

Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Fakultät für Informatik



Bachelorarbeit

Nachhaltigkeit von Mass Customization Produkten in der Elektronikbranche am Beispiel von modularen Smartphones

Autor:

Kevin Röschke

Betreuer:

Prof. Dr. rer. pol. habil. Hans-Knud Arndt

Arbeitsgruppe Wirtschaftsinformatik - Managementinformationssysteme

Röschke, Kevin:

Nachhaltigkeit von Mass Customization Produkten in der Elektronikbranche am Beispiel von modularen Smartphones

Bachelorarbeit, Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, 2016.

Inhaltsangabe

Diese Arbeit befasst sich mit der ökologischen Nachhaltigkeitsuntersuchung von Mass Customization Produkten am Beispiel des modularen Smartphones. Hierbei wird zunächst die Wettbewerbsstrategie der Mass Customization näher beschrieben, der Begriff der Nachhaltigkeit im Kontext dieser Arbeit näher erläutert und Strategien, welche zur Nachhaltigkeit von Produkten beitragen, behandelt. Daraufhin wird das Konzept des modularen Smartphones näher vorgestellt und anhand der zuvor erläuterten Nachhaltigkeitsstrategien untersucht, inwiefern diese Strategien für das Konzept eines modular aufgebauten Smartphones erfüllt werden. Darüber hinaus werden Handlungsempfehlungen gegeben, welche dazu beitragen die Umweltbelastung durch modulare Smartphones weiter zu verringern.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	vii
1 Einführung	1
1.1 Motivation	1
1.2 Zielstellung der Arbeit	2
1.3 Gliederung der Arbeit	3
2 Mass Customization	5
2.1 Begriffsklärung	5
2.2 Ursprung	6
2.3 Mass Customization - eine hybride Wettbewerbsstrategie	7
2.4 Aspekte der Mass Customization	8
2.5 Erfolgsfaktoren	10
2.5.1 Individualisierungszeitpunkt	10
2.5.1.1 Hard Customization	11
2.5.1.2 Soft Customization	12
2.5.2 Modularisierung	13
2.5.3 Kundenintegration/Interaktion	13
2.6 Kundenbindung durch Mass Customization	14
2.7 Vorteile Mass Customization	15
3 Möglichkeiten für die Nachhaltigkeit von Produkten	17
3.1 Begriff der Nachhaltigkeit	17
3.2 Obsoleszenz von Elektronikprodukten	18
3.3 Produktlebenszyklus	18
3.4 Langlebige Produkte	19
3.4.1 Motivation	19
3.4.2 Gestaltung	21
3.4.3 Nachteile	22
3.5 Produktlebenserweiterung	22
3.5.1 Weiterverwendung	23
3.5.2 Refabrikation	23
3.5.3 Recycling	24
3.5.4 Vernichtung	24
4 Nachhaltigkeit von modularen Smartphones	25
4.1 Umweltbelastung durch Smartphones	25
4.2 Idee eines modularen Smartphones	26

4.3	Einordnung modulares Smartphone in den Mass Customization Ansatz	27
4.4	Nachhaltigkeitsbetrachtung modulares Smartphone	28
4.4.1	Verlängerung der Nutzungsdauer	28
4.4.2	Produktlebenserweiterung	30
4.5	Handlungsempfehlung	30
5	Zusammenfassung und Ausblick	31
	Literaturverzeichnis	33

Abbildungsverzeichnis

1.1	Durchschnittliche Lebensdauer ausgewählter Produktkategorien aus der Elektronikbranche	2
2.1	Idealpunkte eines Produktes (in Anlehnung an [Pil98])	6
2.2	U-Kurve (Anlehnung an [Por13])	7
2.3	Prinzipien von Mass Customization	8
2.4	Kundenintegrationspunkte im Mass Customization-Konzept	11
2.5	Informationskreis Mass Customization	14
3.1	Produktlebenszyklus	19
3.2	Auswirkung einer längerer Lebenszeit von Kleidungsstücken	20
3.3	Schließen des Materialflusses	23
4.1	Konzept eines Modulareen Smartphones	26
4.2	Project Ara Module	29
5.1	Anpassbarer All-in-one-PC	32

1. Einführung

Im Jahr 2007 begann, mit dem Verkaufsstart des ersten iPhone, die rasante Entwicklung des Smartphones. Wurden im dritten Quartal 2007 noch rund 31,2 Millionen Smartphones weltweit verkauft, so wuchs der Anteil der verkauften Smartphones im Folgejahr um 12,4% auf rund 39,9 Millionen Stück ¹. Für das Jahr 2016 wird sogar ein Absatz von 1,52 Milliarden prognostiziert ².

Der schnelle technische Fortschritt der letzten Jahre trägt dazu bei, dass die Nutzungsdauer eines Smartphones immer geringer wird, da beispielsweise neue Anwendungen nur noch mit der neusten Hardware effektiv nutzbar sind. Zudem steigt die Zahl der Alt-Handys, welche meist Zuhause aufbewahrt werden, anstatt diese umweltgerecht zu entsorgen, weiter an ³.

Dies hat eine zunehmende Umweltbelastung zur Folge, da zum einen immer mehr Neugeräte hergestellt werden müssen und zum anderen kaum Alt-Geräten entsorgt werden. Hierdurch wird das recyceln von verbauten Edelmetallen verhindert.

Ob das Konzept eines modularen Smartphones dazu beiträgt die steigende Umweltbelastung durch die Elektronikindustrie entgegenzuwirken, ist Inhalt dieser Arbeit.

1.1 Motivation

Als Folge der zunehmenden Kurzlebigkeit von Elektronikprodukten in den letzten Jahren steigt auch die Abfallrate von Elektronikgeräten immer weiter an. So wurden im Jahr 2010 in Deutschland 780.000 Tonnen an Elektroschrott gesammelt ⁴. Die Abbildung 1.1 auf der nächsten Seite zeigt die Entwicklung der durchschnittlichen Lebensdauer von ausgewählten Produktkategorien auf dem Elektronikmarkt vom Jahr 2000 zum Jahr 2005. Zu erkennen ist, dass fast alle untersuchten Produktkategorien eine Verringerung der Lebensdauer innerhalb der betrachteten Zeitdauer von fünf Jahren aufweisen.

¹Quelle: www.canalys.com (Stand 20.04.2016)

²Quelle: www.statista.com (Stand 20.04.2016)

³Quelle: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Erstmals-mehr-als-100-Millionen-Alt-Handys-zu-Hause.html> (Stand 20.04.2016)

⁴Quelle: www.umweltbundesamt.de (Stand: 07.05.2016)

Product category	Median lifespan in years, 2000	Median lifespan in years, 2005	Delta in 5 years
Lamps, compact fluorescent (CFL)	7.4	7.7	+3%
Flat display panel TVs	10	10	0%
Vacuum cleaners	8.1	8.0	-1%
Wash dryers and centrifuges	14.5	14.3	-1%
Refrigerators	14.2	14.0	-1%
Dishwashers	10.7	10.5	-2%
Small IT and accessories	4.5	4.4	-2%
Tools	9.8	9.6	-2%
Small toys	3.8	3.7	-3%
Mobile phones	4.8	4.6	-3%
Washing machines	12.1	11.7	-3%
Laptop PCs	4.3	4.1	-5%
Hot water and coffee	7.0	6.4	-9%
Printing and imaging equipment	9.0	8.2	-11%
Microwaves	10.9	9.4	-15%
Small consumer electronics and accessories	9.4	7.8	-20%

Abbildung 1.1: Durchschnittliche Lebensdauer ausgewählter Produktkategorien aus der Elektronikbranche

Quelle: [BWHdH14]

Die daraus resultierende Belastung für die Umwelt durch die Entsorgung, und auch durch die Produktion neuer Geräte ist immens, da zum einen für die Produktion von Elektronikprodukten seltene Rohstoffe Verwendung finden und zum anderen im Produktionsprozess umweltschädliche Gase emittiert werden.

Somit ist es wichtig, dass die Industrie auf die zunehmende Umweltbelastung reagiert und agiert.

1.2 Zielstellung der Arbeit

In dieser Bachelorarbeit soll überprüft werden wie ökologisch nachhaltig kundenindividuelle Massenprodukte in der Elektronikbranche sind. Hierfür wird das Konzept des modularen Smartphone näher betrachtet, ob es im Vergleich zu herkömmlichen Smartphones einen höheren Grad an Nachhaltigkeit aufweist. Des Weiteren werden Möglichkeiten abgeleitet, welche durch die Nutzung von Mass-Customization-Effekten zu einen nachhaltigeren Produkt beitragen.

1.3 Gliederung der Arbeit

Zu Beginn der Arbeit wird im zweiten Kapitel die Wettbewerbsstrategie der Mass Customization näher vorgestellt. Hierzu werden die Erfolgsfaktoren, Arten und Vorteile der kundenindividuellen Massenproduktion betrachtet. Das folgende Kapitel befasst sich mit der ökologischen Nachhaltigkeit von Produkten. Es werden neben der Vorstellung des ursprünglichen Nachhaltigkeitsbegriffs, die beiden Nachhaltigkeitsstrategien der Langlebigkeit und der Produktlebenserweiterung präsentiert.

Im vierten Kapitel wird das Konzept des modularen Smartphone, anhand der im dritten Kapitel vorgestellten Nachhaltigkeitsstrategien, auf Aspekte der Nachhaltigkeit untersucht und Handlungsempfehlungen gegeben, die zur Nachhaltigkeit beitragen.

Abschließend werden im fünften Kapitel die betrachteten Ergebnisse zusammengefasst und ein Ausblick auf die mögliche Entwicklung der Elektronikprodukte gegeben.

2. Mass Customization

2.1 Begriffsklärung

Der Begriff Mass Customization ¹ ist ein Oxymoron welches die gegensätzlichen Begriffe „Mass Production“ und „Customization“ verbindet [Pil98]. Ziel des Mass Customization Ansatzes ist es die Vorteile der Massenproduktion und die Vorteile der Individualfertigung zu nutzen [Pil98]. Die Vorteile der Massenproduktion liegen in der „Nutzung aller Rationalisierungsmöglichkeiten, die durch die große Stückzahl gegeben sind.“ ² und die Vorteile der Einzelfertigung „ ... , bei der jedes produzierte Stück auf die Wünsche der Kunden zugeschnitten ist.“ ³

Geprägt wurde dieser Begriff von Stanley Davis, der in seinem Buch *Vorgriff auf die Zukunft* ⁴ den Ansatz der kundenindividuellen Massenfertigung zum ersten mal erwähnt hat: „Ein Modell scheint jetzt schon bereit, sein Debüt zu geben: Die Herstellung großer Stückzahlen nach individuellen Kundenwünschen.“[Dav88]

Aufgrund der ausführlichen Untersuchung durch *Joseph Pine* in seinem Buch *Mass Customization* [Pin93] bekam das Konzept des Mass Customization eine große Aufmerksamkeit.

Im Jahr 1998 führte Frank Thomas Piller das Werk von *Joseph Pine* mit seinem Buch *Kundenindividuelle Massenproduktion - Die Wettbewerbsstrategie der Zukunft* weiter und übersetzt Mass Customization als Kundenindividuelle Massenproduktion und definiert es als „ ... die Produktion von Gütern und Leistungen für einen (relativ) großen Absatzmarkt, welche die unterschiedlichen Bedürfnisse jedes einzelnen Nachfragers dieser Produkte treffen, zu Kosten, die ungefähr denen einer massenhaften Fertigung vergleichbarer Standardgüter entsprechen. Die Informationen, die im Zuge des Individualisierungsprozesses erhoben werden, dienen dem Aufbau einer dauerhaften, individuellen Beziehung zu jedem Anbieter.[Pil98]“

¹Deutsch: Kundenindividuelle Massenfertigung

²<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/57106/massenproduktion-v5.html>
(Stand: 12.06.2015)

³<http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/57105/einzelproduktion-v4.html>
(Stand: 12.06.2015)

⁴Originaltitel: Future Perfect

2.2 Ursprung

Aufgrund des Wohlstandes und angesichts der Befriedigung nach materiellen Gütern der Industrienationen, sank mit den Jahren die Nachfrageelastizität von materiellen Gütern [Pil98]. Dies führte bei der Bevölkerung zu einem Drang nach Individualität um sich von der Masse abzusetzen, da der Besitz von Produkten, welche eine Vielzahl von Menschen besitzen, an Reiz verliert [Pil98].

In der Vergangenheit wurde durch eine variantenreiche Serienproduktion versucht dem Kunden ein, möglichst seinen Präferenzen entsprechendes, Produkt zu einem günstigen Preis anzubieten. Das Idealpunkt-Modell in Abbildung 2.1 veranschaulicht diese Präferenzstruktur eines Abnehmers.

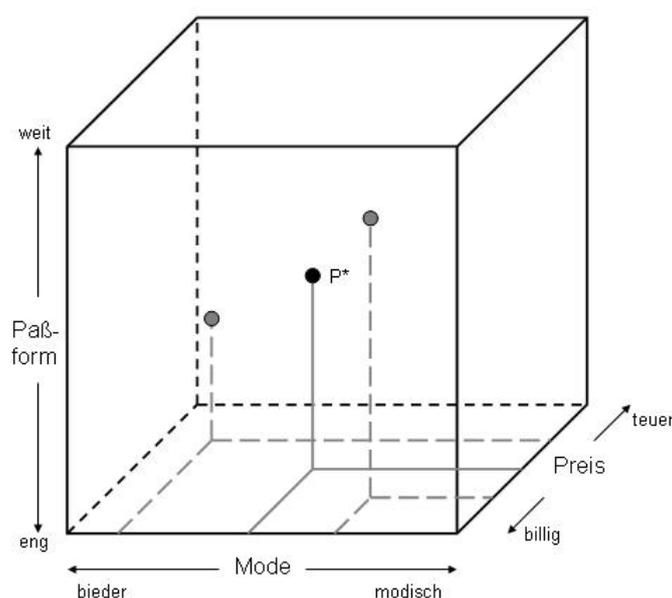


Abbildung 2.1: Idealpunkte eines Produktes (in Anlehnung an [Pil98])

Je näher die Eigenschaften des Produktes (P^*) an den Vorstellungen des Kunden liegen, desto höher ist die Wahrscheinlichkeit dass der Abnehmer dieses Produkt erwirbt und gegebenenfalls einen Wiederkauf tätigt. Um ein möglichst ideales Produkt für viele Abnehmer auf den Markt zu bringen ist eine Abschätzung der Abnehmerpräferenzen, mithilfe von Marktforschungsinstrumenten, vorab unabdingbar. Doch hier liegt das Problem der variantenreichen Serienproduktion. Der Kunde kauft, aufgrund eines meist intransparenten Marktes, immer unter Unsicherheit. An dieser Stelle kann der Produzent entgegenwirken, indem er dem Kunden ein individuell auf ihn zugeschnittenes Produkt anbietet, welches somit dessen Idealpunkt exakt trifft. [RP06]

Dieser Idealpunkt würde bei einer Einzelfertigung genau getroffen werden. Für den Kunden entsteht hierbei jedoch ein sehr hoher Kostenzuwachs. Das Konzept der Mass Customization versucht den Idealpunkt sehr genau zu treffen ohne dass dabei für den Kunden sehr viel höhere Kosten, wie vergleichsweise bei der Einzelfertigung, entstehen. Wie dies möglich ist wird in den folgenden Abschnitten erläutert.

2.3 Mass Customization - eine hybride Wettbewerbsstrategie

Laut der Definition von *Piller* aus Abschnitt 2.1 stellt die Mass Customization eine hybride Wettbewerbsstrategie dar, da sie die Wettbewerbsstrategien der Differenzierung und der Kostenführerschaft miteinander verbindet, um den Kunden ein individuelles Produkt zum Preis eines Standardproduktes anzubieten. Somit stellt die Wettbewerbsstrategie der Mass Customization *Porters* Konzept der generischen Wettbewerbsstrategien in Frage.

Nach *Porter* lassen sich zukünftige Erfolgspositionen nur über die Kostenposition oder über die Erlösposition erreichen [Sla11]. Aus diesen genannten Erfolgspositionen entwickelte *Porter* seine generischen Wettbewerbsstrategien, welche sich in die zwei wesentlichen Strategietypen Kostenführerschaft und Differenzierung einteilen lassen, für welche sich ein Unternehmen entscheiden muss.[Por04]

Bei der Wettbewerbsstrategie der **Kostenführerschaft** handelt es sich um einen massenhaften Absatz von Standardprodukten, welche zum branchenweit geringsten Kostenniveau produziert werden sollen. Wohingegen bei der **Differenzierungsstrategie** nicht die Menge der abgesetzten Produkte im Vordergrund steht sondern der Absatz von qualitativen Produkten, welche dem Kunden einen besonderen Zusatznutzen stiften.[PZ09]

Würde ein Unternehmen eine Strategie wählen wollen welche die Kosten- und Erlösposition simultan verfolgt, wie es der Ansatz der Mass Customization tut, so befindet man sich nach *Porter* „zwischen den Stühlen“⁵, da hier nur eine unterdurchschnittliche Rentabilität erzielt werden kann. Abbildung 2.2 stellt *Porters* Konzept der generischen Wettbewerbsstrategien noch einmal grafisch dar.

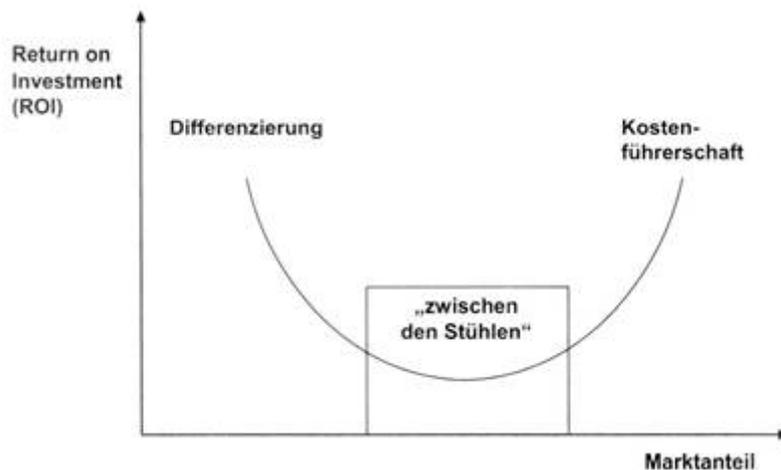


Abbildung 2.2: U-Kurve (Anlehnung an [Por13])

Quelle: <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/wettbewerbsstrategie/wettbewerbsstrategie.htm> (Stand: 21.04.2016)

⁵[Por04] Original: „Stuck in the middle“

Porters Konzept muss aufgrund des starken Wandels der Marktbedingungen und des technischen Fortschritts erweitert werden, da durch den Einsatz neuer Fertigungstechnologien und Informations- und Kommunikationstechnologien neue Möglichkeiten der Leistungserstellung entstanden, welche zur damaligen Zeit, als Porters Konzeption entstand, noch in der Entwicklungsphase waren. Somit ist es heute möglich, erfolgreich hybride Wettbewerbsstrategien zu verfolgen.[Pil98]

Durch die Nutzenpotentiale von Informations- und Kommunikationstechnik können hybride Wettbewerbsstrategien durch die interaktive Wertschöpfung, in welcher die Integration des Kunden eine bedeutende Rolle spielt, erfolgreich durchgesetzt werden (siehe Abschnitt 2.5.3 auf Seite 13 und Abschnitt 2.6 auf Seite 14).

2.4 Aspekte der Mass Customization

Reichwald und *Piller* bezeichnen Mass Customization ausführlicher als „die Produktion von Gütern und Leistungen, welche die unterschiedlichen Bedürfnisse jedes einzelnen Nachfragers dieser Produkte treffen, mit der Effizienz einer vergleichbaren Massen- bzw. Serienproduktion. Grundlage des Wertschöpfungsprozesses ist dabei ein Co-Design-Prozess zur Definition der individuellen Leistung in Interaktion zwischen Anbieter und Nutzer.“ [RP06]

Aufgrund dieser Definition lassen sich die vier Aspekte der kundenindividuellen Massenfertigung nennen (siehe auch Abbildung 2.3) [RP06, S. 199-204]:

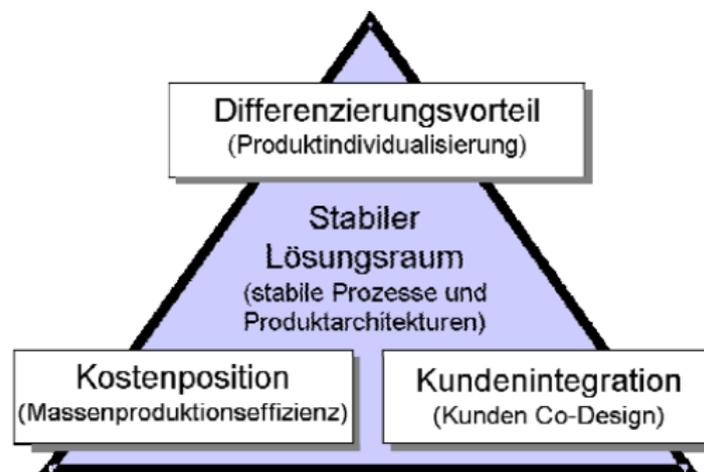


Abbildung 2.3: Prinzipien von Mass Customization

Quelle: [Pil07]

- **Kunde als Co-Designer:** Das zentrale Element ist die Kundenintegration in die Wertschöpfung des Produktes, wobei der Kunde als Co-Designer auftritt [RP06, S. 199]. Der Kunde definiert und konfiguriert hierbei sein eigenes Produkt aus dem Lösungsraum des Anbieters, welcher modular aufgebaut ist. Ziel der Individualisierung ist es, dem Kunden ein nach seinen Wünschen gestaltetes Produkt zu produzieren (siehe Abbildung 2.1 auf Seite 6). Um den Kunden bei dem Individualisierungsprozess zu unterstützen, werden in der Praxis beispielsweise Kataloge oder Konfigurationssysteme verwendet [BPBS13, S. 8].

- **Produktindividualisierung als Differenzierungsvorteil:** Durch die Anpassung der Produkteigenschaften an die Wünsche des Kunden entsteht hierdurch ein Differenzierungsvorteil. Um den Kunden ein möglichst großen Nutzen durch die Produktindividualisierung zu bieten, ist es wichtig, dass der Markt möglichst heterogen ist, da im Gegensatz zum homogenen Markt, die Produkte fast nicht durch standardisierte Produkte ersetzt werden können.[RP06]
Bei der Individualisierung lassen sich drei Kategorien der Individualisierungsmöglichkeiten unterscheiden [RP06, S. 201-202]:
 - Individuelle Maße: Hierunter fällt die Passform des Produktes. Als Beispiele wären hier Produkte aus der Kleider- oder Möbelindustrie zu nennen.
 - Funktionalität: Bei der Funktionalität handelt es sich um die Eigenschaften eines Produktes in Hinblick auf dessen Verwendungszweck.
 - Wahrnehmung: Die Individualisierung bezieht sich auf das ästhetische Design.

- **Stabiler Lösungsraum:** Die Individualisierungsmöglichkeiten eines Produktes sind begrenzt und werden im Lösungsraum des Anbieters abgebildet. Im Gegensatz zur Einzelfertigung, wo mit jedem Auftrag auch neue Produkt- und Prozessarchitekturen entwickelt werden, wird bei der kundenindividuellen Massenfertigung auf stabile Produkt- und Prozessarchitekturen zurückgegriffen.[RP06, S. 203]
Der Lösungsraum des Anbieters besteht aus modularisierten Komponenten, aus denen der Kunde, über die Interaktion mit dem Anbieter, sein Produkt erstellen kann [Fre09].

- **Kostenposition einer Massenproduktion:** Mass Customization grenzt sich durch die Marktsegmentierung der Produkte von der Einzelfertigung ab, da einzelgefertigte Produkte aufgrund der entstehenden Kosten, durch die Neugestaltung der Produkt- und Prozessarchitektur, in einem hohen Preissegment angesiedelt sind. Wohingegen Produkte aus kundenindividueller Massenfertigung im selben Marktsegment, wie Standardprodukte angeboten werden können.[RP06]

2.5 Erfolgsfaktoren

In den folgenden Abschnitten werden die Erfolgsfaktoren der kundenindividuellen Massenfertigung näher vorgestellt, um einen Überblick über die verschiedenen Ausprägungen zu geben.

2.5.1 Individualisierungszeitpunkt

Ein Differenzierungsmerkmal bezüglich des Individualisierungspotentials ist die Kundenintegration in den Wertschöpfungsprozess des Produktes, wodurch eine Beziehung zwischen Kunde und Anbieter entsteht. Der Zeitpunkt ab den der Kunde mit dem Anbieter interagiert wird als Kundenkopplungspunkt (KEP) bezeichnet.[Gau08, S. 76]

Der KEP trennt den kundenanonymen Teil, welchen *Piller* als Lösungsraum bezeichnet, von dem kundenauftragsbezogenen Teil. Bis zu dem Zeitpunkt des Kundeneintritts werden die einzelnen Bauteile und Module auftragsneutral antizipativ vorgefertigt und gelagert.[RP06]

Mit zunehmenden Grad der Kundenintegration steigen die Möglichkeiten, dass der Abnehmer ein exakt nach seinen Vorlieben zugeschnittenes Produkt erhält, da die Anzahl der kundenspezifischen Aktivitäten entsprechend hoch ist. Durch den Grad der Kundenintegration werden die Formen der Mass Customization in die beiden Umsetzungsarten Hard- und Soft Customization eingeteilt.[Coa95]

Abbildung 2.4 auf der nächsten Seite zeigt eine Übersicht der möglichen Kundenintegrationspunkte nach *Piller*.

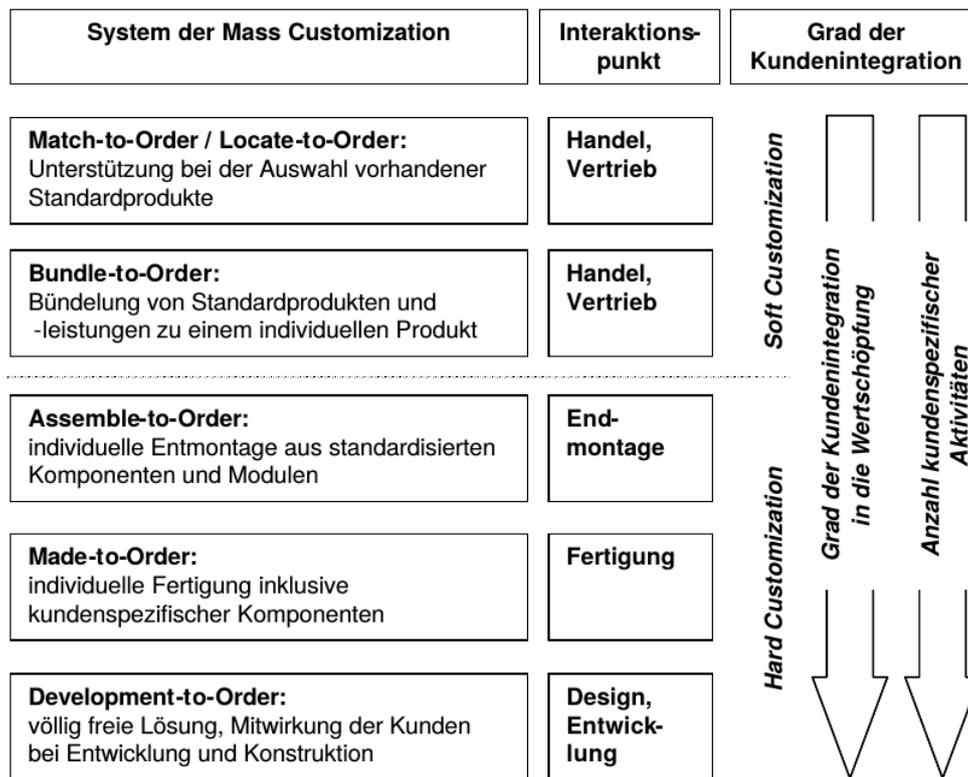


Abbildung 2.4: Kundenintegrationspunkte im Mass Customization-Konzept
Quelle: [PI02]

2.5.1.1 Hard Customization

Bei der *Hard Customization*⁶ greift der Kunde bereits im Fertigungsprozess in die Wertschöpfung ein. Bei dieser Art der Mass Customization entsteht, durch die offene Individualisierung, eine sehr hohe Komplexität. Dadurch existieren viel mehr Möglichkeiten zur Variation der Leistung.

- **Development-to-Order:** Bei dieser Form wird der höchste Kundenintegrations- und Interaktionsgrad in der Wertschöpfung erreicht. Hierbei greift der Kunde bereits im Prozess der Produktentwicklung- und Konstruktion ein und gestaltet somit ein Produkt nach seinen Anforderungen neu.[PI02]
- **Made-to-Order:** Bei einem Made-to-Order-System greift der Kunde in der Wertschöpfungsaktivität der Fertigung ein. Der Kunde ist bereits bei der Herstellung der Leistungsbestandteile beteiligt.[PI02]
- **Assemble-to-Order:** Im Gegensatz zum Made-to-Order-System greift der Kunde bei dem Assemble-to-Order-System erst während der Endmontage ein. Der Kunde kann sein Produkt aus vorgefertigten Komponenten und Modulen gestalten. Somit ist dies die schwächste Form des Hard Customization.[PI02]

⁶ auch geschlossene Individualisierung genannt

2.5.1.2 Soft Customization

Im Vergleich zur Hard Customization greift bei der Soft Customization⁷ der Kunde nicht in den Fertigungsprozess der Wertschöpfung des Produktes ein, sondern erhält ein Standardprodukt, welches eine Möglichkeit zur Individualisierung bietet.

Somit befindet sich der Kundenintegrationspunkt bei der Soft Customization in der nachgelagerten Wertschöpfungsaktivität des Vertriebs. Die Individualisierung kann hierbei vom Kunden selbst oder vom Handel, nach dem Kauf erfolgen. Auch kann eine Individualisierung durch begleitende Sekundärdienstleistungen geschehen und gibt den Kunden das Gefühl ein individuelles Produkt erhalten zu haben.[Pil98]

- **Bundle-to-Order:** Bei einem Bundle-to-Order handelt es sich um eine Kombination von standardisierten Produkten, welche individuell für den Kunden zusammengestellt werden.[PI02]
- **Match-to-Order / Locate-to-Order:** Das System Match-to-Order bzw. Locate-to-Order ist die schwächste Form der Kundenintegration im Wertschöpfungsprozess. Bei dieser Form wird die vom Kunden gewünschte Leistung zusammengestellt und anschließend geliefert.[PI02]

⁷ auch offene Individualisierung genannt

2.5.2 Modularisierung

Ein weiterer Erfolgsfaktor der Mass Customization ist die Modularisierung der Leistung. Pine betitelt die Modularität als „... [den] Schlüssel für die kundenindividuelle Massenproduktion ...“[Pil98, S. 8].

Die Modularisierung bestimmt den Umfang des angebotenen Lösungsraumes, aus dem der Kunde sein Produkt gestalten kann. Die Modularisierung findet nicht nur auf Produktebene, sondern auch auf der Prozessebene statt. [Pil06]

Bei der Produktmodularisierung unterscheidet man in der Regel vier verschiedene Arten [Gau08, S. 91]:

- **generische Modularisierung:** Das Produkt besteht aus einer fixen Anzahl an standardisierten und austauschbaren Modulen, welche auf einen Grundprodukt basieren.[Gau08]
- **quantitative Modularisierung:** Im Gegensatz zur generischen Modularisierung, kann bei der quantitativen Modularisierung die Anzahl der Module vom Kunden verändert werden.[Gau08]
- **individuelle Modularisierung:** Bei der individuellen Modularisierung werden kundenindividuelle Module, statt standardisierter Module, verwendet. Diese Module können in ihrer Anzahl variieren. Basis ist hier, wie bei den vorherigen Arten, ein Grundprodukt.[Gau08]
- **freie Modularisierung:** Bei dieser Art der Modularisierung ist kein Grundprodukt als Basis nötig. Der Kunden kann seine Module nach belieben zusammenstellen.[Gau08]

Durch die Modularisierung entstehende, positive Effekte sind: Komplexitätsreduktion, Lerneffekte und Größenvorteile, Beschleunigungseffekt und die vereinfachte nachträgliche Wartung, Reparatur und Anpassung [Gau08, S. 92].

2.5.3 Kundenintegration/Interaktion

Nicht zuletzt ist für den Erfolg einer Mass Customization Strategie die Art der Kundenintegration wichtig. Die Integration und Interaktion mit dem Kunden in die Wertschöpfung erfolgt über einen sogenannten Produktkonfigurator. Dieses Instrument erlaubt dem Kunden sein Produkt aus dem vorgegebenen Lösungsraum zusammenzustellen. Bei diesem Vorgang werden dem Anbieter die für die Produktion notwendigen Informationen zur Individualisierung übermittelt.

Nach dem Versand des Produktes wird die Beziehung zwischen Kunde und Anbieter vertieft, indem der Kunde dem Anbieter zum einen direkte Informationen, wie beispielsweise Anregungen oder Beschwerden, zukommen lässt oder zum anderen auch indirekte Informationen in Form von Nachbestellungen oder eine Auswertung des Verbraucherverhalten übermittelt.

Für die Kundeninteraktion ist der Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologie eine essentielle Voraussetzung, um die Vielfalt und Menge an möglichen Informationen zu verarbeiten.[Pil98, S. 274-275]

2.6 Kundenbindung durch Mass Customization

Durch den individuellen Abnehmerkontakt werden dem Mass Customizer eine Vielzahl an Kundeninformationen übermittelt. Diese Informationen können genutzt werden um einen weiteren Kundennutzen zu stiften, da dem Anbieter bei Wiederholungskäufen die Daten zur Individualisierung bereits vorliegen. So können dem Kunden gezielter Produkte nach dessen Präferenzen angeboten werden. Mit der Zunahme an Wiederholungskäufen wird die Beziehung zwischen Anbieter und Abnehmer immer intensiver und der Anbieter erhält genauere Informationen über den Kunden. Durch die vorliegenden Informationen einzelner Kunden lassen sich des weiteren auch Präferenzstrukturen zukünftiger Abnehmer ableiten, um diese zum einen effizienter und besser zu bedienen und zum anderen lassen sich marktkonforme neue Produkte und Produktmodifikationen entwerfen.[PZ01]

Die Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien ermöglicht erst eine erfolgreiche Umsetzung einer kundenindividuellen Massenproduktion, da sich Kundeninformationen effizienter und schneller erfassen und verarbeiten lassen.[PZ01] Die Abbildung 2.5 des Informationskreises([Pil06]) stellt die Bedeutung eines durchgängigen, integrierten Informationsflusses im Mass Customization dar, welcher alle Wertschöpfungsstufen betrifft.



Abbildung 2.5: Informationskreis Mass Customization

Quelle: [Pil06]

Zu Beginn erhebt der Anbieter Individualisierungsinformationen vom Kunden, welche durch den Einsatz von Produktkonfiguratoren aufgenommen werden. Die Informationen werden an die Produktionsplanung übermittelt, um die Auftragskoordination zu Planen und einen Liefertermin festzulegen. Anschließend werden die von der Produktionsplanung erstellten Fertigungsaufträge an die Fertigung weitergeleitet, welche anhand der Daten das gewünschte Produkt zusammenstellt. Nach der Distribution des Produktes erfolgt, wie bereits zu Beginn dieses Abschnittes erwähnt, eine Intensivierung zwischen Anbieter und Abnehmer anhand der erhobenen Kundeninformationen.[Pil06]

2.7 Vorteile Mass Customization

Aufgrund der genannten Erfolgsfaktoren lassen sich mit dem Ansatz der Mass Customization Ertragssteigerungs- und Kostensenkungspotenziale nutzen. Durch die Produktion auf Kundenwunsch sinken bei einer kundenindividuellen Massenproduktion die Kosten für Fertigwarenbestände. Durch das Fertigen auf Kundenwunsch verbessert sich auch die Planungssituation in dynamischen Märkten, da keine Produktion auf Verdacht, wie noch bei der Variantenfertigung, erfolgen muss.[PZ01]

Darüber hinaus entsteht eine enge informelle Vernetzung zwischen Anbieter und Kunde, welche für Prognosen genutzt werden kann.

3. Möglichkeiten für die Nachhaltigkeit von Produkten

3.1 Begriff der Nachhaltigkeit

Der Begriff der Nachhaltigkeit wurde erstmalig in der Forstwirtschaft vor über 300 Jahren, von Hans Carl von Carlowitz, in seinem Werk „Sylvicultura Oeconomica, oder Haußwirtschaftliche Nachricht und Naturgemäße Anweisung zur Wilden Baum-Zucht“, welches 1713 erschien, erwähnt.

Inhalt des Buches war es „ökonomische Erwägungen mit dem Faktor Natur in Einklang zu bringen“, da zur damaligen Zeit der industrielle Holzbedarf sehr hoch war und dies zur regionalen Übernutzung von Wäldern führte. Aus diesem Grund sollte pro Jahr nicht mehr Holz geschlagen werden als nachwächst. Dieses ressourcenökonomische Prinzip diente somit als Vorbild für die weitere Nachhaltigkeitsforschung.[GK12] Im Jahr 1987 wurde von der World Commission on Environment and Development (WCED), unter dem Vorsitz der norwegischen Premierministerin Gro Harlem Brundtland im Brundtland-Bericht, der noch heute gängige Begriff der nachhaltigen Entwicklung, welche den Grundgedanken der Nachhaltigkeit aufgreift, wie folgt definiert:

„Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.“
[Bru87, S. 37]“

Diese Definition findet im folgenden für den Begriff der Nachhaltigkeit Verwendung.

3.2 Obsoleszenz von Elektronikprodukten

Unter Obsoleszenz versteht man die Alterung (natürlich oder künstlich) eines Produktes [BHPN14]. Hierbei lassen sich nach [BHPN14] drei Arten der Obsoleszenz unterscheiden:

- **Werkstoffliche Obsoleszenz:** „Die Werkstoffliche Obsoleszenz liegt in der mangelnden Leistungsfähigkeit von Materialien und Komponenten begründet. Die Produktalterung zeigt sich etwa in dem zu schnellen Verschlechtern der Festigkeitseigenschaften durch milieubedingte Korrosion, Fließ-, Ab- und Umbauprozesse.[BHPN14]“
Beispielsweise sind hier jegliche Art von Verschleißteile, wie Akkus, zu nennen.
- **Funktionale Obsoleszenz:** „Ursachen der funktionalen Obsoleszenz sind die sich rasch verändernden technischen und funktionalen Anforderungen an ein Produkt (z. B. die Interoperabilität von Software und Hardware unterschiedlicher elektronischer Geräte). Die funktionale Obsoleszenz wird durch die verschiedenen Akteursinteressen der Soft- und Hardwarehersteller stark beeinflusst.[BHPN14]“
Als Beispiel in der Elektronikindustrie wäre hier die Einstellung von Systemaktualisierungen zu nennen.
- **Psychologische Obsoleszenz:** „Die dritte Art der Obsoleszenz umfasst die vorzeitige Alterung von Produkten aufgrund von Moden, neuen technischen Trends und Konsummustern.[BHPN14]“
An dieser Stelle wären Smartphonehersteller zu nennen welche regelmäßig neue Smartphone Modelle mit neuen Features und einem moderneren Design auf den Markt bringen.

All diese aufgeführten Arten von Obsoleszenz führen zu einem kurzlebigen Produkt. Um jedoch ein möglichst langlebiges Produkt zu erhalten, sollte versucht werden jegliche Obsoleszenz zu verringern.

3.3 Produktlebenszyklus

Zur Analyse der Nachhaltigkeit eines Produktes bedarf es der Betrachtung aller Lebensphasen eines Produktes, von der Erstellung bis zur Vernichtung. Die Lebensdauer eines Produktes lässt sich in die Erstellungsphase, Nutzungsphase und Endphase, unterteilen.

Die Erstellungsphase beinhaltet die Prozesse des Design, der Fertigung und der Distribution. In der folgenden Nutzungsphase findet der Gebrauch und die Instandhaltung des Produktes statt, während sich die anschließende Endphase um die Vernichtung oder der Wiederverwendbarkeit des Produktes, beziehungsweise dessen Komponenten, beschäftigt (Abbildung 3.1 auf der nächsten Seite).[KBX03]

Ausschlaggebend für die ökologische Nachhaltigkeit ist die Erstellungsphase, da Entscheidungen die an dieser Stelle getroffen werden, einen starken Einfluss auf die folgenden Phasen des Lebenszyklus haben (siehe Abschnitt 3.4 auf der nächsten Seite und Abschnitt 3.5 auf Seite 22).[KBX03]



Abbildung 3.1: Produktlebenszyklus
Quelle: [PSHRH14]

3.4 Langlebige Produkte

Mit der Langlebigkeit von Produkten ist in diesem Kontext die Nutzungsdauer des Produktes gemeint. Hierbei wird in den folgenden Abschnitten auf die Motivation für eine verlängerte Nutzungsdauer, die dazu beitragenden Gestaltungsstrategien sowie die daraus resultierenden Nachteile eingegangen.

3.4.1 Motivation

Heutzutage werden, aufgrund des technischen Fortschritts oder auch des schnellen Modewechsels, häufig Produkte entwertet, obwohl diese noch funktionstüchtig sind. Beispielsweise ersetzt fast jeder zweite Nutzer (45%) sein Hightech-Gerät weil es ein neues Modell auf dem Markt gibt und mehr als jeder vierte Nutzer (26%) tauscht sein Gerät aus modischen Gründen aus. Dies ergab eine Umfrage des Marktforschungsinstitutes Aris im Auftrag des deutschen Digitalverbandes Bitkom ¹.

Im Jahr 2009 wurden über 68 Milliarden Tonnen Rohstoffe eingesetzt, was ein Anstieg von rund ein Drittel im Vergleich zum Jahr 2000 ist [KGE⁺09].

Um diesen Trend entgegenzuwirken, kann durch die Entwicklung, Produktion und Nutzung von langlebigen, wiederverwendbaren, leicht zu wartenden und gut recycelbaren Produkten, der Ressourceneinsatz gesenkt werden [BfU15, S. 30].

¹Quelle: https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Pressemitteilung_4166.html
(Stand: 05.03.2016)

In der Textilindustrie hätte eine längere Lebenszeit der Produkte eine immens positive Auswirkung auf die Umwelt. Eine Studie des ‚Waste and Resources Action Programme‘ (WRAP) im vereinigten Königreich aus dem Jahr 2013 ergab, dass man bei einer 10% höheren erwarteten Lebenszeit von Kleidungsstücken, die Menge an entstehenden Abfällen um 9% verringert werden könnte. Bei einer verlängerten Lebenszeit von 33% würde sich die Verringerung von Abfällen auf 22% belaufen (siehe Abbildung 3.2).

Scenario	Carbon saving	Water saving	Waste saving	Resource cost saving
10% longer lifetime (i.e. 3 months longer)	8% (3 MtCO ₂ e)	10% (600 million m ³)	9% (150,000 tonnes)	9% (£2 billion)
33% longer lifetime (i.e. 9 months longer)	27% (10 MtCO ₂ e)	33% (2,000 million m ³)	22% (400,000 tonnes)	22% (£5 billion)

Abbildung 3.2: Auswirkung einer längerer Lebenszeit von Kleidungsstücken

Quelle: [TCMHU13]

Würde die Industrie mehr Wert auf die Langlebigkeit von Produkt legen, so könnte dies maßgeblich zu einer geringeren Umweltbelastung führen.

3.4.2 Gestaltung

Ein Ansatz zur Produktion nachhaltiger Produkte ist die Verlängerung ihrer durchschnittlichen Nutzungsdauer. Durch die Ausdehnung der Nutzungsphase von Produkten müssten keine neuen Ersatzprodukte entwickelt und produziert werden, um die Funktionen des alten Produktes zu ersetzen. Da bei der Produktion eines neuen Produktes erneut Ressourcen verbraucht werden, Schadstoffe ausgestoßen werden und weitere Abfallmengen entstehen, wäre es sinnvoll ein Produkt so zu gestalten, dass es eine längere Nutzungsdauer ermöglicht.

Von Weizsäcker und Kollegen argumentieren in ihrem Buch zur Entwicklung des ‚Factor Four‘Konzeptes: „Durability is one of the most obvious strategies for reducing waste and increasing material productivity. [VWWLL98, S. 70]“

Es besteht ein Zusammenhang zwischen der Motivation des Konsumenten sein Produkt durch ein neues Produkt zu ersetzen und dem Produktdesign. Je besser das Produkt gestaltet ist, desto später hat der Konsument die Motivation dieses durch ein neues zu ersetzen, was eine Verlängerung der Lebensdauer zur Folge hat.[VNC05, S. 295]

Van Nes & Cramer unterscheiden hierbei fünf Designstrategien, welche zu einer längeren Nutzungsphase des Produktes beitragen sollen:

- **Zuverlässiges und robustes Design:** Durch diese Strategie soll garantiert werden, dass das Produkt nicht so leicht beschädigt oder sogar kaputt gehen kann.[VNC05]
- **Wartungsfreundliches Design:** Die Reparatur sollte möglichst so einfach gehalten werden, dass im besten Fall der Nutzer selbstständig, ohne große Kenntnisse das Produkt warten kann. Dies soll dazu beitragen, dass der Kunde keine hohen Reparaturkosten für eine teure und professionelle Reparatur aufbringen muss, welche gegebenenfalls einen möglichen Ersatzkauf, aufgrund unverhältnismäßig hoher Reparaturkosten, im Vergleich zum Neukauf, in Erwägung zieht.[VNC05]
- **Aufrüstbares Design:** Durch die Möglichkeit des Aufrüstens kann durch das Aufwerten von Komponenten, das Produkt länger auf den aktuellsten Stand gehalten werden. Somit muss nicht gleich ein neues Produkt erworben werden, welches leicht verbesserte Eigenschaften aufweist.[VNC05]
- **Produktbindung:** Durch die Bindung die der Kunde zu einem Produkt aufbaut, wird das Ersetzen dieses Produktes erschwert. Dies ist zwar ein recht ungewisser aber wichtiger Faktor für die Langlebigkeit eines Produktes.[VNC05] Erinnerungen die der Nutzer mit dem Produkt in Verbindung bringt oder auch persönliche Elemente die eingearbeitet werden, sind Beispiele, die eine Produktbindung erhöhen.

- **Veränderliches Design:** Diese Strategie ermöglicht es dem Kunden sein Produkt nach belieben zu variieren ohne dass zusätzliche Teile benötigt werden. Hierbei kann die Individualisierung physisch oder auch virtuell erfolgen. [VNC05] Ein Beispiel für ein physisches und virtuelles veränderliches Design wäre ein Smartphone. Durch das Austauschen des Covers lässt sich das Gerät physisch variieren und durch das Installieren von Applikationen, das Wechseln des Hintergrundbildes oder das Ändern des Klingeltones lässt sich eine virtuelle Variation vornehmen.

3.4.3 Nachteile

Obwohl das Konzept eines langlebigen Produktes viele ökologische Vorteile mit sich bringt, so sollte man die Nachteile nicht übersehen.

Zu nennende Nachteile aus ökologischer Sicht sind der technische Fortschritt, der Mehreinsatz von Material und Energie, sowie der Einsatz möglicher problematischer Materialien [Haa96, S. 9].

Durch den schnellen technischen Fortschritt wäre eine Langlebigsstrategie für bestimmte Produkte unter den Gesichtspunkt der Effizienzsteigerung nicht sinnvoll [VM08, S. 133],[VNC06, S. 1309].

Beispielsweise verbraucht eine 12 Jahre alte Waschmaschine im Durchschnitt 250 kWh an Strom und 13135 Liter an Wasser, wohingegen eine neue Waschmaschine der Effizienzklasse A+++ nur 150 kWh Strom und 9270 Liter Wasser verbraucht ² und somit eine niedrigere Umweltbelastung aufweist als ein altes Gerät.

Ein weiterer zu nennender Nachteil wäre der entstehende Mehreinsatz von Ressourcen oder auch der Einsatz seltener Materialien zur Produktion haltbarer Produkte. Zudem könnte es durch den Einsatz nutzungsverlängernder Materialien zu einer ökologisch problematischen Entsorgung kommen.

Es sollte somit schon im Designprozess darauf geachtet werden inwieweit eine Langlebigsstrategie für das jeweilige Produkt, in Hinsicht auf die Umweltbelastung, ratsam ist. Entsprechend sollte die zu erwartende Lebensdauer angepasst werden.

3.5 Produktlebenserweiterung

Neben einer optimierten Länge der Nutzungsphase eines Produktes sollte auch, durch den Einsatz der bestmöglichen End-of-Life Strategie, die mögliche Umweltbelastung reduziert werden. Jedoch beeinträchtigt das Design und die verwendeten Materialien des Produktes die zur Verfügung stehenden Optionen der Entsorgung maßgeblich.

In den folgenden Abschnitten werden mögliche Strategien aufgezeigt (siehe Abbildung 3.3 auf der nächsten Seite), welche aufsteigend mit ihren Einflüssen auf die Umwelt, genannt werden. Hierbei wird versucht, den Materialfluss durch die gewählte Strategie zu schließen und somit die ökologische Belastung möglichst gering zu halten.

²Quelle: http://www.die-stromsparinitiative.de/fileadmin/dokumente/PDF/infoblatt_waschmaschine_druck.pdf

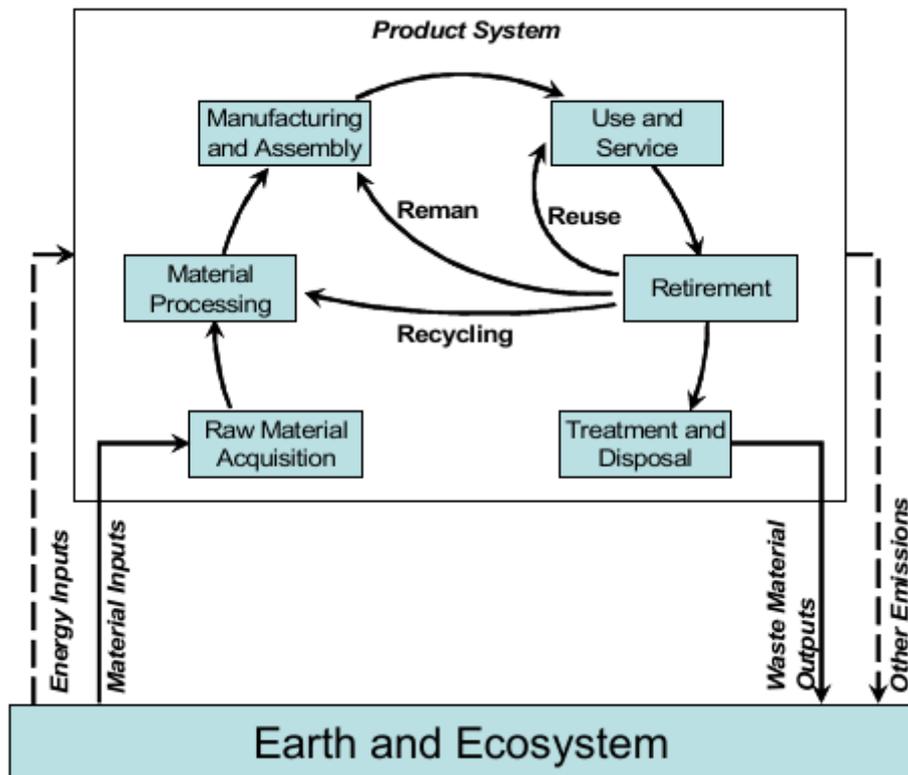


Abbildung 3.3: Schließen des Materialflusses
Quelle: [NT06]

3.5.1 Weiterverwendung

Bei der Weiterverwendung spricht man von der Weiternutzung des Produktes, durch einen anderen Nutzer, ohne hierbei das Produkt zu verändern. Diese Strategie hat den geringsten ökologischen Einfluss, da durch die Weiternutzung keine Ressourcen verbraucht werden und auch keine Notwendigkeit besteht, ein neues Produkt zu produzieren, welches die Bedürfnisse des Folgenutzers stillen würde. Somit wird die Lebensdauer des Produktes nutzerübergreifend verlängert.

3.5.2 Refabrikation

Nasr und Thurston [NT06] Definieren die Refabrikation wie folgt: „Remanufacturing – is the process of disassembling, cleaning, inspecting, repairing, replacing, and reassembling the components of a part or product in order to return it to “as-new” condition.“

Um jedoch eine Refabrikationsstrategie anstreben zu können sollte das Produkt so gestaltet sein dass es einfach in einzelne Komponente zerlegt werden kann.

3.5.3 Recycling

Das Kreislaufwirtschaftsgesetz beschreibt Recycling als „ ... jedes Verwertungsverfahren, durch das Abfälle zu Erzeugnissen, Materialien oder Stoffen entweder für den ursprünglichen Zweck oder für andere Zwecke aufbereitet werden; es schließt die Aufbereitung organischer Materialien ein, nicht aber die energetische Verwertung und die Aufbereitung zu Materialien, die für die Verwendung als Brennstoff oder zur Verfüllung bestimmt sind.“³

Um das Produkt nach Ablauf seiner Lebenszeit gut recyceln zu können, ist es wichtig dass es aus recycle freundlichen Rohstoffen besteht, welche nach der Aufbereitung zur Erstellung neuer Produkte wiederverwendet werden können. Je nach Art des Produktes findet eine Demontage in recyclebare Elemente statt. Hierfür sollte das Produkt so konstruiert sein, dass es sich ohne größeren Aufwand zerlegen lässt um aufwendige Arbeitsschritte zu vermeiden, welche zusätzliche negative Effekte auf die Umwelt haben.

3.5.4 Vernichtung

Die Vernichtung des Produktes ist die umweltunfreundlichste von den hier genannten Strategien, da kein Material wieder in den Materialkreislauf zurückgeführt wird. Es besteht jedoch die Möglichkeit der Energiegewinnung durch die Vernichtung des Produktes, wie beispielsweise durch das Verbrennen. Jedoch kommt es auf die verwendeten Materialien an, ob eine energetische Verwertung überhaupt umsetzbar ist.

³ Kreislaufwirtschaftsgesetz §3 Absatz 25

4. Nachhaltigkeit von modularen Smartphones

4.1 Umweltbelastung durch Smartphones

Die durchschnittliche Nutzungsdauer eines Smartphone liegt heutzutage zwischen zwei und drei Jahren [SL15]. Dies liegt unter anderen an dem schnellen technischen Fortschritt, wobei durch die Entwicklung performancelastigerer Anwendungen, schon modernste Smartphones nach wenigen Jahre an ihre Grenzen stoßen.

Ein weiterer Grund für die kurze Nutzungsdauer ist auch in der Laufzeit der Mobilfunkverträge zu sehen, da viele Kunden nach Ablauf ihrer Verträge, welche häufig eine Laufzeit von zwei Jahren haben, die Möglichkeit nutzen, sich ein neues Gerät zuzulegen.

Momentan werben Mobilfunkanbieter sogar mit Vertragslaufzeiten von nur einem Jahr, was zur Folge hat, dass der Kunde schon nach 12 Monaten ein Neugerät bekommen kann.

Der Hightech-Verband Bitkom hat auf Basis einer repräsentativen Umfrage ermittelt, dass rund 105,9 Millionen ausgediente Handys im Jahr 2013 in deutschen Haushalten aufbewahrt wurden. Dies entspricht einen Anstieg von 24% im Vergleich zum Vorjahr mit 85,5 Millionen Alt-Handys.¹

Somit weilen wertvolle Rohstoffe in deutschen Haushalten welche nicht dem Wertstoffkreislauf zurückgeführt werden.

Zudem fallen in der Entwicklungs- und Fertigungsphase durchschnittlich dreiviertel der Treibhausgasemissionen des Lebenszyklus an. Dies ergab eine Literaturanalyse von Suckling und Lee [SL15], in welcher diverse Smartphones auf die anfallende Menge von CO_2 -Äquivalente in den jeweiligen Lebenszyklusphasen verglichen wurden.

Um den Trend von immer kurzlebigeren Smartphones entgegenzuwirken, könnte das Konzept eines modularen Smartphones Abhilfe schaffen.

¹Quelle: <https://www.bitkom.org/Presse/Presseinformation/Erstmals-mehr-als-100-Millionen-Alt-Handys-zu-Hause.html> (Stand: 08.03.2016)

4.2 Idee eines modularen Smartphones

Am 10.09.2013 veröffentlichte der Niederländer Dave Hakkens seine Vision eines modular aufgebauten Smartphones, mit Namen PHONEBLOKS, als Video auf YouTube. Seine Idee war es ein Smartphone zu entwickeln welches sich nach den Präferenzen des Anwenders anpassen und aufrüsten lässt, um somit der zunehmenden Zahl an entsorgten Altgeräten entgegenzuwirken.



Abbildung 4.1: Konzept eines Modularen Smartphones

Quelle: <http://modularesmartphone.com/wp-content/uploads/dave-hakkens-modulares-smartphone.jpg> (Stand: 09.03.2016)

So kann beispielsweise das Kamera-Modul gegen ein leistungsstärkeres ausgetauscht werden oder das fehlerhafte Display-Modul gegen ein neues ersetzt werden ohne ein neues Gerät zu erwerben oder eine kostenintensive Reparatur in einem Fachgeschäft in Kauf nehmen zu müssen. Somit ist es möglich, dass sich jeder Anwender sein Smartphone, nach dem Baukasten-Prinzip, nach Belieben zusammenstellen und ohne spezifische Fachkenntnisse aufrüsten kann.

Die aktuell bekannten Projekte sind:

- Googles Project Ara
- Phonebloks
- Fairphone 2
- LG G5
- PuzzlePhone

Die jeweiligen Projekte unterscheiden sich vom Umfang der möglichen austauschbaren Module und der konzeptuellen Umsetzung.

Das weltweit erste modulare Smartphone auf dem Markt war das Fairphone 2, welches von der gleichnamigen Firma mit Sitz in Amsterdam entwickelt wurde und im Herbst 2015 auf den Markt kam.

Anfang April 2016 brachte LG mit dem G5, ihr erstes modulare Smartphone auf den Markt, welches jedoch nur bedingt modular aufgebaut ist, da die Anzahl der Module sehr gering ist. Nun bleibt abzuwarten wann Google sein Project Ara auf den Markt

bringt und somit den Smartphonemarkt revolutionieren könnte, denn erste Bilder zeigten ein komplett zerlegbares Smartphone.

Durch die Entwicklung modularer Smartphones lässt sich durch die Erweiterbarkeit und der einfachen Art und Weise der Wartbarkeit und Reparatur, durch den Austausch defekter Module, die Lebensdauer eines solchen Gerätes erhöhen und der zunehmenden Zahl von ausrangierten Smartphones entgegenwirken.

4.3 Einordnung modulares Smartphone in den Mass Customization Ansatz

Das Konzept des modularen Smartphones erfüllt alle Aspekte des Mass Customization Ansatz nach *Reichwald* und *Piller* aus Abschnitt 2.4, da der Kunde aus einer Auswahl von standardisierten Hardware-Modulen, welche durch Massenproduktion hergestellt werden können, sein Smartphone individuell nach seinen Bedürfnissen zusammenstellen kann.

Aufgrund eines möglichst frühen Integrationszeitpunktes des Kunden, welcher schon im Fertigungsprozess stattfinden kann, kann die Produktion überschüssiger Geräte vermieden werden und hat somit einen positiven Umwelteinfluss, da sich eine unnötige, umweltbelastende Produktion von neuen Gerätes vermeiden lässt.

Je nach realisiertem Konzept der Hersteller kann man hier vermutlich zwischen zwei möglichen Modularisierungsarten unterscheiden (siehe Abschnitt 2.5.2).

Zum einen die **generische Modularisierung**, falls nur eine fixe Anzahl von Modulen integriert werden können oder zum anderen die **quantitative Modularisierung**, wenn die Anzahl der Module variieren kann und so Beispielsweise der Einsatz eines größeren Akkus möglich ist, welches mehr Platz benötigt und somit ein anderes Modul entfernt oder durch ein kleineres Modul ersetzt werden muss. Zur Veranschaulichung sei hier auf Abbildung 4.2 auf Seite 29 verwiesen.

Da die Wettbewerbsstrategie der kundenindividuellen Massenfertigung bei dem Konzept eines modularen Smartphone Anwendung findet, ist es möglich überschüssige Produktionen und große Lagerbestände zu vermeiden, da ein Gerät, bei einer Hard Customization, erst auf Kundenanfrage hergestellt wird und gegebenenfalls nur vorgefertigte Module vorrätig sein müssen. Zudem ist durch die Modularisierung eine einfache nachträgliche Wartung, Reparatur und Anpassung möglich. Somit lassen sich durch eine kundenindividuelle Massenfertigung ökologische Vorteile nutzen, welche auf den nächsten Seiten näher betrachtet werden.

4.4 Nachhaltigkeitsbetrachtung modulares Smartphone

In den folgenden Abschnitten wird überprüft in wie weit die in Abschnitt 3.4 auf Seite 19 und Abschnitt 3.5 auf Seite 22 vorgestellten Nachhaltigkeitsstrategien der Nutzungsdauer und der Produktlebenserweiterung auf das Konzept eines modular aufgebauten Smartphones anwendbar sind und somit zu einem nachhaltigen Produkt beitragen.

4.4.1 Verlängerung der Nutzungsdauer

Betrachtet man die Designstrategien, für eine längere Nutzungsdauer, von Van Nes & Cramer aus Abschnitt 3.4.2, so lässt sich feststellen dass bei einem modularen Smartphone ein großer Teil dieser Designstrategien erfüllt werden, welche im Folgenden diskutiert werden.

- **Zuverlässigkeit und robustes Design:** Durch die Kopplung diverser Module, welche bei einem monolithischen Smartphone fest verbaut sind, werden mehrere Kontakte benötigt, wodurch an diesen Kontaktstellen mögliche Probleme auftreten können und somit die Zuverlässigkeit fraglich ist. Zudem werden mehr Mengen an Edelmetallen, wie Gold oder Silber, für die Kontakte bei der Produktion benötigt. Auch sollte in Betracht gezogen werden dass durch die Realisierung eines robusten Designs seltene Rohstoffe benötigt werden, welche nur ökologisch problematisch entsorgt werden können. Jedoch trägt ein robustes Design dazu bei, die Lebenszeit eines Gerätes zu verlängern. Aus diesem Grund sollte abgewogen werden, in welchem Verhältnis die verwendete Menge an seltenen Rohstoffen zur Lebensdauer steht.
- **Wartungsfreundliches Design:** Aufgrund der modularen Bauweise lassen sich defekte Module einfach vom Anwender austauschen ohne dass spezielle Fachkenntnisse benötigt werden. Jedoch bezieht sich die Wartungsfreundlichkeit nur auf austauschbare Module. Sollte beispielsweise das Display, welches bei dem LG G5 nicht austauschbar ist, einen Schaden nehmen, so kommt der Anwender um eine professionelle und kostspielige Reparatur nicht herum. Um ein möglichst wartungsfreundliches Smartphone zu bauen, sollte dieses aus möglichst vielen austauschbaren Komponenten bestehen.
- **Aufrüstbares Design:** Die Aufrüstbarkeit sollte von allen Herstellern auf den Markt gegeben sein, da dies eines der wichtigsten Merkmale eines modularen Smartphones ist. Durch das Aufrüsten einzelner Module lässt sich der Neukauf eines kompletten Gerätes vermeiden und somit zu einer längeren Nutzungsdauer beitragen.
- **Produktbindung:** Würde der Hersteller ermöglichen, sichtbare Module individuell optisch anpassen zu lassen, so würde eine engere Bindung vom Anwender zum Produkt entstehen. Fotos von Googles Project Ara wie in Abbildung 4.2, zeigen womöglich optisch individuell angepasste Module.

- **Veränderliches Design:** Durch das individuelle Zusammenstellen eines Smartphones nach dem Baukasten-Prinzip könnte, je nach Sichtbarkeit der Module, das Design zusätzlich zum Wechselcover weiter physisch verändert werden.



Abbildung 4.2: Project Ara Module

Quelle: <http://www.giga.de/smartphones/project-ara/> (Stand: 07.04.2016)

Die Nutzungsdauer eines modularen Smartphones ist, theoretisch betrachtet, länger als die eines herkömmlichen Smartphones, da ein Großteil der genannten Designstrategien zur Verlängerung der Nutzungsdauer nach Van Nes & Cramer erfüllt werden. Hingegen ist die Nutzungsdauer der einzelnen Module, aufgrund des schnellen technologischen Fortschritts, eng limitiert. Zudem müssen zur Realisierung eines modularen Smartphones mehr seltene Rohstoffe, für die Kontakte zur Verbindung zwischen Gehäuse und Modul, eingesetzt werden.

4.4.2 Produktlebenserweiterung

Aufgrund der modular vorhandenen Komponenten ist es möglich, nach Austausch einer Komponente, diese in einem Gebrauchsgütermarkt wieder anzubieten, um diese Komponente wieder dem Produktsystem zurückzuführen.

Jedoch ist hier im Vergleich zu einem üblichen Smartphone kein Unterschied in Hinsicht auf die ökologische Nachhaltigkeit erkennbar, da es im Smartphone-Bereich, je nach Intension des Kunden, möglich ist das Gerät an einem Drittmarkt anzubieten. Der einzige Unterschied besteht darin, dass im Gegensatz zu einem modularisierten Smartphone keine Module sondern ein komplettes Endgerät dem Produktsystem zurückgeführt wird.

Sollte eine Weiterverwendung der Module nicht mehr denkbar sein, beispielsweise aufgrund eines Defektes oder Veralterung, lassen sich diese je nach Zusammensetzung im Idealfall recyceln oder müssen andernfalls vernichtet werden.

Eine Refabrikation ist bei einem Modul nicht denkbar, da eine Reparatur, finanziell betrachtet, womöglich in keinem wirtschaftlichen Verhältnis zu einer Reparatur eines monolithischen Smartphones steht.

Zieht man die Möglichkeiten der Produktlebenserweiterung von modularen- und monolithischen Smartphones auf ökologischer Nachhaltigkeit in Betracht, so ist erkennbar dass hier das monolithische Smartphone, aufgrund der zusätzlichen Alternative der Refabrikation, insgesamt eine geringere Belastung auf die Umwelt aufweist.

4.5 Handlungsempfehlung

Um die Nutzungsdauer modularer Smartphones weiterhin zu verlängern und somit zur Nachhaltigkeit beizutragen, wäre es denkbar nach Ablauf des Mobilfunkvertrages, dem Kunden neue Module zuzusichern, welche dessen Smartphone auf dem aktuellen technischen Stand halten, anstatt ihm ein neues Gerät anzubieten.

Des Weiteren sollte der Mobilfunkanbieter die veralteten Module zurücknehmen und entweder diese weiter vertreiben oder fachmännisch recyceln.

Somit lässt sich der Neukauf nach Ablauf des Vertrages vermeiden, die Produktion neuer Smartphones vermindern und Module, beziehungsweise deren Rohstoffe, wieder dem Produktsystem zurückführen um somit die Belastung auf die Umwelt möglichst gering zu halten.

5. Zusammenfassung und Ausblick

Die Frage, ob ein modulares Smartphone ökologisch nachhaltig ist, lässt sich mit ja beantworten. Da die Nutzungsdauer dieser Geräte, durch die Möglichkeit der Aufrüstung, Individualisierung und der einfachen Wartbarkeit aufgrund der modular verbauten Komponenten, länger sein wird als bei herkömmlichen Smartphones, steuert das Konzept eines komplett modularisierten Smartphones zur ökologischen Nachhaltigkeit bei.

Aufgrund der möglichen Verwendung einer Hard Customization Strategie lassen sich weitere Vorteile nutzen.

Diese Form der kundenindividuellen Massenfertigung trägt dazu bei, dass nur Geräte produziert werden, welche auch wirklich nachgefragt werden. Somit kann die Produktion von überflüssigen Produkten vermieden werden.

Jedoch sollte auch nicht vergessen werden, dass sowohl veraltete, als auch defekte Module fachmännisch entsorgt werden müssen, mehr seltene Rohstoffe zum Verbau benötigt werden und eine Refabrikationsstrategie nicht umsetzbar ist.

Das Prinzip des Baukastensystems wäre auch für andere Produkte in der Elektronikbranche denkbar. So beantragte Microsoft am 7. Juli 2015 unter dem Namen „Modular Computer Devices“ ein Patent zur Gestaltung eines modular aufgebauten Computers (Abbildung 5.1 auf der nächsten Seite), wobei einzelne Module durch Magnete oder mechanischen Verriegelungen zusammengehalten werden. Auch ließe sich dieses Konzept auf andere Geräte, wie beispielsweise Tablets, umsetzen.

Es scheint in Zukunft viel Bewegung in den Elektronikmarkt zu kommen wovon sowohl Anbieter, Kunden und die Umwelt profitieren könnten.

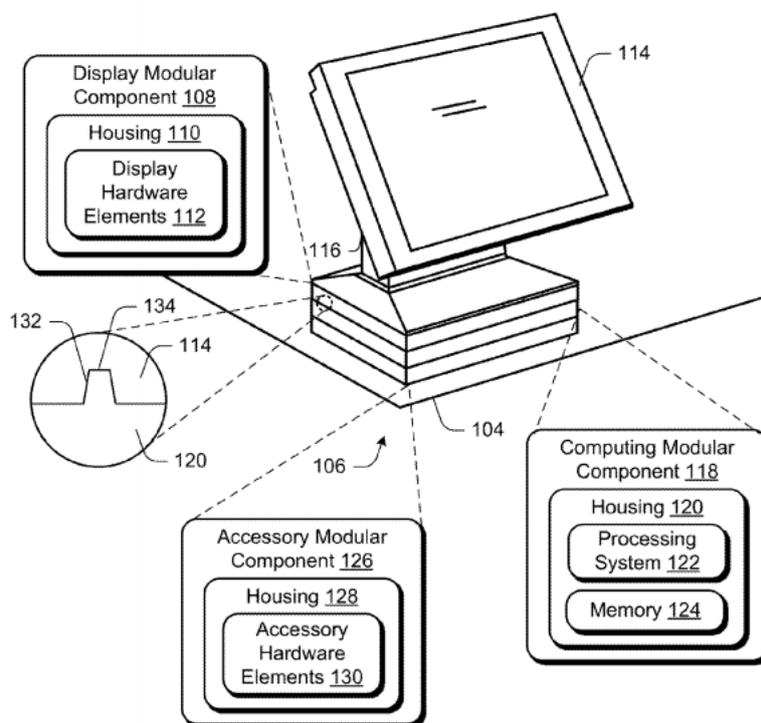


Abbildung 5.1: Anpassbarer All-in-one-PC

Quelle: USPTO

Literaturverzeichnis

- [BfU15] Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz. Deutsches ressourceneffizienzprogramm (progress) - programm zur nachhaltigen nutzung und zum schutz der natürlichen ressourcen. 2015. (zitiert auf Seite 19)
- [BHPN14] Dipl-Ing Jürgen Bertling, Ing Markus Hiebel, Ing Hartmut Pflaum, and Jochen Nühlen. Arten und entstehungstypen frühzeitiger produktalterung-entwicklung ei-nes obsoleszenz-portfolios. *Umweltmagazin (2014), No.3*, 2014. (zitiert auf Seite 18)
- [BPBS13] Claudio R Boër, Paolo Pedrazzoli, Andrea Bettoni, and Marzio Sorlini. Mass customization and sustainability. *Springer-Verlag London*, 2013. (zitiert auf Seite 8)
- [Bru87] Gro Harlem Brundtland. *Report of the World Commission on environment and development:our common future*. . United Nations, 1987. (zitiert auf Seite 17)
- [BWHdH14] Conny Bakker, Feng Wang, Jaco Huisman, and Marcel den Hollander. Products that go round: exploring product life extension through design. *Journal of Cleaner Production*, 69:10–16, 2014. (zitiert auf Seite 2)
- [Coa95] Joseph F Coates. Customization promises sharp competitive edge. *Research technology management*, 38(6):6, 1995. (zitiert auf Seite 10)
- [Dav88] Stanley M Davis. *Vorgriff auf die Zukunft*. Haufe, 1988. (zitiert auf Seite 5)
- [Fre09] Robert Freund. Kundenindividuelle massenproduktion (mass customization). *RKW Rationalisierungs- und Innovationszentrum der Deutschen Wirtschaft e. V.*, 2009. (zitiert auf Seite 9)
- [Gau08] Oliver Gausmann. *Kundenindividuelle Wertschöpfungsnetze: Gestaltungsempfehlungen unter Berücksichtigung einer auftragsorientierten Produktindividualisierung*. Springer-Verlag, 2008. (zitiert auf Seite 10 und 13)
- [GK12] Armin Grunwald and Jürgen Kopfmüller. *Nachhaltigkeit: 2*. Campus Verlag, 2012. (zitiert auf Seite 17)

- [Haa96] Julia Haake. *Langlebige Produkte für eine zukunftsfähige Entwicklung*. PhD thesis, Wuppertal-Inst. für Klima, Umwelt, Energie, 1996. (zitiert auf Seite 22)
- [KBX03] Dimitris Kiritsis, Ahmed Bufardi, and Paul Xirouchakis. Research issues on product lifecycle management and information tracking using smart embedded systems. *Advanced Engineering Informatics*, 17(3):189–202, 2003. (zitiert auf Seite 18)
- [KGE⁺09] Fridolin Krausmann, Simone Gingrich, Nina Eisenmenger, Karl-Heinz Erb, Helmut Haberl, and Marina Fischer-Kowalski. Growth in global materials use, gdp and population during the 20th century. *Ecological Economics*, 68(10):2696–2705, 2009. (zitiert auf Seite 19)
- [NT06] Nabil Nasr and Michael Thurston. Remanufacturing: A key enabler to sustainable product systems. *Rochester Institute of Technology*, 2006. (zitiert auf Seite 23)
- [PI02] Frank Thomas Piller and Christoph Ihl. Mythos mass customization: Buzzword oder praxisrelevante wettbewerbsstrategie. 2002. (zitiert auf Seite 11 und 12)
- [Pil98] Frank Thomas Piller. *Kundenindividuelle Massenproduktion: Die Wettbewerbsstrategie der Zukunft*. Hanser, 1998. (zitiert auf Seite vii, 5, 6, 8, 12 und 13)
- [Pil06] Frank T Piller. *Mass Customization: Ein wettbewerbsstrategisches Konzept im Informationszeitalter*, 4. 2006. (zitiert auf Seite 13 und 14)
- [Pil07] Frank Thomas Piller. *Mass customization*. Springer, 2007. (zitiert auf Seite 8)
- [Pin93] B Joseph Pine. *Mass Customization: The New Frontier in Business Competition*. Harvard Business Press, 1993. (zitiert auf Seite 5)
- [Por04] Michael E Porter. *Competitive advantage: Creating and sustaining superior performance*. Simon and Schuster, 2004. (zitiert auf Seite 7)
- [Por13] Michael E Porter. *Wettbewerbsstrategie: Methoden zur Analyse von Branchen und Konkurrenten*. Campus Verlag, 2013. (zitiert auf Seite vii und 7)
- [PSHRH14] Golboo Pourabdollahian, Frank Steiner, O Horn Rasmussen, and Stephan Hankammer. A contribution toward a research agenda: Identifying impact factors of mass customization on environmental sustainability. *International Journal of Industrial Engineering and Management*, 5(4):169–178, 2014. (zitiert auf Seite 19)
- [PZ01] Frank Piller and Stefan Zanner. Mass customization und personalisierung im electronic business. *WISU (Das Wirtschaftsstudium)*, (1), pages 88–96, 2001. (zitiert auf Seite 14 und 15)

- [PZ09] Malte L Peters and Stephan Zelewski. Wettbewerbsstrategische Konsequenzen von massnahmen nachhaltigen wirtschaftens in der sachguterproduktion. *WiSt Wirtschaftswissenschaftliches Studium*, 38(6):289, 2009. (zitiert auf Seite 7)
- [RP06] Ralf Reichwald and Frank Piller. Interaktive wertschöpfung. *Open Innovation, Individualisierung und neue Formen der Arbeitsteilung, Wiesbaden*, 2006. (zitiert auf Seite 6, 8, 9 und 10)
- [SL15] James Suckling and Jacquetta Lee. Redefining scope: the true environmental impact of smartphones? *The International Journal of Life Cycle Assessment*, 20(8):1181–1196, 2015. (zitiert auf Seite 25)
- [Sla11] Michael Slamanig. *Produktwechsel als Problem im Konzept der Mass Customization*. Springer, 2011. (zitiert auf Seite 7)
- [TCMHU13] Julia Kininmonth Katherine Townsend Tim Cooper, Helen Hill, Alistair Knox Tom Fisher Michelle Hughes, with support from Jacqueline Shorrocks, and Vaeovan Saicheua Nottingham Trent Universit. Design for longevity - guidance on increasing the active life of clothing. *WRAP*, 2013. (zitiert auf Seite 20)
- [VM08] Carlo Arnaldo Vezzoli and Ezio Manzini. *Design for environmental sustainability*. Springer Science & Business Media, 2008. (zitiert auf Seite 22)
- [VNC05] Nicole Van Nes and Jacqueline Cramer. Influencing product lifetime through product design. *Business Strategy and the Environment*, 14(5):286–299, 2005. (zitiert auf Seite 21 und 22)
- [VNC06] Nicole Van Nes and Jacqueline Cramer. Product lifetime optimization: a challenging strategy towards more sustainable consumption patterns. *Journal of Cleaner Production*, 14(15):1307–1318, 2006. (zitiert auf Seite 22)
- [VWWLL98] Ernst U Von Weizsäcker, Ernst Ulrich Weizsäcker, Amory B Lovins, and L Hunter Lovins. *Factor four: doubling wealth-halving resource use: the new report to the Club of Rome*. Earthscan, 1998. (zitiert auf Seite 21)

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Magdeburg, den 10.05.2016