten argumentiert, dass einerseits die Konsistenz zu den Erfahrungen des Nutzers, andererseits zu einem in sich konsistenten Produkt etwas ist, das die Nut-

zer erwarten. Dazu passend wird immer wieder vom EN ISO Standard 9214-110 gesprochen, der sich mit den Grundsätzen von Dialoggestaltung beschäftigt. Die Konformität an die Erwartungen des Nutzers ist für Experten essentiell.

P4: „Nein, die Erwartungskonformität ist das absolut Richtige. Das ist ja auch immer wieder von mir genannt. Es gibt keine intuitive Bedienung, sondern nur eine erwartungskonforme und ich denke, das ist einfach ein ganz hoher Gradmesser für die Nutzer“

Besonders interessant hieran ist, dass die Erwartungskonformität in unterschiedlichen Projekten und für unterschiedliche Ziele als Argumentationsgrundlage dient. Im Besonderen wird dies im Teil über MDCP näher diskutiert. Hier treffen zwei unterschiedliche Erwartungskonformitäten aufeinander:

- Die Realisierung eines Konzepts konsistent auf allen Geräten, Erwartungshaltung hinsichtlich der Produktkonsistenz (innere Konsistenz).
- Die Konformität zu den Patterns, Erwartungshaltung an die Bedienung auf einem bestimmten Gerät (äußere Konsistenz).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass die Experten im Design-Entscheidungsprozess auf anerkannte Entscheidungshilfen und ihre persönliche Erfahrung setzen. Dennoch werden Paradigmen wie Konsistenz und Erwartungskonformität projektspezifisch adaptiert und individuell interpretiert. Im Vergleich aller Interviews zeigt sich, dass die Zielplattform und der Kontext – Nutzung innerhalb oder außerhalb des Fahrzeugs – die stärksten inneren Einflussfaktoren auf konkrete Schnittstellengestaltungsentscheidungen sind.

Für die UI-Konzepte der Vorgängergeneration (COMAND Online NTG 5.5) gab es, wie aus bereits veröffentlichten Produkten ersichtlich, folgende Zielsetzung: Die für die im Fahrzeug fest verbauten Geräte entwickelten UI-Konzepte werden auch für die Apps, die sich auf den persönlichen Geräten der Kunden befinden, verwendet. Also soll innerhalb des Fahrzeugs möglichst dieselbe Schnittstellengestaltung auf allen Displays verwendet werden. Dadurch soll ein möglichst konsistentes Produkt entstehen. Bisher schloss dieses Bestreben nach produktspezifischer Konsistenz auch explizit das Schnittstellendesign für die Applikationen auf den kundeneigenen Geräten mit ein. Anders ausgedrückt wurde bisher, wie aus den bereits veröffentlichten Produkten (COMAND Online NTG 5.5 und COMAND Touch App) ersichtlich, die innere Konsistenz stärker

gewichtet als die äußere. Aus den bereits veröffentlichten Produkten der Folgegeneration MBUX ist ersichtlich, dass diese Prämisse auch für die UI-Konzepte der Anwendungen der Head-Unit, der Fond-Entertainment-System-Displays und des Fond-Tablets angewendet wurde. Daher referenzieren die Experten auch immer wieder Produktkonsistenz und innere Konsistenz als Einflussfaktor.

Alle Experten gaben als weiteren Einfluss auf die UI-Konzepte rechtliche Anforderungen an. In Projekten, die sich auf die im Fahrzeug verbauten Displays beziehen, geht es vor allem darum, dass die Konzepte so gestaltet werden, dass sie den Anforderungen zur Vermeidung der Ablenkung des Fahrers entsprechen.

3.4.3.2 Antwortenanalyse zu Interviewteil 2

Je Projekt, an dem die Experten arbeiteten, waren unterschiedliche Geräte in unterschiedlicher Weise beteiligt. Mit einer Ausnahme beschrieben die Experten, dass durch die Integration mehrerer Geräte die Komplexität hinsichtlich der Schnittstellengestaltungserstellung steigt. Im Gegensatz zu einem Single-Device-Schnittstellenkonzept kommen weitere Einflussfaktoren hinzu, zum Beispiel eine Erwartungshaltung der Nutzer an ein bestimmtes Verhalten auf einem bestimmten Gerät. Diese geräte- und plattformsspezifische Erwartungskonformität (äußere Konsistenz) ist geprägt von den täglichen Erfahrungen, Routinen und den Erlebnissen mit einem Gerät.

P8: „Wie oft sieht man circa täglich auf das Telefon pro Tag? (...) Zwei-, dreihundert Mal. Die häufigen [Nutzer], die weniger häufigen hundert Mal. Das sind Zahlen.“ P8 führt später weiter aus: „Ein Nutzer, der die hauptsächliche Bindung auf dem Smartphone an sich hat, er schaut sich das Interface relativ häufig an. Wiederholung ist Werbung und Werbung geht tief in den Kopf mit Wiederholung. Und diese Wiederholung löst diese Bindung aus. Deswegen wird es stärker.“

Für diesen Experten ist deswegen auch ganz klar: „(...) Der User hat eine starke, meiner Meinung nach auch stärkere Bindung zu seinem Mobile-Phone-Interface als zu seinem Auto-Interface“. Daraus leitet er ab, dass Schnittstellen je Gerät und Plattform angepasst werden müssen. Dafür kann auch vom Paradigma der inneren Konsistenz eines UI-Konzepts auf allen Geräten abgewichen werden. Auch wenn P8 die Bindung zu den Schnittstellen der Plattformen für wichtiger hält als die Bindung zu den Schnittstellen des Fahrzeugs, relativiert er seine Aussagen. Er plädiert letztlich für einen Ansatz, der möglichst alle Einflussfaktoren innerhalb einer MDCP-Anwendung berücksichtigt.

Auch die anderen Experten sehen für MDCP-Anwendungen im Allgemeinen ein Spannungsfeld aus der Berücksichtigung von gerätebedingten und produktbedingten Anforderungen, die die Gestaltung und Bewertung von Schnittstellen komplexer machen.

P4: „Weil man noch mehr Einflussfaktoren hat, die man auch teilweise nicht selbst beeinflussen kann. Das übliche Beispiel dafür, oder eigentlich zwei Beispiele oder zwei Belege dafür: Im Auto habe (...) ich ein Kombiinstrument, was bestimmte gesetzliche Anforderungen erfüllen muss, ich habe eine Head Unit, die auch Driver-Distraktion-Anforderungen erfüllen muss. Das heißt, da kann ich nicht frei gestalten. Das heißt, da muss ich bestimmte Sachen einhalten. Umgekehrt war die vorher angesprochene Konformität, was man gewohnt ist. Das heißt, wenn ich nun mal gewohnt bin, dass eine App mit einer bestimmten Wischgeste sich irgendwie verhält, dann sollte ich die nicht komplett umgestalten, wenn ich den Kunden nicht aus seinem Konzept bringen möchte und daher habe ich dann zwei potentiell völlig nicht zusammenhängende Nutzerinteraktionen, die ich trotzdem unter einen Hut bringen muss.“

P4 zeigt, dass in einer MDCP-Anwendung gewisse Anforderungen zwangsläufig berücksichtigt werden müssen. Es bestehen rechtliche Anforderungen (Driver-Distraktion), die in vollem Umfang erfüllt werden müssen. Diese wurden im Sinne einer möglichst konsistenten Schnittstellengestaltung (innere Konsistenz) bei der bisherigen bereits veröffentlichten fahrtbegleitenden App der Infotainment-Plattform COMAND Online NTG 5.5 auch übernommen. Gleichzeitig gibt es laut dem Experten auch gewohnheitsbedingte Erwartungshaltungen von Nutzern (äußere Konsistenz). Diese weichen Anforderungen, die sich in den plattformspezifischen HMI Guidelines widerspiegeln, spielen jedoch gegenüber den harten rechtlichen Anforderungen immer eine untergeordnete Rolle.

P5 fasst ebenso dieses UX-Spannungsfeld der inneren und äußeren Konsistenz, das in ähnlicher Form bei P1, P2, P4 und P8 auftaucht, wie folgt zusammen: „(...) [Das] ist schon eine Herausforderung irgendwo diese Wiedererkennung auf den anderen Plattform zu gewährleisten. Aber gleichzeitig die gewohnten Mechanismen, das gewohnte Umfeld, das Gefühl von dieser App, die er in seinem Smartphone, auf seinem iOS-Gerät oder Android-Gerät oder auch an seinen PC nicht kaputt zu machen (...) durch diesen Brand von Mercedes“.

Zusammenfassend lassen sich aus den Antworten folgende Rückschlüsse ziehen: Der Charakter von MDCP-Anwendungen kann ganz unterschiedlicher Natur sein. Es können unterschiedliche Plattformen, Bildschirmgrößen oder völlig unterschiedliche Geräte beteiligt sein. Durch diese Vielfalt entsteht bei der Schnittstellenkonzepterstellung oder Schnittstellenkonzeptbewertung eine zusätzliche Komplexität. Praktisch bedeutet dies, dass UI-Designer gegenüber einer Single-Device-Schnittstellenkonzepterstellung zusätzliche und zum Teil gegensätzliche Anforderungen berücksichtigen müssen. Durch unterschiedliche Größen müssen Konzepte flexibler sein. Durch unterschiedliche Plattformen und Geräte müssen entweder generische Interaktionsmechanismen gefunden oder bewusste Brüche mit der Erwartungshaltung der Nutzer (äußere Konsistenz) – zugunsten einer Produktkonsistenz (innere Konsistenz) – in Kauf genommen werden. Es ist die Aufgabe von UI-Designern in einer MDCP-Umgebung das Produkt, die Plattform und den Nutzer als Faktoren zu berücksichtigen.

3.4.3.3 Antwortenanalyse zu Interviewteil 3

Bei den Experten, bei denen ein echter Cross-Platform-Anteil im Projekt vorhanden ist, ist die Auswahl geeigneter Patterns eine besondere Herausforderung. Sie befinden sich im Konflikt zwischen der Verwendung eines produktspezifischen Patterns zugunsten einer inneren Konsistenz der Schnittstellengestaltung und der Verwendung von plattformspezifischen Patterns, um auf die Erfahrung der Nutzer einzugehen (äußere Konsistenz). Wie Punkt 3.1 entnommen werden kann, zählt dieser Konflikt zu den allgemeinen Herausforderungen für die MDCP-Anwendungsgestaltung. In der UI-Ideation-Phase und dem Testing der UI und UX wird für die Experten erfahrbar, dass etablierte und spezifische MDCP-UX- und MDCP-UI-Methoden fehlen. Hier ist schon ein Bedarf an Gestaltungsempfehlungen erkennbar, die sich mit innerer und äußerer Konsistenz auseinandersetzen. Besonders zeigt sich dieser bei der Gestaltung von Anwendungen, die sowohl im Fahrzeug als auch auf den privaten Smartphones und Tablets der Nutzer verfügbar sind. P1 zur Gestaltung dieser BYOD-Schnittstellen: „Ich habe dieses Smartphone immer dabei. Das ist meins. Ob ich dann nicht eher sagen würde, ok, da müsste man wahrscheinlich vielleicht sogar eher der Android- oder iOS-Welt folgen. Aber da bin ich, wenn du mich da jetzt fragst, hätte ich da jetzt kein Meinungsbild.“

Ohne auf unternehmensspezifische Prozesse einzugehen, lässt sich festhalten, dass UI-Konzept-Designentscheidungen über etablierte UX- und Usability-Methoden sowie

mit Hilfe von iterativen Prozessen getroffen und abgesichert werden. Zusätzlich werden dabei weitere Faktoren berücksichtigt, die sich aus der speziellen MDCP-Konstellation ergeben:

- ob die Geräte mitgeliefert oder vom Kunden mitgebracht sind,
- ob die Geräte entnehmbar oder mit dem Fahrzeug selbst fest verbunden sind,
- ob es auf dem jeweiligen Gerät die Möglichkeit gibt, andere Apps zu installieren oder nicht.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass durch das Unterstützen von unterschiedlichen Geräten nicht nur Effekte wie Form und Größe eine Rolle spielen. Vielmehr spielen auch die Plattformen der Geräte und die damit verbundenen typischen Patterns und Gewohnheiten der Nutzer für die UX-Designer eine große Rolle. Gefragt nach konkreten Herausforderungen, schildern fast alle Experten den Zwiespalt zwischen innerer Konsistenz des Produkts und Anpassung an die Plattformkonventionen (äußere Konsistenz). Die Experten argumentieren immer aus einer Nutzerperspektive. Sie versuchen so, das mentale Modell und die Zuordnung der Nutzer zu verstehen, um auf dem jeweiligen Gerät die aus Nutzersicht richtigen Patterns zu verwenden. Das Ziel dabei ist, nicht mit deren Erwartungshaltung zu brechen. Bei den selbst mitgebrachten Geräten der Nutzer tendieren die Experten zur Anpassung an die jeweiligen gewohnten Patterns (äußere Konsistenz). Dies wird in manchen Projekten berücksichtigt, jedoch in anderen Projekten zugunsten der inneren Konsistenz aus produktstrategischen Gründen bewusst zurückgestellt. Die Ergebnisse zeigen, dass es in der konkreten Anwendungsdomäne eine hohe Übereinstimmung mit den zuvor geschilderten allgemeinen Herausforderungen des Forschungsgebietes gibt. Besonders die gestiegene Komplexität wird hervorgehoben.

3.4.3.4 Antwortenanalyse zu Interviewteil 4

Extrem hohe Einigkeit herrscht bei den Experten bezüglich der Verwendung der HMI Guidelines von iOS und Android. Alle Experten greifen zumindest konsultierend auf diese HMI Guidelines zurück. Je nach Projekt und dessen Auslegung werden die HMI Guidelines von iOS und Android streng verfolgt oder es wird bewusst von ihnen abstrahiert. Bei fahrzeugnahen Projekten, bei denen die Konsistenz zum Fahrzeug im Vordergrund steht, werden diese HMI Guidelines von iOS und Android im Vergleich weniger stark gewichtet. Hier wird vielmehr eine bewusste Abstraktion gefördert. Generell

wird das Befolgen der HMI Guidelines von iOS und Android von allen Experten unterstützt. Es gibt jedoch auch Gründe für eine Abstraktion. Bei Projekten, bei denen keine eigene Android- oder iOS-Applikation angeboten wird, ist die Abstraktion für die Experten unabdingbar. Sie raten dazu, keine Nutzergruppe zu bevorzugen oder auszuschließen. Bei Projekten, die jeweils eine eigene Android- und iOS-Version beinhalten, werden die HMI Guidelines von iOS und Android eher streng befolgt. Aber auch hier gibt es teilweise Abstraktionen. Bei diesen HMI Guidelines handelt es sich um semi-fakultativ anwendbare Richtlinien. Eine App, die sich nicht ausschließlich an diese plattformspezifischen Guidelines hält, kann trotzdem freigegeben werden. Die bereits veröffentlichten COMAND Touch App mit ihren produktspezifischen UI-Konzepten beweist dies. Daraus lässt sich ableiten, dass bei jedem plattformspezifischen Freigabeprozess für den Google PlayStore und den Apple App Store eine Einzelfallprüfung durchgeführt wird. Außerdem zeigen auch andere nicht vollständig plattformkonforme Apps (wie beispielsweise Spiele), dass die Plattformbetreiber sich und den App-Gestaltern einen gewissen Bewertungs- und Gestaltungsspielraum lassen. Die HMI Guidelines von iOS und Android sind klar abzugrenzen von den bereits erwähnten rechtlichen Anforderungen für Schnittstellen im Automotive-Bereich.

Für eine bewusste Abwendung von den Guidelines werden vor allem produktstrategische Gründe angeführt. Hierbei spielen die innere Konsistenz über alle Geräte und die Wiedererkennbarkeit der Anwendung eine große Rolle. Aber auch UX-seitige Gründe werden angeführt. So verweisen die Experten P8 und P9 darauf, dass innovative eigene Lösungen durchaus Sinn machen, sofern sie dem Nutzer eine bessere UX liefern als standardisierte guidelinekonforme Patterns. Als weiteren Grund nennen die Experten wieder den Aufwand, der bei einer abstrahierten produktspezifischen Lösung geringer sei, als jeweils eine guidelinekonforme Lösung je Plattform zu entwickeln und zu warten.

Ein völliges Ausblenden der Guidelines kommt jedoch für keinen Experten in Frage. Vielmehr geht es im konkreten Gestaltungsprozess bei den Features und Bedienkonzepten um eine, wie es P8 nennt „Einzelfallprüfung“. Daraus ergibt sich ein Spannungsfeld, das sich in der Ambivalenz der Antworten bei den jeweiligen Experten widerspiegelt.

So nennt P2 als Grund für eine Abstraktion die Fokussierung auf das Produkt und die Marke: „(...) Um das eigene Auto da nochmal speziell zu machen, (...) um da nicht

auf eine Benutzergruppe speziell einzugehen, sondern [auf] die Marke.“ Gleichzeitig verweist P2 auf die Sinnhaftigkeit der Berücksichtigung der Guidelines: „(...) Guidelines haben sich ja auch teilweise gefestigt, sind den Nutzern bekannt, haben sich durchgesetzt. Sind ja auch nicht ohne Weiteres irgendwie aufgestellt worden, sondern haben Nutzertests schon hinter sich (...). Sie sind also belegt und warum soll man das nicht nutzen und anwenden.“

P5 verweist darauf, dass er durch die Verwendung der Guidelines je Plattform die beste UX zu erreichen versucht: „Das ist korrekt. Ich versuche das bestmögliche für die Geräte – für beide – zu schaffen.“ Gleichzeitig verweist er darauf, dass eine Abstraktion aus Gründen der inneren Produktkonsistenz wichtig sein kann: „Ich habe aber auch eigene Patterns, die ich durchsetzen muss, um konsistent die user experience zu treiben.“

P9 fasst diese Ambivalenz zwischen der Verwendung von produktspezifischen und plattformspezifischen Patterns wie folgt zusammen: „Man kann es nicht pauschal sagen.“

3.4.3.5 Antwortenanalyse zu Interviewteil 5

In diesem Teil des Interviews wurden die Experten nochmals explizit zum Themengebiet MDCP in seiner Gesamtheit befragt. Hierbei sollten die einzelnen Einflussfaktoren der Teilgebiete gemeinsam beleuchtet werden und mögliche wechselseitige Beeinflussungen aufgedeckt werden. Die vorhergehenden Teile sind daher neben der inhaltlichen Auseinandersetzung methodisch auch als Hinführung zu verstehen. Auffällig bei der Analyse ist, dass sich die Experten bei gewissen Fragen stark übereinstimmend, bei anderen hingegen stark abweichend äußerten. Insgesamt überwiegt das Streben nach innerer visueller Konsistenz in der Gestaltung für die Schnittstellen für MDCP-Anwendungen. Hauptgründe hierfür sind ökonomische Aspekte wie Aufwand und Kosten für optimierte Schnittstellen je Gerät. Ebenso häufig werden, wie in den vorangegangenen Teilen, produktstrategische, markenstrategische und rechtliche Überlegungen angeführt, die aus Sicht aller Experten für eine konsistente Schnittstellengestaltung sprechen.

Außerdem hinterfragen die Experten, ob eine speziell plattformspezifisch zugeschnittene Version aus Kundensicht einen erheblichen Mehrwert liefert, der diesen erhöhten Aufwand mit plattformspezifischen Anpassungen rechtfertigen würde. Eine wesentlich höhere Zustimmung erhält die Berücksichtigung der Vorerfahrung der Nutzer gegenüber der inneren visuellen Konsistenz. Diese Vorerfahrung schließt nicht nur das

Erkennen von bestimmten Patterns einer Plattform mit ein, sondern auch die Performance der Nutzer, also ob es sich um Anfänger oder fortgeschrittene Nutzer handelt.

Die höchste Übereinstimmung aller Experten zeigt sich bei der Frage nach speziellen Entscheidungshilfen für die MDCP-Schnittstellengestaltung, die die Experten bei der Konzepterstellung einsetzen können. Laut der Experten gibt es für die Anwendungsdomäne keine konkreten BYOD-UI-Gestaltungsempfehlungen im MDCP-Kontext, die sie unterstützen könnten. Als Vorgriff auf den Abschnitt zu verwandten Arbeiten kann diese Aussage aus Sicht der vorliegenden Arbeit bestätigt werden (siehe dazu Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**). Auch klassische Usability-Engineering- und UX-Design-Methoden können nicht immer angewendet werden, da die MDCP-Schnittstellengestaltung durch die Verknüpfung unterschiedlichster Einflussfaktoren wesentlich komplexer ist. Die Experten sichern die Konzepte daher Usability- und UX-seitig über mehrere Design- und Test-Iterationen ab.

In diesem Teil wird deutlich, dass alle Experten eine Lücke hinsichtlich konkreter Gestaltungsempfehlungen für die Schnittstellen einer MDCP-Anwendung sehen. Dies gilt im Besonderen für die Schnittstellengestaltung der BYOD-Geräte. Die Gestaltungsempfehlungen sollen den UI-Ideation-Prozess effizienter machen und somit als Argumentationsgrundlage in Fachdiskussionen herangezogen werden.

Aus vielfachen Gründen wird innere Konsistenz als Default-Prinzip bei der Schnittstellengestaltung begründet eingesetzt. Ob dieses Prinzip der inneren Konsistenz jedoch wirklich die beste MDCP UX liefert oder ob es vielmehr nur ein Versuch ist, ein etabliertes Paradigma der Single-Device-UI-Entwicklung auf den MDCP-Kontext zu übertragen, bleibt für die Experten eine bisher unbeantwortete Frage. Generell befürworten die Experten sowohl innere Konsistenz als auch Anpassungen.

Die wissenschaftliche und auch pragmatische Lücke bei der Gestaltung von Schnittstellen von MDCP-Anwendungen zeigt sich noch deutlicher bei der Frage, welche konkreten Bausteine einer Schnittstelle nach Meinung der Experten an die Plattform angepasst werden und welche von diesen auf allen Geräten gleichbleiben sollten.

Einig sind sich die Experten lediglich in Bezug auf das graphische Design. Sie verstehen das graphische Design als einen wichtigen Punkt zum Ausdruck einer individuellen Marken- und Produktidentität. Außerdem ist das graphische Design laut Experten

das erste, was Nutzer – oft unterbewusst – wahrnehmen. Es trägt dazu bei, dass die Anwendung als *eine* Anwendung wahrgenommen wird, auch wenn sie auf unterschiedlichen Geräten verfügbar ist. P1: „(...) Ich wollte gerade sagen Look-and-Feel. Aber das ist nicht Look-and-Feel, weil das Feel ist anders. Aber der Look (...) muss (...) das gleiche sein!“ Wie die Aussage von P1 zeigt, darf das, was er als *Feel* bezeichnet durchaus variabel sein. Aber der *Look*, also das graphische Design, muss auf jeden Fall überall gleich sein. Ebenso drastisch äußert sich P9 auf die Frage, ob das graphische Design eher in Richtung Flat Design wie auf der iOS-Plattform üblich oder in Richtung Material Design wie bei Android (Google) üblich, getrieben werden sollte: „Auf gar keinen Fall“.

Anders sieht es bei der Architektur der BYOD-Schnittstelle aus. Diese umfasst vor allem den Aufbau und die Benutzerführung oder Flows durch die Anwendung. Hier erkennt die Mehrheit in der Anpassung an die Patterns der jeweiligen Plattform (in der äußeren Konsistenz) einen großen Vorteil für die Nutzer. Bis auf zwei Experten sehen alle in den plattformspezifischen Anpassungen einen großen Mehrwert hinsichtlich Usability oder UX. Die zwei übrigen sehen dies nur teilweise so. Bei allen Experten ist die Befürwortung von Anpassungen am größten, wenn es um Anwendungen geht, die auf den BYOD-Geräten ausgerollt werden sollen. In jedem Interview führt der jeweilige Experte ein gängiges Pattern bei der Begründung an, dass sich auf diese BYOD-Geräte der Nutzer bezieht. Alle Experten differenzieren auch zwischen der Informationsarchitektur und der Schnittstellenarchitektur. Die generelle Struktur, welche Information in welchem Menü zu finden ist, also die Informationsarchitektur, sollte auf jeden Fall über alle Anwendungen hinweg gleichbleiben. Dies gilt hingegen nicht für die Schnittstellenarchitektur (Benutzerführung, Flows).

P2 antwortet auf die Frage, wie mit der Schnittstellenarchitektur verfahren werden soll, wie folgt: „Da würde ich mich dann eher auf die speziellen Betriebssysteme verlassen, aber die untere Struktur sollte schon gleich sein.“ Also Patterns wie ein Hamburger-Menü (bei Android) oder eine Tabbar (bei iOS) können für die Gestaltung der BYOD-Schnittstelle verwendet werden. Die Informationsarchitektur und Bezeichnungen die sollten jedoch über alle Schnittstellen hinweg gleichbleiben. Letzteres bezeichnen Butz und Krüger (2017, S. 79) als terminologische Konsistenz.

Ähnlich äußert sich P1. Dieser führt jedoch verschiedene Faktoren spezifischer Geräte wie die Größe und Erwartungskonformität an: „Dann will ich natürlich den Hamburger so angezeigt haben, wie ich den in allen anderen Apps auch habe (...)“.

Die Wichtigkeit der Schnittstellenarchitektur beschreibt P5 wie folgt: „Plattformspezifisch auf jeden Fall die Architektur. Das sind die Eckpfeiler, an denen sich ein Nutzer vielleicht wieder heranhängt an die App und sich zurechtfindet, bei dem iPhone der Homebutton, beim Android das Hamburger-Menü. Das [sind] einfach solche groben Orientierungspunkte, die der Nutzer erlernt hat, die er in anderen Apps, (...), im Alltag immer wieder erlebt, an denen er sich immer wieder zurechtfinden kann. Von daher sind das Dinge, die man beibehalten sollte.“ Durch die ständige Wiederholung der Architekturkonzepte in der täglichen Benutzung schreibt der Experte ihnen eine sehr hohe Bedeutung zu. Durch die Wiederholungen entsteht ein Gefühl der Sicherheit und Beherrschbarkeit einer Anwendung. Also soll laut dem Experten durch die erneute Benutzung dieser plattformspezifischen Patterns das positive Gefühl, dass der Nutzer die Kontrolle über die Anwendung hat, bewusst hervorgerufen werden. Butz und Krüger (2017, S. 78) verweisen in diesem Zusammenhang auch darauf, dass so selbst bei neuen Anwendungen eine gewisse Vorhersagbarkeit gewährleistet ist.

Größte Uneinigkeit herrscht unter den Experten darüber, ob die Interaktionselemente sich an den Vorgaben der plattformspezifischen HMI Guidelines orientieren oder ob diese produktspezifisch gestaltet werden sollen. Manche der Experten machten dazu überhaupt keine Angabe. Die anderen Experten äußerten sich mehrheitlich ambivalent. Dies lässt sich vor allem auf die Unterschiedlichkeit der jeweiligen Projekte der Experten zurückführen. Häufig wird gerade bei den Interaktionselementen eine Anpassung für bestimmte Teile befürwortet, für andere jedoch abgelehnt.

Die Vorteile in der Verwendung von an die Plattform angepassten Patterns bei den Interaktionselementen liegen für den Experten bei weniger Aufwand und hedonisch-ästhetischer Qualität. Zusätzlich argumentiert P9, dass die Kunden diese plattformspezifischen Patterns bereits kennen. Diese müssen also nicht neu erlernt werden, wie dies bei produktspezifischen Lösungen der Fall ist.

Obwohl die Experten generell die Entwicklung separater plattformspezifischer Apps gegenüber einer einzelnen produktspezifischen Variante mit mehr Aufwand verbinden, gilt nicht der Grundsatz, dass die Verwendung einzelner plattformspezifischer Patterns im Allgemeinen mehr Aufwand bedeutet.

Zusammenfassend kann für diesen Teil festgehalten werden, dass keiner der Experten plattformspezifische Anpassungen generell ablehnt. Im Gegenteil erkennen die Experten viele Vorteile. Für die Schnittstellen auf den persönlichen Geräten ist die Anpassung von produktspezifischen Architekturkonzepten in Richtung der plattformspezifischen Patterns laut Experten besonders sinnvoll. Bei den Interaktionselementen herrscht ein gemischtes Bild. Hier erkennen die Experten Notwendigkeiten und Vorteile sowohl in den spezifischen Lösungsvarianten als auch in den standardisierten Interaktionselementen. Generell abgelehnt wird jegliche Anpassung des produktspezifischen graphischen Designs für einzelne Schnittstellen einer MDCP-Anwendung. Dieses sei für das Zusammengehörigkeitsgefühl unerlässlich. Da allgemeine MDCP-BYOD-Gestaltungsempfehlungen fehlen, wird über die plattformspezifische Anpassung je Projekt entschieden und diese UI-Konzeptentscheidung über Design- und Test-Iterationen UX-seitig abgesichert.

Besonders in diesem Teil wird die Motivation zu dieser Arbeit bestätigt. Durch die Interviews mit ausgewiesenen Experten in der Forschungsdomäne werden die wissenschaftlichen und die praxisbezogenen Lücken offensichtlich.

3.4.4 Methodenanalyse und Kritik

Wie in der Einleitung zu diesem Kapitel bereits erwähnt, konnte die geplante RGT nicht wie beabsichtigt angewendet werden. Allgemein war der Inhalt des Forschungsgebiets für die Anwendung dieser Methode nicht geeignet. Gerade die Unterschiedlichkeit der Projekte im Bereich MDCP machte die Erarbeitung eines übergreifenden und zusammenhängenden Modells, das die Grundlage für eine Theorie darstellt, unmöglich. Dies erscheint auch im Nachhinein logisch, da die Experten an verschiedenen Stellen des Interviews zu Praxisproblemen, die sehr projektabhängig sind, befragt wurden. Die Ergebnisse weisen daher eine gewisse Bandbreite an Herausforderungen auf. Methodisch erfolgte die Auswertung anhand des Leitfadens. Abweichende Ergebnisse bei manchen Experten ließen sich unter anderem auf die Unterschiedlichkeit der Projekte zurückfüh-

ren. Hier wäre zu prüfen, ob bei einer erneuten Befragung speziell zugeschnittene Leitfäden zu entwickeln sind. Die Unterschiedlichkeit der Projekte zeigte sich vor allem in zwei Aspekten:

- Die unterschiedlichen Geräte der jeweiligen MDCP-Umgebungen werden entweder vorwiegend parallel oder sequenziell genutzt.
- Die Funktionalität auf allen Geräten ist entweder nahezu identisch oder bewusst unterschiedlich auf die einzelnen Geräte verteilt.

Im Speziellen gab es für MDCP-Anwendungen, deren Geräte sequenziell genutzt wurden, besondere Herausforderungen. Die Problemstellungen bei solchen Projekten beziehen sich vielmehr auf technische Herausforderungen hinsichtlich der Synchronisation. Hinsichtlich der Schnittstellengestaltung gab es weniger Herausforderungen. Gerade für die persönlichen Geräte, die BYOD, werden dabei entweder einfache Schnittstellen mit wenig Funktionalität oder unterschiedliche Schnittstellen gestaltet, die spezielle Funktionen des jeweiligen Geräts (z.B. ein QR-Code-Scanner) aufgreifen. Daher konnten bei solchen sequenziell genutzten MDCP-Umgebungen weniger Probleme und Herausforderungen identifiziert werden. Zu den vorher ermittelten Problemen hinsichtlich der Integration unterschiedlicher Plattformen mit unterschiedlichen Guidelines und den daraus resultierenden unterschiedlichen Erwartungskonformitäten gab es bei diesen Projekten kaum Feedback. Vielmehr sind in solchen Projekten die Geräte komplementär zueinander. Bei der Schnittstellengestaltung ergibt sich nicht unbedingt der Zwang zur inneren Konsistenz. Dadurch entsteht auch kein Spannungsfeld für die UX-Designer zwischen innerer und äußerer Konsistenz.

Im Gegensatz dazu werden Projekte, bei denen die Geräte parallel innerhalb eines Kontextes wahrgenommen werden, als bessere Quellen für Herausforderungen hinsichtlich der Schnittstellengestaltung von MDCP-Anwendungen angesehen. Bei diesen ist der Funktionsumfang der Anwendungen auf den involvierten Geräten nahezu identisch. Hier treffen unterschiedliche Ziele und Herangehensweisen aufeinander. Vor allem das Spannungsfeld zwischen innerer Produktkonsistenz und Anpassung der Schnittstellen auf den involvierten Geräten stellt bei solchen Projekten eine große Herausforderung dar. Als Resultat dieser Studie wurden folglich MDCP-Anwendungen, deren Geräte vorwiegend den gleichen Funktionsumfang haben und parallel genutzt wer-

den, in den Fokus der vorliegenden Arbeit gerückt. Für eine erneute Durchführung würden folglich härtere Zulassungsvoraussetzungen für die zu interviewenden Experten unter Berücksichtigung ihrer Projekte aufgestellt werden.

Hinsichtlich der Fragestellungen, die für den Leitfaden konzipiert wurden, bleibt zu konstatieren, dass eine klare Abgrenzung zwischen einzelnen Fragen nicht gelingt. So werden zum Beispiel im letzten Teil Vorerfahrung der Nutzer sowie Usability und UX je Gerät beinahe synonym verwendet. Hier hätte eine höhere Trennschärfe oder eine weiterreichende Erklärung sicherlich dazu beigetragen, mehr darüber zu erfahren, wie die beiden Einflussfaktoren in der Konzeptarbeit berücksichtigt werden.

Als sehr hilfreich erwies es sich, das Themengebiet zunächst in die Teile multi-device und cross-platform aufzuspalten. So wurden bei multi-device vor allem Herausforderungen hinsichtlich unterschiedlicher Formfaktoren, Visualisierungsoptionen und Interaktionsmechanismen genannt, wohingegen bei cross-platform vor allem Herausforderungen hinsichtlich unterschiedlicher Konsistenzen und Guidelines gesammelt werden konnten. In der Zusammenführung der beiden Teilgebiete im letzten Block konnten schließlich wissenschaftliche und pragmatische Lücken aufgedeckt werden.

3.4.5 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Überprüfung, ob das Forschungsvorhaben aus Sicht der Experten relevant ist, war eines der Kernziele dieser Studie. Die Vermutung, dass plattformspezifische Anpassungen einzelner Geräte innerhalb einer MDCP-Anwendung eine bessere UX und Usability hervorbringen können, wurde seitens der Experten bestätigt. Es besteht jedoch konkreter Bedarf hinsichtlich Gestaltungsempfehlungen, besonders bei MDCP-Anwendungen, bei denen die Geräte parallel genutzt werden. Die Experten befürworten mögliche plattformspezifische Anpassungen bei den BYOD-Geräten, also eine Erhöhung der äußeren Konsistenz. Die Kernergebnisse und Erkenntnisse werden in folgender Aufzählung zusammengefasst:

- Verifikation des Forschungsvorhabens:
 - Plattformspezifische Anpassungen/ äußere Konsistenz generell sinnvoll (Bessere Usability und UX durch Berücksichtigung von Patterns & Erfahrung);

- Fehlende Methoden und Tools, die bei der MDCP-Schnittstellengestaltung unterstützen können (Was soll an die Geräteplattform angepasst werden, was muss produktspezifisch sein?).
- Konkrete Schnittstellengestaltungsempfehlungen für MDCP-Anwendungen fehlen laut Experten.
- Herausforderungen:
 - Innere und äußere Konsistenz bei MDCP-Szenarien: Unterschiedliche Geräte mit unterschiedlichen HMI Guidelines und Patterns müssen bedient werden und verursachen Schwierigkeiten in der Patternauswahl.
 - Konsistentes Design über alle Geräte und beste Usability und UX je Gerät werden als unvereinbare Pole eines Spannungsfeldes wahrgenommen.
 - Klassische Usability-Engineering-Methoden und HMI Guidelines sind schwer übertragbar.
- Spezifische Herausforderungen der Domäne Fahrzeug:
 - Vertriebs- und produktstrategische Überlegungen als Vorgaben für Schnittstellengestaltung. Das Fahrzeug als Leitprodukt für alle Schnittstellen.
 - Durch produktspezifische Überlegungen und ökonomische Aspekte wird möglichst konsistentes Schnittstellendesign (innere Konsistenz) über alle Geräte bevorzugt (Annahme: geringerer Aufwand, weniger Entwicklungszeit);
 - Spezifische gesetzliche Vorgaben in Kombination mit dem Bestreben nach innerer Konsistenz führen zu einer Übertragung von HMI-Konzepten auf die persönlichen Geräte der Nutzer (BYOD), die eigentlich speziell auf den Kontext des Fahrens zugeschnitten sind.
- Erkenntnisse dieser Studie:
 - Alle Experten halten plattformspezifische Anpassungen (äußere Konsistenz) und produktspezifische innere Konsistenz für sinnvoll;
 - Sinnvolle Anpassung in Richtung der Plattform sehen die Experten bei Schnittstellenarchitektur und bei Interaktionselementen;

- Plattformspezifische Anpassungen des graphischen Designs werden als nicht sinnvoll betrachtet.
- Designentscheidungen im MDCP-Kontext werden aktuell anhand von iterativen UI- und UX-Prozessen getroffen.
- Die Gestaltung einer guten MDCP UX ist durch zusätzliche Einflussfaktoren komplexer als die Gestaltung einer single-device UX;
- UX-Designer berücksichtigen bei der Auswahl von HMI-Konzepten und bei der Schnittstellengestaltung für ein Gerät einer MDCP-Anwendung folgende Kriterien:
 - ergonomische Aspekte: Sind Geräte fest verbaut im Fahrzeug oder sind sie handheld Geräte?
 - Herkunft der Geräte: Ist ein Gerät vom Fahrzeughersteller mitgeliefert oder ist es ein kundeneigenes Gerät von iOS oder Android?
 - Plattformspezifische Aspekte: Können auf dem Gerät andere Apps (zum Beispiel WhatsApp oder Netflix) installiert und benutzt werden? Kann es passieren, dass diese Apps und deren Patterns parallel erlebbar sind?

Bei der Schnittstellengestaltung von MDCP-Anwendungen innerhalb der Domäne Fahrzeug spielen im konkreten Fall rechtliche Anforderungen, produktspezifische Überlegungen, die Platzierung der Marke, des Produkts und der eigenen Designsprache eine entscheidende Rolle.

3.5 Zusammenfassung der forschungs- und anwendungsdomänenspezifischen Herausforderungen

Sowohl allgemeine Herausforderungen im Bereich MDCP als auch spezifische Herausforderungen der Anwendungsdomäne sind identifiziert und von den befragten Experten verifiziert worden.

Konkret entsteht in der Anwendungsdomäne ein Spannungsfeld hinsichtlich der UI-Gestaltung der fahrtbegleitenden Applikation auf den kundeneigenen Geräten. Die

konkrete Gestaltung kann sich prinzipiell an der Schnittstellengestaltung der Infotainment-Plattform, an der Schnittstellengestaltung der Service-Plattform oder an den plattform-spezifischen Schnittstellengestaltungslösungen der mobilen Endgeräte selbst orientieren. Fahrzeughersteller stehen in der Konzeptionsphase vor der Herausforderung, für diese fahrtbegleitenden Applikationen die beste Schnittstellengestaltung aus Kunden- oder Strategiesicht zu wählen.

Diesem Problem widmet sich die vorliegende Arbeit und nimmt dabei plattform-spezifische und infotainmentplattformspezifische Gestaltungsstrategien aus Kundensicht genauer unter die Lupe. Auf das Beispiel Mercedes-Benz projiziert bedeutet dies, dass die Schnittstellengestaltungspatterns von COMAND Online NTG 5.5/ MBUX und solche, die typisch für iOS und Android sind, für die Gestaltung von fahrtbegleitenden Applikationen herangezogen und evaluiert werden müssen. Während unterschiedliche Formfaktoren durch Ansätze wie responsive design gut abgefangen werden können, fehlen für das Aufeinandertreffen unterschiedlicher UI-Standards innerhalb eines Schnittstellengestaltungsprozesses für MDCP-Anwendungen Ansätze für diesen Problemfall.

4 Verwandte Arbeiten

Im folgenden Kapitel werden Beiträge aus der Forschungs- und Anwendungsdomäne präsentiert, die als Grundlage für die vorliegende Arbeit berücksichtigt werden. Im ersten Abschnitt dieses Kapitels geht es um Beiträge zu MDCP-UX- und MDCP-UI-Gestaltung und zu damit verbundenen Gestaltungsempfehlungen. Je Beitrag wird der Kern der Erkenntnisse und der Einfluss auf die vorliegende Arbeit erörtert. Besonderes Augenmerk wird dabei daraufgelegt, ob die Autoren die innere produktspezifische Konsistenz oder die äußere plattformspezifische Konsistenz, die mit Anpassungen verbunden ist, im Kontext MDCP favorisieren. Dabei wird auch jeweils die wissenschaftliche Grundlage der Empfehlungen kritisch analysiert. Im zweiten Teil des Kapitels wird Literatur zur Anwendungsdomäne präsentiert.

In einem iterativen Suchprozess wurden relevante Beiträge über die identifizierten Begriffe und Perspektiven in Kapitel 2 gesucht. Dabei wurden zunächst Beiträge zu cross-platform und multi-device ausfindig gemacht. In einem zweiten Schritt wurden dann Beiträge zu cross-media und multichanneled service ermittelt und hinsichtlich ihrer Relevanz analysiert. Dieser initialen Beitragssammlung wurden Werke hinzugefügt, die sich mit MD- oder MDCP-Umgebungen und Ökosystemen beschäftigen. Hierbei wurden technische Lösungen und solche, die sich auf die Gestaltung von UI und UX beziehen, unterschieden. Detailliert analysiert wurden Beiträge, die sich darüber hinaus mit konkreten UI-Gestaltungsempfehlungen befassen. Im Zuge dessen wurde überprüft, ob und wie sich diese den identifizierten Lücken aus der Anforderungserhebung in Kapitel 3 und insbesondere den Anforderungen aus Abschnitt 3.4 widmen. Weitere relevante Suchbegriffe und Forschungsbereiche wurden über die Klassifizierung der Anwendungsdomäne mittels der Ontologie (Brudy et al., 2019, S. 3) und Taxonomie (Brudy et al., 2019, S. 4) nach Brudy et al. (2019) identifiziert. Dadurch wurde gleichzeitig der Rahmen für die Suche eingeschränkt und die Auswahl der Literatur nachvollziehbar gemacht.

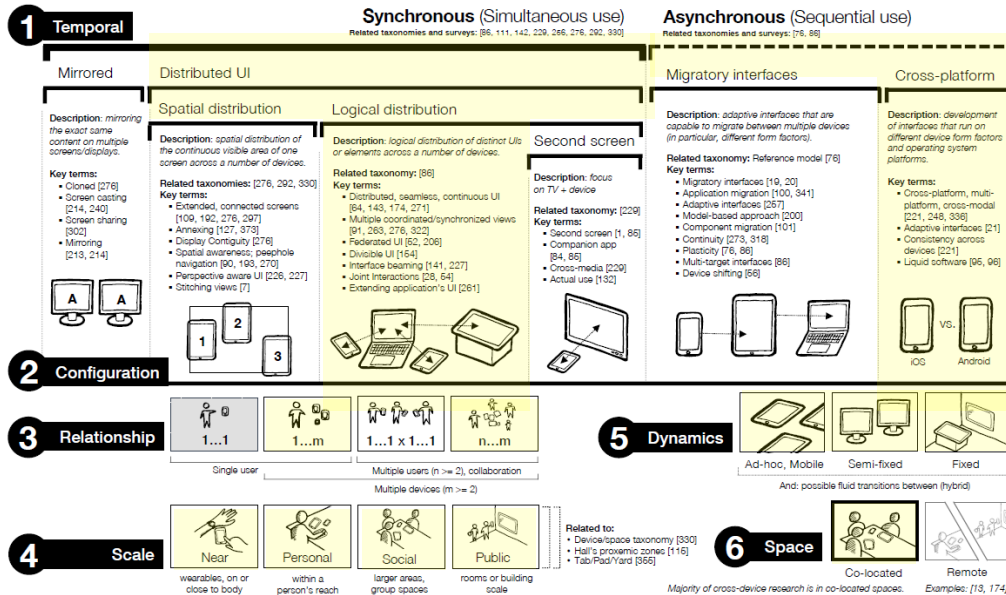


Abbildung 9 – Einordnung der Anwendungsdomäne anhand der Taxonomie von Brudy et al. (2019) (Ursprüngliche Grafik ohne Markierungen, Quelle: Brudy et al. (2019, S. 4))

In Abbildung 9 sind die Forschungsbereiche gelb markiert, die nach der Taxonomie von Brudy et al. (2019) von der Anwendungsdomäne berührt werden. Ein Fond-Entertainment-System, das sich einerseits durch ein integriertes System und andererseits durch Apps auf verschiedenen mobilen Plattformen (iOS und Android) steuern lässt, ist Teil der Cross-Platform-Forschungsdomäne. Forschungsliteratur aus den Cross-Platform-Gebieten wurde daher berücksichtigt. Dadurch, dass die Geräte unabhängig und nacheinander genutzt werden können, lässt sich das System in der Zeit-Dimension der sequenziellen Nutzung zuordnen. Umfasst laut Brudy et al. (2019) der Forschungszweig nur das Ausrollen auf unterschiedliche mobile Plattformen, bleibt zu konstatieren, dass dies nicht für das in der vorliegenden Arbeit untersuchte System gilt. Bei diesem ist durch die fest verbauten Displays des Fond-Entertainment-Systems eine zusätzliche Plattform, die nicht Android- oder iOS-basiert ist, Teil des MDCP-Ökosystems.

Die Funktionen des Systems sind auf die verschiedenen Geräte der Umgebung verteilt. Teilweise gibt es Überlappungen bei den Funktionalitäten zwischen Fond-Entertainment-System-Display-Anwendung, Fond-Tablet-App und Smartphone- und Tablet-Apps.

Dennoch gibt es aber auch, wie der Beschreibung zu entnehmen ist, spezifische Funktionen je Gerät, beispielsweise eine Fernsteuerungsfunktion für die fest verbauten

Fond-Entertainment-System-Displays durch das Fond-Tablet und die BYOD-Geräte. Insofern lässt sich die Anwendung durch die gezielte Featureverteilung auch dem Forschungsgebiet *logical distribution* nach Brudy et al. (2019) zuordnen. Damit fällt die konkrete Anwendung laut Autoren auch in die Kategorie *Distributed UI* und kann hinsichtlich der zeitlichen Dimension auch der synchronen Nutzung zugeordnet werden. Folglich wurde auch eine Reihe von Beiträgen berücksichtigt, die unter diese Kategorien fallen.

Durch die Verbindung zwischen softwaregestützten Schnittstellen und Fahrzeugnetzwerk, die eine Echtzeit-Reaktion durch das Fahrzeug (z. B. Klimasteuerung, Sitzmassagen oder Beleuchtung) hervorruft, sind zudem klare Bezüge zum Forschungsgebiet cyber-physische Systeme zu erkennen. Auch im umgekehrten Fall beeinflussen die Interaktionen mit physischen Schaltern im Fahrzeug die Schnittstellen der Apps auf den mobilen Endgeräten, wodurch ebenfalls ein cyber-physisches System entsteht. Legt man die Definition von Bendel (2019) zugrunde, lässt sich dadurch ein Bezug zum Thema Internet der Dinge (engl. Internet of Things, kurz: IoT) herstellen. Daher wurde auch relevante Literatur aus diesem Bereich berücksichtigt.

Hinsichtlich der Beziehungsdimension nach Brudy et al. (2019) kommt Literatur in Frage, bei der ein Nutzer eine Reihe von Geräten gleichzeitig oder sequenziell benutzt. Ebenso berücksichtigt wird Literatur, die sich mit Gruppenaktivitäten beschäftigt, zum Beispiel solchen im Fahrzeugfond. Dabei kommen Beiträge in Frage, bei denen es hinsichtlich der Größenordnung um Wearables, persönliche Geräte oder größere Interaktionsräume geht.

Die spezielle Konfiguration eines Fond-Entertainment-Systems (siehe dazu Abschnitt 3.3), besteht aus mobilen Endgeräten, entnehmbaren Tablets und fest verbauten Displays. Daher ist es möglich, Literatur sowohl aus den Kategorien *ad-hoc-mobile*, also auch aus den Kategorien *semi-fixed* und *fixed* zu berücksichtigen.

Da sich die Fond-Entertainment-System-Apps auf den nutzereigenen Geräten nicht prinzipiell von klassischen Remote-Apps unterscheiden (siehe dazu Abschnitt 3.3), kommt hinsichtlich der räumlichen Dimension nur Literatur aus beiden Subkategorien in Frage. Dadurch, dass der Fokus auf fahrtbegleitenden Apps und der im Fahrzeug häufigeren Gruppensituation liegt, wurden Beiträge aus der Kategorie *co-located* stärker berücksichtigt.

Die weitere Filterung der relevanten Literatur wurde mit Hilfe der Anwendung der Ontologie nach Brudy et al. (2019) durchgeführt (siehe Tabelle 8). Vornehmlich wurde sich auf touchbasierte graphische Schnittstellen konzentriert. Weitere mögliche Interaktionswege und Multimodalität konnten nicht berücksichtigt werden, da diese auch nicht Teil der vorliegenden Arbeit sind.

Interactions	Touch
(User) Interface	Touchbasierte graphische user interfaces (GUI)
Applikationen / System	Mobile Applikationen von iOS und Android, native Infotainment-Plattform-Services und Applikationen
Plattform	iOS, Android, MBUX (Infotainment-Plattform-Software)
Environment / Ökologie	Infotainment-Ökosystem
Computing	MDCP-Ökosystem/ cross-device, connected cars, IoT

Tabelle 8 – Beschreibung Anwendungsdomäne anhand der Ontologie der Begrifflichkeiten nach Brudy et al. (2019, S. 3)

Um den bestehenden Wissensbestand herauszuarbeiten, wurde in den Datenbanken ACM Digital Library, IEEE Xplore, SemanticScholar und Researchgate nach den oben genannten Begriffen und Kriterien gesucht. Ebenso berücksichtigt wurden die synonymen Begriffe, die bei Brudy et al. (2019) für die jeweiligen Forschungsbereiche und deren Zweige vorhanden sind. Außerdem wurden die artverwandten Begriffe der Forschungsdomäne aus Abschnitt 2.2 ebenfalls berücksichtigt.

Es standen solche Werke im Zentrum der Betrachtung, die sich mit der Gestaltung von MDCP-Schnittstellen, im Besonderen mit touchbasierten Schnittstellen und plattformspezifischen Anpassungen innerhalb der Forschungsbereiche beschäftigen. Um das Ziel der vorliegenden Arbeit, die Ausarbeitung von Gestaltungsempfehlungen, voranzutreiben, wurden Bewertungskriterien zur Evaluation besonders relevanter Werke aufgestellt, welche auch die im vorherigen Kapitel gesetzten Fragen und Ziele aufgreifen. Besonders relevant sind solche Werke, die jegliche Art von Gestaltungsempfehlungen enthalten. Geprüft wurde je Werk, ob es sich um konkrete Gestaltungsempfehlungen handelt oder ob abstrakte Frameworks im Zentrum der jeweiligen Betrachtung stehen. Konkrete Empfehlungen sind solche, die benennen, welche Komponenten plattformspezifisch angepasst (Berücksichtigung der äußeren Konsistenz) und welche produktspezifisch konsistent (innere Konsistenz) bleiben sollen. Interessant aus der Perspektive der vorliegenden Arbeit ist ebenfalls die Frage, worauf die Erkenntnisse und Ergebnisse je-

weils beruhen: Wurden entsprechende Fallbeispiele untersucht oder wurden eigene wissenschaftliche Studien durchgeführt? Mit dieser Einschätzung über die Wissenschaftlichkeit kann so der Wertbeitrag der jeweiligen Gestaltungsempfehlungen eingeschätzt werden. Evaluiert wird ebenfalls, ob sich die Gestaltungsempfehlungen auf komplexe MDCP-Szenarien beziehen. Komplexe MDCP-Szenarien umfassen eine Vielzahl unterschiedlicher Geräte von unterschiedlichen Herstellern, in denen die Geräte einen ähnlichen Funktionsumfang aufweisen (multichanneled). Dies können MDCP-Umgebungen aus verschiedensten Bereichen sein, aber auch solche, die unterschiedliche stationäre Computer, Tablets, Smartphones und Smartwatches unterschiedlicher Hersteller gleichzeitig beinhalten (vgl. Brudy et al., 2019, S. 5). Zusätzliche Bewertungskriterien sind die Analyse inwieweit die einzelnen Werke auf die konkreten MDCP-Schnittstellengestaltungsprobleme eingehen und ob sie einen Bezug zur Anwendungsdomäne aufweisen.

Ebenfalls wichtig in der wissenschaftlichen Betrachtung des Themas aus der Perspektive der HMI ist es, die Nutzer zu verstehen und sich mit ihrem Nutzungsverhalten in MDCP-Umgebungen auseinanderzusetzen. Nur so können die Herausforderungen verstanden werden und Gestaltungsempfehlungen entstehen, die einen Mehrwert liefern. Ebenso interessant vor dem Hintergrund der Gestaltungsempfehlungen ist die Anwendbarkeit des Gestaltungsparadigmas innere Konsistenz im Kontext MDCP. Entsprechende Veröffentlichungen zu diesem Thema wurden berücksichtigt und kritisch analysiert.

4.1 Literatur zur Forschungsdomäne

Im Folgenden wird die Literatur zur Forschungsdomäne präsentiert und ihre Relevanz für die vorliegende Arbeit evaluiert. Dabei wird zunächst eine Übersicht über die Werke anhand ausgewählter Bewertungskriterien gegeben. Diese Bewertungskriterien sind zum einen deduktive Kategorien, die während der Literaturrecherche identifiziert wurden und zum anderen inhaltliche und methodische Kriterien, die sich aus den Experteninterviews der vorliegenden Arbeit ergeben haben.

4.1.1 Multi-Device-Cross-Platform-Gestaltungsempfehlungen

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Literaturanalyse zu Multi-Device-Cross-Platform-Gestaltungsempfehlungen tabellarisch zusammengefasst. Auf die genannten Texte wird im darauffolgenden Abschnitt im Detail eingegangen.

	Probleme und Herausforderungen im MDCP-Kontext	Fallbeispiele (case studies); heuristische Evaluationen	Wissenschaftliche Studien /Testing mit Nutzern im Bezug auf UI-Gestaltungsempfehlungen (eigene Prototypen, A/B-Tests)	Framework	Konkrete und eindeutige Gestaltungsempfehlungen für MDCP UI	Abstrakte Gestaltungsempfehlungen für komplexe MDCP UX	Bezug zur Anwendungsdomäne
Dong et al. (2016)	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Antila und Lui (2011)	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein	Nein
Levin (2014)	Ja	Ja	Nein	Ja	Teilweise	Nein	Nein
S. W. Kim et al. (2011)	Ja	Ja	Nein	Ja	Nein	Nein	Nein
Nagel (2016)	Ja	Ja	Nein	Nein	Teilweise	Ja	Teilweise
Wäljas et al. (2010)	Ja	Ja	Ja	Ja	Teilweise	Ja	Nein
Paternò (2019)	Ja	Nein	Nein	Ja	Nein	Teilweise	Nein
Rowland (2015a)	Ja	Ja	Nein	Nein	Ja	Ja	Nein

Martinie und Palanque (2015)	Ja	Nein	Nein	Nein	Nein	Ja	Nein
Denis und Karsenty (2003)	Ja	Nein	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein
Majrashi (2016)	Teilweise	Ja	Nein	Ja	Teilweise	Ja	Nein
Pyla et al. (2005)	Teilweise	Ja	Nein	Nein	Teilweise	Ja	Nein
Sánchez-Adame, Mendoza, Meneses Viveros und Rodríguez (2019a) + Sánchez-Adame, Mendoza, Meneses Viveros und Rodríguez (2019b)	Teilweise	Ja	Nein	Ja	Nein	Ja	Nein

Tabelle 9 – Übersicht Literaturrecherche und Bewertungskriterien

	Schnittstellenarchitektur	Interaktionselemente	Graphisches Design	Allgemeine Empfehlungen	
Dong et al. (2016)	-	-	-	Look-and-Feel konsistent	
Antila und Lui (2011)	-	-	-	Look-and-Feel konsistent	
Levin (2014)	Nein	Ja	Nein		
S. W. Kim et al. (2011)	Ja	Ja	Nein	Look-and-Feel adaptieren	
Nagel (2016)	Ja	Ja	Nein	Look-and-Feel Visuelle Konsistenz wichtiger als Anpassungen	

Wäljas et al. (2010)	Nein	-	Nein	Look-and-Feel konsistent	
Rowland (2015a)	Ja	Ja	Ja (Abweichungen in besonderen Fällen möglich)	Konsistente Funktionalität Konsistente Benennung	
Majrashi (2016)	Nein	Nein	Nein	Maximierung der inneren Konsistenz	
Pyla et al. (2005)	-	Ja	-	Äußere Konsistenz ist wichtiger	

Tabelle 10 – Übersicht Literaturrecherche und konkrete Gestaltungsempfehlungen für Schnittstellen im Bereich MDCP

4.1.1.1 Dong et al. (2016) + Antila und Lui (2011) – Herausforderungen bei der Gestaltung von Multi-Device-Erlebnissen

Als Grundlagentext für die vorliegende Arbeit kann der mehrfach referenzierte Text von Dong et al. (2016) gesehen werden. Die Autoren präsentieren konkrete Herausforderungen und Probleme im Kontext MDCP UX. Dazu befragen sie 29 Experten. Zur Betrachtung der Thematik wurde die Service -und Anwendungsperspektive gewählt. Sie unterscheiden den Bereich MDCP also vor allem durch die Betrachtung von multichanneled services und cross-media services. Dabei verweisen diese Autoren auf spezifische Herausforderungen bei der Gestaltung von geräte- und plattformübergreifenden Anwendungen. Bei cross-media services, bei denen sich die Geräte ergänzen, stellt die konkrete Funktionsaufteilung auf die beteiligten Geräte eine besondere Herausforderung dar (Dong et al., 2016, S. 63). Bei multichanneled services, bei denen komplexe Funktionalität und Schnittstellen auf jedes Gerät ausgerollt werden, ist für sie die geräteübergreifende Konsistenz (inter-device consistency) besonders relevant (Dong et al., 2016, S. 63).

Letzteres ist für die vorliegende Arbeit zentral, da der Fokus der Untersuchungen auf komplexen MDCP-Anwendungen liegt, für die jeweils Schnittstellen je Gerät gestaltet werden. Maßgeblich sind die Abschnitte hinsichtlich der Herausforderungen und Probleme bei der Gestaltung von Schnittstellen. Die Autoren nennen hier:

- *Gestaltungskonflikt zwischen Plattformstandards (UI-Standards and Designsprachen) und Produktidentität bei unterschiedlichen Plattformen (Dong et al., 2016, S. 67);*
- *Berücksichtigung von Plattform UI-Standards und Wahrung von Produktidentität und Kohärenz (Dong et al., 2016, S. 68);*
- *Business Stakeholder tendieren prinzipiell zu Konsistenz (Dong et al., 2016, S. 67);*
- *Aufwand zur Verteidigung von Designentscheidungen gegen Business Biases, unrealistische Designziele und Klarstellung von Doppeldeutigkeiten im Kontext Plattformstandards und Produktidentität (Dong et al., 2016, S. 67);*
- *Gestaltungskonflikt zwischen unterschiedlichen Plattformen untereinander (Dong et al., 2016, S. 68);*
- *Kein Wissen oder Konsens darüber, was konsistent und was plattformspezifisch angepasst werden muss (Dong et al., 2016, S. 68);*
- *Fehlende Informationen und Methoden (Dong et al., 2016, S. 68);*
- *Designentscheidungen über Intuition und Schätzungen sind problematisch (Dong et al., 2016, S. 68);*
- *Probleme mit dem Testen von MDCP-Anwendungen aufgrund des hohen Aufwands (Dong et al., 2016, S. 71);*

Hier zeigt sich eine hohe Übereinstimmung mit den Ergebnissen der Anforderungserhebung, die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wurde (siehe dazu Abschnitt 3.4). Vor allem hinsichtlich des fehlenden Wissens, der Methoden und Prozesse hat sich seit der Erhebung von Dong et al. (2016) bis heute kein spezifischer MDCP-Methoden- und Prozess-Kanon entwickelt, auf den die UI- und UX-Designer zurückgreifen könnten. Noch immer werden Designentscheidungen, wie in der Anforderungserhebung gezeigt, aus der Erfahrung und Intuition der UI- und UX-Designer getroffen oder sind von Managementvorgaben und produktstrategischen Überlegungen beeinflusst. Die hohe Übereinstimmung der Antworten zeigt auch, dass das Forschungsvorhaben unabhängig von der konkreten Forschungsdomäne relevant ist.

Die Autoren konnten keine Expertenmeinung darüber ermitteln, wie plattformspezifische Anpassungen aussehen könnten (Dong et al., 2016, S. 68). Die befragten Experten referenzieren vielmehr abstrakte Motivationen und Konzepte. Statt auf konkrete UI-Elemente einzugehen, empfehlen sie spezifische Produktprinzipien oder die Essenz der Anwendung zu bewahren (Dong et al., 2016, S. 68). Konkrete Gestaltungsempfehlungen bleiben sie schuldig. Positiv zu bewerten ist die saubere Strukturierung der Problemanalyse in die unterschiedlichen Problemfelder von MDCP-Anwendungen.

Eine vergleichbare Arbeit liefern Antila und Lui (2011) mit ihrer Arbeit *Challenges in Designing Inter-Usable Systems*. Dabei wurden 17 Experten aus verschiedenen Domänen mit Hilfe von semi-strukturierten Interviews befragt. Auch sie unterstreichen, dass die größte Herausforderung der Schnittstellengestaltung ist, die Balance zwischen Usability je Gerät und einheitlichem Look-and-Feel über alle Geräte hinweg zu gewährleisten (Antila & Lui, 2011, S. 400). Auch hier werden keine konkreten Gestaltungsrichtlinien für die Schnittstellengestaltung bezüglich Anpassung einzelner Aspekte genannt.

4.1.1.2 Levin (2014) – Multi-Device-Ökosysteme

Levin (2014) beschreibt in ihrer Monographie über *multi-device ecosystems* ein Framework, das aus drei Paradigmen besteht: Konsistenz, Komplementarität und Kontinuität. Sie sind für die Autorin die Grundsätze, die bei der Gestaltung eines MDCP-Ökosystems eingehalten werden müssen:

- *Kontinuierlich (continuous): Continuous design ist, dass die UX von einem zum anderen Gerät übertragen wird. Entweder dadurch, dass man eine Aktivität weiter verfolgt oder indem man eine Reihe von Aktivitäten verfolgt, die in verschiedenen Kontexten stattfinden, aber alle auf das Erreichen des gleichen Ziels ausgerichtet sind (Levin, 2014, S. 4).*
- *Komplementär (complementary): Complementary design bedeutet, dass sich die Geräte gegenseitig ergänzen und ein neues Erlebnis als verbundene Gruppe kreieren. Dieses Erlebnis lässt zwei Beziehungsformen zwischen den Geräten entstehen: Zusammenarbeit und Kontrolle/ Fernsteuerung (Levin, 2014, S. 4).*
- *Konsistent (consistent): Das grundlegende Erlebnis wird zwischen den Geräten repliziert. Der Inhalt, der Flow, die Struktur und die Kernfunktionalität wird zwischen den Geräten gleich gehalten. Einige Anpassungen werden durchgeführt, um den gerätespezifischen Attributen (hauptsächlich Displaygröße und Interaktionsmodell) entgegenzukommen. Das vollständige Erlebnis kann aber auf allen Geräten uneingeschränkt und unabhängig voneinander konsumiert werden (Levin, 2014, S. 4). Die Informationsarchitektur als Bestandteil des Erlebnisses, sollte auf allen Geräten konsistent gehalten werden, auch dann, wenn das Navigationsmodell angepasst werden müsste. Damit sind die Informationsstruktur, die Organisation und Terminologie gemeint (Levin, 2014, S. 29).*

Mit Hilfe zahlreicher Fallbeispiele arbeitet die Autorin heraus, welche Auswirkung das Befolgen oder Missachten dieser Grundsätze auf die UX haben kann. Zur wissenschaftlichen Grundierung ihres Frameworks dienen die Erfahrungen aus ihrer persönlichen Praxis und einzelnen vorangegangenen Studien in unterschiedlichen Disziplinen. Die

angeführten Beispiele stammen aus verschiedenen Anwendungsdomänen wie Home-Entertainment, Webseitengestaltung oder Gaming. Ihre Gestaltungsempfehlungen sind als abstrakte Anleitung zu verstehen, die von UI- und UX Designern je Projekt angewendet werden müssen (Levin, 2014, S. 4). Zu konstatieren bleibt, dass die Autorin viele Gestaltungsmöglichkeiten offenhält und sich teilweise widerspricht. So soll Konsistenz hinsichtlich des Produktes erreicht (innere Konsistenz), jedoch gleichzeitig die „core experience“ der jeweiligen Plattform berücksichtigt werden (äußere Konsistenz). Hierbei wird der Zwiespalt zwischen Anwendungs-Konsistenz einerseits und optimierter Bedienung je Gerät andererseits angesprochen (Levin, 2014, S. 28). Die folgenden Zitate illustrieren diesen Zwiespalt:

1. Consistent approach: Die Nutzer erwarten die gleiche Kern-User-Experience und die gleichen Verhaltensmuster über alle Geräte hinweg (Levin, 2014, S. 29).
2. Das Befolgen dieser (Plattform) Konventionen stärkt das Selbstvertrauen der Nutzer und macht es leichter, eine Applikation zu benutzen. Die Menschen sind mit diesen Geräte-Patterns bereits vertraut und wissen, was sie erwartet (Levin, 2014, S. 43).

Mit dem Wechsel des Gerätes verändern sich die Bedürfnisse der Menschen, die use cases, die Flows und die Verhaltensmuster (Levin, 2014, S. 50). Je Kontext muss die UX an verschiedene Geräte angepasst werden (Levin, 2014, S. 50).

Was die Kern-User-Experience ausmacht oder wie sie ermittelt wird, beschreibt die Autorin nicht. Ebenso warum gewisse Komponenten der UI angepasst werden und andere nicht, wird wissenschaftlich nicht belegt. Damit überlässt die Autorin wiederum den UI und UX Designern und deren jeweiliger Erfahrung und Intuition die konkrete MDCP-Gestaltung. Dies wird deutlich, indem sie sagt: „Du musst die Balance zwischen der Beibehaltung des fundamentalen Erlebnisses über alle Plattformen hinweg und der Optimierung des Designs an die einzigartigen Standards und die damit einhergehenden Erwartungen der Nutzer finden“ (Levin, 2014, S. 43). Wie der entstehende Konflikt zwischen Einheitlichkeit einer Anwendung und plattformtypischer Bedienung tatsächlich aufgelöst werden soll, klärt sie nicht. Relativ konkret wird sie lediglich bezüglich des visuellen Designs. Hier gibt sie zu bedenken, dass bei einem einheitlichen visuellen Design seitens der Nutzer auch ein gleiches Verhalten erwartet wird (Levin, 2014, S. 29).

Ebenso gibt sie die Empfehlung, dass das Layout, der Flow, die Interaktion und das visuelle Design die Zutaten des einzigartigen Charakters eines Produktes sind und deshalb konsistent bleiben sollten (Levin, 2014, S. 43). Generell wird aber die Verwendung von plattformspezifischen Anpassungen aus Gründen der verbesserten UX und aus ökonomischen Aspekten heraus befürwortet (Levin, 2014, S. 43).

Zusammenfassend kann man sagen, dass die Autorin mit ihrem Framework versucht, abstrakte Empfehlungen zu geben. Konkrete Empfehlungen sind selten und oft unzureichend wissenschaftlich belegt. Von Beispiel zu Beispiel zeigt sie jeweils eine mögliche Anwendung des Frameworks. Insgesamt definiert sie mit ihrem Framework das Zielbild einer gelungenen MDCP-Umgebung und beschreibt das Spannungsfeld, auf dem sich die Gestaltung bewegt. So kann das Werk sicherlich eine Inspiration für UI- und UX-Designer sein, jedoch nur schwerlich helfen, die adressierten Problemstellungen zu bewältigen, denn jede Gestaltung muss über separate Nutzertests abgesichert werden.

4.1.1.3 S. W. Kim et al. (2011) – Unterschiedliche Schnittstellen und gleiche UX

Im Paper *Different UI Same UX: a Design Concept for Implementing a Locally-Optimized and Global Unified User Experience* von S. W. Kim et al. (2011) wird auch die Herausforderung zwischen holistischer Produktidentität und Optimierung einer Schnittstelle je Gerät behandelt (S. W. Kim et al., 2011, S. 440). Dabei steht *Different UI* dafür, weniger Gewicht auf die innere Konsistenz und mehr auf die Erstellung optimierter Schnittstellen für jedes Gerät zu legen (S. W. Kim et al., 2011, S. 440). *Same UX* hingegen steht für eine kohärente markenbezogene UX-Identität. Kohärenz ist für die Autoren ein höheres Level an Konsistenz (S. W. Kim et al., 2011, S. 441).

Generell unterscheiden die Autoren sehr trennscharf zwischen den Konzepten Konsistenz und Kohärenz. Reine Konsistenz, ausgehend vom Prinzip des kleinsten gemeinsamen Nenners, birgt in einer sehr heterogenen Gerätelandschaft das Risiko, dass es zu einer schlechten Usability kommen kann, denn jede Designentscheidung wird von den Fähigkeiten des schlechtesten Gerätes abhängig gemacht (S. W. Kim et al., 2011, S. 442). Generell wird Konsistenz für einzelne Geräte befürwortet, jedoch deren Eignung mit Verweis auf eine vorangegangene Studie in Frage gestellt (S. W. Kim et al., 2011, S. 443). Übertragen auf UX Design bedeutet Kohärenz für die Autoren: Erstens sind die verwendeten Elemente nicht identisch, sie behalten ihre Charakteristika. Gleichzeitig soll aber

offensichtlich erkennbar sein, dass sie eng zusammengehören. Zweitens soll durch diese enge Zusammengehörigkeit ein großes Ganzes geformt werden, wodurch eine UX angeboten werden kann (S. W. Kim et al., 2011, S. 443). Daraus leiten sie ab, was *Different UI, Same UX* bedeutet: Lokal optimierte in-sich konsistente UI und globale einheitliche kohärente UX. Ihr Framework besteht aus einer Einteilung von UI-Elementen und deren Grad an Standardisierung. Dazu verweisen sie auf vier Grade (S. W. Kim et al., 2011, S. 442):

- Stufe 1 – Style und Stufe 2 – Interaktion: Dies sind, wie die Autoren es bezeichnen, traditionelle UI-Elemente. Dazu zählen sie in der ersten Kategorie unter anderem Farben und Schrift. In der zweiten Kategorie verorten sie die Angleichung von Interaktionsregeln und Logik, beispielsweise einheitliche Navigation bei Listen oder ein einheitliches Datumsformat.*
- *Stufe 3 – Experience und Stufe 4 – Ökosystem: In Kategorie 3 werden alle weiterführenden Elemente eines High-Level-Interaktionserlebnisses gepackt, die nicht in Kategorie 1 und 2 passen. In der letzten Kategorie stehen solche, die ein UX-Ökosystem bilden. Die Elemente dieser Kategorien sind für die Verschiebung von stand-alone UX hin zu einer MDCP UX verantwortlich.*

Nachdem die Anwendung der Stufen anhand mehrerer Beispiele veranschaulicht wird, verweisen die Autoren auf die Wichtigkeit von Marken im Zusammenhang mit MDCP. Das Ziel dieser Standardisierungsstufen ist eine high-level UX, die zur Markenwahrnehmung beiträgt (S. W. Kim et al., 2011, S. 447). Wie auch vorher verweisen die Autoren darauf, dass es die UX-Designer sind, die entscheiden müssen, welche UI-Elemente konsistent über alle Geräte gehalten werden und welche anzupassen sind (S. W. Kim et al., 2011, S. 447).

Positiv an diesem Text hervorzuheben ist die trennscharfe Verwendung der Begriffe Konsistenz und Kohärenz. Ebenso wird das Ziel, die übergeordnete UX-Kohärenz über UI-Elemente zu erreichen, deutlich. Auch das Spannungsfeld und der Einfluss von Marken- und Produktidentität auf den Entscheidungsprozess im Kontext MDCP wird nicht unterschlagen. Der Text weist zwei wesentliche Schwächen auf: Erstens werden keine konkreten Elemente für die Stufen 3 und 4 genannt, die für eine übergreifende kohärente UX notwendig sind. Zweitens fehlt der Einteilung und damit dem Framework eine wissenschaftliche Fundamentierung. Die Erklärung wie ihr Framework von anderen Wissenschaftlern oder UX-Designern angewendet werden kann, bleiben die Autoren eben-

falls schuldig. Auch hier überlassen sie wiederum den UX-Designern die konkrete Entscheidung über Anpassungen je Gerät. Eine wissenschaftliche Grundierung oder Evaluierung des Frameworks finden auch nicht anhand von Beispielen statt. Die notwendige Identifizierung und Benennung von UI-Elementen, die für eine kohärente MDCP UX verantwortlich sind, wird lediglich im Ausblick als mögliche weiterführende Arbeit genannt.

4.1.1.4 Nagel (2016) – Multiscreen-UX-Design

Wie bei den vorher zitierten Autoren spielt Kohärenz auch für Nagel (2016) in seiner Monographie über Multiscreen-UX-Design eine wichtige Rolle bei der Gestaltung von MDCP-Applikationen. Zunächst beschreibt er im ersten Kapitel Geräte, Nutzer und den Benutzungskontext. Der Autor verwebt im fünften Kapitel verschiedene Strategien und Beispiele und erläutert dabei seine Sicht auf MDCP-Szenarien und die Erschaffung von MDCP UX. Dabei greift er Nutzeraktivitäten, wie *screen sharing* und *device sharing*, auf oder beschreibt unterschiedliche Nutzungsszenarien wie Simultanität und Komplementarität. Diese Beschreibungen entsprechen im Prinzip den obigen Werken und sind darauf ausgerichtet zu verstehen, dass in MDCP-Szenarien Geräte vielfältig verbunden sein können. Nagel (2016) geht ebenfalls auf Aspekte wie *second screen* ein. Er beschäftigt sich darüber hinaus in diesem Kapitel mit technischen Aspekten wie Datensynchronisierung. Außerdem beschreibt er, dass MDCP UX auf vielfältige Weise durch Aspekte von gamification, community und Social Media erweitert werden kann. Technische und rechtliche Überlegungen berücksichtigt er ebenfalls.

Besonders spannend aus Sicht der vorliegenden Arbeit sind die Aspekte zu konkreten User-Interface-Gestaltung in den Unterkapiteln 5.8 und 5.9. Hier geht der Autor speziell auf die Gestaltung von graphischen Schnittstellen im Kontext MDCP ein. Kohärenz bedeutet für ihn, dass das UI-Design auf den verschiedenen Screens nicht identisch, aber ähnlich sein muss. Darunter versteht er, dass die Inhalte kohärent, konsistent, gestalterisch einheitlich, verständlich und so weit wie möglich in einer logischen und visuellen Verbundenheit präsentiert werden sollen. Zentral ist hier die Aussage (Nagel, 2016, S. 144): „Geräteübergreifende visuelle Konsistenz ist wichtiger als ein separates und individuelles user interface für jeden Screen zu gestalten, welches nicht passend für das Interface auf anderen Screens und schwer zu verstehen ist.“ Die Vorteile dieses Ansatzes

sind die Wiedererkennbarkeit, die Orientierung und die Markenidentifikation (Nagel, 2016, S. 144).

Aber mit Bezug auf die konkreten Geräte schwächt er diese auf den ersten Blick strikten Empfehlungen wieder ab. Es sei Sache des konkreten Designers zu entscheiden, ob er sich beim visuellen Design und dem Layout mehr an die Gestaltungsrichtlinien der Plattformen hält oder sich mehr am konkreten Produkt orientiert (Nagel, 2016, S. 145). Das hängt laut dem Autor vom konkreten Projekt und dessen Umfang ab.

Weiter gibt er zu bedenken, dass im Vergleich zu den anderen Apps ein zu starkes Abweichen von den Guidelines der Plattformen bei der Gestaltung einer Anwendung zu einer Irritation seitens der Nutzer führen kann (Nagel, 2016, S. 163). Er führt weiter aus: „Eine iPhone App muss sich in jedem Fall wie eine iPhone App anfühlen und nicht wie eine Webseite oder eine Android App“ (Nagel, 2016, S. 163).

Konkret sagt er, dass Button Layout, Größe, Interaktion und screen flows so gestaltet werden sollen, dass sie konform mit den Guidelines der iOS-Plattform sind (Nagel, 2016, S. 163). Gleichzeitig muss eine Anwendung die „visuellen Standards“ der Marke und des Herausgebers erfüllen. Im gleichen Abschnitt verweist der Autor zusätzlich darauf, dass es in manchen Fällen sinnvoll sein kann, die Unternehmens-Gestaltungsrichtlinien (Corporate Guidelines) zu priorisieren. An dieser Stelle verweist er erneut darauf, dass es an den UX- und UI-Designern selbst liegt zu entscheiden, welche der Richtlinien unterzuordnen ist oder ob beide in angemessener Weise zu bedenken sind. Im letzten Kapitel nimmt Nagel (2016) Bezug zu vernetzten und autonomen Fahrzeugen. Hierbei spricht er die Auswirkung der Integration von mobilen Applikationen auf kundeneigenen Geräten in fahrzeugbezogene Ökosysteme an (Nagel, 2016, S. 273). Er fokussiert sich hierbei auf die Bedienung aus Fahrerperspektive. Er verweist darauf, dass neue Interaktionsformen integriert und alle Daten und fahrtrelevanten Informationen auf allen eingebundenen Geräten sofort synchronisiert werden müssen (Nagel, 2016, S. 273). Dies gilt auch für die eingebundenen mobilen Geräte, sodass der Fahrer in gefährlichen Situationen immer rechtzeitig eingreifen kann (Nagel, 2016, S. 273).

Bei Nagel (2016) sind die Gestaltungsempfehlungen hinsichtlich der UI-Gestaltung nicht eindeutig. Wie gezeigt, widersprechen sie sich teilweise sogar. Wie genau der Konflikt zwischen Plattform-, Marken- und Produkt-Richtlinien hinsichtlich der Auswirkung auf die konkrete UI-Gestaltung aufgelöst werden kann, wird nicht final geklärt.

Ebenfalls ungeklärt bleibt, worauf die konkreteren Empfehlungen hinsichtlich der Button-Gestaltung beruhen. Fußen diese auf wissenschaftlichen Untersuchungen oder auf der Erfahrung und Intuition des Autors. Wie in vorangegangenen Werken wird die Entscheidung den Designern überlassen, ohne eine konkrete Hilfestellung zu geben. Der Autor geht leider nur kurz und aus der Perspektive des Fahrers auf die Integration kundeneigener Geräte in fahrzeugbezogene MDCP-Umgebungen ein. Aus Sicht der hier vorliegenden Arbeit wäre auch interessant gewesen, die anderen Passagiere und eine konkrete UI-Gestaltung für die kundeneigenen Geräte zu beleuchten.

4.1.1.5 Wäljas et al. (2010) – Framework zur Cross-Platform-Service-UX

In ihrem Text *Cross-Platform Service User Experience* präsentieren die Autoren Wäljas et al. (2010) die Ergebnisse einer vierwöchigen Feldstudie über die Nutzung von MDCP-Anwendungen. Sie beleuchten das Thema aus der Serviceperspektive. Durch eine systematische Analyse des Gebrauchs von MDCP-Services und der Entwicklung eines Frameworks wollen die Autoren einen Beitrag zum Wissensbestand leisten (Wäljas et al., 2010, S. 219). Ziel der Analyse von drei konkreten Webservices ist es, diejenigen Elemente der UX zu identifizieren, die mit Cross-Platform-Charakteristiken verbunden sind (Wäljas et al., 2010, S. 219). Ihre zentrale Aufgabe sehen sie darin, die Art der Charakteristika zu identifizieren, die die MDCP UX beeinflussen und welches die zentralen Elemente für die MDCDP UX sind. Als Analyse Kriterien nutzen die Autoren folgende Themen:

- *MDCP-Komposition (Funktionsaufteilung),*
- *Kontinuität (Gerätewechsel),*
- *Konsistenz (Erzeugung von Konsistenz durch bestimmte Systemkomponenten).*

Gerade der letzte Punkt ist aus Sicht der vorliegenden Arbeit besonders interessant. Beruhend auf den grundlegenden Interaktionsrichtlinien halten die Autoren dazu fest, dass das Look-and-Feel konsistent bleiben sollte (Wäljas et al., 2010, S. 221). Darunter verstehen sie die Terminologie, die Symbole und die Interaktionslogik. Interaktionslogik setzt sich für die Autoren aus der Navigation und der Art, wie bestimmte Funktionen ausgeführt werden, zusammen. Dabei berufen sie sich auf den Text von Jakob Nielsen aus dem Jahr 1989. Als mögliche Gefahr sehen sie in diesem Zusammenhang, dass durch die Verteilung eines Services auf unterschiedliche Plattformen und Geräte eine Frag-

mentierung der UX entstehen kann (Wäljas et al., 2010, S. 221). Mit Verweis auf vorangegangene Arbeiten der Autoren Segerståhol und Oinas-Kukkonen entsteht eine Fragmentierung dadurch, dass:

- *die Systemkomponenten und Konfigurationen nicht mit den primären Aufgaben der Nutzer in Einklang stehen;*
- *die Verlinkung von Medien nicht richtig unterstützt wird;*
- *die einzelnen UI innerhalb eines Systems fundamental unterschiedlich im Bezug auf Präsentation und Interaktionsgestaltung sind;*

Im Unterschied dazu zeichnet sich das Ziel, eine kohärente UX, dadurch aus, dass für den Nutzer durch die kombinierte Nutzung von Geräten und Anwendungen eine höhere Effizienz und Zufriedenheit entsteht (Wäljas et al., 2010, S. 221). Konsistenz kann laut der Autoren auf perzeptioneller (Look-and-Feel), semantischer (Symbole und Begriffe) und syntaktischer Ebene (Interaktionslogik) erreicht werden (Wäljas et al., 2010, S. 222). Dies ist auch Grundlage für das präsentierte Framework. Durch die Unterstützung von innerer Konsistenz auf verschiedenen Ebenen kann ein Service, der auf verschiedenen Geräten abrufbar ist, ein zusammengehöriges also kohärentes Gesamtbild ergeben (Wäljas et al., 2010, S. 227). Dazu erläutern die Autoren ihre Gestaltungsempfehlungen wie folgt:

- *Eine visuelle Konsistenz kann erreicht werden, wenn das gleiche Look-and-Feel über alle Plattformen hinweg implementiert wird.*
- *Semantische Konsistenz entsteht durch gleiche Symbole und Terminologien auf allen Geräten.*
- *Die Konsistenz hinsichtlich der Logik könnte eventuell durch ein einheitliches Navigationschema unterstützt werden.*

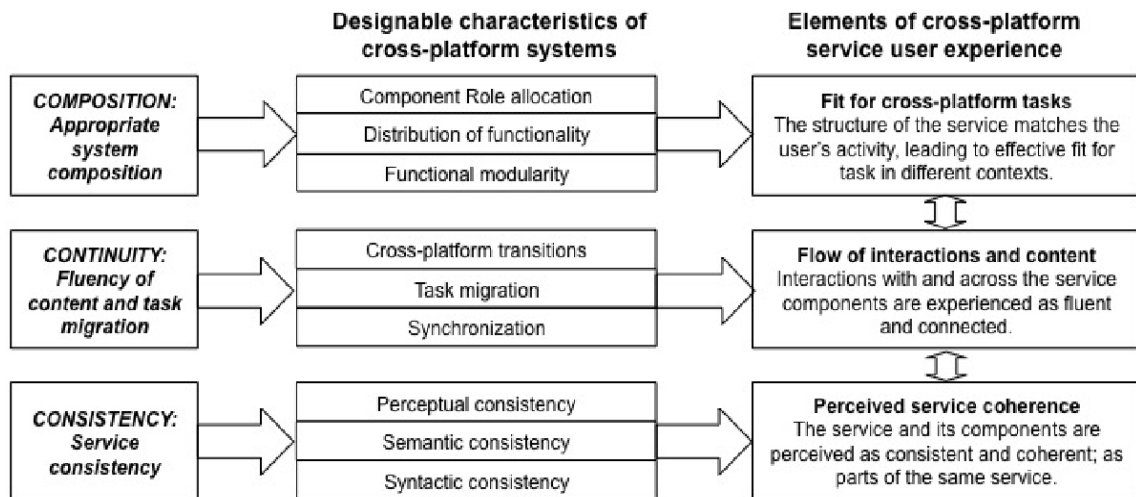


Abbildung 10 – Framework nach Wäljas et al. (2010) (Quelle: Wäljas et al. (2010, S. 226))

In der Präsentation der Ergebnisse der durchgeführten Evaluation der drei Services wurden jedoch von keinem der Probanden qualitative Daten zu innerer Konsistenz und den dazugehörigen Ebenen erfasst (Wäljas et al., 2010, S. 225). Als mögliche Gründe dafür geben die Autoren folgendes an:

- *Konsistenz sei nichts was Nutzer explizit evaluieren würden (Wäljas et al., 2010, S. 225).*
- *Konsistenz könnte keinen Einfluss auf die User Experience haben (Wäljas et al., 2010, S. 225).*
- *Aspekte, die eigentlich mit Konsistenz zu tun haben, werden durch die Nutzer eher der Kategorie Kontinuität zugeordnet (Wäljas et al., 2010, S. 227).*

Konkrete Ergebnisse hinsichtlich der inneren Konsistenz konnten laut der Autoren jedoch aus ebenfalls erhobenen Fragebögen abgeleitet werden. Die meiste Zustimmung erhielt dabei die Aussage über die begriffliche Konsistenz. Im Gegensatz dazu war die Zustimmung zur inneren Konsistenz bei visuellem Design und Gesamteindruck weniger stark ausgeprägt. Die Bewertung hinsichtlich der inneren Konsistenz bei der Interaktionslogik ist laut der Autoren stark geprägt von den konkret getesteten Anwendungen. Ob die System-Kohärenz, die das übergeordnete Ziel eines jeden cross-platform Services ist, in der Evaluation erhoben wurde, geben die Autoren nicht bekannt. Ebenso finden sich auch keine Ergebnisse darüber in diesem Text (Wäljas et al., 2010, S. 225).

Ihre Schlussfolgerung aus den Untersuchungen ist, dass der größte Einfluss auf die UX von der Migration von Aufgaben und Aktionen auf verschiedene Plattformen ausgeht. Dadurch, dass die Autoren keine expliziten Ergebnisse zur inneren Konsistenz erheben konnten, spekulieren sie darüber, dass die innere Konsistenz als Einflussfaktor

auf die UX in der verwandten Literatur überbewertet ist (Wäljas et al., 2010, S. 227). Durch ihr Framework sei eine Grundlage geschaffen worden, auf der weitere Guidelines oder Checklisten erstellt werden können. Sie sehen durch die Beschreibung der erhobenen Einflussfaktoren eine Unterstützung bei der Erstellung von Cross-Platform-Designs gewährleistet (Wäljas et al., 2010, S. 227).

Positiv hervorzuheben ist die wissenschaftliche Vorgehensweise der Autoren. Durch die Kombination aus qualitativen und quantitativen Daten konnten Erkenntnisse gewonnen werden mit denen das Framework aufgebaut wurde. Die Gestaltungsempfehlungen, die gegeben werden, sind jedoch sehr vage und vorsichtig. Die verschiedenen Ebenen der inneren Konsistenz, die zur Kohärenz beitragen sollen, werden nachvollziehbar erklärt, nicht jedoch deren konkrete Anwendung. Die Autoren erörtern nicht, ob alle drei Ebenen der inneren Konsistenz erfüllt sein müssen oder ob schon weniger Ebenen dafür ausreichen. Wie die Herstellung der Konsistenz gelingt, bleibt ebenfalls ungeklärt. Zu bemängeln bleiben auch die unkonkreten Schlussfolgerungen, die aufgrund der erhobenen Daten gemacht werden. Welchen Einfluss die innere Konsistenz auf die UX hat, sollte nicht gemutmaßt werden. Ebenfalls ungeeignet für die Beurteilung ist das Testsetting. Die alleinige Evaluation bereits bestehender MDCP-Produkte ohne entsprechende Vergleichsprodukte (mit oder ohne Anpassungen) eignet sich nicht für Schlussfolgerungen hinsichtlich der MDCP UX. Ebenso zu konstatieren bleibt, dass das angestrebte Zielbild einer kohärenten Service-UX nicht weiterverfolgt oder im Rahmen der Ergebnispräsentation aufgegriffen wird.

4.1.1.6 Paternò (2019) – Schnittstellengestaltung im Kontext von MD-Umgebungen

Aus Sicht der vorliegenden Arbeit ist der Text *Concepts and design space for a better understanding of multi-device user interfaces* von Paternò (2019) interessant. Der Autor widmet sich Problemen und toolbasierten Lösungen für die Gestaltung von MDCP-Schnittstellen. Zunächst greift er aus seiner Sicht relevante Literatur über MDCP-Umgebungen auf. Dazu zählen die bereits vorgestellten Texte von Wäljas et al. (2010) und Dong et al. (2016). Der Fokus liegt auf der Analyse von architektonischen und funktionalen Aspekten von Tools und Frameworks, die es ermöglichen, MDCP UI zu erstellen (Paternò, 2019, S. 2). Dabei wird ein möglichst vollständiger Vergleich der einzelnen Tools und ihrer Funktionalität angestrebt. Die Arbeit beschäftigt sich vor allem mit der Anwendungsdomäne Webdesign.

Als größte Herausforderungen in der Gestaltung von MDCP UI sieht Paternò (2019) die limitierten Anpassungsmöglichkeiten an den Nutzungskontext, die schlechten Techniken zur Unterstützung der Koordinierung von Aufgaben, die über verschiedene Geräte hinweg ausgeführt werden und das Fehlen von effektiver Unterstützung zur nahtlosen Ausführung von Aufgaben (Paternò, 2019, S. 2). In seiner Arbeit geht der Autor zunächst auf verschiedene Benutzungsszenarien vom sequenziellen bis hin zum parallelen Gebrauch von Geräten ein. Er verweist auf andere Arbeiten aus dem Webbereich und erklärt, dass es weitere kleinteiligere Benutzungsmuster geben kann, wenn beispielsweise Abhängigkeiten zwischen den Aufgaben bestehen. Im dritten Teil seines Textes beschreibt der Autor, welche verschiedenen Softwaregattungen es zur Erstellung von MDCP UI gibt (Paternò, 2019, S. 4). Diese sind:

- *Plattform-spezifische Beschreibung: Je Plattform wird ein eigenes UI gestaltet. Der Vorteil ist eine bessere Kontrolle über das Endergebnis. Aber der Aufwand für die Entwicklung und Wartung erhöht sich durch die Anzahl der adressierten Plattformen.*
- *Modellbasierte Beschreibung: Dabei werden konzeptionelle Beschreibungen des UI vorgenommen, um sich nicht mit Implementierungsdetails auf den unteren Ebenen der Entwicklung je Gerät zu beschäftigen. Spezielle UI-Generatoren generieren adaptierte UI je Plattform.*
- *Responsive Webdesign: Es wird eine Hauptversion eines HMI-Designs erstellt. Dieses beinhaltet ein fließendes Layout und untergeordnete Versionen. Jedoch sind die Möglichkeiten bezüglich Medien und graphischem Schnittstellen-Design limitiert.*
- *Verteilte Beschreibung: In diesem Fall ist es gleichzeitig möglich, UI über alle potentiellen Plattformen verteilt anzuzeigen und zu editieren.*

Im weiteren Verlauf erklärt Paternò (2019) die einzelnen Beschreibungsverfahren und nennt entsprechende Tools und Frameworks. Interessant aus Sicht der vorliegenden Arbeit ist die Auseinandersetzung mit *responsive web design*. Dies ist laut Paterno eine der populärsten Strategien, um der Vielfalt an unterschiedlichen Geräten zu begegnen (Paternò, 2019, S. 5). Dennoch hält er fest, dass *responsive design* die Annahme zugrunde liegt, dass ein Nutzer zu einer Zeit immer nur mit einem Gerät interagiert. Diese Annahme ist jedoch nicht mehr richtig. Gerade für MDCP-Szenarien, bei denen Nutzer gleichzeitig auf verschiedenen Geräten oder über mehrere Geräte gleichzeitig hinweg interagieren, gilt dies nicht mehr. Im vierten Kapitel widmet sich der Autor der kontextbedingten Anpassung von Schnittstellen. Unter den kontextuellen Aspekten, die eine Anpassung erforderlich machen können, subsumiert er:

- *den Nutzer,*
- *die physische Umgebung,*
- *das konkrete Gerät und dessen Fähigkeiten und Eigenschaften,*
- *das soziale Umfeld.*

Unter die Kategorie Nutzer fallen dessen Wissen, seine Vorlieben und die von ihm ausgeführten Aufgaben. All diese Aspekte können eine dynamische Anpassung der UI hinsichtlich UI-Elemente, Präsentation, Arrangement, Verhalten und Inhalte einer konkreten Anwendung erforderlich machen. Der Autor nennt Ereignisse, die eine Anpassung einleiten und beschreibt technische Lösungen, die Anpassungen im Rahmen der genannten Aspekte ermöglichen.

Ebenfalls wichtig aus Sicht der vorliegenden Arbeit ist die Unterscheidung verschiedener MDCP UI in Teil 5 des Textes. Hierzu unterscheidet (Paternò, 2019, S. 9):

- *Sequenzieller Applikationszugang durch verschiedene Geräte (durch die Benutzung eines Gerätes zu einer bestimmten Zeit). Dies kommt bei Applikationen zustande, die durch Werkzeuge von responsive webdesign entstehen.*
- *Verteilte Benutzerschnittstellen (distributed user interfaces): Mehr als ein Gerät kann dazu genutzt werden, um Eingaben für die Applikationsfunktionalität zu machen.*
- *Migrierte Benutzerschnittstellen (migratory user interfaces): Durch sie ist es möglich, Schnittstellen dynamisch über verschiedene Geräte zu verschieben, während ihr aktueller Zustand bewahrt wird.*
- *Cross-device user interface: Bezieht sich auf Schnittstellen, deren Komponenten verteilt sind. Sie synchronisieren den aktuellen Zustand über alle Geräte hinweg unabhängig davon, welches Gerät zur Eingabe genutzt wird. Es ist möglich, Eingaben von einem zum nächsten Gerät weiterzuleiten und High-Level-Ereignisse zu unterstützen, die aus der Kombination von Ereignissen, die auf verschiedenen Geräten erzeugt wurden, zusammengesetzt sind.*

Auch wenn mehrere Geräte sowohl über verteilte als auch Cross-Device-Schnittstellen zu einem Zeitpunkt benutzt werden, lassen sie sich unterscheiden. Der Unterschied liegt in der Synchronisation der Geräte. Synchronisation wird laut Paternò bei verteilten UI nicht unterstützt, sondern es gibt einen geteilten Systemstatus, der vom Server kommt. Dadurch können zwar Änderungen in der Datenbank gezeigt werden, nicht jedoch die Statusveränderungen bei den UI-Elementen, die auf verschiedenen Geräten verteilt sind (Paternò, 2019, S. 10). Cross-Platform-Schnittstellen hingegen ermöglichen

dem Nutzer den gleichzeitigen Zugang zu einer Applikation auf unterschiedlichen Geräten. Dies hilft Nutzern sich auszutauschen, eine gruppenbasierte UX zu verbessern oder generell in der Koordination untereinander (Paternò, 2019, S. 14). Im letzten Teil seines Beitrages stellt der Autor sogenannte *designspaces* vor, die er aus der Literaturrecherche und aus eigener Erfahrung generiert. Diese sind Kategorien, mit deren Hilfe sich die von ihm bereits genannten Tools kategorisieren lassen und einen Vergleich der verschiedenen Funktionalitäten ermöglichen. Die Kategorien umfassen unter anderem die Art der Verteilung, die Fähigkeit Teile von einem zum anderen Gerät zu migrieren, Modalitäten, Systemarchitektur und die Fähigkeiten der Adaption. Mit Hilfe der Kategorien lassen sich die technischen und gestalterischen Vor- und Nachteile der jeweiligen Tools erfassen.

Insgesamt verdichtet der Autor in seinem Text viele vorangegangene Arbeiten zum Thema MDCP UI aus technischer Perspektive. Paternò (2019) verweist auf die vielen Möglichkeiten aber auch technischen Barrieren hinsichtlich der Gestaltung. Besonders positiv hervorzuheben ist die Unterscheidung einzelner Schnittstellen, auch wenn der Autor selbst konstatieren muss, dass die Übergänge zum Teil fließend sind. Beispielsweise ist die Schnittstelle der Applikation der Anwendungsdomäne der vorliegenden Arbeit teilweise der Kategorie *distributed UI* und teilweise der Kategorie *cross-device UI* zuzuordnen. Der Autor bemüht sich um eine möglichst vollständige Analyse bisheriger Arbeiten über konkrete Werkzeuge. Damit gibt er UI- und UX-Designern einen Überblick über mögliche Werkzeuge. Aus Sicht der vorliegenden Arbeit ist die Analyse über *responsive design* und dessen Schwächen besonders interessant. *Responsive design* ist für die sinnvolle Gestaltung von MDCP UI und MDCP UX zu kurz gegriffen, da entsprechende Tools bei der Generierung der Schnittstellen nur die Bildschirmgröße, nicht jedoch sinnvolle plattformspezifische und nutzerzentrierte Anpassungen berücksichtigen. Dem Ansatz und den entsprechenden Tools fehlt die Logik darüber, wie Anpassungen gestaltet werden müssen, um die Nutzeraktivitäten bestmöglich zu unterstützen. Es fehlt ihnen außerdem die Fähigkeit auf die Plattform und deren spezifische Patterns einzugehen, die zu einer Optimierung der UX je Gerät beiträgt.

Eine solche Logik zu entwickeln ist Ziel der hier vorliegenden Arbeit. Diese Logik könnte auch für Cross-Platform-App-Entwicklung und deren Tools interessant sein, da auch hier entweder eine prozedurale Generierung von Schnittstellen erfolgt oder UI-

und UX-Anpassungen von Entwicklern durchgeführt werden müssen. Zu konstatieren bleibt aus Sicht der vorliegenden Arbeit, dass der Autor keine Gestaltungsempfehlungen für MDCP UI gibt. Ferner wird auf unterschiedliche Plattformen nur am Rande Bezug genommen, da im Fokus Web-Applikationen stehen.

Auch die Autoren Nebeling et al. (2014) setzen sich mit Autorensystemen für MD-Web-Applikationen und *distributed UI* auseinander. In dem Text *Interactive Development of Cross-Device User Interfaces* präsentieren sie eines dieser Autorensysteme. Dabei gehen sie auf die verschiedenen deskriptiven Sprachen zur Beschreibung von Schnittstellen im Kontext MDCP ein und beschreiben entsprechende Werkzeuge aus entwicklungstechnischer Perspektive. Außerdem werden typische Cross-Device-Szenarien vorgestellt und das entwickelte System XDStudio evaluiert.

Aus Sicht der vorliegenden Arbeit ist das Paper von Nebeling et al. (2014) weniger relevant, da sie sich dem Thema vor allem aus technischer Sicht nähern. Im Kern wird sich mit *multi-device* oder *cross-device UI* auseinandergesetzt. Das ist, wie gezeigt, nicht in jedem Fall mit MDCP gleichzusetzen.

4.1.1.7 Rowland (2015a) – Cross-Device-Interaktion und Inter-Usability im Kontext von IoT

In ihrem Text *Cross-Device Interactions and Interusability* beschäftigt sich die Autorin Rowland (2015a) mit dem Thema MDCP UX aus Sicht des IoT. Der Fokus auf die Forschungsdomäne IoT bedeutet, dass sich nicht nur mit der Gestaltung von MDCP-Applikationen und deren Schnittstellen beschäftigt wird, sondern auch die Einbindung smarter und nicht smarterer Alltagsgegenstände relevant ist.

Zu Beginn stellt sie fest, dass für die Entwicklung von MDCP UX mehr notwendig ist als die Fokussierung auf eine konsistente Übertragung von Funktionalität und graphischem Design eines Produktes von einem zu einem weiteren Gerät. Es werden viele verschiedene Geräte mit unterschiedlichsten Formfaktoren und Fähigkeiten verbunden. Beim IoT können auch Geräte ohne Screens und sogar ohne Mensch-Maschine-Schnittstellen in einem Systemverbund integriert sein (Rowland, 2015a, S. 339).

Bezugnehmend auf den bereits erörterten Text von Wäljas et al. (2010) hält sie als oberstes Ziel für MDCP UX fest, dass diese geräte- und plattformübergreifende UX kohärent sein soll. Obwohl Rowland (2015a) den Text bereits für etwas überholt hält, hat

das Modell für sie noch immer Bestand. Als wichtigste Parameter für eine kohärente UX fasst Rowland das Modell von Wäljas et al. (2010) wie folgt zusammen:

- *Komposition (Organisation der Geräte und Funktionalität),*
- *angebrachte Konsistenz der Schnittstellen über die verschiedenen Geräte hinweg,*
- *Kontinuität von Inhalten und Daten, um eine einfache Übertragung zwischen den Plattformen zu gewährleisten.*

Im nächsten Abschnitt des Textes beschäftigt sich die Autorin mit der Komplexität beim Gestaltungsprozess einer MDCP-Anwendung. Sie hebt hervor, dass die Erstellung eines Designmodells für eine Anwendung, welches das mentale Modell des Nutzers weitgehend abdeckt, durch die vielen Endgeräte schwierig ist (Rowland, 2015a, S. 343). Das mentale Modell ist die Summe der Erwartungen und Erfahrungen des Nutzers hinsichtlich eines Systems (Rowland, 2015a, S. 341). Insgesamt steigt die Komplexität des gesamten Gestaltungsprozesses für UI- und UX-Designer dadurch, dass es im Kontext MDCP mehr Schnittstellen, Verarbeitung, Funktionalität und mehr Möglichkeiten zur Datenspeicherung gibt (Rowland, 2015a, S. 343). Sie sieht aber auch, dass die Komplexität von verteilten und kollaborativen Benutzungsszenarien die Nutzer ebenfalls vor neue Herausforderungen stellt. UX-Designer können zwei Strategien anwenden, um den Nutzern diese Komplexität zu vermitteln: Entweder sie versuchen, diese bestmöglich zu erklären oder bestmöglich vom Nutzer fernzuhalten (Rowland, 2015a, S. 346).

Bei der möglichen Aufteilung der Funktionen folgt die Autorin ebenfalls der gängigen Sichtweise. Entweder ist die Funktionalität eines Services überall verfügbar, also ein multichanneled service oder bestimmte Funktionalitäten sind nur auf bestimmten Geräten verfügbar (Dong et al., 2016, S. 63). Durch letzteres erhalten die jeweiligen Geräte eine bestimmte Rolle innerhalb der MDCP-Umgebung, es entsteht ein cross-media system. Hier folgt die Autorin der Kategorisierung nach Wäljas et al. (2010), die sie als Referenz anführt (Rowland, 2015a, S. 351). In diesem Zusammenhang verweist sie für die Forschungsdomäne IoT darauf, dass nicht jedes Mitglied eines MDCP-Verbunds über eigene Ein- oder Ausgabemodalitäten verfügen muss. In Fällen, in denen beteiligte Geräte keine Screens besitzen, ist die Gestaltung einer UI gegebenenfalls einfach, weil nur eine Schnittstelle berücksichtigt werden muss (Rowland, 2015a, S. 353).

Besonders relevant aus Sicht der hier vorliegenden Arbeit ist der Abschnitt über innere Konsistenz. Auch Rowland (2015a) bezeichnet Konsistenz als wohl bekannteste UI-

Designheuristik. Gleichzeitig verweist sie darauf, dass zu viel innere Konsistenz oder die Konsistenz zwischen den falschen Dingen ebenso schädlich sein kann, wie zu wenig innere Konsistenz (Rowland, 2015a, S. 360). Damit unterstreicht sie, dass das Befolgen oder die Abweichung von innerer Konsistenz kein einfach anzuwendender Gestaltungsgrundsatz sind. Auch sie übergibt die Verantwortung in die Hände der UI- und UX-Designer, wie die Konsistenz über die Geräte hinweg berücksichtigt werden muss (Rowland, 2015a, S. 361). Als mögliche Stellschrauben für die Steuerung von Konsistenz sieht sie die Bestandteile von Benutzerschnittstellen:

- *Das visuelle Design (Look-and-Feel und Sound),*
- *die Interaktionsarchitektur (Aufteilung der Funktionalität),*
- *die Interaktionslogik (Aufgabenorganisation und die Art der benutzten Interaktionselemente).*

Im darauffolgenden Abschnitt gibt die Autorin konkrete Gestaltungsrichtlinien für MDCP-Anwendungen. Zunächst hält sie fest, dass die Benennung von Funktionen oder Daten auf jedem Gerät identisch sein muss (Rowland, 2015a, S. 361). Die zweite Richtlinie der Autorin ist, dass jede Schnittstelle so gestaltet werden muss, dass sie konform zur entsprechenden Plattformguideline des Gerätes ist (Rowland, 2015a, S. 362). Dies erleichtert den Nutzern die Bedienung erheblich (Rowland, 2015a, S. 364). Diesem Grundsatz soll auch dann gefolgt werden, wenn das bedeutet, dass manche Dinge auf unterschiedlichen Geräten unterschiedlich ausgeführt werden (Rowland, 2015a, S. 364). Ziel ist es laut der Autorin sicherzustellen, dass die Schnittstellen für jedes Gerät geeignet sind und sich gleichzeitig als Teil eines kohärenten Services anfühlen. Interaktionselemente wie Buttons, Menüs oder switches sollten sich erkennbar an den Plattformkonventionen orientieren (Rowland, 2015a, S. 364). Dies gelte im Besonderen für spezifische Interaktionselemente einer Anwendung. Wird bei einer physischen Komponente einer Anwendung ein Rad, ein Regler oder eine Klinke benutzt, gibt es keinen Grund dieses Prinzip auf einem touchbasierten Gerät nachzubilden. Ein konsistent visuelles und ästhetisches Design über alle Plattformen hinweg führt zu einer Verstärkung einer kohärenten Wahrnehmung des Services (Rowland, 2015a, S. 364). Gleichzeitig verweist die Autorin in diesem Zusammenhang darauf, dass es aber in bestimmten Fällen – beispielsweise bei der Kombination von hochauflösenden und niedrigauflösenden Geräten – an-

gebracht sein kann, von diesem Grundsatz abzuweichen (Rowland, 2015a, S. 365). Hinsichtlich der Architektur empfiehlt die Autorin eine stärkere Orientierung an den Plattformrichtlinien. Da Geräte nicht zwangsläufig für die gleichen Funktionalitäten genutzt werden, geht die Autorin sogar so weit, dass sie sagt, dass es nicht zwangsläufig wünschenswert ist, die Funktionen über die verschiedenen Geräte exakt gleich zu gruppieren (Rowland, 2015a, S. 366). Hinsichtlich der Funktionen empfiehlt sie dort eine innere Konsistenz, wo die Funktion auf allen Geräten gleich ist (Rowland, 2015a, S. 367).

Diese konkreten Gestaltungsempfehlungen für MDCP heben den Text der Autorin von den vorangegangenen Arbeiten stark ab. Auch ihre klare Priorisierung von plattformspezifischen Anpassungen und äußerer Konsistenz gegenüber der inneren Produktkonsistenz sind ein Alleinstellungsmerkmal. Ihre Gestaltungsrichtlinien sind geprägt durch das sehr breit gefächerte Forschungsgebiet IoT, bei dem sehr unterschiedliche Geräte, zum Teil auch vernetzte Alltagsgeräte, involviert sein können. Solche Geräte verfügen über keine oder nur begrenzte Darstellungs- oder Interaktionsmöglichkeiten und können auch einfache sensorische Eingaben oder physische Ausgaben liefern. Somit sind komplexe multichanneled services oder MDCP-Ökosysteme mit interaktiven Geräten, die über eine eigene Funktionalität und komplexe Schnittstellen verfügen, nur eine Untergruppe des Forschungsgebiets IoT. Auf diese multichanneled services und komplexen Schnittstellen fokussiert sich die hier vorliegende Arbeit. Gerade in der Anwendungsdomäne sind MDCP-Ökosysteme mit unterschiedlichen Geräten mit eigener Funktionalität die Regel. Daher können die Gestaltungsrichtlinien von Rowland (2015a) auch nicht bedenkenlos angewendet werden. Zusätzlich bleibt zu konstatieren, dass die Autorin keine Anhaltspunkte liefert, worauf sich die konkreten Gestaltungsrichtlinien begründen. Es wird nicht auf eigene wissenschaftliche Untersuchungen verwiesen, wodurch davon auszugehen ist, dass sich die Gestaltungsrichtlinien auf den Erfahrungswerten der Autorin begründen. Diese Richtlinien müssen deshalb nicht zwangsläufig falsch sein. Um jedoch als verlässliches Werkzeug für UI- und UX-Designer zu fungieren, ist eine wissenschaftliche Fundierung zwingend notwendig. Die Autorin veranschaulicht ihre Richtlinien anhand von Beispielen und versucht so, deren Plausibilität nachvollziehbar zu machen.

Positiv hervorzuheben ist das Hinterfragen einer grundsätzlichen inneren Konsistenz und ihre kritische Haltung gegenüber einer bedenkenlosen Übertragung dieses Paradigmas auf den Kontext IoT und damit auch ferner auf den Kontext MDCP-Ökosysteme. Die von der Autorin identifizierten Stellschrauben, mit deren Anpassung eine Angleichung an die dem Nutzer bekannten Plattformkonventionen möglich ist, sind auch diejenigen, die in der hier vorliegenden Arbeit als Ausgangspunkt für solche Anpassungen gewählt wurden. Wie auch die Experten des hier durchgeführten Interviews (Studie 1) kommt die Autorin zum Schluss, dass Begrifflichkeiten über alle Geräte hinweg konsistent bleiben sollten. Ebenfalls deckungsgleich zu den Ergebnissen der hier durchgeführten Experteninterviews spricht sich die Autorin für eine mögliche Anpassung der Schnittstellenarchitektur aus und unterstreicht die Wichtigkeit eines innerlich konsistenten visuellen Designs für die Kohärenz. Die Diskrepanz zu den Ergebnissen der Experteninterviews, dass Anpassungen des visuellen Designs auch sinnvoll sein können, begründet sich vor allem auf dem bereits erwähnten breiten Spektrum der Geräte in der Domäne IoT. Bei geringauflösenden Geräten kann aus Gründen der Bedienbarkeit eine Anpassung des visuellen Designs erforderlich sein.

4.1.1.8 Martinie und Palanque (2015) – MDCP-Anwendungen in sicherheitskritischen Kontexten

Martinie und Palanque (2015) analysieren die Herausforderung für die Gestaltung, Entwicklung und Evaluation von MDCP-Schnittstellen in sicherheitskritischen Kontexten. In ihrem Text aus dem Jahr 2015 *Design, Development and Evaluation Challenges for Future Mobile User Interfaces in Safety-Critical Contexts* beschreiben die Autoren zunächst, was sicherheitskritische Kontexte sind. Sie fokussieren sich auf Beispiele aus der Anwendungsdomäne Wartungsarbeiten für Flugzeuge. MDCP-Applikationen dieser Domäne berücksichtigen laut der Autoren andere Bewertungskriterien zur Evaluation als dies bei nicht sicherheitsrelevanten Domänen üblich ist. Stehen bei nicht sicherheitskritischen Domänen Usability und UX über alle Geräte hinweg im Fokus, sind es bei sicherheitskritischen Domänen, in denen MDCP-Anwendungen zum Einsatz kommen, vor allem Sicherheit, Vertrauenswürdigkeit und Zuverlässigkeit (Martinie & Palanque, 2015, S. 5). Mit Bezug auf Wäljas et al. (2010) verweisen sie darauf, dass für MDCP-Schnittstellen die Kontinuität der Aufgaben eine Gestaltungsherausforderung ist. Für den Bereich der sicherheitskritischen Domänen ist dies für die Autoren nicht von höchster Wichtigkeit,

da ihrer Aussage nach Aufgaben in solchen Systemen anhand der spezifischen Prozedur und dem Kontext geplant werden. Es liege an den Designern eine Lösung zu finden, um zu bestimmen, welche Aufgaben tatsächlich unter Zuhilfenahme mehrerer Geräte ausgeführt und welche nur auf bestimmten Plattformen und Geräten ausgeführt werden (Martinie & Palanque, 2015, S. 6). Ebenfalls abgeleitet aus Wäljas et al. (2010) halten die Autoren für die Schnittstellen von MDCP-Applikationen fest, dass diese die innere Konsistenz über alle Schnittstellen hinweg in den Fokus rücken müssen. Dies gelte laut der Autoren nicht für sicherheitsrelevante MDCP-Applikationen. Um sicherzustellen, dass es keine Zweideutigkeiten für die Ausführenden in der Durchführung von bestimmten Prozeduren gibt, müssen Designer solcher Systeme gegebenenfalls explizit nicht konsistente Schnittstellen anbieten. Diese weisen ein anderes Verhalten und eine andere Komposition auf um sicherzustellen, dass keine Zweideutigkeiten für die Ausführenden entstehen, die gerade mit einer laufenden Aufgabe oder Prozedur beschäftigt sind. Mehr als in anderen MDCP-Umgebungen muss die gleichzeitige und kollaborative Interaktion mehrerer Nutzer gewährleistet und mit Hilfe korrekt gestalteter Schnittstellen abgebildet werden. Mit Verweis auf eine frühere Arbeit der Autorin Martinie unterstreichen sie, dass für sicherheitskritische Anwendungen gilt, dass Aktivitäten in dieser Domäne sehr stark durch zeitliche Einschränkungen, organisatorische Probleme und durch geplante Arbeitsabläufe zwischen internen und externen Organisationseinheiten beeinflusst sind (Martinie & Palanque, 2015, S. 6). Daraus abgeleitet müssen sich Designer mit der Herausforderung beschäftigen, wie Informationen über die Grenzen der jeweiligen Geräte und Plattformen hinaus gemeinschaftlich genutzt und geteilt werden. Die entsprechenden Schnittstellen müssen den besonderen Aktivitäten und deren Abarbeitung innerhalb eines Teams gerecht werden. Zusätzlich müssen Designer dafür Sorge tragen, dass die MDCP-Applikationen in der Lage sind, zusätzliche überwachende Aufgaben für die involvierten Schnittstellen ausführen zu können. So muss die Aktualität und Zuverlässigkeit der UI und Geräte ständig gewährleistet sein, sodass die Ausführenden ihre Aufgaben pflichtgerecht erledigen können. Entsprechend diesen Herausforderungen für die Gestaltung der Schnittstellen halten sie zusätzlich fest, dass bei der Entwicklung die Sicherheit, Zuverlässigkeit, Redundanz und Diversität gewährleistet werden müssen. Außerdem müssen der Verlust des Kontextes sowie Konflikte und Indifferenzen zwischen persönlichen und gewerbsmäßigen Geräten verhindert werden (Martinie

& Palanque, 2015, S. 6). Bei einer Evaluation von Applikationen und Schnittstellen im Kontext von sicherheitskritischen Applikationen müssen die von den Autoren genannten Aspekte angemessen berücksichtigt werden, um deren Eignung für die Domäne sicherzustellen.

Der vorliegende Text beschreibt spezielle Herausforderungen für die gewählte Domäne. Damit zeigt er auf, wie vielfältig MDCP-Umgebungen aussehen können und dass für spezielle Bereiche erweiterte Herausforderungen in der Gestaltung von Schnittstellen berücksichtigt werden müssen. Die Autoren unterstreichen ebenfalls, dass innere Konsistenz im Bereich MDCP nicht immer das richtige Gestaltungsparadigma ist. Es bleibt zu konstatieren, dass keine spezifischen Gestaltungshinweise oder Richtlinien seitens der Autoren gegeben werden. Es wird außerdem nicht ersichtlich, worauf die dargelegten Erkenntnisse beruhen.

4.1.1.9 Denis und Karsenty (2003) – Inter-Usability und Berücksichtigung der kognitiven Fähigkeiten der Nutzer

Einer der am häufigsten zitierten Texte vergangener und aktueller Studien oder Abhandlungen zum Thema MDCP ist der Text *Inter-Usability of Multi-Device Systems – A Conceptual Framework* von Denis und Karsenty (2003). In diesem Text wurde der Begriff *inter-usability* geprägt. Während der Begriff Interoperabilität (engl. interoperability) auf technischen Konzepten der Zusammenarbeit verschiedener Geräte mit verschiedenen Plattformen abzielt, bezeichnet das Konzept der Inter-Usability die Leichtigkeit, mit der Benutzer ihr Wissen und ihre Fähigkeiten für eine Aufgabe wiederverwenden können, wenn sie auf ein anderes Gerät wechseln (Denis & Karsenty, 2003, S. 374). Für diese grundständige Form der MDCP UX haben die Autoren im dritten Abschnitt ihres Textes Designprinzipien festgehalten, die sich auf die Schnittstellengestaltung beziehen. Zunächst stellen sie fest, dass eine starke Ähnlichkeit zwischen den involvierten Schnittstellen gewünscht ist, dieses Ziel aber in der Praxis nicht realistisch ist (Denis & Karsenty, 2003, S. 380). Innere Konsistenz solle zwar gefördert werden, aber Inkonsistenzen dort erlaubt sein, wo es operationale Einschränkungen gibt und wo sie dem Gebrauch und der Effizienz dienen. Dafür werden drei Kriterien genannt: Konsistenz, Transparenz und Anpassung (Denis & Karsenty, 2003, S. 380). Mit den vorher herausgearbeiteten Dimensionen des Wissenstransfers und des Aufgabentransfers definieren die Autoren ein Analyseraster für Multi-Device-Systeme (Denis & Karsenty, 2003, S. 381). Aus Sicht der

hier vorliegenden Arbeit ist das erste Kriterium – die Konsistenz – besonders interessant.

Dafür halten die Autoren vier Ebenen fest (Denis & Karsenty, 2003, S. 381):

- *Perzeptionelle Konsistenz: Gleichheit in der Darstellung und Struktur von Information. Bei graphischen Schnittstellen bezieht sich die Gleichheit auch auf Objekte und die räumliche Aufteilung. Bei sprachbasierten Schnittstellen bezieht sich die Gleichheit auf die Reihenfolge, in der die Information präsentiert wird. Diese sollte ebenfalls konsistent zu der Reihenfolge einer visuellen Schnittstelle sein.*
- *Lexikalische Konsistenz: Alle Objekte einer Schnittstelle sollten auf allen Geräten die gleiche Bezeichnung tragen.*
- *Syntaktische Konsistenz: Um ein bestimmtes Ziel zu erreichen, sollten dieselben Vorgänge auf allen Geräten ausgeführt werden. Anpassungen bei einzelnen Geräten sind zur Effizienzsteigerung möglich. Das jeweilige Gerät sollte jedoch verschiedene Reihenfolgen der Aufgabenerledigung akzeptieren.*
- *Semantische Konsistenz: Dienste sollten geräteübergreifend ähnlich sein. Die Partition von Daten und Funktionen sollte zwischen den Geräten redundant sein. Ebenso sollte die Auswirkung der Vorgänge auf allen Geräten so ähnlich wie möglich sein. Um die Kontinuität der Aufgaben sicherzustellen, sollte der Status der Daten in den letzten vom Benutzer ausgeführten Vorgängen auf allen Geräten angezeigt werden. Um den Kontext ihrer Aufgaben wiederherzustellen, sollten Benutzer außerdem in der Lage sein, den Status ihrer Aktivität und / oder den Verlauf ihrer letzten Vorgänge wiederherzustellen.*

Denis und Karsenty (2003) halten fest, dass nicht immer das Maximum in jedem Level erreicht werden kann und dass das von den Nutzern auch nicht erwartet wird (Denis & Karsenty, 2003, S. 381). Wie aus den vier Ebenen und den dazugehörigen Beschreibungen hervorgeht, beziehen sich die Autoren eindeutig auf die innere Konsistenz. Die Autoren stellen fest, dass es zum Zeitpunkt der Veröffentlichung ihrer Abhandlung noch an Untersuchungen fehlt, welche Formen der Inkonsistenz genau zu Usability-Problemen führen können (Denis & Karsenty, 2003, S. 381).

Auch Anpassungen sind laut der Autoren wichtig. Diese beziehen sich aber nicht, wie im Kontext der vorliegenden Arbeit bisher verwendet, auf die Schnittstellengestaltung, sondern vielmehr auf das Gesamtsystem. Dieses soll auf bestimmte Nutzerprofile hin angepasst werden (Denis & Karsenty, 2003, S. 383). Dazu halten die Autoren fest, dass bekannt sein muss, welche Geräte ein Nutzer nutzt. Für eine Anpassung müssen auch die Fähigkeiten eines Nutzers bekannt sein, die sich aus der Dauer und der Häu-

figkeit der Benutzung eines Gerätes erschließen lassen. Nutzer mit mehr Erfahrung können sich schneller an Anpassungen gewöhnen. Die letzten Operationen, die mit dem Dienst durchgeführt wurden oder der aktuelle Zustand, sind für Anpassungen ebenso wichtig. Diese Vorgänge oder Status stellen einen Kontext dar, auf den Benutzer möglicherweise zugreifen müssen, um eine unterbrochene Aktivität wiederaufzunehmen. Für Anpassungen zur Unterstützung des Nutzers sollten auch der letzte Systemzugriff und der Abstand zum aktuellen Systemzugriff berücksichtigt werden (Denis & Karsenty, 2003, S. 383). Mit dieser Art von Anpassungen soll auf die kognitiven Charakteristika der Benutzer eingegangen werden und nicht auf gerätespezifische Formfaktoren (Denis & Karsenty, 2003, S. 384).

Obwohl der Text aus einer Zeit stammt, in der mobile Endgeräte noch nicht so leistungsfähig hinsichtlich Verarbeitung und Darstellung waren und touchbasierte Schnittstellen nicht die Regel waren, nennt der Text viele wichtige Parameter und Prinzipien, die bei einer MDCP-Umgebung heute noch Gültigkeit haben. Hinsichtlich der Konsistenz werden wichtige grundlegende Gestaltungsparadigmen aufgezeigt. Gleichzeitig werden Inkonsistenzen ebenfalls befürwortet, sofern sie dem Nutzer dienen. Innere Konsistenz wird hier sehr weit gefasst und umfasst nicht nur die visuelle Konsistenz, sondern auch andere Modalitäten und Formen der Konsistenz, die sich auf die Aufgaben und die Verarbeitung beziehen. Solche generischen Aussagen haben heute durchaus noch Gültigkeit. Das erklärt, warum dieser Text bis heute häufig zitiert wird.

Die Intention durch Anpassungen auf die kognitiven Charakteristika der Nutzer einzugehen, ist auch Ziel der hier vorliegenden Arbeit. Mehr denn je können heutzutage durch das Wissen über die Geräte und deren tägliche Benutzung Rückschlüsse auf das Vorwissen der Nutzer getroffen werden. Die entwickelten Guidelines der Hersteller, die in der Gestaltung von mobilen Applikationen angewendet werden, lassen sich optimal für solche Anpassungen heranziehen. Die Nutzer sind durch die tägliche Benutzung auf die Patterns trainiert. Die Verwendung plattformspezifischer Patterns berücksichtigt also die tatsächlichen kognitiven Erfahrungen der Nutzer. Durch die Wiederverwendung oder die Anpassung spezifischer Designs hin zum Erfahrungsschatz der Nutzer kann sich die Effizienz gegenüber neuen und spezifischen Gestaltungslösungen steigern und die Lernkurve verringern lassen. Überträgt man diese Grundannahme der Autoren

auf heutige Systemlandschaften lässt sich feststellen, dass produktspezifische Inkonsistenzen, die durch plattformspezifische Anpassungen entstehen können, zugunsten einer Effizienzsteigerung in Kauf genommen werden können. In der vorliegenden Arbeit wird zudem geprüft, ob sie gegebenenfalls positive Auswirkungen auf die UX und ausgewählte Aspekte der Usability haben.

4.1.1.10 Majrashi (2016) – Relevanz von innerer Konsistenz beim Gerätewechsel und Verhaltensmuster bei der Interaktion in MD-Umgebungen

In verschiedenen Studien seiner Dissertation geht Majrashi (2016) auf Cross-Platform-Usability, kulturelle und kontextbezogene UX, Interaktionsverhaltensmuster und Eye-tracking ein. Im Rahmen der hier vorliegenden Arbeit kann nicht auf alle Studien einzeln eingegangen werden. Vielmehr wurden die thematisch relevantesten Ergebnisse herausgegriffen. Als Einschränkung hinsichtlich der Übertragbarkeit der Ergebnisse gilt es zu konstatieren, dass die Probanden in den Studien von Majrashi (2016) jeweils nur ein Gerät nacheinander benutzen (Majrashi, 2016, S. 57). Also wurden keine Geräte und Schnittstellengestaltungen im Kontext eines MDCP-Ökosystems mit paralleler Wahrnehmung der Bildschirme und wechselseitiger Beeinflussung der Geräte untersucht (Majrashi, 2016, S. 219). Da es aber auch zu einem Gerätewechsel innerhalb eines MDCP-Ökosystems kommen kann, sind die Erkenntnisse bezüglich Usability, UX und die Gestaltungsempfehlungen von Bedeutung.

In der ersten Studie wurden drei Onlineservices getestet. Für jeden Service wurden drei typische Aufgaben festgelegt. Jede der Aufgaben wurde auf einem unterschiedlichen Gerät ausgeführt. Für jeden Service gab es also pro Gerät genau eine Aufgabe. Es wurden Desktop-Computer, Tablets und Smartphones verwendet. Getestet wurden Desktop-Webseiten, responsive Desktop-Webseiten, native Apps für Tablet und Smartphone sowie mobile Webseiten.

Basierend auf den erhobenen qualitativen Daten der ersten Studie nennt der Autor die folgenden Cross-Platform-UX-Elemente und Verhaltensmuster (Majrashi, 2016, S. 214):

- *Konsistenz (Gleichheit der UI-Komponenten zwischen den Geräten),*
- *Fluency (Leichtigkeit beim Gerätewechsel),*
- *Konfiguration (Organisation der Geräte und ihrer Funktionalität),*
- *Lernfähigkeit (der Grad, bis zu dem ein Cross-Platform-Service effizient erlernt werden kann),*
- *Wiedererkennbarkeit (Inwieweit jede Benutzeroberfläche ihr Design klarmacht, damit Benutzer die Ebene der verfügbaren Daten und Funktionen auf jedem Gerät verstehen).*

Als wichtigstes und häufigstes Element wird Konsistenz aufgefasst. Aus der Studie leitet der Autor mehrere Empfehlungen ab. Darunter in Kapitel 5.8.3 die Maximierung der Konsistenz (Majrashi, 2016, S. 104–105):

- *Komponenten und Designpatterns eines Service sollten auf der Startseite identisch sein und die gleiche Sichtbarkeit haben.*
- *Schnittstellenbestandteile oder Blöcke, Eingabefelder und Navigationskomponenten sollten durch Gruppierung und Reihenfolgen konsistent organisiert werden. Designer müssen die Benutzeroberflächen so einstellen, dass Seitenbereiche geräteübergreifend in derselben Reihenfolge angezeigt werden. Designer sollten über die verschiedenen Plattformen hinweg Elemente innerhalb derselben entsprechenden Webseiten und auf der derselben Seite der Webseite platzieren.*
- *Der Look (Farben und Iconformen) sollte überall gleich sein, um die einheitliche Gestaltung zu gewährleisten.*
- *Anzahl und Reihenfolge der Pfade, sollten über alle Plattformen hinweg gleichbleiben, um Aufgaben lösen zu können. Es bedarf einer konsistenten Anzahl an Aufgabenpfaden, um jedes spezifische Ziel über Geräte hinweg zu erreichen.*
- *Gleiche Beschriftung für UI-Elemente.*
- *Verwendung des gleichen Navigationsarchitekturmodells.*
- *Inhalte sind gleich zu organisieren.*
- *Konsistente Darstellung von Beziehungen und Verbindungen zwischen verschiedenen Elementen auf allen Plattformen.*
- *Suchverfahren und Suchergebnisse konsistent auf allen Plattformen darstellen.*

Aus den dargelegten Empfehlungen des Autors geht eindeutig hervor, dass er sich auf die innere Konsistenz eines Produktes bezieht und diese in den Vordergrund stellt. Neben den generierten UX-Elementen wurden die folgenden sechs Verhaltensmuster bei der Interaktion identifiziert (Majrashi, 2016, S. 214):

- *Visuelle Erinnerung (Übertragung von Objekten von einer Plattform, indem man sich merkt wie diese aussehen),*
- *Gewöhnung (wenn ein Benutzer von einer Plattform aus mit einem System interagiert, werden einige seiner häufigen Aktionen reflexartig. Dies gilt auch dann, wenn er das System von einer anderen Plattform aus verwendet),*
- *prospektiver Speicher (ein Benutzer führt eine Aktion auf einer Start-Benutzeroberfläche aus, um sich daran zu erinnern, wie er die Aufgabe auf einer anderen Benutzeroberfläche fortzusetzen hat),*
- *verteilte Vervollständigung (der häufige Wechsel zwischen Benutzeroberflächen, um ein bestimmtes Ziel zu verfolgen),*

- *sofortige Wiederaufnahme (nachdem die Benutzer von einer zur anderen Benutzeroberfläche wechseln, erkunden sie häufig nicht die Ziel-Benutzeroberfläche, sondern suchen nach einem Anknüpfungspunkt für die Aufgabe),*
- *räumliches Gedächtnis (Übertragung von Objekten von einer Plattform auf die andere mit Hilfe der Erinnerung an deren Positionen auf der Webseite).*

Daraus abgeleitet wurden Gestaltungsrichtlinien und ein Framework. Von diesen Gestaltungsrichtlinien und dem Framework sind für die hier vorliegende Arbeit die Prinzipien zur Unterstützung von innerer Konsistenz von besonderer Bedeutung.

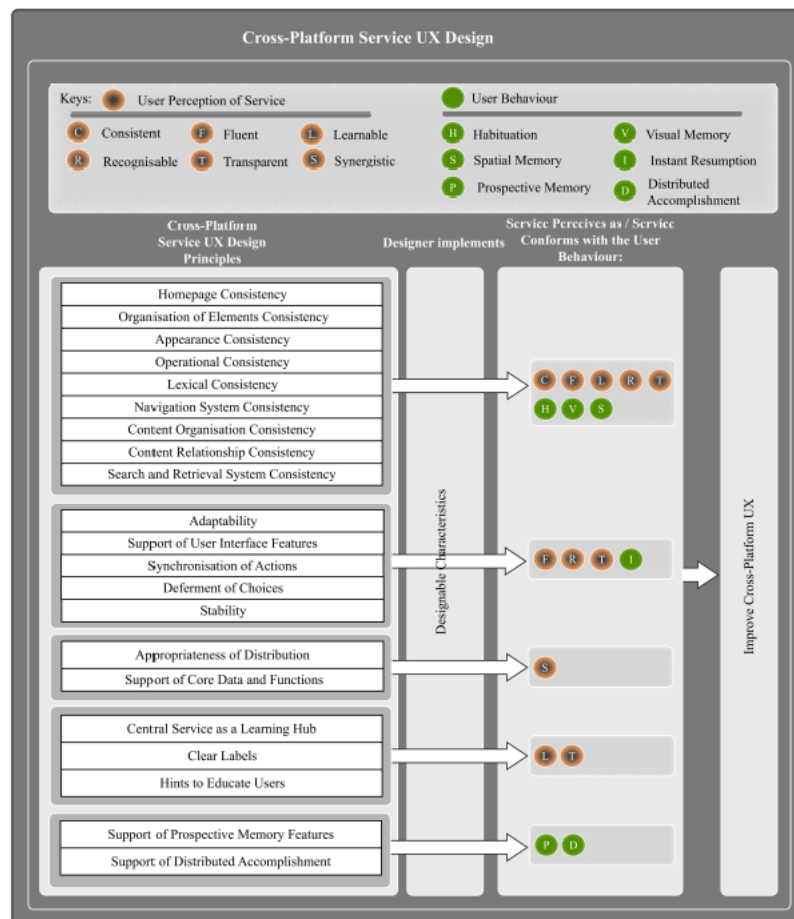


Abbildung 11 – Cross-platform Framework nach Majrashi (2016). Zuordnung von UX-Designprinzipien, Benutzungsmustern und Cross-Device-UX-Elementen (Quelle: Majrashi, 2016, S. 112)

Der Autor Majrashi (2016) geht in einer weiteren Studie mit 40 Studenten aus 9 Ländern auf kulturelle Unterschiede hinsichtlich der Wahrnehmung der cross-platform UX ein. In seiner dritten Studie untersucht er verschiedene Benutzungskontexte und deren Einfluss auf die UX. In beiden Studien ist laut Autor die innere Konsistenz der entschei-

dende Faktor (Majrashi, 2016, S. 215). In einer vierten Studie untersucht er, wie verschiedene Muster per Eyetracking erkannt und Usability-Probleme zugeordnet werden können. Aus den erhobenen Daten arbeitet er 11 generalisierte Probleme heraus, die 12 generalisierten Eyetracking-Patterns zugeordnet werden konnten. Der Autor kommt zu dem Schluss, dass die Patterns bei zukünftigen Studien helfen könnten Eyetracking-Daten zu analysieren (Majrashi, 2016, S. 217). Die Patterns sind jedoch für sich genommen insuffizient und sollten durch qualitative Daten ergänzt werden (Majrashi, 2016, S. 217). In der letzten Studie führt der Autor mit 8 Experten eine fragebogenbasierte Evaluation seines Frameworks durch. In der Auswertung zeigen sich die befragten Experten positiv gestimmt, dass das Framework zur Adressierung von Lücken bei Usability-Evaluationen und im UX-Design beitragen kann (Majrashi, 2016, S. 217).

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass der Autor verschiedene Aspekte von Usability-Problemen und UX-Elementen analysiert. Positiv festzuhalten sind die unterschiedlichen Methoden. Leider bleibt Majrashi (2016) bei der Formulierung der Gestaltungsrichtlinien relativ vage. Konkrete Ansätze gibt es kaum. Zu konstatieren bleibt auch, dass er verschiedene Formfaktoren innerhalb einer Studie vergleicht, also Schnittstellengestaltungen bei Desktopformat und bei mobilen Formaten. Durch die unterschiedlichen Formate sind Implikationen auf die Gestaltung und Interferenzen verschiedener Effekte nicht auszuschließen. Durch den Einsatz verschiedener mobiler Schnittstellen und die zusätzliche Integration zweier unterschiedlicher mobiler Plattformen (Android und iOS) bleibt zu vermuten, dass sich diese Probleme hinsichtlich der Ergebnisreliabilität durch weitere Einflussfaktoren verschlimmert haben. Auch fraglich bleibt, ob in der ersten Studie eine Aufgabe je Gerät ausreichend war, um Usability-Probleme und UX-Elemente zu identifizieren.

Limitierungen räumt der Autor ein, da sich seine Studien nicht auf die Untersuchung innerhalb eines MDCP-Ökosystems übertragen lassen (Majrashi, 2016, S. 219). Innerhalb des Ausblicks seiner Arbeit stellt er fest, dass die Untersuchung der UX eines Services innerhalb eines MD-Ökosystems oder innerhalb eines MDCP-Ökosystems, bestehend aus mehreren Plattformen, besonders interessant wäre (Majrashi, 2016, S. 219). In diesem Zusammenhang und unter Berücksichtigung seiner Ergebnisse hinsichtlich der Wichtigkeit von innerer Konsistenz verweist er auch auf die Kernherausforderung bei der MDCP-Schnittstellengestaltung: Die Balance zwischen der Produktkonsistenz

(innere Konsistenz) und der Berücksichtigung von plattformspezifischen UI-Designstandards (äußere Konsistenz) (Majrashi, 2016, S. 219).

Genau diesen beiden offenen Punkten widmet sich die hier vorliegende Arbeit:

- *Untersuchung eines Service, der in einem Ökosystem über verschiedene Plattformen hinweg genutzt wird und*
- *Untersuchung der Produkt- und Plattformkonsistenz (innere und äußere Konsistenz) bei der MDCP-Schnittstellengestaltung.*

Besonders relevant für die vorliegende Arbeit sind an den Ausführungen von Majrashi (2016): Erstens, dass der inneren Konsistenz beim Gerätewechsel eine zentrale Rolle zukommt, zweitens, dass Interaktionsmuster bei häufiger Benutzung reflexartig werden. Gerade zweiteres spricht für eine Adaption nach den gängigen Gestaltungsschemata der Plattform. Das Erkennen reflexartiger Bedienung und die Beobachtung, dass Nutzer nach bestimmten Ankerpunkten (beispielsweise Hamburger-Menü bei Android oder Tableiste bei iOS) suchen, sind auch Teil der Grundüberlegungen zu der hier vorliegenden Arbeit. Durch die Arbeit von Majrashi (2016) wird die Relevanz dieser Überlegungen bekräftigt. Deshalb muss untersucht werden, ob plattformspezifische Anpassungen tatsächlich zu einer Verbesserung der UX und Usability führen können. Aus wissenschaftlicher Sicht sollen aber möglichst viele Einflussfaktoren, die Implikationen haben könnten, bei den durchzuführenden Studien der vorliegenden Arbeit kontrolliert werden. Daher wird die generelle Akzeptanz von Anpassungen und der Einfluss des Formfaktors auf die Akzeptanz von Anpassungen in separaten Studien untersucht. Durch dieses Vorgehen sollen die Reliabilität und Validität der Ergebnisse der vorliegenden Arbeit erhöht werden.

4.1.1.11 Sánchez-Adame et al. (2019a) und Sánchez-Adame et al. (2019b) – Design-Guidelines in MD-Umgebungen

Sánchez-Adame et al. (2019a) beschreiben in ihrem Text *Consistency in Multi-device Environments* Regeln für die innere Konsistenz von Schnittstellen. Dazu wird der Musik-Streaming-Dienst Spotify von Experten analysiert.

Zunächst weisen die Autoren auf die Herausforderungen hin, die sich für UI- und UX-Designer durch die zunehmende Vernetzung der Geräte untereinander ergeben. Einerseits wollen Nutzer eine App auf unterschiedlichsten Geräten nutzen, gleichzeitig kann eine UX jedoch immer nur für ein Gerät konzipiert werden (Sánchez-Adame et al.,

2019a, S. 232). Mit Verweis auf Dong et al. (2016) stellen die Autoren fest, dass die nahtlose Vernetzung unterschiedlichster Geräte schon immer ein integraler Bestandteil von *distributed UX* und *ubiquitous computing* war. Dazu muss eine Anwendung unabhängig vom Gerät und von der Umgebung eine ähnliche UX bereitstellen. Ein Weg, um die UX zu erhalten, ist laut Sánchez-Adame et al. (2019a, S. 233), dass man eine konsistente Applikation entwickelt. Bezugnehmend auf Pyla et al. (2005), Rowland (2015a) und andere Autoren verweisen Sánchez-Adame et al. (2019a) darauf, dass die Anwendung der inneren Konsistenz immer noch ein offenes Problem ist, obwohl bewiesen sei, dass innere Konsistenz ein kritischer Faktor in MD-Umgebungen ist. Abgeleitet von Wong (2019), Nikolov (2017), Grosjean (2011) ist innere Konsistenz laut der Autoren deshalb so wichtig, weil sie die Lernkurve verringert, Verwirrung eliminiert und zusätzlich die Produktionskosten senkt (Sánchez-Adame et al., 2019a, S. 235).

Mit Hilfe der Design-Science-Forschungsmethodologie entwerfen die Autoren Guidelines, um innere Konsistenz zu erreichen und zu evaluieren. Nach dem Modell, das die Autoren als geeignet ansehen, gibt es folgende Phasen oder Schritte (Sánchez-Adame et al., 2019a, S. 234–235) :

- *Objective-centered initiation: Als Eintrittspunkt in das Modell wurde das Ziel gewählt, das Design von MD-Anwendungen zu verbessern.*
- *Identifikation und Motivation: Als Motivation geben die Autoren in diesem Zusammenhang die aus ihrer Sicht hinreichend bewiesene Wichtigkeit von MD-Umgebungen und die Rolle von innerer Schnittstellenkonsistenz an.*
- *Objective solution: Entwicklung der Design-Guidelines zu innerer Konsistenz in MD-Anwendungen,*
- *Design und Entwicklung: Formulierung von Designrichtlinien zu innerer Konsistenz bei MD-Anwendungen,*
- *Demonstration und Evaluation: Evaluation mit Hilfe des Fallbeispiels Spotify.*

Abgeleitet von den Herausforderungen und durch die Literaturrecherche präsentieren die Autoren ihre Guidelines (Sánchez-Adame et al., 2019a, S. 235–236):

- *Ehrlichkeit: Das Verhalten und die Benennung von widgets müssen gleich sein und den Erwartungen der Nutzer entsprechen (Sánchez-Adame et al., 2019a, S. 235).*
- *Funktionskerne: Nicht sichtbare Komponenten, die strukturell zusammenhängen und somit außerhalb ihres Feldes an Bedeutung verlieren. Die Granularität des Interaktionslevels für einen Funktionskern hängt von der Nützlichkeit eines bestimmten Sets an widgets ab (Sánchez-Adame et al., 2019a, S. 235).*
- *Multimodalität: Anpassbarkeit der Modalität bei verändertem Kontext. Unabhängig von Ein- und Ausgabemodalitäten sollte der Nutzer immer das gleiche Ergebnis erzielen (Sánchez-Adame et al., 2019a, S. 235).*
- *Usability-Limitierungen: Bei multimodalen Szenarien kann eine Situation mit begrenzter Usability entstehen. Durch Veränderung des Umfeldes, in dem interagiert wird und dessen Kontext sich wandelt, kann die Umgebung Nutzerinteraktionen mit dem System beschränken (Sánchez-Adame et al., 2019a, S. 236).*
- *Verfolgbarkeit: Kennzeichnet die Situation, in der der Nutzer die Veränderung der Schnittstelle beobachten und in manchen Fällen modifizieren kann (Sánchez-Adame et al., 2019a, S. 236).*

Im Anschluss beschreiben sie ihre Evaluationsphase (Sánchez-Adame et al., 2019a, S. 236). Diese Evaluation ist ein Experteninterview mit 5 Universitätsprofessoren, die ihre Erfahrung aus Forschung und Wirtschaft einbringen. Zunächst analysierten die Experten einzeln die Anwendung anhand der Guidelines und erstellten separate Listen. Danach wurden diese zusammengefügt und eine Gesamtliste an alle Experten zurückgegeben. Jeder Experte bewertete nun die einzelnen Verletzungen der Guidelines, die in der Gesamtliste aufgeführt waren hinsichtlich des Schweregrads. Aus diesen Einzelbewertungen wurde je Verstoß ein Durchschnittswert gebildet. Das Bewertungsschema war eine fünfstufige Skala von „Level 0: ohne Konsistenz-Problem“ (Sánchez-Adame et al., 2019a, S. 235) bis hin zu „Level 4: Konsistenz-Katastrophe“ (Sánchez-Adame et al., 2019a, S. 237). Sánchez-Adame et al. (2019a, S. 238) zählen 23 Verstöße gegen ihre Guidelines und summieren diese zu 10 Problemen. Am häufigsten wurden die Verfolgbarkeit und die Multimodalität verletzt. Der häufigste Schweregrad, der seitens der Experten bewertet wurde, waren kleinere Verletzungen der Konsistenz. Katastrophale Verstöße wurden hingegen am seltensten verzeichnet. Daraus folgern Sánchez-Adame et al. (2019a, S. 238–239), dass Spotify positiv zu bewerten ist. Sie heben hervor, dass die Verletzung der Konsistenz der Funktionskerne lediglich einmal auftaucht und so festgestellt werden kann, dass die verwendeten widgets gut gestaltet wurden und ihre Funktionen

gleichmäßig über alle Geräte erfüllen. Im Abschlussteil des Textes verweisen die Autoren darauf, dass aus ihrer Sicht innere Konsistenz das wichtigste Element ist, um den Nutzer in einer stabilen Basis zu halten, da sie der Schlüssel zur Hilfe bei Schnittstellenverteilung ist. Außerdem ist sie ein essentieller Faktor für eine positive UX (Sánchez-Adame et al., 2019a, S. 239). Schwächen räumen die Autoren hinsichtlich der geringen Anzahl an Experten ein. Außerdem verweisen sie darauf, dass ihre Guidelines durch heuristische Evaluationen und UX-Tests mit Nutzern bestätigt werden müssen. Zum Abschluss berichten die Autoren, dass sie sich weiter in dem Bereich engagieren wollen.

Aus Sicht der vorliegenden Arbeit ist die Idee, mit einem Design-Science-Ansatz an die Untersuchungen heranzugehen, sehr interessant. Dennoch weist die Studie so viele Mängel auf, dass sie für die vorliegende Arbeit nicht berücksichtigt wird. Die Motivation der Autoren stützt sich auf die Wichtigkeit von Schnittstellenkonsistenz. Innere Konsistenz sei wichtig, um die Lernkurve zu reduzieren und Verwirrungen zu vermeiden (Sánchez-Adame et al., 2019a, S. 233). Dafür wird ein Internetbeitrag von Wong (2019) zitiert. Dieser bezieht sich jedoch auf das Gegenteil, nämlich nicht auf die Konsistenz über Plattformgrenzen hinweg, sondern auf die äußere Konsistenz zu Standards und Konventionen innerhalb einer Plattform. Außerdem arbeitet Wong (2019) ihre Empfehlungen mit Beispielen ab. Ihre Argumentation stützt sich aber nicht auf wissenschaftliche Studien, sondern auf best practices anderer Experten. Auch der zweite Beleg, Nikolov (2017), der zur Untermauerung des Arguments angeführt wird, ist ein Internetbeitrag, der nicht auf wissenschaftlichen sondern auf subjektiven Erfahrungswerten fußt. Ebenso ist die dritte angeführte Quelle, Grosjean (2011), keine wissenschaftliche Quelle. Zudem wird bei Grosjean (2011) auf Kohärenz und nicht auf Konsistenz verwiesen. Wie stark der Einfluss der inneren Konsistenz also für MD-Umgebungen ist, kann nicht abgeleitet und erst recht nicht aus den zitierten Beiträgen erschlossen werden.

Das zweite Hauptargument ist, dass ein Hinzufügen von Konsistenzelementen zum Design der MD-Umgebung zu einer Verbesserung der Usability führt und Szenarien mit negativer UX reduziert (Sánchez-Adame et al., 2019a, S. 233). Die hier angegebenen Quellen Anić (2015) und Gaffney (2005) sind ebenfalls Blog-Beiträge und wissenschaftlich unzureichend belegt.

Prinzipiell müssen diese Meinungen nicht falsch sein. Jedoch eignen sie sich aufgrund ihrer mangelnden Wissenschaftlichkeit nicht als Argumentationsgrundlage. Zunächst müsste geklärt werden, ob und wie wichtig innere Konsistenz im Bereich MD wirklich ist. Ansonsten bleibt die Nützlichkeit von innerer Konsistenz im speziellen Kontext unzureichend belegt. Ebenso schwach belegt sind die Zusammensetzung des Frameworks und die Entstehung der einzelnen Dimensionen. Was genau mit Funktionskernen gemeint ist, bleibt fraglich. Auch eine Differenzierung zwischen dem neu definierten Begriff Ehrlichkeit und dem bereits etablierten Begriff Erwartungskonformität ist fraglich und wird seitens der Autoren nicht vorgenommen. Fraglich ist auch, inwieweit die Evaluation des Frameworks gelingen kann. Spotify zählt zu den weltweit erfolgreichsten Streaming-Diensten, weshalb eine gute Bewertung durch Experten und über das Framework abzusehen war. Wie von den Autoren selbst festgestellt, müsste ein entsprechender Test mit Prototypen gemacht werden.

In ihrem zweiten Text *Towards a Set of Design Guidelines for Multi-device Experience* wollen Sánchez-Adame et al. (2019b) ihr Framework mit einem von ihnen entwickelten Prototypen evaluieren. Dabei haben die Autoren hier bei der Konzeption des Prototyps bewusst ihre aufgestellten Guidelines berücksichtigt. Der Prototyp ist ein simpler Grafik-Editor, der auf PC, Tablet und Smartphone ausgerollt wird (Sánchez-Adame et al., 2019b, S. 214). Methodischer Ansatz und Vorgehen sind analog zu ihrem anderen Beitrag Sánchez-Adame et al. (2019a). Der Prototyp wurde auch bei dieser Arbeit mit 5 Experten evaluiert. Obwohl die Autoren bei der Entwicklung des Prototyps ihre Guidelines berücksichtigten, wurden einige Probleme festgestellt (Sánchez-Adame et al., 2019b, S. 219). Diese sollen in Zukunft beseitigt werden. Es ist ein weiterer Prototyp geplant, der die Guidelines bewusst verletzt. So sollen Ergebnisse vergleichbarer und die Guidelines weiter verbessert werden (Sánchez-Adame et al., 2019b, S. 221).

Da die Herleitung der Frage und Problemstellung analog zu Sánchez-Adame et al. (2019a) ist, bleibt die propagierte Nützlichkeit der inneren Konsistenz auch in diesem Text unzureichend belegt. Problematisch an diesem Text und der Evaluierung ist, dass Einflussfaktoren wie unterschiedliche Gerätegrößen und plattformspezifische Guidelines nicht berücksichtigt werden. Zudem ist nicht zu entnehmen, welche Geräte und Plattformen involviert sind. Durch die Einbindung verschiedener Geräte und unterschiedlicher Plattformen können weitere aus Nutzersicht relevante Einflussfaktoren wie

Gewohnheiten oder etablierte Patterns hinzukommen. Hier sind Interferenzen zu erwarten. Fraglich bleibt auch, ob die angestrebte Methode valide ist. Sie streben an, Prototypen so zu entwickeln, dass sie den Guidelines folgen oder diese missachten. Gleichzeitig sollen mit diesen Prototypen dann die verwendeten Guidelines selbst evaluiert werden. Ferner bleibt offen, ob hierbei nur die Leistung des Evaluierenden oder die Verständlichkeit der Guidelines evaluiert wird.

4.1.2 Konsistenz und Anpassungen

Im folgenden Abschnitt wird relevante Literatur zu den Themen Schnittstellenkonsistenz und geräte- und plattformspezifische Anpassungen aus der Forschungsdomäne präsentiert.

4.1.2.1 Pyla et al. (2005) – Aufgabenübertragung im Kontext von MD-Umgebungen

Die Autoren Pyla et al. (2005) vertreten die Ansicht, dass innerhalb von MD- oder MDCP-Umgebungen die Weitergabe der Aufgaben von einem Gerät zu einem anderen wichtiger ist als die innere Konsistenz. Sie führen an, dass der Überlegung zur Verwendung von innerer Konsistenz die Idee zugrunde liegt, dass die Nutzer durch die Einheitlichkeit ihr Wissen über ein Gerät auf ein weiteres Gerät übertragen können (Pyla et al., 2005, S. 1). Dabei sei aber laut der Autoren nicht klar, worauf sich die innere Konsistenz beziehen soll:

- *Auf die Ebene der Benutzerschnittstellen (Erscheinung und Verhalten, Look-and-Feel),*
- *auf die Ebene der Aufgaben (Unterstützung gleicher Aufgaben, aber mit unterschiedlichem Look-and-Feel),*
- *auf die Ebene der Daten (Lesen/Schreiben von gleichen Dateiformaten).*

Die Autoren konstatieren, dass das UI-Design nur dann konsistent sein sollte, wenn es der nahtlosen Aufgabenübertragung zwischen Geräten nützt (Pyla et al., 2005, S. 2). Um die tatsächliche Nützlichkeit von innerer Konsistenz beweisen zu können, müsste man sicher wissen, ob sich beim Nutzer schon ein mentales Modell über eine Applikationsdomäne bildet, sobald er mit dem ersten Gerät interagiert. Außerdem ist innere Konsistenz nur dann nützlich, wenn die Nutzer bewiesenermaßen keine Schwierigkeiten damit haben, diese mentalen Modelle auf eine neue und andere Plattform anzupassen. Auch wenn diese Fragen laut Pyla et al. (2005) noch nicht geklärt sind vermuten sie, dass die innere Konsistenz auf Ebene des mentalen Modells und des Datenmodells wichtiger sei, als die innere Konsistenz auf Ebene der Schnittstellen. Dabei nehmen Sie Bezug auf

Studien, die nahelegen, dass Nutzer keine großen Schwierigkeiten mit der Anpassung des mentalen Modells haben.

Für ein MDCP-Ökosystem halten die Autoren fest, dass alle Plattformen berücksichtigt (äußere Konsistenz) und die Funktionalität entsprechend des Verwendungskontextes der Geräte entweder verteilt oder repliziert werden sollte. Anhand von Beispielen und einer heuristischen Evaluation folgern die Autoren, dass der Kontext der Interaktion, die Fähigkeiten des Gerätes und die Angemessenheit der Interaktion wichtiger für die Gestaltung von MDCP-Schnittstellen sind, als die innere Konsistenz alleine (Pyla et al., 2005, S. 3). Als *intra-platform consistency* verstehen die Autoren, dass sich die Entwicklung von MDCP-Applikationen immer nach den spezifischen Guidelines der jeweiligen Plattform richten muss, beispielsweise durch die Positionierung der Interaktionselemente. Durch eine Berücksichtigung der Guidelines wird die Vertrautheit der Nutzer mit der Plattform stärker berücksichtigt als die Vertrautheit mit der Applikation selbst (Pyla et al., 2005, S. 4).

Sie favorisieren damit die äußere Konsistenz. Darin ist ein ganz klarer Unterschied zu der Meinung von Nagel (2016) zu erkennen, bei dem innere Konsistenz mehr Priorität genießen sollte. Das Hinterfragen des Transfergedankens bezüglich des Wissens und die Frage, wann und wo sich das mentale Modell einer Applikation bildet, ist interessant. Diese Fragestellungen nach der Ausbildung des mentalen Modells sollte separat und mit entsprechenden Werkzeugen erforscht werden. Es bleibt jedoch nicht nachvollziehbar, wie die Schlussfolgerungen gebildet wurden. Sollten die Nutzer – wie vermutet – keine Probleme mit der Anpassung des mentalen Modells haben, müsste die Schlussfolgerung eigentlich lauten, dass dies plattformspezifisch angepasst werden könnte. Die Autoren präferieren aber hier eine innere Konsistenz des mentalen Modells. Stimmig bleibt die Argumentation hinsichtlich der UI. Je Gerät soll eine spezifische Gestaltung angestrebt werden, ohne sich dabei gänzlich von der Gestaltung der anderen Schnittstellen abzukapseln. Wie das genau gelingen soll, bleibt offen. Die Empfehlungen sind also nur teilweise anwendbar.

4.1.2.2 Spool (2018) + Axbom und Royal-Lawson (2019) – Risiken durch Konsistenz bei der Schnittstellengestaltung

In seinem Paper mit dem Titel: *Consistency in Design is the wrong approach* bezieht der UX-Experte Jared Spool eine für UX-Wissenschaften unpopuläre Position. Obwohl innere Konsistenz als eines der elementaren Paradigmen im Kontext der Mensch-Maschine-Schnittstellengestaltung gilt, hinterfragt der Autor diese. Seiner Meinung nach sei das erwünschte Ziel seitens der UX- und UI-Designer, Usability durch die Anwendung von innerer Konsistenz zu übertragen (Spool, 2018). Er beschreibt, dass davon ausgegangen wird, dass das Erlernen eines Designs an einer bestimmten Stelle dazu führt, dass dieses Verständnis auch an anderer Stelle angewendet werden kann. Um dies zu erreichen, werden UI-Elemente konsistent verwendet und uniform gestaltet. So soll dieser Wissenstransfer gelingen und innere Konsistenz soll dazu verhelfen, dass ein System einfach zu benutzen ist. Diesen unterstellten Wissenstransfer zwischen Geräten durch Einheitlichkeit sehen Pyla et al. (2005, S. 1) ebenfalls als das Hauptargument, warum Designer bei der Gestaltung von Anwendungen auf innere Konsistenz als Gestaltungsprinzip zurückgreifen wollen. Dieser Gedankengang ist aber laut Spool falsch. Von Pyla et al. (2005) wird der vermutete Wissenstransfer lediglich angezweifelt. Problematisch sieht er, dass der Nutzer dabei nicht im Zentrum steht sondern das Produkt an sich. Es wird mehr auf die Einheitlichkeit des Designs geachtet und damit vor allem die Produktperspektive berücksichtigt, nicht aber das aktuelle Wissen des Nutzers. Das aktuelle Wissen ist laut Spool das Wissen, das der Nutzer zum Zeitpunkt der Interaktion hat. Es besteht aus der Summe aller Erfahrungen mit relevanten Produkten und Designs. Die Schlussfolgerung daraus ist, laut dem Autor: Wenn man an innere Konsistenz denkt, denkt man an das Produkt, wenn man das aktuelle Wissen bedenkt, denkt man aus Nutzersicht (Spool, 2018). Bisher wird häufig die innere Konsistenz anstelle des aktuellen Wissens als Gestaltungsparadigma favorisiert, da die Ermittlung dieses Wissens wesentlich höheren Investitionsaufwand erfordern würde.

Diese Sichtweise ist aus Perspektive der hier vorliegenden Arbeit sehr interessant, da das Paradigma innere Gestaltungskonsistenz auch im Kontext MDCP untersucht wird. Spool (2018) hebt vor allem die Summe aller Erfahrungen als wichtigstes Kriterium für das Verständnis einer Schnittstellengestaltung hervor. Durch plattformspezifische Anpassungen und das Verwenden bekannter Patterns, die die Nutzer zum Teil täglich

erleben, wird auf diese Erfahrungen Rücksicht genommen. Dieses bedeutet eine Schnittstellengestaltung, die nicht innerlich konsistent ist, muss für eine MDCP-Anwendung nicht zwangsläufig schlechter sein. Sofern durch Anpassungen, die zu Inkonsistenz führen, das Vorwissen besser aufgegriffen wird, können dadurch positive Effekte entstehen. Also ist zu vermuten, dass die Erhöhung der äußeren Konsistenz durch plattformspezifische Anpassungen eine bessere MDCP UX hervorbringen könnte.

Auch Axbom und Royal-Lawson (2019) beschäftigten sich in ihrem UX-Podcast – ausgehend von Spools Text – mit der Frage nach innerer Konsistenz als Gestaltungsparadigma. Sich davon zu lösen, ist für UI- und UX-Designer sehr schwierig, da innere Konsistenz laut der Experten in der Wissenschaft und Praxis ein fundamentaler Baustein in der Gestaltung von Mensch-Maschine-Schnittstellen ist (Axbom & Royal-Lawson, 2019, 00:03:33). Sie betonen immer wieder, wie wichtig innere Konsistenz ist (Axbom & Royal-Lawson, 2019, 00:03:33, 00:04:20, 00:05:20). Dies gilt vor allem für die Gestaltung von Single-Device-Anwendungen. Hier wäre es aus Sicht der Experten nicht nachvollziehbar, gleiche UI-Elemente unterschiedlich zu gestalten. Gleichzeitig befürworten die Experten auch die Sichtweise, dass dem Vorwissen der Nutzer eine höhere Priorität einzuräumen ist als einer gedankenlos angewendeten inneren Konsistenz (Axbom & Royal-Lawson, 2019, 00:04:58). Gerade der Kontext sei entscheidend für die richtige Gestaltung. In der reinen Berücksichtigung der inneren Konsistenz sehen sie die Gefahr, dass so beispielsweise für den Nutzer unverständliche Gestaltungslösungen durchgängig verwendet werden (Axbom & Royal-Lawson, 2019, 00:05:45). Daraus folgern sie: Ausschlaggebendes Kriterium dafür, dass ein Design als gut oder schlecht bewertet wird, ist nicht, ob man die gleichen UI-Elemente immer und überall verwendet, sondern ob der Nutzer in der Lage ist, mit dem Design zu interagieren (Axbom & Royal-Lawson, 2019, 00:06:12). Also entscheidend ist nicht die bloße innere Konsistenz eines HMI-Designs sondern das Verständnis, das sich aus den Erfahrungen der Nutzer speist.

Wird innere Konsistenz gewohnheitsbedingt als Fallback-Prinzip genutzt statt eine Schnittstellengestaltung mit eigenen Nutzerstudien zu evaluieren, kann dies zu schlechter UX führen. Vielfach werden konsistente Gestaltungslösungen kopiert oder übertragen, weil diese im Rahmen eines Produkts funktioniert haben, ohne deren tatsächliche Anwendbarkeit und Qualität zu prüfen (Axbom & Royal-Lawson, 2019, 00:07:30). Dabei wird sich darauf berufen, dass diese Lösungen im Allgemeinwissen angekommen sind.

Die Experten berichten in der Diskussion darüber, dass sich UI- und UX-Designer immer wieder im Gestaltungsprozess und in der Diskussion mit Projektbeteiligten mit folgender Frage auseinandersetzen müssen: Welche Gestaltungslösungen sollen verwendet werden, um die Erfahrung möglichst vieler Nutzer bestmöglich zu berücksichtigen (Axbom & Royal-Lawson, 2019, 00:07:54). Ein Problem sehen Axbom und Royal-Lawson (2019) darin, dass innere Konsistenz nicht immer anwendbar ist, da das Vorwissen der Nutzer nicht homogen ist. Dies ist gerade für ein Produkt der Fall, bei dem es unterschiedliche Nutzergruppen gibt, deren spezifische Perspektive und Erfahrungen sich gravierend unterscheiden (Axbom & Royal-Lawson, 2019, 00:08:11,00:09:93). Daraus resultiert ein Konflikt im Gestaltungsprozess. Entweder man findet den kleinsten gemeinsamen Nenner, der für alle Nutzergruppen anwendbar ist oder man muss zwei unterschiedliche Produkte kreieren (Axbom & Royal-Lawson, 2019, 00:11:07). Besonders schwierig wird die Berücksichtigung von innerer Konsistenz laut der Experten dann, wenn Produkte auf verschiedenen Geräten mit unterschiedlichen Plattformen – also im Bereich MDCP – entwickelt werden. Die Bestimmung des kleinsten gemeinsamen Nenners und des konkreten Vorwissens der Nutzer wird hier komplex (Axbom & Royal-Lawson, 2019, 00:12:00).

Diese Überlegungen sind im Prinzip deckungsgleich mit denen eines MDCP-Gestaltungsprozesses. Auch hier wird sich gefragt, ob es einen kleinsten gemeinsamen Nenner für alle beteiligten Geräte und Nutzer gibt oder ob unterschiedliche Designs für unterschiedliche Geräte und Nutzergruppen ausgerollt werden müssen. Ziel ist immer das Erreichen der bestmöglichen UX. Mehr noch als im zugrundeliegenden Text wird in der Diskussion der Experten die Bedeutung von UI-Design und UX hervorgehoben. Immer wieder und besonders im Bereich MDCP-Anwendungsgestaltung muss die beste Strategie zwischen konsistentem produktspezifischem oder angepasstem plattformspezifischem Design (innere versus äußere Konsistenz) durch systematische Evaluation geklärt werden. Dieser Herausforderung stellt sich die hier vorliegende Arbeit im Rahmen der Anwendungsdomäne. Konsistenz als Fallback-Prinzip wird auch im Bereich MDCP-Anwendungsgestaltung kritisch hinterfragt und geprüft, ob spezifische Anpassungen, die auf das Wissen der Nutzer Rücksicht nehmen, eine verbesserte MDCP UX hervorbringen.

4.1.3 Weitere Studien zum Nutzerverhalten im MDCP-Kontext

Im folgenden Abschnitt werden weitere Studien aus dem Bereich MDCP-Anwendungsgestaltung mit Bezug auf das veränderte Nutzerverhalten präsentiert. Die Analyse dieses Verhaltens ist für ein möglichst umfängliches Verständnis des Forschungsgebiets von Bedeutung.

4.1.3.1 Jokela et al. (2015) – Nutzungsmuster für MD-Szenarien

Bei der Studie *A Diary Study on Combining Multiple Information Devices in Everyday Activities and Tasks* von Jokela et al. (2015) wurde das Nutzungsverhalten von 14 Teilnehmern mit Hilfe einer Tagebuchstudie und durch Interviews untersucht. Dabei wurde auf die häufigsten Kombinationen aus Smartphones, Tablets, Computern und Entertainment-Systemen geachtet (Jokela et al., 2015, S. 3903). Die Kombination aus verschiedenen Geräten kann laut der Autoren deshalb notwendig sein, weil ein einzelnes Gerät unter Umständen nicht alle Funktionen oder Daten bereitstellen kann, die der Nutzer gerade benötigt. Außerdem können die Geräte als Batterie- und Daten-Backups genutzt werden. Zuweilen sind jedoch auch einfach die persönlichen Präferenzen und Gewohnheiten ausschlaggebend dafür, welche Geräte ausgewählt werden. Ein wirklich wichtiger Faktor in der Auswahl des jeweiligen Geräts ist die Zeit, die bis zu seiner Inbetriebnahme benötigt wird (Jokela et al., 2015, S. 3904). Wie in der Einführung bereits vorgestellt, identifizieren die Autoren den sequenziellen oder den parallelen Gebrauch. Beim parallelen Gebrauch werden folgende Arten unterschieden:

- *Das Verleihen von Ressourcen, beispielsweise ein Hotspot,*
- *die verbundene Nutzung, bei der mehrere Geräte gleichzeitig für dieselbe Aufgabe benutzt werden,*
- *die nicht verbundene Nutzung, bei der zwei Geräte für zwei unterschiedliche Aufgaben parallel genutzt werden.*

Innerhalb der Studie wurden mehr parallele Gebrauchsmuster (63%) als sequenzielle Gebrauchsmuster (37%) festgestellt (Jokela et al., 2015, S. 3907–3908). Um Daten und Inhalte zu übertragen, wurden Bluetooth, das Versenden von Emails an sich selbst, Transfer über Netzwerke, Wifi oder cloudbasierte Dienste wie Dropbox oder Google Drive verwendet. Physische Speichermedien waren eher weniger gefragt (Jokela et al., 2015, S. 3910). Zusätzlich war den Teilnehmern wichtig, dass die Geräte nahtlos miteinander zusammenarbeiten konnten, besonders wenn sie aus demselben Ökosystem

stammen. Problematisch waren Applikationen und Services, die nicht auf allen Geräten abrufbar waren. Um den MD-Gebrauch bestmöglich zu unterstützen, sprachen die Teilnehmer sich am häufigsten dafür aus, jeden Inhalt über jedes Gerät zugänglich zu machen (Jokela et al., 2015, S. 3911).

Diese Studie der Autoren zeigt viele Alltagssituationen, in denen die Nutzer auf unterschiedliche Art Geräte kombinieren und wo die Grenzen der MD-Kompatibilität von Anwendungen und Service bei der Erfüllung von Nutzerbedürfnissen liegen. Gerade der Wunsch nach dem Zugang zu Funktionen und Daten über alle Geräte hinweg ist ein wichtiger Indikator für die spätere Anwendungsdomäne und die mögliche Funktionsverteilung auf die jeweiligen Geräte. UI-seitige Gestaltungsrichtlinien werden innerhalb des Textes nicht gegeben, da die Ausrichtung dieser Studie auf die Gebrauchsmuster ausgelegt ist. Die Autoren konstatieren, dass für die nahtlose Integration von unterschiedlichen Geräten noch nicht alle Voraussetzungen geschaffen wurden. Entsprechende Techniken zur Weitergabe von Aufgaben von Gerät zu Gerät sind nur unzureichend vorhanden oder werden von den Nutzern unzureichend genutzt (Jokela et al., 2015, S. 3908).

4.1.3.2 Raptis et al. (2016) – Aufgabenübertragung im Kontext von MD-Umgebungen

In ihrem Text *Continuity in Multi-Device Interaction: An Online Study* beschäftigen sich die Autoren Raptis et al. (2016) mit einer technischen Lösung zur Übertragung von Aufgaben zwischen Geräten. Dabei analysieren sie das Feature Continuity von Apple. Continuity umfasst den sequenziellen Gebrauch, bei dem Interaktionen von einem Gerät zum anderen verschoben oder übertragen werden (Raptis et al., 2016, S. 2). Zur Analyse von bestehenden Problemen wurden 1603 relevante Kommentare von 124 relevanten Webseiten gesammelt (Raptis et al., 2016, S. 3). Insgesamt wurden für das geräteübergreifende Feature sechs generalisierte Themencluster ausgemacht. Dabei entfallen die Kommentare auf die folgenden Cluster (Raptis et al., 2016, S. 4):

- Fehlerbehebung (39,1%),
- Nutzungsausschluss (23,3%),
- Angemessenheit in der Benutzung (14,3%),
- begrenztes Bewusstsein über die Funktionalität (9,4%),

- *Privatsphäre (7,6%),*
- *Personalisierung (6,3%).*

Bezugnehmend darauf sprechen die Autoren vier Empfehlungen aus (Raptis et al., 2016, S. 8–9):

- *Ausgehend von der Überlegung, dass ein Gerät teilweise von mehreren Nutzern genutzt wird, sollte es entweder personalisierte Accounts oder unterschiedliche Modi geben.*
- *Ebenso sollten Designer überlegen wie verhindert werden kann, dass private Aktivitäten von einem privaten Gerät auf ein Gerät geteilt werden, das für andere Personen einsehbar ist, um so die Privatsphäre zu schützen.*
- *Die dritte Empfehlung bezieht sich auf das dynamische Integrieren oder Ausschließen von bestimmten Geräten in ein Ökosystem, um Aktivitäten gezielt an bestimmte Geräte zu übertragen. Dabei sollte es auch möglich sein, Geräte anderer Hersteller zu integrieren (MDCP-Ökosystem).*
- *Zur Verbesserung des Vertrauens und damit zur Verbesserung der UX empfehlen die Autoren auf Grundlage der erhobenen Daten die Verbesserung von Transparenz bezüglich der Speicherung der Daten innerhalb des Ökosystems. Außerdem sollen dem Nutzer Wahlmöglichkeiten zur Speicherung der Daten gegeben werden, sodass er die Kontrolle über seine Daten hat.*

Die Studie zeigt weitere Herausforderungen, die sich gerade durch neue geräteübergreifende Szenarien ergeben. Auch der Bedarf der Nutzer über die Grenzen des jeweiligen Ökosystems hinaus unterschiedliche Geräte zu einer MDCP-Umgebung zu integrieren, wird von den Autoren belegt und in ihre Empfehlungen aufgenommen. Der Fokus der Autoren liegt klar auf der Evaluation des bestehenden Features und nicht auf der Perspektive der Schnittstellengestaltung. Entsprechende Evaluationen hinsichtlich des Einflusses der konkreten Schnittstellengestaltung des Features und die damit einhergehenden Auswirkungen auf die UX werden daher nicht gemacht.

4.1.3.3 Sørensen, Raptis, Kjeldskov und Skov (2014) – Framework für Multi-Nutzer- und Multi-Device-Ökosysteme

Aus dem Jahr 2014 stammt der Text *The 4C Framework* von Sørensen et al. (2014). In diesem beschreiben die Autoren ein von ihnen entwickeltes Framework. Sie gehen grundsätzlich davon aus, dass immer mehrere Nutzer gleichzeitig Teil eines digitalen Ökosystems sind. Die Autoren definieren ihr Framework mit Design-Prinzipien mit Hilfe der Analogie zu einem biologischen Ökosystem und einer Analyse von verfügba-

ren technischen Lösungen. Geräte, Anwendungen oder Services werden als digitale Artefakte zusammengefasst und bilden zusammen mit Nutzern eine Art Netzstruktur, das digitale Ökosystem (Sørensen et al., 2014, S. 89). Das Framework beschreibt die möglichen Beziehungen und Gebrauchsmuster von Nutzern und digitalen Artefakten und leitet daraus die Design-Prinzipien ab, die unterstützt werden müssen. Eine Dimension bildet die parallele oder sequenzielle Nutzung von digitalen Artefakten. Multi-Nutzer- und Multi-Device-Konzepte bilden die andere Dimension. Eine Vierfeldertafel kann dies verdeutlichen (Sørensen et al., 2014, S. 90):

	Viele Nutzer	Viele Artefakte
Sequenzieller Gebrauch	Gemeinschaft Personalisierung der Artefakte für jeden Nutzer, Generalisierung zur unmittelbaren Interaktion mit digitalen Artefakten ohne Authentifizierung.	Kontinuität Synchronisation von Nutzerdaten, Migration von Nutzeraktivitäten über alle Artefakte hinweg.
Paralleler Gebrauch	Kollaboration Aufteilung von Artefakten in Teile, mit denen Nutzer parallel interagieren können, Vereinigung von allen Nutzerinteraktionen eines Artefakts.	Vervollständigung Erweiterung von Interaktion mit einem Artefakt zu einem weiteren, Fernbedienung eines Artefakts mit Hilfe eines anderen.

Tabelle 11 – 4 C Framework nach Sørensen et al. (2014) (Quelle: Sørensen et al. (2014, S. 90))

Nach der Präsentation des Frameworks wird damit der Streamingdienst Netflix heuristisch evaluiert (Sørensen et al., 2014, S. 92–93). Anschließend werden HMI-Entscheidungen für den Prototyp eines digitalen Ökosystems zum kollaborativen Hören von Musik anhand der Prinzipien beschrieben (Sørensen et al., 2014, S. 93–95). Auch hier werden ganz ähnliche Prinzipien für MDCP-Ökosysteme aufgegriffen. Sie sind um Ansätze des Multi-Nutzer-Konzepts erweitert und berücksichtigen somit ein größeres Spektrum an Fällen. Die heuristische Evaluation kann aber nur bedingt als Beweis der Anwendbarkeit gelten. Um eine fundierte Anwendbarkeit zu bestätigen, müssen weitere Evaluationen oder wissenschaftliche Studien durchgeführt werden, die die Prinzipien des Frameworks berücksichtigen. Es werden keine spezifischen Empfehlungen für Gestaltung von Benutzerschnittstellen eines MDCP-Ökosystems gegeben, sondern nur abstrakte Empfehlungen für das übergreifende Design eines ganzen Ökosystems ausgesprochen.

4.1.4 Zusammenfassung der Literaturrecherche zur Forschungsdomäne

Bei den bisherigen Frameworks oder Arbeiten werden zwar häufig innere und äußere Konsistenz thematisiert, jedoch keine allgemeinen Untersuchungen oder Schlussfolgerungen gebildet. Dadurch wird den UI- und UX-Designern die Entscheidung über die Schnittstellengestaltung in MDCP-Ökosystemen überlassen. Dies führt zur Unsicherheit bei Designentscheidungen im Bereich MDCP-Schnittstellengestaltung. Nur durch wissenschaftliche Untersuchungen für die Bestandteile einer Schnittstelle kann hier Abhilfe geschaffen werden. Der Bedarf an konkreten Hilfestellungen ist sehr hoch. Bei den Empfehlungen, die sich aus den einzelnen Werken entnehmen lassen, gibt es inhaltlich Diskrepanzen. Während einige Experten bei der Schnittstellengestaltung von MDCP-Anwendungen der inneren Konsistenz den Vorzug geben, erachten andere geräte- und plattformspezifische Anpassungen und damit die äußere Konsistenz als hilfreicher. Auch hinsichtlich der einzelnen Bausteine einer Schnittstelle, also hinsichtlich der Schnittstellenarchitektur, den Interaktionselementen und hinsichtlich des graphischen Designs gibt es unterschiedliche Meinungen. Darüber, ob diese innerhalb einer MDCP-Anwendung über alle Schnittstellen hinweg innerlich konsistent bleiben oder doch plattformspezifisch angepasst werden sollten, gibt es keine einheitliche Meinung. Einigkeit herrscht jedoch hinsichtlich der Informationsarchitektur, welche die Benennung und Verortung einzelner Funktionen umfasst. Bei einer MDCP-Anwendung sollte diese auch bei unterschiedlicher Darstellung nicht verändert werden. Zu bemängeln bleibt bei der aktuellen Literatur, dass die Gestaltungsempfehlungen, die gegeben werden, vor allem auf den praktischen Erfahrungen der Experten beruhen. Ein studienbasiertes Fundament fehlt hingegen in den meisten Fällen. Auch hinsichtlich des Begriffs Look-and-Feel, der von einigen Autoren aufgegriffen wird, gibt es unterschiedliche Auffassungen. Diese führen dazu, dass sich einige Autoren dafür aussprechen Look-and-Feel produktspezifisch konsistent zu halten, andere sich jedoch für die Anpassung davon aussprechen.

4.2 Literatur zu Fond-Entertainment-Systemen

Die Anwendungsdomäne befasst sich mit der Literatur zu Schnittstellengestaltung von Infotainmentsystemen, die für die Fond-Passagiere konzipiert werden. Innerhalb der einschlägigen Online-Bibliotheken und Datenbanken, wie beispielsweise ACM Digital

Library, IEEE oder Springer Online, befindet sich kaum passende Literatur zur Anwendungsdomäne Fond-Entertainment-Systeme. Auch auf einschlägigen Konferenzen, wie zum Beispiel der Automotive UI, haben die Forschungsbeiträge der letzten Jahre fast ausschließlich einen Bezug zum Fahrer und zur Fahraufgabe (Berger, Bernhaupt & Pflöging, 2019, S. 110; Gärtner, Meschtscherjakov, Maurer, Wilfinger & Tscheligi, 2014, S. 1; Meschtscherjakov, Perterer, Trösterer, Krischkowsky & Tscheligi, 2017, S. 187). Neben Beiträgen zu Fahrer und Fahraufgabe gibt es zudem Beiträge zu kollaborativen Navigationsaktivitäten zwischen Fahrer und Beifahrer (Perterer, Meschtscherjakov & Tscheligi, 2015, S. 188). Auf die Bedürfnisse der Mitfahrenden wird generell weniger Aufmerksamkeit innerhalb der Forschung gelegt (Gärtner et al., 2014, S. 1).

4.2.1 Literatur zu Fond-Passagieren als Nutzer

Im Folgenden wird Literatur zu Fond-Entertainment-Systemen dargelegt, die aus Sicht der vorliegenden Arbeit relevant ist.

4.2.1.1 Gärtner et al. (2014) – Entwicklung neuer Schnittstellen für Mitfahrende

In der Studie von Gärtner et al. (2014) liegt der Fokus auf dem Entwickeln neuer Schnittstellen, die nicht nur den Fahrer sondern explizit auch die Mitfahrenden in den Fokus nehmen. Durch die Identifizierung geeigneter Schnittstellen für die Mitfahrenden wollen die Autoren so die Kollaboration innerhalb des Fahrzeugs und für weitere Verkehrsteilnehmer verbessern. Dazu wurde eine Sondierungsstudie (engl. probing study) mit 16 Teilnehmern durchgeführt. Über einen Zeitraum von drei Wochen wurden den Teilnehmern verschiedene Materialien und Szenarien übergeben, die sie frei gestalten und einsetzen konnten, um Schnittstellen zu kreieren, die ihre Bedürfnisse bei bestimmten Verkehrssituationen aufgreifen (Gärtner et al., 2014, S. 2). Die erstellten Artefakte wurden in zwei Follow-Up-Workshops von insgesamt 7 Forschern analysiert. Im Gegensatz zu anderen Arbeiten heben die Autoren hervor, dass die Ergebnisse nicht nur als reine Inspiration verwendet werden sollten. Deshalb wurden Affinity-Diagramme zur strukturierten Auswertung verwendet. Über mehrere Schritte wurden die schriftlichen oder gestalterischen Artefakte in Bezug auf das jeweilige Szenario und die Ziele der Studie ausgewertet. Dabei wurden Kategorien und Themen identifiziert. Das Verhalten des Fahrers und das der Mitfahrenden wurde separat betrachtet (Gärtner et al., 2014, S. 3). Von den Forschern wurden mehrere Themen identifiziert, die das Verhalten des Fahrers,

der Beifahrer und deren Beziehung und Interaktionen in bestimmten Verkehrssituationen beschreiben. Hinsichtlich der Mitfahrenden halten die Autoren fest, dass ihnen eine entscheidende Rolle in der Bewertung des Fahrverhaltens des Fahrers zukommt. Oftmals haben die Fahrer das Gefühl, dass die Mitfahrenden kein Verständnis für ihre Situation haben. Körperliche Reaktionen, Gestikulation oder Wörter als Reaktion auf Ängste führen zu einer Beeinflussung des Fahrerverhaltens, selbst wenn dieser die aktuelle Verkehrssituation als ungefährlich einstuft. Ein weiteres von den Autoren identifiziertes Themenfeld ist Kommunikation und Zusammenarbeit innerhalb des Autos, aber auch mit anderen Verkehrsteilnehmern, wie anderen Fahrern, Radfahrern oder Fußgängern. Auch der Einfluss von bestimmten Wetterbedingungen, Tageszeiten oder unterschiedlichen Episoden, aus denen sich eine Fahrt zusammensetzt (Parkplatzsuche, Überholvorgang oder Stau), sind mögliche Kontextfaktoren, die bei der Entwicklung zukünftiger Benutzerschnittstellen für Fahrer und Mitfahrende berücksichtigt werden sollen (Gärtner et al., 2014, S. 4–5). Im nächsten Schritt werden aus den identifizierten Themen in einem mehrstufigen Verfahren erste Konzepte entwickelt, die übergeordnete Themen wie Zusammenarbeit, Überzeugung und Unterhaltung aufgreifen. Zu dieser ersten Konzeptentwicklungsphase wurde eine Gruppe aus 6 Designern, Informatikern und HMI-Spezialisten eingeladen (Gärtner et al., 2014, S. 5). Für das Thema Zusammenarbeit wurde ein Konzept für kollaboratives Navigieren zwischen Fahrer und Beifahrer entwickelt. Um auf das Verhalten des Fahrers Einfluss zu nehmen, wurde ein Spiel für die Fond-Passagiere entwickelt, das durch das Verhalten des Fahrers direkt beeinflusst wurde. Kam es zu Fehlverhalten des Fahrers, führte dies unweigerlich zu Beschwerden der Fond-Passagiere. Dadurch sollte der Fahrer genötigt werden, sein Fahrverhalten zu verbessern. Für die Rubrik Unterhaltung wurde ein Konzept für ein System entwickelt, das eine Geschichte unter Berücksichtigung der tatsächlichen Fahrdauer und kontextspezifischer Informationen (Wetter, Ort, Verkehrslage) generiert (Gärtner et al., 2014, S. 6–7). Die Autoren schließen mit der Reflexion der angewendeten Methoden und Einschätzung der erarbeiteten Ergebnisse. Gerade der methodische Ansatz hat sich aus Sicht der Autoren bewährt und zur Generierung von tieferem Wissen geführt (Gärtner et al., 2014, S. 7).

Inhaltlich berücksichtigen die Autoren explizit die Mitfahrenden und soziale Interaktionen im Fahrzeug. Methodisch ist der Ansatz einer In-situ-Erhebung für qualitative

Daten interessant und für die geplanten Untersuchungen in der Anwendungsdomäne besonders relevant. Hinsichtlich der konkreten Gestaltung und Entwicklung der erdachten Konzepte bleiben die Autoren vage. Interessant aus Sicht der vorliegenden Arbeit wäre auch eine Auseinandersetzung über die Integration von Geräten, die von den Mitfahrenden ins Fahrzeug mitgebracht werden.

4.2.1.2 Meschtscherjakov et al. (2017) – Kollaborative Systeme zur Verbesserung der UX im Fahrzeug

Im Buchkapitel *The Neglected Passenger—How Collaboration in the Car Fosters Driving Experience and Safety* von Meschtscherjakov et al. (2017) werden insgesamt fünf Studien präsentiert. In der ersten Studie *car-sharing ethnography* untersuchen die Autoren mit einer In-situ-Studie, wie, wann und auf welche Art die Mitfahrer den Fahrer bei primären und sekundären Aufgaben unterstützen. Durch ethnographische Methoden wurden die Interaktionen und die Zusammenarbeit zwischen Fahrern und Passagieren in ihrem natürlichen Umfeld beobachtet. In der zweiten Studie *co-navigation* wurde dem Beifahrer ein Tool zur Verfügung gestellt, um den Fahrer in verwirrenden Verkehrssituationen zu unterstützen und vor Schlaglöchern zu warnen. Durch diese Studie, die im realen Verkehr durchgeführt wurde, konnten der Prototyp des Tools evaluiert und der Forschungsansatz bewiesen werden. In der dritten Studie *shared gaze* wurde mit Hilfe von zwei Fahrsimulatorstudien ein Ansatz versucht, bei dem der Beifahrer auf bestimmte Objekte im Umfeld hinweist, in dem das System seine Blickrichtung für den Fahrer visualisiert. *Active corner*, die vierte Studie befasst sich mit der Entwicklung eines Prototyps mit dem es möglich ist, Items zwischen dem Fahrer, dem Beifahrer und den Fond-Passagieren auszutauschen. Dadurch wurde es dem Fahrer auch ermöglicht, die Fond-Entertainment-System-Displays zu steuern. Der dazu entwickelte Prototyp wurde in der fünften Studie *space and place in cars* getestet. Es galt herauszufinden, wie platztechnische Eigenschaften der Fahrgastzelle, zum Beispiel die Sitzpositionen, das Entstehen von gemeinschaftlichen Handlungsweisen formen (Meschtscherjakov et al., 2017, S. 190–191). Die Ergebnisse der ersten Studie – *car-sharing ethnography* – beschreiben bestimmte Kommunikationsstrategien (Meschtscherjakov et al., 2017, S. 193). Die Ergebnisse der zweiten Studie beweisen laut der Autoren die Nützlichkeit einer speziellen Navigationsanwendung, die für den Beifahrer konzipiert wird. Zudem konnte gezeigt werden, dass durch die Anwendung das Navigieren und die Zusammenarbeit zwischen Fahrer und

Beifahrer entspannter werden. Ein weiteres Ergebnis war laut der Autoren, dass es dafür einen Bedarf gibt, dass der Beifahrer den Fahrer auf spezielle Objekte in der Umgebung hinweisen kann (Meschtscherjakov et al., 2017, S. 196). Die Ergebnisse der dritten Studie zeigen den ersten von den Autoren entwickelten Ansatz zur Visualisierung des Blickes des Beifahrers. Zusätzlich wurden so Stress und Störungen für den Fahrer reduziert. Gleichzeitig zeigen die Ergebnisse, dass die technische Umsetzung verbessert und der Mehrwert für den Beifahrer gesteigert werden muss. Außerdem schließen die Autoren daraus, dass die Kommunikation und die Zusammenarbeit im gesamten Fahrzeug verbessert werden müssen (Meschtscherjakov et al., 2017, S. 199). Dieses Ziel wurde mit der Entwicklung des Prototyps der vierten Studie verfolgt. Die Ergebnisse der mehrteiligen Studie zeigen, dass das Konzept für eine Tablet-Anwendung, bei der die Ecken jeweils einem Sitz so zugeordnet werden, dass sie mit der jeweiligen Sitzposition der Mitfahrenden übereinstimmen, funktioniert. Die Akzeptanz des Ansatzes sei bei den Teilnehmern besonders hoch, wenn diese als Mitfahrende den Fahrer damit unterstützen oder der Fahrer und Beifahrer Einfluss auf die Fond-Entertainment-System-Displays nehmen konnten (Meschtscherjakov et al., 2017, S. 204).

Die Ergebnisse der letzten Studie zeigen laut der Autoren, dass die räumlichen Gegebenheiten der Fahrgastzelle einen erheblichen Einfluss auf die entstehenden gemeinschaftlichen Praktiken haben. Dabei stellen sie fest, dass die Fahrerposition als die wichtigste Position im Fahrzeug wahrgenommen wird. Dies gilt selbst für nicht fahrtspezifische Situationen. Die Analyse der gesamten Daten zeigt, dass dem Fahrer die Rolle des Organisators, Koordinators und Leiters zukommt. Die Autoren sind sich sicher, dass durch die gewonnenen Erkenntnisse ein grundständiges Verständnis für zukünftige Systeme im Fahrzeug geschaffen worden ist (Meschtscherjakov et al., 2017, S. 208).

Aus Sicht der vorliegenden Arbeit liefert der Beitrag von Meschtscherjakov et al. (2017) wichtige Erkenntnisse über die unterschiedlichen Rollen im Fahrzeug. Auch wenn die Autoren mehrfach die Gestaltung von zukünftigen Benutzerschnittstellen ansprechen, zielen die entwickelten Konzepte und Prototypen mehr auf die Entstehung neuer Benutzungserlebnisse im Fahrzeug ab. Die Integration von kundeneigenen Geräten sowie die konkrete Gestaltung von Schnittstellen wird nicht detailliert beschrieben. Innerhalb der fünf Studien stehen die Funktionalität, die Zusammenarbeit, die Kommunikation und die Unterhaltung im Vordergrund. Von besonderem Interesse wäre die

Gestaltung der Schnittstelle des Prototyps gewesen. Die Autoren klären nicht, ob sich die entwickelten Schnittstellen an der Gestaltung der HMI des Fahrzeugs orientierten oder davon unabhängig in der Konzeptionierungs- und Entwicklungsphase durch sie selbst definiert wurden. Zudem ist nicht zu entnehmen, ob eine Evaluierung der Schnittstelle durch die Probanden erfolgte.

4.2.1.3 Berger et al. (2019) – Entwicklung und Evaluierung für ein fahrzeugspezifisches Infotainment-System für Mitfahrende

In ihrem Beitrag zur Konferenz *Automotive User Interface* beschreiben die Autoren Berger et al. (2019) die Entwicklung und Evaluierung eines Prototyps für ein fahrzeugspezifisches Infotainment-System für Mitfahrende.

Zunächst verweisen die Autoren darauf, dass die meisten Infotainmentsysteme speziell auf die Fahrer zugeschnitten sind und dass den Mitfahrenden weniger Aufmerksamkeit geschenkt wird. Mit dem Verweis auf Wilfinger et al. (2011) und Inbar und Tractinsky (2011) leiten die Autoren ab, dass deshalb auch viele Mitfahrende die Benutzung eines Smartphones oder eines Tablets während der Fahrt bevorzugen (Berger et al., 2019, S. 110). Deshalb entwickelten die Autoren ein IVIS (engl. in-vehicle infotainment system), um die speziellen Bedürfnisse der Mitfahrenden zu berücksichtigen. Gleichzeitig sollen wiederkehrende Problemstellungen für IVIS für Mitfahrende eruiert werden. Die Idee ist, dass die Bedienung des Infotainmentsystems über fest montierte Displays für Beifahrer und Fond-Passagiere und über eine speziell konzipierte Fernbedienung erfolgt. Dabei wurden mit einer Rasterung die Inhalte des Displays mit der Anzahl der Bedienelemente auf der Fernbedienung abgebildet. Nutzer konnten sich verschiedene entertainmentbezogene oder infotainmentbezogene Inhalte über das IVIS teilen. Der Test wurde mit 18 Probanden durchgeführt, die paarweise als Beifahrer oder Fondpassagier fungierten und wechselweise Aufgaben ausführten. Zur Auswertung wurden der System Usability Scale, der AttrakDiff, die Fehlerrate und die Aufgabenbearbeitungszeit erhoben oder gemessen. Im Anschluss erfolgte ein semi-strukturiertes Interview (Berger et al., 2019, S. 110–112). Die Ergebnisse zeigen, dass das System sehr gute Bewertungen hinsichtlich Usability und UX erreichen konnte. Zwei Drittel der Nutzer gaben im Interview an, sich vorstellen zu können, ein solches System zu nutzen. Die Benutzung über die spezielle Fernbedienung wurde von einem Drittel der Befragten geschätzt. Hinsicht-

lich der Gestaltung der UI wurden die Strukturierung der Menüs und die innere Konsistenz seitens der Nutzer gelobt. Insgesamt halten die Autoren den Einsatz der Fernbedienung für einen guten Ansatz, an dem auch zukünftig geforscht werden sollte (Berger et al., 2019, S. 112).

Aus Sicht der vorliegenden Arbeit ist der Fokus des Beitrags sehr interessant. Gerade die Funktion, Inhalte zu teilen, ist für die Mitfahrenden reizvoll. Die Bedienung nicht nur von einem Gerät abhängig zu machen, dessen längere Bedienung mit ausgestreckten Händen für die Nutzer unangenehm sein kann, ist durchaus sinnvoll. Auch die Verwendung einer speziellen Fernbedienung mit taktilem Feedback erscheint naheliegend, da das Konzept einer Fernbedienung jedem Nutzer vertraut sein sollte. Die gemessene geringe Zustimmung zeigt jedoch, dass dies nicht den gewünschten Mehrwert für die Nutzer liefert. Warum die Autoren nicht ein Konzept entwickelten, das die nutzeigenen Geräte nutzbar macht, obwohl deren Nutzung von ihnen selbst festgestellt wurde, wird nicht erörtert. Wie die konkrete Gestaltung des IVIS aussieht, wird ebenfalls nicht beschrieben. Es kann nicht mit Bestimmtheit gesagt werden, ob sich diese an der Gestaltung des restlichen IVIS orientiert oder eine unabhängige gestalterische Lösung bereitstellt.

4.2.1.4 Inbar und Tractinsky (2011) – Theoretische Grundlagen für mitfahrerzentrierte Infotainmentsysteme

Inbar und Tractinsky (2011) machen mit ihrem Beitrag *Make a Trip an Experience: Sharing in-car Information with passengers* deutlich, dass die Mitfahrer vielfach nur als zufällige Nutzergruppe für IVIS gesehen werden. Daher werden ihre Bedürfnisse nicht genug berücksichtigt. Die Autoren argumentieren, dass die Anzeigen und die Kontrolle immer auf den Fahrer fokussiert sind, obwohl das Teilen von fahrzeug- und fahrtspezifischen Informationen einen Mehrwert für die Mitfahrenden liefern kann. Aber auch für den Fahrer können mehr Interaktionsmöglichkeiten der Passagiere einen Mehrwert bieten (Inbar & Tractinsky, 2011, S. 1244). Zum Beispiel könnten durch den Zugang der Passagiere zum IVIS Aufgaben hinsichtlich der Navigation oder des Entertainments von den Passagieren übernommen werden. Dadurch kann sich der Fahrer auf das Fahrgeschehen konzentrieren. Durch das Teilen der Fahrtinformationen ist weniger Kommunikation notwendig, sodass der Fahrer weniger abgelenkt ist (Inbar & Tractinsky, 2011, S. 1245). Mitfahrenden kann es durch das Teilen von Informationen, die für sie von Interesse sind

gelingen, ein Erlebnis zu ermöglichen, das über die eigentliche Fahrt hinausgeht, so Inbar und Tractinsky (2011, S. 1246). Dabei gilt es, verschiedene Aspekte zu berücksichtigen, die Einfluss auf diese zufälligen Nutzungsszenarien im Fahrzeug haben. Diese sind laut Inbar und Tractinsky (2011, S. 1246–1247):

- *Die Interessen der Mitfahrenden abhängig von Alter, Neugier, Aufmerksamkeit,*
- *das physische Setting, also die Sitzposition vorne oder hinten,*
- *die fahrtspezifischen Faktoren, beispielsweise die Fahrtdauer,*
- *das Fahrer-Mitfahrer-Verhältnis, beispielsweise Familienmitglieder oder Fahrer und Kunde bei Fahrdienstleistungen,*
- *der Grad an Kontrolle, den Mitfahrende über das IVIS ausüben können. Dieser ist unter anderem abhängig vom Vertrauen zwischen Fahrer und Mitfahrer, der Sitzposition und dem Alter der Mitfahrenden.*

All diese Informationen sollen laut der Autoren als theoretische Grundlage für zukünftige Entwicklungen und Studien von mitfahrerzentrierten Infotainmentsystemen genutzt werden (Inbar & Tractinsky, 2011, S. 1247–1248).

Die Autoren diskutieren eine Vielzahl von Einflussfaktoren bezüglich der unterschiedlichen Gestaltungsmöglichkeiten von IVIS. Offen bleibt jedoch der genaue Einfluss der einzelnen Faktoren und wie die Gestaltung und Darstellung solcher Systeme aussehen kann. Außerdem wurden bei der Arbeit von Inbar und Tractinsky (2011) keine Studien mit Nutzern durchgeführt und die Methoden der Erkenntnisgewinnung nicht transparent gemacht. Die Integration von nutzereigenen Geräten in ein IVIS wird von den Autoren ebenfalls nicht behandelt.

4.2.1.5 Wilfinger et al. (2011) – Familien als Zielgruppe für Fond-Entertainment-Systeme

Are we there yet? A Probing Study to Inform Design for Rear Seat of Family Cars ist ein Beitrag von Wilfinger et al. (2011). Sie beschreiben zunächst, warum sich Fond-Entertainment-Systeme als Forschungsgebiet für HMI-Studien eignen. Dazu führen die Autoren an, (Wilfinger et al., 2011, S. 658):

- *Bisher ist wenig Personalisierung im Bereich Fond-Entertainment-Systeme verfügbar und viel Forschungsraum für die Untersuchungen der Nutzerbedürfnisse in diesem Bereich vorhanden.*
- *Außerdem sind Fond-Passagiere nicht mit der Fahraufgabe betraut, wodurch ihr Fokus voll und ganz auf der Interaktion mit Fond-Entertainment-Systemen liegen kann.*
- *Entertainment-Systeme sind Nutzern bekannt und gebräuchlich in anderen Kontexten, zum Beispiel in Flugzeugen oder Zuhause. Dennoch stellt das Fahrzeug einen ganz eigenständigen Kontext dar, der spezielle Anforderungen an die Gestaltung von Systemen erfordert.*
- *Unterschiedliche Nutzergruppen und Personenkonstellationen erfordern eine wissenschaftliche Untersuchung, um Systeme hervorzubringen, die allen ein gutes Erlebnis bereiten.*

Die Untersuchung von spezifischen Nutzerbedürfnissen und die Untersuchung eines speziellen Benutzungskontextes sind Kernanliegen der HMI-Wissenschaften. Aus diesem Grund ist für die Autoren klar, dass Untersuchungen im Bereich Fond-Entertainment-Systeme eine hohe Relevanz für die HMI-Community haben (Wilfinger et al., 2011, S. 658).

Die Autoren untersuchen die Nutzung von Fond-Entertainment-Systemen am Verhalten von Familien. Ebenfalls wurden die Implikationen auf die Schnittstellengestaltung durch das Einführen neuer Technologien im Fahrzeug analysiert. Dabei beleuchten sie die Schwächen von bestehenden Systemen und beschreiben, wie diese von Familien gelöst werden. Sie untersuchen die ausgeführten Aktivitäten im Fond von Fahrzeugen, die von Familien genutzt werden. Außerdem wurden die genutzten Artefakte berücksichtigt. Hinsichtlich der Aktivitäten halten die Autoren fest, dass die Ergebnisse vor allem zeigen, dass die Langeweile von Kindern bekämpft werden soll. Dabei spielen sowohl Musik als auch Computerspiele eine Rolle. Laut der Autoren verdeutlichen alle Ergebnisse den Wunsch nach mehr Komfort im Fondbereich des Fahrzeugs. Ein weiterer Einflussfaktor war die Sicherheit der Kinder. Dem wurde durch Kindersitze und Videoüberwachung Rechnung getragen. Als Wünsche wurden Internetzugang via Laptop, die Verwendung von Spielekonsolen und Fernsehen genannt. Der Internetzugang soll genutzt werden, um fahrtbegleitende Informationen zu gewinnen. Ältere Kinder verwendeten außerdem Smartphones und andere elektronische Geräte, für deren Nutzung ein entsprechender Stromanschluss gewünscht wird (Wilfinger et al., 2011, S. 664–667).

Abgeleitet aus diesen Informationen identifizieren die Autoren die folgenden Themen, die zukünftig unterstützt werden sollten (Wilfinger et al., 2011, S. 668–670):

- *Gaming,*
- *Multi-Nutzer- versus Single-Nutzer-Erlebnisse,*
- *spezifische Funktionalitäten für die Nutzer des Fonds,*
- *Nutzung des ungenutzten Raumes,*
- *Komfort und Langlebigkeit,*
- *elterliche Überwachung.*

Daraus abgeleitet formulierten die Autoren ein entsprechendes Konzept für ein Fond-Entertainment-Spiel, das sie zukünftig prototypisch umsetzen und evaluieren wollen (Wilfinger et al., 2011, S. 671–672).

Die durchgeführte Studie unter Einbeziehung von Familien und das Generieren von Informationen im tatsächlichen Kontext stellen eine hervorzuhebende Ausnahme dar. Die systematische Erarbeitung und die Reflexion der Ergebnisse sind sehr hilfreich. Auch wenn die Autoren selbst konstatieren, dass nicht alle Ergebnisse einen innovativen Charakter haben, zeigt die Studie anschaulich, dass der Kontext Fond-Entertainment mit unterschiedlichen Zielgruppen eigene Anforderungen hervorbringt. Die Arbeit fokussiert sich nicht auf die konkrete Gestaltung von Fond-Entertainment-Systemen, zeigt jedoch den Rahmen und die Einflussfaktoren für die Zielgruppe Familie auf. Dennoch dürften der Einsatz und die Verbreitung von Smartphones und Tablets zur Bekämpfung der Langeweile heutzutage deutlich höher liegen. Konkrete Gestaltungshinweise für Applikationen auf den von den Familien selbst mitgebrachten Geräten sind nicht zu finden. Die damit verbundene Gestaltung von Schnittstellen solcher Anwendungen werden ebenfalls nicht konkretisiert.

4.2.1.6 Hoffman, Gal-Oz, David und Zuckerman (2013) – Spiele-Design im Kontext Fahrzeug

Auch die Autoren Hoffman et al. (2013) beschäftigen sich mit dem Thema Spiele-Design als Strategie für Kinder zur Bekämpfung von Langeweile im Auto. Dazu wurde ein Spiel entwickelt, bei dem Ortsinformationen, augmented reality und das Erstellen und Sammeln virtueller Charaktere zusammengeführt wurden. Ziel des Spiels ist es, die Fahraufgabe und die Fond-Passagiere miteinander zu verknüpfen, eine sichere und ökologische Fahrweise zu unterstützen und eine Verbindung zwischen den Kindern und ihrer

Umgebung herzustellen (Hoffman et al., 2013, S. 113). Zur Evaluation des Tools wurde eine entsprechende Studie durchgeführt, bei der sechs Familien das Spiel testeten. Dabei wurden die Spieldaten in Logfiles gespeichert und ausgewertet. Begleitet war die Studie von einem Vorabinterview und einem Abschlussinterview (Hoffman et al., 2013, S. 115–116). Abgeleitet von den Ergebnissen kommen die Autoren zu fünf Herausforderungen:

- *Es gibt unterschiedliche Erwartungen an die Gestaltung von In-Car-Erlebnissen.*
- *Es kann zu einer ungewollten Isolierung von der umgebenden Landschaft und von Familienmitgliedern kommen.*
- *Durch die Ortsbasiertheit der Aktivitäten bleibt oft nur eine kurze Interaktionszeit zur Ausführung.*
- *Schlechter GPS Empfang stört den Spielfluss.*
- *Reiseübelkeit bei der Benutzung elektronischer Geräte.*

Auch in diesem Text liegt der Fokus auf einem Gamingansatz zur Unterhaltung im Fond. Aber es findet keine Koppelung mit bereits im Fahrzeug bestehenden Systemen statt. Der komplette Spielablauf erfolgt über das mobile Endgerät. Die Schnittstelle des Spiels fokussiert sich nur auf die Spielinhalte und reflektiert nicht die Schnittstellengestaltung des Fahrzeugs. Daher wurden diese Ergebnisse für die vorliegende Arbeit nicht berücksichtigt.

4.2.1.7 Loehmann et al. (2014) Spiele-Design im Kontext Fahrzeug

Auch Loehmann et al. (2014) entwickelten ein fahrtbasiertes In-Car-Spiel. Dabei wurde ein digitales Periskop entwickelt, mit dessen Hilfe die Umgebung gescannt werden kann und interessante Informationen darüber mit anderen Mitfahrenden geteilt werden können. Die Autoren stellen auch durch das Spiel positive Effekte auf die UX im Fahrzeug fest. Das Display, das genutzt wurde, befand sich im Armaturenbrett vor dem Beifahrer. Dadurch profitierten die Fondpassagiere nur indirekt. Auch hier wurde die Schnittstellengestaltung des Fahrzeugs nicht berücksichtigt.

4.2.2 Zusammenfassung der Literaturrecherche zur Anwendungsdomäne

Innerhalb der Anwendungsdomäne gibt es aus der Sicht der hier vorliegenden Arbeit wenig relevante Literatur. Der Fokus liegt dabei meist darauf herauszufinden, welchen Aktivitäten im Fahrzeugfond nachgegangen wird. Auf die konkrete Nutzung und Ge-

gestaltung von Ökosystemen wird dabei aus Sicht der vorliegenden Arbeit nur wenig eingegangen. Moderne Fahrzeuge ermöglichen schon seit einigen Jahren die Integration von Smartphones und Tablets. Die Gestaltung für fahrtbegleitende Apps ist ein spannendes Forschungsfeld, dem in diesem klar fassbaren Kontext gut nachgegangen werden kann und sollte. Berger et al. (2019, S. 110) kommen zu dem Schluss, dass die Beschäftigung mit der Anwendungsdomäne Fond-Entertainment und den speziellen Bedürfnissen der Mitfahrenden in Zukunft an Bedeutung gewinnen wird, sobald sich die Rolle des Fahrers innerhalb eines autonomen Fahrzeugs ändert. Bisherige Studien fokussieren sich vorwiegend auf die Zielgruppe Kinder und Familien. In der Betrachtung der Gesamtheit an Untersuchungen lässt sich eine Fokussierung der wissenschaftlichen Literatur auf die Perspektive des Fahrers feststellen (Berger et al., 2019, S. 110; Gärtner et al., 2014, S. 1; Meschtscherjakov et al., 2017, S. 187).

4.2.3 App-Nutzung durch Beifahrer und Fond-Passagiere

Nicht nur durch das prognostizierte Abgeben von Fahrtätigkeiten auf das Fahrzeug selbst, sondern auch durch geändertes Mobilitätsverhalten, wie Car-Sharing, können Passagiere, die mehr und mehr Nutzer werden, andere Bedürfnisse an ein IVIS stellen.

Dabei werden vermutlich die mobilen Endgeräte eine zentrale Rolle einnehmen, denn schon heute werden mit ihnen Mobilitätsdienstleitungen wie beispielsweise Car2Go oder Uber von den Nutzern via App abgerufen. Sollte diese Konvergenz Richtung mobile Endgeräte und Richtung autonomes Fahren weiter zunehmen, ist zu vermuten, dass zukünftig alle Mitfahrenden auch innerhalb eines Mobilitätsangebots ihre Smartphones und Tablets zusammen mit den bereits im Fahrzeug integrierten Geräten vollumfänglich nutzen möchten.

4.2.3.1 Hess, Meschtscherjakov, Ronneberger und Trapp (2011) + Oliveira et al. (2018) App-Nutzung im Fahrzeug

Laut Hess et al. (2011) geht der Trend dazu, dass mobile, bisher nomadische Endgeräte mehr und mehr in die Ökosysteme von Fahrzeugen integriert werden. Die Autoren prognostizieren, dass Smartphones und Tablets über ihre Kernfunktionen hinaus ein leibendiger Teil des Fahrzeuges werden und dass ohne sie der Abruf von Services nicht mehr möglich sein wird (Hess et al., 2011, S. 210). Dabei ergeben sich laut der Autoren einige Veränderungen und Herausforderungen. Einerseits wird laut der Autoren durch

die Unterstützung von Portabilität zwischen den Plattformen ein neues Paradigma erreicht, wobei funktionelle Komponenten des Autos immer mit dem Nutzer unterwegs sein werden. Andererseits, so die Autoren weiter, werden einige Unterhaltungs-, Überwachungs- und Unterstützungsfunktionen, die heute Teil des Fahrzeugs sind, durch mobile Endgeräte ersetzt. Diese Endgeräte ergänzen dabei die vom Nutzer bevorzugten Schnittstellen und Interaktionen mit jenen ehemaligen fahrzeugeigenen Funktionen (Hess et al., 2011, S. 210). Die Autoren vermuten, dass durch diesen Wandel die Produktion der Fahrzeuge an sich komplexer werden könnte, weil die Hersteller eine größere Anzahl an Features berücksichtigen müssen, die in das Fahrzeug integriert werden. Die Hersteller, die Zulieferer, die Drittanbieter und die Nutzer werden von einem vollintegrierten mobilen Endgerät dadurch profitieren, dass so eine konsistente UX erreicht werden kann oder zusätzliche Einnahmen durch innovative Services generiert werden können (Hess et al., 2011, S. 211). Durch das Hinzufügen von zusätzlichen Services wird der Mehrwert für den Nutzer gesteigert (Hess et al., 2011, S. 211). Hinsichtlich der Anforderungen der Nutzer vermuten die Autoren den Wunsch nach einer holistischen und konsistenten UX, die die mobilen Endgeräte in das Ökosystem integriert. Dabei wollen sie, dass sich ihr Gerät auf eine bestimmte Art und Weise an das Fahrzeug anpasst. Sie erwarten, dass die Integration als Plug-and-Play-Erlebnis funktioniert, selbst wenn sie verschiedene Fahrzeuge von unterschiedlichen Herstellern fahren oder unterschiedliche mobile Geräte im Fahrzeug nutzen (Hess et al., 2011, S. 211). Durch den Bedarf hinsichtlich einer vollständigen Integration von mobilen Endgeräten ergeben sich Herausforderungen hinsichtlich des software engineering und ebenso hinsichtlich der Mensch-Maschine-Schnittstellengestaltung. Die Autoren werfen folgende Fragen auf (Hess et al., 2011, S. 211):

- *Wie identifiziert man Anforderungen für mobile Geräte und Fahrzeuge gleichzeitig, besonders hinsichtlich Kommunikation und Schnittstellen?*
- *Wie gestaltet man eine gute und holistische UX im Fahrzeug?*
- *Wie werden die Software-Architektur und Schnittstellen des gesamten Systems gestaltet?*
- *Wie testet man den Gebrauch von mobilen Endgeräten im Fahrzeug?*
- *Wie integriert man Geräte unterschiedlicher Hersteller in ein Fahrzeug?*
- *Wie integriert man ein einzelnes Gerät in unterschiedliche Ökosysteme?*

Laut der Autoren braucht es auf jede dieser Fragen eine Antwort. Der Beitrag der Autoren wurde als Vorbereitung für einen Workshop formuliert. Aus Sicht der vorliegenden Arbeit wären Ergebnisse hinsichtlich der HMI-Fragen interessant gewesen: Wie beurteilen die Experten die Herausforderungen und welche Meinungen haben sie hinsichtlich der Gestaltung der BYOD-Anwendungen im Fahrzeug?

Andere Studien über Smartphone- und Tablet-Apps, die im Fahrzeug zur Steuerung von MDCP-Umgebungen oder -Ökosystemen verwendet werden und explizit auf die Gestaltung der Schnittstellen eingehen, sind derzeit in den großen Online-Bibliotheken nicht verfügbar. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich auch andere Hersteller im Rahmen ihrer Forschung mit dieser Thematik beschäftigen. Dadurch dass es sich dabei um die Entwicklung zukünftiger Produkte handelt, kann es durchaus sein, dass verschiedene Studien noch nicht einsehbar sind.

Prinzipiell kommt auch Literatur aus dem Themengebiet autonome Fahrzeuge in Betracht. Wie sich Hess et al. (2011) entnehmen lässt, werden die mobilen Endgeräte zunehmend auch innerhalb des Fahrzeugs benutzt und mit der Möglichkeit, eigene Services zu nutzen, in den Vordergrund gerückt. Erreicht das Fahrzeug eine volle Autonomie, gelten hier mit größter Wahrscheinlichkeit auch keine Beschränkungen mehr hinsichtlich der Benutzung eigener Geräte während der Fahrt. Damit entfallen die gesetzlichen Anforderungen hinsichtlich der Gestaltung von speziellen fahrtbezogenen Schnittstellen. An diesem Punkt werden sich Fahrzeughersteller die Frage stellen müssen, ob sie weiterhin auf eigene produktspezifische UI-Konzepte und Patterns setzen oder die etablierten Patterns der Plattformen übernehmen. In dieser Phase wird die vorliegende Arbeit zusätzlich an Bedeutung gewinnen. Dadurch ist auch die Relevanz für die Zukunft gegeben.

Man muss sich ebenso die Frage stellen, ob zukünftig überhaupt noch fahrzeugeigene Displays notwendig sind. Erste Untersuchungen in diese Richtung finden sich bei

Oliveira et al. (2018). Die Autoren geben hier als Empfehlung, dass auch zukünftig nicht ausschließlich auf Smartphone-Interaktion gesetzt werden sollte, sondern dass In-Car-Displays für das Gefühl des Vertrauens wichtig sind (Oliveira et al., 2018, S. 330). Sie betonen insgesamt die Wichtigkeit der Schnittstellengestaltung in dieser Thematik, ohne dabei auf konkrete Gestaltungsparadigmen für die In-Car-Displays und BYOD-Applikationen einzugehen (Oliveira et al., 2018, S. 330). Also bleibt die Frage relevant, nach welchen Gestaltungsparadigmen zukünftige Schnittstellen auf festen In-Car-Displays und auf BYOD-Geräten, die zu einem MDCP-Ökosystem verbunden werden, gestaltet werden sollen. Die vorliegende Arbeit kann zur Klärung dieser Frage einen Ansatzpunkt liefern.

4.3 Benachbarte Forschungsdisziplinen

Wie Brudy et al. (2019) zu entnehmen ist, gibt es prinzipiell eine Vielzahl benachbarter Forschungsdisziplinen. Im Folgenden wird zusammengefasst, warum die Forschungsgebiete Smartphone-Integration und Second-Screen-Anwendungen in dieser Arbeit nicht berücksichtigt werden. Auch wenn sie prinzipiell eine gewisse Nähe zum Forschungsgebiet MDCP aufweisen, entsteht in der konkreten Umsetzung der vorhandenen Lösungen kein Spannungsfeld hinsichtlich der Schnittstellengestaltung. Andere benachbarte Forschungsdisziplinen wie IoT, aus denen ausgewählte Werke berücksichtigt wurden, sind dem oberen Teil dieses Abschnitts zu entnehmen.

4.3.1 Smartphone-Integration

Wie im Abschnitt 3.3 dargelegt, wird auf die Literatur rund um das Thema CarPlay und Android Auto nicht näher eingegangen, da durch diese Systeme kein Spannungsfeld bei der Schnittstellengestaltung spezieller Applikationen für die mobilen Geräte entsteht. Zudem richten sich beide Technologien explizit an den Fahrer und nicht an die anderen Passagiere des Fahrzeugs. Spezifische Varianten für die übrigen Passagiere sind derzeit nicht auf dem Markt.

4.3.2 Second-Screen-Anwendungen

Dadurch, dass Nutzer ihre smarten Geräte bisher beim passiven Vorgang des Fernsehens parallel verwendet haben, entwickelte sich eine neue interaktive Form des Fernsehkonsums, bei dem kontextuelle Informationen die bisherige UX erweitert haben (Levin, 2014, S. 109). Für diesen speziellen Anwendungsfall hat sich der Begriff Second-

Screen-UX etabliert (Levin, 2014, S. 109). Bevor sich spezielle Apps diesem Use Case angenommen haben, wurden verschiedenste Aktivitäten vom Nutzer manuell über einen Browser ausgeführt, wie beispielsweise die Recherche zum aktuellen Programm oder die Suche nach Produktinformationen zu einer Werbung (Levin, 2014, S. 17). Insofern war diese erste Form des *second screen* ein *related parallel use*. Inzwischen sind verschiedene spezielle Second-Screen-Anwendungen etabliert mit deren Hilfe beispielsweise Inhalte von Medienbibliotheken auf ein entsprechendes TV-Gerät wiedergegeben werden können. Beispiele hierfür sind die Anwendungen von Amazon Prime, Netflix und YouTube (Lohmüller, Schmaderer & Wolff, 2018, S. 186). Laut der Taxonomie von Brudy et al. (2019, S. 4) lässt sich dieses Thema dem Forschungsgebiet der verteilten Schnittstellen zuordnen. Dadurch, dass zwei Geräte involviert sind, entsteht eine MD- oder MDCP-Umgebung, jedoch nicht zwangsläufig ein Ökosystem.

4.3.2.1 Lohmüller (2019) – Second-Screen-Middleware, Second-Screen-Gestaltungsempfehlungen und Heuristiken

Aufgrund der Artverwandtheit wurde aber ein bestimmtes Werk zu Second-Screen-Anwendungen näher betrachtet. Lohmüller (2019) setzt sich mit technischen und gestalterischen Problemen im Kontext von Second-Screen-Anwendungen auseinander. Die Arbeit ist deshalb hervorzuheben, weil sie einerseits eine technische Lösung (Middleware) für verschiedene Second-Screen-Anwendungen bereitstellt und zum anderen Design-Guidelines und -Heuristiken für spezielle Anwendungen anbietet. Aus Sicht der vorliegenden Arbeit ist vor allem der zweite Teil mit den Empfehlungen interessant und wird daher im Folgenden näher beleuchtet.

Dabei greift Lohmüller (2019, S. 147) ebenfalls die Problematik zwischen innerer und äußerer Konsistenz einer Anwendung auf und verweist darauf, dass sich bei der Konzeption von Gestaltungsempfehlungen meist keine Lösung finden lässt, die jedem Szenario oder Anwendungsfall gerecht wird. Daher entschied sich der Autor, bestehende Guidelines für Second-Screen-Anwendungen zu untersuchen und die darin identifizierten Konzepte mittels Nutzerstudien zu evaluieren. Im Rahmen dieser Untersuchungen fokussierte sich Lohmüller (2019, S. 148) auf die Second-Screen-Gestaltungsempfehlungen von Amazon, Google und Samsung sowie die technische Realisierung solcher Anwendungen. Er vergleicht dazu Amazon Prime Video, Netflix und YouTube.

Mithilfe einer Nutzerstudie, bei der 36 Nutzer alle drei Anwendungen nacheinander testeten, werden Gestaltungsempfehlungen herausgearbeitet, die sich auf Medienbibliotheken-Apps spezialisieren (Lohmüller, 2019, S. 163). Dabei werden die zwei wichtigsten Funktionen einer Second-Screen-Anwendung in den Fokus der Betrachtung gestellt: Der Verbindungsaufbau zwischen den Geräten und die Steuerung des Systems. Lohmüller (2019, S. 163) empfiehlt die Verwendung eines *cast buttons*, der auf allen Geräten verfügbar gemacht werden soll, um die Verbindung herzustellen. Zur Steuerung des Inhalts auf dem ersten Screen soll eine erweiterbare *control bar* bei der Second-Screen-Anwendung zum Einsatz kommen (Lohmüller, 2019, S. 164).

Neben diesen Empfehlungen erarbeitete der Autor auch eine heuristische Evaluation für diese Anwendungsdomäne. Als Grundlage dafür wurden die bereits erwähnten zehn Heuristiken von Nielsen (1994) herangezogen. Lohmüller (2019, S. 172) befand, dass sich acht der zehn ursprünglichen Heuristiken auf die gewählte Domäne übertragen lassen. Außerdem wurden zwei weitere domänenspezifische Heuristiken kreiert. Diese Sammlung der umformulierten und neuen Heuristiken bilden für Lohmüller (2019, S. 172) die Heuristiken auf oberster Ebene. Diese wurden in einem weiteren Schritt ausführlicher und verständlicher ausformuliert (Lohmüller, 2019, S. 173–174). Abschließend wurde eine heuristische Checkliste erstellt, die bei der Gestaltung von Second-Screen-Anwendungen konkrete und präzise Hilfestellung geben soll (Lohmüller, 2019, S. 175–177). Sie fokussieren sich dabei auf Usability- und UX-Probleme und unterstützen hinsichtlich der Realisierung der identifizierten Konzepte. Im Anschluss wurde die heuristische Checkliste mit Hilfe von fünf Experten und 20 potentiellen Nutzern validiert (Lohmüller, 2019, S. 179). Die Ergebnisse zeigen eine „mittelmäßige Validität“ eine „akzeptable Gründlichkeit“ und eine daraus resultierende „ausreichende Effizienz“ (Lohmüller, 2019, S. 183).

Besonders positiv an der Arbeit von Lohmüller (2019) hervorzuheben ist, dass der Autor das Thema Second-Screen-Anwendungen sowohl aus einer technischen als auch aus einer HMI-Perspektive betrachtet. Für die vorliegende Arbeit interessant sind die Gestaltungsempfehlungen und Heuristiken. Auch wenn sie sich auf spezielle Funktionen der Anwendungsdomäne Medienbibliotheken-Apps fokussieren, zeigt die Arbeit, dass solche Gestaltungsempfehlungen hilfreich und notwendig sind. Die gewonnenen Erkenntnisse und die erarbeiteten Artefakte sollen dazu dienen, die Usability und UX

von Second-Screen-Anwendungen zu verbessern oder deren Entwicklung zu unterstützen.

Wie im anschließenden Kapitel näher ausgeführt, hat die hier vorliegende Arbeit ein ähnliches jedoch unterschiedliches Ziel. Lohmüller (2019), der ebenfalls die innere und äußere Konsistenz erwähnt, entwickelt auch Gestaltungsempfehlungen. Die Gestaltungsempfehlungen des Autors der vorliegenden Arbeit sollen sich jedoch auf die konkrete Umsetzung von Schnittstellen konzentrieren. Damit sollen UI-Designer bei der Frage unterstützt werden, wie produktspezifische Patterns (innere Konsistenz) und plattformspezifische Patterns (äußere Konsistenz) ausbalanciert werden können.

Während Lohmüller (2019) die UX der Anwendungen über die Identifikation und Gestaltung konkreter UI-Konzepte (cast-button) versucht, wird bei der vorliegenden Arbeit angestrebt, die UX über Gestaltungsempfehlungen für die Realisierung der Bausteine einer UI zu beeinflussen. Dabei geht es darum zu ermitteln, wie die konkrete Ausgestaltung der UI-Bausteine die UX der Gesamtanwendung beeinflussen kann (produktspezifisch / höhere innere Konsistenz oder plattformspezifisch/ höhere äußere Konsistenz).

Unterschiedlich ist auch der Bezugsrahmen. Für die vorliegende Arbeit sollen Gestaltungsempfehlungen entstehen, die auf die Anwendungsdomäne Fond-Entertainment-Systeme passen. Es geht vornehmlich darum, allgemeine Empfehlungen für die Schnittstellengestaltung im Kontext eines MDCP-Ökosystems zu identifizieren, die nicht an spezielle Funktionen in der Anwendungsdomäne gebunden sind.

Ein weiterer klarer Unterschied liegt in der Art der Anwendungsdomäne. Bei Second-Screen-Medienbibliotheken-Anwendungen werden den Geräten bestimmte Rollen zugewiesen. Insofern werden diese Anwendungen den cross-media services zugeordnet (Brudy et al., 2019, S. 4). Auch bei Fond-Entertainment-Systemen gibt es bestimmte Funktionen, bei denen einzelnen Geräten Rollen zugewiesen werden, jedoch gibt es auch Funktionen, die auf allen involvierten Geräten verfügbar sind. Dadurch lässt sich diese Anwendungsdomäne auch dem Bereich multichanneled service zuordnen.

4.4 Zusammenfassung zu verwandten Arbeiten

Zur Veranschaulichung der näher betrachteten Themen, Beiträgen und Autoren-Positionen wurde eine Mind-Map erstellt. Diese dient als Überblick und Zusammenfassung des vorangegangenen Kapitels.

Auf oberster Ebene sind die verwandten Arbeiten danach aufgeteilt, ob sie sich eher der theoretischen Auseinandersetzung (Forschungsdomäne) oder der praktischen Anwendungsdomäne (Fahrzeug-Fond) zuordnen lassen. Die einzelnen Arbeiten, die Gestaltungsempfehlungen enthalten, sind anhand ihrer Position bezüglich der Herausforderungen gruppiert. Die Kategorien der Anwendungsdomäne subsumieren die für die vorliegende Arbeit relevanten Arbeiten, die sich dediziert mit Fond-Entertainment-Systemen oder mit der App-Nutzung durch Passagiere beschäftigen. Ergänzt wird diese Darstellung durch weitere Kategorien der Forschungsdomäne.

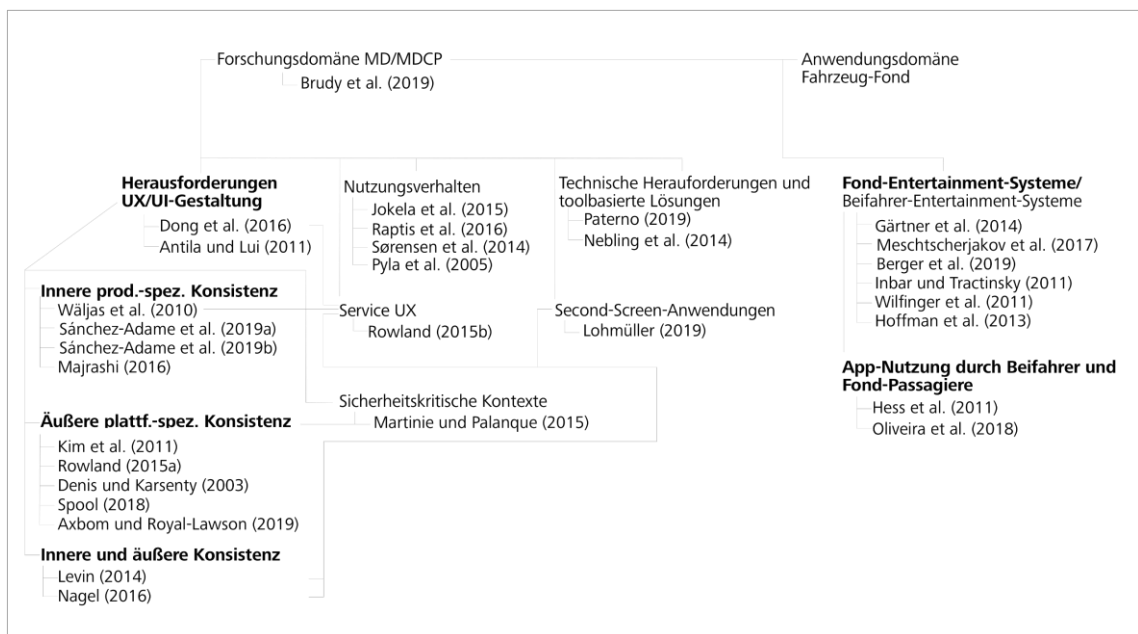


Abbildung 12 – Überblicksdarstellung zu den verwandten Arbeiten

5 Ziel der Arbeit

Wie aus der Anforderungsanalyse hervorgeht, gibt es allgemeine und spezielle Herausforderungen bei der Gestaltung von MDCP UX und den dazugehörigen MDCP-Schnittstellen. Während manche technischen Herausforderungen durch bessere Skalierbarkeit und responsive design bereits abgedeckt werden, besteht gerade auf der konzeptionellen Ebene der Schnittstellengestaltung Bedarf an geeigneten Lösungsansätzen. Aus wissenschaftlicher Sicht muss die Bedeutung von Konsistenz und Nutzererfahrung in einer MDCP-Umgebung evaluiert werden.

Daher geht es in der vorliegenden Arbeit um die Gestaltung von touchbasierten graphischen Schnittstellen und nicht um technische Lösungen. Multimodale Interaktionsszenarien, wie sie innerhalb einer MDCP-Umgebung durch diverse Geräte entstehen können, werden nicht berücksichtigt, da unterschiedliche Modalitäten einen zusätzlichen Einflussfaktor auf die Ergebnisse darstellen.

Abgeleitet vom Bedarf der Experten konzentriert sich die vorliegende Arbeit auf die Aufarbeitung der wissenschaftlichen Lücken und die Unterstützung von UX-Designern.

Ferner werden mögliche Gestaltungsansätze im MDCP-Umfeld getestet und deren Auswirkungen auf die UX geprüft. Dabei werden die fundamentalen Schnittstellengestaltungsparadigmen der inneren und äußeren Konsistenz für MDCP-Anwendungen untersucht. Ferner wird das Zusammengehörigkeitsgefühl einer solchen geräteübergreifenden Anwendung erforscht. Durch den Fokus dieser Arbeit auf die systematische Untersuchung einzelner Gestaltungsansätze sowie ganz konkreter Gestaltungsempfehlungen soll die Umsetzung zukünftiger MDCP-Szenarien verbessert werden. Damit trägt die Arbeit zur Erweiterung des bestehenden Wissens bei. Ziel ist es am Ende konkrete Gestaltungsempfehlungen zu geben. Sie beziehen sich auf touchbasierte graphische Schnittstellen auf kundeneigenen Geräten im Kontext einer MDCP-Anwendung. Den Geltungsbereich der Empfehlungen definieren die Forschungs- und Anwendungsdomäne. Mit den gewonnenen Erkenntnissen sollen UX-Designer zukünftig schnelle und fundierte Entscheidungen in der Gestaltung geräteübergreifender Anwendungen treffen können. So sollen die Anwendbarkeit von klassischen Usability- und UX-Methoden sowie deren Gestaltungsparadigmen für die Forschungsdomäne MDCP belegt oder widerlegt werden.

Im Fokus dieser Arbeit steht die Untersuchung von plattformspezifischen Anpassungen. Dabei werden spezielle MDCP-Anwendungen im Kontext Fahrzeug näher betrachtet. Die MDCP-Umgebungen, die hier genauer betrachtet werden, sind solche, die sich aus Geräten eines Fahrzeugherstellers, die im Fahrzeug vorhanden und mitgeliefert sind und aus nutzeigenen Geräten zusammensetzen.

Klar abzugrenzen ist die vorliegende Arbeit von Arbeiten, deren Ziel die Erstellung einer Pattern-Bibliothek ist. Eine Pattern-Bibliothek wird in der Regel für einen speziellen Kontext erstellt und dient dazu, konkrete und getestete Lösungen für wiederkehrende HMI-Probleme anzubieten (Allen & Chudley 2012). Im Fall von MDCP-Schnittstellengestaltung müsste eine Pattern-Bibliothek daher so generische HMI-Konzepte enthalten, die für alle Nutzer auf allen Plattformen verwendbar sind. Ob dieses Ziel erreicht werden kann bleibt jedoch fraglich, da Plattformen wie iOS und Android-spezifische Konzepte aufweisen. Diese müssten zunächst abstrahiert werden. Hinzu käme dann in der Regel ein weiteres fahrzeugspezifisches Schnittstellendesign, das ebenfalls mit den vorangegangenen Ergebnissen in Einklang zu bringen wäre. Fraglich bleibt auch, wie eine mögliche Pattern-Bibliothek den Aufgaben Produktkonsistenz und bestmögliche Usability und UX je Gerät gerecht werden kann. Unklar ist dabei, inwieweit durch solch generische HMI-Konzepte eine spezifische Markenidentität transportiert werden kann. Bei der bestmöglichen Usability und UX besteht die Herausforderung für eine solche MDCP-Pattern-Bibliothek generische Patterns, die von allen Nutzern gut genutzt werden können zu finden, ohne mit ihren Erwartungen und Gewohnheiten auf einem bestimmten Gerät zu brechen. Der hohe Aufwand und die geringen Erfolgsaussichten tatsächlich anwendbare generische MDCP-Patterns zu finden, wurde deshalb im Rahmen dieser Arbeit nicht aufgegriffen.

Vielmehr soll auf die spezifische Erfahrung der Nutzer Rücksicht genommen und geprüft werden, inwieweit sich ein produktspezifisches Design durch plattformspezifische Patterns ausdrücken lässt, ohne dabei seine Besonderheiten zu verlieren. Also wie sich die äußere Konsistenz erhöhen lässt ohne dabei die produktspezifischen Charakteristika zu eliminieren. Im Kontext der wissenschaftlichen Betrachtung soll so geklärt werden, ob die Anpassung einzelner Schnittstellen die MDCP UX durch die Erhöhung der äußeren Konsistenz verbessert oder ob in der Gestaltung auf innere Konsistenz hin-

sichtlich der Schnittstellengestaltung auf allen Geräten geachtet werden muss. Als Endziel sollen so Gestaltungsempfehlungen entstehen, die sich zwischen Golden Rules und HMI Guidelines einordnen lassen. Golden Rules sind abstrakte, oft erfahrungsbasierte Expertenempfehlungen für eine gute UX, die je Projekt angewendet werden müssen. HMI Guidelines sind hingegen definierte Leitlinien zur Verwendung von konkreten UI-Elementen und Patterns. Deren Anwendbarkeit ist durch Nutzertests belegt und hat zur Etablierung von bestimmten UI-Konzepten geführt. Die vorliegende Arbeit nutzt diese wissenschaftliche und evidenzbasierte Herangehensweise für die Entwicklung von MDCP-Gestaltungsempfehlungen, die eine praxistaugliche Hilfestellung sein können.

Die hohe Komplexität und die unterschiedlichen Einflussfaktoren, die bei der User-Interface-Gestaltung von MDCP-Anwendungen zusammentreffen, stellen eine große Herausforderung dar. Innerhalb der Mensch-Maschine-Interaktion kann die vorliegende Arbeit ein erster Ansatzpunkt für die Etablierung eines wissenschaftlichen Fundaments für den Forschungsbereich MDCP sein. Durch zunehmende Vernetzung der Geräte ist davon auszugehen, dass gerade dieser Teilbereich in Zukunft an Bedeutung gewinnt.

5.1 Voraussetzungen für die Durchführbarkeit des Forschungsvorhabens

In der Anforderungsanalyse wurde der Bedarf seitens der UX-Designer im konkreten Anwendungsgebiet definiert. Im ersten Schritt muss geklärt werden, ob innerhalb einer MDCP-Anwendung unterschiedliche Schnittstellengestaltungen auf unterschiedlichen Geräten einen Mehrwert in der Usability und UX liefern können, ohne dabei die Stimmigkeit des Gesamtprodukts zu verfälschen. Dazu müssen die unterschiedlichen Gestaltungsansätze (innere und äußere Konsistenz) anhand konkreter Umsetzungen evaluiert werden. Würde diese Prüfung zum Ergebnis kommen, dass Nutzer keinen Mehrwert in unterschiedlichen Schnittstellen für eine Anwendung erkennen, so wäre der Ansatz der inneren Konsistenz der richtige. Innere Konsistenz wäre somit innerhalb einer MDCP-Umgebung wichtiger als die geräte- und plattformspezifischen Erfahrungen (äußere Konsistenz). Deshalb ist es so wichtig bei dieser Evaluation das Setting so zu wählen,

dass wirklich nur die Schnittstellengestaltung an sich bewertet wird. Andere Einflussfaktoren auf die Akzeptanz von Anpassungen zugunsten einer äußeren Konsistenz müssen hierbei so gut wie möglich kontrolliert werden.

Werden unterschiedliche Schnittstellengestaltungen, die bestimmte plattformspezifische Anpassungen zugunsten einer Erhöhung der äußeren Konsistenz enthalten favorisiert, so muss geprüft werden, ob Auswirkungen auf die Usability und UX messbar sind. Diese Akzeptanz gegenüber Anpassungen und einer damit einhergehenden Unterschiedlichkeit von Schnittstellen könnte ein erster Hinweis darauf sein, dass innere Konsistenz nicht das wichtigste Kriterium innerhalb einer MDCP-Umgebung ist. Um dies final beweisen zu können, müssten sich durch die plattformspezifischen Anpassungen positive oder negative Effekte auf die UX nachweisen lassen. Teil dieser Untersuchung ist die Umsetzung konkreter Prototypen mit Anpassungen, die jeweils gegen eine innerlich konsistente Schnittstellengestaltung für alle Geräte der MDCP-Anwendung getestet werden. Im letzten Schritt wird evaluiert, ob die Akzeptanz von plattformspezifischen Gestaltungen mit dem Formfaktor der Geräte einer MDCP-Anwendung zusammenhängt. Es wird also der Frage nachgegangen, ob die Akzeptanz für die Erhöhung der äußeren Konsistenz bei einzelnen Schnittstellen dann größer ist, wenn sich die Geräte an sich durch Größe, Form und gängige Bedienung unterscheiden. Eine erhöhte Akzeptanz kann eventuell aber auch mit anderen Faktoren zusammenhängen, beispielsweise mit einer stärkeren Benutzungspräferenz zu einem bestimmten Gerät.

Sollten die produktspezifisch konsistente Gestaltung die beste UX hervorbringen, so kann gezeigt werden, dass innere Konsistenz zwischen den Geräten wichtiger ist als die optimierte Bedienung je Gerät.

5.2 Synthese der Schnittstellengestaltungsmöglichkeiten im Kontext eines MDCP-Ökosystems

Durch die Analyse des Interviewmaterials und die Aggregation der Daten auf einer Metaebene lassen sich grundsätzlich drei Schnittstellengestaltungsmöglichkeiten für die BYOD-Schnittstellen im Kontext eines MDCP-Ökosystems generieren:

1. Ein maximal plattformoptimierter Gestaltungsansatz, bei dem für die jeweilige BYOD-Schnittstelle nur die Patterns verwendet werden, die den Nutzern der Plattform bekannt sind (ausgenommen graphisches Design). Der Fokus liegt also auf hoher äußerer Konsistenz (siehe Kapitel 8).
2. Eine BYOD-Schnittstellengestaltung, die möglichst konsistent zur restlichen produktspezifischen Schnittstellengestaltung des Fahrzeugs ist (siehe Kapitel 8 und 9). Der Fokus liegt hierbei also auf der inneren Konsistenz.
3. Ein kohärenter Gestaltungsansatz, der plattformtypische und produktspezifische Patterns so verbindet, dass Optimierungen hinsichtlich Usability und UX stattfinden, ohne die Produkt- und Markenidentität zu zerstören. Prinzipiell sind hier mehrere Kombinationen aus angepassten und produktspezifischen Schnittstellenbausteinen möglich. Für diesen Ansatz gibt es also mehrere Varianten (siehe Kapitel 9). Dieser Ansatz versucht mit konkreten Beispielen innere und äußere Konsistenz zu vereinen. Der Fokus liegt hierbei auf einer leichten Erhöhung der äußeren Konsistenz.

Alle Schnittstellengestaltungsmöglichkeiten sind prototypisch umzusetzen und zu evaluieren. Um das Forschungsvorhaben zu veranschaulichen, wurden alle bisher gesammelten Informationen zu den Gestaltungsansätzen verdichtet und illustriert. Konkret geht es um die Gestaltung der BYOD-Schnittstellen für eine Mercedes-Benz App, die im Fond genutzt wird. Diese ist eingebettet in ein MDCP-Ökosystem aus mitgelieferten Geräten, die entweder fest verbaut oder entnehmbar sind. Der Fokus liegt auf der Untersuchung der UX des Gesamtsystems (MDCP UX), die in Verbindung mit den einzelnen Gestaltungsansätzen erzeugt wird. Ebenfalls betrachtet werden einzelne Aspekte der Usability, die in diesem Zusammenhang als relevant identifiziert werden. Im Anschluss daran werden Rückschlüsse über die Bedeutung von innerer und äußerer Konsistenz sowie der Vorerfahrung getroffen, die die Grundlage für die Gestaltungsempfehlungen bilden.

Die folgenden Tabellen illustrieren zunächst die Ziele und Umsetzungsstrategien für die Schnittstellengestaltungsansätze. Die Wippen illustrieren, wie die Aspekte innere Produktkonsistenz und äußere Plattformkonsistenz je Ansatz gewichtet werden. Die Positionierung der Bausteine Schnittstellenarchitektur, Interaktionselemente und graphisches Design zeigen, ob diese beim konkreten Ansatz dann produktspezifisch (innere Konsistenz) oder plattformkonform (äußere Konsistenz) umgesetzt werden. Je Gestaltungsansatz sind die jeweiligen Vor- und Nachteile sowie die damit verbundenen Herausforderungen genannt, die sich auf die Daten der Experteninterviews und die Literaturrecherche stützen. Die letzte Zeile der jeweiligen Tabelle illustriert die konkreten Auswirkungen des jeweiligen Gestaltungsansatzes auf die Schnittstellengestaltung der Anwendung im Fahrzeug.

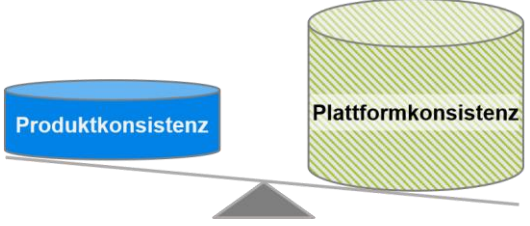
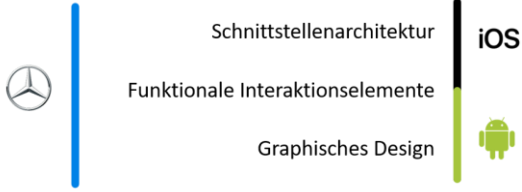

1. Maximal plattformkonformer Schnittstellengestaltungsansatz für BYOD	
	
<p>Ziel: maximale gerätespezifische Usability und UX. Hohe äußere Konsistenz.</p> <p>Vorteil: Je Gerät/ Plattform kann der Nutzer auf seine Erfahrungen zurückgreifen. Patterns sind bekannt und erleichtern den Einstieg.</p> <p>Nachteil: Unterschiedliches UI-Design für eine Anwendung mindert die Einheitlichkeit des Produkts. Markenidentität kann verschleiert werden.</p> <p>Herausforderung: Bei paralleler Benutzung zweier Schnittstellen kann der Nutzer verwirrt werden. Der Wechsel zwischen den Geräten wird durch die Unterschiedlichkeit erschwert, da sich der Nutzer je Gerät neu orientieren muss.</p>	<p>Umsetzung: Bausteine des UI-Designs werden an die Patterns und die HMI Guidelines der jeweiligen Plattform angepasst.</p> <p>Dadurch entstehen zwei unabhängige plattformspezifische BYOD-Apps (siehe Illustration unten).</p>
	

Tabelle 12 – BYOD-Schnittstellengestaltungsansatz mit maximaler Anpassung an die Plattform

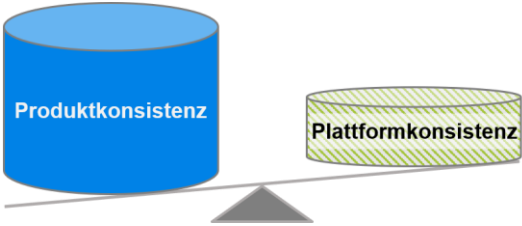
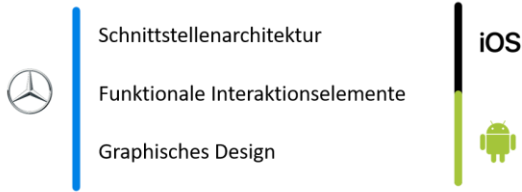

2. Maximal produktspezifischer Schnittstellengestaltungsansatz für BYOD	
	
<p>Ziel: Maximale Konsistenz des UI-Designs über alle Geräte hinweg. Hohe innere Konsistenz.</p> <p>Vorteil: Das HMI-Design ist überall gleich. Der Wechsel zwischen den Geräten innerhalb der MDCP-Umgebung wird erleichtert, weil der Flow und die Bedienung auf allen Geräten gleich sind.</p> <p>Nachteil: Neue ungewohnte Patterns auf einem Gerät, mit dem der Nutzer viel Erfahrung hat und das er täglich nutzt. Es kann zu einem klaren Bruch mit den Erwartungen hinsichtlich der Bedienung auf bestimmten Geräten kommen.</p> <p>Herausforderung: Der Nutzer muss sich immer wieder neu auf die Bedienung einer App einstellen. Gewohnte Orientierungspunkte seiner Plattform sind nicht vorhanden.</p>	<p>Umsetzung: Bausteine des UI-Designs werden über alle Geräte hinweg möglichst konsistent verwendet. Eine 1:1 Übernahme auf alle Geräte innerhalb der MDCP-Umgebung wird angestrebt. Dadurch entsteht nur eine BYOD-App, die unverändert auf beiden Plattformen ausgerollt wird (siehe Illustration unten).</p>
	

Tabelle 13 – BYOD-Schnittstellengestaltungsansatz mit maximaler innerer Konsistenz zur produktspezifischen Schnittstellengestaltung des restlichen MDCP-Ökosystems

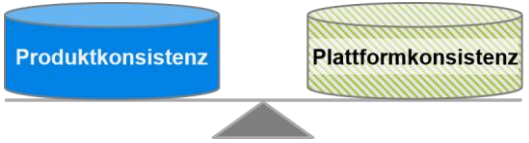


3. Gemischter Schnittstellengestaltungsansatz für die BYOD-Schnittstelle	
	
<p>Ziel: Maximale Bedienbarkeit und UX je Gerät bei möglichst hoher Konsistenz des UI-Designs für alle Geräte innerhalb des MDCP-Ökosystems. Ausgleich von innerer und äußerer Konsistenz. Leicht erhöhte äußere Konsistenz der BYOD-Schnittstelle.</p> <p>Vorteil: Gewohnte Patterns und erleichterter Wechsel zwischen den Geräten.</p> <p>Nachteil: UI-Design erfolgt nicht nach einer durchgängigen Logik. Teile des UI-Designs sind konsistent, andere plattformspezifisch angepasst.</p> <p>Herausforderung: Einheitlichkeit der Gesamtanwendung zum erleichterten Gerätewechsel nicht zerstören und gleichzeitig Usability und UX für BYOD-Schnittstellen verbessern. Identifikation der anzupassenden Bausteine.</p>	<p>Umsetzung: Manche Bausteine des UI-Designs werden über alle Geräte möglichst konsistent verwendet, andere werden an die plattformspezifischen Patterns angepasst. Hieraus ergibt sich eine Vielzahl von möglichen Kombinationen. Die Pfeile der obigen Graphik stehen für die Möglichkeit, einen Baustein entweder konsistent zu halten oder ihn an die Plattform anzupassen.</p> <p>Dadurch entstehen zwei unabhängige BYOD-Apps mit plattformspezifischen und produktspezifischen Patterns (siehe Illustration unten).</p>
	

Tabelle 14 – BYOD-Schnittstellengestaltungsansatz mit gemischter Schnittstellengestaltung

5.3 Forschungsleitende Fragen

Für die vorliegende Arbeit wurden Forschungsfragen formuliert. Um die Fragen beantworten zu können, werden einzelne Teilfragen gestellt. Die Forschungsfragen wurden mit Hilfe der Ergebnisse der Anforderungserhebung und der Literaturrecherche generiert. Dabei wurden ebenfalls die zuvor herausgearbeiteten besonderen Herausforderungen der Forschungs- und Anwendungsdomäne berücksichtigt. Ebenfalls mit eingeschlossen in die Forschungsfragen wurden die Vorüberlegungen zum Thema, die sich aus den Besonderheiten der Forschungsdomäne ergeben. Daher kann ein Teil der Fragen an dieser Stelle bereits beantwortet werden. Die Antworten sind hier zusammengefasst und mit ‚A‘ gekennzeichnet.

- 1) *Wie konzipieren UI-Designer und UX-Designer am Beispiel Mercedes-Benz MDCP-Anwendungen im Kontext Fahrzeug?*
 - a. *Wie werden Designentscheidungen getroffen?*
 - i. *A: Über iterative UX-Prozesse*
 - ii. *A: Erfahrung aus anderen Projekten*
 - b. *Welche Lücken für die Erstellung von MDCP-Konzepten gibt es?*
 - i. *A: Fehlende Methoden und Prozesse*
 - ii. *A: Anwendbarkeit von bekannten Methoden und Hilfsmitteln nicht belegt*
 - c. *Was sind die größten Herausforderungen?*
 - i. *A: Beste MDCP UX gestalten*
 - ii. *A: Unklare Vermutungen über die Wichtigkeit von Erfahrung und Konsistenz im Kontext MDCP*
 - iii. *A: Berücksichtigung unterschiedlicher Konsistenzen*
 - d. *Wie und mit was können diese Herausforderungen gemeistert werden?*
 - i. *A: wissenschaftliche Untersuchungen über MDCP UX*
 - ii. *A: Gestaltungsempfehlungen für die Erstellung von BYOD-Schnittstellen im Kontext eines MDCP-Ökosystems*

- 2) *Wie sehen produktspezifische und plattformtypische Schnittstellengestaltungslösungen (Patterns) in der Anwendungsdomäne aus?*
- a. *Gibt es ein Standardsetting in der Anwendungsdomäne?*
 - b. *Welche möglichen Stellschrauben gibt es für plattformspezifische Anpassungen eines produktspezifischen Designs?*
 - c. *Wie viele Kombinationen aus produktspezifischen und plattformspezifischen Gestaltungen gibt es?*
 - d. *Welche plattformspezifischen Anpassungen für die BYOD-Schnittstelle sind sinnvoll?*
- 3) *Ist das Forschungsvorhaben aus Nutzersicht prinzipiell relevant? Sollten plattformspezifische Anpassungen für BYOD-Schnittstellen im Kontext eines MDCP-Ökosystems weiter untersucht werden?*
- a. *Sind BYOD-Schnittstellen im Kontext eines MDCP-Ökosystems durch das Verwenden von plattformspezifischen Patterns hilfreicher gegenüber produktspezifischen Patterns?*
 - b. *Gibt es für BYOD-Schnittstellen im Kontext eines MDCP-Ökosystems Unterschiede hinsichtlich der Nützlichkeit der einzelnen plattformspezifischen Patterns gegenüber produktspezifischen? Gibt es bessere und schlechtere plattformspezifische Anpassungen? Können bestimmte plattformspezifische Anpassungen für weitere Studien ausgeschlossen werden?*
 - c. *Welche BYOD-Schnittstellengestaltung favorisieren die Nutzer in Kombination mit der vorgegebenen produktspezifischen UI-Gestaltung im Kontext eines MDCP-Ökosystems? Wird eine konsistente Variante für das BYOD seitens der Nutzer favorisiert?*
 - d. *Erkennen Nutzer einen Mehrwert in plattformspezifischen Anpassungen bei einer einzelnen Schnittstelle in einem MDCP-Ökosystem, auch wenn dadurch zwei unterschiedliche UI-Designs einer Anwendung entstehen und erfahrbar sind?*
 - e. *Haben plattformspezifische Anpassungen negative Auswirkungen auf die Stimmigkeit des gesamten MDCP-Ökosystems? Verringert sich die Stimmigkeit der*

Gesamtanwendung mit steigendem Grad der plattformspezifischen Anpassungen der BYOD-Schnittstelle? Sind die besonders stimmigen plattformspezifischen Anpassungen gleichzeitig die Favoriten der Teilnehmer?

- f. Verändert sich die Auswahl der favorisierten BYOD-Schnittstelle im MDCP-Kontext gegenüber dem Single-Device-Kontext?*
 - g. Gibt es hinsichtlich der Bewertung signifikante Unterschiede zwischen iOS-Nutzern und Android-Nutzern?*
 - h. Beeinflussen die Faktoren Alter und Vorerfahrung die Akzeptanz von plattformspezifischen Anpassungen in einem MDCP-Ökosystem?*
- 4) *Sollte für die BYOD-Anwendung im Kontext eines MDCP-Ökosystems ein maximal plattformkonformer Schnittstellengestaltungsansatz (ausgenommen graphisches Design) mit hoher äußerer Konsistenz gegenüber einem maximal produktspezifischen Schnittstellengestaltungsansatz mit höherer innerer Konsistenz bevorzugt werden?*
- a. Wie wirkt sich die möglichst maximal plattformspezifische/ guidelinekonforme Gestaltung der BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems auf dessen UX aus?*
 - b. Welche Gestaltung der BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems wird von den Nutzern bevorzugt?*
 - c. Gibt es Überschneidungen zwischen den erhobenen Usability- und UX-Ergebnissen und der favorisierten Gestaltung der BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems?*
 - d. Gibt es einen Unterschied zwischen der favorisierten MDCP-Schnittstellengestaltung und der favorisierten Single-Device-Schnittstellengestaltung?*
 - e. Gibt es hinsichtlich der Bewertung signifikante Unterschiede zwischen iOS-Nutzern und Android-Nutzern?*
 - f. Welche Faktoren könnten die Ergebnisse beeinflusst haben?*
 - g. Gibt es Unterschiede zwischen den Ergebnissen der Low-Fidelity- und High-Fidelity-Prototypen-Evaluation?*

- 5) Sollte für die BYOD-Anwendung im Kontext eines MDCP-Ökosystems ein Schnittstellengestaltungsansatz mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur und leicht erhöhter äußerer Konsistenz gegenüber einem maximal produktspezifischen Schnittstellengestaltungsansatz mit höherer innerer Konsistenz bevorzugt werden?
- a. Wie wirkt sich die Verwendung von plattformspezifischen Schnittstellenarchitekturkonzepten für die Gestaltung der BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems auf dessen UX aus?
 - b. Welche Gestaltung der BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems wird von den Nutzern bevorzugt?
 - c. Gibt es Überschneidungen zwischen den erhobenen Usability- und UX-Ergebnissen und der favorisierten Gestaltung der BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems?
 - d. Gibt es einen Unterschied zwischen der favorisierten MDCP-Schnittstellengestaltung und der favorisierten Single-Device-Schnittstellengestaltung?
 - e. Gibt es hinsichtlich der Bewertung signifikante Unterschiede zwischen iOS-Nutzern und Android-Nutzern?
 - f. Welche Faktoren könnten die Ergebnisse beeinflusst haben?
 - g. Gibt es Unterschiede zwischen den Ergebnissen der Low-Fidelity- und High-Fidelity-Prototypen-Evaluation?
- 6) Hängt die Akzeptanz von plattformspezifischen Anpassungen auch mit der Unterschiedlichkeit der jeweiligen Geräte zusammen?
- a. Gibt es bei Geräten mit vergleichbaren Formfaktoren gegenüber Geräten mit unterschiedlichen Formfaktoren Unterschiede hinsichtlich der Zustimmung zu plattformspezifischen Anpassungen für eine BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems?
- 7) Wie wirken sich plattformspezifische Anpassungen bei BYOD-Schnittstellen im Kontext eines MDCP-Ökosystems auf dessen UX aus? Lässt sich das Gestaltungsparadigma innere Konsistenz auf die Domäne MDCP-übertragen?

- a. Erzeugen BYOD-Schnittstellen in der Benutzung durch das Verwenden von plattformspezifischen Anpassungen eine bessere UX gegenüber produktspezifischen Lösungen im Kontext eines MDCP-Ökosystems?
- 8) Welche konkreten Gestaltungsempfehlungen können für den Schnittstellengestaltungsprozess einer BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems in der Anwendungsdomäne gegeben werden?
 - a. Was sind Empfehlungen für die konkrete Umsetzung der BYOD-Schnittstellenbausteine im Kontext des MDCP-Ökosystems?
 - b. Welche anderen speziellen MDCP-Empfehlungen gilt es zu berücksichtigen?

5.4 Forschungsansatz

Wird ein Service gleichzeitig auf unterschiedlichen Plattformen ausgerollt, wird die Messung der UX von Anwendungen und Service noch komplexer, weil unterschiedliche Plattformen unterschiedliches Nutzerverhalten hervorbringen können (Shin, 2016, S. 507). Dieser Herausforderung kann begegnet werden, in dem man Daten über verschiedene Wege sammelt (Shin, 2016, S. 507). Ein solcher Ansatz, bei dem unterschiedliche Methoden zum Einsatz kommen, nennt sich *mixed methods*. Shin (2016, S. 507–508) führt drei Gründe an, warum dieser Forschungsansatz für das MDCP-Forschungsfeld anwendbar ist:

- Nutzercharakteristika und Nutzervorlieben werden mit dem Fortschreiten von Technologien immer divergierender und heterogener. Mehrere Methoden erfassen theoretisch ein breites Spektrum an wahrnehmungsbezogenen, emotionalen, kognitiven und physiologischen Prozessaspekten von UX, als dies mit einer Methode alleine möglich wäre (Shin, 2016, S. 507).
- Mehrere Forscher schlagen einen Mixed-Methods-Ansatz vor, um die steigende Komplexität von UX zu adressieren. Konventionelle UX-Studien befassen sich mit Interaktionen zwischen einem Nutzer und einem Gerät. Multi-Screen-Interaktionen umfassen jedoch eine Vielzahl von Geräten, die unterschiedliche Erlebnisse anbieten. Dieser Umstand macht mehrere Methoden notwendig (Shin, 2016, S. 507–508).

- Der Fokus dieser neuen Konzepte liegt auf der vom Nutzer wahrgenommenen Qualität. Dadurch, dass technologische Services ständig komplexer werden und mehr und mehr Servicebereitstellungen über fortgeschrittene Systeme stattfinden, muss der simple Ansatz von UX als Usability erneuert werden (Shin, 2016, S. 508).

Daraus schlussfolgert Shin (2016, S. 508), dass eine subjektive Messung der UX durchgeführt werden muss, die den ganzen Service berücksichtigt. Um ein Verständnis über die UX des Nutzers zu gewinnen, ist laut dem Autor ein Mixed-Methods-Ansatz notwendig.

Durch Studien mit qualitativer Datenerhebung in der konkreten Situation (in-situ) zeigen, dass wertvolles Wissen über bestimmte Nutzergruppen (Beifahrer oder Fondpassagiere), ihr tatsächliches Verhalten und ihre Bedürfnisse gewonnen werden können (Gärtner et al., 2014, S. 1).

Daher wird in der vorliegenden Arbeit ein Mixed-Methods-Ansatz aus qualitativen und quantitativen Methoden angewendet. In mehreren unterschiedlichen Studien werden unterschiedliche Low-Fidelity- und High-Fidelity-Prototypen eines Fond-Entertainment-Systems (MDCP-Ökosystem) mit Probanden evaluiert. Die Evaluation des Gesamtsystems umfasst quantitative Fragebögen zur Erhebung der UX und zu ausgewählten Aspekten der Usability. Durch ein zusätzliches Follow-Up-Interview erfolgt die qualitative Bewertung seitens der Probanden. Die Durchführung der Prototypenevaluationen fand, wie von Gärtner et al. (2014) vorgeschlagen, im Fond eines Fahrzeugs, dem realen Nutzungskontext der MDCP-Anwendung statt. Abgerundet wird der Mixed-Methods-Ansatz durch weitere Usability-Engineering- und UX-Design-Methoden. Unter anderem wurden Experteninterviews (siehe Abschnitt 3.4), Expertenworkshops und eine vergleichende Analyse durchgeführt.

5.5 Zusammenfassung

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick darüber, welche Methoden bei welcher Studie und Forschungsfrage angewendet und in welchem Kapitel der vorliegenden Arbeit diese behandelt werden.

Kapitel	Studie	Forschungsfragen	Methoden
3	1	1. a) – d)	Qualitative Methode. Leitfadengestütztes Experteninterview.
6	2	2. a) – d)	<ul style="list-style-type: none"> • Vergleichende Analyse von Fond-Entertainment-Systemen deutscher Premiumautomobilhersteller • Vergleich von iOS- und Material-Design-UI-Patterns mit UI-Patterns der Mercedes-Benz-Infotainment-Plattform
7	3	3. a) – h)	Quantitative und qualitative Methoden. Low-Fidelity-Prototypenevaluation. <ul style="list-style-type: none"> • Eigener Fragebogen zur Verifikation des Forschungsvorhabens aus Nutzersicht • Follow-Up-Interview
8	4	4. a) – g)	Quantitative und qualitative Methoden. High-Fidelity-Prototypenevaluation. <ul style="list-style-type: none"> • UEQ- und USE-Fragebogen zur Evaluierung von UX und bestimmten Aspekten der Usability • Follow-Up-Interview
9	5	5. a) – g)	Quantitative und qualitative Methoden. High-Fidelity-Prototypenevaluation. <ul style="list-style-type: none"> • UEQ- und USE-Fragebogen zur Evaluierung von UX und bestimmten Aspekten der Usability • Follow-Up-Interview
9	5	6. a)	Quantitative und qualitative Methoden. High-Fidelity-Prototypenevaluation. <ul style="list-style-type: none"> • Eigener Fragebogen zur Akzeptanz von plattformspezifischen Anpassungen • Follow-Up-Interview
10	-	7.	Synthese aller Ergebnisse ohne die Anwendung einer standardisierten Methode
10	-	8. a) – b)	Formulierung von Gestaltungsempfehlungen ohne die Anwendung einer standardisierten Methode

Tabelle 15 – Übersicht zu den Methoden, Forschungsfragen, Studien und Kapiteln

6 Studie 2: Vergleich von Fond-Entertainment-System-Konfigurationen und Schnittstellengestaltungsmustern

In dieser Studie wurde eine Evaluation zu Konfigurationen von Fond-Entertainment-Systemen und eine Analyse zu Schnittstellengestaltungsrichtlinien (HMI Guidelines) durchgeführt. Beides dient dazu die folgenden Forschungsfragen zu beantworten:

- Wie sehen produktspezifische und plattformtypische Schnittstellengestaltungslösungen (Patterns) in der Anwendungsdomäne aus?
- Gibt es ein Standardsetting in der Anwendungsdomäne?

6.1 Analyse von Fond-Entertainment-System-Konfigurationen ausgewählter Fahrzeughersteller

Als Einstieg in die Thematik wurde neben der Literaturrecherche eine Analyse verfügbarer Wettbewerber durchgeführt. Dabei wurde sich auf die deutschen Premiumautomobilhersteller Mercedes-Benz, Audi, Porsche und BMW konzentriert. Sofern möglich, wurden unterschiedliche Infotainment-Plattform-Generationen berücksichtigt. Da ausschließlich Premiumhersteller Fond-Entertainment-Systeme anbieten, wurden diese in den Fokus gestellt. Aus Gründen der Vergleichbarkeit wurden nur Systeme analysiert, die für den europäischen Markt konzipiert wurden. Der Anspruch hierbei lag nicht auf einer vollständigen Analyse aller bestehenden Fond-Entertainment-Systeme. Vielmehr ging es hierbei darum herauszufinden, ob es einen De-facto-Standard hinsichtlich der Konfiguration und Gestaltung von Fond-Entertainment-Systemen gibt. Wichtig waren die Art der Geräte, die jeweilige UI-Gestaltung der fahrzeugeigenen Geräte und die UI-Gestaltung möglicher Apps.

Bei der Zusammenstellung der Informationen mussten verschiedene Kanäle herangezogen werden. Die vorliegende Arbeit wurde in Kooperation mit der Mercedes-Benz AG durchgeführt. Dadurch war es möglich, die Fond-Entertainment-Systeme der Telematik-Generation 5.5 (COMAND Online) und das aktuelle System der Telematik-Generation 6 (MBUX) in zur Verfügung gestellten Fahrzeugen zu testen. Außerdem konnten die jeweils aktuellsten Fond-Entertainment-Systeme von BMW und Audi durch den Autor der vorliegenden Arbeit selbst getestet werden. Als weitere Quellen für die Analyse dienten die jeweiligen Produktbeschreibungen der Hersteller auf ihren Homepages oder offizielle Videos der Hersteller auf YouTube. Außerdem wurden einschlägige Experten-

Blogs berücksichtigt. Da der Fokus auf der Integration von BYOD-Geräten in Fond-Entertainment-Systeme liegt, wurden die App-Stores von iOS (App Store) und Android (Google Play Store) zur Recherche herangezogen.

6.1.1 Mercedes-Benz

Wie in Abschnitt 3.3.1 beschrieben, besteht das Fond-Entertainment-System (FES) aus den fest verbauten Fond-Entertainment-System-Displays (FED), einem entnehmbaren Fond-Tablet (FT) und fahrtbegleitenden Fond-Apps (FA) für Smartphone und Tablet.

Das FT ist ein Android-Gerät. Grundsätzlich können darauf andere Apps installiert und genutzt werden. Das Betriebssystem ist also offen für Drittanbieter-Apps. Auf den fest verbauten FED können keine anderen Apps installiert werden. Das Betriebssystem kann also als geschlossen bezeichnet werden. Lediglich ein Browser ermöglicht das Verlassen der Infotainment-Plattform zum Surfen im Internet. Hinsichtlich der UI-Gestaltung orientieren sich das FT- und die FED-Applikationen an den produkt- und markenspezifischen Patterns der Head Unit (HU). Lediglich hinsichtlich der Visualisierung gibt es leichte Unterschiede zwischen HU- und Fond-Applikationen. Die grundsätzlichen produkt- und markenspezifischen Patterns der Schnittstellenarchitektur, der Interaktionselemente und des graphischen Designs bleiben jedoch auf allen Geräten des Fonds gewahrt (siehe Abbildung 13).



Abbildung 13 – MBUX-Patterns auf den Geräten ab Werk (Quelle (links): Mercedes-Benz⁵ (mittig, rechts): MB-Passion-Blog⁶)

Apps für die kundeneigenen Geräte sind für das aktuelle Fond-Entertainment-System derzeit nicht verfügbar. Hinsichtlich der UI-Gestaltung wäre durchaus vorstellbar, dass sich solche Anwendungen ebenfalls an den MBUX-Patterns orientieren würden. Dies

⁵https://www.mercedes-benz.de/passengercars/mercedes-benz-cars/models/gls/suv-x167/explore/highlights/_jcr_content/contentgallerycontainer/par/contentgallery/par/contentgallery-tile/image.MQ6.8.20190621161222.jpeg

⁶ <https://blog.mercedes-benz-passion.com/2019/09/iaa-2019-blick-auf-die-neue-gls-generation/>

würde dem dargelegten konsequenten Bestreben nach innerer produktspezifischer Konsistenz entsprechen. Zur Beibehaltung der MBUX-Konzepte müsste bei der Benutzung der Smartphone-App das Gerät im Querformat genutzt werden.

Die Vorgängerversion des Fond-Entertainment-Systems verfügt bei Mercedes-Benz nicht über Touchscreens. Außerdem gibt es nur in bestimmten Ländern ein Fond-Tablet. Eine iOS-Tablet-App ermöglicht die Steuerung von Radio, Medien- sowie Klima- und Beleuchtungseinstellungen (siehe Abbildung 14). Eine iOS-Smartphone-App war nicht verfügbar. Eine Android-Tablet-App war nicht verfügbar, jedoch eine Android-Smartphone-App (siehe Abbildung 15). Beide Schnittstellen orientieren sich voll und ganz an den UI-Konzepten der Infotainment-Plattform COMAND Online NTG 5.5.



Abbildung 14 – COMAND Touch für iOS-Tablets für die Infotainment-Plattform COMAND Online NTG 5.5. Links: Funktionsübersicht (Mediensteuerung, Fahrzeugfunktionen und Fernbedienung via digitales Touchpad) im Homescreen. Mitte: Steuerung der Klimatisierung. Rechts: Steuerung der ambienten Beleuchtung. (Quelle: iOS-App Store⁷)

⁷ <https://apps.apple.com/de/app/comand-touch/id1148573036>



Abbildung 15 – COMAND Touch für Android-Smartphones. Links: Verbindungsaufbau zum Fahrzeug über das Wi-Fi-Netzwerk des Fahrzeugs. Rechts: Fernbedienungsfunktion via digitales Touchpad. (Quelle: Google Play Store⁸)

6.1.2 Audi

Das Rear-Seat-Entertainment (RSE) im Audi A8 besteht aus zwei entnehmbaren Displays. Diese RSE-Displays (RSED) sind zwei Android-Tablets. Folglich können auch andere Apps aus dem Google Play Store installiert werden. Das Betriebssystem ist also offen. Über die RSED können Radio-, Medien- und Fahrzeugfunktionen gesteuert oder Navigationsziele an die Head Unit geteilt werden.

Auch bei Audi kann man ab Werk ein herausnehmbares Tablet für den Fondbereich bestellen. Das so genannte Rear-Seat-Remote (RSR) kann als Fernbedienung für die RSED eingesetzt werden. Zusätzlich können verschiedene Fahrzeugfunktionen wie Sitze, Licht, Rollos, Radio, Medien (TV) und Klimasteuerung darüber bedient werden. Auf die eigentliche Softwareplattform des RSR kann nicht zugegriffen werden. Daher können auch keine zusätzlichen Apps installiert werden. Für dieses Audi Rear-Seat-Entertainment gibt es keine zusätzliche Smartphone- oder Tablet-Anwendung. Hinsichtlich der UI orientiert sich die Gestaltung des Fond-Entertainment-Systems an der UI-Gestaltung der Head Unit (siehe Abbildung 16).

⁸ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.daimler.ComandTouch.android>



Abbildung 16 – Audi Rear-Seat-Entertainment des A8 (Quelle: Audi⁹)

Für die ältere Fond-Entertainment-System-Generation Audi Entertainment-Mobile, die ebenfalls über entnehmbare RSED auf Android-Basis verfügt, gibt es aber eine iOS- und Android-Anwendung im Fondbereich. Mit dieser RSE-Remote-App können Fotos, Musik oder Videos geteilt werden. Es gibt keinen Zugriff auf fahrzeugeigene Funktionen. Die Gestaltung dieses Fond-Entertainment-Systems orientiert sich nicht an der Head Unit (siehe Abbildung 17).



Abbildung 17 – Rear-Seat-Entertainment-Mobile. Links: Fond-Entertainment-System-Display. Rechts: RSE-Remote-App am Beispiel Android. (Quelle (rechts): Audi¹⁰, Quelle (links): PlayStore¹¹)

6.1.3 Porsche

Die aktuellste Version des Fond-Entertainment-Systems entspricht der des Audis. Einziger Unterschied ist, dass bei Porsche kein zusätzliches Fond-Tablet vorhanden ist. Außerdem gibt es keine App für diese Version des Systems.

⁹ <https://www.youtube.com/watch?v=hBIHKGtKlLo>

¹⁰ <https://www.audi.de/de/brand/de/kundenbereich/audi-original-zubehoer/layer/audi-entertainment-mobile.html>

¹¹ <https://play.google.com/store/apps/details?id=de.audi.rse&gl=DE>



Abbildung 18 – Porsche Rear-Seat-Entertainment (Quelle links: Porsche Homepage, Quelle rechts: YouTube Channel der Porsche AG¹²)

Identisch zu Audi gibt es für ältere Generationen eine Porsche RSE-Remote-App als fahrtbegleitende App für den Cayenne E3. Auch hier können Videos, Musik und Fotos auf die Bildschirme geteilt, jedoch nicht auf fahrzeugeigene Funktionen wie Klima oder Beleuchtung zugegriffen werden. Die Schnittstellengestaltung der App ist identisch zu der des Audi-Systems. In einem YouTube Video des offiziellen Porsche Kanals gibt das Unternehmen an, dass es eine spezielle Remote-App für die kundeneigenen Geräte gibt (siehe Abbildung 19). Dabei wird auch eine Fernsteuerungsfunktion demonstriert. Diese App ist jedoch nicht oder nicht mehr im PlayStore oder App Store zu finden oder wurde so nie realisiert.

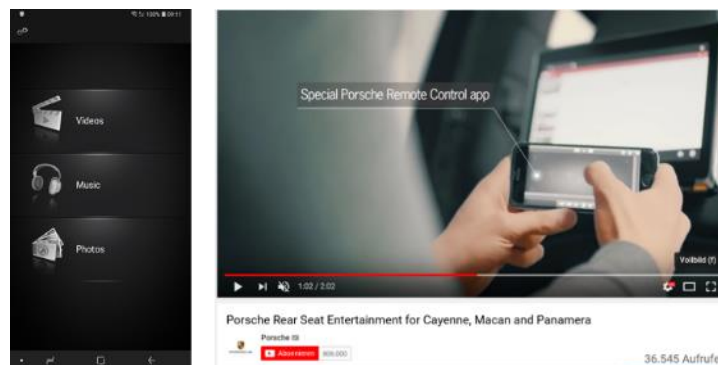


Abbildung 19 – Links: Porsche RSE-Remote-App am Beispiel iOS, identisch zur Audi RSE-Remote-App. Rechts: Offizielles Werbevideo Rear-Seat-Entertainment mit einer App inklusive Fernsteuerungsfunktion. (Quelle links: App Store¹³, Quelle rechts: YouTube Kanal der Porsche AG¹⁴)

¹² <https://www.youtube.com/watch?v=Ocazu-3Yjms>

¹³ <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.porsche.rse>

¹⁴ <https://www.youtube.com/watch?v=mIhDB-3GGNo>

6.1.4 BMW

Das aktuellste Fond-Entertainment-System bei BMW X7 besteht aus zwei nicht entnehmbaren Displays. Analog zu Porsche gibt es auch hier kein entnehmbares Fond-Tablet zu bestellen. Über die Displays sind verschiedene Funktionen Radio, Medien und Navigation sowie ein Internetbrowser verfügbar. Weitere Apps können nicht installiert werden. Die Plattform ist also auch in sich geschlossen.

In der 7er-Baureihe hingegen gibt es zusätzlich ein Tablet als Fernbedienung für die beiden Rear-Seat-Entertainment-Displays. Zusätzlich können über dieses Tablet Komfort-, Medien- und Navigationsfunktionen genutzt werden. Es läuft auf Android-Basis und ermöglicht das Installieren weiterer Apps aus dem Google PlayStore. Spezielle fahrtbegleitende Applikationen für iOS oder Android gibt es nicht. Die UI-Gestaltung von Fond-Tablet und Fond-Entertainment-System-Displays orientiert sich an der marken- und produktspezifischen Schnittstellengestaltung der HU.

6.1.5 Zusammenfassung

Wie aufgezeigt, gibt es keinen Standard hinsichtlich der Konfiguration von Fond-Entertainment-Systemen. Systeme können offen für weitere Apps sein oder diese nicht unterstützen. Hinsichtlich der Funktionen spielen vorwiegend Medien- und Komfortfunktionen eine Rolle, da diese im Kontext Fond als besonders relevant erachtet werden. Ein zusätzliches Fond-Tablet ist nicht für jedes System verfügbar. Auch hier gibt es offene und geschlossene Varianten hinsichtlich der Plattform. Zusätzliche mobile Applikationen auf Smartphones und Tablets sind vereinzelt verfügbar.

Prägnante Eigenschaften für die Konfiguration von Fond-Entertainment-Systemen neben der physischen Beschaffenheit und dem jeweiligen Formfaktor sind:

- Offen/ geschlossen: Dem Nutzer wird Zugang zum eigentlichen Betriebssystem eines Gerätes gewährt oder verweigert, es können weitere Apps installiert werden oder nicht.
- Entnehmbar/ fest verbaut: Die FED oder das FT können entnommen werden oder sind ein fester Bestandteil des Fahrzeugs.
- Kundeneigenes Gerät / Gerät ab Werk: Ein Fond-Entertainment-System kann sich aus unterschiedlichen Geräten unterschiedlicher Herkunft zusammensetzen. Geräte können ab Werk als Sonderausstattung Teil des Fond-Entertainment-Systems sein. Andere kundeneigene Geräte wie Smartphones (BYOD) können

über Koppelung und spezielle Apps nachträglich in das Fond-Entertainment-System eingebunden werden.

Gemeinsamkeit aller Hersteller ist, dass sich die Schnittstellengestaltung des aktuellen Fond-Entertainment-Systems jeweils an den Patterns der marken- und produktspezifischen Gestaltung der Infotainment-Plattform orientieren. Auch was Features betrifft, gibt es viele Überlappungen bei den involvierten Geräten. Jedoch wird den kleineren portablen Geräten meist eine additive Fernbedienungsfunktion zur Steuerung der FED mitgegeben. Sofern ein FT angeboten wird, ist es immer für beide Fond-Passagiere gleich gut erreichbar und mittig in oder bei der Mittelkonsole angesiedelt. Dieses FT muss nicht zwangsläufig ein portables Gerät sein; es gibt auch Hersteller wie Lexus, die ein solches Gerät fest in die Mittelkonsole des Fonds integrieren.

Bei Mercedes-Benz kann festgestellt werden, dass zwischen der Generation COMAND Online NTG 5.5 und MBUX nicht nur bei der Head Unit, sondern vor allem beim Fond-Entertainment-System hinsichtlich der verbauten Geräte und Funktionstiefe ein Quantensprung zu verzeichnen ist. Alle mitgelieferten Geräte verfügen über Touchdisplays und Funktionen, die entweder redundant auf allen Geräten oder exklusiv auf ausgewählten Geräten verfügbar gemacht werden.

Bei den anderen Herstellern lässt sich eine Diversifizierung erkennen, bei der es je Fahrzeugbaureihe unterschiedliche Fond-Entertainment-System-Konfigurationen gibt.

Durch die Unterstützung verschiedener Geräte unterschiedlicher Hersteller, die über die Plattformgrenzen hinweg interagieren, werden komplexe Szenarien ermöglicht, die für die vorliegende Arbeit relevant sind. Nur durch ein echtes MDCCP-Setting, bei dem jedes der Geräte über ein Mindestmaß an Funktionalität verfügt, entsteht eine wechselseitige Beeinflussung und damit ein Ökosystem. Somit geht ein solches Fond-Entertainment-System über ein bloßes Nebeneinander der Displays hinaus. Wenn die Geräte auch Zugriff auf das Interieur des Fahrzeugs über entsprechende Schnittstellen haben und eine Funktionstiefe auf mehreren Ebenen besitzen, sind sie als Untersuchungsgegenstand für die vorliegende Arbeit relevant. Nur wenn diese Anforderungen erfüllt sind, lässt sich eine entsprechende Untersuchung der Usability und UX vornehmen. Bei einem Szenario, bei dem die kundeneigenen BYOD-Geräte ausschließlich als Fernbedienung der restlichen Fond-Entertainment-System-Geräte genutzt werden, ist

keine komplexe Schnittstellengestaltung notwendig. In diesem Fall könnten die Auswirkungen der Schnittstellengestaltung auf die MDCP UX aufgrund der eingeschränkten Funktionalität und der damit einhergehenden reduzierten Schnittstellengestaltung nicht evaluiert werden. So werden in dieser Arbeit komplexe MDCP-Ökosysteme im Fondbereich untersucht, die eine reichhaltige Schnittstellengestaltung für alle beteiligten Geräte bereitstellen. Daher kommt derzeit nur das aktuelle Fond-Entertainment-System der Marke Mercedes-Benz in Frage.

Hinsichtlich der Konfiguration kann Forschungsfrage 2. a) nach dem Vorhandensein eines Standardsettings also mit *Nein* beantwortet werden. Die Konfiguration eines Fond-Entertainment-Systems ist sehr herstellerspezifisch geprägt. Hinsichtlich der UI lässt sich hingegen feststellen, dass bei allen aktuellen Systemen auf die innere marken- und produktspezifische Konsistenz aller Schnittstellen geachtet wird. Ausgehend von der jeweiligen Infotainment-Plattform-Version der HU wird die Schnittstellengestaltung aller weiteren Geräte im Fahrzeug abgeleitet.

6.2 Gegenüberstellung von ausgewählten plattformspezifischen und produktspezifischen Schnittstellengestaltungsmustern

Um produkt- und markenspezifische Gestaltungslösungen mit solchen der mobilen Plattformen zu vergleichen, wurde im Rahmen dieser zweiten Studie eine Gegenüberstellung dieser Gestaltungslösungen ausgearbeitet. Die Gestaltungslösungen, mit denen wiederkehrende Probleme oder Themen der Interaktion gelöst werden, heißen Patterns. Wie Patterns eingesetzt werden sollen, ist den jeweiligen HMI Guidelines zu entnehmen.

Apple und Android dokumentieren ihre Patterns und machen sie für Entwickler zugänglich (Apple Inc., o. J.; Google, o. J.c) . Dies ist auch notwendig, damit Entwickler die Apps so konzeptionieren, dass diese HMI Guidelines der jeweiligen Plattform entsprechen. Um die Qualität und einen etwaigen Missbrauch zu vermeiden, wird jede Applikation in einem Freigabeprozess geprüft. Dabei werden funktionale Anforderungen hinsichtlich der Stabilität und ebenso HMI-spezifische Eigenschaften von Applikationen geprüft. Es handelt sich immer um Einzelfallprüfungen. Welche Apps freigegeben werden und wie stark diese sich dabei an den Richtlinien orientieren müssen, liegt im Ermessensspielraum der Plattformbetreiber.

Die Plattform iOS wird von Apple Inc. betrieben und läuft ausschließlich auf mobilen Geräten (Smartphones und Tablets) von Apple Inc.. Daher unterscheiden sich der Plattformbetreiber und Gerätehersteller nicht. Für jede Version von iOS gibt es spezifische und aktuelle HMI Guidelines. Diese Guidelines und die darin enthaltenen Patterns wurden für den Vergleich herangezogen. Für stationäre Rechner und Laptops gibt es mit macOS eigene HMI Guidelines. Für Smartwatch und TV-Geräte gibt es ebenfalls separate HMI Guidelines.

Anders ist es bei der Android-Plattform. Diese wird von Google LLC einer Tochtergesellschaft von Alphabet Inc. betrieben. Der Einfachheit halber werden in der vorliegenden Arbeit die Unternehmenskürzel LLC und Inc. weggelassen. Es gibt eine Vielzahl von Geräteherstellern, die Android als Betriebssystem verwenden. Auch Google selbst vertreibt Geräte unter dem Namen Pixel (früher Nexus), die Android als Betriebssystem verwenden. Material Design wurde als eigene Design-Sprache entwickelt und als Standard für viele Google-eigene Apps übernommen. Für Material Design wurden ebenfalls eigene HMI Guidelines entwickelt. Den Geräteherstellern werden gewisse Variationen bei der Umsetzung gestattet, sodass keine hundertprozentige Übereinstimmung zu den Guidelines notwendig ist. Daher können die konkreten Ausprägungen der HMI je Gerätehersteller variieren. Für den Vergleich wurden die vorgeschlagenen Patterns von Material Design herangezogen, die grundsätzlich als Vorgabe für Android-Applikationen gelten.

Klassische HMI Guidelines werden von Mercedes-Benz bisher nicht öffentlich angeboten. Im Vergleich unterschiedlicher Fahrzeuge und Telematik-Generationen ist jedoch ersichtlich, dass je Generation auch ein Design-Standard verfolgt wird.

Im Rahmen dieser Arbeit konnte nicht der gesamte Umfang der iOS Human Interface Guidelines und der Material Design Guidelines und den darin enthaltenen Patterns in Vergleich zu den Patterns von Mercedes-Benz gesetzt werden. Daher musste eine Auswahl getroffen werden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden nur touchbasierte graphische Benutzerschnittstellen untersucht. Der Fokus bei der Gegenüberstellung der Patterns wurde auf Schnittstellenarchitektur, Interaktionselemente und graphisches Design gelegt. Aus diesen drei Komponenten setzt sich jede touchbasierte graphische Schnittstelle einer Applikation zusammen. Diese Aufteilung anhand der genannten

Bausteine wird auch von Rowland (2015a) vorgenommen. Diese Bausteine sind im Rahmen der vorliegenden Arbeit die Stellschrauben, mit denen eine Schnittstellengestaltung entweder produktspezifisch (innere Konsistenz) oder plattformspezifisch (äußere Konsistenz) umgesetzt werden kann.

In den folgenden Gegenüberstellungen werden die Mercedes-Benz-Telematik-Generation 6 und die Telematik-Generation 5.5 jeweils mit den Guidelines Material Design und iOS Human Interface Guidelines verglichen. Herangezogen wurde jeweils die aktuellste verfügbare Version der jeweiligen Guideline zum Erstellungszeitpunkt des vorliegenden Abschnitts der Arbeit.

Die größten Unterschiede zwischen den Guidelines fallen bei der Schnittstellenarchitektur und der damit verbundenen Navigation und Benutzerführung auf. Daher werden diese detailliert beschrieben. Hinsichtlich der Bedienung von Android ist auf eine Besonderheit hinzuweisen. Im Gegensatz zu iOS stellt Android eine globale Bedienkomponente zur Verfügung, über die jederzeit zum letzten Schritt zurückgegangen werden kann. Bei älteren Geräten war dies eine physische Taste, die bei neueren Geräten als digitale Repräsentation am unteren Bildschirmrand eingeblendet wird (Google, o. J.b).

Unterschiede hinsichtlich der Interaktionselemente beschränken sich entweder auf das Design bestimmter Patterns oder auf die Ausrichtung von bestimmten Elementen. Hinsichtlich des graphischen Designs wird seitens Mercedes bei beiden untersuchten Generationen kein reduziertes Design verwendet, wohingegen iOS und Material Design bewusst auf stark reduziertes Design setzen. In der Analyse wurden bei NTG 5.5 nur die Konzepte der mobilen Touch-Variante betrachtet, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Die NTG-5.5-Patterns, die im Fahrzeug verwendet werden, sind nicht für eine Bedienung via Touch ausgelegt. Ihre Bedienung am Zentraldisplay erfolgte über den physischen Dreh-Drück-Steller für Fahrer und Beifahrer oder im Fond über eine physische Fernbedienung. Die leicht adaptierten Konzepte der COMAND-Touch-App waren hingegen auf Touchbedienung ausgerichtet und ließen sich so mit den Guidelines der Plattformen vergleichen.

Im Folgenden werden die drei Bausteine kurz beschrieben:

- Architektur der Benutzerschnittstelle: Damit sind die Aufteilung und die Struktur einer Benutzerschnittstelle gemeint. Mit Hilfe dieser Schnittstellenarchitektur wird das Navigieren durch die Anwendung, also die Führung des Benutzers

festgelegt. Es gibt unterschiedliche Konzepte, wie Schnittstellenarchitektur gestaltet werden kann. Im Folgenden wird die Architektur der Benutzerschnittstelle auch als Schnittstellenarchitektur oder kurz Architektur bezeichnet. Abzugrenzen ist dieser Begriff von der Softwarearchitektur und der Informationsarchitektur.

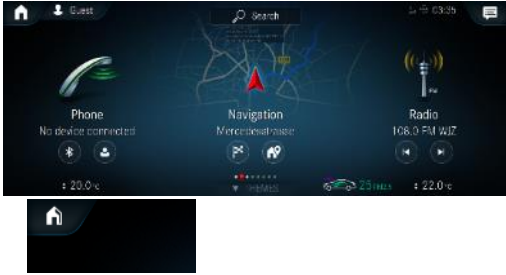
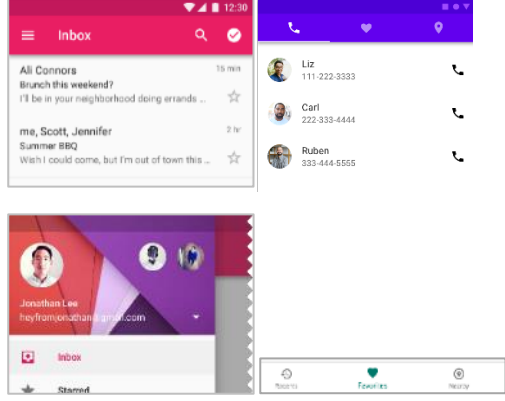

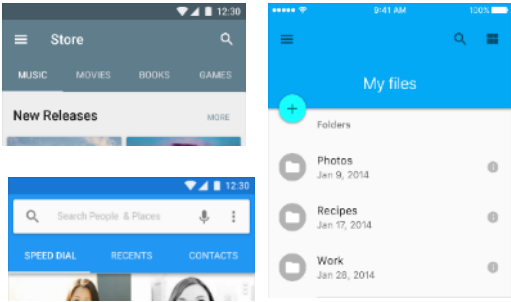
- **Interaktionselemente:** Interaktionselemente umfassen theoretisch alle graphischen Elemente einer Schnittstelle. Gemeint sind hier jedoch die Elemente, durch die ein Nutzer eine Funktion auslösen kann. Dies können beispielsweise das Aktivieren oder Deaktivieren von Einstellungen, aber auch die Regulierung der Lautstärke sein. Also sind hier vorwiegend Buttons, Sliders und weitere Elemente gemeint. Im Folgenden werden sie als funktionale Interaktionselemente oder kurz als Interaktionselemente bezeichnet.
- **Graphisches Design:** Das graphische Design umfasst Farben, Formen, Schrift, Icons und weitere gestalterische Elemente. Grundsätzlich gibt es unterschiedliche gestalterische Möglichkeiten und Stile ein graphisches Design umzusetzen. Gerade bei den mobilen Plattformen ist in den letzten Jahren zu beobachten, dass sich ein reduziertes graphisches Design, auch Flat Design genannt, etablieren konnte.

Im Folgenden werden die Gegenüberstellungen der Patterns präsentiert. Die Abbildungen der plattformspezifischen Patterns stammen jeweils von den Webseiten der Guidelines (Apple Inc., o. J.; Google, o. J.c). Die Abbildungen zu den Patterns den marken- und produktspezifischen Patterns von Mercedes-Benz stammen aus der Tätigkeit des Autors der vorliegenden Arbeit bei der Mercedes-Benz AG.

6.2.1 MBUX-UI-Patterns versus Material-Design-UI-Patterns

Im Folgenden werden die Schnittstellengestaltungsmuster (engl. user interface pattern, kurz UI-Pattern) des Produktes MBUX mit denen der Android-Plattform verglichen.

6.2.1.1 Architektur der Benutzerschnittstelle

	
<p>Navigieren auf der obersten Ebene</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Auf dem Homescreen sind alle Funktionsdomänen in Form von Symbolen (Kacheln) abrufbar • Außerdem können das Klimamenu, eine globale Suche, Profileinstellungen und Benachrichtigungen direkt aufgerufen werden • Das Häuschen-Symbol ist in jedem Screen jeder Hierarchieebene abrufbar, um zum Homescreen zurückzukommen 	<ul style="list-style-type: none"> • Navigation-Drawer (Hamburger-Menü) einzusetzen bei fünf oder mehr Top-Level-Domänen, geeignet für mobile Endgeräte, Tablet, Desktop • Bottom navigation bar – einzusetzen bei zwei bis fünf Top-Level-Domänen, nur für mobile Endgeräte • Tabs für mehr als zwei Domänen unabhängig von jeder Hierarchieebene einzusetzen, geeignet für mobile Endgeräte, Tablet, Desktop
	
<p>Inhalte wechseln</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Oberste Ebene einer Funktionsdomäne • Tabs mit spezifischen Inhalten je Tab • Listen mit spezifischen Untermenüs 	<ul style="list-style-type: none"> • Tabs mit spezifischen Inhalten je Tab • Listen mit spezifischen Untermenüs

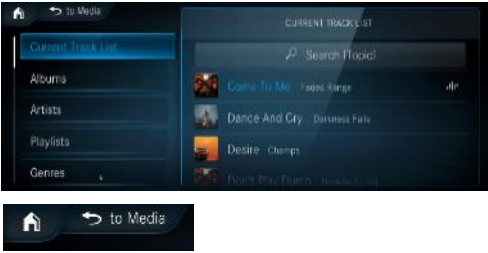
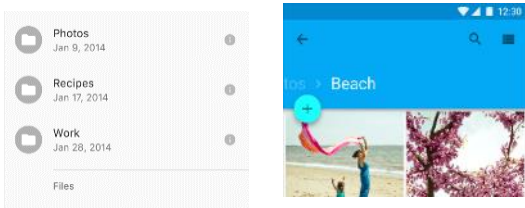
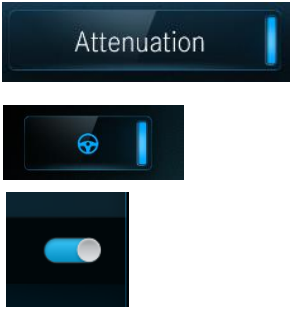

	<ul style="list-style-type: none"> Mit Hilfe eines optionalen Suchfeldes kann die Navigation innerhalb der aktuellen Ansicht schneller durchgeführt werden
	
<p>Navigieren auf unterster Ebene</p>	
<ul style="list-style-type: none"> Listen mit spezifischen Untermenüs Zurückpfeil in den Untermenüs und verschachtelten Submenüstrukturen Liste und Untermenüs gleichzeitig Übergeordneter Zurückpfeil, um jederzeit zum Basis-Screen der Funktionsdomäne zurückzugelangen 	<ul style="list-style-type: none"> Obere App-Navigationsleiste (top app bar) hilft den Nutzern sich zu orientieren Über Zurückpfeil in der oberen App-Navigationsleiste (top app bar) wird Zurückspringen zur nächst höheren Hierarchie- und Listenebene ermöglicht

Tabelle 16 – Vergleich der Schnittstellenarchitekturpatterns von NTG 6 und Material Design

6.2.1.2 Funktionale Interaktionselemente

	
<p>Funktionen aktivieren / deaktivieren</p>	


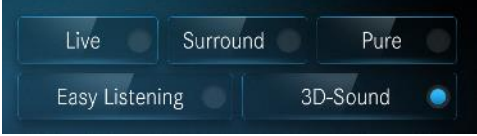

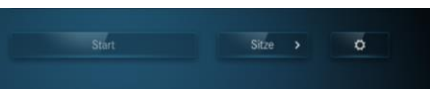
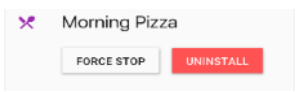
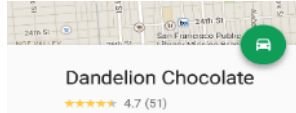

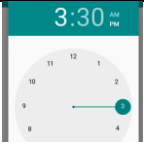
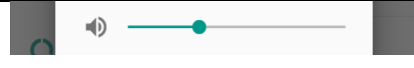
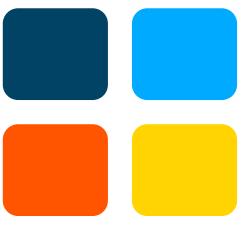
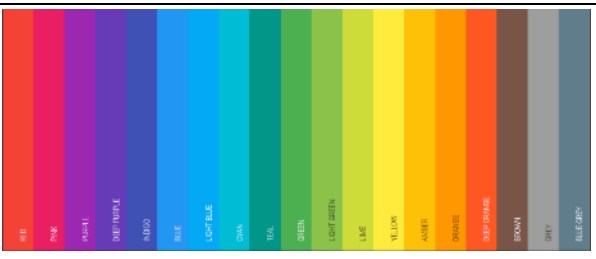
 	<p>Multiple check</p> <p>Option 1 <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Option 2 <input checked="" type="checkbox"/></p> <p>Option 3 <input type="checkbox"/></p> <p>Single check</p> <p>Option 1 <input checked="" type="radio"/></p> <p>Option 2 <input type="radio"/></p>
Single Choice und Multiple Choice	
 	 
Buttons	
	
Uhrzeit / Datum	
	
Slider	

Tabelle 17 – Vergleich der funktionalen Interaktionselemente von NTG 6 und Material Design

6.2.1.3 Graphisches Design

	
Primärfarben	

Formen und Icons	
<p>Example</p> <p>Example</p> <p>Example</p>	<p>Roboto</p> <p>Display 1</p> <p>Display 2</p> <p>Headline</p> <p>Title</p> <p>Body 1</p> <p>Body 2</p>
Schrift	

Tabelle 18 – Vergleich des graphischen Designs von NTG 6 und Material Design

6.2.2 MBUX-UI-Patterns versus iOS-UI-Patterns

Im Folgenden werden die UI-Patterns des Produktes MBUX mit denen der iOS-Plattform verglichen.

6.2.2.1 Architektur der Benutzerschnittstelle

Navigieren auf der obersten Ebene	
<ul style="list-style-type: none"> • Auf dem Homescreen sind alle Funktionsdomänen in Form von Symbolen (Kacheln) abrufbar • Außerdem können das Klimamenu, eine globale Suche, Profileinstellungen und Benachrichtigungen direkt aufgerufen werden 	<ul style="list-style-type: none"> • Tabbar im unteren Bildschirmbereich für die Navigation auf oberster Ebene, geeignet für Smartphones und Tablets • Page Controls als Alternative, aber nur für Seiten ohne jegliche Unterseiten


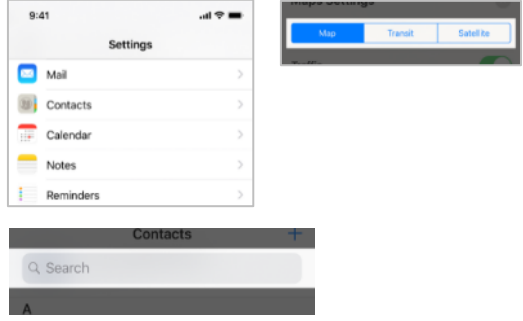
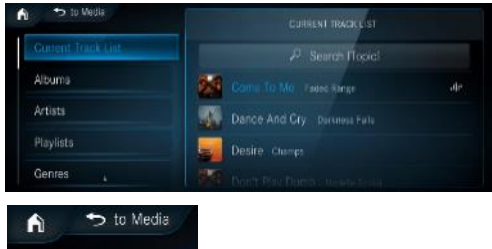

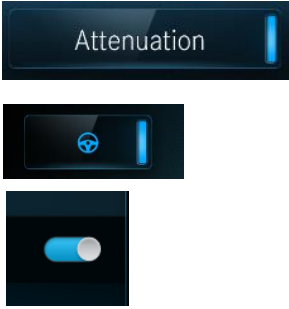
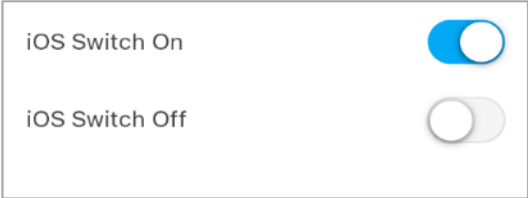
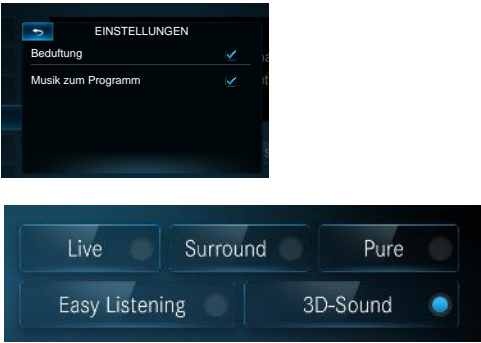
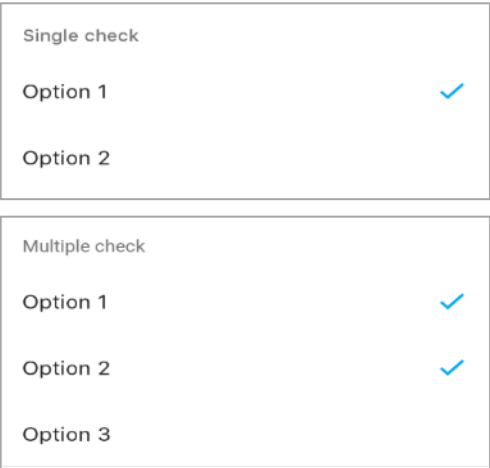
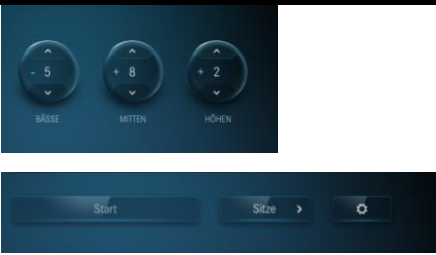
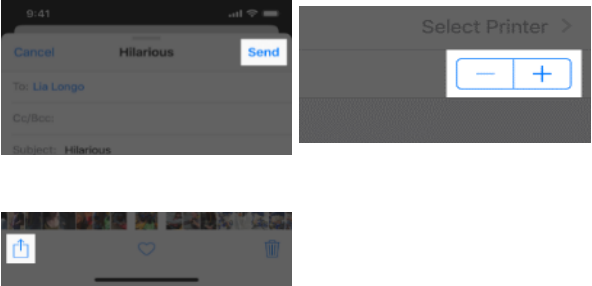
<ul style="list-style-type: none"> • Das Häuschen-Symbol ist in jedem Screen jeder Hierarchieebene abrufbar, um zum Homescreen zurückzukommen 	<ul style="list-style-type: none"> • Listenansichten für verschiedene Hierarchieebenen • Gleichzeitige Ansicht zweier App-Teile (Panels) mit Hilfe eines geteilten Bildschirms (Splitscreen)
	
<p>Inhalte wechseln</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Oberste Ebene einer Funktionsdomäne • Tabs mit spezifischen Inhalten je Tab • Listen mit spezifischen Untermenüs 	<ul style="list-style-type: none"> • Listenansichten für verschiedene Hierarchieebenen • Ansichten auf gleicher Ebene ändern durch Segmented Controls, geeignet für bis zu fünf Ansichten • Mit Hilfe eines optionalen Suchfeldes kann die Navigation innerhalb der aktuellen Ansicht schneller gemacht werden
	
<p>Navigieren auf unterster Ebene</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Listen mit spezifischen Untermenüs • Zurückpfeil in den Untermenüs und verschachtelten Submenüstrukturen • Liste und Untermenüs gleichzeitig • Übergeordneter Zurückpfeil, um jederzeit zum Basis-Screen der Funktionsdomäne zurückzugelangen 	<ul style="list-style-type: none"> • Bei verschachtelten Hierarchiestrukturen dient ein Zurückpfeil in der oberen Navigationsleiste (navigation bar) zum Zurückspringen innerhalb der Informationshierarchie

Tabelle 19 – Vergleich der Schnittstellenarchitekturpatterns von NTG 6 und iOS

6.2.2.2 Funktionale Interaktionselemente

	
<p>Funktionen aktivieren / deaktivieren</p>	
	
<p>Single Choice und Multiple Choice</p>	
	
<p>Buttons</p>	



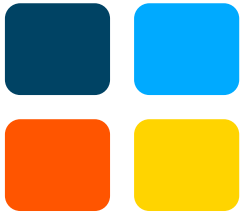

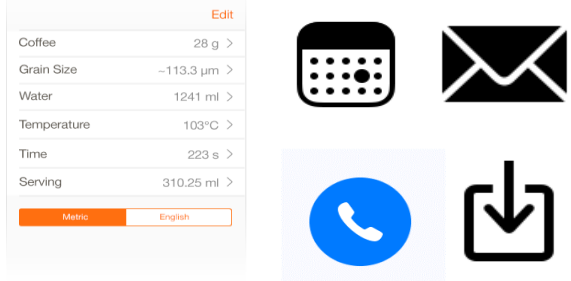
	<p>Date October 11, 2013 4:00 PM</p> <table border="1"> <tr><td>Tue Oct 8</td><td>1</td><td>57</td><td></td></tr> <tr><td>Wed Oct 9</td><td>2</td><td>58</td><td></td></tr> <tr><td>Thu Oct 10</td><td>3</td><td>59</td><td>AM</td></tr> <tr><td>Fri Oct 11</td><td>4</td><td>00</td><td>PM</td></tr> <tr><td>Sat Oct 12</td><td>5</td><td>01</td><td></td></tr> <tr><td>Sun Oct 13</td><td>6</td><td>02</td><td></td></tr> <tr><td>Mon Oct 14</td><td>7</td><td>03</td><td></td></tr> </table>	Tue Oct 8	1	57		Wed Oct 9	2	58		Thu Oct 10	3	59	AM	Fri Oct 11	4	00	PM	Sat Oct 12	5	01		Sun Oct 13	6	02		Mon Oct 14	7	03	
Tue Oct 8	1	57																											
Wed Oct 9	2	58																											
Thu Oct 10	3	59	AM																										
Fri Oct 11	4	00	PM																										
Sat Oct 12	5	01																											
Sun Oct 13	6	02																											
Mon Oct 14	7	03																											
Uhrzeit / Datum																													
	<p>BRIGHTNESS</p>  <p>Auto-Brightness</p>																												
Slider																													

Tabelle 20 – Vergleich der funktionalen Interaktionselemente von NTG 6 und iOS

6.2.2.3 Graphisches Design

	<table border="1"> <tr> <td>R 255 G 59 B 48 Red</td> <td>R 255 G 149 B 0 Orange</td> <td>R 255 G 204 B 0 Yellow</td> <td>R 76 G 217 B 100 Green</td> </tr> <tr> <td>R 90 G 200 B 250 Teal Blue</td> <td>R 0 G 122 B 255 Blue</td> <td>R 88 G 86 B 214 Purple</td> <td>R 255 G 45 B 85 Pink</td> </tr> </table>	R 255 G 59 B 48 Red	R 255 G 149 B 0 Orange	R 255 G 204 B 0 Yellow	R 76 G 217 B 100 Green	R 90 G 200 B 250 Teal Blue	R 0 G 122 B 255 Blue	R 88 G 86 B 214 Purple	R 255 G 45 B 85 Pink
R 255 G 59 B 48 Red	R 255 G 149 B 0 Orange	R 255 G 204 B 0 Yellow	R 76 G 217 B 100 Green						
R 90 G 200 B 250 Teal Blue	R 0 G 122 B 255 Blue	R 88 G 86 B 214 Purple	R 255 G 45 B 85 Pink						
Primärfarben									
									
Formen und Icons									



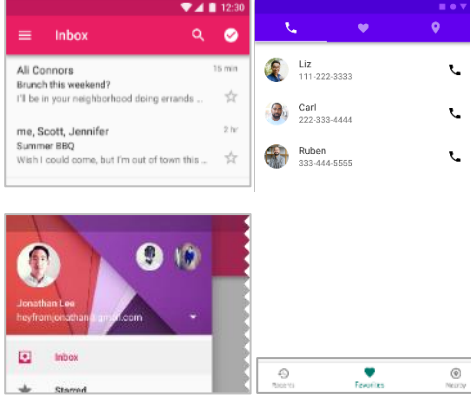
<p>Example</p> <p>Example</p> <p>Example</p>	<p>San Francisco</p> <p>Display 1</p> <p>Display 2</p> <p>Headline</p> <p>Title</p> <p>Body 1</p> <p>Body 2</p>
<p>Schrift</p>	

Tabelle 21 – Vergleich des graphischen Designs von NTG 6 und iOS

6.2.3 COMAND-Online-NTG-5.5-UI-Patterns versus Material-Design-UI-Patterns

Im Folgenden werden die UI-Patterns des Produktes COMAND-Online-NTG-5.5 mit denen der Android-Plattform verglichen.

6.2.3.1 Architektur der Benutzerschnittstelle

 	
<p>Navigieren auf der obersten Ebene</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Auf dem Homescreen sind alle Funktionsdomänen in Form von Symbolen (Kacheln) abrufbar • Das Häuschen-Symbol ist in jedem Screen jeder Hierarchieebene abrufbar, um zum Homescreen zurückzukommen • Einstellungen über das Zahnradsymbol erreichbar • Infobutton enthält rechtliche Hinweise 	<ul style="list-style-type: none"> • Navigation-Drawer (Hamburger-Menü) einzusetzen bei fünf oder mehr Top-Level-Domänen, geeignet für mobile Endgeräte, Tablet, Desktop • Bottom navigation bar – einzusetzen bei zwei bis fünf Top-Level-Domänen, nur für mobile Endgeräte • Tabs für mehr als zwei Domänen unabhängig von jeder Hierarchieebene einzusetzen, geeignet für mobile Endgeräte, Tablet, Desktop

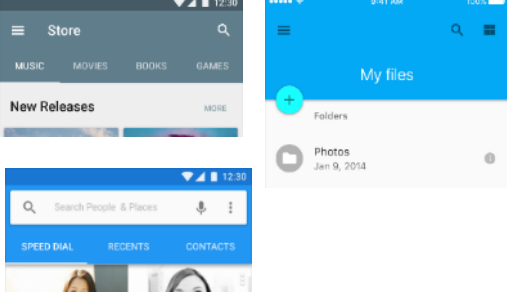

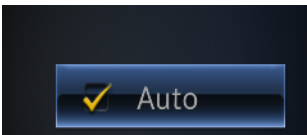
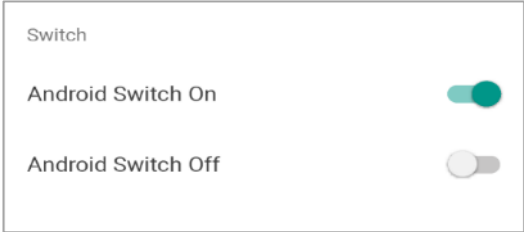
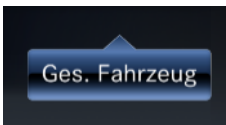
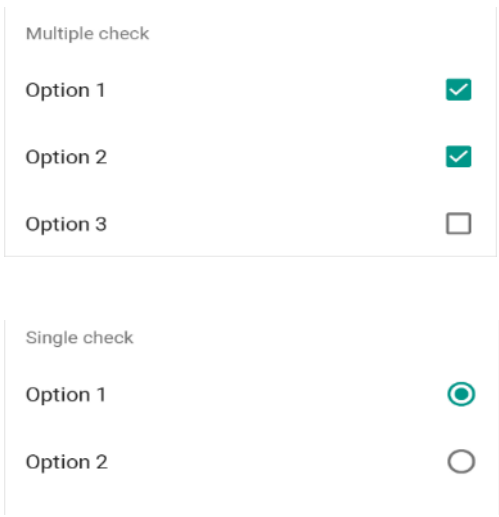
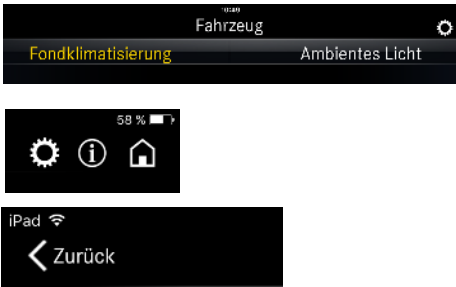
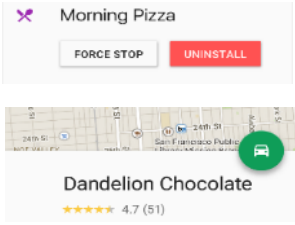

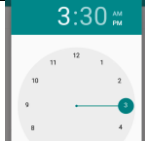


	
<p>Inhalte wechseln</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Tabs mit einzigartigen spezifischen Inhalten oder Funktionen je Tab 	<ul style="list-style-type: none"> • Tabs mit einzigartigen spezifischen Inhalten je Tab • Listen mit spezifischen Untermenüs
	
<p>Navigieren auf unterster Ebene</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Über Zurückpfeil in der oberen App-Navigationsleiste wird Zurückspringen zur nächst höheren Hierarchie- und Listenebene ermöglicht 	<ul style="list-style-type: none"> • Top app bar hilft den Nutzern sich zu orientieren • Über Zurückpfeil in der oberen App-Navigationsleiste (top app bar) wird Zurückspringen zur nächst höheren Hierarchie- und Listenebene ermöglicht

Tabelle 22 – Vergleich der Schnittstellenarchitekturpatterns von NTG 5.5 und Material Design

6.2.3.2 Funktionale Interaktionselemente

	
<p>Funktionen aktivieren / deaktivieren</p>	
	
<p>Single Choice und Multiple Choice</p>	
	
<p>Buttons</p>	
	
<p>Uhrzeit / Datum</p>	
	

Slider	

Tabelle 23 – Vergleich der funktionalen Interaktionselemente von NTG 5.5 und Material Design

6.2.3.3 Graphisches Design




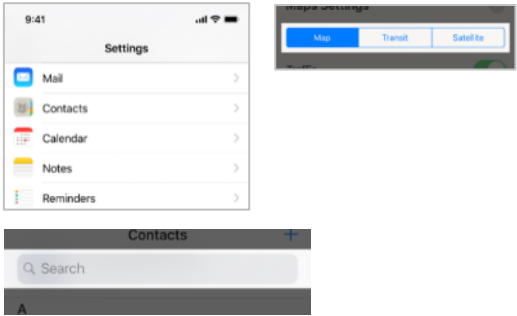
Primärfarben	
Formen und Icons	
<p>Example</p> <p>Example</p> <p>Example</p>	<p>Roboto</p> <p>Display 1</p> <p>Display 2</p> <p>Headline</p> <p>Title</p> <p>Body 1</p> <p>Body 2</p>
Schrift	

Tabelle 24 – Vergleich des graphischen Designs von NTG 5.5 und Material Design

6.2.4 COMAND-Online-NTG-5.5-UI-Patterns versus iOS-UI-Patterns

Im Folgenden werden die UI-Patterns des Produktes COMAND-Online-NTG-5.5 mit denen der iOS-Plattform verglichen.

6.2.4.1 Architektur der Benutzerschnittstelle

	
<p>Navigieren auf der obersten Ebene</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Auf dem Homescreen sind alle Funktionsdomänen in Form von Symbolen (Kacheln) abrufbar • Das Häuschen-Symbol ist in jedem Screen jeder Hierarchieebene abrufbar, um zum Homescreen zurückzukommen • Einstellungen über das Zahnradsymbol erreichbar • Infobutton enthält rechtliche Hinweise 	<ul style="list-style-type: none"> • Tabbar im unteren Bildschirmbereich für die Navigation auf oberster Ebene, geeignet für Smartphones und Tablets • Page Controls als Alternative, aber nur für Seiten ohne jegliche Unterseiten • Listenansichten für verschiedene Hierarchieebenen • Gleichzeitige Ansicht zweier App-Teile (Panels) mit Hilfe eines geteilten Bildschirms (Splitscreen)
	
<p>Inhalte wechseln</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Tabs mit einzigartigen spezifischen Inhalten oder Funktionen je Tab 	<ul style="list-style-type: none"> • Listenansichten für verschiedene Hierarchieebenen • Ansichten auf gleicher Ebene ändern durch Segmented Controls, geeignet für bis zu fünf Ansichten • Mit Hilfe eines optionalen Suchfeldes kann die Navigation innerhalb der aktuellen Ansicht schneller gemacht werden

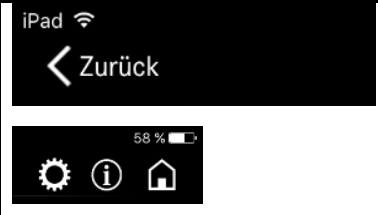
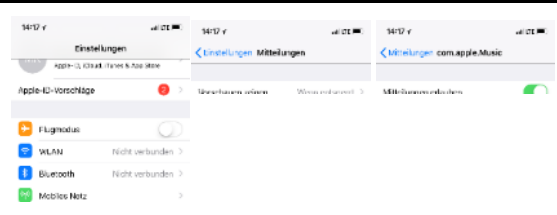
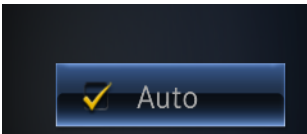
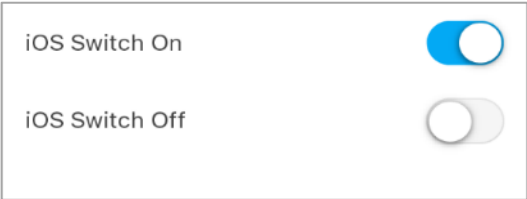
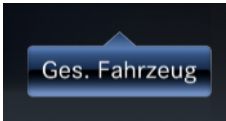
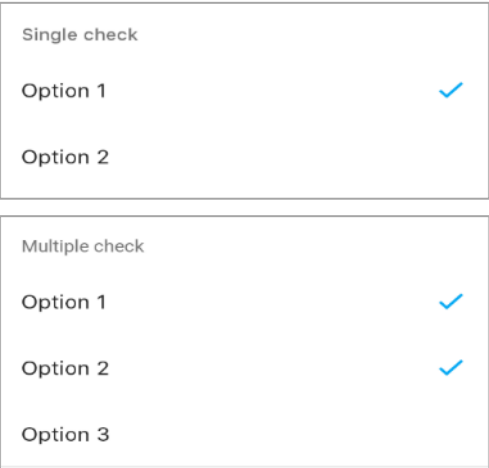
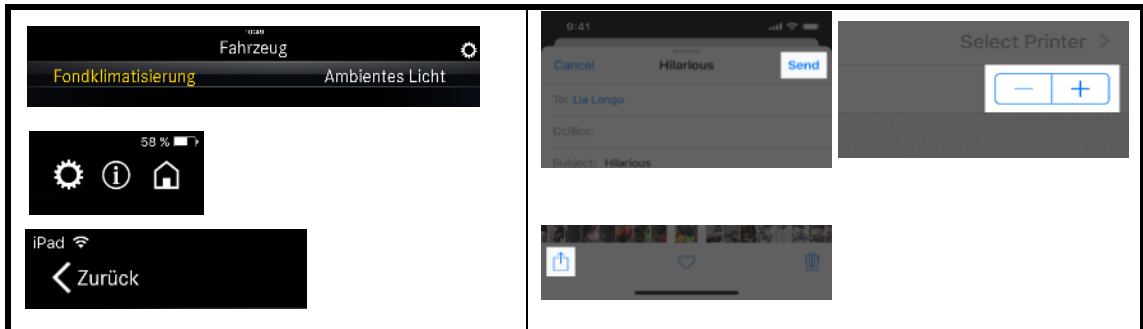
	
Navigieren auf unterster Ebene	
<ul style="list-style-type: none"> Über Zurückpfeil in der oberen App-Navigationsleiste wird Zurückspringen zur nächsthöheren Hierarchie- und Listenebene ermöglicht 	<ul style="list-style-type: none"> Bei verschachtelten Hierarchiestrukturen dient ein Zurückpfeil in der oberen Navigationsleiste (navigation bar) zum Zurückspringen innerhalb der Informationshierarchie

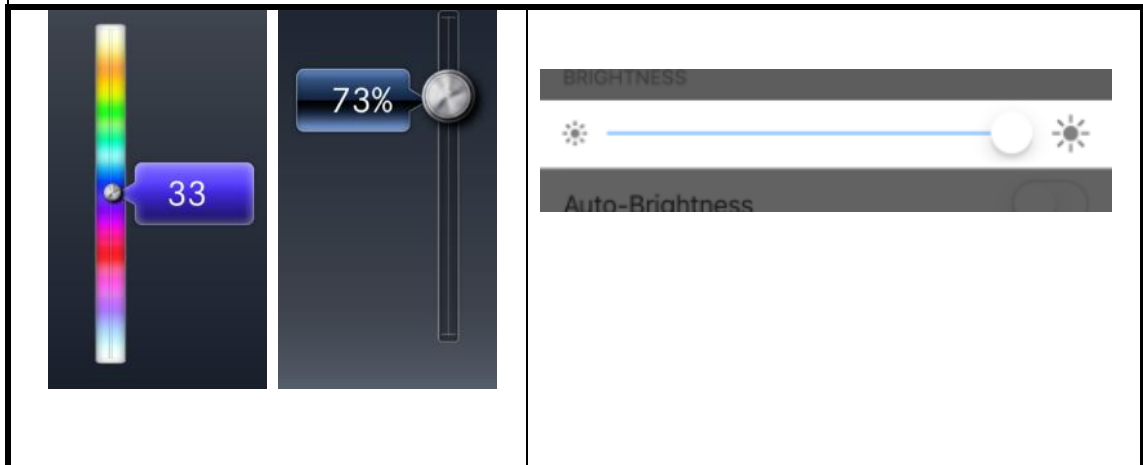
Tabelle 25 – Vergleich der Schnittstellenarchitekturpatterns von NTG 5.5 und iOS

6.2.4.2 Funktionale Interaktionselemente

	
Funktionen aktivieren / deaktivieren	
	
Single Choice und Multiple Choice	



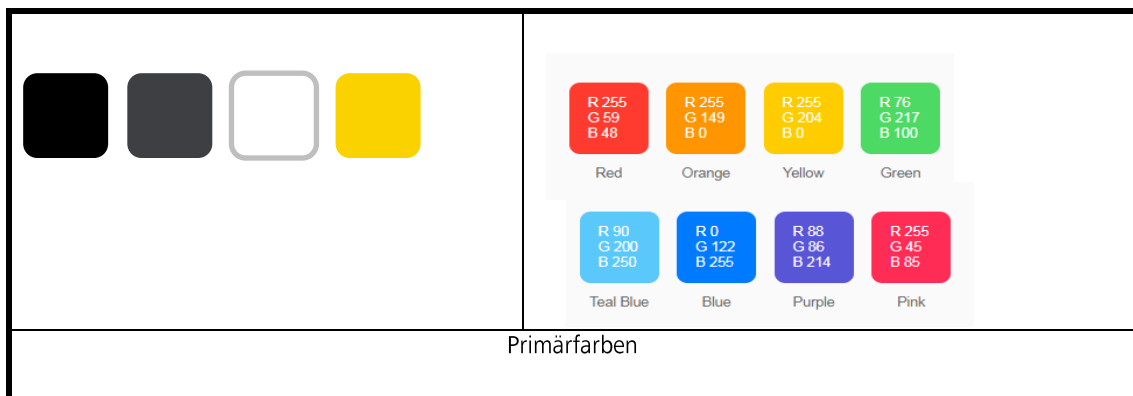
Buttons



Slider

Tabelle 26 Vergleich der funktionalen Interaktionselemente von NTG 5.5 und iOS

6.2.4.3 Graphisches Design



Primärfarben

Formen und Icons	
<p>Example</p> <p>Example</p> <p>Example</p>	
Schrift	

Tabelle 27 – Vergleich des graphischen Designs von NTG 5.5 und iOS

Wie beschrieben, werden in den HMI Guidelines hauptsächlich drei große Bausteine einer Schnittstelle behandelt: Die Architektur der Benutzerschnittstelle, die funktionalen Interaktionselemente und das graphische Design. Die jeweilige Plattform bietet eine Reihe von Vorgaben, mit deren Hilfe Apps konzipiert werden können. Dadurch, dass es sich jedoch nicht um strikte Vorschriften handelt, lassen die Guidelines auch gewisse Spielräume. Entwickler können ihren Apps so einen spezifischen und einzigartigen Charakter verleihen. UX-Designer stehen also vor der Herausforderung zu entscheiden, wie stark sie sich an den Guidelines orientieren und wie stark sie eigene Charakteristika innerhalb einer App unterbringen. Neben den angeschnittenen Themen gibt es eine Reihe weiterer Themen (Animationen, Accessibility, spezielle Bedienungsmuster), die in den Guidelines behandelt werden. Darüber hinaus bietet Material Design eine eigene Sektion zum Thema cross-platform an, die sich mit der Darstellung und Adaption zwischen Android und iOS beschäftigt (Google, o. J.a). Eine Multi-Device-Sektion ist sowohl bei

iOS als auch bei Material Design für Android nicht zu finden. Mit Hilfe der Analyse der Guidelines und einer Gegenüberstellung der jeweiligen Konzepte hinsichtlich der Gestaltung wurde die Grundlage für die Low-Fidelity-Prototypen (Mock-Ups) von Studie 3 gelegt.

6.2.5 Analyse der Gegenüberstellung

Die Gegenüberstellung der Patterns zeigt, dass sich die Patterns der beiden mobilen Plattformen dadurch auszeichnen, dass sie eine schnelle horizontale Navigation unterstützen. Damit kann zwischen den Top-Level-Domänen schnell gewechselt werden. Demgegenüber zeichnen sich die Mercedes-Benz-UI-Patterns beider analysierter Generationen durch eine siloartige Navigationsstruktur aus. Dabei wird ein Top-Down-Ansatz verfolgt, bei dem immer tiefer in die Menüstruktur vorgedrungen wird. Charakteristischer Ausgangspunkt dafür ist jeweils der Homescreen. Diese starre Schnittstellenarchitektur ist auch den gesetzlichen Anforderungen geschuldet. Es bleibt zu konstatieren, dass diese Strukturen zugunsten einer fahrzeuginternen Konsistenz auch im Fondbereich angewendet werden, obwohl hier die gesetzlichen Bestimmungen nicht greifen, da die Passagiere nicht mit der Fahraufgabe betraut sind.

Die graphischen Designs der beiden mobilen Plattformen sind sich ebenfalls ähnlicher im Vergleich zum graphischen Design der fahrzeuginternen Mercedes-Benz-UI. Die mobilen Plattformen setzen generell auf ein reduziertes Design mit kräftigen Farben und auf zweidimensionale Icons. Das graphische Design von Mercedes-Benz zeichnet sich in beiden Generationen dadurch aus, dass eher gedeckte Farben verwendet und bei den Icons detailreiche dreidimensional wirkende Icons eingesetzt werden.

Hinsichtlich der funktionalen Elemente lassen sich bei allen drei UI-Systemen Gemeinsamkeiten feststellen. Dennoch sind sich auch hier die mobilen Plattformen ähnlicher, Mercedes-Benz hat ganz eigene kontextspezifische UI-Elemente entwickelt. Diese abstrahieren von den gewohnten Patterns mobiler Plattformen. Gleichzeitig sind es diese Besonderheiten, die den produktspezifischen Charakter der UI ausmachen. Auch wenn beide mobilen Plattformen jeweils eigene Patterns hervorgebracht haben, so sind sich diese wesentlich ähnlicher im Vergleich zu den Mercedes-Benz-UI-Patterns.

7 Studie 3: Verifikation der Forschungsfrage aus Nutzersicht

In der ersten Studie konnte gezeigt werden, dass es für UI- und UX-Designer bei MDCP-Anwendungen ungelöste Fragen hinsichtlich der Konzeptentwicklung gibt (siehe Abschnitt 3.3). Eine der zentralen Fragen ist dabei, ob die Schnittstellen auf den beteiligten Geräten möglichst identisch, teilweise identisch und teilweise angepasst oder möglichst angepasst an spezifische Plattform-Patterns sein müssen. Aus Expertensicht lassen sich für jeden Schnittstellengestaltungsansatz zwischen höchster innerer Konsistenz (maximale Produktkonsistenz) und höchster äußerer Konsistenz (maximale plattformspezifische Anpassungen) Vor- und Nachteile finden. Daher kann die Frage nach der bestmöglichen Gestaltung nur durch potentielle Nutzer geklärt werden. Diesen Untersuchungen widmen sich die Studien 3, 4 und 5.

7.1 Ziel und Rahmen von Studie 3

Der Fokus bei dieser Studie liegt darauf herauszufinden, ob und welche plattformspezifischen Anpassungen einer Schnittstelle aus Nutzersicht sinnvoll sind. Damit wird die Grundannahme verifiziert, dass die äußere Konsistenz im Kontext einer MDCP-Umgebung nützlich ist. Daher muss die Nützlichkeit von plattformspezifischen Anpassungen im Allgemeinen und die Nützlichkeit von konkreten plattformspezifischen Anpassungen mit Hilfe von Nutzertests evaluiert werden. Werden die plattformspezifischen Anpassungen von Probanden und damit die Erhöhung der äußeren Konsistenz als hilfreich bewertet, so kann die bisherige Ausrichtung des Forschungsvorhabens als verifiziert gelten. Dabei wird geklärt, ob auch aus Nutzersicht unterschiedliche Schnittstellengestaltungen zugunsten einer optimierten Bedienung je Gerät, aber zu Lasten einer Einheitlichkeit der Schnittstellen einer MDCP-Anwendung tatsächlich sinnvoll sind. Dazu wurde die Forschungsfrage 3 mit den entsprechenden Teilfragen 3 a) – 3 h) gestellt:

- 3) Ist das Forschungsvorhaben aus Nutzersicht prinzipiell relevant? Sollten plattformspezifische Anpassungen für BYOD-Schnittstellen im Kontext einer MDCP-Anwendung weiter untersucht werden?
 - a. *Sind BYOD-Schnittstellen im Kontext einer MDCP-Applikation durch das Verwenden von plattformspezifischen Patterns hilfreicher gegenüber produktspezifischen Patterns?*

- b. *Gibt es für BYOD-Schnittstellen im Kontext einer MDCP-Applikation Unterschiede hinsichtlich der Nützlichkeit der einzelnen plattformspezifischen Patterns gegenüber produktspezifischen? Gibt es bessere und schlechtere plattformspezifische Anpassungen? Können bestimmte plattformspezifische Anpassungen für weitere Studien ausgeschlossen werden?*
- c. *Welche BYOD-Schnittstellengestaltung favorisieren die Nutzer in Kombination mit der vorgegebenen produktspezifischen UI-Gestaltung im Kontext eines MDCP-Ökosystems? Wird eine konsistente Variante für das BYOD seitens der Nutzer favorisiert?*
- d. *Erkennen Nutzer einen Mehrwert in plattformspezifischen Anpassungen eines der Geräte in einer MDCP-Umgebung, auch wenn dadurch zwei unterschiedliche UI-Designs einer Anwendung entstehen und erfahrbar sind?*
- e. *Haben plattformspezifische Anpassungen negative Auswirkungen auf die Stimmigkeit der gesamten MDCP-Anwendung? Verringert sich die Stimmigkeit der Gesamtanwendung mit steigendem Grad der Anpassungen der BYOD-Schnittstelle? Sind die besonders stimmigen plattformspezifischen Anpassungen gleichzeitig die Favoriten der Teilnehmer?*
- f. *Verändert sich die Auswahl der favorisierten BYOD-Schnittstelle im MDCP-Kontext gegenüber dem Single-Device-Kontext?*
- g. *Gibt es hinsichtlich der Bewertung signifikante Unterschiede zwischen iOS-Nutzern und Android-Nutzern?*
- h. *Beeinflussen die Faktoren Alter und Vorerfahrung die Akzeptanz von plattformspezifischen Anpassungen in einem MDCP-Ökosystem?*

Um möglichst realistische Ergebnisse zu generieren, wurde von Anfang an geplant, die Durchführung der Studie innerhalb des tatsächlichen Einsatzgebiets stattfinden zu lassen. Das untersuchte MDCP-Ökosystem besteht in der Realität aus einem oder mehreren fest verbauten Displays im Fahrzeug und einer dazu passenden Applikation auf einem BYOD. Prinzipiell umfasst diese Kategorie der BYOD sowohl Smartphones als auch Tablets und deren Applikationen. Für diese Studie wurde festgelegt, dass die Schnittstellen, aus denen das MDCP-Ökosystem nachgebildet wird, für alle zu testenden Varianten gleich groß sind. So wurden Seiteneffekte vorab eliminiert, die durch einen möglichen Größenunterschied der zu vergleichenden Schnittstellen ausgelöst werden könnten. Die Displays im Fond haben zwar je Hersteller unterschiedliche Größen, jedoch bewegen sie sich alle im Bereich eines handelsüblichen Tablets. Daher wurde die Größe der erstellten Prototypen an das Format eines Tablets angeglichen. Das bedeutet, dass für den Test dieser Studie für den Fond-Entertainment-System-Display und für das BYOD jeweils ein Tablet verwendet wurde. Innerhalb der Studie wurden den Probanden verschiedene Varianten für die BYOD-Schnittstelle eines Fond-Entertainment-Systems vorgelegt. Diese BYOD-Schnittstellengestaltungsvarianten wurden ausschließlich in Kombination mit der bestehenden produktspezifischen Schnittstellengestaltung des Fond-Entertainment-System-Displays seitens der Nutzer beurteilt. Das bedeutet, dass die BYOD-Schnittstellen nicht isoliert, sondern immer im Kontext der MDCP-Anwendung bewertet wurden.

Für die Prototypenerstellung ergeben sich mehrere Möglichkeiten. Es können hier entweder verschiedene gezeichnete Entwürfe oder mit Hilfe von Visualisierungssoftware digitale Attrappen, so genannte Mock-Ups verwendet werden. Gezeichnete Entwürfe haben den Vorteil, dass sich die Probanden nicht vom subjektiven Geschmacksempfinden bei Farben und Formen ablenken lassen, sondern sich so mehr auf die tatsächlichen Inhalte konzentrieren. Da das graphische Design innerhalb der Anforderungsanalyse seitens der Experten als ein wichtiger Baustein der Gestaltung identifiziert wurde, sind gezeichnete Entwürfe jedoch als nachteilig eingestuft worden. Ein weiteres Argument gegen gezeichnete Entwürfe war, dass nicht nur eine sondern mehrere Oberflächen innerhalb der MDCP-Umgebung verglichen werden. Zwei gezeichnete Entwürfe miteinander zu vergleichen und dabei ein Zusammenspiel der beiden zu antizipieren, erfordert ein hohes Maß an Vorstellungskraft für die Probanden der Studie. Da dieses Zusammenspiel bei einer Bewertung einer Schnittstelle innerhalb eines MDCP-

Ökosystems aber zwingend seitens der Probanden berücksichtigt werden muss, wurden gezeichnete Entwürfe abgelehnt. Im Umkehrschluss wurde daher bei der Prototypenerstellung für diese Studie den digitalen Mock-Ups im Stil des tatsächlichen Fond-Entertainment-Systems der Vorzug gegeben. Durch das Verwenden der digitalen Prototypen auf Tablets konnte der Abstraktionsgrad gemindert werden. Auch wenn dies für den Entstehungsprozess einen höheren Aufwand bedeutete, wurden die Mock-Ups mit Hilfe des Design-Werkzeugs Sketch der Firma Bohemian Coding erstellt.

Von Anfang an war für die Schnittstellen auf den BYOD geplant, jeweils eine Android-spezifische und eine iOS-spezifische Variante zu erstellen. Für den Testaufbau bedeutete dies, dass es ein Gerät mit iOS-Betriebssystem und ein Gerät mit Android-Betriebssystem geben muss. Dort werden jeweils für die korrespondierenden Probandengruppen iOS-Nutzer und Android-Nutzer die verschiedenen Mock-Ups ihrer jeweiligen Plattform verfügbar gemacht. Für die fest verbaute Schnittstelle sollte auf ein Display des tatsächlichen Fond-Entertainment-Systems im Fahrzeug zurückgegriffen werden. Das Display des Fond-Entertainment-Systems war jedoch nicht touchbasiert. Daher wurde aus Gründen der Vergleichbarkeit die Verwendung des aktuellen Fond-Entertainment-Systems für diese Studie als nicht tauglich eingestuft. Als Lösung für dieses Problem wurde eine Halterung im Fahrzeug installiert, mit deren Hilfe ein weiteres Tablet am Vordersitz fixiert wurde (siehe Abbildung 20). Das am Vordersitz montierte Tablet, das ein originales Fond-Entertainment-System-Display ersetzte, war genau so groß wie das bereitgestellte portable BYOD-Tablet. Auf diesem montierten Tablet wurde die verfügbare Fond-Entertainment-System-App mit den produktspezifischen UI-Konzepten des Herstellers installiert und mit dem Fahrzeug verbunden. Diese App war durchgehend auf dem montierten Gerät zu sehen, das als neues Fond-Entertainment-System-Display in der Studie fungierte. Somit war die Vergleichbarkeit bei dem neu geschaffenen Fond-Entertainment-System-Display und dem BYOD gegeben. Beide Geräte waren somit touchbasiert. Das eigentliche Betriebssystem des montierten Tablets (hier iOS) war für die Teilnehmenden zu keiner Zeit sichtbar. Das montierte Tablet konnte nicht aus der Halterung entnommen werden. Die spezifischen BYOD-Varianten waren nur auf dem portablen Gerät zu sehen (siehe Abbildung 20). Um innerhalb der Studie ein mög-

lichst breites Feld an Testpersonen akquirieren zu können, wurde mit dem bereits veröffentlichten Serienstand des Mercedes-Benz-COMAND-Online-NTG-5.5-Fond-Entertainment-Systems gearbeitet.



Abbildung 20 – Testaufbau Studie 3. Montiertes Tablet am Vordersitz, portables Gerät wird von der Probandin gehalten

7.2 Entstehung der Testunterlagen

Zunächst wurden acht verschiedene Prototypen als mögliche Varianten für die BYOD-Schnittstellengestaltung identifiziert. Diese setzen sich aus den verschiedenen Kombinationsmöglichkeiten der Bausteine und ihren Ausprägungen zusammen. Vor Beginn des Gestaltungsprozesses der Mock-Ups wurden ein Workshop, eine Expertenevaluation und ein Pretest zur eigentlichen Studie durchgeführt.

7.2.1 Experten-Workshop zur Erstellung der initialen Testunterlagen

Vor der Studie wurde festgelegt, dass diese mit Hilfe eines eigenen Fragebogens durchgeführt wird. Als Ausgangspunkt für die Erarbeitung wurden Bewertungen über semantische Differenziale gewählt. Diese werden bei standardisierten UX-Methoden wie AttrakDiff oder UEQ ebenfalls zur Bewertung verwendet. Zur Erarbeitung der semantischen Differenziale wurde ein Workshop mit zehn Domänenexperten durchgeführt. Alle Experten verfügen über spezifisches Wissen hinsichtlich der geräte- und plattformübergreifenden UI-Konzepterstellung im Automotive-Bereich und über eine mehrjährige Praxis. Aus Gründen der Geheimhaltung konnten ausschließlich Experten gewonnen werden, die Mitarbeiter der Mercedes-Benz AG sind. Ihr spezifisches Wissen und ihre Erfahrung sollten direkt in die Konzeption der semantischen Differenziale und der ersten Testunterlagen einfließen. Verifiziert und verbessert wurden diese Testunterlagen in zwei weiteren Iterationen. Diese waren:

- Eine Expertenanalyse mit acht weiteren Workshop-unabhängigen UI-Experten und eine erste Überarbeitungsphase der Testunterlagen (siehe dazu Abschnitt 7.2.3),
- ein Pretest mit 12 domänenunabhängigen Pretestkandidaten und eine zweite Überarbeitungsphase der Testunterlagen (siehe dazu Abschnitt 7.2.4).

Der in diesem Abschnitt beschriebene Expertenworkshop diente ausschließlich zur Erarbeitung der semantischen Differenziale und der initialen Gestaltung der Testunterlagen. Er gliederte sich in zwei Teile, die mit der Erarbeitung der semantischen Differenziale verknüpft sind.

Der Begriff semantische Differenziale und die damit verbundene Methodik gehen auf Osgood (1952) und Osgood, Suci und Tannenbaum (1957) zurück und wurden seither in den unterschiedlichsten Wissenschaftsbereichen angewendet. Ein Wort, Gegenstand oder Sachverhalt wird dabei von Probanden mit Hilfe von vorgegebenen skalierten Gegensatzpaaren, den Differenzialen, eingestuft (Eck, 1982, S. 58). Bipolare Adjektive werden dabei als Ende eines Spektrums angeordnet und der Befragte muss seine Bewertung mit Hilfe dieses Spektrum (meist siebenstufig) vornehmen (Butz & Krüger, 2017, S. 122). Bei der Erstellung können verschiedene Techniken angewendet werden. Bergler (1975, S. 20) macht deutlich, dass die Beurteilungskriterien, die den semantischen Differenzialen zugrunde liegen, nicht durch Selbstbefragung des Versuchsleiters

entstehen sollen. Vielmehr muss sichergestellt werden, dass bei der Sammlung von möglichen Differenzialen die relevanten Beurteilungsmerkmale für den jeweiligen Bereich gefunden werden, also dass die Differenziale konzeptadäquat sind (Bergler, 1975, S. 21). Eck (1982, S. 60) weist die Forderung von Micko (1962) hinsichtlich der Konstruktion der semantischen Differenziale als nicht realisierbar zurück. Laut Micko (1962, S. 245) sollen die semantischen Differenziale eine repräsentative Stichprobe jener Beurteilungskriterien darstellen, die Befragte zur Beschreibung der untersuchten Beurteilungsgegenstände verwenden. Eck (1982, S. 60) zweifelt dabei die Möglichkeit an, eine tatsächlich repräsentative Auswahl vor dem Hintergrund einer unbekanntem Grundgesamtheit zu treffen. In diesem Zusammenhang verweist Eck (1982, S. 60) darauf, dass die Konstruktion von semantischen Differenzialen eine im Entdeckungs- bzw. Auffindungskontext liegende, kreative Angelegenheit ist, bei der eine Anwendung objektiver Validitätskriterien nicht möglich ist. Weiter führt er aus, dass es keine verbindliche und allseits akzeptierte Methode zur Auswahl der semantischen Differenziale gibt (Eck, 1982, S. 60).

In der vorliegenden Arbeit wurden daher in der ersten Phase zunächst Assoziationen mit den Experten zum Thema MDCP-Schnittstellen gesammelt und dadurch die relevanten Beurteilungsebenen gesammelt. Dieses Vorgehen entspricht der Konzeptphase von Bergler (1975, S. 25) zur Auffindung geeigneter Differenziale. Dazu wurde ein Cognitive Walkthrough mit einem MDCP-Produkt durchgeführt (siehe unten). Im zweiten Schritt wurde mit den Experten ein Item-Pool gebildet und die geeigneten Items ausgewählt. Dieses expertenbasierte Vorgehen ist in den HMI-nahen Wissenschaften häufiger anzutreffen (Hassenzahl, Burmester & Koller, 2003, S. 190; vgl. Hinderks, Schrepp, Rauschenberger, Olschner & Thomaschewski, 2012; Laugwitz, Schrepp & Held, 2006). Vom Autor der vorliegenden Arbeit wurde die Validierung mit Hilfe eines Expertenreviews und eines Pretests als ausreichend angesehen, da es sich um einen ad-hoc Fragebogen handelt.

Im Vorfeld wurden daher als Ziele des Workshops zwei Punkte festgehalten:

- Mit Hilfe der Experten sollen Kategorien gefunden werden, mit deren Hilfe eine systematische Analyse und eine Bewertung von MDCP-Anwendungsschnittstellen möglich ist (Konzeptanalyse).

- Mit Hilfe der Experten sollen die Grundlagen für geeignete Testunterlagen der Studie geschaffen werden (Entwicklung
- der semantischen Differenziale).

In MDCP-Anwendungen mit mehreren zusammengehörigen Schnittstellen wird methodisch betrachtet kein A/B Vergleich durchgeführt, sondern ein System bewertet, das sich über mehrere Schnittstellen hinweg erstreckt. Für eine solche Bewertung fehlen bisher standardisierte Methoden (Dong et al., 2016). Es geht dabei um die systematische Erfassung der aus Nutzersicht relevanten Aspekte, die ein MDCP-System betreffen. Bei klassischen Usability- und UX-Evaluationen steht vor allem *ein* Produkt auf *einem* Gerät im Fokus. Bei einem A/B Vergleich werden zwei Gestaltungslösungen für *eine* Anwendung verglichen. Im MDCP-Umfeld wird *eine* Anwendung auf *mehreren* Geräten evaluiert. Dabei müssen Aspekte wie Zusammengehörigkeit und je nach Art der Anwendung auch gegebenenfalls Aspekte wie das Zusammenspiel der Geräte betrachtet werden. Solche Aspekte werden von bestehenden *Frameworks* oder *Best Practices* aufgegriffen. Diese sind jedoch entweder so allgemein gehalten, dass sie als Heuristik wenig Aussagekraft zur Verbesserung liefern oder sie sind so fallspezifisch, dass sie kaum auf andere Projekte angewendet werden können. Daher musste ein Workshop und kein Experten-Review durchgeführt werden. Für die geplante Studie sind eine Methode und ein Werkzeug erforderlich, die es erlauben, einen Vergleich von verschiedenen Schnittstellengestaltungslösungen durchzuführen und deren jeweilige Verwendbarkeit im Kontext der gesamten MDCP-Anwendung zu überprüfen. Hierbei muss angemerkt werden, dass aufgrund der Art der Studie, ohne funktionierende Prototypen, Aspekte der Interoperabilität und die Features nicht betrachtet wurden. Dies war jedoch nicht der Fokus dieser Studie.

Um die relevanten Aspekte für die Evaluationsmethode einer MDCP-Anwendung zu generieren, wurde zunächst mit den Experten ein *Cognitive Walkthrough* durch ein aktuelles Produkt gemacht. Wie in Allen und Chudley (2012, S. 145) beschrieben, wurden die zwei Hauptnutzergruppen für das System kurz umrissen. Die erste Gruppe sind Kinder, Jugendliche oder seltener auch erwachsene Mitfahrer, die gemeinsam mit Fahrer und Beifahrer im Fahrzeug unterwegs sind. Die zweite Nutzergruppe sind Geschäftsleute, die vom eigenen Personal gefahren werden. Beide Nutzergruppen nutzen Kom-

fort- und Entertainmentfunktionen, die Geschäftsleute zusätzlich Office- und Telefonfunktionen. Persönliche BYOD werden von beiden Gruppen vor, während und nach der Fahrt genutzt. Zur Veranschaulichung des Benutzungskontexts wurde mit Hilfe zweier Tablets das reale Setting nachempfunden. Wie im Kontext der Benutzung nahm der Leiter des Workshops das eine Tablet in die Hand, das andere stand in einer Halterung für alle gut sichtbar auf dem Tisch. Zunächst war auf beiden Tablets eine identische Benutzerschnittstellengestaltung für ein Fond-Entertainment-System zu sehen. Im zweiten Schritt war auf dem portablen Tablet ein zweite unterschiedliche Gestaltungslösung derselben Anwendung zu sehen. Die Experten waren aufgefordert, ihre Ideen dazu zu sammeln, wie sie oder potentielle Nutzer eine solche verteilte Anwendung bewerten würden und welche Aspekte ihnen dabei besonders relevant erscheinen. Zunächst sammelten die Experten ihre Ideen separat und diskutierten sie anschließend im Plenum.

Ein Ergebnis war, dass sich alle Experten einig waren, dass Nutzer grundsätzlich zwischen identischen und unterschiedlichen Schnittstellengestaltungen für das BYOD unterscheiden werden. Aus Expertensicht stellen zwei unterschiedliche Schnittstellengestaltungen innerhalb einer Anwendung zunächst immer eine größere Herausforderung dar, weil zwei unterschiedliche Konzepte innerhalb einer Anwendung eine Übertragung von Erfahrungen vermindern. Gleichzeitig wurde angemerkt, dass plattform-spezifische Anpassungen und die damit einhergehende Erhöhung der äußeren Konsistenz durchaus sinnvoll sind. Laut Experten bedeutet dies, dass die Schnittstellen auf den Geräten unterschiedlich sein können, wenn der Nutzer einen klaren Mehrwert durch mehr Effizienz, mehr Effektivität oder einen geringeren Aufwand für das Erlernen der Bedienung spürt. So wurde als erste Bewertungsebene die *Nützlichkeit* einer plattform-spezifischen Anpassung festgehalten. Der zweite Punkt, über den diskutiert wurde war, ob und inwieweit die Konzepte der Schnittstellen einer MDCP-Anwendung voneinander abweichen dürfen. Es ergeben sich verschiedene Lösungsmöglichkeiten bei der Umsetzung von plattformspezifischen Anpassungen für eine Schnittstelle, von moderat bis drastisch. Die Experten waren sich einig darüber, dass die Intensität der Anpassung und die damit verbundene Erhöhung der äußeren Konsistenz innerhalb der MDCP-Anwendung ein wichtiger Faktor in der Bewertung seitens der Nutzer ist. Die Meinung, dass ein linearer Zusammenhang – je unterschiedlicher desto weniger nützlich – besteht, wurde diskutiert, konnte sich jedoch nicht durchsetzen. Das letzte Themengebiet, das

sich aus der Diskussion synthetisieren ließ, beschäftigte sich mit der gemeinsamen Wirkung aller Schnittstellen im MDCP-Anwendungsverbund. Sofern sich die Schnittstellen innerhalb der MDCP-Anwendung unterscheiden, weil dies vorteilhaft ist, so ist aus Expertensicht relevant, ob sie zusammen trotzdem ein ganzheitliches Produkt ergeben. Hier wurden Aspekte wie innere und äußere Konsistenz sowie Kohärenz diskutiert. Aus Expertensicht spielt dabei das subjektive Empfinden über die Stimmigkeit des Produkts auf allen Geräten eine Rolle. Hier ist also vor allem ein Eindruck gefragt, der über den bloßen Abgleich von Gemeinsamkeiten und Unterschieden hinausgeht. Es geht um eine holistische Produktwahrnehmung.

Neben den Bewertungsebenen wurden auch Einflussfaktoren diskutiert. Diese bezogen sich vor allem auf Formfaktoren: Die Experten vermuteten, dass bei einer späteren Befragung die Zustimmung zu plattformspezifischen Anpassungen größer ist, wenn sich die Geräte einer MDCP-Anwendung in Form und Größe unterscheiden. Diese Vermutung wurde in Studie 5 aufgegriffen. Uneinigkeit herrschte darüber, ob und welche Rolle die Portabilität der Geräte einer MDCP-Anwendung spielt. Als dritten Einflussfaktor für die Zustimmung zu Anpassungen machten die Experten die konkrete Plattform des jeweiligen Geräts aus. Hinsichtlich der Plattform diskutierten die Experten, welchen Einfluss diese auf die Bewertung der jeweiligen Schnittstelle hat. Weicht die Schnittstelle zu stark von den bekannten und üblichen plattformspezifischen Patterns zugunsten der produktspezifischen inneren Konsistenz einer Anwendung ab, könnte dies einen negativen Einfluss auf die Bewertung der jeweiligen Schnittstelle haben. Sobald also Nutzer ihre gewohnte Plattform wahrnehmen können, sind sie laut Experten schon beeinflusst und entwickeln eine gewisse Erwartungshaltung hinsichtlich der Konformität zu den ihnen vertrauten Patterns auf dem Gerät. Ein weiterer Aspekt, der sich vor allem aus der Herkunft der Geräte ergibt, ist, dass die Geräte einer MDCP-Anwendung von verschiedenen Herstellern bereitgestellt werden können. Ein MDCP-System, das von einem Hersteller geliefert oder bereitgestellt wird, wird laut Experten anders bewertet als ein System, das sich aus Geräten unterschiedlicher Hersteller zusammensetzt.

Im zweiten Teil des Workshops wurden die drei diskutierten Bewertungsebenen in einer Wrap-Up-Session geordnet. Als Ergebnis der Diskussion hinsichtlich der Bewertung von MDCP-Schnittstellengestaltungen wurden drei Kategorien gebildet:

- Ähnlichkeit der Schnittstellen einer MDCP-Anwendung,
- Nützlichkeit von plattformspezifischen Anpassungen (äußere Konsistenz) oder Nützlichkeit einer innerlich konsistenten Schnittstellengestaltung für alle Geräte einer MDCP-Anwendung,
- Stimmigkeit der Schnittstellengestaltung für eine MDCP-Anwendung.

Für die Einflussfaktoren auf die Bewertung seitens der Nutzer wurden festgehalten:

- Form und Größe der beteiligten Geräte,
- Art und Anzahl von beteiligten Plattformen,
- ergonomische Aspekte,
- Herkunft der beteiligten Geräte.

Die Überführung der gefundenen Ebenen in geeignete Testunterlagen begann mit der Diskussion über passende methodische Werkzeuge. Eine Bewertung über einen Online-Fragebogen hat laut Experten Vorteile:

- Alle Mock-Ups könnten darin integriert werden,
- eine große Zahl an Probanden kann akquiriert werden,
- eine Online-Befragung ist einfacher zu gestalten und auszuwerten als eine Nutzerstudie.

Nachteile eines Online-Fragebogens sind aber laut Experten:

- Komplexe Sachverhalte bedürfen langwieriger Erklärungstexte,
- Probanden können bei Unsicherheiten keine Rückfragen an den Testleiter stellen,
- fehlerhaftes Verständnis bezüglich der Fragen kann nicht ausgeschlossen werden.

Bei der Bewertung von Schnittstellengestaltungen im Kontext einer MDCP-Anwendung handelt es sich um einen komplexen Sachverhalt. Probanden müssen nicht nur verschiedene Schnittstellen für ein Gerät bewerten, sondern dies vor dem Hintergrund der gesamten MDCP-Anwendung tun. Ein Online-Fragebogen als Befragungsinstrument kann die Erklärung für diesen komplexen Sachverhalt nur schwerlich leisten. Es kann nicht sichergestellt werden, dass den Probanden der Rahmen bewusst ist, in dem

sie ihre Entscheidung treffen. Die Wahrscheinlichkeit von Rückfragen war laut Experten groß.

Ziel dieser Studie 3 war, tiefere Einsichten über die Entscheidung der jeweiligen Bewertung zu gewinnen. Daher wurde eine Studie mit qualitativem Befragungsteil als zwingend notwendig angesehen. Nur so können das *Warum* der Entscheidung und der Abwägungsprozess eruiert werden.

Ein quantitativer Anteil wurde insofern von den Experten bevorzugt, da er eine hohe Vergleichbarkeit der Daten gewährleistet. Daher wurde sich bei dem methodischen Ansatz für eine Mischung aus qualitativen und quantitativen Anteilen entschieden.

In der Vorbereitung für den zweiten Teil des Workshops wurden verschiedene qualitative und quantitative Methoden analysiert. Schließlich wurde sich für semantische Differenziale entschieden. Zunächst wurde über die Skalierung bei den semantischen Differenzialen diskutiert. Zur Auswahl stand eine fünf- oder siebenpunktige Likert-Skala. Diese Diskussion wurde auf den Schlussteil verschoben. Zunächst wurden vorbereitete Fragen und Wortpaare den aus dem ersten Teil des Workshops erarbeiteten Ebenen zugeordnet. In einem iterativen Prozess wurden der Fragetext und die passenden Adjektive in Gruppen ausgewählt und im Anschluss allen vorgestellt. Die Fragen sind als Aussagen formuliert, da den Probanden nicht das Gefühl vermittelt werden sollte, dass es eine richtige oder falsche Antwort gibt. Vielmehr war das Ziel, die Kriterien zu ermitteln, die für Nutzer bei der Bewertung eine Rolle spielen.

Für die Kategorie Ähnlichkeit sollen die Probanden der Studie ihren Eindruck schildern, wie unterschiedlich die Schnittstellengestaltungslösungen sind. Dabei geht es darum, unterschiedliche Ideen und Patterns in Form von Konzepten zu vergleichen. Die möglichen Fragetexte für diese Kategorien sind:

1. Ich empfinde die Screens als:
2. Die beiden Varianten wirken:
3. Das Konzept der beiden Varianten ist:
4. Der Kern der beiden Anwendungen ist:
5. Die Gestaltung der beiden Schnittstellen ist:
6. Die Anwendung empfinde ich als:
7. Das Konzept auf beiden Screens empfinde ich als:

Die Experten favorisierten mehrheitlich Fragevariante 7, weil das Schlüsselwort „Konzept“ das Augenmerk der Probanden auf den angestrebten übergreifenden Vergleich hinlenkt. Dadurch werden laut der Experten wahrscheinlich nicht einzelne Details verglichen, sondern die dahinterstehenden Ideen. *Screens* wurde gegenüber *Anwendungen* oder *Varianten* vorgezogen, da Anwendungen beziehungsweise Varianten fälschlicherweise suggerieren könnten, es handle sich um unterschiedliche und unabhängige Apps, nicht um eine App auf unterschiedlichen Geräten. In der Verwendung des Begriffs *Screen* als Anglizismus sahen die Experten des Workshops keine Hürde für die Probanden, da dieser bereits ein geläufiger Begriff ist. Kritischer aus semantischer Sicht wurde *Schnittstelle* als Begriff betrachtet und schließlich abgelehnt. Er wird eher als Fachterminus angesehen und die Experten gehen davon aus, dass fachfremde Probanden im realen Leben nicht mit Schnittstellengestaltung in Berührung kommen.

Für die Adjektive, die die Eckpunkte des jeweiligen Differenzials beschreiben, wurden folgende Begriffe erarbeitet und diskutiert:

- a) gleich – anders
- b) ähnlich – unterschiedlich**
- c) identisch – verschieden
- d) zusammenhängend – lose
- e) kohärent – inkohärent
- f) konsistent – inkonsistent
- g) übereinstimmend – abweichend

Die Mehrheit der Experten entschied sich für das Wortpaar b). Auf den ersten Blick scheint diese Entscheidung relativ trivial. Das Problem, das sich mit diesem Wortpaar auf dieser Ebene ergibt, ist jedoch komplexer, denn mit keinem der Wortpaare lassen sich alle Testfälle im Fragebogen abbilden. Jede Anpassung des ursprünglichen UI-Designs an die jeweilige Plattform lässt Begriffe wie *übereinstimmend*, *identisch*, *konsistent* nicht wirklich zu. Keine der angepassten Varianten könnte den Wert *identisch* oder ein semantisch gleichbedeutendes Wort erreichen. Das würde dieses Differenzial ad absurdum führen. Andererseits ist die Verwendung von *ähnlich*, *kohärent* und semantisch gleichbedeutenden Wörtern auch nicht immer zutreffend. Hier könnten Anpassungen zwar durchaus die maximale Ausprägung des Items annehmen, aber nicht die Variante, bei der die zu vergleichenden Schnittstellen tatsächlich identisch sind. Die Bewertung

ähnlich würde die identische Vergleichs-Paarung nicht adäquat abbilden, da *identisch* auf einer Skala höher einzustufen ist als *ähnlich*. Würde man dies trotzdem für den identischen Fall abfragen, so ist hier bereits im Voraus ersichtlich, dass diese Paarung bei diesem Item immer den maximalen Wert erreichen wird. Solche Items sind aus wissenschaftlicher Sicht nicht sinnvoll und zu vermeiden.

Diese Pattsituation, das *ähnlich* für den Vergleich der angepassten Varianten geeignet, nicht jedoch auf die identische Variante anwendbar ist und umgekehrt *identisch* auf keine der angepassten Varianten anwendbar ist, führt zu einer grundsätzlichen Entscheidung bei der Konzeption der Testunterlagen. Es wurde sich dafür entschieden, das Differenzial *ähnlich* und *unterschiedlich* bei allen angepassten Varianten abzufragen, dies jedoch bei der identischen Schnittstellengestaltungsvariante nicht zu machen. Hinsichtlich der übrigen Differenziale d) und g) ist festzustellen, dass diese semantisch nicht den Kern der Ebene *Ähnlichkeit* treffen. Die Expertenmeinung dazu war, dass zusammenhängende Schnittstellen nicht automatisch ähnlich sein müssen. Daher ist dieses Adjektiv zur Bewertung für diese Ebene nicht tauglich. Das Adjektiv *übereinstimmend* hingegen wurde von den Experten des Workshops zur Bewertung der Ähnlichkeit als tauglich eingestuft. Jedoch wurde das Differenzial g) aufgrund des zweiten Begriffs *abweichend* abgelehnt. Nach übereinstimmender Meinung aller Workshopteilnehmer ist *abweichend* zu negativ konnotiert, als dass die Probanden der Studie eine unbefangene Bewertung des Items vornehmen könnten. Einstimmig abgelehnt wurden ebenfalls *gleich* und *anders*. *Gleich* wurde als problematisch eingestuft, da umgangssprachlich etwas *Identisches* oft auch als etwas *Gleiches* bezeichnet wird. *Anders* wurde wiederum als zu negativ konnotiert bewertet. Das Ergebnis für das erste Item zu *Ähnlichkeit* lautet nach dem Workshop:

Das Konzept auf beiden Screens empfinde ich als:

ähnlich – unterschiedlich

Das zweite Item *Nützlichkeit* des qualitativen Teils, das für die späteren Testunterlagen konzipiert wurde, bezieht sich auf die zweite Bewertungsebene. Kern dieses Items ist einerseits die Überprüfung der Nützlichkeit von plattformspezifischen Anpassungen an sich und ein Vergleich zur Nützlichkeit einer konsistenten Schnittstellengestaltung für alle Schnittstellen der MDCP-Anwendung. Damit sollten sinnvolle und nicht sinnvolle

plattformsspezifische Anpassungen eruiert und eine Rangliste gebildet werden. Durch dieses Item kann geklärt werden, ob eine Erhöhung der äußeren Konsistenz des portablen Geräts seitens der Probanden wirklich als nützlich bewertet wird. Das heißt, bei der Auswertung werden dann die Varianten danach betrachtet, wie hoch ihre Nützlichkeit eingestuft wurde. Jeder Variante sollte eine bestimmte plattformsspezifische Anpassung eines Bausteins einer Schnittstelle oder eine Kombination aus diesen zugeordnet werden.

Die Abfrage der Nützlichkeit kann nicht nur auf die Anpassungen angewandt werden. Auch eine identische aber produktspezifische Variante für die BYOD-Schnittstelle könnte aus Expertensicht als nützlich eingestuft werden, selbst wenn diese mit gewohnten Plattformpatterns (also mit der äußeren Konsistenz) des BYOD bricht. Aus diesem Grund sollte die Nützlichkeit für jede BYOD-Schnittstellengestaltung mit Hilfe von Item 2 bewertet werden. Dadurch, dass die Nützlichkeit also für alle Schnittstellengestaltungen evaluiert wird, kann herausgefunden werden, ob die Teilnehmer generell die innerlich konsistente oder eine der plattformsspezifischen Varianten als nützlicher bewerten. Dieses Item dient damit auch zur Verifikation des Forschungsvorhabens aus Nutzersicht. Die Relevanz des Forschungsvorhabens aus Sicht von UX- und UI-Designern wurde in Studie 1 durch Interviews über die Herausforderungen bei der Konzepterstellung für MDCP-Anwendungen bereits verifiziert. Diese Studie 3 eruiert eine der übergeordneten Fragestellungen. Sie lässt sich wie folgt zusammenfassen: Soll die BYOD-Schnittstellengestaltung in einem MDCP-Ökosystem plattformsspezifisch angepasst oder identisch zu den restlichen produktspezifischen Schnittstellen sein? Wäre aus den Ergebnissen der geplanten Studie ersichtlich, dass eine identische Variante auf beiden Schnittstellen für eine MDCP-Anwendung signifikant nützlicher ist, somit wäre jede plattformsspezifische Anpassung aus Nutzersicht irrelevant. Hinfällig wäre so eine komplexe Auseinandersetzung darüber, welche Bausteine einer BYOD-Schnittstelle plattformsspezifisch angepasst und welche konsistent zur produktspezifischen Schnittstellengestaltung der MDCP-Anwendung bleiben müssen. Damit ließe sich die Forschungsfrage beantworten und das generelle Forschungsvorhaben müsste nicht weiterverfolgt werden. In diesem Fall wäre gezeigt worden, dass die innere Konsistenz innerhalb einer MDCP-Umgebung der Anwendungsdomäne tatsächlich eine größere Rolle spielt als die äußere Konsistenz.

Für die Evaluation der Nützlichkeit wurden ebenfalls Aussagen erarbeitet. Die Fragen sind auch hier als Aussagen formuliert, da den Probanden der Studie nicht das Gefühl vermittelt werden soll, dass es eine richtige oder eine falsche Antwort gibt. Wie beim ersten Item wurden die Experten in unterschiedliche Gruppen aufgeteilt, erarbeiteten unabhängig voneinander Lösungen und diskutierten im Anschluss gemeinsam. Die möglichen Formulierungen für Item 2 sind:

1. Diese Anpassung (Mock-Up XY) der Benutzerschnittstelle finde ich an sich:
2. Die vorgenommene Anpassung der Architektur finde ich:
3. Die für das Tablet angepasste Version Mock 1 finde ich:
4. Die vorgenommenen Anpassungen, wie in Mock 1 gezeigt, finde ich für eine Tablet-Version der Benutzerschnittstelle:
5. Diese Tablet-Version der Anwendung finde ich:
6. Diese (angepasste) Tablet-Version (Mock-Up X) finde ich:

Die Schwierigkeit bei diesem Item besteht darin, die nötigen Informationen zu transportieren und den Fokus der Probanden auf den zu eruiierenden Untersuchungsgegenstand zu lenken. Gleichzeitig darf das Item nicht zu komplex und damit zu schwer zu verstehen sein. Da geplant war, dass auch der quantitative Teil der Studie im Fahrzeug durchgeführt werden sollte, verwiesen einige Experten an dieser Stelle eindringlich darauf, dass bei der Auswahl des Textes für dieses Item darauf geachtet werden muss, dass dieser auch einfach zu verstehen ist. Hier sollte nach dem Prinzip ‚weniger ist mehr‘ verfahren werden. Die Mehrheit der Experten ließ sich davon überzeugen. So fiel die Entscheidung auf Aussage 6. Die Mehrheit der Experten war davon überzeugt, dass damit der Fokus auf die Betrachtung der BYOD-Varianten mit oder ohne plattformspezifische Anpassungen gelenkt werden kann. Die Beschreibung der jeweiligen Anpassung erschien als nicht sinnvoll. Für das Item erarbeiteten die Expertengruppen zehn semantische Differenziale:

- a) notwendig – unnötig
- b) **hilfreich** – verwirrend
- c) unterstützend – **störend**
- d) nützlich – zwecklos
- e) sinnvoll – sinnfrei/ sinnlos

- f) notwendig – überflüssig
- g) richtig – übertrieben
- h) richtig – falsch
- i) gut – schlecht
- j) ansprechend – abstoßend

Bei der anschließenden Gruppendiskussion und dem Auswahlprozess konnte keine eindeutige Mehrheit gebildet werden. Jedoch waren sich die Experten bei der überwiegenden Anzahl der Wortpaare einig. Die Paarungen g), h) und i) wurden zuerst ausgeschlossen, da diese als zu stark wertend wahrgenommen wurden. Besonders die Adjektive *schlecht* und *falsch* wurden als so negativ konnotiert betrachtet, dass sich die Experten einig waren, dass die späteren Probanden Hemmungen haben könnten, diese auszuwählen. Selbst wenn sie eine oder keine Anpassung als nicht hilfreich betrachten, so müsse diese in den Augen der Probanden nicht gleichzeitig *schlecht* oder *falsch* sein. Die Paarung j) wurde abgelehnt, weil aus Expertensicht beide Endpunkte des Differenzials zu viele Assoziationen bezüglich ästhetischer Merkmale hervorrufen könnten. Folglich würde die Güte der produzierten Prototypen evaluiert werden, anstatt der dahinterstehenden Konzepte. Das heißt, mit dieser Paarung j) könnte die Idee, die Nützlichkeit der Varianten zu bestimmen, nicht gewährleistet werden. Auch die Paarungen a) und f) gingen für die Experten am Kern des Items vorbei. Vielmehr steckt hier die übergeordnete Fragestellung dahinter, ob plattformspezifische Anpassungen und die damit verbundene äußere Konsistenz insgesamt sinnvoll sind oder nicht. Diese komplexe Fragestellung lässt sich jedoch nicht auf ein Item reduzieren. Aus Sicht der UI- und UX-Designer wäre die Frage nach der Überflüssigkeit natürlich interessant, aber innerhalb dieser Untersuchung nicht zielführend. Als zu abstrakt wurde die Paarung e) *sinnvoll – sinnlos/sinnfrei* ausgeschlossen. Ob ein Konzept Sinn hat oder nicht, ist vielmehr eine philosophische als eine pragmatische Entscheidung, so einige der Experten.

In der letzten Entscheidungsrunde verblieben die Differenziale b), c) und d). Hier von wurde zunächst d) ausgeschlossen, obwohl es gerade für *nützlich* viel Zuspruch gab. Entscheidend für die Ablehnung dieses Differenzials d) war das zweite Adjektiv. Hier empfand die Mehrheit der Experten, dass *zwecklos* nur bedingt auf die Variante mit konsistenter Schnittstellengestaltung angewendet werden kann. Eine konsistente Gestaltung innerhalb einer MDCP-Anwendung ist durch Übertragbarkeit von Erfahrungen

laut Experten niemals per se zwecklos. Zwischen b) und c) konnte keine eindeutige Mehrheit gebildet werden. Beide Varianten erschienen den Experten als prägnant und den Kern des Items betreffend. Als Kompromiss wurde aus den beiden Items in der finalen Entscheidung ein neues Item gebildet. Dieses besteht aus *hilfreich* und *störend*. Die angepassten Varianten und die nicht angepasste Variante für das BYOD könnten von den Probanden unbefangen sowohl mit dem einen als auch mit dem anderen Adjektiv bewertet werden. So war die Anwendbarkeit auf alle zu zeigenden Varianten gewährleistet. Das finale Item lautet also:

- Für die angepassten Varianten:
 - *Diese angepasste Tablet-Version Mock X finde ich:*
 - *hilfreich – störend*
- Für die identische Variante:
 - *Diese Tablet-Version finde ich:*
 - *hilfreich – störend*

Die Präzisierung der Fragestellung, die in der Formulierung leichte Unterschiede aufweist, wurde nicht als gravierend erachtet.

Im Fokus der dritten Ebene stand die Bewertung, ob spätere Nutzer bestimmte Kombinationen als ein stimmiges Gesamtprodukt über alle Schnittstellen hinweg wahrnehmen. Dabei sollte der Frage nachgegangen werden, ob beide Schnittstellen in einer gemeinsamen Betrachtung im Fahrzeug – trotz möglicher Unterschiede – als *eine* App wahrgenommen werden. Besonders interessant ist diese Frage für die angepassten Varianten der BYOD-Schnittstelle, die durch potentielle Veränderungen des Aufbaus, der Interaktionselemente oder des graphischen Designs von der ursprünglichen Schnittstellengestaltung abweichen. Kann eine unterschiedliche Gestaltung trotzdem als harmonisch wahrgenommen werden? Dazu wurden ebenfalls passende Aussagen nach demselben Prinzip wie bei den vorangegangenen Items mit den Experten formuliert, diskutiert und ausgewählt. Es ergaben sich die folgenden fünf potentiellen Formulierungen für das Item:

1. Die Kombination aus der Mercedes-Benz Schnittstellengestaltung auf den In-Car-Displays und einer angepassten Tablet-Version (gemäß Mock-Up 1) finde ich:

2. Das Mercedes-Benz-Display-Design und die angepasste Tablet-Version (gemäß Mock-Up 1) empfinde ich in der Kombination/ Komposition:
3. Die Kombination aus diesen zwei Versionen finde ich:
4. Die Kombination aus zwei unterschiedlichen, aber angepassten Versionen finde ich:
5. Die Screens wirken zusammen:

Unter Berücksichtigung der geplanten Befragungssituation im Fahrzeug entschieden sich die Experten des Workshops für die dritte Formulierung des Items. Die Formulierungen 1., 2. und 4. wurden von der Mehrheit der Experten als zu lang und zu komplex für dieses Item bewertet. Auch für Variante 5 der Formulierung gab es Zustimmung, dennoch wurde die dritte Formulierung als noch treffender bewertet und daher ausgewählt. Zu diesem Item wurden 8 Differenziale erarbeitet und diskutiert:

- a) **stimmig – unstimmig**
- b) harmonisch – unharmonisch
- c) abgestimmt – unabgestimmt
- d) zusammenhängend – lose
- e) konsistent – inkonsistent
- f) kohärent – inkohärent
- g) übereinstimmend – unterschiedlich
- h) in Einklang stehend – nicht im Einklang stehend

Die Mehrheit der Experten entschied sich für Paarung a) *stimmig – unstimmig*. Sie bewerteten dieses Differenzial als besonders prägnant für das Item. Die Alternative wären die Paarungen b) und c) gewesen. Aber wie auch bei anderen Items verwiesen die Experten darauf, dass das Adjektiv *harmonisch* den Fokus der Probanden auf ästhetische Aspekte der Evaluation lenken könnte. Im Fokus stehen aber auch hier die dahinterstehenden Konzepte, die verglichen werden sollen. Als zu abstrakt wurden die Paarungen d) bis h) abgelehnt. Die finale Fassung des dritten Items lautet:

*Die Kombination aus diesen zwei Versionen finde ich
stimmig - unstimmig*

7.2.2 Mock-Ups und erste Version der Testunterlagen

Am Ende des Workshops wurde die Skalierungsstufe der einzelnen Items gemeinsam von allen Experten diskutiert. Allgemein gilt: Während mit der Erhöhung der Skalierungsstufen von 2 – 20 zu Beginn eine schnelle Erhöhung der Reliabilität zu beobachten ist und dieser Trend bis zur siebten Stufe anhält, ist nach elf Stufen nur noch eine geringe Zunahme der Reliabilität zu beobachten (Sauro & Lewis, 2012, S. 188). Etablierte Fragebögen wie der System Usability Scale (SUS) setzen auf zehn Items mit einer fünfstufigen Skalierung zur Evaluation, wobei es durch die ungerade Anzahl der Stufen für den Probanden die Möglichkeit gibt, eine neutrale Bewertung vorzunehmen (Sauro & Lewis, 2012, S. 198). Beim SUS wird die Zustimmung und die Ablehnung zu einem System in verschiedenen Kategorien abgefragt. Der von Hassenzahl et al. (2003) entwickelte AttrakDiff setzt ebenfalls auf eine ungerade Anzahl an Stufen. Hier werden die Items auch aus Differenzialen gebildet und die Probanden können ihre Einschätzungen auf einer siebenstufigen Skala über unterschiedliche Bewertungskriterien abgeben. Butz und Krüger (2017, S. 122) verweisen darauf, dass sich diese siebstufige Skalierung in der Praxis durchgesetzt hat. Beide Fragebögen wurden während der Entscheidungsfindung besonders häufig diskutiert. Am Ende entschied sich die Mehrheit der Experten für eine fünfstufige Skalierung, bei der jeweils die Endpunkte beschriftet werden. Argumente dafür waren die Anwendbarkeit dieses Bewertungsschemas auf alle Schnittstellengestaltungsvarianten, die in der Studie gezeigt werden und die Möglichkeit, eine neutrale Bewertung abzugeben. Wie bereits beschrieben, wurden in den Vorabüberlegungen Vor- und Nachteile von Design-Mock-Ups abgewogen und eine Entscheidung zugunsten der digitalen Mock-Ups getroffen.

Als Vorbereitung wurden in Studie 2 die Bausteine Architektur der Benutzerschnittstelle, funktionale Interaktionselemente und graphisches Design anhand der HMI Guidelines der Plattformen systematisch erfasst und den entsprechenden Pendanten der MBUX-Plattform zugeordnet. Da sich diese drei Bausteine einer Schnittstelle jeweils in den Ausprägungen *angepasst an die jeweilige Plattform* oder *produktspezifisch innerlich konsistent auf allen Plattformen* umsetzen lassen, ergeben sich für die Schnittstellengestaltung zunächst acht Kombinationsmöglichkeiten. Sie ergeben sich aus 2^3 Möglichkeiten. Diese gelten jeweils für jede Plattform, die Teil der Studie ist. Damit ergeben sich für diese

Studie, bei der die Plattformen Android und iOS berücksichtigt werden, formal 16 Gestaltungsmöglichkeiten insgesamt (siehe Abbildung 21).

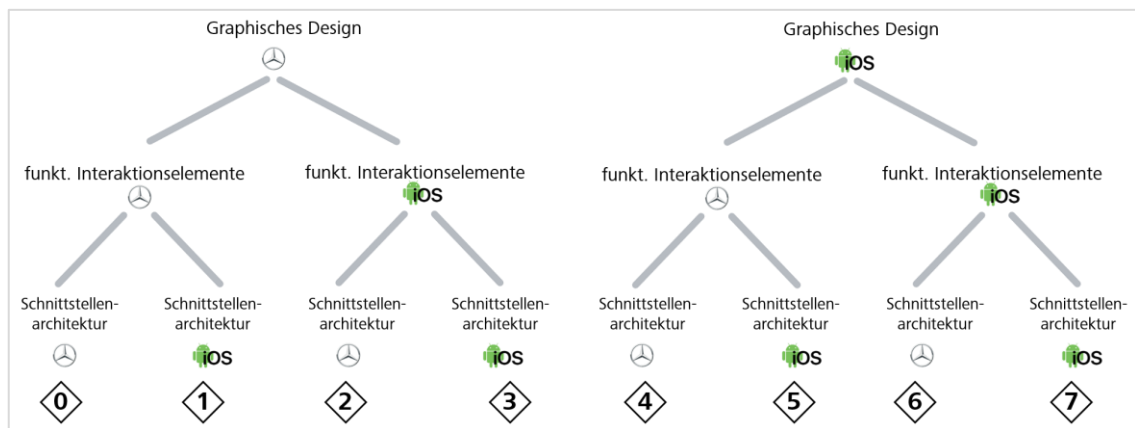


Abbildung 21 – Visualisierung der Kombinationsmöglichkeiten der Bausteine in verschiedenen Ausprägungen

Jeder potentielle Mock-Up besteht aus einer Kombination von graphischem Design, Interaktionselementen und Schnittstellenarchitektur in der jeweiligen Ausprägung. In Abbildung 21 besteht jeder der möglichen Mock-Ups aus drei Knotenpunkten. Jeder Möglichkeit wurde eine Nummer zugeordnet, um die Diskussion mit den Experten zu erleichtern. Vor der Diskussion über die Mock-Ups wurde nach einer Analyse des bestehenden Fond-Entertainment-Systems eine Funktion ausgewählt, mit deren Hilfe sich die verschiedenen Varianten abbilden lassen. Die Funktion Ambiente-Beleuchtung, bei der die Innenraumfarbe im Fahrzeug gesteuert wird, hat Berührungspunkte mit den drei Bausteinen einer Schnittstelle. Diese Funktion ist bereits im NTG-5.5-Fond-Entertainment-System über die fest verbauten Displays und die App verfügbar. Das entsprechende Konzept und die dazugehörige produktspezifische Schnittstellengestaltung dienen als Basis und als Ausgangspunkt für die Konzeption der plattformspezifischen Mock-Up-Varianten. Die produktspezifische Schnittstellengestaltung ist damit die Nulllinie und der dazugehörige Mock-Up wurde folglich mit der Nummer 0 versehen. Ein weiterer Grund warum diese Funktion ausgewählt wurde war, dass dadurch den Probanden die Möglichkeit gegeben ist innerhalb einer Eingewöhnungs- beziehungsweise Explorationsphase die Schnittstellengestaltung kennenzulernen. Bei der Funktion Ambiente-Beleuchtung lassen sich Farbe und Helligkeit der Innenraumbeleuchtung durch einfache Nutzerinteraktionen verändern. Durch diese wahrnehmbare Reaktion des Sys-

tems auf diese Nutzerinteraktionen wurde vermutet, dass den Probanden gleich zu Beginn der Studie ein guter Zugang zum System verschafft werden kann. Dies bestätigte sich auch im Pretest und der tatsächlichen Studie.

Um die Probanden nicht mit allen acht Kombinationsmöglichkeiten innerhalb eines Tests zu überfordern, wurden in einem mehrstufigen Verfahren, bestehend aus einem Workshop, einem Expertenreview und einem Pretest, die aussichtsreichsten BYOD-Schnittstellengestaltungsvarianten für diese Studie ermittelt. Als Vorbereitung zum Workshop wurden der Variantenbaum (Abbildung 21) und erste Entwürfe vorbereitet. Zudem wurden die Ergebnisse aus der ersten Studie, hier besonders Frage 2. d), mit den Experten des Workshops diskutiert. Um die Meinung der am Workshop teilnehmenden Experten nicht zu beeinflussen, wurden die Ergebnisse der Studie 1 jedoch erst am Ende diskutiert. Innerhalb der Diskussion wurden die verschiedenen Varianten 0 – 7 einzeln besprochen.

Um eine Diskussion zu initiieren, wurden zunächst vorbereitete Fragen als Startpunkt gestellt. Dadurch sollte der Fokus der Experten auf verschiedene Gestaltungsansätze für BYOD-Schnittstellen im MDCP-Umfeld geschärft werden. Im Folgenden werden die Ergebnisse kurz zusammengefasst:

- Was spricht für plattformspezifische Anpassungen für einzelne Geräte innerhalb einer MDCP-Anwendung / eines MDCP-Ökosystems (für eine Erhöhung der äußeren Konsistenz)?
 - Durch das Verwenden von plattformspezifischen Patterns werden Nutzer unterstützt (Effizienz).
 - Konzepte sind bereits bekannt und nichts Unerwartetes kommt auf die Nutzer zu. Das senkt die Hemmschwelle neue Funktionen auszuprobieren.
 - Um das System zu verstehen, bedarf es eines geringen Lernaufwands.
 - Anpassungen einzelner Geräte sind auch aus anderen Domänen bekannt und werden dort verwendet; zum Beispiel Netflix sieht unterschiedlich am SmartTV und dem Webbrowser aus.

- Was spricht für eine konsistente Schnittstellengestaltung aller Geräte innerhalb einer MDCP-Anwendung / eines MDCP-Ökosystems (für eine höhere innere Konsistenz)?
 - Übertragbarkeit (Bedienung ist auf allen Geräten identisch),
 - Wiedererkennbarkeit (Zusammengehörigkeitsgefühl),
 - Einheitlichkeit in der Produktwahrnehmung.

Im zweiten Teil der Diskussion wurde den Experten zunächst der erarbeitete Vergleich von NTG 5.5 und HMI Guidelines der Plattformen aus Studie 2 präsentiert. Dadurch wurden die möglichen Ausprägungen je Baustein verdeutlicht. Dazu passend wurden die möglichen Varianten für die Gestaltung der BYOD-Schnittstelle des Fond-Entertainment-Systems dargestellt. Der Autor der vorliegenden Arbeit gab als Leiter des Workshops folgende Instruktionen für die Bestimmung der Schnittstellengestaltungsvarianten: „Im Folgenden werden wir jede einzelne BYOD-Schnittstellengestaltungsvariante durchgehen und dabei die Vor- und Nachteile der jeweiligen Lösung diskutieren. Zum Schluss werden wir abstimmen, welche Varianten sinnvoll sind und welche nicht. Vorab ist zu sagen, es gibt keine Begrenzung hinsichtlich der Anzahl der sinnvollen Varianten. Sollten Sie also alle oder nur eine Variante als sinnvoll erachten, wäre dies ein vertretbares Ergebnis. Hier die Rahmenbedingungen:

- Der Kontext, in dem die App von Kunden genutzt werden soll, besteht aus einem fest verbauten Fond-Entertainment-System-Display, das am Vordersitz montiert ist und aus einer App auf einem Tablet. Das Tablet ist ein mitgebrachtes privates Gerät eines Kunden, also ein *Bring-Your-Own-Device-Gerät* (BYOD).
- Der Funktionsumfang vom Fond-Entertainment-System-Display und von der BYOD-App ist in diesem Beispiel weitestgehend gleich.
- Innerhalb der Diskussion soll sich auf die Schnittstellengestaltung der BYOD-App konzentriert werden. Anpassungen der Fond-Entertainment-System-Display-Anwendung sind nicht möglich.“

Nach dieser Instruktionsphase wurden die Varianten 0 – 7 diskutiert und Vor- und Nachteile der jeweiligen Lösung herausgearbeitet. Im Folgenden sind die Ergebnisse dieser Diskussion zusammengefasst:

- *Variante 0 – keine plattformspezifischen Anpassungen für die BYOD-Schnittstelle*
 - *Vorteile:*
 - *Einheitlichkeit der Bedienung innerhalb des Kontexts,*
 - *erleichtert den Wechsel zwischen Fond-Entertainment-System-Display und BYOD, weil sich alles an der gleichen Stelle befindet.*
 - *Nachteile:*
 - *Erlernen neuer und ungewohnter Patterns, hoher initialer Lernaufwand,*
 - *Fond-Entertainment-System-BYOD-App weicht als einzige App von den Plattformstandards ab, das heißt, wenn die App nicht täglich genutzt wird, geht das erlernte Wissen wieder verloren.*
- *Variante 1 – Anpassung der Schnittstellenarchitektur. Das bedeutet die Interaktionselemente und das graphische Design bleiben gleich. Lediglich der Aufbau und die Navigation innerhalb der BYOD-App werden verändert. Auf die BYOD-App übertragen heißt das, dass statt einem bisher verwendeten Homescreen bei iOS die übliche Tabbar und bei Android ein Hamburger-Menü verwendet werden.*
 - *Vorteile:*
 - *Schnelleres horizontales Navigieren möglich,*
 - *die Funktion muss zum Navigieren nicht mehr verlassen werden,*
 - *alle Domänen sind sichtbar,*
 - *geringer Lernaufwand für die App,*
 - *der tatsächliche Inhaltsbereich der jeweiligen Funktion bleibt auf beiden Bildschirmen identisch,*
 - *eine Funktion lässt sich auf beiden Bildschirmen exakt gleich bedienen, wodurch eine Einheitlichkeit gewährleistet ist,*
 - *der Gerätewechsel wird erleichtert.*
 - *Leicht erhöhte äußere Konsistenz*
 - *Nachteile:*
 - *Unterschiedliche Darstellung der Funktionsdomänen und anderes Navigieren innerhalb App,*
 - *erschwerter Gerätewechsel in diesem Bereich,*

- *unterschiedliche Konzepte bei gleicher Gerätegröße könnte zu Verwirrung führen.*
- *Variante 2 – Anpassung der Interaktionselemente: Die Architektur der Schnittstelle und das graphische Design bleiben gleich. Im Inhaltsbereich werden die Elemente zur Bedienung der tatsächlichen Funktion durch die Standardelemente der jeweiligen Plattform ersetzt. Für iOS bedeutet dies zum Beispiel den Standard-Slider zu verwenden.*
 - *Vorteile:*
 - *Selbst bei unbekanntenen Funktionen erkennen die Nutzer die Interaktionselemente wieder. Funktionen erklären sich leichter.*
 - *Gewisse Übertragbarkeit bleibt gewährleistet.*
 - *Zusammengehörigkeitsgefühl bleibt erhalten.*
 - *Nachteile:*
 - *Der zentrale Inhaltsbereich sieht unterschiedlich aus.*
 - *Fraglich ist, ob der bloße Austausch der Interaktionselemente tatsächlich einen Vorteil in der Bedienung bringt.*
- *Variante 3 – Anpassung der Schnittstellenarchitektur und der Interaktionselemente. Das graphische Design bleibt produktspezifisch.*
 - *Vorteile:*
 - *Die Vorteile von Variante 1 und Variante 2 sind auch hier gegeben.*
 - *Konzept wirkt in sich stimmig und kommt an typische Apps der Plattform heran (hohe äußere Konsistenz).*
 - *Durch die Beibehaltung des graphischen Designs bleibt der Produktcharakter erhalten (innere Konsistenz).*
 - *Nachteile:*
 - *Starke Abweichungen bei den Schnittstellen der MDCP-Anwendung,*
 - *geringere Übertragbarkeit zwischen den Schnittstellen.*

- *Variante 4 – Anpassung des graphischen Designs. Das ursprüngliche Design wird bei der BYOD-Schnittstelle durch Flat Design oder Material Design ersetzt. Kräftige und reine Farben, ohne Verläufe sowie zweidimensionale Icon-Gestaltung sind Teil dieser Anpassung. Interaktionselemente und Schnittstellenarchitektur bleiben ohne plattformspezifische Anpassungen.*
 - *Vorteile:*
 - --
 - *Nachteile:*
 - *Zusammengehörigkeitsgefühl geht durch unterschiedliches graphisches Design verloren (keine innere Konsistenz),*
 - *Verlust der Kohärenz,*
 - *kein klarer Nutzen erkennbar.*

- *Variante 5 – Anpassung des graphischen Designs und der Schnittstellenarchitektur. Das ursprüngliche Design wird bei der BYOD-Schnittstelle durch Flat Design oder Material Design ersetzt. Kräftige und reine Farben, ohne Verläufe sowie zweidimensionale Icon-Gestaltung sind Teil dieser Anpassung. Ebenso wird die Schnittstellenarchitektur wie bei Variante 1 und Variante 3 angepasst. Lediglich die Interaktionselemente bleiben auf beiden Schnittstellen produktspezifisch.*
 - *Vorteile:*
 - *Bedingte Vorteile durch angepasste Architektur.*
 - *Nachteile:*
 - *Zusammengehörigkeitsgefühl geht durch unterschiedliches graphisches Design verloren (innere Konsistenz),*
 - *Verlust der Kohärenz,*
 - *Kombination wirkt halbfertig und nicht durchdacht.*

- *Variante 6 – Anpassungen des graphischen Designs und der Interaktionselemente. Das ursprüngliche Design wird bei der BYOD-Schnittstelle durch Flat Design oder Material Design ersetzt. Kräftige und reine Farben, ohne Verläufe sowie zweidimensionale Icon-Gestaltung sind Teil dieser Anpassung. Im Inhaltsbereich werden die Elemente zur Bedienung der tatsächlichen Funktion durch die Standardelemente der jeweiligen Plattform ersetzt. Schnittstellenarchitektur bleibt gleich.*
 - *Vorteile:*

- *Bedingte Vorteile durch angepasste Architektur.*
 - *Nachteile:*
 - *Zusammengehörigkeitsgefühl geht durch unterschiedliches graphisches Design verloren (innere Konsistenz),*
 - *Verlust der Kohärenz,*
 - *Kombination wirkt halbfertig und nicht durchdacht.*

- *Variante 7 – Plattformspezifische Anpassung aller Bausteine. Das ursprüngliche Design wird bei der BYOD-Schnittstelle durch Flat Design oder Material Design ersetzt. Kräftige und reine Farben, ohne Verläufe sowie zweidimensionale Icon-Gestaltung sind Teil dieser Anpassung. Im Inhaltsbereich werden die Elemente zur Bedienung der tatsächlichen Funktion durch die Standardelemente der jeweiligen Plattform ersetzt. Außerdem werden der Aufbau und die Navigation innerhalb der App – die Schnittstellenarchitektur – verändert.*
 - *Vorteile:*
 - *In sich stimmige BYOD-Lösung konform zu den Plattformstandards (höchste äußere Konsistenz),*
 - *Vorteile der Anpassungen von Architektur und Vorteile der Anpassung der Interaktionselemente,*
 - *optimierte Bedienung des BYOD,*
 - *App kohärent zu den anderen Apps der Plattform.*
 - *Nachteile:*
 - *Keine innere produktspezifische Konsistenz,*
 - *Zusammengehörigkeitsgefühl geht fast vollständig verloren,*
 - *Verlust der Kohärenz.*

Ergebnisse:

Den Kombinationen mit Nummer 4 bis 7 standen mit einer Ausnahme alle Experten generell kritisch gegenüber. Hauptkritikpunkt der Experten ist, dass das unterschiedliche graphische Design bei einem direkten Vergleich der Bildschirme im Fahrzeug einen starken Bruch erzeugt. Eine Anpassung des graphischen Designs in Richtung der aktuellen Trends der Plattformen ist kontraproduktiv, um eine einheitliche Produktidentität

zu erzeugen. Für die Experten ist eine einheitliche Produktwahrnehmung hinsichtlich der graphischen Gestaltung eine wichtige Konstante innerhalb einer MDCP-Umgebung. Dieses Ergebnis deckt sich auch mit den Interviews der anderen Experten aus Studie 1. Hier hatte keiner der Experten eine Anpassung des graphischen Designs befürwortet. Neben den angesprochenen Punkten verweisen die Experten des Workshops vor allem darauf, dass das Zusammengehörigkeitsgefühl, die innere Konsistenz des Produktes aus Kundensicht wichtig ist und diese verloren geht. Abweichend von diesen Ergebnissen fällt die Einschätzung zur Variante 7 aus. Diese sieht eine vollständige Anpassung an die Plattform-Patterns für die BYOD-Schnittstelle vor. Hier kommen die Teilnehmer des Workshops zum Ergebnis, dass dies aus Kundensicht eventuell sinnvoll sein könnte, da die App dann als in sich stimmig wahrgenommen werden könnte. So könnten bei einer vollständigen Adaption die Vorteile hinsichtlich optimierter Bedienung und eine sehr hohe äußere Konsistenz den Verlust der Kohärenz ausgleichen. Die Experten vermuten jedoch, dass so gestaltete Apps als eigenständig wahrgenommen werden könnten. Hier zeigt sich eine Diskrepanz zu den Ergebnissen der Interviews aus Studie 1. Dort wurde die Adaption des graphischen Designs von den befragten Experten noch vollständig abgelehnt.

Gab mehr als die Hälfte der 10 Experten ihre Zustimmung zu einer BYOD-Schnittstellengestaltungsvariante, so wurde diese als Teil der Studie akzeptiert. Eine Zustimmung von weniger als der Hälfte der Experten (>5/10) führte zu einem Ausschluss der entsprechenden Variante. Im Folgenden sind die Ergebnisse der Handzeichenabstimmung zusammengefasst:

- Mock-Up 0 – 10/10: sinnvoll – Teil der Studie,
- Mock-Up 1 – 10/10: sinnvoll – Teil der Studie,
- Mock-Up 2 – 7/ 10: sinnvoll – Teil der Studie,
- Mock-Up 3 – 9/10: sinnvoll – Teil der Studie,
- Mock-Up 4 – 1/10: nicht sinnvoll – nicht Teil der Studie,
- Mock-Up 5 – 0/10 nicht sinnvoll – nicht Teil der Studie,
- Mock-Up 6 – 0/10 nicht sinnvoll – nicht Teil der Studie,
- Mock-Up 7 - 8/10: sinnvoll – Teil der Studie.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass sich dieses Ergebnis in weiten Teilen mit dem Ergebnis der ersten Studie deckt. Neu ist hier die Zustimmung von Experten zu

einer vollen Adaption der BYOD-Schnittstelle an plattformspezifische Patterns. Dies kann aber auch daraus resultieren, dass der Frage nach sinnvollen Anpassungen in Studie 1 ohne konkrete Variantenbeschreibung nachgegangen wurde. Da durch Variante 7 auch ein Mock-Up Teil der Nutzerstudie ist, bei dem das graphische Design angepasst werden soll, wird es als mögliche plattformspezifische Anpassung auch aus Nutzersicht verifiziert.

7.2.3 Expertenanalyse der Testunterlagen und Anpassungen

Die erste Version der Testunterlagen bestand aus den drei Teilen (siehe digitaler Anhang zur Studie 3). Der erste Teil enthält ein Schaubild zur Illustration der Kernfrage. Das soll den Probanden helfen sich mit der Frage auseinanderzusetzen, ob zwei verschiedene Schnittstellen und damit Anpassungen bei einzelnen Geräten einer MDCP-Anwendung sinnvoll sind. Ebenfalls befindet sich im ersten Teil eine Gegenüberstellung von typischen Plattform-UI-Patterns und spezifischen Mercedes-Benz-UI-Patterns. Aufgeteilt ist diese Gegenüberstellung nach den drei Bausteinen, die so den Probanden unkompliziert nähergebracht werden. Vor dem eigentlichen Hauptteil des Fragebogens befindet sich eine Übersicht mit allen Mock-Ups, die innerhalb der Studie gezeigt werden. Details zu den Konzepten sind nicht erkennbar, aber die Probanden wissen so, was auf sie zukommt. Der Hauptteil besteht aus den fünf ausgewählten BYOD-Schnittstellenvarianten und den erarbeiteten Items zur Bewertung. Abbildung 22 zeigt exemplarisch den Fragebogen für Mock-Up 0. Der Aufbau ist bei dieser Version für alle Mock-Ups identisch. Die Fragen der Items und die semantischen Differenziale entsprechen den Ergebnissen des Workshops.

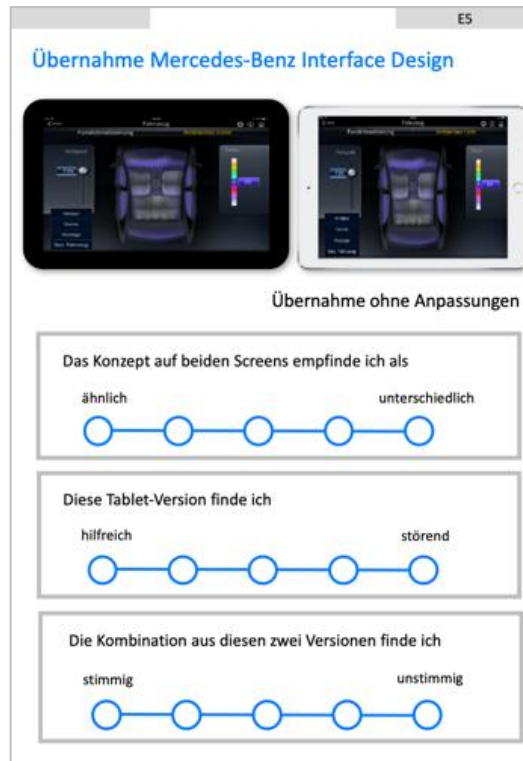


Abbildung 22 – Beispiel erste Iteration des Fragebogens hier am Beispiel Mock-Up 0

Für den qualitativen Teil der Studie wurde für den Testleiter zu jedem der Mock-Up-Fragebögen ein entsprechendes Studienprotokoll erstellt (siehe digitaler Anhang zur Studie 3). Durch die Befragungsmethode *Lettering* soll die Entscheidungsfindung beziehungsweise der Grund der jeweiligen Entscheidung erfragt und im Studienprotokoll festgehalten werden. Ziel ist eine tiefere Einsicht hinsichtlich der Bewertung zu bekommen. Daraus sollen mögliche Kriterien gewonnen werden, die aus Nutzersicht relevant sind, jedoch bisher noch nicht bekannt waren.

Der Hauptteil der ersten Version wurde noch um zwei weitere Fragen ergänzt. Diese beziehen sich einmal auf die BYOD-Schnittstellengestaltungsvarianten an sich und einmal auf deren Kombination mit der Schnittstellengestaltung des Fond-Entertainment-System-Displays. Den Probanden soll die Möglichkeit gegeben werden, jeweils für beide Fragen einen Favoriten auszuwählen (siehe Abbildung 23). Die Intention der Fragen ist zu überprüfen, ob sich die Auswahl zwischen einer Single-Device-Schnittstellengestaltung und einer MDCP-Anwendung ändert. Daraus kann entnommen werden, ob sich die Anforderungen an eine BYOD-Schnittstellengestaltung seitens der Nutzer dann ändern, wenn sie in eine MDCP-Anwendung eingebunden ist.

E5

Am besten gefällt mir....

Mercedes-Benz UI

Mock 1

Mock 2

Mock 3

Mock 4

Sonstige: _____

Beste Kombination finde ich....

Mercedes-Benz UI+ Mercedes-Benz UI

Mercedes-Benz UI + Mock 1

Mercedes-Benz UI + Mock 2

Mercedes-Benz UI + Mock 3

Mercedes-Benz UI + Mock 4

Sonstige: _____

Abbildung 23 – Frage zur Favoritenauswahl

Die Favoritenfrage bildet den Abschluss des Hauptteils nachdem die Probanden alle Gestaltungsmöglichkeiten für die BYOD-Schnittstelle gesehen haben. Zusätzlich gab es die Möglichkeit, Ergänzungen oder Änderungswünsche unter Sonstiges zu notieren. Auf die konkreten plattformspezifischen Anpassungen der Varianten wird hier nicht eingegangen, da diese bei den finalen Mock-Ups erklärt werden (siehe dazu Abschnitt 7.3).

Auf spezifische Ergebnisse der Expertenanalyse wird hingegen im Folgenden eingegangen. Diese erste Version der Testunterlagen wurde mit acht unabhängigen UI-Experten getestet, die nicht am Workshop beteiligt waren. Die UI-Experten wurden anhand ihres Arbeitsgebiets in der Konzepterstellung und der Strategieentwicklung für UI-Konzepte ausgewählt. Der Test wurde mit Hilfe von zwei Tablets und einer Halterung im Rahmen eines Tischaufbaus durchgeführt. Das Tablet mit den verschiedenen BYOD-Schnittstellengestaltungsvarianten konnte in der Hand gehalten werden (portables Gerät). Das Tablet, das als Fond-Entertainment-System-Display fungierte und die produktspezifische Schnittstellengestaltung enthielt, wurde vor den Probanden mit Hilfe der Halterung so platziert, dass sie es mit der jeweiligen BYOD-Schnittstellenvariante vergleichen konnten. Damit wurde der spätere Benutzungskontext der MDCP-Anwendung bestmöglich nachgebildet. Der Ablauf war identisch zum Ablaufplan der späteren Studie, bestehend aus Einführungsphase, Hauptteil und Abschluss. Je Test wurden

30 bis 45 Minuten benötigt. Mit dem Testaufbau und dem Ausfüllen der Fragebögen auf Klemmbrettern, die durch den Testleiter bereitgestellt wurden, gab es keine Probleme. Eine Verifikation für die spätere Durchführung und Ausfüllung der Fragebögen im Fahrzeug wurde ebenfalls durchgeführt (siehe dazu Abschnitt 7.4).

Da es sich nur um eine Vorstudie handelt, wurden zwar alle Ergebnisse gesammelt, jedoch keine detaillierte statistische Analyse durchgeführt. Diese Iteration diente dazu von unabhängigen Experten Verbesserungen hinsichtlich der Testunterlagen und der geplanten Durchführung zu bekommen. Alle Experten waren Mitarbeiter der Mercedes-Benz AG. Dabei wurden Experten im Alter von 34 bis 46 Jahren auf verschiedenen Ebenen eingebunden. Der Anteil weiblicher und männlicher Teilnehmer war gleich hoch. Voraussetzung war jeweils das tägliche Benutzen eines iOS- oder Android-Smartphones oder -Tablets. Ebenfalls mussten die teilnehmenden Experten mit der Telematikgeneration 5.5 von Mercedes-Benz vertraut sein. Der Fokus lag hier auf Feedback zu den Testunterlagen und zum Ablauf. Daher wurden keine weiteren demographischen Daten zur vertieften statistischen Auswertung gesammelt. Für die einzelnen Mock-Ups wurden folgende Ergebnisse gemessen:

Mock-Up 0 - Item 1: Ähnlichkeit

	ähnlich		neutral		unterschiedlich
Anzahl der Nennungen	8	0	0	0	0

Mock-Up 0 - Item 2: Nützlichkeit

	hilfreich		neutral		störend
Anzahl der Nennungen	3	2	1	1	1

Mock-Up 0 - Item 3: Stimmigkeit

	stimmig		neutral		unstimmig
Anzahl der Nennungen	8	0	0	0	0

Mock-Up 1 - Item 1: Ähnlichkeit

	ähnlich		neutral		unterschiedlich
Anzahl der Nennungen	2	5	0	0	1

Mock-Up 1 - Item 2: Nützlichkeit

	hilfreich		neutral		störend
Anzahl der Nennungen	6	1	1	0	0

Mock-Up 1 - Item 3: Stimmigkeit

	stimmig		neutral		unstimmig
Anzahl der Nennungen	6	1	1	0	0

Mock-Up 2 - Item 1: Ähnlichkeit

	ähnlich		neutral		unterschiedlich
Anzahl der Nennungen	1	2	3	1	1

Mock-Up 2 - Item 2: Nützlichkeit

	hilfreich		neutral		störend
Anzahl der Nennungen	0	3	2	3	0

Mock-Up 2 - Item 3: Stimmigkeit

	stimmig		neutral		unstimmig
Anzahl der Nennungen	0	2	2	3	1

Mock-Up 3 - Item 1: Ähnlichkeit

	ähnlich		neutral		unterschiedlich
Anzahl der Nennungen	0	0	2	3	3

Mock-Up 3 - Item 2: Nützlichkeit

	hilfreich		neutral		störend
Anzahl der Nennungen	2	5	1	0	0

Mock-Up 3 - Item 3: Stimmigkeit

	stimmig		neutral		unstimmig
Anzahl der Nennungen	1	2	1	4	0

Mock-Up 4 - Item 1: Ähnlichkeit

	ähnlich		neutral		unterschiedlich
Anzahl der Nennungen	0	0	0	0	8

Mock-Up 4 - Item 2: Nützlichkeit

	hilfreich		neutral		störend
Anzahl der Nennungen	0	0	1	4	3

Mock-Up 4 - Item 3: Stimmigkeit

	stimmig		neutral		unstimmig
Anzahl der Nennungen	0	0	0	1	7

Favoritenfrage 1 – Für das Tablet gefällt mir am besten

	MB-UI	MOCK-UP 1	MOCK-UP 2	MOCK-UP 3	MOCK-UP 4
Anzahl der Nennungen	1	3	0	4	0

Favoritenfrage 2 – Die beste Kombination finde ich ist

	MB-UI + MB-UI	MB-UI + MOCK-UP 1	MB-UI + MOCK-UP 2	MB-UI + MOCK-UP 3	MB-UI + MOCK-UP 4
Anzahl der Nennungen	0	5	0	3	0

Das wichtigste inhaltliche Ergebnis: Sowohl die Experten des Interviews aus Studie 1 als auch die unabhängigen Experten sahen keinen Vorteil darin, das graphische Design anzupassen. Dies geht aus den Bewertungen von Mock-Up 4 hervor (vgl. Ergebnistabelle zu Mock-Up 4). 7 von 8 Experten erkannten darin sogar leichte bis starke Nachteile. Ähnlichkeiten zwischen den Schnittstellen wurden bei Variante 4 nicht festgestellt. Das Gesamtprodukt wurde als in sich unstimmig wahrgenommen. Das gleiche Bild spiegelt sich bei der Auswahl der Favoriten wider: Keiner der Experten entschied sich für Mock-

Up 4. Dies gilt sowohl für die Einzelbewertung der BYOD-Schnittstelle als auch für die Bewertung in Kombination mit der zweiten Schnittstelle. Zusammenfassend bekräftigen die unabhängigen Experten die Vermutung, dass die Anpassung des graphischen Designs nicht sinnvoll ist. Eine eindeutige Begründung, warum die jeweilige Entscheidung der Experten so ausfiel, gab es nicht. Es fiel den Experten schwer, Gründe zu nennen. Meist verwiesen sie auf ihre Erfahrung, wodurch der qualitative Teil dieser Evaluation keine nennenswerten Ergebnisse liefern konnte.

Hinsichtlich der Testunterlagen gab es von den Experten Anmerkungen. Dass die Unterlagen zu Mock-Up 0 die Items zur Bewertung der Ähnlichkeit und der Stimmigkeit enthält, wurde als fehlerhaft angesehen. Wie in der Diskussion zum Item Ähnlichkeit im Workshop wurde von den unabhängigen Experten abermals darauf verwiesen, dass die beiden Schnittstellen mehr als ähnlich sind, denn sie sind identisch. Gleiches gilt für die Stimmigkeit. Problematisch wurde das deshalb eingestuft, weil aus Expertensicht nicht auszuschließen ist, dass die Probanden der späteren Studie ihre Bewertungen zu einer Variante in Relation zu den Bewertungen der anderen Varianten setzen. Durch so eine Abhängigkeit ist nicht auszuschließen, dass keine der Varianten mit Anpassungen den Maximalwert für ‚ähnlich‘ oder ‚stimmig‘ erreicht. Zusätzlich ist die Frage nach Ähnlichkeit und Stimmigkeit bei Mock-Up 0 obsolet, weil eine identische Variante immer ähnlich und stimmig ist. Für die zweite Version entfallen daher für Mock-Up 0 das erste und das dritte Item. Es wird also lediglich danach gefragt, wie nützlich die Probanden die konsistente Variante 0 finden. Um die Abhängigkeit bei den Antworten zu vermeiden, verweisen die Experten darauf, eine alternierende Reihenfolge beim Test zu verwenden, sodass Probanden mit unterschiedlichen Mock-Ups beginnen.

Weitere Anmerkungen gab es zum zweiten Item über die Nützlichkeit. An sich begrüßten es die unabhängigen Experten, dennoch äußerten sie Hemmungen *störend* anzukreuzen. Das Adjektiv liegt zu nah an verstörend, so die einhellige Meinung. Deshalb wurden für dieses Adjektiv Synonyme gesucht. Die Wahl fiel auf *nachteilig* als neues Pendant zu *hilfreich*. Dieser Begriff schien auch den befragten unabhängigen Experten als zutreffender.

Des Weiteren wurden die Texte des zweiten und dritten Items diskutiert. Die Experten empfahlen, diese etwas ausführlicher zu formulieren. Da in der Vorbereitungsphase der Studie die entsprechenden Fachbegriffe zu den Bausteinen vermittelt werden und

im Hauptteil je Mock-Up die jeweiligen Anpassungen hervorgehoben werden, sollten die Texte ebenfalls etwas präziser formuliert werden. Daher wurde im zweiten Item mehr Bezug auf die konkreten plattformspezifischen Anpassungen genommen. Hier am Beispiel Mock-Up 1:

*Die Anpassung der Architektur für eine Tablet-Version (Mock 1) finde ich:
hilfreich – nachteilig.*

Laut Experten war der gewünschte Fokus – die gemeinsame Betrachtung der Schnittstellen als Gesamtprodukt – nicht klar genug. Für das dritte Item wurde der Text daher konkretisiert:

*Die Kombination aus diesen zwei Versionen für das In-Car-Display und für ein Tablet finde ich für die Verwendung im Fahrzeug:
stimmig – unstimmig.*

7.2.4 Pretest und zweite Überarbeitung der Testunterlagen und Varianten

Mit den Verbesserungen aus der ersten Iteration wurden die neuen Testunterlagen für die zweite Iteration mit Pretest-Probanden getestet (siehe digitaler Anhang zur Studie 3). Hier war das erklärte Ziel sowohl Feedback zum Ablauf als auch zu den Inhalten zu bekommen. Der Fokus lag also mehr auf dem übergeordneten Verständnis, der Durchführbarkeit der Studie und weniger auf Feedback zu den Unterlagen. Hierzu wurden zwölf Pretest-Probanden gesucht, die weder am Expertenworkshop noch an der vorangegangenen Expertenanalyse der Testunterlagen teilgenommen hatten. Ferner wurden nur Personen zugelassen, die auch keine direkten Berührungspunkte mit der Konzeptentwicklung hatten. Alle Pretest-Probanden waren Mitarbeiter der Mercedes-Benz AG. Dabei wurden Probanden im Alter von 23 bis 56 Jahren befragt. Voraussetzung war das tägliche Benutzen eines iOS- oder Android-Smartphones oder -Tablets. Ebenfalls mussten die Probanden mit der Telematikgeneration 5.5 von Mercedes-Benz vertraut sein. Da es sich nur um einen Pretest handelte, wurden keine demographischen Daten gesammelt und keine vertiefte statistische Auswertung vorgenommen. Es konnten sieben weibliche Teilnehmerinnen und fünf männliche Teilnehmer für den Pretest gewonnen werden. Dieser Test wurde mit Hilfe von zwei Tablets und einer Halterung im Rahmen eines Tischaufbaus durchgeführt. Das Tablet mit den verschiedenen BYOD-Schnittstellenvarianten konnte in der Hand gehalten werden (portables Gerät). Das Tablet, das als Fond-

Entertainment-System-Display fungierte und die produktspezifische Schnittstellengestaltung enthielt, wurde vor den Probanden mit Hilfe der Halterung so platziert, dass sie es mit der jeweiligen BYOD-Schnittstellenvariante vergleichen konnten. Im Folgenden werden die Ergebnisse des Pre-Tests tabellarisch präsentiert:

Mock-Up 0

Item	Semantische Differenziale / Häufigkeit				
Ähnlichkeit	ähnlich				neutral
Anzahl der Nennungen	entfällt				
Nützlichkeit	hilfreich		neutral		nachteilig
Anzahl der Nennungen	5	2	2	1	2
Stimmigkeit	stimmig		neutral		unstimmig
Anzahl der Nennungen	entfällt				

Mock-Up 1

Item	Semantische Differenziale / Häufigkeit				
Ähnlichkeit	ähnlich				neutral
Anzahl der Nennungen	8	3	0	1	0
Nützlichkeit	hilfreich		neutral		nachteilig
Anzahl der Nennungen	8	2	1	1	0
Stimmigkeit	stimmig		neutral		unstimmig
Anzahl der Nennungen	6	4	1	0	1

Mock-Up 2

Item	Semantische Differenziale / Häufigkeit				
Ähnlichkeit	ähnlich				neutral
Anzahl der Nennungen	6	1	2	2	1
Nützlichkeit	hilfreich		neutral		nachteilig
Anzahl der Nennungen	4	2	0	4	2

Stimmigkeit	stimmig		neutral		unstimmig
Anzahl der Nennungen	5	1	1	5	0

Mock-Up 3

Item	Semantische Differenziale / Häufigkeit				
Ähnlichkeit	ähnlich				neutral
Anzahl der Nennungen	1	0	2	6	3
Nützlichkeit	hilfreich		neutral		nachteilig
Anzahl der Nennungen	2	3	2	4	1
Stimmigkeit	stimmig		neutral		unstimmig
Anzahl der Nennungen	2	1	2	4	3

Mock-Up 4

Item	Semantische Differenziale / Häufigkeit				
Ähnlichkeit	ähnlich				neutral
Anzahl der Nennungen	0	0	0	0	12
Nützlichkeit	hilfreich		neutral		nachteilig
Anzahl der Nennungen	0	0	3	4	5
Stimmigkeit	stimmig		neutral		unstimmig
Anzahl der Nennungen	0	1	1	3	7

Favoritenfrage 1 – Single-Device-Favorit

	MB-UI	MOCK-UP 1	MOCK-UP 2	MOCK-UP 3	MOCK-UP 4
Anzahl der Nennungen	0	6	3	3	0

Favoritenfrage 2 – Kombinationsfavorit

	MB-UI + MB-UI	MB-UI + Mock-UP 1	MB-UI + Mock-UP 2	MB-UI + Mock-UP 3	MB-UI + Mock-UP 4
Anzahl der Nennungen	0	7	2	3	0

Inhaltlich das wichtigste Ergebnis dieser Vorstudie: Auch hier wurde der Mock-Up mit der Anpassung des graphischen Designs als nicht hilfreich bewertet. Zusätzlich wird dieser Mock-Up 4 von allen Pretest-Probanden mit dem höchsten Wert hinsichtlich der Unterschiedlichkeit bezüglich der zweiten Schnittstelle bewertet. Auch bei der Favoritenfrage entschied sich keiner der Pretest-Probanden für den Mock-Up mit den plattformspezifischen Anpassungen des graphischen Designs. Die Begründungen der Pretest-Probanden für die Ablehnung der plattformspezifischen Anpassungen des graphischen Designs sind relativ ähnlich. Den Probanden fehlt vor allem der Bezug zwischen den beiden Schnittstellen, die in der Studie verglichen wurden. Ähnlich wie die Experten vermuteten, spielen die ersten Eindrücke und die produktspezifischen Farben der Schnittstellengestaltung eine wichtige Rolle als Verbindungsglied zwischen dem portablen Gerät (BYOD-Schnittstelle) und dem Tablet, das als Fond-Entertainment-System-Display fungierte.

- P5: *„Mir fehlt einfach der Bezug zwischen den beiden.“*
- P6: *„Ob das Fahrzeugbild da ist oder nicht finde ich nicht relevant. Aber ich sag mal so, die ganzen Farben und das graphische Zeug macht ja die App irgendwie einzigartig. Das sollte schon so bleiben.“*
- P9: *„Ich kann hier keinen Zusammenhang herstellen. Ich würde nie auf die Idee kommen, dass das eine App sein soll. Mag einem komisch vorkommen, aber ich finde Farben schon echt wichtig.“*

Wie bei den vorangegangenen Iterationen gab es keine Übereinstimmung darüber, was die Entscheidungen jeweils beeinflusst hat. Den Probanden erschien diese Frage zu abstrakt.

Daher wurde für die finale Version der Testunterlagen der eigentlichen Studie die Übersicht der verschiedenen Konstellationen aus Fond-Entertainment-System-Display-Schnittstelle und BYOD-Schnittstelle aus Studie 2 ergänzt. Dadurch erhoffte man sich in der Studie mit den tatsächlichen Probanden eine bessere Ausbeute hinsichtlich der Daten zu erzielen. Gleichzeitig bedeutete dies für den Einführungsteil der späteren Studie, dass dieser erweitert werden musste. Den Probanden der eigentlichen Studie müssen die verschiedenen Plattformarten (offen/geschlossen), die Verbauarten (fest verbaut/

entnehmbar) und die Herkunftsvarianten (mitgelieferte Geräte/ eigene Geräte) vorab erläutert werden, sodass alle das gleiche Verständnis dazu entwickeln können.

Größter Unterschied zu den Experten war, dass sich die Anmerkungen der Probanden zu den Unterlagen vor allem auf die Mock-Ups selbst bezogen. So wurde bemängelt, dass in dieser ersten Version der Mock-Ups die Anzahl der Funktionen mit der Anzahl der Tabs auf dem BYOD nicht übereinstimmt. Tatsächlich wurde hier eine vorgefertigte Tabbar integriert, um möglichst schnell mit der Vorstudie beginnen zu können. Für die finale Version der Testunterlagen und Mock-Ups mussten solche Details überprüft und korrigiert werden. Auch zu Mock-Up 3 gab es Anmerkungen. In dieser Version wurden die Anpassungen der Schnittstellenarchitektur und der Interaktionselemente kombiniert. Gleichzeitig sollte diese Variante zusammen mit Mock-Up 4 die plattformkonformsten Varianten des Tests repräsentieren. Daher wurden für die Überarbeitung dieser Mock-Ups die HMI Guidelines nochmal analysiert. Das führte dazu, dass bei Mock-Up 3 und Mock-Up 4 der Slider zur Einstellung der Helligkeit waagrecht platziert werden musste. So wird es von der Guideline vorgeschrieben (Apple Inc., o. J.). Es finden sich jedoch auch Beispiele, bei denen horizontale Slider verwendet werden dürfen, obwohl dies nicht ganz der Guideline entspricht. Die Mercedes-Benz-COMAND-Touch-App ist dafür ein Beispiel (siehe Abbildung 24). Da aber auch eine tatsächlich möglichst konforme Variante getestet werden sollte, wurde bei Mock-Up 3 und Mock-Up 4 das Layout angepasst. So konnten die Interaktionselemente entsprechend der Plattform-Guideline verwendet werden. Genau dieser Umstand fiel jedoch den Probanden dieses Pretests auf. Mehrfach wurde die Frage geäußert, ob es eine Variante gibt, die eine tatsächliche Kombination aus Mock-Up 1 und Mock-Up 2 darstellt, auch wenn diese dann nicht vollständig plattformkonform ist. Da solche Anpassungen im Bereich des Möglichen liegen, wenn auch nicht gänzlich konform zur Guideline, wurde eine entsprechende Variante für die eigentliche Studie konzipiert und aufgenommen. Dieses Ergebnis warf die Frage auf, ob das Layout an sich ein eigener Baustein ist oder ob die Anpassung des Layouts nur in Kombination mit den Interaktionselementen sinnvoll ist. Mit dieser Thematik wird sich im folgenden Abschnitt auseinandergesetzt.

Irritation gab es auch bei den Pretest-Probanden, die den Test mit Mock-Up 0, also der Variante ohne Anpassungen, begonnen hatten. Es fiel ihnen sichtlich schwerer, sich in die Studie einzufühlen. Grund dafür kann der Entfall des ersten und letzten Items

sein. Die Probanden mussten also sofort einschätzen, wie hilfreich sie Mock-Up 0 finden. Als unvermittelter Einstieg war damit eine gewisse Herausforderung verbunden. Als Folge für die Durchführung der eigentlichen Studie wurde beschlossen, diese niemals mit Mock-Up 0 zu beginnen.

7.2.5 Zusammenfassung Workshop und Vorstudien

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass es im Laufe des Entstehungsprozesses der Unterlagen und im Zuge der Überprüfungen einige Veränderungen hinsichtlich der zu testenden Inhalte, des Ablaufs und der Testmaterialien gegeben hat. Inhaltlich gesehen ist das wichtigste Ergebnis: Die plattformspezifische Anpassung des graphischen Designs ist im Kontext der getesteten MDCP-Anwendung definitiv nicht sinnvoll. Diese Ablehnung von Anpassungen hinsichtlich des graphischen Designs beruht auf dem hier durchgeführten und dargelegten dreistufigen Testverfahren:

- 7 Experteninterviews mit MDCP-UI-Konzeptdesignern aus verschiedenen Unternehmensbereichen und Standorten (Studie 1),
- Zwei Expertenevaluationen, die hinsichtlich der Teilnehmenden unabhängig voneinander waren:
 - Ein Workshop mit 10 Experten,
 - eine Expertenanalyse der ersten Version der Testunterlagen mit 8 Experten.
- Pretest mit 12 domänenunabhängigen Pretestprobanden.

In keinem Fall fanden die Anpassungen des graphischen Designs wirkliche Zustimmung. Erschwerend kommt hinzu, dass die Ablehnung bei den fachfremden Testkandidaten besonders hoch war. Wenn auch von Experten bereits vermutet, wurde dieses Ergebnis in dieser Deutlichkeit bisher noch nicht belegt. Verschiedene quantitative und qualitative Testverfahren mit einer großen Bandbreite an Probanden, bei denen nicht nur eine Tendenz, sondern klare Ergebnisse gemessen werden, können als stichhaltige Beweise angesehen werden. Dadurch wird die Anpassung des graphischen Designs in der Hauptstudie nicht weiter getestet. Auch wenn eine zusätzliche BYOD-Schnittstellengestaltungsvariante im Laufe der Studie entdeckt wurde, so kann das Ziel die Gesamtanzahl der Varianten durch die Vorstudie zu reduzieren, als klar erfüllt angesehen werden. Die ursprünglichen acht Varianten, die sich aus der Kombination der Bausteine Schnittstellenarchitektur, Interaktionselemente und graphisches Design in ihren zwei

möglichen Ausprägungen (produktspezifisch oder plattformspezifisch) ergeben, wurden durch die Eliminierung des graphischen Designs auf vier reduziert. Die aufgestellten Forschungsfragen 2 c) und 2 d) können somit wie folgt beantwortet werden:

2. c) *Wie viele Kombinationen aus produktspezifischen und plattformspezifischen Gestaltungen gibt es?*

Insgesamt gibt es sieben potentielle Kombinationen von Anpassungen, die sich durch eine Kombination der drei Bausteine einer Schnittstelle ergeben. Zusammen mit der vollkommen produktspezifisch konsistenten Gestaltung gibt es insgesamt 8 potentielle Varianten.

2. d) *Welche plattformspezifischen Anpassungen sind für die BYOD-Schnittstelle sinnvoll?*

Aus Expertensicht wurden drei plattformspezifische Anpassungen zu Erhöhung der äußeren Konsistenz für sinnvoll erachtet. Durch den Pretest kam eine weitere Variante möglichst plattformkonform und ohne Anpassungen des graphischen Designs hinzu. Auch die Variante ohne Anpassungen, also die innerlich konsistente Variante, wurde von Experten und Probanden als sinnvoll bewertet.

Hinsichtlich der Testunterlagen wurden Veränderungen an den Formulierungen der Texte der Items und den dazugehörigen semantischen Differenzialen vorgenommen. Die Analyseebenen Ähnlichkeit, Nützlichkeit und Stimmigkeit blieben jedoch erhalten. Ergänzt wurden die ursprünglichen Unterlagen um einen erweiterten Einführungsteil, die Favoritenfragen und um vorgegebene Kategorien zu den Entscheidungseinflüssen. Reduziert wurde die Anzahl der Fragen bei der produktspezifischen BYOD-Schnittstellengestaltungsvariante, da Ähnlichkeit und Stimmigkeit bei einer identischen Gestaltung immer gegeben sind. Daher entfielen diese beiden Items bei dieser Variante. Damit einher geht eine Einschränkung hinsichtlich der Variation der Reihenfolge. Für die Hauptstudie gilt: Keiner der Probanden darf mit der Variante ohne Anpassung beginnen, da durch den Entfall der Items der Einstieg erschwert wird. Bei den Mock-Ups ist darauf zu achten, dass sie hinsichtlich der Gestaltung so wenig Abstraktion wie möglich von den Probanden verlangen.

7.3 Finale Testunterlagen und detaillierte Beschreibung der plattformspezifischen Anpassungen und Mock-Ups

Die finalen Testunterlagen befinden sich im Anhang (siehe digitaler Anhang zur Studie 3). Von den Vorstudien wurden die überarbeiteten Items übernommen. Der Fokus in diesem Abschnitt liegt auf den tatsächlichen plattformspezifischen Anpassungen, die zur Erhöhung der äußeren Konsistenz eingesetzt und in der Hauptstudie untersucht wurden. Im Folgenden wird auf die wichtigsten Gestaltungsmerkmale der ursprünglichen und der abgewandelten BYOD-Schnittstellengestaltung eingegangen. Um den Rahmen dieses Kapitels nicht zu übersteigen, werden nicht alle Klickpfade (beispielsweise Einstellungen) oder Interaktionselemente beschrieben. Stattdessen werden die für die Studie relevanten und die für die Gestaltung prägnanten Aspekte der Schnittstellenarchitektur und der Interaktionselemente hervorgehoben. Durch die Eliminierung des graphischen Designs als plattformspezifischer Anpassungsfaktor und die zusätzliche Variante, die im Pretest generiert wurde, sind fünf BYOD-Schnittstellengestaltungsvarianten entstanden. Durch das Entfallen wird die detaillierte Beschreibung auch erst an dieser Stelle sinnvoll, da sonst mögliche aber nicht relevante Gestaltungsvarianten beschrieben worden wären.

7.3.1 Mock-Up 0 – ohne Anpassungen, höchste innere Konsistenz

Wie bereits erwähnt, konnte aus Gründen der Vergleichbarkeit nicht das Serienprodukt des Fond-Entertainment-Systems (FES) für die Studie verwendet werden. Daher bezieht sich die Beschreibung der Gestaltung des FES nicht auf das nicht-touchbasierte System, sondern auf die tatsächlich verwendete Lösung mit einem montierten und touchbasierten Tablet, das als FES innerhalb der Studie fungiert. Wenn im Folgenden vom FES und der Schnittstellengestaltung gesprochen wird, so bezieht sich dies streng genommen auf die App, mit der das montierte Tablet ausgestattet ist. Da aber auch in der aktuellen und nun bereits veröffentlichten Folgeversion auf fest verbaute touchbasierte Systeme gesetzt wird, ist dieser Aufbau wegen der Vergleichbarkeit zu den geplanten Folgestudien sinnvoll. Da durch diese Lösung die Interaktionsmodalität und der Aufbau der Folgegeneration nachgebildet werden, lassen sich zudem die Ergebnisse auch für weitere Studien am aktuellen System nutzen.

Wie in der ersten Studie beschrieben, gilt die Prämisse, dass sich alle Schnittstellen an der Schnittstellengestaltung der zentralen Head Unit (HU) orientieren. Die Unterschiede beziehen sich vor allem auf die Anzahl und Art der Features, nicht jedoch auf den generellen Aufbau, die Interaktionselemente oder das graphische Design. In diesem Fall ist dies ein Vorteil für die Studie, da hinsichtlich der Übertragbarkeit auf ein tatsächliches System wenige Abstriche gemacht werden müssen.



Abbildung 24 – Screenshots der Anwendung. Links: Homescreen mit Kacheln; Mitte: Fahrzeugeinstellungen mit Fondklimatisierung; Rechts: Fahrzeugeinstellungen mit der Funktion Ambiente-Beleuchtung.

Schnittstellenarchitektur: Bei der Schnittstellengestaltung, die in der Studie als FES verwendet wird, besteht der Klickpfad zur Auswahl der Funktion Ambiente-Beleuchtung, die in der Studie Verwendung findet, aus drei Stationen.

- Zunächst gelangt der Nutzer auf den Homescreen (Abbildung 24 – links). Von dort aus kann er die Fahrzeugeinstellungen auswählen.
- Dort trifft er zunächst auf die Klimateinstellungen für den Fondbereich (Abbildung 24 – Mitte).
- Im dritten Schritt gelangt er über das Klicken des entsprechenden Elements zur Funktion Ambiente-Beleuchtung (Abbildung 24 – rechts).

Der Homescreen repräsentiert die oberste Ebene der Anwendung. Dort werden Kacheln in einem Karussell angezeigt, die die übergeordneten Domänen für die Funktionen umfassen. Dieser Aufbau wird ebenfalls im Zentraldisplay eines Fahrzeugs dieser Telematikgeneration verwendet. Für dieses Schnittstellenarchitekturkonzept ist als produktspezifisch festzuhalten, dass die Kacheln als Einstiegspunkte für eine siloartige Menüstruktur anzusehen sind. Das bedeutet, ein schnelles horizontales Navigieren zwischen Funktionen aus unterschiedlichen Domänen ist nicht möglich. Der Nutzer muss dazu zum Homescreen zurückkehren und die Domäne wechseln. Als Gegenbeispiel

kann hier eine Tabbar oder eine mehrteilige Liste genannt werden, die es beide ermöglichen, die verfügbaren Domänen immer direkt auszuwählen. Innerhalb einer Domäne gibt es im oberen Bereich der Benutzerschnittstelle einen segmentierten Button, der eine horizontale Navigation innerhalb einer Domäne ermöglicht. Um zum Homescreen zurückzukehren kann der Nutzer den ikonographischen Button (Häuschen) im oberen rechten Bereich des Screens oder den Button im oberen linken Bereich des Screens nutzen. Letzterer muss zweimal gedrückt werden, um zum Homescreen zurückzukehren, da durch ihn der gesamte Pfad nach dem Stapelprinzip rückwärtsgelaufen wird. Zusammenfassend besteht das Schnittstellenarchitekturprinzip aus abgeschlossenen Domänen, die verschiedene Funktionen kapseln. Auf den unteren Ebenen ist horizontales Navigieren nicht möglich. Innerhalb einer Domäne stehen unterschiedliche Buttons mit unterschiedlichen Navigationsmöglichkeiten zur Verfügung.

Funktionale Interaktionselemente: Die Kacheln des Homescreens bestehen aus verschiedenen graphischen Symbolen. Diese ermöglichen eine einfache Klickinteraktion. Der kontextsensitive 3D-Touch bei iOS oder ForceTouch bei Android sowie ein klassischer Longpress-Klick werden nicht unterstützt. Die Interaktionselemente zum Navigieren wie der segmentierte Kopfbereich (engl. header), die aus einfachen oder kombinierten Buttons bestehen, bieten ebenfalls einmalige Klickinteraktionen. Für die Funktion Ambiente-Beleuchtung werden zwei Slider bereitgestellt. Diese sind vertikal ausgerichtet. Sie dienen zur Regulierung der Helligkeit und zur Einstellung der Farbe. Der Regler, der auf der Spur verschoben wird, um die tatsächliche Einstellung vorzunehmen, ist für die Helligkeitsregulierung und die Farbauswahl unterschiedlich gestaltet. Das Produkt ist an dieser Stelle also innerlich nicht konsistent. Die Interaktion erfolgt jedoch gleich und ist ohne Zwischenstufen umgesetzt. Im unteren linken Bereich des Screens gibt es über eine Liste die Möglichkeit für bestimmte Bereiche die Helligkeit separat einzustellen. Diese Liste ist aber nicht permanent sichtbar, sondern kann im Bedarfsfall ausgeklappt werden. Das jeweils letzte ausgewählte Element wird dann nach der Interaktion angezeigt. Eine separate Einstellung der Farbe für verschiedene Bereiche ist nicht möglich.

Graphisches Design: Graphisch setzt das Design sowohl auf zweidimensionale als auch dreidimensionale Icons. Die Farben sind gedeckt, graue und schwarze Farbtöne

überwiegen. Im Homescreen wird durch eine Horizontlinie eine Tiefe angedeutet, die sich klar am Design der HU orientiert. Die Highlight-Farbe ist ein kräftiges Gelb.

Diese Beschreibung gilt für die Gestaltung des FES und die produktspezifische Variante Mock-Up 0 gleichermaßen. Im Folgenden werden die angepassten Schnittstellenvarianten jeweils für iOS und für Android beschrieben. Diese sind keine High-Fidelity-Prototypen, dadurch ist keine Interaktion möglich. Für diese Studie ist dies auch nicht notwendig, da es nicht um die Evaluation der Usability und UX geht, sondern das generelle Forschungsvorhaben aus Nutzersicht geklärt werden soll.

7.3.2 Mock-Up 1 – Anpassung der Schnittstellenarchitektur an die Plattform



Abbildung 25 – Mock-Up 1 für iOS-Nutzer

Schnittstellenarchitektur: Für diese Variante ist die Kapselung der Funktionen innerhalb der Domänen beibehalten worden, nicht jedoch der Homescreen. Die Kacheln des Homescreens sind in eine Tabbar integriert. Diese Tabbar ist auf jeder Ebene und Sub-Ebene sichtbar. Sie ermöglicht es dem Nutzer von jeder Position innerhalb der Anwendung schnell horizontal zu navigieren. Dieses Verhalten entspricht dem Standardverhalten, das die iOS-Nutzer von einer Tabbar gewohnt sind. Die Anzahl der Navigationsschritte innerhalb der Anwendung reduziert sich dadurch für die Nutzer. Der Kopfbereich des Screens wurde durch die Anpassung stark vereinfacht. Die kleinen Interaktionselemente, die zur Navigation zum Homescreen benötigt werden, können somit entfallen. Der bisherige Header, mit dem die Funktionen der jeweiligen Domäne angesteuert werden, ist durch das Element Segment Control von iOS ersetzt worden. Hier wird deutlich, dass Elemente der Schnittstelle beides sein können: sowohl Interaktionselemente als auch Elemente der Schnittstellenarchitektur. Da diese Elemente auch von der

Guideline den Architekturkonzepten zugerechnet werden und nur der Navigation innerhalb der App dienen, also keine funktionale Reaktion des Systems auslösen, werden sie innerhalb dieser Rubrik angepasst.

Interaktionselemente: Buttons und Slider, die für eine funktionale Reaktion des Systems verantwortlich sind, hier also für die konkrete Veränderung der Helligkeit, die Auswahl des Helligkeitsbereichs und die Einstellung der Farbe, sind bei dieser Variante nicht angepasst.



Abbildung 26 – Mock-Up 1 für Android-Nutzer

Schnittstellenarchitektur: Im Gegensatz zum iOS-Betriebssystem lässt die Material Design Guideline einen gewissen Gestaltungsspielraum und verschiedene Lösungen zur Darstellung von Hauptfunktionen zu. Gemäß der Material Design Guidelines (Stand Mai 2018) werden ein Navigation-Drawer und ein Mini-Navigation-Drawer verwendet. Mit Hilfe dieses Konzepts werden die übergeordneten Domänen, die die einzelnen Funktionen aggregieren, in einem Menü gegliedert, das in minimierter Form permanent sichtbar und im Bedarfsfall erweiterbar ist. Wird es im Bedarfsfall aktiviert, so schiebt es sich dann entweder von links oder rechts in den Bildschirm und verschiebt die Inhalte oder es legt sich als zusätzliche Ebene über diese. Das Icon, über das das Menü ein- oder ausgeblendet wird, besteht aus drei gestapelten Strichen. Es erinnert schemenhaft an einen Hamburger. Deshalb hat sich auch die Bezeichnung Hamburger- oder Hamburger-Menü etabliert. Zum Zeitpunkt der Erstellung wurde durch das Material Design Tool Kit auch ein Mini-Navigation-Drawer angeboten. Der Mini-Navigation-Drawer ist eine minimierte Tabbar, die permanent sichtbar ist und nur aus Items besteht. Im Gegensatz zur iOS-Variante sind die Icons der Domänen hier ohne Text und vertikal angeordnet. In der neusten Version der Guidelines (Stand Februar 2019) ist dieser Mini-Drawer wieder verschwunden. Das bedeutet nicht, dass dieses Konzept damit sinnlos ist, sondern dass es sich eventuell nicht als Standard etablieren konnte. Ähnlich wie bei iOS erlauben

das Hamburger-Menü und der Mini-Navigation-Drawer ein schnelles horizontales Navigieren zwischen den Domänen. Der Homescreen wird dadurch aufgelöst und der Nutzer startet unvermittelt mit der ersten Funktion nach dem Öffnen der Anwendung. Die verschiedenen Funktionen einer Domäne, die im produktspezifischen Schnittstellendesign über den Header erreichbar sind, sind hier in Form von Android-typischen Tabs umgesetzt, nicht zu verwechseln mit der Tabbar von iOS. Unterschied ist, dass bei Android die Unterseiten einer Domäne mit Hilfe der Tabbar angezeigt werden. Bei iOS jedoch werden die Domänen selbst darüber abgerufen. Als Indikator, auf welcher Seite sich der Nutzer befindet, wird die Highlight-Farbe für Schrift und Indikatorlinie verwendet.

Interaktionselemente: Buttons und Slider, die für eine funktionale Reaktion des Systems verantwortlich sind, hier also für die konkrete Veränderung der Helligkeit, die Auswahl des Helligkeitsbereichs und die Einstellung der Farbe, sind bei dieser Variante nicht angepasst.

7.3.3 Mock-Up 2 – Anpassung der Interaktionselemente an die Plattform



Abbildung 27 – Mock-Up 2 für iOS-Nutzer

Schnittstellenarchitektur: Bei dieser Variante werden die Gliederung der Hauptfunktionen über den Homescreen mit den Kacheln und die dazu benötigten Navigations-Komponenten (Homescreen-Button, rechts oben und Zurück-Button, links oben) beibehalten. Interaktionselemente: Die funktionalen Interaktionselemente werden hier durch Standardkomponenten ersetzt. Der produktspezifische Slider mit entsprechendem Regler wird für die Regulierung der Helligkeit durch die iOS-typische Variante ersetzt. Auch hier wird auf Stufen oder Zwischenschritte verzichtet. Eine Anzeige des prozentualen Werts der Helligkeit ist nicht realisiert. Als Indikator dient die Füllung der Spur, auf der

der Regler verschoben wird. Dies ist ein gängiges Konzept, das Nutzer aus anderen Apps oder den Einstellungen ihres iOS-Smartphones oder -Tablets bereits kennen. Für die Auswahl des Helligkeitsbereichs kommen zwei Alternativen in Frage. Aus Platzgründen wurde sich für die Variante entschieden, bei der die Auswahl über einen Table realisiert wird. Die konkrete Auswahl kann über ein eingeblendetes Menü (Popover) mit entsprechendem Auswahlbereich (Check-Mark-Liste) erfolgen oder über die sehr iOS-spezifische Auswahlvariante mit Hilfe einer Walze (Pickers). Mit beiden Lösungen können die einzelnen Bereiche so auswählbar gemacht werden. Bei der Auswahl der Farben wird ein komplett neues Interaktionselement verwendet, denn Slider werden bei der iOS-Plattform und anderen Apps auf der Plattform nicht für eine Farbauswahl verwendet. Das Einsatzgebiet von Slidern ist laut der Guideline stark begrenzt. Die Guidelines raten beispielsweise davon ab, einen Slider für die Einstellung der Audio-Lautstärke zu verwenden. Um ein passendes Element zu finden, durch welches der produktspezifische Slider ersetzt wird, wurden die systemeigene Notiz-App und Instagram herangezogen. Beide setzen bei der Farbauswahl auf eine horizontale Aneinanderreihung der Farben (siehe Abbildung 28). Durch einen Klick kann eine vordefinierte Farbe ausgewählt werden. Bei beiden Applikationen können durch Wischen auf die Farbtöpfe weitere Farben eingeblendet werden. Entweder verschieben sich die Farben nach links oder es werden seitenweise neue Farben aufgelistet. Um den Probanden verständlich zu machen, dass weitere Farben verfügbar sind, wurden die Seitenindikatoren verwendet, die das seitenweise Blättern andeuten. Die Seitenindikatoren sind ebenfalls ein Standardelement der Plattform und werden in zahlreichen Apps eingesetzt. Zur Kennzeichnung der ausgewählten Farbe wurde ein Checkmark verwendet.

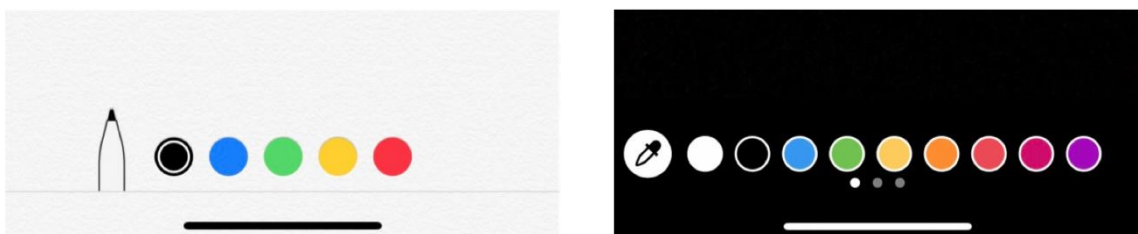


Abbildung 28 – Farbauswahl – links: iOS-Notizen-App-Schnittstelle (Screenshot); rechts: Instagram-Story-Modus (Screenshot)



Abbildung 29 – Mock-Up 2 für Android-Nutzer

Schnittstellenarchitektur: Bei dieser Variante wird die Gliederung der Hauptfunktionen über den Homescreen mit den Kacheln und den dazu benötigten Navigations-Komponenten (Homescreen-Button, rechts oben und Zurück-Button, links oben) beibehalten.

Interaktionselemente: Analog wie bei der angepassten iOS-Variante wird der Slider des produktspezifischen Ausgangsdesigns durch einen Slider des Material Design ersetzt. Die Indikation der konkreten Einstellungen erfolgt auch hier durch die Füllung der Spur, auf der der Regler verschoben wird. Die prozentuale Angabe für die Helligkeit entfällt auch hier. Für die Auswahl des Helligkeitsbereichs wird ein ausklappbares Auswahlmenü (Exposed-Dropdown-Menü) gewählt. Die Auswahlbereiche werden in einer Liste angezeigt und überblenden die dahinterliegenden Inhalte. Nach der Auswahl eines Listeneintrags verschwindet die Liste und nur der ausgewählte Eintrag ist noch sichtbar. Der Pfeil nach unten dient als Hinweis für die Nutzer, dass sie hier etwas ausklappen können. Für die Farbauswahl wird die gleiche Darstellung wie bei iOS gewählt. Auch in der Android-Notiz-App und den Zeichenprogrammen werden die Farben mit Hilfe von Farbtöpfen dargestellt. Auch bei der Android-Version von Instagram wird darauf zurückgegriffen. Das Pattern für die Darstellung von Seiten durch Punkte findet sich an verschiedenen Stellen der Android-Plattform, unter anderem bei der Darstellung der Seiten auf dem Homescreen.

7.3.4 Kombinationen von plattformsspezifischen Anpassungen

Als logischer Schritt aus den vorangegangenen Anpassungen muss auch eine Version getestet werden, bei der beide Anpassungen gemeinsam Verwendung finden. Möglich ist, dass nicht einzelne Anpassungen, sondern nur die Kombination aus diesen für Nutzer sinnvoll sind. Doch eine Kombination von Anpassungen ist keine triviale Aufgabe. Eine einfache Verschmelzung der beiden Anpassungen in einem weiteren Mock-Up ist möglich, aber die Frage ist, welcher Sinn und Zweck damit verfolgt wird. Es geht darum

zu testen, was in einer MDCP-Anwendung für Nutzer ähnlich, hilfreich und als Gesamtprodukt über alle Schnittstellen hinweg stimmig erscheint. Betrachtet man Single-Device-Apps, so ist das Bestreben der Schnittstellengestaltung häufig so nah wie möglich an die gängigen Plattformpatterns heranzukommen, um auf die Erfahrung der Nutzer einzugehen. Gleichzeitig lassen die HMI Guidelines beider Plattformen einen Gestaltungsspielraum zu, damit trotz der Bemühungen um innere Konsistenz innerhalb einer Plattform UI-Designern die Möglichkeit gegeben wird, marken- und produktspezifische Konzepte zu entwickeln. So können Marken und Produkte eine eigene Markenwahrnehmung (Branding) entwickeln. Aus dem Spielraum der Guidelines und dem Spielraum zwischen produktspezifischen und gewohnten Patterns ergibt sich ein Kontinuum bei der Gestaltung von Schnittstellen. Bei einer reinen Verschmelzung der Anpassungen bleibt die Gestaltung stark orientiert an den produktspezifischen Gestaltungsparadigmen des Ausgangsdesigns. Bei einer Verschmelzung der Anpassungen um Plattformkonformität zu erreichen, wird mehr vom Ausgangsdesign aufgegeben. Beides in einem Mock-Up zu verbinden ist nicht möglich. Daher wurden zwei verschiedene Versionen für die Kombination der plattformspezifischen Anpassungen entwickelt. Beide verfolgen, wie auch die anderen singulären Anpassungen, die Erhöhung der äußeren Konsistenz für die BYOD-Schnittstelle.

7.3.4.1 Echte Plattformkonformität versus reine Kombination der angepassten Schnittstellenbausteine

Bei einer reinen Kombination der plattformspezifischen Anpassungen werden die produktspezifische Schnittstellenarchitektur und die Interaktionselemente durch das jeweilige Pendant der Plattform ersetzt. Bei der Anpassung der Architektur der Benutzerschnittstelle ist dies immer ein erheblicher Eingriff in die Gestaltung der Schnittstelle, sofern das produktspezifische UI-Design der MDCP-Anwendung in diesem Punkt abweicht. Plattformspezifische Anpassungen der Schnittstellenarchitektur können so weit gehen, dass ganze Screens des ursprünglichen produktspezifischen UI-Designs verschwinden, weil sie dadurch nicht mehr notwendig sind. Das bedeutet, dass eine neue Benutzerführung damit einhergeht und dass Nutzer anders bei der Erfüllung ihrer Ziele vorgehen müssen. Dies gilt im besonderen Maße für MDCP-Anwendungen, bei denen produktspezifische und plattformspezifische Schnittstellen gleichzeitig wahrgenommen

werden. Richtig erfahrbar kann diese plattformspezifische Anpassung der Schnittstellenarchitektur dann werden, wenn der Nutzer während einer Aufgabe das Gerät wechselt. Durch den Wechsel zwischen produktspezifischen und plattformspezifischen Schnittstellenarchitekturkonzepten entsteht die Herausforderung, dass sich der Nutzer vom bestehenden Konzept mental lösen und sich unmittelbar auf ein Neues einstellen muss. Dennoch ist diese Herausforderung ein unumgänglicher Teil der plattformspezifischen Anpassung der Schnittstellenarchitektur. Im Gegensatz dazu gibt es bei den Interaktionselementen einen größeren Spielraum. Werden diese nicht streng nach den Empfehlungen der Guideline eingesetzt, so kann eine App trotzdem veröffentlicht werden. Bei einem genauen Befolgen der Plattform-Empfehlungen kann daraus resultieren, dass das Layout angepasst werden muss, um die Interaktionselemente gemäß den Vorgaben einzusetzen. Am konkreten Beispiel der BYOD-Schnittstellengestaltungsvarianten für diese Studie lässt sich das sehr gut erklären.

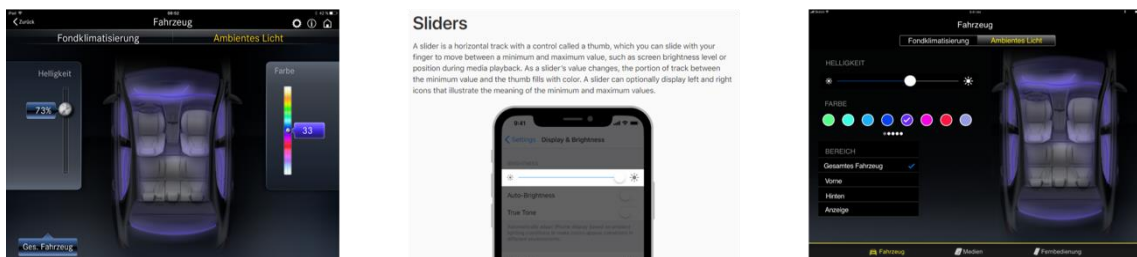


Abbildung 30 – Screenshots der Anwendung und Guideline. Links: Das Ausgangsdesign mit einem vertikalen Slider. Mitte: Beispielbild aus den Human Interface Guidelines für iOS-Geräte (Quelle: Apple¹⁵). Rechts: Plattformkonforme Variante mit horizontalem Slider (ausgenommen graphisches Design)

Das Beispiel, das Apple in seiner HMI Guideline beschreibt, ist die Regulierung der Helligkeit (siehe Abbildung 30, Mitte). Insofern ist dieses Beispiel von Apple sogar direkt übertragbar auf das konkrete Beispiel der Funktion Ambiente-Beleuchtung. Um den Slider tatsächlich gemäß der Guideline zu verwenden und ihn damit horizontal statt vertikal einzusetzen, muss das Layout des gesamten Screens angepasst werden. Aber es besteht nicht genug Raum im produktspezifischen UI-Design, um den Slider an seiner bisherigen Position zu drehen. Je kürzer die Spur des Sliders ist, desto größer ist die konkrete Auswirkung bei der Verschiebung des Reglers. Eine solch hohe Anforderung hinsichtlich der Bedienung ist im Kontext Fahrzeug nicht zu bewältigen. Gleichzeitig würde dies zu einer Frustration seitens der Nutzer führen. Die gravierende Folge daraus

¹⁵ <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/ios/controls/sliders/>

wäre, dass ein so gestalteter Mock-Up im Vergleich schlechter abschneiden und damit die Ergebnisse verfälschen würde. Um vergleichbare Bedingungen für die Evaluation der Nützlichkeit herzustellen, muss als Folge das Layout des Screens angepasst werden.

7.3.4.2 *Layout als eigener Baustein*

Die Anpassung des Layouts wirft somit jedoch gleichzeitig die Frage auf, ob Layout ein eigener Baustein ist. Also ob Layout gleichbedeutend ist wie Schnittstellenarchitektur, Interaktionselemente und graphisches Design.

Dazu hilft eine nähere Betrachtung des bisherigen Gestaltungsprozesses. Gemeinsam haben die drei bisher identifizierten Bausteine, dass sie sich im Rahmen der Schnittstellengestaltung einzeln oder in verschiedenen Kombinationen anpassen lassen. Das bedeutet es gibt je Baustein zwei Ausprägungen, produktspezifisch (innere Konsistenz) oder plattformspezifisch (äußere Konsistenz). Für die Entwicklung einer spezifischen Schnittstelle für eine Applikation lässt sich in jedem Fall ein spezifisches Layout kreieren. Es gibt jedoch kein Standardlayout seitens der Plattformen für Apps. Es gibt Anforderungen an das Layout, das zur Wahrung der Lesbarkeit und Steuerbarkeit Abstände und Ähnliches definiert. Es gibt jedoch keine standardisierte Schablone für die Positionierung der Inhalte, die sich auf jede App anwenden ließe. Diese Anforderung ist für die anderen Bausteine vorhanden.

Layout ist die spezifische Strukturierung der Inhalte auf einer Seite. Da aber die Inhalte je App stark variieren, gibt es vielmehr gerätespezifische Layoutvarianten und keine standardisierten plattformspezifischen Layouts geben, abgesehen von einem definierten architektonischen und strukturellen Rahmen (Levin, 2014, S. 25). Auch ein Blick in die iOS und Material Design Human Interface Guidelines zeigt, dass entweder allgemeine Layout-Überlegungen (iOS: general layout considerations) gegeben werden oder das Verständnis für Layout (Material Design: understanding layout) vermittelt wird (Apple Inc., o. J., Abschnitt: Adaptivity and Layout; Google, o. J.c, Abschnitt: Layout). In beiden Guidelines wird hauptsächlich auf die Seitenabstände und das Verhalten des Layouts je Gerät Bezug genommen.

Das Layout wird also nur als Folge aus der konformen Verwendung der Interaktionselemente angepasst. Bleibt die Bedienbarkeit und Steuerbarkeit der Schnittstelle auch ohne konforme Verwendung der Standardelemente gewährleistet, so zählt ein solcher

Einsatz zu den zulässigen Spielräumen, die die Plattformen den spezifischen Apps gewähren. Daher gibt es zwei Versionen der Anpassung, die der unterschiedlichen Granularität der Anpassungen in Richtung Plattformstandard gerecht werden, ohne dass das Layout einen separaten Baustein darstellt.

7.3.5 Mock-Up 3 – Kombination ohne Layout-Anpassung an die Plattform



Abbildung 31 – Mock-Up 3 für iOS-Nutzer

Mock-Up 3 besteht aus der Kombination der Anpassung der Schnittstellenarchitektur und der Interaktionselemente ohne gänzlich plattformkonform zu sein. Das Layout des ursprünglichen Inhaltsbereichs des Screens bleibt unangetastet.

Schnittstellenarchitektur: Siehe dazu iOS-Variante in Punkt 7.3.2.

Interaktionselemente: Siehe dazu iOS-Variante in Punkt 7.3.3.

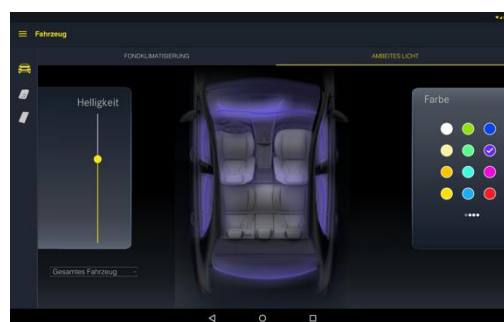


Abbildung 32 – Mock-Up 3 für Android-Nutzer

Mock-Up 3 besteht aus der Kombination der Anpassung der Schnittstellenarchitektur und der Interaktionselemente ohne gänzlich plattformkonform zu sein. Das Layout des ursprünglichen Inhaltsbereichs des Screens bleibt unangetastet.

Schnittstellenarchitektur: Siehe dazu Android-Variante in Punkt 7.3.2.

Interaktionselemente: Siehe dazu Android-Variante in Punkt 7.3.3.

7.3.6 Mock-Up 4 – Kombination der Anpassung mit maximaler Konformität zur Plattform (ausgenommen graphisches Design)

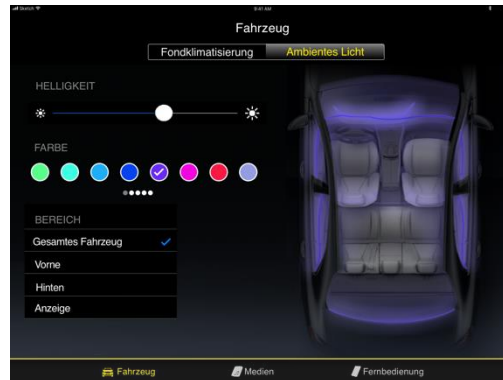


Abbildung 33 – Mock-Up 4 für iOS-Nutzer

Mock-Up 4 geht einen Schritt weiter als Mock-Up 3 und ist durch die Anpassung des Layouts zur korrekten Platzierung und Ausrichtung der Interaktionselemente innerhalb des Inhaltsbereichs möglichst konform zur Guideline der iOS-Plattform. Diese Variante weist die höchste äußere Konsistenz aller angepassten iOS-Varianten auf.

Schnittstellenarchitektur: Siehe dazu iOS-Variante in Punkt 7.3.2

Interaktionselemente: Der Slider wurde analog zum Beispiel aus der Guideline horizontal ausgerichtet und mit der Überschrift Helligkeit versehen. Der Slider wird von zwei Icons an beiden Enden der Spur noch aussagekräftiger gestaltet. Somit ist der Slider nicht nur konform, sondern das gesamte Pattern der Helligkeitseinstellung der Plattform wird in diese Variante integriert. Die Farbeinstellungen werden nicht mehr über einen Slider dargestellt, sondern mit Hilfe von Kreisen realisiert. Darüber hinaus ist die Farbauswahl bei diesem Prototyp waagrecht angeordnet, wodurch sie der Farbauswahl der plattformeigenen iOS-Notizen-App gleicht (siehe dazu Abbildung 28). Die kleineren weißen und der graue Kreis deuten ein seitenweises Blättern an, wodurch der Nutzer weiß, dass er horizontal wischen kann, um weitere Farben auswählen zu können. Die Farbauswahl ist mit der entsprechenden Überschrift gekennzeichnet. Das letzte Interaktionselement ist die Auswahl des Helligkeitsbereichs. Hier wird ein Einzelauswahl-Pattern (Single-Choice-Pattern) von iOS angewendet. Die Bereiche werden in einer Liste aufgeführt und der Nutzer kann durch Setzen eines Hakens einen Bereich auswählen und dafür die Helligkeit regulieren. Alle Interaktionselemente sind nun linksbündig angeordnet. Dadurch kann die Fahrzeugvisualisierung nach rechts verschoben werden.

Durch die klare Strukturierung und Hierarchie kommt diese Variante dem klassischen iOS-Einstellungsmenü sehr nahe.

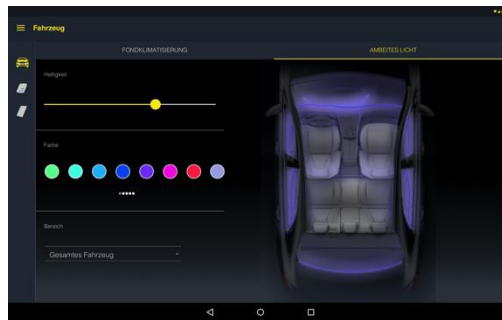


Abbildung 34 – Mock-Up 4 für Android-Nutzer

Auch Mock-Up 4 für Android-Nutzer orientiert sich noch stärker an der Material Design Guideline und geht über die reine Verschmelzung der Anpassungen hinaus. Diese Variante weist die höchste äußere Konsistenz aller angepassten Android-Varianten auf. Schnittstellenarchitektur: Siehe dazu Android-Variante in Punkt 7.3.2.

Interaktionselemente: Auch bei der Android-Variante wird das Layout angepasst. Der Slider wird horizontal ausgerichtet und mit einer Überschrift versehen. Als Abgrenzung zwischen der Helligkeitseinstellung und der Farbauswahl wird eine Trennlinie integriert. Dies entspricht dem gängigen Pattern eines Einstellungsmenüs im Material Design. Hier wird das Dropdown-Menü beibehalten und nicht durch eine Liste ersetzt. Durch den größeren Headerbereich und die Android-Taps ist weniger Platz vorhanden als bei Mock-Up 4 der iOS-Variante.

7.4 Durchführung und Probanden der Studie 3

Im Folgenden wird näher auf die Durchführung der Studie im Fahrzeug eingegangen und die Auswahl der Probanden beschrieben.

7.4.1 Vorbereitungen und Probandenauswahl

Als Vorbereitung wurde das in den Rahmenbedingungen angedachte Setting der Studie vorab getestet. Die Bestandteile der Studie umfassen:

- Einen Einführungsteil,
- die Evaluationen der BYOD-Schnittstellengestaltungsvarianten im Kontext der MDCP-Anwendung,
- die qualitativen Befragungen und Favoritenauswahl im Abschlussinterview.

In der Einführungsphase sollen die Probanden der Studie mit Hilfe der Zusammenstellung der Guidelines aus Studie 2 und einer Erklärung zu den sich im Fahrzeug befindlichen Displays und Geräten auf eine gemeinsame Verständnisebene gebracht werden. Die Evaluation der verschiedenen Varianten mit den zuvor gestalteten Testunterlagen finden im Fahrzeug statt, ebenso wie die Befragung zu den jeweiligen Entscheidungen.

Um zu verifizieren, dass dieser Ablauf sowohl für die Probanden als auch für den Testleiter möglich ist, wurden zwei Probedurchläufe gemacht. Als Folge daraus wurden mehrere Inhalte der Studie gestrichen. Zunächst war geplant, auch ein ab Werk mitgeliefertes Fond-Tablet in die Studie aufzunehmen. Im Pretest zum Ablauf wurde jedoch deutlich, dass die Teilnehmer überfordert waren, sobald ein drittes Gerät in die Studie eingeführt wurde. Daher wurde die Studie auf zwei Geräte beschränkt. Das Ausfüllen der Unterlagen, das Protokollieren der Testbeobachtungen und die Befragung stellten keine besondere Herausforderung dar.

Für die tatsächliche Durchführung der Studie mit den echten Probanden wurden im Mercedes-Benz-Schulungszentrum ein Raum angemietet und ein Fahrzeug mit entsprechender Halterung vorbereitet. Dieses war auf einem ruhigen Parkplatz in Laufweite abgestellt. Es wurden 25 Teilnehmer aus verschiedenen Unternehmensbereichen akquiriert. Teilnahmebedingung war, dass die Probanden beruflich nicht mit der Erstellung und Bewertung von Benutzerschnittstellen zu tun haben. Bei der Anmeldung zur Studie wurde die privat am meisten genutzte Plattform (iOS oder Android) erfragt. Bei Probanden, die beide Plattformen regelmäßig nutzen, wurde anhand des privaten Smartphones entschieden, welcher Nutzergruppe sie zugeordnet werden. Auf die Plattform iOS entfielen 13 und auf Android 12 Personen. Das Alter der Probanden erstreckte sich von 21 bis 56 Jahren. Es konnten 4 weibliche Teilnehmerinnen und 21 männliche Teilnehmer gewonnen werden.

Die tatsächliche Studie besteht aus zwei Blöcken. Innerhalb des ersten Blocks werden die Probanden mit den Inhalten der Studie, den Zielen und der Prozedur vertraut gemacht. In dieser Einführung gibt es eine anschauliche Erläuterung der verschiedenen Geräte innerhalb des Fond-Entertainment-Systems mit Bild und Text. Dabei werden die möglichen unterschiedlichen Gerätetypen und deren Einsatz im Fahrzeug erläutert. Gleichzeitig werden die wichtigsten Grund- und Fachbegriffe erklärt, die für die Evalu-

ierung durch die Probanden notwendig sind. Diese Fachbegriffe beziehen sich auf Konzepte der Schnittstellengestaltung. Damit dies nicht zu abstrakt für die Probanden ist, wird mit der in Studie 2 erarbeiteten Gegenüberstellung der wichtigsten Bausteine einer Benutzerschnittstelle gearbeitet. Es werden jeweils die produktspezifischen Konzepte und das plattformspezifische Pendant gezeigt und erläutert. Die Probanden haben jederzeit die Möglichkeit Fragen zu stellen. Mit dieser Gegenüberstellung wird den Probanden aufgezeigt, dass es prinzipiell für die Gestaltung der BYOD-App-Schnittstelle auf den persönlichen Geräten unterschiedliche Möglichkeiten gibt, aus denen diese konstruiert werden kann. Mit dieser Einführung wird sichergestellt, dass alle Probanden, unabhängig von ihren Vorerfahrungen, auf dem gleichen Wissensstand bezüglich des Themas sind. Im nächsten Schritt werden die für die Erhebung der Studie nötigen demographischen Daten gesammelt. Zuvor wurden die Probanden darüber aufgeklärt, dass ihre Daten nur im Rahmen der Studie verwendet werden. Sie müssen daher eine Einverständniserklärung zur Datenerhebung unterzeichnen. Danach wird mit dem Hauptteil der Studie im Fahrzeug begonnen (siehe Abbildung 35 und Abbildung 36). Während der gesamten Studie befindet sich der Testleiter zusammen mit einem Probanden innerhalb des Fahrzeugs. So kann der jeweilige Proband bei Fragen oder Rückfragen innerhalb der Studie direkt mit dem Testleiter sprechen.



Abbildung 35 – Durchführung mit einem Android-Nutzer

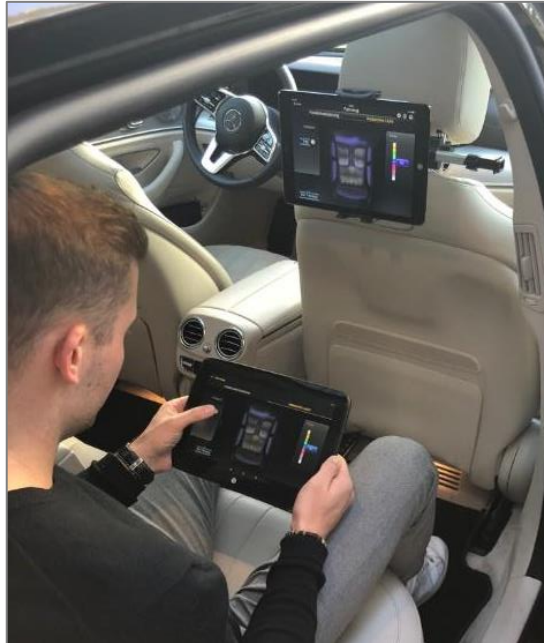


Abbildung 36 – Durchführung mit einem Android-Nutzer

Als Ergebnis der zuvor durchgeführten Vorstudie wurde festgehalten, dass die Probanden nicht mit Mock-Up 0 bei der Evaluation beginnen sollten. Tabelle 28 visualisiert die aufgestellte Reihenfolge der Mock-Ups für die Evaluation der iOS-Varianten. Tabelle 29 visualisiert die aufgestellte Reihenfolge der Mock-Ups für die Evaluation der Android-Varianten. Jeder der Mock-Ups 1 bis 4 hat jede Start-, Zwischen- oder Endposition innerhalb der Reihenfolge mindestens einmal inne. Die alternierende Reihenfolge ist bei Within-Subjects-Studien besonders wichtig, da so unbeabsichtigte Lerneffekte minimiert werden können (Sauro & Lewis, 2012, S. 63).

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12	P13
#1	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1
#2	M2	M3	M4	M0	M0	M3	M4	M0	M2	M3	M4	M0	M2
#3	M3	M4	M0	M1	M2	M4	M0	M1	M3	M4	M0	M1	M0
#4	M4	M0	M1	M2	M3	M0	M1	M2	M4	M0	M1	M2	M3
#5	M0	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M0	M1	M2	M3	M4

Tabelle 28 – Reihenfolge für die Evaluationen der Mock-Ups 0 bis 4 für iOS-Nutzer. Spaltenweise: Probanden 1-13; zeilenweise: Reihenfolge beginnend mit #1 (erster gezeigter Mock-Up) bis #5 (zuletzt gezeigter Mock-Up)

	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10	P11	P12
#1	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M1
#2	M2	M3	M4	M0	M0	M3	M4	M0	M2	M3	M4	M2
#3	M3	M4	M0	M1	M2	M4	M0	M1	M3	M4	M0	M0
#4	M4	M0	M1	M2	M3	M0	M1	M2	M4	M0	M1	M3
#5	M0	M1	M2	M3	M4	M1	M2	M3	M0	M1	M2	M4

Tabelle 29 – Reihenfolge für die Evaluationen der Mock-Ups 0 bis 4 für Android-Nutzer. Spaltenweise: Probanden 1-12; zeilenweise: Reihenfolge beginnend mit #1 (erster gezeigter Mock-Up) bis #5 (zuletzt gezeigter Mock-Up)

7.4.2 Aufgaben im Fahrzeug

In der Einführungsphase erklärt der Testleiter das Setting im Fahrzeug. Zunächst wird den Probanden das Zentraldisplay im vorderen Teil des Fahrzeugs gezeigt und erläutert. Hierbei wird die zuvor kennengelernte produktspezifische Mercedes-Benz-Schnittstellengestaltung der Generation 5.5 mit den prägnanten Schnittstellenarchitekturkonzepten, den Interaktionselementen und dem graphischen Design präsentiert. Danach wird im Fond mit dem montierten Tablet der gleiche Prozess durchlaufen und nun touchbasiert der Homescreen und die verfügbaren Funktionen erklärt. Danach dürfen

die Probanden in einer Explorationsphase die Schnittstelle selbst erproben und die Ambiente-Beleuchtung verändern. Sie sollen eine Farbe auswählen und die Helligkeit regulieren. Danach erhalten sie das portable BYOD, auf dem die Mercedes-Benz-COMAND-Touch-App installiert ist. Auch auf diesem sollen die Probanden die Ambiente-Beleuchtung verändern.



Abbildung 37 – Proband in der Explorationsphase

Danach wird den Probanden erklärt, dass es für das BYOD weitere Schnittstellengestaltungsvarianten gibt. Es wird darauf verwiesen, dass es sich dabei nicht um funktionierende Prototypen handelt, sondern um Mock-Ups zu Veranschaulichung, bei denen teilweise verschiedene Bestandteile der ursprünglichen Schnittstellengestaltung verändert wurden. Den Probanden wird die Aufgabe gestellt, diese Varianten mit Hilfe der jeweiligen Mock-Ups zu analysieren und sie anhand der Items zu bewerten. Dabei sollen sie mit der Thinking-Aloud-Methode (lautes Denken) ihre Beobachtungen und Meinungen zu den jeweiligen Konzepten äußern. Diese werden vom Testleiter protokolliert. Sobald der Proband eine Bewertung vorgenommen hat, wird seitens des Testleiters über die Lettering-Methode nachgefragt, wie es zu dieser Entscheidung gekommen ist. Dadurch werden tiefere Einsichten gewonnen, was hinsichtlich der Kriterien Ähnlichkeit, Nützlichkeit und Stimmigkeit aus Nutzersicht wichtig ist. Dieses Vorgehen gilt auch für die

identische BYOD-Variante, die während dieser Evaluation als Mock-Up 0 gezeigt wurde.

7.5 Ergebnisse und Forschungsfrage 3

Zunächst wurden alle physischen Testunterlagen zur Analyse digitalisiert (siehe Abbildung 38). Die Auswertung erfolgte mit SPSS.

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse der Auswertung anhand der Teilfrage zur übergeordneten Forschungsfrage 3 dargelegt. Dabei wird zunächst auf Android- und iOS-Nutzer zusammen eingegangen, bevor im Anschluss ihre Ergebnisse separat betrachtet werden. Nach der Beantwortung der Teilfragen wird die übergeordnete Forschungsfrage 3 beantwortet. Im zweiten Teil dieses Abschnitts werden dann die tiefergehenden Analysen präsentiert. Hierbei werden Korrelationen betrachtet. Dabei werden die Ergebnisse mit verschiedenen demographischen Daten der Probanden oder ihrer Vorerfahrung in Beziehung gesetzt. Alle Ergebnisse werden vor dem Hintergrund der Forschungsfragen beantwortet. Die Ergebnisse des qualitativen Teils werden zur Interpretation der Ergebnisse in anonymisierter Form an den entsprechenden Stellen wiedergegeben. Um die Interpretation zu erleichtern, wird die Reihenfolge anhand der Plattform aufgestellt. Das bedeutet, dass konkrete Zitate der Probanden P1 bis P13 iOS-Nutzern und Zitate der Probanden P14 bis P25 Android-Nutzern zuzuordnen sind.

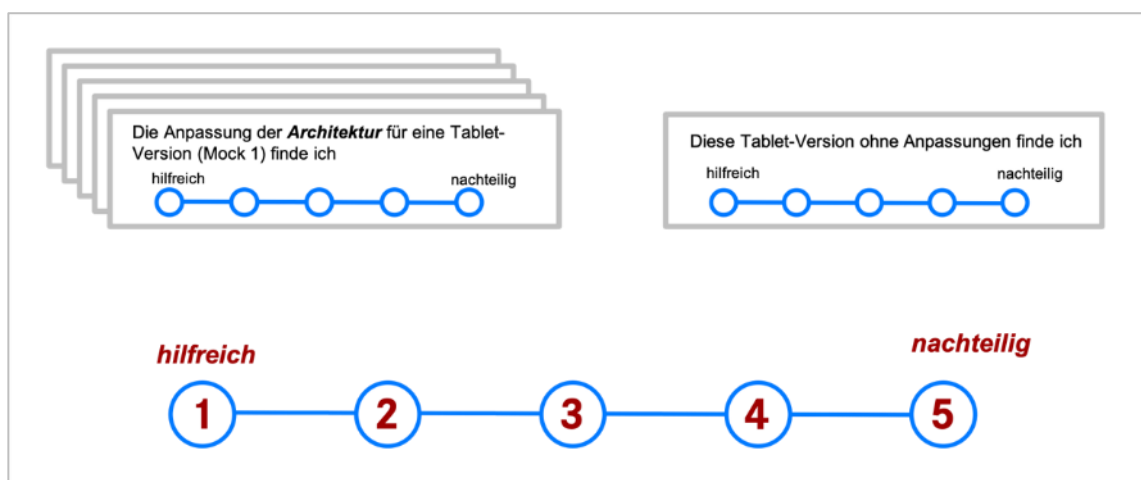


Abbildung 38 – Schema zur quantifizierten Auswertung der Items

7.5.1 Teilfrage 3 a) und Teilfrage 3 b) – Nützlichkeit und Unterschiede von plattform-spezifischen Anpassungen (äußere Konsistenz) aus Nutzersicht

Sind BYOD-Schnittstellen im Kontext eines MDCP-Ökosystems durch das Verwenden von plattform-spezifischen Patterns hilfreicher gegenüber produktspezifischen Patterns?

Zur Beantwortung dieser Fragestellung wird Item 2 herangezogen. Da es sich um einen With-In-Subjects-Ansatz handelt, testen und bewerten alle Probanden alle Mock-Ups mit Hilfe der kontinuierlichen Bewertungsskala. Laut Sauro und Lewis (2012, S. 63) muss in diesem Fall zur Berechnung signifikanter Unterschiede zwischen den Mock-Up-Durchschnittsbewertungen ein t-Test bei gepaarter Stichprobe durchgeführt werden. Der dabei berechnete p-Wert gibt Aufschluss darüber, ob der berechnete Unterschied signifikant ist (Sauro & Lewis, 2012, S. 65). Falls der kritische p-Wert (Signifikanzniveau von 0,05) dieses Tests nicht unterschritten wird, sollte immer von einem nicht signifikanten Ergebnis gesprochen werden (Leonhart, 2010, S. 176). Abbildung 39 visualisiert die Durchschnittswerte der einzelnen Mock-Ups. Gleichzeitig wird dadurch eine Art Ranking aus Nutzersicht deutlich. Im unteren Teil sind die signifikanten und nicht signifikanten Unterschiede zwischen den Mock-Ups veranschaulicht, die die unterschiedlichen Schnittstellengestaltungsvarianten repräsentieren.

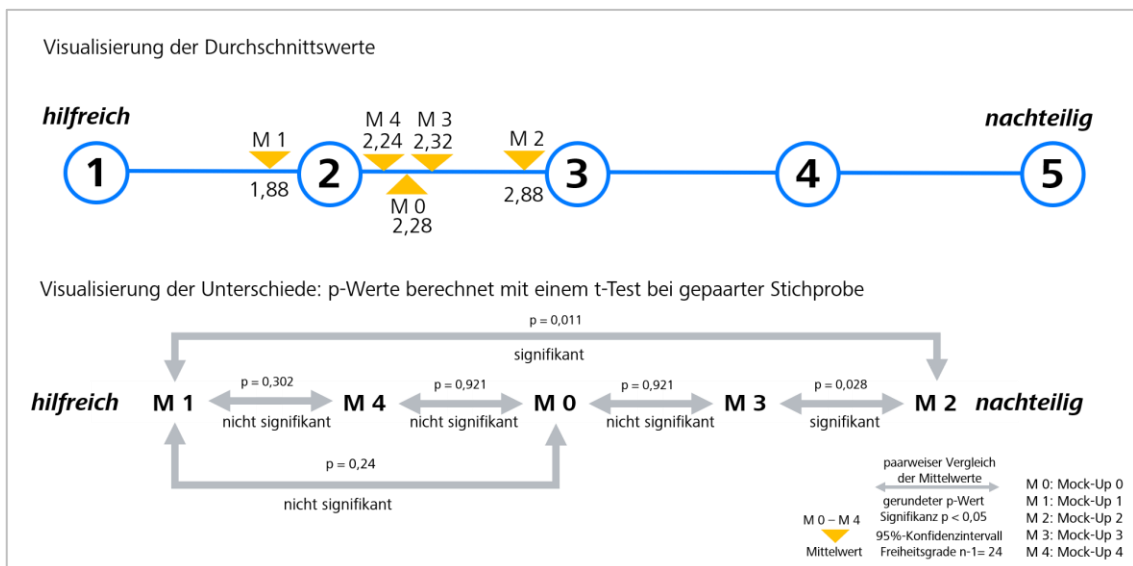


Abbildung 39 – Visualisierung der Mittelwerte der jeweiligen Mock-Ups für das Item Nützlichkeit über die gesamte Stichprobe. Berechnung der Unterschiede zwischen den Mock-Up-Durchschnittswerten mit einem t-Test bei gepaarter Stichprobe (vgl. Sauro und Lewis (2012, S. 65))

Das beste Ergebnis hinsichtlich der Nützlichkeit in der gesamten Stichprobe erreicht Mock-Up 1, allein nur durch die Anpassung der Schnittstellenarchitektur. Mit messbarem aber nicht signifikanten Abstand folgt ein Mittelfeld, bestehend aus zwei angepassten Varianten und der produktspezifisch konsistenten Version. Also ist in dieser Stichprobe die produktspezifisch konsistente Variante weder signifikant nachteiliger als die reine Anpassung der Architektur noch als die plattformkonforme Version (ausgenommen graphisches Design). Folglich ist der Mock-Up mit der höchsten inneren Konsistenz nicht signifikant schlechter als die erwähnten Mock-Ups mit höherer äußerer Konsistenz. Daraus folgt, dass die Nützlichkeit einer konsistenten Variante und damit die innere Konsistenz nicht gänzlich ausgeschlossen werden kann. Würde die produktspezifisch konsistente BYOD-Variante eine signifikant bessere Bewertung als jede plattform-spezifische Anpassung erhalten, so würden Anpassungen aus Nutzersicht keinen Mehrwert liefern. Die Erhöhung der äußeren Konsistenz bei der BYOD-Schnittstelle wäre also in diesem Fall abzulehnen. Die Folge daraus wäre, dass die Erarbeitung von plattform-spezifisch angepassten Schnittstellengestaltungsvarianten nicht sinnvoll ist. Da dies nicht der Fall ist, kann daraus geschlossen werden, dass die Verwendung von plattform-spezifischen Anpassungen für die Gestaltung der BYOD-Schnittstelle prinzipiell hilfreich sein kann. Die äußere Konsistenz hat in dieser Stichprobe also positive Auswirkungen. Anzumerken bleibt hier, dass es bei dieser Frage nicht um eine abschließende Bewertung geht. Diese erfolgt mit High-Fidelity-Prototypenstudien (siehe Studie 4 und Studie 5). Mit Blick auf die übergeordnete Fragestellung 3 soll hier grundsätzlich geklärt werden, ob plattform-spezifische Anpassungen (äußere Konsistenz) aus Nutzersicht Sinn machen können, um den weiteren Weg des Forschungsvorhabens abzusichern. Im Durchschnitt fallen die Bewertungen aller gezeigten BYOD-Varianten in der gesamten Stichprobe tendenziell positiv aus. Keiner der konstruierten Mock-Ups fällt also grundsätzlich bei den Probanden durch. Das kann als Beleg dafür gelten, dass der vorab durchgeführte Filterungs- und Verbesserungsprozess der möglichen BYOD-Schnittstellengestaltungen nur die aussichtsreichen Varianten hervorgebracht hat.

Gibt es für BYOD-Schnittstellen im Kontext eines MDCP-Ökosystems Unterschiede hinsichtlich der Nützlichkeit der einzelnen plattformspezifischen Patterns gegenüber produktspezifischen? Gibt es bessere und schlechtere plattformspezifische Anpassungen? Können bestimmte plattformspezifische Anpassungen für weitere Studien ausgeschlossen werden?

Die Ergebnisse der Stichprobe zeigen, dass es tendenzielle und signifikante Unterschiede gibt. Grundsätzlich gibt es solche angepassten BYOD-Schnittstellengestaltungsvarianten, die hilfreicher sind als die konsistente Variante und solche die es nicht sind. Würde man eine Reihenfolge bilden, ergibt sich die folgende Auflistung von hilfreich bis nachteilig:

- Singuläre Anpassung,
- maximal mögliche Anpassung,
- keine Anpassung,
- mehrere Anpassungen,
- singuläre Anpassung.

Daraus lässt sich ableiten, dass plattformspezifische Anpassungen (äußere Konsistenz) nicht prinzipiell besser oder schlechter sind. Es kommt auf die Art der Anpassung an. Die Reihenfolge zeigt auch, dass es in dieser Stichprobe keinen nachweisbaren Zusammenhang zwischen der bloßen Anzahl der Anpassungen und der Nützlichkeit gibt.

Ein signifikantes Ergebnis hinsichtlich der Unterschiede kann dafür verwendet werden, um in den Folgestudien nur aussichtsreiche Varianten zu testen. Analysiert man also die Ergebnisse unter diesem Aspekt, fällt auf, dass der reine Austausch der produktspezifischen durch die plattformspezifischen Interaktionselemente (Mock-Up 2) keinen signifikanten Vorteil für die BYOD-Schnittstellengestaltung bringt. Alle anderen Anpassungen sind signifikant hilfreicher bewertet worden. Das heißt, aus Nutzersicht macht die isolierte Anpassung der Interaktionselemente in dieser Stichprobe keinen Sinn. Auf dieser Grundlage wird diese Variante für die Folgestudien ausgeschlossen.

Zusammenfassend kann man sagen, dass die besten Ergebnisse hinsichtlich der Nützlichkeit in der gesamten Stichprobe erreicht Mock-Up 1 mit der ausschließlichen Anpassung der Architektur. Dass die zum Ausgangsdesign konsistente Variante als drittbeste Variante abschneidet zeigt, dass Anpassungen zwar sinnvoll sind, jedoch nicht prinzipiell

hilfreicher als eine produktspezifisch konsistente Variante (innere Konsistenz) abschneiden. Die drei besten Schnittstellengestaltungen für das BYOD waren in dieser Stichprobe Mock-Up 1, Mock-Up 4 und Mock-Up 0.

7.5.2 Teilfrage 3 c) – Favoritenauswahl

Welche BYOD-Schnittstellengestaltung favorisieren die Nutzer in Kombination mit der vorgegebenen produktspezifischen UI-Gestaltung im Kontext eines MDCP-Ökosystems? Wird eine konsistente Variante für das BYOD seitens der Nutzer favorisiert?

Ziel dieser Frage ist es, über die bloße Einschätzung der Nützlichkeit einzelner plattformspezifischer Anpassungen und der äußeren Konsistenz hinauszugehen. Mit der Auswahl für nur eine favorisierte BYOD-Schnittstellengestaltungsvariante sollen die Probanden sich in das Szenario im Fahrzeug hineindenken und die einzelnen Vor- und Nachteile gegeneinander abwägen. Wie Abbildung 40 illustriert, schneiden auch hier Mock-Up 1 und Mock-Up 4 am besten ab. Für diese Varianten mit leicht erhöhter äußerer Konsistenz (Mock-up 1) und hoher äußerer Konsistenz (Mock-Up 4) entscheiden sich insgesamt 80% der Probanden. Zu je 8% werden die produktspezifisch konsistente BYOD-Schnittstellengestaltungsvariante (höchste innere Konsistenz) und diejenige mit Anpassung der Interaktionselemente ausgewählt. Das geringste Ergebnis mit 4 % erzielt die reine Kombination der Anpassungen.

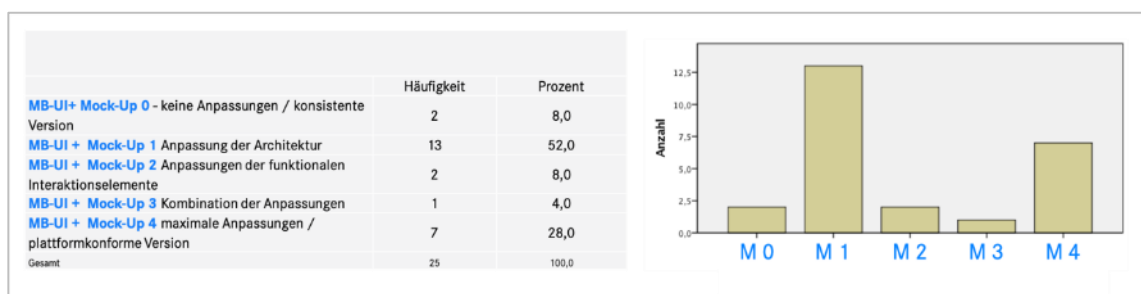


Abbildung 40 – Auswertung zur besten Schnittstellen-Kombination

Folglich lässt sich deutlich feststellen, dass die konsistente BYOD-Schnittstellengestaltungsvariante in Kombination mit der produktspezifischen Schnittstelle nicht der Favorit der Probanden ist. Also wird die innere Konsistenz nicht ausschließlich befürwortet. Als Gründe für ihre Entscheidungen geben die Probanden eine Mischung aus Aspekten der Ähnlichkeit und der Nützlichkeit an:

P1: „Am ähnlichsten und gleichzeitig am praktischsten.“

P5: „Es verwirrt gar nicht, obwohl es unterschiedlich ist.“

P12: „Sehr kleine Modifikationen – finde ich cool und das ist hilfreich.“

P16: „Anders, aber viele Analogien.“

P20: „Das wäre wie in meiner Welt. Sonst muss ich auch wieder jedes Mal suchen.“

P23: „Als Android-Nutzer schaue ich immer zuerst nach dem Burger.“

Daraus ergibt sich die Frage, ob die angepassten Varianten mit der größten Ähnlichkeit zum Ausgangsdesign übereinstimmend mit den ausgewählten Favoriten sind.

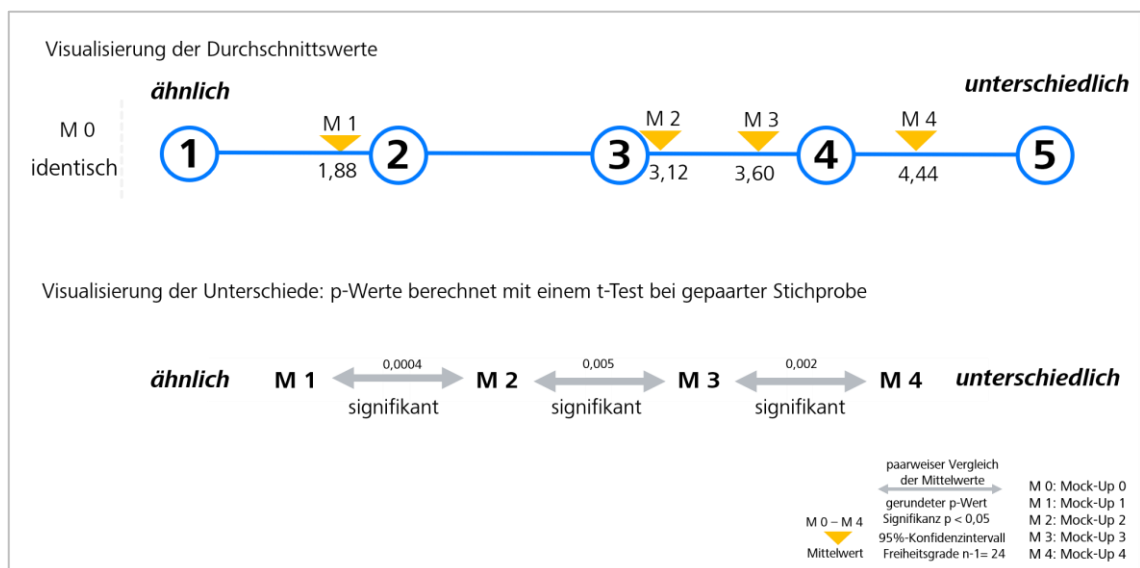


Abbildung 41 – Visualisierung der Mittelwerte der jeweiligen Mock-Ups für das Item Ähnlichkeit über die gesamte Stichprobe. Berechnung der Unterschiede zwischen den Mock-Up-Durchschnittswerten mit einem t-Test bei gepaarter Stichprobe (vgl. Sauro und Lewis (2012, S. 65))

Abbildung 41 zeigt wie sich Mock-Up 1, Mock-Up 2, Mock-Up 3, und Mock-Up 4 (hier abgekürzt M1, M2, M3, M4) verteilen. Da es sich um einen With-In-Subjects-Ansatz handelt testen und bewerten alle Probanden alle Mock-Ups mit Hilfe der kontinuierlichen Bewertungsskala. Laut Sauro und Lewis (2012, S. 63) muss in diesem Fall zur Berechnung signifikanter Unterschiede zwischen den Mock-Up-Durchschnittsbewertungen ein t-Test bei gepaarter Stichprobe durchgeführt werden. Der dabei berechnete p-Wert gibt Aufschluss darüber, ob der berechnete Unterschied signifikant ist (Sauro & Lewis, 2012, S. 65). Die Mock-Ups werden aufsteigend als immer unterschiedlicher zum produktspezifischen UI-Design des montierten Tablets wahrgenommen. Die einzige plattformspezifische Anpassung, die als wirklich ähnlich angesehen wird, ist die der singulären Anpassung der Schnittstellenarchitektur. Alle anderen Anpassungen erzielen in der Gesamtbetrachtung ein Ergebnis, das als eher unterschiedlich wahrgenommen

wird. Die Unterschiede zwischen den Mock-Ups sind zudem alle signifikant, wie die p-Werte zeigen.

Die plattformkonforme Variante Mock-Up 4 (ausgenommen graphisches Design) mit der höchsten äußeren Konsistenz innerhalb dieses Tests wird als am unterschiedlichsten eingestuft, wird jedoch am zweithäufigsten als Favorit ausgewählt. Somit sind die beiden Favoriten die ähnlichste (Mock-Up 1) und die unterschiedlichste (Mock-Up 4) Schnittstellengestaltungsvariante für das BYOD. Für Mock-Up 1 lässt sich also eine Übertragbarkeit von Ähnlichkeit auf die Beliebtheit ablesen. Für Mock-Up 4 gilt jedoch, dass es keine direkte Übertragbarkeit der Ergebnisse von Ähnlichkeit auf die Beliebtheit gibt. Dagegen spricht auch, dass die produktspezifisch konsistente Variante, die streng genommen gleichzeitig die ähnlichste Variante ist, nicht diejenige ist, die am beliebtesten ist.

Die Gründe, die Nutzer bei der Favoritenauswahl angeben, zeigen, dass Ähnlichkeit nicht immer im Vordergrund steht:

P7: „Also am besten finde ich 4. Das ist ein bewusster Bruch zum Ausgangsdesign. Es ist alles wie in einer typischen App, was total okay ist, weil man ja auch ein anderes Gerät in der Hand hat.“

P1: „Tablet und Smartphone sind für mich die wichtigsten Geräte. Die benutze ich am häufigsten, auch den ganzen restlichen Tag über. Da möchte ich schon, dass die Mercedes-App aussieht wie die anderen (gemeint sind: Apps auf einem Tablet).“

P18: „Damit kann ich am besten umgehen. Ich meine, das mache ich ja jeden Tag so.“ Hier zeigt sich bei allen Probanden, die nicht die produktspezifisch konsistente Schnittstellengestaltung bevorzugen, dass bei ihnen das BYOD einen höheren Stellenwert in der subjektiven Empfindung genießt. Ihnen ist deshalb die äußere Konsistenz zu den dort vorherrschenden Patterns wichtiger als ein starker gestalterischer Zusammenhang innerhalb des MDCP-Ökosystems.

Zusammenfassend ist zu sagen, dass die produktspezifisch konsistente Variante nicht der Favorit der Befragten ist. In jeder Gruppe wurde diese Variante nur ein einziges Mal als Favorit ausgewählt (vgl. Abschnitt 7.5.6). Zwei Anpassungen sind weitaus beliebter. Am häufigsten favorisiert wird die isolierte Anpassung der Schnittstellenarchitektur, die gleichzeitig den besten Wert bei der Ähnlichkeit erreicht. Obwohl Mock-Up 4 am unterschiedlichsten bewertet wird, wird sie am zweithäufigsten favorisiert.

7.5.3 Teilfrage 3 d) – Verifikation des generellen Forschungsvorhabens

Erkennen Nutzer einen Mehrwert in plattformspezifischen Anpassungen bei einer einzelnen Schnittstelle in einem MDCP-Ökosystem, auch wenn dadurch zwei unterschiedliche UI-Designs einer Anwendung entstehen und erfahrbar sind?

Diese Frage lässt sich in der Betrachtung der vorangegangenen Ergebnisse beantworten. Vorteile von plattformspezifischen Anpassungen und somit von äußerer Konsistenz werden ganz klar erkannt. Gleichzeitig wird das Konzept der inneren Konsistenz nicht gänzlich abgelehnt. Es vereint aus Probandensicht Vorteile der Wiedererkennbarkeit und der Orientierung gerade beim Gerätewechsel. Besonders Mock-Up 1 verbindet beide Eigenschaften, also die Vorteile der Anpassung der Schnittstellenarchitektur (Vorteile der äußeren Konsistenz) und der inneren Konsistenz.

Wie gezeigt werden alle angepassten Varianten seitens der Probanden positiv bewertet. Dies spricht gegen eine Ablehnung von plattformspezifischen Anpassungen. Betrachtet man die Ergebnisse der Favoritenfrage, lässt sich feststellen, dass alle angepassten Varianten auf sich 92% vereinen können. Dieses sehr deutliche Ergebnis zugunsten äußerer Konsistenz zeigt, unabhängig von der konkreten plattformspezifischen Anpassung kann in dieser Stichprobe eine generelle Zustimmung zu unterschiedlichen Schnittstellengestaltungen in einem MDCP-Ökosystem nachgewiesen werden.

Dong et al. (p. 70) stellen die Frage, ob Nutzer eine Schnittstellengestaltung befürworten, die von den gewohnten Plattformpatterns zugunsten einer höheren inneren MDCP-Konsistenz abweicht. Die einzige Variante in dieser Studie, die den Standards der Plattform in Gänze entspricht, ist Mock-Up 4. Alle anderen Mock-Ups weichen zugunsten einer Schnittstellenkonsistenz leicht oder stark von den Standards der Guidelines ab. Diese abweichenden Schnittstellengestaltungsvarianten werden zusammen von 72% der Probanden der Stichprobe bevorzugt. Daher kann davon ausgegangen werden, dass die Probanden das Abweichen von Plattformstandards tolerieren.

7.5.4 Teilfrage 3 e) – Stimmigkeit der Gesamtanwendung

Haben plattformspezifische Anpassungen negative Auswirkungen auf die Stimmigkeit des gesamten MDCP-Ökosystems? Verringert sich die Stimmigkeit der Gesamtanwendung mit steigendem Grad der plattformspezifischen Anpassungen der BYOD-Schnittstelle? Sind die besonders stimmigen plattformspezifischen Anpassungen gleichzeitig die Favoriten der Teilnehmer?

Zur Beantwortung dieser Frage kann Item 3 herangezogen und auf signifikante Unterschiede zwischen den einzelnen Anpassungen hin analysiert werden. Bedingung für die Analyse ist, dass der Grad der plattformspezifischen Anpassung festgestellt werden kann. Konzipiert wurden die Mock-Ups so, dass sie mit aufsteigender Nummerierung als immer mehr angepasst wahrgenommen werden. Die Festlegung war nur an einem Punkt relativ kritisch, denn bei Mock-Up 1 und Mock-Up 2 wird jeweils nur ausschließlich eine plattformspezifische Anpassung vorgenommen. Welche von diesen singulären Anpassungen jedoch weniger oder mehr tiefgreifend ist, also welche vom Grad her mehr oder weniger angepasst an die Plattform ist, war schwer festzulegen. Die Einschätzung darüber, wie der Grad der plattformspezifischen Anpassungen zu bewerten ist, wurde zunächst vom Autor der vorliegenden Arbeit selbst festgelegt. Die Ergebnisse der Vorstudie haben diese Einschätzung bestätigt. Da es sich um einen With-In-Subjects-Ansatz handelt, testen und bewerten alle Probanden alle Mock-Ups mit Hilfe der kontinuierlichen Bewertungsskala. Laut Sauro und Lewis (2012, S. 63) muss in diesem Fall zur Berechnung signifikanter Unterschiede zwischen den Mock-Up-Durchschnittsbewertungen ein t-Test bei gepaarter Stichprobe durchgeführt werden. Der dabei berechnete p-Wert gibt Aufschluss darüber, ob der berechnete Unterschied signifikant ist (Sauro & Lewis, 2012, S. 65). Falls der kritische p-Wert (Signifikanzniveau von 0,05) dieses Tests nicht unterschritten wird, sollte immer von einem nicht signifikanten Ergebnis gesprochen werden (Leonhart, 2010, S. 176).

Durch die in Abbildung 42 dargestellte Illustration der Ergebnisse hinsichtlich der Stimmigkeit wird deutlich, dass sich Mock-Up 1 als einzige Variante auf der positiven Seite des Differenzials verorten lässt. Alle anderen Varianten sind entweder als neutral oder eher unstimmig bewertet. Die Ergebnisse der Signifikanztests zeigen, dass nur die ausschließliche Anpassung der Schnittstellenarchitektur beim BYOD in Verbindung mit dem bereits vorhandenen montierten Tablet als signifikant stimmig bewertet wird. Mock-Up 1 ist signifikant stimmiger als der darauffolgende Mock-Up 2 und somit auch signifikant stimmiger, als alle weiteren Mock-Ups, die darauffolgen. Sonst gibt es keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der Mock-Ups aufsteigend zu ihrer Nummerierung. Dennoch werden die Mock-Ups tatsächlich messbar aufsteigend zu ihrer jeweiligen Nummerierung, als immer unstimmiger wahrgenommen. Dies kann auch als Bestätigung der Studien- und Variantenkonzeption angesehen werden. Anpassungen und

damit die Erhöhung der äußeren Konsistenz haben also einen messbaren oder teilweise signifikant negativen Einfluss auf die Stimmigkeit der gesamten MDCP-Anwendung.

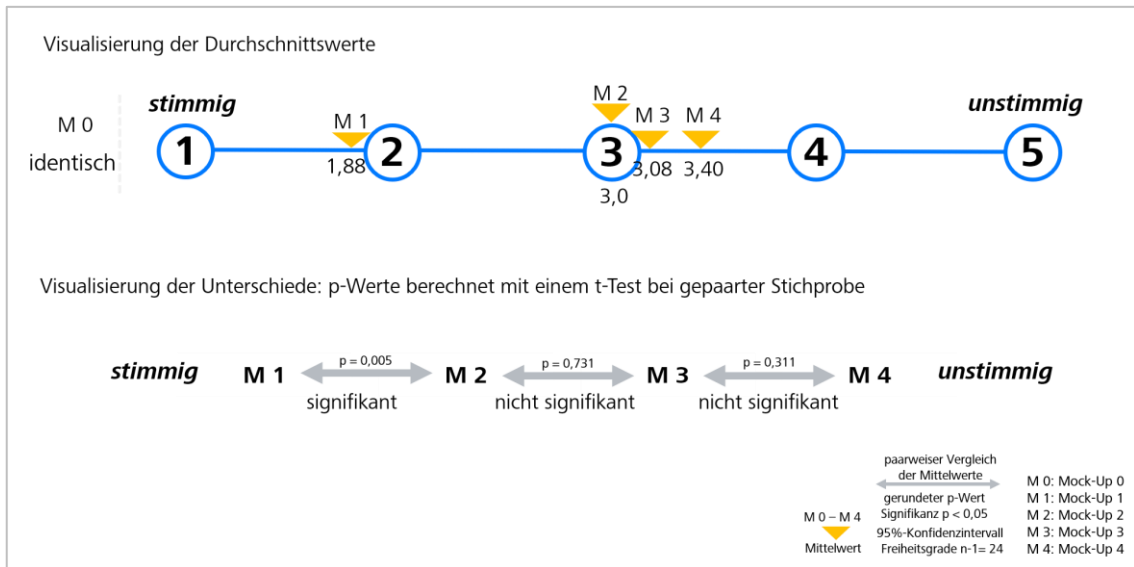


Abbildung 42 – Visualisierung der Mittelwerte der jeweiligen Mock-Ups für das Item Stimmigkeit über die gesamte Stichprobe. Berechnung der Unterschiede zwischen den Mock-Up-Durchschnittswerten mit einem t-Test bei gepaarter Stichprobe (vgl. Sauro und Lewis (2012, S. 65))

Zieht man nun die Favoritenfrage heran, so fällt auf, dass die beliebtesten Varianten Mock-Up 1 als am stimmigsten und Mock-Up 4 als am unstimmigsten in Kombination mit dem montierten Tablet bewertet werden. Wie vermutet erhält also die stimmigste Variante den größten Zuspruch. Entgegen der Vermutung erhält die unstimmigste Variante die zweitgrößte Zustimmung. Also lässt sich für diese Stichprobe festhalten, dass besonders stimmige BYOD-Schnittstellengestaltungen nicht automatisch die Favoriten der Probanden sind.

7.5.5 Teilfrage 3 f) – Unterschiede Single-Device-Favoritenauswahl und MDCP-Favoritenauswahl

Verändert sich die Auswahl der favorisierten BYOD-Schnittstelle im Kontext MDCP gegenüber einem Single-Device-Kontext?

Übertragen auf das Anwendungsbeispiel der Studie bedeutet dies: Wählen die Nutzer für die Tablet-Version einen anderen Favoriten, wenn die Schnittstelle für eine App konzipiert worden wäre, die *nicht* im Kontext eines MDCP-Ökosystems genutzt wird.

Eine solche App wäre in diesem Stand-Alone-Kontext die einzige Schnittstelle der Fondspassagiere zum Fahrzeug. Um die Frage zu beantworten, kann die zweite Favoritenfrage analysiert werden. Bei dieser Frage sollen die Probanden aus allen Varianten ihre favorisierte Schnittstellengestaltung auswählen, sofern ausschließlich eine BYOD-App genutzt werden kann. Die Frage zielt darauf ab, ob sich die Auswahl der Probanden über eine favorisierte Schnittstelle ändert, wenn kein Fond-Entertainment-System-Display samt produktspezifischer Schnittstellengestaltung bereits vorhanden ist.

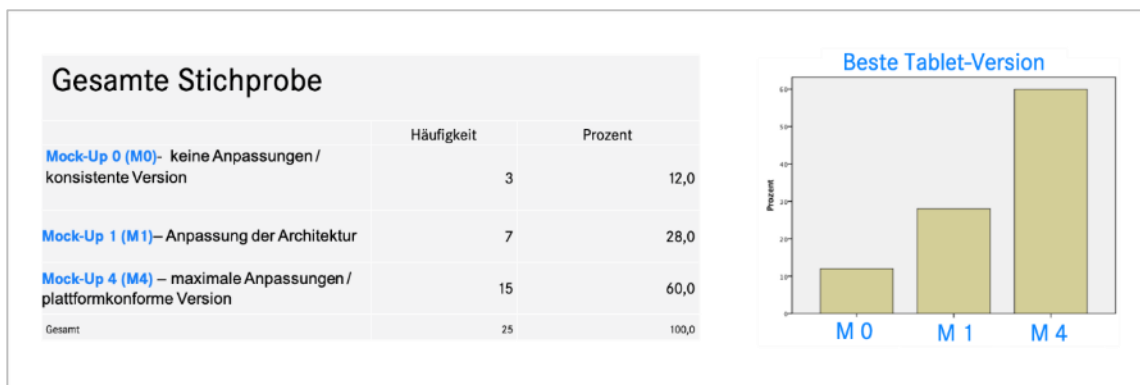


Abbildung 43 – Auswertung der besten Tablet-Version ohne zusätzliches Fond-Entertainment-System-Display

Wenig überraschend fällt das Ergebnis für eine Stand-Alone-BYOD-Tablet-App aus. Eine Mehrheit von 60% entscheidet sich für eine maximal plattformspezifische Schnittstellengestaltungsvariante (ausgenommen graphisches Design), die ihren bisherigen Erfahrungen am nächsten kommt und somit die höchste äußere Konsistenz innerhalb dieser Studie aufweist. Zusammen mit den 28%, die sich für die Version mit angepasster Schnittstellenarchitektur entschieden haben, sind also knapp 90% für eine Version, die plattformnah ist. Dass nicht jeder Proband eine voll angepasste Version ausgewählt hat, mag vor allem daran liegen, dass das Ausgangsdesign ebenfalls ein durchdachtes Konzept darstellt und die Entscheidung auch immer durch subjektives ästhetisches Empfinden beeinflusst wird. Also findet eine Abwägung auch jenseits von innerer und äußerer Konsistenz statt. Dies spiegelt sich auch im qualitativen Teil der Studie wider:

P2: „Ich mag die Tabs. Da schau ich immer zuerst hin. Sonst ist das sehr schick gemacht mit der Bedienung hier.“ Der Proband deutete hierbei auf die beiden vertikalen Slider.

P5: „Ich nehme diese Version (Anmerkung: Mock-Up 4), weil es am nächsten an Apple rankommt und ich mich nicht umgewöhnen müsste.“

Die Entscheidung gegen eine plattformnahe und für die ursprüngliche Schnittstellengestaltung resultiert bei einem Befragten offenkundig daraus, dass er Mitarbeiter der Mercedes-Benz AG ist.

P20: „Die Nummer 1 (Anmerkung: Mock-Up 0) ist am besten. Das ist halt richtig Daimler-like. Deswegen habe ich das ausgewählt. Das kenne ich auch von meinem Auto mit den Kacheln. Ich mag mein Auto mehr als mein Tablet.“

Interessant ist an diesem Ergebnis auch, dass sich keiner der Probanden für Mock-Up 2 und Mock-Up 3 entschieden hat. Das sind auch die Versionen, die beim Item Nützlichkeit am schlechtesten abgeschnitten haben. Es zeigt sich also, dass Anpassungen an die Plattformkonventionen per se nicht immer besser sein müssen. Wenn ein Konzept in sich stimmig ist, kann eine plattformspezifische Variante auch schlechter abschneiden.

Auch bei der hier untersuchten Fragestellung werden Mock-Up 1 und Mock-Up 4 am häufigsten favorisiert. Um die Frage vollständig zu beantworten, muss geklärt werden, wie sich die Ergebnisse zusammensetzen. Entscheiden sich die Nutzer, die sich bei einem MDCP-Favoriten für eine Variante entschieden haben, für den selben Favoriten auch im Single-Device-Kontext? Mit Hilfe einer Kreuztabelle kann der Frage nachgegangen werden, ob sich die Nutzer in der Auswahl des Favoriten umentscheiden, wenn sich der Kontext ändert. Abbildung 44 illustriert die Ergebnisse. Die gelb markierten Felder zeigen, wie hoch die Quote je Variante ist, bei der sich die Nutzer nicht umentscheiden. Bei mehr als der Hälfte aller Befragten, konkret bei 64%, hat sich die Auswahl von single-device zu multi-device nicht verändert. Besonders bei Mock-Up 1 scheint die Entscheidung unabhängig vom Kontext gefallen zu sein. Die Version mit Anpassung der Schnittstellenarchitektur scheint ausreichend äußere Konsistenz zu besitzen, dass sie geeignet für den Single-Device-Kontext ist. Gleichzeitig scheint sie aber auch produktspezifisch genug zu sein, also genug innere Konsistenz aufzuweisen, um geeignet für die Einbettung in ein MDCP-Ökosystem zu sein. Hier beträgt die Quote 100 %.

P7 – Favoritenfrage 2:“ Eins (Mock-Up 1) gefällt mir am besten für eine App. Es hat den Mercedes-Style, aber auch die praktischen Vorteile.“

P7 – Favoritenfrage 1: „Hier habe ich nochmal 1 (Mock-Up 1) genommen, weil es auch super zu dem anderen passt. Es ist schon anders, aber nicht zu anders.“

Jeweils die höchste Übereinstimmung bei den Favoritenfragen gibt es bei Mock-Up 1 und Mock-Up 4. Beide wurden jeweils von 7 Probanden zweimal ausgewählt.

Die häufigste Kombination aus zwei unterschiedlichen Favoriten lässt sich bei Mock-Up 4 für Favoritenfrage 2 (single-device) und Mock-Up 1 für Favoritenfrage 1 (MDCP) beobachten (siehe Abbildung 44).

P20 – Favoritenfrage 2: “Wenn es nur die App gibt, soll sie so aussehen wie meine anderen Apps.” Proband deutet auf Mock-Up 4.

P20 – Favoritenfrage 1: “In Kombination mit dem anderen Design würde ich mich für Variante 1 (Mock-Up 1) entscheiden. Das ist nicht ganz so extrem wie (Mock-Up) 4. Da sind noch sehr viele Dinge gleich und trotzdem das Menü (Navigation-Drawer/ Hamburger-Menü) oben links. Das ist mir das Wichtigste.”






		BYOD Tablet Favorit (single-device)			Gesamt	
		Mock-Up 0	Mock-Up 1	Mock-Up 4		
		keine Anpassungen / konsistente Version	Anpassung der Architektur	maximale Anpassungen / plattformkonforme Version		
BYOD Favorit multi-device cross-platform Anwendung MB UI + ...		keine Anpassungen / konsistente Version Mock-Up 0	Anzahl: 2 66,7%	Anzahl: 0 0,0%	Anzahl: 0 0,0%	Anzahl: 2 8,0%
		Anpassung der Architektur Mock-Up 1	Anzahl: 0 0,0%	Anzahl: 7 100,0%	Anzahl: 6 40,0%	Anzahl: 13 52,0%
		Anpassungen der funktionellen Interaktionselemente Mock-Up 2	Anzahl: 1 33,3%	Anzahl: 0 0,0%	Anzahl: 1 6,7%	Anzahl: 2 8,0%
		Kombination der Anpassungen Mock-Up 3	Anzahl: 0 0,0%	Anzahl: 0 0,0%	Anzahl: 1 6,7%	Anzahl: 1 4,0%
		maximale Anpassungen / plattformkonforme Version Mock-Up 4	Anzahl: 0 0,0%	Anzahl: 0 0,0%	Anzahl: 7 46,7%	Anzahl: 7 28,0%
Gesamt			Anzahl: 3 100,0%	Anzahl: 7 100,0%	Anzahl: 15 100,0%	Anzahl: 25 100,0%

Abbildung 44 – Kreuztabelle mit den Ergebnissen über die favorisierte Schnittstellengestaltung im Kontext single-device (spaltenweise) und im Kontext MDCP (zeilenweise). Gelb hervorgehoben sind die hohen Übereinstimmungen

7.5.6 Teilfrage 3 g) – Unterschiede der Nutzergruppen

Gibt es hinsichtlich der Bewertung signifikante Unterschiede zwischen iOS-Nutzern und Android-Nutzern?

In der Studie wurden für die beiden Plattformen unterschiedliche Mock-Ups geschaffen. Bei den Varianten wurden jedoch je Plattform die gleichen Aspekte variiert. Dazu wurden die jeweiligen etablierten Patterns verwendet, um plattformspezifische Anpassungen und eine Erhöhung der äußeren Konsistenz vorzunehmen. Vor allem bei den Varianten, bei denen eine ausschließliche oder kombinierte Anpassung der Schnittstellenarchitektur vorgenommen wurde, führt dies zu erheblichen Unterschieden hinsichtlich

der Gestaltung der Schnittstellen zwischen den Plattformen. Daher ist es besonders interessant zu analysieren, ob und wie sehr sich die Ergebnisse innerhalb der Stichprobe nach Nutzergruppen unterscheiden.

Zur Auswahl der richtigen statistischen Methode muss zunächst geklärt werden, ob die Nutzergruppen unabhängige oder abhängige Stichproben sind. Bei den Nutzergruppen handelt es sich um unabhängige Stichproben, da die Probanden entweder iOS- oder Android-Nutzer sind. Zur Überprüfung des Zusammenhangs zwischen der Nutzergruppenzugehörigkeit und der jeweiligen Item-Bewertungen (intervallskaliert) kann daher der t-Test für unabhängige Stichproben angewendet werden. Damit kann festgestellt werden, ob sich die Gruppenmittelwerte signifikant voneinander unterscheiden (Budischewski & Kriens, 2015, S. 89). Liefert das Ergebnis des t-Tests einen p-Wert, der kleiner als 0,05 ist, handelt es sich bei einem 95%-Konfidenzintervall um ein signifikantes Ergebnis. Zusätzlich wird beim t-Test noch ein Levene-Test durchgeführt mit dessen Ergebnis überprüft werden kann, ob die Varianzen in beiden Stichproben gleich sind oder nicht (Leonhart, 2010, S. 150). Ist dieser Test signifikant ($p < 0,05$), so kann nicht von Varianzhomogenität ausgegangen werden (Leonhart, 2010, S. 150). In diesem Fall sind die Varianzen folglich nicht gleich und es muss jeweils der untere Wert für den t-Test (heterogene Varianzen) aus der Ergebnistabelle abgelesen werden. Sind die Varianzen gleich (Levene-Test ist nicht signifikant) muss der obere Wert aus der Ergebnistabelle abgelesen werden (Leonhart, 2010, S. 150). Die vollständigen Tabellen können dem digitalen Anhang zur Studie 3 entnommen werden. In Abbildung 45, Abbildung 46 und Abbildung 47 sind je Item die Mittelwerte und die Ergebnisse (p-Werte) der t-Tests angegeben.

Abbildung 45 zeigt, dass es bei der Auswertung über die Nützlichkeit nach Gruppen keine signifikant unterschiedliche Bewertung der einzelnen Mock-Ups gibt. Bei beiden Gruppen schneidet Mock-Up 1 am besten ab, obwohl zwei völlig unterschiedliche Konzepte zur Gestaltung verwendet werden. Bei der iOS-Variante wird zur Anpassung der Schnittstellenarchitektur eine Tabbar und bei der Android-Variante zur Anpassung der Schnittstellenarchitektur ein Hamburger-Menü verwendet. Das verstärkt den Eindruck, dass die Anpassung der Schnittstellenarchitektur im Allgemeinen sinnvoll ist.

Während die iOS-Nutzer einen bewussten Bruch durch eine plattformkonforme Variante zugunsten der äußeren Plattformkonsistenz als am zweithilfreichsten bewerten

(Mock-Up 4), wird von Android-Nutzern die reine Kombination der beiden Anpassungen bevorzugt (Mock-Up 3). Für beide Gruppen kommt die plattformspezifisch konsistente Variante erst auf Platz 3 hinsichtlich der Nützlichkeit. Innerhalb dieser Stichprobe ist die plattformspezifisch konsistente Variante damit bei beiden Gruppen ganz klar nicht die nützlichste BYOD-Schnittstellengestaltungsvariante. Die innere Konsistenz wird in keiner Gruppe als am nützlichsten bewertet.

Mock-Up 0 – keine Anpassungen / produktspezifisch konsistente Version	iOS-Nutzer (13)	2,23] p = 0,842 - nicht signifikant
	Android-Nutzer (12)	2,33	
Mock-Up 1 – Anpassung der Schnittstellenarchitektur	iOS-Nutzer (13)	1,62] p = 0,197 - nicht signifikant
	Android-Nutzer (12)	2,17	
Mock-Up 2 – Anpassungen der funktionalen Interaktionselemente	iOS-Nutzer (13)	3,00] p = 0,677 - nicht signifikant
	Android-Nutzer (12)	2,75	
Mock-Up 3 – Kombination der Anpassungen	iOS-Nutzer (13)	2,38] p = 0,737 - nicht signifikant
	Android-Nutzer (12)	2,25	
Mock-Up 4 – maximale Anpassungen / plattformkonforme Version	iOS-Nutzer (13)	2,00] p = 0,401 - nicht signifikant
	Android-Nutzer (12)	2,50	

Abbildung 45 – Ergebnis zum Item Nützlichkeit anhand der Nutzergruppen. Angegeben sind jeweils die Mittelwerte der Item-Bewertungen je Mock-Up nach Gruppen und das Ergebnis (p-Wert) des jeweiligen t-Tests bei unabhängigen Stichproben

Bei Item 2 Ähnlichkeit gibt es laut der t-Tests ebenfalls keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen (siehe Abbildung 46). Sowohl für die iOS-Nutzer als auch die Android-Nutzer ergibt sich mit aufsteigender Nummerierung der Mock-Ups eine Verschiebung von besonders ähnlich zu besonders unterschiedlich. Die Bewertung der Gruppen unterscheidet sich je Mock-Up nicht signifikant voneinander.

Mock-Up 1 – Anpassung der Schnittstellenarchitektur	iOS Nutzer (13)	1,76	} p = 0,580 - nicht signifikant
	Android Nutzer (12)	2,00	
Mock-Up 2 – Anpassungen der funktionalen Interaktionselemente	iOS Nutzer (13)	3,23	} p = 0,620 - nicht signifikant
	Android Nutzer (12)	3,00	
Mock-Up 3 – Kombination der Anpassungen	iOS Nutzer (13)	3,77	} p = 0,471 - nicht signifikant
	Android Nutzer (12)	3,41	
Mock-Up 4 – maximale Anpassungen / plattformkonforme Version	iOS Nutzer (13)	4,31	} p = 0,464 - nicht signifikant
	Android Nutzer (12)	4,58	

Abbildung 46 – Ergebnis zum Item Ähnlichkeit anhand der Nutzergruppen. Angegeben sind jeweils die Mittelwerte der Item-Bewertungen je Mock-Up nach Gruppen und das Ergebnis (p-Wert) des jeweiligen t-Tests bei unabhängigen Stichproben

Die Plattform hat in dieser Stichprobe also keinen Einfluss darauf, ob die Mock-Ups 1 bis 4 als *ähnlich* oder *unterschiedlich* im Vergleich zur produktspezifischen Schnittstellengestaltung bewertet werden. Trotz unterschiedlicher Plattformen ist das Antwortverhalten relativ homogen. Zusätzlich zeigt sich, dass in beiden Nutzergruppen trotz plattformspezifischer Schnittstellengestaltungslösungen die alleinige Anpassung der Schnittstellenarchitektur als signifikant ähnlicher gegenüber allen anderen Anpassungen wahrgenommen wird. Die Ergebnisse zeigen auch, dass Mock-Up 3 und Mock-Up 4 mit kombinierten Anpassungen, also mit vielen Änderungen, als tatsächlich unterschiedlicher gegenüber singulären Anpassungen in Mock-Up 1 und Mock-Up 2 wahrgenommen werden. Wie erwartet, wird in beiden Gruppen der plattformkonforme Mock-Up 4 (ausgenommen graphisches Design), der am meisten Unterschiede zum Ausgangsdesign aufweist, als am unterschiedlichsten bewertet.

Trotz variierender Reihenfolge im Test lässt sich als Rückschluss auf die vorangegangene Konstruktion der Mock-Ups feststellen, dass prägnante Anpassungen gefunden wurden, die zu einer erkennbar unterschiedlichen Bewertung seitens der Nutzer geführt haben.

Auch für das Item Stimmigkeit gilt: Es gibt in dieser Stichprobe keine signifikanten Unterschiede nach Gruppen (siehe Abbildung 47). Kein t-Test liefert ein signifikantes Ergebnis ($p < 0,05$) zurück. Dennoch lassen sich bei Mock-Up 2 und Mock-Up 4 erhebliche Unterschiede ausmachen. Diese könnten sehr wahrscheinlich bei einer größeren Stichprobe signifikant ausfallen. Betrachtet man die Ergebnisse der iOS-Nutzer, so fällt

ebenfalls auf, dass Mock-Up 4 insgesamt den zweitbesten Wert hinsichtlich der Stimmigkeit erreicht, obwohl dieser den niedrigsten Wert hinsichtlich der Ähnlichkeit aufweist. Er wird also als deutlich unterschiedlich, jedoch neutral hinsichtlich der Stimmigkeit bewertet. Das heißt Stimmigkeit und Ähnlichkeit sind nicht immer deckungsgleich. Messbar am schlechtesten ist in der iOS-Gruppe, ähnlich zur Nützlichkeit, die singuläre plattformsspezifische Anpassung der Interaktionselemente.

Genau umgekehrt stellt sich das Bild bei den Android-Nutzern dar. Hier schneidet Mock-Up 4 deutlich am schlechtesten ab. Er wird als eher nachteilig bewertet und erreicht den schlechtesten Wert insgesamt. Genau invers zu den iOS-Nutzern bewerten die Android-Nutzer die ausschließliche Anpassung der Interaktionselemente als am zweitstimmigsten. Nur durch den vergleichsweise guten Wert innerhalb der Android-Gruppe erreicht Mock-Up 2 hinsichtlich der Stimmigkeit in der gesamten Stichprobe eine gute Bewertung. Auch hier könnte bei einer größeren Stichprobe vermutlich ein signifikanter Bewertungsunterschied zwischen den Gruppen nachweisbar sein.

Mock-Up 1 – Anpassung der Schnittstellenarchitektur	iOS-Nutzer (13)	1,85] p = 0,887 - nicht signifikant
	Android-Nutzer (12)	1,92	
Mock-Up 2 – Anpassungen der funktionalen Interaktionselemente	iOS-Nutzer (13)	3,46] p = 0,131 - nicht signifikant
	Android-Nutzer (12)	2,50	
Mock-Up 3 – Kombination der Anpassungen	iOS-Nutzer (13)	3,08] p = 0,991 - nicht signifikant
	Android-Nutzer (12)	3,08	
Mock-Up 4 – maximale Anpassungen / plattformkonforme Version	iOS-Nutzer (13)	3,00] p = 0,127 - nicht signifikant
	Android-Nutzer (12)	3,83	

Abbildung 47 – Ergebnis zum Item Stimmigkeit anhand der Nutzergruppen. Angegeben sind jeweils die Mittelwerte der Item-Bewertungen je Mock-Up nach Gruppen und das Ergebnis (p-Wert) des jeweiligen t-Tests bei unabhängigen Stichproben

Wichtig ist ebenfalls die Betrachtung der Favoritenfragen, besonders der Favorit im MDCP-Kontext (siehe Tabelle 30). Um den Zusammenhang von Nutzergruppenzugehörigkeit und den Favoritenauswahlen (MDCP-Kontext oder SD-Kontext) zu evaluieren, wurden Chi-Quadrat-Tests nach Pearson durchgeführt. Dabei werden beobachtete mit zu erwartenden Häufigkeiten verglichen (Budischewski & Kriens, 2015, S. 85). Laut Heimsch, Niederer und Zöfel (2018, S. 123) ist das Prinzip dieses Tests, dass die Werte

der zu überprüfenden Variablen in Klassen eingeteilt und dann die beobachteten Klassenhäufigkeiten mit den unter Normalverteilung zu erwartenden verglichen werden. Meist wird ein Vier-Felder-Chi-Quadrat-Test durchgeführt, jedoch kann dieser Test auch bei mehr als nur zweifach gestuften Merkmalen verwendet werden (Leonhart, 2010, S. 153). Dies ist bei der Favoritenauswahl der Fall. Potentiell stellt jede Mock-Up-Variante eine mögliche Merkmalsausprägung (insgesamt fünf Varianten) dar. Zunächst wird beim Chi-Quadrat-Test eine Häufigkeitsauszählung über die Merkmalskombinationen vorgenommen (Leonhart, 2010, S. 154). Im vorliegenden Fall findet also die Häufigkeitsauszählung für die Merkmalskombinationen aus Gruppenzugehörigkeit und Favoritenauswahl statt. Zur Darstellung wird eine Kreuztabelle verwendet (siehe Tabelle 30 und Tabelle 31) Im Anschluss wird mit dem Chi-Quadrat-Test geklärt, ob diese Werte den zu erwartenden Werten entsprechen (Leonhart, 2010, S. 154). Für den entsprechenden p-Wert dieses Tests wird ein Signifikanzniveau von 0,05 gewählt. Die vollständigen Tabellen können dem digitalen Anhang zu dieser Studie entnommen werden. Die Ergebnisse der Chi-Quadrat-Tests sind jeweils in die Kreuztabellen integriert (jeweils die letzte Zeile in Tabelle 30 und Tabelle 31).

Auch hier liegen sowohl im MDCP-Kontext als auch im SD-Kontext keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen vor.

Dennoch gibt es Unterschiede aber auch Gemeinsamkeiten hinsichtlich der Favoritenauswahl. Mock-Up 2 und Mock-Up 3 spielen beispielweise bei iOS-Nutzern keine Rolle, wohingegen diese unter den Android-Nutzern Anklang finden. Klarer Favorit ist bei den iOS-Nutzern Mock-Up 1. Mehr als jeder zweite favorisiert diese Variante. Dies gilt fast genauso für die Android-Nutzer. Unter diesen entscheidet sich genau jeder Zweite für die Variante mit der angepassten Schnittstellenarchitektur. Die plattformkonforme Variante (ausgenommen graphisches Design) überzeugt 1/3 der iOS-Nutzer. Bei den Android-Nutzern sind es deutlich weniger. Hier entscheiden sich lediglich zwei Nutzer für diese Variante. Die hohe Zustimmung zur plattformkonformen Variante 4 (ausgenommen graphisches Design) beruht also vor allem auf der Auswahl der iOS-Nutzer. Die konsistente Variante erhält in beiden Gruppen jeweils nur von einem Probanden die größte Zustimmung.

		MB-UI + Mock-Up 0	MB-UI + Mock-Up 1	MB-UI + Mock-Up 2	MB-UI + Mock-Up 3	MB-UI + Mock-Up 4	Gesamt
iOS-Nutzer	Anzahl	1	7	0	0	5	13
	%	7,7%	53,8%	0,0%	0,0%	38,5%	100,0%
Android-Nutzer	Anzahl	1	6	2	1	2	12
	%	8,3%	50,0%	16,7%	8,3%	16,7%	100,0%
Gesamt	Anzahl	2	13	2	1	7	25
	%	8,0%	52%	8,0%	4,0%	28%	100,0%
p = 0,36 keine signifikanten Unterschiede im Vergleich der Gruppen;							

Tabelle 30 – Kreuztabelle für die MDCP-Favoritenauswahl anhand der Nutzergruppen. Das Ergebnis (p-Wert) des Chi-Quadrat-Tests ist der letzten Zeile der Tabelle zu entnehmen

Vergleicht man diese Ergebnisse mit den Ergebnissen der Single-Device-Favoriten, so fällt zunächst auf, dass diese mit Mock-Up 0, Mock-Up 1 und Mock-Up 4 eine hohe Übereinstimmung bei den iOS-Nutzern haben (siehe Tabelle 31). Auch hier fallen die Ergebnisse bei den iOS-Nutzern deutlicher aus. Sobald nur eine Stand-Alone-App geschaffen werden soll, entscheiden sich unter den iOS-Nutzern mehr als drei Viertel für eine maximal konforme Variante (ausgenommen graphisches Design). Im Vergleich zu den 41,7% der Probanden, die die plattformkonforme Variante (ausgenommen graphisches Design) unter den Android-Nutzern erreicht, fällt der starke Bezug der iOS-Nutzer zu ihrer eigenen Plattform auf. In absoluten Zahlen wählen doppelt so viele iOS-Nutzer eine plattformkonforme Variante (ausgenommen graphisches Design). Unter den Android-Nutzern gibt es eine einigermaßen gleichmäßige Verteilung auf die drei ausgewählten Single-Device-Favoritenvarianten. Besonders Mock-Up 1 und Mock-Up 4 sind für gleich viele Android-Nutzer als Stand-Alone-App vorstellbar. Auch die Mercedes-Benz-Schnittstellengestaltung ohne plattformspezifische Anpassungen kann immerhin zwei Android-Nutzer so überzeugen, dass sie diese selbst ohne den Vergleich zu einem fest verbauten Fond-Entertainment-System-Display wählen würden.

Dennoch zeigt sich eine Diskrepanz bei den Favoritenfragen bezüglich Single-Device-Favoritenauswahl und MDCP-Favoritenauswahl. Die MDCP-Favoritenauswahl

verteilt sich auf insgesamt fünf Varianten. Bei der Single-Device-Favoritenauswahl sind es nur drei Varianten.

		Mock-Up 0	Mock-Up 1	Mock-Up 4	Gesamt
iOS-Nutzer	Anzahl	1	2	10	13
	%	7,7%	15,4%	76,9%	100,0%
Android-Nutzer	Anzahl	2	5	5	12
	%	16,7%	41,7%	41,7%	100,0%
Gesamt	Anzahl	3	7	15	25
p = 0.197 keine signifikanten Unterschiede im Vergleich der Gruppen					

Tabelle 31 – Kreuztabelle für die SD-Favoritenauswahl anhand der Nutzergruppen. Das Ergebnis (p-Wert) des Chi-Quadrat-Tests ist der letzten Zeile der Tabelle zu entnehmen

In der Betrachtung der Single-Device-Favoritenauswahl nach Gruppen fällt auf, dass die vermutete natürliche Affinität zur maximal plattformkonformen Variante (ausgenommen graphisches Design) nur auf die Nutzer der iOS-Plattform zutrifft. Mock-Up 4, der maximal plattformspezifisch ist, erhält in dieser Gruppe tatsächlich die höchste Zustimmung, nicht jedoch bei den Android-Nutzern. Die Unterschiede in der Auswahl sind in dieser Stichprobe nicht signifikant, würden dies aber bei einer größeren Stichprobe vermutlich sein. Auch im qualitativen Teil wird nahezu von jedem iOS-Nutzer mit dem Apple-Faktor argumentiert. Damit ist gemeint, dass aus Sicht dieser Probanden die Apple-Produkte und die damit zusammenhängende Gestaltung ein Qualitätsmerkmal hinsichtlich Ästhetik und intuitiver Bedienung darstellt.

P6 über Mock-Up 4: „Das ist halt genau wie bei Apple und Apple ist halt Apple. Die machen es immer am besten.“

Dieser markenspezifische Einflussfaktor lässt sich auch aus anderen gruppenspezifischen Analysen herauslesen. Für iOS-Nutzer gilt bei Mock-Up 4: Obwohl am unähnlichsten zum Ausgangsdesign, wird er als zweitnützlichster und zweitstimmigster bewertet sowie als zweihäufigster MDCP-Favorit und als häufigster Single-Device-Favorit ausgewählt. Dies ist ein Beleg für die hohe Affinität der Nutzer zu ihrer Plattform und deren Patterns. Diese ist bei den Android-Nutzern dieser Stichprobe nicht zu beobachten. Zusammenfassend zeigen sich für diese Stichprobe jedoch keine signifikanten Unterschiede, also keine Abhängigkeit von der konkreten Plattform.

7.5.7 Teilfrage 3 h) – Alter, Vorerfahrung und Akzeptanz von plattformspezifischen Anpassungen

Um den Einfluss des Alters und der Vorerfahrung zu klären, werden die erhobenen Daten mit diesen Variablen in Beziehung gesetzt. Dazu werden verschiedenen Korrelationsanalysen und Varianzanalysen angewendet. Die Ergebnisse können Abschnitt 7.6 entnommen werden.

7.5.8 Forschungsfrage 3 – Relevanz des Forschungsvorhabens

Ist das Forschungsvorhaben aus Nutzersicht prinzipiell relevant? Sollten plattformsspezifische Anpassungen für BYOD-Schnittstellen im Kontext eines MDCP-Ökosystems weiter untersucht werden?

Unter Berücksichtigung der vorangegangenen Ergebnisse macht die Untersuchung des Forschungsvorhabens Sinn. Vor allem die Auswahl der favorisierten Schnittstellengestaltungsvarianten seitens der Nutzer spricht dafür, plattformsspezifische Anpassungen für BYOD-Schnittstellen im Kontext eines MDCP-Ökosystems und damit die Erhöhung der äußeren Konsistenz für einzelne Schnittstellen weiter zu untersuchen. Betrachtet man die Bewertung von Nützlichkeit und Stimmigkeit der Anwendung, lassen sich positive Auswirkungen auf die UX bei einzelnen plattformsspezifischen Anpassungen der BYOD-Schnittstelle vermuten. Die Befürchtung, dass plattformsspezifische Anpassungen die Stimmigkeit des Gesamtproduktes gefährden, kann für manche Anpassungen bestätigt, jedoch für andere widerlegt werden. Insgesamt bestärken die Ergebnisse die Vermutung, dass eine Abweichung vom Paradigma der inneren Konsistenz innerhalb eines MDCP-Ökosystems sinnvoll sein kann. Dies gilt besonders für die favorisierten BYOD-Schnittstellengestaltungen in Kombination mit der vorgegebenen produktspezifischen Schnittstelle. Dies kann aber nur in einer darauf zugeschnittenen High-Fidelity-Prototypenstudie, die die entsprechenden Metriken berücksichtigt, abschließend geklärt werden.

7.5.9 Zusammenfassung

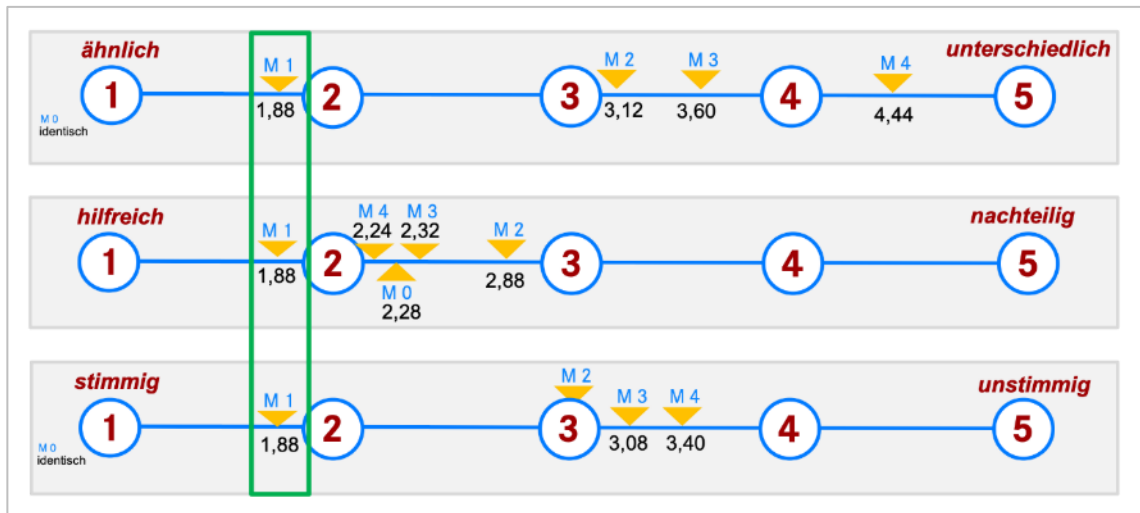


Abbildung 48 – Übersicht über alle Items. Durchschnittswerte für die einzelnen Mock-Ups (M0 – M4) über die gesamte Stichprobe

Durch die Übersicht in Abbildung 48 wird deutlich, dass Mock-Up 1 in allen drei Kategorien nicht nur dieselbe, sondern auch jeweils die beste Bewertung erreicht. Die Anpassung der Schnittstellenarchitektur ist aus Nutzersicht:

- signifikant ähnlicher zur produktspezifischen Schnittstellengestaltung als die anderen Varianten,
- stimmiger in Kombination mit der produktspezifischen Schnittstellengestaltung als die anderen Varianten,
- messbar nützlicher als die anderen Varianten.

In der Gruppe der iOS-Nutzer sind die erzielten Ergebnisse für Mock-Up 1 in jeder Kategorie noch besser als in der gesamten Stichprobe. Das Item Nützlichkeit, das für die Verbesserung der UX des gesamten Produkts am interessantesten ist, da hier die Nutzer den tatsächlichen Mehrwert der Anpassungen bewerten, liefert ein signifikantes Ergebnis. Die reine Anpassung der Schnittstellenarchitektur wird als signifikant hilfreicher als die reine Anpassung der Interaktionselemente bewertet. Da aber die anderen Auswertungen keine signifikanten Item-Ergebnisse liefern, müssen weitere Ergebnisse herangezogen werden, um feststellen zu können, ob Nutzer Anpassungen für das BYOD im Kontext der Gesamtanwendung befürworten. Dies kann durch die Favoritenfrage zur bevorzugten Schnittstellengestaltungsvariante geklärt werden.

7.6 Korrelationen

Im Folgenden werden die weiteren statistischen Untersuchungen der Ergebnisse präsentiert. Es werden dazu bestimmte Variablen ausgewählt und entsprechende Korrelationsanalysen nach Pearson, t-Tests, Varianzanalysen und Chi-Quadrat-Tests präsentiert. Damit soll den noch unbeantworteten Forschungsfragen nachgegangen werden. Mit Hilfe der Korrelationen sollen Zusammenhänge zwischen einzelnen Variablen aufgedeckt werden (Leonhart, 2010, S. 125). Beim Vergleich von zwei unabhängigen Gruppen wird ein t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt, bei dem Mittelwertsdifferenzen auf statistische Bedeutsamkeit hin überprüft werden (Budischewski & Kriens, 2015, S. 89; Leonhart, 2010, S. 143–153). Mit Hilfe der Varianzanalysen wird geprüft, ob sich die Mittelwerte zwischen drei oder mehr Gruppen signifikant voneinander unterscheiden (Budischewski & Kriens, 2015, S. 115). Beim Chi-Quadrat-Test werden beobachtete mit zu erwartenden Häufigkeiten verglichen (Budischewski & Kriens, 2015, S. 85).

7.6.1 Korrelationen verbunden mit dem Alter der Probanden

Gibt es einen Zusammenhang zwischen der Bewertung über die Nützlichkeit, Ähnlichkeit und Stimmigkeit der Varianten und dem Alter der befragten Probanden?

Um dieser Frage nachzugehen, werden mehrere lineare Korrelationsanalysen durchgeführt. Dazu wird der Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient, auch Maßkorrelationskoeffizient oder Korrelationskoeffizient nach Pearson genannt, berechnet (Heimsch et al., 2018, S. 170). Der Korrelationskoeffizient wird mit r angegeben und meint in der vorliegenden Arbeit, ebenso wie in einschlägiger Literatur, den linearen Korrelationskoeffizienten, sofern nichts anderes angegeben ist (Spiegel & Stephens, 2007, S. 386). Mit Hilfe des Korrelationskoeffizienten können Zusammenhänge der Art je größer die Variable, desto größer die andere Variable (gleichläufig) oder je größer die Variable, desto kleiner die andere Variable (gegenläufig) ausgedrückt werden (Heimsch et al., 2018, S. 166). Für die Stärke des Zusammenhangs ist der Betrag von r verantwortlich, das Vorzeichen hingegen für die Richtung (gleichläufig oder gegenläufig) (Heimsch et al., 2018, S. 166–167). Der Wert von r liegt zwischen einschließlich -1 und 1 (Heimsch et al., 2018, S. 166; Spiegel & Stephens, 2007, S. 384). Ein negatives Vorzeichen spricht für einen gegenläufigen Zusammenhang, ein positives Vorzeichen für einen gleichläufigen

Zusammenhang (Heimsch et al., 2018, S. 167; Spiegel & Stephens, 2007, S. 384). Für die Pearson-Korrelationen wurde die folgende Einteilung gewählt:

- $0,0 \leq r \leq 0,1$ kein Zusammenhang
- $0,1 < r \leq 0,3$ schwacher Zusammenhang
- $0,3 < r \leq 0,5$ mittlerer Zusammenhang
- $0,5 < r$ starker Zusammenhang

Es sind aber auch andere Einteilungen möglich (Heimsch et al., 2018, S. 167). Im Allgemeinen gilt jedoch laut Bosch (2018) und Leonhart (2010):

- Liegt r in der Nähe von 0, besteht eine schwache Korrelation (Bosch, 2018, S. 55).
- Keine Korrelation besteht, wenn r den Wert 0 hat (Bosch, 2018, S. 55).
- Eine hohe Korrelation besteht, wenn r gegen 1 oder -1 geht (Leonhart, 2010, S. 127).

Die Signifikanzprüfung (2-seitig) der Korrelation wird ebenfalls angegeben. Dazu wird jeweils ein t-Test durchgeführt (Leonhart, 2010, S. 127). Standardmäßig wird hier ein Signifikanzniveau von 0,05 verwendet.

7.6.1.1 Variablen: Alter und Nützlichkeit

Hierzu wurde eine Analyse nach Pearson angewendet (siehe Tabelle 32).

		Alter	Mock-Up 0 Nützlichkeit	Mock-Up 1 Nützlichkeit	Mock-Up 2 Nützlichkeit	Mock-Up 3 Nützlichkeit	Mock-Up 4 Nützlichkeit
Alter	Korrelation nach Pearson	1	-,490*	,320	,067	,296	,240
	Signifikanz (2-seitig)		,013	,119	,751	,151	,248
	N	25	25	25	25	25	25

Tabelle 32 – Ergebnis für den Pearson-Korrelationskoeffizienten für die Variablen Alter und Nützlichkeit. Korrelationen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind signifikant (Signifikanzniveau: 0,05)

Aus den Ergebnissen für r geht hervor, dass ein mittlerer bis starker linearer Zusammenhang bei Mock-Up erkennbar ist. Der t-Test dieser Korrelationsanalyse ist zudem als einziger signifikant. Der Koeffizient ist bei der Schnittstellengestaltungsvariante ohne Anpassung negativ. Das bedeutet, je älter die Probanden sind, desto hilfreicher wird Mock-Up 0 bewertet. Die restlichen Zusammenhänge weisen keinen signifikanten t-Test

auf, wodurch sie nur als Tendenzen interpretiert werden. Für Mock-Up 1 ist beispielsweise der nicht signifikante Zusammenhang genau umgekehrt, wie es durch den positiven Koeffizienten erkennbar ist. Je jünger die Probanden sind, desto hilfreicher wird die Anpassung der Schnittstellarchitektur bewertet. Allgemein lässt sich eine positive Tendenz für alle plattformspezifisch angepassten BYOD-Schnittstellengestaltungsvarianten aus den Daten entnehmen. Es kann jedoch nicht bei jeder Variante ein aussagekräftiger Zusammenhang nachgewiesen werden. Bei jüngeren Probanden scheint gerade die Anpassung der Schnittstellarchitektur als das zentrale Orientierungsmerkmal die Nützlichkeit klar zu erhöhen. Diese Diskrepanz zwischen älteren und jüngeren Probanden kann auch durch die Affinität zu mobilen Geräten und über die damit verbundene tägliche Nutzungsdauer erklärt werden. Dadurch, dass die älteren Nutzer einen stärkeren privaten oder beruflichen Bezug zur Marke Mercedes-Benz und deren produktspezifischen Schnittstellen im Fahrzeug haben, kann hier ein Lerneffekt entstanden sein. Jüngere Nutzer sind hingegen im Durchschnitt heute stärker auf die Patterns ihrer mobilen Plattform trainiert.

7.6.1.2 Variablen: Alter und Ähnlichkeit

Um zu prüfen, ob eine Beziehung zwischen der Bewertung über die Ähnlichkeit und dem Alter besteht, wurde auch hier der Korrelationskoeffizient nach Pearson berechnet (siehe Tabelle 33).

		Alter	Mock-Up 1 Ähnlichkeit	Mock-Up 2 Ähnlichkeit	Mock-Up 3 Ähnlichkeit	Mock-Up 4 Ähnlichkeit
Alter	Korrelation nach Pearson	1	,141	-,218	-,327	-,366
	Signifikanz (2-seitig)		,502	,296	,110	,072
	N	25	25	25	25	25

Tabelle 33 – Ergebnis für den Pearson-Korrelationkoeffizienten für die Variablen Alter und Ähnlichkeit

Die Signifikanzprüfungen zeigen, dass keiner der Zusammenhänge signifikant ausfällt. Dadurch sind die Korrelationskoeffizienten nur als Tendenzen zu werten. Legt man das zuvor genannte Bewertungsschema für r zugrunde, lassen sich Tendenzen für Mock-Up 3 und Mock-Up 4 erkennen. Besonders bei Mock-Up 4 ist der t-Test nicht weit von der Signifikanzgrenze 0,05 entfernt. Im Vergleich zur produktspezifischen Schnittstellengestaltung wird dieser als unterschiedlicher bewertet, je jünger die Befragten sind. Diese

Zusammenhangstendenz lässt sich auch in abgeschwächter Form für Mock-Up 3, Mock-Up 2 und noch abgeschwächerer Form für Mock-Up 1 nachweisen. Im Umkehrschluss bedeutet dies tendenziell auch, je älter die Probanden sind, desto weniger gravierend wird die Unterschiedlichkeit bei Mock-Up 3 und Mock-Up 4 bewertet.

Dieses Tendenz kann mehrere Gründe haben. Einer lässt sich aber mit Hilfe von Datensätzen und Bemerkungen der Probanden erklären. Wie aus dem qualitativen Teil und der Analyse der Daten hervorgeht sieht man, dass gerade die jüngeren Nutzer einen starken Bezug zu ihrer jeweiligen Plattform haben. Dadurch fallen ihnen Unterschiede zu den gewohnten Patterns anderer Apps schneller auf. Bei älteren Nutzern sieht man, dass ihnen zwar die Unterschiedlichkeit der einzelnen Varianten bewusst ist, jedoch der Grad der plattformspezifischen Anpassungen eine untergeordnete Rolle spielt. Unter *unterschiedlich* subsummieren sie sowohl weniger starke als auch starke Anpassungen. Betrachtet man die bisher aufgeführten Aussagen aus dem qualitativen Teil so fällt auf, dass jüngere Probanden in der Bewertung sehr häufig ihre Plattform als Referenzpunkt heranziehen. Dadurch entwickelt sich ein Kontinuum zur produktspezifischen Schnittstellengestaltung. Ältere Probanden hingegen gehen von der produktspezifischen Schnittstellengestaltung aus.

Ein älterer Proband sagte beispielsweise über Mock-Up 0: "Ich habe mich für Variante 0 entschieden. Ich habe die Idee dahinter (gemeint sind plattformspezifische Anpassungen für das BYOD) schon verstanden, aber im Endeffekt sind sie alle unterschiedlich zu dem (Mock-Up 0). "

Ein jüngerer Proband sagte beispielsweise über Mock-Up 4: "Das ist die extremste Variante. Man merkt schon, dass es (gemeint ist die Unterschiedlichkeit zwischen den Mock-Ups) sich steigert. Das ist zwar ganz anders, aber so kann ich es mir am besten vorstellen."

7.6.1.3 Variablen: Alter und Stimmigkeit

Auch hier wurde eine Überprüfung eines möglichen Zusammenhangs zwischen dem Alter der Probanden und der Bewertung der Stimmigkeit der angepassten Varianten zusammen mit der produktspezifischen Schnittstellengestaltung durchgeführt. Dazu wurde der Korrelationskoeffizient nach Pearson berechnet (siehe Tabelle 34) .

		Alter	Mock-Up 1 Stimmigkeit	Mock-Up 2 Stimmigkeit	Mock-Up 3 Stimmigkeit	Mock-Up 4 Stimmigkeit
Alter	Korrelation nach Pearson	1	,249	,118	,175	,197
	Signifikanz (2-seitig)		,230	,573	,402	,344
	N	25	25	25	25	25

Tabelle 34 – Ergebnis für Pearson-Korrelation für die Variablen Alter und Stimmigkeit

Die Ergebnisse zeigen, dass sich keine klaren Zusammenhänge oder Tendenzen ausmachen lassen. Zudem liefert auch hier keiner der t-Tests ein signifikantes Ergebnis. Das Alter hat in dieser Stichprobe also keinen Einfluss darauf, wie die Stimmigkeit der Gesamtanwendung bewertet wird. Mit der Gesamtanwendung ist die Kombination aus der produktspezifischen Schnittstellengestaltung auf dem montierten Tablet und der BYOD-Schnittstelle gemeint.

7.6.2 Varianzanalysen verbunden mit dem Alter

Um prüfen zu können, ob sich das Durchschnittsalter der Probanden je Mock-Up-Favoritenauswahl voneinander unterscheidet, muss zunächst die richtige statistische Methode gefunden werden. Laut Budischewski und Kriens (2015, S. 115) kann mit einer Varianzanalyse geprüft werden, ob sich die Mittelwerte von drei oder mehr Gruppen signifikant voneinander unterscheiden. Laut Leonhart (2010, 155 ff.) und Budischewski und Kriens (2015, S. 115) handelt es sich dabei um eine Erweiterung des t-Tests von zwei auf mehrere Gruppen. Da die Gruppierung anhand der Merkmalsausprägung der Variable (Favoritenauswahl) gebildet wird, handelt es sich um eine einfaktorielle Varianzanalyse (Leonhart, 2010, S. 156). Daher wird eine einfaktorielle Varianzanalyse für unabhängige Stichproben durchgeführt. Es wurde ein 95%-Konfidenzintervall gewählt. Ein signifikanter Zusammenhang liegt dann vor, wenn beim entsprechenden Signifikanztest ein Wert $p < 0,05$ ermittelt wird.

7.6.2.1 Single-Device-Favoritenauswahl

Das Ergebnis dieser Untersuchung zeigt, dass es keinen signifikanten Zusammenhang ($p > 0,05$) zwischen dem Alter und der Auswahl der besten Single-Device-BYOD-Schnittstellengestaltung innerhalb dieser Stichprobe gibt (siehe Tabelle 35).

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	508,743	2	254,371	2,380	,116
Innerhalb der Gruppen	2351,257	22	106,875		
Gesamt	2860,000	24			

Tabelle 35 – Einfaktorielle Varianzanalyse der Variablen Alter und Single-Device-Favoritenauswahl

Dies kann jedoch an der Größe und Schichtung der verfügbaren Stichprobe liegen. Dieser Schluss liegt nahe, wenn man sich die Mittelwerte des Alters der Probanden anschaut, die sich für einen Stand-Alone-Favoriten entscheiden (siehe Tabelle 36). Das höchste Durchschnittsalter lässt sich bei der produktspezifischen BYOD-Schnittstellengestaltung (höchste innere Konsistenz) feststellen. Bei Mock-Up 1 zeigt sich ein mittleres Alter, das mit 37,86 Jahren nicht weit vom Gesamtdurchschnitt aller Probanden (32,8 Jahren) entfernt liegt. Für diese Variante entscheiden sich also jüngere und ältere Probanden. Das jüngste Durchschnittsalter haben diejenigen Probanden, die sich für die plattformkonforme Variante (mit höchster äußerer Konsistenz innerhalb dieser Studie) entscheiden. Auch in dieser Betrachtung lässt sich der Trend beobachten, dass jüngere Probanden dieser Stichprobe sich eher an ihrer Plattform orientieren.

Beste stand-alone App-Gestaltung	Mittelwert	N	Standardabweichung
Mock-Up 0	39,33	3	10,408
Mock-Up 1	37,86	7	15,104
Mock-Up 4	29,13	15	7,396
Insgesamt	32,80	25	10,916

Tabelle 36 – Durchschnittsalter der Probanden je Single-Device-Favoritenauswahl

7.6.2.2 MDCP-Favoritenauswahl

Die Frage, ob zwischen dem Alter der Befragten und der Auswahl eines MDCP-Schnittstellengestaltungsfavoriten für die Gesamtanwendung ein Zusammenhang besteht, ist aus Sicht der vorliegenden Arbeit besonders relevant.

Hinsichtlich der Nützlichkeit konnte in dieser Stichprobe nachgewiesen werden, dass die Variante mit höchster innerer Konsistenz einen Zusammenhang zum Alter aufweist. Die Varianzanalyse bei der MDCP-Favoritenauswahl kann als Kontrolle der damit einhergehenden Vermutung angesehen werden, dass innere Konsistenz mit zunehmendem Alter eine größere Bedeutung hat. Wie Tabelle 37 zeigt, ist das Ergebnis aber nicht signifikant ($p > 0,05$). Es kann also kein signifikanter linearer Zusammenhang zwischen dem Alter und der getroffenen MDCP-Favoritenauswahl festgestellt werden.

	Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Signifikanz
Zwischen den Gruppen	507,720	4	126,930	1,079	,393
Innerhalb der Gruppen	2352,280	20	117,614		
Gesamt	2860,000	24			

Tabelle 37 – Einfaktorielle Varianzanalyse der Variablen Alter und MDCP-Favoritenauswahl

Auch hier kann dies an der verfügbaren Stichprobengröße liegen. In der Betrachtung des Durchschnittsalters der Probanden je ausgewähltem MDCP-Schnittstellengestaltungsfavoriten fällt auf, dass das höchste Durchschnittsalter auf die Variante mit höchster innerer Konsistenz entfällt. Es liegt mit 43,5 Jahren deutlich über dem Gesamtdurchschnittsalter (siehe Tabelle 38). Wenn auch nicht signifikant, bekräftigt dieser Wert das signifikante Ergebnis über die Korrelation zwischen der Nützlichkeit der innerlich konsistenten Variante und dem Alter der Befragten.

Die Probanden, die die beiden kombinierten Schnittstellengestaltungsvarianten bevorzugen, haben das jüngste Durchschnittsalter. Bei Mock-Up 3 stammt der Wert von nur einem Probanden. Bei Mock-Up 4 handelt es sich um einen tatsächlichen Durchschnittswert, gebildet aus dem Alter von sieben Probanden (vergleiche hierzu: Abbildung 49). Auch hier bekräftigt der Wert die vorangegangenen Befunde, dass gerade bei jüngeren Probanden eine höhere Affinität zur äußeren Konsistenz, also zu ihrer Plattform besteht, sowohl bei der Single-Device- als auch MDCP-Favoritenauswahl.

Besonders interessant ist das Durchschnittsalter der Variante mit der ausschließlichen Anpassung der Schnittstellenarchitektur, also mit nur leicht erhöhter äußerer Konsistenz. Das Durchschnittsalter, gebildet aus den Altersangaben der dreizehn Probanden, die sich für diese Variante entschieden, liegt bei 32,92 Jahren (siehe Tabelle 38). Dieser Wert liegt nur ganz knapp über dem tatsächlichen Durchschnittsalter aller Probanden von 32,8 Jahren.

MDCP-Favoritenauswahl	Mittelwert	N	Standardabweichung
Mercedes-Benz UI + Mock-Up 0	43,50	2	10,607
Mercedes-Benz UI + Mock-Up 1	32,92	13	12,285
Mercedes-Benz UI + Mock-Up 2	40,00	2	12,728
Mercedes-Benz UI + Mock-Up 3	28,00	1	.
Mercedes-Benz UI + Mock-Up 4	28,14	7	6,669
Insgesamt	32,80	25	10,916

Tabelle 38 – Durchschnittsalter der Probanden je MDCP-Favorit

In der Analyse des Streudiagramms (siehe Abbildung 49) zeigt sich die Altersverteilung der Probanden je favorisierter MDCP-Schnittstellengestaltungskombination noch besser. Betrachtet man Mock-Up 1 näher, so lässt sich erkennen, dass die Probanden, die diese Variante auswählen, aus allen Altersbereichen kommen. Zusätzlich ist ersichtlich, dass sich drei von den vier ältesten Probanden (50 Jahre und älter) für diese Variante entscheiden. Der vierte der älteren Probanden bevorzugt die noch konservativere produktspezifische Variante, ebenso wie ein Proband mittleren Alters. In Abbildung 49 markiert ist die bereits erwähnte hohe Affinität der jüngeren Teilnehmer, die sich für eine MDCP-Kombination mit der plattformkonformen BYOD-Variante (ausgenommen graphisches Design) entscheiden. Alle anderen Probanden, die jünger als 30 Jahre sind, entscheiden sich mit einer Ausnahme für Mock-Up 1.

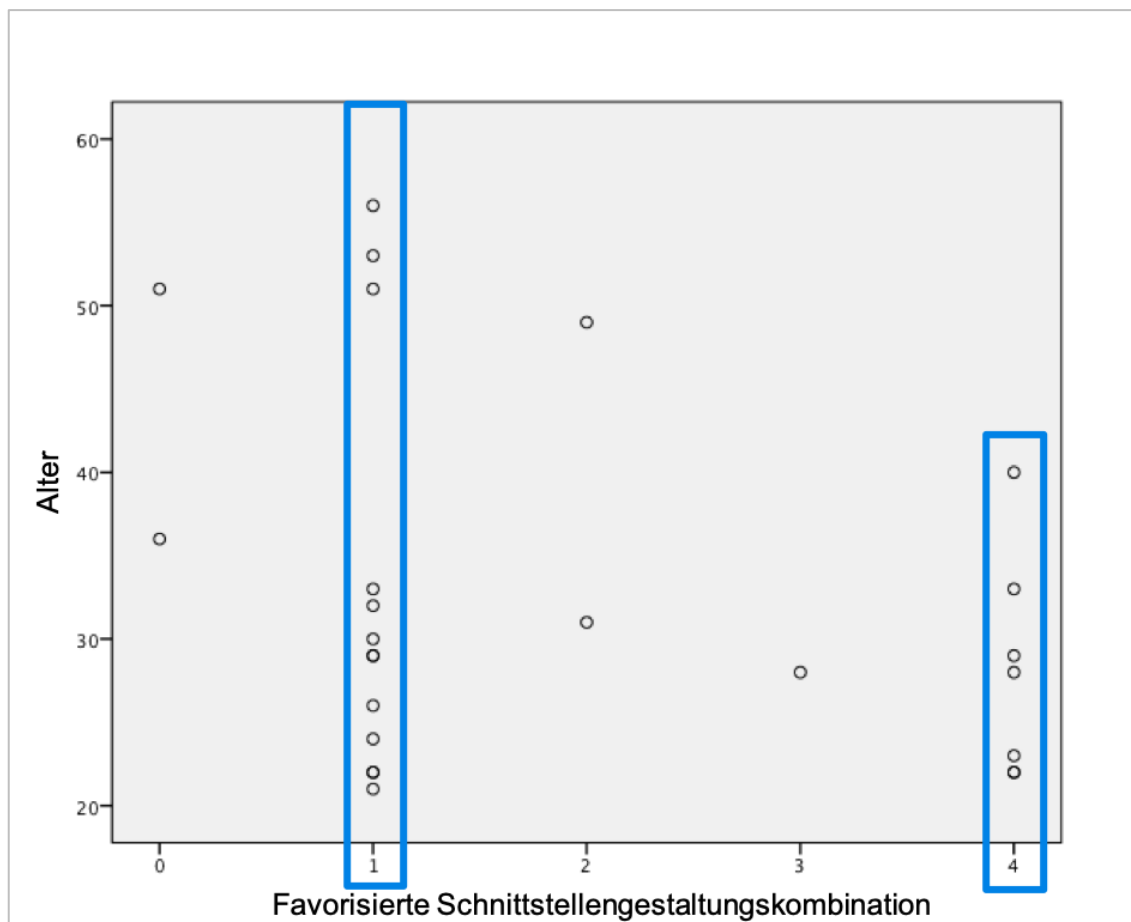


Abbildung 49 – Streudiagramm favorisierte MDCP-Schnittstellengestaltung

Zusammenfassend ist zu sagen, dass in dieser Stichprobe kein signifikanter Zusammenhang zwischen dem Alter der Befragten und der jeweiligen Favoritenauswahl aus den Daten zu entnehmen ist. Gerade die Anpassung der Schnittstellenarchitektur stößt wie

schon in vorausgegangenen Analysen auf einen breiten Zuspruch, unabhängig vom Alter.

7.6.3 Korrelationen verbunden mit der Vorerfahrung der Probanden

In den vorangegangenen Analysen wurde immer wieder Bezug auf die innere Konsistenz zum produktspezifischen Ausgangsdesign und auf die äußere Konsistenz zur Plattform genommen. Bei der Probandenauswahl wurde sichergestellt, dass jeder der Probanden die jeweilige Plattform mindestens ein Jahr lang benutzte. Die Vorerfahrung mit der produktspezifischen Schnittstellengestaltung von Mercedes-Benz (Generation 5.5) wurde zu Beginn der Studie ebenfalls abgefragt. Die daraus gewonnenen Daten wurden bei der Auswertung in eine Variable überführt, die entweder die Ausprägung mit Erfahrung (1) oder die Ausprägung ohne Erfahrung (0) aufweist. Sie ist die notwendige Gruppenvariable für den t-Test für unabhängige Stichproben (vgl. Budischewski & Kriens, 2015, S. 90). Es sind unabhängige Stichproben, da die Probanden entweder mit Erfahrung oder ohne Erfahrung sind. Zur Überprüfung des Zusammenhangs zwischen der Erfahrungsvariablen und der jeweiligen Item-Bewertung kann daher der t-Test für unabhängige Stichproben angewendet werden. Damit kann festgestellt werden, ob sich diese die Gruppenmittelwerte signifikant voneinander unterscheiden (Budischewski & Kriens, 2015, S. 89). Beim Vergleich von mehr als zwei Gruppen wird die im vorhergehenden Abschnitt verwendete Varianzanalyse durchgeführt (Leonhart, 2010, S. 148). Liefert das Ergebnis des t-Tests bei einem 95%-Konfidenzintervall einen p-Wert, der kleiner als 0,05 ist, handelt es sich um ein signifikantes Ergebnis. Zusätzlich wird beim t-Test noch ein Levene-Test durchgeführt mit dessen Ergebnis überprüft werden kann, ob die Varianzen in beiden Stichproben gleich sind oder nicht (Leonhart, 2010, S. 150). Ist dieser Test signifikant ($p < 0,05$), so kann nicht von Varianzhomogenität ausgegangen werden (Leonhart, 2010, S. 150). In diesem Fall sind die Varianzen nicht gleich und es muss jeweils der untere Wert für den t-Test (heterogene Varianzen) abgelesen werden. Sind die Varianzen gleich (Levene-Test ist nicht signifikant) muss der obere Wert abgelesen werden (Leonhart, 2010, S. 150).

Als Nutzer mit Vorerfahrung werden solche Probanden klassifiziert, die ein Fahrzeug mit NTG 5.5 beruflich oder privat mehrmals in der Woche nutzen, oder solche, die innerhalb der letzten 6 Monate beruflich oder privat mindestens zweimal im Monat ein

Fahrzeug mit NTG 5.5 benutzt haben, beispielsweise im Rahmen von Dienst- oder Testfahrten. Da es berufsbedingt für keinen der Probanden möglich ist ohne regelmäßige Nutzung der Plattform iOS oder Android auszukommen, kann nur der Einfluss der Erfahrung mit NTG 5.5 untersucht werden. Es gibt 14 Probanden, die als Nutzer mit Erfahrung gewertet werden können. Daraus ergibt sich, dass 11 Probanden als Teilnehmende ohne Erfahrung klassifiziert werden.

7.6.3.1 Variablen: Erfahrung und Nützlichkeit

In Tabelle 39 sind die signifikanten Ergebnisse des t-Test bei einem 95%-Konfidenzintervall gelb markiert ($p < 0,05$). Ein signifikanter Zusammenhang hinsichtlich der Bewertung der Nützlichkeit eines Mock-Ups und der Klassifizierung mit oder ohne NTG-5.5-Erfahrung kann für Mock-Up 0 und Mock-Up 2 nachgewiesen werden. Das Ergebnis des t-Tests für Mock-Up 3 liegt ganz knapp unterhalb des Signifikanzniveaus.

Unter Berücksichtigung von Tabelle 40 fällt auf, dass Mock-Up 0 von Nutzern mit NTG-5.5-Erfahrung signifikant besser hinsichtlich der Nützlichkeit beurteilt wird. Nutzer ohne Erfahrung bewerten die Nützlichkeit der Variante mit höchster innerer Konsistenz fast neutral, Nutzer mit Erfahrung als deutlich hilfreicher. Gleiches gilt umgekehrt für Mock-Up 2. Hier fällt die Bewertung der Nutzer ohne Erfahrung deutlich besser aus. Die Anpassungen der funktionalen Interaktionselemente, die Mock-Up 2 zugrunde liegen, fallen bei den Nutzern mit NTG-5.5-Erfahrung durch. Mit einem Durchschnittswert von 3,79 erreicht diese Variante das schlechteste Ergebnis innerhalb dieser Gruppe.

Dass gerade die produktspezifische BYOD-Variante mit höchster innerer Konsistenz von denjenigen mit NTG-5.5-Erfahrung nützlicher bewertet wird, bestätigt die Vermutung, dass Gewohnheit und Häufigkeit entscheidende Kriterien bei der Bewertung von MDCP-Schnittstellengestaltungen sind. Mock-Up 0 verzeichnet im Vergleich zu allen anderen Varianten bei der Gruppe mit Erfahrung mit 1,79 den besten Wert hinsichtlich der Nützlichkeit, bei den Nutzern ohne Vorerfahrung den schlechtesten Wert. Ähnliches gilt für Mock-Up 2. In der Gesamtbewertung schneidet diese Variante am schlechtesten ab, dies vor allem durch die schlechte Bewertung der Nutzer mit Erfahrung. Die Nutzer, die also Erfahrung mit den spezifischen Elementen haben, empfinden deren Austausch als unnötig.

P5 über Nützlichkeit von Mock-Up 2:“ Hier sind ja nur die Elemente getauscht worden. Das verbessert nichts und macht es unnötig kompliziert. Da würde ich mich jetzt als Nutzer fragen: Wieso?“

P17 über Nützlichkeit von Mock-Up 2: „Das gefällt mir sogar ganz gut, aber im Endeffekt bringt mir das nichts und hier ist ja nach dem Nutzen gefragt.“

Zwei weitere nicht signifikante Ergebnisse sind interessant. Die plattformkonforme Variante Mock-Up 4 mit höchster äußerer Konsistenz innerhalb dieser Studie wird von den Nutzern ohne Erfahrung deutlich besser bewertet als von denjenigen mit Erfahrung. Dies erscheint logisch, da bei der Gruppe ohne Erfahrung eine natürliche Affinität zur Konformität mit dem Gewohnten vorhanden ist, in ihrem Fall mit den Plattformatern. Trotzdem divergieren die Bewertungen der Nutzer mit NTG-5.5-Erfahrung und der ohne nicht so stark, dass ein signifikanter Einfluss nachweisbar ist.

Die geringste Diskrepanz der Mittelwerte oder die höchste Übereinstimmung kann abermals bei Mock-Up 1 mit leicht erhöhter äußerer Konsistenz verzeichnet werden. Die Unterschiede hinsichtlich der Nützlichkeit sind nicht signifikant. Mit 1,64 erreichen Mock-Up 1 und Mock-Up 4 bei den Nutzern ohne NTG-5.5-Erfahrung die beste Bewertung hinsichtlich der Nützlichkeit. Mit einem Wert von 2,07 erreicht Mock-Up 1 aber auch den zweitbesten Wert hinsichtlich der Nützlichkeit bei den Nutzern mit Erfahrung. Das heißt: Unabhängig von der Vorerfahrung der Nutzer wird Mock-Up 1 mit leicht erhöhter äußerer Konsistenz als am nützlichsten bewertet.

Dass Mock-Up 0 für Nutzer ohne Erfahrung die schlechtesten Werte erreicht, spricht dafür, dass gerade neue Nutzer oder Neukunden ein großes Problem mit neuen produktspezifischen Schnittstellengestaltungen haben.

Test bei unabhängigen Stichproben

	Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit						
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (Zweiseitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
								Untere	Obere
Mock-Up 0 – Nützlichkeit	3,893	,061	2,472	23	,021	1,123	,454	,183	2,064
			2,386	18,073	,028	1,123	,471	,135	2,112
Mock-Up 1 – Nützlichkeit	,234	,633	-1,026	23	,316	-,435	,424	-1,312	,442
			-1,076	22,539	,293	-,435	,404	-1,272	,402
Mock-Up 2 – Nützlichkeit	,505	,485	-4,946	23	,000	-2,058	,416	-2,919	-1,198
			-5,079	22,970	,000	-2,058	,405	-2,897	-1,220
Mock-Up 3 – Nützlichkeit	1,016	,324	-3,098	23	,005	-1,058	,342	-1,765	-,352
			-3,252	22,474	,004	-1,058	,325	-1,733	-,384
Mock-Up 4 – Nützlichkeit	1,176	,289	-1,948	23	,064	-1,078	,553	-2,223	,067
			-1,975	22,550	,061	-1,078	,546	-2,208	,053

Tabelle 39 – t-Test: NTG-5.5-Erfahrung und Nützlichkeit

Gruppenstatistiken

	Erfahrung mit NTG 5.5	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Mock-Up 0 –	0	11	2,91	1,300	,392
Nützlichkeit	1	14	1,79	,975	,261
Mock-Up 1 –	0	11	1,64	,809	,244
Nützlichkeit	1	14	2,07	1,207	,322
Mock-Up 2 –	0	11	1,73	,905	,273
Nützlichkeit	1	14	3,79	1,122	,300
Mock-Up 3 –	0	11	1,73	,647	,195
Nützlichkeit	1	14	2,79	,975	,261
Mock-Up 4 –	0	11	1,64	1,286	,388
Nützlichkeit	1	14	2,71	1,437	,384

Tabelle 40 – Mittelwerte der Bewertung der Nützlichkeit nach Gruppen und nach Mock-Ups. Die Bewertungen der Nutzer ohne Erfahrung sind in den jeweiligen Zeilen mit 0 gekennzeichnet. Die Bewertungen der Nutzer mit Erfahrung sind in den jeweiligen Zeilen mit 1 gekennzeichnet

7.6.3.2 Variablen: Erfahrung und Ähnlichkeit

Wie der t-Test zeigt, gibt es keinen signifikanten Zusammenhang zwischen der Erfahrung mit NTG 5.5 und der Bewertung der Ähnlichkeit (siehe Tabelle 41). Wenn man die Mittelwerte betrachtet, sieht man ein sehr homogenes Bewertungsverhalten. Gerade hinsichtlich der Varianten mit mehreren Anpassungen unterscheiden sich die beiden Gruppen nur geringfügig (siehe Tabelle 42). In dieser Stichprobe hat die Vorerfahrung keinen Einfluss auf die Bewertung der Ähnlichkeit der plattformspezifisch angepassten Varianten.

		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Mock-Up 1 – Ähnlichkeit	Varianzen sind gleich	,599	,447	-,660	23	,516	-,273	,413	-1,127	,582
	Varianzen sind nicht gleich			-,677	22,948	,505	-,273	,403	-1,106	,561
Mock-Up 2 – Ähnlichkeit	Varianzen sind gleich	1,101	,305	-1,194	23	,245	-,539	,451	-1,472	,395
	Varianzen sind nicht gleich			-1,226	22,967	,233	-,539	,440	-1,448	,370
Mock-Up 3 – Ähnlichkeit	Varianzen sind gleich	,188	,669	-1,232	23	,231	-,584	,474	-1,566	,397
	Varianzen sind nicht gleich			-1,229	21,411	,233	-,584	,476	-1,572	,404
Mock-Up 4 – Ähnlichkeit	Varianzen sind gleich	1,001	,328	,069	23	,946	,026	,377	-,754	,806
	Varianzen sind nicht gleich			,073	22,129	,943	,026	,357	-,715	,767

Tabelle 41 – t-Test: NTG-5.5-Erfahrung und Ähnlichkeit

Gruppenstatistiken

	Erfahrung mit NTG 5.5	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Mock-Up 1 – Ähnlichkeit	0	11	1,73	,905	,273
	1	14	2,00	1,109	,296
Mock-Up 2 – Ähnlichkeit	0	11	2,82	,982	,296
	1	14	3,36	1,216	,325
Mock-Up 3 – Ähnlichkeit	0	11	3,27	1,191	,359
	1	14	3,86	1,167	,312
Mock-Up 4 – Ähnlichkeit	0	11	4,45	,688	,207
	1	14	4,43	1,089	,291

Tabelle 42 – Mittelwerte der Bewertung der Ähnlichkeit nach Gruppen und nach Mock-Ups. Die Bewertungen der Nutzer ohne Erfahrung sind in den jeweiligen Zeilen mit 0 gekennzeichnet. Die Bewertungen der Nutzer mit Erfahrung sind in den jeweiligen Zeilen mit 1 gekennzeichnet

7.6.3.3 Variablen: Erfahrung und Stimmigkeit

Hinsichtlich der Stimmigkeit gibt es einen signifikanten Zusammenhang mit der Erfahrung mit NTG 5.5 bei Mock-Up 3 (siehe Tabelle 43). Während die Nutzer ohne Erfahrung die Variante mit den kombinierten Anpassungen als eher stimmig bewerten, wird diese Variante von den Nutzern mit NTG 5.5-Erfahrung als eher unstimmig bewertet (siehe Tabelle 44). Die Bewertung der Stimmigkeit der weiteren plattformspezifisch angepassten BYOD-Varianten ist in Kombination mit der spezifischen Schnittstellengestaltung ohne nennenswerten Einfluss durch die Vorerfahrung.

	Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit						
	F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
								Untere	Obere
Mock-Up 1 – Stimmigkeit	,073	,790	-,555	23	,584	-,273	,491	-1,289	,743
			-,567	22,826	,576	-,273	,481	-1,269	,723
Mock-Up 2 – Stimmigkeit	2,036	,167	-1,875	23	,074	-1,136	,606	-2,390	,117
			-1,933	23,000	,066	-1,136	,588	-2,352	,080
Mock-Up 3 – Stimmigkeit	,510	,482	-2,546	23	,018	-1,279	,502	-2,318	-,240
			-2,494	19,618	,022	-1,279	,513	-2,351	-,208
Mock-Up 4 – Stimmigkeit	,122	,730	-1,330	23	,197	-,714	,537	-1,825	,397
			-1,312	20,358	,204	-,714	,544	-1,849	,420

Tabelle 43 – t-Test: NTG-5.5-Erfahrung und Stimmigkeit

Gruppenstatistiken

	Erfahrung mit NTG 5.5	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Mock-Up 1 –	0	11	1,73	1,104	,333
Stimmigkeit	1	14	2,00	1,301	,348
Mock-Up 2 –	0	11	2,36	1,286	,388
Stimmigkeit	1	14	3,50	1,653	,442
Mock-Up 3 –	0	11	2,36	1,362	,411
Stimmigkeit	1	14	3,64	1,151	,308
Mock-Up 4 –	0	11	3,00	1,414	,426
Stimmigkeit	1	14	3,71	1,267	,339

Tabelle 44 – Mittelwerte der Bewertung der Stimmigkeit nach Gruppen und nach Mock-Ups. Die Bewertungen der Nutzer ohne Erfahrung sind in den jeweiligen Zeilen mit 0 gekennzeichnet. Die Bewertungen der Nutzer mit Erfahrung sind in den jeweiligen Zeilen mit 1 gekennzeichnet

7.6.4 NTG-5.5-Erfahrung und Favoritenauswahl

Um den Zusammenhang von NTG5.5-Erfahrung und Favoritenauswahl zu evaluieren, wurden Chi-Quadrat-Tests durchgeführt. Dabei werden beobachtete mit zu erwartenden Häufigkeiten verglichen (Budischewski & Kriens, 2015, S. 85). Laut Heimsch et al. (2018, S. 123) ist das Prinzip dieses Tests, dass die Werte der zu überprüfenden Variablen in Klassen eingeteilt und dann die beobachteten Klassenhäufigkeiten mit den unter Normalverteilung zu erwartenden verglichen werden. Meist wird ein Vier-Felder-Chi-Quadrat-Test durchgeführt, jedoch kann dieser Test auch bei mehr als nur zweifach gestuften Merkmalen verwendet werden (Leonhart, 2010, S. 153). Dies ist bei der Favoritenauswahl der Fall. Potentiell stellt jede Mock-Up-Variante eine mögliche Merkmalsausprägung (insgesamt fünf Varianten) dar. Zunächst wird beim Chi-Quadrat-Test eine Häufigkeitsauszählung über die Merkmalskombinationen vorgenommen (Leonhart, 2010, S. 154). Im vorliegenden Fall findet also die Häufigkeitsauszählung für die Merkmalskombinationen aus Erfahrung und Favoritenauswahl statt. Zur Darstellung wird jeweils eine Kreuztabelle verwendet (siehe Tabelle 45 und Tabelle 48). Im Anschluss wird mit einem Chi-Quadrat-Test geklärt, ob diese Werte den zu erwartenden Werten entsprechen (Leonhart, 2010, S. 154). Für den entsprechenden p-Wert dieses Tests wird ein Signifikanzniveau von 0,05 gewählt.

7.6.4.1 NTG-5.5-Erfahrung und Single-Device-Favoritenauswahl

Tabelle 45 zeigt die verarbeiteten Fälle und die Verteilung nach Gruppen auf die ausgewählten Single-Device-Favoriten. Mit Hilfe des Chi-Quadrat-Tests kann der Zusammenhang zwischen der Erfahrung der Nutzer und der jeweiligen Auswahl erfolgen. Wie Tabelle 46 entnommen werden kann, ist das Ergebnis nicht signifikant ($p > 0,05$). Das bedeutet, in dieser Stichprobe spielt es bei der Auswahl der besten Single-Device-BYOD-Schnittstellengestaltung keine Rolle, ob Nutzer Erfahrung mit NTG 5.5 haben oder nicht. Vergleicht man die einzelnen Ergebnisse, so fällt jedoch auf, dass alle Nutzer, die sich für die produktspezifische Mercedes-Benz-Schnittstellengestaltungsvariante mit höchster innerer Konsistenz entscheiden, aus der Gruppe der erfahrenen Nutzer kommen. Ebenfalls auffällig ist, dass sich die Nutzer ohne Erfahrung ganz klar progressiver, also für eine plattformkonforme Variante (ausgenommen graphisches Design) mit höchster äußerer Konsistenz innerhalb dieser Studie entscheiden. Dem gegenüber entscheiden sich, wie Tabelle 45 zu entnehmen ist, die Nutzer mit Erfahrung nahezu gleichermaßen für die nur leicht angepasste Variante (Mock-Up 1) und für die plattformkonforme Variante (Mock-Up 4, ausgenommen graphisches Design). Tendenziell entscheiden sich also die Nutzer mit mehr Erfahrung eher konservativ. Dies kann auch am Alter der Probanden liegen.

		SD Favorit			Gesamt	
		Mock-Up 0	Mock-Up 1	Mock-Up 4		
NTG-5.5-Erfahrung	0	Anzahl	0	2	9	11
		% innerhalb von NTG-5.5- Erfahrung	0,0%	18,2%	81,8%	100,0%
	1	Anzahl	3	5	6	14
		% innerhalb von NTG-5.5- Erfahrung	21,4%	35,7%	42,9%	100,0%
Gesamt		Anzahl	3	7	15	25
		% innerhalb von NTG-5.5- Erfahrung	12,0%	28,0%	60,0%	100,0%

Tabelle 45 – Kreuztabelle für NTG-5.5-Erfahrung und Single-Device-Favoritenauswahl. Die Bewertungen der Nutzer ohne Erfahrung sind in den jeweiligen Zeilen mit 0 gekennzeichnet. Die Bewertungen der Nutzer mit Erfahrung sind in den jeweiligen Zeilen mit 1 gekennzeichnet

Chi-Quadrat-Test

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	4,592 ^a	2	,101
Anzahl der gültigen Fälle	25		
a. 4 Zellen (66,7%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist 1,32.			

Tabelle 46 – Chi-Quadrat-Test: NTG-5.5-Erfahrung und Single-Device-Favoritenauswahl

7.6.4.2 NTG-5.5-Erfahrung und MDCP-Favoritenauswahl

Wie aus dem Chi-Quadrat-Test hervorgeht, gibt es einen signifikanten Zusammenhang zwischen der Erfahrung mit NTG 5.5 und der Auswahl der besten BOYD-Schnittstellengestaltungsvariante in Kombination mit der produktspezifischen Schnittstellengestaltung des montierten Tablets, das als Fond-Entertainment-System-Display fungiert (siehe Tabelle 47). Der entsprechende p-Wert des Signifikanztests ist kleiner als 0,05. Wie Tabelle 48 entnommen werden kann, gibt es eine ähnliche Verteilung wie bei den vorangegangenen Untersuchungen. Gerade Nutzer ohne Erfahrung entscheiden sich mehrheitlich für Mock-Up 4, die plattformkonforme Variante (ausgenommen graphisches Design) mit höchster äußerer Konsistenz innerhalb dieser Studie. Bei den Nutzern mit Erfahrung zeigt sich, dass sie eher konservativ entscheiden. Hier wird die ausschließliche Anpassung der Schnittstellenarchitektur mit über 60% bevorzugt. Auch die zwei Kandidaten, die sich eine Kombination aus zwei identisch gestalteten Schnittstellen gewünscht haben, stammen ausschließlich aus dem Lager der Nutzer mit 5.5-Erfahrung.

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	10,283 ^a	4	,036
Anzahl der gültigen Fälle	25		
a. 8 Zellen (80,0%) haben eine erwartete Häufigkeit kleiner 5. Die minimale erwartete Häufigkeit ist ,44.			

Tabelle 47 – Chi-Quadrat-Test für NTG-5.5-Erfahrung und MDCP-Favoritenauswahl

		MDCP-Favorit					Gesamt
		Mercedes-Benz UI + Mock-Up 0	Mercedes-Benz UI + Mock-Up 1	Mercedes-Benz UI + Mock-Up 2	Mercedes-Benz UI + Mock-Up 3	Mercedes-Benz UI + Mock-Up 4	
NTG-5.5- Erfahrung	0	Anzahl 0	4	0	1	6	11
		% innerhalb von NTG-5.5- Erfahrung 0,0%	36,4%	0,0%	9,1%	54,5%	100,0%
	1	Anzahl 2	9	2	0	1	14
		% innerhalb von NTG-5.5- Erfahrung 14,3%	64,3%	14,3%	0,0%	7,1%	100,0%
Gesamt		Anzahl 2	13	2	1	7	25
		% innerhalb von NTG-5.5- Erfahrung 8,0%	52,0%	8,0%	4,0%	28,0%	100,0%

Tabelle 48 – Kreuztabelle für NTG-5.5-Erfahrung und MDCP-Favoritenauswahl. Die Bewertungen der Nutzer ohne Erfahrung sind in den jeweiligen Zeilen mit 0 gekennzeichnet. Die Bewertungen der Nutzer mit Erfahrung sind in den jeweiligen Zeilen mit 1 gekennzeichnet

7.7 Einflussfaktoren auf die Bewertungen und Auswahl

Am Ende der Befragung wurde mit den Probanden im Fahrzeug darüber diskutiert, wovon sie ihre Bewertung und Auswahl abhängig gemacht haben. Ziel war es, die ausschlaggebenden Kriterien für die Bewertung von einzelnen oder von verschiedenen Schnittstellengestaltungen zu erfassen. Dadurch sollten weitere vertiefte Kenntnisse gewonnen werden, was innerhalb eines MDCP-Ökosystems (innere oder äußere Konsistenz) für Nutzer wichtig ist. Als Ausgangspunkt für die Diskussion wurden die Teilnehmer zum Einfluss der bekannten Rahmenbedingungen aus Studie 2 befragt. Die bereits bekannten möglichen Einflussfaktoren wurden in der Vorbereitungsphase zu dieser Studie in das Testleiterprotokoll aufgenommen. Neue von den Teilnehmern genannte Einflussfaktoren sollten ebenfalls erfasst werden. Hinsichtlich der Bewertung der Ergebnisse wurde vorher festgelegt, dass solche Einflussfaktoren, die jeweils von der Mehrheit beider Plattformen angegeben werden, als relevant eingestuft werden. Dieses Kriterium wurde deshalb gewählt, weil die jeweiligen Varianten hinsichtlich der konkreten Gestaltung sehr unterschiedlich sind und die Einflussfaktoren für plattformspezifische Anpassungen beider Plattformen im Fokus dieser Studie stehen. Einleitend wurden die Probanden zu den jeweiligen Einflussfaktoren befragt (die kursiv gedruckten Kategorien wurden nicht vorgelesen):

- *Herkunft des Gerätes*: War für die jeweilige Entscheidung oder Auswahl maßgeblich, ob ein Gerät ab Werk mitgeliefert wurde oder nicht?
- *Verbauart des Gerätes / ergonomische Aspekte*: War für die jeweilige Entscheidung oder Auswahl die Handhabung des Geräts – also die Unterscheidung zwischen fest verbautem und portablen Gerät – ein maßgeblicher Einflussfaktor?
- *Plattform des Gerätes*: War für die jeweilige Entscheidung oder Auswahl die Plattformart – also die Unterscheidung zwischen einem geschlossenen System und einem offenen System, bei dem auch andere Apps durch einen App-Store geladen werden können – ein maßgeblicher Einflussfaktor?
- *Sonstiges*: Gab es andere, noch nicht genannte Einflussfaktoren auf die konkrete Entscheidung oder Auswahl?

Die Ergebnisse für die jeweiligen Einflussfaktoren können Tabelle 49, Tabelle 50, Tabelle 51 und Tabelle 52 entnommen werden. Einzig die Art der Plattform ist für beide Nutzergruppen mehrheitlich entscheidend. Vergleicht man diese Ergebnisse mit den Aussagen des qualitativen Teils, so fällt eine hohe Übereinstimmung auf. In vielen der jeweiligen Aussagen über Nützlichkeit oder die Auswahl der Favoriten ist ersichtlich, dass entweder Referenzen zu konkreten Plattformpatterns oder der Vergleich zu *allen anderen Apps* der Plattform in den Aussagen der Probanden auftauchen. Bei der Diskussion über die Einflussfaktoren werden die Nutzer nochmals deutlicher:

P8: „Wenn das mein Gerät (BYOD) ist, bin ich das gewohnt. Wenn das in allen Apps dieser Welt so funktioniert, dann sollte es auch bei Mercedes so funktionieren. Deshalb kann es auf diesem Bildschirm (montiertes Tablet, Fond-Entertainment-System-Display) trotzdem anders sein.“

P14:“ Wie gesagt, mir persönlich sind die Bildschirme im Fahrzeug nicht so wichtig. Mein Hauptgerät ist mein Smartphone oder Tablet. Klar, die App sollte nicht aus dem Rahmen fallen, aber ich würde als Mitfahrer damit das meiste machen. “

P20: „Klar vergleiche ich jetzt die beiden Bildschirme. Aber ich benutze auf meinem Tablet ja nicht nur diese App, sondern meistens viele andere, zum Beispiel Netflix. Und da ist es ja auch so. Die Netflix-App am Fernseher sieht ebenso aus wie die Fernseh-Apps und die auf dem Smartphone und Tablet so wie eine Smartphone- und Tablet-App. Das stört mich ja auch nicht. Das erwarte ich eher.“

P9:“ Ich erwarte mir eine gewisse Konformität zu beiden Plattformen (iOS und Mercedes-Benz). Es muss ja kein entweder-oder sein.“

Herkunft des Geräts			kein Einfluss	Einfluss
	iOS	Anzahl	11	2
		%	84,6%	15,4%
	Android	Anzahl	7	5
		%	58,3%	41,7%
Gesamt		Anzahl	16	18
		%	64,0%	72,0%

Tabelle 49 – Ergebnistabelle für den Einflussfaktor Geräteherkunft nach Plattformgruppen

Verbauart des Geräts			kein Einfluss	Einfluss
	iOS	Anzahl	8	5
		%	61,5%	38,5%
	Android	Anzahl	8	4
		%	66,7%	33,3%
Gesamt		Anzahl	16	9
		%	64,0%	36,0%

Tabelle 50 – Ergebnistabelle für den Einflussfaktor Verbauart nach Plattformgruppen

Plattform des Geräts			kein Einfluss	Einfluss
	iOS	Anzahl	6	7
		%	46,2%	53,8%
	Android	Anzahl	4	8
		%	33,3%	66,7%
Gesamt		Anzahl	10	15
		%	40,0%	60,0%

Tabelle 51 – Ergebnistabelle für den Einflussfaktor Plattformat nach Plattformgruppen

Sonstiges (freie Antwort)			kein Einfluss	Einfluss
	iOS	Anzahl	9	4
		%	69,2%	30,8%
	Android	Anzahl	8	4
		%	66,7%	33,3%
Gesamt		Anzahl	17	8
		%	68,0%	32,0%

Tabelle 52 – Ergebnistabelle für andere Einflussfaktoren nach Plattformgruppen

7.8 Methodenkritik und Ergebnisbewertung

Zur Generierung der Ergebnisse wurden verschiedene Methoden und Techniken verwendet. Dieses Kapitel behandelt die Bewertung der Ergebnisse und die angewendeten Methoden.

7.8.1 Experten-Workshop zur Erstellung der initialen Testunterlagen

Der Workshop, der zu Beginn der Studie gemacht wurde, erwies sich als gutes Instrument, um die hohe Anzahl an BYOD-Schnittstellengestaltungsvarianten zu minimieren.

Alle Varianten hätten innerhalb einer Studie nicht gemeinsam bewertet werden können. Daher war dieser Workshop notwendig. Im Gegensatz zu Einzelinterviews konnten gleichzeitig unterschiedliche Perspektiven von Domänen- und Fachexperten berücksichtigt werden. Die einzelnen Experten konnten sich gegenseitig inspirieren und durch die Diskussion neue unbekannte inhaltlich relevante Punkte im Bereich MDCP-Schnittstellengestaltung aufdecken.

Zu den Nachteilen gehört der hohe Aufwand, der mit einem solchen Workshop verbunden ist. Im Vergleich zu anderen Workshops fällt auf, dass mit vielen Teilnehmern ein höherer Aufwand hinsichtlich Koordination und Leitung verbunden ist, aber andererseits eine richtige Diskussion zustande kommen kann. Die Aufteilung in Gruppen erwies sich als richtiges Steuerelement für die Balance aus Diskussion und Abarbeitung der inhaltlichen Ziele. Freie Diskussionsrunden mit allen Teilnehmenden waren hingegen schwer zu leiten. Eine wiederholte Rückführung zur eigentlichen Themenstellung der Diskussion war notwendig. Ohne eine entsprechende Vorbereitung sowohl auf inhaltlicher als auch auf methodischer Ebene ist ein solcher Workshop nicht zu stemmen. Das bedeutet, bei dieser Methode ist die lange Vorlaufzeit kritisch zu bewerten. Wenn inhaltliche Ergebnisse generiert werden sollen, können solche Workshops also schlecht ad-hoc durchgeführt werden. Es zeigte sich, dass je konkreter die Aufgabenstellungen und Ziele definiert sind, desto präziser sind die Ergebnisse. Dennoch waren auch unspezifische Fragestellungen notwendig, um Unbekanntes in der Forschungs- und Anwendungsdomäne aufzudecken. Die Dauer der Nachbereitungszeit orientiert sich vor allem an diesen freien Anteilen des Workshops. Eine entsprechende Kategorisierung und Ordnung von Inhalten erfordern einen hohen zeitlichen Aufwand. Zu kritisieren bleibt hier, dass nur Mitarbeiter der Mercedes-Benz AG am Workshop teilnahmen. Aus Sicht der Geheimhaltung war dies notwendig, da vielfach hier bewusst nicht erwähnte Bezüge zu zukünftigen Entwicklungen gemacht wurden. Ein breiteres Feld aus Experten anderer Branchen hätte andere Perspektiven auf das Thema ermöglicht. Am Workshop nahmen mehrere UI-Experten teil, deren Schwerpunkt im Bereich fahrzeugspezifische UI liegt. Die Gruppe der UI-Experten bestand aus vier Experten aus der spezifischen MDCP-Domäne, aus vier Experten aus dem Bereich fahrzeugspezifische Onboard-Schnittstellen und zwei Experten aus dem Bereich fahrzeugspezifische Offboard-Schnittstellen.

Trotz der Nachteile erwies sich der Workshop mit diesen Teilnehmern als effizientes Mittel, um die inhaltlichen Ziele zu erreichen.

Hinsichtlich dieser Ziele kann die Wahl des Workshops als erfolgreiche Methode angesehen werden. Es wurde ein grundständiges Bewertungsschema erarbeitet und unnötige Varianten wurden ausgeschlossen. Wie sich jedoch durch die darauffolgenden Vorstudien und die Ergebnisse der Hauptstudie zeigte, ist der Expertenworkshop alleine nicht in der Lage, die übergeordneten Fragestellungen zu beantworten. Die Experten konnten weder eine reine Kombination aus den plattformspezifischen Anpassungen antizipieren, noch wurden unterschiedliche Hierarchien von Geräten innerhalb eines MDCP-Ökosystems vermutet. Insgesamt war eine deutlich konservativere Meinung der Experten zu vernehmen. Einige von ihnen waren der Meinung, dass die höchstmögliche produktspezifische innere Konsistenz durch den direkten Vergleich im Kontext wichtiger sei. Gleichzeitig haben sie die Vorteile der äußeren Konsistenz, die mit plattformspezifischen Anpassungen der BYOD-Schnittstelle verbunden sind, anerkannt. Diese Vorteile bewerteten sie jedoch geringer als die Vorteile der inneren Konsistenz. Die innere Konsistenz wird als selbstverständliches Schnittstellengestaltungsparadigma von allen Experten wiederholt angesprochen. Viele von ihnen argumentierten, dass eine Übertragung des Paradigmas der inneren Konsistenz vom Single-Device- auf den MDCP-Kontext möglich ist. Dem widersprechen jedoch die Ergebnisse der Studie.

7.8.2 Expertenreviews

Das Expertenreview ist wie der Workshop eine expertenbasierte Technik. Im Gegensatz zur Gruppendynamik eines Workshops erhält man hier weniger, aber detailliertere Aussagen.

Es eignete sich sehr gut als Instrument der Verifikation der gefundenen Ergebnisse. Durch die Einbeziehung von unabhängigen Experten konnten sowohl inhaltliche Ergebnisse generiert, als auch methodische Verbesserungen der Testunterlagen herbeigeführt werden. Nachteilig zu bewerten ist die hohe Subjektivität dieser Technik bezüglich der Ergebnisse. Jeder der Experten bewertete die Anpassungen und Varianten anhand eigener Erfahrungen und Maßstäbe. Bedingt durch die fachlichen Gemeinsamkeiten der teilnehmenden Experten lagen diese nicht extrem weit auseinander, sind jedoch definitiv durch den jeweiligen Werdegang und Arbeitsbereich geprägt. Hier hätten durch die

Vorgabe von Heuristiken, beispielsweise nach Levin (2014) oder Rowland (2015a), besser zu vergleichende Ergebnisse erzielt werden können. Sowohl geplante Abläufe als auch Formulierungen wurden kritisch diskutiert und mit eigenen Erfahrungen belegt. Die Anzahl der Experten erschien ausreichend. Die Unabhängigkeit der Experten des Reviews von den Experten des Workshops wurde als zwingend notwendig angesehen. Die zahlreichen Verbesserungsvorschläge und andere Sichtweisen zeigen, dass dies eine richtige Entscheidung war. Hinsichtlich der Gestaltung der Fragebögen war das Review der Experten als sehr nützlich zu bewerten. Hier kam ihre Erfahrung mit eigenen Projekten voll zum Tragen.

7.8.3 Vorstudie

In der letzten Vorstudie wurden 12 unabhängige Probanden mit Hilfe eines Tischaufbaus, bestehend aus zwei Tablets getestet. Dieses Setting ist dem Setting im Fahrzeug nachempfunden. Für die Probanden stellte der Testaufbau keine Herausforderung dar, denn sie konnten sich schnell in die Situation hineinversetzen. Was diese Methode besonders gewinnbringend für die Studie machte, war der unvoreingenommene Blick der Probanden auf das simulierte MDCP-Ökosystem. Dabei wurde die zusätzliche BYOD-Schnittstellengestaltungsvariante mit der reinen Kombination der beiden singulären plattformspezifischen Anpassungen entdeckt. Das Feedback zum methodischen Vorgehen war relativ gering. Dies war aufgrund der verschiedenen Arbeitsbereiche der Probanden wenig überraschend.

7.8.4 Probandeninterview

Als Vorbereitung zur Studie war auch ein Interview mit potentiellen Nutzern geplant. Sie sollten unbefangen zu MDCP-Ökosystemen und zu entsprechenden Schnittstellengestaltungen befragt werden. Es wurden auch drei Test-Interviews durchgeführt, von denen aber keines verwertbare Ergebnisse liefern konnte. Sowohl die Thematik als auch die Fragen waren für die Interviewpartner zu abstrakt.

Wie sich in der späteren Vorstudie zeigte, brauchten die Probanden konkrete Beispiele, um sich eine Meinung zu unterschiedlichen MDCP-Schnittstellengestaltungsvarianten bilden zu können.

7.8.5 Hauptstudie

Bei Fragebögen bestehen laut Kallus (2016, S. 55) bestimmte Risiken hinsichtlich Antworttendenzen und systematischen Messfehlern. Bei der Analyse des Antwortverhaltens der Probanden konnte jedoch weder die von Kallus (2016, S. 55) beschriebene Tendenz zur Mitte noch die Tendenz zu Extremwerten festgestellt werden. Die einzige Tendenz, die schon beim Ausfüllen der Fragebögen beobachtet werden konnte war die Tendenz zur Konsistenz. Dabei zeigen Probanden laut Kallus (2016, S. 57) die Neigung dazu, aus ihrer Sicht widerspruchsfrei zu antworten. Diese Neigung konnte beobachtet werden nachdem die Probanden die ersten Bewertungen zu den Mock-Ups vorgenommen hatten. Besonders bei den Items zu Ähnlichkeit und Nützlichkeit versuchten manche Probanden durch zurückblättern ihr aktuelles Antwortverhalten auf die bereits getätigten Antworten hin anzupassen. Durch die randomisierte Reihenfolge der Mock-Ups und der Fragebögen konnte diesem Effekt entgegengewirkt werden.

Als positiv und verstärkend haben sich der reale Untersuchungskontext im Fondbereich eines Fahrzeugs für die Studie erwiesen. Waren die Teilnehmer in der Vorbereitungs- und Einführungsphase eher noch verhalten, änderte sich dies schlagartig im Fahrzeug. Das Fahrzeug wurde vorab für den Test präpariert, indem der Vordersitz mit dem montierten Tablet, das als Fond-Entertainment-System-Display fungierte, soweit nach vorne verschoben wurde, dass es nicht ohne weiteres von den Fondsitzen aus erreichbar war. Dadurch wurde den Probanden die Notwendigkeit eines zusätzlichen BYOD bewusst und sie begannen ihre Meinung zu äußern. Auch die haptischen und taktilen Erlebnisse mit dem portablen BYOD wurden positiv von den Probanden angemerkt. Ebenfalls hervorgehoben von den Probanden wurden die hohe Qualität und Genauigkeit der Mock-Ups. Sie merkten dazu an, dass ihnen der hohe Detaillierungsgrad die Vorstellung bezüglich einer tatsächlichen Bedienung erleichtern würde. Die zahlreichen Versuche mit den statischen Mock-Ups während der Bewertung trotzdem zu interagieren, bestätigte die Qualität der gestalteten Mock-Ups und spricht dafür, dass es die richtige Wahl war, graphisch hochwertige Low-Fidelity-Prototypen einzusetzen. Dadurch wurde der Abstraktionsgrad für die Probanden tatsächlich sehr gering gehalten.

Zu bemängeln bleibt die Stichprobengröße der Studie. Noch eindeutiger Ergebnisse hätten wohl mit einer größeren Stichprobe erzielt werden können. 20 Kandidaten

pro Plattform hätten an den erwähnten Stellen vermutlich zu signifikanten Ergebnissen geführt. Für die erreichte Stichprobengröße und mit den zahlreichen Vorstudien können die Ergebnisse aber durchaus als ausreichend belegt bezeichnet werden. Die wichtigsten Forschungsfragen konnten mit Hilfe von signifikanten Ergebnissen beantwortet werden. Auch das Forschungsvorhaben konnte verifiziert werden. Da als Probanden nur Mitarbeiter der Mercedes-Benz AG in Frage kamen, war die Auswahl von vorne herein begrenzt. Daher wurde ein Within-Subjects-Ansatz für die Studie gewählt. Dieser hat sich bewährt, weil der Aufwand für die Studie so geringer gehalten werden konnte.

Hinsichtlich der Bewertung der Korrelationen gilt zu bedenken, dass unter anderem nach dem Alter und der Erfahrung unterschieden wurde. Die Besonderheit ist aber, dass die älteren Nutzer mehr Erfahrung mit dem spezifischen System und der dazugehörigen Schnittstellengestaltung haben. Streng genommen wären Jüngere mit mehr Erfahrung und Ältere mit weniger Erfahrung stärker in der Schichtung der Stichprobe zu berücksichtigen gewesen. Jedoch erscheint dies als nicht allzu schwerwiegend, da in der Realität tendenziell die gleiche Formel gelten müsste: Ältere (und langjährige) Mercedes-Benz-Kunden haben einen höheren Erfahrungsschatz als jüngere Kunden.

Ebenfalls kritisch anzumerken bleibt der Punkt, dass nicht über konkrete Funktionen und Features mit den Probanden diskutiert wurde. Deren Einfluss auf die Ergebnisse der Studie kann nur schwer abgeschätzt werden. Hierzu konnten auch keine entsprechenden Studien im MDCP-Bereich gefunden werden. Die Evaluation der Auswirkungen von konkreten Funktionen wäre aber durchaus für die Verbesserung der hier gelieferten Fragebögen und Testunterlagen ein spannendes Forschungsfeld.

7.8.6 Zusammenfassung Methodenkritik

Die Kombination aus verschiedenen Methoden und das stringente Vorgehen erwiesen sich als effektiv und erkenntnisbringend. Trotz der genannten Schwächen konnten die wichtigsten Ziele auf der pragmatischen und der wissenschaftlichen Ebene erreicht werden:

- Die Reduzierung der BYOD-Schnittstellengestaltungsvarianten,
- der Ausschluss des graphischen Designs als sinnvolle plattformspezifische Anpassung,
- die Verifikation des Forschungsvorhabens aus Nutzersicht,

- das Gewinnen von Erkenntnissen über MDCP-Schnittstellengestaltung und deren Evaluation.

7.9 Lessons Learned zu Studie 3

In einem mehrstufigen Prozess mit verschiedenen Methoden konnte auf der inhaltlichen Ebene gezeigt werden, dass Anpassungen des graphischen Designs im MDCP-Umfeld nicht sinnvoll sind. Hier ist innere Konsistenz auf allen Schnittstellen zu gewährleisten. Gleichzeitig konnte mit dieser Studie gezeigt werden, dass Nutzer in den plattform-spezifischen Anpassungen (Erhöhung der äußeren Konsistenz) einzelner Geräteschnittstellen einen Vorteil erkennen. Das Forschungsvorhaben sollte also weitergeführt werden.

Aus Nutzersicht entscheidend ist nicht die unbedingte Gleichheit der Schnittstellen in einer MDCP-Anwendung, sondern die Mischung aus intuitiver Bedienung und einheitlicher Gesamtwirkung. Nicht jeder Nutzer hat die gleichen Ansprüche oder Bedürfnisse. Aber keine der gezeigten Schnittstellen war direkt nachteilig. Wichtig ist also eine Balance zwischen innerer Konsistenz zur spezifischen Gestaltung und äußerer Konsistenz zu Plattformpatterns. Übertragen auf die BYOD-Schnittstelle sieht es so aus als wäre Kohärenz wichtiger als strikte innere Konsistenz. Final kann diese weiterführende Frage aber in dieser Studie nicht geklärt werden.

Es gibt Nutzer, die eine starke Tendenz zur äußeren Plattformkonsistenz haben und es gibt Nutzer, die eine starke Tendenz zur inneren Konsistenz haben. Aus den gesammelten Daten geht hervor, dass die Bewertung von der Vorerfahrung und dem Alter der Teilnehmenden abhängen, nicht jedoch von der konkreten Plattform (iOS oder Android). Ebenfalls nicht wichtig waren die Verbauart oder die Herkunft des Geräts. Aus Sicht der jeweiligen UX-Designer ist bei der Erstellung eines Konzepts also vor allem darauf zu achten, ob der Nutzer auf dem jeweiligen Gerät den Vergleich zu anderen Apps hat oder ob es sich um ein geschlossenes System handelt. Entscheidend für die Nutzer ist der Vergleich zu anderen Apps auf dem konkreten Gerät und weniger der Vergleich der beiden Schnittstellen im Kontext. Dazu passend taucht immer wieder auf, dass die Nutzer eine unterschiedliche Hierarchie der Geräte festmachen. Nutzer mit der Tendenz zu hoher innerer Konsistenz sehen das Fahrzeug als Lead-Gerät. Nutzer, die

äußere Konsistenz präferieren, sehen ihr persönliches Gerät als Lead-Gerät. Diese Zuweisung unterschiedlicher Wichtigkeiten von Geräten wurde so von keinem Experten antizipiert.

Wichtigste Lesson Learned dieser Studie ist die Tatsache, dass Nutzer den unterschiedlichen Geräten innerhalb eines MDCP-Ökosystems unterschiedliche Bedeutungen und Hierarchiestufen zuweisen, selbst wenn sich diese, wie im hier gezeigten Beispiel, bezüglich des Formfaktors nicht unterscheiden. Diese Konstellation aus montiertem Tablet als Simulation für ein fest verbautes Fond-Entertainment-System-Display und einem gleichgroßen portablen Tablet als BYOD wurde bewusst so gestaltet, dass Interferenzen durch den Formfaktor kontrolliert werden können. Trotzdem nahmen Probanden immer wieder auch Bezug zu ihren persönlichen Smartphones. Dadurch wurde deutlich, dass es aus Kundensicht bei einem MDCP-Ökosystem, das aus unterschiedlich großen Geräten besteht, eine noch größere Bereitschaft für plattformspezifische Anpassungen und äußere Konsistenz geben kann. Hierzu wäre eine weitere Studie sehr interessant. Ein erster Schritt in diese Richtung wird in Studie 5 getan.

Die klare Favorisierung unterschiedlicher Schnittstellengestaltungen für eine MDCP-Anwendung war in dieser Deutlichkeit überraschend. Da innere Konsistenz vielfach als das Grundparadigma in der Konzeptgestaltung angesehen wird, wäre ein Anteil von 25% - 50% für die Variante mit innerer Konsistenz bei der Favoritenfrage nicht verwunderlich gewesen. Die Ergebnisse zeigen jedoch, dass die äußere Konsistenz klar bevorzugt wurde.

Bei den zahlreichen Nutzertests äußerten die Probanden immer wieder die Idee, das produktspezifische Schnittstellendesign auf dem montierten Tablet plattformspezifisch anzupassen. Hierbei wäre interessant, inwieweit sich ein Mechanismus entwickeln ließe der erkennt, welches Gerät mit welcher Plattform sich mit dem MDCP-Ökosystem verbindet. Darüber hinaus müsste ein solches System die Möglichkeit haben, das produktspezifische Schnittstellendesign an diese Plattform anpassen zu können.

Wie im Abschnitt Methodenkritik dargelegt, war die Kombination unterschiedlicher Methoden gewinnbringend. Daher sollte ein Evaluationsverfahren auch bei den Folgestudien angewendet werden, das qualitative und quantitative Aspekte gleichermaßen berücksichtigt.

Gleichzeitig zeigte sich in dieser Studie, dass für eine Bewertung der Usability und UX die Erstellung von High-Fidelity-Prototypen zwingend erforderlich ist.

8 Studie 4: Maximal plattformkonformer Schnittstellengestaltungsansatz für die BYOD-Anwendung (ausgenommen graphisches Design) versus maximal produktspezifischer Schnittstellengestaltungsansatz für die BYOD-Anwendung im Kontext eines MDCP-Ökosystems

Im Rahmen dieser Studie wurde eine Masterarbeit betreut. Teile der Ergebnisse dieser Studie wurden bereits veröffentlicht:

Schneider, A. (2019). *Multi-Device Cross-Platform User Experience for Rear Seat Entertainment System*. Masterarbeit. Universität Ulm, Ulm.

Hierbei wurden seitens des Autors der hier vorliegenden Arbeit hinsichtlich des Studiendesigns und der Zielsetzung Vorgaben für die oben genannte Arbeit gemacht, um die Ergebnisse für das übergeordnete Forschungsvorhaben verwerten zu können. Mit diesen Vorgaben wurden die forschungsleitenden Fragen konzipiert. Bei der Durchführung wurden die Aufgaben zwischen dem Autor der Masterarbeit und dem Autor der vorliegenden Arbeit aufgeteilt. Die praktische Erarbeitung der Prototypen und die Auswertung der Ergebnisse im Rahmen der Masterarbeit erfolgte seitens des Autors der Masterarbeit vollkommen selbständig. Für die vorliegende Arbeit wurden die Rohdaten vom Autor der vorliegenden Arbeit mit anderen statistischen Verfahren separat ausgewertet (siehe dazu Abschnitt 8.5). Die Konzepte für die plattformspezifischen Anpassungen für Android und iOS erarbeiteten die Autoren im Vieraugenprinzip. Jede der Anpassungen wurde anhand der plattformspezifischen Guidelines konzipiert und vor den eigentlichen Tests oder Pretests mit Hilfe eines *cognitive walkthroughs* nach Allen und Chudley (2012, S. 150) analysiert. Bei der Erarbeitung der Konzepte wurden die Ergebnisse von Studie 3 berücksichtigt. Damit wurde die plattformspezifische Anpassung des graphischen Designs kategorisch ausgeschlossen. Das graphische Design, das das Zusammengehörigkeitsgefühl der Schnittstellen erzeugt, wurde bei den iOS- und Android-spezifischen BYOD-Varianten explizit produktspezifisch belassen (siehe dazu Abschnitt 8.3). Um Verzerrungen der Ergebnisse zu vermeiden, wurden bei dieser Studie explizit nur vergleichbare Gerätegrößen für den Prototyp des MDCP-Ökosystems verwendet. Ein Tablet, das am Vordersitz montiert wurde, repräsentierte das Fond-Entertainment-

System-Display. Das zweite Tablet, auf dem den Probanden die adaptierte plattformkonforme (ausgenommen graphisches Design) und die konsistente Schnittstellengestaltungsvariante gezeigt wurden, repräsentierte das BYOD. Bei beiden Geräten handelte es sich um iPad Air Tablets von Apple.

Kern dieser Studie sind also die UX-Evaluation von zwei prototypisch umgesetzten Fond-Entertainment-Systemen, bestehend aus einem fest verbauten Fond-Entertainment-System-Display und einer BYOD-Tablet-App. Diese sind:

- Variante 1: MBUX-spezifische Schnittstellengestaltung für die Anwendung im fest verbauten Fond-Entertainment-System-Display in Kombination mit einer konsistenten MBUX-spezifischen Schnittstellengestaltung bei der BYOD-Tablet-Anwendung. Graphisches Design, Interaktionselemente und die Schnittstellenarchitektur der BYOD-Schnittstelle sind produktspezifisch (siehe Abbildung 50). Diese BYOD-Variante weist die höchste innere Konsistenz auf.
- Variante 2: MBUX-spezifische Schnittstellengestaltung für die Anwendung im fest verbauten Fond-Entertainment-System-Display in Kombination mit einer an die jeweilige Plattform angepasste Schnittstellengestaltung der BYOD-Tablet-Anwendung. Das graphische Design bleibt produktspezifisch, die Interaktionselemente und die Schnittstellenarchitektur der BYOD-Schnittstelle sind hingegen mit plattformspezifischen Patterns umgesetzt (siehe Abbildung 51). Diese BYOD-Variante weist eine hohe äußere Konsistenz auf.

Die Plattformpatterns, die innerhalb des Tests verwendet wurden, sind die jeweils zu Studienbeginn aktuellsten Patterns der

- Infotainment-Plattform MBUX (Mercedes-Benz User Experience) von Mercedes-Benz,
- mobilen Plattform iOS von Apple,
- Designsprache Material Design von Google für die Plattform Android.

Wie auch bei Studie 1, Studie 2 und Studie 3 liegt der Fokus dieser Studie auf dem Fond-Entertainment-System und vor allem auf den dazugehörigen Applikationen auf den persönlichen mobilen Geräten, die Nutzer in das Fahrzeug mitbringen.

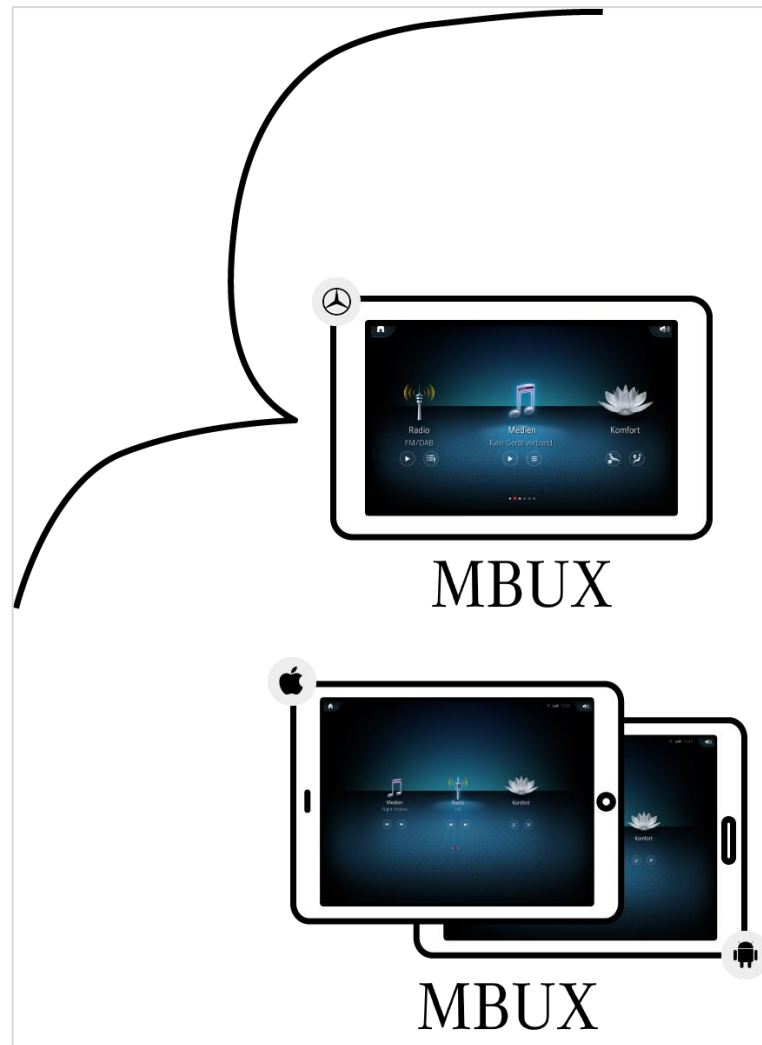


Abbildung 50 – Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 1 mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung für das BYOD. Diese Variante wird von allen Probanden beider Nutzergruppen getestet

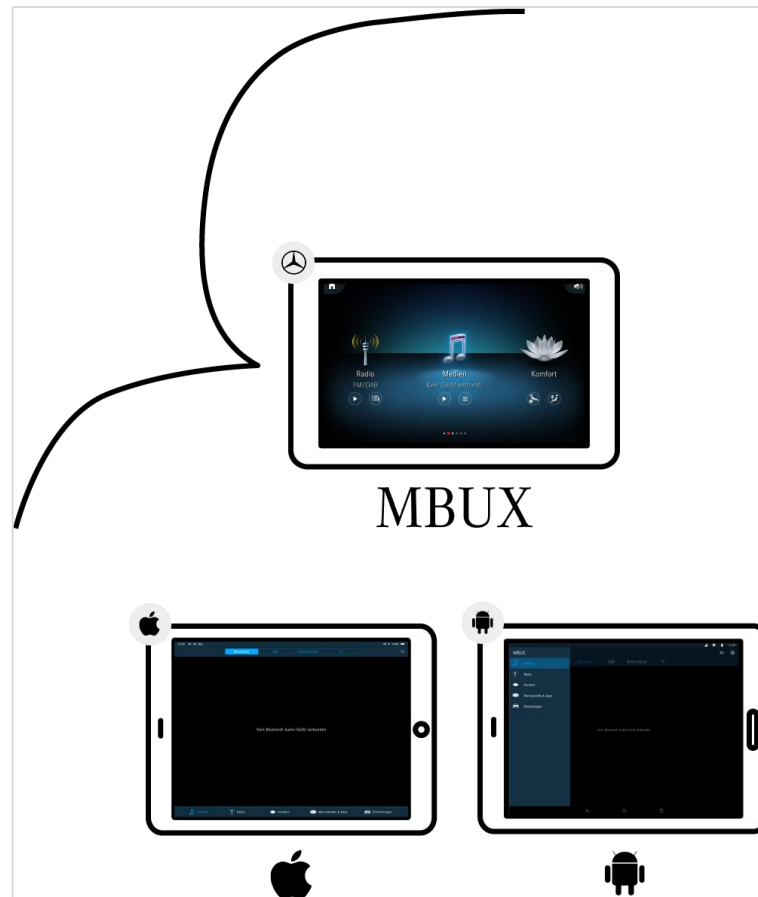


Abbildung 51 – Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 2 mit möglichst plattformkonformer Schnittstellengestaltung (hohe äußere Konsistenz, ausgenommen graphisches Design). Unten links: Schnittstelle der BYOD-Tablet-Anwendung mit iOS-spezifischen Anpassungen. Unten rechts: Schnittstelle der BYOD-Tablet-Anwendung mit Android-spezifischen Anpassungen. Je nach Nutzergruppenzugehörigkeit der Probanden wird entweder die iOS-spezifische oder Android-spezifische Ausprägung als Variante 2 verwendet

8.1 Ziel

Die übergeordneten Forschungsfragen, die Ziel der vorliegenden Dissertation sind, sind in Punkt 4 des Abschnitts 5.3 zusammengefasst. Hierbei gilt es zu beachten, dass im Rahmen der genannten Masterarbeit auch andere Zielsetzungen verfolgt werden. Im Rahmen der hier vorliegenden Dissertation werden die Forschungsfragen 4 a) – 4 g) beantwortet:

- 4) Sollte für die BYOD-Anwendung im Kontext eines MDCP-Ökosystems ein maximal plattformkonformer Schnittstellengestaltungsansatz (ausgenommen graphisches Design) mit hoher äußerer Konsistenz gegenüber einem maximal produktspezifischen Schnittstellengestaltungsansatz mit höherer innerer Konsistenz bevorzugt werden?
- a. Wie wirkt sich die möglichst maximal plattformspezifische/ guidelinekonforme Gestaltung der BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems auf dessen UX aus?
 - b. Welche Gestaltung der BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems wird von den Nutzern bevorzugt?
 - c. Gibt es Überschneidungen zwischen den erhobenen Usability- und UX-Ergebnissen und der favorisierten Gestaltung der BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems?
 - d. Gibt es einen Unterschied zwischen der favorisierten MDCP-Schnittstellengestaltung und der favorisierten Single-Device-Schnittstellengestaltung?
 - e. Gibt es hinsichtlich der Bewertung signifikante Unterschiede zwischen iOS-Nutzern und Android-Nutzern?
 - f. Welche Faktoren könnten die Ergebnisse beeinflusst haben?
 - g. Gibt es Unterschiede zwischen den Ergebnissen der Low-Fidelity- und High-Fidelity-Prototypen-Evaluation?

Die Ergebnisse dazu finden sich in Punkt 8.5. Um den Einfluss einer hohen äußeren Konsistenz auf die UX zu klären, werden Probanden nach ihrer Zugehörigkeit zur jeweiligen mobilen Plattform eingeteilt. Somit ist die erste unabhängige Variable im Test die Plattform. Zugelassen waren nur Probanden, die ein mobiles Endgerät (Smartphone, Tablet, Smartwatch) täglich benutzen. Da Nutzer manchmal auch mehrere Plattformen benutzen, wurde als ausschlaggebendes Kriterium für die Zuteilung zu einer Gruppe das jeweils benutzte private Smartphone gewählt. Die unregelmäßige Benutzung eines Tablets ist kein Ausschlusskriterium, da die Patterns je Plattform für alle Geräte auf den gleichen Prinzipien beruhen.

Aus der Frage 4 a) ob die Verwendung von plattformspezifischen Anpassungen der BYOD-Tablet-Schnittstelle eine Auswirkung auf die MDCP UX hat, ergeben sich die zweite unabhängige Variable, die Varianten der BYOD-Schnittstellengestaltung. Für diese Variable gibt es drei Zustände:

- Eine iOS-plattformkonforme Adaption (ausgenommen graphisches Design),
- eine Android-plattformkonforme Adaption (ausgenommen graphisches Design),
- eine Variante identisch zur Schnittstellengestaltung der Infotainment-Plattform.

Die abhängige Variable des Tests ist die MDCP UX. Sie entwickelt sich bei den Nutzern in der Interaktion mit der Anwendung des Fond-Entertainment-System-Displays in der Kombination mit der jeweiligen Schnittstelle der BYOD-App. Um zusätzlich einen Einblick hinsichtlich der Usability zu bekommen, wird auch die Einfachheit der Benutzung und des Erlernens in der Studie erhoben. Diese beiden Faktoren stellen ebenfalls abhängige Variablen dar.

Wie beschrieben bildet der Test von zwei verschiedenen Prototypen den Kern der Studie. Dazu wird ein Mixed-Methods-Ansatz nach Creswell und Creswell (2018, S. 215) verwendet. Dieser Ansatz umfasst:

- Quantitative Daten: Standardisierte Fragebögen zur Ermittlung der MDCP UX, Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens je Prototyp.
- Qualitative Daten: Offenes Interview, Thinking-Aloud-Methode und Protokoll während der Interaktion mit den Prototypen.
- Aufgabenbasierte Evaluation zweier unterschiedlicher MDCP-Prototypen für ein Fond-Entertainment-Systeme, bestehend aus montiertem Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Tablet-App.
- Auswertung aller Daten zur Beantwortung der direkten Forschungsfragen.
- Rückschlüsse auf die übergeordneten Fragestellungen.
- Rückbezug zu vorangegangenen Studien.

8.2 Studiendesign

Vor Studienbeginn wurde ein Studiendesign entwickelt und getestet mit dem die Ziele verfolgt werden sollten. Dieses wurde im Laufe der Vorbereitungen mehrfach überarbeitet. Im Folgenden wird dessen Entwicklung transparent gemacht.

8.2.1 Auswahl der Follow-Up-Fragebögen anhand der Ziele

Um eine möglichst hohe Vergleichbarkeit bei den abhängigen Variablen zu haben, wurde vor Studienbeginn festgelegt, die Datenerhebung mit standardisierten quantitativen Erhebungsmethoden durchzuführen. Da es keine spezifischen Methoden für

MDCP UX gibt, musste ein möglichst allgemeingültiger UX-Fragebogen ausgewählt werden, der sich darüber hinaus für das Gesamtsystem eignete.

Standardisierte UX-Fragebögen wie AttrakDiff oder SUMI bieten genau diese Vorteile. Schrepp, Hinderks und Thomaschewski (2016) ordnen die wichtigsten Fragebögen im deutschsprachigen Raum den gemessenen UX-Eigenschaften zu und kommen zu folgendem Ergebnis:

Dimension	UEQ	AttrakDiff2	VisAWI	meCUE	SUS	SUMI
Gesamtbeurteilung	--	--	--	--	Vollständig	Vollständig
Attraktivität	Vollständig	Vollständig	--	--	--	--
Effizienz	Vollständig	Teilweise	--	--	Teilweise	Vollständig
Durchschaubarkeit	Vollständig	Teilweise	Teilweise	Vollständig	Teilweise	Vollständig
Steuerbarkeit	Vollständig	Teilweise	--	--	--	Vollständig
Stimulation	Vollständig	Vollständig	--	--	--	--
Originalität	Vollständig	--	Vollständig	--	--	--
Identität	--	Vollständig	--	Vollständig	--	--
Schönheit	--	--	Vollständig	Vollständig	--	--
Wertigkeit	--	--	Vollständig	--	--	--
Nützlichkeit	--	--	--	Vollständig	--	Vollständig
Verbundenheit	--	--	--	Vollständig	--	--
Immersion	--	--	--	Vollständig	--	--
Emotionen	--	--	--	Vollständig	--	Vollständig

Abbildung 52 – Zuordnung der jeweiligen Fragebögen und gemessene UX-Eigenschaften (Quelle: Schrepp et al. (2016, S. 3))

Unter Berücksichtigung der bisher erarbeiteten Ergebnisse und Studien wurden vorab die wichtigsten zu messenden UX-Faktoren bestimmt. Hinsichtlich der pragmatischen Qualitäten wurden Effizienz, Durchschaubarkeit und Steuerbarkeit als die wichtigsten zu überprüfenden UX-Faktoren ausgewählt. Sie decken den erhofften Mehrwert der hohen äußeren Konsistenz und der damit verbundenen plattformspezifischen Anpassungen des Ausgangsdesigns am besten ab. Durch das Zurückgreifen auf plattformspezifische Erfahrungen sollen die Funktionalität der Anwendung sofort ersichtlich (Durchschaubarkeit), die Interaktionsmechanismen vertraut sein (Steuerbarkeit) und dadurch insgesamt die Effizienz bei der Bedienung gesteigert werden. Aus der Produkt- und Markenperspektive sind zudem Attraktivität, Stimulation und vor allem die Originalität (Einzigartigkeit eines Produktes, Distinktion als Marke) wichtige Kriterien (siehe dazu Abschnitt 3.2). All diese Kriterien werden am besten vom Fragebogen UEQ (User Experience Questionnaire) abgedeckt. Die Bewertung erfolgt anhand einer 7-Punkte-Li-

kert-Skala. Zusätzlich sind eine gute methodologische Beschreibung und geprüfte Übersetzungen online verfügbar (Hinderks, Schrepp & Thomaschewski, 2018; Laugwitz et al., 2006). Daher wurde dieser Fragebogen mit 26 Items ausgewählt. Für das Studiendesign wurde die deutsche Version des UEQ verwendet.

Wie bereits erwähnt wurde festgelegt, neben der UX auch die Erlernbarkeit und die Einfachheit der Benutzung zu testen. Um diese Ziele mit Hilfe geeigneter Usability-Metriken abzudecken, standen in der Planungsphase ebenfalls verschiedene Fragebögen zur Auswahl. Laut Sauro und Lewis (2012) sind dies unter anderem:

- System Usability Scale (SUS),
- Usability Metric for User Experience (UMUX),
- After Scenario Questionnaire (ASQ),
- Usefulness, Satisfaction and Ease of Use (USE).

Ausgehend von der Vermutung, dass die plattformspezifischen Anpassungen für die BYOD-Schnittstelle durch hohe äußere Konsistenz vorteilhaft sein können, ist die Einfachheit des Erlernens eines Konzepts innerhalb eines MDCP-Szenarios ein Faktor, der überprüft werden soll. Im Gegensatz zu einem produktspezifischen Design, das bewusst von den Patterns von mobilen Plattformen abstrahiert, soll gezeigt werden, dass die bekannten Patterns der Plattformen leichter zu erlernen sind. Dies erscheint zunächst logisch. Aber unter Berücksichtigung des MDCP-Charakters des zu testenden Systems müssen in jedem Fall die produktspezifischen MBUX-Schnittstellengestaltungskonzepte auf dem fest verbauten Display erlernt werden. Ob also tatsächlich ein erleichterter Einstieg beim BYOD durch hohe äußere Konsistenz auch eine bessere Bewertung hinsichtlich der Einfachheit des Erlernens ergibt, muss geprüft werden. Daraus leitet sich die Anforderung ab, dass der Fragebogen auf die Einfachheit der Erlernbarkeit abzielen musste.

Der gleiche vermutete Effekt galt auch für die Einfachheit der Benutzung. Durch das Verwenden bekannter Patterns soll die Benutzung der BYOD-Schnittstelle erleichtert werden und folglich die Gesamtbewertung der Einfachheit der Benutzung verbessert werden. Beide Vermutungen stützen sich auf die Ergebnisse von Studie 3, bei der gezeigt werden konnte, dass aus Nutzersicht die Erhöhung der äußeren Konsistenz und die damit einhergehenden plattformspezifischen Anpassungen einen positiven Effekt auf die

Nützlichkeit haben. Gleichzeitig gefährden sie jedoch nicht die Stimmigkeit des Gesamtprodukts. Wie in Studie 3 gezeigt, wurden die Mock-Ups mit plattformspezifischen Anpassungen von den Nutzern als am nützlichsten bewertet und am häufigsten favorisiert.

Von den oben aufgeführten Fragebögen ist der SUS wohl der bekannteste. Er besitzt eine hohe Vertrauenswürdigkeit (Sauro & Lewis, 2012, S. 228). Aber die Kernanforderungen für den speziellen MDCP-Kontext – der Aufschluss über die Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens – sind unzureichend erfüllt. Vielmehr geht es beim SUS um eine schnelle Gesamtbewertung der Gebrauchstauglichkeit eines Systems. Das Gleiche gilt für den UMUX, der bei fast gleicher Reliabilität mit noch weniger Items auskommt (Sauro & Lewis, 2012, S. 228). Auch der ASQ mit drei Items geht zu generalisiert auf die einzelnen Themen ein. Der USE stellt für die angestrebten Untersuchungsgegenstände Einfachheit des Erlernens und Einfachheit der Benutzung zwei gleichnamige Kategorien mit elf beziehungsweise vier Items zur Verfügung. Zusätzlich umfasst dieser Fragebogen von Lund (2001) die Kategorien Nützlichkeit (acht Items) und Zufriedenheit (sieben Items). Sauro und Lewis (2012, S. 227) verweisen darauf, dass die psychometrischen Daten nicht veröffentlicht wurden und die Validität damit unsicher ist. Diese fehlende Veröffentlichung eines Validitätsbeweises halten Gao, Kortum und Oswald (2018, S. 1414) auch für den Grund, warum der USE in wissenschaftlichen Usability Studien bisher wenig verbreitet ist. Diesen Validitätsbeweis liefern Gao et al. (2018) in ihrem Beitrag *Psychometric Evaluation of the USE (Usefulness, Satisfaction, and Ease of use) Questionnaire for Reliability and Validity* und weisen eine hohe Reliabilität und eine statistische Validität nach. Außerdem zeigen sie, dass der USE eine hohe Sensitivität hinsichtlich der Dimensionen Einfachheit der Benutzung, Einfachheit des Erlernens und Zufriedenheit aufweist (Gao et al., 2018, S. 1418).

Mit diesen Ergebnissen erschien der USE als das ideale Instrument zur Überprüfung der festgelegten Usability-Evaluationskriterien. Um den Follow-Up-Teil je Prototyp nicht zu sehr aufzublähen, wurde in der Planungsphase beschlossen in die Evaluation nicht alle Kategorien zu übernehmen, sondern nur die Einfachheit des Erlernens und die Einfachheit der Benutzung. Das hieß für das Studiendesign, dass die Probanden nur die Items aus diesen Dimensionen beantworten. Hinsichtlich der Items, die vom USE-Fragebogen verwendet werden sollen, muss konstatiert werden, dass es für diese keine

deutsche Standardübersetzung gibt. Mit Hilfe von professionellen Übersetzern der Mercedes-Benz AG wurde dieser Fragebogen möglichst unverfälscht übersetzt.

Zusammenfassend lässt sich also festhalten, dass der UEQ-Fragebogen mit 26 Items zur Messung der MDCP UX am geeignetsten erschien. Ergänzt wurde dieser durch die Kategorien Einfachheit des Erlernens und Einfachheit der Benutzung des USE-Fragebogens mit insgesamt 15 Items.

8.2.2 Evaluationsansatz und Aufgabenplanung

Da als Probanden nur Mitarbeiter der Mercedes-Benz AG in Frage kamen, war die Auswahl von vorne herein begrenzt. Daher wurde ein Within-Subjects-Ansatz für die Studie gewählt. Dabei testen alle Teilnehmer beide Prototypenvarianten (Sauro & Lewis, 2012, S. 63).

Sauro und Lewis (2012, S. 63) verweisen darauf, dass durch diese Testart ein hoher Variationsfaktor verloren geht und für die Probanden eine alternierende Abfolge für die Prototypenevaluation gebildet werden muss. Konkret bedeutete dies bezüglich der BYOD-Varianten, dass die Hälfte der Probanden mit der Evaluation von Variante 1 und die andere Hälfte mit der Evaluation von Variante 2 beginnt. Laut den Autoren können so Lerneffekte minimiert werden. Der Vorteil ist, dass die Teilnehmer so einen direkten Vergleich beider Varianten haben und sie dazu befragt werden können.

Für die konkrete Evaluation der Prototypen wurden mehrere unterschiedliche Aufgaben erstellt. Beide Prototypenvarianten wurden mit den gleichen Aufgaben evaluiert. Lerneffekte waren nicht zu erwarten, da sich die Prototypen strukturell vom Aufbau (Schnittstellenarchitektur) und von den Interaktionselementen stark unterscheiden. Gleichzeitig kann durch die alternierende Reihenfolge gewährleistet werden, dass das Aufgabenset bei der einen Hälfte der Probanden zuerst mit produktspezifischen BYOD-Variante 1 und bei der anderen Hälfte zuerst mit der plattformspezifischen BYOD-Variante 2 durchlaufen wird. Zudem kann durch das identische Aufgabenset gewährleistet werden, dass der Schwierigkeitsgrad für alle Aufgaben zur Evaluation der Prototypen in Summe identisch ist. In der Planung des Studiendesigns wurde darauf geachtet, dass Probanden durch die Aufgaben mit solchen Patterns des MBUX-Systems in Berührung kommen, für die sich bei iOS beziehungsweise Android (Material Design) ein prägnantes plattformspezifisches Äquivalent finden lässt. Um die Vergleichbarkeit bei den Probanden sicherzustellen, ist eine kurze Trainingsphase mit den MBUX-Patterns in das

Studiendesign integriert worden. Dabei ist geplant worden, die grundlegenden Schnittstellenarchitekturpatterns des Produkts vorzustellen und ihre Funktionsweise zu erklären. Die Probanden sollen sich nach dieser Vorstellung selbst ein wenig mit den Patterns vertraut machen. Durch die private Nutzung von Smartphones und Tablets muss im Studiendesign keine Trainingsphase für die jeweiligen Plattformen eingeplant werden. Die vollständige Aufgabenliste kann dem digitalen Anhang zu dieser Studie entnommen werden.

Für das Studiendesign wurde auch die Erhebung der *completion rate* und *task time* als zusätzliche Daten erwogen. Diese Überlegung wurde aber in der Planungsphase verworfen. Der Grund dafür ist, dass keine klassische Usability-Evaluation der Prototypen im Vordergrund steht, bei der konkrete Schwächen und Stärken aufgedeckt werden, sondern es geht um die UX und die Präferenzen der Probanden. Zusätzlich können durch den Within-Subjekts-Ansatz und das gleiche Aufgabenset je Prototyp Lerneffekte trotz Randomisierung nicht vollständig ausgeschlossen werden. Dies hätte zu einer Verzerrung der Daten hinsichtlich *completion rate* und *task time* geführt. Während der Benutzung sollen die Probanden zudem ihre Eindrücke hinsichtlich des Systems wiedergeben. Damit soll die Interpretation der erhobenen qualitativen Daten erleichtert werden. Dazu ist in der Planungsphase des Studiendesigns festgehalten worden, dass je Proband ein Stichwort-Protokoll anzufertigen ist.

8.3 Vorbereitung und Pretesting

Nach dem Entwurf des Studiendesigns wurden die Konzepte für die Prototypen entwickelt und umgesetzt. Dazu wurden Sketch und Flinto als Prototyping Tools eingesetzt.

Für die MBUX-Variante wurden die bereits veröffentlichten Konzepte der MBUX-Infotainment-Plattform der Head Unit herangezogen. Die Konzepte des tatsächlichen Fond-Entertainment-Systems konnten nicht verwendet werden, da diese noch nicht den entsprechenden Reifegrad besitzen.

Dies stellt jedoch keinen Minderungsgrund bezüglich der Aussagefähigkeit der Ergebnisse dar, weil die Konzepte für die Head Unit und für das Fond-Entertainment-System nahezu identisch sind. Die Anpassungen für die späteren Fond-Entertainment-System-Schnittstellen ab Werk betreffen nicht grundlegend die hier getesteten Merkmale

der Schnittstellenarchitektur oder der Interaktionselemente. Dies ist auch auf die Prämisse zurückzuführen, dass alle Schnittstellen im Fahrzeug und auf den BYOD möglichst einheitlich vor dem Kunden präsentiert werden. Alle Konzepte sind zudem für graphische Benutzerschnittstellen und Touchbedienung ausgelegt.

Im Folgenden werden anhand ausgewählter Beispiele die Unterschiede zwischen produktspezifischen und plattformspezifischen Patterns verdeutlicht. Eine vollständige Abbildung der gesamten Patterns oder aller Screens der Prototypen ist im Detail nicht möglich. Daher werden prägnante Elemente der Schnittstellenarchitektur und Interaktionselemente herausgegriffen. Eine detaillierte Gegenüberstellung der Patterns, die die Grundlage der Gestaltung bilden, können Studie 2 entnommen werden (siehe dazu Abschnitt 6.2.1 und Abschnitt 6.2.2)

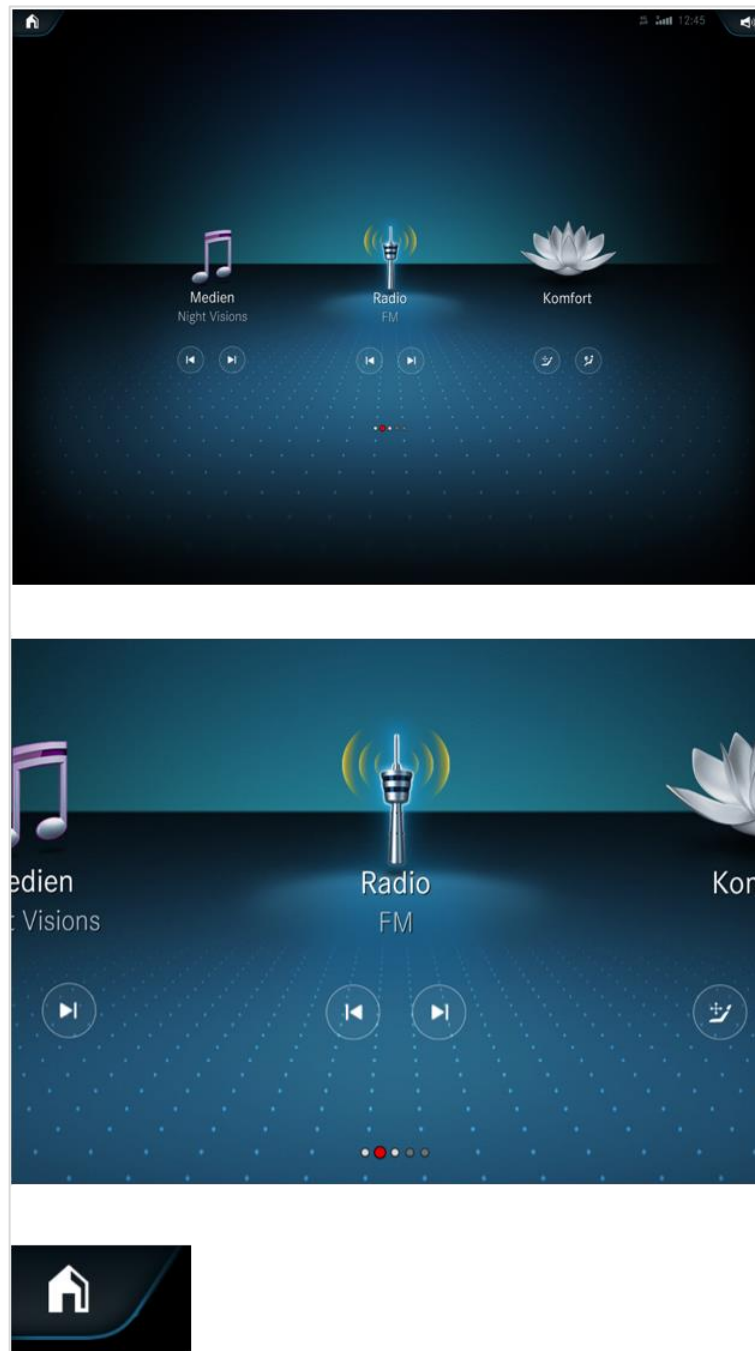


Abbildung 53 – Produktspezifische Schnittstellengestaltungspatterns für Fond-Entertainment-System-Display-Anwendung und für die produktspezifisch konsistente BYOD-Tablet-Anwendung. Oben: Homescreen auf dem alle Funktionen abgerufen werden können. Mittig: Vergrößerung mit dem Fokus auf die Kacheln und die Page-Indikatoren (als Hinweis auf seitenweises Blättern) als zentrale Schnittstellenarchitektur. Unten: Homescreen-Button, der auf jeder Subseite verfügbar ist und zum Homescreen zurückführt

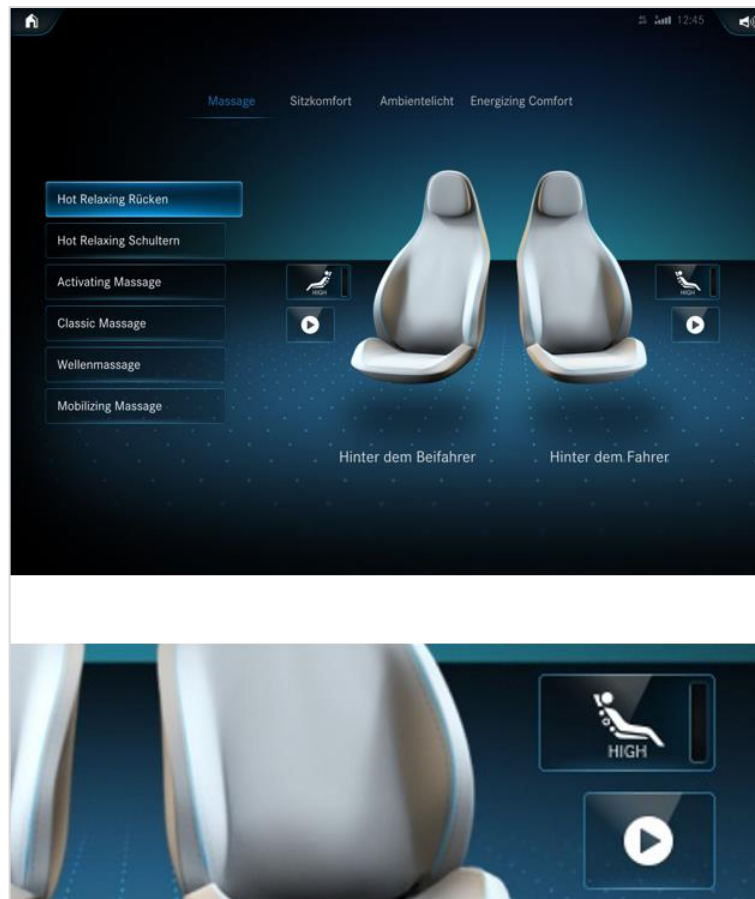


Abbildung 54 – Produktspezifische Interaktionselemente für Fond-Entertainment-System-Display-Anwendung und für die produktspezifisch konsistente BYOD-Tablet-Anwendung. Oben: Basis-Screen der Komfortfunktion mit produktspezifischer Schnittstellenarchitektur (Homescreen-Button, Tabs und Listenstruktur) und plattformspezifischen Interaktionselementen. Unten: Vergrößerung mit dem Fokus auf die produktspezifischen Interaktionselemente. Hier MBUX-Play-Button und MBUX-Toggle-Switch

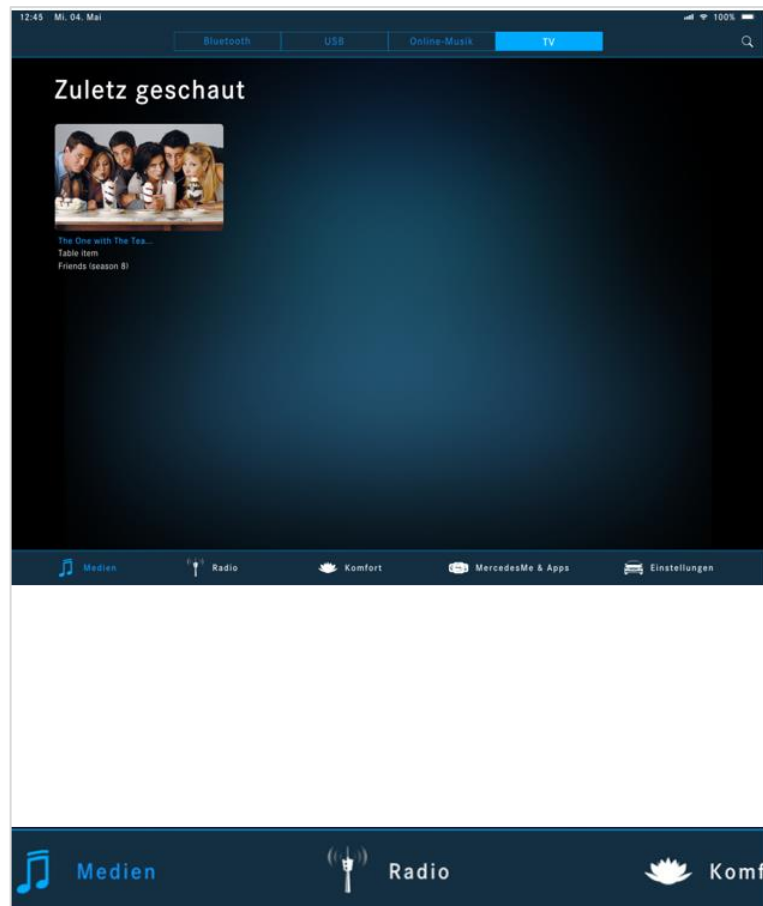


Abbildung 55 – IOS-spezifische Schnittstellengestaltungspatterns für die BYOD-Tablet-Anwendung. Oben: Medienfunktion, die nach dem Öffnen sofort geöffnet ist, da der Homescreen entfällt (inklusive Homescreen-Button). Unten: Vergrößerung mit dem Fokus auf die Tabbar mit allen verfügbaren Funktionen der Anwendung als zentrales Element dieser Schnittstellenarchitektur

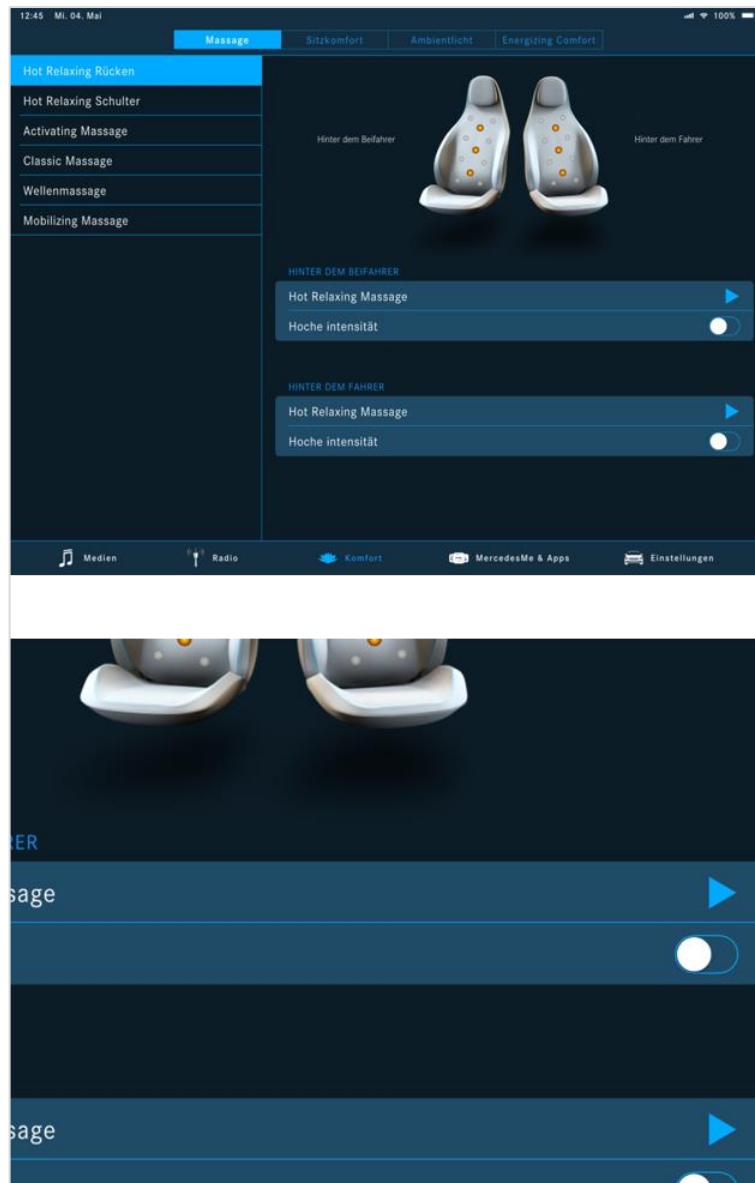


Abbildung 56 – iOS-spezifische Interaktionselemente für die BYOD-Tablet-Anwendung. Oben: Basis-Screen der Komfortfunktion mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur (Tabbar, Segment Controls, Listenstruktur) und plattformspezifischen Interaktionselementen. Unten: Vergrößerung mit dem Fokus auf die iOS-spezifischen Interaktionselemente. Hier Play-Button und Toggle-Switch von iOS

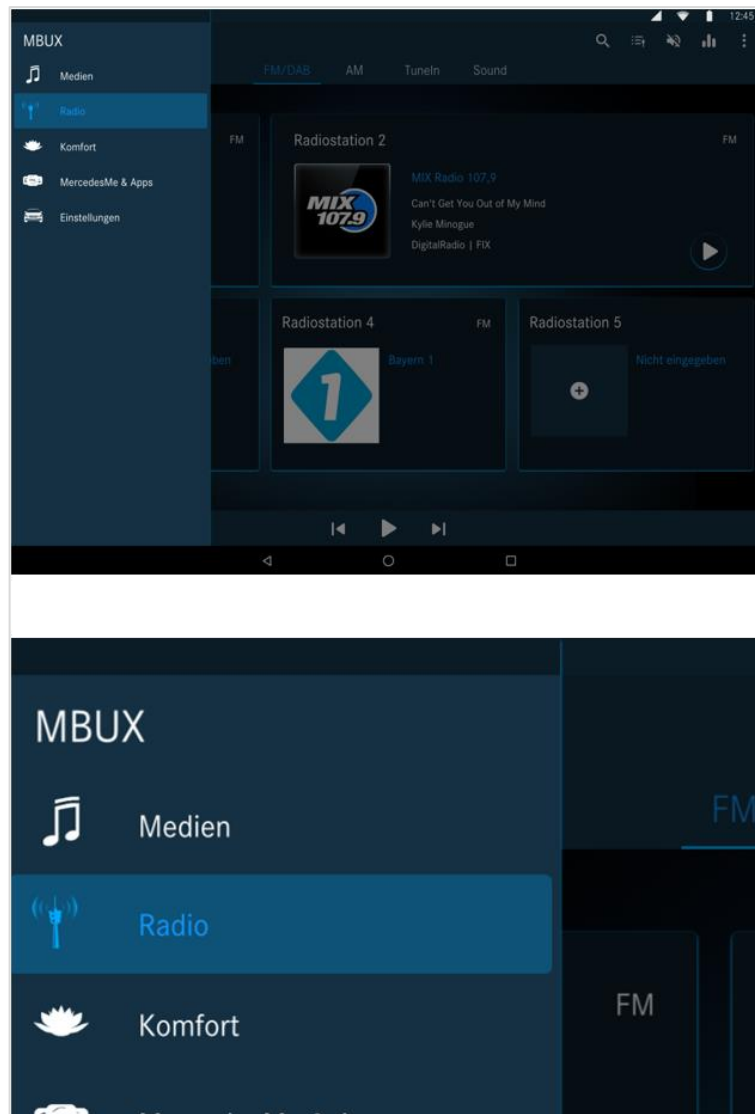


Abbildung 57 – Android-spezifische Schnittstellengestaltungspatterns für BYOD-Tablet-Anwendung. Oben: Medienfunktion, die nach dem Öffnen sofort geöffnet ist, da der Homescreen entfällt (inklusive Homescreen-Button). Unten: Vergrößerung mit dem Fokus auf den Navigation-Drawer (Hamburger-Menü) mit allen verfügbaren Funktionen der Anwendung als zentrales Element dieser Schnittstellenarchitektur

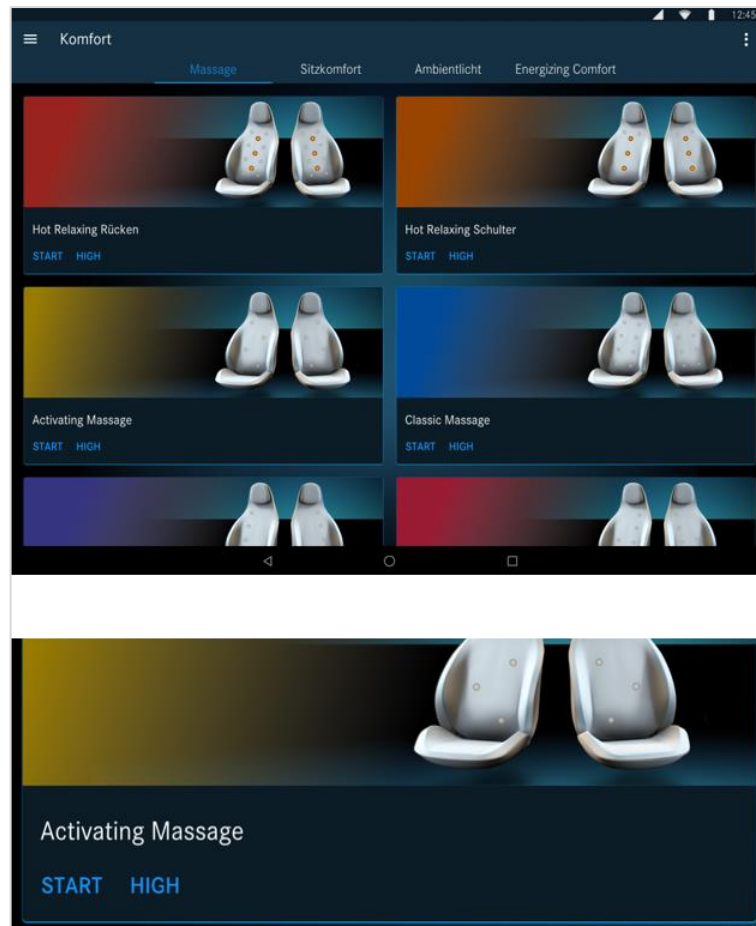


Abbildung 58 – Android-spezifische Interaktionselemente für BYOD-Tablet-Anwendung. Oben: Basis-Screen der Komfortfunktion mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur (Navigation-Drawer, Tabs und Cards) und plattformspezifischen Interaktionselementen. Unten: Vergrößerung mit dem Fokus auf die Android-spezifischen Interaktionselemente. Hier Buttons von Android

Bevor diese Konzepte mit echten Probanden getestet wurden, wurde ein Pretest mit jeweils einem iOS- und einem Android-Nutzer durchgeführt. Dabei wurde der Versuchsaufbau in einer Sitzkiste nachgestellt. Durch dieses Pretesting konnten der generelle Ablauf und das Studiendesign bestätigt werden. Kleinere Anpassungen hinsichtlich der Formulierung für die Aufgaben und das Interview wurden vorgenommen.

8.4 Probanden und Durchführung

Im Folgenden wird die Stichprobe der Studie anhand der gesammelten Daten beschrieben. Insgesamt wurden 34 Probanden aus unterschiedlichen Unternehmensbereichen rekrutiert. Teilnahmevoraussetzung für die Probanden war, dass sie nicht an der Konzeptentwicklung der MBUX-Infotainment-Plattform beteiligt waren. Ausgehend von den Forschungsfragen wurde versucht, gleichmäßig viele iOS- und Android-Nutzer zu gewinnen. Dadurch sollte die alternierende Reihenfolge immer ausgeglichen abgeschlossen werden können. Leider konnte diese Prämisse nicht vollständig erfüllt werden. Dadurch mussten bei der Auswertung zwei Ergebnisse gestrichen werden. Während sich alle Probanden selbst als tägliche Nutzer eines Smartphones bezeichneten, gab nur die Hälfte von ihnen an, auch regelmäßige Tablet-Nutzer zu sein. Vor der Durchführung erhielten die Probanden lediglich allgemeine Instruktionen für den Ablauf und die Methode. Um sie nicht zu beeinflussen, wurde ihnen die konkrete Forschungsfrage vorenthalten.

Die iOS-Nutzer waren im Alter von 20 bis 47 Jahren. Der Durchschnittswert war 28,73 Jahre (Standardfehler 1,67 Jahre). Mehr als die Hälfte (55%) waren Frauen. Somit waren 45% Männer. Die Android-Nutzer waren durchschnittlich 30,2 Jahre alt (Standardfehler: 2,25 Jahre). Die Altersspanne reichte von 22 bis 46 Jahren, wobei die Hälfte Männer und die andere Hälfte Frauen waren. Zusätzlich wurden die Probanden hinsichtlich ihres höchsten Schulabschlusses befragt. 73% der iOS-Nutzer und 80% der Android-Nutzer hatten einen Bachelor oder einen höheren Abschluss. Zwischen den Gruppen wurde hinsichtlich des Alters, des Geschlechts und des Bildungsniveaus kein signifikanter Unterschied festgestellt. Diese Berechnungen wurden mit einem modifizierten t-Test für unabhängige Stichproben mit bereinigten Konfidenzintervallen durchgeführt (vgl. Schneider, 2019, S. 19–20).

Auch wenn keine MBUX-UI-Designer zugelassen wurden, konnte den Angaben der demographischen Daten in der Auswertung der Fragebögen entnommen werden, dass 36% der iOS- und 10% der Android-Nutzer an der Entwicklung der Plattform MBUX indirekt beteiligt waren. Dabei gaben alle iOS-Nutzer hinsichtlich der Nutzungshäufigkeit an, das System insgesamt nicht häufiger als ein bis fünf Mal benutzt zu haben. Lediglich der Android-Nutzer, der sich als Entwickler für MBUX identifizierte, gab eine häufigere Nutzung an. Laut der Daten arbeitete er an der Sprachsteuerung für das MBUX-System. Aufgrund der sehr geringen Nutzungshäufigkeit bei den iOS-Nutzern und dem fachfremden Kontext beim benannten Android-Nutzer wurden keine Verzerrungen erwartet. Daher wurden die Ergebnisse dieser Probanden berücksichtigt.

Erwähnenswert ist auch die Frage an die Probanden, wie sie ihre Kompetenzen hinsichtlich des MBUX-Systems einstufen. Diese Einschätzung wurde mit einer 7-Punkte-Likert-Skala durch die Probanden selbst angegeben. 82% Prozent der iOS-Nutzer gaben an, wenig Wissen über MBUX zu haben. 13,5% gaben an, Basiswissen zu besitzen und nur eine Person gab an, über erweiterte Kenntnisse zu verfügen. Bei den Android-Nutzern gaben 80% der Probanden an, keinerlei Kenntnisse im Umgang mit MBUX zu haben und 20% gaben an, nur über geringes Wissen zu verfügen. Als Mercedes-Benz-Fan bezeichneten sich 68% der iOS- und 70% der Android-Nutzer. Es konnte kein signifikanter Unterschied zwischen den Gruppen nachgewiesen werden (Schneider, 2019, S. 23).

Wie bereits erwähnt, wurden die Prototypen innerhalb des Fahrzeugs evaluiert. Je nach Proband und der Menge des Feedbacks dauerte eine Evaluationssession zwischen 45 und 75 Minuten. Die Probanden wurden lediglich einzeln zugelassen. Durchgeführt wurde die Studie von einem Studienleiter und einem Beobachter, der zusätzliche Notizen aufnahm. Der Autor der hier vorliegenden Arbeit und der Autor der betreuten Masterarbeit hatten abwechselnd beide Rollen inne, wobei der Autor der Masterarbeit mehrheitlich als Studienleiter fungierte. Alle verwendeten Geräte wurden vom Studienleiter gestellt. Dabei wurden die Probanden dazu angeregt sich vorzustellen, dass es sich bei den Testgeräten um ihre persönlichen Geräte handelt. Das montierte Tablet wurde nur innerhalb der MBUX-Trainingsphase seitens der Probanden genutzt. Die eigentliche aufgabenbasierte Evaluation fand auf dem portablen Tablet statt, das als BYOD fungierte. Nachdem ein Proband die Aufgaben mit der ersten Schnittstellengestaltungsva-

riante erledigt hatte und die Fragebögen ausfüllte, wurde das portable Gerät an den Studienleiter übergeben, der auf diesem die zweite Variante startete. Während des finalen Interviews wurden den Probanden beide BYOD-Tablet-Varianten nochmals gezeigt. Dies war besonders wichtig für die Fragen hinsichtlich der präferierten Schnittstellengestaltung und hinsichtlich der Vergleichbarkeit. 28 Probanden wurden mit diesem Studiendesign und dem Ablauf in einem Mercedes-Benz GLE (V167) und 6 Probanden in einer Mercedes-Benz S-Klasse (W222) getestet. Der GLE war ab Werk mit einem neuen MBUX-Infotainment-System und einem Fond-Entertainment-System ausgestattet. Die S-Klasse war mit einem COMAND-Online-NTG-5.5-Infotainment-System und einem Fond-Entertainment-System ausgestattet. Beide Fahrzeuge verfügten über einen langen Radstand und ausreichend Platz im Fondbereich, um die Studie durchzuführen.

Um die Probanden nicht vom Wesentlichen abzulenken, wurden die Tests nicht während der Fahrt durchgeführt. Zudem wäre das Ausfüllen der Fragebögen während der Fahrt eine zusätzliche Herausforderung. Auch wenn bei der S-Klasse das serienmäßige Fond-Entertainment-System nicht vollständig abmontiert oder abgedeckt werden konnte, stellte das darüber montierte Tablet für keinen der Probanden ein Problem dar. Das Ausfüllen der Fragebögen mit Hilfe von Klemmbrettern wurde von den Probanden nicht als störend empfunden. Wie in Studie 3 wurde im Abschlussinterview eruiert, ob die Zusammensetzung der Umgebung als MDCP-Ökosystem einen Einfluss auf die Entscheidung hatte, welche Variante von ihnen präferiert wird. Daher wurden die Probanden gefragt, welche Variante der BYOD-Schnittstelle ihnen am besten gefällt, wenn kein weiteres Fond-Entertainment-System-Display vorhanden ist. Darauf folgend beantworteten die Probanden die zweite Frage nach dem BYOD-Favoriten unter Berücksichtigung des Fond-Entertainment-System-Displays mit produktspezifischer Schnittstellengestaltung. Dabei wurde jeweils nach dem Grund der Entscheidung gefragt. Der vollständige Interviewleitfaden befindet sich im Anhang (siehe digitaler Anhang zur Studie 4).

Bei der obligatorischen Begrüßung wurde den Probanden vermittelt, dass es nur um die Evaluation der Prototypen geht und nicht um die Evaluation ihrer Fähigkeiten.

8.5 Auswertung und Ergebnisse der erhobenen Metriken

Zunächst wurden alle Fragebögen und Protokolle digitalisiert. Dabei wurden die Ergebnisse der erhobenen 7-Punkte-Likert-Skalen vom UEQ in ein Schema -3 bis 3 übertragen. Für die Bewertung der 7-Punkte-Likert-Skalen des USE wurden Durchschnittswerte berechnet ohne die Daten zu transformieren.

8.5.1 Messung der UX

Im Folgenden werden die Daten zu den Dimensionen beschrieben. Die Ergebnisse unterscheiden sich teilweise von denen der betreuten Masterarbeit (vgl. Schneider, 2019, S. 62). Dies liegt an unterschiedlichen statistischen Methoden.

Innerhalb der hier vorliegenden Arbeit wird das Standard-Tool des UEQ verwendet, das zusammen mit den Fragebögen von den Herausgebern bereitgestellt wird. Dadurch soll eine höhere Vergleichbarkeit mit der Folgestudie gewährleistet werden. Zur Berechnung von möglichen signifikanten Bewertungsunterschieden wird ein t-Test vom UEQ-Tool durchgeführt. Dabei wird ein Signifikanzniveau von 0,05 gewählt. Falls der kritische p-Wert ($p < 0,05$) dieses t-Tests nicht unterschritten wird, sollte immer von einem nicht signifikanten Ergebnis gesprochen werden (Leonhart, 2010, S. 176). Für die Berechnungen, die über den Rahmen des Tools hinausgehen, wurde SPSS verwendet. Die verwendeten Methoden werden je Forschungsfrage angegeben und begründet.

Für beide Arbeiten ist anzumerken, dass die Probanden die Prototypen bei den Fragebögen UEQ und USE als Gesamtsystem bewerteten.

8.5.1.1 Studiendesign Zusammenfassung

- Die Aufgaben waren für beide Prototypen und beide Nutzergruppen identisch (Vergleichbarkeit).
- In jeder Gruppe wurde gleich häufig mit Prototyp 1 oder Prototyp 2 gestartet (alternierende Reihenfolge, Ausgleich von Lerneffekten, ausgeglichenes Studiendesign).
- iOS-Nutzer testeten ausschließlich:
 - Prototyp 1: Fond-Entertainment-System mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung (MBUX) für die Anwendung auf dem

montierten Fond-Entertainment-System-Display und für die Anwendung auf dem BYOD-Tablet. Diese BYOD-Schnittstellengestaltung weist die höchste innere Konsistenz auf.

- Prototyp 2: Fond-Entertainment-System mit produktspezifischer Schnittstellengestaltung (MBUX) für die Anwendung auf dem montierten Fond-Entertainment-System-Display und mit *iOS*-spezifischer Schnittstellengestaltung für das BYOD-Tablet. Diese BYOD-Schnittstellengestaltung weist eine hohe äußere Konsistenz auf.
- *Android*-Nutzer testeten ausschließlich:
 - Prototyp 1: Fond-Entertainment-System mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung (MBUX) für die Anwendung auf dem montierten Fond-Entertainment-System-Display und für die Anwendung auf dem BYOD-Tablet. Diese BYOD-Schnittstellengestaltung weist die höchste innere Konsistenz auf.
 - Prototyp 2: Fond-Entertainment-System mit produktspezifischer Schnittstellengestaltung (MBUX) für die Anwendung auf dem montierten Fond-Entertainment-System-Display und mit *Android*-spezifischer Schnittstellengestaltung für das BYOD-Tablet. Diese BYOD-Schnittstellengestaltung weist eine hohe äußere Konsistenz auf.
- Die Bewertungsskala des UEQ nach Hinderks et al. (2018):
 - Werte $> 0,8$ sind als *gut* einzustufen,
 - Werte zwischen einschließlich $-0,8$ und $0,8$ sind als *neutral* einzustufen,
 - Werte $< -0,8$ sind als *schlecht* einzustufen

8.5.1.2 Attraktivität

Diagramm 1 und Diagramm 2 zeigen, dass sowohl bei den iOS-Nutzern als auch bei den Android-Nutzern der Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung für das BYOD attraktiver ist. Legt man die Bewertungsskala des UEQ an, so können beide Prototypen insgesamt gute Werte hinsichtlich der Attraktivität erreichen. Dies spricht dafür, dass beide Konzepte insgesamt sinnvoll sind. Zudem ist der Tabelle 53 und der Tabelle 54 zu entnehmen, dass der Unterschied hinsichtlich der Bewertung nur in der Gruppe der iOS-Nutzer signifikant ist. Für die Studie gelten die Bedingungen wie in Punkt 8.5.1.1 zusammengefasst.

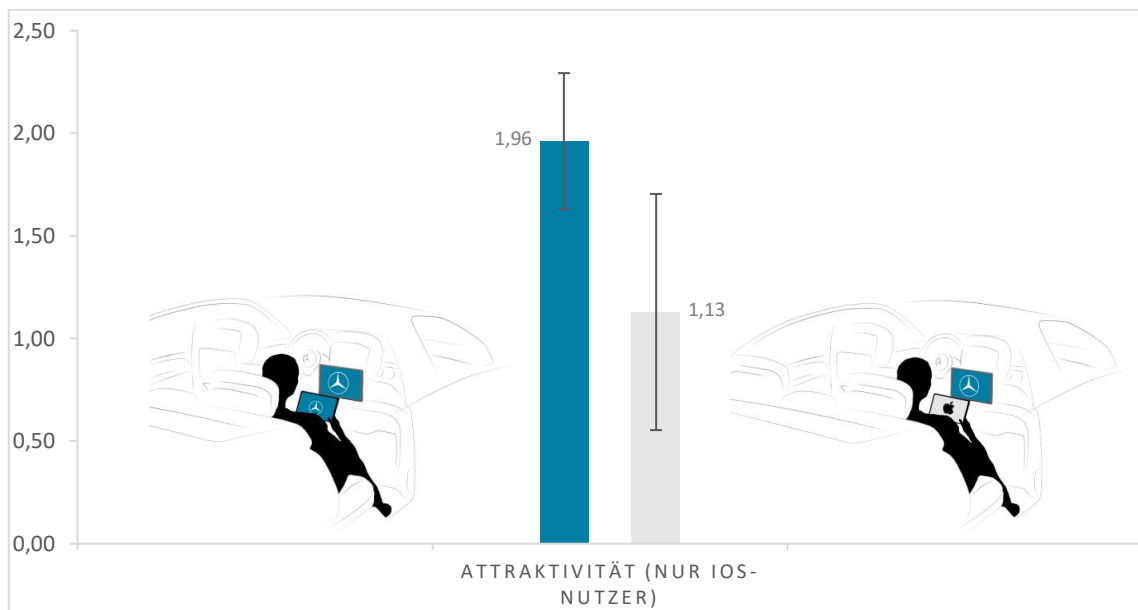


Diagramm 1 – Attraktivitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

Tabelle 53 – Daten zur Attraktivitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)					Fond-Entertainment-System mit plattform-spezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + iOS-Anpassungen)						
	Mea n	STD	N	Con- fidenc e	Confidence Interval	Mea n	STD	N	Con- fidenc e	Confidence Interval		
Attraktivität (nur iOS-Nutzer)	1,96	0,79	22	0,33	1,63	2,29	1,13	1,38	22	0,58	0,55	1,70
Zweiseitiger t-Test	p = 0,0192 signifikanter Unterschied											

Nutzer

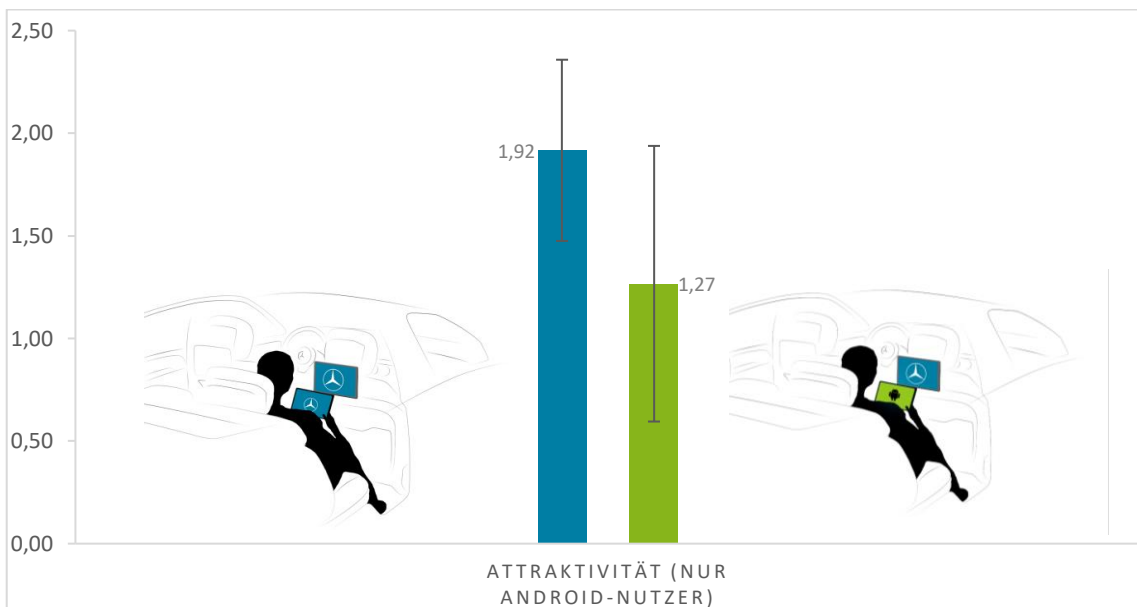


Diagramm 2 – Attraktivitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)						Fond-Entertainment-System mit plattform-spezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Android-Anpassungen)					
	Mea- n	STD	N	Con- fidenc e	Confidence Interval		Mea- n	STD	N	Con- fidence	Confidence Interval	
Attraktivität (nur Android-Nutzer)	1,92	0,71	10	0,44	1,48	2,36	1,27	1,08	10	0,67	0,60	1,94
Zweiseitiger t-Test	p = 0,1331 kein signifikanter Unterschied											

Tabelle 54 – Daten zur Attraktivitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer

8.5.1.3 Durchschaubarkeit

Diagramm 3 und Diagramm 4 zeigen, dass der Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung für die BYOD-Anwendung sowohl bei den iOS-Nutzern als auch bei den Android-Nutzern als durchschaubarer bewertet ist, als die Variante, die plattform-spezifische Anpassungen für das BYOD enthält.

Legt man die Bewertungsskala des UEQ an, so kann bei den iOS-Nutzern der Prototyp mit produktspezifisch konsistenter BYOD-Schnittstellengestaltung einen guten Wert (>0,8) hinsichtlich der Durchschaubarkeit erreichen. Sein Pendant mit iOS-spezifischer Schnittstellengestaltung für das BYOD kann nur einen neutralen Wert hinsichtlich der Durchschaubarkeit erzielen. In der Gruppe der Android-Nutzer können beide Prototypen einen guten Wert erzielen. Tabelle 55 und Tabelle 56 ist zu entnehmen, dass keiner der Unterschiede innerhalb der Gruppen signifikant ist. Für die Studie gelten die Bedingungen wie in Punkt 8.5.1.1 zusammengefasst.

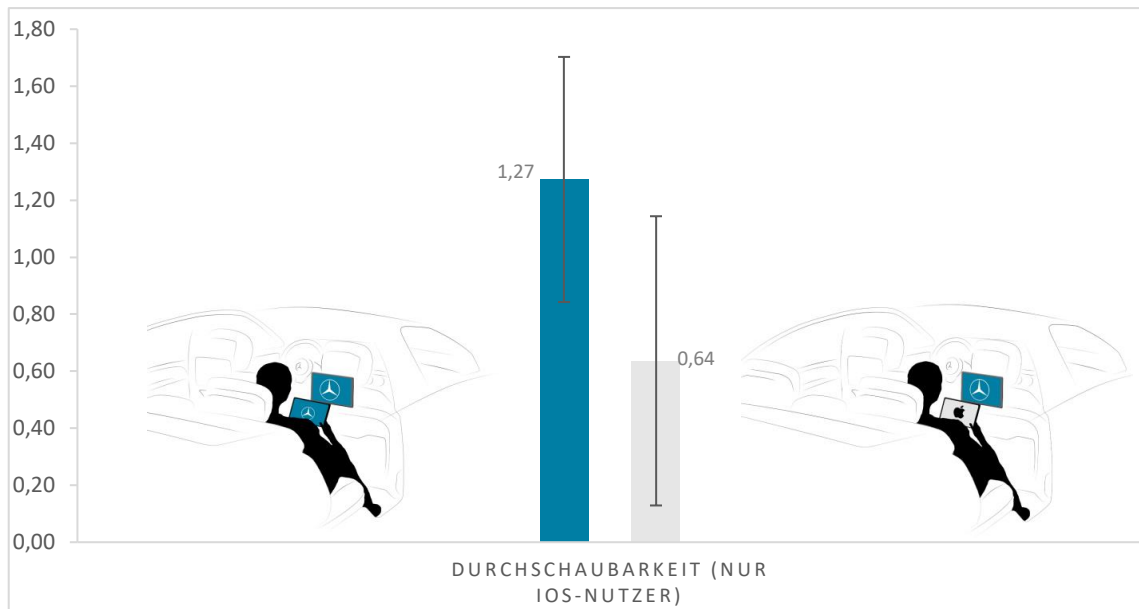


Diagramm 3 – Durchschaubarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)						Fond-Entertainment-System mit plattformspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + iOS-Anpassungen)					
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval		Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	
Durchschaubarkeit (nur iOS-Nutzer)	1,27	1,03	22	0,43	0,84	1,70	0,64	1,21	22	0,51	0,13	1,14
Zweiseitiger t-Test	p = 0,0679 kein signifikanter Unterschied											

Tabelle 55 – Daten zur Durchschaubarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer

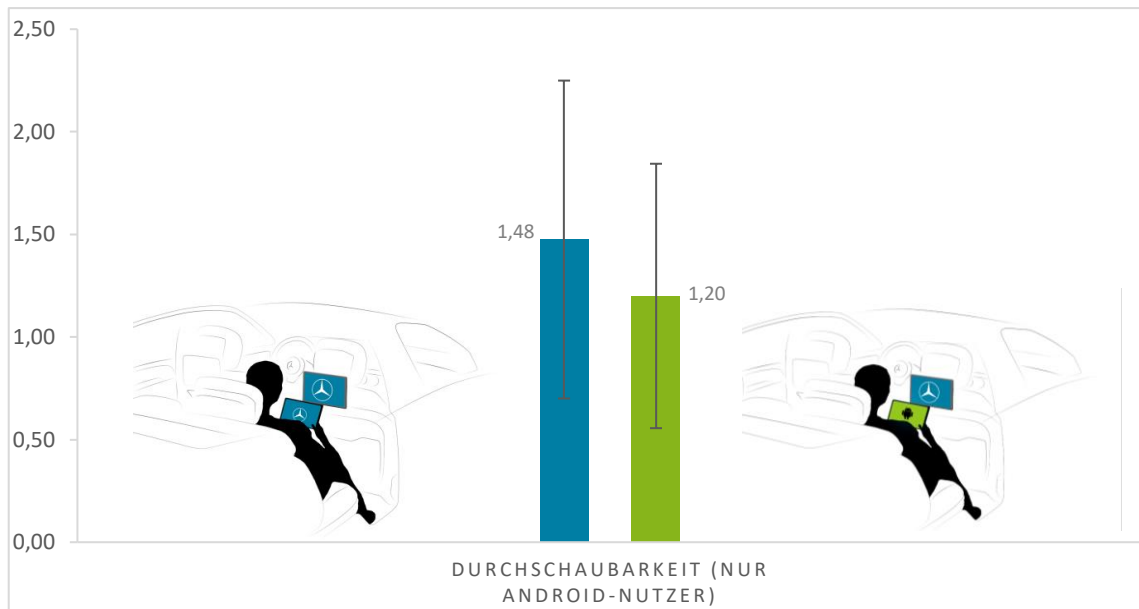


Diagramm 4 – Durchschaubarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)					Fond-Entertainment-System mit plattformsspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Android-Anpassungen)					
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	
Durchschaubarkeit (nur Android-Nutzer)	1,48	1,25	10	0,77	0,70 2,25	1,20	1,04	10	0,64	0,56 1,84	
Zweiseitiger t-Test	p = 0,5994 kein signifikanter Unterschied										

Tabelle 56 – Daten zur Durchschaubarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer

8.5.1.4 Effizienz

Diagramm 5 und Diagramm 6 zeigen, dass sowohl bei den iOS-Nutzern als auch bei den Android-Nutzern der Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung als effizienter bewertet wird. In beiden Gruppen kann der Prototyp, der plattformsspezifische Anpassungen enthält, jeweils nur eine neutrale

Bewertung ($0,8 > \text{Wert} > -0,8$) erreichen. Der Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung kann in beiden Gruppen eine gute Bewertung erzielen. Zudem ist Tabelle 57 und Tabelle 58 zu entnehmen, dass der Unterschied hinsichtlich der Bewertung nur in der Gruppe der iOS-Nutzer signifikant ist. Für die Studie gelten die Bedingungen wie in Punkt 8.5.1.1 zusammengefasst.

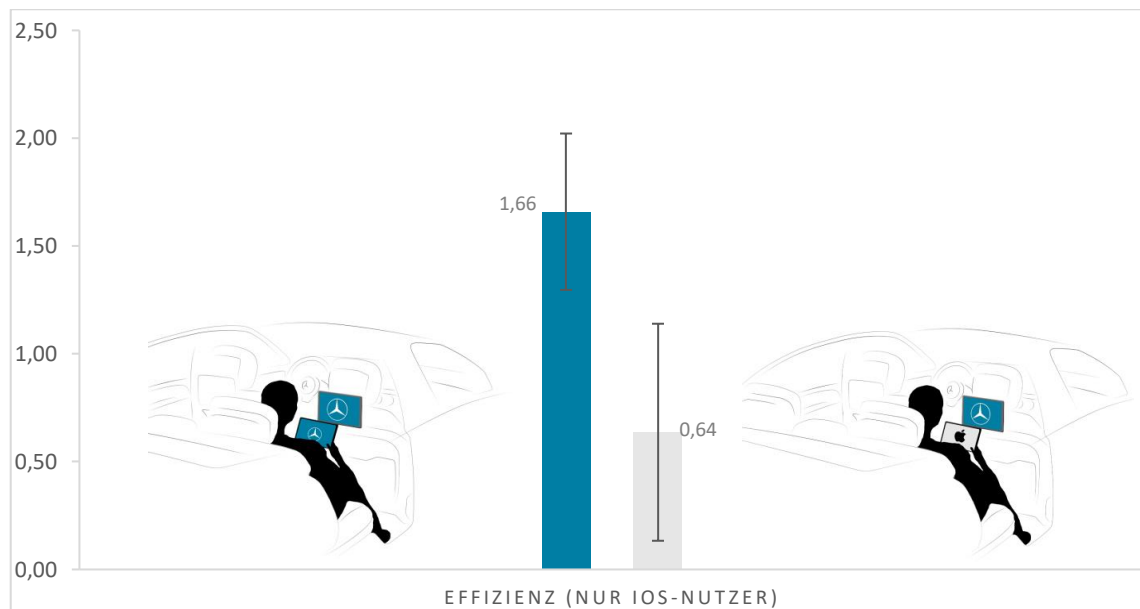


Diagramm 5 – Effizienzbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)						Fond-Entertainment-System mit plattformspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + iOS-Anpassungen)					
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval		Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	
Durchschaubarkeit (nur iOS-Nutzer)	1,66	0,87	22	0,36	1,30	2,02	0,64	1,20	22	0,50	0,13	1,14
Zweiseitiger t-Test	p = 0,0025 signifikanter Unterschied											

Tabelle 57 – Daten zur Effizienzbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer

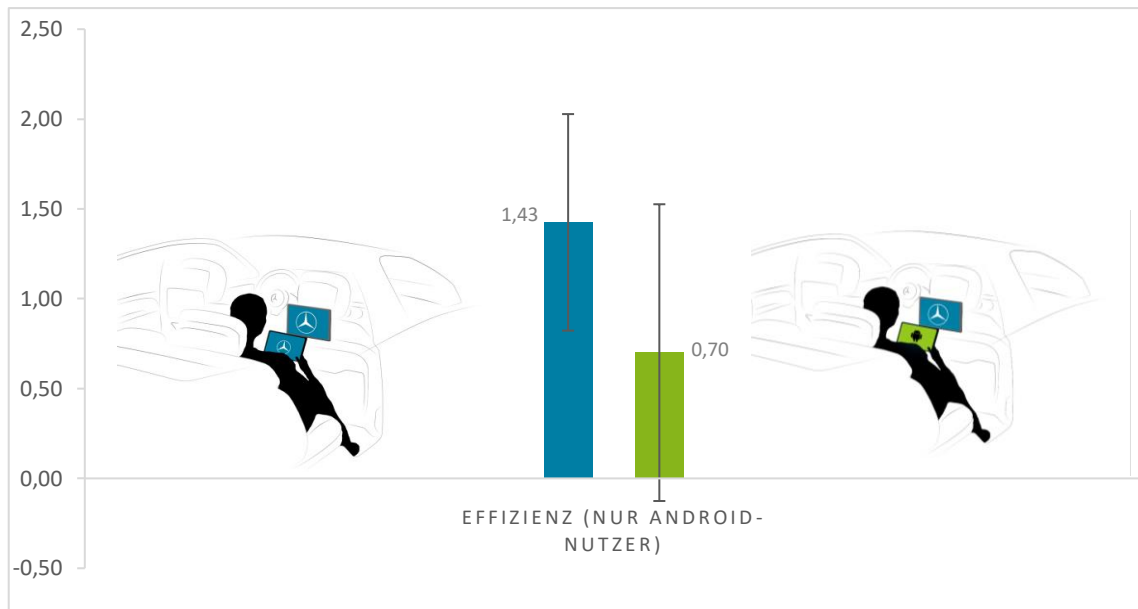


Diagramm 6 – Effizienzbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)						Fond-Entertainment-System mit plattformsspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Android-Anpassungen)					
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval		Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	
Durchschaubarkeit (nur iOS-Nutzer)	1,43	0,97	10	0,60	0,82	2,03	0,70	1,33	10	0,83	- 0,13	1,53
Zweiseitiger t-Test	p = 0,1830 kein signifikanter Unterschied											

Tabelle 58 – Daten zur Effizienzbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer

8.5.1.5 Steuerbarkeit

Diagramm 7 und Diagramm 8 zeigen, dass die Steuerbarkeit bei dem Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung nur bei den iOS-Nutzern besser bewertet ist gegenüber dem Prototyp, der plattformsspezifische Anpassungen enthält. Bei den Android-Nutzern kann der Prototyp höhere Bewertungen hinsichtlich der Steuerbarkeit erzielen, der bei der Schnittstellengestaltung für

die Anwendung auf dem BYOD-Tablet Android-spezifische Patterns verwendet. Legt man die Bewertungsskala des UEQ an, so können beide Prototypen in beiden Gruppen insgesamt gute Werte hinsichtlich der Steuerbarkeit erreichen. Den besten Wert erreicht der Fond-Entertainment-System-Prototyp mit einer Android-spezifischen BYOD-Tablet-Anwendung. Tabelle 59 und Tabelle 60 ist zu entnehmen, dass keiner der Unterschiede innerhalb der Nutzergruppen signifikant ist. Für die Studie gelten die Bedingungen wie in Punkt 8.5.1.1 zusammengefasst.

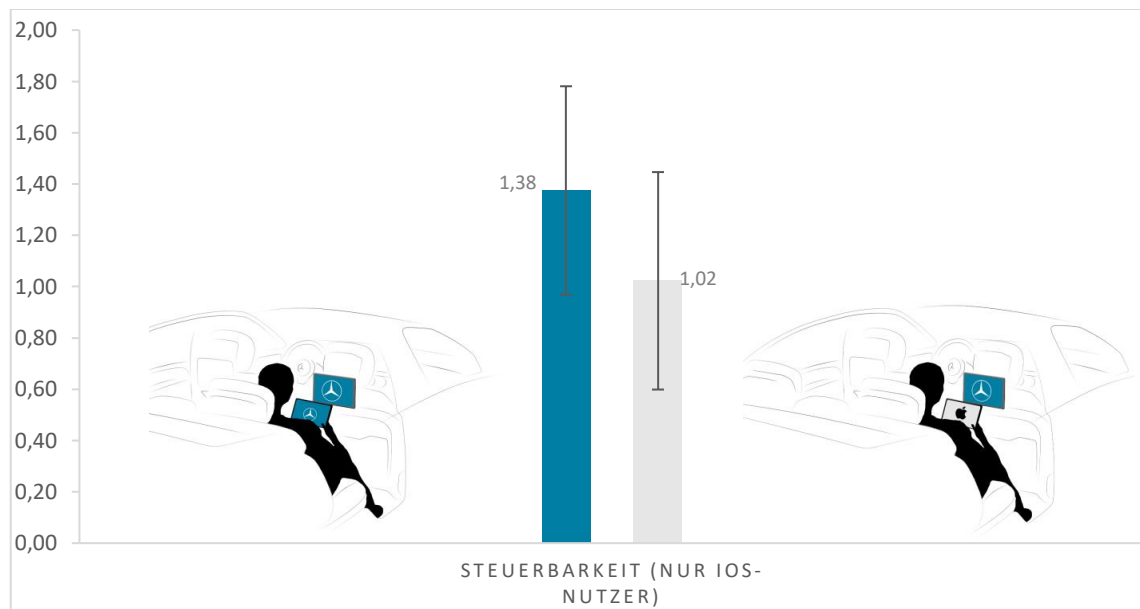


Diagramm 7 – Steuerbarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)						Fond-Entertainment-System mit plattformspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + iOS-Anpassungen)					
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval		Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	
Durchschaubarkeit (nur iOS-Nutzer)	1,38	0,97	22	0,41	0,97	1,78	1,02	1,01	22	0,42	0,60	1,45
Zweiseitiger t-Test	p = 0,2462 kein signifikanter Unterschied											

Tabelle 59 – Daten zur Steuerbarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer

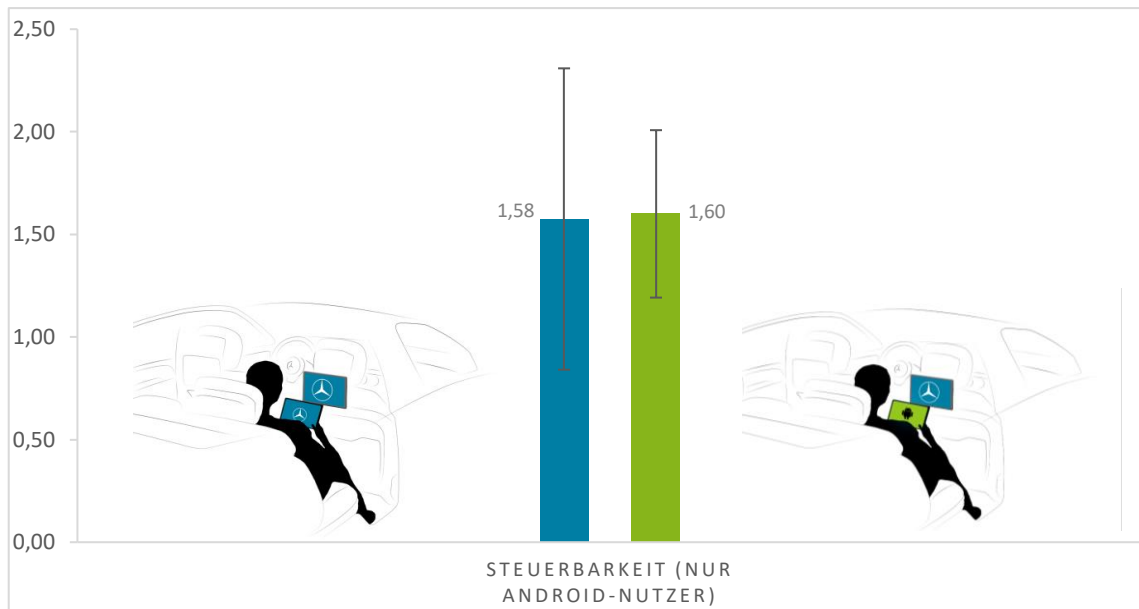


Diagramm 8 – Steuerbarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)						Fond-Entertainment-System mit plattformsspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Android-Anpassungen)					
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval		Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	
Durchschaubarkeit (nur iOS-Nutzer)	1,58	1,18	10	0,73	0,84	2,31	1,60	0,66	10	0,41	1,19	2,01
Zweiseitiger t-Test	p = 0,9543 kein signifikanter Unterschied											

Tabelle 60 – Daten zur Steuerbarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer

8.5.1.6 Stimulation

Diagramm 9 und Diagramm 10 zeigen, dass sowohl bei den iOS-Nutzern als auch bei den Android-Nutzern der Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung als stimulierender bewertet wird gegenüber dem Fond-Entertainment-System-Prototyp mit plattformsspezifischen Anpassungen für das BYOD. Legt man die Bewertungsskala des UEQ an, so kann bei den iOS-Nutzern der Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung einen guten Wert

hinsichtlich der Stimulation erreichen. Sein Pendant mit iOS-spezifischer Schnittstellengestaltung für das BYOD kann nur einen neutralen Wert hinsichtlich der Stimulation erzielen. In der Gruppe der Android-Nutzer können beide Prototypen einen guten Wert erzielen. Tabelle 61 und Tabelle 62 ist zu entnehmen, dass der Unterschied hinsichtlich der Bewertung nur in der Gruppe der iOS-Nutzer signifikant ist. Für die Studie gelten die Bedingungen wie in Punkt 8.5.1.1 zusammengefasst.

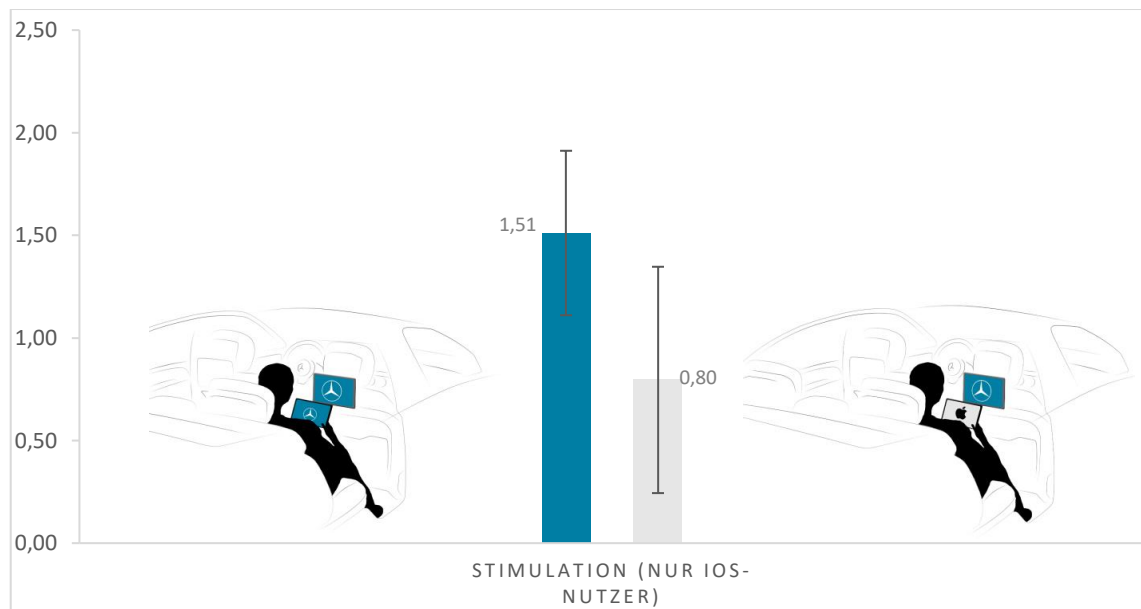


Diagramm 9 – Stimulationsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)					Fond-Entertainment-System mit plattform-spezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + iOS-Anpassungen)					
	Mean	STD	N	Con- fidence	Confidence Interval	Mean	STD	N	Con- fidence	Confidence Interval	
Durch-schaubar-keit (nur iOS-Nut-zer)	1,51	0,96	22	0,40	1,11 1,91	0,80	1,32	22	0,55	0,24 1,35	
Zweiseiti-ger t-Test	p = 0,0464 signifikanter Unterschied										

Tabelle 61 – Daten zur Stimulationsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer

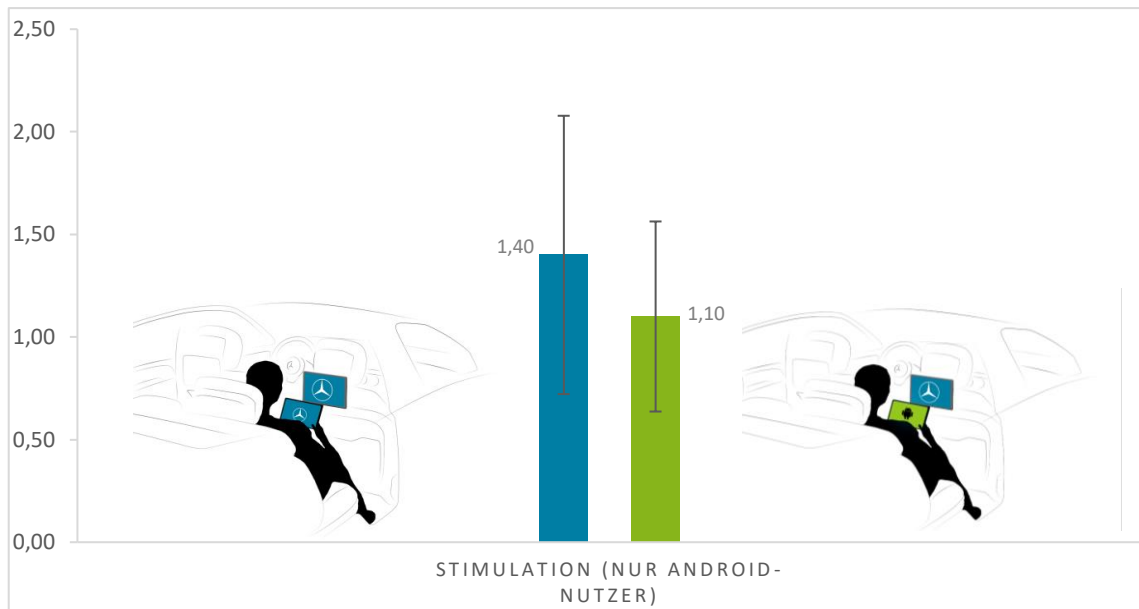


Diagramm 10 – Stimulationsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)						Fond-Entertainment-System mit plattformspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Android-Anpassungen)					
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval		Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	
Durchschaubarkeit (nur Android-Nutzer)	1,40	1,09	10	0,68	0,72	2,08	1,10	0,75	10	0,46	0,64	1,56
Zweiseitiger t-Test	p = 0,4844 kein signifikanter Unterschied											

Tabelle 62 – Daten zur Stimulationsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer

8.5.1.7 Originalität

Diagramm 11 und Diagramm 12 zeigen, dass die Originalität sowohl bei den iOS-Nutzern als auch bei den Android-Nutzern beim Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung höher bewertet wird. Legt man die Bewertungsskala des UEQ an, so fällt auf, dass der Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung einen guten Wert erreichen kann. Dies ist jedoch ausschließlich innerhalb der Gruppe der iOS-Nutzer der Fall. Hier ist der Wert mit 0,91 knapp im guten Bereich (>0,8). Bei den Android-Nutzern kann derselbe Prototyp nur

einen neutralen Wert erreichen ($0,8 > \text{Wert} > -0,8$). Dies gilt auch für beide Prototypen, die plattformsspezifische Schnittstellengestaltungen enthalten. Tabelle 63 und Tabelle 64 ist zu entnehmen, dass der Unterschied hinsichtlich der Bewertung innerhalb der beiden Gruppen nicht signifikant ist. Für die Studie gelten die Bedingungen wie in Punkt 8.5.1.1 zusammengefasst.

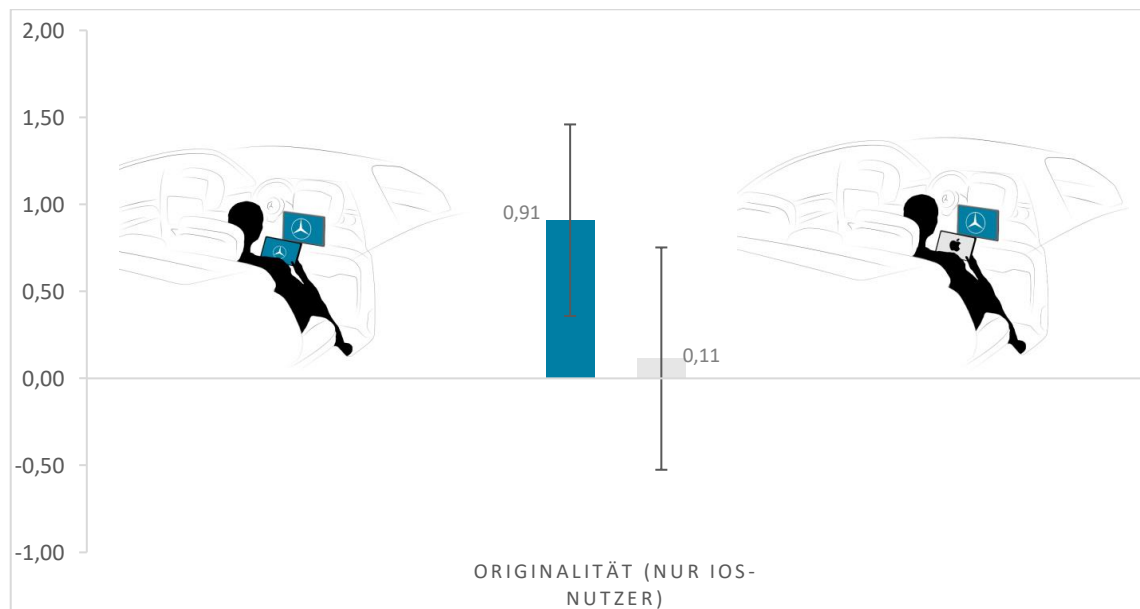


Diagramm 11 – Originalitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)					Fond-Entertainment-System mit plattformsspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + iOS-Anpassungen)					
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	
Durchschaubarkeit (nur iOS-Nutzer)	0,91	1,32	22	0,55	0,36 1,46	0,11	1,53	22	0,64	-0,53 0,75	
Zweiseitiger t-Test	p = 0,0717 kein signifikanter Unterschied										

Tabelle 63 – Daten zur Originalitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer

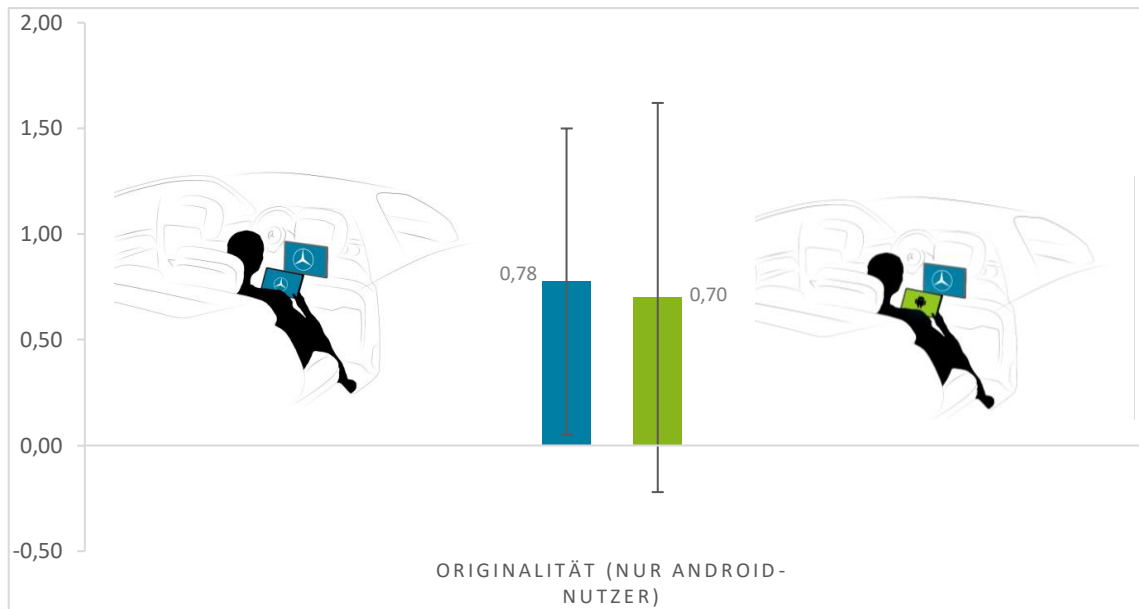


Diagramm 12 – Originalitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)						Fond-Entertainment-System mit plattformspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Android-Anpassungen)					
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval		Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	
Durchschaubarkeit (nur Android-Nutzer)	0,78	1,17	10	0,72	0,05	1,50	0,70	1,49	10	0,92	-0,22	1,62
Zweiseitiger t-Test	p = 0,9016 kein signifikanter Unterschied											

Tabelle 64 – Daten zur Stimulationsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer

8.5.1.8 Zusammenfassung

Aus den Dimensionen Effizienz, Durchschaubarkeit und Steuerbarkeit lassen sich ähnlich zum AttrakDiff von Hassenzahl et al. (2003) pragmatische beziehungsweise aus Stimulation und Originalität hedonische Qualitäten der Produkte ableiten (vgl. Hinderks et al., 2018). Eine genaue Berechnungsformel ist nicht angegeben. Daher werden die Dimensionen addiert und dann durch ihre Anzahl geteilt. Hierdurch gibt es also keine Gewichtung bei den Qualitäten hinsichtlich der Dimensionen.

	Fond-Entertainment-System mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX) (innere Konsistenz)						Fond-Entertainment-System mit angepasster Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + iOS-Anpassungen) (hohe äußere Konsistenz)						
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval			Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	
Attraktivität	1,96	0,79	22,00	0,33	1,63	2,29		1,13	1,38	22,00	0,58	0,55	1,70
Durchschaubarkeit	1,27	1,03	22,00	0,43	0,84	1,70		0,64	1,21	22,00	0,51	0,13	1,14
Effizienz	1,66	0,87	22,00	0,36	1,30	2,02		0,64	1,20	22,00	0,50	0,13	1,14
Steuerbarkeit	1,38	0,97	22,00	0,41	0,97	1,78		1,02	1,01	22,00	0,42	0,60	1,45
Stimulation	1,51	0,96	22,00	0,40	1,11	1,91		0,80	1,32	22,00	0,55	0,24	1,35
Originalität	0,91	1,32	22,00	0,55	0,36	1,46		0,11	1,53	22,00	0,64	-0,53	0,75
Pragmatische Qualität	1,44							0,77					
Hedonische Qualität	1,21							0,44					

Tabelle 65 – Überblick über alle UEQ-Dimensionen, die pragmatischen und hedonischen Qualitäten aller Prototypen innerhalb der Gruppe der iOS-Nutzer

	Fond-Entertainment-System mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX) (innere Konsistenz)						Fond-Entertainment-System mit angepasster Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Android-Anpassungen) (hohe äußere Konsistenz)						
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval			Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	
Attraktivität	1,92	0,71	10,00	0,44	1,48	2,36		1,27	1,08	10,00	0,67	0,60	1,94
Durchschaubarkeit	1,48	1,25	10,00	0,77	0,70	2,25		1,20	1,04	10,00	0,64	0,56	1,84
Effizienz	1,43	0,97	10,00	0,60	0,82	2,03		0,70	1,33	10,00	0,83	-0,13	1,53
Steuerbarkeit	1,58	1,18	10,00	0,73	0,84	2,31		1,60	0,66	10,00	0,41	1,19	2,01
Stimulation	1,40	1,09	10,00	0,68	0,72	2,08		1,10	0,75	10,00	0,46	0,64	1,56
Originalität	0,78	1,17	10,00	0,72	0,05	1,50		0,70	1,49	10,00	0,92	-0,22	1,62
Pragmatische Qualität	1,49							1,17					
Hedonische Qualität	1,09							0,9					

Tabelle 66 – Überblick über alle UEQ-Dimensionen, die pragmatischen und hedonischen Qualitäten aller Prototypen innerhalb der Gruppe der Android-Nutzer

Tabelle 65 und Tabelle 66 zeigen, dass keiner der Prototypen ein schlechtes Ergebnis erzielt. Je Dimension sind jeweils die guten Ergebnisse mit einem Grünton gekennzeichnet. Die dunkelgrün markierten Felder zeigen innerhalb der jeweiligen Nutzergruppe und innerhalb der Dimension im direkten Vergleich den besten erreichten Wert an. Durch die Markierung wird ersichtlich, dass in beiden Gruppen – mit einer Ausnahme

– jeweils der Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung (MBUX + MBUX) den besseren Wert erzielt. Dieser Prototyp weist die höchste innere Konsistenz auf. Die Ausnahme ist die Bewertung der Steuerbarkeit in der Gruppe der Android-Nutzer. Nur hier ist die Bewertung des Fond-Entertainment-System-Prototyps mit unterschiedlicher Schnittstellengestaltung (MBUX + Android-Anpassungen) besser bewertet als die Steuerbarkeit der produktspezifisch konsistenten Variante. Neutrale Bewertungen sind beige hinterlegt. Gibt es in einer Dimension innerhalb einer Nutzergruppe einen signifikanten Unterschied hinsichtlich der Bewertung, so ist diese Dimension grau hinterlegt.

8.5.2 Messung der Usability

Um die für das Forschungsgebiet MDCP relevanten Teilaspekte der Usability der Prototypen zu bestimmen, wurden die Dimensionen Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens des USE-Fragebogens ausgewertet. Dazu wurden die Werte der 7-Punkte-Likert-Skalen herangezogen, die die Zustimmung zu einzelnen Items der Dimensionen ausdrücken. Anschließend wurde ein Mittelwert über alle Probanden gebildet und die Standardabweichung sowie das Konfidenzintervall berechnet.

Da es für einzelne Dimensionen des USE-Fragebogens kein standardisiertes Bewertungsschema gibt, wurde dieses aus dem maximal möglichen Wert abgeleitet. Je Prototyp wäre ein maximaler Wert von 7 und ein minimaler Wert von 0 denkbar. Versucht man, ähnlich dem UEQ, Intervalle von schlecht über neutral bis hin zu gut zu bilden, lassen sich folgende Interpretationsintervalle bilden:

- Durchschnittswerte zwischen 0 und 2,33 sprechen für eine komplizierte Benutzung.
- Werte größer 2,33 und kleiner 4,66 sprechen für eine neutrale Einschätzung hinsichtlich der Einfachheit der Benutzung oder des Erlernens.
- Werden Mittelwerte größer als 4,66 erreicht, spricht dies für eine Einfachheit der Benutzung oder des Erlernens.

8.5.2.1 Einfachheit der Benutzung

Diagramm 13 zeigt, dass in der iOS-Gruppe die Einfachheit der Benutzung des Prototyps mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung für beide Geräte besser bewertet wird. Auch der Prototyp mit einer iOS-spezifischen Schnittstelle für das BYOD und einer produktspezifischen Schnittstellengestaltung für das montierte Tablet kann einen ähnlichen Wert erreichen. Legt man die oben genannte Interpretationsskala an, so erreichen beide Prototypen gute Werte ($>4,66$).

Dies gilt auch für die Gruppe der Android-Nutzer (siehe Diagramm 14). Auch hier wird die Benutzung des Prototyps mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung hinsichtlich der Einfachheit der Benutzung besser bewertet. Jedoch auch in dieser Gruppe erreicht der Prototyp ein gutes Ergebnis ($>4,66$), der eine Android-spezifische Schnittstellengestaltung für die Anwendung des BYOD-Tablets beinhaltet. Zudem sind die oberen Enden der Konfidenzintervalle beider Prototypen in dieser Gruppe nahezu identisch (6,24 zu 6,22).

Zur Analyse des Unterschieds zwischen den beiden Skalen wurde für beide Gruppen jeweils ein t-Test für gepaarte Stichproben durchgeführt (siehe Tabelle 67 und Tabelle 68). Dieser muss angewendet werden, da jeder Proband zu verschiedenen Zeitpunkten sowohl zu Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 1 als auch zu Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 2 befragt wurde (Leonhart, 2010, S. 168) und weil intervallskalierte Merkmale (Rating-Scale) vorliegen (Leonhart, 2010, S. 174). Falls der kritische p-Wert (Signifikanzniveau von 0,05) dieses Tests nicht unterschritten wird, sollte immer von einem nicht signifikanten Ergebnis gesprochen werden (Leonhart, 2010, S. 176). Nur bei den iOS-Nutzern wurde die Einfachheit der Benutzung der Prototypen mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung signifikant besser bewertet ($p = 0,029$). Für die Studie gelten die Bedingungen wie in Punkt 8.5.1.1 zusammengefasst.

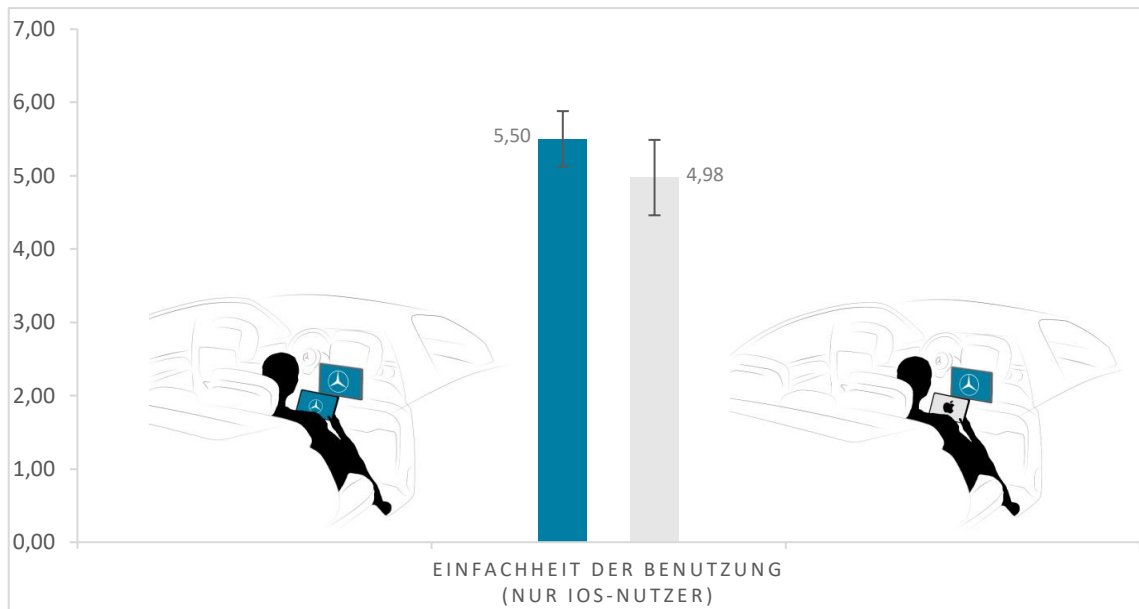


Diagramm 13 – Bewertung der Einfachheit der Benutzung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer

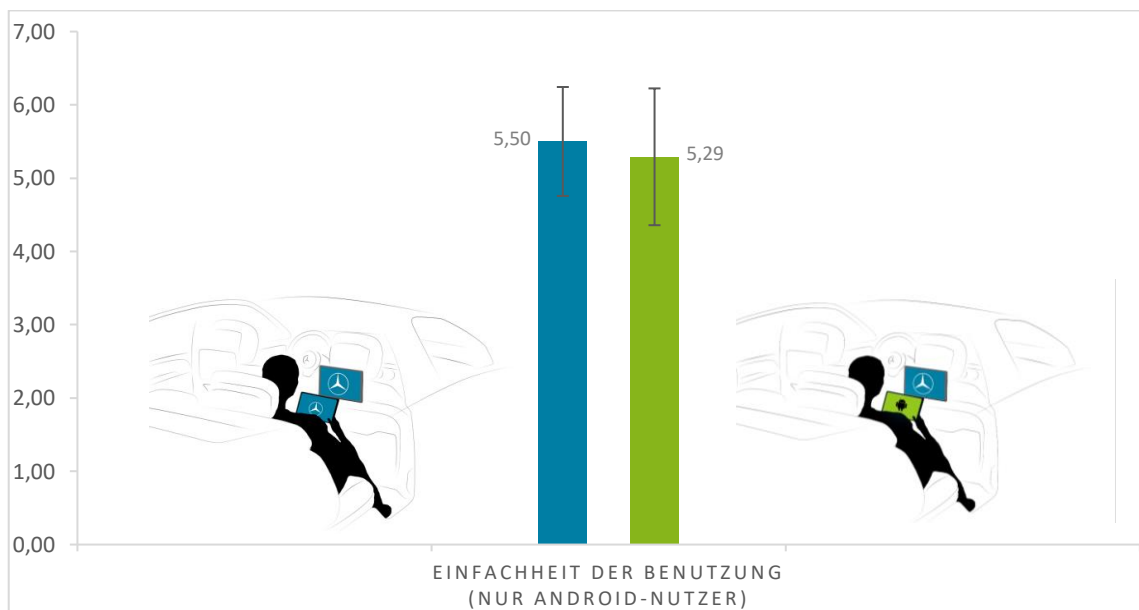


Diagramm 14 – Bewertung der Einfachheit der Benutzung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer

Test bei gepaarten Stichproben - iOS								
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Einfachheit der Benutzung für Prototyp 1* Einfachheit der Benutzung für Prototyp 2**	,52864	1,06008	,22601	,05862	,99865	2,339	21	,029

Tabelle 67 – Ergebnisse des t-Tests für die Einfachheit der Benutzung für die Gruppe der iOS-Nutzer

* Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX).

** Fond-Entertainment-System-Prototyp mit plattformspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + iOS-Anpassungen).

Test bei gepaarten Stichproben - Android								
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Einfachheit der Benutzung für Prototyp 1* Einfachheit der Benutzung für Prototyp 2**	,21000	1,10057	,34803	-,57730	,99730	,603	9	,561

Tabelle 68 – Ergebnisse des t-Tests für die Einfachheit der Benutzung für die Gruppe der Android-Nutzer

* Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX).

** Fond-Entertainment-System-Prototyp mit plattformspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Android-Anpassungen)

8.5.2.2 Einfachheit des Erlernens

Diagramm 15 und Diagramm 16 zeigen, dass in beiden Gruppen die Erlernbarkeit der produktspezifisch konsistenten Variante identisch bewertet wird. Der Fond-Entertainment-System-Prototyp mit Android-spezifischer Schnittstellengestaltung für das BYOD erreicht einen annähernd gleichen Wert. Der Prototyp einschließlich dem plattform-spezifischen iOS-Pendant erreicht im Vergleich den schlechtesten Wert. Jedoch erreichen alle Prototypen sehr gute Werte hinsichtlich der Erlernbarkeit ($>4,66$).

Wie Tabelle 69 und Tabelle 70 zeigen, werden die beiden Prototypen in beiden Gruppen nicht signifikant unterschiedlich bewertet. Zur Analyse des Unterschieds zwischen den beiden Skalen wurde für beide Gruppen jeweils ein t-Test für gepaarte Stichproben durchgeführt. Dieser muss angewendet werden, da jeder Proband zu verschiedenen Zeitpunkten sowohl zu Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 1 als auch zu Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 2 befragt wurde (Leonhart, 2010, S. 168) und weil intervallskalierte Merkmale (Rating-Scale) vorliegen (Leonhart, 2010, S. 174). Falls der kritische p-Wert (Signifikanzniveau von 0,05) dieses Tests nicht unterschritten wird, sollte immer von einem nicht signifikanten Ergebnis gesprochen werden (Leonhart, 2010, S. 176). Dies ist hier jeweils der Fall.

Für die Studie gelten die Bedingungen wie in Punkt 8.5.1.1 zusammengefasst.

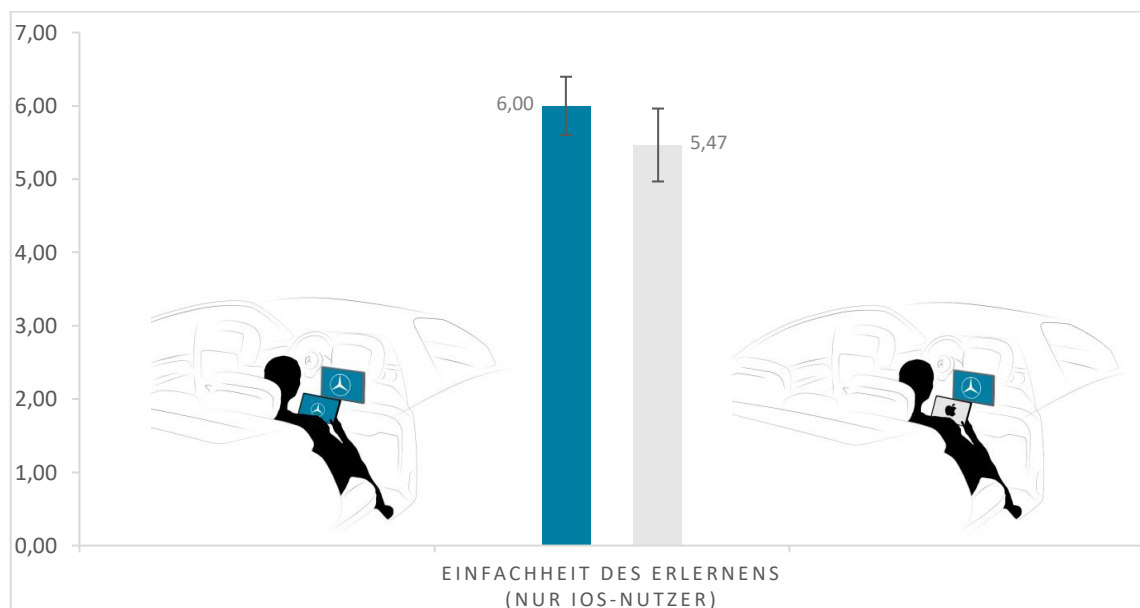


Diagramm 15 – Bewertung der Einfachheit des Erlernens der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer

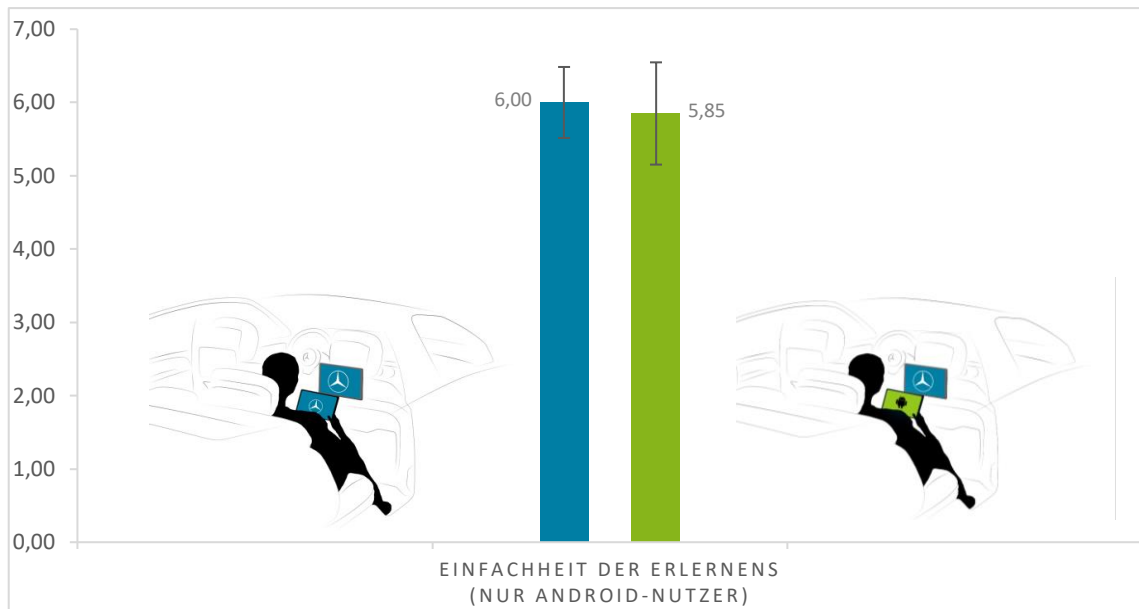


Diagramm 16 – Bewertung der Einfachheit des Erlernens der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer

Test bei gepaarten Stichproben - iOS								
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Einfachheit des Erlernens für Prototyp 1*	,53409	1,42322	,30343	-,09693	1,16511	1,760	21	,093
Einfachheit des Erlernens für Prototyp 2**								

Tabelle 69 – Ergebnisse des t-Tests für die Einfachheit des Erlernens für die Gruppe der iOS-Nutzer

* Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX).

** Fond-Entertainment-System-Prototyp mit plattformspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + iOS-Anpassungen).

Test bei gepaarten Stichproben - Android								
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Einfachheit des Erlernens für Prototyp 1*	,15000	1,25388	,39651	-,74697	1,04697	,378	9	,714
Einfachheit des Erlernens für Prototyp 2**								

Tabelle 70 – Ergebnisse des t-Tests für die Einfachheit des Erlernens für die Gruppe der Android-Nutzer

* Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)

** Fond-Entertainment-System-Prototyp mit plattformspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Android-Anpassungen)

8.6 Beantwortung der Forschungsfragen 4 a) – g)

Im Folgenden werden die Forschungsfragen anhand der vorangegangenen Ergebnisse beantwortet. Die übergeordnete Forschungsfrage 4 wird innerhalb der Zusammenfassung (siehe dazu Abschnitt 8.7) separat beantwortet.

8.6.1 Teilfrage 4 a) – Auswirkungen des Gestaltungsansatzes auf die UX

4. a): *Wie wirkt sich die möglichst maximal plattformspezifische/ guidelinekonforme Gestaltung der BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems auf dessen UX aus?*

Tabelle 65 und Tabelle 66 zeigen, dass eine maximal plattformspezifische/ guidelinekonforme Schnittstellengestaltung (ausgenommen graphisches Design) für die BYOD-Anwendung neutrale oder gute Ergebnisse hervorbringt. Dies gilt sowohl für die Android-spezifische als auch die iOS-spezifische Variante. Die starke Erhöhung der äußeren Konsistenz einzelner Geräte führt also nicht zu schlechten Ergebnissen per se. Vergleicht man diese Varianten jedoch mit dem produktspezifisch konsistenten Gestaltungsansatz so fällt auf, dass sich die plattformspezifischen Anpassungen vergleichsweise negativ auswirken. Im Folgenden wird der Vergleich innerhalb der jeweiligen Plattformgruppen (iOS und Android) erörtert, um analysieren zu können, wie sich die Anpassungen auf die MDCP UX auswirken. Ein Vergleich zwischen den Gruppen wird in Punkt 8.6.5 vorgenommen.

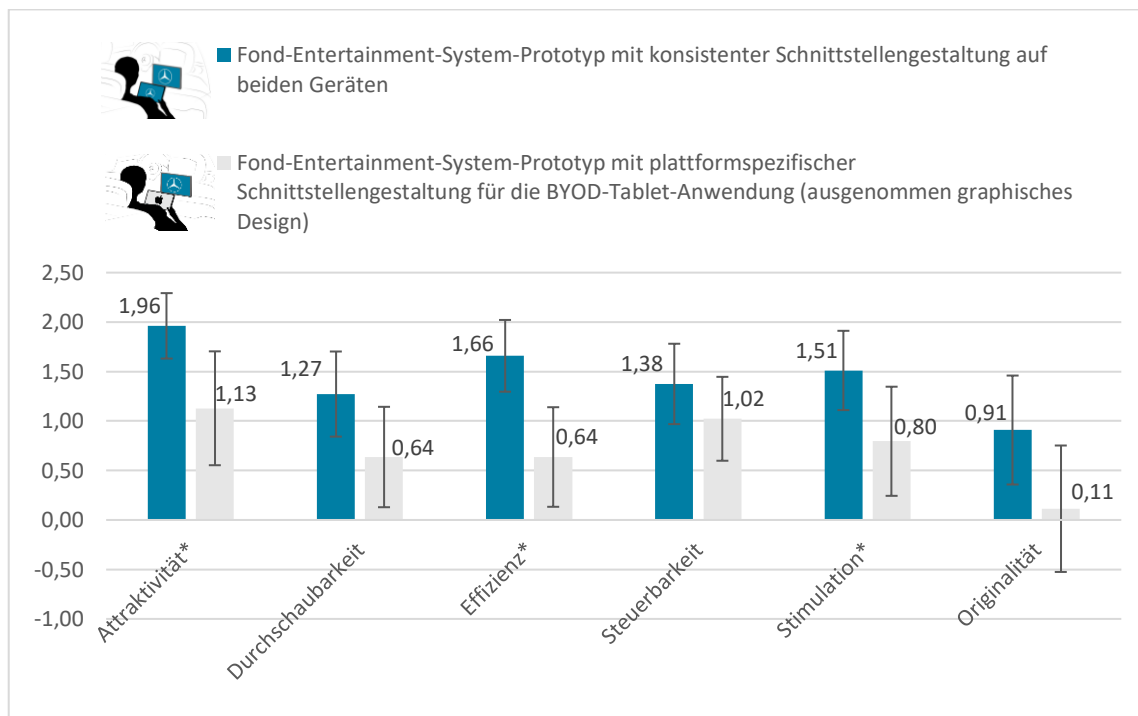


Diagramm 17 – UEQ-Bewertungsdiagramm. Vergleich zwischen produktspezifisch konsistentem und plattformspezifischem Prototyp. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant

Diagramm 17 fasst alle Ergebnisse der iOS-Gruppe zusammen. Die detaillierte Auswertung kann dem Punkt 8.5 entnommen werden. Wie Diagramm 17 zeigt, ist der Prototyp, der die plattform-spezifische BYOD-Schnittstellengestaltung (graue Balken) enthält, in der Gruppe der iOS-Nutzer hinsichtlich der Attraktivität ($p = 0,0192$), Effizienz ($p = 0,0025$) und Stimulation ($p = 0,046$) signifikant schlechter bewertet als die produktspezifisch konsistente Variante. Diese Ergebnisse werden durch das UEQ-Tool bereitgestellt, das je Dimension einen t-Test durchführt und dabei ein Signifikanzniveau von 0,05 ansetzt. In dieser Gruppe der Stichprobe wird eine innere Konsistenz in den genannten Dimensionen signifikant besser bewertet als eine hohe äußere Konsistenz.

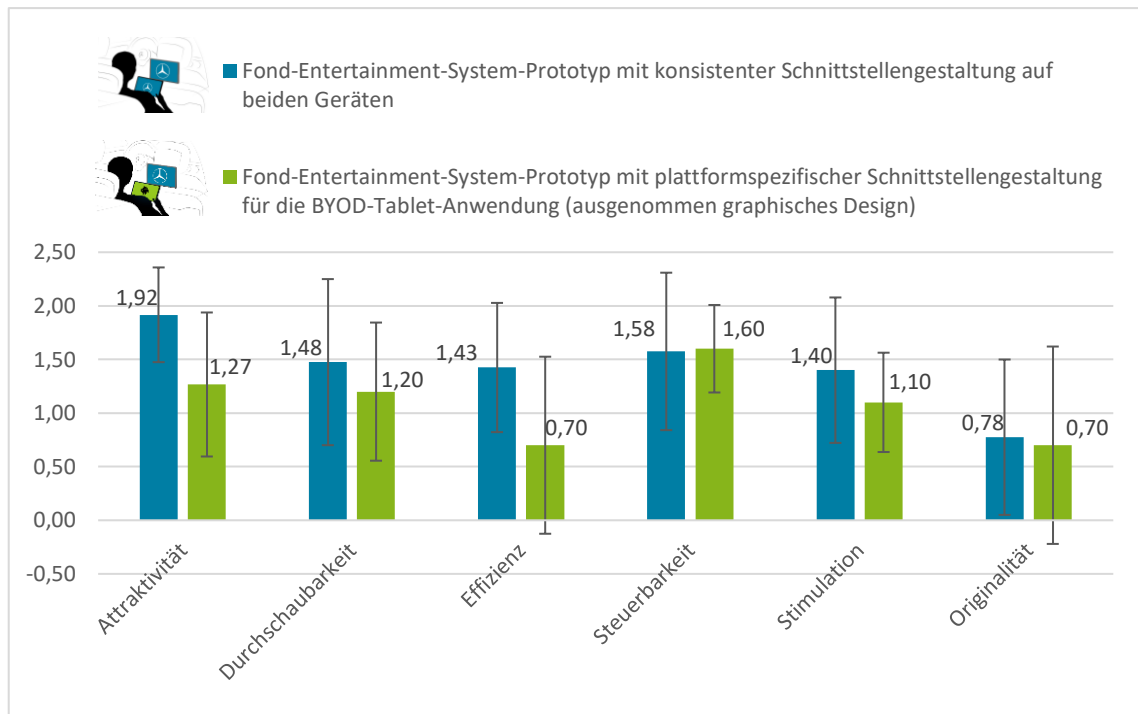


Diagramm 18 – UEQ-Bewertungsdiagramm. Vergleich zwischen produktspezifisch konsistentem und plattformspezifischem Prototyp. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede)

Analog zur iOS-Gruppe fasst Diagramm 18 die UEQ-Ergebnisse der beiden getesteten Prototypen für die Android-Gruppe zusammen. Die detaillierte Auswertung kann Punkt 8.5 entnommen werden. Lediglich innerhalb der Gruppe der Android-Nutzer kann der Prototyp, der plattformspezifische Anpassungen enthält, eine Verbesserung hinsichtlich der Steuerbarkeit erreichen. Diese ist aber nicht signifikant. Diese Ergebnisse werden durch das UEQ-Tool bereitgestellt, welches je Dimension einen t-Test durchführt und dabei ein Signifikanzniveau von 0,05 ansetzt. Ein Grund für die fehlende Signifikanz bei der Android-Gruppe ist die geringe Stichprobengröße. Diese und andere Einflüsse werden in der Methodenkritik zu dieser Studie näher erläutert.

Auch bei den erhobenen Usability-Metriken Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens werden keine Verbesserungen durch die plattformspezifischen Anpassungen erreicht (siehe Diagramm 19 und Diagramm 20). Zudem war in der Gruppe der iOS-Nutzer die Einfachheit der Benutzung der produktspezifisch konsistenten Variante signifikant ($p = 0,029$) besser. Folglich ist die innere Konsistenz auch hinsichtlich der erwähnten Usability-Dimension signifikant besser als die hohe äußere Konsistenz.

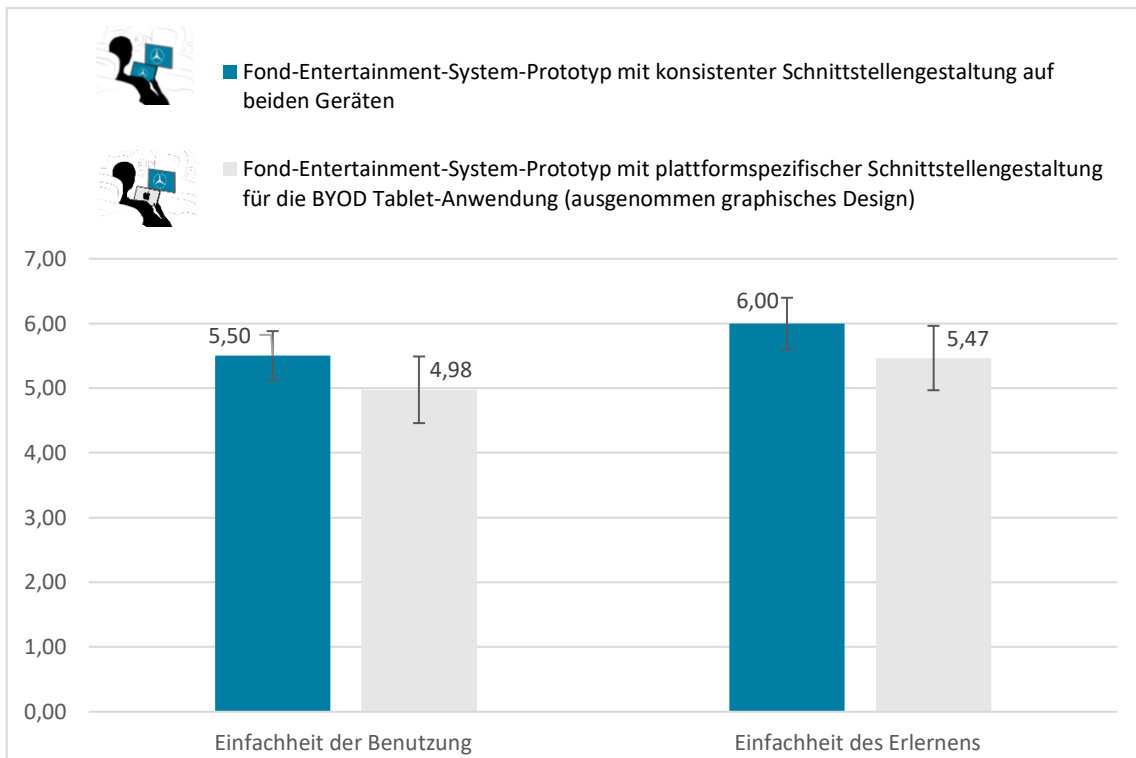


Diagramm 19 – Ergebnisse der Dimensionen Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens des USE-Fragebogens für die Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede)

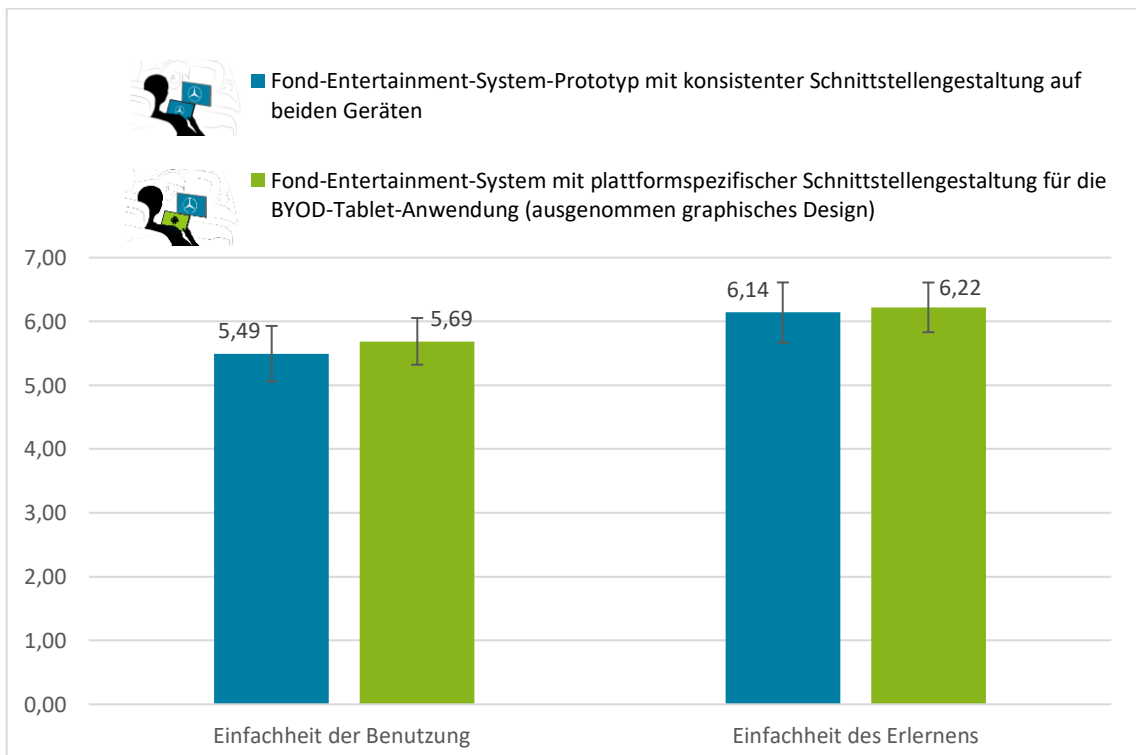


Diagramm 20 – Ergebnisse der Dimensionen Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens des USE-Fragebogens für die Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede)

Wie in Punkt 8.1 beschrieben, ist durch die plattformspezifischen Anpassungen eine (signifikante) Verbesserung bei den Dimensionen Effizienz, Durchschaubarkeit und Steuerbarkeit erhofft worden. Ebenso sollte durch die Anwendung der bereits etablierten plattformspezifischen Patterns die Einfachheit der Benutzung und des Erlernens des Systems verbessert werden. Durch diese Verbesserung wird erwartet, dass das System mit plattformspezifischen Anpassungen und hoher äußerer Konsistenz als insgesamt attraktiver seitens der Nutzer wahrgenommen wird. Die Ergebnisse zeigen, dass die beiden Fond-Entertainment-System-Prototypen, die die plattformspezifische BYOD-Schnittstellengestaltung beinhalten, diesen Mehrwert für diese Stichprobe nicht liefern. Dies bedeutet nicht, dass Anpassungen oder äußere Konsistenz generell nachteilig sind. Ganz explizit besagen diese Ergebnisse, dass innerhalb dieser Stichprobe mit dem gewählten Gestaltungsansatz mit hoher äußerer Konsistenz keine signifikante Verbesserung der pragmatischen Qualitäten nachweisbar ist.

Die Bewertung hinsichtlich der Originalität wurde erwartet. Durch das Anwenden von Standardpatterns der Plattformen geht, wie beschrieben, ein Teil der produktspezifischen Besonderheiten zwangsläufig verloren. Dies bestätigen die Ergebnisse. Insgesamt ist bei beiden Gruppen die Attraktivität bei den Prototypen geringer, die plattformspezifische Anpassungen enthalten. Innerhalb der Gruppe der iOS-Nutzer ist dieser Unterschied sogar signifikant. Dieses Ergebnis widerspricht den erhofften Verbesserungen durch hohe äußere Konsistenz der BYOD-Schnittstelle.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass keine signifikanten Verbesserungen durch maximale plattformspezifische Anpassungen einer Schnittstelle (ausgenommen graphisches Design) für das getestete MDCP-Ökosystem erreicht werden können. Mit dem hier verfolgten Gestaltungsansatz für die BYOD, der zu sehr unterschiedlichen Schnittstellen innerhalb des MDCP-Ökosystems führt, werden in der Stichprobe schlechtere Usability- und UX-Werte erzielt. Die Variante mit innerer Konsistenz hingegen ist bei verschiedenen Dimensionen in der iOS-Gruppe signifikant besser. Lediglich in der Android-Gruppe konnte sich der Prototyp mit plattformspezifischen Anpassungen hinsichtlich der Steuerbarkeit messbar, jedoch nicht signifikant gegen die produktspezifisch konsistente Variante durchsetzen.

8.6.2 Teilfrage 4 b) – MDCP-Favoritenauswahl

4. b): Welche Gestaltung der BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems wird von den Nutzern bevorzugt?

Tabelle 71 zeigt die Verteilung hinsichtlich des favorisierten Prototyps innerhalb beider Gruppen. Sowohl in der Gruppe der iOS-Nutzer als auch in der Gruppe der Android-Nutzer wird jeweils das System mit produktspezifisch konsistenter Gestaltung auf allen Geräten bevorzugt. Ein durchgeführter Chi-Quadrat-Test zeigt zudem, dass kein Zusammenhang zwischen Plattform und Favoritenauswahl besteht (vgl. Tabelle 72). Um den Zusammenhang von Nutzergruppenzugehörigkeit und der MDCP-Favoritenauswahl zu evaluieren, muss ein Chi-Quadrat-Tests nach Pearson durchgeführt werden. Dabei werden beobachtete mit zu erwartenden Häufigkeiten verglichen (Budischewski & Kriens, 2015, S. 85). Laut (Heimsch et al., 2018, S. 123) ist das Prinzip dieses Tests, dass die Werte der zu überprüfenden Variablen in Klassen eingeteilt und dann die beobachteten Klassenhäufigkeiten mit den unter Normalverteilung zu erwartenden verglichen werden. Meist wird ein Vier-Felder-Chi-Quadrat-Test durchgeführt, jedoch kann dieser Test auch bei mehr als nur zweifach gestuften Merkmalen verwendet werden (Leonhart, 2010, S. 153). Zunächst wird beim Chi-Quadrat-Test eine Häufigkeitsauszählung über die Merkmalskombinationen vorgenommen (Leonhart, 2010, S. 154). Im vorliegenden Fall findet also die Häufigkeitsauszählung für die Merkmalskombinationen aus Nutzergruppenzugehörigkeit und Favoritenauswahl statt. Zur Darstellung wird eine Kreuztabelle verwendet (Tabelle 71). Im Anschluss wird mit dem Chi-Quadrat-Test geklärt, ob diese Werte den zu erwartenden Werten entsprechen (Leonhart, 2010, S. 154). Für den p-Wert dieses Tests wird ein Signifikanzniveau von 0,05 gewählt.

Mit dem gewählten Schnittstellengestaltungsansatz favorisiert also die Mehrheit der Probanden eine produktspezifisch konsistente Gestaltung aller Schnittstellen, unabhängig von der Gruppe.

Kreuztabelle				
		F1 (MDCP-Favorit)		Gesamt
		M+A*	M+M**	
Android-Nutzer	Anzahl	2	8	10
	%	20,0%	80,0%	100,0%
iOS-Nutzer	Anzahl	7	15	22
	%	31,8%	68,2%	100,0%
Gesamt	Anzahl	9	23	32
	%	28,1%	71,9%	100,0%

Tabelle 71 – MDCP-Favoritenauswahl nach Gruppen

* Fond-Entertainment-System mit plattformspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Anpassungen); in der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit Android-spezifischen Anpassungen; in der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit iOS-spezifischen Anpassungen.

** Fond-Entertainment-System mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX).

Chi-Quadrat-Tests					
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,475	1	,491		
Kontinuitätskorrektur	,070	1	,791		
Zusammenhang linear mit-linear	,460	1	,498		
Anzahl der gültigen Fälle	32				

Tabelle 72 – Chi-Quadrat-Test. Zusammenhang zwischen Plattformzugehörigkeit und Auswahl des MDCP-Favoriten

8.6.3 Teilfrage 4 c) – UX und Favoriten

4 c): Gibt es Überschneidungen zwischen den erhobenen Usability- und UX-Ergebnissen und der favorisierten Gestaltung der BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems?

Diese Frage kann aus zwei Perspektiven beantwortet werden:

- Erhält der ausgewählte MDCP-Favorit tatsächlich die besseren Usability- und UX-Bewertungen gegenüber dem nicht ausgewählten Pendant?

- Kann man anhand der Analyse der erhobenen Usability- und UX-Ergebnisse abschätzen, welche Favoritenauswahl getroffen wird?

Um die erste Fragestellung zu beantworten, werden die Ergebnisse anhand der Auswahl des MDCP-Favoriten aufgeteilt. Diejenigen, die sich bei der Frage nach dem MDCP-Favoriten für den produktspezifisch konsistenten Gestaltungsansatz entscheiden, bewerten alle UX-Faktoren und die Einfachheit der Benutzung und des Erlernens für diese Variante besser (vgl. Abbildung 59). Zudem zeigt Tabelle 73, dass in dieser Gruppe alle gemessenen Faktoren, außer die Steuerbarkeit beim produktspezifisch konsistenten Prototyp, der als Favorit gewählt wird, signifikant besser bewertet sind. Auch die Steuerbarkeit liegt nur 0,01 über der Signifikanzgrenze. Insgesamt geben also in dieser Gruppe, die Favoritenauswahl und die gemessenen Usability- und UX-Faktoren ein stimmiges Bild ab. Zur Analyse des Unterschieds zwischen den beiden Gruppen wurde ein t-Test für gepaarte Stichproben durchgeführt. Dieser muss angewendet werden, da jeder Proband zu verschiedenen Zeitpunkten sowohl zu Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 1 als auch zu Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 2 befragt wurde (Leonhart, 2010, S. 168) und weil intervallskalierte Merkmale (Rating-Scale) vorliegen (Leonhart, 2010, S. 174). Falls der kritische p-Wert (Signifikanzniveau von 0,05) dieses Tests nicht unterschritten wird, sollte immer von einem nicht signifikanten Ergebnis gesprochen werden (Leonhart, 2010, S. 176).

Ein leicht abweichendes Bild ergibt sich bei denjenigen, die den Prototyp mit plattformspezifischen Anpassungen als Favoriten auswählen. Bis auf Effizienz und Attraktivität ist die Variante mit Anpassungen besser bewertet (Abbildung 60). Obwohl also die Attraktivität und die Effizienz innerhalb dieser Gruppe nicht besser bewertet werden, wird trotzdem der Prototyp mit plattformspezifischen Anpassungen favorisiert (vgl. Abbildung 60). Zudem ist in dieser Gruppe kein Ergebnis signifikant (Tabelle kann dem digitalen Angang entnommen werden). Auch hier wurde der oben erwähnte t-Test für gepaarte Stichproben angewendet.

				
 Probanden aus beiden Nutzer-Gruppen, die sich beim MDCP-Favoriten für die produktspezifisch konsistente Variante entscheiden	Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten		Fond-Entertainment-System-Prototyp mit plattformsspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung	
	Attraktivität*	>	Attraktivität	
	Durchschaubarkeit*	>	Durchschaubarkeit	
	Effizienz*	>	Effizienz	
	Steuerbarkeit	>	Steuerbarkeit	
	Stimulation*	>	Stimulation	
	Originalität*	>	Originalität	
	Einfachheit der Benutzung*	>	Einfachheit der Benutzung	
	Einfachheit des Erlernens*	>	Einfachheit des Erlernens	

Abbildung 59 – Visualisierung der Ergebnisse der UEQ-Dimensionen und der Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens, wenn die konsistente Variante als MDCP-Favorit gewählt wird. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant

Test bei gepaarten Stichproben								
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Prototyp_1_Attraktivität – Prototyp_2_Attraktivität	1,05000	1,03515	,21584	,60237	1,49763	4,865	22	,000
Prototyp_1_Durchschaubarkeit – Prototyp_2_Durchschaubarkeit	,80435	1,48086	,30878	,16398	1,44472	2,605	22	,016
Prototyp_1_Effizienz – Prototyp_2_Effizienz	1,23913	1,08313	,22585	,77075	1,70751	5,487	22	,000
Prototyp_1_Steuerbarkeit – Prototyp_2_Steuerbarkeit	,50000	1,16043	,24197	-,00181	1,00181	2,066	22	,051
Prototyp_1_Stimulation – Prototyp_2_Stimulation	,84783	,95268	,19865	,43585	1,25980	4,268	22	,000

Prototyp_1_Originalität – Prototyp_2_Originalität	,91304	1,19566	,24931	,39600	1,43008	3,662	22	,001
Prototyp_1_Einfach- heit_der_Benutzung Prototyp_2_Einfachheit_des_ Benutzung	,68043	,99381	,20722	,25068	1,11019	3,284	22	,003
Prototyp_1_Einfach- heit_der_Erlernens Prototyp_2_Einfachheit_des_ Erlernens	,69565	1,18695	,24750	,18238	1,20893	2,811	22	,010

Tabelle 73 – t-Test zum Vergleich der Bewertungen der gemessenen Faktoren der Prototypen für die Gruppe, die die produktspezifisch konsistente Gestaltung favorisiert

	 Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten		 Fond-Entertainment-System-Prototyp mit plattformspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung
 Probanden aus beiden Nutzer-Gruppen, die sich beim MDCP-Favoriten für die Variante mit plattform-spezifischer BYOD-Schnittstelle entscheiden	Attraktivität	>	Attraktivität
	Durchschaubarkeit	<	Durchschaubarkeit
	Effizienz	>	Effizienz
	Steuerbarkeit	<	Steuerbarkeit
	Stimulation	<	Stimulation
	Originalität	<	Originalität
	Einfachheit der Benutzung	<	Einfachheit der Benutzung
	Einfachheit des Erlernens	<	Einfachheit des Erlernens

Abbildung 60 - Visualisierung der Ergebnisse der UEQ-Dimensionen und der Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens, wenn die Variante mit Anpassungen als MDCP-Favorit gewählt wird. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant. (hier: keine signifikanten Unterschiede)

Zur Beantwortung der zweiten Fragestellung werden die Ergebnisse anhand der Gruppen betrachtet. Wie in Tabelle 71 gezeigt, gibt es in der Android-Gruppe und der iOS-Gruppe hinsichtlich der MDCP-Favoritenauswahl eine klare Präferenz für die produktspezifisch konsistente Variante, unabhängig von der Plattform. Lässt sich diese klare

Präferenz auch anhand der UEQ- und der beiden USE-Metriken ablesen? Dazu können Diagramm 17, Diagramm 18, Diagramm 19 und Diagramm 20 herangezogen werden.

Für die iOS-Gruppe lässt sich feststellen, dass bei jeder gemessenen UX- und Usability-Metrik die produktspezifisch konsistente Variante besser abschneidet (vgl. Diagramm 17 und Diagramm 19). Hinsichtlich Attraktivität, Effizienz, Stimulation und der Einfachheit der Benutzung sind die Unterschiede sogar signifikant. Hier kann also durchaus durch die bloße Analyse der Usability- und UX-Ergebnisse abgeschätzt werden, dass die Favoritenauswahl deutlich zugunsten der produktspezifisch konsistenten Variante ausfallen wird.

Für die Android-Nutzer fällt diese Abschätzung über die erhobenen UX- und Usability-Kriterien schwerer. Bis auf Steuerbarkeit erzielt zwar auch hier die produktspezifisch konsistente Variante im direkten Vergleich eine bessere Bewertung, jedoch sind die Ergebnisse nicht signifikant (vgl. Diagramm 18 und Diagramm 20). Obwohl die produktspezifisch konsistente Variante in keiner Kategorie signifikant besser und hinsichtlich der Steuerbarkeit tendenziell schlechter ist, ist das Ergebnis hinsichtlich der Favoritenfrage hier (80% wählen die produktspezifisch konsistente Variante) noch eindeutiger als in der iOS-Gruppe. Dies liegt entweder an der geringen Anzahl an Android-Probanden oder daran, dass andere Kriterien bei der Auswahl des MDCP-Favoriten zusätzlich einen Einfluss auf die Entscheidung haben.

8.6.4 Teilfrage 4 d) – Unterschiede Single-Device-Favoritenauswahl und MDCP-Favoritenauswahl

4. d): Gibt es einen Unterschied zwischen der favorisierten MDCP-Schnittstellengestaltung und der favorisierten Single-Device-Schnittstellengestaltung?

Um diese Frage zu beantworten, wird eine Kreuztabelle für die Auswahl des MDCP-Favoriten und des Single-Device-Favoriten (kurz SD-Favorit) herangezogen. Bei der Auswahl des MDCP-Favoriten wählen die Nutzer die favorisierte Schnittstellengestaltung unter Berücksichtigung beider Geräte des Fond-Entertainment-System-Prototyps. Bei der SD-Favoritenauswahl wird nur die favorisierte BYOD-Tablet-App-Schnittstellengestaltung ausgewählt. Diejenigen, die sich beim MDCP-Favoriten für plattformspezifische Anpassungen entscheiden, favorisieren auch mehrheitlich die plattformspezifi-

sche Variante im SD-Kontext. Diejenigen, die sich beim MDCP-Favoriten für die produktspezifisch konsistente Variante entscheiden, bleiben zu über 90% bei dieser Entscheidung.

Um den Zusammenhang von MDCP-Favoritenauswahl und SD-Favoritenauswahl statistisch zu evaluieren, muss ein Chi-Quadrat-Test nach Pearson durchgeführt werden. Dabei werden beobachtete mit zu erwartenden Häufigkeiten verglichen (Budischewski & Kriens, 2015, S. 85). Laut Heimsch et al. (2018, S. 123) ist das Prinzip dieses Tests, dass die Werte der zu überprüfenden Variablen in Klassen eingeteilt und dann die beobachteten Klassenhäufigkeiten mit den unter Normalverteilung zu erwartenden verglichen werden. Meist wird ein Vier-Felder-Chi-Quadrat-Test durchgeführt, jedoch kann dieser Test auch bei mehr als nur zweifach gestuften Merkmalen verwendet werden (Leonhart, 2010, S. 153). Zunächst wird beim Chi-Quadrat-Test eine Häufigkeitsauszählung über die Merkmalskombinationen vorgenommen (Leonhart, 2010, S. 154). Im vorliegenden Fall findet also die Häufigkeitsauszählung für die Merkmalskombinationen aus MDCP-Favoritenauswahl und SD-Favoritenauswahl statt. Zur Darstellung wird eine Kreuztabelle verwendet (Tabelle 74). Im Anschluss wird mit dem Chi-Quadrat-Test geklärt, ob diese Werte den zu erwartenden Werten entsprechen (Leonhart, 2010, S. 154). Für den p-Wert dieses Tests wird ein Signifikanzniveau von 0,05 gewählt. Für nominalskalierte Variablen kann zusätzlich noch ein Kontingenzkoeffizient angegeben werden, der sich als Zusammenhangsmaß zwischen den Variablen beschreiben lässt (Heimsch et al., 2018, S. 205). Da es sich um eine Vierfeldertafel handelt, wird der phi-Koeffizient analysiert (Heimsch et al., 2018, S. 206). Der Wert von phi liegt zwischen 0 und 1, wobei gilt, je näher der phi-Wert bei 0 liegt, desto schwächer ist der Effekt (Budischewski & Kriens, 2015, S. 81; vgl. Heimsch et al., 2018, S. 206). Tabelle 75 und Tabelle 76 zeigen, dass diese Ergebnisse signifikant sind ($p < 0,05$) und einen hohen Zusammenhang aufweisen ($\phi > 0,6$). Daraus lässt sich ableiten, dass die Probanden der Stichprobe eine generelle Präferenz gegenüber produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung oder plattformspezifischen Anpassungen für einzelne Schnittstellen haben.

		SD-Favorit		Gesamt	
		A***	M****		
MDCP-Favorit	M+A*	Anzahl	6	3	9
		%	66,7%	33,3%	100,0%
	M+M**	Anzahl	2	21	23
		%	8,7%	91,3%	100,0%
Gesamt		Anzahl	8	24	32
		%	25,0%	75,0%	100,0%

Tabelle 74 – Kreuztabelle MDCP- Favoritenauswahl und SD-Favoritenauswahl anhand der Gruppen

* Fond-Entertainment-System mit plattformspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + plattformspezifische Anpassungen); in der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit Android-spezifischen Anpassungen; in der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit iOS-spezifischen Anpassungen.

** Fond-Entertainment-System mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX).

*** Tablet-App mit plattformspezifischen Anpassungen. In der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit Android-spezifischen Anpassungen; in der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit iOS-spezifischen Anpassungen;

**** Tablet-App ohne Anpassungen. M steht für die produktspezifische Schnittstellengestaltung MBUX.

Chi-Quadrat-Tests					
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	11,594	1	,001		
Anzahl der gültigen Fälle	32				

Tabelle 75 – Chi-Quadrat für MDCP-Favoritenauswahl und SD-Favoritenauswahl

Symmetrische Maße			
		Wert	Näherungsweise Signifi- kanz
Nominal- bzgl. Nominalmaß	Phi	,602	,001
	Cramer-V	,602	,001
Anzahl der gültigen Fälle		32	

Tabelle 76 – Stärke des Zusammenhangs zwischen MDCP-Favoritenauswahl und SD-Favoritenauswahl

Zusammenfassend kann man also feststellen, dass in dieser Stichprobe unter dem gewählten Gestaltungsansatz die jeweilige Auswahl unabhängig vom konkreten Szenario (MDCP oder SD) getroffen wird. Es gibt eher eine generelle Präferenz der Probanden.

8.6.5 Teilfrage 4 e) – Unterschiede zwischen den Nutzergruppen

4.e) e. *Gibt es hinsichtlich der Bewertung signifikante Unterschiede zwischen iOS-Nutzern und Android-Nutzern?*

Dazu werden die Daten nach den Nutzergruppen iOS und Android aufgeteilt und die Unterschiede mit SPSS berechnet. Zur Auswahl der richtigen statistischen Methode muss zunächst geklärt werden, ob die Nutzergruppen unabhängige oder abhängige Stichproben sind. Bei den Nutzergruppen handelt es sich um unabhängige Stichproben, da die Probanden entweder iOS- oder Android-Nutzer sind (Budischewski & Kriens, 2015, S. 89). Zur Überprüfung des Zusammenhangs zwischen der Nutzergruppenzugehörigkeit und der jeweiligen Item-Bewertung (intervallskaliert) kann daher der t-Test für unabhängige Stichproben angewendet werden. Damit kann festgestellt werden, ob sich die Gruppenmittelwerte signifikant voneinander unterscheiden (Budischewski & Kriens, 2015, S. 89). Liefert das Ergebnis des t-Tests bei einem 95%-Konfidenzintervall einen p-Wert, der kleiner als 0,05 ist, handelt es sich um ein signifikantes Ergebnis. Hinsichtlich der erhobenen Usability- und UX-Faktoren sind keine signifikanten Unterschiede in der Bewertung nach Gruppen festzustellen. Alle ermittelten Werte liegen oberhalb der Signifikanzgrenze von 0,05 (siehe digitaler Anhang zur Studie 4).

Hinsichtlich der Favoriten kann ebenfalls keine signifikant unterschiedliche Auswahl gemessen werden. Wie in Abschnitt 8.6.2 gezeigt, gilt dies auch für die MDCP-Favoritenauswahl. und Tabelle 78 zeigt, dass auch zwischen der Auswahl des SD-Favoriten und der Plattform kein signifikanter Zusammenhang besteht. Um den Zusammenhang von Nutzergruppenzugehörigkeit und der SD-Favoritenauswahl zu evaluieren, muss

ein Chi-Quadrat-Test nach Pearson durchgeführt werden. Dabei werden beobachtete mit zu erwartenden Häufigkeiten verglichen (Budischewski & Kriens, 2015, S. 85). Laut Heimsch et al. (2018, S. 123) ist das Prinzip dieses Tests, dass die Werte der zu überprüfenden Variablen in Klassen eingeteilt und dann die beobachteten Klassenhäufigkeiten mit den unter Normalverteilung zu erwartenden verglichen werden. Meist wird ein Vier-Felder-Chi-Quadrat-Test durchgeführt, jedoch kann dieser Test auch bei mehr als nur zweifach gestuften Merkmalen verwendet werden (Leonhart, 2010, S. 153). Zunächst wird beim Chi-Quadrat-Test eine Häufigkeitsauszählung über die Merkmalskombinationen vorgenommen (Leonhart, 2010, S. 154). Im vorliegenden Fall findet also die Häufigkeitsauszählung für die Merkmalskombinationen aus Nutzergruppenzugehörigkeit und SD-Favoritenauswahl statt. Zur Darstellung wird eine Kreuztabelle verwendet (siehe Tabelle 77). Im Anschluss wird mit dem Chi-Quadrat-Test geklärt, ob diese Werte den zu erwartenden Werten entsprechen (Leonhart, 2010, S. 154). Für den entsprechenden p-Wert dieses Tests wird ein Signifikanzniveau von 0,05 gewählt.

Kreuztabelle				
		SD-Favorit		Gesamt
		A*	M**	
Android-Nutzer	Anzahl	1	9	10
	%	10,0%	90,0%	100,0%
iOS-Nutzer	Anzahl	7	15	22
	%	31,8%	68,2%	100,0%
Gesamt	Anzahl	8	24	32
	%	25,0%	75,0%	100,0%

Tabelle 77 – SD-Favoritenauswahl nach Gruppen

* Tablet-App mit plattformspezifischen Anpassungen. In der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit Android-spezifischen Anpassungen; in der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit iOS-spezifischen Anpassungen.

** Tablet-App ohne Anpassungen. M steht für die produktspezifische Schnittstellengestaltung MBUX.

Chi-Quadrat-Tests					
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	1,745	1	,186		
Anzahl der gültigen Fälle	32				

Tabelle 78 – Chi-Quadrat-Test Zusammenhang zwischen Plattformzugehörigkeit und Auswahl des SD-Favoriten

8.6.6 Teilfrage 4 f) – Einflussfaktoren

4.f) Welche Faktoren könnten die Ergebnisse beeinflusst haben?

Da die Probanden Mitarbeiter der Mercedes-Benz AG sind, ist eine gewisse Beeinflussung der Ergebnisse nicht auszuschließen. Tendenziell ist zu vermuten, dass Mitarbeiter die eigenen Systeme und die damit verbundenen und ihnen bekannten Schnittstellen besser bewerten. Im Vorfeld wurden jedoch keine Hinweise darauf gegeben, welches eigentliche Ziel – die Evaluation von plattformspezifischen Anpassungen – mit dieser Studie verfolgt wird. Zu Beginn der Studie füllte jeder Proband einen Fragebogen mit demographischen Daten aus. Diese Daten werden genutzt, um herauszufinden, welche Einflüsse es auf die Ergebnisse gibt oder ob sich gewisse Zusammenhänge nachweisen lassen. Im Rahmen dieser Arbeit werden die folgenden Aspekte näher untersucht:

- MB-Fahrer: Gibt es Unterschiede zwischen Probanden, die Mercedes-Benz-Fahrer sind und solchen, die es nicht sind?
- MB-Fan: Gibt es Unterschiede zwischen Probanden, die sich als Mercedes-Benz-Fan bezeichnen und solchen, die dies nicht tun?
- MBUX-Nutzungshäufigkeit: Hat die Häufigkeit der Benutzung von MBUX einen signifikanten Einfluss auf die erhobenen Daten?
- MBUX-Experte: Hat der Grad der Erfahrung der Probanden mit MBUX einen Einfluss auf die erhobenen Daten?

Wichtig zu erwähnen ist, dass alle Angaben von den Probanden selbst gemacht wurden. Besonders interessant aus Sicht der übergeordneten Fragestellung hinsichtlich innerer und äußerer Konsistenz der BYOD-Schnittstelle in MDCP-Ökosystemen ist der Zusammenhang zur MDCP-Favoritenauswahl.

8.6.6.1 MDCP-Favorit

Für die Gruppen MB-Fahrer und MB-Fans wird jeweils eine Kreuztabelle erstellt und jeweils mittels eines Chi-Quadrat-Tests getestet, ob ein signifikanter Zusammenhang mit der Auswahl des Favoriten besteht.

Um den signifikanten Zusammenhang von MDCP-Favoritenauswahl und MB-Fahrer beziehungsweise MB-Fans zu evaluieren, muss jeweils ein Chi-Quadrat-Test nach Pearson durchgeführt werden. Dabei werden beobachtete mit zu erwartenden Häufigkeiten verglichen (Budischewski & Kriens, 2015, S. 85). Laut Heimsch et al. (2018, S. 123) ist das Prinzip dieses Tests, dass die Werte der zu überprüfenden Variablen in Klassen eingeteilt und dann die beobachteten Klassenhäufigkeiten mit den unter Normalverteilung zu erwartenden verglichen werden. Meist wird ein Vier-Felder-Chi-Quadrat-Test durchgeführt, jedoch kann dieser Test auch bei mehr als nur zweifach gestuften Merkmalen verwendet werden (Leonhart, 2010, S. 153). Zunächst wird beim Chi-Quadrat-Test eine Häufigkeitsauszählung über die Merkmalskombinationen vorgenommen (Leonhart, 2010, S. 154). Im vorliegenden Fall findet also die Häufigkeitsauszählung für die Merkmalskombinationen aus MDCP-Favoritenauswahl und MB-Fahrer beziehungsweise MB-Fans statt. Zur Darstellung werden zwei Kreuztabellen verwendet (Tabelle 79 und Tabelle 82). Im Anschluss wird jeweils mit dem Chi-Quadrat-Test geklärt, ob diese Werte den zu erwartenden Werten entsprechen (Leonhart, 2010, S. 154). Für den entsprechenden p-Wert dieses Tests wird ein Signifikanzniveau von 0,05 gewählt. Die Ergebnisse der Chi-Quadrat-Tests können Tabelle 80 und Tabelle 83 entnommen werden. Es zeigt sich, dass sich die MDCP-Favoritenauswahl derjenigen, die MB-Fahrer sind, nicht unterscheidet von der MDCP-Favoritenauswahl derjenigen, die keine MB-Fahrer sind. Unabhängig davon, ob die Probanden Fahrer eines Mercedes-Benz sind oder nicht, wählten sie mehrheitlich den Prototypen mit produktspezifisch konsistenter BYOD-Schnittstellengestaltung (innere Konsistenz) als Favorit. Gleiches gilt für diejenigen, die sich als MB-Fans bezeichnen und für diejenigen, die dies nicht tun. Unabhängig davon, ob die Probanden sich selbst als Fan bezeichnen oder nicht, wird mehrheitlich der Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung (innere Konsistenz) als MDCP-Favorit gewählt. Auch hier besteht kein signifikanter Zusammenhang zwischen Gruppenzugehörigkeit und MDCP-Favoritenauswahl. Je-

doch ist erkennbar, dass gerade diejenigen, die sich als Fan bezeichnen, zu 90% die produktspezifisch konsistente Variante wählen. Es ist durchaus vorstellbar, dass bei einer größeren Stichprobe ein signifikanter Zusammenhang erkennbar wäre. Dies ist aber in dieser Stichprobe nicht der Fall

Für nominalskalierte Variablen kann zusätzlich noch ein Kontingenzkoeffizient angegeben werden, der sich als Zusammenhangsmaß zwischen den Variablen beschreiben lässt (Heimsch et al., 2018, S. 205). Da es sich um eine Vierfeldertafel handelt, wird der phi-Koeffizient als Kontingenzkoeffizient analysiert (Heimsch et al., 2018, S. 206). Der Wert von phi liegt zwischen 0 und 1, wobei gilt, je näher der phi-Wert bei 0 liegt, desto schwächer ist der Effekt (Budischewski & Kriens, 2015, S. 81; vgl. Heimsch et al., 2018, S. 206). Die Werte der phi-Koeffizienten können Tabelle 81 und Tabelle 84 entnommen werden. Diese sind jedoch unerheblich, da die Effekte nicht signifikant sind.

Kreuztabelle					
			MDCP-Favorit		Gesamt
			M+A*	M+M*	
Mercedes-Benz-Fahrer	Ja	Anzahl	6	14	20
		%	30,0%	70,0%	100,0%
	Nein	Anzahl	3	9	12
		%	25,0%	75,0%	100,0%
Gesamt		Anzahl	9	23	32
		%	28,1%	71,9%	100,0%

Tabelle 79 – Kreuztabelle MB-Fahrer und MDCP-Favoritenauswahl

* Fond-Entertainment-System mit plattformspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Anpassungen); in der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit Android-spezifischen Anpassungen; in der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit iOS-spezifischen Anpassungen.

** Fond-Entertainment-System mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX).

Chi-Quadrat-Test					
cale	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,093	1	,761		

Tabelle 80 – Chi-Quadrattest für MB-Fahrer und MDCP-Favoritenauswahl

Symmetrische Maße			
		Wert	Näherungsweise Signifikanz
Nominal- bzgl. Nominalmaß	Phi	,054	,761
	Cramer-V	,054	,761
Anzahl der gültigen Fälle		32	

Tabelle 81 – Phi-Koeffizient für MB-Fahrer und MDCP-Favoritenauswahl

Kreuztabelle					
			MDCP-Favorit		Gesamt
			M+A*	M+M**	
Mercedes-Benz-Fan	Ja	Anzahl	1	9	10
		%	10,0%	90,0%	100,0%
	Nein	Anzahl	8	14	22
		%	36,4%	63,6%	100,0%
Gesamt		Anzahl	9	23	32
		%	28,1%	71,9%	100,0%

Tabelle 82 – Kreuztabelle für MB-Fan und MDCP-Favoritenauswahl

* Fond-Entertainment-System mit plattformspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Anpassungen); in der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit Android-spezifischen Anpassungen; in der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit iOS-spezifischen Anpassungen.

** Fond-Entertainment-System mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX).

Chi-Quadrat-Test					
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	2,364	1	,124		

Tabelle 83 – Chi-Quadrat-Test für MB-Fan und MDCP-Favoritenauswahl

Symmetrische Maße			
		Wert	Näherungsweise Signifikanz
Nominal- bzgl. Nominalmaß	Phi	-,272	,124
	Cramer-V	,272	,124
Anzahl der gültigen Fälle		32	

Tabelle 84 – Phi-Koeffizient für MB-Fan und MDCP-Favoritenauswahl

Um herauszufinden, wie die Nutzungshäufigkeit beziehungsweise die Expertise der Probanden mit der MDCP-Favoritenauswahl zusammenhängt, wird jeweils ein t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Damit kann festgestellt werden, ob sich die Mittelwerte der Gruppen signifikant voneinander unterscheiden (Budischewski & Kriens, 2015, S. 89). Die Gruppierungsvariable ist hier die MDCP-Favoritenauswahl (Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 1 oder Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 2). Liefert das Ergebnis des t-Tests bei einem 95%-Konfidenzintervall einen p-Wert, der kleiner als 0,05 ist, handelt es sich um ein signifikantes Ergebnis. Zusätzlich wird beim t-Test noch ein Levene-Test durchgeführt mit dessen Ergebnis überprüft werden kann, ob die Varianzen in beiden Stichproben gleich sind oder nicht (Leonhart, 2010, S. 150). Ist dieser Test signifikant ($p < 0,05$), so kann nicht von Varianzhomogenität ausgegangen werden (Leonhart, 2010, S. 150). In diesem Fall sind die Varianzen folglich nicht gleich und es muss jeweils der untere Wert für den t-Test (heterogene Varianzen) aus der Ergebnistabelle abgelesen werden. Sind die Varianzen gleich (Levene-Test ist nicht signifikant) muss der obere Wert aus der Ergebnistabelle abgelesen werden (Leonhart, 2010, S. 150). Aus Tabelle 85 und Tabelle 86 kann entnommen werden, dass in dieser Stichprobe mit $p = 0,523$ für die MBUX-Nutzungshäufigkeit und mit $p = 0,679$ für die MBUX-Expertise kein signifikanter Zusammenhang zur MDCP-Favoritenauswahl vorhanden ist. Dennoch gibt es vier interessante Beobachtungen, die sich aus den Daten entnehmen lassen:

- Diejenigen, deren MDCP-Favorit der Prototyp mit plattformspezifischen Anpassungen ist, benutzen MBUX häufiger.
- Diejenigen, deren MDCP-Favorit der Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Gestaltung bei allen Schnittstellen ist, benutzen MBUX seltener.

- Diejenigen, deren MDCP-Favorit der Prototyp mit plattformsspezifischen Anpassungen ist, haben eine höhere Expertise mit MBUX.
- Diejenigen, deren MDCP-Favorit der Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Gestaltung bei allen Schnittstellen ist, haben weniger Expertise mit MBUX.

Dieses Ergebnis ist überraschend. Vielmehr wäre von denjenigen, die das MBUX häufiger benutzen und sich besser auskennen erwartet worden, dass sie sich eher für die produktspezifisch konsistente Variante entscheiden, da diese ihnen vertrauter ist. Dieses Ergebnis könnte aber dadurch zustande gekommen sein, dass diejenigen mit mehr Nutzungserfahrung weniger Probleme im Umgang mit zwei unterschiedlichen Schnittstellen haben, da sie sowohl mit plattformsspezifischen als auch mit produktspezifischen Konzepten vertraut sind. Um dies genauer zu untersuchen, werden auch die UEQ-Dimensionen und die Bewertungen hinsichtlich der Einfachheit der Benutzung und der Einfachheit des Erlernens analysiert.

Gruppenstatistiken					
	MDCP-Favorit	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
MBUX-Nutzungshäufigkeit	M+A*	9	1,00	,866	,289
	M+M**	23	,78	,850	,177
MBUX-Experte	M+A*	9	2,67	1,581	,527
	M+M**	23	2,39	1,588	,331

Tabelle 85 – MBUX-Nutzungshäufigkeit, MBUX-Expertise und MDCP-Favoritenauswahl

* Fond-Entertainment-System mit plattformsspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Anpassungen); in der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit Android-spezifischen Anpassungen; in der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit iOS-spezifischen Anpassungen.

** Fond-Entertainment-System mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX).

Test bei unabhängigen Stichproben										
		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
MBUX-Nutzungshäufigkeit	Varianzen sind gleich	,005	,943	,647	30	,523	,217	,336	-,469	,904
	Varianzen sind nicht gleich			,642	14,430	,531	,217	,339	-,507	,942
MBUX-Expertise	Varianzen sind gleich	,175	,679	,442	30	,662	,275	,624	-,998	1,549
	Varianzen sind nicht gleich			,442	14,727	,665	,275	,622	-1,053	1,604

Tabelle 86 – t-Test für MBUX-Nutzungshäufigkeit, MBUX-Expertise und MDCP-Favoritenauswahl

8.6.6.2 UEQ-Bewertungen und Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens

Um den Lesefluss nicht zu behindern, werden hier zunächst MBUX-Nutzungshäufigkeit und MBUX-Expertise untersucht. Der Zusammenhang zwischen den UEQ-Bewertungen, den USE-Bewertungen und den verbleibenden Gruppierungsvariablen MB-Fahrer und MB-Fan wird weiter unten in diesem Abschnitt behandelt.

Um die ordinal skalierten Maße MBUX-Nutzungshäufigkeit und MBUX-Expertise mit den genannten intervallskalierten Bewertungen (UEQ und USE) vergleichen zu können, muss eine Korrelationsanalyse nach Spearman durchgeführt werden (Bosch, 2018, S. 56; Budischewski & Kriens, 2015, S. 83; Heimsch et al., 2018, S. 132; Leonhart, 2010, S. 128). Bei den Daten ist von einer natürlichen Rangordnung zwischen den Ausprägungen der ordinal skalierten Merkmale auszugehen; daher wird der ermittelte Wert ρ auch als Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman bezeichnet (Bosch, 2018, S. 57). Dieser kann Werte zwischen einschließlich -1 und 1 annehmen (Bosch, 2018, S. 58; Heimsch et al., 2018, S. 166). Je weiter der spearmansche Rangkorrelationskoeffizient vom Mittelpunkt 0 entfernt ist, desto stärker ist der Zusammenhang (Bosch, 2018, S. 59). Ist der Wert ungefähr gleich Null, besteht fast keine Rangkorrelation (Bosch, 2018, S. 59). Weist ρ ein negatives Vorzeichen auf, so lässt sich der (gegenläufige) Zusammenhang *je mehr*

desto weniger formulieren. Weist ρ ein positives Vorzeichen auf, lässt sich umgekehrt der (gleichläufige) Zusammenhang *je mehr desto mehr* formulieren (Bosch, 2018, S. 59; Heimsch et al., 2018, S. 166–167). Zur Bestimmung signifikanter Rangkorrelationen wird ein Signifikanzniveau von 0,05 angesetzt.

Die vollständigen Tabellen der Korrelationsanalysen für MBUX-Nutzungshäufigkeit und MBUX-Expertise können dem Anhang entnommen werden (siehe digitaler Anhang zur Studie 4).

Bei der Nutzungshäufigkeit sind bei dem gewählten 95%-Konfidenzintervall zwei Ergebnisse signifikant:

- UEQ: Bewertung der Stimulation für den Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung ($\rho = -0,377$). Je häufiger MBUX genutzt wird, als desto weniger stimulierend wird der produktspezifisch konsistente Prototyp bewertet.
- UEQ: Bewertung der Originalität für den Prototyp mit konsistenter Schnittstellengestaltung ($\rho = -0,489$). Je häufiger MBUX genutzt wird, als desto weniger originell wird der produktspezifisch konsistente Prototyp bewertet.

Mit den Beobachtungen aus dem vorangegangenen Abschnitt ergibt dies ein stimmiges Bild:

- Diejenigen, deren MDCP-Favorit der Prototyp mit plattformspezifischen Anpassungen ist (hohe äußere Konsistenz), benutzen MBUX häufiger. Diejenigen, die MBUX häufiger benutzen, bewerten die produktspezifisch konsistente Variante (innere Konsistenz) als weniger stimulierend und originell.
- Diejenigen, deren MDCP-Favorit der Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Gestaltung bei allen Schnittstellen ist (innere Konsistenz), benutzen MBUX seltener. Diejenigen, die MBUX seltener nutzen, bewerten die produktspezifisch konsistente Variante als stimulierender und origineller.

Dies legt den Schluss nahe, dass die Auswahl des MDCP-Favoriten mit der Stimulation und Originalität zusammenhängt.

Zwischen der Bewertung hinsichtlich der UEQ-Dimensionen, der Einfachheit des Erlernens und der Benutzung gibt es mehrere signifikante Zusammenhänge. Auch hier wird die beschriebene Rangkorrelationsanalyse nach Spearman durchgeführt.

- UEQ: Bewertung der Effizienz für den Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung ($\rho = -0,383$). Je mehr Expertise die Probanden haben, als desto weniger effizient wird die produktspezifisch konsistente Variante bewertet.
- UEQ: Bewertung der Originalität für den Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung ($\rho = -0,356$). Je mehr MBUX-Expertise die Probanden haben, als desto weniger originell wird die produktspezifisch konsistente Variante bewertet.

Auch hier ergibt sich zusammen mit den vorherigen Beobachtungen ein stimmiges Bild:

- Diejenigen, deren MDCP-Favorit der Prototyp mit plattformspezifischen Anpassungen ist (hohe äußere Konsistenz), haben eine höhere Expertise mit MBUX. Je höher die Expertise ist, als desto weniger effizient und originell wird die produktspezifisch konsistente Variante bewertet.
- Diejenigen, deren MDCP-Favorit der Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Gestaltung bei allen Schnittstellen ist (innere Konsistenz), haben weniger Expertise mit MBUX. Je weniger Expertise die Probanden haben, als desto effizienter und origineller wird der produktspezifisch konsistente Prototyp bewertet.

Das legt den Schluss nahe, dass die Auswahl des MDCP-Favoriten mit der Originalität und Effizienz der Prototypen zusammenhängt.

Um den Zusammenhang zwischen MB-Fahrern und MB-Fans sowie der UEQ-Bewertungen und gemessenen USE-Dimensionen zu analysieren, wird ein t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt. Es sind jeweils unabhängige Stichproben, weil die Probanden entweder MB-Fahrer oder nicht MB-Fahrer sind und weil die Probanden sich selbst als MB-Fan oder nicht als MB-Fan bezeichnen (Budischewski & Kriens, 2015, S. 89)(vgl. Bosch, 2018, S. 89). Mit dem t-Test kann festgestellt werden, ob sich die Gruppenmittelwerte signifikant voneinander unterscheiden (Budischewski & Kriens, 2015, S. 89). Liefert das Ergebnis des t-Tests bei einem 95%-Konfidenzintervall einen p-Wert, der kleiner als 0,05 ist, handelt es sich um ein signifikantes Ergebnis. Zusätzlich wird beim t-Test noch ein Levene-Test durchgeführt mit dessen Ergebnis überprüft werden kann, ob die Varianzen in beiden Stichproben gleich sind oder nicht (Leonhart, 2010,

S. 150). Ist dieser Test signifikant ($p < 0,05$), so kann nicht von Varianzhomogenität ausgegangen werden (Leonhart, 2010, S. 150). In diesem Fall sind die Varianzen folglich nicht gleich und es muss jeweils der untere Wert für den t-Test (heterogene Varianzen) aus der Ergebnistabelle abgelesen werden. Sind die Varianzen gleich (Levene-Test ist nicht signifikant) muss der obere Wert aus der Ergebnistabelle abgelesen werden (Leonhart, 2010, S. 150). Zur leichteren Darstellung wird die Gruppe derer, die keine MB-Fahrer sind als Gruppe 0 bezeichnet. Die Gruppe derer, die MB-Fahrer sind, wird als Gruppe 1 bezeichnet. Folgende signifikante Ergebnisse können ermittelt werden:

- UEQ: Bewertung der Durchschaubarkeit des Prototyps mit plattformsspezifischen Anpassungen ($p < 0,001$): Gruppe 0 bewertet signifikant besser als Gruppe 1.
- UEQ: Bewertung der Effizienz des Prototyps mit plattformsspezifischen Anpassungen ($p = 0,025$): Gruppe 0 bewertet signifikant besser als Gruppe 1;
- UEQ: Bewertung der Steuerbarkeit des Prototyps mit plattformsspezifischen Anpassungen ($p = 0,005$): Gruppe 0 bewertet signifikant besser als Gruppe 1;
- Einfachheit der Benutzung des Prototyps mit plattformsspezifischen Anpassungen ($p = 0,001$): Gruppe 0 bewertet signifikant besser als Gruppe 1;
- Einfachheit des Erlernens des Prototyps mit plattformsspezifischen Anpassungen ($p < 0,001$): Gruppe 0 bewertet signifikant besser als Gruppe 1;

Wie zu erwarten, bewerten diejenigen, die selbst nicht Mercedes-Benz-Fahrer sind, jeweils den Fond-Entertainment-System-Prototyp mit plattformsspezifischer BYOD-Schnittstelle besser. Das könnte daran liegen, dass sie wahrscheinlich weniger vertraut sind mit der Logik des Mercedes-Benz-Infotainmentsystems.

Keine signifikanten Unterschiede gibt es zwischen denjenigen, die sich als Fans von Mercedes-Benz bezeichnen und denjenigen, die dies nicht tun. Die Tabellen für diese Vergleiche können dem digitalen Anhang zu dieser Studie entnommen werden.

8.6.6.3 Alter

Zunächst wird untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen der Auswahl des MDCP- und des Single-Device-Favoriten und dem Alter der Probanden besteht. Auch hier kann ein t-Test für unabhängige Stichproben durchgeführt werden, da die jeweilige Favori-

tenauswahl (SD- oder MDCP-Favoritenauswahl) als Gruppierungsvariable genutzt werden kann. Mit dem t-Test kann festgestellt werden, ob sich die Gruppenmittelwerte signifikant voneinander unterscheiden (Budischewski & Kriens, 2015, S. 89). Liefert das Ergebnis des t-Tests bei einem 95%-Konfidenzintervall einen p-Wert, der kleiner als 0,05 ist, handelt es sich um ein signifikantes Ergebnis. Zusätzlich wird beim t-Test noch ein Levene-Test durchgeführt mit dessen Ergebnis überprüft werden kann, ob die Varianzen in beiden Stichproben gleich sind oder nicht (Leonhart, 2010, S. 150). Ist dieser Test signifikant ($p < 0,05$), so kann nicht von Varianzhomogenität ausgegangen werden (Leonhart, 2010, S. 150). In diesem Fall sind die Varianzen folglich nicht gleich und es muss jeweils der untere Wert für den t-Test (heterogene Varianzen) aus der Ergebnistabelle abgelesen werden. Sind die Varianzen gleich (Levene-Test ist nicht signifikant) muss der obere Wert aus der Ergebnistabelle abgelesen werden (Leonhart, 2010, S. 150). Tabelle 87 und Tabelle 88 zeigen, dass kein Zusammenhang zwischen dem Alter und der MDCP-Favoritenauswahl besteht. Das Durchschnittsalter der Probanden ist zudem nahezu identisch.

Gruppenstatistiken					
	MDCP-Favorit	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Alter der Probanden	M+A*	9	29,33	8,732	2,911
	M+M**	23	29,13	7,219	1,505

Tabelle 87 – Durchschnittsalter nach MDCP-Favoriten

* Fond-Entertainment-System mit plattformspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Anpassungen); in der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit Android-spezifischen Anpassungen; in der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit iOS-spezifischen Anpassungen.

** Fond-Entertainment-System mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX).

Test bei unabhängigen Stichproben										
		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Alter der Probanden	Varianzen sind gleich	1,387	,248	,067	30	,947	,203	3,009	-5,942	6,347
	Varianzen sind nicht gleich			,062	12,526	,952	,203	3,277	-6,904	7,310

Tabelle 88 – t-Test für Alter und MDCP-Favorit

Auch bei der Auswahl des SD-Favoriten und dem Alter der Probanden ist kein signifikanter Zusammenhang unter Anwendung des beschriebenen t-Test erkennbar (vgl. Tabelle 89 und Tabelle 90).

Gruppenstatistiken					
	SD Favorit	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Alter der Probanden	A*	8	32,63	10,391	3,674
	M**	24	28,04	6,168	1,259

Tabelle 89 – Durchschnittsalter nach SD Favorit

* Tablet-App mit plattformspezifischen Anpassungen. In der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit Android-spezifischen Anpassungen; in der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit iOS-spezifischen Anpassungen.

** Tablet-App ohne Anpassungen. M steht für die produktspezifische Schnittstellengestaltung MBUX.

Test bei unabhängigen Stichproben										
		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (Zweiseitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Alter der Probanden	Varianzen sind gleich	3,915	,057	1,523	30	,138	4,583	3,010	-1,564	10,731
	Varianzen sind nicht gleich			1,180	8,704	,269	4,583	3,884	-4,248	13,415

Tabelle 90 – t-Test für die Mittelwertgleichheit

Ebenfalls untersucht wird, ob es einen Zusammenhang zwischen dem Alter der Probanden und der Bewertung der UEQ-Dimensionen und der USE-Dimensionen gibt. Die entsprechenden Korrelationsanalysen befinden sich im Anhang der vorliegenden Arbeit. Um dieser Frage nachzugehen, werden mehrere lineare Korrelationsanalysen durchgeführt. Dazu wird der Produkt-Moment-Korrelationskoeffizient, auch Maßkorrelationskoeffizient oder Korrelationskoeffizient nach Pearson genannt, berechnet (Heimsch et al., 2018, S. 170). Der Korrelationskoeffizient wird mit r' angegeben und meint in der vorliegenden Arbeit, ebenso wie in einschlägiger Literatur, den linearen Korrelationskoeffizienten, sofern nichts anderes angegeben ist (Spiegel & Stephens, 2007, S. 386). Mit Hilfe des Korrelationskoeffizienten können Zusammenhänge der Art je größer die Variable, desto größer die andere Variable (gleichläufig) oder je größer die Variable, desto kleiner die andere Variable (gegenläufig) ausgedrückt werden (Heimsch et al., 2018, S. 166). Für die Stärke des Zusammenhangs ist der Betrag von r verantwortlich, das Vorzeichen hingegen für die Richtung (gleichläufig oder gegenläufig) (Heimsch et al., 2018, S. 166–167). Der Wert von r liegt zwischen einschließlich -1 und 1 (Heimsch et al., 2018, S. 166; Spiegel & Stephens, 2007, S. 384). Ein negatives Vorzeichen spricht für einen gegenläufigen Zusammenhang, ein positives Vorzeichen für einen gleichläufigen Zusammenhang (Heimsch et al., 2018, S. 167; Spiegel & Stephens, 2007, S. 384). Für die Pearson-Korrelationen wurde die folgende Einteilung gewählt:

- $0,0 \leq r \leq 0,1$ kein Zusammenhang

- $0,1 < r \leq 0,3$ schwacher Zusammenhang
- $0,3 < r \leq 0,5$ mittlerer Zusammenhang
- $0,5 < r$ starker Zusammenhang

Es sind aber auch andere Einteilungen möglich (Heimsch et al., 2018, S. 167). Im Allgemeinen gilt jedoch laut Bosch (2018) und Leonhart (2010):

- Liegt r in der Nähe von 0, besteht eine schwache Korrelation (Bosch, 2018, S. 55).
- Keine Korrelation besteht, wenn r den Wert 0 hat (Bosch, 2018, S. 55).
- Eine hohe Korrelation besteht, wenn r gegen 1 oder -1 geht (Leonhart, 2010, S. 127).

Ob der Zusammenhang signifikant ist, zeigt ein zweiseitiger Signifikanztest, bei dem das übliche 95%-Konfidenzintervall angesetzt wird (Leonhart, 2010, S. 126). Damit die Korrelation als signifikant gilt, muss der ermittelte p -Wert dieses Tests folglich kleiner 0,05 sein (Leonhart, 2010, S. 127).

Es wurden keine signifikanten linearen Zusammenhänge zwischen Alter und den genannten Bewertungen gefunden (siehe digitalen Anhang zu dieser Studie).

8.6.6.4 Tabletreihenfolge

Zusätzlich wird untersucht, ob die Reihenfolge der gezeigten BYOD-Schnittstellengestaltungsvarianten im Kontext des Fond-Entertainment-System-Prototyps (zuerst Variante mit plattformspezifischen Anpassungen oder zuerst produktspezifisch konsistente Variante) einen Einfluss auf die MDCP-Favoritenauswahl oder SD-Favoritenauswahl hat.

Um den Zusammenhang von Reihenfolge und Favoritenauswahl zu evaluieren, wurden Chi-Quadrat-Tests durchgeführt. Dabei werden beobachtete mit zu erwartenden Häufigkeiten verglichen (Budischewski & Kriens, 2015, S. 85). Laut Heimsch et al. (2018, S. 123) ist das Prinzip dieses Tests, dass die Werte der zu überprüfenden Variablen in Klassen eingeteilt und dann die beobachteten Klassenhäufigkeiten mit den unter Normalverteilung zu erwartenden verglichen werden. Für Reihenfolge und MDCP- beziehungsweise SD-Favoritenauswahl kann jeweils ein Vier-Felder-Chi-Quadrat-Test durchgeführt werden (Leonhart, 2010, S. 153). Zunächst wird bei den Chi-Quadrat-Tests eine Häufigkeitsauszählung über die Merkmalskombinationen vorgenommen

(Leonhart, 2010, S. 154). Im vorliegenden Fall findet also jeweils die Häufigkeitsauszählung für die Merkmalskombinationen aus Reihenfolge und Favoritenauswahl statt. Zur Darstellung wird jeweils eine Kreuztabelle verwendet. Im Anschluss wird mit einem Signifikanztest geklärt, ob diese Werte den zu erwartenden Werten entsprechen (Leonhart, 2010, S. 154). Für den p-Wert wird ein Signifikanzniveau von 0,05 gewählt.

Tabelle 92 zeigt, dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen der Tabletreihenfolge und der Auswahl des MDCP-Favoriten in dieser Stichprobe nachgewiesen werden kann. Unabhängig davon, welche Schnittstellenvariante für die BYOD-Tablet-Anwendung zuerst oder zuletzt gezeigt wurde, hat sich die Mehrheit der Probanden für die produktspezifisch konsistente Variante ausgesprochen.

Ähnliches gilt für die SD-Favoritenauswahl und die Reihenfolge der gezeigten Schnittstellengestaltungsvarianten. Hier liegt der Wert des Chi-Quadrat-Tests sogar bei 1 (eins). Hier besteht also ein stark gegenläufiger Zusammenhang zwischen der Reihenfolge der gezeigten Tablets und der Auswahl des SD-Favoriten (siehe Tabelle 94 und Tabelle 95). In beiden Gruppen wurde jeweils die MBUX-Variante von genau 75% bevorzugt.

			MDCP-Favorit		Gesamt
			M+A*	M+M**	
Reihenfolge Tablet	Zuerst BYOD- Variante mit Anpassungen	Anzahl	4	12	16
		% innerhalb zuerst Adaption	25,0%	75,0%	100,0%
	Zuerst BYOD- Variante mit MBUX	Anzahl	5	11	16
		% innerhalb von zuerst MBUX	31,3%	68,8%	100,0%
Gesamt		Anzahl	9	23	32
			28,1%	71,9%	100,0%

Tabelle 91 – Tabletreihenfolge und MDCP-Favorit

* Fond-Entertainment-System mit plattformspezifischer Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Anpassungen); in der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit Android-spezifischen Anpassungen; in der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit iOS-spezifischen Anpassungen.

** Fond-Entertainment-System mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX).

Chi-Quadrat-Test					
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1- seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,155	1	,694		
Anzahl der gültigen Fälle	32				

Tabelle 92 – Chi-Quadrat-Test für Tablet Reihenfolge und MDCP-Favorit

Symmetrische Maße			
		Wert	Näherungsweise Signifikanz
Nominal- bzgl. Nominalmaß	Phi	-,070	,694
	Cramer-V	,070	,694
Anzahl der gültigen Fälle		32	

Tabelle 93 – Stärke des Zusammenhangs zwischen Tablet Reihenfolge und MDCP-Favorit

			SD-Favorit		Gesamt
			A*	M**	
Reihenfolge Tablets	Zuerst BYOD-Variante mit Anpassungen	Anzahl	4	12	16
		%	25,0%	75,0%	100,0%
	Zuerst BYOD-Variante mit MBUX	Anzahl	4	12	16
		%	25,0%	75,0%	100,0%
Gesamt		Anzahl	8	24	32
		%	25,0%	75,0%	100,0%

Tabelle 94 – Tablet Reihenfolge und SD Favorit

* A: Tablet-App mit plattformspezifischen Anpassungen. In der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit Android-spezifischen Anpassungen; in der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit iOS-spezifischen Anpassungen;

**M: Tablet-App ohne Anpassungen. M steht für die produktspezifische Schnittstellengestaltung MBUX.

Chi-Quadrat-Test					
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,000	1	1,000		
Anzahl der gültigen Fälle	32				

Tabelle 95 – Chi-Quadrat-Test für Tabletreihenfolge und SD Favorit

8.6.7 Teilfrage 4 g) – Vergleich Low-Fidelity-Studie und High-Fidelity-Studie

4) g) Gibt es Unterschiede zwischen den Ergebnissen der Low-Fidelity- und High-Fidelity-Prototypen-Evaluation?

Zur Beantwortung dieser Frage lassen sich die Dimension Nützlichkeit aus Studie 3 mit der pragmatischen Qualität aus dieser Studie am besten vergleichen.

Für die iOS-Nutzer gilt:

- Studie 3: Höhere Nützlichkeit des Fond-Entertainment-System-Prototyps mit maximalen plattformspezifischen Anpassungen für die Schnittstellengestaltung der BYOD-Tablet-Anwendung (ausgenommen graphisches Design) gegenüber einer produktspezifisch konsistenten Schnittstellengestaltung für Fond-Entertainment-System-Display-Anwendung und BYOD-Tablet-Anwendung (vgl. Abbildung 45);
- Studie 4: Höhere pragmatische Qualität des Prototyps mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung für Fond-Entertainment-System-Display-Anwendung und BYOD-Tablet Anwendung gegenüber dem Prototyp mit maximalen plattformspezifischen Anpassungen der BYOD-Anwendung (ausgenommen graphisches Design). Zudem wird die produktspezifisch konsistente Variante in allen gemessenen Usability- und UX-Dimensionen besser bewertet.

Für die Auswahl der MDCP-Favoriten gilt:

iOS-Nutzer	Produktspezifisch konsistente Variante	Maximale Anpassung an iOS-Patterns	Anpassung der Schnittstellenarchitektur
Häufigkeit der Auswahl in Studie 3	1	5	7
Häufigkeit der Auswahl in Studie 4	15	7	konnte in dieser Studie nicht gewählt werden

Tabelle 96 – Vergleich MDCP-Favoritenauswahl Studie 3 und Studie 4 (nur iOS-Nutzer)

Für die Auswahl der SD-Favoriten gilt:

iOS-Nutzer	Produktspezifische Schnittstellengestaltung	Maximale Anpassung an iOS-Patterns	Anpassungen der Schnittstellenarchitektur
Häufigkeit der Auswahl in Studie 3	3	15	7
Häufigkeit der Auswahl in Studie 4	15	7	konnte in dieser Studie nicht gewählt werden

Tabelle 97 – Vergleich SD-Favoritenauswahl Studie 3 und Studie 4 (nur iOS-Nutzer)

Die Ergebnisse von Studie 3 spiegeln sich nicht in Studie 4 wider, weder hinsichtlich der erhobenen Kriterien noch hinsichtlich der Favoritenauswahl für den SD- und MDCP-Kontext. Dies kann mehrere Gründe haben. In Studie 3 werden keine interaktiven Prototypen bereitgestellt. Dies ist in Studie 4 der Fall. Werden also bei Studie 3 vor allem visuelle Eindrücke und die generellen Konzepte beurteilt, sind die Konzepte in Studie 4 tatsächlich erlebbar.

Die Veränderung der Ergebnisse hinsichtlich innerer und äußerer Konsistenz kann auch daran liegen, dass es konzeptionelle und ästhetische Verbesserungen zwischen der älteren Telematikplattform-Schnittstellengestaltung (Studie 3: COMAND Online NTG 5.5) und der neueren Telematikplattform-Schnittstellengestaltung (Studie 4: MBUX) gibt. Wie diese Studie zeigt, führen diese Verbesserungen zu einer signifikant höheren Attraktivität und Effizienz der damit verbundenen produktspezifisch konsistenten Variante gegenüber der maximal plattformspezifischen Variante (ausgenommen graphi-

sches Design). Für ein ausgereiftes System besteht vermutlich weniger plattformspezifischer Anpassungsdruck. Durch den Gestaltungsansatz mit maximalen Anpassungen (ausgenommen dem graphischen Design) entsteht ein starker Bruch zu einem System, das an sich attraktiv wirkt. Eine optimierte Bedienung des BYOD wird daher vermutlich nicht nur als nicht notwendig, sondern sogar als störend empfunden. Der hier untersuchte Gestaltungsansatz, der zu einem starken Unterschied zwischen den Schnittstellen führt, wirkt sich daher nachteilig aus. Besonders in der geräteübergreifenden Bedienung wird dies spürbar. So lassen sich die Unterschiede zwischen den Studien erklären.

Gleichzeitig gilt es zu beachten, dass die Ergebnisse dieser Studie auch zeigen: Je höher die Nutzungsdauer mit dem MBUX-System ist, desto geringer wirken die Originalität und Stimulation. Dies ist wichtig, da sich beide UEQ-Dimensionen direkt auf die Attraktivität auswirken. Das MBUX-System war zu Studienbeginn noch nicht so lange eingeführt. Die Neuheit hat daher einen positiven Effekt auf die Probanden. Daher ist zu vermuten, dass sich diese Ergebnisse nach einer längeren Phase im Markt verändern könnten, da die Originalität und Stimulation, wie gezeigt, abnehmen (siehe Punkt 8.6.6.2).

Für Android-Nutzer gilt:

- Studie 3: Höhere Nützlichkeit des Prototyps mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung für Fond-Entertainment-System-Display-Anwendung und BYOD-Tablet- Anwendung gegenüber dem Prototyp mit maximalen plattformspezifischen Anpassungen für die BYOD-Tablet-Anwendung (ausgenommen graphisches Design).
- Studie 4: Höhere pragmatische Qualität des Prototyps mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung für Fond-Entertainment-System-Display-Anwendung und BYOD-Tablet Anwendung gegenüber dem Prototyp mit maximalen plattformspezifischen Anpassungen der BYOD-Tablet-Anwendung (ausgenommen graphisches Design). Zudem wird die konsistente Variante in allen gemessenen Usability- und UX-Dimensionen besser bewertet.
- Für die Auswahl des MDCP-Favoriten gilt:

Android-Nutzer	Produktspezifisch konsistente Variante	Maximale Anpassung an die Android-Patterns	Anpassung der Schnittstellenarchitektur	Anpassung der Interaktionselemente	Kombination der Anpassungen
Häufigkeit der Auswahl in Studie 3	1	2	6	2	1
Häufigkeit der Auswahl in Studie 4	15	7	konnte in dieser Studie nicht gewählt werden		

Tabelle 98 – Vergleich MDCP-Favoritenauswahl Studie 3 und Studie 4 (nur Android-Nutzer)

Für die Auswahl des SD-Favoriten gilt:

Android-Nutzer	Produktspezifische Gestaltung	Maximale Anpassung an die Android-Patterns	Anpassungen der Schnittstellenarchitektur	Anpassungen der Interaktionselemente	Kombination der Anpassungen
Häufigkeit der Auswahl in Studie 3	2	5	5	0	0
Häufigkeit der Auswahl in Studie 4	9	1	konnte in dieser Studie nicht gewählt werden		

Tabelle 99 – Vergleich SD-Favoritenauswahl Studie 3 und Studie 4 (nur Android-Nutzer)

Für die Gruppe der Android-Nutzer decken sich die Ergebnisse von Studie 3 und Studie 4 hinsichtlich der Nützlichkeit beziehungsweise der pragmatischen Qualität. In beiden Studien kann die produktspezifisch konsistente Gestaltung für alle Schnittstellen der MDCP-Anwendung eine bessere Bewertung erzielen.

Bei den Favoriten für das MDCP-Szenario kann sich im direkten Vergleich der produktspezifisch konsistenten Variante und der plattformsspezifischen Variante, die plattformsspezifische Variante in Studie 3 durchsetzen. Jedoch nur sehr knapp, denn sie wurde im direkten Vergleich nur einmal mehr als die produktspezifisch konsistente Variante ausgewählt. In Studie 4 fällt das Ergebnis deutlicher aus. Mehr als zwei Drittel der Probanden favorisieren die produktspezifisch konsistente Gestaltung für beide Schnittstellen. Also unterscheiden sich die Ergebnisse. Das gleiche gilt für den SD-Favoriten.

Im direkten Vergleich von produktspezifischer Schnittstellengestaltung und plattform-spezifischer Schnittstellengestaltung kann sich in Studie 3 die plattform-spezifische Variante durchsetzen. In Studie 4 hingegen kehrt sich dies bei der Wahl des SD-Favoriten deutlich um.

Zusammenfassend lassen sich sowohl Diskrepanzen als auch Übereinstimmungen zwischen Studie 3 und Studie 4 verzeichnen. Aufgrund der Tiefe, die eine High-Fidelity-Studie gegenüber einer Low-Fidelity-Studie erreichen kann, sind die Ergebnisse der Studie 4 wichtiger. Es bleibt auch zu konstatieren, dass gerade hinsichtlich der Favoritenauswahl bei Studie 3 und Studie 4 durch die unterschiedliche Anzahl der Wahlmöglichkeiten nur eine bedingte Vergleichbarkeit herrscht. Gleiches gilt, wenn auch in abgeschwächter Form, für den Vergleich von Nützlichkeit und pragmatischer Qualität. In Studie 3 besteht die Bewertung der Nützlichkeit nur aus einem Item. Bei Studie 4 hingegen ergibt sich die pragmatische Qualität aus einer Vielzahl von Items, die zu verschiedenen Dimensionen zusammengerechnet werden. Diese Dimensionen ergeben wiederum in gleicher Gewichtung die pragmatische Qualität. Daher gilt auch hier, dass der Studie 4 mehr Gewicht in der Einschätzung der Ergebnisse zufällt, da sie hinsichtlich der Bewertung eine höhere Granularität aufweist.

8.7 Beantwortung der übergeordneten Forschungsfrage 4

Generell gibt es in dieser Stichprobe mit den getesteten Prototypen wenig Zustimmung für den gewählten Gestaltungsansatz der maximalen plattform-spezifischen Anpassung für die BYOD-Schnittstelle (ausgenommen graphisches Design) im Kontext eines MDCP-Ökosystems (vgl. Diagramm 21). Dies spiegelt sich vor allem in der Favoritenauswahl wider (vgl. Diagramm 22).

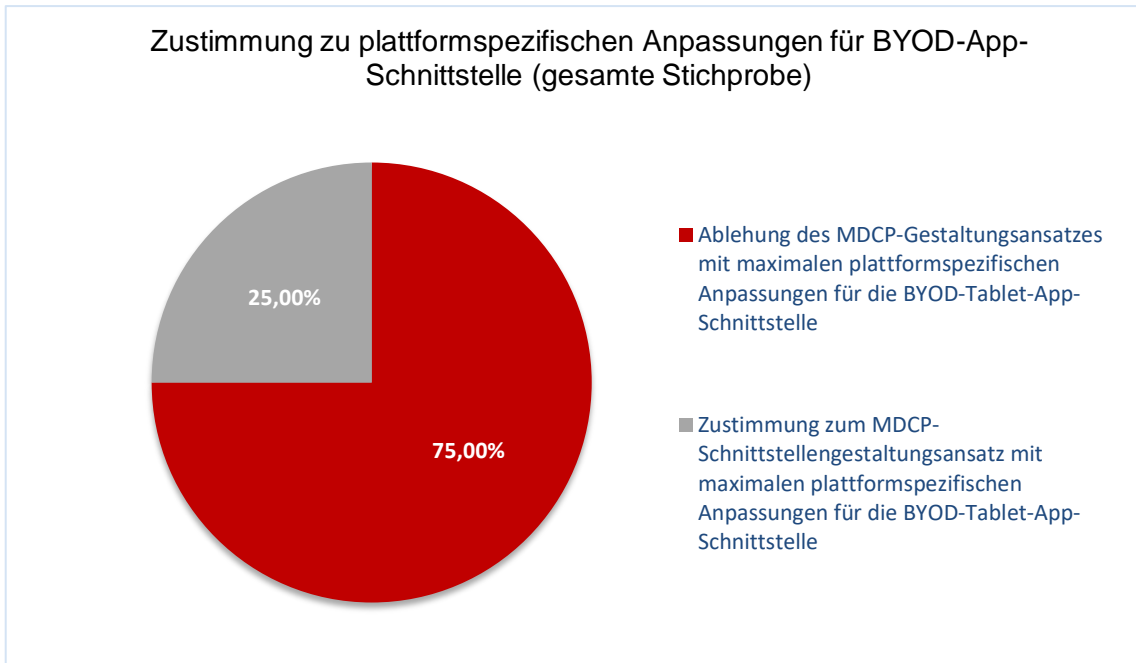


Diagramm 21 – Zustimmung zum gewählten MDCP-Schnittstellengestaltungsansatz

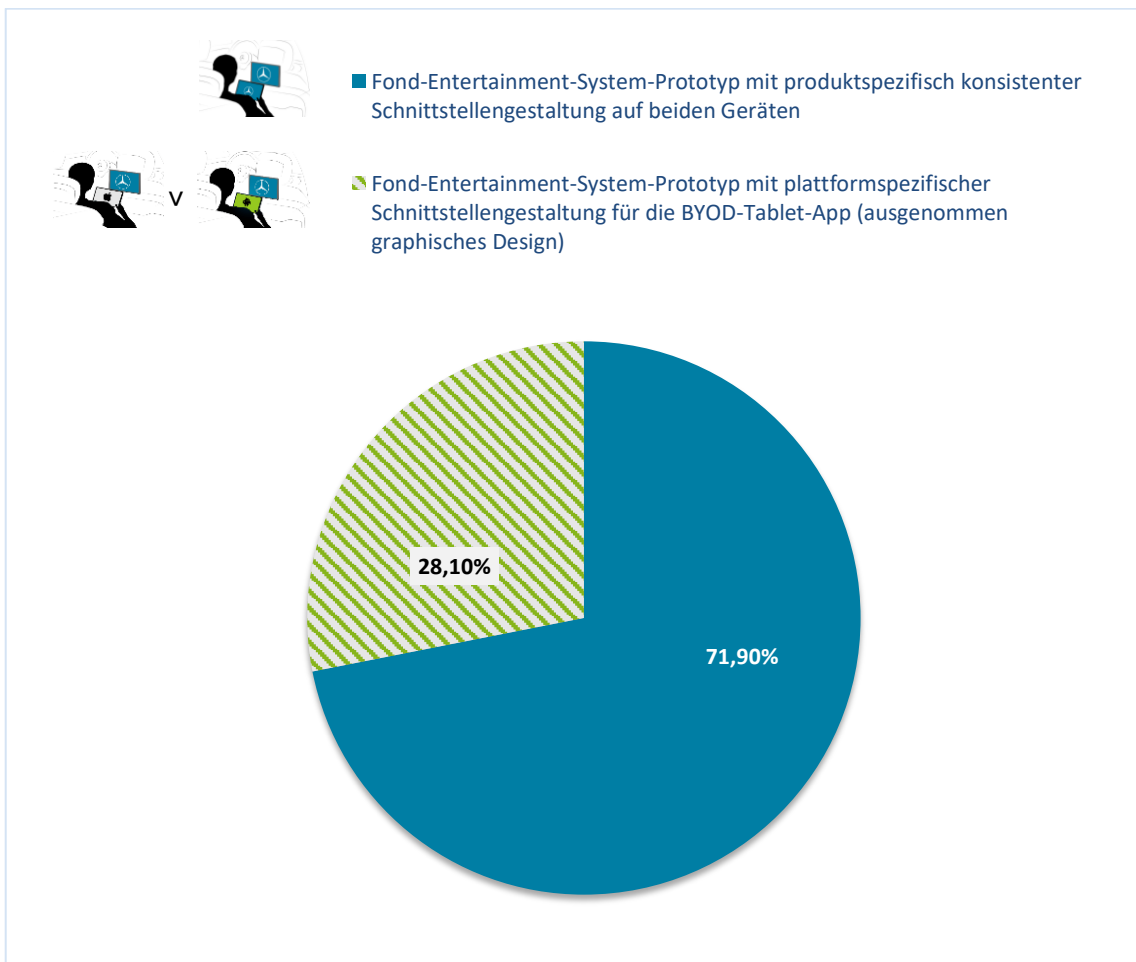


Diagramm 22 – MDCP-Favoritenauswahl gesamte Stichprobe

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass der gewählte Gestaltungsansatz in der Stichprobe hinsichtlich der erhobenen Usability- und UX-Kriterien nicht überzeugen kann. Diagramm 23 verdeutlicht dies für die gemessenen UX-Kriterien. Im Durchschnitt der gesamten Stichprobe kann der Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Gestaltung für beide Schnittstellen (Prototyp 1 mit höchster innerer Konsistenz) nach dem Bewertungsschema des UEQ gute Bewertungen (Bewertungen > 0,8) erreichen. Für den Fond-Entertainment-System-Prototyp mit maximaler plattformspezifischer Schnittstellengestaltung (ausgenommen graphisches Design) für die BYOD-Tablet-Anwendung (Prototyp 2 mit hoher äußerer Konsistenz) kann dies nur für die Attraktivität, Durchschaubarkeit, Steuerbarkeit und Stimulation ebenfalls festgestellt werden. Alle anderen Dimensionen dieser Variante liegen im neutralen Bereich. Prototyp 1 ist zudem signifikant besser als Prototyp 2 hinsichtlich der Attraktivität ($p = 0,0047$), der Effizienz ($p = 0,0010$) und der Stimulation ($p = 0,0341$). Die Berechnungen dieser t-Tests werden seitens des UEQ-Auswertungstools bereitgestellt. Auch bei den erhobenen Usability-Metriken gibt es hinsichtlich der Einfachheit der Benutzung einen signifikanten Unterschied. Prototyp 1 kann eine signifikant bessere Einfachheit der Benutzung als Prototyp 2 in derselben Kategorie erreichen (vgl. Diagramm 24). Dies wurde über einen t-Test (siehe dazu Abschnitt 8.5.2) für verbundene Stichproben berechnet ($p = 0,030$). Tabletreihenfolge und Alter haben keinen Einfluss. Korrelationen zwischen den erhobenen UX-Ergebnissen und der Nutzungshäufigkeit und Expertise mit der produktspezifischen Schnittstellengestaltung dieser Studie können hingegen nachgewiesen werden (siehe dazu Abschnitt 8.6.6).

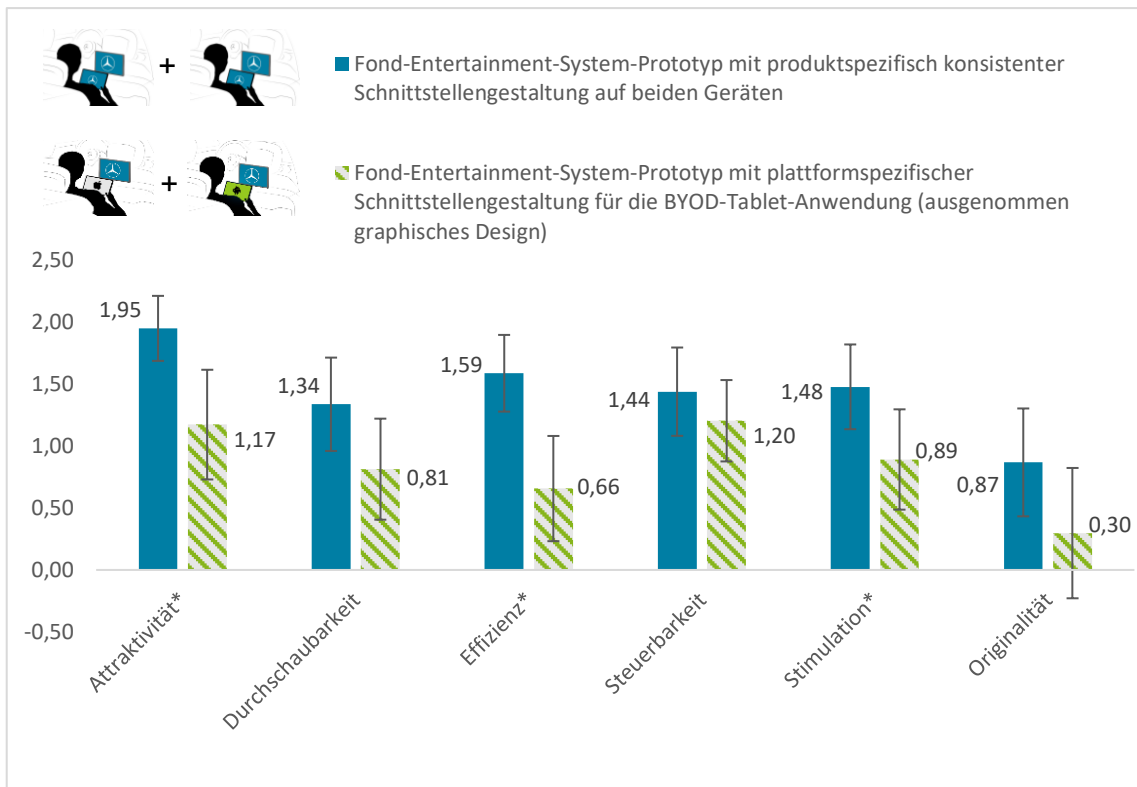


Diagramm 23 – Durchschnittswerte der UEQ-Dimensionen für die produktspezifisch konsistente Variante und Durchschnittswerte der UEQ-Dimensionen für die plattformspezifischen Varianten. Je Dimension ist der ungewichtete Durchschnitt über beide Nutzergruppen angegeben. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant

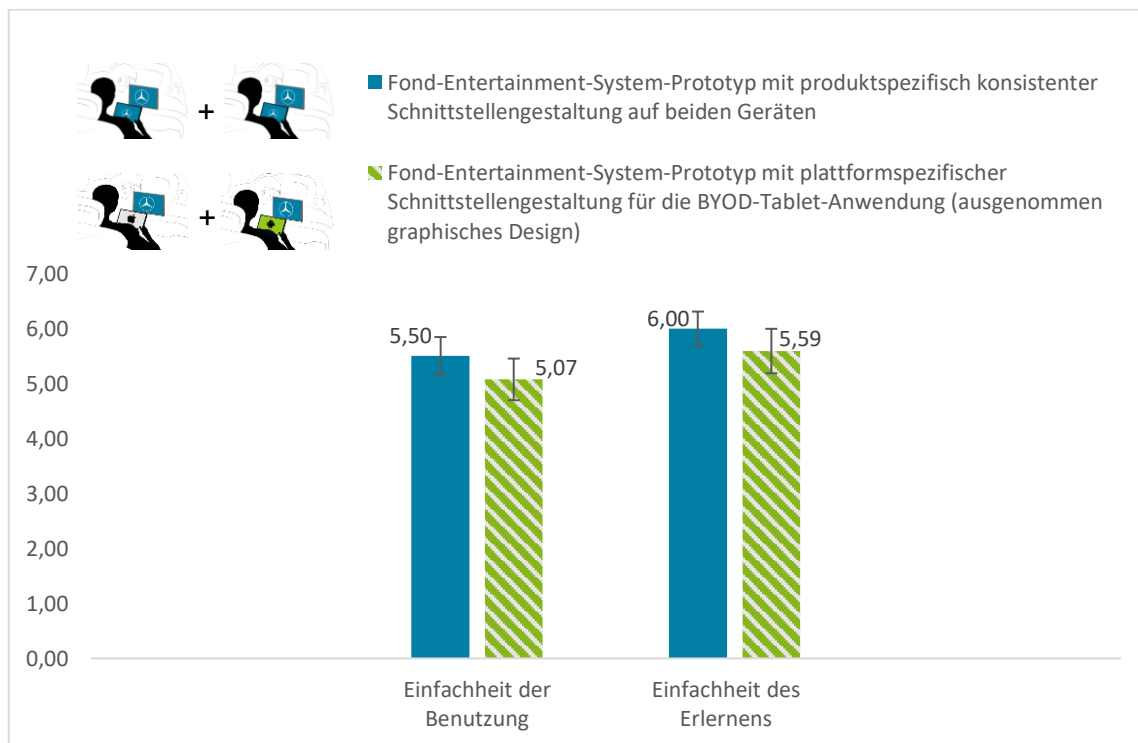


Diagramm 24 – Durchschnittswerte der erhobenen USE-Dimensionen für die produktspezifisch konsistente Variante und Durchschnittswerte der erhobenen USE-Dimensionen für die plattformspezifischen Varianten. Je Dimension ist der ungewichtete Durchschnitt über beide Nutzergruppen angegeben. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede)

Mit den gezeigten Ergebnissen kann an dieser Stelle die übergeordnete Forschungsfrage beantwortet werden:

- 4) *Sollte für die BYOD-Anwendung im Kontext eines MDCP-Ökosystems ein maximal plattformkonformer Schnittstellengestaltungsansatz (ausgenommen graphisches Design) mit hoher äußerer Konsistenz gegenüber einem maximal produktspezifischen Schnittstellengestaltungsansatz mit höherer innerer Konsistenz bevorzugt werden?*

Der getestete BYOD-Gestaltungsansatz mit maximal plattformkonformer Schnittstellengestaltung (ausgenommen graphisches Design) mit hoher äußerer Konsistenz ist daher für die Gestaltung von MDCP-Ökosystemen abzulehnen. Dieser führt nicht zur gewünschten Verbesserung hinsichtlich der erhobenen UX- und Usability-Kriterien. Es bleibt anzumerken, dass innerhalb dieser Studie der Formfaktor bewusst kontrolliert und das graphische Design immer produktspezifisch umgesetzt wurde. Dies bedeutet konkret, dass beide Geräte das gleiche Seitenverhältnis haben. Während der Studie

merkten einige Teilnehmer an, dass Bewertungen hinsichtlich plattformspezifischer Anpassungen und Favoritenauswahl aufgrund dieser vergleichbaren Größe getroffen wurden. Bei vergleichbarer Größe bedeutet der Bruch, der durch die starke Erhöhung der äußeren Konsistenz entsteht, aus Sicht dieser Probanden unnötige Schwierigkeiten, da die produktspezifische Schnittstellengestaltung attraktiv, effizient und stimulierend ist. Hinsichtlich der beiden Gruppen gibt es keine signifikanten Bewertungsunterschiede bei den erhobenen Usability- und UX-Metriken. Zusammenfassend gilt für diese Stichprobe, dass sich der produktspezifisch konsistente MDCP-Schnittstellengestaltungsansatz mit höherer innerer Konsistenz durchsetzen kann.

8.8 Methodenkritik und Lessons Learned

Kritisch anzumerken ist bei dieser Studie zunächst die Probandenauswahl. Diese ist bereits im Voraus durch die Rahmenbedingungen der vorliegenden Arbeit determiniert. Da die Arbeit in Kooperation mit der Mercedes-Benz AG entstand, konnten nur Probanden akquiriert werden, die Mitarbeiter des Unternehmens sind. So konnte sichergestellt werden, dass alle Teilnehmer eine entsprechende Geheimhaltungsvereinbarung im Vorfeld unterschrieben haben. Dies ist laut Braun, Roider, Alt und Gross (2018, S. 182) der größte Vorteil, wenn Mitarbeiter bei Studien im automobilen Forschungsbereich herangezogen werden. Gleichzeitig kann das Zurückgreifen auf Angestellte laut der Autoren auch einen Nachteil bedeuten, wenn innerhalb der Studie Forschungsfragen untersucht werden, die besser von unbeeinflussten Probanden beantwortet werden sollten. Die Autoren verweisen darauf, dass durch zu viel Vorwissen eine Beeinflussung entsteht. Da das getestete System zu Studienbeginn erst in den Markt eingeführt wurde und nur in wenigen Fahrzeugklassen verfügbar war, war dies in dieser Studie weniger relevant (siehe Tabelle 100). Außerdem hatte keiner der Probanden viel Erfahrungen mit einem Fond-Entertainment-System. Zusätzlich wurden Probanden ausgeschlossen, die bei der Erarbeitung der UI-Konzepte direkt beteiligt waren. Um aber gleichzeitig darauf zu achten, dass dadurch die plattformspezifischen UI-Konzepte, mit denen die Probanden über ihre Smartphones und ihre anderen smarten Geräte täglich interagieren, nicht bevorzugt wurden, wurden auch MBUX-Nutzer oder solche, die an der Implementierung beteiligt waren, zugelassen (vgl. Tabelle 100). Dadurch sollte ein möglichst ausgeglichene

nes Verhältnis hinsichtlich der verschiedenen Erfahrungen innerhalb der Stichprobe berücksichtigt werden. Wie in Forschungsfrage 4 f) gezeigt, erwies sich diese Auswahl, basierend auf der Vermutung, dass unterschiedliche Erfahrungen zu unterschiedlichen Bewertungen führen, als richtig. Hinsichtlich Stimulation und Originalität wurde das System von denjenigen besser bewertet, die weniger Erfahrung mit dem System hatten. Dadurch, dass auch Probanden mit mehr Erfahrung zugelassen wurden, die diese beiden Faktoren weniger positiv bewerteten, sollte eine Verzerrung der Gesamtbewertung vermieden werden. Dies ist plausibel, da auch im realen Einsatz das MDCP-Ökosystem sowohl für bereits vorhandene Nutzer als auch für neue Nutzer stimulierend und originell sein muss. Durch die Verteilung hinsichtlich der Nutzungshäufigkeit mit mehr als 70% Probanden ohne oder mit geringer Erfahrung kann davon ausgegangen werden, dass die Ergebnisse hinsichtlich dieses Aspekts nicht zu sehr verzerrt sind (siehe Tabelle 100).

Kategorien der Nutzungshäufigkeit	Anzahl	%
Noch nie genutzt	13	40,6
1-5 Mal getestet (Basis-Erfahrung)	12	37,5
Gelegentliche Nutzung (gewisse Erfahrung)	6	18,8
(Fast) tägliche Nutzung (sehr viel Erfahrung)	1	3,1

Tabelle 100 – MBUX-Nutzungshäufigkeiten durch die Probanden in der Studie

In dieser Studie wurde eher eine Beeinflussung dadurch vermutet, dass Mitarbeiter tendenziell die Systeme ihres Arbeitgebers aufgrund der Bindung zum Unternehmen besser bewerten. Deshalb wurde darauf geachtet, dass sich die Stichprobe sowohl aus unbefristeten als auch aus befristeten Angestellten (wie Praktikanten und Werkstudenten) zusammensetzte. Gerade durch die Zulassung von befristeten Angestellten sollte sichergestellt werden, dass nicht jeder Proband durch sein Arbeitsverhältnis in seiner Bewertung und Auswahl zu stark beeinflusst ist. Sowohl dieser Aspekt als auch die Aspekte der Markenbindung wurden ebenfalls in der Forschungsfrage 4. f) reflektiert.

Es bleibt dennoch zu konstatieren, dass nicht die ideale Zusammensetzung der Stichprobe konzipiert werden konnte. Diese hätte aus realen Nutzern – im Speziellen aus regelmäßigen Nutzern eines Fond-Entertainment-Systems – und aus völlig unbeeinflussten möglichen zukünftigen Nutzern bestehen müssen. Außerdem hätten unterschiedliche Probanden aus unterschiedlichen Ländern oder Märkten einen Vorteil hinsichtlich der späteren Kundenakzeptanz bedeutet. Im Rahmen dieser Studie konnten

aber nur Mitarbeiter der Mercedes-Benz AG aus verschiedenen Standorten Deutschlands gewonnen werden. Diese Einschränkungen mussten daher in Kauf genommen werden.

Braun et al. (2018, S. 182) analysierten Durchschnittswerte für Studien, die auf der *AutomotiveUI Konferenz 2017* im automotiven Umfeld veröffentlicht wurden. Diese werden im Folgenden mit der vorliegenden Studie verglichen:

	Ø Studien Automotive UI '17	Studie 4
Anzahl der Probanden	24,4 Probanden ($\pm 10,5$)	32
Durchschnittsalter der Probanden	29,9 ($\pm 5,9$)	29,2
Geschlechterverteilung	57% männliche Probanden 43% weibliche Probandinnen	53,1% weibliche Probandinnen 46,9 % männliche Probanden

Tabelle 101 – Durchschnittswerte hinsichtlich Stichprobenszusammensetzung bei Studien der Automotive UI '17 Studien nach Braun et al. (2018, S. 182)

Mit 32 Probanden liegt die vorliegende Studie am oberen Ende des Vergleichswerts. Das Durchschnittsalter der Probanden weicht mit 29,1 Jahren nur geringfügig vom Vergleichswert ab. In der vorliegenden Studie gab es mehr weibliche Teilnehmerinnen als männliche Teilnehmer.

Hingegen wirklich kritisch anzumerken ist die Verteilung zwischen den getesteten mobilen Plattformen iOS und Android. In dieser Studie stehen 10 Android-Nutzer einem Feld von 22 iOS-Nutzern gegenüber. Es muss angemerkt werden, dass für die wissenschaftlichen Fragestellungen ein ausgeglicheneres Verhältnis wünschenswert wäre. Dennoch konnten, wie auch in Studie 3, hier keine signifikanten Unterschiede hinsichtlich der gemessenen Metriken und der jeweiligen SD- oder MDCP-Favoritenauswahl innerhalb der Stichprobe festgestellt werden.

Nicht optimal war die Verwendung von zwei unterschiedlichen Fahrzeugen für die Evaluation der Fond-Entertainment-System-Prototypen. Auch wenn beide Fahrzeuge aus der Premiumklasse stammen, wären identische Fahrzeuge der Idealfall gewesen. Keines der beiden Fahrzeuge war aber über die vierwöchige Studiendauer verfügbar. Jedoch waren die Fahrzeuge hinsichtlich des Radstandes und des Platzes im Fond, also dem tatsächlichen Interaktionskontext, weitestgehend gleich. Größter Unterschied zwischen S-Klasse und GLE war, dass innerhalb der S-Klasse das bestehende Fond-Entertainment-System-Display nicht kurzfristig abmontiert werden konnte. Da sich das Ver-

halten der Probanden in beiden Fahrzeugen nicht voneinander unterschied und klar erkennbar war, mit welchen Geräten interagiert werden sollte, gab es keinen Grund anzunehmen, dass dieser Unterschied die Ergebnisse beeinflusst hat. Außerdem gilt es anzumerken, dass zwei Drittel der Probanden im GLE getestet wurden.

Auch wenn die plattformspezifischen Anpassungen hinsichtlich ihrer Qualität seitens der Probanden als gut bewertet wurden (vgl. Schneider, 2019, S. 61), so wurde im Vorfeld nur jeweils ein Proband je Nutzergruppe als Pre-Test-Kandidat berücksichtigt. Konzeptanalysen und Verbesserungen hinsichtlich der plattformspezifischen Anpassungen wurden mit informellen Reviews mit Experten aus der UX-Konzept-Abteilung durchgeführt. Eine höhere Anzahl an Pre-Test-Kandidaten aus anderen Abteilungen hätte wohl zu einer Verbesserung der Prototypen geführt und unter Umständen so bessere Ergebnisse für den untersuchten Gestaltungsansatz bedeutet. Jedoch sind die Ergebnisse so eindeutig, dass nicht davon auszugehen ist, dass sich durch weitere Iterationen die Bewertung grundlegend verändert hätte.

Da innerhalb der Studie aber vorwiegend auf dem BYOD-Tablet interagiert wurde, war der MDCP-Charakter der Anwendung zu wenig spürbar. Auch geräteübergreifende Interaktionen im Sinne eines Cross-Media-Services sind möglich. Durch die gestellten Aufgaben wurde jedoch zu wenig zwischen dem montierten Fond-Entertainment-System-Display und dem BYOD-Tablet gewechselt. Außerdem bleibt zu konstatieren, dass das Training aufgrund des Erfahrungsschatzes der Probanden sein eigentliches Ziel verfehlt hat. Vielmehr ist im Rückblick sogar davon auszugehen, dass die Trainingsphase zu einer Beeinflussung zugunsten der produktspezifisch konsistenten MBUX-Variante geführt hat. Wie die Ergebnisse zeigen, betrifft dies vor allem Aspekte der Originalität und Stimulation. Diese sind bei Probanden mit wenig Erfahrung besonders hoch bewertet. In der Trainingsphase wurde auch diesen Probanden zuerst das für sie neuartige originelle MBUX-Konzept gezeigt. Es ist davon auszugehen, dass sie im Anschluss den Prototypen mit plattformspezifischen Anpassungen negativer bewerteten, da dieser weniger originelle bereits bekannte Schnittstellengestaltungskonzepte und Patterns beinhaltet. Außerdem starteten die Probanden die BYOD-App nicht selbst, sondern die jeweils zu testende Anwendung wurde (bereits geöffnet) vom Testleiter übergeben. So konnten sie den Kontext der Geräteplattform, in dem zu erwarten ist, dass er durch Erinnerungen eine gewisse Erwartungshaltung auslöst, nicht wahrnehmen.

Hinsichtlich der ausgewerteten Daten wurde auf bestmögliche Balance geachtet. Es wurde jeweils eine ausgeglichene Anzahl an Probanden je Gruppe berücksichtigt, um so die unterschiedliche BYOD-Tabletreihenfolge gleichermaßen zu berücksichtigen.

Wie im Literaturteil der vorliegenden Arbeit gezeigt, gibt es bisher keine spezifischen Methoden zur Evaluation von MDCP-Ökosystemen und Anwendungen. Außerdem fehlt es an standardisierten Testingmethoden und Prozeduren.

Die Ergebnisse der erhobenen Metriken spiegeln aus Sicht des Autors der vorliegenden Arbeit jedoch die Eindrücke während der Studie sowie die Meinungen der Probanden sehr gut wider. Durch die unterschiedlichen Dimensionen von UX, die ein differenziertes Bild der Prototypen ermöglichen, konnten verschiedene Aspekte untersucht werden. Hierbei wurden einerseits Durchschaubarkeit, Effizienz und Steuerbarkeit sowie andererseits Attraktivität, Originalität und Stimulation als teils gegenläufige Aspekte wahrgenommen. Auch die Ergebnisse der erhobenen Usability-Metriken zeigen, dass die Einfachheit des Erlernens und die Einfachheit der Benutzung wichtige Aspekte sind, um die Vorteile von plattformspezifischen Anpassungen zu untersuchen.

9 Studie 5: Schnittstellengestaltungsansatz mit plattform-spezifischer Schnittstellenarchitektur versus maximal produkt-spezifischer Schnittstellengestaltungsansatz für die BYOD-Anwendung im Kontext eines MDCP-Ökosystems

In Studie 5 wird der Gestaltungsansatz getestet, der die Anpassungen der Schnittstellenarchitektur an plattform-spezifische Patterns beinhaltet (leicht erhöhte äußere Konsistenz). Dieser Ansatz konnte in Studie 3 aus Nutzersicht die besten Ergebnisse hinsichtlich der vermuteten Nützlichkeit in beiden Gruppen erzielen. Zudem war der Low-Fidelity-Prototyp mit plattform-spezifischen Anpassungen der Schnittstellenarchitektur in beiden Gruppen der MDCP-Favorit. Dieser wurde von 52% der Probanden ausgewählt, obwohl in dieser Studie sogar aus fünf möglichen Favoriten gewählt werden konnte. Aus Sicht der vorliegenden Arbeit ist der in dieser Studie untersuchte Gestaltungsansatz der vielversprechendste. Im Kern der Studie wurden vor dem Hintergrund der übergeordneten Fragestellung zwei Fond-Entertainment-System-Prototypen getestet. Diese bestanden aus einem montierten Tablet, das als Fond-Entertainment-System-Display funktionierte und aus einem BYOD-Tablet oder einem BYOD-Smartphone. Beim ersten Prototyp wurden alle Schnittstellen produkt-spezifisch konsistent gestaltet. Beim zweiten Prototyp wurde die Schnittstellengestaltung der BYOD-Tablet-Anwendung so angepasst, dass sie die plattform-spezifischen Patterns von iOS und Android bei der Schnittstellenarchitektur aufgreift. Diese Studie wurde um zwei weitere Smartphone-Varianten erweitert. Eine davon war ebenfalls konsistent zum produkt-spezifischen Design der Fond-Entertainment-System-Display-Anwendung. Die andere Variante berücksichtigte ebenfalls plattform-spezifische Anpassungen der Schnittstellenarchitektur hinsichtlich der Schnittstellengestaltung. Die beiden produkt-spezifisch konsistenten Varianten wiesen jeweils die höchste innere Konsistenz auf, wohingegen die beiden Varianten mit plattform-spezifischer Schnittstellenarchitektur eine leicht erhöhte äußere Konsistenz aufwiesen. Um den Rahmen der Teilstudie zur Smartphone-App-Schnittstellengestaltung nicht zu breit zu stecken, wurden hier die UX- und Usability-Metriken, die für die beiden Tablet-Varianten erhoben wurden, nicht abgefragt. Die Smartphoneteilstudie diente dazu, herauszufinden, ob in einem MDCP-Ökosystem die Akzeptanz von plattform-spezifischer

schen Anpassungen und der damit verbundenen leichten Erhöhung der äußeren Konsistenz mit der Unterschiedlichkeit der beteiligten Geräte steigt. Es stellt sich die Frage, ob plattformspezifische Anpassungen und damit ein Abweichen vom Paradigma der inneren Konsistenz von den Nutzern favorisiert wird.

Vor Beginn der Studie wurden die kritischen Punkte der Vorgängerstudie 4 analysiert. Dabei wurden Prämissen für die Erarbeitung des Studiendesigns und die Studierendurchführung dieser Studie aufgestellt. Die Erkenntnisse der Low-Fidelity-Studie 3 wurden ebenfalls berücksichtigt. Damit gemeint ist, dass das graphische Design bei allen entwickelten Prototypen immer produktspezifisch umgesetzt war. Der Unterschied zur Vorgängerstudie 4 ist, dass bei dieser Studie ausschließlich die Schnittstellenarchitektur angepasst wurde.

Auch Teile dieser Studie wurden als Masterarbeit betreut:

Krechtler, J. (2020). Die Kombination von produktspezifischen und plattformspezifischen HMI Patterns im Kontext automotive multi-device cross-platform App-Entwicklung. Masterarbeit. Hochschule Düsseldorf, Düsseldorf.

Dabei wurden die konzeptionelle Erarbeitung, die Durchführung und Datenauswertung gemeinsam ausgeführt. Die gestalterische Umsetzung der Prototypen, das Pretesting und die Koordination der Studie wurden durch den Masteranden selbständig ausgeführt.

9.1 Vorüberlegungen zu Studie 5

Im Folgenden werden die Lessons Learned aus der Vorgängerstudie kurz zusammengefasst und die Änderungen für diese Studie beschrieben (vgl. Punkt 8.8). Deren Anwendung findet sich im folgenden Punkt der Studienplanung wieder:

- Erkenntnis 1 – Stichprobenzusammensetzung: Es wurde geplant, für diese Studie im Akquise-Prozess darauf zu achten, die Plattformen iOS und Android ausgeglichen zu berücksichtigen. Ebenso sollten potentiell alle Angestellten der Mercedes-Benz AG als Probanden der Studie zugelassen werden. Ebenfalls berücksichtigt werden sollten unterschiedliche Erfahrungsstände der Probanden mit den getesteten produktspezifischen Konzepten. Bewusst sollten einerseits Probanden gesucht werden, die MBUX beruflich oder privat nutzen und andererseits solche, die keine Erfahrung mit den Konzepten von MBUX haben.

- Erkenntnis 2 – Fahrzeug: Um die Datenvergleichbarkeit innerhalb der Studie zu erhöhen, sollte nur ein Fahrzeug für den geplanten Durchführungszeitraum von vier Wochen bereitgestellt werden.
- Erkenntnis 3 – Refinement der Konzepte und Pretesting: Um die plattformspezifischen Anpassungen der Schnittstellenarchitektur mit bestmöglichem Mehrwert aus Nutzersicht zu finden, wurde geplant, neben der Evaluation nach einem Vieraugenprinzip zusätzlich Expertenworkshops und mehrere Pre-Tests je Nutzergruppe durchzuführen.
- Erkenntnis 4 – Aufgaben: Die Aufgabenstellung muss besser an den MDCP-Charakter der Anwendungsdomäne angepasst werden. In Studie 4 wurde abgesehen von der Trainingsphase ausschließlich auf dem BYOD-Tablet interagiert. Dadurch wurde der Zusammenhang zwischen den involvierten Geräten weniger stark ersichtlich für die Probanden. In dieser Studie sollen die Aufgaben so konzipiert werden, dass zwischen den Geräten des MDCP-Ökosystems häufiger gewechselt wird.
- Erkenntnis 5 – Akzeptanz von plattformspezifischen Anpassungen: Mehrere Probanden der vorangegangenen Studie gaben an, dass sie sich plattformspezifische Anpassungen für eine Schnittstelle innerhalb eines MDCP-Ökosystems dann vorstellen können, wenn die involvierten Geräte unterschiedlicher sind. Den Bedarf hinsichtlich Anpassungen bei vergleichbar großen Geräten innerhalb eines MDCP-Ökosystems sehen sie eher als gering an. Hingegen bei einem weiteren Gerät mit kleinerem Display könnte eine Anpassung der Konzepte in Richtung Plattformen iOS und Android für diese Teilnehmer durchaus einen Mehrwert ergeben. Daher wurde beschlossen, diese Studie um eine kleinere Teilstudie zu Smartphones zu erweitern. Dazu sollten ebenfalls ein Smartphone-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung und ein Smartphone-Prototyp mit plattformspezifischer Schnittstellengestaltung konzipiert werden. Beide werden ebenfalls im Kontext des Fond-Entertainment-System-Prototyps im Fahrzeug getestet. Die Favoritenauswahl für die Smartphonegestaltung sollte die Bewertungsgrundlage der Akzeptanz von plattformspezifischen Anpassungen bei unterschiedlichen Geräten innerhalb eines MDCP-Ökosystems bilden. Auch für diese Teilstudie sind kleinere Tasks geplant, bei

denen die Nutzer zwischen der jeweiligen Smartphone-Schnittstelle und der produktspezifischen Schnittstelle des montierten Fond-Entertainment-System-Displays wechseln.

- Erkenntnis 6 – Testing-Phase: In Studie 4 absolvierten alle Probanden eine Testing-Phase. Gerade die hinsichtlich der MBUX-Schnittstellengestaltung unerfahrenen Nutzer wurden durch die Stimulation und Originalität dieser Gestaltung beeinflusst. Hier wurde in der Reflexion eine Korrelation nachgewiesen, die zur Begünstigung der konsistenten BYOD-Variante mit produktspezifischer MBUX-Schnittstellengestaltung geführt hat. Bei einer Schichtung der Stichprobe, bei der erfahrene und unerfahrene Nutzer berücksichtigt werden, ist diese Trainingsphase nicht sinnvoll. Zudem kommen im realen Nutzungskontext ebenfalls unerfahrene und erfahrene Nutzer mit dem System in Berührung. Daher wird die Trainings-Phase für diese Studie bewusst weggelassen.
- Erkenntnis 7 – Einstiegspunkte: Ebenfalls als nachteilig für die plattformspezifischen Anpassungen wurde die Testprozedur bewertet. Die jeweils zu testende Schnittstellengestaltung für das BYOD wurde bereits auf dem BYOD-Tablet geöffnet und dem Probanden übergeben. Dadurch öffnete der Proband die App nicht selbst, wie dies im realen Leben der Fall wäre. Dieses Vorgehen wurde als Nachteil reflektiert. Für die Probanden war die Unterscheidung zwischen der fahrzeugeigenen und der BYOD-Schnittstelle in der Testsituation nur schwer zu erfassen. Außerdem wird vermutet, dass ein Einstieg über das Betriebssystem des Geräts, gerade beim BYOD, eine andere Erwartungshaltung an die Schnittstellengestaltung weckt. Als Folge daraus sind für diese Studie auch unterschiedliche Einstiegspunkte geplant. Einerseits über das montierte Fond-Entertainment-System-Display und andererseits über das Betriebssystem des portablen BYOD. Außerdem wurde festgelegt, dass jeder Proband die Prototypen auf dem BYOD-Tablet über den Homescreen der jeweiligen Plattform öffnet. Hierbei kann auch geklärt werden, ob die Vorerfahrung mit dem Gerät oder der aktuelle Kontext einen stärkeren Einfluss auf die Auswahl des Favoriten hat.
- Erkenntnis 8 – Metriken und Testablauf: Als geeignet wurden die Auswahl der UX-Metriken und der damit verbundene UEQ-Fragebogen empfunden. Auch

bei dieser Studie wurde geplant, damit die Auswirkungen auf die UX des verwendeten Gestaltungsansatzes zu testen. Zusätzlich sollten auch die beiden Usability-Metriken, Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens, erhoben werden. Beide sind Teile des USE-Fragebogens. Die Ergebnisse der Studie 4 zeigen, dass die Konkurrenzfähigkeit neuer produktspezifischer Schnittstellengestaltungskonzepte gegenüber bereits etablierten Konzepten sowohl von UX- als auch von Usability-Kriterien abhängt. Der generelle Ablauf eine Schnittstellengestaltung über aufgabenbasierte Evaluation zu testen und im Nachgang von den Probanden bewerten zu lassen, hat sich als praktikabel erwiesen. Durch den Within-Subjects-Ansatz konnten wichtige Informationen hinsichtlich der Akzeptanz aller Schnittstellen im MDCP-Kontext gewonnen werden. Dadurch wurde gleichzeitig die Favoritenauswahl ermöglicht. Daher wird der Ansatz auch für diese Studie übernommen.

9.2 Ziele und Studiendesign

Analog zur vorangegangenen Studie werden im Rahmen dieser Studie ebenfalls Punkte der übergeordneten Fragestellung geklärt. Diese umfassen die Forschungsfragen 5 und 6 im übergeordneten Forschungsvorhaben (vgl. Abschnitt 5.3). Unter Berücksichtigung der Lessons Learned von Studie 4 wurde ein Forschungsdesign ausgearbeitet. Dieses soll die folgenden Punkte evaluieren:

- 5) *Sollte für die BYOD-Anwendung im Kontext eines MDCP-Ökosystems ein Schnittstellengestaltungsansatz mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur und leicht erhöhter äußerer Konsistenz gegenüber einem maximal produktspezifischen Schnittstellengestaltungsansatz mit höherer innerer Konsistenz bevorzugt werden?*
 - a. *Wie wirkt sich die Verwendung von plattformspezifischen Schnittstellenarchitekturkonzepten für die Gestaltung der BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems auf dessen UX aus?*
 - b. *Welche Gestaltung der BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems wird von den Nutzern bevorzugt?*
 - c. *Gibt es Überschneidungen zwischen den erhobenen Usability- und UX-Ergebnissen und der favorisierten Gestaltung der BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems?*

- d. *Gibt es einen Unterschied zwischen der favorisierten MDCP-Schnittstellengestaltung und der favorisierten Single-Device-Schnittstellengestaltung?*
 - e. *Gibt es hinsichtlich der Bewertung signifikante Unterschiede zwischen iOS-Nutzern und Android-Nutzern?*
 - f. *Welche Faktoren könnten die Ergebnisse beeinflusst haben?*
 - g. *Gibt es Unterschiede zwischen den Ergebnissen der Low-Fidelity- und High-Fidelity-Prototypen-Evaluation?*
- 6) *Hängt die Akzeptanz von plattformspezifischen Anpassungen auch mit der Unterschiedlichkeit der jeweiligen Geräte zusammen?*
- a. *Gibt es bei Geräten mit vergleichbaren Formfaktoren gegenüber Geräten mit unterschiedlichen Formfaktoren Unterschiede hinsichtlich der Zustimmung zu plattformspezifischen Anpassungen für eine BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems?*

Mit dem Ziel, die Ergebnisse von Studie 4 und dieser Studie bestmöglich vergleichen zu können, wird darauf geachtet, das prinzipielle methodische Vorgehen möglichst ähnlich zu halten. Daher werden die folgenden Punkte übernommen:

- Ziel ist, die Auswirkung des Gestaltungsansatzes auf die erhobenen UX- und Usability-Metriken zu klären.
- Die Zuteilung der Probanden zu den Nutzergruppen erfolgt anhand der am häufigsten genutzten mobilen Plattform. Die Vorgabe lautet, dieselbe Anzahl an Probanden je Nutzergruppe zu erreichen.
- Die folgenden unabhängigen Variablen und deren Ausprägungen werden festgehalten:
 - Die zugelassenen Plattformen sind iOS und Android.
 - Die BYOD-Tablet-Schnittstellengestaltung
 - Ausprägung T1: Konsistent zur produktspezifischen Schnittstellengestaltung der Fond-Entertainment-System-Display-Anwendung. Graphisches Design, Interaktionselemente und die Schnitt-

stellenarchitektur der BYOD-Tablet-Schnittstelle sind produktspezifisch. Diese Variante weist die höchste innere Konsistenz auf.

- Ausprägung T2: Schnittstellengestaltung mit Anpassungen hinsichtlich Schnittstellenarchitektur nach den Patterns von iOS. Graphisches Design und Interaktionselemente bleiben produktspezifisch. Bei dieser Variante ist die äußere Konsistenz leicht erhöht.
 - Ausprägung T3: Schnittstellengestaltung mit Anpassungen hinsichtlich Schnittstellenarchitektur nach den Patterns von Android (Material Design). Graphisches Design und Interaktionselemente bleiben produktspezifisch. Bei dieser Variante ist die äußere Konsistenz leicht erhöht.
 - Je nach Plattformzugehörigkeit der Probanden testen diese in Kombination mit einer produktspezifischen Fond-Entertainment-Anwendung entweder BYOD-Ausprägung T1 und BYOD Ausprägung T2 oder BYOD-Ausprägung T1 und BYOD-Ausprägung T3 (siehe Abbildung 61 und Abbildung 62).
- Die BYOD-Smartphone-Schnittstellengestaltung
 - Ausprägung S1: Konsistent zur produktspezifischen Schnittstellengestaltung der Fond-Entertainment-System-Display-Anwendung. Graphisches Design, Interaktionselemente und die Schnittstellenarchitektur der BYOD-Smartphone-Schnittstelle sind produktspezifisch. Bei dieser Variante ist die innere Konsistenz am höchsten.
 - Ausprägung S2: Schnittstellengestaltung mit plattformspezifischen Anpassungen hinsichtlich der Schnittstellenarchitektur nach den Patterns von iOS. Graphisches Design und Interaktionselemente bleiben produktspezifisch. Bei dieser Variante ist die äußere Konsistenz leicht erhöht.
 - Ausprägung S3: Schnittstellengestaltung mit plattformspezifischen Anpassungen hinsichtlich der Schnittstellenarchitektur

nach den Patterns von Android (Material Design). Graphisches Design und Interaktionselemente bleiben produktspezifisch. Bei dieser Variante ist die äußere Konsistenz leicht erhöht.

- Je nach Plattformzugehörigkeit der Probanden testen diese in Kombination mit einer produktspezifischen Fond-Entertainment-Anwendung entweder Smartphone-Ausprägung S1 und Smartphone-Ausprägung S2 oder Smartphone-Ausprägung S1 und Smartphone-Ausprägung S3 (siehe Abbildung 63 und Abbildung 64).
- Einstiegspunkte:
 - Über das Fond-Entertainment-System-Display,
 - über den BYOD-Homescreen.
- Die folgenden abhängigen Variablen oder Zielgrößen werden festgehalten:
 - Die MDCP UX der Prototypen wird über die Dimensionen des UEQ-Fragebogens evaluiert.
 - Die Usability-Metriken Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens werden mit Hilfe des USE-Fragebogens evaluiert.
 - Die favorisierte MDCP-Schnittstellengestaltung für ein Fond-Entertainment-System mit gleich großen Geräten wird über Favoritenauswahl 1 ermittelt.
 - Die favorisierte Single-Device-Schnittstellengestaltung (SD-Schnittstellengestaltung) für ein BYOD-Tablet wird mit Favoritenauswahl 2 ermittelt, um diese mit der Favoritenauswahl 1 vergleichen zu können.
 - Die favorisierte MDCP-Schnittstellengestaltung für ein Fond-Entertainment-System mit unterschiedlich großen Geräten wird über Favoritenauswahl 3 ermittelt, um diese mit der Favoritenauswahl 1 zu vergleichen.

Dazu wird ein Mixed-Methods-Ansatz nach Creswell und Creswell (2018, S. 215) verwendet. Dieser umfasst:

- Quantitative Daten (standardisierte Fragebögen zur Ermittlung der MDCP UX und Usability),

- qualitative Daten (offenes Interview, Thinking-Aloud-Methode und Stichwortprotokoll),
- aufgabenbasierte Evaluation der unterschiedlichen MDCP-Prototypen für ein Fond-Entertainment-System bestehend aus montiertem Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Tablet-Anwendungen,
- aufgabenbasierte Evaluation zweier unterschiedlicher MDCP-Prototypen für ein Fond-Entertainment-System bestehend aus montiertem Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Smartphone-Anwendung,
- Auswertung aller Daten zur Beantwortung der direkten Forschungsfragen,
- Rückschlüsse auf die übergeordneten Fragestellungen,
- Rückbezug zu vorangegangenen Studien.

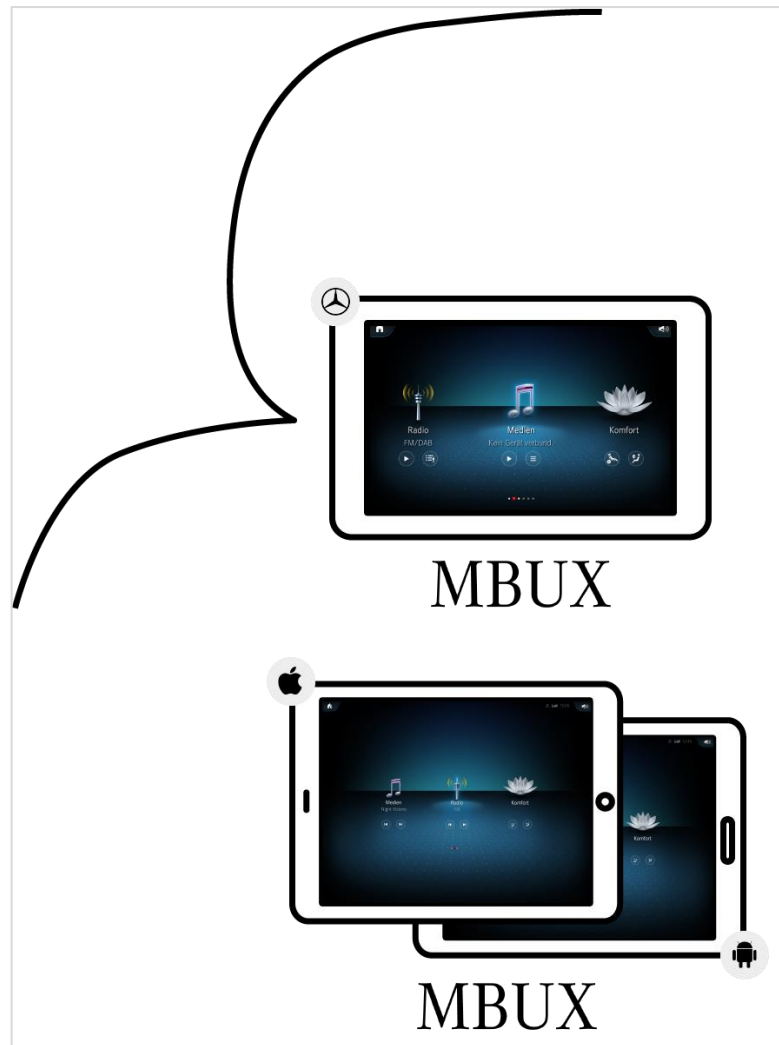


Abbildung 61 – T1: Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 1 mit produkt-spezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (bei vergleichbaren Gerätegrößen). Diese Ausprägung weist die höchste innere Konsistenz auf und wird von allen Probanden beider Nutzergruppen getestet. Es gibt sie nur in der Ausprägung T1

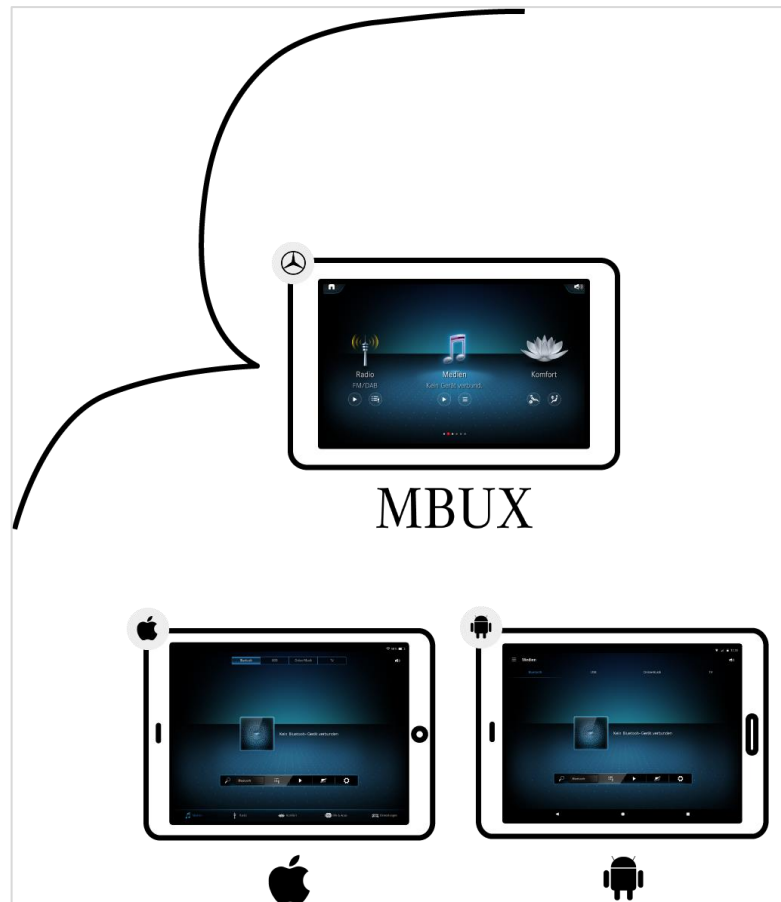


Abbildung 62 – T2 und T3: Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 2 mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (bei vergleichbaren Gerätegrößen). Unten links T2: Schnittstelle der BYOD-Tablet-Anwendung mit iOS-spezifischen Anpassungen. Unten rechts T3: Schnittstelle der BYOD-Tablet-Anwendung mit Android-spezifischen Anpassungen. Beide Ausprägungen haben eine leicht erhöhte äußere Konsistenz. Je nach Nutzergruppenzugehörigkeit der Probanden wird als Variante 2 entweder die Ausprägung T2 oder T3 verwendet

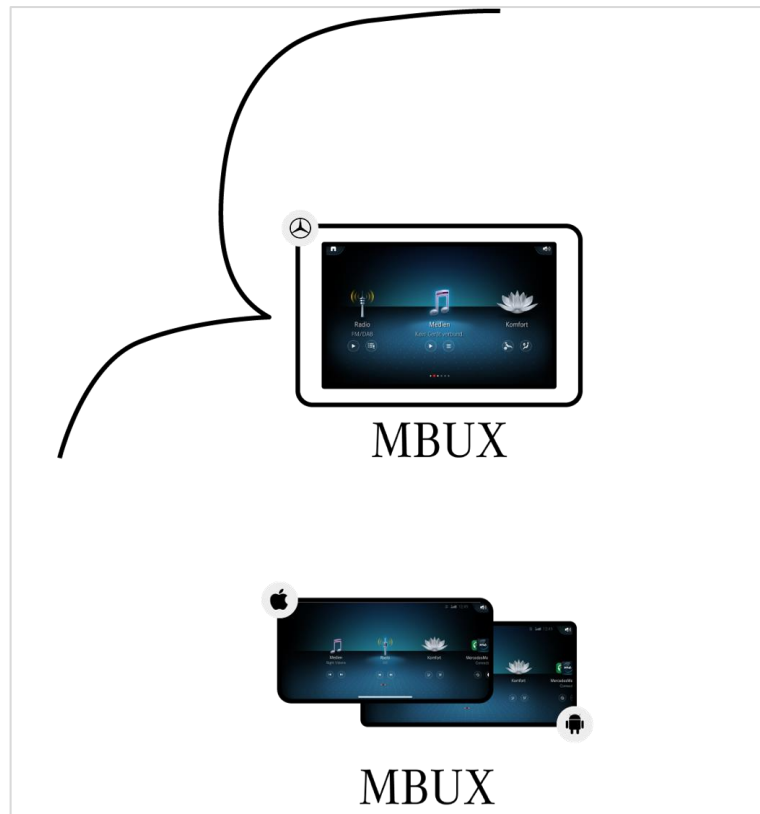


Abbildung 63 – S1: Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 1 mit produkt-spezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung für die BYOD-Smartphone-Anwendung (bei unterschiedlichen Gerätegrößen). Diese Ausprägung weist die höchste innere Konsistenz auf und wird von allen Probanden beider Nutzergruppen getestet. Es gibt sie nur in der Ausprägung S1 im Querformat

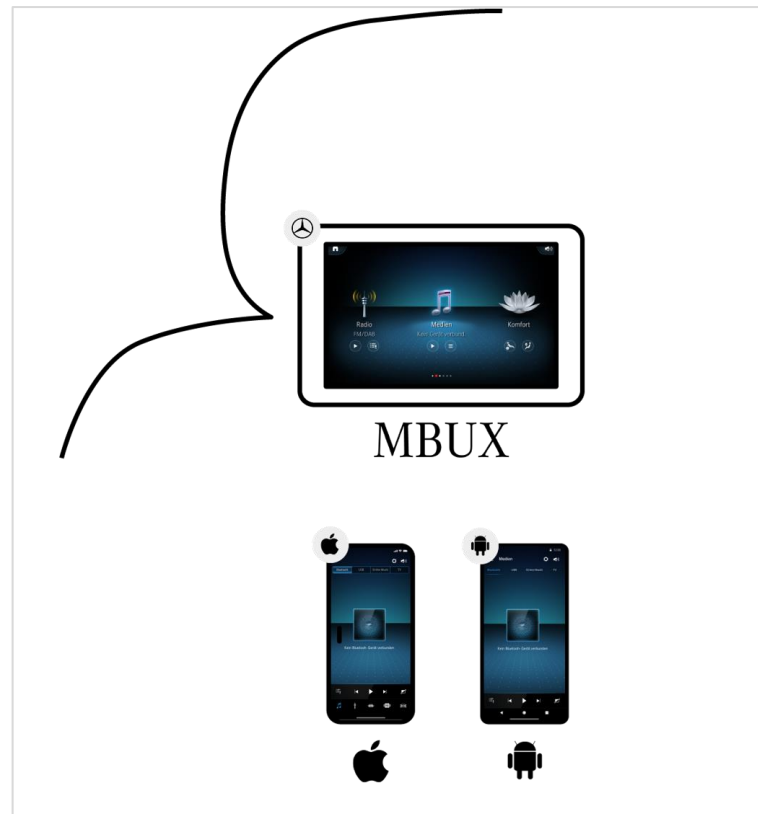


Abbildung 64 – S2 und S3: Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 2 mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur bei der BYOD-Smartphone-Anwendung (bei unterschiedlichen Gerätegrößen). Unten links S2: Schnittstelle der BYOD-Smartphone-Anwendung mit iOS-spezifischen Anpassungen. Unten rechts S3: Schnittstelle der BYOD-Smartphone-Anwendung mit Android-spezifischen Anpassungen. Beide Ausprägungen weisen eine leicht erhöhte äußere Konsistenz auf. Je nach Nutzergruppenzugehörigkeit der Probanden wird als Variante 2 entweder die Ausprägung S2 oder S3 verwendet. Beide gibt es nur im Hochformat

9.2.1 Auswahl der Follow-Up-Fragebögen anhand der Ziele

Da sich die Kombination aus UEQ-Fragebogen und Teilen des USE-Fragebogens bewährt hat, kann die Auswahlentscheidung, die in Studie 4 getroffen wurde, bestätigt werden (8.2.1). Folglich findet sie auch in dieser Studie Anwendung.

9.2.2 Evaluationsansatz und Aufgabenplanung

Der generelle Within-Subjects-Ansatz, bei dem alle Probanden jeweils zwei Fond-Entertainment-System-Prototypen mit vergleichbaren Größen testen (siehe dazu Abschnitt 8.2.2), wird in dieser Studie ebenfalls angewendet und um Prototypen mit unterschiedlichen Größen erweitert.

Wie aus den Lessons Learned ersichtlich, sind die Aufgaben der Studie 4 zur vollständigen Evaluation der Prototypen nicht geeignet. Daher wurden diese in der Planung

zu dieser Studie neu entwickelt. Im Kern geht es um einen stärkeren Wechsel zwischen der Fond-Entertainment-System-Display-Anwendung und dem jeweiligen BYOD-Tablet-Prototypen. Dieser Gerätewechsel ist auch für die Smartphone-Varianten geplant. Um die Randomisierung zu gewährleisten, werden neben unterschiedlichen Tabletreihenfolgen und Smartphonereihenfolgen auch unterschiedliche Einstiegspunkte berücksichtigt.

Zur Evaluation des MDCP-Fond-Entertainment-System-Prototyps mit BYOD-Tablets wurden vorab zwei vergleichbare Aufgabensets geschaffen, die je nach Reihenfolge, gleichmäßig zum Einsatz kommen. Zur Evaluation des MDCP-Fond-Entertainment-System-Prototyps mit Smartphones war das Gleiche geplant. Die Vergleichbarkeit der Aufgabensets wurde in der Planungsphase dadurch gewährleistet, dass der Schwierigkeitsgrad identisch war. Es wurde in der Planung festgehalten, dass bei jedem Gerät des Fond-Entertainment-System-Prototyps immer die gleiche Anzahl an Navigationsschritten und Interaktionen gewährleistet blieb. In einem Expertenworkshop wurden die Aufgaben von UI-Experten hinsichtlich der Schwierigkeit analysiert und kleinere Anpassungen vorgenommen. Außerdem wurde darauf geachtet, dass auch der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben vom Schwierigkeitsgrad der Vorgängerstudie 4 nicht abweicht. Die Unterschiede bezogen sich auf inhaltlich andere Aufgaben (da andere Aspekte untersucht werden) und auf die Aufgabenverteilung an sich. Im Gegensatz zur Vorgängerstudie wurden nicht nur Aufgaben für das BYOD-Tablet und BYOD-Smartphone konstruiert, sondern es wurden auch Aufgaben im Wechsel mit dem montierten Fond-Entertainment-System-Display geplant. Die Prämissen dabei waren nicht nur die Multichannel-Aspekte, sondern auch die Cross-Media-Aspekte des MDCP-Ökosystems erlebbar zu machen. Inhaltlich wurden die Aufgaben so geplant, dass der zu untersuchende Aspekt, eine leichte Erhöhung der äußeren Konsistenz durch die Anpassung der Schnittstellenarchitektur an die Plattform-Patterns, Wirkung zeigt. Dennoch wurde darauf geachtet, diesen Aspekt auch nicht zu sehr zu betonen, denn die Bewertung soll möglichst frei von Beeinflussung sein. Damit wird sichergestellt, dass die innere Konsistenz als alternative Gestaltungsvariante gleichwertig behandelt wird. Die vollständigen Aufgaben können dem digitalen Anhang zur Studie 5 entnommen werden. Wie auch bei der

Vorgängerstudie war nicht geplant, die Bearbeitungszeit oder die Vervollständigungsrate zu messen, da es sich nicht um eine klassische Usability-Studie handelt, sondern vielmehr die MDCP-Aspekte untersucht werden.

9.2.3 Follow-Up-Interview

Grundsätzlich sollte an der Struktur der Vorgängerstudie festgehalten werden. Diese beinhaltet zunächst die Evaluation der Fond-Entertainment-System-Prototypen in Kombination mit einem anschließenden Interview. Es wurde geplant, dieses Prinzip für beide Studienteile, also Tablet-Studie und Smartphone-Studie, beizubehalten. Die Tablet-Prototypen sollten zunächst ebenfalls aufgabenbasiert erlebt werden. Mit Hilfe des UEQ-Fragebogens und den ausgewählten Teilen des USE-Fragebogens sollten diese im Anschluss bewertet werden. Danach sollten die Probanden ihre Favoriten auswählen und über die Prototypen im Interview diskutieren. Anschließend sollten sie zunächst die Smartphone-Varianten testen und ebenfalls über die ausgewählten Usability- und UX-Metriken bewerten. Auch hier sollte die anschließende Befragung den MDCP-Favoriten und den SD-Favoriten ermitteln. Für den Abschluss des Smartphone-teils wurden in der Planung ebenfalls Fragen zur generellen Präferenz hinsichtlich der Schnittstellengestaltung entwickelt. In Abschnitt 9.3 wird dargelegt, aus welchen Gründen und auf welche Art und Weise von dieser ursprünglichen Planung abgewichen wird.

9.2.4 Testumgebung

Für die Studie wurde ebenfalls eine In-situ-Befragung im Fahrzeug geplant. Dabei wurden Fahrzeuge in Betracht gezogen, in denen ein Fond-Entertainment-System auch tatsächlich verfügbar ist. Wie in der vorangegangenen Studie sollte auch hier die Evaluation im Stand durchgeführt werden, sodass die Probanden nicht zusätzlich von der Fahrsituation abgelenkt werden.

9.2.5 Ablauf und Vorbereitungen

Da das Studiendesign gegenüber der Vorgängerstudie um zusätzliche Einstiegspunkte und Geräte erweitert wurde, musste ein neuer Plan dafür erarbeitet werden. Da der Ablaufplan nach dem Pretesting nochmals verändert wurde, wird der finale Ablaufplan in Punkt 9.3 dargelegt.

9.3 Vorbereitung und Pretesting

Nach dem Entwurf des Studiendesigns wurden die konkreten UI-Konzepte erarbeitet und in Form von High-Fidelity-Prototypen umgesetzt. Dazu wurden Sketch und Flinto als Prototyping-Tools eingesetzt.

Für die MBUX-Variante wurden die bereits veröffentlichten Konzepte der MBUX-Infotainment-Plattform herangezogen. Präziser ausgedrückt wurden nicht die Konzepte verwendet, die im späteren Fond-Entertainment-System verwendet werden, da diese zu diesem Zeitpunkt noch nicht fertiggestellt waren. Dies stellt aber keinen Minderungsgrund bezüglich der Aussagefähigkeit der Ergebnisse dar, weil die Konzepte für die Head Unit und das Fond-Entertainment-System nahezu identisch sind. Die Anpassungen für die späteren Fond-Entertainment-System-Schnittstellen ab Werk betreffen nicht grundlegend die hier getesteten Merkmale der Schnittstellenarchitektur. Dieser Umstand ist auch auf die Prämisse zurückzuführen, dass sowohl alle Schnittstellen im Fahrzeug als auch die der BYOD-Geräte möglichst einheitlich vor dem Kunden präsentiert werden sollen. Alle Konzepte sind zudem für graphische Benutzerschnittstellen und Touchbedienung ausgelegt.

Im Folgenden werden anhand eines Beispiels die Unterschiede und die Gemeinsamkeiten zwischen produktspezifischen und plattformspezifischen Schnittstellengestaltungsvarianten verdeutlicht. Eine vollständige Abbildung aller Patterns und Screens der Prototypen ist im Detail nicht möglich. Alle High-Fidelity-Flinto-Prototypen können dem digitalen Anhang der Studie 5 entnommen werden. Daher werden hier nur prägnante Elemente der Schnittstellenarchitektur herausgegriffen. Eine detaillierte Gegenüberstellung der Patterns, die die Gestaltungsgrundlage für die Prototypen bilden, kann Studie 2 entnommen werden (siehe dazu Abschnitt 6.2.1 und Abschnitt 6.2.2).

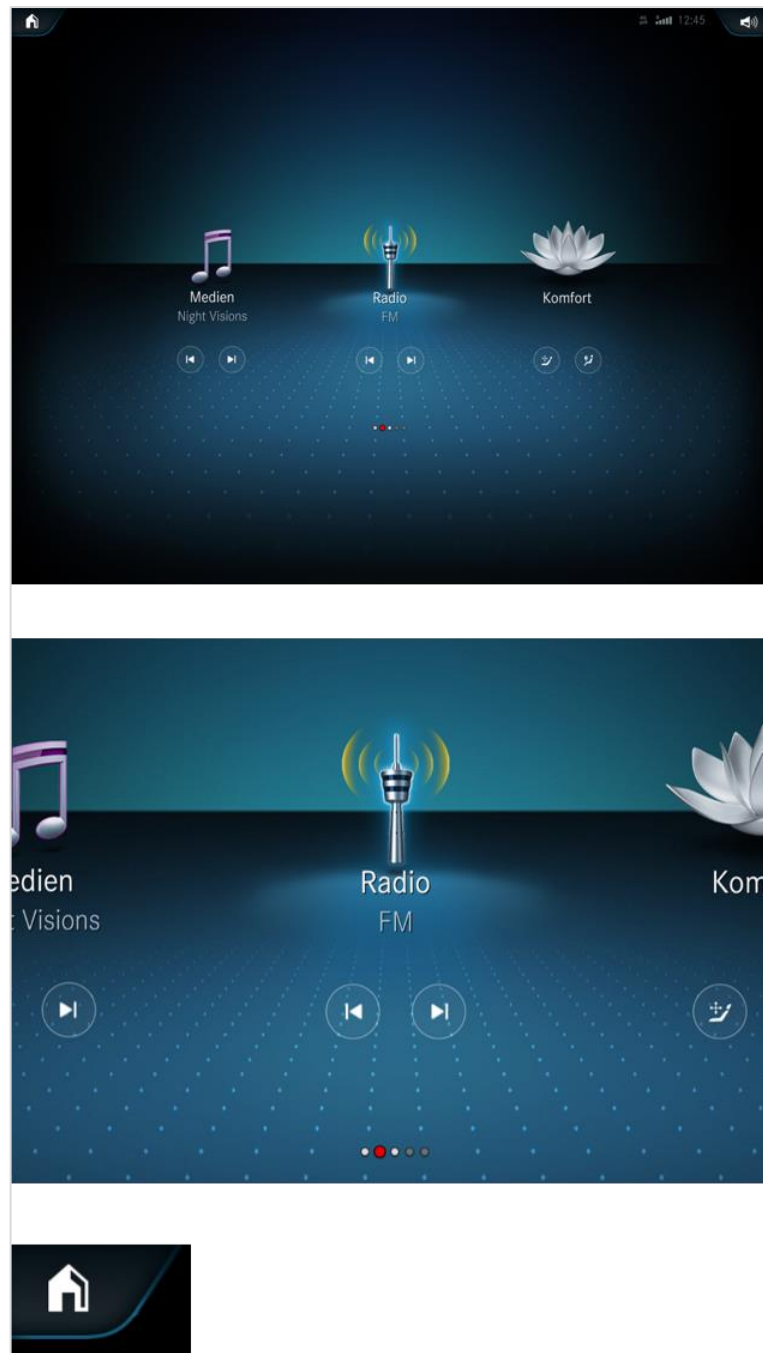


Abbildung 65 – Produktspezifische Schnittstellengestaltungspatterns für die Fond-Entertainment-System-Display-Anwendung und für die produktspezifisch konsistente BYOD-Tablet-Anwendung. Oben: Homescreen, auf dem alle Funktionen abgerufen werden können. Mitte: Vergrößerung mit dem Fokus auf die Kacheln und die Page-Indikatoren (als Hinweis auf seitenweises Blättern) als zentrale Elemente der produktspezifischen Schnittstellenarchitektur. Unten: Homescreen-Button, der auf jeder Subseite verfügbar ist und zum Homescreen zurückführt

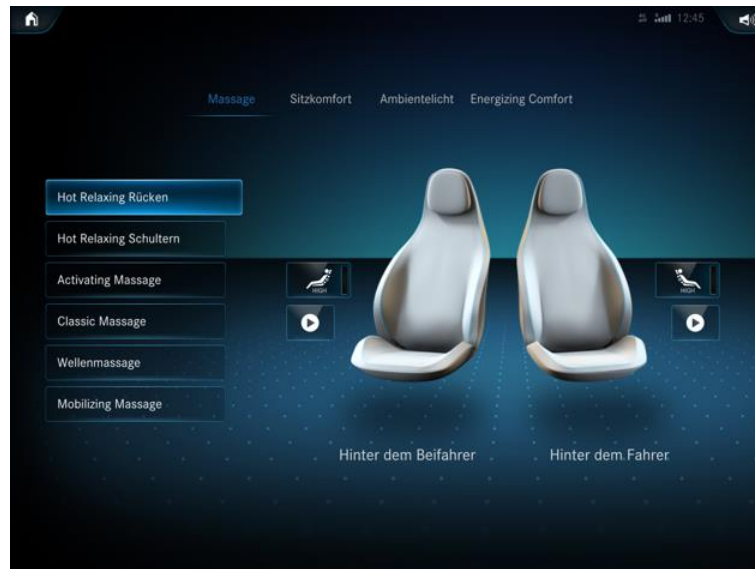


Abbildung 66 – Produktspezifische Interaktionselemente für die Fond-Entertainment-System-Display-Anwendung und für die produktspezifisch konsistente BYOD-Tablet-Anwendung. Oben: Basis-Screen der Komfortfunktion mit produktspezifischer Schnittstellenarchitektur (Homescreen-Button, Tabs und Listenstruktur) und produktspezifischen Interaktionselementen. Unten: Vergrößerung mit dem Fokus auf die produktspezifischen Interaktionselemente. Hier: MBUX-Play-Button und MBUX-Toggle-Switch

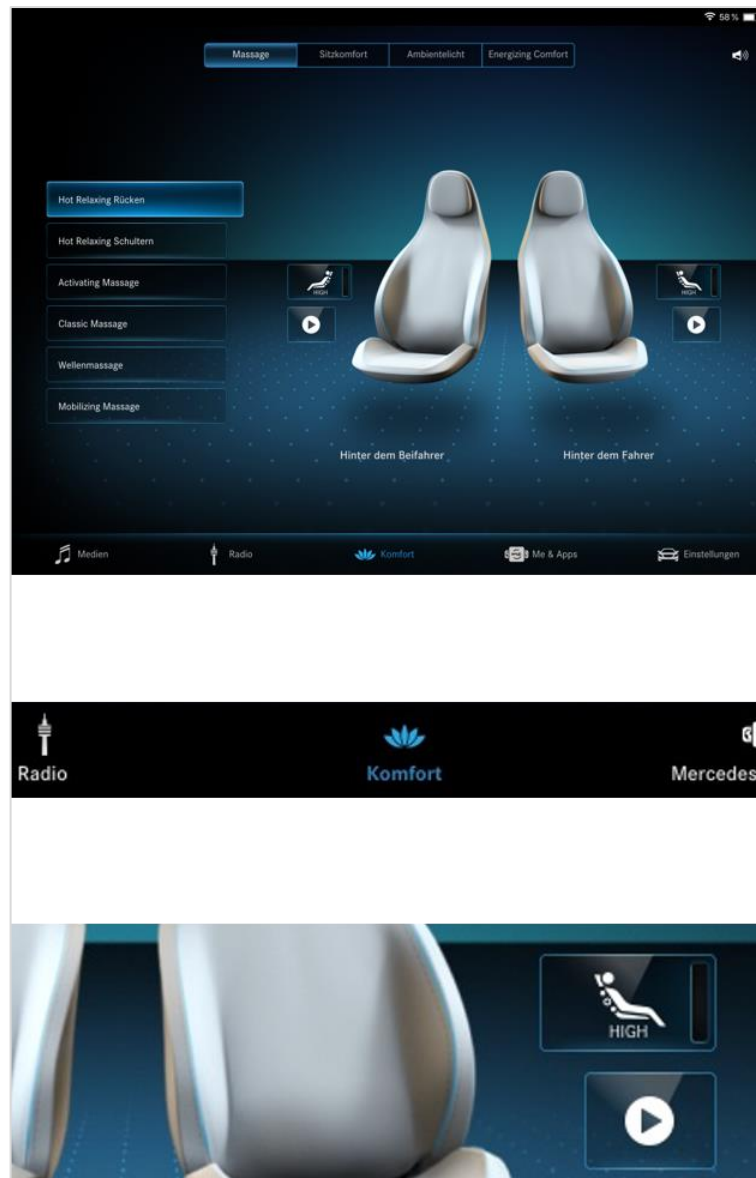


Abbildung 67 – iOS-spezifische Schnittstellenarchitektur und produktspezifische Interaktionselemente für die BYOD-Tablet-Anwendung. Oben: Basis-Screen der Komfortfunktion mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur (Tabbar, Segment Controls, Listenstruktur) und produktspezifischen Interaktionselementen. Mitte: Vergrößerung mit dem Fokus auf die Tabbar mit allen verfügbaren Funktionen der Anwendung als zentrales Element dieser plattformspezifischen Schnittstellenarchitektur. Der Homescreen und der dazugehörige Homescreen-Button entfallen. Unten: Vergrößerung mit dem Fokus auf die produktspezifischen Interaktionselemente von MBUX. Hier: MBUX-Play-Button und MBUX-Toggle-Switch

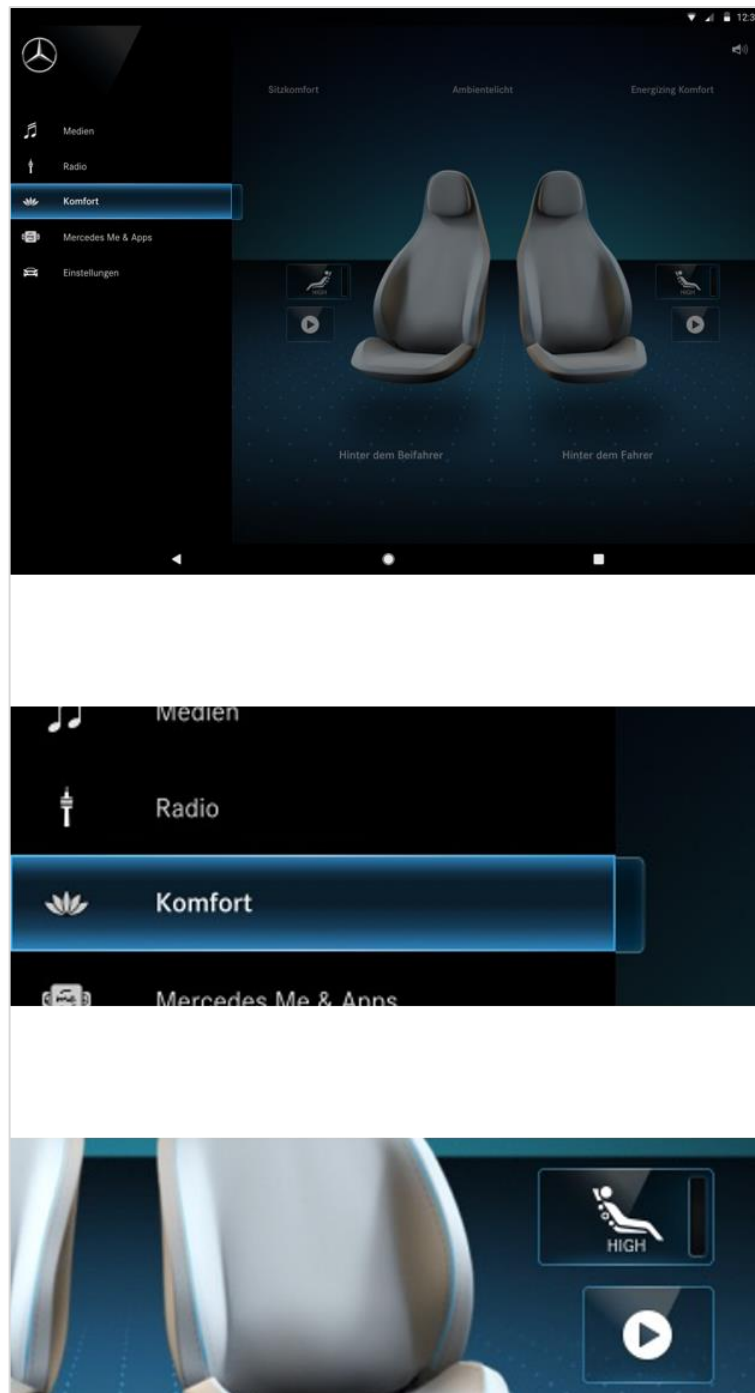


Abbildung 68 – Android-spezifische Schnittstellenarchitektur und produktspezifische Interaktionselemente für die BYOD-Tablet-Anwendung. Oben: Basis-Screen der Komfortfunktion mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur (Navigation-Drawer und Tabs) und produktspezifischen Interaktionselementen. Mitte: Vergrößerung mit dem Fokus auf den Navigation-Drawer (Hamburger-Menü) mit allen verfügbaren Funktionen der Anwendung als zentrales Element dieser plattformspezifischen Schnittstellenarchitektur. Der Homescreen und der dazugehörige Homescreen-Button entfallen. Unten: Vergrößerung mit dem Fokus auf die produktspezifischen Interaktionselemente von MBUX. Hier: MBUX-Play-Button und MBUX-Toggle-Switch



Abbildung 69 – Produktspezifische Schnittstellengestaltungspatterns für die produktspezifisch konsistente BYOD-Smartphone-Anwendung. Oben: Homescreen, auf dem alle Funktionen abgerufen werden können (ausschließlich im Querformat umgesetzt). Mitte: Basis-Screen der Komfortfunktion und Homescreen-Button, der auf jeder Subseite verfügbar ist und zum Homescreen zurückführt. Unten: Vergrößerung mit dem Fokus auf die produktspezifischen Interaktionselemente von MBUX. Hier: MBUX-Play-Button und MBUX-Toggle-Switch



Abbildung 70 – iOS-spezifische Schnittstellenarchitektur und produktspezifische Interaktionselemente für die BYOD-Smartphone-Anwendung (ausschließlich im Hochformat umgesetzt). Oben: Basis-Screen der Komfortfunktion mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur (Tabbar, Segment Controls, Listenstruktur) und produktspezifischen Interaktionselementen. Mitte: Vergrößerung mit dem Fokus auf die Tabbar mit allen verfügbaren Funktionen der Anwendung als zentrales Element dieser plattformspezifischen Schnittstellenarchitektur. Der Homescreen und der dazugehörige Homescreen-Button entfallen. Unten: Vergrößerung mit dem Fokus auf die produktspezifischen Interaktionselemente von MBUX. Hier: MBUX-Play-Button und MBUX-Toggle-Switch

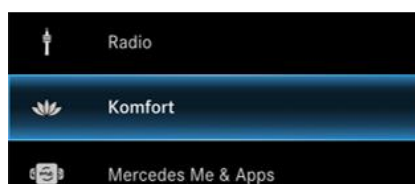
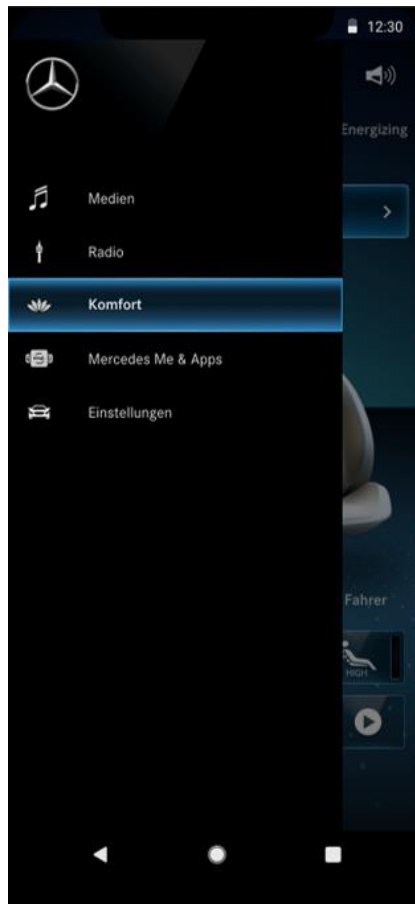


Abbildung 71 – Android-spezifische Schnittstellenarchitektur und produktspezifische Interaktionselemente für die BYOD-Smartphone-Anwendung (ausschließlich im Hochformat umgesetzt). Oben: Basis-Screen der Komfortfunktion mit plattform-spezifischer Schnittstellenarchitektur (Navigation-Drawer und Tabs) und produktspezifischen Interaktionselementen. Mitte: Vergrößerung mit dem Fokus auf den Navigation-Drawer (Hamburger-Menü) mit allen verfügbaren Funktionen der Anwendung als zentrales Element dieser plattformspezifischen Schnittstellenarchitektur. Der Homescreen und der dazugehörige Homescreen-Button entfallen. Unten: Vergrößerung mit dem Fokus auf die produktspezifischen Interaktionselemente von MBUX. Hier: MBUX-Play-Button und MBUX-Toggle-Switch

Als Lessons Learned aus der Vorgängerstudie wurde festgehalten, dass mehrere Pretests durchgeführt werden müssen. Dies liegt daran, dass die Guidelines (iOS Human Interface Guidelines und Material Design Guidelines) der beiden Plattformen prinzipiell mehrere Patterns hinsichtlich Schnittstellenarchitektur zur Verfügung stellen. Da im Test aber nur die tatsächlich aussichtsreichsten Patterns gegen die produktspezifisch konsistente Variante antreten sollten, wurden diese in einem iterativen Prozess mit Pretest-Kandidaten ermittelt. Dabei wurden keine formalen Designprozesse, sondern informelle Befragungen durchgeführt, die sich am Human-Centered-Design-Prozess orientieren. Dazu wurden Anforderungen einerseits aus den Guidelines und andererseits über die Befragungen ermittelt. Hierbei wurden auch Experten aus der UX-Konzeptentwicklungsabteilung der Mercedes-Benz AG konsultiert. Daraufhin erfolgte eine Low-Fidelity-Prototypenentwicklung. Diese Prototypen wurden wiederum mit Pretestkandidaten in einem cognitive walkthrough nach Allen und Chudley (2012) diskutiert. Hierbei ging es um die Abgleichung des mentalen Modells der Pretestkandidaten und des mentalen Modells, das dem Gestaltungsprozess dieser ersten Prototypen zugrunde gelegt wurde. Ziel war es, die prägnantesten Schnittstellenarchitekturkonzepte zu ermitteln, die für die jeweiligen Plattformen typisch sind und von Nutzern erwartet werden.

Auf Grundlage dieser Patterns wurden dann die plattformspezifischen Anpassungen der produktspezifischen Schnittstellengestaltung erarbeitet und in funktionstüchtige Prototypen implementiert. Mit weiteren Pretestkandidaten wurden dann der generelle Versuchsaufbau und das Studiendesign in einem Tischaufbau nachgestellt. Dazu wurden alle Fragebögen und Interviews im Vorfeld bereits ausgearbeitet und in ihrer ersten Version getestet. Wie in der Vorgängerstudie konnte der generelle Ablauf hinsichtlich seiner Durchführbarkeit bestätigt werden. Im Gegensatz zur Vorgängerstudie konnte jedoch das Studiendesign für den zweiten Block, der die Smartphone-Varianten beinhaltet, nicht bestätigt werden. Das lag einerseits an den sehr zeitaufwändigen UEQ- und USE-Fragebögen, die für die Tablet- und Smartphone-Varianten erhoben wurden und andererseits an den vielen Aufgaben auf unterschiedlichen Geräten. Beides führte zu einer erheblichen Verlängerung der Studiendauer. Diese konnte in dieser Form vorher nicht antizipiert werden. Zusätzlich wirkte sich die Verlängerung der Studiendauer spürbar negativ auf die Qualität der Ergebnisse aus. Daher wurde beschlossen, den zweiten Block der Studie auf dessen Kern zu reduzieren. Der Kern der Studie ist die

Frage, ob plattformsspezifische Anpassungen der Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Anwendung und eine damit einhergehende leichte Erhöhung der äußeren Konsistenz seitens der Nutzer mehr akzeptiert werden, wenn sich die involvierten Geräte hinsichtlich ihres Formfaktors unterscheiden. Also steht in dieser Teilstudie nicht die MDCP UX, sondern die Akzeptanz einer leicht erhöhten äußeren Konsistenz im Fokus. Folglich wurden für den zweiten Teil die UEQ- und USE-Fragebogenanteile gänzlich gestrichen. Der Interviewteil, der die Favoritenauswahl beinhaltet, wurde beibehalten. Diese Favoritenauswahl, bei der die Probanden ihre generelle Präferenz für oder gegen die Anpassungen auf dem Smartphone kommunizieren können, ermittelt die Akzeptanz der Anpassungen und der leicht erhöhten äußeren Konsistenz. Dieser Schlussfolgerung liegt die logische Annahme zugrunde, dass die Akzeptanz für plattformsspezifische Anpassungen und leicht erhöhte äußere Konsistenz dann höher ist, wenn die Probanden diese mehrheitlich favorisieren. Die Frage nach dem Smartphone-Favoriten ist deshalb so relevant, weil sich MDCP-Ökosysteme im Alltag meistens aus unterschiedlichen Geräten zusammensetzen. Ein Beispiel hierfür ist die Steuerung eines smarten TV-Gerätes über ein Smartphone. Da aber der Formfaktor zunächst kontrolliert werden sollte, um die UX-Einflüsse der plattformsspezifischen Anpassungen ohne Störeinflüsse zu eruieren, wurde der erste Block der Studie nicht geändert. Wie bereits erwähnt, führte auch die hohe Anzahl an Aufgaben zu einer gefühlten Überforderung der Pretestkandidaten. Die Vielzahl an Aufgaben, die zur UX-Evaluation der Smartphone-Varianten entwickelt wurden, waren nach dem Entfallen dieser Evaluation auch nicht mehr notwendig. Daher wurde auch die Anzahl an Aufgaben für die Smartphone-Varianten reduziert. Die Pretestkandidaten gaben an, dass das Springen zwischen dem Fond-Entertainment-System-Display-Anwendungsprototyp und den jeweiligen BYOD-Smartphone-Anwendungsprototypen nicht notwendig sei. Der Grund dafür war, dass sie bereits nach dem ersten Block der Studie verstanden hätten, dass es sich um *eine* Anwendung auf unterschiedlichen Geräten handelt. Ein solcher Lerneffekt ist bei einer so umfangreichen Studie nicht auszuschließen. In diesem Fall ist dieser Lerneffekt der Zusammengehörigkeit der Geräte zu einem MDCP-Ökosystem sogar ein positiver Effekt. Er zeigt, dass die Probanden mit dem Grundkonzept von MDCP-Ökosystemen, bestehend aus mehreren Geräten, bereits vertraut sind. Daher wurde das Ausführen der verbleibenden

Aufgaben auf die Smartphoneschnittstelle selbst beschränkt. Das Abschlussinterview beinhaltet die bereits erwähnten Favoritenfragen für die Smartphones.

Von Anfang an ausgeschlossen wurden Favoritenfragen, bei denen die Probanden Favoriten für alle Schnittstellen gleichzeitig auswählen konnten. Dies hätte eine Benutzung aller Geräte mit allen Schnittstellengestaltungsvarianten in Kombination vorausgesetzt und hätte den Rahmen dieser Studie überstiegen.

9.4 Probanden und Durchführung

Aus Gründen der Geheimhaltung konnten nur interne Probanden (Mitarbeiter der Mercedes-Benz AG) akquiriert werden. Für diese Studie konnten 32 Probanden aus unterschiedlichen Unternehmensbereichen gewonnen werden. Ebenso wie in Studie 4 war die Teilnahmevoraussetzung für die Probanden, dass sie nicht an der Konzeptentwicklung der MBUX-Infotainment-Plattform beteiligt waren. Hinsichtlich der Nutzergruppen konnte im Akquiseprozess die Prämisse einer gleichmäßigen Verteilung zwischen iOS- und Android-Nutzern eingehalten werden. Somit sind 16 Probanden iOS-Nutzer und 16 Android-Nutzer. Die Zuteilung zu einer Plattform erfolgte über das am häufigsten benutzte private Smartphone, denn nicht jeder Proband nutzt privat ein Tablet.

Ein ausgearbeitetes Studienprotokoll stellte zudem sicher, dass die alternierende Reihenfolge für Tablets und Smartphones eingehalten wurde. Dabei wurden die Probanden in zwei Gruppen eingeteilt. Sowohl für die Tablets als auch die Smartphones gilt: Entweder wurde zunächst mit der plattformspezifischen Schnittstellengestaltung oder mit der produktspezifisch konsistenten Variante begonnen. Auch hinsichtlich der Einstiegspunkte wurde auf ein ausgeglichenes Verhältnis geachtet. Eine Hälfte startete die Studie mit Aufgaben über das montierte Fond-Entertainment-System-Display und benutzte anschließend das BYOD-Tablet. Die andere Hälfte der Probanden begann die Studie über das BYOD-Tablet. Die zwei Studienblöcke wurden nicht alterniert. Alle Probanden absolvierten zunächst alle Umfänge der wichtigeren Tablet-Studie (Aufgaben, UX- und Usability-Bewertungen je Fond-Entertainment-System-Prototyp, Favoritenauswahl und Interview). Anschließend absolvierten sie die Teilstudie zu den Smartphones (Aufgaben, Favoritenauswahl und Interview). Während der gesamten Dauer wurden die Probanden vom Studienleiter begleitet. Je Proband wurde ein Interviewleitfaden

und ein darauf abgestimmtes Ergebnisprotokoll bereitgestellt. Zusätzlich wurden Stichwortprotokolle zu den Interviews erstellt. Diese umfassten Anmerkungen während der Evaluation. Für die Probanden wurde ein Fragebogen mit demographischen Daten, eine Einverständniserklärung zur Verarbeitung der Daten und jeweils die zwei Fragebögen (UEQ und USE) zur Bewertung der beiden BYOD-Tablet-Schnittstellengestaltungsvarianten bereitgestellt. Zum Ausfüllen im Fahrzeug waren Klemmbretter mit den vorbereiteten Unterlagen für den Testleiter und die Probanden vorbereitet. Entsprechend des Studienaufbaus nahmen die Probanden im Fondbereich Platz. Hier wurde ein ursprünglich installiertes Fond-Entertainment-System demontiert und mittels einer Halterung das Tablet montiert. Wie bereits erwähnt, fungierte dieses Tablet als Fond-Entertainment-System-Display (siehe Abbildung 72). Für die BYOD-Prototypen wurde jeweils ein Tablet bereitgestellt. Alle verwendeten Geräte wurden vom Studienleiter gestellt. Die BYOD-Tablet-Anwendung wurde so konzipiert, dass je nachdem, welcher Plattform der Proband zugeteilt war, der entsprechende Homescreen eines iOS-Tablets oder eines Android-Tablets simuliert wurde. Jedem Probanden wurde vermittelt sich vorzustellen, dass es sich bei den portablen Geräten um seine privaten Geräte handelt. Das montierte Tablet wurde als Prototyp eines fest verbauten Fond-Entertainment-System-Displays vorgestellt. Es war zu keiner Zeit aus der Halterung entnehmbar und wie beim tatsächlichen MBUX-Fond-Entertainment-System konnte ausschließlich die Fond-Entertainment-Anwendung darauf genutzt werden. Daher wurde auch für diesen Prototyp sichergestellt, dass die Anwendung auf dem montierten Tablet nicht verlassen wurde. Während der gesamten Studie und bei allen Probanden musste der Studienleiter nicht eingreifen, da es zu keinen unerwünschten Bedienungsversuchen seitens der Probanden kam. Die Anwendung auf dem montierten Tablet, das als Fond-Entertainment-System-Display fungierte, wurde bereits vor dem Eintreffen des Probanden gestartet. So wurde die Illusion eines Fond-Entertainment-Systems nicht durch das Starten der Prototypenanwendung (Flinto) gestört. Die BYOD-Tablet-Anwendung wurde über den bereits erwähnten simulierten Android- oder iOS-Homescreen von den Probanden selbst gestartet.

Das produktspezifische Schnittstellendesign orientierte sich, wie in der Vorgängerstudie, an der Infotainment-Plattform MBUX des Herstellers Mercedes-Benz. Zum Zeit-

punkt dieser Studie war die MBUX-Infotainment-Plattform bereits in mehreren Fahrzeugen über die Head Unit verfügbar. Daher wurden die Probanden dazu befragt, ob sie MBUX beruflich und oder privat nutzen. Ebenso wurden Probanden mit und ohne MBUX-Erfahrung zugelassen. Dies entspricht dem späteren Benutzungskontext der Anwendung, da sowohl neue unerfahrene als auch erfahrene Nutzer dieses System nutzen könnten.

Die unregelmäßige Benutzung eines Tablets war kein Ausschlusskriterium, da die Patterns je Plattform, die auf den Tablets und Smartphones verwendet werden, auf den gleichen Prinzipien beruhen. Vor der Durchführung erhielten die Probanden lediglich allgemeine Instruktionen für den Ablauf und die Methode. Um sie nicht zu beeinflussen, wurde ihnen die konkrete Forschungsfrage hinsichtlich innerer und äußerer Konsistenz sowie Anpassung an die Plattform nicht mitgeteilt.

Im Gegensatz zur Vorgängerstudie wurden die Personen nicht dazu befragt, ob sie privat ein Fahrzeug von Mercedes-Benz fahren, da verschiedene Infotainment-Plattformgenerationen auf dem Markt vertreten sind. Außerdem zeigten sich in der Vorgängerstudie nur Effekte bei den Probanden, die mit der konkret getesteten Infotainment-Plattform Erfahrung hatten.

Je nach Probanden und der Menge des Feedbacks dauerte eine Evaluationssession zwischen 45 und 60 Minuten. Probanden wurden lediglich einzeln zugelassen. Der Autor der vorliegenden Arbeit und der Autor der betreuten Masterarbeit hatten abwechselnd die Rolle des Beobachters oder des Studienleiters inne. Der Autor der betreuten Masterarbeit fungierte jedoch größtenteils als Studienleiter.

Während des finalen Interviews wurde dem Probanden auf dem fest montierten Tablet die MBUX-Schnittstellengestaltung gezeigt. Auf den zwei portablen BYOD-Tablets wurden die plattformspezifische und die produktspezifisch konsistente Variante gleichzeitig gezeigt, sodass der Proband beide Varianten in Kombination mit dem montierten Tablet nochmals bewerten konnte. Dies war besonders wichtig für die Fragen hinsichtlich der favorisierten Schnittstellengestaltung. Auch beim finalen Interview zur Smartphonestudie konnten beide Varianten vom Probanden jeweils eingesehen und mit dem Fond-Entertainment-System-Display verglichen werden. So konnte eine fundierte Favoritenauswahl getroffen werden. Im Rahmen einer obligatorischen Begrüßung

wurde den Probanden vermittelt, dass es ausschließlich um die Evaluation der Prototypen geht und nicht darum, ihre persönlichen Fähigkeiten zu evaluieren.

Die iOS-Nutzer waren im Alter von 21-63 Jahren. Der Durchschnittswert lag bei 32,93 Jahren (Standardfehler: 2,75 Jahre). Mehr als die Hälfte, 68,75%, waren in dieser Gruppe männlich und somit 31,25 % weiblich. Die Android-Nutzer waren durchschnittlich 33,87 Jahre alt (Standardfehler: 2,74 Jahre). Die Altersspanne in der Android-Gruppe reichte von 22 bis 58 Jahren. In dieser Gruppe gaben 75% an, sich dem männlichen Geschlecht zuzurechnen und somit 25 dem weiblichen.

Zusätzlich wurden die Probanden hinsichtlich ihres höchsten Schulabschlusses befragt. In der Gruppe der Android-Nutzer hatten 14 Probanden entweder einen Bachelor- oder Masterabschluss. Ein Proband gab an, einen Promotionsabschluss zu besitzen. Ein weiterer Proband gab an, eine Ausbildung gemacht zu haben.

In der Gruppe der iOS-Nutzer gaben 10 Probanden an, einen Bachelor- oder Masterabschluss zu haben. Drei Probanden gaben an, einen Promotionsabschluss zu besitzen. Ein weiterer Teilnehmer hatte eine Ausbildung und zwei weitere gaben das Abitur als höchsten Schulabschluss an. Zwischen den Gruppen wurde hinsichtlich des Alters, des Geschlechts und der Bildung kein signifikanter Unterschied festgestellt.



Abbildung 72 – Probandenstudie im Fond des Fahrzeugs. Proband interagiert mit der BYOD-Tablet-Anwendung. Das montierte Tablet, das als Fond-Entertainment-System-Display fungiert, ist mit einer Halterung am Vordersitz angebracht. Neben dem Probanden sitzt der Studienleiter mit Stichwortprotokoll und Interviewfragen

9.5 Auswertung und Ergebnisse der erhobenen Metriken

Die Auswertung erfolgte analog zur Studie 4. Zunächst wurden alle Fragebögen und Protokolle digitalisiert. Dabei wurden die Ergebnisse der erhobenen 7-Punkte-Likert-Skalen des UEQ-Fragebogens in ein Schema mit Werten zwischen -3 bis 3 übertragen. Für die Bewertungen der 7-Punkte-Likert-Skalen der erhobenen USE-Dimensionen wurden Durchschnittswerte berechnet, ohne die Daten zu transformieren.

9.5.1 Messung der UX

Im Folgenden werden die Daten zu den erhobenen Usability- und UX-Dimensionen beschrieben. Zur Auswertung wurde das online verfügbare UEQ-Tool benutzt oder es wurden eigene Berechnungen mit SPSS durchgeführt. Zunächst werden hier alle Ergebnisse detailliert präsentiert. Im Anschluss werden die Forschungsfragen beantwortet.

9.5.1.1 Studiendesign Zusammenfassung

Block 1 – Tablet-Studie

- Die Reihenfolge der gezeigten Geräte, die Einstiegspunkte in die Studie und die Aufgaben werden variiert.
 - Reihenfolge: In jeder Gruppe wird genauso häufig mit
 - Fond-Entertainment-System-Prototyp 1 (Schnittstellengestaltung T 1 für das montierte Fond-Entertainment-System-Display + Schnittstellengestaltung T1 für das BYOD-Tablet) oder
 - Fond-Entertainment-System-Prototyp 2 (Schnittstellengestaltung T1 für das montierte Fond-Entertainment-System-Display + iOS- oder Android-spezifische Schnittstellengestaltung T2 oder T3 für das BYOD-Tablet) gestartet.
 - Einstiegspunkte: Die eine Hälfte der Probanden startet die Studie über die Anwendung des montierten Fond-Entertainment-System-Displays. Die andere Hälfte startet über den Homescreen des BYOD-Tablets.
 - Der Schwierigkeitsgrad der Aufgaben je Fond-Entertainment-System-Prototyp ist identisch. Die Aufgaben werden auf beiden Geräten ausgeführt.
- iOS-Nutzer testen ausschließlich:

- Fond-Entertainment-System-Prototyp 1 mit konsistenter produktspezifischer Schnittstellengestaltung (MBUX) für die Anwendung auf dem montierten Fond-Entertainment-System-Display und für die Anwendung auf dem BYOD-Tablet. Diese BYOD-Schnittstellengestaltung weist die höchste innere Konsistenz auf.
- Fond-Entertainment-System-Prototyp 2 in Ausprägung T2 mit produktspezifischer Schnittstellengestaltung (MBUX) für die Anwendung auf dem montierten Fond-Entertainment-System-Display und mit iOS-spezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung. Diese BYOD-Schnittstellengestaltung weist eine leicht erhöhte äußere Konsistenz auf.
- Android-Nutzer testen ausschließlich:
 - Fond-Entertainment-System-Prototyp 1 mit konsistenter produktspezifischer Schnittstellengestaltung (MBUX) für die Anwendung auf dem montierten Fond-Entertainment-System-Display und für die Anwendung auf dem BYOD-Tablet. Diese BYOD-Schnittstellengestaltung weist die höchste innere Konsistenz auf.
 - Fond-Entertainment-System-Prototyp 2 in Ausprägung T3 mit produktspezifischer Schnittstellengestaltung (MBUX) für die Anwendung auf dem montierten Fond-Entertainment-System-Display und mit Android-spezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung. Diese BYOD-Schnittstellengestaltung weist eine leicht erhöhte äußere Konsistenz auf.
- Alle Probanden bewerten die Fond-Entertainment-System-Prototypen über UEQ- und USE-Fragebögen im Anschluss an die Aufgaben. Danach findet das Abschlussinterview mit der Favoritenauswahl statt.

Block 2: Smartphone-Studie

- Die Reihenfolge der gezeigten BYOD-Smartphone-Prototypen-Schnittstellen wird variiert.

- Der einen Hälfte der Probanden wird zuerst die produktspezifisch konsistente Schnittstellengestaltung für die BYOD-Smartphone-Anwendung gezeigt. Im Anschluss sehen diese die Schnittstellengestaltung mit plattform-spezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Smartphone-Anwendung. Bei der anderen Hälfte der Probanden ist das Vorgehen invers.
- Die Aufgaben je Smartphone-Prototyp sind identisch.
- Die Aufgaben werden ausschließlich auf dem Smartphone-Prototyp ausgeführt. Begründung: In Block 1 machen sich die Probanden bereits mit der Schnittstellengestaltung des Fond-Entertainment-System-Displays und plattform-spezifischen Anpassungen als Variation davon vertraut. Dieser Lerneffekt kann genutzt werden.
- Es gibt keine UEQ- und USE-Bewertung für die Smartphone-Prototypen.
- Im Anschluss daran findet das Abschlussinterview mit der Favoritenauswahl statt.

Bewertungsskala des UEQ nach Hinderks et al. (2018):

- Werte $> 0,8$ sind als *gut* einzustufen,
- Werte zwischen einschließlich $-0,8$ und $0,8$ sind als *neutral* einzustufen,
- Werte $< -0,8$ sind als *schlecht* einzustufen

9.5.1.2 Attraktivität

Diagramm 25 und Diagramm 26 zeigen, dass sowohl bei den iOS-Nutzern als auch bei den Android-Nutzern der Fond-Entertainment-System-Prototyp mit plattformspezifischen Anpassungen hinsichtlich Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung attraktiver ist als der Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifischer konsistenter Schnittstellengestaltung für alle Geräte. Obwohl beide plattformspezifischen Anpassungen je Plattform unterschiedlich sind, können sie sich in ihrer Nutzergruppe jeweils durchsetzen. Der iOS-Prototyp beinhaltet eine Tabbar und der Android-Prototyp einen Navigation-Drawer (Hamburger-Menü). Wie

Tabelle 102 und Tabelle 103 zu entnehmen ist, ist der Attraktivitätsunterschied jedoch in keiner Gruppe signifikant. Legt man die Bewertungsskala des UEQ an, können beide Fond-Entertainment-System-Prototypen insgesamt gute Werte ($>0,8$) hinsichtlich der Attraktivität erreichen. Dies spricht dafür, dass beide Konzepte insgesamt sinnvoll sind. Für die Studie gelten die Bedingungen wie in Punkt 9.5.1.1 zusammengefasst.

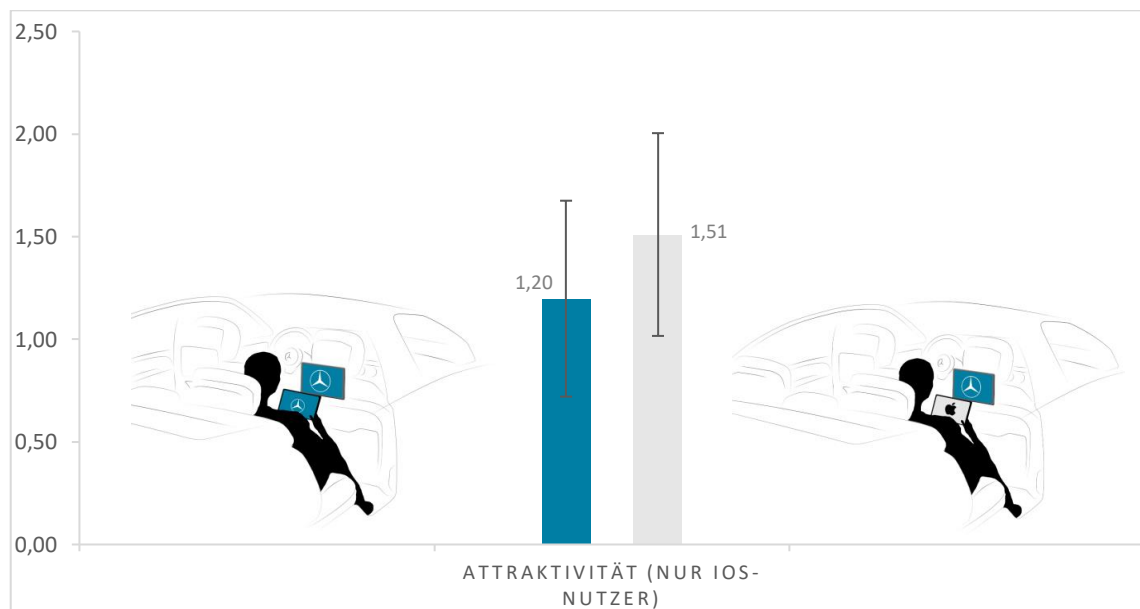


Diagramm 25 – Attraktivitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)					Fond-Entertainment-System mit plattform-spezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + iOS-Anpassungen)					
	Mea n	STD	N	Con- fidenc e	Confidence Interval	Mea n	STD	N	Con- fidence	Confidence Interval	
Attraktivität (nur iOS-Nutzer)	1,20	0,97	16	0,48	0,72 1,68	1,51	1,01	16	0,49	1,02 2,00	
Zweiseitiger t-Test	p = 0,3797 kein signifikanter Unterschied										

Tabelle 102 – Daten zur Attraktivitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer

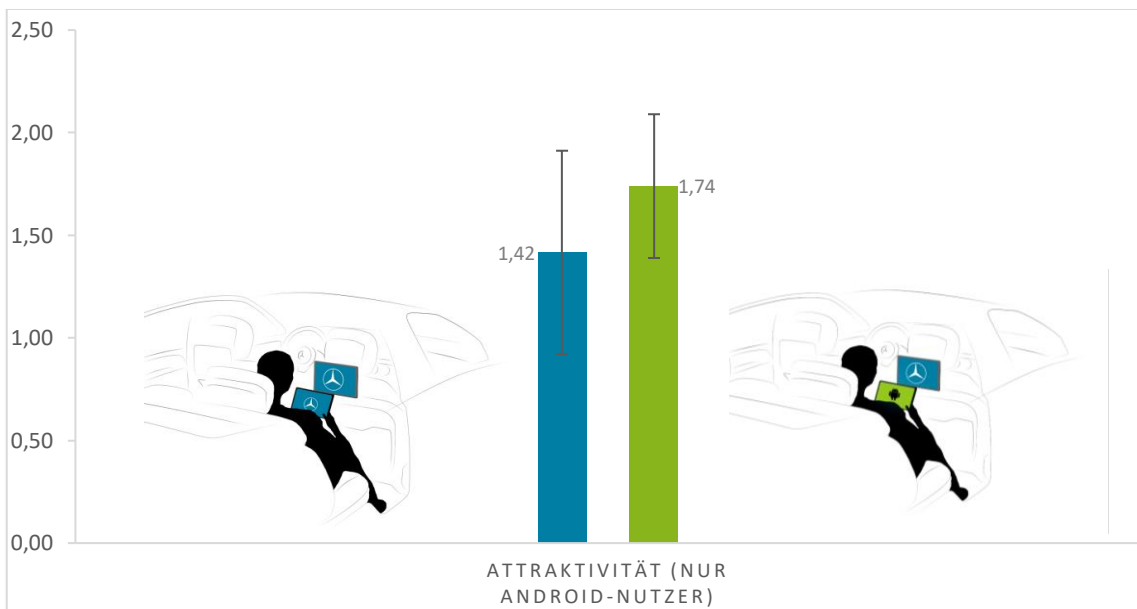


Diagramm 26 – Attraktivitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)						Fond-Entertainment-System mit plattform-spezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Android-Anpassungen)					
	Mea n	STD	N	Con- fidenc e	Confidence Interval		Mea n	STD	N	Con- fidence	Confidence Interval	
Attraktivität (nur Android-Nutzer)	1,42	1,01	16	0,50	0,92	1,91	1,74	0,71	16	0,35	1,39	2,09
Zweiseitiger t-Test	p = 0,3061 kein signifikanter Unterschied											

Tabelle 103 – Daten zur Attraktivitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer

9.5.1.3 Durchschaubarkeit

Diagramm 27 und Diagramm 28 zeigen, dass der Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung sowohl bei den iOS-Nutzern als auch bei den Android-Nutzern als weniger durchschaubar bewertet ist. In der Gruppe der iOS-Nutzer fällt der Unterschied zum Prototyp mit plattform-spezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung mit 0,01 sehr klein aus. Tabelle 104 und Tabelle 105 ist zu entnehmen, dass keiner der Unterschiede innerhalb der Gruppen signifikant ist. Legt man die Bewertungsskala des UEQ zugrunde, werden bei beiden Fond-Entertainment-System-Prototypen unabhängig von der Plattform gute Werte hinsichtlich der Durchschaubarkeit erreicht. In der Gruppe der Android-Nutzer kann der Fond-Entertainment-System-Prototyp mit plattform-spezifischen Anpassungen hinsichtlich der Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung den besten Wert insgesamt erreichen. Für die Studie gelten die Bedingungen wie in Punkt 9.5.1.1 zusammengefasst.

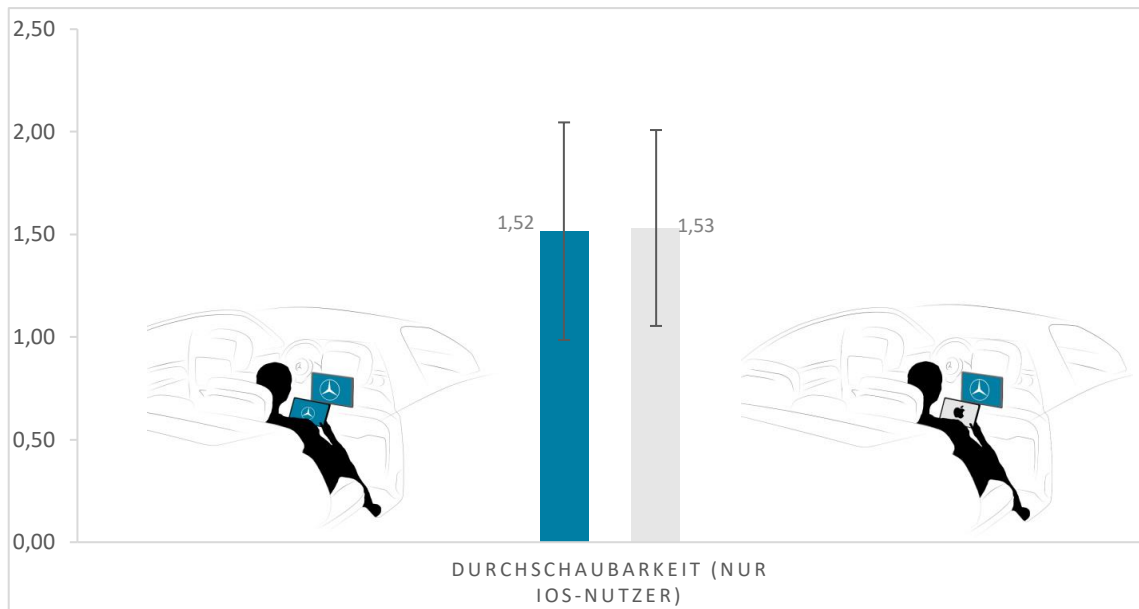


Diagramm 27 – Durchschaubarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)						Fond-Entertainment-System mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + iOS-Anpassungen)					
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval		Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	
Durchschaubarkeit (nur iOS-Nutzer)	1,52	1,08	16	0,53	0,99	2,05	1,53	0,97	16	0,48	1,05	2,01
Zweiseitiger t-Test	p = 0,9660 kein signifikanter Unterschied											

Tabelle 104 – Daten zur Durchschaubarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer

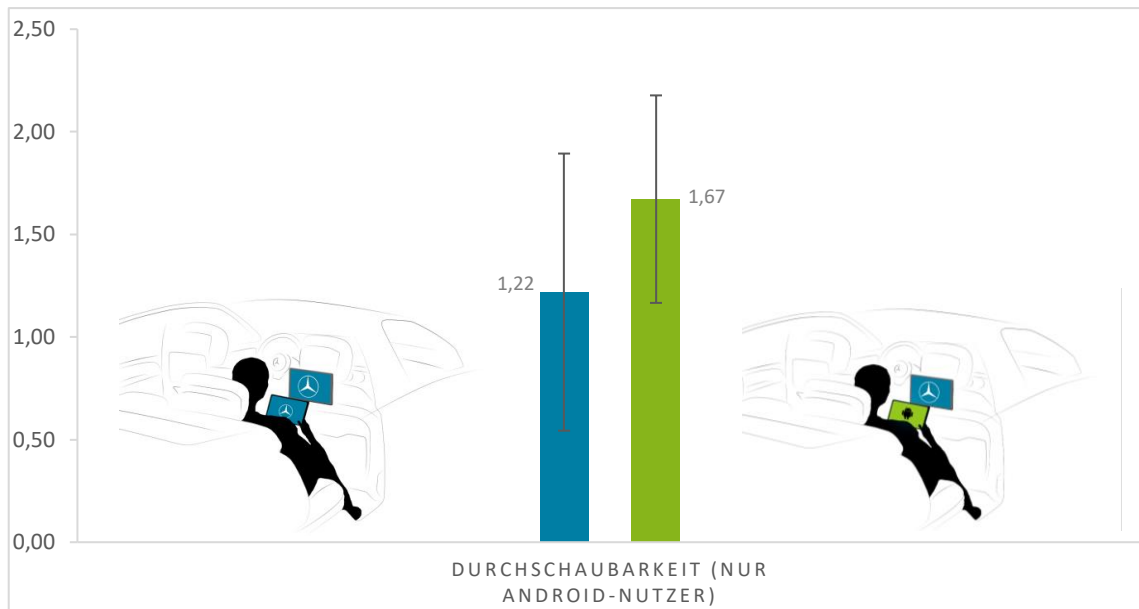


Diagramm 28 – Durchschaubarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)						Fond-Entertainment-System mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Android-Anpassungen)					
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval		Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	
Durchschaubarkeit (nur Android-Nutzer)	1,22	1,38	16	0,68	0,54	1,89	1,67	1,03	16	0,51	1,17	2,18
Zweiseitiger t-Test	p = 0,3014 kein signifikanter Unterschied											

Tabelle 105 – Daten zur Durchschaubarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer

9.5.1.4 Effizienz

Diagramm 29 und Diagramm 30 zeigen, dass sowohl bei den iOS-Nutzern als auch bei den Android-Nutzern der Fond-Entertainment-System-Prototyp mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung als effizienter bewertet wird. In beiden Gruppen können beide Fond-Entertainment-System-Prototypen eine gute Bewertung (>0,8) erreichen. Tabelle 106 und Tabelle 107 ist zu entnehmen, dass der

Unterschied hinsichtlich der Bewertung in keiner Gruppe signifikant ist. Für die Studie gelten die Bedingungen wie in Punkt 9.5.1.1 zusammengefasst.

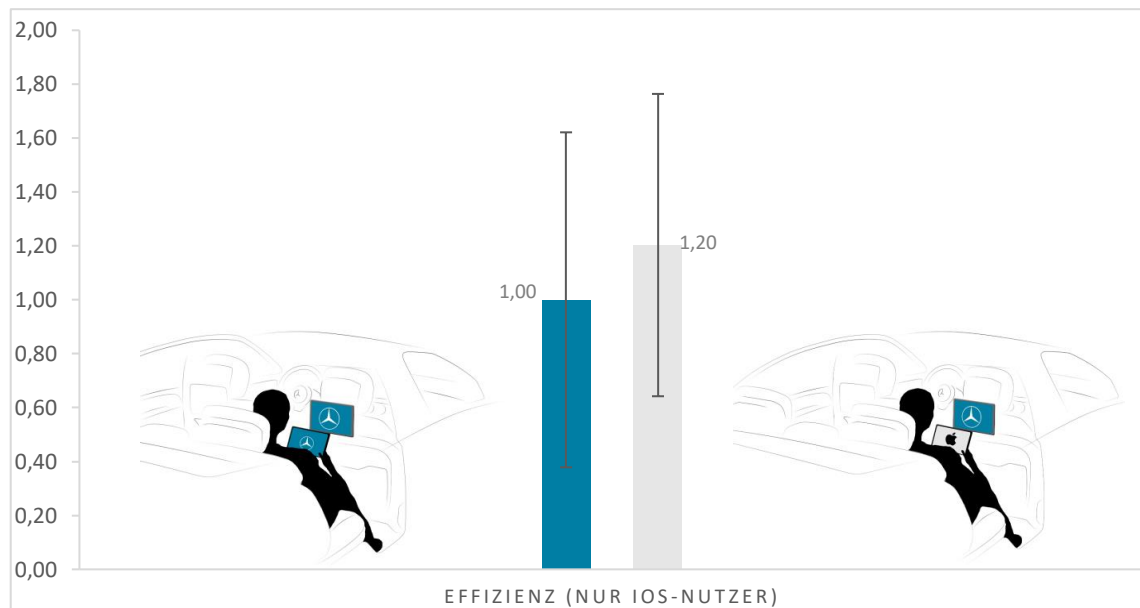


Diagramm 29 – Effizienzbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)					Fond-Entertainment-System mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + iOS-Anpassungen)				
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval
Effizienz (nur iOS-Nutzer)	1,00	1,27	16	0,62	0,38 1,62	1,20	1,14	16	0,56	0,64 1,76
Zweiseitiger t-Test	p = 0,6378 kein signifikanter Unterschied									

Tabelle 106 – Daten zur Effizienzbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer

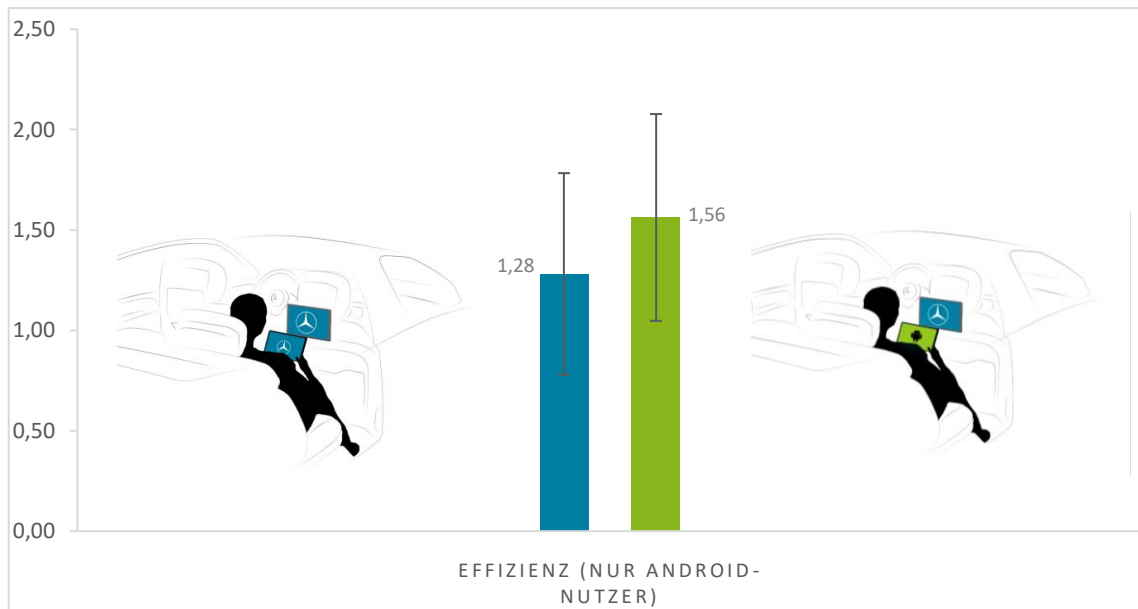


Diagramm 30 – Effizienzbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)						Fond-Entertainment-System mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Android-Anpassungen)					
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval		Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	
Effizienz (nur Android-Nutzer)	1,28	1,02	16	0,50	0,78	1,78	1,56	1,05	16	0,51	1,05	2,08
Zweiseitiger t-Test	p = 0,4493 kein signifikanter Unterschied											

Tabelle 107 – Daten zur Effizienzbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer

9.5.1.5 Steuerbarkeit

Diagramm 31 und Diagramm 32 zeigen, dass der Fond-Entertainment-System-Prototyp mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung sowohl bei den Android-Nutzern als auch bei den iOS-Nutzern höhere Bewertungen hinsichtlich der Steuerbarkeit erzielt. Legt man die Bewertungsskala des UEQ an, erreichen beide Fond-Entertainment-System-Prototypen in beiden Gruppen insgesamt gute Werte hinsichtlich der Steuerbarkeit. Den besten Wert erreicht der Fond-Entertainment-Prototyp mit einer Android-spezifischen BYOD-Tablet-Anwendung. Das ist die einzige Übereinstimmung mit der Vorgängerstudie hinsichtlich der UEQ-Bewertungen. Tabelle

108 und Tabelle 109 ist zu entnehmen, dass keiner der Bewertungsunterschiede innerhalb der Nutzergruppen signifikant ist. Für die Studie gelten die Bedingungen wie in Punkt 9.5.1.1 zusammengefasst.

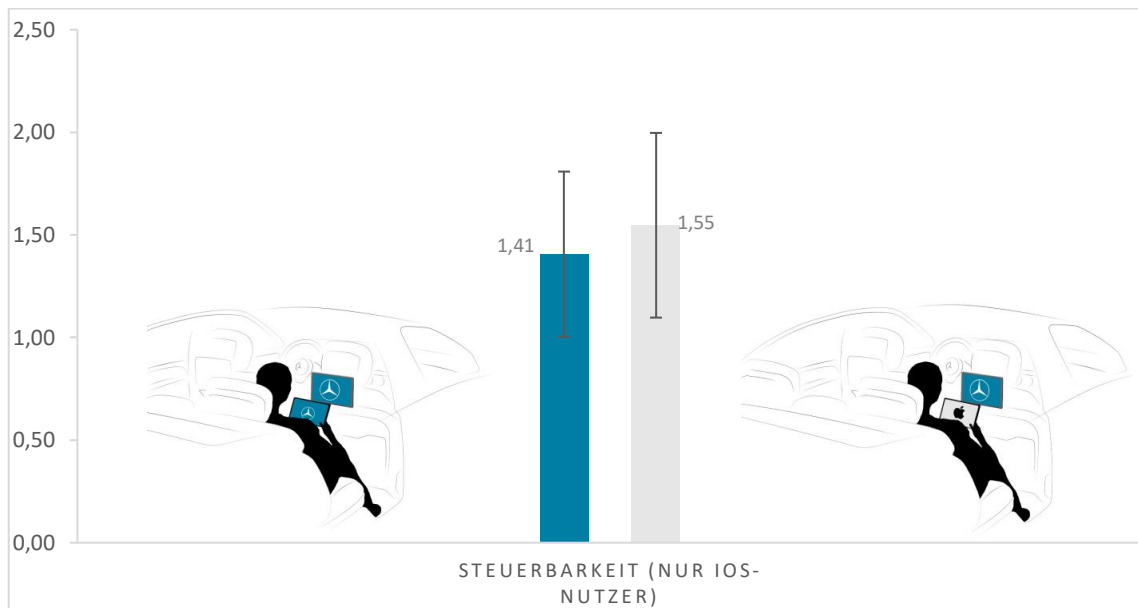


Diagramm 31 – Steuerbarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)						Fond-Entertainment-System mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + iOS-Anpassungen)					
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval		Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	
Steuerbarkeit (nur iOS-Nutzer)	1,41	0,82	16	0,40	1,00	1,81	1,55	0,92	16	0,45	1,10	2,00
Zweiseitiger t-Test	p = 0,6513 kein signifikanter Unterschied											

Tabelle 108 – Daten zur Steuerbarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer

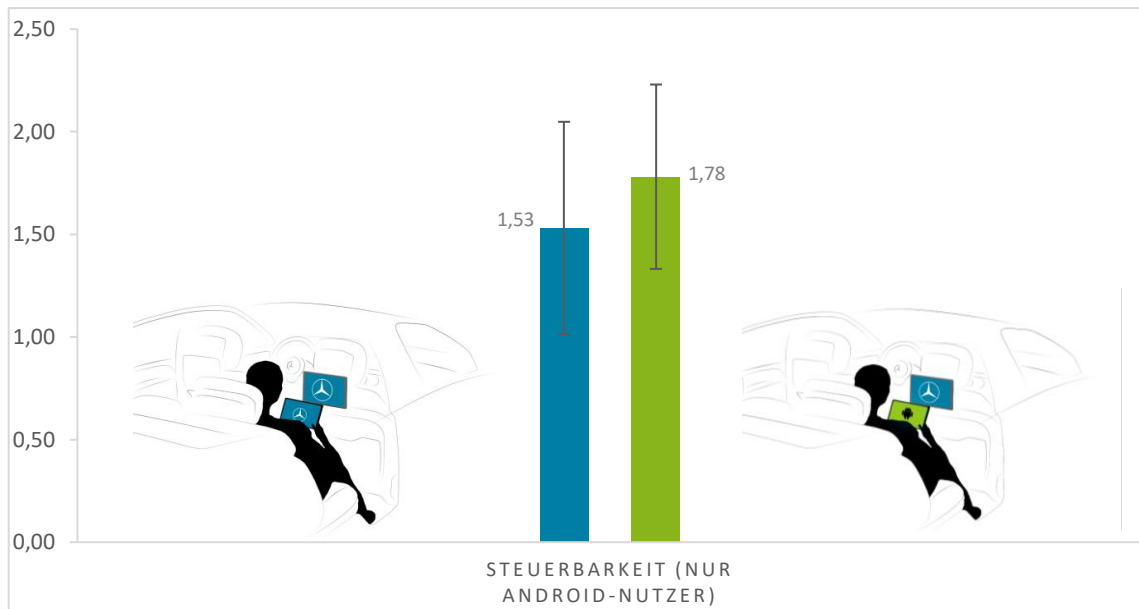


Diagramm 32 – Steuerbarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)						Fond-Entertainment-System mit plattformsspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Android-Anpassungen)					
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval		Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	
Steuerbarkeit (nur Android-Nutzer)	1,53	1,06	16	0,52	1,01	2,05	1,78	0,92	16	0,45	1,33	2,23
Zweiseitiger t-Test	p = 0,4803 kein signifikanter Unterschied											

Tabelle 109 – Daten zur Steuerbarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer

9.5.1.6 Stimulation

Diagramm 33 und Diagramm 34 zeigen, dass der Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung sowohl bei den iOS-Nutzern als auch bei den Android-Nutzern als weniger stimulierend bewertet wird. Legt man die Bewertungsskala des UEQ an, erreicht der Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung bei den iOS-Nutzern nur eine neutrale Bewertung (0,8) hinsichtlich der Stimulation. Sein Pendant mit iOS-spezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung erzielt einen guten Wert hinsichtlich der Stimulation.

In der Gruppe der Android-Nutzer erzielten beide Prototypen eine nahezu gleich gute Bewertung. Tabelle 110 und Tabelle 111 ist zu entnehmen, dass keiner der Bewertungsunterschiede innerhalb der Nutzergruppen signifikant ist. Für die Studie gelten die Bedingungen wie in Punkt 9.5.1.1 zusammengefasst.

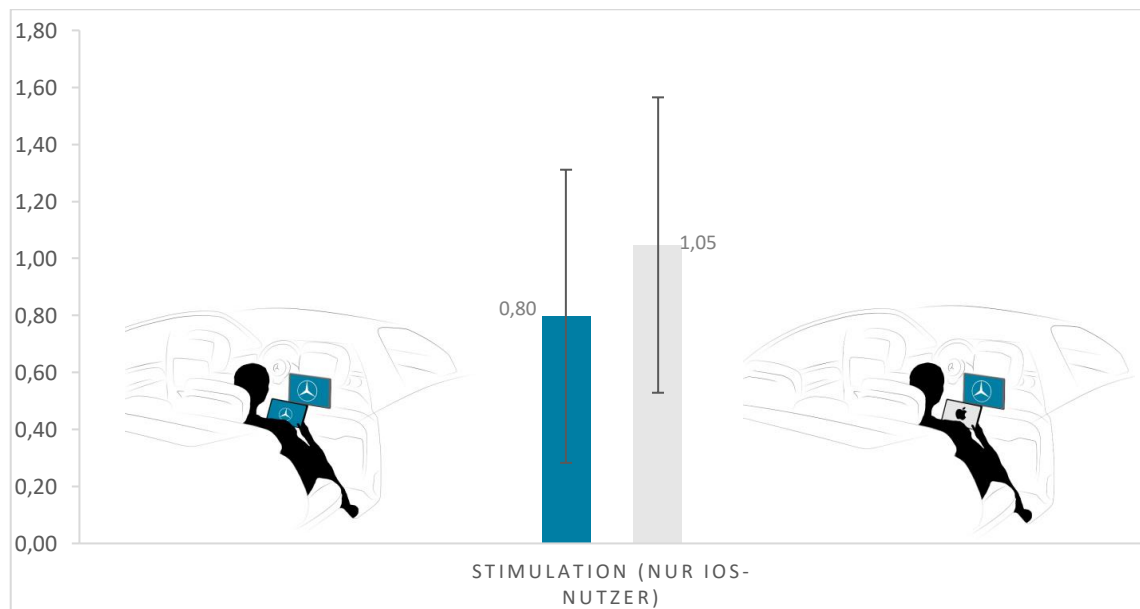


Diagramm 33 – Stimulationsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)						Fond-Entertainment-System mit plattform-spezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + iOS-Anpassungen)					
	Mean	STD	N	Con-fidence	Confidence Interval		Mean	STD	N	Con-fidence	Confidence Interval	
Stimula-tion (nur iOS-Nut-zer)	0,80	1,05	16	0,51	0,28	1,31	1,05	1,06	16	0,52	0,53	1,57
Zweiseiti-ger t-Test	p = 0,5073 kein signifikanter Unterschied											

Tabelle 110 – Daten zur Stimulationsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer

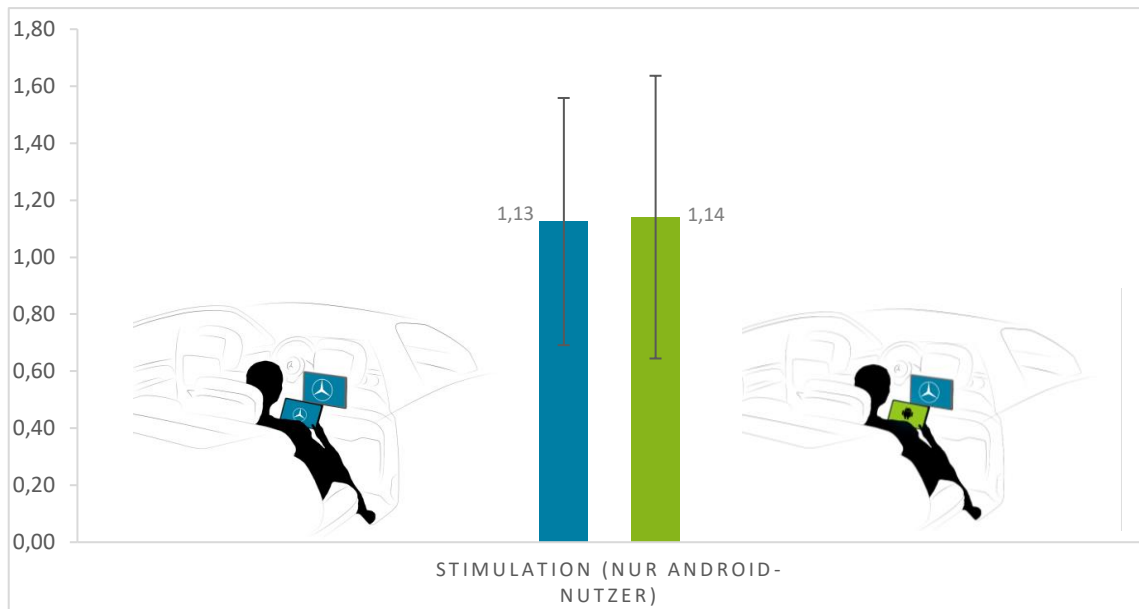


Diagramm 34 – Stimulationsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)						Fond-Entertainment-System mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Android-Anpassungen)					
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval		Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	
Stimulation (nur Android-Nutzer)	1,13	0,89	16	0,43	0,69	1,56	1,14	1,01	16	0,50	0,64	1,64
Zweiseitiger t-Test	p = 0,9632 kein signifikanter Unterschied											

Tabelle 111 – Daten zur Stimulationsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer

9.5.1.7 Originalität

Diagramm 35 und Diagramm 36 zeigen, dass die Bewertung der Originalität bei den iOS-Nutzern für beide Fond-Entertainment-System-Prototypen nahezu identisch und bei den Android-Nutzern identisch ausgefallen ist. Legt man die Bewertungsskala des UEQ an, so fällt auf, dass alle Fond-Entertainment-System-Prototypen in beiden Gruppen nur neutrale Bewertungen erreichen können. Tabelle 112 und Tabelle 113 ist zu entnehmen, dass die Unterschiede hinsichtlich der Bewertung innerhalb beider Gruppen nicht signifikant sind. Für die Studie gelten die Bedingungen wie in Punkt 9.5.1.1 zusammengefasst.

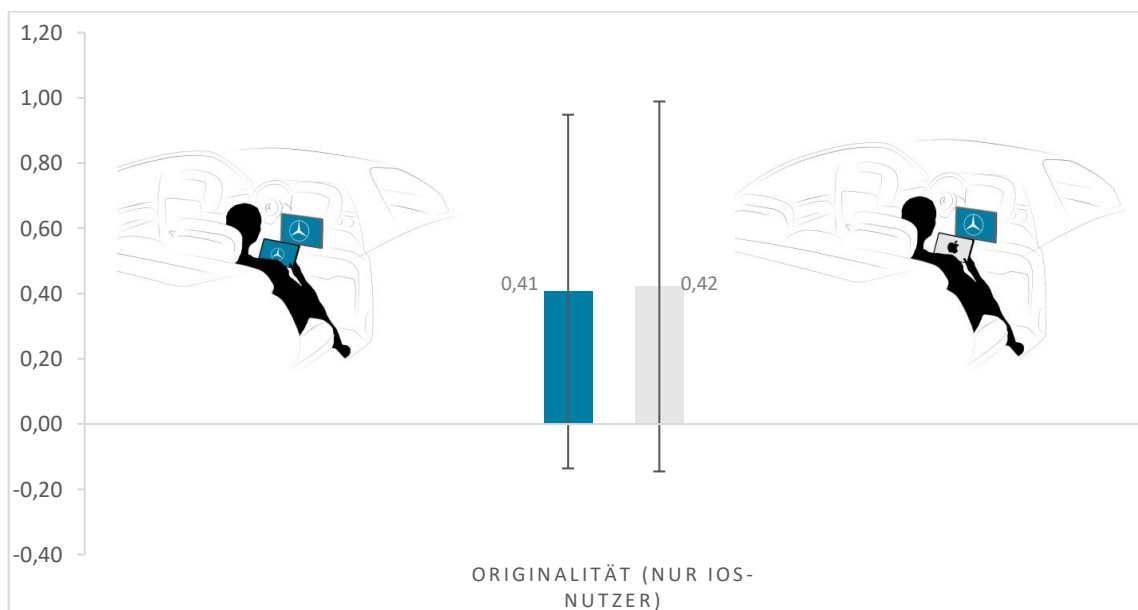


Diagramm 35 – Originalitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)					Fond-Entertainment-System mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + iOS-Anpassungen)				
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval
Originalität (nur iOS-Nutzer)	0,41	1,11	16	0,54	- 0,14 0,95	0,42	1,16	16	0,57	- 0,15 0,99
Zweiseitiger t-Test	p = 0,9691 kein signifikanter Unterschied									

Tabelle 112 – Daten zur Originalitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer

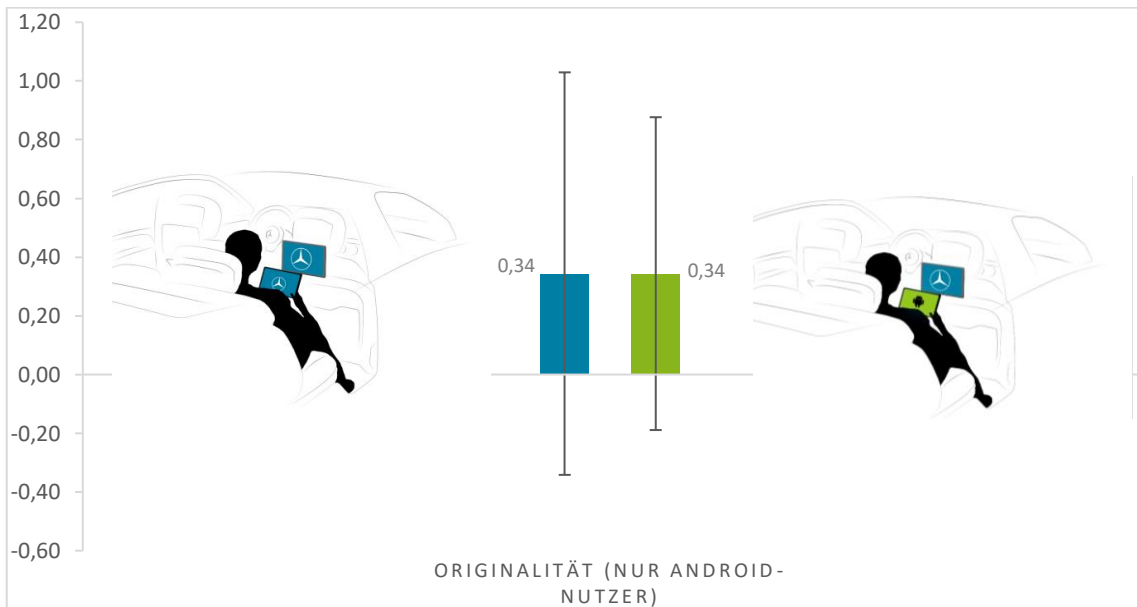


Diagramm 36 – Originalitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

	Fond-Entertainment-System mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX)					Fond-Entertainment-System mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Android-Anpassungen)				
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval
Originalität (nur Android-Nutzer)	0,34	1,40	16	0,69	- 0,34 1,03	0,34	1,09	16	0,53	- 0,19 0,88
Zweiseitiger t-Test	p = 1 kein signifikanter Unterschied									

Tabelle 113 – Daten zur Originalitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer

9.5.1.8 Zusammenfassung

Aus den Dimensionen Effizienz, Durchschaubarkeit und Steuerbarkeit lassen sich ähnlich zum AttrakDiff von Hassenzahl et al. (2003) pragmatische beziehungsweise aus Stimulation und Originalität hedonische Qualitäten der Produkte ableiten (siehe UEQ-Handbuch Hinderks et al. (2018)). Eine genaue Berechnungsformel ist nicht angegeben. Daher werden die Dimensionen addiert und dann durch ihre Anzahl geteilt. Hierdurch gibt es also keine Gewichtung bei den Qualitäten hinsichtlich der Dimensionen.

	Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX) (innere Konsistenz)							Fond-Entertainment-System-Prototyp mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + iOS-Anpassungen) (leicht erhöhte äußere Konsistenz)					
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval			Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	
Attraktivität	1,20	0,97	16,00	0,48	0,72	1,68		1,51	1,01	16,00	0,49	1,02	2,00
Durchschaubarkeit	1,52	1,08	16,00	0,53	0,99	2,05		1,53	0,97	16,00	0,48	1,05	2,01
Effizienz	1,00	1,27	16,00	0,62	0,38	1,62		1,20	1,14	16,00	0,56	0,64	1,76
Steuerbarkeit	1,41	0,82	16,00	0,40	1,00	1,81		1,55	0,92	16,00	0,45	1,10	2,00
Stimulation	0,80	1,05	16,00	0,51	0,28	1,31		1,05	1,06	16,00	0,52	0,53	1,57
Originalität	0,41	1,11	16,00	0,54	-0,14	0,95		0,42	1,16	16,00	0,57	-0,15	0,99
Pragmatische Qualität	1,31							1,43					
Hedonische Qualität	0,60							0,73					

Tabelle 114 – Überblick über alle UEQ-Dimensionen, die pragmatischen und hedonischen Qualitäten aller Prototypen innerhalb der Gruppe der iOS-Nutzer

	Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX) (innere Konsistenz)							Fond-Entertainment-System-Prototyp mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Android-Anpassungen) (leicht erhöhte äußere Konsistenz)					
	Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval			Mean	STD	N	Confidence	Confidence Interval	
Attraktivität	1,42	1,01	16,00	0,50	0,92	1,91		1,74	0,71	16,00	0,35	1,39	2,09
Durchsichtbarkeit	1,22	1,38	16,00	0,68	0,54	1,89		1,67	1,03	16,00	0,51	1,17	2,18
Effizienz	1,28	1,02	16,00	0,50	0,78	1,78		1,56	1,05	16,00	0,51	1,05	2,08
Steuerbarkeit	1,53	1,06	16,00	0,52	1,01	2,05		1,78	0,92	16,00	0,45	1,33	2,23
Stimulation	1,13	0,89	16,00	0,43	0,69	1,56		1,14	1,01	16,00	0,50	0,64	1,64
Originalität	0,34	1,40	16,00	0,69	-0,34	1,03		0,34	1,09	16,00	0,53	-0,19	0,88
Pragmatische Qualität	1,34							1,67					
Hedonische Qualität	0,73							0,74					

Tabelle 115 – Überblick über alle UEQ-Dimensionen, die pragmatischen und hedonischen Qualitäten aller Prototypen innerhalb der Gruppe der Android-Nutzer

Tabelle 114 und Tabelle 115 zeigen, dass keiner der Fond-Entertainment-System-Prototypen ein schlechtes Ergebnis erzielt. Je Dimension sind jeweils die guten Ergebnisse mit einem Grünton gekennzeichnet. Die dunkelgrün markierten Felder zeigen innerhalb der jeweiligen Nutzergruppe und innerhalb der Dimension den besten erreichten Wert im direkten Vergleich an. Neutrale Bewertungen sind beige hinterlegt. Für die Fond-Entertainment-System-Prototypen gibt es innerhalb der Gruppen keine signifikanten Unterschiede zwischen den Bewertungen je Dimension. Bis auf eine Ausnahme konnte in beiden Gruppen der Fond-Entertainment-System-Prototyp mit plattformspezifischer

Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung in jeder Dimension den besseren Wert erreichen. Einzig in der Gruppe der Android-Nutzer werden beide Fond-Entertainment-System-Prototypen hinsichtlich der Originalität gleich gut bewertet. Insgesamt fällt auf, dass viele Bewertungen je Dimension innerhalb oder sogar zwischen den Gruppen sehr ähnlich ausfallen.

9.5.2 Messung der Usability

Hierzu werden die Ergebnisse zu den Dimensionen Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens des USE-Fragebogens beschrieben. Die Werte der 7-Punkte-Likert-Skalen, die die Zustimmung zu einzelnen Items ausdrücken, werden dazu je Nutzer ausgewertet. Anschließend wird ein Mittelwert über alle Nutzer gebildet, die Standardabweichung und das Konfidenzintervall berechnet. Da es für einzelne Dimensionen keine standardisierte Bewertungsskala gibt, wird diese aus den maximal möglichen Werten abgeleitet. Je Fond-Entertainment-System-Prototyp ist ein Maximalwert von 7 und ein Minimalwert von 0 möglich.

Im Folgenden wird, ähnlich den UEQ-Bewertungsintervallen, eine eigene Skala für die Durchschnittswerte präsentiert:

- Werte zwischen 0 und einschließlich 2,33 sprechen für eine schlechte Bewertung,
- Werte $>2,33$ und $<4,66$ sprechen für eine neutrale Bewertung,
- Werte $>4,66$ sprechen für eine gute Bewertung.

9.5.2.1 Einfachheit der Benutzung

Der Fond-Entertainment-System-Prototyp mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung kann in beiden Gruppen eine bessere Bewertung erreichen als die produktspezifisch konsistente Variante. Legt man die oben genannte Bewertungsskala an, so erreichen alle Fond-Entertainment-System-Prototypen in beiden Gruppen gute Werte ($>4,66$). Die Unterschiede hinsichtlich der Bewertung für diese Metrik sind in beiden Gruppen messbar, aber in keiner Gruppe kommt es zu einer signifikant unterschiedlichen Bewertung. Dies wird mit Hilfe eines t-Tests für gepaarte Stichproben belegt (siehe Tabelle 116 und Tabelle 117). Zur Analyse des Unterschieds zwischen den beiden Skalen wurde für beide Gruppen jeweils ein t-Test für gepaarte

Stichproben durchgeführt. Dieser muss angewendet werden, da jeder Proband zu verschiedenen Zeitpunkten sowohl zu Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 1 als auch zu Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 2 befragt wurde (Leonhart, 2010, S. 168) und weil intervallskalierte Merkmale (Rating-Scale) vorliegen (Leonhart, 2010, S. 174). Falls der kritische p-Wert (Signifikanzniveau von 0,05) dieses Tests nicht unterschritten wird, sollte immer von einem nicht signifikanten Ergebnis gesprochen werden (Leonhart, 2010, S. 176). Dies ist jeweils nicht der Fall. Für die Studie gelten die Bedingungen wie in Punkt 9.5.1.1 zusammengefasst.

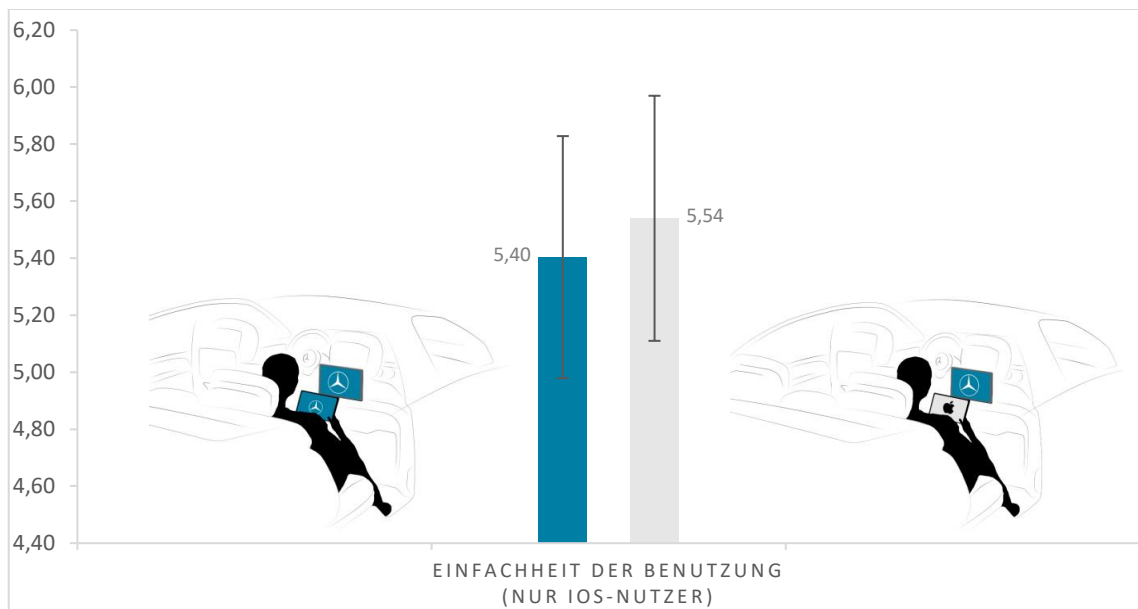


Diagramm 37 – Bewertung der Einfachheit der Benutzung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

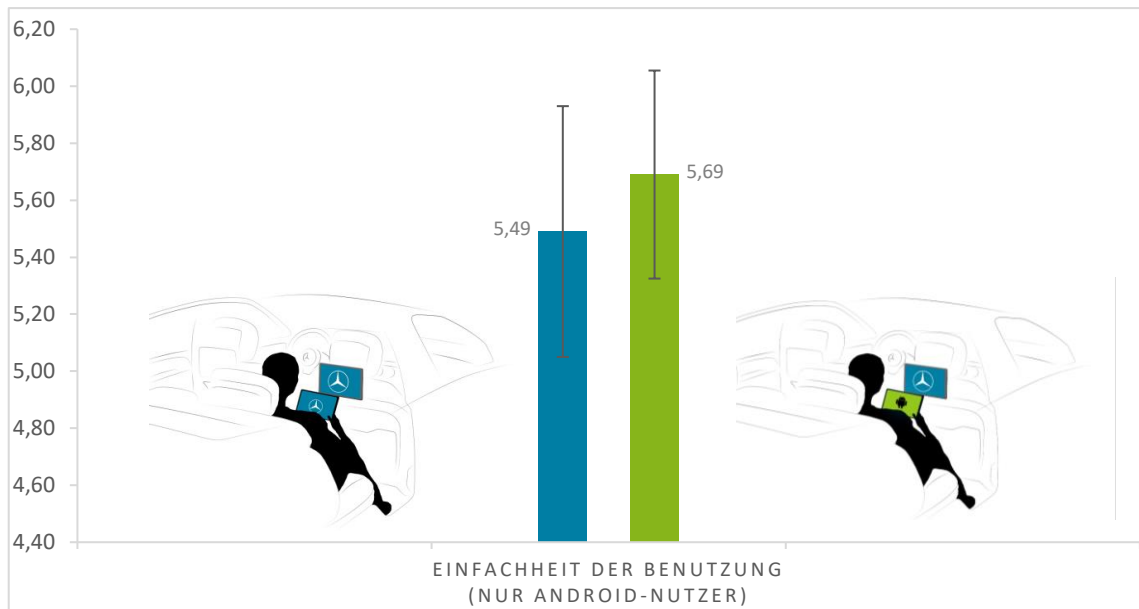


Diagramm 38 – Bewertung der Einfachheit der Benutzung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

Test bei gepaarten Stichproben - iOS								
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Einfachheit der Benutzung für Fond-Entertainment-System-Prototyp 1*	-,13636	,48447	,12112	-,39452	,12179	-1,126	15	,278
Einfachheit der Benutzung für Fond-Entertainment-System-Prototyp 2**								

Tabelle 116 – Ergebnisse des t-Tests für die Einfachheit der Benutzung für die Gruppe der iOS-Nutzer

* Fond-Entertainment-System-Prototyp 1 (T1) mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX).

** Fond-Entertainment-System-Prototyp 2 (T2) mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + iOS-Anpassung).

Test bei gepaarten Stichproben - Android								
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Einfachheit der Benutzung für Fond-Entertainment-System-Prototyp 1*	,19318	,81709	,20427	-,62858	,24221	-,946	15	,359
Einfachheit der Benutzung für Fond-Entertainment-System-Prototyp 2**								

Tabelle 117 – Ergebnisse des t-Tests für die Einfachheit der Benutzung für die Gruppe der Android-Nutzer

* Fond-Entertainment-System-Prototyp 1 (T1) mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX).

** Fond-Entertainment-System-Prototyp 2 (T3) mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Android-Anpassung).

9.5.2.2 Einfachheit des Erlernens

Der Fond-Entertainment-System-Prototyp mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung erreicht in beiden Gruppen hinsichtlich der Einfachheit des Erlernens eine bessere Bewertung als die produktspezifisch konsistente Variante (vgl. Diagramm 39 und Diagramm 40). Legt man die oben genannte Bewertungsskala an, so erreichen alle Prototypen in beiden Gruppen gute Werte (>4,66). Die Unterschiede hinsichtlich der Bewertung für diese Metrik sind in beiden Gruppen messbar, aber in keiner der Gruppen kommt es zu einer signifikant unterschiedlichen Bewertung. Dies wird mit Hilfe eines t-Tests für gepaarte Stichproben belegt (siehe Tabelle 118 und Tabelle 119). Zur Analyse des Unterschieds zwischen den beiden Skalen wurde für beide Gruppen jeweils ein t-Test für gepaarte Stichproben durchgeführt. Dieser muss angewendet werden, da jeder Proband zu verschiedenen Zeitpunkten sowohl zu Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 1 als auch zu Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 2 befragt wurde (Leonhart, 2010, S. 168) und weil intervallskalierte Merkmale (Rating-Scale) vorliegen (Leonhart, 2010, S. 174). Falls der kritische p-Wert

(Signifikanzniveau von 0,05) dieses Tests nicht unterschritten wird, sollte immer von einem nicht signifikanten Ergebnis gesprochen werden (Leonhart, 2010, S. 176). Für die Studie gelten die Bedingungen wie in Punkt 9.5.1.1 zusammengefasst.

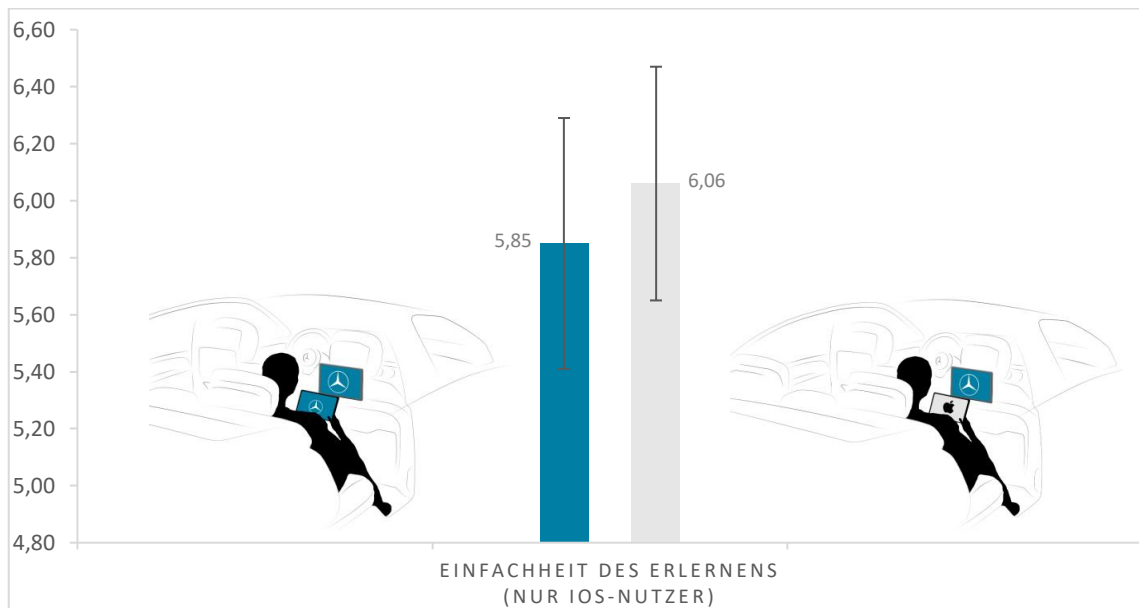


Diagramm 39 – Bewertung der Einfachheit des Erlernens der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

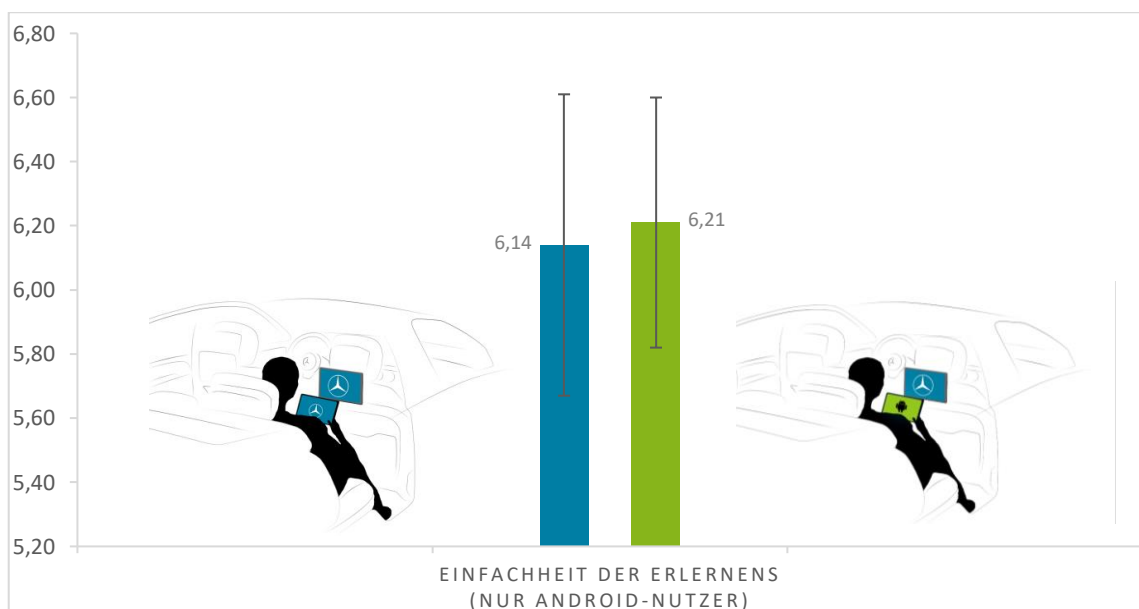


Diagramm 40 – Bewertung der Einfachheit des Erlernens der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)

Test bei gepaarten Stichproben - IOS								
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Einfachheit der Benutzung für Fond-Entertainment-System-Prototyp 1*	-,203125000	,95183485	,234097057	-	,295841067	-,868	15	,399
Einfachheit der Benutzung für Fond-Entertainment-System-Prototyp 2**				,702091067				

Tabelle 118 – Ergebnisse des t-Tests für die Einfachheit des Erlernens für die Gruppe der iOS-Nutzer

*Fond-Entertainment-System-Prototyp 1 (T1) mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX).

** Fond-Entertainment-System-Prototyp 2 (T2) mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + iOS-Anpassung).

Test bei gepaarten Stichproben - Android								
	Gepaarte Differenzen					T	df	Sig. (2-seitig)
	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes	95% Konfidenzintervall der Differenz				
				Untere	Obere			
Einfachheit der Benutzung für Fond-Entertainment-System-Prototyp 1*	-,078125000	,951834851	,237958713	-	,429071990	-,328	15	,747
Einfachheit der Benutzung für Fond-Entertainment-System-Prototyp 2**				-				

Tabelle 119 – Ergebnisse des t-Tests für die Einfachheit des Erlernens für die Gruppe der Android-Nutzer

* Fond-Entertainment-System-Prototyp 1 (T1) mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (MBUX + MBUX).

** Fond-Entertainment-System-Prototyp 2 (T3) mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + Android-Anpassung).

9.6 Beantwortung der Forschungsfragen 5 a) – g)

Im Folgenden werden die Forschungsfragen zum ersten Teil der Studie mit Hilfe der dargelegten Ergebnisse beantwortet.

9.6.1 Teilfrage 5 a) – Auswirkungen

5. a) Wie wirkt sich die Verwendung von plattformspezifischen Schnittstellenarchitekturkonzepten für die Gestaltung der BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems auf dessen UX aus?

Diagramm 41 zeigt eine Übersicht der Ergebnisse, die von den Fond-Entertainment-System-Prototypen in der Gruppe der iOS-Nutzer in dieser Studie erreicht werden. Diagramm 42 zeigt das Gleiche für die Android-Nutzer. In der Gruppe der iOS-Nutzer kommt es durch die Anpassungen hinsichtlich Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung zu einer besseren Bewertung des entsprechenden Prototyps. Es kommt aber nicht zu signifikant unterschiedlichen Bewertungen der Prototypen. Den Daten in jeder UEQ-Dimension ist jedoch zu entnehmen, dass die leichte Erhöhung der äußeren Konsistenz der BYOD-Tablet-Schnittstelle durch die Anpassungen zu einer messbar besseren Bewertung führt. Mit Ausnahme der Dimension Originalität kann dies auch für die Gruppe der Android-Nutzer bestätigt werden. Das prototypische Fond-Entertainment-System, das Android-spezifische Schnittstellenarchitektur-Patterns für die BYOD-Tablet-Anwendungsschnittstelle (leicht erhöhte äußere Konsistenz) beinhaltet, erzielt bis auf Originalität ebenfalls bessere Bewertungen. Bei Originalität kann sich der Fond-Entertainment-System-Prototyp mit der produktspezifisch konsistenten BYOD-Variante (innere Konsistenz) auch nicht durchsetzen. Beide Prototypen werden exakt gleich bewertet. Signifikante Unterschiede gibt es auch in dieser Gruppe nicht.

Legt man die Bewertungsskala des UEQ an, so lässt sich feststellen, dass in der Gruppe der iOS-Nutzer bis auf Originalität immer gute Bewertungen ($>0,8$) für die Variante mit Anpassungen erzielt wurden. Die produktspezifisch konsistente Variante kann ebenfalls gute Werte ($>0,8$) für die meisten Dimensionen erzielen, nicht jedoch für Stimulation und Originalität. In der Gruppe der Android-Nutzer können beide Fond-Entertainment-System-Prototypen gute beziehungsweise für Originalität neutrale Bewertungen ($<0,8$) erzielen.

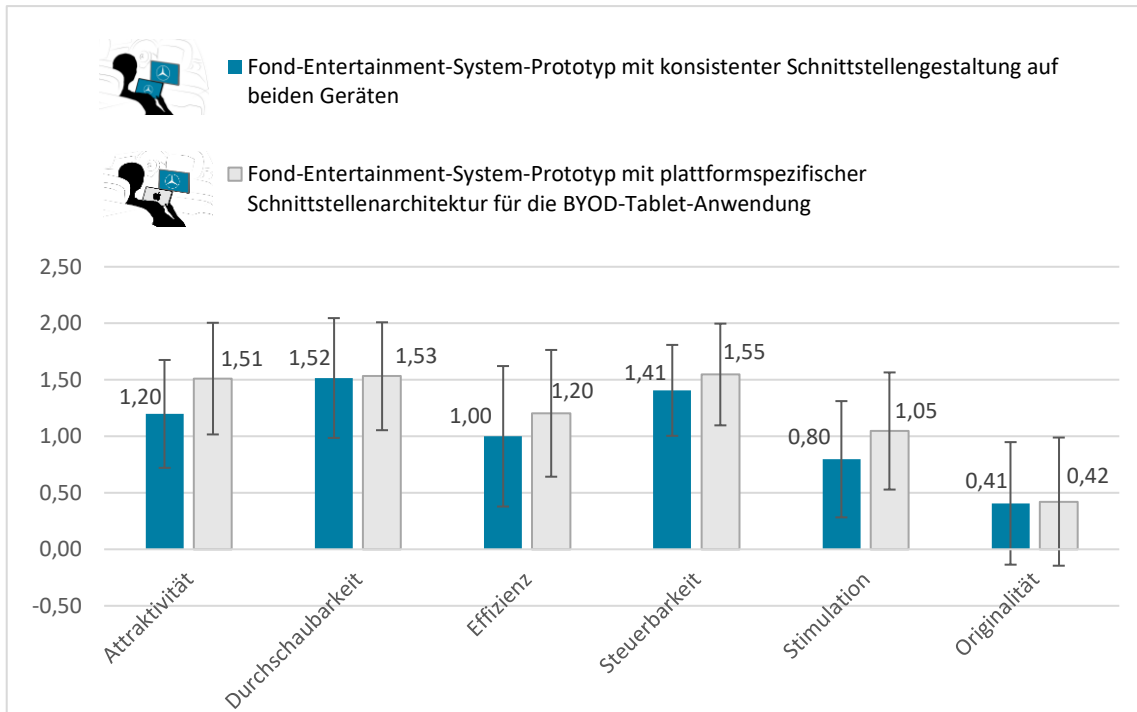


Diagramm 41 – UEQ-Bewertungsdiagramm. Vergleich zwischen dem Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter BYOD-Tablet-Anwendung und Fond-Entertainment-System-Prototyp mit iOS-spezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede)

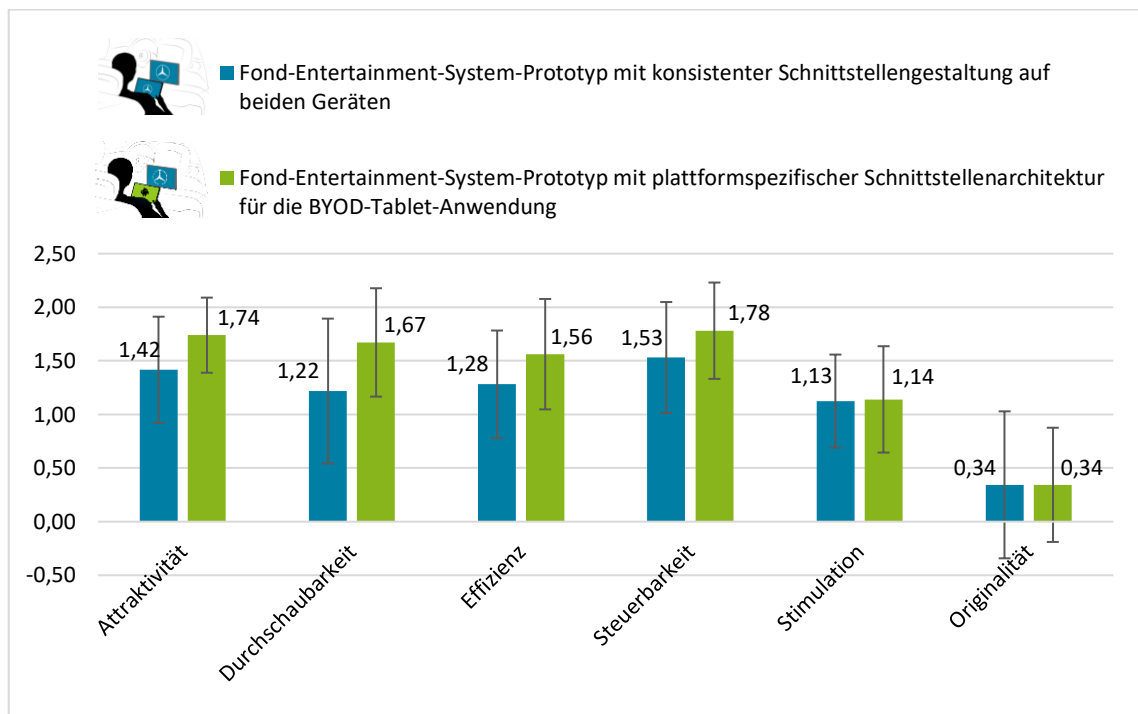


Diagramm 42 – UEQ-Bewertungsdiagramm. Vergleich zwischen dem Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter BYOD-Tablet-Anwendung und Fond-Entertainment-System-Prototyp mit Android-spezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede)

Ebenfalls analysiert werden die Usability-Metriken Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens. Diese beiden Dimensionen sind dem USE-Fragebogen nach Lund (2001) entnommen. Auch hier sind keine signifikanten Unterschiede zwischen den Fond-Entertainment-Prototypen innerhalb der Gruppen festzustellen. Der Prototyp, der die plattformspezifischen Anpassungen enthält und somit eine leicht erhöhte äußere Konsistenz aufweist, wird in beiden Gruppen besser bewertet.

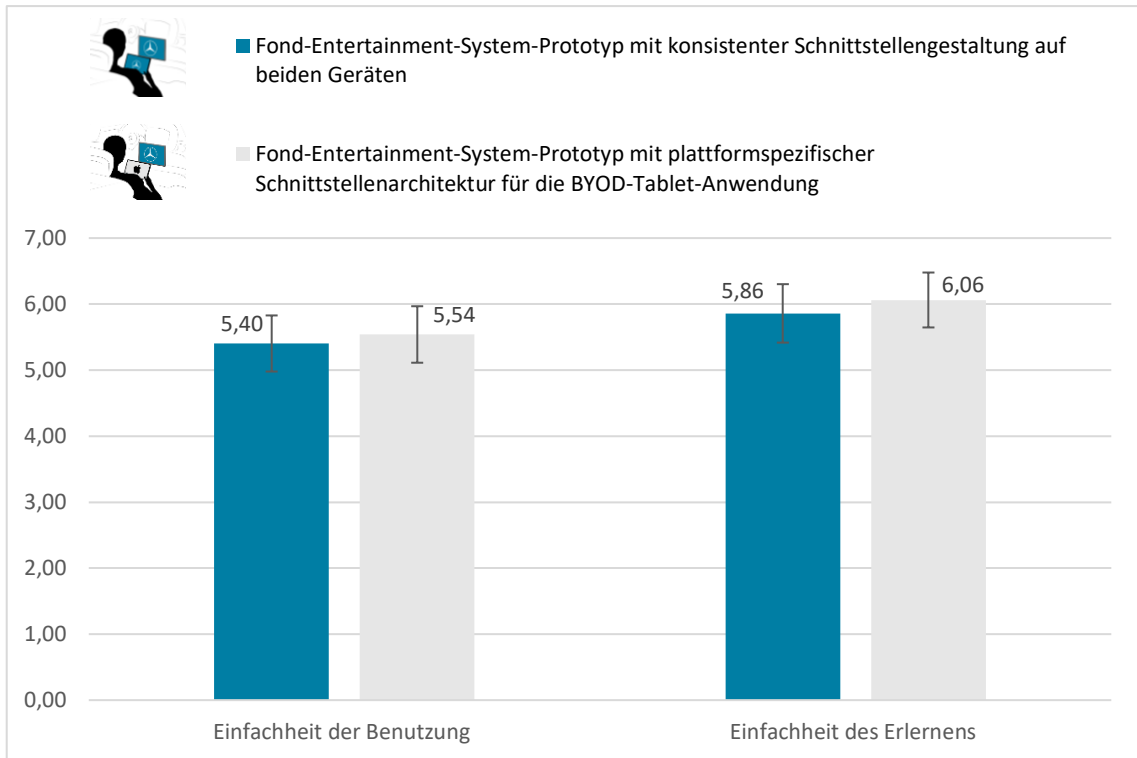


Diagramm 43 – Ergebnisse der USE-Dimensionen Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens für die Fond-Entertainment-System-Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede)

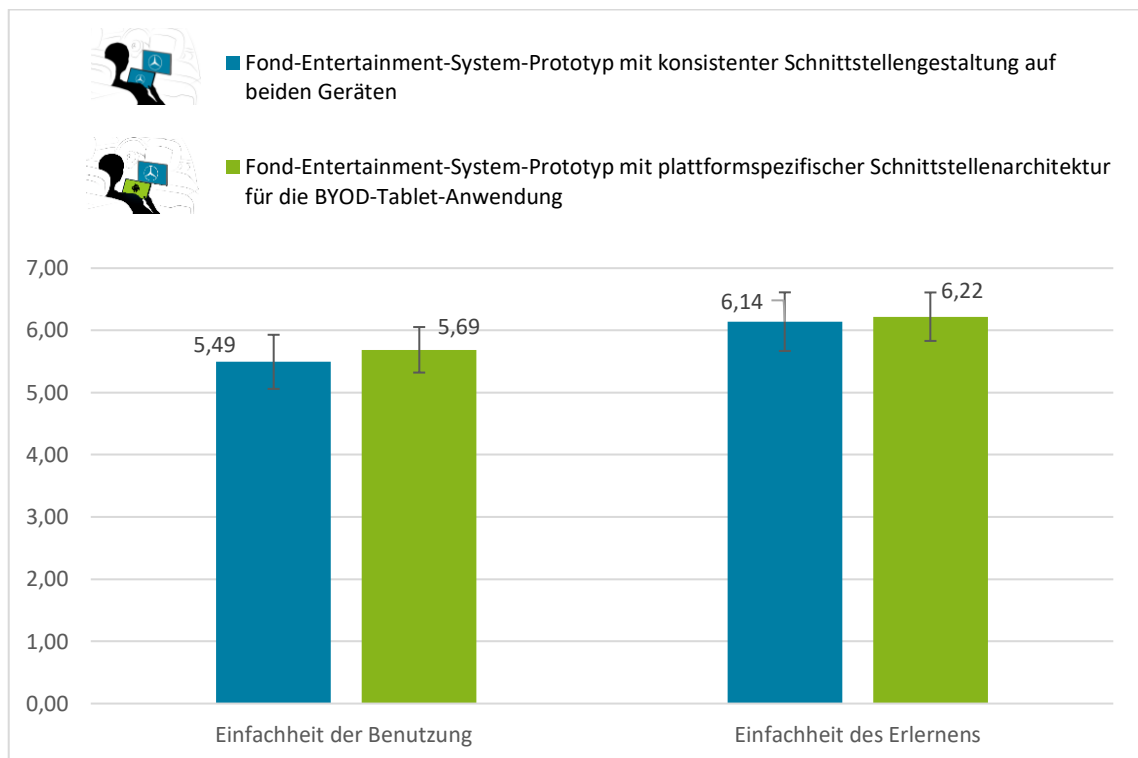


Diagramm 44 – Ergebnisse der USE-Dimensionen Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens für die Fond-Entertainment-System-Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede)

Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass in beiden Gruppen durch Anpassungen eine messbare Verbesserung der UX und der Usability nachweisbar ist. Die Ergebnisse innerhalb der Stichprobe sind in keiner Gruppe signifikant. Vermutlich liegt das zum einen an der Größe der Stichprobe und zum anderen an deren Zusammensetzung. Höchstwahrscheinlich würden die Ergebnisse in einem freien Rahmen signifikant zugunsten der Fond-Entertainment-System-Prototypen mit plattformspezifischen Anpassungen, also zugunsten der leicht erhöhten äußeren Konsistenz, ausfallen.

9.6.2 Teilfrage 5 b) – Favoritenauswahl

5. b) Welche Gestaltung der BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems wird von den Nutzern bevorzugt?

Hierzu werden zunächst die Ergebnisse des ersten Teils der Studie herangezogen. Hier sind die Größen der Geräte, aus denen sich die Fond-Entertainment-System-Prototypen zusammensetzen, identisch. Analysiert man zunächst die gesamte Stichprobe, ergibt sich ein ausgeglichenes Bild (siehe Tabelle 120). Eine Hälfte der Probanden favo-

risiert den Prototypen mit plattformspezifischen Anpassungen für die BYOD-Tablet-Anwendung (leicht erhöhte äußere Konsistenz). Die andere Hälfte bevorzugt den Prototypen mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (innere Konsistenz). In der Gruppe der iOS-Nutzer werden plattformspezifische Anpassungen leicht bevorzugt. In der Gruppe der Android-Nutzer hingegen wird die produktspezifisch konsistente Variante leicht bevorzugt. Mit Hilfe eines Chi-Quadrat-Tests kann überprüft werden, ob dieser Unterschied signifikant ist. Dabei werden beobachtete mit zu erwartenden Häufigkeiten verglichen (Budischewski & Kriens, 2015, S. 85). Laut Heimsch et al. (2018, S. 123) ist das Prinzip dieses Tests, dass die Werte der zu überprüfenden Variablen in Klassen eingeteilt und dann die beobachteten Klassenhäufigkeiten mit den unter Normalverteilung zu erwartenden verglichen werden. Meist wird ein Vier-Felder-Chi-Quadrat-Test durchgeführt, jedoch kann dieser Test auch bei mehr als nur zweifach gestuften Merkmalen verwendet werden (Leonhart, 2010, S. 153). Zunächst wird beim Chi-Quadrat-Test eine Häufigkeitsauszählung über die Merkmalskombinationen vorgenommen (Leonhart, 2010, S. 154). Im vorliegenden Fall findet also die Häufigkeitsauszählung für die Merkmalskombinationen aus Nutzergruppenzugehörigkeit und Favoritenauswahl statt. Zur Darstellung wird eine Kreuztabelle verwendet (siehe Tabelle 120). Im Anschluss wird mit dem Chi-Quadrat-Test geklärt, ob diese Werte den zu erwartenden Werten entsprechen (Leonhart, 2010, S. 154). Für den p-Wert dieses Tests wird ein Signifikanzniveau von 0,05 gewählt. Es konnte kein signifikanter Unterschied festgestellt werden (siehe Tabelle 121).

Kreuztabelle				
		F1 (MDCP-Favorit)		Gesamt
		M+A*	M+M**	
Android-Nutzer	Anzahl	9	7	16
	%	56,3%	43,8%	100,0%
iOS-Nutzer	Anzahl	7	9	16
	%	43,8%	56,3%	100,0%
Gesamt	Anzahl	16	16	32
	%	50,0%	50,0%	100,0%

Tabelle 120 – MDCP- Favoritenauswahl nach Nutzergruppen

* M + A: Fond-Entertainment-System-Prototyp (bestehend aus Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Tablet mit gleicher Größe) mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + plattformspezifische Anpassungen); in der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Android-spezifische Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (T3); in der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die iOS-spezifische Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (T2).

** M + M: Fond-Entertainment-System-Prototyp (bestehend aus Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Tablet mit gleicher Größe) mit konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (T1) (MBUX + MBUX).

Chi-Quadrat-Test					
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,500	1	,480		
Anzahl der gültigen Fälle	32				

Tabelle 121 – Chi-Quadrat-Test. Zusammenhang zwischen Plattform und Auswahl des MDCP-Favoriten

9.6.3 Teilfrage 5 c) – Überschneidungen

5.c) Gibt es Überschneidungen zwischen den erhobenen Usability- und UX-Ergebnissen und der favorisierten Gestaltung der BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems?

Diese Frage kann aus zwei Perspektiven beantwortet werden:

- Erhält der ausgewählte MDCP-Favorit tatsächlich die besseren Usability- und UX-Bewertungen gegenüber dem nicht ausgewählten Pendant?
- Kann man anhand der Analyse der erhobenen Usability- und UX-Ergebnisse abschätzen, welche Favoritenauswahl getroffen wird?

Um die erste Fragestellung zu beantworten, werden die erhobenen Ergebnisse anhand der Auswahl des MDCP-Favoriten (F1-Gruppen) aufgeteilt. Zur Analyse des Unterschieds wurde ein t-Test für gepaarte Stichproben durchgeführt. Dieser muss angewendet werden, da jeder Proband zu verschiedenen Zeitpunkten sowohl zu Fond-En-

tertainment-System-Prototyp-Variante 1 als auch zu Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 2 befragt wurde (Leonhart, 2010, S. 168) und weil intervallskalierte Merkmale (Rating-Scale) vorliegen (Leonhart, 2010, S. 174). Falls der kritische p-Wert (Signifikanzniveau von 0,05) dieses Tests nicht unterschritten wird, sollte immer von einem nicht signifikanten Ergebnis gesprochen werden (Leonhart, 2010, S. 176).

Diejenigen, die sich bei der Frage nach dem MDCP-Favoriten für den produktspezifisch konsistenten Fond-Entertainment-System-Prototyp entscheiden, bewerten die Durchschaubarkeit und Effizienz bei dieser Variante besser (siehe Abbildung 73). Obwohl diese Gruppe final die konsistente Variante favorisiert, bewertet sie jedoch die Attraktivität und die Stimulation bei dem Prototyp besser, den sie nicht ausgewählt hat. Dies gilt auch für die Usability-Metriken Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens. Die Steuerbarkeit beider Fond-Entertainment-System-Prototypen wird in dieser F1-Gruppe gleich bewertet. Diese Analyse zeigt, dass der favorisierte Prototyp nicht automatisch jeweils die bessere UX-Bewertung erhält. Zu erwarten wäre, dass der favorisierte Prototyp jeweils besser abschneidet. Lediglich Durchschaubarkeit und Effizienz werden beim favorisierten Prototyp, wie erwartet, besser bewertet. Dies legt den Schluss nahe, dass diese beiden Faktoren entscheidend für die Favoritenauswahl sein könnten (siehe Abbildung 73). Hinsichtlich dieser Metriken sind keine signifikant unterschiedlichen Bewertungen in dieser F1-Gruppe festzustellen (siehe digitaler Anhang zur Studie 5).

Ein leicht anderes Bild ergibt sich bei den Probanden, die den Prototyp mit plattformspezifischen Anpassungen für die BYOD-Tablet-Anwendung favorisieren. Insgesamt fallen in dieser F1-Gruppe die Bewertungen hinsichtlich der UX- und Usability-Metriken, wie erwartet, zugunsten der favorisierten Variante aus. Die Attraktivität des favorisierten Prototyps wird sogar signifikant besser bewertet. Lediglich die Originalität wird bei beiden Fond-Entertainment-System-Prototypen gleich bewertet (siehe Abbildung 74). Die Berechnungen zu den genannten Ergebnissen befinden sich im digitalen Anhang zur Studie 5.

			 
 <p>Probanden aus beiden Nutzergruppen, die sich beim MDCP-Favoriten für die produktspezifisch konsistente Variante entscheiden</p>	Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten		Fond-Entertainment-System-Prototyp mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung
	Attraktivität	<	Attraktivität
	Durchschaubarkeit	>	Durchschaubarkeit
	Effizienz	>	Effizienz
	Steuerbarkeit	=	Steuerbarkeit
	Stimulation	<	Stimulation
	Originalität	=	Originalität
	Einfachheit der Benutzung	<	Einfachheit der Benutzung
	Einfachheit des Erlernens	<	Einfachheit des Erlernens

Abbildung 73 – Visualisierung der Ergebnisse der erhobenen UEQ- und USE-Dimensionen, wenn die produktspezifisch konsistente Variante als MDCP-Favorit gewählt wird. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede)

			 
 <p>Probanden aus beiden Nutzergruppen, die sich beim MDCP-Favoriten für die Variante mit plattform-spezifischer Schnittstellen-architektur bei der BYOD-Schnittstelle entscheiden</p>	Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten		Fond-Entertainment-System-Prototyp mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung
	Attraktivität	<	Attraktivität*
	Durchschaubarkeit	<	Durchschaubarkeit
	Effizienz	<	Effizienz
	Steuerbarkeit	<	Steuerbarkeit
	Stimulation	<	Stimulation
	Originalität	=	Originalität
	Einfachheit der Benutzung	<	Einfachheit der Benutzung
	Einfachheit des Erlernens	<	Einfachheit des Erlernens

Abbildung 74 – Visualisierung der Ergebnisse der erhobenen UEQ- und USE-Dimensionen, wenn die Variante mit Anpassungen für die BYOD-Tablet-Anwendung als MDCP-Favorit gewählt wird. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant

Zur Beantwortung der zweiten Fragestellung werden die Ergebnisse anhand der Nutzergruppen betrachtet. Wie in Tabelle 120 gezeigt, gibt es in der Android-Gruppe und

der iOS-Gruppe hinsichtlich der MDCP-Favoritenauswahl unterschiedliche Präferenzen. Vergleicht man diese Ergebnisse mit Diagramm 42 und Diagramm 44 fällt auf, dass die produktspezifisch konsistente Variante entsprechend der Favoritenauswahl in der Android-Gruppe schlechter bewertet wird. Für die iOS-Gruppe lässt sich feststellen, dass bei jeder gemessenen UX- und Usability-Metrik die Variante mit plattformspezifischen Anpassungen besser abschneidet (siehe Diagramm 41 und Diagramm 43). Hier lässt sich also vermuten, dass die Favoritenauswahl deutlich zugunsten der Variante mit Anpassungen ausfällt. Dies bestätigt sich jedoch nicht beim Vergleich mit der Favoritenauswahl anhand der Nutzergruppen (siehe Tabelle 120). Diese Diskrepanz lässt sich nur dadurch erklären, dass auch weitere Faktoren bei der Favoritenauswahl eine Rolle gespielt haben müssen. Beispielsweise könnte die Loyalität zum Arbeitgeber die Probanden dazu bewegen, sich trotz insgesamt schlechterer UX- und Usability-Bewertungen für die produktspezifisch konsistente Variante zu entscheiden. Der Unterschied könnte aber auch lediglich auf den Stichprobenumfang zurückzuführen sein.

Insgesamt betrachtet, würde man anhand der erhobenen Metriken, die zugunsten der Fond-Entertainment-System-Prototypen mit Anpassungen ausfallen, eher von einer stärkeren Favorisierung dieser Varianten ausgehen.

9.6.4 Teilfrage 5 d) – Unterschiede Single-Device-Favoritenauswahl und MDCP-Favoritenauswahl

5. d) Gibt es einen Unterschied zwischen der favorisierten MDCP-Schnittstellengestaltung und der favorisierten Single-Device-Schnittstellengestaltung?

Um zu analysieren, ob es eine Übereinstimmung oder einen Unterschied zwischen der Auswahl der favorisierten Schnittstellengestaltung und dem Benutzungskontext gibt, können die erste und zweite Favoritenauswahl herangezogen werden. Bei der ersten Favoritenauswahl sollen die Probanden die Schnittstellengestaltung auswählen, die für eine MDCP-Anwendung ihrer Meinung nach am besten geeignet ist. In der zweiten Favoritenauswahl sollen die Probanden ihre bevorzugte Schnittstellengestaltung für den Fall auswählen, dass die BYOD-Tablet-Anwendung ohne das integrierte Fond-Entertainment-System-Display genutzt wird. Um den Zusammenhang von MDCP-Favoritenauswahl und SD-Favoritenauswahl zu evaluieren, muss ein Chi-Quadrat-Test nach

Pearson durchgeführt werden. Dabei werden beobachtete mit zu erwartenden Häufigkeiten verglichen (Budischewski & Kriens, 2015, S. 85). Laut Heimsch et al. (2018, S. 123) ist das Prinzip dieses Tests, dass die Werte der zu überprüfenden Variablen in Klassen eingeteilt und dann die beobachteten Klassenhäufigkeiten mit den unter Normalverteilung zu erwartenden verglichen werden. Meist wird ein Vier-Felder-Chi-Quadrat-Test durchgeführt, jedoch kann dieser Test auch bei mehr als nur zweifach gestuften Merkmalen verwendet werden (Leonhart, 2010, S. 153). Zunächst wird beim Chi-Quadrat-Test eine Häufigkeitsauszählung über die Merkmalskombinationen vorgenommen (Leonhart, 2010, S. 154). Im vorliegenden Fall findet also die Häufigkeitsauszählung für die Merkmalskombinationen aus MDCP-Favoritenauswahl und SD-Favoritenauswahl statt. Zur Darstellung wird eine Kreuztabelle verwendet (Tabelle 122). Im Anschluss wird mit dem Chi-Quadrat-Test geklärt, ob diese Werte den zu erwartenden Werten entsprechen (Leonhart, 2010, S. 154). Für den p-Wert dieses Tests wird ein Signifikanzniveau von 0,05 gewählt. Für nominalskalierte Variablen kann zusätzlich noch ein Kontingenzkoeffizient angegeben werden, der sich als Zusammenhangsmaß zwischen den Variablen beschreiben lässt (Heimsch et al., 2018, S. 205). Da es sich um eine Vierfeldertafel handelt, wird der phi-Koeffizient als Kontingenzkoeffizient analysiert (Heimsch et al., 2018, S. 206). Der Wert von phi liegt zwischen einschließlich 0 und 1, wobei gilt, je näher der phi-Wert bei 0 liegt, desto schwächer ist der Effekt (Budischewski & Kriens, 2015, S. 81; vgl. Heimsch et al., 2018, S. 206).

Tabelle 122, Tabelle 123 und Tabelle 124 zeigen, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen der MDCP- und der SD-Favoritenauswahl besteht. Das bedeutet, die Probanden haben eine generelle Präferenz gegenüber der produktspezifisch konsistenten oder angepassten Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung. Diese Präferenz ist also unabhängig davon, ob die Schnittstelle allein oder in Kombination mit einer weiteren Schnittstelle genutzt wird. Ein Drittel derjenigen, die die produktspezifisch konsistente Variante im MDCP-Kontext bevorzugen, entscheidet sich im SD-Kontext um. Lediglich ein Proband der Gruppe, der sich beim MDCP-Favoriten für den Prototyp mit Anpassungen entscheidet, wählt die produktspezifische Variante als SD-Favorit aus.

F1 * F2 Kreuztabelle					
		SD Favorit			Gesamt
		M****	A***		
MD Favorit	M+M**	Anzahl	11	5	16
		%	68,8%	31,3%	100,0%
	M+A*	Anzahl	1	15	16
		%	6,3%	93,8%	100,0%
Gesamt		Anzahl	8	12	32
		% /	25,0%	37,5%	100,0%

Tabelle 122 – Kreuztabelle MDCP-Favorit und SD-Favorit

* M + A: Fond-Entertainment-System-Prototyp (bestehend aus Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Tablet mit gleicher Größe) mit plattformsspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + plattformsspezifische Anpassungen); in der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Android-spezifische Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (T3); in der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die iOS-spezifische Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (T2).

** M + M: Fond-Entertainment-System-Prototyp (bestehend aus Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Tablet mit gleicher Größe) mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (T1) (MBUX + MBUX).

*** A: SD-Tablet-App mit plattformsspezifischen Anpassungen. In der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit Android-spezifischer Schnittstellenarchitektur (T3); in der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit iOS-spezifischer Schnittstellenarchitektur (T2).

****M: SD-Tablet-App ohne Anpassungen. M steht für die produktspezifische Schnittstellengestaltung MBUX (T1) für eine SD-Tablet-Anwendung.

Chi-Quadrat-Test					
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	13,333 ^a	1	,000		
Anzahl der gültigen Fälle	32				

Tabelle 123 – Chi-Quadrat-Test für MDCP- und SD-Favoritenauswahl

Symmetrische Maße			
		Wert	Näherungsweise Signifikanz
Nominal- bzgl. Nominalmaß	Phi	,645	,000
	Cramer-V	,645	,000
Anzahl der gültigen Fälle		32	

Tabelle 124 – Stärke des Zusammenhangs zwischen MDCP- und SD-Favoritenauswahl

9.6.5 Teilfrage 5 e) – Unterschiede zwischen den Nutzergruppen

5.e) Gibt es hinsichtlich der Bewertung signifikante Unterschiede zwischen iOS-Nutzern und Android-Nutzern?

Um diese Frage zu beantworten, werden die Daten nach den Nutzergruppen iOS und Android aufgeteilt. Im Anschluss werden die Unterschiede der Bewertungen berechnet. Zur Auswahl der richtigen statistischen Methode muss zunächst geklärt werden, ob die Nutzergruppen unabhängige oder abhängige Stichproben sind. Bei den Nutzergruppen handelt es sich um unabhängige Stichproben, da die Probanden entweder iOS- oder Android-Nutzer sind. Zur Überprüfung des Zusammenhangs zwischen der Nutzergruppenzugehörigkeit und der jeweiligen Item-Bewertung (intervallskaliert) kann daher der t-Test für unabhängige Stichproben angewendet werden. Damit kann festgestellt werden, ob sich die Gruppenmittelwerte signifikant voneinander unterscheiden (Budischewski & Kriens, 2015, S. 89). Liefert das Ergebnis des t-Tests bei einem 95%-Konfidenzintervall einen p-Wert, der kleiner als 0,05 ist, handelt es sich um ein signifikantes Ergebnis. Hinsichtlich der erhobenen Usability- und UX-Faktoren werden keine signifikanten Unterschiede in der Bewertung nach Gruppen gemessen. Alle ermittelten Werte liegen oberhalb der Signifikanzgrenze von 0,05 (siehe digitaler Anhang zur Studie

5). Tendenziell bewerten die iOS-Nutzer beide Fond-Entertainment-System-Prototypen der Studie kritischer.

Hinsichtlich der Favoriten kann ebenfalls kein signifikanter Unterschied bei den Favoritenauswahlen nachgewiesen werden. Tabelle 126 zeigt, dass auch zwischen der Auswahl des SD-Favoriten und der Plattform kein signifikanter Zusammenhang besteht. Um den Zusammenhang von Nutzergruppenzugehörigkeit und der SD-Favoritenauswahl zu evaluieren, muss ein Chi-Quadrat-Test nach Pearson durchgeführt werden. Dabei werden beobachtete mit zu erwartenden Häufigkeiten verglichen (Budischewski & Kriens, 2015, S. 85). Laut Heimsch et al. (2018, S. 123) ist das Prinzip dieses Tests, dass die Werte der zu überprüfenden Variablen in Klassen eingeteilt und dann die beobachteten Klassenhäufigkeiten mit den unter Normalverteilung zu erwartenden verglichen werden. Meist wird ein Vier-Felder-Chi-Quadrat-Test durchgeführt, jedoch kann dieser Test auch bei mehr als nur zweifach gestuften Merkmalen verwendet werden (Leonhart, 2010, S. 153). Zunächst wird beim Chi-Quadrat-Test eine Häufigkeitsauszählung über die Merkmalskombinationen vorgenommen (Leonhart, 2010, S. 154). Im vorliegenden Fall findet also die Häufigkeitsauszählung für die Merkmalskombinationen aus Nutzergruppenzugehörigkeit und SD-Favoritenauswahl statt. Zur Darstellung wird eine Kreuztabelle verwendet (siehe Tabelle 125). Im Anschluss wird mit dem Chi-Quadrat-Test geklärt, ob diese Werte den zu erwartenden Werten entsprechen (Leonhart, 2010, S. 154). Für den p-Wert dieses Tests wird ein Signifikanzniveau von 0,05 gewählt.

Kreuztabelle					
			F2 (SD-Favorit)		Gesamt
			M*	A**	
	Android	Anzahl	7	9	16
		%	43,8%	56,3%	100,0%
	IOS	Anzahl	5	11	16
		%	31,3%	68,8%	100,0%
Gesamt		Anzahl	12	20	32
		%	37,5%	62,5%	100,0%

Tabelle 125 – SD-Favoritenauswahl nach Nutzergruppen

** A: SD-Tablet-App mit plattformspezifischen Anpassungen. In der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit Android-spezifischer Schnittstellenarchitektur; in der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit iOS-spezifischer Schnittstellenarchitektur.

*M: SD-Tablet-App ohne Anpassungen. M steht für die produktspezifische Schnittstellengestaltung MBUX für eine SD Tablet-Anwendung.

Chi-Quadrat-Test					
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,533	1	,465		
Anzahl der gültigen Fälle	32				

Tabelle 126 – Chi-Quadrat-Test für SD-Favoritenauswahl und Nutzergruppen

9.6.6 Teilfrage 5 f) – Einflussfaktoren

5. f) Welche Faktoren könnten die Ergebnisse beeinflusst haben?

Da die Probanden Mitarbeiter der Mercedes-Benz AG sind, ist eine gewisse Beeinflussung der Ergebnisse nicht auszuschließen. Tendenziell ist zu vermuten, dass Mitarbeiter die eigenen Systeme und die damit verbundenen Schnittstellen besser bewerten. Im Vorfeld wurden jedoch keine Hinweise darauf gegeben, welche Ziele mit der Studie verfolgt werden. Zu Beginn der Studie füllte jeder Proband einen Fragebogen mit demographischen Daten aus. Diese Daten werden genutzt, um herauszufinden, welche Einflüsse es

auf die Ergebnisse gegeben hat. Im Rahmen dieser Arbeit werden die folgenden Aspekte näher untersucht:

- MBUX-Beruflich: Gibt es unterschiedliche Bewertungen hinsichtlich der erhobenen UEQ- und USE-Dimensionen, wenn die Probanden MBUX im Rahmen ihrer beruflichen Tätigkeit nutzen?
- MBUX-Privat: Gibt es unterschiedliche Bewertungen hinsichtlich der erhobenen UEQ- und USE-Dimensionen, wenn die Probanden MBUX im privaten Umfeld nutzen?

9.6.6.1 Einflussfaktoren auf die Favoritenauswahl: Berufliche und private Nutzung von MBUX

Um den Zusammenhang von MDCP-Favoritenauswahl und der beruflichen oder privaten Nutzung von MBUX zu evaluieren, muss jeweils ein Chi-Quadrat-Test nach Pearson durchgeführt werden. Dabei werden beobachtete mit zu erwartenden Häufigkeiten verglichen (Budischewski & Kriens, 2015, S. 85). Laut Heimsch et al. (2018, S. 123) ist das Prinzip dieses Tests, dass die Werte der zu überprüfenden Variablen in Klassen eingeteilt und dann die beobachteten Klassenhäufigkeiten mit den unter Normalverteilung zu erwartenden verglichen werden. Meist wird ein Vier-Felder-Chi-Quadrat-Test durchgeführt, jedoch kann dieser Test auch bei mehr als nur zweifach gestuften Merkmalen verwendet werden (Leonhart, 2010, S. 153). Zunächst wird beim Chi-Quadrat-Test eine Häufigkeitsauszählung über die Merkmalskombinationen vorgenommen (Leonhart, 2010, S. 154). Im vorliegenden Fall findet also die Häufigkeitsauszählung für die Merkmalskombinationen aus MDCP-Favoritenauswahl und beruflicher beziehungsweise privater MBUX-Nutzung statt. Zur Darstellung wird jeweils eine Kreuztabelle verwendet (Tabelle 127 und Tabelle 128). Im Anschluss wird mit dem Chi-Quadrat-Test geklärt, ob diese Werte den zu erwartenden Werten entsprechen (Leonhart, 2010, S. 154). Dies ist in diesem Fall jedoch nicht erforderlich, da sich das Ergebnis der beiden Tests ($p = 1$) schon durch die Kreuztabellen erschließen lässt. Die vollständigen Tests können jedoch dem digitalen Anhang zu dieser Studie entnommen werden.

Tabelle 127 ist zu entnehmen, dass kein signifikanter Zusammenhang zwischen der MDCP-Favoritenauswahl und der beruflichen Nutzung von MBUX besteht. Unabhängig davon, ob die Probanden MBUX im beruflichen Umfeld nutzen, wählen sie gleich häufig den konsistenten oder angepassten Prototyp als Favorit. Ein identisches Bild

ergibt sich für die Auswahl des MDCP-Favoriten und die private Nutzung von MBUX: Auch hier wird die Favoritenauswahl ohne Einfluss der privaten Nutzung getroffen (siehe Tabelle 128).

Kreuztabelle					
			F1 (MDCP-Favorit)		Gesamt
			M+M*	M+A**	
MBUX-Beruflich	Nein	Anzahl	12	12	24
		%	50,0%	50,0%	100,0%
	Ja	Anzahl	4	4	8
		%	50,0%	50,0%	100,0%
Gesamt		Anzahl	16	16	32
		%	50,0%	50,0%	100,0%

Tabelle 127 – Berufliche Nutzung von MBUX und MDCP-Favoritenauswahl

** M + A: Fond-Entertainment-System-Prototyp (bestehend aus Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Tablet mit gleicher Größe) mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + plattformspezifische Anpassungen); in der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Android-spezifische Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (T3); in der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die iOS-spezifische Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (T2).

* M + M: Fond-Entertainment-System-Prototyp (bestehend aus Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Tablet mit gleicher Größe) mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (T1) (MBUX + MBUX).

Kreuztabelle					
			F1 (MDCP-Favorit)		Gesamt
			M+A*	M+M*	
MBUX-Privat	Nein	Anzahl	11	11	22
		%	50,0%	50,0%	100,0%
	Ja	Anzahl	5	5	10
		%	50,0%	50,0%	100,0%
Gesamt		Anzahl	16	16	32
		%	50,0%	50,0%	100,0%

Tabelle 128 – Private Nutzung von MBUX und MDCP-Favoritenauswahl

*M + A: Fond-Entertainment-System-Prototyp (bestehend aus Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Tablet mit gleicher Größe) mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + plattformspezifische Anpassungen); in der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Android-spezifische Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (T3); in der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die iOS-spezifische Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (T2).

** M + M: Fond-Entertainment-System-Prototyp (bestehend aus Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Tablet mit gleicher Größe) mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (T1) (MBUX + MBUX).

9.6.6.2 Einflussfaktoren auf die erhobenen UEQ- und USE-Bewertungen: Berufliche und private Nutzung von MBUX

Um den Einfluss der privaten und beruflichen Nutzung von MBUX auf die erhobenen Usability- und UX-Metriken zu analysieren, wird jeweils ein t-Test durchgeführt. Dabei werden jeweils die Bewertungen derjenigen, die MBUX beruflich oder privat nutzen, mit den Bewertungen der Probanden verglichen, die MBUX nicht beruflich oder privat nutzen.

Die private oder berufliche Nutzung beziehungsweise die jeweilige Nichtnutzung stellt jeweils die Gruppierungsvariable dar. Daher sind beide Stichproben unabhängig (Budischewski & Kriens, 2015, S. 89). Zur Überprüfung des Zusammenhangs zwischen den Gruppen und der jeweiligen Item-Bewertung (intervallskaliert) kann daher ein t-

Test für unabhängige Stichproben angewendet werden. Damit kann festgestellt werden, ob sich die Gruppenmittelwerte signifikant voneinander unterscheiden (Budischewski & Kriens, 2015, S. 89). Liefert das Ergebnis des t-Tests bei einem 95%-Konfidenzintervall einen p-Wert, der kleiner als 0,05 ist, handelt es sich um ein signifikantes Ergebnis. Zusätzlich wird beim t-Test noch ein Levene-Test durchgeführt mit dessen Ergebnis überprüft werden kann, ob die Varianzen in beiden Stichproben gleich sind oder nicht (Leonhart, 2010, S. 150). Ist dieser Test signifikant ($p < 0,05$), so kann nicht von Varianzhomogenität ausgegangen werden (Leonhart, 2010, S. 150). In diesem Fall sind die Varianzen folglich nicht gleich und es muss jeweils der untere Wert für den t-Test (heterogene Varianzen) aus der Ergebnistabelle abgelesen werden. Sind die Varianzen gleich (Levene-Test ist nicht signifikant), muss der obere Wert aus der Ergebnistabelle abgelesen werden (Leonhart, 2010, S. 150).

Der einzig signifikante Zusammenhang (gelb markiert) besteht zwischen der Bewertung der Effizienz beim Prototyp mit plattformspezifischen Anpassungen hinsichtlich der Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (Prototyp 2) und der beruflichen Nutzung von MBUX ($p = 0,035$). Hier bewerten diejenigen, die MBUX nicht beruflich nutzen, die Effizienz des Prototyps mit plattformspezifischen Anpassungen signifikant besser als die produktspezifisch konsistente Variante (siehe Tabelle 129). Hinsichtlich der privaten Nutzung von MBUX und den erhobenen Usability- und UX-Bewertungen können keine signifikanten Ergebnisse festgestellt werden (siehe digitaler Anhang zur Studie 5).

Test bei unabhängigen Stichproben										
		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Prototyp 1_Attraktivität	Varianzen sind gleich	0,40	0,53	0,28	30	0,78	0,08	0,28	-0,49	0,64
	Varianzen sind nicht gleich			0,26	11,04	0,80	0,08	0,29	-0,57	0,72
Prototyp 2_Attraktivität	Varianzen sind gleich	0,61	0,44	1,16	30	0,25	0,33	0,29	-0,25	0,92
	Varianzen sind nicht gleich			1,09	10,81	0,30	0,33	0,31	-0,34	1,01
Prototyp 1_Durchschaubarkeit	Varianzen sind gleich	0,06	0,81	-0,89	30	0,38	-0,26	0,29	-0,86	0,34
	Varianzen sind nicht gleich			-0,89	12,09	0,39	-0,26	0,29	-0,90	0,38

Prototyp 2_Durchschaubarkeit	Varianzen sind gleich	1,00	0,33	1,48	30	0,15	0,47	0,32	-0,18	1,11
	Varianzen sind nicht gleich			1,59	13,72	0,13	0,47	0,29	-0,16	1,10
Prototyp 1_Effizienz	Varianzen sind gleich	2,27	0,14	-0,32	30	0,75	-0,08	0,26	-0,62	0,45
	Varianzen sind nicht gleich			-0,37	15,81	0,72	-0,08	0,23	-0,57	0,40
Prototyp 2_Effizienz	Varianzen sind gleich	0,12	0,73	2,20	30	0,04	0,66	0,30	0,05	1,26
	Varianzen sind nicht gleich			2,25	12,48	0,04	0,66	0,29	0,02	1,29
Prototyp 1_Steuerbarkeit	Varianzen sind gleich	0,03	0,87	-0,57	30	0,57	-0,15	0,25	-0,67	0,37
	Varianzen sind nicht gleich			-0,55	11,30	0,59	-0,15	0,26	-0,73	0,44
Prototyp 2_Steuerbarkeit	Varianzen sind gleich	0,86	0,36	0,52	30	0,61	0,18	0,34	-0,52	0,88
	Varianzen sind nicht gleich			0,58	14,87	0,57	0,18	0,31	-0,48	0,83
Prototyp 1_Stimulation	Varianzen sind gleich	0,90	0,35	1,68	30	0,10	0,45	0,27	-0,10	0,99
	Varianzen sind nicht gleich			1,81	13,86	0,09	0,45	0,25	-0,08	0,98
Prototyp 2_Stimulation	Varianzen sind gleich	0,26	0,61	1,51	30	0,14	0,40	0,26	-0,14	0,93
	Varianzen sind nicht gleich			1,54	12,49	0,15	0,40	0,26	-0,16	0,95
Prototyp 1_Originalität	Varianzen sind gleich	2,39	0,13	0,77	30	0,45	0,17	0,22	-0,28	0,61
	Varianzen sind nicht gleich			0,91	17,25	0,37	0,17	0,18	-0,22	0,55
Prototyp 2_Originalität	Varianzen sind gleich	1,72	0,20	-0,04	30	0,97	-0,01	0,26	-0,54	0,51
	Varianzen sind nicht gleich			-0,05	17,24	0,96	-0,01	0,22	-0,46	0,44
Prototyp 1_Einfachheit_der_Benutzung	Varianzen sind gleich	1,80	0,19	-0,06	30	0,95	-0,02	0,36	-0,76	0,71
	Varianzen sind nicht gleich			-0,07	13,00	0,95	-0,02	0,34	-0,76	0,72
Prototyp 2_Einfachheit_der_Benutzung	Varianzen sind gleich	3,24	0,08	0,50	30,00	0,62	0,17	0,33	-0,51	0,84
	Varianzen sind nicht gleich			0,65	21,07	0,52	0,17	0,26	-0,37	0,70
Prototyp 1_Einfachheit_des_Erlernens	Varianzen sind gleich	0,01	0,91	0,11	30	0,92	0,04	0,39	-0,75	0,83
	Varianzen sind nicht gleich			0,10	10,59	0,92	0,04	0,42	-0,89	0,97
Prototyp 2_Einfachheit_des_Erlernens	Varianzen sind gleich	3,99	0,06	-0,43	30	0,67	-0,15	0,34	-0,83	0,54
	Varianzen sind nicht gleich			-0,56	20,66	0,59	-0,15	0,26	-0,69	0,40

Tabelle 129 – Berufliche Nutzung von MBUX und UEQ Dimensionen, Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens

9.6.6.3 Einflussfaktor: Alter

Um Folgenden wird zunächst der Zusammenhang zwischen Alter und den Favoritenauswahlen (F1=MDCP und F2=SD) analysiert. Die MDCP- beziehungsweise die SD- Favoritenauswahl stellt jeweils die Gruppierungsvariable dar. Daher sind beide Stichproben unabhängig (Budischewski & Kriens, 2015, S. 89). Zur Überprüfung des Zusammenhangs zwischen den F1- oder F2-Gruppen und dem Alter der Probanden kann daher ein t-Test für unabhängige Stichproben angewendet werden. Damit kann festgestellt werden, ob sich die Gruppenmittelwerte signifikant voneinander unterscheiden (Budischewski & Kriens, 2015, S. 89). Liefert das Ergebnis des t-Tests bei einem 95%-Konfidenzintervall einen p-Wert, der kleiner als 0,05 ist, handelt es sich um ein signifikantes Ergebnis. Zusätzlich wird beim t-Test noch ein Levene-Test durchgeführt mit dessen Ergebnis überprüft werden kann, ob die Varianzen in beiden Stichproben gleich sind oder nicht (Leonhart, 2010, S. 150). Ist dieser Test signifikant ($p < 0,05$), so kann nicht von Varianzhomogenität ausgegangen werden (Leonhart, 2010, S. 150). In diesem Fall sind die Varianzen folglich nicht gleich und es muss jeweils der untere Wert für den t-Test (heterogene Varianzen) aus der Ergebnistabelle abgelesen werden. Sind die Varianzen gleich (Levene-Test ist nicht signifikant), muss der obere Wert aus der Ergebnistabelle abgelesen werden (Leonhart, 2010, S. 150).

Das Alter hat keinen signifikanten Einfluss auf die MDCP-Favoritenauswahl (siehe Tabelle 131). Der Unterschied des Durchschnittsalters der Probanden der F1-Gruppen beträgt weniger als 3 Jahre (siehe Tabelle 130).

Gruppenstatistiken					
	MDCP-Favorit (F1-Gruppen)	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Alter der Probanden	M+A*	16	32,000	9,2232	2,3058
	M+M**	16	34,813	12,1612	3,0403

Tabelle 130 – Durchschnittsalter anhand der MDCP-Favoritenauswahl

*M + A: Fond-Entertainment-System-Prototyp (bestehend aus Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Tablet mit gleicher Größe) mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + plattformspezifische Anpassungen); in der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Android-spezifische Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (T3); in der Gruppe der iOS-

Nutzer bezieht sich A auf die iOS-spezifische Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (T2).

** M + M: Fond-Entertainment-System-Prototyp (bestehend aus Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Tablet mit gleicher Größe) mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (T1) (MBUX + MBUX).

Test bei unabhängigen Stichproben										
		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Alter	Varianzen sind gleich	,672	,419	-,737	30	,467	-2,8125	3,8158	-10,6054	4,9804
	Varianzen sind nicht gleich			-,737	27,966	,467	-2,8125	3,8158	-10,6292	5,0042

Tabelle 131 – t-Test für Alter und MDCP-Favoritenauswahl

Auch auf die Auswahl des SD-Favoriten hat das Alter keinen signifikanten Einfluss (siehe Tabelle 133). Der Unterschied des Durchschnittsalters der Probanden der F2-Gruppen beträgt ebenfalls weniger als 3 Jahre (siehe Tabelle 132).

Gruppenstatistiken					
	SD-Favoritenauswahl (F2-Gruppen)	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Alter	M*	12	31,667	9,1685	2,6467
	A**	20	34,450	11,6415	2,6031

Tabelle 132 – Durchschnittsalter anhand der SD-Favoritenauswahl

*M: SD-Tablet-App ohne Anpassungen. M steht für die produktspezifische Schnittstellengestaltung MBUX für eine SD Tablet-Anwendung.

** A: SD-Tablet-App mit plattformspezifischen Anpassungen. In der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit Android-spezifischer Schnittstellenarchitektur; in der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit iOS-spezifischer Schnittstellenarchitektur.

Test bei unabhängigen Stichproben										
		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Signifikanz	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehler der Differenz	95% Konfidenzintervall der Differenz	
									Untere	Obere
Alter	Varianzen sind gleich	,776	,385	-,706	30	,486	-2,7833	3,9438	-10,8377	5,2711
	Varianzen sind nicht gleich			-,750	27,614	,460	-2,7833	3,7123	-10,3924	4,8258

Tabelle 133 – t-Test für Alter und SD-Favoritenauswahl

Zuletzt wird geprüft, ob ein Zusammenhang zwischen dem Alter und den erhobenen Bewertungen hinsichtlich der Usability und UX besteht. Hierzu wird eine Korrelationsanalyse nach Pearson angewendet. Ob der Zusammenhang signifikant ist, zeigt ein zweiseitiger Signifikanztest, bei dem ein 95%-Konfidenzintervall angesetzt wird (Leonhart, 2010, S. 126). Damit die Korrelation als signifikant gilt, muss der ermittelte p-Wert dieses Tests folglich kleiner 0,05 sein (Leonhart, 2010, S. 127).

Die Ergebnisse zeigen, dass kein signifikanter Einfluss vom Alter der Probanden ausgeht (siehe digitaler Anhang zur Studie 5). Daher wird an dieser Stelle auch nicht näher auf den Korrelationskoeffizienten eingegangen.

9.6.6.4 Einflussfaktoren: Tabletreihenfolge und Einstiegspunkte

Die Reihenfolge der gezeigten BYOD-Tablet-Schnittstellengestaltungen hat weder auf die Auswahl des MDCP-Favoriten noch auf die Auswahl des SD-Favoriten einen Einfluss (siehe Tabelle 134 und Tabelle 138). Um den Zusammenhang von Reihenfolge und Favoritenauswahl zu evaluieren, wurden jeweils Chi-Quadrat-Tests durchgeführt. Dabei werden beobachtete mit zu erwartenden Häufigkeiten verglichen (Budischewski & Kriens, 2015, S. 85). Laut Heimsch et al. (2018, S. 123) ist das Prinzip dieses Tests, dass die Werte der zu überprüfenden Variablen in Klassen eingeteilt und dann die beobachteten Klassenhäufigkeiten mit den unter Normalverteilung zu erwartenden verglichen werden. Meist wird ein Vier-Felder-Chi-Quadrat-Test durchgeführt, jedoch kann dieser Test auch bei mehr als nur zweifach gestuften Merkmalen verwendet werden (Leonhart, 2010, S. 153). Zunächst wird beim Chi-Quadrat-Test eine Häufigkeitsauszählung über

die Merkmalskombinationen vorgenommen (Leonhart, 2010, S. 154). Im vorliegenden Fall findet also jeweils die Häufigkeitsauszählung für die Merkmalskombinationen aus Reihenfolge und MDCP-Favoritenauswahl beziehungsweise SD-Favoritenauswahl statt. Zur Darstellung wird jeweils eine Kreuztabelle verwendet (siehe Tabelle 135 und Tabelle 137). Im Anschluss wird mit einem Signifikanztest geklärt, ob diese Werte den zu erwartenden Werten entsprechen (Leonhart, 2010, S. 154). Für den entsprechenden p-Wert wird ein Signifikanzniveau von 0,05 gewählt. Für nominalskalierte Variablen kann zusätzlich noch ein Kontingenzkoeffizient angegeben werden, der sich als Zusammenhangsmaß zwischen den Variablen beschreiben lässt (Heimsch et al., 2018, S. 205). Da es sich um eine Vierfeldertafel handelt, wird der phi-Koeffizient als Kontingenzkoeffizient analysiert (Heimsch et al., 2018, S. 206). Der Wert von phi liegt zwischen einschließlich 0 und 1, wobei gilt, je näher der phi-Wert bei 0 liegt, desto schwächer ist der Effekt (Budischewski & Kriens, 2015, S. 81; vgl. Heimsch et al., 2018, S. 206). Der phi-Wert ist Tabelle 136 und Tabelle 139 zu entnehmen. Sie sind jedoch unerheblich, da die Signifikanzprüfungen zeigen, dass keine signifikanten Zusammenhänge bestehen. Sie sind der Vollständigkeit halber angegeben.

			F1 (MDCP-Favorit)		Gesamt
			M+M*	M+A**	
Reihen- folge_Tablet	Zuerst Schnittstellengestaltung mit plattformspezifischen Anpassungen	Anzahl	5	10	15
		%	33,3%	66,7%	100,0%
	Zuerst produktspezifisch konsistente Schnittstellengestaltung	Anzahl	11	6	17
		%	64,7%	35,3%	100,0%
Gesamt		Anzahl	16	16	32
		%	50,0%	50,0%	100,0%

Tabelle 134 – Tabletreihenfolge und MDCP-Favoritenauswahl

* M + M: Fond-Entertainment-System-Prototyp (bestehend aus Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Tablet mit gleicher Größe) mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (T1) (MBUX + MBUX).

** M + A: Fond-Entertainment-System-Prototyp (bestehend aus Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Tablet mit gleicher Größe) mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + plattformspezifische Anpassungen); in der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Android-spezifische Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (T3); in der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die iOS-spezifische Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (T2).

Chi-Quadrat-Test					
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1- seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	3,137	1	,077		
Anzahl der gültigen Fälle	32				

Tabelle 135 – Chi-Quadrat-Test für Tabletreihenfolge und MDCP-Favoritenauswahl

Symmetrische Maße			
		Wert	Näherungsweise Signifi- kanz
Nominal- bzgl. Nominalmaß	Phi	,313	,077
	Cramer-V	,313	,077
Anzahl der gültigen Fälle		32	

Tabelle 136 – Stärke des Zusammenhangs zwischen Tabletreihenfolge und MDCP-Favoritenauswahl

			F2 (SD-Favorit)		Gesamt
			M*	A**	
Tablet Reihenfolge	Zuerst Schnittstellengestaltung mit plattform-spezifischen Anpassungen	Anzahl	5	10	15
		%	33,3%	66,7%	100,0%
	Zuerst produktspezifisch konsistente Schnittstellengestaltung	Anzahl	7	10	17
		%	41,2%	58,8%	100,0%
Gesamt		Anzahl	12	20	32
		%	37,5%	62,5%	100,0%

Tabelle 137 – Tabletreihenfolge und SD-Favoritenauswahl

*M: SD-Tablet-App ohne Anpassungen. M steht für die produktspezifische Schnittstellengestaltung MBUX für eine SD Tablet-Anwendung.

**A: SD-Tablet-App mit plattform-spezifischen Anpassungen. In der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit Android-spezifischer Schnittstellenarchitektur; in der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die Schnittstellengestaltung des BYOD mit iOS-spezifischer Schnittstellenarchitektur.

Chi-Quadrat-Test					
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,209	1	,647		
Anzahl der gültigen Fälle	32				

Tabelle 138 – Chi-Quadrat-Test für Tabletreihenfolge und SD-Favoritenauswahl

Symmetrische Maße			
		Wert	Näherungsweise Signifikanz
Nominal- bzgl. Nominalmaß	Phi	,081	,647
	Cramer-V	,081	,647
Anzahl der gültigen Fälle		32	

Tabelle 139 – Stärke des Zusammenhangs zwischen Tabletreihenfolge und SD-Favoritenauswahl

In Studie 5 sind auch die Einstiegspunkte in die Studie festgelegt worden. Der Einstieg erfolgt entweder über das MBUX-System auf dem Fond-Entertainment-System-

Display oder über den Homescreen des jeweiligen Betriebssystems. Hierbei wird untersucht, ob vom Einstiegspunkt ein Priming ausgeht, das sich auf die MDCP-Favoritenauswahl auswirkt. Wie Tabelle 140, Tabelle 141 und Tabelle 142 zu entnehmen ist, gibt es, entgegen der Vermutung, in keiner Gruppe einen signifikanten Einfluss durch unterschiedliche Einstiegspunkte in die Studie. Es wurde das in diesem Abschnitt beschriebene Verfahren des Chi-Quadrat-Tests angewendet.

		F1 (MDCP-Favorit)		Gesamt	
		M+M*	M+A**		
Android-Nutzer mit Einstieg über MBUX	Anzahl	4	4	8	
	%	50,0%	50,0%	100,0%	
Android-Nutzer mit Einstieg über Android-Homescreen	Anzahl	5	3	8	
	%	62,5%	37,5%	100,0%	
iOS-Nutzer mit Einstieg über MBUX	Anzahl	5	4	9	
	%	55,6%	44,4%	100,0%	
iOS-Nutzer mit Einstieg über iOS-Homescreen	Anzahl	2	5	7	
	%	28,6%	71,4%	100,0%	
Gesamt		Anzahl	16	16	32
		%	50,0%	50,0%	100,0%

Tabelle 140 – Einstieg und MDCP-Favoritenauswahl

* M + M: Fond-Entertainment-System-Prototyp (bestehend aus Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Tablet mit gleicher Größe) mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (T1) (MBUX + MBUX).

** M + A: Fond-Entertainment-System-Prototyp (bestehend aus Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Tablet mit gleicher Größe) mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + plattformspezifische Anpassungen); in der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Android-spezifische Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (T3); in der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die iOS-spezifische Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (T2).

Chi-Quadrat-Test			
	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	1,897	3	,594
Anzahl der gültigen Fälle	32		

Tabelle 141 – Chi-Quadrat-Test für Einstieg und MDCP-Favoritenauswahl

Symmetrische Maße			
		Wert	Näherungsweise Signifi- kanz
Nominal- bzgl. Nominalmaß	Phi	,243	,594
	Cramer-V	,243	,594
Anzahl der gültigen Fälle		32	

Tabelle 142 – Stärke des Zusammenhangs zwischen Einstieg und MDCP-Favoritenauswahl

9.6.7 Teilfrage 5 g) – Vergleich Low-Fidelity-Studie und High-Fidelity-Studie

5.g) Gibt es Unterschiede zwischen den Ergebnissen der Low-Fidelity- und High-Fidelity-Prototypen-Evaluation?

Zur Beantwortung dieser Frage lässt sich die Dimension Nützlichkeit aus Studie 3 mit der pragmatischen Qualität aus dieser Studie am besten vergleichen.

Für die iOS-Nutzer gilt:

- Studie 3: Höhere Nützlichkeit des Fond-Entertainment-System-Prototyps mit plattformspezifischen Anpassungen hinsichtlich Schnittstellenarchitektur für die Schnittstellengestaltung der BYOD-Tablet-Anwendung gegenüber einer produktspezifisch konsistenten Schnittstellengestaltung für Fond-Entertainment-System-Display-Anwendung und BYOD-Tablet-Anwendung (siehe Abbildung 45);
- Studie 5: Höhere pragmatische Qualität des Prototyps mit Anpassungen hinsichtlich der Schnittstellenarchitektur für Schnittstellengestaltung der BYOD-Tablet-Anwendung gegenüber dem Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf allen Geräten. Zudem ist die Variante mit Anpassungen in allen gemessenen Usability- und UX-Dimensionen besser bewertet (siehe Tabelle 114).

Für die Auswahl des MDCP-Favoriten gilt:

iOS-Nutzer	Produktspezifisch konsistente Variante	Anpassungen der Schnittstellenarchitektur	Maximale Anpassung an iOS-Patterns
Häufigkeit der Auswahl in Studie 3	1	7	5
Häufigkeit der Auswahl in Studie 5	9	7	konnte in dieser Studie nicht gewählt werden

Tabelle 143 – Vergleich MDCP-Favoritenauswahl Studie 3 und Studie 5 (nur iOS-Nutzer)

Für die Auswahl des SD Favoriten gilt:

iOS-Nutzer	MBUX	Anpassungen der Schnittstellenarchitektur	Maximale Anpassung an iOS-Patterns
Häufigkeit der Auswahl in Studie 3	1	2	10
Häufigkeit der Auswahl in Studie 5	5	11	konnte in dieser Studie nicht gewählt werden

Tabelle 144 – Vergleich SD-Favoritenauswahl Studie 3 und Studie 5 (nur iOS-Nutzer)

Die Ergebnisse von Studie 3 spiegeln sich in Studie 5 hinsichtlich der gemessenen pragmatischen Qualität wider. In beiden Studien erreicht die Variante mit plattformsspezifischen Anpassungen für das BYOD-Tablet eine bessere Bewertung. Zudem wird in beiden Studien der Prototyp mit plattformsspezifischen Anpassungen häufiger als SD-Favorit ausgewählt. Lediglich hinsichtlich des MDCP-Favoriten unterscheiden sich die Ergebnisse. In Studie 3 präferieren die iOS-Nutzer bei dieser Frage im direkten Vergleich die Variante mit plattformsspezifischen Anpassungen hinsichtlich der Schnittstellenarchitektur. In Studie 5 hingegen wird die produktspezifisch konsistente Variante im direkten Vergleich bevorzugt. Dies kann mehrere Gründe haben. In Studie 3 werden keine interaktiven Prototypen bereitgestellt. Dies ist jedoch in Studie 5 der Fall. In Studie 3 werden vor allem visuelle Eindrücke und generelle Konzepte beurteilt, in Studie 5 hingegen sind die Konzepte tatsächlich erlebbar. Die Veränderung der Ergebnisse könnte auch daran liegen, dass es konzeptionelle und ästhetische Verbesserungen zwischen der älteren Telematikplattform-Schnittstellengestaltung (Studie 3: COMAND Online NTG 5.5) und der neueren Telematikplattform-Schnittstellengestaltung (Studie 5: MBUX) gibt. Auch die Stichprobengröße könnte dafür verantwortlich sein. Das Verhältnis der Auswahlhäufigkeit von 9:7 bei der Favoritenauswahl (zugunsten der produktspezifisch konsistenten Variante) ist nicht so eindeutig, dass davon auszugehen ist, dass sich dieses Verhältnis bei einer größeren Stichprobe nicht verändert.

Für Android-Nutzer gilt:

- Studie 3: Höhere Nützlichkeit des Fond-Entertainment-System-Prototyps mit plattformsspezifischen Anpassungen hinsichtlich Schnittstellenarchitektur für die Schnittstellengestaltung der BYOD-Tablet-Anwendung gegenüber ei-

ner produktspezifisch konsistenten Schnittstellengestaltung für Fond-Entertainment-System-Display-Anwendung und BYOD-Tablet-Anwendung (siehe Abbildung 45);

- Studie 5: Höhere pragmatische Qualität des Prototyps mit Anpassungen hinsichtlich der Schnittstellenarchitektur für Schnittstellengestaltung der BYOD-Tablet-Anwendung gegenüber dem Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf allen Geräten. Zudem ist die Variante mit plattformspezifischen Anpassungen in den gemessenen Usability- und UX-Metriken (außer Originalität, hier sind die gemessenen Werte identisch) besser bewertet (siehe Tabelle 115).

Für die Auswahl des MDCP-Favoriten gilt:

Android-Nutzer	Produktspezifisch konsistente Variante	Anpassungen der Schnittstellenarchitektur	Anpassungen Interaktionselemente	Kombination der Anpassungen	Maximal angepasste Variante
Häufigkeit der Auswahl in Studie 3	1	6	2	1	2
Häufigkeit der Auswahl in Studie 5	7	9	konnte in dieser Studie nicht gewählt werden		

Tabelle 145 – Vergleich MDCP-Favoritenauswahl Studie 3 und Studie 5 (nur Android-Nutzer)

Für die Auswahl des SD-Favoriten gilt:

	Produktspezifische Gestaltung (MBUX)	Anpassungen der Schnittstellenarchitektur	Maximal angepasste Variante*
Häufigkeit der Auswahl in Studie 3	2	5	5
Häufigkeit der Auswahl in Studie 5	7	9	konnte in dieser Studie nicht gewählt werden

Tabelle 146 – Vergleich SD-Favoritenauswahl Studie 3 und Studie 5 (nur Android-Nutzer)

Für die Gruppe der Android-Nutzer decken sich die Ergebnisse von Studie 3 und Studie 5 hinsichtlich der Nützlichkeit beziehungsweise der pragmatischen Qualität. In beiden Studien wurde die Gestaltung mit plattformspezifischen Anpassungen für die

BYOD-Tablet-Anwendung besser bewertet. Auch hinsichtlich der MDCP- und SD-Favoritenauswahl decken sich die Ergebnisse. Es wurde jeweils die Variante mit plattform-spezifischen Anpassungen bevorzugt.

Zusammenfassend lassen sich viele Übereinstimmungen zwischen Studie 3 und Studie 5 verzeichnen. Lediglich in der iOS-Gruppe weicht die MDCP-Favoritenauswahl leicht ab. Aufgrund der Tiefe, die eine High-Fidelity- gegenüber einer Low-Fidelity-Studie erreichen kann, sind die Ergebnisse von Studie 5 stärker zu gewichten. Es bleibt auch zu konstatieren, dass gerade hinsichtlich der Favoritenwahl bei Studie 3 und Studie 5 durch die unterschiedliche Anzahl der Wahlmöglichkeiten nur eine begrenzte Vergleichbarkeit vorliegt. Gleiches gilt, wenn auch in abgeschwächter Form, für den Vergleich von Nützlichkeit und pragmatischer Qualität. In Studie 3 besteht die Bewertung der Nützlichkeit nur aus einem Item. Bei Studie 5 hingegen aus einer Vielzahl von Items, die zu verschiedenen Dimensionen zusammengerechnet werden. Diese Dimensionen ergeben wiederum in gleicher Gewichtung die pragmatische Qualität. Daher gilt auch hier, dass die Ergebnisse von Studie 5 stärker zu gewichten sind, da sie hinsichtlich der Bewertung eine höhere Granularität aufweisen.

9.7 Beantwortung der übergeordneten Forschungsfrage 5

Bezugnehmend auf die übergeordnete Forschungsfrage 5 lässt sich feststellen, dass der Gestaltungsansatz mit plattformspezifischen Anpassungen hinsichtlich der Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (leicht erhöhte äußere Konsistenz) gleich viel Zustimmung erhält, wie die produktspezifisch konsistente Gestaltung für alle Schnittstellen (innere Konsistenz) eines MDCP-Ökosystems (siehe Diagramm 45). Diese Aussage gilt jedoch nur für eine MDCP-Anwendung, bei der die involvierten Geräte und Schnittstellen hinsichtlich ihres Formfaktors identisch sind. Im Test werden daher identische Geräte mit gleichen Eigenschaften eingesetzt. So wird sichergestellt, dass die Evaluation und die Zustimmung nicht durch unterschiedliche Größen oder Eigenschaften als mögliche Störvariablen beeinflusst sind.

Die Ergebnisse der erhobenen Usability- und UX-Metriken zeigen, dass über die gesamte Stichprobe betrachtet, eine Verbesserung mit den hier verwendeten plattformspezifischen Anpassungen für die BYOD-Tablet-Anwendung erreicht wird. Der entspre-

chende Fond-Entertainment-System-Prototyp schneidet in allen gemessenen Dimensionen mit Ausnahme von Originalität besser ab als der Prototyp mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung (siehe Diagramm 46 und Diagramm 47). Also führt die leichte Erhöhung der äußeren Konsistenz der BYOD-Tablet-Schnittstelle zu einer Verbesserung. Hinsichtlich der Originalität wird in der gesamten Stichprobe für beide Fond-Entertainment-System-Prototypen ein gleich gutes Ergebnis erzielt. Es bleibt anzumerken, dass sich die Bewertungen nicht signifikant unterscheiden. In einer separaten Betrachtung nach Plattformen ist bei der Gruppe der iOS-Nutzer eine Verbesserung in allen gemessenen Usability- und UX-Metriken zu erkennen. Bei iOS-Nutzern führte also die leichte Erhöhung der äußeren Konsistenz der BYOD-Schnittstelle zu einer Verbesserung des Gesamtsystems. Mit einer Abweichung gilt das Gleiche auch für die separate Betrachtung der Usability- und UX-Metriken in der Android-Gruppe. In der Android-Gruppe erreichen sowohl der produktspezifisch konsistente als auch der Gestaltungsansatz mit plattformspezifischen Anpassungen hinsichtlich der Originalität das gleiche Ergebnis. Bei Android-Nutzern führte also die leichte Erhöhung der äußeren Konsistenz der BYOD-Schnittstelle mit der genannten Ausnahme zu einer Verbesserung des Gesamtsystems. Die Ergebnisse unterscheiden sich jedoch auch hier nicht signifikant.

Weder in der gesamten Stichprobe, noch in den Einzelanalysen nach Plattformen wird durch die plattformspezifischen Anpassungen eine Verschlechterung erzeugt. Dies ist der größte Unterschied zur Vorgängerstudie 4. Hinsichtlich der Low-Fidelity-Studie 3 gibt es, wie dargelegt, viele Übereinstimmungen.

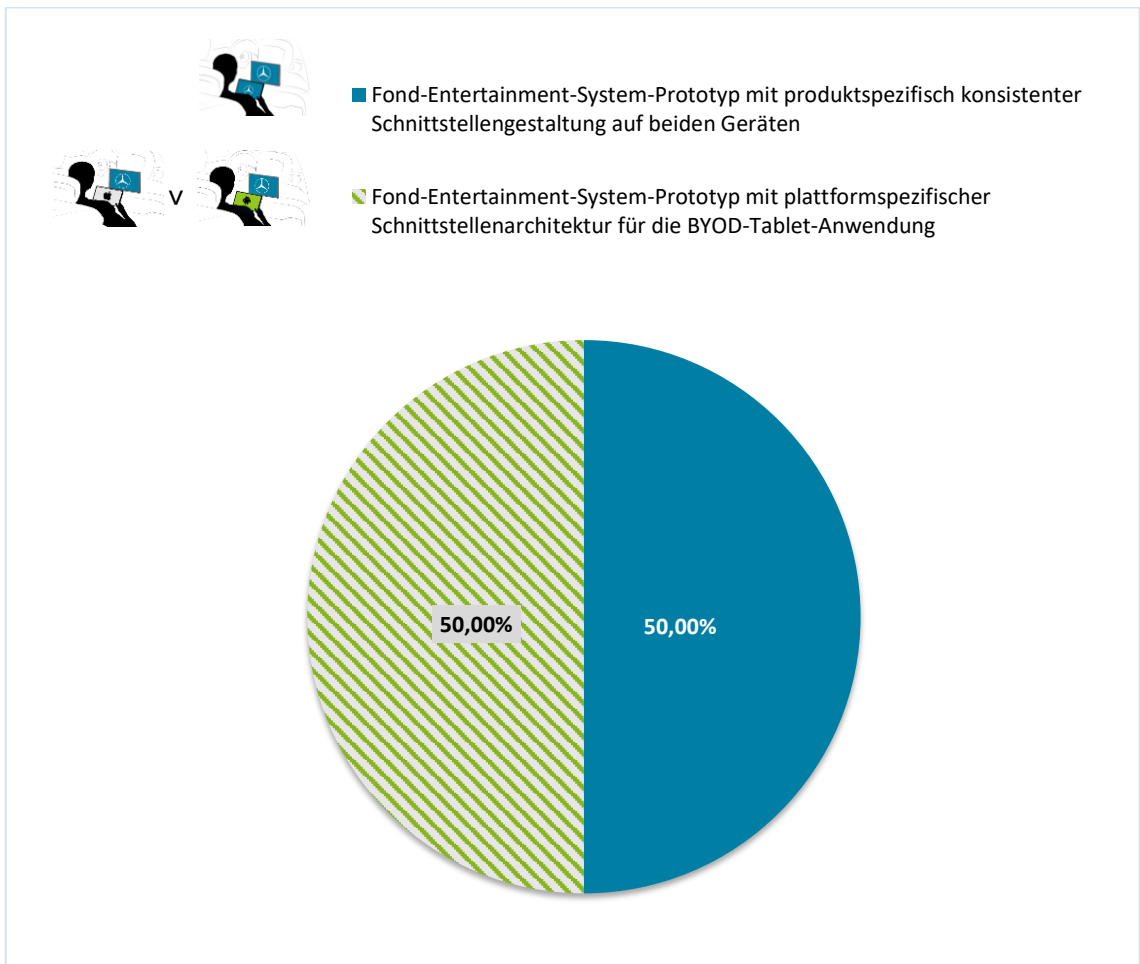


Diagramm 45 – MDCP-Favoritenauswahl der gesamten Stichprobe

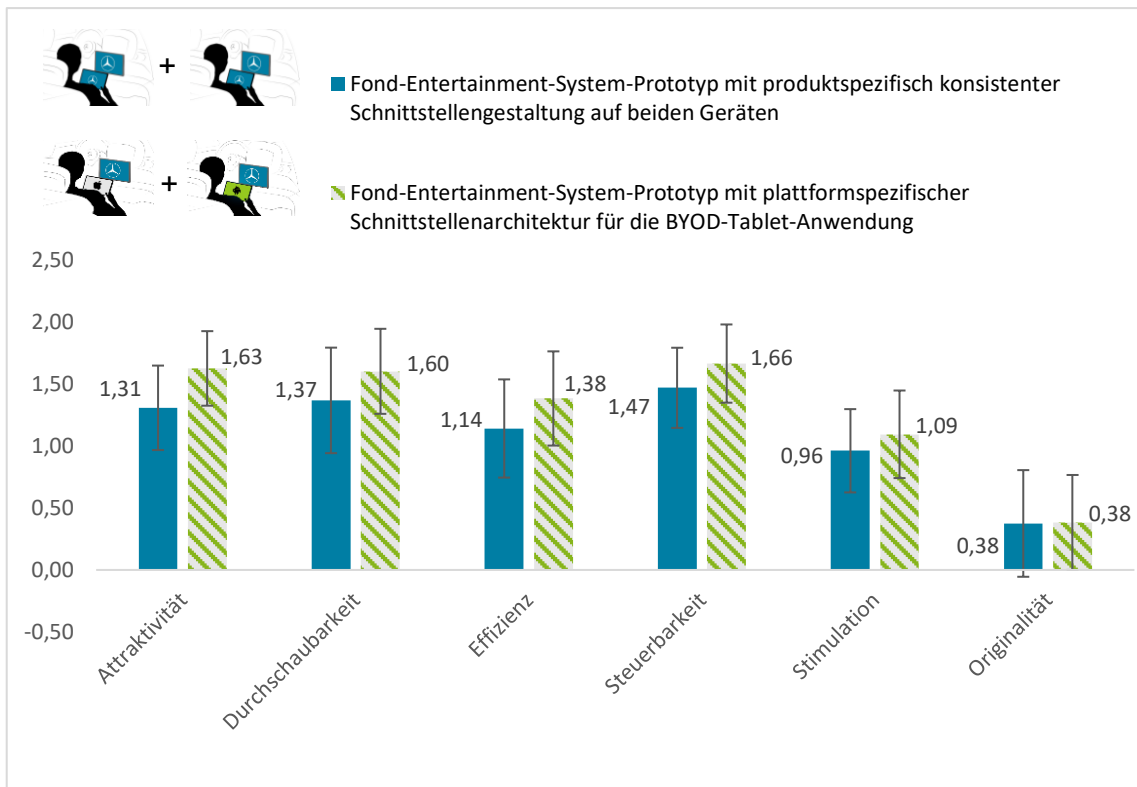


Diagramm 46 – Durchschnittswerte der UEQ-Dimensionen für die produktspezifisch konsistente Variante und Durchschnittswerte der UEQ-Dimensionen für die Variante mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung. Je Dimension ist der ungewichtete Durchschnitt über beide Nutzergruppen angegeben. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede)

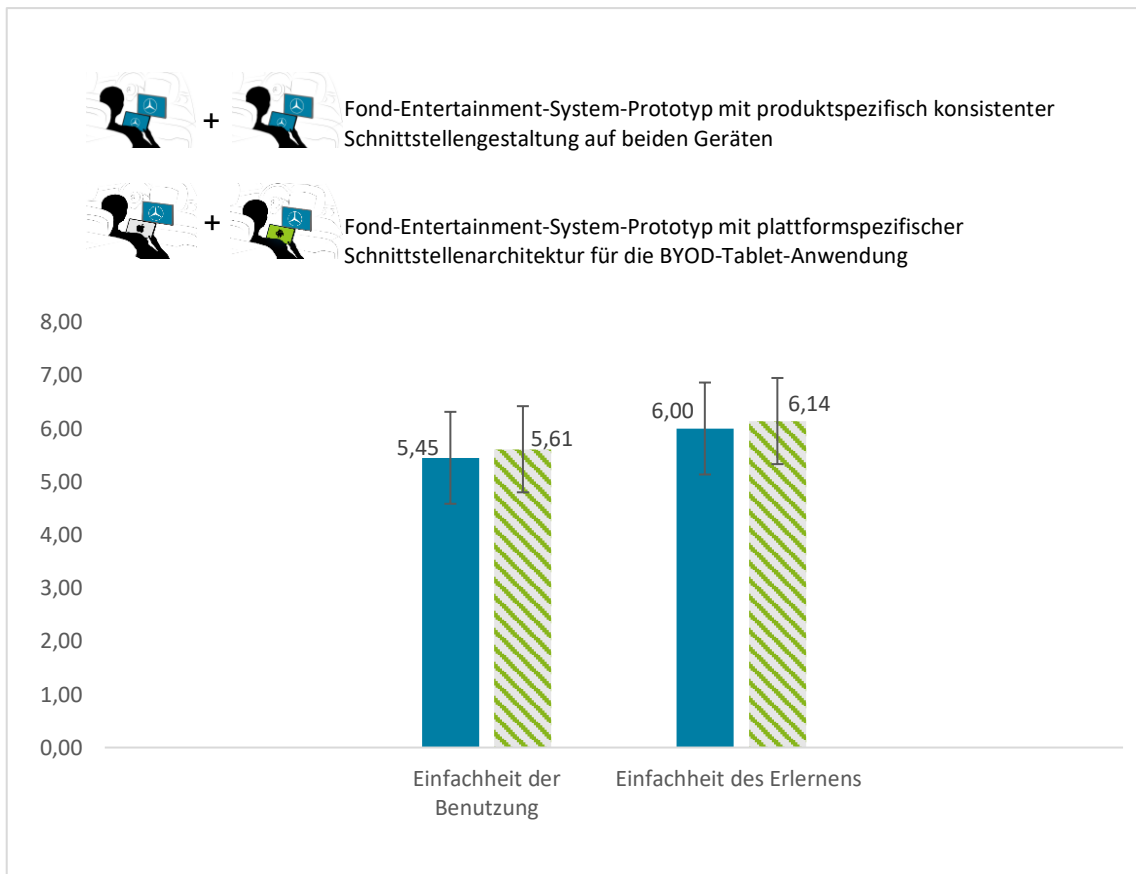


Diagramm 47 – Durchschnittswerte der erhobenen USE-Dimensionen für die produktspezifisch konsistente Variante und Durchschnittswerte der erhobenen USE-Dimensionen für die Variante mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung. Je Dimension ist der ungewichtete Durchschnitt über beide Nutzergruppen angegeben. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede)

Mit den gezeigten Ergebnissen kann an dieser Stelle die übergeordnete Forschungsfrage beantwortet werden:

- 5) *Sollte für die BYOD-Anwendung im Kontext eines MDCP-Ökosystems ein Schnittstellengestaltungsansatz mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur und leicht erhöhter äußerer Konsistenz gegenüber einem maximal produktspezifischen Schnittstellengestaltungsansatz mit höherer innerer Konsistenz bevorzugt werden?*

Der getestete Gestaltungsansatz mit leicht höherer äußerer Konsistenz ist für die Gestaltung einer Anwendung für ein MDCP-Ökosystem vorteilhaft, wenn ein besonderes Augenmerk auf der BYOD-Schnittstellengestaltung und Optimierung der Gesamtanwendung liegt. Auch wenn die Ergebnisse in dieser Stichprobe nicht signifikant sind, zeigen sie, dass ein produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltungsansatz (in-

nerer Konsistenz) nicht zwangsläufig die beste Usability und UX für eine MDCP-Anwendung hervorbringt. Ferner ist sogar zu erwarten, dass die Ergebnisse bei einer Evaluation ohne Einschränkungen hinsichtlich der Probandenauswahl noch deutlicher ausfallen würden. Diese Tendenz wäre auch für die Favoritenfrage zu erwarten. Bereits in diesem Test entscheiden sich die Hälfte der Probanden gegen die produktspezifisch konsistente Gestaltung auf allen Schnittstellen und damit gegen die innere Konsistenz. Wenn man also die Maximierung der UX der Gesamtanwendung als Ziel bei der Schnittstellengestaltung des BYOD ansetzt, kann dem hier getesteten Schnittstellengestaltungsansatz der Vorzug gegeben werden. Da die Ergebnisse jedoch nicht signifikant sind, kann auf Grundlage dieser Ergebnisse auch ein Gestaltungsansatz mit höchster innerer Konsistenz als anwendbar angesehen werden.

In allen Probandenstudien und in vielen Interviews verweisen die Probanden darauf, dass die Anpassungen (die leichte Erhöhung der äußeren Konsistenz) bereits bei vergleichbarer Größe sinnvoll sind. Jedoch könnten sie noch mehr Zustimmung erhalten, wenn die involvierten Geräte in einem MDCP-Ökosystem unterschiedliche Formfaktoren aufweisen. Gerade das BYOD-Smartphone wird von den meisten Probanden als präferiertes Interaktionsgerät genannt. Um jedoch zunächst zu klären, wie wichtig innere Schnittstellengestaltungskonsistenz tatsächlich ist, sind nur vergleichbare Gerätetypen verwendet worden.

Im Folgenden werden nun die Ergebnisse des zweiten Blocks der Studie 5 präsentiert. Diese beschäftigen sich mit der Frage, ob die Unterschiedlichkeit der Geräte innerhalb eines MDCP-Ökosystems tatsächlich die Akzeptanz hinsichtlich plattformspezifischer Anpassungen und leicht erhöhter äußerer Konsistenz erhöht.

9.8 Teilstudie Smartphone

Wie bereits beschrieben, ist Studie 5 in zwei getrennte und unabhängige Blöcke aufgeteilt. Zunächst wurde der bereits dargelegte erste Block mit der Prototypenevaluation eines MDCP-Fond-Entertainment-System-Ökosystems vollständig abgeschlossen. In diesem Block wurden zwei unterschiedliche Schnittstellengestaltungen für eine MDCP-Anwendung hinsichtlich Usability und UX evaluiert. Die Probanden wurden nach der von ihnen favorisierten Gestaltung befragt. Die Geräte und Schnittstellen des MDCP-Ökosystems waren hinsichtlich ihrer Form und Eigenschaften identisch.

9.8.1 Ziel und Studiendesign

Im zweiten Block wird ein ähnliches Prinzip angewendet. Auf einem BYOD-Smartphone werden den Probanden zwei unterschiedliche Schnittstellengestaltungen für eine aufgabenbasierte Evaluation vorgelegt. Die Probanden bekommen damit ein Gefühl für eine spätere tatsächliche BYOD-Smartphone-Anwendung im Kontext eines Fond-Entertainment-System-Prototyps. Grundlage der beiden Varianten sind zwei unterschiedliche Schnittstellengestaltungsansätze. Eine Gestaltungsvariante ist möglichst produktspezifisch konsistent zum montierten Fond-Entertainment-System-Display (innere Konsistenz), die andere orientiert sich an den üblichen Patterns der mobilen Plattformen Android und iOS (leicht erhöhte äußere Konsistenz). Innere und äußere Konsistenz werden so im Rahmen eines MDCP-Ökosystems getestet, bei dem die involvierten Geräte unterschiedlich sind.

Zunächst wurde geplant, auch hier hinsichtlich der Aufgaben zwischen den involvierten Geräten während des Tests mehrfach zu wechseln. Nach den Vortests zu dieser Studie wurde, wie bereits beschrieben, davon wieder Abstand genommen. Da im ersten Block einige Aufgaben auf dem montierten Fond-Entertainment-System-Display und der damit verbundenen produktspezifischen Schnittstellengestaltung ausgeführt wurden, hatten die Probanden bereits Erfahrung damit. Diese Gestaltung wurde im gesamten ersten Block auch nie geändert oder durch eine andere Gestaltung ersetzt. Im Verlauf des ersten Blocks dieser Studie entwickelten die Probanden ein gewisses Verständnis (Lerneffekt) für diese produktspezifische Gestaltung. Daher musste im zweiten Block nicht mehr zwischen den Geräten gewechselt werden, sondern es wurden nur noch Aufgaben für die prototypischen BYOD-Smartphone-Anwendungen gestellt. Die gestellten Aufgaben können dem Anhang entnommen werden (siehe digitaler Anhang zur Studie 5).

Im Anschluss werden die Probanden befragt, welche der beiden getesteten Schnittstellengestaltungen für eine BYOD-Smartphone-Anwendung ihnen am besten gefällt. Wie im ersten Block werden für beide berücksichtigten mobilen Plattformen separate plattformspezifische Anpassungen zur leichten Erhöhung der äußeren Konsistenz dieser Varianten erarbeitet. Diese treten jeweils gegen die produktspezifisch konsistente Variante an. Die plattformspezifischen Anpassungen umfassen die Verwendung von typischen Schnittstellenarchitekturkonzepten. Eine voll angepasste Variante als Pendant

zu Studie 4 wurde zunächst erwogen. Sie wurde dann jedoch auf Grund vermuteter zu hoher kognitiver Belastung für die Probanden wieder verworfen.

Im Fokus dieser Teilstudie steht nicht eine Evaluation hinsichtlich Usability und UX, sondern vielmehr die Frage nach der Akzeptanz von plattformsspezifischen Anpassungen. Dabei wird ausschließlich ein MDCP-Ökosystem betrachtet, bei dem sich die involvierten Geräte hinsichtlich ihres Formfaktors unterscheiden. Anzumerken bleibt, dass nur Unterschiedlichkeiten hinsichtlich der Größe akzeptiert werden, nicht jedoch hinsichtlich der Interaktion. Außerdem muss als Einschränkung für diese Studie bei der Bedienung eine unterschiedliche Ausrichtung genannt werden. Der produktspezifisch konsistente Gestaltungsansatz konnte nur im Querformat getestet werden, da sich die Konzepte der produktspezifischen Gestaltung (MBUX) auf einem Smartphone nicht im Hochformat abbilden lassen. Dies liegt daran, dass die Konzepte im gesamten Fahrzeug so gestaltet sind, dass sie eine optimale Bedienung auf der Head Unit ermöglichen. Die standardmäßige Ausrichtung der Head Unit ist im Querformat. Die plattformsspezifische Schnittstellengestaltung kann jedoch im Hochformat ausgeführt werden. Auch wenn bei den meisten Smartphones je Applikation ein Schnittstellendesign im Hoch- und Querformat bereitgestellt wird, so ist das Hochformat generell die häufigere Ausrichtung.

9.8.2 Ergebnis der Erhebung

In der gesamten Stichprobe favorisieren 75% aller Nutzer den Fond-Entertainment-System-Prototyp, der für die Schnittstellengestaltung der BYOD-Smartphone-Anwendung plattformsspezifische Anpassungen hinsichtlich der Schnittstellenarchitektur vorsieht. Das bedeutet, dass die leichte Erhöhung der äußeren Konsistenz 75% der Probanden überzeugen kann. Die produktspezifisch konsistente Variante kann nur 25% der Probanden überzeugen (siehe Diagramm 48).

In der Detailanalyse nach Nutzergruppen ergibt sich das gleiche Bild. In beiden Plattformen bevorzugen je 75% den Prototyp mit plattformsspezifischen Anpassungen (siehe Tabelle 147). Daraus lässt ableiten, dass ein starker gleichläufiger Zusammenhang besteht. Das Ergebnis des dazugehörigen Chi-Quadrat-Tests ist 1 (eins) (siehe Tabelle 148). Das bedeutet im direkten Vergleich der Gruppen, dass die Entscheidung unabhängig von der konkreten Plattformzugehörigkeit der Probanden zugunsten der leicht er-

höhten äußeren Konsistenz ausfällt. Um den Zusammenhang von Plattformzugehörigkeit und F3-Favoritenauswahl zu evaluieren, wurde ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Dabei werden beobachtete mit zu erwartenden Häufigkeiten verglichen (Budischewski & Kriens, 2015, S. 85). Laut Heimsch et al. (2018, S. 123) ist das Prinzip dieses Tests, dass die Werte der zu überprüfenden Variablen in Klassen eingeteilt und dann die beobachteten Klassenhäufigkeiten mit den unter Normalverteilung zu erwartenden verglichen werden. Hier konnte ein Vierfelder-Chi-Quadrat-Test durchgeführt werden (Leonhart, 2010, S. 153). Zunächst wird beim Chi-Quadrat-Test eine Häufigkeitsauszählung über die Merkmalskombinationen vorgenommen (Leonhart, 2010, S. 154). Im vorliegenden Fall findet also jeweils die Häufigkeitsauszählung für die Merkmalskombinationen aus Nutzergruppenzugehörigkeit und F3-Favoritenauswahl statt. Zur Darstellung wird eine Kreuztabelle verwendet (siehe Tabelle 147). Im Anschluss wird mit einem Signifikanztest (siehe Tabelle 148) geklärt, ob diese Werte den zu erwartenden Werten entsprechen (Leonhart, 2010, S. 154). Für den p-Wert wird ein Signifikanzniveau von 0,05 gewählt.

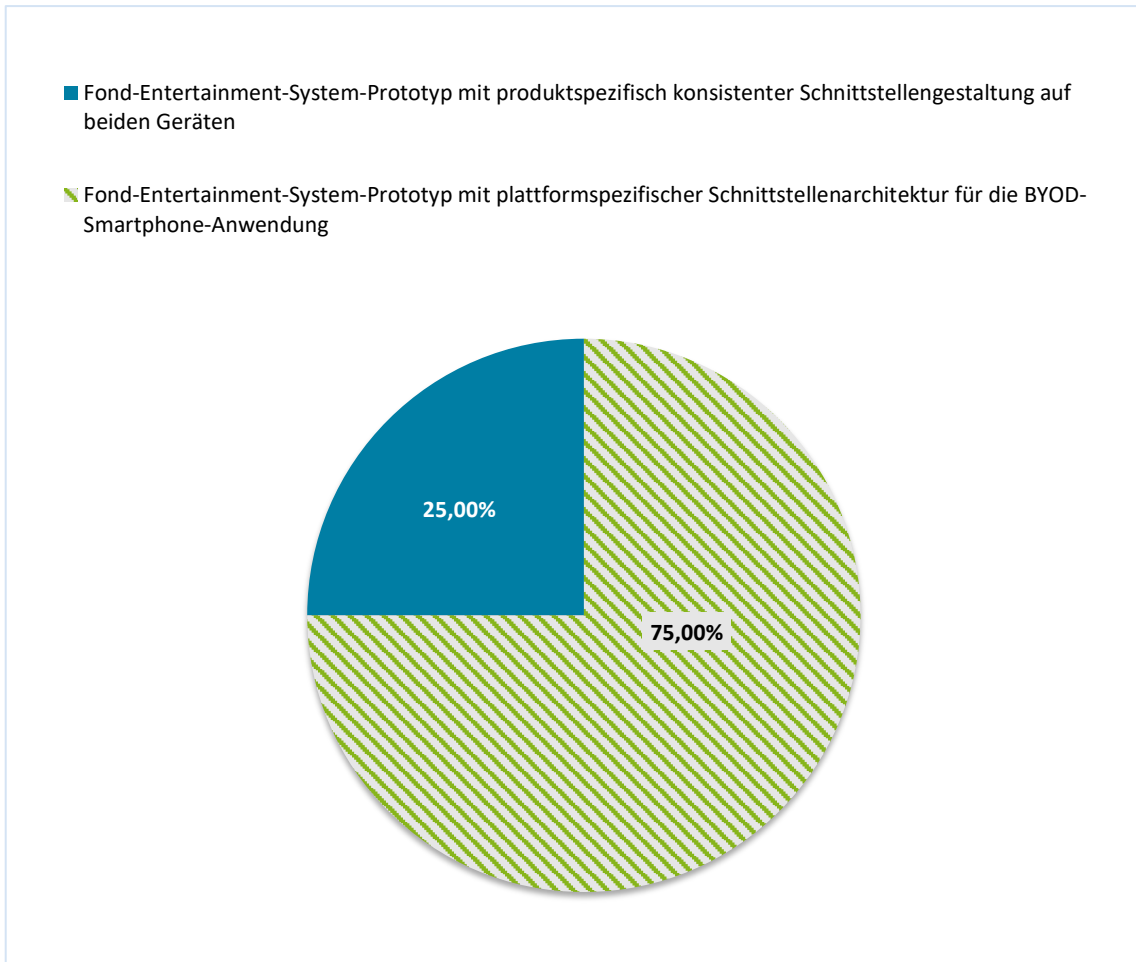


Diagramm 48 – MDCP-Favoritenauswahl bei unterschiedlichen Gerätegrößen (gesamte Stichprobe)

Kreuztabelle					
			MDCP-Favorit		Gesamt
			M+M*	M+A**	
Plattform	Android	Anzahl	4	12	16
		%	25,0%	75,0%	100,0%
	iOS	Anzahl	4	12	16
		%	25,0%	75,0%	100,0%
Gesamt		Anzahl	8	24	32
		%	25,0%	75,0%	100,0%

Tabelle 147 – MDCP-Favoritenauswahl bei unterschiedlichen Gerätegrößen nach Plattformgruppen

* M + M: Fond-Entertainment-System-Prototyp (bestehend aus Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Smartphone mit unterschiedlichen Größen) mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (S1)(MBUX + MBUX).

** M + A: Fond-Entertainment-System-Prototyp (bestehend aus Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Smartphone mit unterschiedlichen Größen) mit plattform-spezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Smartphone-Anwendung (MBUX + plattform-spezifische Anpassungen); in der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Android-spezifische Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Smartphone-Anwendung (S3). In der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die iOS-spezifische Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Smartphone-Anwendung (S2).

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	,000	1	1,000		
Anzahl der gültigen Fälle	32				

Tabelle 148 – Chi-Quadrat-Test für Plattform und MDCP-Favoritenauswahl bei unterschiedlichen Gerätegrößen

9.8.3 Beantwortung von Forschungsfrage 6

Die Auswahl des MDCP-Favoriten bei gleichgroßen Geräten wird im vorangegangenen Abschnitt als F1-Auswahl bezeichnet. Mit der Teilstudie Smartphone und der dazugehörigen Favoritenfrage F3 wird folgende forschungsleitende Frage geklärt:

- 6) *Hängt die Akzeptanz von plattform-spezifischen Anpassungen auch mit der Unterschiedlichkeit der jeweiligen Geräte zusammen?*
 - a. *Gibt es bei Geräten mit vergleichbaren Formfaktoren gegenüber Geräten mit unterschiedlichen Formfaktoren Unterschiede hinsichtlich der Zustimmung zu plattform-spezifischen Anpassungen für eine BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems?*

Im Vergleich zu der Favoritenfrage F1 lässt sich bei F3 weit mehr Zustimmung für Anpassungen und damit für die leichte Erhöhung der äußeren Konsistenz feststellen (siehe Diagramm 45 und Diagramm 48). Für diese Stichprobe lässt sich festhalten: Wenn

die Gerätegrößen divergieren, wird ganz klar die hier getestete unterschiedliche Schnittstellengestaltung mit plattformtypischen Patterns für die BYOD-Schnittstelle bevorzugt. Im Kontext des Fond-Entertainment-System-Prototyps erhält folglich der BYOD-Smartphone-Prototyp mehr Zustimmung als der BYOD-Tablet-Prototyp, obwohl beide dieselben plattformspezifischen Anpassungen beinhalten. Dies könnte aber auch durchaus daran liegen, dass die Probanden einen stärkeren Bezug zu ihrem Smartphone als zu ihrem Tablet haben.

Tabelle 149 zeigt, dass sich die Mehrheit der Probanden, die sich bei vergleichbarer Größe noch für die produktspezifisch konsistente Schnittstellengestaltung ausgesprochen hat, sich bei unterschiedlichen Größen unentschieden hat ($N_{F1 \text{ (innere Konsistenz)}} \neq N_{F3 \text{ (innere Konsistenz)}}$). Mit einer Ausnahme entscheiden sich die Probanden, die sich bei vergleichbaren Größen für die Anpassungen entschieden haben, ebenfalls für die Variante mit Anpassungen, wenn die Größen unterschiedlich sind ($N_{F1 \text{ (leicht erhöhte äußere Konsistenz)}} \approx N_{F3 \text{ (leicht erhöhte äußere Konsistenz)}}$). Das heißt, eine nennenswerte Verschiebung gibt es nur in der F1-Probandengruppe, die innere Konsistenz ausgewählt hat. Ein Chi-Square-Test zeigt, dass sich die F1-Gruppen (F1 (innere Konsistenz) oder F1 (leicht erhöhte äußere Konsistenz)) hinsichtlich ihrer F3-Favoritenauswahl signifikant voneinander unterscheiden (siehe Tabelle 150). Mit der Zunahme der Unterschiedlichkeit der Geräte verschiebt sich die Zustimmung zugunsten der leicht erhöhten äußeren Konsistenz ($N_{F3 \text{ (leicht erhöhte äußere Konsistenz)}} > N_{F1 \text{ (leicht erhöhte äußere Konsistenz)}}$), obwohl die Anpassungen in beiden Teilstudien identisch sind. Das bedeutet, dass es in dieser Stichprobe tatsächlich mehr Akzeptanz für dieselben Anpassungen gibt, sofern die Geräte eine unterschiedliche Größe haben.

Um den Zusammenhang von F1-Favoritenauswahl und F3-Favoritenauswahl zu evaluieren, wurde ein Chi-Quadrat-Test durchgeführt. Dabei werden beobachtete mit zu erwartenden Häufigkeiten verglichen (Budischewski & Kriens, 2015, S. 85). Laut Heimsch et al. (2018, S. 123) ist das Prinzip dieses Tests, dass die Werte der zu überprüfenden Variablen in Klassen eingeteilt und dann die beobachteten Klassenhäufigkeiten mit den unter Normalverteilung zu erwartenden verglichen werden. Im vorliegenden Fall kann ein Vier-Felder-Chi-Quadrat-Test durchgeführt werden (Leonhart, 2010, S. 153). Zunächst wird beim Chi-Quadrat-Test eine Häufigkeitsauszählung über die Merkmalskombinationen vorgenommen (Leonhart, 2010, S. 154). Im vorliegenden Fall

findet also die Häufigkeitsauszählung für die Merkmalskombinationen aus F1-Favoritenauswahl und F3-Favoritenauswahl statt. Zur Darstellung wird die Kreuztabelle verwendet (siehe Tabelle 149) Im Anschluss wird mit dem Signifikanztest (siehe Tabelle 150) geklärt, ob diese Werte den zu erwartenden Werten entsprechen (Leonhart, 2010, S. 154). Für den p-Wert wird ein Signifikanzniveau von 0,05 gewählt.

Für nominalskalierte Variablen kann zusätzlich noch ein Kontingenzkoeffizient angegeben werden, der sich als Zusammenhangsmaß zwischen den Variablen beschreiben lässt (Heimsch et al., 2018, S. 205). Da es sich um eine Vierfeldertafel handelt, wird der phi-Koeffizient als Kontingenzkoeffizient analysiert (Heimsch et al., 2018, S. 206). Der Wert von phi liegt zwischen einschließlich 0 und 1, wobei gilt, je näher der phi-Wert bei 0 liegt, desto schwächer ist der Effekt (Budischewski & Kriens, 2015, S. 81; vgl. Heimsch et al., 2018, S. 206). Der phi-Koeffizient kann Tabelle 151 entnommen werden. Er spricht für einen mittleren Zusammenhang.

MDCP-Favoritenauswahl (Geräte mit gleichem Formfaktor) F1 * MDCP-Favoritenauswahl (Geräte mit unterschiedlichem Formfaktor) F3					
			F3		Gesamt
			M+M***	M+A****	
F1	M+M*	Anzahl	7	9	16
		%	43,8%	56,3%	100,0%
	M+A**	Anzahl	1	15	16
		%	6,3%	93,8%	100,0%
Gesamt		Anzahl	8	24	32
		%	25,0%	75,0%	100,0%

Tabelle 149 – Kreuztabelle MDCP-Favoritenauswahl (Geräte mit gleichem Formfaktor) F1 und MDCP-Favoritenauswahl (Geräte mit unterschiedlichem Formfaktor) F3

* M + M: Fond-Entertainment-System-Prototyp (bestehend aus Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Tablet mit gleicher Größe) mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (T1) (MBUX + MBUX).

** M + A: Fond-Entertainment-System-Prototyp (bestehend aus Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Tablet mit gleicher Größe) mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (MBUX + plattformspezifische Anpassungen); in der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Android-spezifische Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (T3). In der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die iOS-spezifische Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (T2).

*** M + M: Fond-Entertainment-System-Prototyp (bestehend aus Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Smartphone mit unterschiedlichen Größen) mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung auf beiden Geräten (S1) (MBUX + MBUX).

**** M + A: Fond-Entertainment-System-Prototyp (bestehend aus Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Smartphone mit unterschiedlichen Größen) mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Smartphone-Anwendung (MBUX + plattformspezifische Anpassungen); in der Gruppe der Android-Nutzer bezieht sich A auf die Android-spezifische Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Smartphone-Anwendung (S3). In der Gruppe der iOS-Nutzer bezieht sich A auf die iOS-spezifische Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Smartphone-Anwendung (S2).

	Wert	df	Asymptotische Signifikanz (zweiseitig)	Exakte Signifikanz (2-seitig)	Exakte Signifikanz (1-seitig)
Chi-Quadrat nach Pearson	6,000 ^a	1	,014		
Anzahl der gültigen Fälle	32				

Tabelle 150 – Chi-Quadrat-Test für MDCP-Favoritenauswahl (Geräte mit gleichem Formfaktor) F1 und MDCP-Favoritenauswahl (Geräte mit unterschiedlichem Formfaktor) F3

Symmetrische Maße			
		Wert	Näherungsweise Signifi- kanz
Nominal- bzgl. Nominalmaß	Phi	,433	,014
	Cramer-V	,433	,014
Anzahl der gültigen Fälle		32	

Tabelle 151 – Stärke des Zusammenhangs zwischen MDCP-Favoritenauswahl (Geräte mit gleichem Formfaktor) F1 und MDCP-Favoritenauswahl (Geräte mit unterschiedlichem Formfaktor) F3

Eine Analyse des Abschlussinterviews trägt dazu bei, die Gründe für die Entscheidungen der Probanden zu verstehen. Nach jeder Favoritenfrage werden die Probanden nach einer Begründung für ihre Entscheidung gefragt.

Diejenigen, die sich für die Variante mit plattformspezifischen Anpassungen bei der BYOD-Smartphone-Schnittstelle entscheiden, nennen als häufigste Gründe (siehe Tabelle 152):

- die Ausrichtung des Geräts (Hochformat versus Querformat),
- die Gewohnheiten im Umgang mit einem Smartphone,
- die Vergleichbarkeit der BYOD-Smartphone-Anwendung zu anderen Anwendungen der Plattform.

Diese drei Begründungen zeigen, dass diese Probanden bei einem Smartphone eine bestimmte Erwartungshaltung an die Schnittstellengestaltung haben. Diese ist vor allem durch ihre bisherigen Erfahrungen geprägt. Wie aus den Stichwortprotokollen hervorgeht, ist den Probanden die Ausrichtung deshalb so wichtig, weil die Bedienung im Hochformat als effizienter angesehen wird. Durch das Hochformat lässt sich eine Schnittstelle, sofern darauf ausgelegt, mit einer Hand bedienen, während dies im Querformat nicht möglich ist. Zudem verweisen die Probanden darauf, dass ein häufiger Wechsel zwischen unterschiedlichen Anwendungen die Regel ist. Nach Aussagen der Probanden sind die meisten anderen Anwendungen, die sie benutzen, ebenfalls im Hochformat. Daher gilt das Querformat als hinderlich, weil es beim Anwendungswechsel die Probanden zwingt, das Gerät zu drehen. Die Probanden geben an, dass dadurch ihr Aktivitätsfluss stark beeinträchtigt ist. Dieser Aktivitätsfluss und der Wechsel werden durch eine hohe Konsistenz der Gestaltung innerhalb einer Plattform begünstigt. Für die Probanden ist es deshalb wichtig, dass die grundlegenden Gestaltungs-Patterns, beispielsweise Tabbar oder ein Navigation-Drawer, auf dem Smartphone berücksichtigt

werden (äußere Konsistenz einer Anwendung). Die Probanden verweisen darauf, dass sie unbewusst („automatisch“) zunächst nach Elementen der Schnittstellenarchitektur suchen, um sich zu orientieren und im nächsten Schritt möglichst effizient zu interagieren. Diese Effizienz ist notwendig, da laut der Probanden, gerade auf ihrem persönlichen Smartphone häufige Unterbrechungen durch eingehende Textnachrichten oder Benachrichtigungen aus anderen Apps die Regel sind. Die plattformspezifischen Anpassungen eines produktspezifischen Designs kommen diesem Bedürfnis nach erleichtertem Wechsel zwischen unterschiedlichen Apps und dem Aufgreifen bereits gewohnter Muster entgegen.

Zusammenfassend lässt sich feststellen, dass auch die Art der Geräte einen Einfluss auf die Akzeptanz der plattformspezifischen Anpassungen hat. Der persönliche Geschmack spielt eine vergleichsweise untergeordnete Rolle. Bei einem MDCP-Ökosystem, das eine BYOD-Smartphone-Schnittstelle enthält, stehen für die Mehrheit der Probanden dieser Stichprobe pragmatische Überlegungen im Vordergrund. Ausschlaggebend ist für die meisten Probanden die höhere Effizienz durch leicht erhöhte äußere Konsistenz. Die innere Konsistenz zu den anderen Schnittstellen des MDCP-Ökosystems spielt in dieser Konstellation eine untergeordnete Rolle.

		Antworten		Prozent der Fälle
		N	Prozent	
Gründe für F3	Gewohnheit	14	28,0%	58,3%
	Persönlicher Geschmack	3	6,0%	12,5%
	Produktkonsistenz	1	2,0%	4,2%
	Plattformkonsistenz	14	28,0%	58,3%
	Ausrichtung	18	36,0%	75,0%
Gesamt		50	100,0%	208,3%

Tabelle 152 – Gründe für die Favoritenauswahl F3 (gesamte Stichprobe)

9.9 Methodenkritik und Lessons Learned

Auch wenn in Studie 5 bereits einige Verbesserungen gegenüber von Studie 4 erreicht werden, so findet sich auch hier noch Verbesserungspotential. Wie in Studie 4 beschrieben, gelten bei Studie 5 die gleichen Rahmenbedingungen für die Auswahl der Probanden. Die daraus resultierenden Probleme werden in Punkt 8.8 beschrieben. Jedoch kann bei dieser Studie zumindest eine Parität zwischen den beiden Plattformen erreicht werden. Das Fehlen von signifikanten Ergebnissen kann nur teilweise durch die

Stichprobengröße erklärt werden. Denn sowohl die Favoritenfrage als auch die gemessenen Metriken zeigen ein sehr ausgeglichenes Bild. Es steht der Verdacht im Raum, dass die Prototypen zwar unterschiedlich jedoch hinsichtlich der erhobenen Usability- und UX-Kriterien gleichwertig sind.

Die Interviews sowie der zweite Block der Studie machen deutlich, dass bei den BYOD-Geräten nicht nur die Interaktion innerhalb des MDCP-Ökosystems eine Rolle spielt. Es ist vielmehr so, dass der generelle Aktivitätsfluss der Nutzer berücksichtigt werden muss. Dies wird innerhalb der bisherigen Studien zu dieser Thematik zu wenig berücksichtigt. Wie die vorliegende Studie zeigt, müssen nicht nur Aufgaben für eine zu testende BYOD-Anwendung gestaltet werden, sondern das Studiendesign muss so gestaltet werden, dass die Probanden zwischen unterschiedlichen Anwendungen wechseln müssen. Die Aufgaben für MDCP-Evaluationen müssen folglich darauf abgestimmt werden. Nur so können Probanden ein realistischeres Bild der tatsächlichen Usability und UX bekommen.

In dieser Studie waren die Probanden durch das Testsetting sehr fokussiert auf die Evaluation der BYOD-Schnittstelle in Kombination mit dem Fond-Entertainment-System-Display. Durch diesen Umstand wurde die produktspezifisch konsistente Gestaltung zunächst immer vorteilhafter bewertet. Dies gilt besonders für die Fond-Entertainment-System-Prototypen, bei denen die Größen der Geräte identisch sind. Im zweiten Block hingegen wird deutlich, dass plattformspezifische Anpassungen mehr Akzeptanz erfahren, wenn die Geräte unterschiedlich sind. Zu klären bleibt hier, ob die Ergebnisse tatsächlich auf die reine Unterschiedlichkeit der Geräte zurückzuführen sind oder ob sie vielmehr mit der Art der Geräte zusammenhängen. Vorstellbar ist, dass die Zustimmung zu äußerer Konsistenz und plattformspezifischen Anpassungen damit zu tun hat, dass die Probanden bei ihren Smartphones eine stärkere Erwartungshaltung haben. Solche Unterschiede müssen in zukünftigen Studien berücksichtigt werden. Dies setzt eine sorgfältige Aufgaben- und Evaluationsplanung voraus, die über klassische Usability- und UX-Studienvorbereitungen hinausgeht.

10 Fazit und Gestaltungsempfehlungen

Im Folgenden werden der Kern der Arbeit kurz skizziert und alle bisherigen Ergebnisse der Studien zusammengefasst. Das ist die Grundlage für die Gestaltungsempfehlungen. Hierbei werden nicht alle Aspekte jeder Studie beleuchtet, sondern nur jene, die für das Verständnis essentiell sind.

10.1 Rückschau und Fazit

Im Fokus dieser Arbeit stehen MDCP-Ökosysteme. Diese Anwendungen laufen auf mehreren Geräten, die wiederum auf unterschiedlichen Betriebssystemen, den so genannten Plattformen, aufsetzen. Je nachdem wie die Anwendungen gestaltet sind, können die Geräte parallel oder nacheinander benutzt werden. Sind die Geräte über eine Anwendung zu einer Umgebung verbunden und können sich wechselseitig beeinflussen, so entsteht ein MDCP-Ökosystem. In der vorliegenden Arbeit wurden MDCP-Ökosysteme im Fahrzeug-Kontext untersucht. Die konkrete Anwendungsdomäne sind im speziellen Fond-Entertainment-Systeme, bei denen die Nutzer nicht mit der Fahraufgabe betraut sind. Diese Fond-Entertainment-Systeme umfassen fest verbaute Geräte als Teil des Fahrzeugs und Geräte, die der Nutzer selbst in das Fahrzeug mitbringt (BYOD). Sowohl über die Schnittstellen der fest verbauten Displays als auch über die Schnittstellen der BYOD-Geräte können Nutzer eine Vielzahl von Medien konsumieren und Fahrzeugfunktionen nutzen. Der Kern dieser Arbeit beschäftigt sich mit der Gestaltung der Schnittstellen auf den BYOD-Geräten. Hier stehen die User-Interface-Gestalter und UX-Designer vor einer Reihe von Herausforderungen. Diese werden im Rahmen der vorliegenden Arbeit innerhalb eines Experteninterviews dargelegt. Im Fokus dieser Herausforderung steht die Frage, woran sich die Schnittstellengestaltung orientieren sollte:

- An den bereits im Fahrzeug verbauten Geräten mit produktspezifischen Schnittstellengestaltungsmustern (innere Konsistenz) oder
- an den gängigen Schnittstellengestaltungsmustern der Plattformen der BYOD-Geräte (äußere Konsistenz).

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit werden die Konzepte, die Automobilhersteller innerhalb einer Telematikplattform verwenden, als produktspezifische Schnittstellengestaltung bezeichnet. Wie in der ersten Studie herausgearbeitet, ist damit auch eine wis-

senschaftliche Frage verbunden. Es muss geklärt werden, wie sich eine produktspezifische (die innere Konsistenz) oder eine plattformkonforme Schnittstellengestaltung (ausgenommen graphisches Design) für BYOD-Geräte (die äußere Konsistenz) auf die UX der gesamten MDCP-Anwendung auswirkt. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit bedeutet plattformkonform, dass die Schnittstelle so konzipiert ist, dass die Vorgaben der HMI Guideline der jeweiligen Plattform so gut wie möglich umgesetzt werden. Das produkt- und markenspezifische graphische Design bleibt von dieser Prämisse jedoch unberührt. Ferner verdeutlichen die Aussagen der Experten, dass geklärt werden muss, ob es einen weiteren Gestaltungsansatz gibt. Dieser sollte sowohl produktspezifische als auch plattformspezifische Patterns berücksichtigen. Diese Schnittstellengestaltung ist ein Mittelweg. Die Schnittstellen der BYOD-Geräte sind dadurch sowohl teilweise konsistent zu den restlichen fahrzeugeigenen Schnittstellen als auch teilweise konsistent zu den BYOD-Geräte-Plattformen. Dabei bleibt in dieser Studie die konkrete Umsetzung dieses Mittelweges ungeklärt. Daher musste zunächst geklärt werden, welche Aspekte einer Schnittstelle konsistent zum Produkt und welche konsistent zur Plattform sein müssen. Geht man davon aus, dass die produktspezifische Schnittstellengestaltung die Basis der BYOD-Schnittstellen ist, lässt sich die Frage auch wie folgt formulieren: Welche Aspekte einer produktspezifischen Schnittstellengestaltung müssen plattformspezifisch angepasst werden, damit die UX der Gesamtanwendung optimal ist?

Während die Gestaltung der produktspezifisch konsistenten Variante der BYOD-Schnittstelle eindeutig ist, ergibt sich für plattformspezifische Gestaltung eine Vielzahl von Möglichkeiten. Dies liegt an den Human Interface Guidelines, welche immer einen gewissen Gestaltungsspielraum zulassen.

Genau dieser Gestaltungsspielraum für die plattformspezifischen Anpassungen der produktspezifischen Schnittstellengestaltung wird in der zweiten und dritten Studie der vorliegenden Arbeit ausgelotet. In einem iterativen Prozess wurde gezeigt, dass die Anpassung des graphischen Designs im Kontext einer MDCP-Anwendung nachteilig ist. Farben, Formen und Schriftarten sind für die Experten und Probanden zentrale Elemente, die ein Zusammengehörigkeitsgefühl einer MDCP-Anwendung ausmachen. Ob und in welcher Intensität jedoch die Anpassung der Schnittstellenarchitektur und der Interaktionselemente aus Nutzersicht vorteilhaft ist, wurde im Rahmen der Folgestudien untersucht. In Studie 3 wurden Low-Fidelity-Prototypen konzipiert, die genau

diese Aspekte einer Schnittstelle in verschiedenen Umsetzungen beinhalten. Berücksichtigt wurden iOS und Android (Material Design) als Plattformen. Für beide Plattformgruppen gab es jeweils eigene Variationen der Prototypen. In Studie 3 bestand das prototypische System aus einem Fond-Entertainment-System-Display und einem gleichgroßen portablen BYOD-Tablet. Die Ergebnisse von Studie 3 zeigen, dass eine Gestaltung, die von der Prämisse einer rein produktspezifischen und innerlich konsistenten Schnittstellengestaltung der BYOD-Geräte abweicht, als hilfreich empfunden wird. Im Abschlussinterview wählen insgesamt 92% der Probanden ein prototypisches System, das plattformspezifische Anpassungen für die BYOD-Schnittstelle enthält, als ihren Favoriten (F1). Die produktspezifisch konsistente Variante, die ebenfalls als hilfreich eingestuft wird, wird jedoch nur von 8% der Probanden favorisiert (F1). Sie wird jedoch gemeinsam mit einer weiteren angepassten Variante insgesamt am dritthäufigsten favorisiert. Diese Ergebnisse gelten für beide Nutzergruppen (iOS und Android), zwischen denen es keine signifikanten Unterschiede gibt. Mit Hilfe der Ergebnisse der Studie wurden aus der Vielzahl der Gestaltungsmöglichkeiten zwei Aspekte herausgefiltert. Diese besaßen das Potential, eine bessere UX für eine MDCP-Anwendung bereitzustellen. Eine der beiden am häufigsten favorisierten Varianten war die Anpassung der Schnittstellenarchitektur. Bei dieser Variante werden Interaktionselemente (beispielsweise Buttons, Sliders) und graphisches Design über alle Schnittstellen einer MDCP-Anwendung produktspezifisch konsistent gehalten. Die produktspezifische Benutzerführung der BYOD-Schnittstelle wird jedoch durch das Verwenden von plattformspezifischen Schnittstellenarchitekturpatterns (beispielsweise Tabbar bei iOS und Navigation-Drawer bei Android) verändert. Der zweitbeste Gestaltungsansatz dieser Studie war die maximal plattformkonforme Variante (ausgenommen graphisches Design). Dabei wurden nicht nur die Schnittstellenarchitektur, sondern auch die Interaktionselemente an die plattformspezifischen Patterns angepasst, nicht jedoch das graphische Design. Maximal konform beschreibt, dass die produktspezifischen Schnittstellengestaltungselemente nicht nur durch plattformspezifische Schnittstellengestaltungselemente ersetzt werden. Vielmehr werden sie gemäß ihrer vorgeschriebenen Verwendung eingesetzt.

Aus den qualitativen Anteilen der Studie lässt sich zudem entnehmen, dass einzelnen Geräten seitens der Probanden bestimmte Rollen zugeschrieben wurden. Außerdem

existierten für diese Probanden bestimmte Hierarchien zwischen den Geräten. Diese Zuschreibungen und Hierarchien variierten jedoch zwischen den Probanden und schienen vom Bezug des jeweiligen Probanden zu den Geräten abzuhängen.

Die drei Low-Fidelity-Prototypen, die in Studie 3 die besten Ergebnisse hinsichtlich der erhobenen Metriken und die meiste Zustimmung seitens der Nutzer erhielten, wurden als Kandidaten für die potentiell beste UX-Gestaltung im Kontext eines MDCP-Fond-Entertainment-System-Ökosystems weiterverfolgt. Insgesamt am besten schnitt ein Prototyp ab, dessen BYOD-Tablet-Schnittstelle ausschließlich plattformspezifische Anpassungen hinsichtlich der Schnittstellenarchitektur enthielt. Am zweitbesten schnitt der Prototyp ab, dessen BYOD-Schnittstelle plattformkonform (ausgenommen graphisches Design) war. Der dritte Prototyp, der weiterverfolgt wurde, war der mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung für das BYOD-Tablet.

Da aber die Auswirkungen auf die UX durch plattformspezifische Anpassungen der BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems der zentrale Aspekt der Arbeit sind, musste eine High-Fidelity-Prototypen-Evaluation mit Probanden durchgeführt werden. Diese Evaluation musste über das Experteninterview, den Expertenworkshop und die Low-Fidelity-Prototypenstudie 3 hinausgehen. Bisher fehlen etablierte Methoden und Prozesse zur Evaluation der UX im Kontext einer MDCP-Anwendung. Daher wurden verschiedene Aspekte von unterschiedlichen qualitativen und quantitativen Untersuchungsinstrumenten kombiniert. Aspekte der Usability und UX wurden mit Hilfe von Teilen des USE-Fragebogens und mit Hilfe des UEQ-Fragebogens in Studie 4 und Studie 5 evaluiert. Zusätzlich wurden nach der Evaluation qualitative Interviews mit den Probanden durchgeführt. In allen Studien wurde auch nach der favorisierten Schnittstellengestaltung (F1) für die MDCP-Anwendung gefragt. Dies bezog sich immer auf beide Schnittstellen in Kombination, das bedeutet auf ein Fond-Entertainment-System, bestehend aus Fond-Entertainment-System-Display und BYOD-Schnittstelle. Die drei Gestaltungsansätze, die als Favoriten aus Studie 3 hervorgingen, wurden paarweise in Studie 4 und Studie 5 mit High-Fidelity-Prototypen evaluiert.

Prototyp 1 war ein Fond-Entertainment-System-Prototyp mit einer produktspezifisch konsistenten Schnittstellengestaltung für beide Geräte des MDCP-Ökosystems. Prototyp 2 war ein prototypisches Fond-Entertainment-System, das aus einem montier-

ten Fond-Entertainment-System-Display mit produktspezifischer Schnittstelle und einem BYOD-Tablet mit einer maximal plattformspezifischen Schnittstellengestaltung (mit hoher äußerer Konsistenz und ohne Anpassungen des graphischen Designs) bestand. Prototyp 3 war ein Fond-Entertainment-System, das aus einem Fond-Entertainment-System-Display mit produktspezifischer Schnittstellengestaltung und einem BYOD-Tablet mit plattformspezifischen Anpassungen hinsichtlich der Schnittstellenarchitektur (nur leicht erhöhte äußere Konsistenz) bestand. Da es für iOS und Android unterschiedliche Plattformpatterns gibt, mussten für Prototyp 2 und Prototyp 3 je zwei eigene Variationen erarbeitet werden. Logischerweise testeten iOS-Nutzer nur iOS-spezifische Anpassungen und Android-Nutzer nur Android-spezifische Variationen.

In Studie 4 wurden Prototyp 1 und Prototyp 2 evaluiert. Hierbei konnte sich Prototyp 1 mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung in beiden Plattformgruppen klar durchsetzen. Er wurde zum Teil signifikant besser hinsichtlich Usability und UX bewertet. In beiden Gruppen wurde zudem Prototyp 1 in der Abschlussbefragung favorisiert ($N_{F1}(\text{innere Konsistenz}) > N_{F1}(\text{hohe äußere Konsistenz})$).

In Studie 5 wurden Prototyp 1 und Prototyp 3 evaluiert. Hierbei konnte Prototyp 3 mit Anpassungen hinsichtlich der Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung in beiden Gruppen insgesamt bessere Bewertungen erreichen. Die Ergebnisse hinsichtlich Usability und UX zeigten jedoch, dass die Unterschiede in dieser Stichprobe nicht signifikant waren. Hinsichtlich der Favoritenfrage wählten die Probanden zu exakt gleichen Teilen die Gestaltung von Prototyp 1 oder Prototyp 3 zu ihrem Favoriten ($N_{F1}(\text{innere Konsistenz}) = N_{F1}(\text{leicht erhöhte äußere Konsistenz})$).

Bei Studie 3, Studie 4 und Studie 5 wurde darauf geachtet, dass sich die Eigenschaften des Fond-Entertainment-System-Displays und die des BYOD-Tablets nicht voneinander unterscheiden. Dies bedeutet, dass beide Geräte, die das prototypische Fond-Entertainment-System der Studien bildeten, identisch hinsichtlich ihrer Leistungsmerkmale und Formfaktoren waren. Dadurch sollte der Fokus auf die tatsächliche Evaluierung der Anpassungen und der damit verbundenen Erhöhung der äußeren Konsistenz gelenkt und Störquellen minimiert werden. In Studie 4 verwiesen viele Probanden im qualitativen Interview darauf, dass ihre Zustimmung hinsichtlich plattformspezifischer Anpassungen bei unterschiedlichen Geräten deutlich höher wäre. Insbesondere wiesen

sie in diesem Zusammenhang mehrfach auf ihre BYOD-Smartphones hin. Diese Aussagen wurden in der zweiten Teilstudie der Studie 5 verfolgt. Dazu wurden analog zu den Tablet-Prototypen zwei Smartphone-Prototypen erarbeitet. Der erste Smartphone-Prototyp war konsistent zur produktspezifischen Schnittstellengestaltung des Fond-Entertainment-System-Displays (höchste innere Konsistenz). Der zweite Smartphone-Prototyp enthielt plattformspezifische Anpassungen hinsichtlich der Schnittstellenarchitektur (leicht erhöhte äußere Konsistenz). In dieser Teilstudie wurden nur wenige Aufgaben durchgeführt und keine Usability- und UX-Metriken erhoben. Vielmehr ging es darum, im Abschlussinterview herauszufinden, ob die Akzeptanz gegenüber Anpassungen tatsächlich höher ist, wenn sich die einzelnen Geräte des MDCP-Ökosystems voneinander unterscheiden. Daher wurde am Ende der Teilstudie nach der favorisierten Schnittstellengestaltung (F3) für ein Fond-Entertainment-System gefragt, das aus einem montierten Fond-Entertainment-System-Display in Kombination mit einer Smartphone-Anwendung besteht. Der Prototyp mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Smartphone-Anwendung wurde von 75% aller Probanden bevorzugt (N_{F3} (innere Konsistenz) $<$ N_{F3} (leicht erhöhte äußere Konsistenz)). In Studie 5 fällt beim Vergleich zwischen Tablet-Studie und Smartphone-Studie auf, dass die Zustimmung trotz gleicher plattformspezifischer Anpassungen beim Smartphone 25% höher liegt (N_{F1} (leicht erhöhte äußere Konsistenz) $<$ N_{F3} (leicht erhöhte äußere Konsistenz)). In den Stichproben hat sich ein erheblicher Teil (mehr als 50%) der Probanden umentschieden. Bei vergleichbaren Größen hatten sich diese Probanden gegen die plattformspezifischen Anpassungen und die damit verbundene leichte Erhöhung der äußeren Konsistenz entschieden. Bei unterschiedlichen Größen entschieden sie sich jedoch für jene plattformspezifischen Anpassungen als Favorit, die sie vorher abgelehnt hatten. Nennenswerte Verschiebungen gab es ausschließlich in der Gruppe der Probanden, die sich zunächst für die innere Konsistenz entschieden hatten. Der qualitative Teil dieser Studie legt nahe, dass die Ergebnisse nicht ausschließlich auf die Unterschiedlichkeit zurückzuführen sein könnten, sondern dass der Bezug der Probanden zu ihrem BYOD-Smartphone höher ist als zum BYOD-Tablet. Ähnlich zu den Rollen und Hierarchien könnte dieser Bezug zum Gerät einen Einfluss auf die Akzeptanz von plattformspezifischen Anpassungen haben.

Alle Studien wurden mit einem Within-Subjects-Ansatz untersucht. Neben alternierenden Reihenfolgen wurde darauf geachtet, die Randomisierung zu gewährleisten. Signifikante Unterschiede hinsichtlich der Gruppen iOS und Android wurden in keiner Studie gefunden.

Es kann davon ausgegangen werden, dass die Probandenauswahl zu einer Beeinflussung der Ergebnisse geführt hat. Aus Gründen der Geheimhaltung waren nur Mitarbeiter der Mercedes-Benz AG als Probanden zugelassen. Daher ist von einer unterbewusst besseren Bewertung der produktspezifischen Schnittstellengestaltung und den damit verbundenen konsistenten Varianten auszugehen. Durch die Bindung zum Arbeitgeber und aus Loyalität zur Marke ist von einer Verzerrung der Ergebnisse auszugehen. Die durchgeführten Korrelationsanalysen und das Feedback der Probanden in den Interviews legen nahe, dass unter ähnlichen Bedingungen mit noch besseren Ergebnissen für die BYOD-Prototypen zu rechnen wäre. Trotz der angesprochenen Verzerrungseffekte erreichten gerade in Studie 5 die plattformsspezifischen Anpassungen, die eine Abkehr von der produktspezifisch konsistenten Schnittstellengestaltung und damit von der inneren Konsistenz bedeuten, hohe Zustimmung.

Auch wenn die Studien mit Einschränkungen hinsichtlich der Probandenauswahl verbunden sind, zeigen sie, welche Komplexität in der Gestaltung von MDCP-Anwendungsschnittstellen zu beachten ist. Die insgesamt hohe Übereinstimmung zwischen den Nutzerbefragungen (inklusive Favoritenauswahl) und den Erhebungen der Usability und UX haben gezeigt, dass die Kombination aus UEQ- und USE-Dimensionen ein geeignetes Messinstrument sein kann. Darüber hinaus wurde gezeigt, dass die Akzeptanz von plattformsspezifischen Anpassungen auch mit dem Formfaktor der beteiligten Geräte zusammenhängen kann. Im Kontext des getesteten MDCP-Ökosystems änderte sich bei zunehmender Unterschiedlichkeit der Geräte die Favoritenauswahl signifikant. Gleichzeitig wurden bisher zu wenig beachtete Rollen, Hierarchien und Bezüge zu den Geräten seitens der Nutzer innerhalb eines MDCP-Ökosystems aufgedeckt. Deren Einfluss auf die Entscheidungen der Nutzer sollte in Zukunft näher untersucht werden.

Trotz der Einschränkungen können für unterschiedliche Gestaltungsansätze messbare oder signifikante Effekte auf die MDCP UX festgestellt werden. Für die Schnittstelle der BYOD-Anwendung wird, wie im Literaturteil gezeigt, von einigen Experten defaultmäßig auf eine Schnittstellengestaltung mit höchster innerer Konsistenz verwiesen. Es

konnte jedoch gezeigt werden, dass die Verwendung von bestimmten plattformsspezifischen Anpassungen und die damit verbundene leichte Erhöhung der äußeren Konsistenz der BYOD-Schnittstelle positive Effekte auf die MDCP UX hat. Die Voraussetzungen aus Punkt 5.1 können daher als erfüllt angesehen werden. Mit Hilfe dieser Ergebnisse können die übergeordneten noch offenen Forschungsfragen beantwortet werden.

7) *Wie wirken sich plattformsspezifische Anpassungen bei BYOD-Schnittstellen im Kontext eines MDCP-Ökosystems auf dessen UX aus? Lässt sich das Gestaltungsparadigma innere Konsistenz auf die Domäne MDCP-übertragen?*

a. *Erzeugen BYOD-Schnittstellen in der Benutzung durch das Verwenden von plattformsspezifischen Anpassungen eine bessere UX gegenüber produktspezifischen Lösungen im Kontext eines MDCP-Ökosystems?*

In der Betrachtung der Studien 4 und 5 fällt auf, dass alle getesteten Gestaltungsansätze nach dem Bewertungsschema des UEQ neutrale oder gute Ergebnisse hinsichtlich der MDCP UX erzielen. Bei keinem der konstruierten Fond-Entertainment-System-Prototypen wurde ein schlechtes Ergebnis erzielt. Die Ergebnisse der beiden plattformsspezifischen Anpassungen unterscheiden sich jedoch erheblich. Prototyp 2 mit hoher äußerer Konsistenz der BYOD-Schnittstelle erhält signifikant schlechtere UX-Bewertungen im Vergleich zu Prototyp 1 mit höchster innerer Konsistenz beim BYOD. Prototyp 3 mit plattformsspezifischen Anpassungen hinsichtlich Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung, also mit nur leicht erhöhter äußerer Konsistenz, erzielt messbar bessere Ergebnisse als Prototyp 1. Das bedeutet, es kann keine prinzipielle Aussage dazu getroffen werden, ob plattformsspezifische Anpassungen für einzelne Geräte (BYOD) innerhalb eines MDCP-Ökosystems eine bessere MDCP UX hervorbringen. Die jeweiligen Ansätze müssen vielmehr individuell betrachtet werden. Das Gleiche gilt somit für die innere und äußere Konsistenz. In der vorliegenden Arbeit wirkte sich eine leichte Erhöhung der äußeren Konsistenz der BYOD-Schnittstelle positiv auf die MDCP UX aus, bei einer stärkeren Erhöhung war der Effekt gegenteilig. Für den Fall, dass die Geräte innerhalb des MDCP-Ökosystems hinsichtlich ihrer Größe vergleichbar sind, lässt sich den Ergebnissen für die Schnittstellengestaltungsansätze folgendes entnehmen:

- Ein zu starker Bruch zwischen den Schnittstellen der Anwendung hat definitiv negative Auswirkungen auf die MDCP UX des Gesamtsystems. Ein solcher Bruch kann, wie gezeigt, durch maximale plattformspezifische Anpassungen der BYOD-Schnittstelle (ausgenommen des graphischen Designs) entstehen (zu hohe äußere Konsistenz einzelner Geräte).
- Behutsame plattformspezifische Anpassungen, die plattformspezifische Schnittstellenarchitekturpatterns bei der Gestaltung der BYOD-Schnittstelle berücksichtigen, haben positive Effekte auf die MDCP UX des Gesamtsystems.
- Die produktspezifisch konsistente Gestaltung (innere Konsistenz) für beide Schnittstellen ist bei vergleichbarer Größe definitiv anwendbar und schneidet nur geringfügig schlechter ab als die zuvor erwähnten behutsamen Anpassungen.
- Die Resultate der Smartphone-Teilstudie legen nahe, dass eine möglichst konsistente Gestaltung (innere Konsistenz) im Fall von unterschiedlichen Geräten zu vielen Einbußen führt. Diese beziehen sich auf den Aktivitätsfluss und die Erwartungshaltung der Nutzer. Die getesteten behutsamen plattformspezifischen Anpassungen erhalten demgegenüber mehr Zustimmung.

Zusammenfassend lässt sich konstatieren, dass bei vergleichbaren Größen der Geräte das Konsistenzparadigma *innere Konsistenz* in MDCP-Ökosystemen der getesteten Anwendungsdomäne durchaus Anwendung finden kann. Innere Konsistenz ist signifikant besser als ein radikaler Bruch (hohe äußere Konsistenz) und nur tendenziell schlechter gegenüber behutsamen Anpassungen (erhöhte äußere Konsistenz). Bei nicht vergleichbaren Größen ist definitiv von einem Bestreben nach maximaler innerer Konsistenz abzuraten. Daraus lässt sich der Grundsatz *innere Konsistenz ist das Wichtigste* in einem MDCP-Ökosystem definitiv widerlegen. Eine Gestaltung mit einem reinen Fokus auf innere Konsistenz führt nicht automatisch zur bestmöglichen UX.

10.2 Gestaltungsempfehlungen

Als Synthese aus den vorangegangenen Studien werden die folgenden Gestaltungsempfehlungen für MDCP-Ökosysteme entwickelt. Die Gestaltungsempfehlungen umfassen konkrete Anweisungen hinsichtlich der Gestaltung von Schnittstellenbausteinen. Sie berücksichtigen dabei die konkrete Zusammensetzung des MDCP-Ökosystems. Gleichzeitig werden allgemeine Gestaltungsempfehlungen erarbeitet, mit deren Hilfe der Gestaltungsprozess unterstützt werden kann. Die Ergebnisse beziehen sich dabei ausschließlich auf die Anwendungsdomäne Fond-Entertainment-System. Damit wird die letzte forschungsleitende Frage beantwortet:

- 8) *Welche konkreten Gestaltungsempfehlungen können für den Schnittstellengestaltungsprozess einer BYOD-Schnittstelle im Kontext eines MDCP-Ökosystems in der Anwendungsdomäne gegeben werden?*
 - a. *Was sind Empfehlungen für die konkrete Umsetzung der BYOD-Schnittstellenbausteine im Kontext des MDCP-Ökosystems?*
 - b. *Welche anderen speziellen MDCP-Empfehlungen gilt es zu berücksichtigen?*

Im Folgenden werden die Gestaltungsempfehlungen aufgelistet:

- I. Bei der Gestaltung eines MDCP-Ökosystems sollte sich das graphische Design von Schnittstelle zu Schnittstelle nicht ändern. Farben, Formen und Schriftarten sind produktspezifisch konsistent zu halten. Das graphische Design ist ein wichtiges markenspezifisches Erkennungszeichen. Es vermittelt den Nutzern zudem ein Zusammengehörigkeitsgefühl der Anwendung über alle Geräte und Plattformen hinweg. Das graphische Design wird daher bei allen weiteren Anpassungen implizit ausgeschlossen.
- II. Bei vergleichbaren Gerätegrößen innerhalb eines MDCP-Ökosystems sollte es hinsichtlich der Schnittstellengestaltung nicht zu einem radikalen Bruch zwischen den Schnittstellen kommen. Dieser hat signifikant negative Auswirkungen auf die UX des gesamten MDCP-Ökosystems. Wenn sich die nutzereigenen Geräte durch maximale Konformität zu ihren jeweiligen Geräteplattformen (hohe äußere Konsistenz) zu stark vom produktspezifischen Gestaltungsumfeld der MDCP-Anwendung entfernen, entsteht ein radikaler Bruch.
- III. Eine Gestaltung mit innerer Konsistenz für alle Schnittstellen eines MDCP-Ökosystems bringt bei vergleichbaren Größen der involvierten Geräte eine sehr gute UX hervor. Eine Schnittstellengestaltung für ein MDCP-Ökosystem, bei dem die Schnittstelle der nutzereigenen Geräte die plattformspezifische Schnittstellenarchitektur berücksichtigt, bringt ebenfalls eine sehr gute UX hervor. Hierbei werden innere und äußere Konsistenz vereint. Im direkten Vergleich zeigt die Gestaltung mit plattformspezifischen Anpassungen sogar einige messbare Verbesserungen hinsichtlich Usability und UX des Gesamtsystems. Die Unterschiede sind jedoch nicht so gravierend, dass bei vergleichbaren Größen der Geräte innerhalb eines Ökosystems beide Gestaltungsansätze angewendet werden können. Bei der Auswahl des richtigen Gestaltungsansatzes sollten daher ökonomische (Aufwand und Kosten) und vertriebsstrategische Aspekte (Produktplatzierung und Alleinstellungsmerkmal) gegeneinander abgewogen werden.

- IV. Bei einer Schnittstellengestaltung eines MDCP-Ökosystems, bei dem Geräte unterschiedlicher Größen involviert sind, sollten die Schnittstellen der nutzereigenen Geräte die plattformspezifischen Schnittstellenarchitekturpatterns berücksichtigen. Der Hauptvorteil der inneren Konsistenz, der im vereinfachten Wechsel zwischen den Schnittstellen besteht, kann bei unterschiedlichen Gerätegrößen nicht zum Tragen kommen. Plattformspezifische Schnittstellenarchitekturpatterns, die der Mehrheit der Nutzer über andere Apps bekannt sind, können ihnen helfen, über bekannte Interaktionsstrategien einen Einstieg in das MDCP-Ökosystem zu finden. Die erlernten Schnittstellenarchitekturmerkmale sind für die Nutzer wichtige Ankerpunkte, die ihnen Halt und Orientierung bieten. Daher sind diese gegenüber neuen produktspezifischen Schnittstellenpatterns klar zu bevorzugen. Bei der Schnittstellenarchitektur sollte in diesem Fall also der äußeren Konsistenz der Vorzug gegeben werden. Von einer für den Nutzer ungewohnten Bedienung seines eigenen Gerätes ist dringend abzuraten. Damit gemeint ist sowohl eine ungewohnte Ausrichtung des Gerätes (Querformat) als auch eine Schnittstellengestaltung, die den Wechsel zwischen verschiedenen Anwendungen auf den nutzereigenen Geräten verlangsamt.
- V. Bei der Schnittstellengestaltung von MDCP-Ökosystemen sind die jeweiligen Geräte an sich und die Gerätekonstellationen zu berücksichtigen. Plattformspezifische Patterns müssen besonders bei Geräten berücksichtigt werden, auf denen viele verschiedene Anwendungen gleichzeitig genutzt werden. Durch die gleichzeitige Nutzung kommt es zum häufigen Wechsel zwischen den Anwendungen. Nur mit Hilfe der erlernten plattformspezifischen Patterns kann sich die MDCP-Anwendung auf dem kundeneigenen Gerät in den Aktivitätsfluss (Flow) der Nutzer einfügen. Dadurch wird die Effizienz der Nutzer in der Bedienung gesteigert. Für diese Geräte ist eine effiziente Gestaltung zwingend erforderlich, auch wenn dadurch ein leichter Bruch zum Gestaltungsumfeld des MDCP-Ökosystems entsteht.

VI. Hierarchien, Rollen und Bezüge von und zu bestimmten Geräten sind ebenfalls zu analysieren und zu berücksichtigen. Je nach Präferenz der Hauptnutzer und je nach Anwendungscharakter sind Funktionen redundant oder exklusiv auf die Geräte zu verteilen. Je nach Nutzergruppe kann es durch ein unterschiedliches mentales Modell hinsichtlich Wertigkeit oder Priorisierung der Geräte unterschiedliche Erwartungshaltungen geben. Diese sind ebenfalls zu analysieren und zu berücksichtigen.

11 Ausblick

Die vorliegende Arbeit hat sich mit der Gestaltung von BYOD-Schnittstellen im Kontext eines MDCP-Ökosystems beschäftigt. Dabei wurde die Anwendungsdomäne Fond-Entertainment-Systeme, bei der verschiedene Geräte unterschiedlichster Hersteller zu einem Ökosystem verbunden werden, näher betrachtet. Für die Anwendungsdomäne konnte gezeigt werden, dass das Gestaltungsparadigma der inneren Konsistenz im Kontext MDCP bei vergleichbaren Geräten innerhalb des Ökosystems zwar angewendet werden kann, führt jedoch nicht automatisch zur besten MDCP UX. Trotz der Beschränkung der Probandenauswahl auf Mitarbeiter der Mercedes-Benz AG konnte gezeigt werden, dass die plattformspezifische Anpassung einzelner Schnittstellen innerhalb eines MDCP-Ökosystems einen Mehrwert liefert. Ein besonders vielversprechender Gestaltungsansatz ist die Anpassung der Schnittstellenarchitektur bei gleichzeitiger Beibehaltung der produktspezifischen Interaktionselemente und des produkt- und markenspezifischen graphischen Designs. Dies wird in der vorliegenden Arbeit als leichte Erhöhung der äußeren Konsistenz bezeichnet. Zu starke Variationen zwischen den einzelnen Schnittstellen, also eine starke Erhöhung der äußeren Konsistenz, führen bei gleichen Größen der Geräte innerhalb eines Ökosystems zu einem negativen Effekt auf die MDCP UX. Aus den qualitativen Untersuchungen aller Studien geht hervor, dass die Schnittstellenarchitektur im besonderen Maße für die Orientierung auf und zwischen den Schnittstellen verantwortlich ist. Diese Erkenntnisse sind durchaus auch auf andere Domänen übertragbar, müssten jedoch separat geprüft werden. Die Unterscheidung anhand der Zusammensetzung des MDCP-Ökosystems ist immer erforderlich. Bei unterschiedlichen Gerätegrößen innerhalb eines MDCP-Ökosystems kann innere Gestaltungskonsistenz oftmals nur erreicht werden, wenn dafür Einbußen in Kauf genommen werden. Diese beziehen sich auf die Erwartungskonformität und die Aktivitätsflows der Nutzer oder auf ergonomische Aspekte. Diese Einbußen sind jedoch so gravierend, dass der positive Effekt einer Gestaltung mit innerer Konsistenz nicht zum Tragen kommt. Dieser besteht in einem vereinfachten Wechsel zwischen den Schnittstellen. Daher ist in diesem Fall dringend zu empfehlen, plattformspezifische Anpassungen vorzunehmen. In der vorliegenden Arbeit wurde dies am Beispiel eines BYOD-Smartphones untersucht. In diesem Fall konnte eine höhere Zustimmung seitens der Nutzer zu Anpassun-

gen der Schnittstellenarchitektur nachgewiesen werden. Weitere Einflüsse auf die Ergebnisse wurden in der Studie diskutiert. Diese Teilstudie kann Ausgangspunkt für weitere potentielle Studien sein, bei denen die Rolle des Formfaktors und unterschiedlicher Bezüge zu einzelnen Geräten weiter untersucht werden könnte. So könnte analog zur Studie 4 ein Gestaltungsansatz untersucht werden, der maximale plattformspezifische Anpassungen (ausgenommen graphisches Design) für eine BYOD-Schnittstelle beinhaltet. Dabei müssen die Geräte des MDCP-Ökosystems unterschiedliche Größen aufweisen. Ebenfalls vorstellbar sind Usability- und UX-Studien bei diesen speziellen MDCP-Ökosystemen.

Die vorliegende Arbeit zeigt die positiven und negativen Effekte einzelner plattformspezifischer Gestaltungsansätze auf die MDCP UX. Ebenso wird die Frage, ob einzelne Geräte, in diesem Fall die nutzereigenen Geräte, im Kontext eines MDCP-Ökosystems angepasst werden dürfen oder sollen. In allen drei Prototypenstudien hatten die erarbeiteten plattformspezifischen Gestaltungen sui generis keinen negativen Effekt auf die UX. Dennoch wurden einzelne Ansätze in bestimmten Konstellationen gegenüber anderen Ansätzen besser bewertet und bevorzugt. Klar abzugrenzen sind all diese Ergebnisse, Untersuchungen und Forschungsmöglichkeiten von technikgetriebenen Lösungen wie zum Beispiel responsive design. Komplexe Anwendungen mit vielen unterschiedlichen Funktionalitäten, die im Kontext MDCP zusätzlich noch auf unterschiedlichen Geräten unterschiedlicher Hersteller verteilt sind, bedürfen einer bewussten und durchdachten Schnittstellengestaltungsplanung. Diese geht über effiziente Darstellungs- und Visualisierungsmöglichkeiten hinaus.

Die Untersuchungen zeigen, dass sich in der Anwendungsdomäne durch plattformspezifische Anpassungen und die Erhöhung der äußeren Konsistenz Chancen und Risiken ergeben. Als Fahrzeughersteller steht man immer vor der Herausforderung, sich folgende Frage zu stellen: Wie viele eigene produkt- und markenspezifische UI-Konzepte entwickle ich und wo verwende ich bereits etablierte UI-Konzepte aus anderen Domänen?

Ein Abweichen von eigenen Patterns hin zu plattformübergreifenden Lösungen (Erhöhung der äußeren Konsistenz) bedeutet innerhalb des Marktes immer eine Gefahr. Die Alleinstellungsmerkmale, die aus ökonomischer Sicht wichtig sind, können dadurch verloren gehen (vgl. Burmann et al., 2018). Die Ergebnisse von Studie 4 und 5 bestärken

diese Annahme nur geringfügig. Im Gesamtzusammenhang wird sie jedoch widerlegt. Während starke Variationen zwischen den Schnittstellen die Originalität tatsächlich vermindern (Studie 4, hohe äußere Konsistenz), zeigen behutsame Anpassungen keinen negativen Einfluss auf die Originalität (Studie 5, leicht erhöhte äußere Konsistenz). Vielmehr zeigt Studie 5, dass das Abweichen von produktspezifischen Gestaltungen im direkten Vergleich vorteilhaft ist. Für gefährlich wird dieses Abweichen von produkt- und markenspezifischen UI-Konzepten auch deshalb gehalten, weil Hersteller für ihre Service- und Infotainment-Ökosysteme bereits spezifische Patterns und Designs etabliert haben. Dabei steht die Vermutung im Raum, für langjährige Kunden könnte diese Abkehr von etablierten Konzepten einen Bruch mit ihrer produkt- und markenspezifischen Erwartungshaltung darstellen. Die Untersuchungen der vorliegenden Arbeit zeigen jedoch, dass dies nicht der Fall ist. Insbesondere die Anpassung der Schnittstellenarchitektur des BYOD-Geräts und die damit verbundene leichte Erhöhung der äußeren Konsistenz ist in mehreren Untersuchungen eine hilfreiche Maßnahme. Darüber hinaus wirken sich positive Effekte durch Anpassungen einzelner Geräte, wie gezeigt, auch immer positiv auf die Gesamtanwendung aus. Daraus folgt, dass gezielte und behutsame plattformspezifische Anpassungen einzelner Geräte auch die Wahrnehmung der produktspezifischen Komponenten des MDCP-Ökosystems verbessern können. Die UX-Unterschiede zwischen einem BYOD-Schnittstellengestaltungsansatz mit leichter Erhöhung der äußeren Konsistenz und einem mit maximal produktspezifischer Konsistenz sind jedoch nicht signifikant. Daher können bei vergleichbaren Größen der Geräte innerhalb eines Ökosystems beide Gestaltungsansätze angewendet werden. Bei der Auswahl des konkreten Gestaltungsansatzes sollten ökonomische und vertriebsstrategische Aspekte gegeneinander abgewogen werden. Den messbaren Verbesserungen durch einen plattformspezifischen BYOD-Gestaltungsansatz sind der Mehraufwand und die Mehrkosten durch diese separaten Schnittstellengestaltungen gegenüberzustellen. Bei einer produktspezifischen Lösung, die auf alle Plattformen angewendet wird, sind Aufwand und Kosten geringer. Außerdem sprechen weitere vertriebsstrategische Überlegungen, wie zum Beispiel die Exklusivität eines Produkts und die Abgrenzung zu Mitbewerbern ebenfalls für eigene produktspezifische Lösungen.

Generell legt das Feedback der Probanden nahe, dass die Schnittstellengestaltung dann am besten angenommen wird, wenn sie gezielt und durchdacht wirkt. Dabei muss

auch auf die Besonderheiten der einzelnen Geräte und die Erfahrungswerte der Nutzer Rücksicht genommen werden. Durch plattformspezifische Patterns besteht zusätzlich die Chance, gerade bei neuen Kunden, die noch keine ausgeprägte produkt- und markenspezifische Erwartungshaltung haben, den Zugang zu den Funktionen zum Ökosystem zu erleichtern. Auch für erfahrene Nutzer kann dies einen Vorteil bringen, denn sie können mit Hilfe der bekannten Patterns eine neue Tiefe hinsichtlich der Funktionalität erreichen. Das bedeutet konkret, dass sie durch die bekannten Patterns mehr Selbstvertrauen im Umgang mit der Infotainment-Plattform erreichen können. Dadurch sinkt die Hemmschwelle, weitere bisher ungenutzte Funktionen des Systems zu testen. Diese Auswirkung von plattformspezifischen Anpassungen auf die Nutzung der Funktionalität bietet noch ein großes Forschungspotential im Bereich MDCP-Ökosysteme, ebenso wie die systematische Aufarbeitung vertriebsstrategischer Überlegungen bei der Wahl des konkreten BYOD-Schnittstellengestaltungsansatzes.

In der Gesamtübersicht der Nutzerstudien fällt auf, dass an verschiedenen Stellen seitens der Probanden eine Anpassung der produktspezifischen Schnittstellen hin zu den Patterns der mobilen Plattformen angeregt wurde. Dies untermauert, dass die Nutzer unterbewusst den Mehrwert etablierter Konzepte anerkennen. Außerdem bekräftigt diese Anregung auch, dass plattformspezifische Anpassungen keinen Verlust bedeuten müssen. Generell wurde in der vorliegenden Arbeit das Thema plattformspezifische Anpassungen nur in eine Richtung diskutiert. Die Anpassungen wurden ausschließlich für die Anwendung der BYOD-Schnittstelle näher betrachtet. Wie von den Probanden angeregt, könnten plattformspezifische Anpassungen auch für die fahrzeugeigenen Schnittstellen entwickelt und evaluiert werden. Hier bietet sich ebenfalls ein Potenzial für weitere Studien bezüglich der Erhöhung der äußeren Konsistenz bei produktspezifischen UI-Konzepten.

Mit Hilfe der vorliegenden Arbeit können durch die Dekomposition einer Schnittstelle anhand der Bausteine und der systematischen Evaluationen erstmals gesicherte Designentscheidungen getroffen werden. Auf Basis der Ergebnisse und unter Verwendung der Gestaltungsempfehlungen wird der Gestaltungsprozess von MDCP-Ökosystemen für UI- und UX-Designer vereinfacht. Zugleich können sie von UX-Designern als Argumentationsgrundlage für Designentscheidungen verwendet werden. Durch eine Vielzahl unterschiedlicher Methoden und Untersuchungen beruhen die Empfehlungen

nicht auf Expertenmeinungen. Die Gestaltungsempfehlungen können in ihrem klar definierten Geltungsbereich durch die wissenschaftliche Herangehensweise als verifizierte Instrumente Anwendung finden. Besonders in Bezug auf die konkrete Umsetzung der Schnittstellenbausteine und in Bezug auf die Frage, welche Bausteine produktspezifisch konsistent und welche plattformspezifisch umgesetzt werden sollten, können sie helfen. Zudem zeigen die Untersuchungen, dass innere Konsistenz nicht zwangsläufig das wichtigste Paradigma im Bereich MDCP ist. Dies widerspricht einigen Expertenmeinungen, die Schnittstellenkonsistenz als wichtigste Eigenschaft propagieren. Auf Grundlage aller Ergebnisse ist vielmehr die Kohärenz der Schnittstellen das Paradigma, das angewendet werden sollte.

Die Anwendbarkeit der Erkenntnisse auch für andere Anwendungsdomänen oder als Ausgangspunkt für eine verallgemeinernde Studie müsste untersucht werden. Mögliche andere Anwendungsdomänen, in denen vergleichbare MDCP-Szenarien entstehen, sind Medienbibliothekenapps oder Smarthomeanwendungen. Auch eine Verwendung im Bereich geräte- und plattformübergreifendes Gaming oder für IoT-Anwendungen ist vorstellbar.

Die vorliegende Arbeit weist mehrere Besonderheiten auf. Zum einen gibt sie konkrete Gestaltungsempfehlungen für die Bausteine einer Benutzerschnittstelle und zum anderen differenziert sie spezielle Konstellationen von MDCP-Ökosystemen stärker als in vorangegangenen Arbeiten. Um der Komplexität des Gestaltungsprozesses von MDCP-Schnittstellen gerecht zu werden, müssen nicht nur die Geräte an sich, sondern ihre Eigenschaften in der konkreten Gerätekonstellation berücksichtigt werden. Im besonderen Maße hat sich die vorliegende Arbeit dieser Differenzierung gestellt. Dabei wurden bewusst alle bekannten Einfluss- oder Störfaktoren kontrolliert und Auswirkungen einzelner Faktoren, allen voran des Formfaktors, untersucht. Dabei wurde nicht nur der Nachweis erbracht, dass die Unterschiedlichkeit der Geräte einen Einfluss auf die Akzeptanz von plattformspezifischen Anpassungen haben kann. Darüber hinaus wird gezeigt, dass es für unterschiedliche MDCP-Konstellationen unterschiedliche Lösungsansätze geben muss. Ausgehend davon wären weitere Untersuchungen denkbar, die mehr als zwei Geräte für ein MDCP-Ökosystem beinhalten. Ein solches Szenario könnte ebenfalls gleiche und unterschiedliche Geräte innerhalb des Ökosystems mitein-

schließen. Außerdem könnten multimodale Systeme eine weitere spannende Herausforderung darstellen. Weitere Untersuchungsmöglichkeiten bezüglich der MDCP UX finden sich in der Auseinandersetzung hinsichtlich der Funktionsverteilung innerhalb eines MDCP-Ökosystems. Dabei sollten unterschiedliche Perspektiven (multichanneled versus cross-media service) näher beleuchtet und deren Einfluss auf die MDCP UX analysiert werden.

Die wichtigste Erkenntnis der vorliegenden Arbeit ist, dass innere Konsistenz bei der Schnittstellengestaltung, das heißt die stringente Verwendung von Schnittstellenkomponenten, im Bereich MDCP nicht zwangsläufig die bestmögliche UX hervorbringt. Das ist deshalb so von Bedeutung, weil innere Konsistenz als Schlüsselgestaltungsparadigma in der klassischen Single-Device-Anwendungsgestaltung oftmals nicht mehr hinterfragt wird. Bei der Schnittstellengestaltung eines MDCP-Ökosystems muss eine Vielzahl von weiteren Einflussfaktoren abgewogen werden, um die bestmögliche UX zu erreichen. Dies schließt explizit die äußere Konsistenz mit ein. Mit Hilfe der entwickelten Ansätze wird erstmals gezeigt, wie sich innere und äußere Konsistenz abwägen lassen und wie die Berücksichtigung beider konkret umgesetzt werden kann. Wie gezeigt, ist der Vorzug der inneren Konsistenz auch im MDCP-Bereich ein praktikabler Ansatz, jedoch nur in bestimmten Geltungsbereichen. Daher darf sie im MDCP-Kontext nicht als Defaultprinzip dogmatisch und unbegründet Anwendung finden.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 – Ontologie der Begriffe im Forschungsgebiet cross-device nach Brudy et al. (2019) (Quelle: Brudy et al. (2019, S. 3))	32
Abbildung 2 – Taxonomie nach Brudy et al. (2019)(Quelle: Brudy et al. (2019, S. 4)).....	52
Abbildung 3 – Ausschnitt aus dem Framework nach Wäljas et al. (2010, S. 226).....	56
Abbildung 4 – Beispiel des Mercedes me Service-Ökosystems, bestehend aus Online-Services im Fahrzeug, Smartphone App und Webportal.....	70
Abbildung 5 – Beispiel für ein Infotainment-Ökosystem, bestehend aus im Fahrzeug integrierten Geräten und persönlichen Geräten der Insassen.....	71
Abbildung 6 – Beispiel CarPlay auf einer Head Unit. Herstellerspezifische Schnittstellengestaltungspatterns werden durch plattformspezifische Gestaltungspatterns ersetzt (Quelle (links): BMW / Quelle (rechts): MB-Passion-Blog).....	75
Abbildung 7 – Fest verbaute Fond-Entertainment-System-Displays (Quelle: MB-Passion-Blog)	77
Abbildung 8 – MBUX-Fond-Tablet (Quelle: MB-Passion-Blog)	78
Abbildung 9 – Einordnung der Anwendungsdomäne anhand der Taxonomie von Brudy et al. (2019) (Ursprüngliche Grafik ohne Markierungen, Quelle: Brudy et al. (2019, S. 4))	107
Abbildung 10 – Framework nach Wäljas et al. (2010) (Quelle: Wäljas et al. (2010, S. 226))	123
Abbildung 11 – Cross-platform Framework nach Majrashi (2016). Zuordnung von UX-Designprinzipien, Benutzungsmustern und Cross-Device-UX-Elementen (Quelle: Majrashi, 2016, S. 112).....	140
Abbildung 12 – Überblicksdarstellung zu den verwandten Arbeiten.....	174
Abbildung 13 – MBUX-Patterns auf den Geräten ab Werk (Quelle (links): Mercedes-Benz (mittig, rechts): MB-Passion-Blog)	192
Abbildung 14 – COMAND Touch für iOS-Tablets für die Infotainment-Plattform COMAND Online NTG 5.5. Links: Funktionsübersicht (Mediensteuerung, Fahrzeugfunktionen und Fernbedienung via digitales Touchpad) im Homescreen. Mitte: Steuerung der Klimatisierung. Rechts: Steuerung der ambienten Beleuchtung. (Quelle: iOS-App Store)	193
Abbildung 15 – COMAND Touch für Android-Smartphones. Links: Verbindungsaufbau zum Fahrzeug über das Wi-Fi-Netzwerk des Fahrzeugs. Rechts: Fernbedienungsfunktion via digitales Touchpad. (Quelle: Google Play Store).....	194

Abbildung 16 – Audi Rear-Seat-Entertainment des A8 (Quelle: Audi)	195
Abbildung 17 – Rear-Seat-Entertainment-Mobile. Links: Fond-Entertainment-System- Display. Rechts: RSE-Remote-App am Beispiel Android. (Quelle (rechts): Audi, Quelle (links): PlayStore)	195
Abbildung 18 – Porsche Rear-Seat-Entertainment (Quelle links: Porsche Homepage, Quelle rechts: YouTube Channel der Porsche AG)	196
Abbildung 19 – Links: Porsche RSE-Remote-App am Beispiel iOS, identisch zur Audi RSE- Remote-App. Rechts: Offizielles Werbevideo Rear-Seat-Entertainment mit einer App inklusive Fernsteuerungsfunktion. (Quelle links: App Store, Quelle rechts: YouTube Kanal der Porsche AG)	196
Abbildung 20 – Testaufbau Studie 3. Montiertes Tablet am Vordersitz, portables Gerät wird von der Probandin gehalten	223
Abbildung 21 – Visualisierung der Kombinationsmöglichkeiten der Bausteine in verschiedenen Ausprägungen.....	239
Abbildung 22 – Beispiel erste Iteration des Fragebogens hier am Beispiel Mock-Up 0.....	248
Abbildung 23 – Frage zur Favoritenauswahl.....	249
Abbildung 24 – Screenshots der Anwendung. Links: Homescreen mit Kacheln; Mitte: Fahrzeugeinstellungen mit Fondklimatisierung; Rechts: Fahrzeugeinstellungen mit der Funktion Ambiente-Beleuchtung.....	262
Abbildung 25 – Mock-Up 1 für iOS-Nutzer.....	264
Abbildung 26 – Mock-Up 1 für Android-Nutzer.....	265
Abbildung 27 – Mock-Up 2 für iOS-Nutzer.....	266
Abbildung 28 – Farbauswahl – links: iOS-Notizen-App-Schnittstelle (Screenshot); rechts: Instagram-Story-Modus (Screenshot).....	267
Abbildung 29 – Mock-Up 2 für Android-Nutzer.....	268
Abbildung 30 – Screenshots der Anwendung und Guideline. Links: Das Ausgangsdesign mit einem vertikalen Slider. Mitte: Beispielbild aus den Human Interface Guidelines für iOS-Geräte (Quelle: Apple). Rechts: Plattformkonforme Variante mit horizontalem Slider (ausgenommen graphisches Design).....	270
Abbildung 31 – Mock-Up 3 für iOS-Nutzer.....	272
Abbildung 32 – Mock-Up 3 für Android-Nutzer.....	272
Abbildung 33 – Mock-Up 4 für iOS-Nutzer.....	273
Abbildung 34 – Mock-Up 4 für Android-Nutzer.....	274
Abbildung 35 – Durchführung mit einem Android-Nutzer	276
Abbildung 36 – Durchführung mit einem Android-Nutzer	277
Abbildung 37 – Proband in der Explorationsphase.....	279

Abbildung 38 – Schema zur quantifizierten Auswertung der Items	280
Abbildung 39 – Visualisierung der Mittelwerte der jeweiligen Mock-Ups für das Item Nützlichkeit über die gesamte Stichprobe. Berechnung der Unterschiede zwischen den Mock-Up-Durchschnittswerten mit einem t-Test bei gepaarter Stichprobe (vgl. Sauro und Lewis (2012, S. 65))	281
Abbildung 40 – Auswertung zur besten Schnittstellen-Kombination	284
Abbildung 41 – Visualisierung der Mittelwerte der jeweiligen Mock-Ups für das Item Ähnlichkeit über die gesamte Stichprobe. Berechnung der Unterschiede zwischen den Mock-Up-Durchschnittswerten mit einem t-Test bei gepaarter Stichprobe (vgl. Sauro und Lewis (2012, S. 65))	285
Abbildung 42 – Visualisierung der Mittelwerte der jeweiligen Mock-Ups für das Item Stimmigkeit über die gesamte Stichprobe. Berechnung der Unterschiede zwischen den Mock-Up-Durchschnittswerten mit einem t-Test bei gepaarter Stichprobe (vgl. Sauro und Lewis (2012, S. 65))	289
Abbildung 43 – Auswertung der besten Tablet-Version ohne zusätzliches Fond- Entertainment-System-Display	290
Abbildung 44 – Kreuztabelle mit den Ergebnissen über die favorisierte Schnittstellengestaltung im Kontext single-device (spaltenweise) und im Kontext MDCP (zeilenweise). Gelb hervorgehoben sind die hohen Übereinstimmungen.....	292
Abbildung 45 – Ergebnis zum Item Nützlichkeit anhand der Nutzergruppen. Angegeben sind jeweils die Mittelwerte der Item-Bewertungen je Mock-Up nach Gruppen und das Ergebnis (p-Wert) des jeweiligen t-Tests bei unabhängigen Stichproben	294
Abbildung 46 – Ergebnis zum Item Ähnlichkeit anhand der Nutzergruppen. Angegeben sind jeweils die Mittelwerte der Item-Bewertungen je Mock-Up nach Gruppen und das Ergebnis (p-Wert) des jeweiligen t-Tests bei unabhängigen Stichproben	295
Abbildung 47 – Ergebnis zum Item Stimmigkeit anhand der Nutzergruppen. Angegeben sind jeweils die Mittelwerte der Item-Bewertungen je Mock-Up nach Gruppen und das Ergebnis (p-Wert) des jeweiligen t-Tests bei unabhängigen Stichproben	296
Abbildung 48 – Übersicht über alle Items. Durchschnittswerte für die einzelnen Mock- Ups (M0 – M4) über die gesamte Stichprobe.....	301
Abbildung 49 – Streudiagramm favorisierte MDCP-Schnittstellengestaltung	309

Abbildung 50 – Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 1 mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung für das BYOD. Diese Variante wird von allen Probanden beider Nutzergruppen getestet	334
Abbildung 51 – Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 2 mit möglichst plattformkonformer Schnittstellengestaltung (hohe äußere Konsistenz, ausgenommen graphisches Design). Unten links: Schnittstelle der BYOD-Tablet-Anwendung mit iOS-spezifischen Anpassungen. Unten rechts: Schnittstelle der BYOD-Tablet-Anwendung mit Android-spezifischen Anpassungen. Je nach Nutzergruppenzugehörigkeit der Probanden wird entweder die iOS-spezifische oder Android-spezifische Ausprägung als Variante 2 verwendet.....	335
Abbildung 52 – Zuordnung der jeweiligen Fragebögen und gemessene UX-Eigenschaften (Quelle: Schrepp et al. (2016, S. 3)).....	338
Abbildung 53 – Produktspezifische Schnittstellengestaltungspatterns für Fond-Entertainment-System-Display-Anwendung und für die produktspezifisch konsistente BYOD-Tablet-Anwendung. Oben: Homescreen auf dem alle Funktionen abgerufen werden können. Mittig: Vergrößerung mit dem Fokus auf die Kacheln und die Page-Indikatoren (als Hinweis auf seitenweises Blättern) als zentrale Schnittstellenarchitektur. Unten: Homescreen-Button, der auf jeder Subseite verfügbar ist und zum Homescreen zurückführt	344
Abbildung 54 – Produktspezifische Interaktionselemente für Fond-Entertainment-System-Display-Anwendung und für die produktspezifisch konsistente BYOD-Tablet-Anwendung. Oben: Basis-Screen der Komfortfunktion mit produktspezifischer Schnittstellenarchitektur (Homescreen-Button, Tabs und Listenstruktur) und plattformspezifischen Interaktionselementen. Unten: Vergrößerung mit dem Fokus auf die produktspezifischen Interaktionselemente. Hier MBUX-Play-Button und MBUX-Toggle-Switch	345
Abbildung 55 – IOS-spezifische Schnittstellengestaltungspatterns für die BYOD-Tablet-Anwendung. Oben: Medienfunktion, die nach dem Öffnen sofort geöffnet ist, da der Homescreen entfällt (inklusive Homescreen-Button). Unten: Vergrößerung mit dem Fokus auf die Tabbar mit allen verfügbaren Funktionen der Anwendung als zentrales Element dieser Schnittstellenarchitektur	346
Abbildung 56 – iOS-spezifische Interaktionselemente für die BYOD-Tablet-Anwendung. Oben: Basis-Screen der Komfortfunktion mit plattformspezifischer	

	Schnittstellenarchitektur (Tabbar, Segment Controls, Listenstruktur) und plattformsspezifischen Interaktionselementen. Unten: Vergrößerung mit dem Fokus auf die iOS-spezifischen Interaktionselemente. Hier Play-Button und Toggle-Switch von iOS	347
Abbildung 57 –	Android-spezifische Schnittstellengestaltungspatterns für BYOD-Tablet-Anwendung. Oben: Medienfunktion, die nach dem Öffnen sofort geöffnet ist, da der Homescreen entfällt (inklusive Homescreen-Button). Unten: Vergrößerung mit dem Fokus auf den Navigation-Drawer (Hamburger-Menü) mit allen verfügbaren Funktionen der Anwendung als zentrales Element dieser Schnittstellenarchitektur	348
Abbildung 58 –	Android-spezifische Interaktionselemente für BYOD-Tablet-Anwendung. Oben: Basis-Screen der Komfortfunktion mit plattformsspezifischer Schnittstellenarchitektur (Navigation-Drawer, Tabs und Cards) und plattformsspezifischen Interaktionselementen. Unten: Vergrößerung mit dem Fokus auf die Android-spezifischen Interaktionselemente. Hier Buttons von Android	349
Abbildung 59 –	Visualisierung der Ergebnisse der UEQ-Dimensionen und der Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens, wenn die konsistente Variante als MDCP-Favorit gewählt wird. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant.....	384
Abbildung 60 -	Visualisierung der Ergebnisse der UEQ-Dimensionen und der Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens, wenn die Variante mit Anpassungen als MDCP-Favorit gewählt wird. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant. (hier: keine signifikanten Unterschiede).....	385
Abbildung 61 –	T1: Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 1 mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung für die BYOD-Tablet-Anwendung (bei vergleichbaren Gerätegrößen). Diese Ausprägung weist die höchste innere Konsistenz auf und wird von allen Probanden beider Nutzergruppen getestet. Es gibt sie nur in der Ausprägung T1	430
Abbildung 62 –	T2 und T3: Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 2 mit plattformsspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung (bei vergleichbaren Gerätegrößen). Unten links T2: Schnittstelle der BYOD-Tablet-Anwendung mit iOS-spezifischen Anpassungen. Unten rechts T3: Schnittstelle der BYOD-Tablet-Anwendung mit Android-spezifischen Anpassungen. Beide Ausprägungen	

- haben eine leicht erhöhte äußere Konsistenz. Je nach Nutzergruppenzugehörigkeit der Probanden wird als Variante 2 entweder die Ausprägung T2 oder T3 verwendet..... 431
- Abbildung 63 – S1: Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 1 mit produktspezifisch konsistenter Schnittstellengestaltung für die BYOD-Smartphone-Anwendung (bei unterschiedlichen Gerätegrößen). Diese Ausprägung weist die höchste innere Konsistenz auf und wird von allen Probanden beider Nutzergruppen getestet. Es gibt sie nur in der Ausprägung S1 im Querformat..... 432
- Abbildung 64 – S2 und S3: Fond-Entertainment-System-Prototyp-Variante 2 mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur bei der BYOD-Smartphone-Anwendung (bei unterschiedlichen Gerätegrößen). Unten links S2: Schnittstelle der BYOD-Smartphone-Anwendung mit iOS-spezifischen Anpassungen. Unten rechts S3: Schnittstelle der BYOD-Smartphone-Anwendung mit Android-spezifischen Anpassungen. Beide Ausprägungen weisen eine leicht erhöhte äußere Konsistenz auf. Je nach Nutzergruppenzugehörigkeit der Probanden wird als Variante 2 entweder die Ausprägung S2 oder S3 verwendet. Beide gibt es nur im Hochformat 433
- Abbildung 65 – Produktspezifische Schnittstellengestaltungspatterns für die Fond-Entertainment-System-Display-Anwendung und für die produktspezifisch konsistente BYOD-Tablet-Anwendung. Oben: Homescreen, auf dem alle Funktionen abgerufen werden können. Mitte: Vergrößerung mit dem Fokus auf die Kacheln und die Page-Indikatoren (als Hinweis auf seitenweises Blättern) als zentrale Elemente der produktspezifischen Schnittstellenarchitektur. Unten: Homescreen-Button, der auf jeder Subseite verfügbar ist und zum Homescreen zurückführt..... 437
- Abbildung 66 – Produktspezifische Interaktionselemente für die Fond-Entertainment-System-Display-Anwendung und für die produktspezifisch konsistente BYOD-Tablet-Anwendung. Oben: Basis-Screen der Komfortfunktion mit produktspezifischer Schnittstellenarchitektur (Homescreen-Button, Tabs und Listenstruktur) und produktspezifischen Interaktionselementen. Unten: Vergrößerung mit dem Fokus auf die produktspezifischen Interaktionselemente. Hier: MBUX-Play-Button und MBUX-Toggle-Switch438
- Abbildung 67 – iOS-spezifische Schnittstellenarchitektur und produktspezifische Interaktionselemente für die BYOD-Tablet-Anwendung. Oben: Basis-Screen der Komfortfunktion mit plattformspezifischer

Schnittstellenarchitektur (Tabbar, Segment Controls, Listenstruktur) und produktspezifischen Interaktionselementen. Mitte: Vergrößerung mit dem Fokus auf die Tabbar mit allen verfügbaren Funktionen der Anwendung als zentrales Element dieser plattformspezifischen Schnittstellenarchitektur. Der Homescreen und der dazugehörige Homescreen-Button entfallen. Unten: Vergrößerung mit dem Fokus auf die produktspezifischen Interaktionselemente von MBUX. Hier: MBUX-Play-Button und MBUX-Toggle-Switch..... 439

Abbildung 68 – Android-spezifische Schnittstellenarchitektur und produktspezifische Interaktionselemente für die BYOD-Tablet-Anwendung. Oben: Basis-Screen der Komfortfunktion mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur (Navigation-Drawer und Tabs) und produktspezifischen Interaktionselementen. Mitte: Vergrößerung mit dem Fokus auf den Navigation-Drawer (Hamburger-Menü) mit allen verfügbaren Funktionen der Anwendung als zentrales Element dieser plattformspezifischen Schnittstellenarchitektur. Der Homescreen und der dazugehörige Homescreen-Button entfallen. Unten: Vergrößerung mit dem Fokus auf die produktspezifischen Interaktionselemente von MBUX. Hier: MBUX-Play-Button und MBUX-Toggle-Switch 440

Abbildung 69 – Produktspezifische Schnittstellengestaltungspatterns für die produktspezifisch konsistente BYOD-Smartphone-Anwendung. Oben: Homescreen, auf dem alle Funktionen abgerufen werden können (ausschließlich im Querformat umgesetzt). Mitte: Basis-Screen der Komfortfunktion und Homescreen-Button, der auf jeder Subseite verfügbar ist und zum Homescreen zurückführt. Unten: Vergrößerung mit dem Fokus auf die produktspezifischen Interaktionselemente von MBUX. Hier: MBUX-Play-Button und MBUX-Toggle-Switch 441

Abbildung 70 – iOS-spezifische Schnittstellenarchitektur und produktspezifische Interaktionselemente für die BYOD-Smartphone-Anwendung (ausschließlich im Hochformat umgesetzt). Oben: Basis-Screen der Komfortfunktion mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur (Tabbar, Segment Controls, Listenstruktur) und produktspezifischen Interaktionselementen. Mitte: Vergrößerung mit dem Fokus auf die Tabbar mit allen verfügbaren Funktionen der Anwendung als zentrales Element dieser plattformspezifischen Schnittstellenarchitektur. Der Homescreen und der dazugehörige Homescreen-Button entfallen. Unten:

	Vergrößerung mit dem Fokus auf die produktspezifischen Interaktionselemente von MBUX. Hier: MBUX-Play-Button und MBUX-Toggle-Switch	442
Abbildung 71 – Android-spezifische Schnittstellenarchitektur und produktspezifische Interaktionselemente für die BYOD-Smartphone-Anwendung (ausschließlich im Hochformat umgesetzt). Oben: Basis-Screen der Komfortfunktion mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur (Navigation-Drawer und Tabs) und produktspezifischen Interaktionselementen. Mitte: Vergrößerung mit dem Fokus auf den Navigation-Drawer (Hamburger-Menü) mit allen verfügbaren Funktionen der Anwendung als zentrales Element dieser plattformspezifischen Schnittstellenarchitektur. Der Homescreen und der dazugehörige Homescreen-Button entfallen. Unten: Vergrößerung mit dem Fokus auf die produktspezifischen Interaktionselemente von MBUX. Hier: MBUX-Play-Button und MBUX-Toggle-Switch.....		443
Abbildung 72 – Probandenstudie im Fond des Fahrzeugs. Proband interagiert mit der BYOD-Tablet-Anwendung. Das montierte Tablet, das als Fond-Entertainment-System-Display fungiert, ist mit einer Halterung am Vordersitz angebracht. Neben dem Probanden sitzt der Studienleiter mit Stichwortprotokoll und Interviewfragen		449
Abbildung 73 – Visualisierung der Ergebnisse der erhobenen UEQ- und USE-Dimensionen, wenn die produktspezifisch konsistente Variante als MDCP-Favorit gewählt wird. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede)		484
Abbildung 74 – Visualisierung der Ergebnisse der erhobenen UEQ- und USE-Dimensionen, wenn die Variante mit Anpassungen für die BYOD-Tablet-Anwendung als MDCP-Favorit gewählt wird. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant		484

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 – Begriffe und Geltungsbereiche	36
Tabelle 2 – Expertenauswahl für Studie 1	82
Tabelle 3 – Fragen aus Teil 1	84
Tabelle 4 – Fragen aus Teil 2	85
Tabelle 5 – Fragen aus Teil 3	85
Tabelle 6 – Fragen aus Teil 4	86
Tabelle 7 – Fragen aus Teil 5	87
Tabelle 8 – Beschreibung Anwendungsdomäne anhand der Ontologie der Begrifflichkeiten nach Brudy et al. (2019, S. 3).....	109
Tabelle 9 – Übersicht Literaturrecherche und Bewertungskriterien	112
Tabelle 10 – Übersicht Literaturrecherche und konkrete Gestaltungsempfehlungen für Schnittstellen im Bereich MDCP	113
Tabelle 11 – 4 C Framework nach Sørensen et al. (2014) (Quelle: Sørensen et al. (2014, S. 90))	155
Tabelle 12 – BYOD-Schnittstellengestaltungsansatz mit maximaler Anpassung an die Plattform.....	181
Tabelle 13 – BYOD-Schnittstellengestaltungsansatz mit maximaler innerer Konsistenz zur produktspezifischen Schnittstellengestaltung des restlichen MDCP- Ökosystems.....	182
Tabelle 14 – BYOD-Schnittstellengestaltungsansatz mit gemischter Schnittstellengestaltung	183
Tabelle 15 – Übersicht zu den Methoden, Forschungsfragen, Studien und Kapiteln	190
Tabelle 16 – Vergleich der Schnittstellenarchitekturpatterns von NTG 6 und Material Design	204
Tabelle 17 – Vergleich der funktionalen Interaktionselemente von NTG 6 und Material Design	205
Tabelle 18 – Vergleich des graphischen Designs von NTG 6 und Material Design.....	206
Tabelle 19 – Vergleich der Schnittstellenarchitekturpatterns von NTG 6 und iOS.....	207
Tabelle 20 – Vergleich der funktionalen Interaktionselemente von NTG 6 und iOS.....	209
Tabelle 21 – Vergleich des graphischen Designs von NTG 6 und iOS.....	210
Tabelle 22 – Vergleich der Schnittstellenarchitekturpatterns von NTG 5.5 und Material Design	211
Tabelle 23 – Vergleich der funktionalen Interaktionselemente von NTG 5.5 und Material Design	213
Tabelle 24 – Vergleich des graphischen Designs von NTG 5.5 und Material Design.....	213

Tabelle 25 – Vergleich der Schnittstellenarchitekturpatterns von NTG 5.5 und iOS.....	215
Tabelle 26 Vergleich der funktionalen Interaktionselemente von NTG 5.5 und iOS.....	216
Tabelle 27 – Vergleich des graphischen Designs von NTG 5.5 und iOS.....	217
Tabelle 28 – Reihenfolge für die Evaluationen der Mock-Ups 0 bis 4 für iOS-Nutzer. Spaltenweise: Probanden 1-13; zeilenweise: Reihenfolge beginnend mit #1 (erster gezeigter Mock-Up) bis #5 (zuletzt gezeigter Mock-Up).....	278
Tabelle 29 – Reihenfolge für die Evaluationen der Mock-Ups 0 bis 4 für Android-Nutzer. Spaltenweise: Probanden 1-12; zeilenweise: Reihenfolge beginnend mit #1 (erster gezeigter Mock-Up) bis #5 (zuletzt gezeigter Mock-Up).....	278
Tabelle 30 – Kreuztabelle für die MDCP-Favoritenauswahl anhand der Nutzergruppen. Das Ergebnis (p-Wert) des Chi-Quadrat-Tests ist der letzten Zeile der Tabelle zu entnehmen	298
Tabelle 31 – Kreuztabelle für die SD-Favoritenauswahl anhand der Nutzergruppen. Das Ergebnis (p-Wert) des Chi-Quadrat-Tests ist der letzten Zeile der Tabelle zu entnehmen.....	299
Tabelle 32 – Ergebnis für den Pearson-Korrelationskoeffizienten für die Variablen Alter und Nützlichkeit. Korrelationen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind signifikant (Signifikanzniveau: 0,05).....	303
Tabelle 33 – Ergebnis für den Pearson-Korrelationkoeffizienten für die Variablen Alter und Ähnlichkeit.....	304
Tabelle 34 – Ergebnis für Pearson-Korrelation für die Variablen Alter und Stimmigkeit.....	306
Tabelle 35 – Einfaktorielle Varianzanalyse der Variablen Alter und Single-Device- Favoritenauswahl	307
Tabelle 36 – Durchschnittsalter der Probanden je Single-Device-Favoritenauswahl.....	307
Tabelle 37 – Einfaktorielle Varianzanalyse der Variablen Alter und MDCP- Favoritenauswahl	308
Tabelle 38 – Durchschnittsalter der Probanden je MDCP-Favorit.....	308
Tabelle 39 – t-Test: NTG-5.5-Erfahrung und Nützlichkeit	313
Tabelle 40 – Mittelwerte der Bewertung der Nützlichkeit nach Gruppen und nach Mock- Ups. Die Bewertungen der Nutzer ohne Erfahrung sind in den jeweiligen Zeilen mit 0 gekennzeichnet. Die Bewertungen der Nutzer mit Erfahrung sind in den jeweiligen Zeilen mit 1 gekennzeichnet.....	314
Tabelle 41 – t-Test: NTG-5.5-Erfahrung und Ähnlichkeit.....	315
Tabelle 42 – Mittelwerte der Bewertung der Ähnlichkeit nach Gruppen und nach Mock- Ups. Die Bewertungen der Nutzer ohne Erfahrung sind in den jeweiligen	

Zeilen mit 0 gekennzeichnet. Die Bewertungen der Nutzer mit Erfahrung sind in den jeweiligen Zeilen mit 1 gekennzeichnet.....	315
Tabelle 43 – t-Test: NTG-5.5-Erfahrung und Stimmigkeit.....	316
Tabelle 44 – Mittelwerte der Bewertung der Stimmigkeit nach Gruppen und nach Mock-Ups. Die Bewertungen der Nutzer ohne Erfahrung sind in den jeweiligen Zeilen mit 0 gekennzeichnet. Die Bewertungen der Nutzer mit Erfahrung sind in den jeweiligen Zeilen mit 1 gekennzeichnet.....	317
Tabelle 45 – Kreuztabelle für NTG-5.5-Erfahrung und Single-Device-Favoritenauswahl. Die Bewertungen der Nutzer ohne Erfahrung sind in den jeweiligen Zeilen mit 0 gekennzeichnet. Die Bewertungen der Nutzer mit Erfahrung sind in den jeweiligen Zeilen mit 1 gekennzeichnet.....	318
Tabelle 46 – Chi-Quadrat-Test: NTG-5.5-Erfahrung und Single-Device-Favoritenauswahl..	319
Tabelle 47 – Chi-Quadrat-Test für NTG-5.5-Erfahrung und MDCP-Favoritenauswahl.....	319
Tabelle 48 – Kreuztabelle für NTG-5.5-Erfahrung und MDCP-Favoritenauswahl. Die Bewertungen der Nutzer ohne Erfahrung sind in den jeweiligen Zeilen mit 0 gekennzeichnet. Die Bewertungen der Nutzer mit Erfahrung sind in den jeweiligen Zeilen mit 1 gekennzeichnet	320
Tabelle 49 – Ergebnistabelle für den Einflussfaktor Geräteherkunft nach Plattformgruppen.....	322
Tabelle 50 – Ergebnistabelle für den Einflussfaktor Verbauart nach Plattformgruppen	323
Tabelle 51 – Ergebnistabelle für den Einflussfaktor Plattformart nach Plattformgruppen ..	323
Tabelle 52 – Ergebnistabelle für andere Einflussfaktoren nach Plattformgruppen.....	323
Tabelle 53 – Daten zur Attraktivitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer.	356
Tabelle 54 – Daten zur Attraktivitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer.....	357
Tabelle 55 – Daten zur Durchschaubarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer.....	358
Tabelle 56 – Daten zur Durchschaubarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer	359
Tabelle 57 – Daten zur Effizienzbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer.....	360
Tabelle 58 – Daten zur Effizienzbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer.	361
Tabelle 59 – Daten zur Steuerbarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer.....	362
Tabelle 60 – Daten zur Steuerbarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer.....	363
Tabelle 61 – Daten zur Stimulationsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer..	364

Tabelle 62 – Daten zur Stimulationsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer.....	365
Tabelle 63 – Daten zur Originalitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer..	366
Tabelle 64 – Daten zur Stimulationsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer.....	367
Tabelle 65 – Überblick über alle UEQ-Dimensionen, die pragmatischen und hedonischen Qualitäten aller Prototypen innerhalb der Gruppe der iOS-Nutzer	368
Tabelle 66 – Überblick über alle UEQ-Dimensionen, die pragmatischen und hedonischen Qualitäten aller Prototypen innerhalb der Gruppe der Android-Nutzer	369
Tabelle 67 – Ergebnisse des t-Tests für die Einfachheit der Benutzung für die Gruppe der iOS-Nutzer	373
Tabelle 68 – Ergebnisse des t-Tests für die Einfachheit der Benutzung für die Gruppe der Android-Nutzer	373
Tabelle 69 – Ergebnisse des t-Tests für die Einfachheit des Erlernens für die Gruppe der iOS-Nutzer	375
Tabelle 70 – Ergebnisse des t-Tests für die Einfachheit des Erlernens für die Gruppe der Android-Nutzer	376
Tabelle 71 – MDCP-Favoritenauswahl nach Gruppen.....	382
Tabelle 72 – Chi-Quadrat-Test. Zusammenhang zwischen Plattformzugehörigkeit und Auswahl des MDCP-Favoriten.....	382
Tabelle 73 – t-Test zum Vergleich der Bewertungen der gemessenen Faktoren der Prototypen für die Gruppe, die die produktspezifisch konsistente Gestaltung favorisiert	385
Tabelle 74 – Kreuztabelle MDCP- Favoritenauswahl und SD-Favoritenauswahl anhand der Gruppen	388
Tabelle 75 – Chi-Quadrat für MDCP-Favoritenauswahl und SD-Favoritenauswahl	388
Tabelle 76 – Stärke des Zusammenhangs zwischen MDCP-Favoritenauswahl und SD-Favoritenauswahl	389
Tabelle 77 – SD-Favoritenauswahl nach Gruppen	390
Tabelle 78 – Chi-Quadrat-Test Zusammenhang zwischen Plattformzugehörigkeit und Auswahl des SD-Favoriten	391
Tabelle 79 – Kreuztabelle MB-Fahrer und MDCP-Favoritenauswahl.....	393
Tabelle 80 – Chi-Quadrat-Test für MB-Fahrer und MDCP-Favoritenauswahl.....	393
Tabelle 81 – Phi-Koeffizient für MB-Fahrer und MDCP-Favoritenauswahl.....	394
Tabelle 82 – Kreuztabelle für MB-Fan und MDCP-Favoritenauswahl	394
Tabelle 83 – Chi-Quadrat-Test für MB-Fan und MDCP-Favoritenauswahl	394

Tabelle 84 – Phi-Koeffizient für MB-Fan und MDCP-Favoritenauswahl	395
Tabelle 85 – MBUX-Nutzungshäufigkeit, MBUX-Expertise und MDCP-Favoritenauswahl ..	396
Tabelle 86 – t-Test für MBUX-Nutzungshäufigkeit, MBUX-Expertise und MDCP-Favoritenauswahl	397
Tabelle 87 – Durchschnittsalter nach MDCP-Favoriten	401
Tabelle 88 – t-Test für Alter und MDCP-Favorit.....	402
Tabelle 89 – Durchschnittsalter nach SD Favorit	402
Tabelle 90 – t-Test für die Mittelwertgleichheit.....	403
Tabelle 91 – Tabletreihenfolge und MDCP-Favorit	405
Tabelle 92 – Chi-Quadrat-Test für Tabletreihenfolge und MDCP-Favorit.....	406
Tabelle 93 – Stärke des Zusammenhangs zwischen Tabletreihenfolge und MDCP-Favorit.	406
Tabelle 94 – Tabletreihenfolge und SD Favorit.....	406
Tabelle 95 – Chi-Quadrat-Test für Tabletreihenfolge und SD Favorit	407
Tabelle 96 – Vergleich MDCP-Favoritenauswahl Studie 3 und Studie 4 (nur iOS-Nutzer)...	408
Tabelle 97 – Vergleich SD-Favoritenauswahl Studie 3 und Studie 4 (nur iOS-Nutzer)	408
Tabelle 98 – Vergleich MDCP-Favoritenauswahl Studie 3 und Studie 4 (nur Android-Nutzer).....	410
Tabelle 99 – Vergleich SD-Favoritenauswahl Studie 3 und Studie 4 (nur Android-Nutzer).	410
Tabelle 100 – MBUX-Nutzungshäufigkeiten durch die Probanden in der Studie	417
Tabelle 101 – Durchschnittswerte hinsichtlich Stichprobenzusammensetzung bei Studien der Automotive UI '17 Studien nach Braun et al. (2018, S. 182).....	418
Tabelle 102 – Daten zur Attraktivitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer	454
Tabelle 103 – Daten zur Attraktivitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer.....	455
Tabelle 104 – Daten zur Durchschaubarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer.....	456
Tabelle 105 – Daten zur Durchschaubarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer	457
Tabelle 106 – Daten zur Effizienzbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer.....	458
Tabelle 107 – Daten zur Effizienzbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer.....	459
Tabelle 108 – Daten zur Steuerbarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer.....	460
Tabelle 109 – Daten zur Steuerbarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer.....	461
Tabelle 110 – Daten zur Stimulationsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer	462

Tabelle 111 – Daten zur Stimulationsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer.....	463
Tabelle 112 – Daten zur Originalitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer	465
Tabelle 113 – Daten zur Originalitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer.....	466
Tabelle 114 – Überblick über alle UEQ-Dimensionen, die pragmatischen und hedonischen Qualitäten aller Prototypen innerhalb der Gruppe der iOS-Nutzer	467
Tabelle 115 – Überblick über alle UEQ-Dimensionen, die pragmatischen und hedonischen Qualitäten aller Prototypen innerhalb der Gruppe der Android-Nutzer	468
Tabelle 116 – Ergebnisse des t-Tests für die Einfachheit der Benutzung für die Gruppe der iOS-Nutzer	471
Tabelle 117 – Ergebnisse des t-Tests für die Einfachheit der Benutzung für die Gruppe der Android-Nutzer	472
Tabelle 118 – Ergebnisse des t-Tests für die Einfachheit des Erlernens für die Gruppe der iOS-Nutzer	474
Tabelle 119 – Ergebnisse des t-Tests für die Einfachheit des Erlernens für die Gruppe der Android-Nutzer	474
Tabelle 120 – MDCP- Favoritenauswahl nach Nutzergruppen.....	481
Tabelle 121 – Chi-Quadrat-Test. Zusammenhang zwischen Plattform und Auswahl des MDCP-Favoriten.....	482
Tabelle 122 – Kreuztabelle MDCP-Favorit und SD-Favorit	487
Tabelle 123 – Chi-Quadrat-Test für MDCP-und SD-Favoritenauswahl.....	488
Tabelle 124 – Stärke des Zusammenhangs zwischen MDCP- und SD-Favoritenauswahl....	488
Tabelle 125 – SD-Favoritenauswahl nach Nutzergruppen	490
Tabelle 126 – Chi-Quadrat-Test für SD-Favoritenauswahl und Nutzergruppen	490
Tabelle 127 – Berufliche Nutzung von MBUX und MDCP-Favoritenauswahl.....	492
Tabelle 128 – Private Nutzung von MBUX und MDCP-Favoritenauswahl.....	493
Tabelle 129 – Berufliche Nutzung von MBUX und UEQ Dimensionen, Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens	495
Tabelle 130 – Durchschnittsalter anhand der MDCP-Favoritenauswahl	496
Tabelle 131 – t-Test für Alter und MDCP-Favoritenauswahl	497
Tabelle 132 – Durchschnittsalter anhand der SD-Favoritenauswahl.....	497
Tabelle 133 – t-Test für Alter und SD-Favoritenauswahl.....	498
Tabelle 134 – Tabletreihenfolge und MDCP-Favoritenauswahl.....	499
Tabelle 135 – Chi-Quadrat-Test für Tabletreihenfolge und MDCP-Favoritenauswahl	500

Tabelle 136 – Stärke des Zusammenhangs zwischen Tabletreihenfolge und MDCP-Favoritenauswahl	500
Tabelle 137 – Tabletreihenfolge und SD-Favoritenauswahl	501
Tabelle 138 – Chi-Quadrat-Test für Tabletreihenfolge und SD-Favoritenauswahl.....	501
Tabelle 139 – Stärke des Zusammenhangs zwischen Tabletreihenfolge und SD-Favoritenauswahl	501
Tabelle 140 – Einstieg und MDCP-Favoritenauswahl.....	502
Tabelle 141 – Chi-Quadrat-Test für Einstieg und MDCP-Favoritenauswahl	502
Tabelle 142 – Stärke des Zusammenhangs zwischen Einstieg und MDCP-Favoritenauswahl	503
Tabelle 143 – Vergleich MDCP-Favoritenauswahl Studie 3 und Studie 5 (nur iOS-Nutzer). 503	
Tabelle 144 – Vergleich SD-Favoritenauswahl Studie 3 und Studie 5 (nur iOS-Nutzer)	504
Tabelle 145 – Vergleich MDCP-Favoritenauswahl Studie 3 und Studie 5 (nur Android-Nutzer).....	505
Tabelle 146 – Vergleich SD-Favoritenauswahl Studie 3 und Studie 5 (nur Android-Nutzer)505	
Tabelle 147 – MDCP-Favoritenauswahl bei unterschiedlichen Gerätegrößen nach Plattformgruppen.....	515
Tabelle 148 – Chi-Quadrat-Test für Plattform und MDCP-Favoritenauswahl bei unterschiedlichen Gerätegrößen.....	516
Tabelle 149 – Kreuztabelle MDCP-Favoritenauswahl (Geräte mit gleichem Formfaktor) F1 und MDCP-Favoritenauswahl (Geräte mit unterschiedlichem Formfaktor) F3	518
Tabelle 150 – Chi-Quadrat-Test für MDCP-Favoritenauswahl (Geräte mit gleichem Formfaktor) F1 und MDCP-Favoritenauswahl (Geräte mit unterschiedlichem Formfaktor) F3	519
Tabelle 151 – Stärke des Zusammenhangs zwischen MDCP-Favoritenauswahl (Geräte mit gleichem Formfaktor) F1 und MDCP-Favoritenauswahl (Geräte mit unterschiedlichem Formfaktor) F3	520
Tabelle 152 – Gründe für die Favoritenauswahl F3 (gesamte Stichprobe)	521

Diagrammverzeichnis

Diagramm 1 – Attraktivitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)..	355
Diagramm 2 – Attraktivitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen).....	356
Diagramm 3 – Durchschaubarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen).....	358
Diagramm 4 – Durchschaubarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen).....	359
Diagramm 5 – Effizienzbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)..	360
Diagramm 6 – Effizienzbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)..	361
Diagramm 7 – Steuerbarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)..	362
Diagramm 8 – Steuerbarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen).....	363
Diagramm 9 – Stimulationsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)..	364
Diagramm 10 – Stimulationsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen).....	365
Diagramm 11 – Originalitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)..	366
Diagramm 12 – Originalitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen).....	367
Diagramm 13 – Bewertung der Einfachheit der Benutzung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer	372
Diagramm 14 – Bewertung der Einfachheit der Benutzung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer	372

Diagramm 15 – Bewertung der Einfachheit des Erlernens der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer	374
Diagramm 16 – Bewertung der Einfachheit des Erlernens der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer	375
Diagramm 17 – UEQ-Bewertungsdiagramm. Vergleich zwischen produktspezifisch konsistentem und plattformspezifischem Prototyp. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant	377
Diagramm 18 – UEQ-Bewertungsdiagramm. Vergleich zwischen produktspezifisch konsistentem und plattformspezifischem Prototyp. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede).....	378
Diagramm 19 – Ergebnisse der Dimensionen Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens des USE-Fragebogens für die Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede).	379
Diagramm 20 – Ergebnisse der Dimensionen Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens des USE-Fragebogens für die Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede).....	379
Diagramm 21 – Zustimmung zum gewählten MDCP-Schnittstellengestaltungsansatz.....	412
Diagramm 22 – MDCP-Favoritenauswahl gesamte Stichprobe.....	412
Diagramm 23 – Durchschnittswerte der UEQ-Dimensionen für die produktspezifisch konsistente Variante und Durchschnittswerte der UEQ-Dimensionen für die plattformspezifischen Varianten. Je Dimension ist der ungewichtete Durchschnitt über beide Nutzergruppen angegeben. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant	414
Diagramm 24 – Durchschnittswerte der erhobenen USE-Dimensionen für die produktspezifisch konsistente Variante und Durchschnittswerte der erhobenen USE-Dimensionen für die plattformspezifischen Varianten. Je Dimension ist der ungewichtete Durchschnitt über beide Nutzergruppen angegeben. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede).....	415

Diagramm 25 – Attraktivitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)..	453
Diagramm 26 – Attraktivitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen).....	454
Diagramm 27 – Durchschaubarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen).....	456
Diagramm 28 – Durchschaubarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen).....	457
Diagramm 29 – Effizienzbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)..	458
Diagramm 30 – Effizienzbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)..	459
Diagramm 31 – Steuerbarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)..	460
Diagramm 32 – Steuerbarkeitsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen).....	461
Diagramm 33 – Stimulationsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)..	462
Diagramm 34 – Stimulationsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen).....	463
Diagramm 35 – Originalitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen)..	464
Diagramm 36 – Originalitätsbewertung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen).....	465
Diagramm 37 – Bewertung der Einfachheit der Benutzung der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen).....	470
Diagramm 38 – Bewertung der Einfachheit der Benutzung der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen).....	471

Diagramm 39 – Bewertung der Einfachheit des Erlernens der Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer (blau: konsistente Variante; grau: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen).....	473
Diagramm 40 – Bewertung der Einfachheit des Erlernens der Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer (blau: konsistente Variante; grün: unterschiedliche Schnittstellengestaltungen).....	473
Diagramm 41 – UEQ-Bewertungsdiagramm. Vergleich zwischen dem Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter BYOD-Tablet-Anwendung und Fond-Entertainment-System-Prototyp mit iOS-spezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede).....	477
Diagramm 42 – UEQ-Bewertungsdiagramm. Vergleich zwischen dem Fond-Entertainment-System-Prototyp mit produktspezifisch konsistenter BYOD-Tablet-Anwendung und Fond-Entertainment-System-Prototyp mit Android-spezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede).....	478
Diagramm 43 – Ergebnisse der USE-Dimensionen Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens für die Fond-Entertainment-System-Prototypen aus Sicht der iOS-Nutzer. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede)	479
Diagramm 44 – Ergebnisse der USE-Dimensionen Einfachheit der Benutzung und Einfachheit des Erlernens für die Fond-Entertainment-System-Prototypen aus Sicht der Android-Nutzer. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede)	480
Diagramm 45 – MDCP-Favoritenauswahl der gesamten Stichprobe.....	508
Diagramm 46 – Durchschnittswerte der UEQ-Dimensionen für die produktspezifisch konsistente Variante und Durchschnittswerte der UEQ-Dimensionen für die Variante mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung. Je Dimension ist der ungewichtete Durchschnitt über beide Nutzergruppen angegeben. Bei Dimensionen, die	

	mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede).....	509
Diagramm 47 – Durchschnittswerte der erhobenen USE-Dimensionen für die produktspezifisch konsistente Variante und Durchschnittswerte der erhobenen USE-Dimensionen für die Variante mit plattformspezifischer Schnittstellenarchitektur für die BYOD-Tablet-Anwendung. Je Dimension ist der ungewichtete Durchschnitt über beide Nutzergruppen angegeben. Bei Dimensionen, die mit einem Stern (*) gekennzeichnet sind, sind die Unterschiede signifikant (hier: keine signifikanten Unterschiede).....		510
Diagramm 48 – MDCP-Favoritenauswahl bei unterschiedlichen Gerätegrößen (gesamte Stichprobe)		515

12 Literaturverzeichnis

- Allen, J. & Chudley, J. (2012). *Smashing UX design. Foundations for designing online user experiences* (Smashing Magazine Book Series, v.34). Chichester: Wiley. Retrieved from <https://ebookcentral.proquest.com/lib/subhh/detail.action?docID=697936>
- Anić, I. (UX Passion, Hrsg.). (2015). *The importance of Visual Consistency in UI Design*. Zugriff am 25.10.2019. Verfügbar unter <https://www.uxpassion.com/blog/the-importance-of-visual-consistency-in-ui-design/>
- Antila, V. & Lui, A. (2011). Challenges in Designing Inter-usable Systems. In D. Hutchison, T. Kanade, J. Kittler, J. M. Kleinberg, F. Mattern, J. C. Mitchell et al. (Hrsg.), *Human-Computer Interaction – INTERACT 2011* (Lecture Notes in Computer Science, Bd. 6946, S. 396–403). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-23774-4_33
- Apple Inc. (Apple Inc., Hrsg.). (o. J.). *Human Interface Guidelines*. Verfügbar unter <https://developer.apple.com/design/human-interface-guidelines/>
- Axbom, P. & Royal-Lawson, J. (Autor), 04.01.2019. *Consistency*, UX Podcast. Verfügbar unter <https://uxpodcast.com/201-consistency-polarity-mapping-linkshow/>
- Bendel, O. (Gablers Wirtschaftslexikon, Hrsg.). (2019). *Cyber-physische Systeme*. Verfügbar unter <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/cyber-physische-systeme-54077/version-369944>
- Berger, M., Bernhaupt, R. & Pfleging, B. (2019). A tactile interaction concept for in-car passenger infotainment systems. In C. P. Janssen, S. F. Donker, L. L. Chuang & W. Ju (Hrsg.), *Proceedings of the 11th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications Adjunct Proceedings - AutomotiveUI '19* (S. 109–114). New York, New York, USA: ACM Press.
- Bergler, R. (1975). Einführung. In R. Bergler (Hrsg.), *Das Eindrucksdifferential. Theorie und Technik* (Beiträge zur empirischen Sozialforschung, S. 11–33). Bern: Huber.
- Biehl, J. T. & Bailey, B. P. (2006). Improving interfaces for managing applications in multiple-device environments. In A. Celentano (Hrsg.), *Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces - AVI '06* (S. 35). New York, New York, USA: ACM Press.
- Bosch, K. (2018). *Statistik-Taschenbuch* (3., verbesserte Auflage. Reprint 2018). Berlin: Oldenbourg Wissenschaftsverlag. <https://doi.org/10.1515/9783486796605>

- Bosler, M., Jud, C. & Herzwurm, G. (2017). Connected-Car-Services: eine Klassifikation der Plattformen für das vernetzte Automobil. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 54(6), 1005–1020. <https://doi.org/10.1365/s40702-017-0336-z>
- Bosler, M., Jud, C. & Herzwurm, G. (2018). Platforms and Ecosystems for Connected Car Services Espoo, Finland, November 29, 2017. In Sami Hyrynsalmi, Arho Suominen, Christopher Jud & Jan Bosch (Hrsg.), *Proceedings of the 9th International Workshop on Software Ecosystems, Espoo, Finland, November 29, 2017* (CEUR Workshop Proceedings, Bd. 2053, S. 16–27). CEUR-WS.org. Verfügbar unter <http://ceur-ws.org/Vol-2053/paper02.pdf>
- Braun, M., Roider, F., Alt, F. & Gross, T. (2018). Automotive Research in the Public Space. In Unknown (ed.), *Adjunct proceedings, 10th International ACM Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications. September 23-25, 2018, Toronto, Canada, with Doctoral Colloquium on September 22* (S. 181–185). New York, New York: Association for Computing Machinery.
- Breuer, F., Muckel, P. & Dieris, B. (2019). *Reflexive Grounded Theory*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-22219-2>
- Brudy, F., Holz, C., Rädle, R., Wu, C.-J., Houben, S., Klokmoose, C. N. et al. (2019). Cross-Device Taxonomy. In S. Brewster, G. Fitzpatrick, A. Cox & V. Kostakos (Hrsg.), *Proceedings of the 2019 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '19* (S. 1–28). New York, New York, USA: ACM Press.
- Budischewski, K. & Kriens, K. (2015). *SPSS für Einsteiger. Einführung in die Statistiksoftware für die Psychologie* (1. Aufl.). Weinheim: Beltz. Verfügbar unter http://www.content-select.com/index.php?id=bib_view&ean=9783621282307
- Burmann, C., Meckel, A., Esch, F.-R. & Markgraf, D. (Gablers Wirtschaftslexikon, Hrsg.). (2018). *Marke. Definition*. Verfügbar unter <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/marke-36974/version-260421>
- Butz, A. & Krüger, A. (2017). *Mensch-Maschine-Interaktion*. Berlin: De Gruyter Oldenbourg. <https://doi.org/10.1515/9783110476378>
- Coppola, R. & Morisio, M. (2016). Connected Car. *ACM Computing Surveys*, 49(3), 1–36. <https://doi.org/10.1145/2971482>

- Creswell, J. W. & Creswell, J. D. (2018). *Research design. Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches* (5th edition, international student edition). Los Angeles: SAGE.
- Daimler AG. COMAND Touch by Mercedes-Benz [Computer software]: Daimler AG. Verfügbar unter <https://play.google.com/store/apps/details?id=com.daimler.ComandTouch.android>
- Daimler AG. (2018). *Revolution im Cockpit. Mercedes-Benz User Experience*. Verfügbar unter <https://www.daimler.com/innovation/case/connectivity/mbux.html>
- Daimler AG. (2019). *Der neue Mercedes-Benz GLS: Die S-Klasse unter den SUV. Komfort der Fondsitze und MBUX Fond Tablet: Auf dem Tablet serviert*. Verfügbar unter <https://media.daimler.com/marsMediaSite/ko/de/43615056>
- Denis, C. & Karsenty, L. (2003). Inter-Usability of Multi-Device Systems - A Conceptual Framework. In A. Seffah & H. Javahery (Hrsg.), *Multiple User Interfaces* (S. 373–385). Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1002/0470091703.ch17>
- Dippon, A. (2016). *Natural interaction in multi-device environments*. München.
- Dong, T., Churchill, E. F. & Nichols, J. (2016). Understanding the Challenges of Designing and Developing Multi-Device Experiences. In M. Foth, W. Ju, R. Schroeter & S. Viller (Hrsg.), *Proceedings of the 2016 ACM Conference on Designing Interactive Systems - DIS '16* (S. 62–72). New York, New York, USA: ACM Press.
- Duden (Duden, Hrsg.). (2019). *Definitio: Plattform*. Verfügbar unter <https://www.duden.de/rechtschreibung/Plattform>
- Eck, H. (1982). DAS SEMANTISCHE DIFFERENTIAL – ZUR ANWENDUNG IM BE- REICH DER ANTHROPOGEOGRAPHIE. *Geographische Zeitschrift*, 70(1), 56–68. Verfügbar unter www.jstor.org/stable/27818242
- Elmqvist, N. (2011). Distributed User Interfaces. State of the Art. In J. A. Gallud, R. Tesoriero & V. M.R. Penichet (Hrsg.), *Distributed User Interfaces* (Human-Computer Interaction Series, S. 1–12). London: Springer London. https://doi.org/10.1007/978-1-4471-2271-5_1
- Gaffney, G. (SitePoint, Hrsg.). (2005). *Why consistency is critical*. Verfügbar unter <https://www.sitepoint.com/why-consistency-is-critical/>

- Gao, M., Kortum, P. & Oswald, F. (2018). Psychometric Evaluation of the USE (Usefulness, Satisfaction, and Ease of use) Questionnaire for Reliability and Validity. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting*, 62(1), 1414–1418. <https://doi.org/10.1177/1541931218621322>
- Gärtner, M., Meschtscherjakov, A., Maurer, B., Wilfinger, D. & Tscheligi, M. (2014). "Dad, Stop Crashing My Car!". In L. N. Boyle (Hrsg.), *Proceedings of the 6th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications - AutomotiveUI '14* (S. 1–8). New York, New York, USA: ACM Press.
- Google. (o. J.a). *Cross-platform adaptation*, Google. Zugriff am 01.03.2020. Verfügbar unter <https://material.io/design/platform-guidance/cross-platform-adaptation.html#cross-platform-guidelines>
- Google (Google, Hrsg.). (o. J.b). *Custom Back*, Google. Zugriff am 01.03.2020. Verfügbar unter <https://developer.android.com/guide/navigation/navigation-custom-back>
- Google (Google, Hrsg.). (o. J.c). *Design guidance and code*. Zugriff am 01.03.2020. Verfügbar unter <https://material.io/design/>
- Grosjean, J. C. (2011). *Design d'interface et critère ergonomique 9: Cohérence*. Zugriff am 27.10.2019. Verfügbar unter <https://www.qualitystreet.fr/2011/01/23/design-dinterface-et-critere-ergonomique-9-coherence/>
- Halkosaari, H.-M., Sarjakoski, L. T., Ylirisku, S. & Sarjakoski, T. (2013). Designing a Multichannel Map Service Concept. *Human Technology*, 9(1), 72–91. <https://doi.org/10.17011/ht/urn.201305211723>
- Hassenzahl, M., Burmester, M. & Koller, F. (2003). AttrakDiff: Ein Fragebogen zur Messung wahrgenommener hedonischer und pragmatischer Qualität. In J. Ziegler & G. Szwillus (Hrsg.), *Mensch & Computer 2003. Interaktion in Bewegung*. B. G. Teubner.
- Heimsch, F., Niederer, R. & Zöfel, P. (2018). *Statistik im Klartext. Für Psychologen, Wirtschafts- und Sozialwissenschaftler* (Pearson Studium Psychologie, 2., aktualisierte und erweiterte Auflage). Hallbergmoos: Pearson.
- Hess, S., Meschtscherjakov, A., Ronneberger, T. & Trapp, M. (2011). Integrating mobile devices into the car ecosystem. In M. Tscheligi (Hrsg.), *Proceedings of the 3rd International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications - AutomotiveUI '11* (S. 210). New York, New York, USA: ACM Press.

- Hinderks, A., Schrepp, M., Rauschenberger, M., Olschner, S. & Thomaschewski, J. (2012). Konstruktion eines Fragebogens für jugendliche Personen zur Messung der User Experience. In Brau, H., Lehmann, A., Petrovic, K. & Schroeder, M. C. (Hrsg.), *Tagungsband UP12* (S. 78–83). Stuttgart. Verfügbar unter <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/5945;jsessionid=BCD401541220B2777F9A8C00AD94D6F0>
- Hinderks, A., Schrepp, M. & Thomaschewski, J. (2018). *UEQ. User Experience Questionnaire*. Verfügbar unter <https://www.ueq-online.org/>
- Hoffman, G., Gal-Oz, A., David, S. & Zuckerman, O. (2013). In-car game design for children. In N. Sawhney, E. Reardon & J. P. F@Hourcade (Hrsg.), *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children - IDC '13* (S. 112–119). New York, New York, USA: ACM Press.
- Homburg, C. (2017). *Marketingmanagement*. Wiesbaden: Springer Fachmedien Wiesbaden. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-13656-7>
- Inbar, O. & Tractinsky, N. (2011). Make a trip an experience. In D. Tan, S. Amershi, B. Begole, W. A. Kellogg & M. Tungare (Hrsg.), *Proceedings of the 2011 annual conference extended abstracts on Human factors in computing systems - CHI EA '11* (S. 1243). New York, New York, USA: ACM Press.
- Johnson, J. (2014). *Designing with the mind in mind. Simple guide to understanding user interface design guidelines* (2nd ed.). Waltham, Mass: Morgan Kaufmann. Retrieved from <http://proquest.tech.safaribooksonline.de/9780124079144>
- Jokela, T., Ojala, J. & Olsson, T. (2015). A Diary Study on Combining Multiple Information Devices in Everyday Activities and Tasks. In B. Begole, J. Kim, K. Inkpen & W. Woo (Hrsg.), *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems - CHI '15* (S. 3903–3912). New York, New York, USA: ACM Press.
- Kallus, K. W. (2016). *Erstellung von Fragebogen* (utb-studi-e-book, Bd. 4465, 2., aktualisierte und überarbeitete Auflage). Wien: facultas. Verfügbar unter <http://www.utb-studi-e-book.de/9783838544656>
- Kim, S. W., Jo, H. K. & Ha, D. Y. (2011). Different UI, Same UX: A Design Concept for Implementing a Locally-Optimized and Globally-Unified User Experience. In A. Marcus (Ed.), *Design, user experience and usability. Theory, methods, tools and practice ;*

- first international conference, DUXU 2011, held as part of HCI International 2011, Orlando, FL, USA, July 9 - 14, 2011 ; proceedings, part II* (Lecture Notes in Computer Science, vol. 6770, pp. 440–448). Berlin: Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-21708-1_50
- Lackes, R. & Siepermann, M. (Gablers Wirtschaftslexikon, Hrsg.). (2017). *Smart Devices*. Zugriff am 21.07.2017. Verfügbar unter <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/76910/smart-devices-v9.html>
- Laugwitz, B., Schrepp, M. & Held, T. (2006). Konstruktion eines Fragebogens zur Messung der User Experience von Softwareprodukten. In A. M. Heinecke & H. Paul (Hrsg.), *Mensch und Computer 2006. Mensch und Computer im StrukturWandel* (S. 125–134). München: De Gruyter. Verfügbar unter <https://dl.gi.de/handle/20.500.12116/6843?show=full>
- Leonhart, R. (2010). *Datenanalyse mit SPSS* (Psychlehrbuchplus). Göttingen: Hogrefe. Verfügbar unter <http://elibrary.hogrefe.de/9783840921643/U1>
- Levin, M. (2014). *Designing multi-device experiences. An ecosystem approach to user experiences across devices* (1. ed.). Sebastopol Calif. u.a.: O'Reilly & Associates.
- Loehmann, S., Landau, M., Koerber, M., Hausen, D., Proppe, P. & Hackenschmied, M. (2014). The Periscope: An Experience Design Case Study. In L. N. Boyle (Hrsg.), *Proceedings of the 6th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications - AutomotiveUI '14* (S. 1–10). New York, New York, USA: ACM Press.
- Lohmüller, V. (2019). *Second Screen Applications: A Multi-Platform Software Development Kit and Optimization of Human-Computer Interaction in Distributed Systems*. Dissertation. Universität Regensburg, Regensburg. Zugriff am 13.05.2020. Verfügbar unter <https://epub.uni-regensburg.de/41136/>
- Lohmüller, V., Schmaderer, D. & Wolff, C. (2018). Heuristiken für Second-Screen-Anwendungen. In R. Dachsel & G. Weber (Hrsg.), *Mensch und Computer 2018 - Tagungsband* (S. 185–194). Bonn. <https://doi.org/10.18420/MUC2018-MCI-0266>
- Lund, A. (2001). Measuring Usability with the USE Questionnaire. *Usability and User Experience Newsletter of the STC Usability SIG*, 8.
- Majrashi, K. (2016). *Cross-platform user experience*. RMIT University. Verfügbar unter <https://researchbank.rmit.au/view/rmit:161955>

- Martinie, C. & Palanque, P. (2015). Design, Development and Evaluation Challenges for Future Mobile User Interfaces in Safety-Critical Contexts. In J. Cauchard, J. Landay & Y. Li (Hrsg.), *Proceedings of the 2015 Workshop on Future Mobile User Interfaces - FutureMobileUI '15* (S. 5–7). New York, New York, USA: ACM Press.
- Meschtscherjakov, A., Perterer, N., Trösterer, S., Krischkowsky, A. & Tscheligi, M. (2017). The Neglected Passenger—How Collaboration in the Car Fosters Driving Experience and Safety. In G. Meixner & C. Müller (Hrsg.), *Automotive User Interfaces* (Human-Computer Interaction Series, Bd. 106, S. 187–213). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-49448-7_7
- Micko, H. C. (1962). Die Bestimmung subjektiver Ähnlichkeiten mit dem semantischen Differential. *Zeitschrift für experimentelle und angewandte Psychologie*, 9, 242–280.
- Moran, K. (2019). *Usability Heuristic 4: Consistency and Standards - YouTube*, Nielsen Norman Group. Zugriff am 07.05.2020. Verfügbar unter <https://www.youtube.com/watch?v=Ibndy9KLOSQ>
- Nagel, W. (2016). *Multiscreen UX design. Developing for a multitude of devices*. Waltham, MA, USA: Morgan Kaufmann is an imprint of Elsevier.
- Neate, T., Jones, M. & Evans, M. (2017). Cross-device media. A review of second screening and multi-device television. *Personal and Ubiquitous Computing*, 21(2), 391–405. <https://doi.org/10.1007/s00779-017-1016-2>
- Nebeling, M., Mints, T., Husmann, M. & Norrie, M. (2014). Interactive development of cross-device user interfaces. In M. Jones, P. Palanque, A. Schmidt & T. Grossman (eds.), *CHI 2014, one of a CHIInd. Conference proceedings : Toronto, Canada, April 26 - May 1, 2014 ; the 32nd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems* (S. 2793–2802). New York, NY: Assoc. for Computing Machinery.
- Nielsen, J. (1994). *10 Heuristics for User Interface Design*. Zugriff am 06.05.2020. Verfügbar unter <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- Nielsen, J. (1996). *Seductive User Interfaces*. Zugriff am 04.05.2020. Verfügbar unter <https://www.nngroup.com/articles/seductive-user-interfaces/>
- Nikolov, A. (UX Collective, Hrsg.). (2017). *Design principle: Consistency. The most known and the most fragile design principle*. Verfügbar unter <https://uxdesign.cc/design-principle-consistency-6b0cf7e7339f>

- Norman, D. A. (1983). Design rules based on analyses of human error. *Communications of the ACM*, 26(4), 254–258. <https://doi.org/10.1145/2163.358092>
- Oliveira, L., Luton, J., Iyer, S., Burns, C., Mouzakitis, A., Jennings, P. et al. (2018). Evaluating How Interfaces Influence the User Interaction with Fully Autonomous Vehicles. In Unknown (Hrsg.), *Proceedings of the 10th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications - AutomotiveUI '18* (S. 320–331). New York, New York, USA: ACM Press.
- Osgood, C. E. (1952). The nature and measurement of meaning. *Psychological Bulletin*, 49(3), 197–237. <https://doi.org/10.1037/h0055737>
- Osgood, C. E., Suci, G. J. & Tannenbaum, P. H. (1957). *The measurement of meaning* (Bd. 47): University of Illinois Press.
- Paternò, F. (2019). Concepts and design space for a better understanding of multi-device user interfaces. *Universal Access in the Information Society*, 42(2–4), 1–24. <https://doi.org/10.1007/s10209-019-00650-5>
- Perterer, N., Meschtscherjakov, A. & Tscheligi, M. (2015). Co-Navigator. In G. Burnett, J. Gabbard, P. Green & S. Osswald (Hrsg.), *Proceedings of the 7th International Conference on Automotive User Interfaces and Interactive Vehicular Applications - AutomotiveUI '15* (S. 187–194). New York, New York, USA: ACM Press.
- Pyla, P., Tungare, M. & Pérez-Quñones, M. (2005). Multiple user interfaces: Why consistency is not everything, and seamless task migration is key, 1–4.
- Raptis, D., Kjeldskov, J. & Skov, M. B. (2016). Continuity in Multi-Device Interaction. In Unknown (Hrsg.), *Proceedings of the 9th Nordic Conference on Human-Computer Interaction - NordiCHI '16* (S. 1–10). New York, New York, USA: ACM Press.
- Rowland, C. (2015a). Cross-Device Interactions and Interusability. In C. Rowland, A. Light, A. Lui, E. Goodman & M. Charlier (Eds.), *Designing connected products. UX for the consumer Internet of things* (pp. 337–380). Sebastopol, Calif.: O'Reilly.
- Rowland, C. (2015b). Product/ Service Deifintion an Strategy. In C. Rowland, A. Light, A. Lui, E. Goodman & M. Charlier (Eds.), *Designing connected products. UX for the consumer Internet of things* (pp. 111–151). Sebastopol, Calif.: O'Reilly.
- Sánchez-Adame, L. M., Mendoza, S., Meneses Viveros, A. & Rodríguez, J. (2019a). Consistency in Multi-device Environments: A Case Study. In K. Arai, R. Bhatia & S. Kapoor (Hrsg.), *Intelligent Computing* (Advances in Intelligent Systems and Computing,

- Bd. 997, S. 232–242). Cham: Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-22871-2_17
- Sánchez-Adame, L. M., Mendoza, S., Meneses Viveros, A. & Rodríguez, J. (2019b). Towards a Set of Design Guidelines for Multi-device Experience. In M. Kurosu (Hrsg.), *Human-Computer Interaction. Perspectives on Design* (Lecture Notes in Computer Science, Bd. 11566, S. 210–223). Cham: Springer International Publishing.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-22646-6_15
- Sauro, J. & Lewis, J. R. (2012). *Quantifying the user experience. Practical statistics for user research* (Safari Tech Books Online). Amsterdam: Morgan Kaufmann/Elsevier.
- Schäfer, T., Jud, C. & Mikusz, M. (2015). Plattform-Ökosysteme im Bereich der intelligent vernetzten Mobilität: Eine Geschäftsmodellanalyse. *HMD Praxis der Wirtschaftsinformatik*, 52(3), 386–400. <https://doi.org/10.1365/s40702-015-0126-4>
- Schneider, A. (2019). *Multi-Device Cross-Platform User Experience for Rear Seat Entertainment System*. Masterarbeit. Universität Ulm, Ulm.
- Schrepp, M., Hinderks, A. & Thomaschewski, J. (2016). *User Experience mit Fragebögen evaluieren - Tipps und Tricks für Datenerhebung, Auswertung und Präsentation der Ergebnisse*. <https://doi.org/10.18420/muc2016-up-0016>
- Seyed, T., Burns, C., Costa Sousa, M. & Maurer, F. (2013). From small screens to big displays. understanding interaction in multi-display environments. In J. Kim, J. Nichols & P. Szekely (Hrsg.), *Proceedings of the companion publication of the 2013 international conference on Intelligent user interfaces companion - IUI '13 Companion* (S. 33–36). New York, New York, USA: ACM Press.
- Shin, D.-H. (2016). Cross-Platform Users' Experiences Toward Designing Interusable Systems. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 32(7), 503–514.
<https://doi.org/10.1080/10447318.2016.1177277>
- Shneiderman, B. & Plaisant, C. (2016). *Designing the user interface. Strategies for effective human-computer interaction* (Sixth Edition).
- Sørensen, H., Raptis, D., Kjeldskov, J. & Skov, M. B. (2014). The 4C framework. In A. J. Brush, A. Friday, J. Kientz, J. Scott & J. Song (Hrsg.), *Proceedings of the 2014 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing - UbiComp '14 Adjunct* (S. 87–97). New York, New York, USA: ACM Press.

- Spiegel, M. R. & Stephens, L. J. (2007). *Statistik. Das Lehrbuch ; mit 337 Tabellen* (SCHAUM's Repetitorien, Bd. 8374, [Nachdr. der] 1. Aufl. 2003). Bonn: mitp.
- Spies, M. & Wenger, K. (2018). *Branded interactions. Lebendige Markenerlebnisse für eine neue Zeit* (Dritte komplett überarbeitete und erweiterte Auflage). Mainz: Verlag Hermann Schmidt.
- Spool, J. (Medium, Hrsg.). (2018). *Consistency in Design is the Wrong Approach*. Verfügbar unter <https://medium.com/@jmspool/consistency-in-design-is-the-wrong-approach-3cfbc87a327>
- Turunen, M. & Mäntymäki, M. (2018). Collective consciousness in business ecosystems. In Sami Hyrynsalmi, Arho Suominen, Christopher Jud, Xiaofeng Wang, Jan Bosch, Jürgen Münch: (Hrsg.), *Proceedings of the International Workshop on Software-intensive Business: Start-ups, Ecosystems and Platforms (SiBW 2018), Espoo, Finland, December 3, 2018* (S. 105–114). Verfügbar unter <http://ceur-ws.org/Vol-2305/paper08.pdf>
- Voigt, K.-I., Möhrle, M., Specht, D. & Markgraf, D. (Gablers Wirtschaftslexikon, Hrsg.). (2018). *Produkt*. Zugriff am 11.11.2019. Verfügbar unter <https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/produkt-42902/version-266242>
- Wäljas, M., Segerstahl, K., Väänänen-Vainio-Mattila, K. & Oinas-Kukkonen, H. (2010). Cross-platform service user experience. In M. de Sá (ed.), *Proceedings of the 12th international conference on Human computer interaction with mobile devices and services* (S. 219). New York, NY: ACM.
- Walker, R. (2003, 30. November). The Guts of a New Machine. *The New York Times Magazine*. Verfügbar unter <http://www.nytimes.com/2003/11/30/magazine/the-guts-of-a-new-machine.html>
- Wallace, J. R., Mandryk, R. L. & Inkpen, K. M. (2008). Comparing content and input redirection in MDEs. In B. Begole & D. W. McDonald (Hrsg.), *Proceedings of the ACM 2008 conference on Computer supported cooperative work - CSCW '08* (S. 157–166). New York, New York, USA: ACM Press.
- Wilfinger, D., Meschtscherjakov, A., Murer, M., Osswald, S. & Tscheligi, M. (2011). Are We There Yet? A Probing Study to Inform Design for the Rear Seat of Family Cars. In D. Hutchison, T. Kanade, J. Kittler, J. M. Kleinberg, F. Mattern, J. C. Mitchell et al. (Hrsg.), *Human-Computer Interaction – INTERACT 2011* (Lecture Notes in Computer

Science, Bd. 6947, S. 657–674). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg.

https://doi.org/10.1007/978-3-642-23771-3_48

Wong, E. (2019). *Principle of Consistency and Standards in User Interface Design*, Interaction design Foundation. Verfügbar unter <https://www.interaction-design.org/literature/article/principle-of-consistency-and-standards-in-user-interface-design>