Nachhaltige Produktentwicklung im Innovationsmanagement

MASTERARBEIT

zur Erlangung des Grades “Master of Science“ im Technologie- und Innovationsmanagement des Fachbereichs Wirtschaft der Technischen Hochschule Brandenburg

vorgelegt von:

Robert Maurer
geb. am 15.06.1991 in Zwickau

1. Gutachter Prof. Dr. Uwe Höft
2. Gutachter Dr. Max Marwede

Brandenburg, den 05.02.2018

Danksagung

Als erstes, möchte ich Max Marwede, meinem Betreuer des Fraunhofer IZM danken. Max, du hast mir die Anfertigung dieser Arbeit erst möglich gemacht. Ich bedanke mich von ganzem Herzen für deine tatkräftige Unterstützung und liebevolle Anleitung während des gesamten Prozess. Du hattest stets ein offenes Ohr und warst niemals aus der Ruhe zu bringen (selbst wenn ich dich mit nervigen Fragen überschüttet habe). Vielen Dank für dein Engagement und deine Einsatzbereitschaft! Es war ein wahrer Glücksfall dass wir uns in gerade Schweden über den Weg gelaufen sind.

Mein Zweiter Dank geht an Uwe Höft. Vielen Dank das Sie sich bereit erklärt haben meine Masterarbeit zu betreuen und mir gleichzeitig alle Freiheiten überlassen haben. Ohne Diese, wäre die Arbeit nicht das was sie jetzt ist.

Ein großer Dank geht an Melanie Jaeger-Erben. Vielen Dank Melanie dass du mich mit deinem analytischem Scharfsinn und methodischer Expertise unterstützt hast. Ohne dich wäre ich wohl so manches Mal verloren gewesen.

Ich bedanke mich ebenso bei allen Mitarbeitern und Werksstudenten des IZMs, die mich bei der Anfertigung dieser Arbeit unterstützt haben. Allein unsere erheiternden Kaffeepausen mit exotischen Gesprächsthemen haben mir die Arbeit um ein vielfaches erleichtert.

Ein herzlicher Dank geht an allen meiner Interviewpartner. Vielen Dank dass ihr mich mit eurem Gedankengut bereichert und somit die Arbeit möglich gemacht habt. Der Inhalt dieser Arbeit basiert auf eurer Expertise.

Liebe Freunde, ich bedanke mich von ganzem Herzen für eure Unterstützung. Ihr habt, trotzt meiner unleidigen Art, zu mir gestanden und stets Mut zugesprochen. Auch ohne euch, wäre die Arbeit nicht so geworden wie sie jetzt ist.

Mein größter Dank geht an meine Familie. Durch eure Unterstützung und Liebe, konnte mir dieser Weg erst ermöglicht werden. Ihr habt mir den nötigen Rückhalt gegeben, um nach vorne zu schauen!

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis ..... **II**
Abkürzungsverzeichnis ..... **IV**
Abbildungsverzeichnis ..... **V**
Tabellenverzeichnis ..... **V**
1. Einleitende Worte **1**
1.1 Die Ausgangssituation 1
1.2 Politische Rahmenbedingungen 2
1.3 Forschungslücke 4
1.4 Zielsetzung und Fragestellung 5
1.5 Methodisches Vorgehen 6
1.6 Aufbau der Arbeit 9
2. Theoretische Grundlagen **11**
2.1 Innovationsmanagement 11
2.1.1 Innovation 12
2.1.2 Der Innovationsprozess 15
2.2 Nachhaltige Entwicklung 18
2.2.1 Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung 19
2.2.2 Nachhaltigkeitsstrategien 21
2.2.3 Nachhaltiges Design 22
2.2.4 Nachhaltiger Designprozess 23
2.2.5 Unternehmerische Vorteile von nachhaltigem Produktdesign 27
2.2.6 Unternehmerische Hürden für nachhaltiges Produktdesign 28
2.3 Kreislaufwirtschaft 30
2.3.1 Designstrategien für die Kreislaufwirtschaft 32
2.3.2 Werterhaltung in der Kreislaufwirtschaft 35
2.4 Bewertungsrahmen 36
3. Unternehmensinterviews **39**
4. Ergebnisse **42**
4.2 Verständnis von Innovation, Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit 42
4.2.1 Innovation 43

4.2.2 Kreislaufwirtschaft 44

4.2.3 Nachhaltigkeit 45

4.3 Der Produktentwicklungsprozess 47

4.3.1 Unternehmen A 47

4.3.2 Unternehmen B 48

4.3.3 Unternehmen C 49

4.3.4 Unternehmen D 50

4.3.5 Unternehmen F 51

4.3.6 Unternehmen G 52

4.4 Entscheidungskriterien im Produktentwicklungsprozess 53

4.5 Hürden 55

4.6 Vorteile 58

4.7 Lösungen 60

4.8 Kategorisierung der Unternehmen 63

5. Diskussion 66

5.2 Innovation, Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit 66

5.3 Der Produktentwicklungsprozess 68

5.4 Hürden und Vorteile 69

5.5 Lösungen 72

5.6 Erfolgsfaktoren 73

5.7 Validität der Ergebnisse 77

6. Zusammenfassung und Ausblick 78

Anhangsverzeichnis VI

Anhang VII

Literaturverzeichnis XXXII

Eidesstaatliche Erklärung XL

Abkürzungsverzeichnis

Bzw.	Beziehungsweise
CE	Circular Economy
CSR	Corporate Social Responsibility
EEE	Electrical and Electronic Equipment
ErP	Energy related Products
EU	Europäische Union
KMU	Kleine und mittlere Unternehmen
KPI	Key Performance Indicator
LCA	Lifecycle Assessment
Mt.	Metertonne
RoHS	Restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment
SGD	Sustainable Development Goal
Vgl.	Vergleiche
WEEE	Waste Electrical and Electronic Equipment
z.B.	Zum Beispiel
%	Prozent

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Darstellung des Forschungsdesign 7
Abbildung 2: Nutzungshäufigkeit unterschiedlicher Innovationsprozesse..... 16
Abbildung 3: "Traditioneller" Innovationsprozess 16
Abbildung 4: Dimensionen der Nachhaltigkeit und Strategien 19
Abbildung 5: Zusammenhang zwischen Werkzeugen und Methoden 24
Abbildung 6: Modell der Kreislaufwirtschaft (technische Produktseite) 31
Abbildung 7: Der Referenzprozess 37
Abbildung 8: Produktentwicklungsprozess von Unternehmen A. 47
Abbildung 9: Produktentwicklungsprozess von Unternehmen B. 48
Abbildung 10: Produktentwicklungsprozess von Unternehmen C. 49
Abbildung 11: Produktentwicklungsprozess von Unternehmen D. 50
Abbildung 12: Produktentwicklungsprozess von Unternehmen F..... 51
Abbildung 13: Produktentwicklungsprozess von Unternehmen C. 52

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verwende Kategorien und dazugehörige Codes 9
Tabelle 2: Definierte Nachhaltigkeitskriterien und Beschreibung. 37
Tabelle 3: Bewertungskategorien der Unternehmen. 38
Tabelle 4: Genannte Definitionen "Innovation". 43
Tabelle 5: Genannte Definitionen "Kreislaufwirtschaft". 45
Tabelle 6: Genannte Definitionen "Nachhaltigkeit". 46
Tabelle 7: Bewertungsmatrix der Unternehmen..... 64

Kurzzusammenfassung

Nachhaltigkeit in der Produktentwicklung gewinnt zunehmend an Bedeutung. Dennoch hat es eine Vielzahl der Unternehmen noch nicht als immanenten Bestandteil in ihre Produktentwicklung integriert. Die vorliegende Arbeit baut auf folgender These auf: *„Nachhaltiges Produktdesign findet in der Produktentwicklung von Unternehmen keine Beachtung“*. Ziel war es dabei, die Produktentwicklungsprozesse von Unternehmen zu untersuchen und Faktoren für eine erfolgreiche Integration von Nachhaltigkeit in die Produktentwicklung zu identifizieren. Dabei wurde der methodische Ansatz des problemzentrierten Interviews verwendet. Insgesamt wurden sechs Unternehmen unterschiedlicher Größe aus der Elektronikindustrie, sowie ein Experte in einem semi-strukturierten Format befragt. Aus den Ergebnissen dieser Arbeit konnte ein unterschiedliches Verständnis zu den Terminologien „Innovation“, „Kreislaufwirtschaft“ und „Nachhaltigkeit“ abgeleitet werden. Des Weiteren wurden wesentliche Hürden, Vorteile und Lösungen für die Implementierung von nachhaltigem Produktdesign herausgearbeitet. Letztlich konnten zehn Kategorien von Erfolgsfaktoren für die Umsetzung einer nachhaltigen Produktentwicklung in Unternehmen identifiziert werden. Die Anfangsthese dieser Arbeit wurde widerlegt, wobei die Unternehmen eine ambivalente Auffassung des Themas Nachhaltigkeit aufwiesen. Diese Masterarbeit richtet sich an engagierte Produktentwickler, Studenten, sowie Lehrende im Bereich der Nachhaltigkeit.

1. Einleitende Worte

Das Kapitel 1 beginnt mit der Darstellung des Ausgangskontextes (Kapitel 1.1) und den politischen Rahmenbedingungen (Kapitel 1.2). Im Anschluss wird die Forschungslücke identifiziert (Kapitel 1.3). Diese bietet den Grundstein für die Zielsetzung und die daraus resultierenden Forschungsfragen (Kapitel 1.4). Letztlich wird das methodische Vorgehen erläutert (Kapitel 1.5) und der strukturelle Aufbau der Arbeit beleuchtet (Kapitel 1.6).

1.1 Die Ausgangssituation

Die Herausforderungen an die heutige Welt sind zahlreich und komplexer als jemals zuvor. Durch die zunehmende Komplexität geht oftmals die Verbindung zwischen Ursache und Auswirkung verloren. Besonders im Bereich des Klimawandels kommt es zu Rückkopplungsschleifen die die negativen Effekte auf die Umwelt verstärken. Die Folgen sind dramatisch und teilweise irreversibel.[1] Probleme wie Hunger, Überbevölkerung und Erderwärmung sind allgegenwertig.[2] Die stetig steigende Nachfrage an Ressourcen in Kombination mit der gleichzeitigen Verringerung an natürlichen Vorkommen, ist auch bekannt als Herausforderung an die Nachhaltigkeit.[3]

Ein Großteil der Umwelteinwirkungen eines Produktes wird in den frühen Phasen des Produktentwicklungsprozesses bestimmt. Dies liegt daran, dass gerade in dieser Phase die Material-, sowie Technologieauswahl stattfindet und somit auch die Lebensdauer des Produktes festgelegt wird.[4] Demnach hat der Produktentwickler einen großen Einfluss auf die Umwelteinwirkung des Produktes entlang seines gesamten Lebenszyklus. Um negative Umweltauswirkungen der Produkte zu verringern ist es also notwendig, dass der Entwickler, neben den herkömmlichen Faktoren (z.B.: technische Machbarkeit, Ästhetik, Funktionali-

[1] Vgl. Kelley et al. (2015); Steffen et al. (2004)
[2] Vgl. Broman und Robèrt (2017); Pachauri (2014); Steffen et al. (2004)
[3] Vgl. Broman und Robèrt (2017)
[4] Vgl. McAloone und Bey (2009, S. 5)

tät), weitere Aspekte wie Recycelbarkeit, Wiederverwendbarkeit, Upgradefähigkeit, Reparierbarkeit, Zuverlässigkeit, Wartungsfreundlichkeit, umweltgerechte Materialauswahl und Langlebigkeit mit in die Produktentwicklung einbezieht.

Ein Beispiel für die negativen Umweltauswirkungen ist die steigende Anzahl an elektronischen bzw. elektrischen Geräten (EEE) und die dadurch steigende Anzahl an Elektroschrott (WEEE). Elektroschrott ist ein Sammelbegriff für entsorgte elektronische Geräte (z.B.: Lampen, Computer, Drucker, Waschmaschinen, Telefone etc.), ohne die Absicht diese wiederzuverwenden.[5] Besonders die Entsorgung führt zu negativen Einwirkungen auf die sozio-ökologische Umwelt. Dies liegt daran, dass in Elektronikschrott oftmals Rohstoffe wie Kupfer, Aluminium, Gold, Silber und seltene Erden enthalten sind, die einen besonders großen Einfluss auf die Umwelt haben. Sie sind jedoch wertvoll und bieten zahlreiche wirtschaftliche Vorteile, wenn sie zurückgewonnen werden. Ebenso führt eine verlängerte Lebensdauer zu weniger Elektroschrott und erspart den frühen Neukauf. Dennoch sind Produkte oftmals nicht dafür gestaltet, um am Lebensende recycelt zu werden.[6] So wurden weltweit im Jahr 2014 etwa 41,8 Millionen Metertonnen (Mt.) an Elektroschrott produziert. In Deutschland allein, waren es 1,8 Mt. bis 2018 ist eine weitere Gesamtsteigerung auf 50 Mt. prognostiziert.[7]

1.2 Politische Rahmenbedingungen

Um diesen Herausforderungen entgegen zu wirken, wurde im September 2015 die Agenda 2030 für nachhaltige Entwicklung auf dem Gipfeltreffen der Vereinten Nationen zur Post- 2015- Entwicklungsagenda verabschiedet. Ziel dieser Agenda ist eine Transformation der Volkswirtschaften in Richtung einer nachhaltigeren Entwicklung, mit dem Einbezug der Drei Dimensionen der Nachhaltigkeit (sozial, wirtschaftlich und ökologisch), auszubauen und zu festigen.[8] Der gesamte Katalog beinhaltet 17 Ziele, besser bekannt als Sustainable Development Goals (SDGs). Sie beinhalten 169 Zielvorgaben, die von allen Ländern und Interessenträgern gemeinschaftlich umgesetzt werden sollen. Da ebenso ein nachhaltiges und dauerhaftes Wirtschaftswachstum im Fokus steht, setzt die

[5] Step Initiative (2014)
[6] Heacock et al. (2016)
[7] Baldé et al. (2014)
[8] Vereinigte Nationen (2015)

Agenda auch einen Impuls für Unternehmen in nachhaltige Produktentwicklung zu investieren. Um die Zielerreichung in Deutschland sicherzustellen, wurden 2016 mit der deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (Neuauflage 2016) die wesentlichen Rahmenbedingungen auf nationaler Ebene gesetzt. Diese beinhalten Ziele und Indikatoren, die sich an die SDGs richten und deren Erfüllung gewährleisten sollen.[9] Deutschland sieht sich selbst dabei *„als eines der leistungsfähigsten und wirtschaftlich erfolgreichsten Länder der Welt"*[10]. Demnach werden Unternehmen auch als Schlüsselfaktoren für die Umsetzung, besonders in Bezug auf unternehmerischer Verantwortung, bezeichnet. Folgende Beispiele von Nachhaltigkeitszielen und Indikatoren zeigen die hohe Bedeutung von unternehmerischer Verantwortung in der Zielerreichung.[11]

SDG 8: Nachhaltiges Wirtschaftswachstum und menschenwürdige Arbeit. Unterziel 8.1. Ressourcen sparsam und effizient nutzen. Schaffung von Investitionsbedingungen für wirtschaftliche Zukunftsvorsorge (Unterziel 8.3.) Unterziel 8.4. Steigerung der umwelt- und sozialverträglichen Wirtschaftsleistung.

SDG 9: Belastbare Infrastruktur und die Förderung von nachhaltiger Industrialisierung und Innovation. Unterziel 9.1 Die Zukunft mittels neuer Lösungen gestalten.

SDG 12: Nachhaltige Konsum- und Produktionsmuster. Unterziel 12.1a Gestaltung von umwelt- und sozialverträglichem Konsum. Unterziel 12.2 stetige Steigerung des Anteils nachhaltiger Produktion.

Weitere Beispiele können dem Originalbericht entnommen werden.

So greift auf europäischer Ebene (besonders für die Erreichung von SDG 12) der Aktionsplan zur „Circular Economy". Dadurch soll die Wettbewerbsfähigkeit der EU, durch die Implementierung von Kreislaufwirtschaft, gestärkt werden. Der Plan umfasst Maßnahmen und politische Werkzeuge, um die Kreislaufführung von Produkten und Materialien in allen Phasen des Produktlebenszyklus (Produktion, Gestaltung, Produktionsprozess und Abfallwirtschaft) zu unterstützen.[12]

Einen weiteren Impuls auf nationaler Ebene für Unternehmen in nachhaltige Produktentwicklung zu investieren, lieferte im August 2016 das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit mit der Veröffentlichung des

---

[9] Vgl. Bd.reg. (2016)
[10] Vgl. Bd.reg. (2016, S. 11)
[11] Vgl. Bd.reg. (2016, S. 35ff.)
[12] Vgl. Europäische Komission (2015)

integriertem Umweltprogramm 2030.[13] Dieses liefert Maßnahmen, Empfehlungen und Ziele in Anlehnung an die Agenda 2030 und bietet eine Orientierung für die Umweltpolitik. Einer der fünf Schwerpunkte ist *„Umwelt- und klimaverträglich wirtschaften, Energie und Ressourcenwende“*[14]. Ziel dieses Schwerpunktes ist, es den Wirtschaftsstandort Deutschland hinsichtlich Materialeffizient und Kreislaufwirtschaft zu stärken, sowie Unternehmen dabei zu unterstützen ihre Strategien bzw. Geschäftsmodelle nach Umweltschutz und Nachhaltigkeit auszurichten.

Diese und weitere nationalen und europäischen Agenden (z.B.: WEEE-, RoHS- und ErP-Richtline[15]) bilden die Rahmenbedingungen für eine nachhaltige Entwicklung und sollen ebenso eine nachhaltige Produktentwicklung unterstützen.

1.3 Forschungslücke

Nachhaltigkeit in der Produktentwicklung ist ein Thema, das in den vergangenen Jahren immer mehr an Bedeutung gewonnen hat. Viele der verwendeten Werkzeuge und Methoden sind jedoch schon wesentlich länger bekannt. Dennoch gibt es bis heute keinen einheitlichen Prozess, um Produkte nachhaltig zu entwickeln und zu gestalten. In der Literatur finden sich eine Vielzahl von Werkzeugen und Methoden, sodass angenommen werden kann, dass Lösungen und Hilfestellungen für die meisten Probleme existieren.[16] Diese sind jedoch oftmals sehr komplex. Des Weiteren kann durch solch eine enorme Vielfalt, das Nutzen für den Anwender zusätzlich erschwert werden, da die Auswahl und Anwendung geeigneter Werkzeuge oftmals ein hohes Maß an Wissen voraussetzt.[17] Ebenso ist der Produktentwicklungs- bzw. der Innovationsprozess von Unternehmen ein sehr gut erforschtes Thema.[18] Dennoch werden in der Literatur, trotz der Vielzahl an existierenden Prozessen, Nachhaltigkeitskriterien nicht explizit in die Produktentwicklung integriert. Um nachhaltiges Design in die Produktentwicklung mit einfließen zu lassen, sind meist ein oder mehrere extra Prozessschritte notwendig, was wiederum mit einem erhöhten Aufwand verbunden ist.

---

[13] Vgl. BMUB (2016)
[14] Vgl. BMUB (2016, S. 40)
[15] Europäische Union (2009, 2011, 2012)
[16] Vgl. Pigosso D.C.A. et al. (2014, S. 1651ff.); Navarro et al. (2005, S. 6ff.)
[17] Vgl. Pigosso et al. (2015)
[18] Vgl. Brockhoff (1999); Corsten et al. (2006); Hauschildt und Salomo (2007); Pleschak und Sabisch (1996b); Tushman und Moore (1982); Vahs und Burmester (2005); Verworn und Herstatt (2000)

Dennoch, bietet eine nachhaltige Produktentwicklung zahlreiche Vorteile für die Unternehmen, wodurch sich der Mehraufwand auf lange Sicht amortisieren kann bzw. das Unternehmen stärkt (vgl. Kapitel 2.2.5).[19]

1.4 Zielsetzung und Fragestellung

Angesichts der in Kapitel 1.3 dargestellten Forschungslücke ergibt sich für die vorliegende Arbeit folgende These:
„Nachhaltiges Produktdesign findet in der Produktentwicklung von Unternehmen keine Beachtung“

Ziel der Arbeit ist es daher, aufbauend auf der These, den Produktentwicklungsprozess von Unternehmen zu analysieren und festzustellen, inwieweit nachhaltige Designkriterien in die Entscheidungsfindung mit einbezogen werden. Ebenso soll das Verständnis der Unternehmen von den Terminologien „Innovation“, Nachhaltigkeit“ und „Kreislaufwirtschaft“ untersucht werden. Des Weiteren sollen Hürden, Vorteile und mögliche Lösungen für Unternehmen identifiziert werden, um Nachhaltigkeit in die Produktentwicklung zu integrieren. Zudem werden von den Unternehmen genannte Kriterien mit einer Vielzahl zuvor festgelegter Kriterien verglichen, um eventuelle Unterschiede im Nachhaltigkeitsverständnis zwischen den einzelnen Unternehmen, sowie zwischen den Forschern und den Unternehmen festzustellen. Letztlich soll untersucht werden, ob es Unternehmen gelingt nachhaltige Designkriterien in die Produktentwicklung mit einzubeziehen sowie Unterschiede zwischen diesen Unternehmen, den Unternehmen denen es nicht gelingt, herausgearbeitet werden. Das Ziel ist es Erfolgsfaktoren für die Integration von Nachhaltigkeit in die Produktentwicklung herauszuarbeiten.

[19] Vgl. FORA (2010); Willard (2012); O’Hare et al. (2015, S. 1ff.)

In diesem Zusammenhang ergeben sich folgende Forschungsfragen:

I. Was verstehen Unternehmen unter „Innovation“, „Kreislaufwirtschaft“ und „Nachhaltigkeit“?
II. Wie läuft der Produktentwicklungsprozess innerhalb von Unternehmen ab?
III. Finden Nachhaltigkeitskriterien Beachtung in der Produktentwicklung?
    i. Welche Vorteile sehen Unternehmen im Einbezug von Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung?
    ii. Was sind die wesentlichen Hürden für Unternehmen um Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung zu integrieren?
    iii. Wo sehen die Unternehmen Lösungen für die Integration von Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung?
IV. Was sind die Erfolgsfaktoren um Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung zu integrieren?

1.5 Methodisches Vorgehen

Für die Beantwortung der Fragestellung wurde die qualitative Forschungsmethode des problemzentrierten Interviews verwendet. Diese Methode dient der qualitativen Datenerhebung aus dem Erfahrungsschatz eines Experten und ist entsprungen aus den Sozialwissenschaften. Die Interviews wurden in einem semi-strukturierten Format durchgeführt. Im Vergleich zum strukturierten Interview, bietet dieses Format die Möglichkeit, einen vorstrukturierten Leitfaden zu verwenden und lässt gleichzeitig dem Forscher die Freiheit, auf einzelne Sachverhalte genauer einzugehen.[20] Dadurch konnte die Tiefe der gewonnen Informationen weiter erhöht werden. Des Weiteren wurden die befragten Experten erst am Ende des Interviews über den genauen Inhalt des Forschungsvorhabens informiert. Dadurch sollten Beeinflussungen der Antworten vermieden werden. Im Nachfolgenden ist der gesamte Forschungsprozess dargestellt.

[20] Vgl. Savin-Baden und Major (2012)

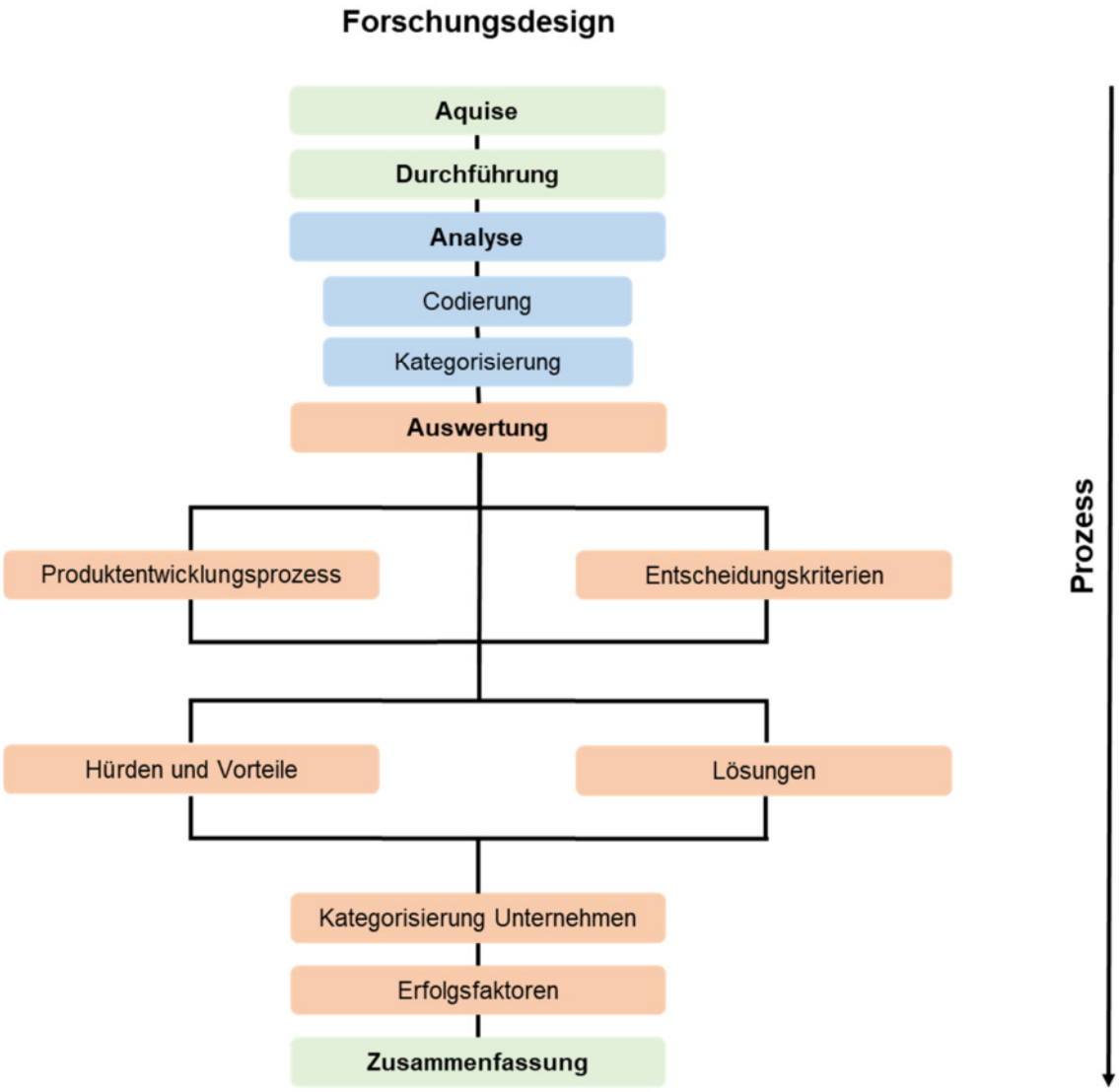

Abbildung 1: Darstellung des Forschungsdesign
Quelle: Eigene Darstellung

Aquise

Im ersten Schritt wurden geeignete Interviewpartner aus dem Netzwerk des Fraunhofer IZM ausgewählt und kontaktiert. Des Weiteren wurden private Kontakte des Forschers genutzt. Bei der Auswahl der Unternehmen ist darauf geachtet worden, dass das Produktportfolio im Elektronikbereich liegt. Ebenso wurde auf eine etwaige Gleichverteilung zwischen großen und kleinen Unternehmen geachtet.

Durchführung

Es wurden insgesamt sieben Interviews durchgeführt (sechs Unternehmensvertreter und ein Experte). Sechs der sieben Interviews wurden mit Hilfe der Kommunikationssoftware „Skype“ durchgeführt[21].

Dies war notwendig, um größere Distanzen zwischen dem Interviewten und dem Forscher zu überbrücken. Aufgrund von Sprachbarrieren wurde ein Großteil der Interviews auf Englisch durchgeführt (fünf von sieben). Die Interviewdauer betrug zwischen 30 und 60 Minuten.

Analyse

Die Methode zur Auswertung der Interviews ist angelehnt an das Verfahren der qualitativen Inhaltsanalyse. Dieses Verfahren dient dazu, fixierte Kommunikation zu analysieren, mit dem Ziel die Forschungsfragen zu beantworten.[22]

Alle Interviews wurden aufgenommen und in Originalsprache transkribiert, sowie für eine Darstellung, in deutscher Sprache sinngemäß zusammengefasst. Im Anschluss wurden die Interviews unter Zuhilfenahme der Software „ATLAS.ti“ codiert und kategorisiert. Hierbei wurde die Methode der induktiven Kategoriebildung verwendet (Kategorien und Codes werden aus dem Material heraus abgeleitet).[23] Die Codierung erfolgte in zwei Schritten. Als erstes wurden die Transkripte einem offenen Codier Durchgang unterzogen (Vergabe von Codes nach wahrgenommenen Sachverhalten). Im zweiten Schritt sind die entstandenen Codes verglichen, vereinheitlicht und ersetzt worden. Im nachfolgenden Schritt sind die entstandenen Codes zusammengefasst und kategorisiert worden. Die Auswertung wurde in Originalsprache durchgeführt. Einige Interviews wurden aus Datenschutzgründen anonym ausgewertet (drei von sieben). Eine Liste der vergebenen Codes und Kategorien ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

[21] Die erstellten Leitfäden sind in Anhang 1 (deutsche Ausführung) und Anhang 2 (englische Ausführung) zu finden

[22] Vgl. Meier (2014); Savin-Baden und Major (2012)

[23] Vgl. Meier (2014); Savin-Baden und Major (2012)

Kategorie	Codes
Produktionsprozess	Allgemein, Schritt 1, Schritt 2, Schritt 3, Schritt 4
Entscheidungskriterien	Entscheidung, Material, Nachhaltigkeit, Priorisieren, Treiber, Vorteil
Unterstützung	Unterstützung gebraucht
Kommunikation	Kommunikation, Schwierigkeiten, Kooperation
Lösungen	Empfehlung, Lösung, Vision, Wunschdenken
Definitionen	Innovation, Kreislaufwirtschaft, Nachhaltigkeit
Herausforderungen	Hürden, Limitierungen

Tabelle 1: Verwende Kategorien und dazugehörige Codes
Quelle: Eigene Darstellung

Auswertung

Für die Auswertung der Produktentwicklungsprozesse wurde der in *Abbildung* 3 dargestellte Innovationsprozess als Referenzrahmen verwendet. Zudem konnte mittels Auswertung der Kategorien, die Hürden, Vorteile und Lösungen für Unternehmen identifiziert werden. Des Weiteren wurde ein Bewertungsrahmen aufgestellt, um die Unternehmen zu kategorisieren und Unterschiede zwischen ihnen festzustellen. Letztlich wurden die Ergebnisse aus den einzelnen Kategorien, sowie aus dem Vergleich der Unternehmen zusammengefasst, interpretiert und die Forschungsfragen beantwortet.

1.6 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Arbeit lässt sich in 6 Kapitel unterteilen. In Kapitel 1 werden die Ausgangslage und das methodische Vorgehen dargelegt, sowie die Zielsetzung und Forschungslücke definiert. Im Anschluss beginnt das Kapitel 2 mit den theoretischen Grundlagen dieser Arbeit. Es beginnt im ersten Teil mit einer Darstellung und Erläuterung des Innovationsmanagements.

Dabei wird auf die unterschiedlichen Verständnisse des Themas Innovation eingegangen und eine Definition von Innovation abgeleitet. Des Weiteren wird der für die Arbeit als Referenzrahmen verwendete Innovationsprozess erläutert. Im zweiten Teil wird auf nachhaltige Entwicklung eingegangen. Dabei wird eine Definition für nachhaltige Entwicklung dargelegt und dazugehörige Designstrategien erläutert. Darauf folgt eine Darstellung der unternehmerischen Vorteile und Hürden für nachhaltiges Produktdesign. Der dritte Abschnitt dieses Kapitel stellt die Kreislaufwirtschaft und Designstrategien dar. Letztlich wird der Bewertungsrahmen für die vorliegende Arbeit definiert.

Kapitel 3 beschreibt die interviewten Unternehmen und stellt die durchgeführten Interviews dar. Das 4. Kapitel widmet sich den Ergebnissen dieser Arbeit. Es beginnt mit der Darstellung der verschiedenen Verständnisse der Terminologien „Innovation“, „Kreislaufwirtschaft“ und „Nachhaltigkeit“. Im Anschluss werden die beschriebenen Produktentwicklungsprozesse, sowie die Entscheidungskriterien, Hürden und Lösungen dargelegt. Letztlich wird auf den Kategorisierungsprozess der Unternehmen eingegangen.

Im Kapitel 5 werden die gewonnen Erkenntnisse umfassend diskutiert, um Erfolgsfaktoren für eine Integration von Nachhaltigkeit in die Produktentwicklung zu identifizieren. Die Diskussion beginnt mit dem Verständnis der drei Terminologien sowie der einzelnen Produktentwicklungsprozesse. Im Anschluss werden die von den Unternehmen genannten Hürden, Vorteile und Lösungen diskutiert. Letztlich werden die Erfolgsfaktoren identifiziert, sowie auf die Validität der Ergebnisse eingegangen.

Im letzten Kapitel wird das gewonnen Wissen zusammengefasst, sowie ein Ausblick und weiterer Forschungsbedarf dargelegt.

2. Theoretische Grundlagen

Die Zielsetzung des zweiten Kapitels besteht darin, ein grundlegendes und einheitliches Verständnis für die Grundprinzipien der vorliegenden Arbeit zu generieren. Es beginnt mit einer Erläuterung des Innovationsmanagements (Kapitel 2.1), der Darstellung von unterschiedlichen Auffassungen und Definitionen des Innovationsbegriffes (Kapitel 2.1.1), sowie Prozesses (Kapitel 2.1.2). Im Anschluss wird auf nachhaltige Entwicklung (Kapitel 2.2) eingegangen. Dies beinhaltet eine Darstellung der Dimensionen der Nachhaltigkeit (Kapitel 2.2.1), verschiedener Designstrategien (Kapitel 2.2.2), eine Definition für nachhaltige Entwicklung (Kapitel 2.2.3), sowie die Erläuterung des nachhaltigen Designprozesses (Kapitel 2.2.4.). Ebenso werden Vorteile (Kapitel 2.2.5) und Hürden (Kapitel 2.2.6) für den Einbezug von nachhaltigem Produktdesign dargelegt. Letztlich wird die Thematik der Kreislaufwirtschaft (Kapitel 2.3) und dazugehörige Designstrategien (Kapitel 2.3.1) bzw. Wertschöpfungsstrategien (Kapitel 2.3.2) beleuchtet, sowie der Referenzrahmen für die vorliegende Arbeit definiert (Kapitel 2.4).

2.1 Innovationsmanagement

Erfolgreiche Innovationen entstehen in Unternehmen nur selten durch Zufälle. In der Regel liegen eine systematische Struktur, sowie ein klar definierter Prozess zugrunde.[24] Dadurch werden die Rahmenbedingungen für die Unternehmen geschaffen, um Innovation erfolgreich zu stimulieren. Für die Definition von Innovationsmanagement ist es hilfreich das Wort in seine Grundsteine zu zerlegen. Der Begriff Management wir nach dem Gabler Wirtschaftslexikon wie folgt definiert:

„Der ursprünglich angloamerikanische Begriff Management bezeichnet heute im betriebswirtschaftlichen Sprachgebrauch einerseits – in funktionaler Perspektive – die Tätigkeit der Unternehmensführung. Andererseits wird auch – in institutioneller Perspektive – das geschäftsführende Organ, also die Gruppe der leitenden Personen eines Unternehmens als Management bezeichnet.

[24] Vgl. Pleschak und Sabisch (1996b)

Als solches bezeichnet der Begriff sowohl eine Institution als auch eine Funktion in gemeinnützigen, öffentlichen oder privatwirtschaftlichen Organisationen.“[25]

Es beinhaltet demnach verschiedene Aufgaben wie die Festlegung von Zielen, Strategieentwicklung, Organisation, Koordination und Unternehmensführung.[26] Bezogen auf das Innovationsmanagement, umfasst es alle Aufgaben die benötigt werden, um Innovation zu stimulieren und von der Idee, bis hin zum erfolgreichen Markteinstieg zu begleiten (z.B.: Planung, Umsetzung und Kontrolle).[27] So ist die Produktentwicklung ein bedeutender Bestandteil des Innovationsmanagements, da dort verschiedene Aufgaben in verschiedenen Innovations- bzw. Entwicklungsphasen Platz greifen. So reichen Diese von der Sammlung und Bewertung von Ideen, über die Zeitplanfestsetzung der Projekte, Koordination von unterschiedlichen Abteilungen, bis hin zur Erarbeitung von Markteinführungskonzepten der Produkte. Weitere Aufgaben bzw. Tätigkeiten sowie die jeweiligen Phasen sind in Kapitel 2.1.2 dargestellt.

2.1.1 Innovation

Innovation bedeutet wörtlich gesprochen „Erneuerung“ oder „Veränderung“ und wurde von dem lateinischen Verb „innovare“ abgeleitet.[28] In der Literatur existieren zahlreiche Definitionsansätze, jedoch keine einheitliche Definition. Einige Definitionen sind im Folgenden exemplarisch aufgeführt.

Tushman und Moore 1982:

„Most generally, innovation can be seen as the synthesis of a market need with the means to achieve and produce a product to meet that need”[29]

Pleschak und Sabisch 1996:

“Aus betriebswirtschaftlicher Sicht ist Innovation die Umsetzung einer neuen Geschäftsidee in einen Markterfolg.“[30]

---

[25] Vgl. Haric (o. J.)
[26] Vgl. Haric (o. J.)
[27] Vgl. Tintelnot et al. (1999, S. 2)
[28] Vgl. DUDEN (o. J.)
[29] Vgl. Tushman und Moore (1982, S. 132)
[30] Vgl. Pleschak und Sabisch (1996a, S. 1)

Möhrle:

„Bezeichnung in den Wirtschaftswissenschaften für die mit technischem, sozialem und wirtschaftlichem Wandel einhergehenden (komplexen) Neuerungen.“[31]

Hausschild und Salomo 2011 teilen bei dem Versuch der Begriffsklärung Innovation in fünf unterschiedliche Dimensionen ein. Diese sind im Nachfolgenden aufgeführt. [32]

Inhaltliche Dimension: Was ist neu?

Typischerweise lässt sich die inhaltlichen Dimension in zwei unterschiedliche Betrachtungsweisen aufteilen: Produkt- und Prozessinnovation. Unter der Produktinnovation wird eine neuartige Kombination und Anwendung von Produkten oder Technologien verstanden, um einen bestimmten Zweck auf eine neuartige und effektive Art und Weise zu erfüllen. Ziel ist es, die Effizienz zu gewährleisten und neuartige Produkte zu schaffen. Die Prozessinnovation hingegen bezieht sich auf das neuartige Zusammenwirken von Komponenten innerhalb eines Prozesses. Ziel ist es die Effizienz zu steigern (z.B. höhere Durchlaufzahlen bei gleichbleibender Qualität). Neben der „typisch“ technischen Innovation, existieren auch Innovationen in anderen Bereichen. So bewirkt eine organisationale Innovation, Veränderungen im Organisationssystem (z.B.: Kultur und Managementstrukturen). Soziale Innovationen beziehen sich auf Erneuerungen bzw. Veränderungen im Humanbereich. Geschäftsbezogene Innovationen befassen sich hingegen mit Veränderungen bzw. Erneuerungen von Geschäftsmodellen und Branchenstrukturen.

Intensitätsdimension: Wie neu?

Diese Dimension beschreibt wie Neu die Innovation tatsächlich ist. Dies kann beispielsweise nach einem Bewertungssystem eingestuft werden. So unterscheiden Henderson und Clark 1990 in vier Innovationsgrade.[33]

---

[31] Vgl. Möhrle (n. J.)
[32] Vgl. Hauschildt und Salomo (2011, S. 4ff.)
[33] Vgl. Zollenkop (2006, S. 100ff.)

Inkrementelle Innovation

Die Inkrementelle Innovation verbessert bzw. erweitert ein bestehendes Produkt. So bleibt die Kernkomponente des Produktes größtenteils gleich, es wird lediglich erweitert. Ein Beispiel hierfür wäre die Anbringung eines Deckenventilators.

Modulare Innovation

Bei der modularen Innovation wird ebenfalls die Funktion der Kernkomponente nicht verändert. Es werden lediglich einzelne Komponenten ausgetauscht und ersetzt. So kann beispielsweise das Kameraobjektiv problemlos gegen ein besseres Ausgetauscht werden, ohne die Kernfunktion der Kamera zu beeinflussen.

Architektonische Innovation

Bei der architektonischen Innovation werden bestehende Wirkbeziehungen zwischen einzelnen Modulen miteinander verbunden bzw. vernetzt, wobei die Kernfunktion erhalten bleibt. Die mobile Bezahlung ist ein Beispiel für diesen Innovationstyp.

Radikale Innovation

Diese ist die stärkste von allen Innovationen. Wie der Name bereits impliziert, findet eine vollkommene Änderung der Kernkompetenz des Produktes statt. Dies bedeutet die Kernkompetenz und Wirkbeziehungen der einzelnen werden Module verändert bzw. erneuert. So ist die Erfindung des Internets ein Beispiel hierfür.

Subjektive Dimension: Neu für wen?

Um eine Innovation zu definieren ist es von Bedeutung zu betrachten, für wen diese innovativ ist. So kann ein Produkt beispielsweise auf Unternehmensebene als innovativ gesehen werden, was jedoch nicht bedeutet, dass es auch für die Gesellschaft innovativ ist.

Prozessuale Dimension: Wo beginnt, wo endet die Neuerung?

Ein Innovationsprozess verläuft typischerweise in mehreren Phasen ab (vgl. Kapitel 2.1.2), daher ist es notwendig zu definieren, wo die Neuerung beginnt und wo sie endet bzw. muss die Neuerung ab einem bestimmten Zeitpunkt in eine Routine überführt werden.

Normative Dimension: Ist neu gleich erfolgreich?

Diese Dimension ist strittig, da der Erfolg einer Innovation erst nach dem Innovationsmanagement gemessen werden kann. Demnach wird eine Innovation mit dem Ziel erfolgreich zu sein entwickelt.

Die Vielzahl an unterschiedlichen Definitionen und Verständnissen zum Thema Innovation stellt bereits die erste Herausforderung dar, wenn es um das Verwalten Dieser geht.[34] Um Innovation zu definieren, muss Diese kontextabhängig betrachtet werden. Für die vorliegende Arbeit wird daher folgende Definition verwendet:

„Eine Innovation ist eine kontextbezogene und zeitlich definierte Neuerung eines Prozesses oder Produktes, die mit wirtschaftlichem Erfolg einhergeht."

2.1.2 Der Innovationsprozess

Der Innovationsprozess ist ein fester Bestandteil im Innovationsmanagement. Solche Prozessmodelle werden in der Praxis auf verschiedenen Wegen eingesetzt. So können Sie beispielsweise in der Forschung genutzt werden, um bestehende Entwicklungsprozesse zu erfassen und darzustellen, mit dem Ziel von ihnen zu lernen. Aus unternehmerischer Sicht ist es möglich, existierende Prozesse zu erfassen und zu standardisieren bzw. sie als Managementwerkzeug zu verwenden.[35] Durch diese vielfältigen Einsatzmöglichkeiten ist es von hoher Bedeutung, das Ziel des Vorhabens zu kennen und darauf aufbauend das jeweilige Prozessmodel zu wählen. Daher existiert auch in der Literatur nicht der „eine" Prozess bzw. „das" Prozessmodel, sondern eine Vielzahl an unterschiedlichen Prozessmodellen.

---

[34] Vgl. Tidd und Bessant (2009, S. 16f.)
[35] Vgl. Salerno et al. (2015); Verworn und Herstatt (2000)

So hat Salerno et al. (2015), 132 verschiede Projekte in 72 Unternehmen untersucht, um verschiedene Konfigurationen von Innovationsprozessen, für unterschiedliche Probleme und Unternehmen herauszufinden.[36] Insgesamt wurden acht verschiedene Typen von Innovationsprozessen identifiziert (vgl. Abbildung 2).[37]

Type of innovation processes	Cases		Number of companies presenting the process [a]
	#	%	
1. Traditional process: from idea to launch	70	53.0	46
2. Anticipating sales: the tailor-made approach (open order)	8	6.1	6
3. Anticipating sales from a given client specification (closed order)	7	5.3	7
4. Process started by a call	17	12.9	12
5. Process with a stoppage: waiting for the market	9	6.8	8
6. Process with a stoppage: waiting for the advance of technology	4	3.0	4
7. Process with a stoppage: waiting for the market and for the advance of technology	2	1.5	2
8. Process with parallel activities	15	11.4	14
Total	132	100.0	

Abbildung 2: Nutzungshäufigkeit unterschiedlicher Innovationsprozesse
Quelle: Salerno et al. 2015, S. 63

Aus der Studie geht hervor, dass der traditionelle Innovationsprozess am häufigsten von Unternehmen verwendet wird (53 %). Des Weiteren beschreibt Salerno et al. 2015, dass die Vielzahl an existierenden Innovationsprozessen aus dem Modell des traditionellen Innovationsprozesses entsprungen sind. Im Nachfolgenden ist der „traditionelle“ Innovationsprozess dargestellt und erläutert.[38]

Abbildung 3: "Traditioneller" Innovationsprozess
Eigene Darstellung in Anlehnung an Höft 1992, 2009 ; Hansen und Birkinshaw 2007

Ideen-/Beobachtungsphase

Diese Phase dient der Generierung von Ideen. Das kann systematisch, beispielsweise unter Zuhilfenahme verschiedener Kreativitätstechniken (z.B. Mind-Mapping; 635 Methode) bzw. durch systematische Beobachtung des Umfeldes, oder zufällig geschehen. Diese Ideen werden einer ersten Grobfilterung unterzogen, sodass am Ende, solche Ideen ausgewählt werden, die für die Realisierung weiter untersucht werden sollen.

[36] Vgl. Salerno et al. (2015)
[37] Vgl. Salerno et al. (2015, S. 63)
[38] Vgl. Hansen und Birkinshaw (2007); Höft (1992); Höft U. (2009)

Definitionsphase

In der Definitionsphase wird der Businessplan für die zu realisierende Idee erstellt. Dies beinhaltet eine ausführliche Betrachtung der Chancen und Risiken des Projektes, Kosten- und Zeitplanung, Marktrecherchen und Wettbewerbsanalysen. Auf Basis der erhoben Daten wird die wirtschaftliche Machbarkeit des Vorhabens abgeschätzt. Des Weiteren wird ein Anforderungsprofil hinsichtlich technischer Anforderungen, sowie Kunden und Marktbedürfnissen erstellt (Lastenheft, Pflichtenheft). Auf Basis dieser Daten wird die Entscheidung über die Realisierung oder Verwerfung des Projektes getroffen.

Entwicklungsphase

Basierend auf dem zuvor erstellten Anforderungsprofils, wird in dieser Phase eine technische Lösung entwickelt. Die Art der Lösung hängt von der jeweiligen Idee ab und reicht von einer technischen Konstruktion bis hin zu einer unkomplizierten Formel (z.B. für Zusammensetzungen). Ziel dieser Phase ist es, einen funktionsfähigen Prototyp der Idee zu erstellen.

Markt- und Produktionsvorbereitungsphase

Diese Phase besteht essentiell aus zwei Bestandteilen:

Produktionsvorbereitung: Beinhaltet alle Aufgaben, die notwendig sind um den Prototyp als Produkt zu produzieren. Dies reicht von der Anschaffung von Räumlichkeiten und Maschinen, über die Planung und Umsetzung, bis hin zur Nullserie und Freigabe der Produktion.

Marktvorbereitung: Umfasst alle Maßnahmen des Einführungsmarketings. Dazu gehören beispielsweise die Erstellung und Durchführung von Werbung (z.B. verteilen von Prospekten). Des Weiteren wird in dieser Phase die Marketingkommunikationsstrategie bezüglich des Produktes festgelegt. Hierzu zählen Aktivitäten wie Messeauftritte, Schulung des Vertriebs, Öffentlichkeitsarbeit und Pressemitteilungen. Ziel dieser Phase ist die Erstellung eines Markteinführungsplans. Im Anschluss wird das Produkt in den Markt eingeführt

2.2 Nachhaltige Entwicklung

Die bekannteste und vielfach zitierte Definition von nachhaltiger Entwicklung wurde bereits 1987, in einem Bericht der Vereinigten Nationen: „Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future“, besser bekannt als Brundtland Bericht, veröffentlicht. So wurde nachhaltige Entwicklung definiert als: „Sustainable development is development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.”[39] Der Inhalt dieser Definition hat einen starken anthropogenen Fokus und zielt auf die Bedürfnisbefriedigung, sowie auf soziale Gerechtigkeit innerhalb der Gesellschaft ab. Dennoch lag der operative Schwerpunkt in den vergangenen Jahrzehnten explizit auf umwelttechnischen Fragestellungen. Ein Grund hierfür ist die starke Abhängigkeit der Gesellschaft von dem Ökosystem, welches die Ressourcen für die wirtschaftliche und technische Entwicklung zur Verfügung stellt.[40] Im Laufe der Jahre hat sich das Leitbild zur nachhaltigen Entwicklung jedoch deutlich verändert. So war die United Nations Conference (1992) in Rio de Janeiro einer der bedeutendsten Meilensteine.[41] Mit der Agenda 21 wurde der Grundstein für die Leitlinien der nachhaltigen Entwicklung des 21. Jahrhunderts gesetzt. Diese beinhaltet Richtlinien und Ziele für die Umwelt auf nationaler und internationaler Ebene, die auf weiteren Konferenzen (z.B.: 1997 in Kyoto und 2015 in Paris) konkretisiert und aktualisiert worden sind.[42] Auf dem Weltgipfel für nachhaltige Entwicklung (September 2015) wurde erstmals die Agenda 2030 mit 17 Zielen (beinhalten 169 Zielvorgaben) für nachhaltige Entwicklung, besser bekannt als Sustainable Development Goals, verabschiedet (vgl. Kapitel 1.2) Sie sollen eine nachhaltige Entwicklung auf ökologischer, ökonomischer und sozialer Ebene mittels universell geltender Zielvorgaben, sowie umfassenden Nachhaltigkeitsaspekten sichern.[43]

---

[39] Vgl. WCED (1987, S. 41)
[40] Vgl. Gaziulusoy (2010)
[41] Vgl. Hofmann (2017)
[42] Vgl. Vereinigte Nationen (1992)
[43] Vgl. Vereinigte Nationen (2015)

2.2.1 Dimensionen der nachhaltigen Entwicklung

Der allumfassende Begriff der Nachhaltigkeit wird vielfach diskutiert. Dennoch wird die Auffassung eines Aspektes weitestgehend geteilt. Nachhaltigkeit kann nur durch das Zusammenwirken verschiedener Dimensionen erreicht werden. In der Literatur existieren jedoch mehrere Modelle. So kann zwischen ein- und mehrdimensionalen Modelle unterschieden werden.[44] Bei eindimensionalen Modellen wird, wie der Name bereits impliziert, grundsätzlich nur eine Dimension beachtet. Ist „diese“ Dimension die ökologische, so werden bei Zielkonflikten mit ökonomischen oder sozialen Aspekten, ausschließlich ökologische Kriterien priorisiert. Bei mehrdimensionalen reicht die Bandbreite von zwei bis hin zu acht Dimensionen, wobei der am meist verbreitete Ansatz das „Drei Säulen Modell“ oder auch „Magische Dreieck der Nachhaltigkeit“ ist. Dieser ist auf die Gleichstellung und Wechselwirkung zwischen der sozialen, ökonomischen sowie wirtschaftlichen Dimension ausgerichtet.[45] Im Jahr 1998 wurde das Modell erstmals von der Enquete-Kommission, anschließend an den Brundtland Bericht, im deutschen Sprachraum eingeführt.[46] Im Nachfolgenden ist das Model dargestellt und beschrieben.[47]

Abbildung 4: Dimensionen der Nachhaltigkeit und Strategien
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Siebenhüner 2001 S. 76

[44] Vgl. Corsten (2012); Grunwald und Kopfmüller (2012)
[45] Vgl. Grunwald und Kopfmüller (2012); Michelsen et al. (2014)
[46] Vgl. Deutscher Bundestag (1998)
[47] Vgl. Siebenhüner (2001, S. 78); Grunwald und Kopfmüller (2012, S. 57ff.); Michelsen et al. (2014, S. 62ff.)

Ökologische Dimension

Die Art und Weise des menschlichen Wirtschaftens hat einen erheblichen Einfluss auf die nachhaltige Entwicklung. So muss auch eine nachhaltige Wertschöpfung in Bezug auf Produktion, Dienstleistungen und Handel gewährleistet sein. Demnach beschäftigt sich die ökologische Dimension mit einer nachhaltigen Art des Wirtschaftens, beispielsweise durch Implementierung von Kreislaufwirtschaft, eines Umweltmanagementsystems, Stoffstrommanagement und nachhaltigem Produktdesign. Daher bezieht sie sich auf den nachhaltigen Umgang mit Ressourcen, Energie, Abfällen und entstehenden Emissionen. Dabei sollen die von der Erde gegebenen Grenzen für den Umgang mit Rohstoffen nicht überschritten werden, um irreversible Schäden zu vermeiden. Teil davon ist ebenso die Wahrung einer möglichst großen Biodiversität.

Soziale Dimension

Aspekte wie soziale Gerechtigkeit, Gleichverteilung von Ressourcen, Gesundheit, Qualifikation, Bildung, Berücksichtigung zukünftiger Generationen, eine menschenwürdige Lebensweise und soziale Ressourcen werden in der sozialen Dimension berücksichtigt.

Ökonomische Dimension

Die Art des Wirtschaftens hat einen deutlichen Einfluss auf viele Aspekte nachhaltiger Entwicklung. Die ökonomische Dimension richtet sich an die Notwenigkeit einer konstanten Wettbewerbsfähigkeit, einer nachhaltigen Produktentwicklung, Wettbewerbssicherung von Unternehmen und eine nachhaltige Art des Produktdesigns.

Vielfach wird dieses Modell der drei Dimensionen um eine vierte Dimension, nämlich die der Politischen, erweitert. Diese und weitere Dimensionsmodelle werden jedoch für die vorliegende Arbeit nicht betrachtet.

2.2.2 Nachhaltigkeitsstrategien

Für die Gewährleistung einer nachhaltigen Entwicklung ist der Einbezug verschiedener Strategien von Nöten (vgl. Abbildung 4). Im Nachfolgenden sind drei Strategien dargestellt und erläutert.

Effizienzstrategie[48]

Die Erhöhung der Effizienz bezieht sich besonders auf Stoffströme und Energieverbräuche. So Zielt diese Strategie darauf ab, den Material- und Energieeinsatz zu senken, wobei die Qualität und Menge der Produkte mindestens gleich bleibt. Demnach soll der Ausstoß an umweltschädlichen Stoffen auf ein nachhaltiges Maß reduziert werden. Die Effizienzstrategie beinhaltet folgende Aspekte:

Effiziente Prozesse: Zielt darauf ab, die Produkte im Herstellungsverfahren mit einem geringeren Material- und Energieaufwand herzustellen (z.B. Nutzung Wärme-Kraft-Kopplung).

Effiziente Produkte: Zielt auf die Nutzung geringerer Ressourcen durch das selbst Produkt ab (z.B. Energiesparlampen).

Erhöhung der Lebensdauer und Reparaturfähigkeit: Bezieht sich auf die sinkende Materialintensität pro Zeit (es werden weniger Neuprodukte benötigt).

Recycling: Zielt auf die Wiederverwendung und –Verwertung ausrangierter bzw. entsorgter Produkte ab, sodass Materialen wiedergewonnen, sowie wiederverwendet werden können.

Suffizienzstrategie[49]

Suffizienz bezieht sich auf die Verhaltensweisen des Menschen. Sie zielt darauf ab, diese Verhaltensweisen weniger schädlich für die Umwelt zu gestalten. Hierbei geht es weniger um die Frage wie effizient das Produkt produziert bzw. genutzt wird, sondern ob das Produkt überhaupt nötig ist.

---

[48] Vgl. Michelsen et al. (2014, S. 81); Behrendt et al. (2016, S. 3ff.)
[49] Vgl. Minge (o. J.); Michelsen et al. (2014, S. 82); Behrendt et al. (2016, S. 12ff.)

Demnach bezieht sich die Suffizienzstrategie auf neue Produktions- und Konsummuster, Lebensstilveränderung und Änderung des umweltschädlichen Verhaltens.

Konsistenzstrategie[50]

Ziel der Konsistenzstrategie ist es die vorhandenen Energie- und Stoffströme an das ökologische System anzupassen. Demnach strebt diese Strategie danach, ökologische Schäden grundsätzlich zu vermeiden. Dies kann durch die Nutzung von regenerativen Ressourcen in einem ökologisch verträglichen Rahmen geschehen.

2.2.3 Nachhaltiges Design

In der Literatur sind eine Vielzahl an verschiedenen Terminologien zum Thema nachhaltiges Produktdesign zu finden. Beispiele hierfür sind Grünes Design, Öko-Design oder Design für die Umwelt (DfE).[51] Für die vorliegende Arbeit wird die Terminologie des nachhaltigen Designs verwendet. Ebenso existieren in der Literatur verschiedene Definitionen für den Terminus nachhaltiges Design selbst. Karlsson und Luttropp (2006) lehnen beispielsweise ihre Definition an den Brundtland Bericht an:

"EcoDesign is an aspect of design, a new smart design for the future in line with the Brundtland report statement that a sustainable future fulfils today's need without jeopardizing future generations' possibilities to reach their goals. It is a dynamic link between present and future"[52]

Diese Definition, ähnlich der Definition von nachhaltiger Entwicklung aus dem Brundtland Bericht, hat einen starken anthropogenen Fokus und bezieht sich fast ausschließlich auf die Bedürfnisbefriedigung der Gesellschaft.

Pigosso et all. (2015) hingegen definiert nachhaltiges Design wie folgt:

“Ecodesign, a proactive approach to environmental management, involves the consideration of environmental issues in the product development process in order to minimize environmental impacts throughout the product’s life cycle,

[50] Michelsen et al. (2014, S. 82f.); Behrendt et al. (2016, S. 9ff.)
[51] Baumann et al. (2002)
[52] Karlsson und Luttropp (2006)

without compromising other essential criteria such as performance, functionality, aesthetics, quality and cost.”[53]

Diese Definition bezieht den gesamten Lebenszyklus des Produktes mit ein und fokussiert sich auf den Umwelteinfluss des Produktes bei gleichbleibenden Leistungsdaten.

In beiden Fällen wird sich nur auf jeweils eine bzw. zwei Dimensionen der Nachhaltigkeit bezogen. Demnach wird nachhaltiges Design in der vorliegenden Arbeit wie folgt definiert:

„Nachhaltiges Design ist eine proaktive Designstrategie, die negative Umwelteinflüsse entlang des gesamten Produktlebenszyklus minimiert, ohne dabei die Leistung des Produktes, den wirtschaftlichen Erfolg, oder die Fähigkeit der Bedürfnisbefriedigung zukünftiger Generation zu mindern“.

2.2.4 Nachhaltiger Designprozess

Das Interesse an nachhaltigem Produktdesign sowie den dazugehörigen Werkzeugen und Methoden hat in den vergangenen Jahren deutlich zugenommen.[54] Dennoch existiert in der Literatur kein einheitlicher Designprozess. Es ist vielmehr eine Vielzahl von nachhaltigen Designwerkzeugen und Methoden.[55] Als nachhaltiges Design Werkzeug, wird in diesem Zusammenhang weniger als etwas Physisches verstanden (z.B. Hammer), sondern mehr als ein systemisches Mittel, um umwelttechnische Fragestellungen während des Produktentwicklungsprozesses zu adressieren.[56] Demnach besitzt jedes Werkzeug seine eigene Funktion und erfüllt einen bestimmten Zweck. Eine Methodik hingegen ist definiert als „festgelegte Art des Vorgehens"[57]. Sie sind also vielmehr eine Zusammenstellung von verschiedenen Werkzeugen, um ein bestimmtes Ziel zu erreichen.[58]

---

[53] Vgl. Pigosso et al. (2015, S. 405)
[54] Vgl. Pigosso et al. (2015, S. 407)
[55] Vgl. GENES (2012, S. 17ff.)
[56] Vgl. Baumann et al. (2002)
[57] Vgl. DUDEN (2018)
[58] Vgl. GENES (2012, S. 18f.)

Daher kann in diesem Zusammenhang eine nachhaltige Designmethodik als Zusammenstellung von Nachhaltigkeitswerkzeugen verstanden werden, mit dem Ziel den Produktentwicklungsprozess, sowie das Produkt selbst nachhaltiger bzw. ökologischer zu gestalten. Im Nachfolgenden ist der Zusammenhang zwischen Werkzeugen und Methoden dargestellt.

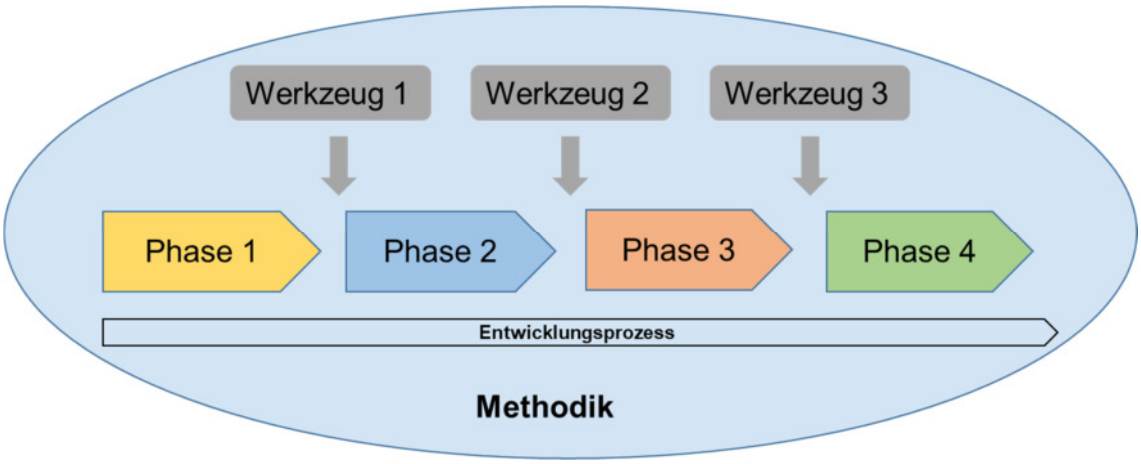

Abbildung 5: Zusammenhang zwischen Werkzeugen und Methoden
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an GENES 2012, S 18-19

Im Nachfolgenden werden einige Beispiele für Werkzeuge und Methoden erläutert. Eine weitergehende Auflistung ist in der Literatur zu finden.[59]

Ökobilanz bzw. Life Cycle Assessment (LCA) nach EN ISO 14040/44[60]

Die Ökobilanz bzw. LCA ist ein Werkzeug, das sich mit dem gesamten Lebenszyklus eines Produktes und den dabei anfallenden Umwelteinwirkungen beschäftigt. Dieser beginnt mit der Gewinnung von Grundrohstoffen geht über die Weiterverarbeitung, Produktion, Nutzung, Abfallverwertung, Recycling und endet bei der endgültigen Beseitigung bzw. Entsorgung, ohne die Möglichkeit auf Wiederverwendung. Eine Ökobilanz wird in vier Schritten durchgeführt:

1. Festlegung des Ziels und Untersuchungsrahmens
2. Erstellung einer Sachbilanz
3. Abschätzen der Umwelteinwirkung
4. Auswertung und Interpretation der Daten

[59] Vgl. Pigosso D.C.A. et al. (2014, S. 1651ff.); Navarro et al. (2005, S. 6ff.)
[60] Vgl. Deutsches Institut für Normung (2006)

Der Vorteil dieses Werkzeugs besteht darin, dass es die Möglichkeit bietet, quantitative Daten über die Umwelteinwirkung eines Produktes entlang des Lebenszyklus zu erheben. So können verschiedene Designentscheidungen vergleichend bewertet werden. Nachteile des Werkzeuges liegen darin, dass die Durchführung oftmals sehr kosten- bzw. zeitintensiv ist, sowie das Ergebnis durch getroffene Annahmen und eine subjektive Auswahl der Datenquellen verfälscht werden kann. Ebenso werden soziale und ökonomische Aspekte in der Ökobilanz nicht berücksichtigt.

Umweltchecklisten

Eine Checkliste ist Definiert als *„Methode zur systematischen Gestaltung von Entscheidungsprozessen. Alle entscheidungsrelevanten Faktoren werden übersichtlich in Listen zusammengestellt“*[61]. Bezogen auf die Umwelt dient eine solche Checkliste zur Schnellerfassung des Umwelteinflusses. Demnach ist dieses Werkzeug sehr gut für eine schnelle Überprüfung von harten Faktoren (Faktoren die mit ja und nein beantwortet werden können) wie z.B. „Recycelbarkeit der Materialien“, geeignet. Die Nachteile liegen darin, dass weder quantifizierbare Aussagen getroffen werden können, noch wird der gesamte Lebenszyklus des Produktes beachtet. Beispiele solcher Checklisten sind die „Black, white and grey“ Liste (entwickelt von Volvo) und “fast five“ von Phillips.[62]

Umweltleitfäden

Umweltleitfäden werden meist dazu genutzt, um Produkte an umwelttechnische Anforderungen anzupassen bzw. sie danach auszurichten. Zudem sollen die Produktentwickler bei der Produktentwicklung hinsichtlich der Berücksichtigung von Umweltaspekten unterstützt werden. Oftmals bestehen diese Richtlinien aus allgemeingültigen Aussagen oder adressieren spezifische Probleme und verweisen auf die unterstützenden Werkzeuge. In der Literatur existiert eine Vielzahl von verschiedenen Leitfäden[63]. Der wohl bekannteste und mit am meisten zitierte Leitfaden sind die „Ten Golden Rules“ und wurde von Luttropp und Lagerstedt 2006 entwickelt.[64]

---

[61] Vgl. Gabler Wirtschaftslexikon (o. J.)
[62] Vgl. GENES (2012, S. 28f.)
[63] Vgl. Luttropp und Lagerstedt (2006)
[64] Vgl. Pigosso D.C.A. et al. (2014, S. 411)

Die zehn goldenen Regeln sind eine Zusammenfassung aus Umweltleitfäden verschiedenster Unternehmen und der Vielzahl an frei verfügbaren Leitfäden. Die Regeln sind zudem sehr allgemein gehalten und sollen von Unternehmen verwendet werden, um umwelttechnische Fragestellungen in ihren Produktentwicklungsprozess zu integrieren, sowie bedarfsweise weiter zu spezifizieren.[65]

ISO/TR 14062 Standard[66]

Wie bereits dargestellt existiert eine Vielzahl von Werkzeugen um Produkte nachhaltig zu gestalten. Jedes Werkzeug hat dabei eine spezifische Funktion und wird zu einem bestimmten Zweck eingesetzt. Demnach können mehrere Werkzeuge auf das gleiche Produkt angewendet werden. Es gibt jedoch keine Garantie, dass beide Werkzeuge miteinander kompatibel sind und somit der gewünschte Effekt erzielt wird. Um dem Problem entgegen zu wirken und die verschiedenen Werkzeuge aufeinander abzustimmen, ist ein umfassendes Verständnis Dieser notwendig.[67] Der ISO/TR 14062 Standard bietet eine Methode zur Integration von umwelttechnischen Fragestellungen bzw. Faktoren in die Produktentwicklung aus einer Managementperspektive. Diese Methode ist allgemein anwendbar und richtet sich an Unternehmen jeglicher Größe. Dabei werden eine Vielzahl von Maßnahmen und Werkzeugen für spezifische Schritte in der Produktentwicklung, der Managementebenen sowie aus der geschäftlichen Perspektive dargelegt.

Eco-Innovation Manual [68]

Das Eco-Innovation Manual ist eine weitere Methode und wurde von der Technischen Universität Dänemark (DTU) in Kooperation mit dem Umweltprogramm der Vereinigten Nationen (UNEP) entwickelt. Sie bietet kleinen und mittelständischen Unternehmen (KMUs) eine Vielzahl von Werkzeugen und Leitlinien, um erfolgreich nachhaltige Innovationen zu stimulieren und zu implementieren. Zudem stellt die Methode eine detaillierte Beschreibung zur Anwendung eines jeden Werkzeugs zur Verfügung und untermauert diese mit einer Fallstudie.

---

[65] Vgl. Luttropp und Lagerstedt (2006)
[66] Vgl. Internationales Normungsinstitut (2002)
[67] Vgl. Le Pochat et al. (2007)
[68] Vgl. O'Hare et al. (2014)

2.2.5 Unternehmerische Vorteile von nachhaltigem Produktdesign

In der Literatur findet sich eine Vielzahl an Vorteilen, die durch nachhaltiges Produktdesign generiert werden können. Im Nachfolgenden sind vielfach genannte Vorteile zusammengefasst dargestellt.[69]

Reduzierung von Kosten

Durch das Anwenden von nachhaltigem Design bei der Produktentwicklung und im gesamten Unternehmen (z.B. Produktionsprozess), lassen sich Kosten einsparen. Beispielsweise durch eine erhöhte Effizienz können Material-, Energie- und Abfallbeseitigungskosten eingespart werden.

Reduzierung von Risiken

Wie bereits in Kapitel 1.2 beschrieben, existieren politische Treiber, die nachhaltiges Produktdesign in Unternehmen vorantreiben sollen. Durch die Implementierung von nachhaltigem Produktdesign reduzieren Unternehmen das Risiko ihr Produkt verändern zu müssen, weil es nicht mehr den neusten gesetzlichen Anforderungen entspricht. Des Weiteren können Risiken wie eine Verknappung an nicht erneuerbaren Rohstoffen und somit einer Preiserhöhung der Materialen bzw. Lieferengpässen, vorgebeugt werden. Ebenso wird das Risiko einer potentiellen Rufschädigung des Unternehmens minimiert (z.B.: durch schlechtes Material-, Wasser-, Abfallmanagement oder zugefügte Schäden am Ökosystem)

Erhöhte Verkaufszahlen und Einnahmen

Unternehmen die ihre Produkte nachhaltig gestalten, haben im Vergleich zu Anderen, höhere Verkaufszahlen. Dies ist auf die Werterhöhung der Marke und die damit verbundene Erhöhung der Kundenloyalität und Attraktivität verbunden. Zudem können durch die Implementierung von Konzepten wie die Kreislaufwirtschaft zusätzliche Einnahmequellen generiert werden.

---

[69] Vgl. FORA (2010); Gröger J. et al. (2013); Willard (2012); O'Hare et al. (2015, S. 1ff.); Howarth und Hadfield (2006, S. 1128ff.)

Stimulierend für Innovation

Herkömmliche Werkzeuge funktionieren im Bereich der nachhaltigen Produktentwicklung oftmals nur begrenzt. Daher sind die Produktentwickler dazu gezwungen neue Wege und Lösungen zu finden. So kommt es stetig zu einer Kombination neuer Materialien, Lösungen und Denkansätzen. Dieses „Aus der Box denken“ führt zu innovativen Ideen und somit zu verbesserten und neuartigen Produkten.

2.2.6 Unternehmerische Hürden für nachhaltiges Produktdesign

Die Vorteile nachhaltiges Design in die Produktentwicklung zu integrieren sind zahlreich (vgl. Kapitel 2.2.5). Dennoch haben viele Unternehmen diesen Ansatz noch nicht als elementaren Bestandteil in die Produktentwicklung integriert.[70] Demnach stehen die Unternehmen noch vor erheblichen Hürden, die erkannt und überwunden werden müssen. Im Nachfolgenden sind häufig genannte Hürden aus der Literatur zusammengefasst dargestellt.[71]

Zeitlimitierung

Ein Produktdesigner muss zahlreiche Faktoren des Produktes (z.B.: Kosten, Funktion, Ästhetik oder Leistung) in der Produktentwicklung beachten, sodass die Berücksichtigung von nachhaltigen Faktoren, der Zeitaufwand sowie die Komplexität zusätzlich zunehmen.

Fehlendes Wissen und Menge an Werkzeugen und Methoden

Produktentwickler verfügen oftmals über geringes Wissen bezüglich Gefahrenstoffen, nachhaltiger Materialauswahl und verfügbaren Alternativen. Zudem existiert eine große Anzahl an verschiedenen Werkzeugen und Methoden für nachhaltiges Produktdesign, wodurch die Anwender oftmals überfordert sind, bzw. die Auswahl und Anwendung geeigneter Maßnahmen erschwert wird.

---

[70] Graulich et al. (2017, S. 26)

[71] Pigosso et al. (2015); Pilat et al. (2013, S. 27f.); Gossart et al. (2012, S. 4ff.); FORA (2010, S. 18ff.); O’Hare et al. (2015, S. 4); Graulich et al. (2017, S. 26)

Integration des Umweltmanagements und Kommunikation

Das Umweltmanagement ist innerhalb von Unternehmen in vielen Fällen losgelöst von der Produktentwicklung. Dies führt dazu, dass Umweltbewertungen und Analysen vernachlässigt werden.

Zudem wird in vielen Fällen Nachhaltigkeit nicht ausreichend von dem Management bzw. dem Unternehmen, an die Mitarbeiter kommuniziert.

Unklarheit über wirtschaftliche Vorteile

Im Mark herrscht ein hoher Wettbewerb und Kunden bevorzugen oftmals das günstigste Produkt auf dem Markt. Unternehmen können mit nachhaltig designten Produkten oftmals nicht konkurrieren, da diese in der Regel teurer sind als herkömmliche Produkte. Demnach fehlt ein ausreichender Market-Pull.

Unzureichende Anreizsysteme

Die existierenden Anreizsysteme bzw. politischen Instrumente (z.B.: Bundespreis Ecodesign und Blauer Engel[72]) sind für Hersteller nicht ausreichend genug, um ihre Produkte nachhaltig zu gestalten. Dennoch existieren gesetzliche Mindestanforderungen, die erfüllt werden müssen.

Hoher Initialaufwand

Die Implementierung von nachhaltigem Produktdesign und neuen Konzepten (z.B. Kreislaufwirtschaft), verlangt einen hohen Initialaufwand. Besonders mittelständische und kleinere Unternehmen verfügen nicht über die Ressourcen, um solche Konzepte umzusetzen.

Designprozess und Machbarkeit

Durch verschiedene Material- und Technologienutzung kommt es im Designprozess oftmals zu Zielkonflikten. Nachhaltiges Produktdesign erfordert zudem einen höheren Planungsaufwand (verbunden mit erhöhten Kosten) und den Einbezug neuer Konzepte (z.B. Kreislaufwirtschaft). Zudem kann die technische Machbarkeit mit alternativen Materialien nicht immer gewährleistet werden.

[72] Kraus (2018); RAL (2018)

2.3 Kreislaufwirtschaft

Seit Beginn der Industrialisierung haben sich die fundamentalen Charakteristika der Linearwirtschaft in der Gesellschaft etabliert. Diese folgen dem sogenannten „Take-Make-Dispose“ Muster. Der lineare Lebenszyklus des Produktes beginnt mit der Gewinnung der Rohstoffe. Aus den Rohstoffen werden daraufhin die Komponenten des Produktes gefertigt. Im Anschluss wird es montiert und an den Verkäufer übergeben (Distribution). Dort wird das Produkt von dem Kunden gekauft, genutzt und entsorgt (vgl. Abbildung 6). Diese Art des Wirtschaftens ist gezeichnet durch Ineffizienz und sorgt, neben der kontinuierlichen und intensiven Nutzung von nicht erneuerbaren Rohstoffen, für ein erhöhtes Abfallaufkommen mit negativen Auswirkungen auf die Umwelt und Ökonomie.[73] Um dem entgegen zu wirken und gleichzeitig die wachsenden Bedürfnisse der Gesellschaft zu Befriedigung, ist eine Kreislaufführung der Ressourcen notwendig.[74]

Der Terminus “Kreislaufwirtschaft” bzw. „Circular Economy“ hat in den vergangenen Jahren an Bekanntheit stark zugenommen.[75] Die Kreislaufwirtschaft vereint eine Vielzahl von Konzepten wie „Cradle to Cradle“, „Biomimikry“ und „Industrial Ecology“.[76] Das Gesamtkonzept kann am unkompliziertesten als System beschrieben werden, dass aufgrund seines Designs regenerativ ist. Es zielt auf die Minimierung von der Zufuhr neuer Materialien in die Produktion, sowie des entstehenden Mülls ab.[77] Dies wird dadurch realisiert, dass die Materialien und Produkte in einem geschlossenen Kreislauf geführt werden. So wird entstehender Abfall durch Rückführung bzw. Redistribution erneut als Ausgangsmaterial eingesetzt und erhält ein neues Leben bzw. einen neuen Verwendungszweck. Die Kreislaufführung beginnt jedoch schon wesentlich früher, als bei der Entsorgung des Produktes.

[73] Vgl. Bakker et al. (2014); EMF (2013)
[74] Vgl. EMF (2013)
[75] Vgl. techUK (2015, S. 3)
[76] Vgl. Ceschin und Gaziulusoy (2016)
[77] Vgl. van Renswoude et al. (2015, S. 2); EMF (2013)

So werden noch während der Lebenszeit verschiedene Maßnahmen ergriffen, um die Lebensdauer zu erhöhen, sowie den Abfall bzw. einen Neukauf zu vermeiden.[78] Im Nachfolgenden ist die technische Produktseite des Modells der Kreislaufwirtschaft dargestellt.[79]

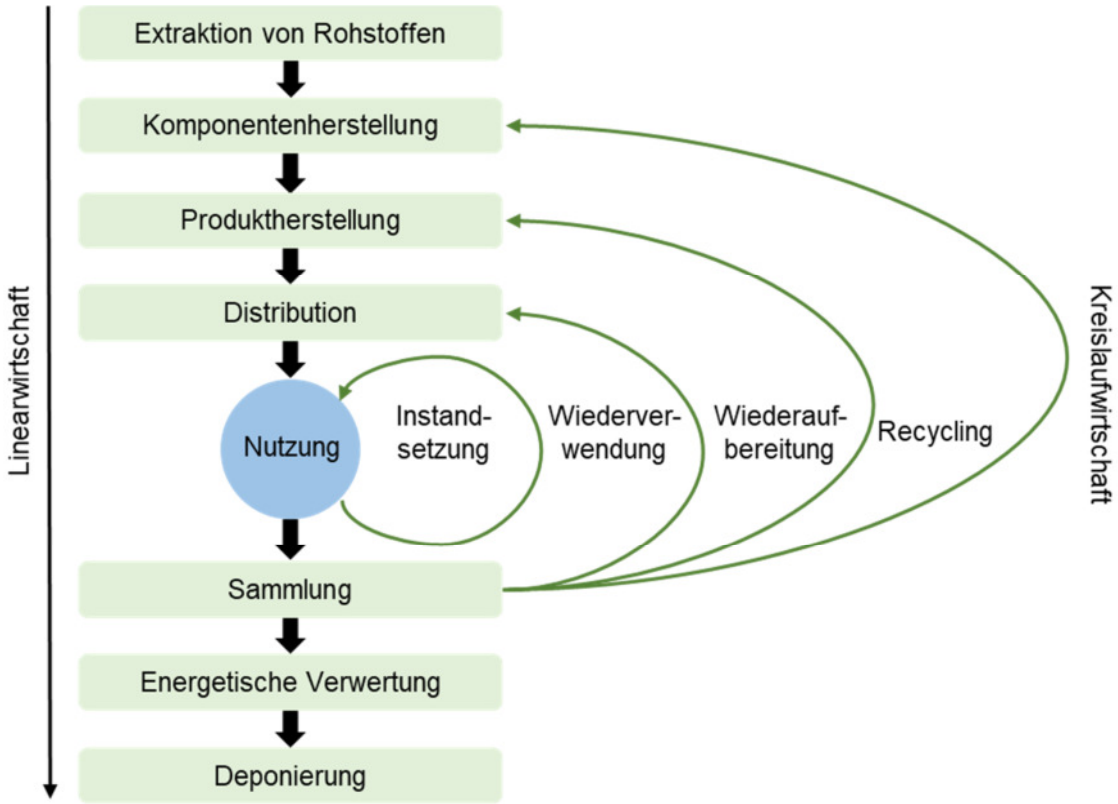

Abbildung 6: Modell der Kreislaufwirtschaft (technische Produktseite)
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an EMF 2013, S. 24

Im Nachfolgenden werden die Maßnahmen für eine Verlängerte Lebensdauer bzw. der Vermeidung von Abfall einzeln beschrieben.

Instandsetzung/ Reparatur

Bezieht sich auf die grundsätzliche Erhaltung der Funktion des Zielobjektes. Dies beinhaltet alle Maßnahmen, die zur Beseitigung bzw. Vorbeugung von

[78] Vgl. Bakker et al. (2014); EMF (2013)
[79] Im Modell der Kreislaufwirtschaft existieren zwei Metabolismen. Der Biologische (bezieht sich auf Kreisläufe in der Natur) und der Technische (bezieht sich auf die technischen Kreisläufe) [EMF 2013]. Für die vorliegende Arbeit wird aufgrund der Produktbezogenheit, nur der technische Metabolismus dargestellt.

Schäden dienen (z.B.: Reinigung, Reparatur und den Austausch von Verschleißteilen).[80]

Wiederverwendung

Beschreibt eine wiederholte Nutzung des Zielobjekts. Nach Ende der Nutzungsphase wird das Objekt für einen anderen oder gleichen Zweck erneut verwendet, solange es noch funktionsfähig ist. Dies kann durch dieselbe Person, oder durch eine andere geschehen.

Wiederaufbereitung

Ist das Wiederaufbereiten bzw. das erneute Instandsetzen eines beschädigten, oder entsorgten Zielobjektes. Dabei wird das Objekt überholt und erneut in einen funktionsfähigen Zustand versetzt um es so weiterzuverwenden.[81]

Recycling

Bezeichnet die Rückführung von Abfällen, welche während der Produktion und des Konsums entstehen. Ziel ist es die initial genutzten Ressourcen zurück zu gewinnen, um diese erneut zu nutzen.[82; 83]

2.3.1 Designstrategien für die Kreislaufwirtschaft

Um Maßnahmen der Kreislaufführung überhaupt zu ermöglichen, ist es notwendig sie bereits in der Produktentwicklung zu berücksichtigen. Daher existieren verschiedene Designstrategien, welche von Produktentwicklern bzw. Designern angewendet werden können, um ihre Produkte kreislauffähig zu gestalten. Im Nachfolgenden sind Designstrategien in Anlehnung an Bakker C. et al. 2014 dargestellt und erläutert.[84]

---

[80] Vgl. Voigt (o. J.)
[81] Business Dictionary (o. J.)
[82] Eine 100%ige Kreislaufführung ist zur heutigen Zeit nicht möglich. Es handelt sich hierbei um ein Modell mit dem Ziel die Wirtschaft zirkulärer zu gestalten. Gründe hierfür sind technischer Natur wie Beispielsweise Recyclingfähigkeit des Materials, Energiekonsum und Leckagen [Mentik (2014)]
[83] Vgl. Feess und Günther (o. J.)
[84] Vgl. Bakker et al. (2014, S. 83ff.)

Design für Verbundenheit und Vertrauen

Ein Produkt auf eine Art und Weise zu gestalten, sodass der Nutzer eine emotionale Verbindung aufbaut, wird auch als der „Heilige Gral“ für Designer beschrieben. Hierbei wird das Produkt so gestaltet, dass der Nutzer es um jeden Preis behalten möchte und somit eher animiert ist, es zu reparieren, als sich ein neues Produkt zuzulegen. Für diese Verbindung sind mehrere Faktoren ausschlaggebend. Zum Einen, darf das Produkt den Nutzer in keiner Weise stören (z.B.: Lärm, Aussehen oder Funktionseinschränkung), zum Anderen liegt es auch an Faktoren die der Designer nicht beeinflussen kann (z.B.: Grundeinstellung des Nutzers). So könnte beispielsweise der Designer die Möglichkeit eröffnen das Produkt zu individualisieren, sodass der Nutzer es selbst zu „seinem“ Einzelstück machen kann. Bei einer Lampe könnte durch selbst zugefügte Kratzer, ein einzigartiges Muster erzeugt werden. Spezifische Anwendungen auf Smartphones sind ebenso ein Alleinstellungsmerkmal.

Design für Langlebigkeit

Auf die Langlebigkeit hat der Designer einen wesentlich größeren Einfluss. Das Produkt soll so gestaltet sein, dass es solange funktioniert bis der Nutzer es nicht mehr möchte. Dies setzt eine hohe Qualität der Materialen und somit eine hohe Zuverlässigkeit (besonders bei technischen Produkten) des Produktes voraus. Der Designer kann das erreichen, indem er die Produkte ausgiebig auf Schwachstellen prüft und sie stetig beseitigt. Dies ist besonders bei komplexen Produkten von Bedeutung, da diese meist aus mehreren Einzelteilen bestehen und es auf die Funktion eines jeden Teils ankommt.

Design für Standardisierung und Kompatibilität

Produkte existieren in verschiedenen Formen und Ausführungen auf dem Markt. In vielen Fällen sind sie abhängig von Verbindungen zu anderen. So benötigen elektronische Geräte Energie um zu funktionieren.

Demnach ist es von Bedeutung, dass die Schnittstellen auf eine einheitliche Art und Weise gestaltet sind, sodass Produkte unabhängig von Marke und Form

miteinander interagieren können. Steckdosen in Deutschland sind standardisiert, sodass elektrische Geräte aller Art, ohne individuell angepassten Anschluss verbunden werden können[85].

Design für Wartung und Reparierbarkeit

Das Reinigen von Produkten ist eine der leichtesten Tätigkeiten um ein Produkt instand zu halten. Weitere Aktionen zur Wartung des Gerätes bzw. zur Reparation, sind jedoch bei komplexen Geräten schwierig. Besonders im Elektronikbereich sind die Geräte sehr komplex und Bauteile nur schwer zugänglich sind. Oftmals ist allein um den Defekt zu finden ein Experte notwendig, was wiederum zu erhöhten Kosten führt. Viele Nutzer bevorzugen deshalb den Neukauf. Für die Unterstützung der Langlebigkeit des Produktes, ist es eine bedeutende Aufgabe des Designers die Produkte so zu gestalten, dass Fehler problemlos gefunden werden können und Verschleißteile zugänglich sowie austauschbar sind. Eine Möglichkeit der Realisierung ist eine modulare Aufbauweise des Gerätes. So können beispielsweise bei einem Desktop-PC, im Vergleich zu einem Laptop, einzelne Komponenten wesentlich unkomplizierter ausgetauscht werden.

Design für Adaptierbarkeit und Upgradefähigkeit

Besonders im Elektronikbereich schreitet die Technologieentwicklung rasant voran. So wird ein älteres Mobilfunktelefon von den Nutzern ausgetauscht, weil es nicht mehr die erforderte Leistung erbringen kann. Zudem können viele Geräte nur wenige Einzelfunktionen erfüllen, sodass mehrere Geräte für eines komplexen Vorhabens vonnöten sind. Die Langlebigkeit des Produktes kann daher nur erfüllt werden, wenn Produkte zu einem späteren Zeitpunkt an neue Anforderungen bzw. Funktionen angepasst werden können. Ein Beispiel hierfür ist ebenfalls ein Desktop-PC, bei dem durch einen Austausch des Prozessorchips eine deutliche Zunahme der Leistung möglich ist.

Design für De- und Wiedermontage

Um Wertstoffe zurückzugewinnen, ist es von hoher Bedeutung einzelne Komponenten voneinander zu trennen. Dies ist jedoch nicht der einzige Aspekt, der für diese Designstrategie spricht. Auch wenn Produkte aufgrund eines technischen Defekts ihr Lebensende erreicht haben, enthalten sie dennoch funktionierende

[85]Vgl. Deutsches Institut für Normung (2016)

Bauteile. Diese können als Ersatzteile für gleichartige Produkte wiederverwendet und somit Ressourcen gespart werden. Dadurch kann die Lebensdauer eines anderen Produktes verlängert werden. Um dies zu realisieren, muss das Produkt jedoch auf eine Art und Weise gestaltet sein, dass es möglich ist einzelne Bauteile zu entfernen und wieder einzusetzen. Ein zeitloses Beispiel sind Autos, deren Bauteile bis heute ständig wiederverwendet werden.

Die dargelegten Strategien müssen stets in einem größeren Kontext und angepasst an das jeweilige Produkt betrachtet werden. Zudem ist es von Bedeutung bei der Produktentwicklung auf eine Kombination dieser Strategien zu achten. So liegt es auf der Hand, dass Verbundenheit und Vertrauen hauptsächlich dann entstehen, wenn das Produkt auch langlebig ist. Dies wiederum kann durch weitere Strategien wie Wartung und Reparierbarkeit gewährleistet werden. Die Aufgabe des Produktentwicklers ist es daher, die Strategien an den Zweck des Produktes anzupassen und auf eine sinnvolle Art und Weise zu kombinieren.

2.3.2 Werterhaltung in der Kreislaufwirtschaft

Im Vergleich zu dem wertvernichtenden Modell der Linearwirtschaft, bei der das investierte Kapital zum größten Teil am Ende der Nutzungsphase verloren geht, werden die Ressourcen in der Kreislaufwirtschaft im System gebunden und somit der Wert weitestgehend erhalten. Im Nachfolgenden werden die einzelnen Werterhaltungsstrategien dargestellt und erläutert.

Werterhaltung der inneren Kreisläufe

Die Werterhaltung der inneren Kreisläufe besagt, je größer der Anteil an versteckten Kosten wie Material, Energie und Kapital, innerhalb des Originalproduktes erhalten werden können, desto höher sind die potentiellen wirtschaftlichen Einsparungen. Demnach wird durch die Wartung und Reparatur des Produktes der Wert langfristig erhalten. Am Ende der Nutzungsphase besteht ebenso die Möglichkeit das Produkt aufzurüsten und wiederaufzubereiten, um so die Funktion bzw. den Wert aufrecht zu erhalten. Ebenso kann es an Dritte mit einem wirtschaftlichen Gewinn weiterverkauft werden.

Werterschöpfung durch Verlängerung bzw. Erhöhung der Kreisläufe

Die Wertschöpfung dieser Strategie wird durch eine Verlängerung bzw. Erhöhung der Nutzungszyklen eines Produktes realisiert. Mit jedem neuen Zyklus wird der Neukauf bzw. die Neuproduktion eines weiteren Produktes verhindert. Für die Umsetzung dieser Strategie sind eine Produktlanglebigkeit, Wideraufbereitbarkeit, Reparier- und Upgradefähigkeit, sowie standardisierte und kompatible Komponenten von essentieller Bedeutung.

Wertschöpfung durch Kaskadennutzung

Die Kaskadennutzung bezieht sich, anders als die bisher beschriebenen Strategien, auf die vielfache und effiziente Verwertung des Produktes, der Komponenten und der Materialien in einem ähnlichen oder anderen Anwendungszweck. Am Ende dieser Strategie steht die energetische Verwertung der restlichen Materialien des Produktes. So kann beispielweise ein Holzschrank von mehreren Personen genutzt, instandgesetzt sowie weiterverkauft werden, bis er letztlich auseinandergebaut und das alte Holz für den Bau von Spielzeug verwendet wird. Letztlich kann das Restmaterial energetisch verwertet werden. Aufgrund der kaskadenförmigen Nutzung durchläuft der Schrank, zum einen mehrere Nutzungszyklen, zum anderen dient das Restmaterial als Ausgangspunkt für ein neues Produkt, sodass Ressourcen eingespart werden.

2.4 Bewertungsrahmen

Um den Produktentwicklungsprozesses von verschiedenen Unternehmen zu verstehen und Unterschiede darzustellen, ist die Verwendung eines einheitlichen Bewertungsrahmens von essentieller Bedeutung. Im Nachfolgenden sind der Referenzprozess, sowie der Referenzrahmen für die vorliegende Arbeit dargestellt.

Als Referenz für den Produktentwicklungsprozess wird für die vorliegende Arbeit der in Kapitel 2.1.2 dargestellte Innovationsprozess verwendet. Dieser wurde als Referenzrahmen ausgewählt da er laut einer Studie von Salerno et al. 2015 von 53% der untersuchten Unternehmen verwendet wird (vgl. Abbildung 2). Des Weiteren ergab die Studie, dass die Vielzahl an verschiedenen Innovationsprozessen, aus Diesem heraus entstand.

Daher ist dieser Prozess ideal, um den Produktentwicklungsprozess von Unternehmen mit unterschiedler Größen und Produktportfolios darzustellen. Im Nachfolgenden ist der „traditionelle“ Innovationsprozess grafisch dargestellt.

Abbildung 7: Der Referenzprozess
Quelle: Eigene Darstellung in Anlehnung an Höft 1992, 2009 ; Hansen und Birkinshaw 2007

Für die Feststellung ob Unternehmen Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung mit einbeziehen, werden für die vorliegende Arbeit verschiedene Kriterien definiert. Diese sind in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Kriterium	***Beschreibung***
Langlebigkeit	Das Produkt wird so gestaltet, dass es eine möglichst lange Lebensdauer aufweist.
Reparierbarkeit	Das Produkt wird so gestaltet, dass es leicht reparierbar ist
Wartungsfreundlichkeit	Das Produkt wird so gestaltet, das es leicht instand zu setzen und zu warten ist.
Upgradefähigkeit	Das Produkt wird so gestaltet, dass einzelne Fähigkeiten leicht zu verbessern sind.
Recycelfähigkeit	Das Produkt wird so gestaltet, das es am Ende der Lebensdauer leicht zu Recyceln ist
Verständnis von Nachhaltigkeit	Das Unternehmen weist ein Verständnis von Nachhaltigkeit in allen drei Dimensionen auf
Priorisierung von Nachhaltigkeitskriterien	Das Unternehmen priorisiert Nachhaltigkeitskriterien in der Produktentwicklung über anderen Kriterien
Materialkonsistenz	Das Unternehmen versucht den Umwelteinfluss des Produktes zu minimieren.

Tabelle 2: Definierte Nachhaltigkeitskriterien und Beschreibung.
Quelle: Eigene Darstellung

Die dargestellten Kriterien entspringen aus den dargestellten Designstrategien der Kreislaufwirtschaft (vgl. Kapitel 2.3.1), sowie aus den in Kapitel 2.2.2 dargestellten Strategien für nachhaltige Entwicklung.

Für eine einheitliche Auswertung wird ein Bewertungssystem von -1 bis 1 verwendet. Dabei wird wie folgt gewertet:

-1: Das Unternehmen erfüllt das Kriterium überhaupt nicht

0: Das Kriterium wird teilweise erfüllt.

1: Das Kriterium wird voll und ganz erfüllt.

Aus der Bewertung wird in folgende Gruppen Unterteilt:

Gruppe	***Beschreibung***
2 bis 8 (grün)	Das Unternehmen wird als nachhaltig gesehen
-2 bis 2 (grau)	Das Unternehmen ist auf dem Weg in Richtung Nachhaltigkeit und bietet ein hohes Entwicklungspotential.
-8 bis -3 (rot)	Das Unternehmen wird als wenig nachhaltig gesehen.

Tabelle 3: Bewertungskategorien der Unternehmen.

Quelle: Eigene Darstellung

3. Unternehmensinterviews

In diesem Kapitel werden die Interviewten Unternehmen vorgestellt. Eine ausführliche Zusammenfassung der Inhalte in ist in Anhang 4 bis 9 zu finden. In dem Forschungsprozess sind insgesamt sechs Vertreter von Unternehmen und ein Experte[86] Interviewt worden. Im Nachfolgenden werden die Interviewten Unternehmen vorgestellt.[87]

Unternehmen A[88]

Der Interviewte A ist Projektleiter in dem irländischen Unternehmen MicroPro Computers. Dies hat sich auf die lokale Reparatur, den Wiederverkauf und den Zusammenbau von Computern spezialisiert. Das Unternehmen verfügt über ca. 25 Mitarbeiter. Des Weiteren hat das Unternehmen einen starken Fokus auf Nachhaltigkeit und bereits einen nachhaltigen Laptop, sowie andere elektronische Geräte entwickelt.[89] Das Interview wurde aufgrund der großen Distanz über Skype durchgeführt. Des Weiteren wurde das Interview auf Englisch durchgeführt.

Unternehmen B[90]

Der Interviewte B ist der Gründer und Geschäftsführer des jungen deutschen Start-Up Unternehmens Pangea Electronics. Das Unternehmen entwickelt einen modularen Laptop und beschäftigt drei direkte Mitarbeiter. Aktivitäten wie die Softwareentwicklung wurden dabei nach Indien, sowie der Zusammenbau nach China ausgelagert. Zudem ist eine weitere Auslagerung der Hardwareproduktion nach Afrika geplant. Das Unternehmen selbst hat noch kein Produkt in den Markt eingeführt. Das Interview wurde von Angesicht zu Angesicht in den Geschäftsräumen des Unternehmens durchgeführt.

---

[86] Zur Vereinheitlichung wird der Experte in dieser Arbeit ebenso als „ Unternehmen“ benannt. Er symbolisiert Unternehmen E

[87] Für die Beschreibung der wurde konstant die männliche Form “Der Interviewte” verwendet. Diese Ausdrucksform lässt keine Rückschlüsse auf das Geschlecht der interviewten Person zu.

[88] Vgl. Unternehmen A (2017)

[89] Unter einem nachhaltigen Laptop bzw. nachhaltiger Elektronik, werden in diesem Zusammenhang elektronische Geräte verstanden, deren Umwelteinfluss entlang des Lebenszyklus minimiert wurde.

[90] Vgl. Unternehmen B (2017)

Unternehmen C[91]

Der Interviewte C ist ein Projektleiter und Entwicklungsingenieur im Bereich Produktdesign und Konzeptentwicklung mit einer Verbindung zur Nachhaltigkeit. Das Unternehmen selbst produziert seit vielen Jahren Elektronikprodukte und verfügt über mehr als 50.0000 Angestellte. Das Interview selbst wird aus Gründen des Datenschutzes anonym ausgewertet. Des Weiteren wurde das Interview aufgrund der großen Distanz und der Sprachbarriere mittels Skype sowie auf Englisch durchgeführt.

Unternehmen D[92]

Der Interviewte D ist stellvertretender Entwicklungsleiter in der Produktentwicklung des Unternehmens. Das Unternehmen selbst ist seit vielen Jahren im Bereich der elektronischen Messtechnik tätig und beschäftigt insgesamt mehr als 5.000 Mitarbeiter. Das Interview wurde aus Datenschutzgründen anonym ausgewertet und aufgrund der großen Distanz mittels Skype durchgeführt

Unternehmen E[93]

Der Interviewte E ist ehemaliger Leiter (länger als 20 Jahre) der Designstrategie bzw. der Portfolio Planungsabteilung von Nokia und Microsoft (Mobilfunktelefone). Des Weiteren ist er „Chief Design Officer“ (CDO) des Unternehmens „Circular Devices“, strategischer Designer, beruflicher Ökodesigner und Experte als Berater im Designbereich. Das Interview wurde ,aufgrund von örtlichen und sprachlichen unterschieden, in englischer Sprache sowie über Skype durchgeführt. Für die Auswertung wird der Interviewte als Experte behandeln. Demnach stellt er kein eigenes Unternehmen dar.

Unternehmen F[94]

Der Interviewte F ist der Geschäftsführer eines kleine Unternehmens, das plant modulare Elektronikprodukte herzustellen. Das Unternehmen selbst, beschäftigt weniger als 50 Mitarbeiter und hat selbst noch kein Produkt in den Markt eingeführt. Das Interview wurde, aufgrund von örtlichen und sprachlichen unterschieden, in englischer Sprache und über Skype durchgeführt. Aus Datenschutzgründen wurde das Interview anonym ausgewertet.

---

[91] Vgl. Unternehmen C (2017)
[92] Vgl. Unternehmen D (2017)
[93] Vgl. Unternehmen E (2017)
[94] Vgl. Unternehmen F (2017)

Unternehmen G[95]

Der Interviewte G ist einer der drei Gründer von Usine IO. Usine IO ist ein Unternehmen das Entwickler[96] dabei unterstützt, ihre Idee in ein physisches Produkt umzusetzen. Ein Team von Experten hilft den Entwicklern bei der Produktentwicklung und stellt einen Zugang zum industriellen Netzwerk bereit. Das Unternehmen selbst verfügt derzeit über 17 Mitarbeiter. In den letzten drei Jahren konnte das Unternehmen mehr als 500 Projekte unterstützen. Das Interview wurde, aufgrund von örtlichen und sprachlichen unterschieden, in englischer Sprache und über Skype durchgeführt

Eine zusammengefasste Übersicht der Unternehmen ist im Anhang 3 zu finden.

[95] Vgl. Unternehmen G (2017)

[96] Unter "Entwickler" werden in diesem Zusammenhang alle Personen verstanden, die die Dienstleistung von Usine IO in Anspruch nehmen.

4. Ergebnisse

Im vierten Kapitel werden die Ergebnisse aus den Interviews dargestellt. Das Kapitel beginnt mit den Definitionen grundlegender Terminologien, wie „Innovation“, Kreislaufwirtschaft“ und „Nachhaltigkeit“ (Kapitel 4.1). Im Anschluss werden die unterschiedlichen Produktentwicklungsprozesse der einzelnen Unternehmen beleuchtet, sowie die Kernaussagen zusammengefasst (Kapitel 4.2). Im nächsten Schritt werden die von den Interviewten genannten Entscheidungskriterien (Kapitel 4.3), sowie Hürden (Kapitel 4.4), Vorteile (Kapitel 4.5) und Lösungen (Kapitel 4.6) für die Integration von nachhaltigem Design dargelegt. Letztlich werden die Unternehmen in drei zuvor definierte Kategorien unterteilt (Kapitel 4.7). Die Resultate dienen als Ausgangspunkt für das folgende Kapitel.

4.2 Verständnis von Innovation, Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit

Wie bereits in Kapitel 2.1.1 und 2.2 dargestellt werden konnte, existiert in der Literatur kein einheitliches Verständnis der Terminologien „Innovation“ und „Nachhaltigkeit“. Da sie jedoch häufig auftretende Begrifflichkeiten sind, wurde aus diesem Grund das Verständnis hinsichtlich dieser Fachausdrücke in der vorliegenden Arbeit untersucht. Kreislaufwirtschaft ein Konzept, das zunehmend an Bedeutung gewinnt und potentielle Wege aufzeigt, um nachhaltiges Design in die Produktentwicklung zu integrieren (vgl. Kapitel 2.3). Deswegen wurde das Verständnis des Terminus ebenso untersucht. Im Nachfolgenden sind die Definitionen der einzelnen Unternehmen dargestellt und in eigenen Worten zusammengefasst.

4.2.1 Innovation

Innovation ist ein viel diskutiertes Thema in der Literatur und ebenso ein viel verwendetes Schlagwort (vgl. Kapitel 2.1.1). Aus diesem Grund wurde in der vorliegenden Arbeit das Verständnis der Interviewten zum Thema Innovation untersucht. In der nachfolgenden Tabelle sind die Antworten der Interviewten dargestellt.

Definition	***Unterneh-men***
"We consider what we are doing innovative because we are adapting technology to the needs of society and the environment"	A
„Komplett neuartiges…also ich würde wirklich nur Innovation nehmen, also etwas komplett neues"	B
"Creating something new which is useful"	C
"In dem Bereich in dem wir zuhause sind ist Innovation mehr eine Evolution als eine Revolution… wir haben auch andere Geschäftsbereiche die wir bedienen… dort ist man ja mehr offen zum Thema Innovation. Dort ist man zum Beispiel auch offen dafür mal eine App einzusetzen, was wir auch haben oder auch Messwerte abzulesen und so weiter und sofort"	D
"Innovation basically means that it is already better than earlier… So true innovation is something that is changing the world, making it better and somehow you know it is a paradigm shift… people business and technology and when those circles are overlapped in the middle is innovation"	E
"Innovation is a combination of inventions in novel way. So it is usually the way you connect things that are already exist, which build up the perception of innovation"	F
"Creating experience not products. I mean by that an experience is a product plus a service"	G

Tabelle 4: Genannte Definitionen "Innovation".
Quelle: Eigene Darstellung

Das Verständnis von Innovation variiert zwischen den Interviewten. So verstehen drei der sieben Interviewten (B, C und E), dass Innovation die Schaffung von etwas Neuem ist. Dieses „Neue“ ist dabei besser als das Vorherige. Des Weiteren fällt auf, dass der Interviewte E wahre Innovation als Paradigmenwechsel sieht und ebenso der Interviewte B Innovation es als etwas komplett Neuartiges beschreibt. Kleinere Verbesserungen und Veränderungen von einem Produkt oder Prozess werden in diesen Definitionen nicht berücksichtigt. Zwei der Interviewten sehen Innovation als das Kombinieren von Technologien auf eine intelligente Art und Weise, die sich ebenso an die Bedürfnisse der Gesellschaft anpassen (A und F). Für den Interviewten D ist Innovation eher eine Evolution. Dies kommt daher, dass in seinem Geschäftsfeld komplette Neuerungen ungern gesehen sind. Für den Interviewten G ist Innovation die Kombination von Produkten und Dienstleistungen.

4.2.2 Kreislaufwirtschaft

Das Konzept der Kreislaufwirtschaft gewinnt zunehmend an Bedeutung (vgl. Kapitel 2.3). Es bietet die Möglichkeit Produkte in einem geschlossenen Kreislauf zu führen und dadurch den Umwelteinfluss eines Produktes zu verringern. Um die Umsetzung zu gewährleisten, ist es notwendig das Konzept bereits in der Produktentwicklung zu beachten. Aus diesem Grund wurde das Verständnis der Interviewten zum Thema Kreislaufwirtschaft untersucht. In der nachfolgenden Tabelle sind die Antworten der Interviewten dargestellt.

Definition	***Unterneh-men***
“So we believe our product is a circular economy product now, all our materials are either renewable or recyclable with a very small exception of the components that might leave a very small residues although we do believe that components have in many cases a longer life that normal given to them”	A
„Geschlossene Kreislaufwirtschaft was ich darunter verstehe ist genau das was ich vorher gesagt habe, dass wir die Verantwortung übernehmen für die Produkte die wir herstellen. Wir wälzen die Verantwortung nicht auf den Kunden ab“	B

“For me it is THE solution of being sustainable by still making money”	C
„Da habe ich kein großes Bild darunter“	D
„You use all the resources that we have really carefully and you are trying to create closing the loops and create the circular system that you keep the raw materials”	E
“It throws a clear image of a perfect circle, where things flow without friction and that can be extrapolated to many things… So for me circular economy, it has a more social and if you want to even go more philosophical moral approach to think”	F
It raise the question of what is the purpose of the object we have today… so we are partners/ friendship of circular challenge around furniture, reuse and so on the circular economy including the waste management at the end of life”	G

Tabelle 5: Genannte Definitionen "Kreislaufwirtschaft".
Quelle: Eigene Darstellung

Zwei der Interviewten verbinden Kreislaufwirtschaft mit der Kreislaufführung des Produktes und der Materialien (A und E). Für den Interviewten B geht es dabei, um die Übernahme von Verantwortung für das Produkt, wobei nicht deutlich klar ist geworden ist, was dies bedeutet. Für den Interviewten C ist es eine Lösung um nachhaltig zu produzieren und dabei noch Gewinne zu generieren. Eine genauere Definition wurde nicht genannt. Besonders der Interviewte G stellt bei der Definition das Produkt und den damit verbundenen Nutzen in den Mittelpunkt. Der Interviewte F sieht Kreislaufwirtschaft mehr als einen moralischen Ansatz bzw. philosophischen Ansatz. Lediglich der Interviewte D kann sich unter dem Begriff kein Bild machen.

4.2.3 Nachhaltigkeit

In der Literatur existieren zahlreiche Definitionen von „Nachhaltigkeit“ und nachhaltiger Entwicklung (vgl. Kapitel 2.2). Für eine Entwicklung in Richtung Nachhaltigkeit ist daher ein umfassendes Verständnis dieser Thematik von essentieller Bedeutung.

Da ein Großteil der Umwelteinwirkungen eines Produktes bereits in den frühen Phasen des Produktentwicklungsprozesses festgesetzt werden (vgl. Kapitel 1.1), wurde das Verständnis von Nachhaltigkeit untersucht. In der nachfolgenden Tabelle sind die Antworten der Interviewten dargestellt.

Definition	***Unterneh-men***
"Sustainability is essentially liked to the impact of the product and that is to the impact of the manufacturing consumption of the product. A sustainable product is one that minimizes his impact on the environment and any negative impacts on society I suppose… So we feel what we are developing as an intrinsically sustainable product. That the aim of it is environmentally sustainable and it is also financially and socially sustainable"	A
„Nachhaltigkeit bedeutet für mich das es funktioniert wenn ich zum Beispiel ein Unternehmen schaffe wenn ich nicht Geschäftsführer bin, was aber noch 50 bis 100 Jahre funktioniert ohne das ich mitwirke das wäre für mich nachhaltig. Das bedeutet man hat ein System geschaffen was noch weiter funktioniert"	B
"Sustainability is way of thinking or way of working in order to make sure that we have been life on this planet longer than we are planning now"	C
„Aus Entwicklungssicht das Thema zum einen das Thema Langzeitverfügbarkeit aber auch das Thema Wiederverwertbarkeit"	D
"Sustainability means that its good for the people it is good for the planet and it is good for the business"	E
"Sustainability is any attitude you can preserve infinitude. This is sustainable right? If you can destroy the planet in infinitude then it is sustainable"	F
"In that case it means that the hardware by itself is not the endgame. People will develop a set of services and it also means that as the products that means it is like leasing or making the technology involved that people who are providing the technologies are taking it back or buying it back or something like this"	G

Tabelle 6: Genannte Definitionen "Nachhaltigkeit".
Quelle: Eigene Darstellung

Zwei der Interviewten beziehen alle drei Dimensionen der Nachhaltigkeit (sozial, ökonomisch und ökologisch) in die Definition mit ein (A und E). Für drei der Interviewten ist es eine Art Verhalten bzw. die Schaffung eines Systems das in der Lage ist, sich über die Zeit selbst zu erhalten. Der Interviewte C beschreibt Nachhaltigkeit aus der Entwicklungssicht nur als Langzeitverfügbarkeit und Wiederverwendbarkeit. Für den Interviewten G ist es die Kombination aus Produkt und Dienstleistung in Verbindung mit einem Rücknahmeprinzip.

4.3 Der Produktentwicklungsprozess

Im Nachfolgenden wird der Produktentwicklungsprozess der einzelnen Unternehmen dargestellt. Als Referenzrahmen für die Darstellung wurde der in Abbildung 3 dargelegte Innovationsprozess verwendet. Die Kernaussagen der Unternehmen wurden anschließend in eigenen Worten zusammengefasst dargestellt.

4.3.1 Unternehmen A

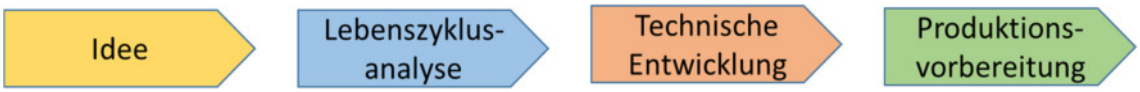

Abbildung 8: Produktentwicklungsprozess von Unternehmen A.
Quelle: Eigene Darstellung

Laut dem Interviewten startet der Produktentwicklungsprozess mit einer initialen Idee, wobei der Grundgedanke bereits aus einem anderen Projekt übernommen wurde, sodass eine Weiterentwicklung stattfand. Die Berücksichtigung wirtschaftlicher Aspekte wurde von dem Interviewten nicht erwähnt. Als zweiter Schritt wurde eine Lebenszyklusanalyse des Produktes und der Komponenten genannt. Der Interviewte stellte den Prozess als sehr „empirisch“ dar. Aus den Aussagen kann man schließen, dass eine stetige inkrementelle Verbesserung der Prototypen stattfand.

Hierzu hat das Unternehmen stets externe Berater zur Unterstützung herangezogen. Dabei wird Nachhaltigkeit als höchstes Kriterium, mit dem Ziel den Umwelteinfluss zu minimieren, priorisiert.

Dies soll durch Langlebigkeit, Multifunktionalität, Konnektivität und dem Geschäftsmodell der Kreislaufwirtschaft realisiert werden. Um das Geschäftsmodell umzusetzen, wird das Produkt auseinanderbaubar, nutzerfreundlich, wiederverwendbar, reparierbar und recycelbar gestaltet. Der Interviewte bezeichnet sein Produkt als intrinsisch nachhaltig. Ebenso versucht der Interviewte das entwickelte Produkt durch 3D Drucktechnologien lokal zu produzieren. Die Kommunikation im Unternehmen wird sehr unkompliziert gehalten, da die Produktentwicklung nur aus einem kleinen Team besteht. Es existiert eine klare Rollenverteilung innerhalb des Unternehmens.

„When we started looking at it, we first considered the lifecycle"[97]

4.3.2 Unternehmen B

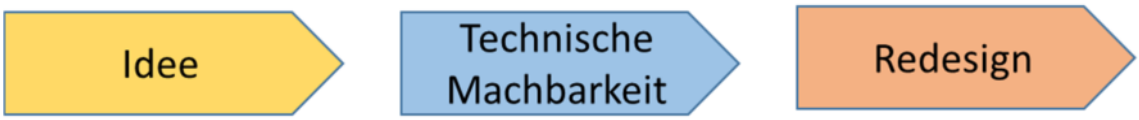

Abbildung 9: Produktentwicklungsprozess von Unternehmen B.
Quelle: Eigene Darstellung

Der Produktentwicklungsprozess des Unternehmens B wurde als „untypisch" beschrieben. Er begann mit einer Initialen Idee. Im zweiten Schritt wurde die technische Machbarkeit überprüft. Eine wirtschaftliche Betrachtung wurde nicht beschrieben. In der Phase des Redesigns wurde Schritt für Schritt ein Prototyp entwickelt („trial and error" Prinzip). Dieser wurde mit der Zeit immer kostenintensiver. Dabei hat das Unternehmen keine neuen Technologien verwendet, sondern existierende Technologien auf eine neue Art und Weise kombiniert. In der Phase der Marktvorbereitung ist das Unternehmen noch nicht angelangt. Bei der Produktion ist der Einbezug der gesamten Wertschöpfungskette geplant. Das finale Produkt wird kreislauffähig gestaltet. Dies soll durch eine modulare Aufbauweise realisiert werden. Für das Unternehmen sind Umweltanforderungen hinsichtlich Funktionalität und Qualität bedeutsamer als der Preis der Bauteile. Zudem wird sehr lösungsorientiert gearbeitet und die Kommunikations-

[97] Vgl. Unternehmen A (2017)

wege kurz gehalten. Des Weiteren existiert eine flache Hierarchie. Das Unternehmen verfügt über eine Vision, bei der der soziale Aspekt der Nachhaltigkeit im Vordergrund steht.

„Jede Hürde die existiert wird einfach gelöst“[98]

4.3.3 Unternehmen C

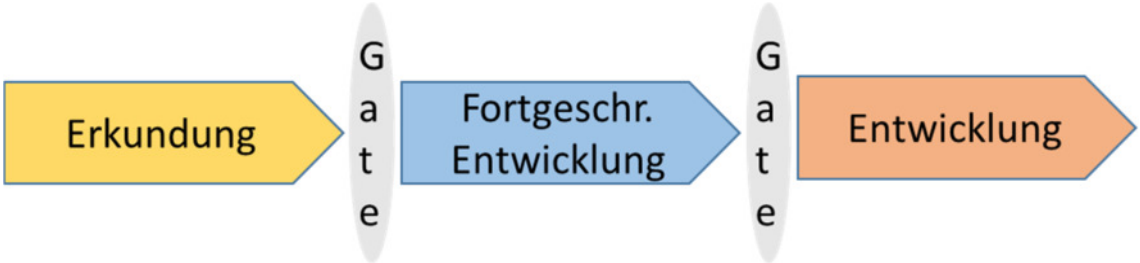

Abbildung 10: Produktentwicklungsprozess von Unternehmen C.
Quelle: Eigene Darstellung

Unternehmen C nutzt einen Stage-Gate Prozess[99] für die Produktentwicklung. Der Produktentwicklungsprozess startet mit einer Erkundungsphase. In dieser Phase wird ein Überblick über die Markt und Kundenanforderungen gewonnen, die Idee generiert und das Wertangebot ermittelt. Basierend darauf, wird die Idee bewertet und im Falle eines positiven Resultates in die nächste Phase überführt. Im Prozessschritt der „fortgeschrittenen Entwicklung“ wird die Prototypenentwicklung angegangen. Sobald zufriedenstellende Ergebnisse erzielt werden, wird der Vorgang in die nächste Prozessphase überführt. Dort werden die Produktions- und Marktvorbereitungen getroffen, sowie das Produkt in den Markt eingeführt. Der gesamte Prozess wurde sehr strukturiert dargestellt. Während der Entwicklung folgt das Unternehmen ökologischen Richtlinien, wobei der Interviewte keine genauen Aussagen über den Inhalt und die Herkunft Dieser treffen konnte. Des Weiteren werden Werkzeuge verwendet, um den Umwelteinfluss zu quantifizieren. Dennoch sagt der Interviewte, dass sie Nachhaltigkeitskriterien in der Produktentwicklung nicht priorisieren.

---

[98] Vgl. Unternehmen B (2017)

[99] Das Stage-Gate Modell ist ein standardisierter Innovationsprozess. Dabei wird der Innovationsprozess in einzelne Abschnitte unterteilt die durch sogenannte „Gates“ voneinander getrennt sind. Diese fungieren als Meilensteine und müssen erreicht werden, bevor in die nächste Phase übergegangen wird. [Cooper et al. (2013)]

In der gesamten Entwicklung ist ebenso eine Vielzahl an Abteilungen involviert, wobei keine genauere Aussage über die Art und Weise der Kommunikation untereinander getroffen werden konnte. In der Vision des Unternehmens steht die soziale Dimension im Vordergrund.

„There are some milestones to get to before decided to continue to next step. So that's the stage gate process"[100]

4.3.4 Unternehmen D

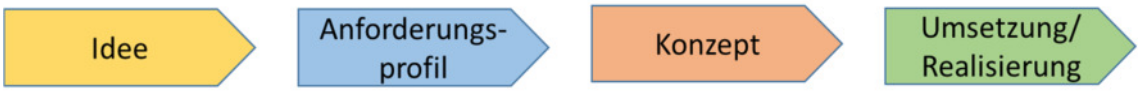

Abbildung 11: Produktentwicklungsprozess von Unternehmen D.
Quelle: Eigene Darstellung

Der Produktentwicklungsprozess des Unternehmens D startet mit einer Idee, wobei diese meist aus einer externen Quelle kommt und dann gemeinsam diskutiert, validiert sowie einer ersten Grobfilterung unterzogen wird. Das Ergebnis ist ein grobes Lastenheft, welches als Ausgangspunkt für die zweite Phase dient. Im zweiten Schritt steht die Definitionsphase. in der die Anforderungen an das Projekt klar definiert werden. Dies beinhaltet die technische Machbarkeit sowie Spezifikationen, die Kosten und den Zeitrahmen. Daraufhin erfolgt ein Feedbackgespräch mit dem Ideengeber. Am Ende dieser Phase wird das Lastenheft in ein Pflichtenheft überführt und die Konzeptphase gestartet. In dieser wird das technische Konzept ausgearbeitet, die erste Bauteilauswahl getroffen und ein erster Prototyp entwickelt. Dabei achtet das Unternehmen aufgrund von Kundenanforderungen sehr stark auf Langlebigkeit und Langzeitverfügbarkeit der Materialien. Am Ende dieser Phase wird der Prototyp validiert und bei einem positiven Resultat in die letzte Phase überführt. In der Realisierung und Umsetzungsphase wird ein B (gefertigt auf Pilotlinie) und C Muster erstellt, wobei das C Muster auf endgültigen Fertigungsmitteln produziert wird. Daraufhin wird das Produkt erneut validiert und in den Markt eingeführt. Der Prozess wurde insgesamt sehr strukturiert dargestellt.

[100] Vgl. Unternehmen C (2017)

Obwohl das Unternehmen nach dem ISO 14001 Standard zertifiziert ist[101], finden keine, außer den bereits genannten, Nachhaltigkeitskriterien Beachtung in der Produktentwicklung. Es sind eine Vielzahl an Abteilungen in dem Prozess involviert, wobei hauptsächlich auf direktem Weg kommuniziert wird (sonst über Protokolle und Email).

„Wir sind ja auch zertifiziert nach der Umweltnorm 14001“[102]

4.3.5 Unternehmen F

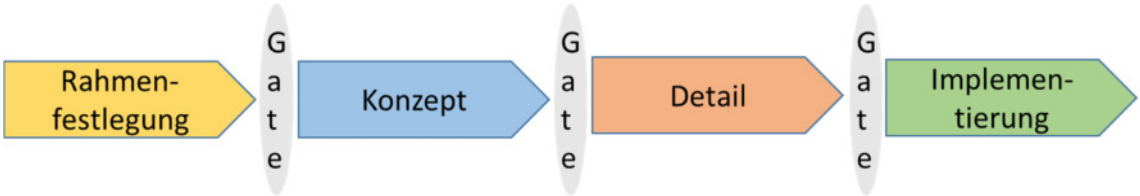

Abbildung 12: Produktentwicklungsprozess von Unternehmen F.
Quelle: Eigene Darstellung

Die Produktentwicklung wurde als Stage Gate Prozess, aber dennoch als sehr flexibel beschrieben. Eine Ideenphase bzw. die Generierung einer Idee wurde von dem Interviewten nicht explizit genannt. Die erste genannte Phase des Produktentwicklungsprozesses ist die Festlegung des Rahmens. In dieser werden alle Entscheidungskriterien und Erfolgsparameter festgelegt. Sie werden auf Basis von Kunden- und Marktforschung, Technologieforschung sowie einer Risikoanalyse festgelegt. In der Konzeptphase wird möglichst viel Wissen über den zukünftigen Prototyp gesammelt und technische Spezifikationen werden festgelegt. Ziel ist es, die Entwicklung eines teuren Prototyps zeitlich an das Ende der Produktentwicklung zu versetzen (um Kosten zu sparen). In der dritten Phase wird auf Basis der Ergebnisse ein teurer Prototyp entwickelt. Letztlich folgt die Implementierungsphase, bei der die Produktion vorbereitet und das Produkt in den Markt eingeführt wird. Der Interviewte hat keine expliziten Nachhaltigkeitskriterien genannt, sieht aber dennoch eine gesunde Nachhaltigkeit als eines der stärksten Kriterien für den Produkterfolg. Eine wirtschaftliche Betrachtung wurde nicht erwähnt.

---

[101] ISO 14001 ist ein weltweit anerkannter Standard für Umweltmanagementsysteme. Diese legt Anforderungen an Umweltmanagementsystem des Unternehmens fest und ziel darauf ab, die Umweltleistung auf lange Sicht zu steigern [Internationales Normungsinstitut (2015)].

[102] Vgl. Unternehmen D (2017)

Die Kommunikation innerhalb des Unternehmens erfolgt meist digital, da das Team über mehrere Länder verteilt ist. Dennoch wird Wert auf ausreichend Zeit für direkte Treffen gelegt.

„The process is totally flexible you can use it"[103]

4.3.6 Unternehmen G

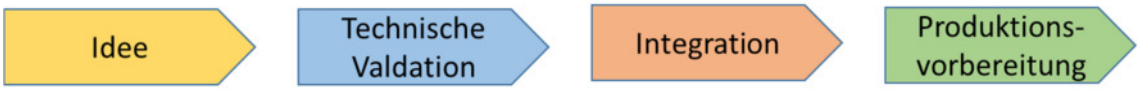

Abbildung 13: Produktentwicklungsprozess von Unternehmen C.
Quelle: Eigene Darstellung

Das Unternehmen G hilft anderen Unternehmen bzw. Entwicklern ihr Produkt zu entwickeln. Daher startet der Entwicklungsprozess mit einer Idee von externen Entwicklern. In der nächsten Phase wird die Idee technisch validiert und Unternehmen G drängt die Entwickler zur Erprobung weiterer Realisierungsmöglichkeiten. Anschließend werden die ersten Prototypen entwickelt. Dabei wird besonderer Wert auf den Zweck des Prototypen gelegt. Es kann in drei verschiedene Zwecke unterteilt werden:

- Suche nach Unterstützung und Finanzierung
- Suche nach neuen Mitarbeitern bzw. Partnern
- Generierung von Nutzererfahrung (Nutzer können Prototyp ausprobieren und geben Feedback an die Entwickler).

Die Integrationsphase endet mit einem funktionstüchtigen Prototyp. In der letzten Phase wird die Produktion vorbereitet. Eine wirtschaftliche Betrachtung führt das Unternehmen nicht durch, da es Entwickler nur bei der Produktentwicklung unterstützt. Aus der Erfahrung heraus berichtet der Interviewte, dass Nachhaltigkeitskriterien in der Produktentwicklung als letztes priorisiert würden.

„Bringing other complementary set of criteria, we are pushing people to explore other criteria's"[104]

[103] Vgl. Unternehmen F (2017)
[104] Vgl. Unternehmen G (2017)

Aus der Analyse der verschiedenen Produktentwicklungsprozesse der Unternehmen kann geschlussfolgert werden, dass die Prozesse weitestgehend mit dem Referenzprozess übereinstimmen.

Zwei Unternehmen nutzen einen Stage Gate Prozess, wobei die einzelnen Phase sehr ähnlich beschrieben wurden. Auffallend ist, dass der Prozess von Unternehmen C nur drei Schritte besitzt. Die Phase der Entwicklung beinhaltet dabei alle Markt- und Produktionsvorbereitungsaktivitäten. Ebenso wurde von Unternehmen B kein vierter Prozessschritt dargestellt, da es diesen noch nicht erreicht hat. Der Interviewte F hat den Schritt der Ideengenerierung nicht genannt. Des Weiteren fällt auf, dass die Unternehmen die einzelnen Schritte unterschiedlich benennen, inhaltlich jedoch das gleiche ausführen.

4.4 Entscheidungskriterien im Produktentwicklungsprozess

Für ein umfassendes Verständnis über den Produktentwicklungsprozess zu erlangen, ist es von hoher Bedeutung, die Entscheidungen in einem Unternehmen nachzuvollziehen. Im Nachfolgenden sind die von den Interviewten genannten Entscheidungskriterien in eigenen Worten zusammengefasst dargestellt.

Material

Eine lange Produktlebensdauer ist für einige Unternehmen von hoher Bedeutung. Demnach werden Materialien ausgewählt, die dies gewährleisten können.[105] Zudem ist eine lange Verfügbarkeit ausschlaggebend.[106] Bei der Materialauswahl wird ebenso auf die Minimierung des negativen Umwelteinflusses und die Möglichkeit eines lokalen Zulieferers[107] geachtet.[108] Unternehmen C verwendet verschiedene Umweltbewertungswerkzeuge um kritische Materialien zu identifizieren und den Umwelteinfluss zu quantifizieren.[109]

„Reduce the environmental impact. Incorporate renewable material as well as possible"[110]

---

[105] Vgl. Unternehmen A (2017); Unternehmen B (2017); Unternehmen D (2017)
[106] Vgl. Unternehmen D (2017)
[107] Eine lokale Produktion bzw. der lokale Bezug von Rohstoffen, vermindert den Transportweg der Ressourcen und verringert somit, den gesamt Energieverbrauch des Produktes über den Lebenszyklus.
[108] Vgl. Unternehmen A (2017)
[109] Vgl. Unternehmen C (2017)
[110] Vgl. Unternehmen A (2017)

Funktionalität

Neben der generellen Funktionalität des Produktes legen die Unternehmen Wert auf Multifunktionalität, hohe Konnektivität (Vielzahl an Verbindungsanschlüssen) und eine bestmögliche Leistung des Produktes.[111] Des Weiteren stehen die technische Realisierbarkeit der Produkte und die Erfüllung von Spezifikationen im Vordergrund.[112] Die Spezifikationen durch Normen und Standards (z.B.: Ökolable, ISO 14001) fließen ebenso in die Entscheidungsfindung ein.[113] Unternehmen D nutzt in der Produktentwicklung bereits entwickelte und bewährte Produkte. Daher wird die Betriebsbewährtheit von Produkten berücksichtigt (Produkte die das Unternehmen bereits zuvor entwickelt hat). [114]

„Multifunctionality and connectivity one of the key things"[115]

Wirtschaftlichkeit

Hinsichtlich der Entscheidungskriterien in Bezug auf die Wirtschaftlichkeit, sind sich die meisten Unternehmen einig. Die wesentlichen Entscheidungskriterien sind Kosten und Risiko.[116]

„Je günstiger desto besser"[117]

Markt und Kundenanforderungen

Einige Unternehmen orientieren sich bei der Produktentwicklung an der Konkurrenz und richten ihre Entscheidungskriterien danach aus.[118] Zudem wird viel Wert auf die Kundenanforderungen an das Produkt gelegt.[119]

„Wir sind schon ziemlich vom Markt getrieben. Auf dieses Thema Nachhaltigkeit, lange Verfügbarkeit, lange Produktlebensdauer, auch lange Lieferbarkeit von unseren Produkten"[120]

---

[111] Vgl. Unternehmen A (2017); Unternehmen B (2017); Unternehmen C (2017)
[112] Vgl. Unternehmen C (2017); Unternehmen D (2017); Unternehmen E (2017)
[113] Vgl. Unternehmen A (2017); Unternehmen B (2017); Unternehmen C (2017); Unternehmen D (2017)
[114] Vgl. Unternehmen D (2017)
[115] Vgl. Unternehmen A (2017)
[116] Vgl. Unternehmen A (2017); Unternehmen B (2017); Unternehmen D (2017); Unternehmen E (2017)
[117] Vgl. Unternehmen B (2017)
[118] Vgl. Unternehmen D (2017); Unternehmen E (2017); Unternehmen F (2017)
[119] Vgl. Unternehmen D (2017); Unternehmen F (2017); Unternehmen G (2017)
[120] Vgl. Unternehmen D (2017)

Definition eigener Kriterien

Unternehmen F definiert im ersten Schritt der Produktentwicklung alle Entscheidungskriterien für den gesamten Prozess.[121] Ebenso legen andere Unternehmen Meilensteine fest, die erreicht werden müssen, bevor die Entwicklung voran schreitet.[122]

„Defining the criteria is one of the scoping steps"[123]

In diesem Abschnitt wurden die von den Interviewten beschrieben Kriterien für die Entscheidungsfindung dargestellt. Es konnten fünf Kategorien identifiziert werden: Material, Funktionalität, Wirtschaftlichkeit, Markt- und Kundenanforderungen, sowie die Definition eigener Kriterien.

4.5 Hürden

Die Unternehmen müssen eine Vielzahl an Hürden überwinden, um Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung mit einzubeziehen. Im Nachfolgenden werden die in den Interviews dargelegten Hürden in eigenen Worten zusammengefasst dargestellt.

Wirtschaftlichkeit

Der Einbezug von Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung erfordert einen hohen Initialaufwand (z.B. Etablierung eines neuen Prozesses) und wird von den Unternehmen als sehr kostenintensiv gesehen. Demnach ist die Finanzierung eine große Hürde.[124]

Besonders negativ wirken sich die höheren Herstellkosten auf KMUs[125] aus.[126] Zudem werden nachhaltige Produkte von den Konsumenten in kleineren Mengen, im Vergleich zu herkömmlichen Produkten, gekauft. Dies verringert die Skaleneffekte und sorgt somit für höhere Herstellungskosten.[127]

---

[121] Vgl. Unternehmen F (2017)
[122] Vgl. Unternehmen C (2017); Unternehmen E (2017)
[123] Vgl. Unternehmen F (2017)
[124] Vgl. Unternehmen A (2017); Unternehmen D (2017); Unternehmen F (2017); Unternehmen G (2017)
[125] KMUs sind kleine und mittelständige Unternehmen. Diese verfügen über ein geringeres Investitionskapital im Vergleich zu großen Unternehmen.
[126] Vgl. Unternehmen A (2017)
[127] Vgl. Unternehmen A (2017); Unternehmen G (2017)

Des Weiteren sind die lokalen Herstellungskosten höher im Vergleich zur Auslagerung in ein anderes Land[128]. Letztlich sind die Kosten für neue Rohstoffe auf dem Markt sehr gering. Dies führt dazu, dass Hebelwirkungen bzw. zusätzliche Gewinne durch nachhaltiges Design verringert werden.[129; 130].

„Price of raw materials is kind of low, if we are following the USD level and the price of oil. So maybe there is not a big thing to leverage on the raw material side" [131]

Zeit

Die meisten Produktentwicklungsprozesse sind limitiert in Zeit, Ressourcen und Budget. Dadurch sind die Produktentwickler bzw. Designer-, mit dem normalen Entwicklungsprozess komplett ausgelastet und müssen Aktivitäten priorisieren. Nachhaltigkeitskriterien sind oftmals die Kriterien, die als letztes priorisiert werden.[132]

„Companies they don't have always the right amount of time to address everything so they have to prioritize"[133]

Bildung

Der Einbezug von Nachhaltigkeitskriterien sowie die Anwendung von Nachhaltigkeitsstrategien in der Produktentwicklung erfordert, neben den normalen Tätigkeiten des Prozesses, zusätzliches Wissen und Fähigkeiten. Zudem fehlt oftmals ein ausreichendes Verständnis für das Thema Nachhaltigkeit selbst, sowie für globale Zusammenhänge und Rohstoffflüsse.[134] Des Weiteren wird eine neue Art des Denkens und Arbeitens erfordert[135]. Dazu gehört das Arbeiten in interdisziplinären Teams. Besonders für große Unternehmen stellt dies eine Herausforderung dar, da sie in viele Hierarchieebenen und Abteilungen unterteilt sind, die in vielen Fällen unabhängig voneinander arbeiten.[136]

---

[128] Vgl. Unternehmen A (2017)
[129] Nachhaltiges Design führt zu Rohstoffeinsparungen. Diese Einsparungen müssen die erhöhten Kosten kompensieren. Bei sehr geringen Rohstoffpreisen ist die Differenz zu gering um wirtschaftlich tragbar zu sein
[130] Vgl. Unternehmen D (2017)
[131] Vgl. Unternehmen G (2017)
[132] Vgl. Unternehmen E (2017); Unternehmen G (2017)
[133] Vgl. Unternehmen G (2017)
[134] Vgl. Unternehmen F (2017); Unternehmen G (2017)
[135] Vgl. Unternehmen F (2017)
[136] Vgl. Unternehmen E (2017)

„Not have a good understanding of the full flow of what is a product design or what will happened during the phase of product design when you take a project"[137]

Einstellung der Kunden

Der Interviewte G sieht die heutige Gesellschaft noch nicht fortschrittlich genug um nachhaltig zu leben. Dies drückt sich darin aus, dass nachhaltige Produkte oftmals initial mehr kosten und Kunden nicht bereit sind diese Mehrkosten zu tragen.[138] Des Weiteren orientieren sich viele Unternehmen in ihrer Produktentwicklung an der Konkurrenz und gestalten ihr Portfolio eine Art und Weise, dass das eigene Produkt nur etwas besser ist als das der Konkurrenz (Benchmarking Ansatz). Letztlich sind Unternehmen von Verkaufszahlen getrieben und ein solcher Ansatz limitiert den Spielraum für die Entwicklung radikaler Innovationen[139].[140]

„Today it is not in the culture because if you look at the value chain the people who distribute the product are more interested in selling you a new product"[141]

Technische Machbarkeit

Die generelle technische Realisierbarkeit von nachhaltiger Elektronik ist stark begrenzt (nachhaltige Alternativmaterialien stehen nicht zur Verfügung, ebenso Technologien).

So kommt es oftmals dazu, dass Funktionen nicht auf einem nachhaltigen Weg realisiert werden können, bzw. Zielkonflikte entstehen.[142] Ein Beispiel wurde hier von dem Interviewten D dargestellt. Ein Sensor für die Anwendung im Außenbereich muss möglichst robust sein, da er den Wettereinflüssen standhalten muss. Zudem ist eine der Anforderungen die Langlebigkeit des Sensors.

So ist es nicht möglich diesen beispielsweise aus biologisch abbaubaren Materialien zu fertigen, da der Sensor unter solchen Bedingungen schnell zerstört werden würde.[143]

---

[137] Vgl. Unternehmen G (2017)
[138] Vgl. Unternehmen D (2017); Unternehmen G (2017)
[139] Ein Beispiel hierfür ist die Autoindustrie. Die Hersteller orientieren sich bei der Weiterentwicklung an der Konkurrenz und oftmals sind neue Automodelle technologisch nur etwas besser als die alten. radikale Innovationen wie die Entwicklung einer neuen Motorentechnologie finden nur selten statt.
[140] Vgl. Unternehmen E (2017)
[141] Vgl. Unternehmen G (2017)
[142] Vgl. Unternehmen D (2017)
[143] Vgl. Unternehmen D (2017)

„Man stößt damit an grenzen was die technische Machbarkeit angeht“[144]

Verfügbarkeit

Ein Unternehmen produziert selten alle Einzelteile des Produktes selbst. Daher sind sie auf Zulieferer angewiesen. Auch wenn ein Unternehmen ein komplett nachhaltiges Produkt entwickeln möchte, ist es oftmals der Fall, dass keine Zulieferer existieren, um die gewünschten Einzelteile zur Verfügung zu stellen.[145] Auf der Kundenseite hingegen, existiert in vielen Fällen keine nachhaltige Alternative zu herkömmlichen Produkten auf dem Markt.[146]

„Very difficult in hardware in Europe especially if you are doing sustainable hardware it is like the most complicated proposal to everyone”[147]

In diesem Abschnitt wurden die von den Interviewten beschriebenen Hürden für eine nachhaltige Produktentwicklung dargestellt. Es konnten sechs Kategorien identifiziert werden: Wirtschaftlichkeit, Zeit, Bildung, Einstellung der Kunden, technische Machbarkeit und Verfügbarkeit.

4.6 Vorteile

Die Interviewten sehen eine Vielzahl an Vorteilen durch die Integration von Nachhaltigkeitskriterien in die Produktenwicklung. Im Nachfolgenden werden die von den Interviewten dargelegten Vorteile in eigenen Worten zusammengefasst dargestellt.

Allgemeine Vorteile

Das Entwickeln und Anbieten von nachhaltigen Produkten wird von den Unternehmen als Instrument gesehen um Wettbewerbsvorteile zu kreieren.[148]

---

[144] Vgl. Unternehmen D (2017)
[145] Vgl. Unternehmen E (2017); Unternehmen G (2017)
[146] Vgl. Unternehmen A (2017)
[147] Vgl. Unternehmen F (2017)
[148] Vgl. Unternehmen A (2017); Unternehmen F (2017); Unternehmen G (2017)

Zudem stimuliert nachhaltiges Produktdesign Innovation und stärkt, speziell durch industrielle Symbiose[149], die Widerstandsfähigkeit der Unternehmen.[150]

"Actually it is a competitive advantage and they better jump to it faster, because otherwise they will be updated"[151]

Reduzierung von Kosten

Nachhaltiges Produktdesign wird als Werkzeug gesehen um Kosten zu reduzieren.[152] Hierzu zählen: Logistik-, Transport- und Lagererhaltungskosten (durch lokale Produktion und digitale Fabrikation)[153], Materialkosten[154], Verpackungskosten und Abfallkosten[155]. Des Weiteren stehen mehr und günstigere Ressourcen durch Wiederaufbereitung und Recycling zur Verfügung[156].

„I think you can reduce costs of materials. You reduce costs in logistics, transportation costs, you can reduce all costs, if you rethink the whole structure"[157]

Wirtschaftliche Vorteile

Neben der Kostenreduktion sehen die Unternehmen eine Vielzahl weiterer wirtschaftlicher Vorteile. So wird durch nachhaltige Produkte der Unternehmensruf verbessert[158] und es befähigt das Unternehmen besser voraus zu planen[159]. Mittels einer guten Kommunikationsstrategie (CSR) lassen sich zudem weitere Einnahmequellen generieren. Ebenso wird das Produkt selbst verbessert und profitabler.[160] Durch die verbesserten Produkte steigt auch die Kundenzufriedenheit, -bindung und –loyalität.[161]

Letztlich bietet Nachhaltigkeit ein einzigartiges Verkaufsargument bzw. Alleinstellungsmerkmal und eröffnet neue Markt- sowie Kundensegmente.[162]

---

[149] Unter Industrieller Symbiose versteht man das innovative Zusammenarbeiten von Unternehmen, wobei Nebenprodukte (z.B. Abfall) des einen Unternehmens, von dem anderen Weiterverwendet und genutzt werden.[Gleich und Gößling-Reisemann (2008)]

[150] Vgl. Unternehmen A (2017); Unternehmen E (2017); Unternehmen F (2017)

[151] Vgl. Unternehmen E (2017)

[152] Vgl. Unternehmen A (2017); Unternehmen B (2017); Unternehmen C (2017); Unternehmen D (2017); Unternehmen E (2017); Unternehmen G (2017)

[153] Vgl. Unternehmen C (2017); Unternehmen D (2017); Unternehmen G (2017)

[154] Vgl. Unternehmen C (2017); Unternehmen E (2017)

[155] Vgl. Unternehmen E (2017); Unternehmen G (2017)

[156] Vgl. Unternehmen G (2017)

[157] Vgl. Unternehmen C (2017)

[158] Vgl. Unternehmen A (2017); Unternehmen C (2017); Unternehmen D (2017)

[159] Vgl. Unternehmen C (2017)

[160] Vgl. Unternehmen E (2017); Unternehmen F (2017)

[161] Vgl. Unternehmen A (2017); Unternehmen C (2017); Unternehmen D (2017)

[162] Vgl. Unternehmen A (2017); Unternehmen B (2017); Unternehmen F (2017)

„Creates cheaper products to produce more profitable than regular products"[163]

In diesem Abschnitt wurden die von den Interviewten beschriebenen Vorteile einer nachhaltigen Produktentwicklung dargestellt. Es konnten drei Kategorien identifiziert werden: Allgemeine Vorteile, Reduzierung von Kosten und wirtschaftliche Vorteile.

4.7 Lösungen

In den Interviews wurden eine Vielzahl an Lösungen vorgeschlagen, um die genannten Hürden zu überwinden und Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung zu integrieren. Im Nachfolgenden sind die vorgeschlagenen Lösungen in eigenen Worten und zusammengefasst dargestellt.

Grundeinstellung

Für eine erfolgreiche Integration von Nachhaltigkeit in die Produktenwicklung muss der Faktor „Nachhaltigkeit" selbst, als Grundstein bzw. als übergeordnetes Prinzip in die Unternehmenskultur integriert werden.[164]

Des Weiteren soll der Status quo hinsichtlich Nachhaltigkeit, besonders im Produktportfolio, ständig hinterfragt werden, um Schwachstellen zu identifizieren und neue Lösungen zu finden.[165] Dieses übergeordnete Prinzip geht einher mit den Kundenanforderungen. Kunden müssen ebenso ihre Kaufeinstellung ändern und von Unternehmen nachhaltige Produkte fordern.[166]

„Open the people to all of these problematic will help to push thinking sustainable without thinking it is only a cost"[167]

[163] Vgl. Unternehmen E (2017)
[164] Vgl. Unternehmen A (2017); Unternehmen F (2017)
[165] Vgl. Unternehmen F (2017)
[166] Vgl. Unternehmen D (2017); Unternehmen G (2017)
[167] Vgl. Unternehmen G (2017)

Kommunikation

Ein erster Schritt für die erfolgreiche Kommunikation von Nachhaltigkeit ist die Schaffung einer (nachhaltigen) Vision für Unternehmen. Diese muss, neben weiteren Nachhaltigkeitsaspekten, nach außen kommuniziert werden.[168] Eine Möglichkeit der Realisierung ist das Nutzen des Werkzeugs „Storytelling".[169] Ein weiteres Werkzeug ist die Sammlung von Erfolgsgeschichten anderer (nachhaltiger) Unternehmen, mit dem Ziel von Diesen zu lernen, Erfolgsfaktoren zu adaptieren und die KPI[170] schrittweise zu maximieren.[171]

„How do you do that is that you have to communicate, articulate the benefit really well"[172]

Interdisziplinarität

Es müssen neue Wege des Arbeitens etabliert werden. Hierzu gehört das Fachbereichsübergreifende Arbeiten.[173] Dies kann beispielsweise durch die Bildung von standardisierten Allianzen (Zusammenschluss von verschiedenen Unternehmen und Forschungsinstituten) und Integration der gesamten Lieferkette realisiert werden.[174]

„Working in that kind of multidisciplinary way of really taking care together and solving the problem what you are facing"[175]

Bildung

Bildung ist ein zentraler Punkt, wenn es um Nachhaltigkeit geht. Demensprechen muss das Bildungsangebot im Bereich Nachhaltigkeit, globale Zusammenhänge, Rohstoffflüsse und neuen Lösungsansätzen verstärkt werden.

Ziel ist es, das Bewusstsein und die Motivation für Nachhaltigkeit zu stärken bzw. zu verändern. So können beispielsweise neue Unternehmensstrategien in Richtung Nachhaltigkeit entwickelt werden.[176]

---

[168] Vgl. Unternehmen B (2017); Unternehmen C (2017); Unternehmen F (2017)
[169] Vgl. Unternehmen E (2017)
[170] KPI-Key Performance Indicator oder auch Leistungskennzahl beschreibt Kennzahlen innerhalb eines Unternehmens. Anhand dieser wird der Zielerreichungsgrad eines Vorhabens gemessen. [Gabler Witrschaftslexikon (o. J.)]
[171] Vgl. Unternehmen C (2017); Unternehmen E (2017); Unternehmen F (2017)
[172] Vgl. Unternehmen E (2017)
[173] Vgl. Unternehmen C (2017); Unternehmen F (2017)
[174] Vgl. Unternehmen E (2017); Unternehmen F (2017)
[175] Vgl. Unternehmen E (2017)
[176] Vgl. Unternehmen E (2017); Unternehmen G (2017)

„Always starts with awareness, education and then of course you have to get also motivation in the place and especially what is the customer's awareness"[177]

Strategie und Planung

Unternehmen müssen anfangen eine Nachhaltigkeitsstrategie zu entwickeln und zu etablieren. Dabei ist eine ausführliche Vorausplanung durch interdisziplinäre Teams essentiell. (E, F) Die Etablierung und Nutzung neuer Geschäftsmodelle ist ein wirksames Werkzeug um diese Strategien umzusetzen.[178] Es ist jedoch von hoher Bedeutung darauf zu achten, dass es immer ein Abwägen zwischen dem alten Status quo und dem Neuen ist.[179] Der Interviewte E schlägt ebenso vor, einen parallelen Produktentwicklungsprozess ohne Limitierungen (Zeit, Kosten etc.) einzuführen, um radikale Innovationen zu stimulieren.[180] Letztlich soll die Nutzererfahrung in die Planung und Entwicklung mit einbezogen werden, um maßgeschneiderte Produkte anzubieten und diese somit langlebiger zu gestalten.[181]

„You need to build a sustainability strategy"[182]

Technische Machbarkeit

Es müssen mehr nachhaltige Materialien entwickeln werden, die dieselben Fähigkeiten wie herkömmliche Materialen besitzen. Dadurch verringern sich die Zielkonflikte und es ist unkomplizierter für Unternehmen sich anzupassen. Dies geht einher mit der Entwicklung neuer Technologien (z.B. „Energy Harvesting"[183]).[184] Eine weitere Technologie zur Erhöhung der Machbarkeit und Reduzierung von Lagerbeständen durch lokale Produktion, ist die Nutzung der 3D Drucktechnologie (muss jedoch noch weiter entwickelt werden)[185]. Ebenso muss die Verfügbarkeit von nachhaltigen Materialien und Einzelteilen stetig gewährleistet sein.[186]

---

[177] Vgl. Unternehmen E (2017)
[178] Vgl. Unternehmen E (2017); Unternehmen F (2017)
[179] Vgl. Unternehmen F (2017)
[180] Vgl. Unternehmen E (2017)
[181] Vgl. Unternehmen E (2017); Unternehmen F (2017); Unternehmen G (2017)
[182] Vgl. Unternehmen F (2017)
[183] Beschreibt die Generierung von elektrischer Energie aus dem Umfeld. In der Regel bezieht sich dies auf kleine elektronische Geräte (z.B. Sensor). [Schwanger (2017)]
[184] Vgl. Unternehmen D (2017)
[185] Vgl. Unternehmen A (2017)
[186] Vgl. Unternehmen D (2017)

„Das wir bei dem Thema Technologie und technische Machbarkeit Unterstützung brauchen“[187]

Europäische Union und lokale Regierung

Die Unternehmen benötigen von der EU und der lokalen Regierung, für die Entwicklung neuer Technologien sowie die Realisierbarkeit der Produktion, finanzielle Unterstützung. Des Weiteren wird eine (schnellere) Unterstützung durch die Gesetzgebung gefordert.[188] Ein Lösungsansatz hierfür ist die Kooperation von Unternehmen, Regierung und NGO's.[189]

„The new way of working with more sustainable mindsets where I think could government and NGO's could bring really big differences”[190]

In diesem Abschnitt wurden die von den Interviewten beschrieben Lösungsansätze für die Implementierung einer nachhaltigen Produktentwicklung dargestellt. Es konnten sieben Kategorien identifiziert werden: Grundeinstellung, Kommunikation, Interdisziplinarität, Bildung, Strategie und Planung, technische Machbarkeit, sowie europäische Union und lokale Regierung.

4.8 Kategorisierung der Unternehmen

Für die Analyse des Einbezuges von Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung und die Herausarbeitung von Erfolgsfaktoren, wurden die in Kapitel 2.4 herausgearbeiteten Kriterien als Referenz verwendet. Im Nachfolgenden ist die Bewertungsmatrix für die einzelnen Unternehmen dargestellt.[191]

---

[187] Vgl. Unternehmen D (2017)
[188] Vgl. Unternehmen E (2017); Unternehmen G (2017)
[189] Vgl. Unternehmen C (2017)
[190] Vgl. Unternehmen C (2017)
[191] Die Inhalte dieser Matrix entspringen einer qualitativen Forschungsmethode und dienen der Kategorisierung der Unternehmen. Daher bieten diese keine Basis für eine quantitative Analyse.

Nachhaltigkeits-kriterien	***Unternehmen***					
	A	**B**	**C**	**D**	**F**	**G**
Verständnis von Nach-haltigkeit	1	0	0	0	0	-1
Priorisierung von Nach-haltigkeitskriterien	1	1	-1	0	0	-1
Konsistenz (Material)	1	0	-1	-1	0	-1
Langlebigkeit	1	1	-1	1	0	-1
Reparierbarkeit	1	1	-1	-1	0	-1
Wartungsfreundlichkeit	1	1	-1	0	0	-1
Updatefähigkeit	1	1	-1	0	0	-1
Recyclefähigkeit	1	1	-1	-1	0	-1
Gesamt	**8**	**6**	**-7**	**-2**	**0**	**-8**

Tabelle 7: Bewertungsmatrix der Unternehmen.
Quelle: Eigene Darstellung

Aus der Betrachtung der Tabelle und der zuvor definierten Gruppeneinteilung (vgl. Kapitel 2.4), lassen sich die Unternehmen wie folgt einteilen:

Nachhaltige Unternehmen (grün)

Unternehmen A (8) und B (6) wurden nach den festgelegten Bewertungskriterien als nachhaltig eingestuft. Mit einer Wertung von 8, steht Unternehmen A an der Spitze. Bei genauerer Betrachtung fällt auf, dass der Interviewte B nur ein sehr allgemeines Verständnis von Nachhaltigkeit aufweist. Dem kann geschlussfolgert werden, dass die Produktidee des Unternehmens intrinsisch nachhaltig ist, ohne einen gezielten Fokus auf Nachhaltigkeit gesetzt zu haben.

Potentiell nachhaltige Unternehmen (blau)

Die Unternehmen (D und F) wurden als potentiell nachhaltig eingestuft. Unternehmen F (0) wurde als neutral gewertet, da der Interviewte kaum Fakten bezüglich Entscheidungskriterien in der Produktentwicklung dargelegt hat. Dies liegt daran, dass alle Kriterien am Anfang des Entwicklungsprozesses festgelegt werden. Dieser Ansatz bietet daher Potential Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung mit einfließen zu lassen. Ebenso sieht der Interviewte eine gesunde Nachhaltigkeit als eines der stärksten Kriterien. Das Unternehmen D (-2) sieht sich selbst als sehr nachhaltig. Dies ist ein Beispiel für die Auswirkungen eines unterschiedlichen Verständnisses von Nachhaltigkeit, da das Unternehmen dieses Thema hauptsächlich aus der Entwicklungssicht betrachtet. Weitere Nachhaltigkeitsdimensionen werden nicht in Betracht gezogen. Dennoch werden Kriterien wie Langlebigkeit und Wiederverwendbarkeit stark priorisiert.

Wenig nachhaltige Unternehmen (rot)

Nach den festgesetzten Bewertungskriterien wurden Unternehmen C (-7) und G (-8) als wenig nachhaltig eingestuft. Unternehmen C beachtet zwar Richtlinien und verwendet verschiedenen Werkzeuge um den Umwelteinfluss zu überwachen, dennoch werden Nachhaltigkeitskriterien in der Produktentwicklung nicht priorisiert und es wurden auch keine expliziten Kriterien genannt. Des Weiteren konnte der Interviewte keinerlei Aussagen über den Inhalt der Richtlinien treffen. Die Definition für Nachhaltigkeit wurde von dem Interviewten C ebenso sehr allgemein gehalten. Der Interviewte G hingegen bezieht seine Definition der Nachhaltigkeit auf die Kombination von Produkten und Dienstleistungen. Dies beschreibt eher eine Geschäftsmodellstrategie. Ebenso bestärkt das Unternehmen G Entwickler darin, neue Möglichkeiten auszuprobieren, dennoch wurde in keiner Weise beschrieben, dass es eine nachhaltige Produktentwicklung bestärkt. Zudem wurde aus der Erfahrung heraus dargelegt, dass Nachhaltigkeitskriterien in der Produktentwicklung als letztes priorisiert werden. Unternehmen G hat zwar keinen direkten Einfluss darauf, ist aber in der Lage die Entwickler besonders in diesem Bereich zu unterstützen.

5. Diskussion

Dieses Kapitel widmet sich der Diskussion der in Kapitel 4 dargestellten Ergebnisse. Das Kapitel beginnt mit der Diskussion der Aussagen bezüglich der Terminologien „Innovation“, „Kreislaufwirtschaft“ und „Nachhaltigkeit“ (Kapitel 5.1). Im Anschluss werden die Produktentwicklungsprozesse (Kapitel 5.2), sowie Hürden (Kapitel 5.3) und Lösungen (Kapitel 5.4) diskutiert. Letztlich werden die Erfolgsfaktoren aus den gesammelten Erkenntnissen dieser Arbeit dargestellt und beschrieben (Kapitel 5.5), sowie die Validität der Ergebnisse diskutiert (Kapitel 5.6).

5.2 Innovation, Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit

Im Nachfolgenden werden die unterschiedlichen Aussagen der Interviewte zu den Terminologien „Innovation“, „Kreislaufwirtschaft“ und „Nachhaltigkeit“ diskutiert.

Innovation

Aus den vorliegenden Antworten, lässt sich ableiten, dass Innovation von den Interviewten unterschiedlich gesehen wird, sowie verschiedene Sachverhalte damit verbunden werden. Das Problem der unterschiedlichen Verständnisse kann jedoch teilweise auf die Literatur zurückgeführt werden, da dort ebenso keine einheitliche Definition existiert (vgl. Kapitel 2.1.1). Diese Vielzahl an verschiedenen Auffassungen hat auch einen möglichen Einfluss auf die Produktentwicklung, da innovative Technologien bzw. Lösungen unterschiedlich interpretiert und somit auch unterschiedlich kommuniziert werden. Dadurch kann es zu erheblichen Missverständnissen in der Kommunikation untereinander sowie mit dritten Parteien kommen. So kann beispielsweise eine Partei unter Innovation etwas vollkommen Neuartiges (radikale Innovation) und eine andere nur eine kleine Neuerung im Produkt verstehen (inkrementelle Innovation). Wenn dieser Faktor nicht klar kommuniziert wird, entstehen bei der Kosten und Zeitplanung erhebliche Missverständnisse, mit dem Resultat einer Kompromisslösung.

Ebenso ist die Kommunikation zu Kunden von Bedeutung. Erwartet der Kunde eine radikale Innovation, so kann er von einer inkrementellen Veränderung enttäuscht werden, was sich wiederum auf die Wettbewerbsfähigkeit ausschlagen kann.

Kreislaufwirtschaft

Bei Betrachtung der unterschiedlichen Definitionen fällt auf, dass die Interviewten kein einheitliches Bild von der Kreislaufwirtschaft haben. So sehen es einige als die Kreislaufführung von Materialien und andere als einen moralischen bzw. sozialen Ansatz, um Produkte und Dienstleistungen zu kombinieren. Ebenso hatte ein Interviewter kein Verständnis von Kreislaufwirtschaft und ein anderer hat es nur als Lösung für Nachhaltigkeit (beim gleichzeitigen profitabel sein) im Unternehmen bezeichnet. Da besonders beim Geschäftsmodell der Kreislaufwirtschaft mehrere Akteure in die Lieferkette zusammenarbeiten müssen, ist ein einheitliches Verständnis essentiell. Im Vergleich zur Innovation existiert hierzu jedoch ein einheitliches Bild in der Literatur.

Nachhaltigkeit

Ebenso wie für Innovation und Kreislaufwirtschaft, bestehen deutliche Unterschiede in der Definition von Nachhaltigkeit zwischen den Interviewten. So haben lediglich zwei der sieben Interviewten alle Dimensionen der Nachhaltigkeit in ihre Definition mit einbezogen. Die anderen sehen Nachhaltigkeit eher aus der systemischen Perspektive und definieren den Terminus allgemein. Einer der Interviewten verbindet Nachhaltigkeit nur mit Langzeitverfügbarkeit und Wiederverwendbarkeit. Auch hier existiert kein einheitliches Bild in der Literatur. Dies erschwert zusätzlich das generieren eines einheitlichen Verständnisses. Dennoch ist gerade dies, ein unerlässlicher Faktor für eine nachhaltige Entwicklung, da ein gemeinsames Vorgehen von essentieller Bedeutung ist.

Für jede der untersuchten Begrifflichkeiten haben die Interviewten ein unterschiedliches Verständnis. Dies kann zu erheblichen Missverständnissen in der Kommunikation und Umsetzung führen. So kann beispielsweise ein Unternehmen von sich selbst behaupten es sei nachhaltig, wobei es aus Sicht des „Drei Dimensionen Modells“ (vgl. Kapitel 2.2.1), nur innerhalb einer Dimension nachhaltig ist. Demnach kann geschlussfolgert werden, dass als erstes ein einheitliches Verständnis, besonders für das Thema Nachhaltigkeit, geschaffen werden

muss, um dies auch erfolgreich in die Produktentwicklung zu integrieren. Ein Werkzeug hierfür ist die Kreislaufwirtschaft, wobei diese ebenso ein einheitliches Verständnis voraussetzt. Demnach kann Bildung bzw. Verständnis der Thematik, als erster notwendiger Faktor identifiziert werden.

5.3 Der Produktentwicklungsprozess

Die dargestellten Produktentwicklungsprozesse innerhalb der Unternehmen wurden ähnlich beschrieben und lassen sich den einzelnen Phasen des verwendeten Referenzprozesses zuordnen (vgl. Abbildung 7). Lediglich zwei der Unternehmen verwenden einen Stage-Gate Prozess (C und F). Der Prozess von zwei Unternehmen besteht ebenso aus nur drei Schritten (B und C). Bei Unternehmen B liegt dies daran, dass es noch kein Produkt auf dem Markt platziert hat und daher noch nicht in der Phase der Markt- und Produktionsvorbereitung angekommen ist. Unternehmen C bezieht die Phase der Markt und Produktionsvorbereitung mit in die Entwicklung ein. Die Unternehmen beginnen die Entwicklung mit einer Ideenphase, bei der die Idee generiert und vorselektiert wird. Auf diese Phase folgt eine Definitionsphase in der das Anforderungsprofil erstellt und die technische Machbarkeit geprüft wird. In dieser Phase fällt auf, dass die Unternehmen A, B, F und G eine ausführliche wirtschaftliche Betrachtung des Produktes nicht mit in die Entwicklung einbeziehen. Bei Unternehmen G liegt es daran, dass es lediglich Entwickler bei der Produktentwicklung auf der technischen Seite unterstützt. In der dritten Phase werden die Prototypen entwickelt. In der letzten Phase werden die Markt- und Produktionsvorbereitungen getroffen. Einige Unternehmen beziehen Nachhaltigkeitskriterien in ihre Produktentwicklung mit ein. Diese sind jedoch meist an das Produkt gebunden, in Form von vorgegebenen Richtlinien oder von den Kunden gefordert. So wird beispielsweise von Unternehmen D eine lange Produktlebensdauer und hohe Zuverlässigkeit von den Kunden erwartet. Demnach priorisiert das Unternehmen diese Faktoren ebenso in der Produktentwicklung.

Bei der Betrachtung der reinen Produktentwicklungsprozesse, lassen sich zwischen den Unternehmen einige Unterschiede darstellen. So wurde eine wirtschaftliche Betrachtung von vier Unternehmen (A, B, F und G) nicht mit in die Produktentwicklung einbezogen.

Des Weiteren ist lediglich ein Unternehmen nach ISO 14001 zertifiziert (D) und zwei weitere folgen bei der Produktentwicklung verschiedenen Öko-Richtlinien (A und C). Besonders Unternehmen D ist stark getrieben von den Kundenanforderungen. So gestalten sie ihre Produkte langlebig, da dies ein Kaufkriterium für die Kunden darstellt. Ebenso nutzen zwei Unternehmen einen Stage-Gate Prozess für die Produktentwicklung (C und F), wobei diese, außer der Erfüllung von Meilensteinen, nicht deutlich von den anderen abweichen. Die Unterschiede können den Einbezug von Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung begünstigen, wobei aus der Betrachtung der reinen Produktentwicklungsprozesse noch keine Aussagen über Erfolgsfaktoren getroffen werden können.

5.4 Hürden und Vorteile

Die Auswertung der Interviews hat gezeigt, dass Unternehmen eine Vielzahl an Hürden für die Integration von Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung sehen. So konnten sechs Kategorien an Hürden identifiziert werden; Wirtschaftlichkeit, Zeit, Bildung, Einstellung der Kunden, technische Machbarkeit und Verfügbarkeit (Materialien und Technologien, vgl. Kapitel 4.5). Als Vorteile wurden drei Kategorien identifiziert; Allgemeine Vorteile (z.B. genereller Wettbewerbsvorteil), Wirtschaftlichkeit und Reduzierung von Kosten (vgl. Kapitel 4.6). Im Nachfolgenden werden die genannten Hürden und Vorteile diskutiert.

Die Integration von Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung erfordert einen hohen Initialaufwand. Dies stellt eine besondere Herausforderung für mittelständische Unternehmen dar. Dennoch wird nachhaltiges Produktdesign ebenso als ein Werkzeug gesehen, um Wettbewerbsvorteile zu generieren und viele Arten von Kosten zu senken. Dieser Wiederspruch impliziert, dass die Unternehmen ihre Kostenrechnung nur über einen zu kurzen Zeitraum planen, sodass sich Nachhaltigkeit aus finanzieller Sicht nicht lohnt.[192] Ebenso sind die derzeitigen Marktpreise für nicht erneuerbare Rohstoffe sehr gering, sodass eine Nutzung von teureren nachhaltigen Materialien sich in erhöhten Herstellungskosten auswirkt. Angesichts der Herausforderungen an die heutige Zeit (steigenden Nachfrage an Primärstoffen und die gleichzeitige Verringerung an natürlichen Vorkommen, vgl. Kapitel 1.1), ist dieser Faktor nur eine Frage der Zeit, bis

[192] Der Wiederspruch ist ein Resultat des Forschungsprozesses und bedarf einer weiteren Validierung.

die Nachfrage an Primärrohstoffen höher ist als das Angebot auf dem Markt. Durch eine frühe Substitution dieser Materialen mit einer nachhaltigen Alternative, eröffnet sich für die Unternehmen die Möglichkeit diesem Risiko entgegenwirken. Somit kann die Widerstandsfähigkeit der Unternehmen auf lange Sicht gestärkt werden. Diese Herausforderung betrifft nicht nur den reinen Materialaspekt des Produktes. Ebenso müssen die negativen Umwelteinflüsse entlang des gesamten Lebenszyklus des Produkts mit in Betracht gezogen werden. So wird ebenso Energie für Transport, Produktion und Recycling des Produktes benötigt.[193] Oftmals werden fossile Brennstoffe (z.B. Kohle und Erdgas) für die Bereitstellung dieser Energie genutzt. Demnach müssen hierfür ebenfalls Alternativen gefunden werden bzw. neue Konzepte implementiert, um den Energieverbrauch zu mindern und den Umwelteinfluss zu minimieren. Eine mögliche Lösung für die Herausforderung an die Logistik, ist der lokale Bezug und die lokale Produktion der Produkte.

Erst bei einer steigenden Nachfrage an nachhaltigen Produkten und der Bereitschaft der Kunden einen, aufgrund der erhöhten Herstellungskosten, höheren Produktpreis zu zahlen, sehen sich die Unternehmen in der Lage den Nachhaltigkeitsgedanken in ihre Produktentwicklung einbeziehen. Dies widerspricht ebenso den genannten Vorteilen. So wird Nachhaltigkeit als Instrument gesehen, um Wettbewerbsvorteile, wie eine erhöhte Kundenloyalität, zu generieren und Kosten zu senken. Demzufolge kann geschlussfolgert werden, dass die Unternehmen auch in diesem Bereich eher über einen kurzen Zeitraum planen bzw. eine ambivalente Auffassung des Themas Nachhaltigkeit besitzen.[194]

Besonders für Unternehmen D, wird die technische Machbarkeit und Verfügbarkeit als größte Hürde gesehen, um Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung zu integrieren. Für viele Technologien ist es nach heutigem Stand der Technik noch nicht möglich, sie mit erneuerbaren Materialien zu realisieren. Dennoch ist es möglich, sein Produkt so nachhaltig wie möglich zu gestalten. Verschiedene Werkzeuge wie die Umweltbilanz können dabei helfen die Materialien und Prozesse (z.B.: Produktion und Transport) mit den höchsten Umwelteinwirkung zu identifizieren sowie durch Alternativen zu ersetzen.

[193] Die Annahme wurde aus dem Forschungskontext geschlussfolgert und muss durch weiter Untersuchungen gefestigt werden.

[194] Die Schlussfolgerung unterstützt die den zuvor dargelegten Wiederspruch. Dennoch ist eine weitere Validierung notwendig

Bei der Verwendung von Primärstoffen, ist die Kreislaufführung eine nachhaltige Lösung. Die Gewährleistung einer Kreislaufführung ist jedoch mit großem Aufwand und Anpassung des gesamten Systems verbunden. So müssen ebenso Randbedingungen wie die Sammlung ausgedienter Produkte, Trennung der Materialien und Kosten des Recyclingprozesses in die Betrachtung miteinbezogen werden.

Wie bereits in Kapitel 4.5 dargestellt werden konnte, fehlt den Unternehmen und den Produktentwicklern oftmals das nötige Verständnis für Nachhaltigkeit und Rohstoffflüsse. So wird auch von den Unternehmen die Bildung der Produktentwickler als Hürde gesehen. Das Thema Nachhaltigkeit hat in den vergangen Jahren, stark an Bedeutung gewonnen und wird immer wichtiger (vgl. Kapitel 2.2). Daher kann davon ausgegangen werden, dass zukünftige Generationen über eine höhere Expertise im Bereich der nachhaltigen Produktentwicklung verfügen werden. Dennoch ist es für Unternehmen von Bedeutung in die Bildung und Schulung ihrer Mitarbeiter zu investieren.

Die Produktentwickler sind zeitlich limitiert in der Entwicklung, daher wird die Integration von Nachhaltigkeitsaspekten als zusätzlicher Zeitaufwand gesehen. Dies spiegelt die Priorisierung von Nachhaltigkeit im Unternehmen wieder. Demnach ist Nachhaltigkeit nicht als fester Bestandteil des Entwicklungsprozesses integriert. Eine weitere mögliche Lösung wurde in Form eines parallelen Entwicklungsprozesses (mit unlimitierten Ressourcen und Zeit) von dem Interviewten E vorgeschlagen. Diese Lösung scheint jedoch nur für Unternehmen realisierbar, die über ein hohes Budget Verfügung, da dieser paralleler Prozess mit deutlichen Mehrkosten verbunden ist.

Letztlich sehen Unternehmen eine Hürde in der Verfügbarkeit der nachhaltigen Alternativen selbst. Dies drückt sich darin aus, dass für einzelne Technologien und Materialien keine Zulieferer existieren und die Unternehmen dadurch gezwungen auf herkömmliche Lösungen zurückzugreifen. Durch diesen Faktor wird klar, dass die Unternehmen ein Teil des sozio-ökologischen Systems sind und sich dessen bewusst sein müssen. Demnach ist für die Integration von Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung eine Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Parteien der Lieferkette erforderlich.

Das ist mit einem initialen Mehraufwand verbunden, bietet jedoch die Möglichkeit lieferkettenübergreifende Synergien zu erzielen und somit die Wettbewerbsfähigkeit der Unternehmen zu stärken.

Beim Vergleich der Hürden und Vorteile fällt auf, dass sich die meisten Hürden durch eine veränderte Betrachtungsweise und eine Veränderung des Produktdesigns überwinden bzw. mittels intelligenter Nutzung der Vorteile kompensieren lassen. Das erfordert jedoch einen initialen Aufwand von den Unternehmen, der sich erst über einen längeren Zeitraum betrachtet amortisiert.

5.5 Lösungen

Im Interviewprozess haben die Unternehmen eine Vielzahl an Lösungen für die Integration von Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung vorgeschlagen. Diese wurden in sieben Kategorien unterteilt (vgl. Kapitel 4.7). Im Nachfolgenden werden die genannten Lösungen diskutiert.

Nachhaltigkeit soll als Grundstein in die Unternehmensphilosophie verankert werden. Dadurch wird Nachhaltigkeit zu einem übergeordneten Kriterium und demnach am höchsten priorisiert. Ein solcher Wandel erfordert von Unternehmen, wenn eine nachhaltige Grundphilosophie noch nicht integriert ist, einen hohen Grad an Veränderung. Besonders große Unternehmen verfügen über feste Prozesse und Regularien. Diese zu ändern und sich von dem „alt bewehrtem“ zu lösen, erscheint daher als eine schwierige Aufgabe. Zudem existiert nicht immer eine nachhaltige Alternative für Produktlösungen. Daher müssen auch auf diesem Weg, bei Zielkonflikten Kompromisse geschlossen werden, um den negativen Umwelteinfluss entlang des Lebenszyklus zu minimieren. Des Weiteren müssen neue Technologien sowie Materialien entwickelt werden, um die technische Machbarkeit zu realisieren und so Nachhaltigkeit attraktiver für Unternehmen zu gestalten. Nachhaltigkeit als übergeordnetes Prinzip wird nicht ausschließlich von den Unternehmen gefordert. Diese sind ebenso auf die Wünsche der Kunden angewiesen. Daher muss in diesem Bereich ein genereller Wandel des Bewusstseins stattfinden. Der Bildungsweg ist eine Möglichkeit dies zu realisieren. Dabei kann ein Verständnis von Nachhaltigkeit, globalen Zusammenhängen und Rohstoffflüssen das Bewusstsein für Nachhaltigkeit innerhalb

der Gesellschaft stärken. Als unterstützende Struktur wird auch die Hilfe der Europäischen Union bzw. der lokalen Regierung gefordert (auf Bildungs-, Technologieentwicklungs- und Finanzierungsebene). In Deutschland werden Unternehmen zur Transformation in Richtung Nachhaltigkeit ermutigt (vgl. Kapitel 1.2), dennoch müssen diese Gelegenheiten auch von den Unternehmen erkannt und wahrgenommen werden.

Letzen Endes haben die Unternehmen selbst den größten Einfluss auf die Produktentwicklung. So kann eine ausführliche Planung durch interdisziplinäre Gruppen den Einbezug von Nachhaltigkeitskriterien deutlich begünstigen. Durch die Interdisziplinarität, werden Herausforderungen aus mehreren Blickwinkeln betrachtet (z.B.: aus ökologischer, sozialer, technischer und ökonomischer Sicht). Dies ermöglicht die Kombination verschiedener Bereiche, Konzepte und Denkschulen, um so innovative Lösungsansätze zu entwickeln.

Letztlich ist es von hoher Bedeutung, Nachhaltigkeit auf einem angemessenen Weg zu vermitteln. Dazu zählen die Kommunikation innerhalb des Unternehmens, sowie die nach außen. Daher müssen Kommunikationsstrategien entwickelt werden, um diese möglichst effektiv zu zu gestalten. Eine Sammlung von Erfolgsbeispielen, „Storytelling“, sowie die Schaffung einer (nachhaltigen) Vision können hier zur Unterstützung dienen.

5.6 Erfolgsfaktoren

Aus dem Vergleich der einzelnen Unternehmensgruppen, sowie Hürden, Vorteile und den von den Unternehmen dargestellten Lösungen, lassen sich Erfolgsfaktoren für die Integration von Nachhaltigkeitskriterien in der Produktentwicklung ableiten. Im Nachfolgenden werden die identifizierten Erfolgsfaktoren dargestellt und erläutert.

Verständnis und Know-How

Wie bereits in Kapitel 4.2.1dargestellt, existiert zwischen den Unternehmen ein unterschiedliches Verständnis von Innovation, Kreislaufwirtschaft und Nachhaltigkeit. Besonders im Bereich Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft, ist für die Umsetzung eine Integration der gesamten Lieferkette ein entscheidender Faktor.

Daher ist es bedeutsam, dass die Unternehmen sich ein grundsätzliches Verständnis für diese Terminologien aneignen und über entsprechende Werkzeuge verfügen, um diese in Ihre Produktentwicklung zu integrieren.

Grundeinstellung

Das Unternehmen A weist eine nachhaltige Grundeinstellung auf. Demnach ist das Thema Nachhaltigkeit tief in der Grundphilosophie des Unternehmens verankert. Dadurch wird Lösungen mit einem hohen negativen Umwelteinfluss, während des Produktentwicklungsprozesses, keine Beachtung geschenkt und von Anfang an ausgeschlossen. Demnach wird Nachhaltigkeit als übergeordnetes Hauptkriterium priorisiert.

Kommunikation

Eine nachhaltige Unternehmenskultur muss neben der Kommunikation innerhalb des Unternehmens, auch an das Umfeld kommuniziert werden. Hierzu ist die Schaffung einer effektiven Kommunikationsstrategie von Bedeutung. Die kann beispielweise mittels „Storytelling“, sowie der Schaffung und Kommunikation einer (nachhaltigen) Vision realisiert werden. Nachhaltige Produkte können so zu einem Alleinstellungsmerkmal für Unternehmen werden und dadurch einen Wettbewerbsvorteil darstellen.

Übersetzung in Kundenvorteile

Unternehmen A, B, und D übersetzen ihre einbezogenen Nachhaltigkeitskriterien erfolgreich in einen direkten Nutzen für den Kunden, so dass dieser zu einem Kauf animiert wird. So wird beispielsweise bei Unternehmen D, Langlebigkeit und Zuverlässigkeit als Qualitätsmerkmal kommuniziert und von den Kunden wertgeschätzt. Ebenso übersetzen Unternehmen A und B das Prinzip der Kreislaufwirtschaft in direkte Kundenvorteile (z.B.: Reparierbarkeit, Langlebigkeit, Wartungsfreundlichkeit). Speziell für Unternehmen A ist die Verwendung eines nachhaltigen Materials in ihrem Produkt ein Alleinstellungsmerkmal.

Externe Berater und Nutzung von Chancen

Unternehmen A hat während des Produktentwicklungsprozesses, stetig die Unterstützung von externen Beratern in Anspruch genommen. Auf diese Art und Weise ist es möglich, interne Wissenslücken zu schließen und neue Lösungsansätze zu kreieren. Des Weiteren erkennen und nutzen die Unternehmen A und F aufkommende Möglichkeiten einer Unterstützung (z.B. Förderungen, Zusammenarbeit mit lokaler Regierung und EU). Durch die Realisierung und Nutzung solcher Gelegenheiten, bietet sich die Möglichkeit zusätzliches Kapital zu generieren und Expertise zu gewinnen.

Langzeitplanung

Nachhaltige Produkte erfordern oftmals einen höheren Initialaufwand im Vergleich zu herkömmlichen Produkten (vgl. Kapitel 4.5). Daher ist es von Bedeutung die Kostenrechnung über einen längeren Zeitraum zu betrachten. Zudem können durch ein kreislauffähiges Produkt, langfristig zusätzliche Einnahmen generiert werden (z.B.: durch Reparatur und Wartung).

Innovationsbereites und lösungsorientiertes vorgehen

Bei der Betrachtung der Unternehmen fällt auf, dass A und B besonders innovationsbereit sind sowie lösungsorientiert vorgehen. Dadurch sind diese Unternehmen stets offen für neue Vorschläge und fokussieren sich auf Lösungen anstatt auf Probleme. Dies stellt eine besondere Herausforderung für Unternehmen mit fest geregelten Abläufen dar, da ein Umdenken und Flexibilität gefordert wird.

Flexible und schnelle Entscheidungsprozesse

Die als nachhaltig kategorisierten Unternehmen, besitzen beide weniger als 30 Mitarbeiter und verfügen über kurze bzw. unkomplizierte Kommunikationswege. Des Weiteren wurde von den Interviewten B, E und G dargestellt, dass kleine Unternehmen, im Vergleich zu großen, schneller Entscheidungen treffen können. Daher ist es besonders für große Unternehmen von Bedeutung, die Entscheidungsprozesse zu beschleunigen und flexibler zu gestalten. Eine nachhaltige Produktlösung erfordert oftmals das vielfache Austesten und Adaptieren neuer Lösungen.

Produktspezifische Betrachtung

Das Verständnis von Nachhaltigkeit ist bei Unternehmen B nur sehr allgemein. Dennoch wurde es als nachhaltiges Unternehmen kategorisiert. Dies liegt daran, dass das Produkt selbst ein nachhaltiges Design fordert (kreislauffähiges Produkt). Demnach kann eine produktspezifische Betrachtung als Erfolgsfaktor identifiziert werden. So ist es für die Unternehmen von Bedeutung, dass eigene Portfolio auf nachhaltige Alternativen, Lösungen sowie Geschäftsmodelle zu untersuchen und an Nachhaltigkeitsanforderungen anzupassen.

Systemische Betrachtungsweise und Interdisziplinarität

In der heutigen Zeit existiert ein Unternehmen nur selten losgelöst und unabhängig von anderen Strukturen. So ist beispielsweise ein Unternehmen bei der Materialauswahl abhängig von dem Angebot der Zulieferer. Demnach müssen Unternehmen ihre Position in einem größeren Kontext betrachten und einordnen (Teil des sozio-ökologischen Systems). Dies erfordert ebenso ein Verständnis für die Zusammenhänge und Wechselwirkungen zwischen den einzelnen Elementen. Für die Integration von Nachhaltigkeitskriterien kann so die gesamte Lieferkette mit einbezogen werden. Hierfür ist auch die Arbeit in interdisziplinären Gruppen ausschlaggebend. Durch den Einbezug von Personen aus unterschiedlichen Disziplinen in die Produktentwicklung, werden die Herausforderungen aus verschiedenen Blickwinkeln betrachtet (z.B.: sozial, ökologisch, ökonomisch, technisch). Die Nutzung der Synergieeffekte zwischen den Disziplinen eröffnet neue Lösungsansätze, Realisierungsmöglichkeiten und stimuliert Innovation im Unternehmen.

Die Integration von Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung ist komplex und erfordert die Zusammenarbeit einer Vielzahl von Akteuren. In diesem Abschnitt wurden Faktoren dargelegt, um dies erfolgreich zu realisieren.

5.7 Validität der Ergebnisse

Die vorliegende Arbeit nutzte die Forschungsmethode des qualitativen Interviews. Die wissenschaftliche Stärke dieser Arbeit wurde durch eine enge Zusammenarbeit des Autors mit seinem Betreuer und weiteren Wissenschaftler*innen gewährleistet. Die Ergebnisse der Arbeit sind in jeder Phase reflektiert und kritisch diskutiert worden, bis eine Einigung erzielt wurde. Dadurch konnte ein hoher Grad an Objektivität gewährleistet werden.

Der methodische Ansatz der qualitativen Interviews besitzt jedoch Fehlerpotential. So war der Forscher nicht in der Lage, die Prozesse sind selbst zu beobachten. Demnach basieren die Ergebnisse den subjektiven Einschätzung, sowie Wissensstand der Interviewten und der Interviewte repräsentiert zugleich das gesamte Unternehmen. Zusätzlich wurden fünf Interviews auf Englisch durchgeführt. Dadurch könnte es zu Verständnisschwierigkeiten bzw. Missverständnissen auf beiden Seiten gekommen sein. Aufgrund von zeitlichen Limitierungen konnte eine zusätzliche Validierung der Aussagen nicht realisiert werden. Des Weiteren wurden nur sieben Interviews durchgeführt. Eine höhere Anzahl an Probanden würde die Repräsentativität der Ergebnisse erhöhen. Ebenso sind sechs der sieben Interviews mittels der Nutzung von Skype durchgeführt worden. Dadurch war es dem Forscher nicht möglich auf Veränderungen der Körpersprache des Interviewten einzugehen.

6. Zusammenfassung und Ausblick

Im letzten Kapitel werden die gewonnen Erkenntnisse zusammengefasst, sowie ein Ausblick und weiterer Forschungsbedarf dargelegt.

In der vorliegenden Arbeit wurde der Produktentwicklungsprozess von sechs Unternehmen untersucht. Dabei sind sechs Interviews mit Vertretern von Unternehmen und ein Experteninterview durchgeführt worden. Ziel war es dabei, den Produktentwicklungsprozess zu verstehen und die Bedeutung von Nachhaltigkeitskriterien zu ermitteln. Des Weiteren wurden die unternehmerischen Hürden, Vorteile und potentiellen Lösungen einer nachhaltigen Produktentwicklung untersucht. Zudem wurde das Verständnis der Terminologien „Innovation“, „Kreislaufwirtschaft“ und „Nachhaltigkeit“ untersucht. Letztlich konnte aus den gewonnen Erkenntnissen, Erfolgsfaktoren für eine nachhaltige Produktentwicklung abgeleitet werden: Verständnis und Know-How, Grundeinstellung, Kommunikation, Übersetzung in Kundenvorteile, externe Berater und Nutzung von Chancen, Langzeitplanung, flexible und schnelle Entscheidungsprozesse, produktspezifische Betrachtung und eine systemische Betrachtungsweise. Die Anfangsthese *„Nachhaltiges Produktdesign findet in der Produktentwicklung von Unternehmen keine Beachtung“* konnte während des Forschungsprozesses wiederlegt werden. Lediglich zwei der sieben Unternehmen beziehen keine Nachhaltigkeitskriterien in ihren Produktentwicklungsprozess mit ein.

Angesichts der zahlreichen Herausforderung an die heutige Welt wird klar, dass das Thema Nachhaltigkeit immer mehr an Bedeutung gewinnt. So werden Produkte und die damit verbundenen Prozesse näher in den Fokus rücken und sich verändern. Die vorliegende Arbeit trägt einen Teil zu dieser Bewegung bei. Sie soll als Meilenstein für die Transformation unserer jetzigen Welt, hin zu einer nachhaltigen dienen. Es konnte ein deutlicher Widerspruch in den Aussagen der Unternehmen festgestellt werden. So wird auf der einen Seite, eine nachhaltige Produktentwicklung als Instrument gesehen, um Wettbewerbsvorteile zu generieren und Kosten zu sparen, auf der anderen Seiten wird sie als sehr kostenintensiv angesehen. Dies wirft die Frage nach den Gründen der ambivalenten Wahrnehmung von Nachhaltigkeit auf. Aufbauend auf den Ergebnissen dieser Arbeit ist eine genauere Betrachtung der Unternehmen in Form von Fallstudien

sinnvoll. Dadurch könnten die Prozesse direkt beobachtet und hinsichtlich der Erfolgsfaktoren untersucht werden. Zudem sollten die Ergebnisse mit den Unternehmen reflektiert werden, um weitere Lücken aufzudecken. Des Weiteren soll dise Integration von Nachhaltigkeitskriterien für Unternehmen vereinfacht werden. Dass kann mittels der Entwicklung von neuen Geschäftsmodellen, wie die Kreislaufwirtschaft, sowie durch die Transformation etablierter Strukturen geschehen. Durch die Zerstörung von altem, kann neues geschaffen werden, denn aus Tod entsteht Leben und dem Zerfall folgt Wachstum.

Anhangsverzeichnis

Anhang 1 Interviewleitfaden (deutsch)
Anhang 2 Interviewleitfaden (englisch)
Anhang 3 Übersicht der Interviewten
Anhang 4 Zusammenfassung Interview A
Anhang 5 Zusammenfassung Interview B
Anhang 6 Zusammenfassung Interview C
Anhang 7 Zusammenfassung Interview D
Anhang 8 Zusammenfassung Interview E
Anhang 9 Zusammenfassung Interview F
Anhang 10 Zusammenfassung Interview G

Anhang

Anhang 1: Interviewleitfaden (deutsch)

Im Nachfolgenden ist der für die in Deutsch durchgeführten Interviews verwendete Leitfaden dargestellt.

Nr.	***Allgemeine Eckdaten***
1	Welche Position haben Sie in Ihrem Unternehmen?
2	Welche Produkte stellt Ihr Unternehmen her bzw. in welchen Geschäftsfeld ist Ihr Unternehmen tätig?

Nr.	***Hauptfragen***
1.	**Wie läuft der Produktentwicklungsprozess in Ihrem Unternehmen ab?** (Vielleicht erzählen Sie dies anhand eines Beispiels des zuletzt entwickelten Produktes. Bitte beginnen Sie beim ersten Schritt.)
1.1	Gibt es eine bestimmte Reihenfolge an Schritten die Sie bewusst absolvieren? (Wie war das mit dem oben dargelegten Fallbeispiel? Was sind die idealtypischen Schritte?)
1.2	Welche Abteilungen sind in diesen Prozess involviert bzw. wie findet die Kommunikation zwischen den Abteilungen statt?
1.3	Nach welchen Kriterien werden Designentscheidungen hinsichtlich Auswahl der Materialien, Technologien (Form und Funktion) getroffen? (z.B.: technische, wirtschaftliche, ökologische, soziale Kriterien, Kundenwünsche, staatl. Regularien)
1.4	Was verstehen Sie unter Innovation?
1.5	Was verstehen Sie unter Nachhaltigkeit?
2.	**Werden Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung mit einbezogen?**
2.1	Wenn ja, welche Nachhaltigkeitskriterien werden in die Produktentwicklung mit einbezogen? (z.B.: Design für Langlebigkeit, Design für

	Instandhaltung und Reparatur, Design für Aufrüstbarkeit und Adaptierbarkeit, Design für Standardisierung und Kompatibilität, Design für Wiedermontage, Design für Recycling)
2.2	Wenn ja, an welchem Prozessschritt werden diese mit einbezogen?
2.3	Wenn ja, wie werden Nachhaltigkeitskriterien gewertet bzw. priorisiert? (Können Sie anhand eines Beispiels erklären, wo diese Kriterien einbezogen wurden?) (dann weiter anhand echter Beispiele fragen)
2.4	Wie werden Nachhaltigkeitskriterien gewertet bzw. priorisiert, im Vergleich zu anderen Kriterien?
2.5	Wenn nein, gab es einmal Initiativen oder Aktivitäten, um die Kriterien besser einzubeziehen? Warum sind diese gescheitert? Was denken Sie sind die Gründe, warum Nachhaltigkeitskriterien nicht in die Produktentwicklung mit einbezogen werden? (z.B.: fehlendes Wissen, fehlende Zeit, fehlende Prozesse, fehlende Kapazität)
3.	**Ist es in der Zukunft geplant Nachhaltigkeitskriterien mit in die Produktentwicklung einzubeziehen bzw. haben Sie eine Nachhaltigkeitsstrategie?**
4.	**Sehen Sie Potential Nachhaltigkeitskriterien in Ihren Produktentwicklungsprozess zu integrieren?**
3.1	Wenn ja, an welchen Stellen sehen Sie besonders großes Potential?
3.2	Warum sehen Sie gerade an diesen Stellen Potential?
3.4	Wenn nein, warum sehen Sie kein Potential Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung mit einzubeziehen?
3.5	Wenn nein, wo sehen Sie die größten Hürden
4.	**Wenn Sie sich vorstellen, in 2030 ist nachhaltiges Design das wichtigstes Innovationsziel bzw. Kriterium in Ihrem Unternehmen. Wie sah der Weg dahin aus? Was ist passiert? Wo brauchten Sie Unterstützung? (z.B.: Staatl. Förderung)**
4.1	Sehen Sie spezielle Treiber bzw. Vorteile die besonders wichtig sind?
4.2	Aus Ihrer Erfahrung heraus, ist nachhaltiges Design eher Kostentreiber oder können dadurch Kosten gesenkt werden? (z.B.: Energie, Materialien, Prozesskosten)
4.3	Sehen Sie nachhaltiges Design als Innovationsinstrument, durch das sich Wettbewerbsvorteile ergeben? (z.B.: Kundenbindung, Risikominimierung, Unternehmensruf, technologische Vorteile)
4.4	Was verstehen Sie unter Kreislaufwirtschaft?

4.5	Können Sie sich vorstellen diesen Ansatz für Ihr Unternehmen zu übernehmen?

Anhang 2 : Interviewleitfaden (englisch)

Im Nachfolgenden ist der für die in Englisch durchgeführten Interviews verwendete Leitfaden dargestellt.

Nr.	***Allgemeine Eckdaten***
1	What is your position in the company?
2	Which products does your company produce? In which area of business is your company active?

Nr.	***Main Questions***
1.	**Please describe the typical product development process in your company.** (Maybe you talk about a product that you have already developed. Describe it from the first till the last step of the development process.)
1.1	Is there a specific order of steps that you follow consciously? (How was it for the example named above? Is there an ideal order of steps?)
1.2	Which departments are involved in the process? How is the communication between those?
1.3	What are the criteria for the decision making process with regards to material and technology (shape and function)? How are decisions being made? (e.g.: technical, economical-, ecological, social criteria, customer requests, governmental regulations)
1.4	How would you define innovation? (definition)
1.5	How would you define sustainability? (definition)
2.	**Do you include sustainability criteria into your product development process?**
2.1	If yes, which sustainability criteria do you include into your product development process? (e.g.: design for longevity/durability, design for maintenance and repair, design for upgradability and adaptability, design for standardization and comparability, design for dis -and reassembly/ for recycle)
2.2	If yes, in which steps of the process do you include them?

2.3	If yes, how do you prioritize sustainability criteria? (talk about an example of a product, were you have included them)
2.4	How do you prioritize sustainability criteria in comparison to other criteria? (e.g.: economical)
2.5	If not, is there any initiative or activity to include sustainability criteria into your company? What do you think are the reasons that sustainability criteria are not included in the product development process? (e.g.: lack of knowledge, lack of time, lack of processes, lack of capacity)
3.	**Do you plan to include sustainability criteria in your product development process? Do you have a sustainability strategy?**
4.	**Do you see potential to include sustainability criteria in your product development process?**
3.1	If yes, where do you see the biggest potential? At a special step?
3.2	Why do you see the potential there?
3.4	If not, why don't you see potential to include sustainability criteria in your product development process?
3.5	If not, where do you see the highest barriers?
4.	**Imagine, we are now in the year 2030 and sustainable design is the most important target for innovation. What did you do to get there? What needed to happen? Where did you needed support and which support did you need? (e.g.: governmental support)**
4.1	Where do you see enabler?
4.2	From you experience, do you see sustainable design a driver for costs or do you think you can reduce costs? (e.g.: energy, material, process costs)
4.3	Do you think that sustainable design could be a tool to stimulate innovation in order to create competitive advantages in the market? (e.g.: customer loyalty, risk mitigation, reputation, technological advantages)
4.4	How would you define circular economy? (definition)
4.5	Could you imagine to adopt such an approach for your company?

Anhang 3: Überblick der Unternehmen

In der nachfolgenden Tabelle ist ein Überblick über die Interviewten Unternehmen Dargestellt.

Unternehmen	***Position***	***Mitarbeiterzahl***	***Produkt***
A	Projektleiter	Ca. 25	nachhaltiger Laptop und Elektronikprodukte
B	Geschäftsführer	3	modularer Laptop
C	Projektleiter und Entwicklungsingenieur	>50.000	Elektronikprodukte
D	Stellvertretender Entwicklungsleiter	>5.000	elektronische Messtechnik
E	Experte	-	-
F	Geschäftsführer	<50	modulare Elektronik Produkte
G	Gründer	17	-

Anhang 4: Zusammenfassung Interview A

Im Nachfolgenden wird eine Zusammenfassung des Interviews A in eigenen Worten dargestellt.

Das Interview begann mit einer ausführlichen Beschreibung des Unternehmens, beginnend bei der Gründung, über die verschiedenen Stadien von Prototypen, bis hin zu dem heutigen Stand und derzeitigen Projekten. Dieser geschichtliche Verlauf wurde von dem Interviewten anhand der Entwicklung des nachhaltigen Computers (den verschiedenen Prototypen) und verschiedenen Forschungsprojekten dargelegt. Dabei war das Unternehmen Teil von nationalen als auch internationalen (europäischen) Forschungsprojekten. Der Produktentwicklungsprozess wurde von dem Interviewten als sehr empirisch beschrieben. Der Prozess selbst wurde anhand der Entwicklung des nachhaltigen Computers dargestellt. Es wurde als erstes die Idee diskutiert. Im Anschluss wurde der gesamte Produktlebenszyklus berücksichtigt. Dabei wurde auf zwei Aspekte besonders geachtet. Zum einen, die Umweltwirkung des Produktes über den Lebenszyklus, zum andern die Einfachheit des Designs in Hinsicht auf Wiederverwendung, leichte Auseinanderbaubarkeit und Verbesserungsmöglichkeiten. Er beschrieb den Prozess als einen ständigen Dialog mit dem Ziel einen Weg zu finden, um den Computer näher an den optimalen Lebenszyklus zu bringen. Der Interviewte beschrieb ebenso, dass besonders in den ersten Diskussionen verschiedene externe Experten und Berater mit einbezogen worden sind. Durch den Dialog zwischen dem Unternehmen und verschiedenen Institutionen (z.B.: externe Berater) sind dann verschiedene Prototypen entstanden. Im Anschluss sagte der Interviewte, dass es heutzutage mehr um das Ausprobieren von verschiedenen Möglichkeiten, mit dem Ziel den Umwelteinfluss zu reduzieren, geht. Auf die Nachfrage nach spezifischen Schritten im Produktentwicklungsprozess antwortete der Interviewte ebenso mit demselben Beispiel und beschrieb, wie sich das Gehäuse des Computers im Laufe der Zeit in Richtung nachhaltiges Gehäuse entwickelt hat. Des Weiteren hebt er die Bedeutung von Multifunktionalität sowie Konnektivität (eine Vielzahl von Anschlüssen und Schnittstellen) hervor und bezeichnet diese als Schlüsselelementen in Bezug auf Obsoleszenz.

Auf die Frage nach der Kommunikation zwischen den verschiedenen Abteilungen beschreibt der Interviewte die Zusammensetzung des Teams (zwei Ingenieure, er selbst und externe Berater). Als Hauptkriterium für die Entscheidungsfindung mit dem Bezug auf Material und Technologie wurde von dem Interviewten der Umwelteinfluss als Hauptkriterium genannt. Auf Nachfragen nach weiteren Kriterien hat der Interviewte Materialkosten als nicht kritisch dargestellt (aufgrund geringer Menge), wobei die Verfügbarkeit stets gewährleistet sein muss. Weitere Kriterien sind Haltbarkeit, Robustheit und Kundenpräferenzen. Die Frage was Innovation für den Interviewten bedeutet wurde sehr unternehmensbezogen beantwortet, wobei keine klare Definition genannt worden ist. Er beschreibt sein Unternehmen als innovativ, weil es existierende Technologien an die Bedürfnisse der Gesellschaft und der Umwelt anpasst.

Die Frage was Nachhaltigkeit für den Interviewten bedeutet, wurde ebenso sehr produktbezogen beantwortet. Demnach ist Nachhaltigkeit essentiell mit dem Umwelteinfluss des Produktes verbunden (Herstellung und Benutzung). Ein nachhaltiges Produkt zielt daher darauf ab, seine negativen Einflüsse auf die Umwelt zu minimieren. Des Weiteren bezieht er die finanzielle und soziale Seite der Nachhaltigkeit mit ein. Als Beispiel wird die lokale und machbare Produktion genannt. Die Frage ob Nachhaltigkeitskriterien in den Produktentwicklungsprozess mit einbezogen wird, wurde sehr ausführlich beantwortet. Als materialbezogene Kriterien wurde geringer Umwelteinfluss, geringer Energiekonsum, geringe Toxizität, Robustheit, Langlebigkeit und Verfügbarkeit genannt. Als Designstrategien wurden Design für Einfachheit, Wiederverwendung, Reparierbarkeit, Aufrüstbarkeit und Langlebigkeit genannt. Zudem wurde gesagt, dass das Produkt auf einem Weg designet sein muss, um Kreisläufe zu schließen. Multifunktionalität sowie Konnektivität wurden ebenso als Nachhaltigkeitskriterien genannt, da diese mehrere Bedürfnisse an technischen Anwendungen (z.B.: Fernseher) mit einem Gerät befriedigen und dadurch Ressourcen gespart werden. Letztlich geht der Interviewte auf die lokale Produktion mittels eines digitalen Herstellungsumfeldes ein. Dies könnte durch die Vereinfachung der Herstellung realisiert werden und würde zudem die lokale Wirtschaft stärken.

Der Interviewte sieht es als sehr wichtig diese Nachhaltigkeitskriterien in den gesamten Produktentwicklungsprozess zu integrieren, wobei es zu Unterschieden in der Intensität kommen kann. Idealerweise wird eine nachhaltige Betrachtungsweise überall von der Konzeptionsphase bis hin zur Herstellungsphase benötigt. Des Weiteren sagt der Interviewte, dass die detaillierten Informationen

zur Nachhaltigkeit besonders am Ende des Prozesses benötigt werden, da man die tatsächlichen Probleme erst dort erkennt und Lösungen ableiten kann (z.B.: mittels einer Produktlebenszyklusanalyse).

Nachhaltigkeitskriterien werden ebenso im Produktentwicklungsprozess als erstes priorisiert (noch vor wirtschaftlichen), da sie ein einzigartiges Verkaufsargument sind (z.B.: Verkauf von nachhaltigen Computern). Als Limitierung wird hier die Produktion der einzelnen Komponenten genannt, da diese meist aus China kommen und daher die Auswahl bzw. die Alternativen begrenzt sind. Kompromisse unter verschiedenen Nachhaltigkeitskriterien werden auf Basis der Funktionalität und des Umwelteinflusses getroffen. Als Beispiel wird der Kompromiss zwischen verschiedenen Gehäusematerialien erläutert.

Die Visionsfrage 2030 wurde im ersten Anlauf nur sehr allgemein beantwortet. Dabei hat der Interviewte jeden bisherigen Prototyp als Meilenstein beschrieben und verweist darauf, dass das Unternehmen jetzt auf den nächsten Schritt mit digitaler Fabrikation der Komponenten wartet. Auf Nachfragen wurde von dem Interviewten finanzielle Unterstützung von der EU und der irischen Regierung gefordert. Dies soll besonders die Machbarkeit der Produktherstellung unterstützen.

Die Antwort auf die Frage ob nachhaltiges Design eher als Kostentreiber gesehen wird, bezeichnet der Interviewte als „Tricky“. Auf der einen Seite sagt er, dass man dadurch auf lange Sicht Geld sparen kann, auf der anderen seien die Initialen Investitionskosten sehr hoch, sodass es für ein mittelständiges Unternehmen nur schwer erschwingbar sei. Digitale Fabrikation wird erneut als potentielle Lösung für dieses Problem genannt. Auf spezifisches Nachfragen, welche Kosten durch nachhaltiges Design reduziert werden können, antwortete der Interviewte, dass Nachhaltigkeit sich auf Materialien mit geringem Umwelteinfluss fokussiert und dadurch Kosten für die Umwelt spart. Zudem wird die Lebensdauer und Nutzbarkeit des Produktes maximiert. Dies spart Kosten, insbesondere für den Kunden. Im Anschluss wurde noch einmal der Vorteil von digitaler Fabrikation hervorgehoben (bedarfsspezifische Produktion).

Der Interviewte sieht nachhaltiges Produktdesign als einen Weg, um Innovation zu stimulieren und als Mittel, um Wettbewerbsvorteile zu generieren. Nachhaltiges Produktdesign wird als Strategie für KMU‘s dargestellt, um auf dem interna-

tionalen Markt aufzutreten. Auf genaueres Nachfragen nach weiteren spezifischen Vorteilen wurde auf die Flexibilität hingewiesen, die sich durch die digitale Fabrikation ergibt. Die Frage nach der Definition einer Kreislaufwirtschaft wurde damit beantwortet, dass der Interviewte sein Produkt für kreislauffähig hält, da alle Produkte entweder erneuerbar oder recycelbar sind (mit Ausnahmen kleinerer Komponenten). Dies erläutert der Interviewte anhand des Beispiels der verlängerten Lebensdauer des Produkts. Letztlich geht der Interviewte kurz auf das gute Feedback ein, dass er und sein Unternehmen erhalten haben, weil sie einen nachhaltigen Computer entwickelten. Dies sei sehr befriedigend und bestärkend für alle die am Entwicklungsprozess beteiligt sind.

Anhang 5: Zusammenfassung Interview B

Im Nachfolgenden wird eine Zusammenfassung des Interviews B in eigenen Worten dargestellt.

Das Interview begann mit einer kurzen Beschreibung des Unternehmens, sowie der zu interviewenden Person. Das Hauptprodukt des Unternehmens ist noch nicht auf dem Markt, da die Entwicklungskosten derzeit zu hoch sind. Um diese zu finanzieren soll vorher ein anderes Produkt auf den Markt gebracht werden. Der Prozess, um das Hauptprodukt auf den Markt zu bringen, sowie die Vorteile des Produktes wurden von dem Interviewten sehr detailliert beschrieben. Der Tätigkeitsbereich des Interviewten übergreift das gesamte Unternehmen, demnach gibt es keine vordefinierte Aufgabenverteilung.

Der Produktentwicklungsprozess wurde von dem Interviewe als „untypisch“ und nicht systematisch beschrieben, sowie anhand eines modularen Beispielproduktes dargestellt. Die Entwicklung begann mit einer einfachen Idee, welche dann Schritt für Schritt und kontinuierlich weiterentwickelt wurde. Der Interviewte hat den gesamten Prozess als iterativ, nach dem Prinzip „Trial and Error“, beschrieben. Zudem wurde sukzessive die Qualität der verwendeten Materialien erhöht. Als Entwicklungsschritte nannte der Interviewte: Idee, technische Machbarkeit und Re-Design. Die Kommunikationswege zwischen den Abteilungen wurden als sehr kurz und schnell beschrieben. Bezüglich der Entscheidungskriterien für Material- und Technologieauswahl, wurde Funktionalität genannt. Auf Nachfrage wurde ebenso die Wirtschaftlichkeit genannt, wobei eine hohe Leistung der Komponenten im Vordergrund stand. Innovation hat der Interviewte als etwas komplett Neuartiges beschrieben und als Beispiel den Fernseher und Video Camcorder genannt. Die Definition der Nachhaltigkeit wurde sehr allgemein beantwortet und als die Schaffung eines Systems, was noch weiter funktioniert beschrieben. Zudem bedeutet Nachhaltigkeit für den Interviewten auch, dass ein Unternehmen möglichst lange besteht. Ökologische Nachhaltigkeitskriterien wurden laut des Interviewten nicht bewusst in den Produktentwicklungsprozess mit einbezogen. Es wurde beschrieben, dass das Produkt aus einer gewissen Grundeinstellung heraus entstanden ist. Das Produkt und Geschäftsmodell berücksichtigt beispielsweise Kriterien wie: Langlebigkeit, Reparierbarkeit und Recycelbarkeit.

Der soziale Gedanke der Nachhaltigkeit wurde hingegen mit der Vision 2030 und den Gedanken die gesamte Wertschöpfungskette mit einzubeziehen, stark vertreten.

Die Priorisierung von verschiedenen Kriterien und Design Entscheidungen wurde als einfach beschrieben, da das Unternehmen derzeit noch den Luxus hat sich die Umstände heraussuchen zu können (darauf wurde nicht näher eingegangen). Nachhaltigkeitskriterien hinsichtlich Funktionalität und Qualität würden dabei vor Kosten priorisiert. Die Nachhaltigkeitsstrategie des Unternehmens wurde von der von der Vision 2030 abgeleitet. Potential durch die Investition in Nachhaltigkeit wurde in der Nutzung eines kreislaufwirtschaftlichen Geschäftsmodells gesehen. Hürden sieht der Interviewte keine, da er einen lösungsorientierten Ansatz verfolgt. Zudem benötigt er keinerlei Unterstützung für die Implementierung von Nachhaltigkeitskriterien.

Die Frage ob nachhaltiges Produktdesign eher als Kostentreiber gesehen wird oder man dadurch Geld einsparen kann, konnte von dem Interviewten aufgrund der fehlenden Erfahrung nicht beantwortet werden, wobei Nachhaltigkeit für den Interviewten ebenso bedeutet Kosten und weitere Faktoren zu optimieren. Direkte Vorteile von nachhaltigem Design konnten ebenso aufgrund von geringer Erfahrung nicht präzise genannt werden. Unter Kreislaufwirtschaft versteht der Interviewte, dass die Endverantwortung über das Produkt nicht auf dem Kunden abgewälzt, sondern von dem Unternehmen übernommen wird.

Anhang 6: Zusammenfassung Interview C

Im Nachfolgenden wird eine Zusammenfassung des Interviews C in eigenen Worten dargestellt.

Es begann mit einer kurzen Beschreibung des Unternehmens und des Interviewten selbst. Der Produktentwicklungsprozess konnte von dem Interviewten nicht anhand eines Beispielproduktes dargestellt werden, wurde aber dennoch sehr detailliert beschrieben. Generell beginnt die Produktentwicklung mit einer Erkundungsphase, bzw. mit einem Prozess der Nutzwertfeststellung (value proposition), um eine grobe Idee über den Markt, die Kunden und die Produktkategorie zu gewinnen. Wenn das Ergebnis positiv ist, wird das Projekt in die sogenannte „Advanced Development“ Phase überführt. Resultat dieser Phase ist eine funktionieres Produkt bzw. Softwarelösung. Von dieser Phase geht es in die Entwicklungsphase, in der die Produktion und die Markeinführung vorbereitet werden. Während des gesamten Entwicklungsprozesses sind verschiedene Abteilungen und Mitarbeiter involviert. Diese konnte der Interviewte jedoch nicht sicher nennen. Er schätzte, dass zwischen einer und sieben Abteilungen in der Erkundungsphase, zwischen einer und sechs in der „Advanced Development“ Phase und zwischen einer und zwei in der Entwicklungsphase beteiligt sind. Über die Art der Kommunikation konnte keine Auskunft gegeben werden.

Als Kriterien für die Entscheidungsfindung wurde auf interne Ökodesignrichtlinien verwiesen. Diesen müssen bei der Produktentwicklung eingehalten werden. Genauere Details zu diesen Richtlinien konnte der Interviewte nicht nennen. Ebenso wurde das „Stage-Gate“ Model dargestellt. Der Interviewte beschrieb Innovation als das kreieren von etwas Neuem, dass nützlich ist. Nachhaltigkeit wurde also eine Art zu denken oder Arbeiten beschrieben, die das Ziel verfolgt, dass die Menschheit länger auf dem Planeten leben kann als es bis jetzt geplant ist. Auf die spezifische Nachfrage nach Einbezug von Nachhaltigkeitskriterien in den Produktentwicklungsprozess, wurde erneut auf die Ökodesign Richtlinien verwiesen. Zudem wurde gesagt, dass es in der Entwicklungsphase sogenannte „SIA Tools“ (Sustainable Impact Assesment Tools) zum Einsatz kommen. Diese beinhalten Fragen, die beantwortet werden müssen um den Umwelteinfluss des Materials zu bestimmen und eine Anzahl an verbesserten Leben (für die Nutzer). Demnach wird der Einfluss von jedem Projekt auf diese zwei Bereiche überwacht. Die Frage in welchen Prozessschritten Nachhaltigkeitskriterien mit einbezogen werden,

wurde mit „Advance Development“ Phase und Entwicklungsphase beantwortet. Priorisiert werden Nachhaltigkeitskriterien im Vergleich zu anderen Kriterien (z.B.: wirtschaftlichen Kriterien) laut des Interviewten jedoch nicht. Die Priorisierung zwischen Nachhaltigkeitskriterien wurde als schwierig dargestellt, da diese meist nicht der treibende Faktor im Projekt sind. Daher hängt es stark von der Projektleitung ab.

Die Frage ob das Unternehmen eine Nachhaltigkeitsstrategie besitzt wurde mit „Ja“ beantwortet und die Strategie kurz dargestellt. Des Weiteren sieht der Interviewte Potential in der Einbeziehung von Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung (bei jedem Schritt).

Die Visionsfrage nach dem Weg zu einer nachhaltigen Zukunft wurde von dem Interviewten mit klaren Meilensteinen beantwortet. Es beginnt mit der Kommunikation der Vision und anschließendem Marketing, sowie einer neuen Art des internen Arbeitens. Im Anschluss folgen das Herausarbeiten von guten Beispielen und das Umsetzen in die Praxis, sowie das Aufskalieren in verschiedene Geschäftsbereiche bei gleichzeitiger Verstärkung des „Key Performance Indicators“ im Bereich Nachhaltigkeit. Unterstützung wird dabei besonders von der Regierung und NGOs benötigt, da diese auf eine andere Art und Weise arbeiten und denken. Diesen Einfluss sieht der Interviewte als besonders bedeutend, wenn es zu einer Übergangsphase zwischen dem „neuen“ Weg des Arbeitens und dem „alten“ kommt. Des Weiteren sieht der Interviewte, dass man durch nachhaltiges Produktdesign alle Kosten reduzieren kann. Als Beispiel werden folgende Kosten genannt: Material-, Logistik- und Transportkosten. Zudem, sieht der Interviewte nachhaltiges Design als Werkzeug um Innovation zu stimulieren und Wettbewerbsvorteile wie Kundenloyalität und Markenruf zu generieren. Zudem sei das Unternehmen dadurch eher in der Lage seine eigene Zukunft zu bestimmen. Kreislaufwirtschaft ist für den Interviewten die Lösung um nachhaltig zu sein und gleichzeitig Geld zu verdienen. Eine genauere Definition wird jedoch nicht genannt.

Anhang 7: Zusammenfassung Interview D

Im Nachfolgenden wird eine Zusammenfassung des Interviews D in eigenen Worten dargestellt.

Der Interviewte begann mit einem kurzen Überblick über das Unternehmen, die verschiedenen Produktsegmente und Produktanforderungen (z.B.: bei toxischen Anwendungen). Im Anschluss stellte der Interviewte sich selbst und seine Position im Unternehmen vor. Die Frage nach dem Produktentwicklungsprozess des Unternehmens, wurde sehr ausführlich und detailliert beantwortet. Die Produktentwicklung beginnt in der Regel mit einer Produktidee oder einem Lastenheftentwurf. Diese wird normalerweise von einem Produktmanager, Vertreter aus dem Marketing oder Vertrieb in die Abteilung gebracht, um dann gemeinsam ein grobes Lastenheft zu formulieren. Dieses wird als Input verwendet, um die technische Machbarkeit, den Zeitrahmen und die Kosten zu definieren und eventuelle Konflikte offenzulegen. Im Anschluss erfolgt eine Feedbackschleife mit dem Ideengeber. Sofern es zu einer Entscheidung kommt, dass die Idee technisch realisierbar, wirtschaftlich tragbar und sinnvoll ist, wird das Lastenheft in ein Pflichtenheft überführt. Dieses spiegelt die technische Machbarkeit aus Sicht der Entwicklung (Genauigkeit, Umweltbedingungen, Kosten, Zeitraum) wieder. Bei Einigung beider Seiten wird das Projekt mit der Konzeptphase gestartet. In dieser wird das technische Konzept aufgebaut (erster Prototyp), sowie die Bauteilauswahl getroffen. Der Interviewte sagt deutlich, dass hier Nachhaltigkeit in Bezug auf Materialauswahl bereits eine Rolle spielt (Langlebigkeit), da dies stark vom Kunden gewünscht ist. Die Konzeptphase wird daraufhin mit einer Validierung an einem Muster geschlossen (erster Prototyp/ A-Muster). Dadurch wird die technische Machbarkeit nachgewiesen und potentielle Probleme werden aufgedeckt. Am Ende dieser Phase können laut des Interviewten klare Aussagen bezüglich Umsetzungsdauer, Produktkosten, Herstellkosten und Projektkosten getroffen werden. Im Anschluss folgt die Realisierungsphase bzw. Umsetzungsphase. In dieser wird ein B oder C Muster entwickelt. Das B Muster entspricht schon dem Endgerät, wobei es noch nicht auf endgültigen Fertigungsmitteln gefertigt wurde. Das C Muster entspricht dann dem Produkt, so wie es über die Fertigungslinie produziert wird. Am Ende der Phase wird das Produkt inklusive Fertigungslinie noch einmal einer kompletten Validierung unterzogen.

Letztlich folgt die Markteinführung mit einer kleinen Phase der Produktbegleitung. Während dieser Phase werden mitunter noch letzte Feinschliffe am Produkt durchgeführt und das Projekt abgeschlossen. Letztlich geht der Interviewte kurz auf die Schwierigkeiten bei der Produktentwicklung ein (im Falle dass das Produkt im Bereich funktionaler Sicherheit entwickelt wird). Das Projektteam selbst, setzt sich laut des Interviewten meist aus Vertretern aller Disziplinen zusammen. Zudem gibt es zwei unterschiedliche Ebenen; Arbeitsebene und Führungsebene. Die Arbeitsebene ist für die Entwicklung des eigentlichen Produktes zuständig und beinhaltet kundenseitig einen Vertriebs,- oder Marketingvertreter und unternehmensseitig einen Projektleiter, Entwicklungsingenieure, Konstrukteure, Vertreter der Qualitätssicherung, Einkauf und einen Vertreter aus dem Fertigungsbereich. Auf der Führungsebene gibt es ein sogenanntes Lenkungsgremium, welches einmal im Monat zusammen kommt und von dem Projektleiter auf den aktuellen Stand gebracht wird. Es setzt sich kundenseitig aus Führungspositionen (z.B.: Geschäftsbereichsleiter und Qualitätssicherungsleiter) und unternehmensseitig aus dem Entwicklungsleiter sowie verschiedenen Gruppenleitern (Projektabhängig) zusammen. Die Führungsebene kann regulierend eingreifen und richtungsweisende Entscheidungen treffen. Die Kommunikation zwischen den Abteilungen/Parteien findet im Idealfall direkt in den Meetings oder über Meeting Protokolle statt.

Als Kriterien für Designentscheidungen im Produktentwicklungsprozess wurden von dem Interviewten die technische Machbarkeit, Erfüllung technischer Spezifikationen, der Herstellpreis, die Herstellkosten und die Verfügbarkeit (aufgrund von Zulassungsfragen) genannt.

Nachhaltigkeit beschreibt der Interviewte aus Entwicklungssicht mit dem Thema Langzeitverfügbarkeit und Wiederverwertbarkeit. Eine klare Definition wird nicht genannt. Innovation ist für den Interviewten in seinem Bereich mehr eine Evolution als eine Revolution, weil Veränderungen in diesem Geschäftsbereich sehr unerwünscht sind. Zudem beschreibt er, dass Innovationen in anderen Geschäftsbereichen, im Sinne von etwas komplett Neumn, sehr willkommen sind. Eine klare Definition von Innovation wird nicht genannt.

Laut des Interviewten werden in den Produktentwicklungsprozess folgende Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung mit einbezogen: Langlebigkeit (länger als 20Jahre) und Langzeitverfügbarkeit (länger als fünf Jahre).

Auf Nachfragen spezifischer Kriterien nannte der Interviewte noch Upgradefähigkeit, wobei Upgrades von den Kunden nicht gerne gesehen sind, da diese eine Unterbrechung des Betriebs zur Folge haben. Diese Kriterien werden hauptsächlich in der Konzeptphase des Produktentwicklungsprozesses mit einbezogen, da dort das Fundament gelegt wird. Die Frage nach der Priorisierung, erläutert der Interviewte anhand eines Beispiels. Kriterien wie Langlebigkeit und Langzeitverfügbarkeit haben höchste Priorität, da diese stark von den Kunden gefordert werden. Auf die spezifische Nachfrage nach Kriterien von der ökologischen Seite der Nachhaltigkeit, sagte der Interviewte, dass es Richtlinien in Bezug auf den Umgang mit Gefahrenstoffen gibt, Umweltchecklisten und dass das Unternehmen nach der Umweltnorm ISO 14001 zertifiziert ist. In Fragen der Mülltrennung sagt der Interviewte, das das Unternehmen aufgrund der Produkte sehr schnell an seine Grenzen stößt. Als die größte Hürde bzw. Limitation für den Einbezug ökologischer Nachhaltigkeitskriterien wird mehrfach die technische Realisierbarkeit und Machbarkeit (z.B.: Material und Technologie) genannt.

Zukünftiges Potential durch den Einbezug von Nachhaltigkeitskriterien in den Produktentwicklungsprozess sieht der Interviewte im Thema „Energy Harvesting“ und energieautarken Messgeräten. Zudem sieht er Entwicklungspotential in Materialfragen. Hier nennt er das Beispiel der organischen Elektronik und Gehäusematerialien. Unterstützung benötigt der Interviewte besonders im Bereich der Materialentwicklung und energiesparender Elektronik, da das Unternehmen selbst nur existierende Technologien umsetzt. Hierzu verwies er auf das Fraunhofer Forschungsinstitut.

Die Frage ob der Interviewte nachhaltiges Design als Kostentreiber sieht beantwortet er als Umfeld abhängig. Dies beschreibt er am Beispiel der Kundenmentalität und deren Grunderwartung an das Produkt (langlebig oder kurzlebig). Wettbewerbsvorteile sieht der Interviewte besonders im Bereich der Wiederverwendbarkeit von Technologien in der Produktentwicklung (verkürzt „time to market“, verringert Kosten). Dies erzeugt aus Sicht des interviewten jedoch oft einen höheren Initialaufwand. Auf spezifisches Nachfragen wird noch Risikominimierung durch Betriebsbewährtheit, Kundenbindung und Reputation genannt.

Unter Kreislaufwirtschaft hat der Interviewte kein Bild. Zudem kann er sich aufgrund der technologischen Kriterien diesen Ansatz nicht für sein Unternehmen vorstellen. Er verweist jedoch auf ein Tochterunternehmen bei dem dies möglich

sei, um dadurch potentielle Gewinne zu generieren. Verantwortung für das Produkt am Ende der Lebensdauer wird von dem Unternehmen nur in Grenzfällen übernommen.

Anhang 8: Zusammenfassung Interview E

Im Nachfolgenden wird eine Zusammenfassung des Interviews E in eigenen Worten dargestellt.

Der Interviewte begann mit einer kurzen Beschreibung von sich selbst und den Positionen in denen er bereits gearbeitet hat bzw. noch arbeitet. Der Produktentwicklungsprozess beginnt für den Interviewten mit einer 1,5 bis 2 jährigen Erkundungsphase. Währenden dieser Phase werden Marktlücken analysiert, sowie Wege dargestellt wie das eigene Produktportfolio diese schließen kann und sich dieses entwickeln muss. Ebenso nennt er als Risiko für Unternehmen, welche nur von Verkaufszahlen getrieben werden, dass sie nur die Präferenz des Käufers kennen. Dies macht es besonders schwer für Designer etwas Neues zu entwickeln, da sich solche Unternehmen nur an der Konkurrenz orientieren. Er beschrieb diese Art der Produktentwicklung als „Benchmarking“ zu anderen Unternehmen. Dies führt dazu, dass verschiedene Unternehmen oftmals mit dem gleichen Produkt enden, da es immer nur zu minimalen Verbesserungen kommt. Des Weiteren beschreibt er, dass besonders große Unternehmen einem internen Produktentwicklungsprozess folgen. Dabei sind stets viele verschiedene Fachdisziplinen in die Produktentwicklung involviert. Es wird außerdem erwähnt, dass in einem normalen Produktentwicklungsprozess die Zeit, Ressourcen und das Geld limitiert sind, was wiederum dazu führt, dass eine sehr gute Vorabplanung (z.B.: technische Spezifikationen, Zeitplan) essentiell sind, um ein gutes Produkt zu entwickeln. In so einen Prozess sind ebenso fast alle Abteilungen eines Unternehmens involviert (z.B.: Marketing, Produkt Manager, Technik). Der Interviewte sagt ebenso, dass aufgrund der unterschiedlichen Disziplinen die Kommunikation sehr effektiv und interdisziplinär gestaltet werden muss. Zudem wird Vertrauen als wichtig beschrieben. Entscheidungen in der Produktentwicklung werden laut des Interviewten von einem Entscheidungsgremium getroffen. Als Entscheidungskriterien werden prinzipiell drei genannt. Begehrtheit, Machbarkeit und Realisierbarkeit. Diese können mit sozialen Einfluss, Kundenvorteil und Nutzererfahrung gleichgesetzt werden. Des Weiteren setzt er diese drei Faktoren mit Aufgaben der einzelnen Abteilungen im Unternehmen gleich.

Begehrtheit ist wichtig für den Designer, Machbarkeit ist Aufgabe der technischen Abteilung und Realisierbarkeit ist Aufgabe der wirtschaftlichen Abteilungen. Innovation ist für den Interviewten etwas das besser ist als vorher bzw. ist

es etwas das die Welt verändert und sie besser macht; ein Paradigmenwechsel. Nachhaltigkeit wird gleichgesetzt mit einer Lösung die gut für die Menschen, Umwelt und Wirtschaft ist. Wenn alle drei Seiten von einem Produkt profitieren, dann ist etwas nachhaltig. Der Interviewte selbst integriert Nachhaltigkeitskriterien stets in seine Produktentwicklung. So sind beispielsweise in einem fortlaufendem Projekt Nachhaltigkeitsaspekte (z.B. Betrachtung des Produktlebenszyklus) komplett integriert in die Produktentwicklung. Er sagt aber auch, dass es besonders bei der Materialauswahl wichtig ist, eine Balance zwischen Umwelteinfluss und Funktionalität zu finden, da es dazu kommen kann, dass beispielsweise nicht erneuerbare Materialen im Vergleich zu erneuerbaren zu einer signifikanten Verlängerung der Produktlebenszeit führen können. Hierzu nennt er wieder die Balance zwischen Begehrtheit, Funktionalität und Realisierbarkeit. Aus Erfahrung heraus berichtet der Interviewte, das Unternehmen sehr schlecht darin sind, zwischen Nachhaltigkeitskriterien und anderen Kriterien zu priorisieren. Demnach werden in der Regel die anderen Kriterien priorisiert. Hier sieht er staatliche Regularien (die Einführung dieser muss ebenso beschleunigt werden) als Mittel, um Nachhaltigkeitsaspekte in der Produktentwicklung zu verstärken. Aus Sicht des Interviewten müssen Nachhaltigkeitskriterien in den gesamten Produktentwicklungsprozess integriert werden. Dies beginnt bereits bei der Forschung und beinhaltet weitere Phasen wie Materialauswahl, Herstellung, Logistik und Marketing. Um dies zu realisieren müssen die Vorteile von Nachhaltigkeit sehr gut kommuniziert werden. Dazu zählen industrielle Symbiose, Stärkung der Wettbewerbsfähigkeit sowie eine generelle Verbesserung des Produktes. Ebenso sieht er durch die systemische Betrachtungsweise des Themas Nachhaltigkeit und Kreislaufwirtschaft die Möglichkeit Prozesse zu optimieren und somit Kosten zu sparen. Die Transformation von der Linearwirtschaft hin zur Kreislaufwirtschaft sieht er jedoch als einen sehr großen Schritt, da es eine neue Art des Denkens und Arbeitens erfordert (besonders für große Unternehmen, da diese sich nicht so schnell wie kleine Unternehmen an Veränderungen im Umfeld anpassen können).

Als Meilensteine für eine nachhaltige Zukunft sieht der Interviewte Bildung und die Erhöhung bzw. Veränderung des Bewusstseins für Nachhaltigkeit innerhalb der Gesellschaft. Es beinhaltet Unternehmen und Kunden. Um dies zu realisieren sieht er ebenso „Storytelling“ als Kommunikationswerkzeug und sagt das Nachhaltigkeit tief im System verankert werden muss. Die größten Treiber sieht der Interviewte in der Sammlung und Verbreitung von Erfolgsgeschichten von

Unternehmen, die bereits Nachhaltigkeit implementiert haben. Ebenso sieht er eine Vielzahl an Vorteilen die sich durch die Implementierung von nachhaltigem Design bieten. So lassen sich alle Arten von Kosten reduzieren (z.B. Material-, Logistik- und Verpackungskosten), sowie Prozesse optimieren. Der Interviewte sagt zudem, dass sich Wettbewerbsvorteile ergeben. So ist es möglich die Produkte besser auf die individuellen Kundenwünsche anzupassen und die Qualität und Langlebigkeit des Produktes zu erhöhen. Für den Interviewten sind die Haupttreiber die Menschen und was sie wollen. Dies ist was nachhaltige Produkte wertvoll macht und sie von anderen unterscheidet. Kreislaufwirtschaft ist für den Interviewten die geschlossene Kreislaufführung von Materialien; ein geschlossenes System. Letztlich schlägt der Interviewte als eine mögliche Lösung für die Limitierungen im Produktentwicklungsprozess, einen parallelen Prozess vor, welcher unlimitiert in Ressourcen und Zeit ist. So können wahre Innovationen entstehen.

Anhang 9: Zusammenfassung Interview F

Im Nachfolgenden wird eine Zusammenfassung des Interviews F in eigenen Worten dargestellt.

Der Interviewte begann mit einer Beschreibung seiner Position im Unternehmen und beruflichen Entwicklung. Auf die Frage nach dem Produktentwicklungsprozesses, geht der Interviewte als erstes auf Probleme in der Entwicklung von neuen Produkten ein. Im Anschluss erklärt er ausführlich den Unterschied zwischen OEM (Original Equipment Manufacturing) und ODM (Original Designed and Manufactured). Der Entwicklungsprozess selbst, wird von dem Interviewten als flexibler Stage-Gate Prozess beschrieben. Er beginnt mit der Phase der Rahmenfestsetzung. In dieser Phase werden das Nutzerverhalten und vorhandene Technologien erkundet. Auf Basis der gewonnen Daten werden daraufhin die Entscheidungskriterien und Spezifikationen für das zu entwickelnde Produkt festgelegt. Des Weiteren wird eine Übersicht über die Projektpartner angelegt. Die nächste Phase ist die Konzeptphase. In dieser Phase werden Faktoren wie Risiken und Marktchancen analysiert. Des Weiteren wird so viel Wissen wie möglich über das Produkt generiert, sodass der Prototyp in der nächsten Phase bereits hoch funktional ist. Damit wird gemeint, dass der erste Prototyp bereits sehr hohe Qualitätsanforderungen erfüllen soll. Die dritte Phase wird von dem Interviewten als Detail beschrieben. Sofern sie erfolgreich abgeschlossen werden kann, wird in die finale Phase der Implementierung übergegangen. In dieser Phase werden die Produktionsvorbereitungen getroffen, sodass das finale Produkt bereits produziert werden kann. Teil dieser Phase ist ebenso die Einführung in den Markt. In die Produktentwicklung sind ebenso eine Vielzahl von Abteilungen bzw. Projektpartnern involviert. Eine genauere Aussage hierzu konnte nicht getroffen werden. Die Kommunikation zwischen den Abteilungen erfolgt auf unterschiedlichen Kanälen. Dabei werden Kanäle wie „Slack“ (Internetplattform) und Email verwendet. Es wird ebenso auf eine ausreichende Anzahl an direkten Treffen gelegt, Diese sind jedoch aufgrund der hohen Kosten begrenzt. Die Hierarchie der Kommunikation wird ebenso am Anfang des Entwicklungsprozesses festgelegt. Auf die Frage nach Entscheidungskriterien im Produktentwicklungsprozess, sagt der Interviewte, dass in der Phase der Rahmenfestsetzung definiert werden.

Bei der Kriterien Festsetzung wird darauf geachtet, dass es nicht zu Zielkonflikten kommt. Eine genauere Aussage zu den Kriterien wurde nicht getroffen. Innovation ist für den Interviewten etwas das einher geht mit Inventionen. Demnach sind Innovationen eine Verbesserung einer Invention. Mit anderen Worten, Innovation ist die Kombination von Inventionen auf eine neuartige Art und Weise. Nachhaltigkeit ist für den Interviewten jede Einstellung bzw. jedes Verhalten das bis in die Unendlichkeit erhalten werden kann. Die Frage ob Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung mit einbezogen werden beantwortet der Interviewte mit „ja“, gibt jedoch keine genaueren Beispiele dazu. Die Nachhaltigkeitskriterien, die in den Entwicklungsprozess des Interviewten integriert werden, werden ebenso zu Beginn des Prozesses identifiziert und beachtet. Bei der Priorisierung von allgemeinen Kriterien und Nachhaltigkeitskriterien, orientiert sich das Unternehmen, zum einen an der Konkurrenz, zum anderen an den zuvor definierten Kriterien (zu Beginn des Entwicklungsprozesses). Über eine Nachhaltigkeitsstrategie verfügt das Unternehmen ebenso, da dem Interviewten Nachhaltigkeit in der Produktentwicklung wichtig ist. Über den Inhalt dieser konnte keine Aussage getroffen werden. Ebenso sieht er das größte Potential für die Integration von Nachhaltigkeitskriterien, zu Beginn der Produktentwicklung, weil sich dort die Strategie des Produktes entwickelt. Eine nachhaltige Zukunft wird für den Interviewten durch verschiedenen Aspekte erreicht. Die Grundeinstellung der Menschen hat sich zu diesem Zeitpunkt in Richtung Nachhaltigkeit verändert. Zudem hat sich die Kommunikation von Nachhaltigkeit verbessert. Des Weiteren wird Nachhaltigkeit als Wettbewerbsvorteil gesehen und als Ausgangsbasis für alle Designentscheidungen genutzt. Bereits heute sieht der Interviewte eine große Bewegung in Richtung Nachhaltigkeit. Unterstützung benötigt der Interviewte auf der finanziellen Seite in Form von Investoren. Des Weiteren sieht er eine weltweite gleichberechtige Ressourcenverteilung als sehr bedeutend an. Ebenso sieht er Nachhaltigkeit als ein Werkzeug um Kosten zu senken. Für ihn ist eine gesunde Nachhaltigkeit eines der stärksten Kriterien, da jeder nachhaltig sein muss. Unter Kreislaufwirtschaft versteht der Interviewte mehr einen sozialen bzw. moralischen Ansatz, bei dem jede Handlung zurückkommt. Dies geschieht in Form eines Kreises.

Anhang 10: Zusammenfassung Interview G

Im Nachfolgenden wird eine Zusammenfassung des Interviews G in eigenen Worten dargestellt.

Das Interview begann mit einer Beschreibung des Interviewten und seines Unternehmens. Der Produktentwicklungsprozess startet mit einer Initialen Idee. Diese wird von externen Entwicklern an das Unternehmen herangetragen. Daraufhin ist der nächste Schritt, die technische Validierung. In dieser Phase wird überprüft, wie die Funktion des Produktes technogisch darstellbar ist. Zudem werden mögliche Alternativen erkundet. Usine IO ermutigt dabei die Entwickler, so viele Technologien wie möglich auszutesten. Der nächste Schritt im Prozess ist die Integration. Dabei wird die elektrische Architektur des Produktes entwickelt und die Schnittstellen festgelegt. Im Anschluss wird die Funktionsfähigkeit des Produktes bestimmt und der Prototyp entwickelt. Bei der Entwicklung der Prototypen ist es besonders wichtig darauf zu achten, welche Art von Prototyp es ist. So unterscheidet der Interviewte in drei Arten: für die Suche nach Partnern finanzieller Unterstützung, für die Darstellung der technischen Funktionalität und für das untersuchen von Nutzererfahrungen. In der vierten und letzten Phase ist die Produktionsvorbereitung. Hier werden die Entwickler beim Aufbau der Produktionslinie unterstützt. Die Frage nach den Entscheidungskriterien im Produktentwicklungsprozess wird beantwortet, indem Usine IO die Gründer dazu bringt, eine Vielzahl an neuen Entscheidungskriterien zu erkunden und diese mit in die Produktentwicklung einzubeziehen. Hierzu verfügt das Unternehmen über verschiedene Expertisen (z.B.: im Bereich Nutzererfahrung und Design). Des Weiteren ermutigt das Unternehmen die Entwickler dazu, viele einfache Prototypen zu erstellen, mit dem Ziel, mehr Wissen über das Produkt zu generieren und verschiedene Lösungen zu testen. Hierbei ist dem Interviewten der Prototyp für Nutzererfahrung besonders wichtig, da dadurch das Produkt optimiert werden und das Risiko der Ablehnung durch den Kunden minimiert wird. Innovation wird von dem Interviewten als die Schaffung von Erfahrungen und nicht Produkten verstanden. So ist Innovation für ihn das Produkt als eine Dienstleistung zu verstehen. Unter Nachhaltigkeit versteht der Interviewte die Kombination aus Hardware und Dienstleistungen. Dies drückt sich darin aus, das Unternehmen die Produkte anbieten, diese auch zurück nehmen oder zurück kaufen.

Auf die Frage ob Nachhaltigkeitskriterien in die Produktentwicklung mit einbezogen werden antwortet der Interviewte dass diese Kriterien normalerweise als letztes beachtet werden, da die Produktentwickler mit der „normalen“ Entwicklung bereits ausgelastet sind. Als Barrieren für die Integration sieht er dabei die Bildung und das Verständnis für Materialflüsse, globale Zusammenhänge und Lieferketten. Dies ist ein Faktor der alle Beteiligten im gesamten Entwicklungsprozess betrifft. Des Weiteren sieht der Interviewte eine Barriere in den niedrigen Preisen für Rohstoffe und nicht erneuerbare Materialien (Kosten). Ebenso ist es für einzelne Unternehmen nicht immer möglich, nachhaltige Alternative Technologien und Materialien zu bekommen, da oftmals, aufgrund der geringen Nachfrage, keine passenden Zulieferer existieren. Eine Nachhaltigkeitsstrategie besitzt das Unternehmen nicht und es ist auch nicht direkt geplant mehr Nachhaltigkeitskriterien in die Produktenwicklung mit einzubeziehen. Dennoch drängen sie die Entwickler weiter dazu, ihre Produkte nach Nutzererfahrungen zu gestaltet. Dies soll die Verschwendung von Energie durch fehlgeschlagene Produkte verringern. Einen Platz für die Integration von Nachhaltigkeitskriterien sieht er nicht (Der Interviewte hat aus Sicht der sozialen Dimension geantwortet). Als Meilensteine für die Entwicklung in Richtung einer nachhaltigen Zukunft sieht der Interviewte die Bildung in den Bereichen von nachhaltigem Design und globalen Zusammenhängen. Des Weiteren sieht er, dass nicht nachhaltige Produkte jetzt und in Zukunft einen immer schlechter werdenden Ruf genießen und somit dem Ansehen des jeweiligen Unternehmens schaden. Im Fall von wiederaufbereiteten Materialien und Produkten sieht er ebenso einen wirtschaftlichen Vorteil. Des Weiteren sieht er Vorteile in der lokalen Herstellung von Produkten, da dadurch besonders die Logistikkosten gesenkt werden können. Der Aussage des Interviewten nach, können innerhalb der Europäischen Union fast alle Produkte in einem Radius von 300 km produziert werden. Als weitere Lösung sieht er die 3D Drucktechnologie, um Unternehmen dabei zu unterstützen lokal zu produzieren. Auf der anderen Seite sieht er ein nachhaltiges Produktdesign als einen Treiber für Kosten, da dies eine Umstellung der Produktion, sowie die Entwicklung eines vollkommen neuen Prozesses beinhaltet. Für die Kreislaufwirtschaft hat der Interviewte ein generelles Verständnis, wobei er lediglich die Wiederverwendung als Merkmal nennt. Für die Implementierung eines solchen Ansatzes kommt es für den Interviewten auf das Produkt und den Zweck an.

Literaturverzeichnis

Bakker, C., M. den Hollander, E. van Hinte, und Zijlstra Y. 2014. *Products That Last. Product Design For Circular Business Models*. Delft: TU Delft Library.

Baldé, C. P., F. Wang, Wong, J. K., R., und Huisman R. 2014. The global e-waste monitor – 2014. https://i.unu.edu/media/unu.edu/news/52624/UNU-1stGlobal-E-Waste-Monitor-2014-small.pdf. Zugegriffen: 27. Dezember 2017.

Baumann, H., F. Boons, und A. Bragd. 2002. Mapping the green product development field. Engineering, policy and business perspectives. *Journal of Cleaner Production* 10 (5): 409–425. doi: 10.1016/S0959-6526(02)00015-X.

Bd.reg. 2016. *Deutsche Nachhaltigkeitsstrategie 2016. Neuauflage 2016*. Berlin.

Behrendt, S., E. Göll, und F. Korte. 2016. *Effizienz, Konsistenz, Suffizienz. Strategieanalytische Betrachtung für eine Green Economy*. o. O.

BMUB. 2016. Den ökologischen Wandel gestalten. Integriertes Umweltprogramm 2030. https://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Pools/Broschueren/integriertes_umweltprogramm_2030_bf.pdf. Zugegriffen: 4. Januar 2018.

Brockhoff, K. 1999. *Forschung und Entwicklung. Planung und Kontrolle*. München: Oldenburg.

Broman, G. I. und K. H. Robèrt. 2017. A framework for strategic sustainable development. *Journal of Cleaner Production* 140: 17–31. doi: 10.1016/j.jclepro.2015.10.121.

Business Dictionary. o. J. Refurbishing. http://www.businessdictionary.com/definition/refurbishing.html. Zugegriffen: 22. Januar 2018.

Ceschin, F. und I. Gaziulusoy. 2016. Evolution of design for sustainability. From product design to design for system innovations and transitions 47: 118–163. doi: 10.1016/j.destud.2016.09.002.

Cooper, R. G., E. J. Kleinschmidt, und H. Geschka. 2013. *Erfolgsfaktor Markt. Kundenorientierte Produktinnovation*. Berlin, Heidelberg: Springer Verlag.

Corsten, H. 2012. *Nachhaltigkeit. Unternehmerisches Handeln in globaler Verantwortung ; Wissenschaftliche Tagung des Verbandes der Hochschullehrer für Betriebswirtschaftslehre e.V. an der Technischen Universität Kaiserslautern 2011*. Wiesbaden: Springer Gabler.

Corsten, H., R. Gössinger, und H. Schneider. 2006. *Grundlagen des Innovationsmanagements*. München: Vahlen.

Deutscher Bundestag. 1998. *Konzept Nachhaltigkeit Vom Leitbild zur Umsetzung. Abschlußbericht der Enquete-Kommission „Schutz des Menschen und der Umwelt - Ziele und Rahmenbedingungen einer nachhaltig zukunftsverträglichen Entwicklung" des 13. Deutschen Bundestages*. Bonn.

Deutsches Institut für Normung. 2006. Umweltmanagement – Ökobilanz – Grundsätze und Rahmenbedingungen (14040). Berlin: Beuth Verlag.

Deutsches Institut für Normung. 2016. Stecker und Steckdosen für den Hausgebrauch und ähnliche Anwendungen- Teil 1: Allgemeine Anforderungen an ortsfeste Steckdosen. https://www.beuth.de/de/norm/din-vde-0620-1/238806685 (0620-1:2016-01): Beuth publishing DIN.

DUDEN. o. J. Innovation. https://www.duden.de/rechtschreibung/Innovation. Zugegriffen: 27. Dezember 2017.

DUDEN. 2018. Methodik. https://www.duden.de/rechtschreibung/Methodik. Zugegriffen: 5. Januar 2018.

EMF. 2013. *Towards The Curcular Economy. Economic and business rationale for an accelerated transition*. Online.

Europäische Komission. 2015. *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Closing the loop - An EU action plan for the Circular Economy*. Brüssel: European Comission.

Europäische Union (Hrsg.). 2009. *DIRECTIVE 2009/125/EC OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL. stablishing a framework for the setting of ecodesign requirements for energy-related products*. Brüssel: European Union.

Europäische Union (Hrsg.). 2011. *RICHTLINIE 2011/65/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES. zur Beschränkung der Verwendung bestimmter gefährlicher Stoffe in Elektro- und Elektronikgeräten*. Brüssel: Europäische Union.

Europäische Union (Hrsg.). 2012. *DIRECTIVE 2012/19/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL. on waste electrical and electronic equipment (WEEE)*. Brüssel: Europäische Union.

Feess, E. und E. Günther. o. J. Recycling. http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/recycling.html. Zugegriffen: 22. Januar 2018.

FORA. 2010. *Green business models in the Nordic Region. A key to promote sustainable growth*. Kopenhagen, Dänemark.

Gabler Wirtschaftslexikon. o. J. Checkliste. http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/checklistenverfahren.html. Zugegriffen: 5. Januar 2018.

Gabler Witrschaftslexikon. o. J. Key Performance Indicator (KPI). http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/key-performance-indicator-kpi.html.

Gaziulusoy, A. I. 2010. *System Innovation for Sustainability. A Scenario Method and a Workshop Process for Product Development Teams*. Ph.D. Auckland.

GENES. 2012. *STATE OF THE ART OF ECO-DESIGN TOOLS APPLICABILITY IN DIFFERENT PRODUCT DESIGN STAGES*. Online.

Gleich, A. und S. Gößling-Reisemann (Hrsg.). 2008. *Industrial ecology. Erfolgreiche Wege zu nachhaltigen industriellen Systemen;*. Wiesbaden: Vieweg + Teubner.

Gossart, C., M. Özaygen, M. McDonnell, C. Morley, und M. Özmann. 2012. *Deliverable 8.3: Solutions to barriers to ecoinnovation in the LED sector. of the EU FP/CycLED project*.

Graulich, K., Brunn C., R. Prieß, D. Quack, C. S. Scherf, und F. Wolff. 2017. *Ökologisches Design als Qualitätskriterium in Unternehmen stärken*. Dessau-Roßlau.

Gröger J., Quack D., Grießhammer R., und Gattermann M. 2013. *Top 100. Umweltzeichen für klimarelevante Produkte*. Freiburg, Deutschland.

Grunwald, A. und J. Kopfmüller. 2012. *Nachhaltigkeit. Eine Einführung*. Frankfurt am Main: Campus.

Hansen, M. T. und J. Birkinshaw. 2007. The innovation value chain. *Harvard business review* 85 (6): 121-30, 142.

Haric, P. o. J. Management. http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/management.html. Zugegriffen: 27. Dezember 2017.

Hauschildt, J. und S. Salomo. 2007. *Innovationsmanagement*. München: Vahlen.

Hauschildt, J. und S. Salomo. 2011. *Innovationsmanagement*. München: Vahlen.

Heacock, M., C. B. Kelly, K. A. Asante, L. S. Birnbaum, Åke L. Bergman, M. N. Bruné, I. Buka, D. O. Carpenter, Chen, A., Huo, X., Kamel, M., Landrigan, P. J., F. Magalini, F. Diaz-Barriga, M. Neira, M. Omar, A. Pascale, M. Ruchirawat, L. Sly, P. D. Sly, M. van den Berg, und W. A. Suk. 2016. E-Waste and Harm to Vulnerable Populations. A Growing Global Problem. *Environmental health perspectives* 124 (5): 550–555. doi: 10.1289/ehp.1509699.

Hofmann, F. 2017. *Wertschöpfung in Kreisläufen. Das Gestalten von nachhaltigkeitsorientierten Geschäftsmodellen im kreislaufwirtschaftlichen Kontext*. M.Sc. Leuphana, Deutschland.

Höft, U. 1992. *Lebenszykluskonzepte. Grundlage für das strategische Marketing- und Technologiemanagement*. Berlin: Schmidt.

Höft U. 2009. *Innovationsmanagement (IN 2). Gegenstand des Innovantionsmanagements*. o. O.

Howarth, G. und M. Hadfield. 2006. A sustainable product design model. *Materials & Design* 27 (10): 1128–1133. doi: 10.1016/j.matdes.2005.03.016.

Internationales Normungsinstitut. 2002. Environmental management Integrating environmental aspects into product design and development (14062). Berlin: Beuth Verlag.

Internationales Normungsinstitut. 2015. Umweltmanagementsysteme –Anforderungen mit Anleitung zur Anwendung (ISO 14001:2015); Deutsche und Englische Fassung (14001:2015). Berlin: Beuth Verlag.

Karlsson, R. und C. Luttropp. 2006. EcoDesign. What's happening? An overview of the subject area of EcoDesign and of the papers in this special issue. *Journal of Cleaner Production* 14 (15-16): 1291–1298. doi: 10.1016/j.jclepro.2005.11.010.

Kelley, C. P., S. Mohtadi, M. A. Cane, R. Saeger, und Y. Kushnir. 2015. Climate change in the Fertile Crescent and implications of the recent Syrian drought. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 112 (11): 3241–3246. doi: 10.1073/pnas.1421533112.

Kraus I. 2018. Bundespreis Ecodesign. https://www.bundespreis-ecodesign.de/. Zugegriffen: 23. Januar 2018.

Le Pochat, S., G. Bertoluci, und D. Froelich. 2007. Integrating ecodesign by conducting changes in SMEs. *Journal of Cleaner Production* 15 (7): 671–680. doi: 10.1016/j.jclepro.2006.01.004.

Luttropp, C. und J. Lagerstedt. 2006. EcoDesign and The Ten Golden Rules. Generic advice for merging environmental aspects into product development. *Journal of Cleaner Production* 14 (15-16): 1396–1408. doi: 10.1016/j.jclepro.2005.11.022.

McAloone, T. und N. Bey. 2009. *Environmental improvement through product development. A guide*. o. O.: Environmental Protection Agency.

Meier, S. 2014. Qualitative Inhaltsanalyse. https://blogs.uni-paderborn.de/fips/2014/11/26/qualitative-inhaltsanalyse/. Zugegriffen: 29. Januar 2018.

Mentik, B. 2014. *Circular Business Model Innovation. A process framework and a tool for business model innovation in a circular economy*. Master. Delft.

Michelsen, G., t. M. Adomßen, Barth M., Bernert, P., M. Danner, D. Fischer, K. Hetze, R. Marwege, I. Otte, M. Rickmann, F. Storck, und N. Seitz. 2014. *Grundlagen einer nachhaltigen Entwicklung.* Lüneburg.

Minge, B. o. J. Suffizienz, Konsistenz und Effizienz. Nachhaltigkeit ist nur im Zusammenspiel dieser drei Prinzipien zu erreichen. http://www.relaio.de/topics/artikeluebersicht/suffizienz-konsistenz-effizienz.html. Zugegriffen: 12. Januar 2018.

Möhrle, M. G. n. J. Innovation. http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/innovation.html. Zugegriffen: 11. Januar 2018.

Navarro, T. G., S. C. Rizo, M.J.B. Ceca, und D. C. Ruiz (Hrsg.). 2005. *Designing for the Future. application and Management of Knowledge and Information in Engineering Design*. Melbourne: The Design Society.

O'Hare, J., T. C. McAloone, D.C.A. Pigosso, und T. J. Howard. 2014. *Eco-Innovation Manual. Tools Instruction*. Online.

O'Hare, J., E. Cope, und S. Warde. 2015. *FIVE STEPS TO ECO DESIGN. Improving the Environmental Performance of Products through Design*. United Kingdom.

Pachauri, R. K. 2014. Climate Change 2014. Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. http://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/syr/SYR_AR5_FINAL_full_wcover.pdf.

Pigosso, D. C. A., T. C. McAloone, und H. Rozenfeld. 2015. Characterization of the State-of-the-art and Identification of Main Trends for Ecodesign Tools

and Methods: Classifying Three Decades of Research and Implementation. Review 95 (4): 405–427.

Pigosso D.C.A., McAloone T.C., und Rozenfeld H. (Hrsg.). 2014. *SYSTEMATIZATION OF BEST PRACTICES FOR ECODESIGN IMPLEMENTATION*. Dubrovnik: The Design Society.

Pilat, D., L. Haie-Fayle, und A. Beltramello. 2013. *OECD Green Growth Papers. Why New Business Models Matter for Green Growth*. Paris: OECD Publishing.

Pleschak F. und Sabisch H. 1996a. *Innovationsmanagement*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

Pleschak F. und Sabisch H. 1996b. *Innovationsmanagement*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

RAL. 2018. Blauer Engel. Das Umweltzeichen. https://www.blauer-engel.de/de. Zugegriffen: 23. Januar 2018.

Salerno, M. S., L. A. V. Gomes, D. O. D. Silva, R. B. Bagno, und Freitas, S. L. T. U. 2015. Innovation processes. Which process for which project? *Technovation* 35: 59–70. doi: 10.1016/j.technovation.2014.07.012.

Savin-Baden, M. und C. H. Major. 2012. *Qualitative research. The essential guide to theory and practice*. Milton Park Abingdon Oxon, New York: Routledge.

Schwanger, J. 2017. Informationsportal für Energy Harvesting. http://www.harvesting-energy.de/. Zugegriffen: 2. Januar 2018.

Siebenhüner, B. 2001. *Homo sustinens - auf dem Weg zu einem Menschenbild der Nachhaltigkeit*. Marburg: Metropolis-Verlag.

Steffen, W., Sanderson A., Tyson P. D., Jäger J., Matson P. A., Moore III B., Oldfield F., Richardson K., Schellnhuber H. J., Turner II B. L., und Wasson R. J. 2004. *Executive Summary of the Book: Global Change and the Earth System: A Planet under Pressure*. New York, USA: Springer-Verlag.

Step Initiative. 2014. Solving the E-Waste Problem (Step) White Paper, One Global Definition of E-waste. http://www.step-initiative.org/files/step/_documents/StEP_WP_One%20Global%20Definition%20of%20E-waste_20140603_amended.pdf. Zugegriffen: 27. Dezember 2017.

techUK. 2015. *The Circular Economy. A perspective from the technology sector*. London, England.

Tidd, J. und J. R. Bessant. 2009. *Managing innovation. Integrating technological, market and organizational change*. Chichester: John Wiley.

Tintelnot, C., D. Meißner, und I. Steinmeier. 1999. *Innovationsmanagement*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg; Imprint; Springer.

Tushman, M. und W. L. Moore. 1982. *Readings in the Management of Innovation*. Boston: Pitman Publishing.

Unternehmen A. 2017. Interview A.

Unternehmen B. 2017. Interview B.

Unternehmen C. 2017. Interview C.

Unternehmen D. 2017. Interview D.

Unternehmen E. 2017. Interview E.

Unternehmen F. 2017. Interview F.

Unternehmen G. 2017. Interview G.

Vahs, D. und R. Burmester. 2005. *Innovationsmanagement. Von der Produktidee zur erfolgreichen Vermarktung*. Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

van Renswoude, K., A. Wolde, und D. J. Joustra. 2015. *Circular Business Models – Part 1. An introduction to IMSA's circular business model scan*. Amsterdam.

Vereinigte Nationen. 1992. AGENDA 21. Konferenz der Vereinten Nationen für Umwelt und Entwicklung. http://www.un.org/depts/german/conf/agenda21/agenda_21.pdf. Zugegriffen: 28. Dezember 2017.

Vereinigte Nationen. 2015. *Transformation unserer Welt: die Agenda 2030 für nachhaltige*. Brüssel.

Verworn, B. und C. Herstatt. 2000. Modelle des Innovationsprozesses, Working Papers / Technologie- und Innovationsmanagement. https://tubdok.tub.tuhh.de/handle/11420/104. Zugegriffen: 27. Dezember 2017.

Voigt, K. I. o. J. Instandsetzung. http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Definition/instandsetzung.html. Zugegriffen: 22. Januar 2018.

WCED. 1987. *Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Funture. Our Common Funture*. Oslo.

Willard, B. 2012. *The new sustainability advantage. Seven business case benefits of a triple bottom line / Bob Willard*. Gabriola Island, B.C.: New Society Publishers.

Zollenkop, M. 2006. *Geschäftsmodellinnovation. Initiierung eines systematischen Innovationsmanagements für Geschäftsmodelle auf Basis lebenszyklusorientierter Frühaufklärung*. Wiesbaden: Gabler Verlag / GWV Fachverlage, Wiesbaden.

Eidesstaatliche Erklärung

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen oder Hilfsmittel benutzt habe und dass die Arbeit in gleicher oder ähnlicher Form noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegt wurde.

Brandenburg, den 05.02.2018

Unterschrift