

Bachelorthesis

Vor- und Zuname	geb. am	in:	Matr.-Nr.:
Timo Otte	31.05.1990	Bremen	2189355

Titel:

„Mass Customization - Erstellung eines Konzeptes zur Hard Customization von Smartphones unter besonderer Berücksichtigung der Modularisierung“

Abgabedatum: 09.08.2018

Betreuender Professor: Herr Prof. Dr. Thulesius

Zweiter Prüfer: Frau Prof. Dr. Brumberg

Fakultät Wirtschaft und Soziales

Department Wirtschaft

Studiengang:

Logistik/Technische Betriebswirtschaftslehre

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	IV
1 Einleitung	1
1.1 Problemstellung	1
1.2 Ziel der Arbeit	3
1.3 Vorgehen	3
2 Mass Customization	4
2.1 Einzel- und Massenfertigung	4
2.2 Ziel und Nutzen der Mass Customization	6
2.3 Ausprägungen der Mass Customization	9
2.3.1 Funktionsweise und Nutzen der Soft Customization	9
2.3.2 Funktionsweise und Nutzen der Hard Customization	10
2.4 Modularisierung	11
2.4.1 Voraussetzungen und Nutzen von Modularisierung	11
2.4.2 Modularisierung am Beispiel der Volkswagen AG.....	13
2.4.3 Modularisierung am Beispiel der Dell GmbH.....	15
3 Modularisierung eines Smartphones	16
3.1 Analyse der Bauteile eines Smartphones unter dem Aspekt der Modularisierung	16
3.2 Versuch zur Modularisierung eines Smartphones von Google	21
3.3 Modularisierung am Beispiel des LG G5	22
3.4 Fehler bei Modularisierungsversuchen.....	23
3.4.1 Mögliche Gründe des Misserfolgs des LG G5	23
3.4.2 Mögliche Gründe des Misserfolgs von Project Ara	25
3.5 Voraussetzungen für die Modularisierung eines Smartphones	27
4 Bewertung des Konzepts und der Voraussetzungen.....	33

4.1 Risiken der Umsetzung.....	33
4.2 Chancen durch die Modularisierung	35
5 Zusammenfassung und Ausblick.....	38
Literaturverzeichnis	V
Eidesstattliche Erklärung.....	XIV

Abkürzungsverzeichnis

F&E	Fertigung und Entwicklung
HDMI	High Definition Multimedia Interface
SD-Karte	Secure Digital Memory Card
MQB	Modularer Querbaukasten
SDRAM	Synchronous Dynamic Random Access Memory
USB	Universal Serial Bus
VR	Virtual Reality

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die vier Ebenen von Mass Customization.....	7
Abbildung 2: Synergieeffekte der Modulstrategie.....	14
Abbildung 3: Modulares Smartphone von Dave Hakkens.....	25

1 Einleitung

1.1 Problemstellung

Die Smartphone-Industrie steht vor einem Umbruch. Im Zuge der zunehmenden Globalisierung kommt es zu einer stetig wachsenden Produktvielfalt für Kunden. Produkte und Waren können online aus fast allen Ländern dieser Welt bestellt werden.¹ Eine veränderte Erwartungshaltung, der Kunden an die Unternehmen, ist das Resultat. Dem Kunden wird die Möglichkeit geboten, seine individuellen Bedürfnisse zu befriedigen und sich nicht mit einer Standardlösung zufriedengeben zu müssen.²

Diese Veränderung der Kundenwünsche wird insbesondere in der Automobilbranche deutlich. In den 1880er-Jahren wurden die ersten Automobile noch in Einzelfertigung hergestellt. Es handelte sich um ein Luxusgut für die Oberklasse, da die Produktionskosten entsprechend hoch waren.³

Als Henry Ford zu Beginn des 20. Jahrhunderts die Fließbandfertigung bei Ford einführte, machte er das Automobil für jedermann finanziell erschwinglich und somit zugänglich.⁴ Das zentrale Kundenbedürfnis war die eigene Versorgung mit einem Pkw.⁵

Nachdem dieses Bedürfnis befriedigt war, entwickelte sich der Trend, dass der Konsument sich mit seinem Pkw von anderen Autofahrern abgrenzen wollte.⁶ Durch das Eingehen der Unternehmen auf die Kunden, wurde die Produktpalette breiter. Dem Kunden stehen verschiedene Marken und Modelle zur Verfügung, aus denen er sich das am besten zu ihm passende aussuchen kann. In dem Zusammenhang spricht man auch von der Variantenvielfalt.⁷ Da Konsumenten seit jeher nach Individualität streben, macht sich diese Entwicklung auch in der Automobilindustrie bemerkbar. Jeder Kunde hat individuelle Vorstellungen von seinem

¹ Vgl. Ternès et al., *Konsumentenverhalten im Zeitalter der Mass Customization*, S. 9.

² Vgl. Ebenda, S. 13.

³ Vgl. Reif, *Grundlagen Fahrzeug- und Motorentechnik*, S. 2 f.

⁴ Vgl. Ebenda.

⁵ Vgl. Piller, *Kundenindividuelle Massenproduktion*, S. 21 ff.

⁶ Vgl. Ebenda.

⁷ Vgl. Reif, *Grundlagen Fahrzeug- und Motorentechnik*, S. 4.

persönlichen Automobil und möchte, dass diese auch berücksichtigt und umgesetzt werden.⁸ Die Unternehmen sahen sich vor der Herausforderung, dies in ihren Produktionsprozess zu integrieren, ohne dabei die Kosten merklich in die Höhe zu treiben. Das gelang insbesondere mit dem Prinzip der Mass Customization, welches zwischen der Soft- und der Hard Customization unterteilt wird, sowie der Modularisierung einzelner Baugruppen eines Automobils.⁹ Die Modularisierung wird dabei der Hard Customization zugeordnet.¹⁰

Bei den Verkaufszahlen von Smartphones in Deutschland innerhalb der letzten drei Jahre, von 2015 bis 2017, sind stetige Rückgänge zu verzeichnen. Wurden im Jahr 2015 noch 25,1 Millionen Smartphones verkauft,¹¹ so waren es 2017 nur noch 22,8 Millionen.¹² Dies entspricht einem Rückgang von ca. 9,2 % in nur zwei Jahren. Auch bei den weltweiten Verkaufszahlen gab es im vierten Quartal 2017 erstmals einen Rückgang der Verkaufszahlen im Vergleich zum Vorjahr mit 5,6 %¹³

Ein Vergleich dieser Situation mit der Entwicklung der Produktion in der Automobilbranche lässt eindeutige Parallelen erkennen. Die Smartphone-Industrie befindet sich im Stadium der Variantenvielfalt, in dem viele verschiedene Marken und Modelle zur Auswahl stehen. Das Streben des Kunden nach Individualisierung übt automatisch einen Handlungsdruck auf die produzierenden Unternehmen aus. Im Anbetracht der rückgängigen Verkaufszahlen liegt der Rückschluss nahe, dass die Unternehmen etwas an ihrem Konzept ändern müssen. An diesem Punkt könnte, analog zur Entwicklung in der Automobilbranche, die Hard Customization mit dem Konzept der Modularisierung ins Spiel kommen.

⁸ Vgl. Ternès et al., *Konsumentenverhalten im Zeitalter der Mass Customization*, S. 14.

⁹ Vgl. Hüttenrauch und Baum, *Effiziente Vielfalt*, S. 127 ff.

¹⁰ Vgl. Wirtz und Burmann, *Ganzheitliches Direktmarketing*. S. 383 f.

¹¹ Vgl. N.N., „*Infografiken-gfu-Smartphones-2017.jpg (JPEG-Grafik, 1956 × 2376 Pixel) - Skaliert (30%)*“.

¹² Vgl. N.N., „*Infografiken-gfu-smartphones-2018.jpg (JPEG-Grafik, 2481 × 3508 Pixel) - Skaliert (20%)*“.

¹³ Vgl. N.N., „*Gartner Says Worldwide Sales of Smartphones Recorded First Ever Decline During the Fourth Quarter of 2017*“.

1.2 Ziel der Arbeit

Das Ziel dieser Bachelor-Thesis ist es, zu erforschen, mit welchem Konzept die Einführung eines modularen Smartphones funktionieren könnte. Zur Entwicklung eines modularen Smartphones gab es bereits einschlägige Projekte von etablierten Unternehmen. Diese sollen im Rahmen dieser Bachelor-Thesis analysiert werden, um die folgende Frage beantworten zu können:

„Wie kann der Ansatz der Hard Customization, unter besonderer Berücksichtigung der Modularisierung, erfolgreich auf die Produktion von Smartphones angewendet werden?“

1.3 Vorgehen

Im Rahmen dieser Arbeit werden zunächst die theoretischen Grundlagen geklärt. Es wird im Kapitel 2 erläutert, wie die Mass Customization die Vorteile der Einzel- und Massenfertigung verbindet und welche Ausprägungen der Mass Customization es gibt. Anschließend wird das Prinzip der Modularisierung dargestellt und mit zwei Praxisbeispielen ausgeführt. Im Kapitel 3 werden zunächst die Bauteile eines Smartphones unter dem Aspekt der Modularisierung analysiert. Daraufhin werden 2 Praxisbeispiele für die Modularisierung von Smartphones dargestellt, um darauf aufbauend mögliche Gründe des Misserfolges der beiden Versuche herauszustellen. Auf dieser Basis sollen die Voraussetzungen für die Modularisierung eines Smartphones entwickelt werden und damit eine Antwort auf die Forschungsfrage *„Wie kann der Ansatz der Hard Customization, unter besonderer Berücksichtigung der Modularisierung, erfolgreich auf die Produktion von Smartphones angewendet werden?“* liefern zu können. Im Kapitel 4 werden die Chancen und Risiken der Modularisierung eines Smartphones gegenübergestellt, um abschließend im Kapitel 5 ein Fazit zu ziehen und einen Ausblick auf weitere mögliche Entwicklungen bieten zu können.

2 Mass Customization

In diesem Kapitel werden die Produktionsvarianten der Einzel- und der Massenfertigung sowie deren Vor- und Nachteile herausgestellt. Die Mass Customization führt diese beiden Varianten zusammen und schafft eine neue Produktionsvariante.¹⁴ Der Ablauf und der Nutzen, welcher sich daraus ergibt, werden in Kapitel 2.2 erläutert. Im Kapitel 2.3 werden die Ausprägungen der Mass Customization, Soft- und Hard Customization, beschrieben, um anschließend auf die Modularisierung, als Konzept der Hard Customization, einzugehen. Des Weiteren werden die Voraussetzungen, der Nutzen und zwei Praxisbeispiele der Modularisierung herausgestellt.

2.1 Einzel- und Massenfertigung

Beim Konzept der Einzelfertigung stehen die Kundenwünsche im Mittelpunkt der Produktion, die Produkte werden an die individuellen Kundenwünsche angepasst und entsprechend produziert.¹⁵ In diesem Zusammenhang wird von der Individualisierung gesprochen.¹⁶ Bei der Einzelfertigung beginnt die Produktion erst mit dem Eingang eines Kundenauftrags, es finden keine vorbereitenden Tätigkeiten, wie beispielsweise das Rüsten, statt.¹⁷ Die im Rahmen der Einzelfertigung hergestellten Produkte sind Unikate.¹⁸

Ein Nachteil der Einzelfertigung ist die erhöhte Lieferzeit und somit die längere Wartezeit des Kunden, bis er sein Endprodukt erhält.¹⁹ Außerdem steigen die Kosten, da die Produkte individuell hergestellt werden.²⁰ Die Wünsche des Kunden sind vorab nicht bekannt und Skaleneffekte können somit nicht realisiert werden.²¹ Der Vorteil liegt in der Individualisierung für den Kunden, er bekommt das Produkt so, wie er es sich vorstellt und es benötigt. Weiter ist er bis zu einem gewissen Grad bereit, den höheren Preis dafür zu zahlen.²² Hinzu kommt die

¹⁴ Vgl. Blecker und Friedrich, *Mass Customization: Challenges and Solutions*, S. 2.

¹⁵ Vgl. Voigt, „*Definition: Einzelproduktion*“.

¹⁶ Vgl. Westkämper und Löffler, *Strategien der Produktion*, S. 66.

¹⁷ Vgl. Wenger et al., *Business Excellence in Produktion und Logistik*, S. 194 ff.

¹⁸ Ebenda, S. 189.

¹⁹ Vgl. Ebenda, S. 195.

²⁰ Vgl. Westkämper und Löffler, *Strategien der Produktion*, S. 87.

²¹ Vgl. Wittmann, *Enzyklopädie der Betriebswirtschaftslehre. Bd. 1 Teilbd. 3*, S. 3386.

²² Vgl. Westkämper und Löffler, *Strategien der Produktion*, S. 87.

größere Flexibilität des produzierenden Unternehmens in der Herstellung. Auf veränderte Markt- und Kundenanforderungen kann schnell reagiert werden, um diese mit in den Produktionsprozess mit einzubeziehen.²³

Bei der Massenfertigung werden keine individuellen Kundenwünsche berücksichtigt.²⁴ Ein Produkt wird in hoher Stückzahl hergestellt, ohne dass es dafür einen Kundenauftrag gibt.²⁵ Die Massenfertigung ist eine Art Gegenstück zu der Einzelfertigung.²⁶ Hierbei wird auf Vorrat produziert, das heißt, die Produktion erfolgt unabhängig von einem konkreten Kundenauftrag.²⁷ Es werden, auf der Grundlage von Daten aus der Vergangenheit, Absatzprognosen für die Zukunft erstellt, an denen sich die Produktion orientiert.²⁸

Die Nachteile ergeben sich dabei aus den Vorteilen der Einzelfertigung. Der Produktionsprozess ist unflexibel, da er nur auf die Herstellung eines Produktes ausgelegt ist und eine Umstellung einen hohen Aufwand mit sich ziehen würde.²⁹ Des Weiteren werden die Kundenwünsche nicht berücksichtigt, was bedeutet, dass die Kundenwünsche und die Kunden dem Unternehmen generell unbekannt sind.³⁰ Hinzu kommt, dass Mitarbeiter oftmals sehr monotone Tätigkeiten ausüben, was sich negativ auf die Arbeitsmoral auswirkt.³¹ Ein Vorteil liegt in der Spezialisierung auf ein Produkt, wodurch grundsätzlich eine hohe Qualität möglich ist.³² Auch ist durch gute Planbarkeit eine Realisierung hoher Skaleneffekte möglich. Diese Kostenersparnisse können an den Kunden weitergegeben werden und machen sich im Kaufpreis bemerkbar.³³

²³ Vgl. Wenger et al., *Business Excellence in Produktion und Logistik*, S. 186.

²⁴ Vgl. Voigt, „*Definition: Massenproduktion*“.

²⁵ Vgl. Künzel, *Erfolgsfaktor Lean Management 2.0*, S. 138 f.

²⁶ Vgl. Wildebrand, *Kundenindividuelle Massenproduktion zur Bewältigung überkapazitätsbedingter Unternehmenskrisen*, S. 60.

²⁷ Vgl. Meyr und Fleischmann, *Simultane Losgrößen- und Reihenfolgeplanung für kontinuierliche Produktionslinien*, S. 15.

²⁸ Vgl. Ebenda, S. 16.

²⁹ Vgl. Voigt, „*Definition: Massenproduktion*“.

³⁰ Vgl. Künzel, *Erfolgsfaktor Lean Management 2.0*, S. 138 f.

³¹ Vgl. Institut für Angewandte Arbeitswissenschaft, *5S als Basis des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses*, S. 17.

³² Vgl. König, *Geschichte der Konsumgesellschaft*, S. 47.

³³ Vgl. Voigt, „*Definition: Massenproduktion*“.

2.2 Ziel und Nutzen der Mass Customization

Das Prinzip der Mass Customization ist eine Zusammenführung der Einzel- und der Massenfertigung.³⁴ Der Begriff steht für die kundenindividuelle Massenproduktion und vereint diese zwei grundsätzlich gegensätzlichen Begriffe zu einem neuen Produktionskonzept.³⁵ Kurz gefasst soll die Produktion eines individuellen Produktes zum Preis eines Standardproduktes ermöglicht werden.³⁶ Das Ziel ist dabei die Bedienung möglichst großer Absatzmärkte bei gleichzeitiger Erfüllung der Bedürfnisse eines jeden Einzelnen.³⁷

Die Produktionsaktivitäten der Mass Customization können dabei in zwei verschiedene Gruppen unterteilt werden.³⁸ Wie bereits in Kapitel 2.1 dargestellt, finden bei der Einzelfertigung keine vorbereitenden Tätigkeiten statt, die Mass Customization unterscheidet sich in diesem Punkt.³⁹ Hier finden bereits erste Aktivitäten statt, ohne dass es einen Kundenauftrag gibt, sie sind unabhängig von einer konkreten Transaktion.⁴⁰ Dieser Teil der Produktion wurde aus der Massenfertigung übernommen.⁴¹ Darüber hinaus gibt es die Aktivitäten in Zusammenarbeit mit einem konkreten Kunden, die an den vorbereitenden Tätigkeiten ansetzen.⁴² Der Kunde hat somit, wie in der Einzelfertigung, einen konkreten Einfluss auf das Endprodukt.⁴³ Da der Produktaufbau grundsätzlich der gleiche ist und keine uneingeschränkte Flexibilität vorliegt, ist die Mass Customization von der Einzelfertigung klar abzugrenzen, sie kann diese nicht ersetzen.⁴⁴ Um den Kunden erfolgreich in den Prozess einbinden zu können, bedarf es geeigneter Schnittstellen.⁴⁵ Im Kapitel 3.5 wird dieser Aspekt detaillierter analysiert. Die Basis der Mass Customization bilden Module, die teils standardisiert und teil individualisiert sind.⁴⁶ Dieses Vorgehen wird im Kapitel 2.4.1 unter dem Thema der Modularisierung dargestellt.

³⁴ Vgl. Blecker und Friedrich, *Mass Customization: Challenges and Solutions*, S. 2.

³⁵ Vgl. Piller und Stotko, *Mass Customization und Kundenintegration*, S. 21.

³⁶ Vgl. Ebenda.

³⁷ Rogoll und Piller, *Konfigurationssysteme für Mass Customization und Variantenproduktion*, S. 11.

³⁸ Vgl. Ebenda, S. 12.

³⁹ Vgl. Ebenda, S. 11.

⁴⁰ Vgl. Ebenda.

⁴¹ Vgl. Voigt, „*Definition: Massenproduktion*“.

⁴² Vgl. Rogoll und Piller, *Konfigurationssysteme für Mass Customization und Variantenproduktion*, S. 12.

⁴³ Vgl. Voigt, „*Definition: Einzelproduktion*“.

⁴⁴ Rogoll und Piller, *Konfigurationssysteme für Mass Customization und Variantenproduktion*, S. 12.

⁴⁵ Ebenda.

⁴⁶ Ebenda.

Um das Konzept der Mass Customization erfolgreich anwenden zu können, müssen die vier Ebenen der Mass Customization (siehe Abbildung 1) untereinander abgestimmt werden.⁴⁷

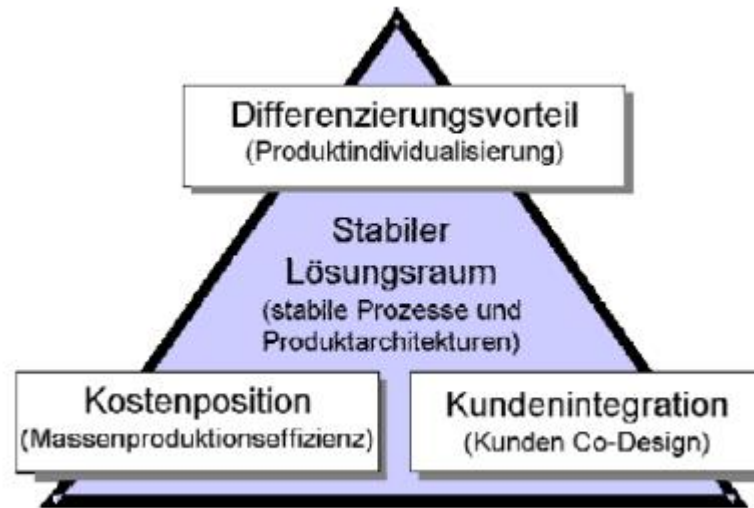


Abbildung 1: Die vier Ebenen von Mass Customization⁴⁸

Der Differenzierungsvorteil bietet einem Unternehmen die Möglichkeit, sich von Wettbewerbern abzugrenzen und dem Kunden ein Produkt anzubieten, welches er sonst am Markt nicht erhält.⁴⁹ Die Kostenebene beinhaltet das Potenzial, die Kosten über die Massenproduktion, und aufgrund von sinkenden Lagerbeständen der Fertigwaren, zu reduzieren.⁵⁰ Über die Beziehungsebene wird der Kunde mit in den Prozess einbezogen, sodass in diesem Zusammenhang vom Kunden als Co-Designer die Rede ist.⁵¹ Durch den persönlichen

⁴⁷ Vgl. Piller und Stotko, *Mass Customization und Kundenintegration*, S. 61.

⁴⁸ Albers und Herrmann, *Handbuch Produktmanagement Strategieentwicklung -- Produktplanung -- Organisation -- Kontrolle*, S. 946.

⁴⁹ Vgl. Piller und Stotko, *Mass Customization und Kundenintegration*, S. 61.

⁵⁰ Vgl. Ebenda, S. 62.

⁵¹ Vgl. Ebenda, S. 62 f.

Kundenkontakt kann ein Produkt erstellt werden, das jedem einzelnen Kunden einen Mehrwert nach seinen individuellen Vorstellungen generiert.⁵² Die vierte Ebene betrifft den Lösungsraum, welcher die Basis für die Kundenintegration, sowie die Produkt- und Prozessarchitektur bildet.⁵³ Der Lösungsraum beeinflusst die drei anderen Ebenen und wird seinerseits von den anderen Ebenen beeinflusst und ständig optimiert.⁵⁴ Werden diese vier Ebenen berücksichtigt und integriert, können daraus die Vorteile der Einzel- und Massenfertigung kombiniert und für das eigene Unternehmen genutzt werden.⁵⁵

Durch den hohen Grad an Individualisierung des Produktes und dadurch, dass der Kunde selbst in den Produktionsprozess mit eingreifen kann, erhöht sich die Kundenbindung.⁵⁶ Hinzu kommt, dass durch das Eingreifen der Kunden die Kundenwünsche besser bekannt sind und daraus weitere Vorteile gezogen werden können, in dem auch die Individualisierungsmöglichkeiten präziser auf die Kundenbedürfnisse zugeschnitten sind.⁵⁷ Es können weitere Kunden hinzugewonnen werden, der Marktanteil steigert sich und auch Nischenmärkte können bedient werden.⁵⁸ Die Fertigung nach dem Kundenauftrag ermöglicht zusätzlich die Senkung der Lagerkosten, da keine Fertigwaren gelagert werden müssen.⁵⁹ Um dennoch eine schnelle Lieferung zu ermöglichen, wird ein Baukastensystem (siehe Kapitel 2.4 Modularisierung) genutzt.⁶⁰ Dabei kann ein Teil für die Produktion von verschiedenen Endprodukten verwendet werden.⁶¹ Diese Kombination ermöglicht die Nutzung von Skaleneffekten, also geringeren Einkaufskosten, welche an die Kunden weitergegeben werden können.⁶² Insgesamt wird es somit ermöglicht, die individualisierten Produkte zu einem Preis anzubieten, der annähernd auf dem Niveau von Massenwaren liegt.⁶³ Diese Wettbewerbsvorteile führen zum Erfolg von Mass Customization und sollen die Basis für das Konzept in Kapitel 3.5 darstellen.⁶⁴

⁵² Vgl. Ebenda.

⁵³ Vgl. Ebenda, S. 63.

⁵⁴ Vgl. Ebenda.

⁵⁵ Vgl. Rogoll und Piller, *Konfigurationssysteme für Mass Customization und Variantenproduktion*, S. 13.

⁵⁶ Vgl. Piller, *Mass customization: ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter*, S. 237.

⁵⁷ Vgl. Ebenda, S. 244.

⁵⁸ Vgl. Ebenda, S. 211.

⁵⁹ Vgl. Ebenda, S. 234.

⁶⁰ Vgl. Ebenda, S. 243.

⁶¹ Vgl. Ebenda.

⁶² Vgl. Ebenda, S. 235 ff.

⁶³ Vgl. Ebenda, S. 236 f.

⁶⁴ Vgl. Rogoll und Piller, *Konfigurationssysteme für Mass Customization und Variantenproduktion*, S. 13.

2.3 Ausprägungen der Mass Customization

Die Mass Customization wird in zwei Ausprägungen unterschieden, die Soft Customization und die Hard Customization.⁶⁵ Der Unterschied zwischen den beiden Ausprägungen liegt im Eingriff des Kunden in den Produktionsprozess.⁶⁶ In den Kapiteln 2.3.1 und 2.3.2 werden die beiden Konzepte erklärt und deren jeweiliger Nutzen herausgestellt.

2.3.1 Funktionsweise und Nutzen der Soft Customization

Bei der Soft Customization greift der Kunde nicht in den Produktionsprozess ein, sondern er erhält ein Produkt, dessen Hardware und Design durch das Unternehmen vorgegeben werden und auch nicht mehr geändert werden.⁶⁷ Die Anpassung an die individuellen Kundenwünsche erfolgt hierbei in der Regel erst im Handel, d.h., wenn der Kunde das Endprodukt erhält.⁶⁸ Auch kann der Kunde die Individualisierung nach dem Erwerb des Produktes selbst vornimmt.⁶⁹ Das produzierende Unternehmen hat somit oftmals keinen Einfluss mehr auf die Individualisierung.⁷⁰ Ein Beispiel für die Soft Customization ist die Anpassung der „Fahrwerkseinstellungen bei Automobilen“.⁷¹ Das Endprodukt, in diesem Fall das Fahrzeug, wurde bereits vom Kunden gekauft und erst dann werden die Einstellungen gemäß den Wünschen des Kunden vorgenommen.⁷² Eine weitere Möglichkeit zur Soft Customization liegt in der Software, welche bereits auf dem Gerät installiert ist, dem Kunden aber die Möglichkeit bietet diese individuell anzupassen.⁷³ Ein Beispiel dafür sind Smartphones, auch hier erwirbt der Kunde das fertige Endprodukt und kann anschließend, über die Software, individuelle Einstellungen vornehmen.⁷⁴

⁶⁵ Vgl. Coates, „*Perspectives*“, S. 6.

⁶⁶ Vgl. Ebenda, S. 6 f.

⁶⁷ Vgl. Slamanig, *Produktwechsel als Problem im Konzept der Mass Customization*, S. 137.

⁶⁸ Vgl. Ebenda.

⁶⁹ Vgl. Ebenda.

⁷⁰ Vgl. Whinston et al., *The economics of electronic commerce*, S. 566.

⁷¹ Slamanig, *Produktwechsel als Problem im Konzept der Mass Customization*, S. 137.

⁷² Vgl. Ebenda.

⁷³ Vgl. Schnäbele, *Mass Customized Marketing*, S. 47 f.

⁷⁴ Vgl. Stumpf, *Die 10 wichtigsten Zukunftsthemen im Marketing*, S. 141.

Der Vorteil liegt für das Unternehmen darin, dass sie keine verschiedenen Produkte herstellen müssen und sich auch nicht mit dem Kunden in Verbindung setzen müssen.⁷⁵ Das vereinfacht den Fertigungsprozess und ermöglicht insbesondere die Nutzung der bereits in Kapitel 2.1 erläuterten Vorteile der Massenfertigung, wie beispielsweise die Skaleneffekte.⁷⁶ Der Kunde kann wiederum jederzeit Änderungen vornehmen, ohne etwas Neues kaufen zu müssen, wenn sich seine Präferenzen ändern.⁷⁷ Außerdem werden, durch die bereits fertiggestellten Endprodukte, kurze Lieferzeiten ermöglicht und eine schnelle Verfügbarkeit für den Kunden erreicht.⁷⁸

2.3.2 Funktionsweise und Nutzen der Hard Customization

Im Gegensatz zu der Soft Customization, greift der Kunde bei der Hard Customization mit in den Produktionsprozess ein.⁷⁹ Es findet ein intensiver Austausch zwischen dem Kunden und dem produzierenden Unternehmen statt, welcher spätestens vor der Endmontage erfolgen muss, andernfalls wäre es das Konzept der Soft Customization.⁸⁰ Die Individualisierung wird hier durch das Unternehmen vorgenommen, noch bevor das Endprodukt fertiggestellt wird.⁸¹ Bei der reinen Hard Customization hat der Kunde nach Erhalt des Endproduktes keine Möglichkeit mehr, das Produkt selbst weiter zu individualisieren.⁸² Es besteht jedoch die Möglichkeit, die Soft- und die Hard Customization zu kombinieren, sie schließen sich nicht gegenseitig aus.⁸³ Bei der Hard Customization kann zwischen drei Konzepten unterschieden werden.⁸⁴ Eines dieser Konzepte ist die Modularisierung,⁸⁵ welche für diese Arbeit die größte Relevanz besitzt. Die beiden anderen Konzepte werden daher nicht weiter betrachtet. In Kapitel 2.4 werden die Funktion und der Nutzen der Modularisierung beschrieben, sowie zwei Praxisbeispiele zur Umsetzung der Modularisierung aufgeführt.

⁷⁵ Vgl. Thomas, *Mass Customization als Wettbewerbsstrategie in der Finanzdienstleistungsbranche*, S. 75 f.

⁷⁶ Vgl. Ebenda.

⁷⁷ Vgl. Ebenda, S. 76.

⁷⁸ Vgl. Ebenda.

⁷⁹ Vgl. Slamanig, *Produktwechsel als Problem im Konzept der Mass Customization*, S. 137.

⁸⁰ Vgl. Ebenda, S. 137 f.

⁸¹ Vgl. Ebenda, S. 138.

⁸² Vgl. Ebenda.

⁸³ Vgl. Thomas, *Mass Customization als Wettbewerbsstrategie in der Finanzdienstleistungsbranche*, S. 74.

⁸⁴ Vgl. Slamanig, *Produktwechsel als Problem im Konzept der Mass Customization*, S. 138.

⁸⁵ Vgl. Ebenda.

Der Vorteil der Hard Customization liegt für den Kunden in der Mitbestimmung, er erhält ein Produkt, welches auf ihn zugeschnitten ist und ihm einen Mehrwert gegenüber vergleichbaren Produkten bietet.⁸⁶ Das Unternehmen hat dadurch den Vorteil, dass es Input durch den Kunden erhält.⁸⁷ Zum einen kann das Unternehmen sichergehen, dass der Kunde ein Produkt erhält, das er auch wirklich benötigt.⁸⁸ Zum anderen kann das Unternehmen durch die vielen verschiedenen Kundeneinflüsse weiter lernen, um somit das gesamte Produkt besser an die Kundenbedürfnisse anpassen zu können.⁸⁹ Grundsätzlich treffen alle Vorteile, die im Kapitel 2.2 für die Mass Customization beschrieben wurden, auch auf die Hard Customization zu.⁹⁰

2.4 Modularisierung

Die Modularisierung ist ein Konzept der Mass Customization und wird, wie bereits zuvor erwähnt, der Hard Customization zugeschrieben.⁹¹ Auch die Modularisierung kann auf verschiedene Arten und unterschiedliche Branchen angewendet werden, wie in den Kapiteln 2.4.2 und 2.4.3 anhand von zwei unterschiedlichen Anwendungsbeispielen aus der Praxis dargestellt.

2.4.1 Voraussetzungen und Nutzen von Modularisierung

Die Basis der Modularisierung ist das Baukastenprinzip.⁹² Es handelt sich dabei um die gängigste Variante der Hard Customization.⁹³ Für die Ermöglichung der Modularisierung gelten fünf Voraussetzungen:⁹⁴ Zunächst müssen die einzelnen Module entkoppelt werden, damit sie frei verwendbar sind und keine Abhängigkeiten von zwei oder mehr Modulen

⁸⁶ Vgl. Piller, *Mass customization: ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter*, S. 237.

⁸⁷ Vgl. Ebenda, S. 244.

⁸⁸ Vgl. Ebenda.

⁸⁹ Vgl. Ebenda.

⁹⁰ Vgl. Slamanig, *Produktwechsel als Problem im Konzept der Mass Customization*, S. 137 ff.

⁹¹ Vgl. Ebenda, S. 138.

⁹² Vgl. Thomas, *Mass Customization als Wettbewerbsstrategie in der Finanzdienstleistungsbranche*, S. 75.

⁹³ Vgl. Ebenda, S. 79.

⁹⁴ Vgl. Krause und Gebhardt, *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien*, S. 100.

bestehen.⁹⁵ Weiterhin muss es ermöglicht werden, dass die Module in allen oder zumindest in vielen Produkten verwendbar sind, ohne dass Änderungen an dem Modul vorgenommen werden müssen.⁹⁶ Diese beiden Punkte führen dazu, dass die Module untereinander kombinierbar sind und viele verschiedene Produktvarianten miteinander bilden können.⁹⁷ Damit die Produkte frei verwendbar und untereinander kombinierbar sind, müssen die Schnittstellen eines jeden Moduls standardisiert werden.⁹⁸ Die Funktionsbindung als fünfte Voraussetzung sorgt dafür, dass jedes Modul bestimmte Funktionen hat, wodurch es möglich wird, ein Modul hinzuzufügen oder wegzulassen und somit eine neue Produktvariante zu erhalten.⁹⁹

Dabei kann zwischen vier Modularisierungsarten unterschieden werden, die aufeinander aufbauen, woraus sich eine steigende Komplexität und Variantenvielfalt ergibt.¹⁰⁰ Die simpelste Form ist die generische Modularisierung,¹⁰¹ die generell aus einer Plattform und einem Hut bestehen, welche zusammen zu verschiedenen Varianten kombiniert werden können.¹⁰² Darauf aufbauend bietet die quantitative Modularisierung eine höhere Komplexität, aber auch eine größere Anzahl an Varianten, indem sie die Möglichkeit bietet, einzelne Module wegzulassen.¹⁰³ Es können mehr Module miteinander kombiniert werden und nicht nur Plattform und Hut.¹⁰⁴ Die individuelle Modularisierung bietet die zusätzliche Möglichkeit, die vom Unternehmen vorgegebenen Module mit vereinzelt, eigens für den Kunden gefertigten, Modulen zu kombinieren.¹⁰⁵ Die vierte und komplexeste Variante ist die freie Modularisierung, bei der eine freie Kombination von kundenindividuellen und vorgefertigten Modulen möglich ist.¹⁰⁶ Ein Basismodul ist dabei nicht mehr vorgegeben, lediglich die technische Umsetzbarkeit muss gegeben sein.¹⁰⁷

Das Ziel der Modularisierung ist eine Vereinfachung der internen Prozesse bei gleichzeitiger Erhöhung der Produktvarianten.¹⁰⁸ Um diese Potenziale voll ausschöpfen zu können, sollten

⁹⁵ Vgl. Ebenda.

⁹⁶ Vgl. Ebenda, S. 101.

⁹⁷ Vgl. Ebenda.

⁹⁸ Vgl. Ebenda.

⁹⁹ Vgl. Ebenda, S. 104.

¹⁰⁰ Vgl. Thomas, *Mass Customization als Wettbewerbsstrategie in der Finanzdienstleistungsbranche*, S. 79 f.

¹⁰¹ Vgl. Ebenda, S. 80.

¹⁰² Vgl. N.N., „Modularität - Definition aus technischer Sicht“.

¹⁰³ Vgl. Thomas, *Mass Customization als Wettbewerbsstrategie in der Finanzdienstleistungsbranche*, S. 80.

¹⁰⁴ Vgl. Ebenda.

¹⁰⁵ Vgl. Ebenda.

¹⁰⁶ Vgl. Ebenda.

¹⁰⁷ Vgl. Ebenda.

¹⁰⁸ Vgl. Krause und Gebhardt, *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien*, S. 101.

alle Produktlebensphasen unter dem Aspekt der Modularisierung betrachtet werden.¹⁰⁹ Die Entwicklung von Modulen kann parallel und unabhängig voneinander betrieben werden, sodass auch sukzessive Änderungen erfolgen können.¹¹⁰ Beim Einkauf von Materialien können Skaleneffekte genutzt werden, da durch die Module höhere Mengen der gleichen Materialien eingekauft werden.¹¹¹ In der Produktion und Montage liegen die Potenziale einerseits bei kürzeren Rüstzeiten, da weniger verschiedenartige Materialien verwendet werden.¹¹² Andererseits werden weniger unterschiedliche Anlagen und Werkzeuge benötigt.¹¹³ Im Vertrieb kann dem Kunden ein individuelles Produkt angeboten werden, dessen Funktionen seinen persönlichen Bedürfnissen gerecht werden.¹¹⁴ Dies ist einer der Haupttreiber für die Umstellung der Produktion auf die Modularisierung.¹¹⁵ Wenn die Module nach dem Kauf austauschbar sind, kann der Kunde sein Produkt auch dann aufwerten, indem er einzelne Module nachkauft und ersetzt.¹¹⁶ Außerdem wird die Wartung deutlich vereinfacht, da die defekten Module ausgetauscht werden können, ohne dass sich der Kunde ein neues Produkt anschaffen muss.¹¹⁷

2.4.2 Modularisierung am Beispiel der Volkswagen AG

Der Volkswagen Konzern wendet das Konzept der Modularisierung bereits seit 2012 an, die Grundlage dafür ist der sogenannte Modulare Querbaukasten (MQB).¹¹⁸ Ein zentraler Aspekt des MQB ist die Möglichkeit, dass die verschiedenen Motorentypen, wie beispielsweise Elektro, Erdgas oder Hybrid, an der gleichen Stelle eingebaut werden können.¹¹⁹ Um dies zu ermöglichen, musste zunächst der Ottomotor überarbeitet werden, damit die Anschlüsse an den passenden Stellen sind.¹²⁰ Für bestimmte Modelle wurden die Abmaße angeglichen, um die Nutzung gleicher Module für verschieden Modelle zu ermöglichen, ohne dabei die für ein

¹⁰⁹ Vgl. Ebenda, S. 113.

¹¹⁰ Vgl. Ebenda, S. 108.

¹¹¹ Vgl. Ebenda, S. 109.

¹¹² Vgl. Ebenda.

¹¹³ Vgl. Ebenda.

¹¹⁴ Vgl. Ebenda, S. 110.

¹¹⁵ Vgl. Ebenda.

¹¹⁶ Vgl. Ebenda, S. 113.

¹¹⁷ Vgl. Ebenda, S. 112.

¹¹⁸ Vgl. Waltl und Wildemann, *Modularisierung der Produktion in der Automobilindustrie*, S. 3.

¹¹⁹ Vgl. Mahendra, „VOLKSWAGEN MQB“, S. 60.

¹²⁰ Vgl. Ippen, „Das modulare Baukastensystem von VW“.

Modell typischen Merkmale zu beeinträchtigen.¹²¹ Dadurch hat sich die Chance ergeben, den Unterboden als Modul zu entwickeln.¹²² Das dabei neu verwendete Material, welches stabiler und zugleich leichter als das vorherige ist, bietet somit noch höhere, modellübergreifende Sicherheit für den Fahrer.¹²³ In Kombination mit weiteren Modulen ist durch den MQB eine Gewichtsreduktion von mindestens 40 kg pro Fahrzeug möglich, was unter anderem auch zur Reduktion von Benzinverbrauch führt.¹²⁴ Die Vorteile, die durch diese Standardisierung entstanden sind, können einerseits modellübergreifend genutzt werden, wie beispielsweise beim VW Golf und beim VW Passat, sowie markenübergreifend, wie beispielsweise zusätzlich beim Audi A3.¹²⁵ Die Modulstrategie wird anhand der Abbildung 2 noch einmal aufgezeigt.

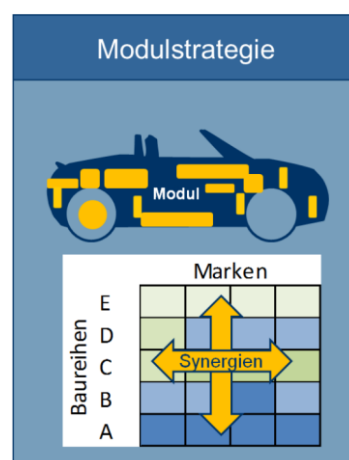


Abbildung 2: Synergieeffekte der Modulstrategie¹²⁶

Es handelt sich bei dieser Variante um die im Kapitel 2.4.1 beschriebene quantitative Modularisierung.¹²⁷ Dem Kunden ist eine gewisse Basis vorgegeben, im Falle von VW das Modell des Autos, zum Beispiel der VW Golf. Darüber hinaus gibt es Möglichkeiten, gewisse Module hinzuzufügen oder auch wegzulassen.¹²⁸ Module können in diesem Zusammenhang

¹²¹ Vgl. Mahendra, „VOLKSWAGEN MQB“, S. 60 f.

¹²² Vgl. Ebenda.

¹²³ Vgl. Ebenda.

¹²⁴ Vgl. Ebenda.

¹²⁵ Vgl. Ippen, „Das modulare Baukastensystem von VW“.

¹²⁶ N.N., „Baukastensystem - Definition aus technischer Sicht“.

¹²⁷ Vgl. Thomas, *Mass Customization als Wettbewerbsstrategie in der Finanzdienstleistungsbranche*, S. 80.

¹²⁸ Vgl. N.N., „Volkswagen Konfigurator | VW Konfigurator | Golf Konfigurator“.

beispielsweise die Achsen, der Motor oder die Klimaanlage sein.¹²⁹ Insgesamt bietet der Volkswagen Konzern 355 verschiedene Modelle an (Stand: 31.12.2017), die zusätzlich noch durch die Kunden konfiguriert werden können, was die Individualisierungsmöglichkeiten der Modularisierung verdeutlicht.¹³⁰

2.4.3 Modularisierung am Beispiel der Dell GmbH

Dass die Modularisierung auch auf die Technik-Branche anwendbar ist, hat das Unternehmen Dell bewiesen, welches dieses Konzept seit seiner Gründung in den 1980er-Jahren verfolgt.¹³¹ Dell bietet seinen Kunden individuelle Lösungen und technische Unterstützung, sowohl telefonisch als auch via Internet oder beim Kunden vor Ort.¹³² Die Produktpalette von Dell umfasst dabei Hardware, wie Notebook oder Desktop-PC, und Software-Lösungen.¹³³ Die Hardware Produkte werden mittels der Modularisierung an die individuellen Kundenbedürfnisse angepasst.¹³⁴ Es handelt sich dabei um die in Kapitel 2.4.1 beschriebene individuelle Modularisierung, da der Kunde keine Basis hat, wie das bei VW mit dem Modell der Fall ist, sondern die Komponenten frei auswählen kann.¹³⁵ Neben der Modularisierung, als Variante der Hard Customization, bietet Dell auch noch eine Soft Customization, da auch die Software vom Kunden selbst an seine eigenen Bedürfnisse angepasst werden kann.¹³⁶ Oftmals wird dem Kunden die zusätzliche Möglichkeit geboten, seine Hardware auch nach einem Kauf anzupassen, zum Beispiel mit dem Austausch der Grafikkarte oder Ähnlichem.¹³⁷ Dell ist somit ein Praxisbeispiel für die erfolgreiche Kombination von verschiedenen Mass-Customization-Ansätzen.

¹²⁹ N.N., „Baukastensystem - Definition aus technischer Sicht“.

¹³⁰ Vgl. N.N., „Portrait & Produktionsstandorte“.

¹³¹ Vgl. Riekhof, *E-Branding-Strategien*, S. 266.

¹³² Vgl. Ebenda.

¹³³ Vgl. Ebenda, S. 266 f.

¹³⁴ Vgl. Ebenda, S. 269.

¹³⁵ Vgl. Thomas, *Mass Customization als Wettbewerbsstrategie in der Finanzdienstleistungsbranche*, S. 80; Vgl. Riekhof, *E-Branding-Strategien*, S. 269.

¹³⁶ Vgl. Riekhof, *E-Branding-Strategien*, S. 272 f.

¹³⁷ Vgl. Sander, „Grafikkarte im Computer austauschen - so geht's“.

3 Modularisierung eines Smartphones

In Kapitel 3.1 wird dargestellt, welches Individualisierungspotenzial in einem Smartphone liegt, indem die Bauteile, die sich für die Individualisierung eignen, dargestellt werden. Dies dient als Grundlage für die Entscheidung, ob Modularisierung bei der Smartphone-Produktion einen Mehrwert generieren kann. In den Kapiteln 3.2 und 3.3 werden zwei Praxisbeispiele zur Umsetzung der Modularisierung auf Smartphones erläutert. Im Kapitel 3.4 werden mögliche Fehler der Praxisbeispiele analysiert, um aus diesen zu lernen und erfolgversprechende Voraussetzungen für die Anwendung der Modularisierung bei der Produktion von Smartphones bieten zu können. Dabei soll einerseits aufgezeigt werden, welche Form der Modularisierung zu wählen ist und andererseits soll aufgezeigt werden, inwiefern die unterschiedlichen Bereiche eines Unternehmens von der Umstellung betroffen sind.

3.1 Analyse der Bauteile eines Smartphones unter dem Aspekt der Modularisierung

Um die Modularisierung auf ein Smartphone anwenden zu können, werden zunächst die Bauteile eines Smartphones analysiert. Dabei steht die Frage im Vordergrund, welche Bauteile eines Smartphones sich grundsätzlich für die Modularisierung anbieten. Die Bauteile, die sich nicht für die Modularisierung eignen, werden in dieser Arbeit nicht weiter betrachtet.

Eine besonders hohe Eignung als Modul weisen Bauteile auf, die eine exakt vorgegebene Funktion haben, die darüber hinaus qualitativ gemessen werden kann.¹³⁸ Qualität ist ein wichtiges Merkmal für eine Kaufentscheidung und somit für die Kundenzufriedenheit und dem damit zusammenhängenden Unternehmenserfolg.¹³⁹ In der folgenden Analyse werden daher

¹³⁸ Vgl. Leisten und Krcal, *Nachhaltige Unternehmensführung Systemperspektiven*, S. 91.

¹³⁹ Vgl. Hinterhuber et al., *Kundenorientierte Unternehmensführung Kundenorientierung - Kundenzufriedenheit - Kundenbindung*, S. 71.

die Funktionen der Bauteile und deren möglicher Einfluss auf die Kaufentscheidung des Kunden beschrieben. Die Bauteile werden im Folgenden in zwei Segmente unterteilt. Das erste Segment beinhaltet die optischen Teile und das zweite Segment die, die eine technische Funktion aufweisen.

Im optischen Segment werden drei Bauteile analysiert. Der Touchscreen, die Knöpfe und das Gehäuse des Smartphones. Beim Touchscreen liegen die Unterschiede vor allem in Größe des Displays, welches in der Regel zwischen 3,7 und 6,4 Zoll groß ist, und somit die Größe des gesamten Smartphones vorgibt.¹⁴⁰ Das Gehäuse des Smartphones, die die wichtigen Bauteile im Inneren schützt und das Gerät zusammenhält, kann aus unterschiedlichen Materialien hergestellt werden, die häufigsten sind Glas, Aluminium und Kunststoff.¹⁴¹ Da die Optik eines der wichtigsten Kriterien für einen Kauf ist, kann sich hieraus, im Zusammenhang mit der Farbwahl, ein Wettbewerbsvorteil generieren lassen.¹⁴² Unterschiedliche Formen oder Farben der Knöpfe eines Smartphones bieten ebenfalls die Möglichkeit, das Design durch den Kunden mit beeinflussen zu lassen, in dem man verschiedene Varianten als Module zur Auswahl stellt.¹⁴³

Das Segment mit den Bauteilen, die eine technische Funktion aufweisen, umfasst weitaus mehr Komponenten als diejenigen, die die Optik beeinflussen. In jedem Smartphone ist ein Akku verbaut, es handelt sich für gewöhnlich um einen Lithium-Ionen-Akku mit einer Kapazität zwischen 1400 mAh und 4200 mAh.¹⁴⁴ Der Akku versorgt das Gerät mit Strom und beeinflusst entsprechend die Länge der Nutzungsmöglichkeit, bis das Smartphone wieder aufgeladen werden muss.¹⁴⁵ Mittels Modularisierung kann die Kapazität des Akkus der individuellen Nutzung angepasst werden.¹⁴⁶

Die meisten Smartphones verfügen über zwei Kameras, eine auf der Vorder- und eine auf der Rückseite des Gerätes.¹⁴⁷ Mit der Kamera können Fotos und Videos aufgenommen werden, die Auflösung variiert zwischen 2 und 20 Megapixeln.¹⁴⁸ Die Bilder der besseren Smartphone-

¹⁴⁰ Vgl. Dembowski, *Smartphone- und Tablet-Hacks*, S. 3.

¹⁴¹ Vgl. Serowy, „*Kunststoff, Glas, Aluminium*“.

¹⁴² Vgl. Kobuss und Bretz, *Designbusiness gründen und entwickeln*, S. 158.

¹⁴³ Vgl. Krause und Gebhardt, *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien*, S. 10 ff.

¹⁴⁴ Vgl. Dembowski, *Smartphone- und Tablet-Hacks*, S. 4.

¹⁴⁵ Vgl. Korthauer, *Handbuch Lithium-Ionen-Batterien*, S. 3.

¹⁴⁶ Vgl. Krause und Gebhardt, *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien*, S. 10 ff.

¹⁴⁷ Vgl. Dembowski, *Smartphone- und Tablet-Hacks*, S. 4.

¹⁴⁸ Vgl. Ebenda.

Kameras können jedoch nicht mit der Qualität der Bilder einer Spiegelreflexkamera konkurrieren, sodass bei regelmäßiger Nutzung einer Spiegelreflexkamera eine einfache Smartphone-Kamera ausreicht.¹⁴⁹ Eine Anpassung der Kameraqualität an den individuellen Kundennutzen wird durch die Modularisierung ermöglicht.¹⁵⁰

In Verbindung mit dem Display und der Kamera ist auch die Bildschirmauflösung eine Komponente eines Smartphones, die in einem Bereich von 854 x 480 bis zu 1920 x 1080 Pixel liegt.¹⁵¹ Die Bildschirmauflösung ist das Merkmal für die Schärfe der dargestellten Inhalte auf dem Bildschirm, je schärfer die Darstellung ist, desto mehr Details sind erkennbar und wahrnehmbar.¹⁵² Entsprechend der Nutzung des Smartphones kann die benötigte Bildschirmauflösung variieren, so erfordern Spiele, Videos und Bilder eine schärfere Darstellung als das Schreiben von Nachrichten und die Internet-Recherche.¹⁵³

Neben der Hardware gehört zu einem Smartphone auch die Software, wie beispielsweise das Betriebssystem.¹⁵⁴ Das Betriebssystem wird auf einem integrierten Festwertspeicher gespeichert. Den Festwertspeicher gibt es mit unterschiedlichen Kapazitäten, typisch sind dabei Speicherkapazitäten zwischen 32 und 126 Gigabyte.¹⁵⁵ Zusätzlich zum vorab installiertem Betriebssystem können weitere Daten auf der Festplatte gespeichert werden, dazu gehören unter anderem Bilder, Videos, Spiele und Programme.¹⁵⁶ Der Festwertspeicher als Modul ermöglicht dem Kunden die Auswahl der passenden Kapazität.¹⁵⁷ Sollte der Speicherplatz nicht ausreichend sein, kann der Festwertspeicher über eine microSD-Karte erweitert werden.¹⁵⁸ Der benötigte microSD-Kartenslot kann auf Wunsch des Kunden, wenn er als Modul hergestellt wird, mit eingebaut werden.¹⁵⁹ Die microSD-Karte ist außerdem mit anderen Geräten kompatibel und kann als Wechseldatenträger eingesetzt werden.¹⁶⁰ Gespeicherte Dateien von anderen Geräten können auf das Smartphone transferiert werden oder von dem Smartphone auf andere Endgeräte übertragen werden, indem die microSD-Karte in den entsprechenden Slot eingesetzt wird.¹⁶¹

¹⁴⁹ Vgl. Huch und Schulz, „Vergleichstest: Fotokamera gegen Handy - COMPUTER BILD“.
¹⁵⁰ Vgl. Krause und Gebhardt, *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien*, S. 10 ff.
¹⁵¹ Vgl. Dembowski, *Smartphone- und Tablet-Hacks*, S. 3.
¹⁵² Vgl. N.N., „Bildschirmauflösung Begriffserklärung & Definition“.
¹⁵³ Vgl. Ebenda.
¹⁵⁴ Vgl. Hering et al., *Handbuch der praktischen und technischen Informatik*, S. 61.
¹⁵⁵ Vgl. Dembowski, *Smartphone- und Tablet-Hacks*, S. 3.
¹⁵⁶ Vgl. Bähring, *Anwendungsorientierte Mikroprozessoren*, S. 187 f.
¹⁵⁷ Vgl. Krause und Gebhardt, *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien*, S. 10 ff.
¹⁵⁸ Vgl. Dembowski, *Smartphone- und Tablet-Hacks*, S. 4.
¹⁵⁹ Vgl. Krause und Gebhardt, *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien*, S. 10 ff.
¹⁶⁰ Vgl. Dembowski, *Smartphone- und Tablet-Hacks*, S. 4.
¹⁶¹ Vgl. Lenhard, *Datensicherheit*, S. 46 f.

Der SDRAM-Speicher ist der Arbeitsspeicher eines Smartphones und hat standardmäßige Kapazitäten zwischen 512 Megabyte und 3 Gigabyte.¹⁶² In dem Arbeitsspeicher werden Daten und Programme gespeichert, die nicht dauerhaft gebraucht werden. Das betrifft insbesondere Anwendungsprogramme, die den Speicherplatz nur während ihrer Benutzung benötigen. Werden die Programme wieder geschlossen, wird der Arbeitsspeicher wieder freigegeben.¹⁶³ Je mehr Programme zur gleichen Zeit ausgeführt werden, desto mehr Arbeitsspeicher wird belegt. Das spiegelt sich in der Schnelligkeit des Endgerätes wider. Ein größerer Arbeitsspeicher ermöglicht die gleichzeitige Benutzung mehrerer und größerer Programme und macht das Smartphone somit schneller, das heißt, dass Wartezeiten verkürzt werden.¹⁶⁴ Der kundenindividuelle Bedarf der Größe des Arbeitsspeichers kann durch die Modularisierung gedeckt werden.¹⁶⁵

Integrierte Sensoren können Zusatzfunktionen und daraus resultierend weitere Nutzen für den Kunden generieren.¹⁶⁶ Die Identifikation des Nutzers mithilfe des Fingerabdrucksensors erhöht die Sicherheitsvorkehrungen, zum Beispiel beim Entsperren des Smartphones oder bei der Bestätigung von Zahlungen, die über das Gerät getätigt werden.¹⁶⁷ Helligkeitssensoren messen die Lichtverhältnisse der Umgebung und passen die Helligkeit des Displays dementsprechend an. Bei Dunkelheit wird die Helligkeit reduziert und umgekehrt, sodass die Beleuchtung optimiert wird.¹⁶⁸ Mit dem Fallsensor kann das Smartphone erkennen, wenn der Nutzer hinfällt, um dann einen automatischen Notruf per SMS oder Anruf, an eine vorher bestimmte Nummer, abzusetzen. Das kann insbesondere für Senioren ein wertvoller Sensor sein, um im Falle eines Sturzes eine schnelle Hilfeleistung zu erhalten.¹⁶⁹ Standardmäßig sind in einem Handy verschiedene Bewegungssensoren integriert.¹⁷⁰ Sie werden hier als Modul nicht weiter in Betracht gezogen, jedoch ermöglichen sie die Nutzung von diversen Fitness-Apps.¹⁷¹ In Verbindung mit diesen Apps kann ein Pulsmesser einen zusätzlichen Nutzen bieten, um die

¹⁶² Vgl. Dembowski, *Smartphone- und Tablet-Hacks*, S. 3.

¹⁶³ Vgl. Bähring, *Anwendungsorientierte Mikroprozessoren*, S. 185.

¹⁶⁴ Vgl. Ebenda, S. 186 f.

¹⁶⁵ Vgl. Krause und Gebhardt, *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien*, S. 10 ff.

¹⁶⁶ Vgl. Dembowski, *Smartphone- und Tablet-Hacks*, S. 4.

¹⁶⁷ Vgl. Busch, „*Biometrische Zugangskontrolle mit Smartphones*“, S. 476.

¹⁶⁸ Vgl. Aichele und Doleski, *Smart Market*, S. 501.

¹⁶⁹ Vgl. Ebenda.

¹⁷⁰ Vgl. Dembowski, *Smartphone- und Tablet-Hacks*, S. 4.

¹⁷¹ Vgl. Andelfinger und Hänisch, *eHealth*, S. 161.

eigenen sportlichen Aktivitäten und Fortschritte umfangreicher zu dokumentieren und zu analysieren.¹⁷² Da die erläuterten Sensoren bestimmte Personengruppen mehr ansprechen als andere, eignen sie sich als Module und können an die kundenspezifische Nutzung des Smartphones angepasst werden.¹⁷³

Über einen USB-Port, oft als Micro-USB-Anschluss eingebaut, wird die Verbindung und Datenübertragung des Smartphones mit einem anderen Endgerät, mittels USB-Kabel, ermöglicht.¹⁷⁴ Neben dem Micro-USB-Anschluss sind auch noch andere Anschlüsse möglich, die grundsätzlich die gleiche Funktion erfüllen, wie beispielsweise der USB-Anschluss Typ C oder der Mini-USB-Anschluss.¹⁷⁵ Das USB-Kabel ermöglicht, neben dem Datentransfer, auch die Stromversorgung und somit die Aufladung des Akkus.¹⁷⁶ Damit nicht für jedes Gerät ein eigenes USB-Kabel mit einem eigenen Anschlusstyp nötig wird, kann die Modularisierung für die Auswahl des, zu den persönlichen Bedürfnissen passenden, USB-Anschlusses sorgen.¹⁷⁷

Eine weitere Möglichkeit, sein Smartphone mit einem anderen Endgerät zu verbinden, ist das HDMI-Kabel, wofür das Smartphone einen HDMI-Anschluss benötigen würde.¹⁷⁸ Über HDMI kann das Bild, das auf dem Smartphone dargestellt wird, auf ein anderes Endgerät, zum Beispiel einen Fernseher oder einen Monitor, übertragen werden.¹⁷⁹ Steht der HDMI-Anschluss als Modul zur Verfügung, kann er bei Bedarf in das Smartphone integriert werden.¹⁸⁰

Weiterhin verfügen Smartphones über einen Lautsprecher, um Musik zu hören, Filme anzugucken oder Ähnliches.¹⁸¹ Die Qualitätsunterschiede machen sich sowohl bei der Lautstärke als auch beim Klang bemerkbar.¹⁸² In Abhängigkeit von der Häufigkeit der Nutzung und den genutzten Services können hier verschiedene Anforderungen an das Handy gestellt werden, welches ihnen mithilfe der Modularisierung gerecht werden kann.¹⁸³ Die Auswirkungen der Qualitätsunterschiede machen sich in ähnlicher Weise bei Kopfhörern bemerkbar.¹⁸⁴ Die Kopfhörer sind kein Bestandteil des Smartphones, dennoch müssen sie mit dem Smartphone verbunden werden.¹⁸⁵ Bisher war es der Standard, dass die Geräte über eine

¹⁷² Vgl. Ebenda, S. 127.

¹⁷³ Vgl. Krause und Gebhardt, *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien*, S. 10 ff.

¹⁷⁴ Vgl. Dembowski, *Smartphone- und Tablet-Hacks*, S. 4.

¹⁷⁵ Vgl. Bühler et al., *Informationstechnik*, S. 8.

¹⁷⁶ Vgl. Ebenda.

¹⁷⁷ Vgl. Krause und Gebhardt, *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien*, S. 10 ff.

¹⁷⁸ Vgl. Westphal, *IT-Hardware Wird UDI der neue Standard für Videoschnittstellen?*, S. 1 ff.

¹⁷⁹ Vgl. Dembowski, *Smartphone- und Tablet-Hacks*, S. 12.

¹⁸⁰ Vgl. Krause und Gebhardt, *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien*, S. 10 ff.

¹⁸¹ Vgl. Dembowski, *Smartphone- und Tablet-Hacks*, S. 13.

¹⁸² Vgl. Schnick, „Lautsprecher Hintergrundwissen - Akustik- und Lautsprecher-Kaufberatung Teil 3/3 - HIFI-REGLER“.

¹⁸³ Vgl. Krause und Gebhardt, *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien*, S. 10 ff.

¹⁸⁴ Vgl. Porwol, „Darum sollte man bei allen Smartphones die Kopfhörerbuchse streichen“.

¹⁸⁵ Vgl. Ebenda.

Kopfhörerbuchse, auch Klinke genannt, verfügt, doch mittlerweile gibt es erste Smartphones ohne die Klinke.¹⁸⁶ Wird die Kopfhörerbuchse als Modul angeboten, kann jeder Kunde für sich entscheiden, ob er diese noch benötigt oder seine Kopfhörer mit einer anderen Technik mit dem Handy verbindet.¹⁸⁷

Der Mikroprozessor eines Smartphones verfügt typischerweise über 2 bis 8 Kerne, die Taktfrequenz beträgt bis zu 2,5 GHz.¹⁸⁸ Er ist für die Datenverarbeitung und Ablaufsteuerung zuständig, das heißt, er nimmt Befehle entgegen, verarbeitet die Befehle und Daten und gibt die sich daraus ergebenden Ergebnisse aus.¹⁸⁹ Der Mikroprozessor ist eine wichtige Komponente für die Rechenleistung und die Geschwindigkeit der Abläufe eines Gerätes, in diesem Fall des Smartphones.¹⁹⁰ Unter Anwendung der Mass Customization und der damit verbundenen Modularisierung kann die Rechenleistung über den Mikroprozessor an den individuellen Qualitätsbedarf des Nutzers angepasst werden.¹⁹¹

3.2 Versuch zur Modularisierung eines Smartphones von Google

Wie anhand des Kapitels 3.1 erläutert wurde, gibt es eine Vielzahl von Komponenten in einem Smartphone, die für die Modularisierung geeignet sind und somit ein hohes Individualisierungspotenzial bieten. Auch Unternehmen haben dieses Potenzial bereits erkannt und versucht modulare Smartphones umzusetzen, wie beispielsweise Google mit dem Project Ara.¹⁹² Ursprünglich hatte Motorola das Projekt begonnen, wurde dann jedoch von Google aufgekauft.¹⁹³ Auch Google erkannte das Potenzial und führte das Projekt weiter.¹⁹⁴ Die Ziele des modularen Smartphones waren Individualität, Flexibilität und Nachhaltigkeit.¹⁹⁵ Der Kunde soll sich ein individuelles Smartphone zusammenstellen können, welches nach dem Kauf noch flexibel erweiterbar ist und somit auch zur Nachhaltigkeit beiträgt, sodass nicht direkt ein neues

¹⁸⁶ Vgl. Ebenda.

¹⁸⁷ Vgl. Krause und Gebhardt, *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien*, S. 10 ff.

¹⁸⁸ Vgl. Dembowski, *Smartphone- und Tablet-Hacks*, S. 3.

¹⁸⁹ Vgl. Richter, „Einführung in Aufbau und Funktionsweise von Mikroprozessoren“, S. 5 f.

¹⁹⁰ Vgl. Ebenda, S. 28.

¹⁹¹ Vgl. Krause und Gebhardt, *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien*, S. 10 ff.

¹⁹² Vgl. Fröhlich, „Wieso das revolutionärste Smartphone der letzten Jahre krachend scheiterte“.

¹⁹³ Vgl. Ebenda.

¹⁹⁴ Vgl. Ebenda.

¹⁹⁵ Vgl. Kühl, „Project Ara“.

Smartphone gekauft werden muss.¹⁹⁶ Dabei sollen „sich alle Teile – vom Bildschirm bis zum Prozessor – austauschen lassen“.¹⁹⁷ Die Öffentlichkeit erfuhr von diesem Projekt, da das College-Abschlussprojekt im Jahr 2013 von Dave Hakken bekannt wird, in dem die Vision des modularen Smartphones vorgestellt wird.¹⁹⁸ Der Zeitplan ist dabei auf ca. zehn Jahre geschätzt, doch Google beschloss, diesen auf zwei Jahre zu reduzieren.¹⁹⁹ Als erste Prototypen präsentiert worden, zeigten sich einige Probleme mit der technischen Funktionalität.²⁰⁰ Die Module, die jederzeit leicht austauschbar sein sollen, werden durch Magneten zusammengehalten, die jedoch nicht stark genug sind.²⁰¹ Da sich diese Probleme nicht beheben ließen und der Release-Termin mehrfach verschoben wurde, wurde die Strategie geändert, sodass gewisse Teile, wie das Display, nicht mehr austauschbar sein sollen.²⁰² Nachdem die Leiterin der Motorola-Abteilung für Forschung im Jahr 2016 abgeworben wurde, und auch das mit austauschbaren Modulen ausgestattete LG G5 nicht den erhofften Erfolg erzielte, wurde das Projekt Ende 2016 von Google eingestellt.²⁰³

3.3 Modularisierung am Beispiel des LG G5

Das G5 ist ein Smartphone des Elektronikherstellers LG, das mit austauschbaren Modulen ausgestattet ist.²⁰⁴ Im Gegensatz zu Googles Project Ara ist es hier nicht geplant, sämtliche Teile austauschen zu können.²⁰⁵ Das Smartphone hat ein vorbestimmtes Display und verfügt über die Möglichkeit den Akku auszuwechseln.²⁰⁶ Über diese Schnittstelle bietet das G5 auch die Möglichkeit, dass es um Module erweitert wird, die eine bestimmte vorgeschriebene Funktion erfüllen.²⁰⁷ Beispielsweise ein Modul für eine bessere Kameraleistung, ein Modul zur

¹⁹⁶ Vgl. Ebenda.

¹⁹⁷ Fröhlich „*Wieso das revolutionärste Smartphone der letzten Jahre krachend scheiterte*“.

¹⁹⁸ Vgl. Ebenda.

¹⁹⁹ Vgl. Ebenda.

²⁰⁰ Vgl. Ebenda.

²⁰¹ Vgl. Ebenda.

²⁰² Vgl. Kühl, „*Project Ara*“.

²⁰³ Vgl. Fröhlich, „*Wieso das revolutionärste Smartphone der letzten Jahre krachend scheiterte*“.

²⁰⁴ Vgl. N.N., „*LG G5 Smartphone | LG Deutschland*“.

²⁰⁵ Vgl. Bley, „*LG G5*“.

²⁰⁶ Vgl. Ebenda.

²⁰⁷ Vgl. Ebenda.

Verbesserung der Klangqualität oder ein Modul für eine Virtual-Reality (VR)-Brille.²⁰⁸ Diese Module können nicht gleichzeitig integriert werden, es kann immer nur eines zurzeit genutzt werden.²⁰⁹ Das Konzept des LG G5 kam jedoch, gemessen an den Verkaufszahlen, nicht gut bei den Kunden an, sodass LG wieder auf die klassische Bauweise bei Smartphones setzte.²¹⁰

3.4 Fehler bei Modularisierungsversuchen

Wie in den Kapiteln 3.2 und 3.3 beschrieben, gab es bereits bei verschiedenen etablierten Unternehmen den Versuch der Einführung von modularen Smartphones. Sowohl bei Google als auch bei LG ist diese Unternehmung gescheitert. Bei Google wurde das Projekt eingestellt, ohne dass es ein fertiges Endprodukt gegeben hat. Bei LG wurde das Modell G5 auf den Markt gebracht, jedoch blieben die Verkaufszahlen hinter den Erwartungen zurück und LG entschied sich, kein weiteres Smartphone auf modularer Basis auf den Markt zu bringen. LG kehrte wieder zur klassischen Bauweise von Smartphones zurück. Im Folgenden sollen die Gründe für die Misserfolge der beiden Projekte herausgearbeitet werden. Diese liefern Anhaltspunkte für Verbesserungspotenziale und die Erwartungen des Marktes und sollen als Basis für die Voraussetzungen für die Modularisierung eines Smartphones dienen, die in Kapitel 3.5 entwickelt und beschrieben werden.

3.4.1 Mögliche Gründe des Misserfolgs des LG G5

Bei LG wurde der Ansatz gewählt, ein Smartphone mit einer festen Basis zu verkaufen. Zu diesem Smartphone können im Anschluss Module, sogenannte „Friends“, gekauft werden. Jedes dieser Module hat eine bestimmte Funktion, die das Smartphone aufwerten sollen.²¹¹ Es konnte jedoch nur das LG G5 durch diese Module erweitert werden, weitere Smartphones von LG wurden weiterhin in klassischer Bauweise, ohne Module, angeboten. Hinzu kommt, dass es

²⁰⁸ Vgl. Ebenda.

²⁰⁹ Vgl. Volkmann, „LG-G5-Akku“.

²¹⁰ Vgl. Saß, „Möglicher Produktionsstopp des LG G5“.

²¹¹ Vgl. Kremp, „Smartphone-Module“.

sich um externe Module handelt, von denen immer nur eines genutzt werden kann.²¹² Es gibt eine Schnittstelle für diese Module. Zur Nutzung mehrerer Module auf Reisen müssen alle Module mitgenommen werden. Sollen im Urlaub die Kamera und die Klangqualität aufgewertet werden, gibt es dafür jeweils ein Modul. Da die Module extern sind, verändern sie zusätzlich die Haptik des Smartphones, sodass das dauerhafte Anbringen eines Moduls das Telefon optisch verändert und es zusätzlich beschwert wird.²¹³ Gepaart mit dem ständigen Wechsel der Module, ergibt sich kein wesentlicher Vorteil im Vergleich zu der Nutzung eines Smartphones, einer separaten Kamera und einer separaten Musikbox. Auch hier werden drei Teile mitgeführt, jedoch sind sie gleichzeitig nutzbar.²¹⁴

Es ergeben sich zwei Probleme, die es nicht möglich machen, die Vorteile der Mass Customization nutzen zu können. Der Kunde hat nicht die Möglichkeit, sich ein individuelles Smartphone auszusuchen, sondern muss sich für das LG G5 als Basis entscheiden. Die Module gehören nicht zu dem Paket dazu, sie müssen zusätzlich gekauft werden.²¹⁵ Die Preise einzelner Module liegen dabei teilweise bei über 40 % des Preises für das Smartphone.²¹⁶ Dadurch, dass die Module nur für ein Gerät entwickelt wurden, sind die Skaleneffekte der Massenfertigung nicht nutzbar. Die Anwendung der modularen Bauweise bei nur einem Smartphone, führt ebenfalls dazu, dass die Skaleneffekte nicht genutzt werden können.²¹⁷ Das spiegelt sich in den Preisen wider, die an die Endverbraucher weitergegeben werden. Wird das Smartphone ohne Module gekauft, lag der Preis bei der Einführung auf dem Niveau vergleichbarer Modelle. Der Zukauf der Module macht das Gerät dann teurer als vergleichbare Modelle.²¹⁸ Damit wurde das Ziel der Mass Customization, ein individuelles Produkt zu annähernd den Kosten eines Standardproduktes anzubieten, nicht erreicht.²¹⁹

Ein grundsätzlich positiver Ansatz war es, die Schnittstelle auch für externe Partner offen zu gestalten. In der Theorie wurde damit die Möglichkeit geboten, dass externe Firmen zusätzliche Module für das LG G5 entwickeln und der Kunde nicht an die Module von LG gebunden ist. LG ist es jedoch nicht gelungen, vor dem Verkaufsstart Partner zu finden, die ein Interesse daran hatten, eigenständig Module für das G5 zu entwickeln.²²⁰ Die schlechten Verkaufszahlen

²¹² Vgl. Ebenda.

²¹³ Vgl. Ebenda.

²¹⁴ Vgl. Ebenda.

²¹⁵ Vgl. Ebenda.

²¹⁶ Vgl. N.N., „LG 360 VR – Virtual Reality Brille: Amazon.de: Elektronik“; Vgl. N.N., „LG G5 Smartphone 13,5 cm titan: Amazon.de: Elektronik“.

²¹⁷ Vgl. Voigt und Weber, „Definition: Economies of Scale“.

²¹⁸ Vgl. Vetterl, „LG G5 Test“.

²¹⁹ Vgl. Piller, *Mass customization: ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter*, S. 236 f.

²²⁰ Vgl. Bekker, „LG G5: Die 5 besten Module im Überblick“.

schreckten auch potenzielle Interessenten ab, die möglicherweise die ersten Marktentwicklungen abwarten wollten.²²¹ So blieb dem Kunden nur die Möglichkeit, trotz offener Schnittstelle, auf die eigens von LG produzierten Module zurückzugreifen.²²²

Bereits bei dem Nachfolgemodell des LG G5, dem LG G6, wurde wieder auf die klassische Bauweise von Smartphones gesetzt. Das LG G5 und seine „Friends“ gibt es weiterhin zu kaufen, die Modulbauweise spielt bei LG vorerst aber keine Rolle mehr in der Produktion von Smartphones.²²³

3.4.2 Mögliche Gründe des Misserfolgs von Project Ara

Google ging an das Projekt der Modularisierung mit einem anderen Ansatz heran. Das ursprünglich von Motorola gestartete Project Ara ging an Google über, als diese das Unternehmen Motorola kauften. Dabei stand im Vordergrund die Möglichkeit, dass der Kunde sich alle Teile frei zusammenstellen kann, selbst der Bildschirm sollte frei wählbar sein. Der Niederländer Dave Hakkens veröffentlichte 2013 seine Abschlussarbeit und stellte darin ein Smartphone vor, das ebenfalls diese Fähigkeiten besitzen sollte, das Project Ara war zu dem Zeitpunkt noch streng geheim. Er einigt sich später mit Google darauf, als Botschafter für das Smartphone zu agieren.²²⁴ Abbildung 3 zeigt die geplante Modularisierung.



Abbildung 3: Modulares Smartphone von Dave Hakkens²²⁵

²²¹ Vgl. Saß, „Möglicher Produktionsstopp des LG G5“.

²²² Vgl. Bekker, „LG G5: Die 5 besten Module im Überblick“.

²²³ Vgl. Saß, „Möglicher Produktionsstopp des LG G5“.

²²⁴ Vgl. Fröhlich, „Wieso das revolutionärste Smartphone der letzten Jahre krachend scheiterte“.

²²⁵ N.N., „Phonebloks“.

Die Grundvoraussetzungen für die Nutzung der Vorteile der Mass Customization sind somit gegeben. Es gibt viele standardisierte Module, die massenhaft gefertigt werden können und somit günstig produziert werden können. Dennoch ist es möglich, diese zu verschiedenen Varianten zu kombinieren, um an die individuellen Bedürfnisse des Kunden angepasst zu werden.²²⁶

Als Dave Hakkens mit seiner Idee des modularen Smartphones an die Öffentlichkeit ging, hatte er dabei einen 10-Jahres-Plan im Sinn. Als Google das Project Ara von Motorola übernahm, legten sie einen 2-Jahres-Plan fest, bis das modulare Smartphone marktreif sein sollte.²²⁷ Auch wenn Google mehr finanzielle Ressourcen und ein größeres Humankapital besitzt, war der Zeitplan damit sehr eng gesetzt. Google setzte sich damit selbst unter Druck, zu diesem Zeitpunkt, ein fertiges Gerät haben zu müssen.²²⁸

Während des Projektes traten mehrere Probleme auf. Es gab viele personenbezogene Wechsel, vor allem in den Führungsetagen. Zunächst wurde Motorola 2011 von Google aufgekauft, 2014 dann wieder an Lenovo weiterverkauft.²²⁹ Das Project Ara bleibt jedoch bei Google, im Gegensatz zu dem verantwortlichen Lead-Designer von Motorola, Dan Makoski. Nach dem Verkauf von Motorola an Lenovo plante Google einen Verkaufsstart für Februar 2015. Doch nach der Präsentation der ersten Module im Januar 2015 traten auch hier technische Probleme auf. Die Module sollten durch Magneten zusammengehalten werden, waren dafür aber nicht stark genug.²³⁰ Nachdem der Mutterkonzern Alphabet von Google geschaffen wurde, wollte Google das Smartphone auf der Entwicklerversammlung I/O im Sommer 2016 präsentieren.²³¹ Im April 2016 wurde Regina Dugan, die verantwortliche Leiterin für innovative Forschung, von Facebook abgeworben, womit eine Menge Wissen des Projektes das Unternehmen verließ.²³² Im Zusammenhang mit den schlechten Verkaufszahlen des LG G5, welches im Jahre 2016 seinen Verkaufsstart hatte, wurde im September 2016 beschlossen, das Project Ara einzustellen und somit nicht weiter an dem modularen Smartphone weiterzuarbeiten.²³³

Letztendlich kamen hier viele Faktoren zusammen, wegen derer das Projekt eingestellt wurde. Viele Führungswechsel führten zu anderen Priorisierungen und auch zu anderen Zielen. Ursprünglich sollte das Smartphone für Nischenmärkte entstehen, später sollte es dann ein

²²⁶ Vgl. Rogoll und Piller, *Konfigurationssysteme für Mass Customization und Variantenproduktion*, S. 11.

²²⁷ Vgl. Fröhlich, „*Wieso das revolutionärste Smartphone der letzten Jahre krachend scheiterte*“.

²²⁸ Vgl. Ebenda.

²²⁹ Vgl. Ebenda.

²³⁰ Vgl. Ebenda.

²³¹ Vgl. Ebenda.

²³² Vgl. Ebenda.

²³³ Vgl. Saß, „*Möglicher Produktionsstopp des LG G5*“.

Premiumprodukt wie Apple werden.²³⁴ Gepaart mit dem hohen Druck durch den engen Zeitplan, den sich Google selbst gesetzt hatte, und den technischen Problemen, die immer wieder zur Verschiebung des Verkaufsstarts führten, war das Risiko, mit dem Projekt zu scheitern, letztlich zu hoch und so wurde es eingestellt.²³⁵

3.5 Voraussetzungen für die Modularisierung eines Smartphones

Die Versuche von Google und LG zeigen, dass ein Interesse daran besteht, ein modulbasiertes Smartphone auf den Markt zu bringen. Es gibt auch mehrere Start-up-Unternehmen, die ihr Unternehmen auf Basis dieser Idee gegründet haben.²³⁶ Google und LG haben aber auch gezeigt, wie schnell ein derartiges Projekt schief gehen kann. Das folgende Konzept soll daher möglichst ganzheitlich angelegt sein und die Fehler der Vergangenheit aufgreifen und folglich vermeiden.

Um die Modularisierung umsetzen zu können, wird zunächst festgelegt, wie die Modularisierung am Produkt aussehen soll. Wie in Kapitel 2.4.1 bereits beschrieben, kann die Form der Modularisierung unterschiedlich tiefgehend sein. Von dem Zusammensetzen aus Basis und Hut, ähnlich wie bei dem LG G5, und dem Fertigen und Zusammensetzen von Unikaten sind zahlreiche Facetten denkbar. Für die Produktion von Smartphones bietet sich die quantitative Modularisierung an. Die drei weiteren Varianten sind hierfür ungeeignet.

Für die generische Modularisierung kann das LG G5 beispielhaft herangezogen werden. Wie zuvor beschrieben, wurde diese Variante nicht vom Markt angenommen und wird bei keinem der neueren Modelle von LG angeboten.²³⁷ Der Vorteil aus der Sicht des Kunden gegenüber anderen Geräten ist hierbei nicht ausreichend groß genug, die Geräte differenzieren sich nicht in einem ausreichenden Maße von vergleichbaren Geräten, die auf dem Markt angeboten werden.²³⁸

²³⁴ Vgl. Fröhlich, „Wieso das revolutionärste Smartphone der letzten Jahre krachend scheiterte“.

²³⁵ Vgl. Ebenda.

²³⁶ Vgl. N.N., „Phonebloks: Development“.

²³⁷ Vgl. Saß, „Möglicher Produktionsstopp des LG G5“.

²³⁸ Vgl. Vetterl, „LG G5 Test“.

Die individuelle Modularisierung setzt voraus, dass einzelne Module eigens für den Kunden hergestellt werden und mit den restlichen Modulen kombinierbar sind. Da die meisten Module technischer Natur sind, ist ein hohes Maß an technischen Kenntnissen notwendig, damit sich der Kunde ein individuelles Modul erstellen lassen kann.²³⁹ Diese Form würde dementsprechend nur eine kleine Zielgruppe ansprechen. Die Vorteile der Mass Customization sind jedoch nur bei einer möglichst hohen Zahl an Abnehmern realisierbar.²⁴⁰ Neben den technischen Modulen ist es ebenfalls möglich, Module zu integrieren, die die Optik verändern und eigens durch den Kunden designt werden. Damit diese mit den restlichen Modulen kombinierbar sind, müssten Restriktionen seitens des Unternehmens vorgegeben werden, zum Beispiel in Bezug auf bestimmte Abstände oder Größen. Das schränkt wiederum die Individualisierung ein.²⁴¹ Hinzu kommt, dass die Unikate nicht massenhaft hergestellt werden können und somit auch hier nicht die Effekte der Mass Customization in vollem Umfang genutzt werden können. Der Preis des Smartphones würde sich erhöhen und somit über dem Marktpreis liegen.²⁴²

Die freie Modularisierung bietet die Möglichkeit weitaus mehr individuell gefertigte Module in das Produkt zu integrieren, als die individuelle Modularisierung in der Lage wäre.²⁴³ Auch hier wären entweder tiefgehende technische Kenntnisse notwendig oder Restriktionen für die Fertigung von Modulen, welche die Optik maßgeblich beeinflussen. Es wären nur bestimmte Kundengruppen angesprochen und der Preis läge über dem des Marktes.²⁴⁴

Mit der quantitativen Modularisierung können die Vorteile der Kombination aus Einzel- und Massenfertigung bestmöglich generiert werden. Die einzelnen Module können mittels der Massenfertigung produziert werden, sodass hier Skaleneffekte genutzt und Rüstzeiten verringert werden können. Da die Module nur zusammengesetzt und nicht erst individuell gefertigt werden müssen, sind außerdem kurze Lieferzeiten an den Kunden möglich.²⁴⁵ Durch das Weglassen, Hinzufügen und Kombinieren der Module nach den Wünschen des Kunden ist

²³⁹ Vgl. Dembowski, *Smartphone- und Tablet-Hacks*, S. 1 ff.

²⁴⁰ Vgl. Piller, *Mass customization: ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter*, S. 236 f.

²⁴¹ Vgl. Mahendra, „VOLKSWAGEN MQB“, S. 60 f.

²⁴² Vgl. Westkämper und Löffler, *Strategien der Produktion*, S. 87.

²⁴³ Vgl. Thomas, *Mass Customization als Wettbewerbsstrategie in der Finanzdienstleistungsbranche*, S. 80.

²⁴⁴ Vgl. Voigt und Weber, „Definition: Economies of Scale“; Vgl. Westkämper und Löffler, *Strategien der Produktion*, S. 87.

²⁴⁵ Vgl. Thomas, *Mass Customization als Wettbewerbsstrategie in der Finanzdienstleistungsbranche*, S. 80; Vgl. Voigt und Weber, „Definition: Economies of Scale“.

es möglich, viele verschiedene Varianten anbieten zu können und somit eine breite Kundenmasse anzusprechen. Gleichzeitig kann auf die kundenspezifischen Präferenzen eingegangen werden.²⁴⁶ Der Kunde erhält somit ein möglichst individuelles Produkt zu einem Preis, der annähernd dem der nicht-modulen Smartphones entspricht.²⁴⁷

Welche Bauteile als Module infrage kommen und welche Auswirkungen das für den Kunden hat, wurde bereits in Kapitel 3.1 ausführlich erläutert. Hier wurde auch aufgezeigt, dass ein hohes Individualisierungspotenzial in einem Smartphone steckt. Damit die Module auch technisch umsetzbar sind, müssen die fünf Schritte umgesetzt werden, die bereits in Kapitel 2.4.1 als Voraussetzungen für die Modularisierung beschrieben wurden. Eine Entkopplung der einzelnen Module voneinander muss erfolgen, sodass keine Abhängigkeiten untereinander bestehen. Das bedeutet, dass beispielsweise der Helligkeitssensor nicht nur in Verbindung mit dem Fingerabdrucksensor funktionieren darf. Der Einbau des Helligkeitssensors muss immer möglich sein, sofern der Kunde das wünscht, unabhängig davon, ob er auch einen Fingerabdrucksensor in seinem Smartphone eingebaut haben möchte.²⁴⁸ Weiterhin muss ein einzelnes Modul in möglichst viele, bestenfalls in alle, Varianten einzubauen sein. Das ermöglicht die Nutzung von Skaleneffekten, da die Module nicht nur für ein Produkt entwickelt werden. Wenn beispielsweise der Akku des Smartphones, aufgrund seiner Größe, nur zu einer Variante passt, ist das nicht zielführend für die Modularisierung.

Die Module sollten so konstruiert werden, dass es keine, oder nur vereinzelte, Einschränkungen beim Einbau in die verschiedenen Varianten gibt.²⁴⁹ Eine weitere wichtige Voraussetzung ist die Kombinierbarkeit der Module untereinander. Jede Kameravariante sollte mit jedem Mikroprozessor kombiniert werden können und die einzelnen Lautsprechervarianten sollten auch mit unterschiedlich großem Arbeitsspeicher funktionieren.²⁵⁰ Damit das funktionieren kann, müssen die Schnittstellen einheitlich gestaltet werden, das kann teilweise Restriktionen bei der Kombinierbarkeit, beim Einbau in verschiedene Varianten und bei der Entkopplung vermeiden.²⁵¹ Um aus den entkoppelten und untereinander kombinierbaren Modulen verschiedene Varianten fertigen zu können, ist es notwendig, dass jedes Modul eine

²⁴⁶ Vgl. Thomas, *Mass Customization als Wettbewerbsstrategie in der Finanzdienstleistungsbranche*, S. 80.

²⁴⁷ Vgl. Piller, *Mass customization: ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter*, S. 236 f.

²⁴⁸ Vgl. Krause und Gebhardt, *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien*, S. 102.

²⁴⁹ Vgl. Ebenda, S. 102 f.

²⁵⁰ Vgl. Ebenda, S. 103 f.

²⁵¹ Vgl. Ebenda, S. 104.

eigene, bestimmte Funktion aufweist. Wird ein Modul hinzugefügt oder weggelassen, so ergibt sich jeweils eine neue Variante. Ist dem Kunden ein Fingerabdrucksensor wichtig, kann er diesen hinzufügen und gewinnt eine neue Funktion, die zu seinen persönlichen Bedürfnissen passt.²⁵²

Ein gutes Beispiel für die erfolgreiche Umsetzung dieser fünf Schritte und Nutzung der quantitativen Modularisierung bietet die Automobilbranche mit dem Volkswagen Konzern, wie im Kapitel 2.4.2 beschrieben. Im Folgenden wird dies als weitere Voraussetzung für die erfolgreiche Umsetzung dienen. Grundsätzlich sind hier Parallelen zu dem Modularisierungsversuch von Googles Project Ara erkennbar. Bei beiden steht die Zusammenstellung des Endproduktes durch den Kunden im Fokus, indem dieser sich aus verschiedenen Modulen ein Endprodukt konfigurieren kann. Der Unterschied liegt bei der Anpassbarkeit nach dem Kauf.²⁵³ Das Auto wird von Volkswagen so zusammengebaut, wie der Kunde es konfiguriert. Nach der Auslieferung und dem Erhalt des Pkws kann der Kunde im Regelfall keine Änderungen vornehmen. Wenn Änderungen gewünscht sind, muss oft eine Werkstatt aufgesucht werden und es fallen erhebliche Kosten, sowohl für das neu einzubauende Teil als auch für den Einbau an sich, an.²⁵⁴ Beim Project Ara war es das Ziel, dass der Kunde auch nach dem Kauf jederzeit die Module einfach und eigenständig austauschen kann, damit das Smartphone aufgewertet werden kann. Dabei würden nur Kosten für das neue Modul anfallen.²⁵⁵ Aus den in Kapitel 3.4.2 erläuterten Gründen für den Misserfolg von Project Ara, sollte das modulare Smartphone ebenfalls nach einem Kauf nicht mehr durch den Kunden anpassbar sein. Der Kunde kann sich ein Modell auswählen und, anhand dessen, sein Smartphone konfigurieren. Anschließend wird es von dem produzierenden Unternehmen montiert und an den Kunden ausgeliefert. Die Module werden dabei unter einer festen Hülle, wie bei nicht-modularen Smartphones, zusammengesetzt.²⁵⁶ Die Probleme, die das Project Ara aufwies, da die Magneten zum Zusammenhalten der Module nicht ausreichend stark waren, können damit umgangen werden. Dennoch wird dem Kunden die Möglichkeit der Individualisierung geboten.²⁵⁷ Dass die Modularisierung auch in der Technikbranche möglich ist, hat das Unternehmen Dell bereits bewiesen, wie zuvor in Kapitel 2.4.3 dargestellt.

²⁵² Vgl. Ebenda, S. 104 f.

²⁵³ Vgl. Fröhlich, „*Wieso das revolutionärste Smartphone der letzten Jahre krachend scheiterte*“; Vgl. N.N., „*Volkswagen Konfigurator | VW Konfigurator | Golf Konfigurator*“.

²⁵⁴ Vgl. N.N., „*Volkswagen Konfigurator | VW Konfigurator | Golf Konfigurator*“.

²⁵⁵ Vgl. Fröhlich, „*Wieso das revolutionärste Smartphone der letzten Jahre krachend scheiterte*“.

²⁵⁶ Vgl. Dembowski, *Smartphone- und Tablet-Hacks*, S. 1 ff.

²⁵⁷ Vgl. Fröhlich, „*Wieso das revolutionärste Smartphone der letzten Jahre krachend scheiterte*“.

Werden diese Voraussetzungen umgesetzt und die Module dementsprechend entwickelt, sollten auch die verschiedenen Abteilungen eines Unternehmens so ausgerichtet werden, dass die Modularisierung bestmöglich genutzt werden kann.²⁵⁸ Dabei werden insbesondere die vier Abteilungen Forschung und Entwicklung (F&E), Einkauf, Produktion und Montage und Vertrieb betrachtet.

Die F&E sollte dahin gehend umgestellt werden, dass die Module einzeln betrachtet werden. Der Vorteil, der sich daraus ergibt, liegt in der sukzessiven Implementierung von Neuerungen. Die Bauteile können parallel zueinander weiterentwickelt und getestet werden. Eine Neuerung muss nicht mehr automatisch ein gänzlich neues Endprodukt bedeuten, sondern kann den Kunden zur Verfügung gestellt werden, sobald das Modul fertig entwickelt ist.²⁵⁹ Wie bereits zuvor beschrieben, ist es nicht vorgesehen, dass ein bereits fertiggestelltes Endprodukt im Nachhinein vom Kunden aufgewertet werden kann. Die neuen Module können aber ab der Fertigstellung ausgewählt und verbaut werden, ohne ein neues Modell anbieten zu müssen. Auch Module mit neuen Funktionen können somit schnell und unkompliziert in einem Endprodukt getestet werden.²⁶⁰ Wird beispielsweise ein neuer Mikroprozessor entwickelt, kann dieser in alle zukünftigen Smartphones integriert werden, da die Module untereinander, wie bereits beschrieben, entkoppelt und frei kombinierbar sind. Wichtig ist, dass das Endprodukt dennoch ganzheitlich betrachtet und nicht vernachlässigt wird.²⁶¹

Im Einkauf ist es wiederum wichtig, dass die Module nicht einzeln betrachtet werden, sondern Bestellungen gesammelt aufgegeben werden. Hier liegt der Vorteil insbesondere in der Generierung von Skaleneffekten.²⁶² Einerseits sind höhere Bestellungen möglich, da die Module in verschiedenen Varianten integriert werden können und nicht mehr nur auf eine beschränkt sind. Andererseits ist es möglich, wenn die Bestellungen aller Module zusammengefasst werden, da für verschiedene Module dennoch gleiche Materialien in der Produktion benötigt werden.²⁶³

Die Produktion und die Montage müssen so abgestimmt werden, dass eine durchgehende Produktion der Module stattfindet, um diese immer abrufbereit zu haben. Das ermöglicht eine

²⁵⁸ Vgl. Krause und Gebhardt, *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien*, S. 106 ff.

²⁵⁹ Vgl. Ebenda, S. 108.

²⁶⁰ Vgl. Ebenda.

²⁶¹ Vgl. Grunwald, *Methode zur Anwendung der flexiblen integrierten Produktentwicklung und Montageplanung*, S. 38.

²⁶² Vgl. Voigt und Weber, „*Definition: Economies of Scale*“.

²⁶³ Vgl. Krause und Gebhardt, *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien*, S. 108 f.

schnelle Montage der einzelnen Module zu dem vom Kunden konfigurierten Endprodukt. Dem Verbraucher wird eine schnelle Lieferung seines Smartphones, trotz individueller Konfiguration, ermöglicht. Außerdem ermöglicht die durchgehende Produktion die Senkung von Rüstzeiten und eine hohe Auslastung der Anlagen und Mitarbeiter.²⁶⁴

Der Vertrieb muss so strukturiert werden, dass dem Kunden nur das angeboten wird, was er auch bekommen kann. Zum Beispiel ist das Weglassen eines Mikroprozessors nicht möglich, das Weglassen eines Fingerabdrucksensors ist dagegen möglich.²⁶⁵ Dem Kunden muss dabei ausreichend Wissen zur Verfügung gestellt werden, damit er versteht, was das jeweilige Modul bewirkt und zu leisten imstande ist. Dennoch dürfen nicht zu viele Informationen bereitgestellt werden, damit der Kunde sich nicht mit der Masse an Informationen überfordert fühlt. Dem Verbraucher muss vermittelt werden, welcher Mehrwert potenziell mit einem Modul verbunden ist, um für sich bewerten zu können, ob dieser relevant für ihn ist. Mit einem Konfigurationstool könnte dem Kunden dieses Wissen vermittelt werden. Das Tool sollte beispielsweise die Funktion des Arbeitsspeichers vermitteln und gleichzeitig dessen Einflüsse auf andere Module, wie dem Mikroprozessor. Außerdem sollte es den Kunden selbsterklärend durch den Konfigurationsprozess führen.²⁶⁶

²⁶⁴ Vgl. Ebenda, S. 109 f.

²⁶⁵ Vgl. Ebenda, S. 110 f.

²⁶⁶ Vgl. Pieniazek, „*Mass Customization: Mit individueller Massenware zum Erfolg*“.

4 Bewertung des Konzepts und der Voraussetzungen

Erste Chancen, die sich vor allem durch die Umstellungen in den jeweiligen Abteilungen ergeben, werden bereits in Kapitel 3.5 deutlich. Jedoch sind auch die dabei auftretenden Risiken zu berücksichtigen. In Kapitel 4.1 werden die Risiken dargestellt, die sich durch die Modularisierung ergeben. In Kapitel 4.2 werden demgegenüber noch einmal alle Chancen aufgezeigt.

4.1 Risiken der Umsetzung

Bei der Umsetzung der Modularisierung im Bereich der Smartphone-Produktion können Risiken entstehen. Wie in Kapitel 3.4.1 und 3.4.2 gezeigt wurde, können diese auch etablierte Unternehmen betreffen und dazu führen, dass Projekte wieder eingestellt werden und die Modulbauweise nicht weiterverfolgt wird. Dies kann auch dazu geführt haben, dass Kunden einem modularen Smartphone gegenüber skeptisch eingestellt sind. Bei Google vertraute nicht einmal das eigene Unternehmen mehr auf den Erfolg von Project Ara und der damit verbundenen Modularisierung.²⁶⁷

Entscheidend für den Erfolg der Modularisierung ist, dass der Kunde in der Konfiguration seines individuellen Smartphones einen persönlichen Nutzen sieht.²⁶⁸ Das Risiko ist gegeben, dass der Kunde keinen Mehrwert in der Konfiguration, gegenüber herkömmlichen Smartphones, sieht. In dem Fall wäre die Konfiguration ein Zusatzaufwand und könnte den Kunden von einem Kauf abhalten.²⁶⁹ Die Differenzierung muss ausreichend groß sein, sowohl von anderen Unternehmen als auch unternehmensintern zwischen den verschiedenen Modellen.²⁷⁰

²⁶⁷ Vgl. Fröhlich, „*Wieso das revolutionärste Smartphone der letzten Jahre krachend scheiterte*“.

²⁶⁸ Vgl. Schneider, „*Mass Customization - Individualisierung von der Stange*“.

²⁶⁹ Vgl. Pieniazek, „*Mass Customization: Mit individueller Massenware zum Erfolg*“.

²⁷⁰ Vgl. Müller, *Porters Konzept generischer Wettbewerbsstrategien*, S. 36.

In den unternehmensinternen Modellen liegt ein wichtiger Unterschied zur Modularisierung in der Automobilbranche von VW. Hierin liegt ein weiteres Risiko. Zum Volkswagen Konzern gehören insgesamt zwölf unterschiedliche Marken (Stand: 12/2017).²⁷¹ In der Smartphone-Industrie gibt es keine solchen Bündnisse. Zwar nutzen mehrere Unternehmen die Android-Software von Google, dennoch sind die produzierenden Unternehmen voneinander unabhängig. Die Synergien würden in dem Fall nur über verschiedene Modellreihen hinweg greifen, nicht aber über verschiedene Marken.²⁷² Das könnte dazu führen, dass die Kostensenkungen, die die Hard Customization ermöglicht, sich nur in geringem Maße auf den Kaufpreis des Smartphones auswirken.²⁷³ Der möglicherweise höhere Preis könnte weitere potenzielle Kunden von einem Kauf abhalten.²⁷⁴ Außerdem liegt die durchschnittliche Nutzungsdauer eines Smartphones, mit 18 Monaten, deutlich unter der eines Autos mit zwölf Jahren.²⁷⁵ Da eine nachträgliche Aufwertung des Smartphones nicht vorgesehen ist, kann die Nutzungsdauer darüber nicht verlängert werden. Für die Individualisierung, für einen im Vergleich kurzen Zeitraum, einen höheren Preis zu zahlen, könnte ebenfalls dafür sorgen, dass potenzielle Kunden von einem Kauf absehen.²⁷⁶

Neben den externen Risiken gibt es, je nach Abteilung, auch unternehmensinterne Risiken, die für ein Scheitern der Modularisierung sorgen könnten. Im Einkauf liegt das bereits thematisierte Risiko, dass die Kostensenkungen, die unter anderem mittels der Skaleneffekte generiert werden sollen, nicht so groß wie erhofft ausfallen und das Smartphone zu einem höheren Preis angeboten werden muss.²⁷⁷ Darüber hinaus werden gemeinsame Bestellungen für alle Module aufgegeben, was dazu führen könnte, dass dringende Bestellungen einzelner Module verschoben werden, um höhere Mengenrabatte generieren zu können.²⁷⁸ Das hätte einen direkten Einfluss auf die Produktion und Montage, denen wichtige Module fehlen, um diese zu einem Smartphone zusammenbauen zu können. Das würde wiederum die Lieferzeit verlängern und dazu führen, dass der Kunde unzufrieden ist.²⁷⁹ Die Fertigung und Entwicklung soll so gestaltet werden, dass die Module für sich genommen betrachtet werden. Es besteht die Gefahr, dass das Gesamtprodukt, also das fertige Smartphone, aus dem Fokus gerät. Es könnten Module entwickelt werden, die für das Smartphone unbrauchbar sind, da deren Funktion keinen oder

²⁷¹ Vgl. N.N., „Portrait & Produktionsstandorte“.

²⁷² Vgl. N.N., „Android ist für alle da | Wissenswertes“.

²⁷³ Vgl. Voigt und Weber, „Definition: Economies of Scale“.

²⁷⁴ Vgl. Werth, *Psychologie für die Wirtschaft*, S. 60 ff.

²⁷⁵ Vgl. N.N., „Lebensdauer eines Smartphones“; Vgl. N.N., „Fahrzeug Lebensdauer“.

²⁷⁶ Vgl. Werth, *Psychologie für die Wirtschaft*, S. 60 ff.

²⁷⁷ Vgl. Voigt und Weber, „Definition: Economies of Scale“.

²⁷⁸ Vgl. Ebenda.

²⁷⁹ Vgl. Herold, *Kundenorientierte Prozesssteuerung in der Automobilindustrie*, S. 15.

nur einen sehr geringen Mehrwert bietet.²⁸⁰ Das Konfigurationstool, das im Vertrieb genutzt werden soll und dem Kunden bei der Individualisierung seines Smartphones unterstützen soll, kann zu einem Aufwand führen, den der Kunde nicht zu investieren bereit ist. Es muss sich in einem gewissen Maße mit den Modulen und deren Auswirkungen auseinandergesetzt werden, wozu nicht jeder Kunde vor einem Kauf bereit ist.²⁸¹ Auch kann das Risiko in der Gestaltung des Tools liegen. Ein zu hohes Maß an Informationen kann ebenfalls negative Auswirkungen auf den Kunden haben, da es den persönlichen Aufwand noch weiter erhöht.²⁸²

Wie das Beispiel von Google gezeigt hat, besteht auch ein Risiko in einem häufigen Wechsel von Mitarbeitern in leitenden Positionen. Jeder der Mitarbeiter hat dabei eigene Vorstellungen von der weiteren Ausrichtung. Außerdem müssen die neuen Mitarbeiter in das Unternehmen oder das Projekt eingearbeitet werden.²⁸³ Beides kann immer wieder zu Verzögerungen führen. Insbesondere, wenn neue Vorgaben umgesetzt werden müssen, die unter Umständen im Widerspruch zur bisherigen Zielvorgabe stehen.²⁸⁴

4.2 Chancen durch die Modularisierung

Zunächst werden die allgemeinen Chancen der Modularisierung beschrieben, um diese anschließend noch einmal explizit auf die Smartphone-Produktion anzuwenden. Auch die Chancen innerhalb der Abteilungen werden noch einmal dargestellt. Neben den bereits in Kapitel 3.5 erwähnten Abteilungen bieten sich auch Chancen in der Wartung und im Recycling der Smartphones.

Wird die Modularisierung in der Produktion eines Unternehmens erfolgreich umgesetzt, so bietet sich hauptsächlich die Chance, ein vom Kunden individuell konfiguriertes Produkt zu erhalten, welches auf dem Preisniveau eines in Massenfertigung produzierten Gutes liegt.²⁸⁵ Die grundsätzlich gegensätzlichen Unternehmensstrategien der Kostenführerschaft und der Differenzierung werden somit verknüpft. Es muss keine Entscheidung für eine der Strategien

²⁸⁰ Vgl. Granig, *Innovationsstrategien*, S. 45.

²⁸¹ Vgl. Pieniazek, „*Mass Customization: Mit individueller Massenware zum Erfolg*“.

²⁸² Vgl. N.N., „*Produktkonfiguratoren sind digitale Beratungsgespräche*“.

²⁸³ Vgl. Trojan, *Strategien zur Bewahrung von Wissen*, S. 232.

²⁸⁴ Vgl. Lessel, *Projektmanagement: Projekte effizient planen - Projekte erfolgreich umsetzen*, S. 25.

²⁸⁵ Vgl. Piller, *Mass customization: ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter*, S. 236 f.

getroffen werden. Somit können auch die Vorteile beider Strategien genutzt werden.²⁸⁶ Die Kosten können gesenkt werden, wenn Skaleneffekte genutzt werden. Diese können an den Kunden weitergegeben werden, um Produkte mit attraktiven Preisen auf dem Markt anbieten zu können.²⁸⁷ Da der Kunde, neben dem Preis, auch noch die Möglichkeit der Individualisierung seines Produktes bekommt, sind zwei wichtige Voraussetzungen gegeben, um die Kaufentscheidung eines Kunden zu seinen eigenen Gunsten zu beeinflussen.²⁸⁸ Insgesamt wird eine breitere Kundenmasse als mit einem standardisierten Produkt angesprochen.²⁸⁹

Die Smartphone-Branche bietet sich hierfür an. Einerseits sinken die Verkaufszahlen erstmals, sodass die Unternehmen gefragt sind und etwas Neues bieten müssen, um die Kunden von einem Kauf überzeugen zu können.²⁹⁰ Andererseits hat sich das Konzept der Modularisierung noch nicht in der Smartphone-Branche durchgesetzt. Mit der Einführung der Produktion auf modularer Basis können die Vorteile vollends genutzt werden, da sie ein Alleinstellungsmerkmal am Markt bietet. Es wird ein Wettbewerbsvorteil geschaffen.²⁹¹

Neben den Vorteilen am Markt ergeben sich auch interne Vorteile. Die Flexibilität wird erhöht, da die Module einzeln betrachtet werden. Dadurch können auch einzelne Module ausgelagert werden und beispielsweise extern produziert werden. Außerdem müssen die Module nicht alle an einem Standort produziert werden. Je nach benötigten Rohstoffen oder Kompetenzen können die Module an verschiedenen Standorten gefertigt werden.²⁹² Oftmals variieren die Kundenwünsche je nach Region. Die Designs können an die verschiedenen Märkte angepasst werden und dennoch können die Module für alle Designs verwendet werden. Das heißt, die Optik des Smartphones hat keinen Einfluss auf die genutzte Technik, die gleiche Kamera kann für alle Modelle verwendet werden. Auch hiermit wird die Flexibilität erhöht.²⁹³ Des Weiteren wird zusätzlich die Komplexität innerhalb des Unternehmens verringert. Es genügt wenige verschiedene Kameratypen zu entwickeln, die dann in alle Modelle eingebaut werden können. Nicht jedes Modell benötigt eine eigene Kamera.²⁹⁴

²⁸⁶ Vgl. Müller, *Porters Konzept generischer Wettbewerbsstrategien*, S. 33 ff.

²⁸⁷ Vgl. Voigt und Weber, „*Definition: Economies of Scale*“.

²⁸⁸ Vgl. Werth, *Psychologie für die Wirtschaft*, S. 60 ff.

²⁸⁹ Vgl. Piller, *Mass customization: ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter*, S. 236 f.

²⁹⁰ Vgl. N.N., „*Deutsche kaufen weniger Smartphones*“.

²⁹¹ Vgl. Helpup und Bleis, *Management: die Kernkompetenzen*, S. 54.

²⁹² Vgl. Piller, *Mass customization: ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter*, S. 315.

²⁹³ Vgl. Ebenda, S. 92 f.

²⁹⁴ Vgl. Ebenda, S. 315.

Im Einkauf ergibt sich die Chance, modulübergreifend die Bestellungen aufzugeben und somit von reduzierten Kosten dank Skaleneffekten zu profitieren.²⁹⁵ Diese Kosteneinsparungen können an die Kunden weitergegeben werden, um den Produktpreis zu senken und neue Kunden gewinnen zu können.²⁹⁶ In der Produktion und Montage kann die Komplexität reduziert werden, was schnellere Montagezeiten ermöglicht und somit eine kurze Lieferzeit für den Kunden. Durch die Verschlankung der Produktionslinie, da weniger verschiedene Bauteile produziert werden, kann intensiver an einer Qualitätsverbesserung der Bauteile gearbeitet werden, die noch produziert werden.²⁹⁷ Diese Chance ergibt sich ebenfalls in der Fertigung und Entwicklung des Unternehmens. Die Konzentration kann auf wenige Bauteile gelenkt werden und somit intensiviert werden. Außerdem können Neuerungen schneller umgesetzt werden, da keine ganzheitliche Betrachtung erfolgt, sondern die Neuerung eines jeden Moduls direkt in den Konfigurationsprozess integriert werden kann.²⁹⁸ Im Vertrieb kann besser auf den Kunden eingegangen werden, wenn die entsprechenden Tools genutzt werden. Somit können Unternehmen und Kunde voneinander lernen. Zukünftige Entwicklungen der Module können aufgrund von Daten erfolgen, die von den eigenen Kunden kommen und deren Erwartungen entsprechen.²⁹⁹ Auch in der Wartung und Reparatur bieten sich neue Chancen für das produzierende Unternehmen. Ist ein Smartphone schadhaft, kann das Modul, von dem der Fehler ausgeht, ausgetauscht werden. Die Modulbauweise macht es dabei deutlich leichter, da die Bauteile voneinander entkoppelt sind und keine Abhängigkeiten bestehen.³⁰⁰ Das wirkt sich auch auf das Recycling und die Entsorgung aus. Das Austauschen einzelner Module führt dazu, dass das Unternehmen nicht ein vollständiges Smartphone ersetzen, und im Schadensfall auch Entsorgen, muss, sondern lediglich das schadhafte Modul. Das kann in einer Steigerung des Ansehens des Unternehmens resultieren, da die Umwelt entlastet wird.³⁰¹

²⁹⁵ Vgl. Voigt und Weber, „*Definition: Economies of Scale*“.

²⁹⁶ Vgl. Werth, *Psychologie für die Wirtschaft*, S. 60 ff.

²⁹⁷ Vgl. Krause und Gebhardt, *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien*, S. 109 f.

²⁹⁸ Vgl. Ebenda, S. 108.

²⁹⁹ Vgl. Piller, *Mass customization: ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter*, S. 244.

³⁰⁰ Vgl. Krause und Gebhardt, *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien*, S. 111 f.

³⁰¹ Vgl. Ebenda, S. 113.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen dieser Thesis wurde das Konzept der Mass Customization mit seiner Ausprägung der Hard Customization eingehend erarbeitet. Zur praktischen Umsetzung des Konzepts wurden die Modularisierung und deren Voraussetzungen vorgestellt. Dabei wurden insbesondere die erfolgsrelevanten Faktoren betrachtet. Anhand von zwei Praxisbeispielen wurde aufgezeigt, wie die Anwendung der Modularisierung erfolgreich umgesetzt werden kann. Anschließend wurde geprüft, ob sich die Modularisierung auch auf die Produktion von Smartphones anwenden lässt. Dabei konnte dargelegt werden, dass der Aufbau und die Bauteile eines Smartphones ausreichend Individualisierungsmöglichkeiten bieten, um für die Modularisierung in Betracht gezogen zu werden. Durch die Praxisbeispiele zur Modularisierung von Smartphones konnte aufgezeigt werden, dass ein Interesse an diesem Thema besteht und etablierte Unternehmen bereits an der Umsetzung arbeiten. Dadurch, dass beide Versuche gescheitert sind, steckt weiterhin ein großes Potenzial in diesem Thema. Aus den Versuchen konnten außerdem wichtige Erkenntnisse gezogen werden, was vom Markt erwartet wird und was bei der Umsetzung zwingend zu beachten ist. Für die Produktion von Smartphones sollte die quantitative Modularisierung gewählt, wie sie in der Automobilbranche vom Volkswagen-Konzern bereits erfolgreich angewendet wird. Das heißt, der Fokus liegt darauf, dass der Kunde sich vor dem Kauf ein, an seine individuellen Bedürfnisse angepasstes, Smartphone konfigurieren kann. Dieses wird vom Unternehmen erst nach der Interaktion mit dem Kunden zusammengebaut, wobei die jeweiligen Module bereits größtenteils produziert sind. Nach der Auslieferung an den Kunden sind, wie bei nicht-modularen Smartphones, keine nachträglichen Updates der Module vorgesehen.

Zur Umsetzung der quantitativen Modularisierung müssen die Module entkoppelt in verschiedenen Modellen eingesetzt werden und kombinierbar sein. Außerdem müssen sie über standardisierte Schnittstellen verfügen und eine bestimmte Funktion erfüllen. Hinzu kommen die Umstellungen auf den verschiedenen Ebenen eines Unternehmens. Die Module müssen einzeln betrachtet werden, ohne den Fokus auf das Gesamtkonzept zu verlieren. Ein gemeinsamer Einkauf sorgt für die Beschaffung der notwendigen Teile zu günstigeren Preisen. Die Produktion und die Montage müssen durchgängig versorgt werden um, trotz Individualisierung, für kurze Lieferzeiten sorgen zu können. Auch muss der Vertrieb mit einem Konfigurationstool unterstützt werden.

Bevor sich ein Unternehmen für die Hard Customization eines Smartphones mittels Modularisierung entscheidet, ist es wichtig sich den Chancen, vor allem aber auch den Risiken, bewusst zu werden, die damit einhergehen können. Zu den Chancen zählt ein kundenindividuelles Produkt, zum Preis eines in Massenfertigung hergestellten Smartphones, anbieten zu können und somit eine breitere Kundenmasse ansprechen können. Außerdem kann die interne Komplexität, trotz einer steigenden externen Komplexität, verringert werden. Es besteht jedoch das Risiko, dass der Markt dem Konzept gegenüber skeptisch eingestellt ist, da die ersten Erfahrungen mit modularen Smartphones nicht den Erwartungen entsprachen. Außerdem besteht das Risiko, dass der Kunde durch die Individualisierung keinen ausreichenden Mehrwert, im Vergleich zu Smartphones, die in der Massenfertigung produziert wurden, sieht und daher kein Interesse an einem Produkt dieser Bauweise hat.

Bei einer Entscheidung für die Hard Customization eines Smartphones mittels der Modulbauweise ist es wichtig, dass ein realistischer Zeitplan für die Umsetzung angesetzt wird.³⁰² Rückschritte sollten mit eingeplant werden und nicht zur Abkehr von dem Vorhaben führen. Das führt dazu, dass kein zu hoher Erwartungsdruck an ein fertiges Produkt gestellt wird und eine Veröffentlichung erst erfolgt, wenn die Entwicklung und das Testen des Smartphones erfolgreich abgeschlossen sind.³⁰³

Zukünftig könnte, bei erfolgreicher Umsetzung, die Modularisierung auf die Tablet-Produktion ausgeweitet werden. Ein Tablet besteht teilweise aus den gleichen Bauteilen wie ein Smartphone. Der Aufbau beider Geräte weist eine starke Ähnlichkeit auf. Einige Module, unter anderem der Fingerabdrucksensor, der Helligkeitssensor oder der USB-Port, können sowohl für das Tablet als auch für das Smartphone verwendet werden.³⁰⁴ Somit würde auch das in Kapitel 4.1 beschriebene Risiko verringert werden, das dadurch entsteht, dass die Modularisierung nicht markenübergreifend stattfindet.

Das Hard-Customization-Angebot für den Kunden kann weiterhin mit einem Soft-Customization-Angebot für den Kunden ergänzt werden. Die Kombination verschiedener Mass-Customization-Ansätze erhöht die Individualisierungsmöglichkeiten weiter.³⁰⁵ Dell hat bereits vorgemacht, dass die Kombination in der Technik-Branche funktioniert. Die Soft Customization kann beim Smartphone über die Software erfolgen und bietet dem Kunden die Möglichkeit, auch nach dem Kauf auf veränderte eigene Bedürfnisse zu reagieren, obwohl dies

³⁰² Vgl. Geipel, *Der IT-Projektmanager*, S. 108.

³⁰³ Vgl. Ebenda, S. 108.

³⁰⁴ Vgl. Dembowski, *Smartphone- und Tablet-Hacks*, S. 3 ff.; Vgl. Dembowski, S. 9 ff.

³⁰⁵ Vgl. Thomas, *Mass Customization als Wettbewerbsstrategie in der Finanzdienstleistungsbranche*, S. 74 ff.

bei der Umsetzung der Hard Customization, nach dem Konzept in dieser Arbeit, nicht vorgesehen ist.³⁰⁶ Dass die modulare Produktion erfolgreich sein kann, hat Volkswagen eindrucksvoll erwiesen. Auch, dass die Mass Customization nicht an ein bestimmtes Produkt gebunden ist, sondern erfolgreich neu interpretiert und in neue Branchen und für neue Produkte implementiert werden kann, zeigen Beispiele, wie adidas und mymuesli. Adidas bietet den Kunden die Möglichkeit, mit „miadidas“ ihren eigenen Schuh zu designen. Dabei stehen den Kunden zu unterschiedlichen Modellen mehrere Auswahlmöglichkeiten an Materialien und Farben zur Verfügung.³⁰⁷ Das Unternehmen mymuesli bietet Kunden die Möglichkeit, ihr eigenes Müsli zusammenzustellen und kommt damit auf über 566 Milliarden verschiedene Müslivarianten.³⁰⁸ Das Beispiel von Dell zeigt außerdem, dass die erfolgreiche Umsetzung auch in der Technik-Branche möglich ist. Das Interesse an dem Thema der modularen Produktion besteht weiterhin. Das Unternehmen Shiftphone hat seit 2018 ein Smartphone mit modularer Bauweise auf den Markt gebracht und gibt „aufgrund der großen Nachfrage“³⁰⁹ aktuell eine Lieferzeit von bis zu acht Wochen an. Das wird die Skepsis, die durch gescheiterte Versuche, von unter anderem Google, entstanden ist, weiter senken.³¹⁰

³⁰⁶ Vgl. Ebenda, S. 74; Vgl. Hering et al., *Handbuch der praktischen und technischen Informatik*, S. 61.

³⁰⁷ Vgl. Boër und Dulio, *Mass customization and footwear*. S. 49 f.

³⁰⁸ Vgl. N.N., „*Blog mymuesli | 566 Milliarden Müslis*“.

³⁰⁹ N.N., „*Shift Shop | SHIFT6m (preorder)*“.

³¹⁰ Vgl. Winterer, „*Neues Shiftphone – die deutsche Fairphone-Alternative im Test*“.

Literaturverzeichnis

Aichele, Christian und Doleski, Oliver D., Hrsg.: *Smart Market: vom Smart Grid zum intelligenten Energiemarkt*. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2014.

Albers, Sönke und Herrmann, Andreas: *Handbuch Produktmanagement Strategieentwicklung -- Produktplanung -- Organisation -- Kontrolle*. Wiesbaden: Betriebswirtschaftlicher Verlag Dr. Th. Gabler / GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden, 2007.

Andelfinger, Volker P. und Hänisch, Till, Hrsg.: *eHealth: wie Smartphones, Apps und Wearables die Gesundheitsversorgung verändern werden*. Wiesbaden: Springer Gabler, 2016.

Bähring, Helmut: *Anwendungsorientierte Mikroprozessoren: Mikrocontroller und Digitale Signalprozessoren*. 4., vollst. überarb. Aufl. Mikrorechner-Technik, Helmut Bähring ; Bd. 1. Berlin: Springer, 2010.

Bekker, Paul: „LG G5 - Die 5 besten Module im Überblick“. Zugegriffen 31. Juli 2018. https://praxistipps.chip.de/lg-g5-die-5-besten-module-im-ueberblick_48576.

Blecker, Thorsten und Friedrich, Gerhard, Hrsg.: *Mass Customization: Challenges and Solutions*. International Series in Operations Research & Management Science 87. New York, NY: Springer, 2006.

Bley, Joachim: „LG G5: Zusatzmodule und Zubehör im Test“. connect. Zugegriffen 22. Juli 2018. <https://www.connect.de/testbericht/lg-g5-zusatzmodule-ansteckmodule-zubehoer-test-3196163.html>.

Boër, C. R. und Dulio, Sergio: *Mass customization and footwear: myth, salvation or reality?* New York: Springer, 2007.

Bühler, Peter; Schlaich, Patrick und Sinner, Dominik: *Informationstechnik: Hardware - Software - Netzwerke*. Bibliothek der Mediengestaltung. Berlin: Springer Vieweg, 2018.

Busch, Christoph: „Biometrische Zugangskontrolle mit Smartphones“. *Datenschutz und Datensicherheit - DuD* 38, Nr. 7. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2014.

Coates, Joseph F: „*Perspectives*“. *Research-Technology Management* 38, Nr. 6 (November 1995): 2–7. <https://doi.org/10.1080/08956308.1995.11674298>.

- Dembowski, Klaus: *Smartphone- und Tablet-Hacks: Mess-, Steuer- und Kommunikationsschaltungen selbst gebaut und programmiert*. 1. Auflage. edition Make. Heidelberg: dpunkt.verlag, 2017.
- Fröhlich, Christoph: „*Wieso das revolutionärste Smartphone der letzten Jahre krachend scheiterte*“. stern.de, 7. Februar 2017. <https://www.stern.de/digital/smartphones/project-ara--wie-das-revolutionaere-smartphone-krachend-scheiterte-7315596.html>.
- Geipel, Petra: *Der IT-Projektmanager: Arbeitstechniken, Checklisten und soziale Kompetenz. Die Unilog-Integrata-Qualifizierung*. München: Addison-Wesley, 2003.
- Granig, Peter, Hrsg.: *Innovationsstrategien: von Produkten und Dienstleistungen zu Geschäftsmodellinnovationen*. Wiesbaden: Springer Gabler, 2014.
- Grunwald, Stefan: *Methode zur Anwendung der flexiblen integrierten Produktentwicklung und Montageplanung*. Forschungsberichte IWB, Bd. 159. München: H. Utz, 2002.
- Helpup, Antje und Bleis, Christian: *Management: die Kernkompetenzen*. München: Vahlen, 2016.
- Hering, Ekbert; Gutekunst, Jürgen und Dyllong, Ulrich: *Handbuch der praktischen und technischen Informatik*, Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2000.
- Herold, Lothar: *Kundenorientierte Prozesssteuerung in der Automobilindustrie: die Rolle von Logistik und Logistikcontrolling im Prozess „vom Kunden bis zum Kunden“*. 1. Aufl. Gabler Edition Wissenschaft. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl, 2005.
- Hinterhuber, Hans H.: *Kundenorientierte Unternehmensführung Kundenorientierung - Kundenzufriedenheit - Kundenbindung*. Wiesbaden: Gabler, 2009.
- Huch, Michael und Schulz, Sven: „*Vergleichstest: Fotokamera gegen Handy - COMPUTER BILD*“. Zugegriffen 1. Juli 2018. <http://www.computerbild.de/artikel/cb-Tests-Handy-SLR-vs-Smartphone-Wer-macht-bessere-Fotos-12812681.html>.
- Hüttenrauch, Mathias und Baum, Markus: *Effiziente Vielfalt: die dritte Revolution in der Automobilindustrie*. Berlin: Springer, 2008.
- Institut für Angewandte Arbeitswissenschaft, Hrsg.: *5S als Basis des kontinuierlichen Verbesserungsprozesses*. ifaa-Edition. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg, 2016.

- Ippen, Holger: „*Das modulare Baukastensystem von VW: MQB, MLB, MOB & Co.* |“. *autozeitung.de*. Zugegriffen 21. Juli 2018. <https://www.autozeitung.de/vw-mqb-modularer-querbaukasten-technik-volkswagen-42534.html>.
- Kobuss, Joachim und Bretz, Alexander: *Designbusiness gründen und entwickeln*, Basel, Berlin, Boston: BIRKHÄUSER, 2017. <https://doi.org/10.1515/9783035605808>.
- König, Wolfgang: *Geschichte der Konsumgesellschaft*. Vierteljahrschrift für Sozial- und Wirtschaftsgeschichte. Beihefte 154. Stuttgart: F. Steiner, 2000.
- Korthauer, Reiner, Hrsg.: *Handbuch Lithium-Ionen-Batterien*. Berlin: Springer Vieweg, 2013.
- Krause, Dieter und Gebhardt, Nicolas: *Methodische Entwicklung modularer Produktfamilien: hohe Produktvielfalt beherrschbar entwickeln*. Berlin: Springer Vieweg, 2018.
- Kremp, Matthias: „*Smartphone-Module: Vier Freunde für das LG G5*“. *Spiegel Online*, 14. Mai 2016, Abschn. Netzwelt. <http://www.spiegel.de/netzwelt/gadgets/lg-g5-friends-smartphone-module-im-test-a-1091866.html>.
- Kühl, Eike: „*Project Ara: Aus der Traum vom modularen Smartphone*“. ZEIT ONLINE. Zugegriffen 22. Juli 2018. <https://www.zeit.de/digital/mobil/2016-09/project-ara-google-modulares-smartphone-ende>.
- Künzel, Hansjörg, Hrsg.: *Erfolgsfaktor Lean Management 2.0: wettbewerbsfähige Verschlankung auf nachhaltige und kundenorientierte Weise*. Erfolgsfaktor Serie. Berlin Heidelberg: Springer Gabler, 2016.
- Leisten, Rainer und Krcal, Hans-Christian. *Nachhaltige Unternehmensführung Systemperspektiven*. Wiesbaden: Gabler Verlag, 2003.
- Lenhard, Thomas H.: *Datensicherheit: technische und organisatorische Schutzmaßnahmen gegen Datenverlust und Computerkriminalität*. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2017.
- Lessel, Wolfgang: *Projektmanagement: Projekte effizient planen - Projekte erfolgreich umsetzen*. 4. Aufl. Pocket business. Mannheim: Cornelsen Scriptor, 2012.
- Mahendra, Arpit: „*VOLKSWAGEN MQB*“. *Auto Tech Review* 1, Nr. 3 (1. März 2012): 60–61. <https://doi.org/10.1365/s40112-012-0036-6>.

Meyr, Herbert und Fleischmann, Bernhard: *Simultane Losgrößen- und Reihenfolgeplanung für kontinuierliche Produktionslinien: Modelle und Methoden im Rahmen des Supply Chain Management*. Gabler-Edition Wissenschaft Produktion und Logistik. Wiesbaden: Deutscher Universitäts-Verlag, 1999.

Müller, Benjamin: *Porters Konzept generischer Wettbewerbsstrategien: Präzisierung und empirische Überprüfung*. 1. Aufl. Gabler Edition Wissenschaft. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl, 2007.

N.N.: „*Android ist für alle da | Wissenswertes*“. Android. Zugegriffen 3. August 2018.
https://www.android.com/intl/de_de/everyone/facts/.

N.N.: „*Baukastensystem - Definition aus technischer Sicht*“. Unternehmensberatung für Anbieter technischer Produkte (blog). Zugegriffen 21. Juli 2018.
<https://www.irman.de/glossar/baukastensystem/>.

N.N.: „*Bildschirmauflösung Begriffserklärung & Definition*“. SEO Analyse. Zugegriffen 1. Juli 2018. <https://www.seo-analyse.com/seo-lexikon/b/bildschirmaufloesung/>.

N.N.: „*Blog mymuesli | 566 Billiarden Müslis: Der Rechenweg*“. mymuesli. Zugegriffen 26. Mai 2018. <https://www.mymuesli.com/blog/2007/05/01/566-billiarden-muslis-der-rechenweg/>.

N.N.: „*Deutsche kaufen weniger Smartphones*“. n-tv.de. Zugegriffen 25. Mai 2018.
<https://www.n-tv.de/wirtschaft/Deutsche-kaufen-weniger-Smartphones-article19718490.html>.

N.N.: „*Fahrzeug Lebensdauer*“. Zugegriffen 3. August 2018. <https://www.autohof-guide.de/fahrzeug-lebensdauer.html>.

N.N.: „*Gartner Says Worldwide Sales of Smartphones Recorded First Ever Decline During the Fourth Quarter of 2017*“. Zugegriffen 25. Mai 2018.
<https://www.gartner.com/newsroom/id/3859963>.

N.N.: „*Infografiken-gfu-Smartphones-2017.jpg (JPEG-Grafik, 1956 × 2376 Pixel) - Skaliert (30%)*“. Zugegriffen 25. Mai 2018.
<https://www.gfu.de/fileadmin/media/downloads/Infografiken-gfu-Smartphones-2017.jpg>.

N.N.: „*Infografiken-gfu-smartphones-2018.jpg (JPEG-Grafik, 2481 × 3508 Pixel) - Skaliert (20%)*“. Zugegriffen 25. Mai 2018.
<https://www.gfu.de/fileadmin/media/downloads/Infografiken-gfu-smartphones-2018.jpg>.

N.N.: „*Lebensdauer eines Smartphones*“. Zugegriffen 3. August 2018.
<https://de.serlo.org/79537/lebensdauer-smartphones>.

N.N.: „*LG 360 VR – Virtual Reality Brille: Amazon.de: Elektronik*“. Zugegriffen 23. Juli 2018. <https://www.amazon.de/LG-360-VR-Friends-Virtual/dp/B01DL0UKLY>.

N.N.: „*LG G5 Smartphone | LG Deutschland*“. Zugegriffen 26. Mai 2018.
<http://www.lg.com/de/handy/lg-G5>.

N.N.: „*LG G5 Smartphone 13,5 cm titan: Amazon.de: Elektronik*“. Zugegriffen 23. Juli 2018.
https://www.amazon.de/LG-Smartphone-Touch-Screen-interner-Speicher-Titan/dp/B01BU29K5W/ref=sr_1_1?s=ce-de&ie=UTF8&qid=1532350483&sr=1-1&keywords=lg+g5.

N.N.: „*Modularität - Definition aus technischer Sicht*“. Unternehmensberatung für Anbieter technischer Produkte (blog). Zugegriffen 20. Juli 2018.
<https://www.irman.de/glossar/modularitaet/>.

N.N.: „*Phonebloks*“. Zugegriffen 23. Juli 2018. <https://phonebloks.com/>.

N.N.: „*Phonebloks: Development*“. Zugegriffen 4. August 2018.
<https://phonebloks.com/development>.

N.N.: „*Portrait & Produktionsstandorte*“. Zugegriffen 21. Juli 2018.
<https://www.volkswagenag.com/de/group/portrait-and-production-plants.html>.

N.N.: „*Produktkonfiguratoren sind digitale Beratungsgespräche*“. Zugegriffen 3. August 2018. <https://sinnerschneidercommerce.com/de/news/produktkonfiguratoren/>.

N.N.: „*Shift Shop | SHIFT6m (preorder)*“. Zugegriffen 3. August 2018.
<https://shop.shiftphones.com/shift6m.html>.

N.N.: „*Volkswagen Konfigurator | VW Konfigurator | Golf Konfigurator*“. Zugegriffen 21. Juli 2018. https://www.volkswagen.de/content/vw_pkw/importers/de/de/konfigurator.html.

Pieniasek, Johanna: „*Mass Customization: Mit individueller Massenware zum Erfolg*“. Digitaler Mittelstand. Zugegriffen 3. August 2018. <https://digitaler-mittelstand.de/business/ratgeber/mass-customization-mit-individueller-massenware-zum-erfolg-24067>.

Piller, Frank T.: *Kundenindividuelle Massenproduktion: die Wettbewerbsstrategie der Zukunft*. München: Hanser, 1998.

Piller, Frank T.: *Mass customization: ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter*. Gabler-Edition Wissenschaft Markt- und Unternehmensentwicklung. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl. [u.a.], 2000.

Piller, Frank T. und Stotko, Christof M., Hrsg.: *Mass Customization und Kundenintegration: neue Wege zum innovativen Produkt*. 1. Aufl. Düsseldorf: Symposion-Verl, 2003.

Porwol, Thomas: „Darum sollte man bei allen Smartphones die Kopfhörerbuchse streichen“. Musikexpress, 25. Juli 2017. <https://www.musikexpress.de/darum-sollte-man-bei-allen-smartphones-die-kopfhoeerbuchse-streichen-838209/>.

Reif, Konrad, Hrsg.: *Grundlagen Fahrzeug- und Motorentechnik*. Bosch Fachinformation Automobil. Wiesbaden: Springer Vieweg, 2017.

Richter, Christian: „Einführung in Aufbau und Funktionsweise von Mikroprozessoren“, 14. Juli 2005. <http://www.ch-r.de/et/nue-atmmk-mikroprozessoren.pdf>.

Riekhof, Hans-Christian: *E-Branding-Strategien: mit Fallstudien von Amazon, Dell, Eddie Bauer und Otto sowie Konzepten von Boston Consulting, Elephant Seven, Grey, IFM, Scholz & Friends und Unykat*. Wiesbaden: Gabler, 2001.

Rogoll, Timm und Piller, Frank T.: *Konfigurationssysteme für Mass Customization und Variantenproduktion: Strategie, Erfolgsfaktoren und Technologie von Systemen zur Kundenintegration ; Marktstudie 2003*. 2. unveränd. Aufl. München: ThinkConsult, 2003.

Sander, Sebastian: „Grafikkarte im Computer austauschen - so geht's“. Zugegriffen 21. Juli 2018. https://praxistipps.chip.de/grafikkarte-im-computer-austauschen-so-gehts_28174.

Saß, Franziska. „Möglicher Produktionsstopp des LG G5“. *Der Smartphone-Blog von DEINHANDY*. (blog), 23. Januar 2017. <https://blog.deinhandy.de/news-und-trends/23012017/moeglicher-produktionsstopp-des-lg-g5>.

Schnäbele, Peter. *Mass Customized Marketing*. Wiesbaden: Deutscher Universitätsverlag, 1997.

Schneider, Holger.: „*Mass Customization - Individualisierung von der Stange*“. *WebSpotting* (blog), 26. Januar 2018. <http://www.webspotting.de/e-commerce/mass-customization-individualisierung-von-der-stange/>.

Schnick, Detlev: „*Lautsprecher Hintergrundwissen - Akustik- und Lautsprecher-Kaufberatung Teil 3/3 - HIFI-REGLER*“. Zugegriffen 13. Juli 2018. https://www.hifi-regler.de/wissenswertes_und_kaufberatung/praxis-tipps/stereo/lautsprecher_htm.php.

Serowy, Stephan: „*Kunststoff, Glas, Aluminium: Woraus sollte ein Smartphone bestehen?*“ *AndroidPIT*. Zugegriffen 1. Juli 2018. <https://www.androidpit.de/plaste-elaste-smartphone-materialien>.

Slamanig, Michael: *Produktwechsel als Problem im Konzept der Mass Customization: Theoretische Überlegungen und empirische Befunde*. 1. Aufl. Gabler Research. Wiesbaden: Gabler Verlag / Springer Fachmedien Wiesbaden GmbH, Wiesbaden, 2011.

Stumpf, Marcus, Hrsg.: *Die 10 wichtigsten Zukunftsthemen im Marketing*. 1. Auflage. Freiburg München Stuttgart: Haufe Gruppe, 2016.

Ternès, Anabel; Towers, Ian und Jerusel, Marc: *Konsumentenverhalten im Zeitalter der Mass Customization: Trends ; Individualisierung und Nachhaltigkeit*. Essentials. Wiesbaden: Springer Gabler, 2015.

Thomas, Peter: *Mass Customization als Wettbewerbsstrategie in der Finanzdienstleistungsbranche*. 1. Aufl. Gabler Edition Wissenschaft. Wiesbaden: Gabler, 2008.

Trojan, Jörg: *Strategien zur Bewahrung von Wissen: zur Sicherung nachhaltiger Wettbewerbsvorteile*. Wirtschaftswissenschaft. Wiesbaden: Dt. Univ.-Verl, 2006.

Vetterl, Yasmin: „*LG G5 Test*“. *CHIP Online*. Zugegriffen 31. Juli 2018. http://www.chip.de/test/LG-G5-Handy-Test_139931702.html.

Voigt, Kai Ingo: „*Definition: Einzelproduktion*“. *Gabler Wirtschaftslexikon Online*. Zugegriffen 15. Juli 2018. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/einzelproduktion-31967>.

Voigt, Kai-Ingo: „*Definition: Massenproduktion*“. *Gabler Wirtschaftslexikon Online*. Zugegriffen 15. Juli 2018. <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/massenproduktion-39175>.

- Voigt, Kai-Ingo und Weber, Jürgen: „*Definition: Economies of Scale*“. Gabler Wirtschaftslexikon Online. Zugegriffen 31. Juli 2018.
<https://wirtschaftslexikon.gabler.de/definition/economies-scale-36167>.
- Volkman, Norman: „*LG-G5-Akku: Akkulaufzeit, Wechsel und das passende Modul*“. GIGA, 14. Juni 2016. <https://www.giga.de/smartphones/lg-g5/tipps/lg-g5-akku-akkulaufzeit-wechsel-und-das-passende-modul/>.
- Waltl, Hubert und Wildemann, Horst: *Modularisierung der Produktion in der Automobilindustrie*. 2. Aufl. TCW 30. München: TCW Transfer-Centrum, 2015.
- Wenger, Wolf; Habenicht, Walter; Geiger, Martin Josef und Kleine, Andreas, Hrsg.: *Business Excellence in Produktion und Logistik: Festschrift für Prof. Dr. Walter Habenicht*. 1. Aufl. Gabler Research. Wiesbaden: Gabler, 2011.
- Werth, Lioba: *Psychologie für die Wirtschaft: Grundlagen und Anwendungen*. Unveränd. Nachdr. Heidelberg: Spektrum Akad. Verl, 2010.
- Westkämper, Engelbert und Löffler, Carina: *Strategien der Produktion: Technologien, Konzepte und Wege in die Praxis*. Berlin Heidelberg: Springer Vieweg, 2016.
- Westphal, M.: *IT-Hardware Wird UDI der neue Standard für Videoschnittstellen?* München: GBI-Genios Verlag, 2006. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:101:1-2015062418589>.
- Whinston, Andrew B.; Stahl, Dale O. und Choi, Soon-Yong: *The economics of electronic commerce*. Indianapolis, IN: Macmillan Technical Pub, 1997.
- Wildebrand, Hendrik: *Kundenindividuelle Massenproduktion zur Bewältigung überkapazitätsbedingter Unternehmenskrisen*. Wertschöpfungsmanagement, Bd. 4. Frankfurt am Main ; New York: Lang, 2007.
- Winterer, Andreas: „*Neues Shiftphone – die deutsche Fairphone-Alternative im Test*“. Utopia.de, 30. Juli 2018. <https://utopia.de/ratgeber/test-shift6m-von-shiftphones-die-deutsche-fairphone-alternative/>.
- Wirtz, Bernd W. und Burmann, Christoph, Hrsg.: *Ganzheitliches Direktmarketing*. 1. Aufl. Wiesbaden: Gabler, 2006.

Wittmann, Waldemar, Hrsg.: *Enzyklopädie der Betriebswirtschaftslehre. Bd. 1 Teilbd. 3: Handwörterbuch der Betriebswirtschaft R - Z: mit Gesamtregister.* - 5., völlig neu gestaltete Aufl. - 1993. - XIV, S. 3641 - 5069 S. Handwörterbuch der Betriebswirtschaft, Teilbd. 3. Stuttgart: Schäffer-Poeschel, 1993.

Eidesstattliche Erklärung

Ich versichere, dass ich die vorliegende Arbeit ohne fremde Hilfe selbständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quelle kenntlich gemacht.

Ferner erkläre ich mich damit einverstanden, dass ein Exemplar meiner Bachelor-Thesis in die Bibliothek des Fachbereichs aufgenommen wird.

Hamburg, den

.....

Timo Otte