

ABSCHLUSSBERICHT ZUM DBU GEFÖRDERTEN PROJEKT:

UMWELTORIENTIERTE PRODUKT- UND GESCHÄFTSMODELLENTWICKLUNG:

REALISIERUNGS-ANSÄTZE FÜR DAS DESIGN ENGINEERING – U P G R A D E

Aktenzeichen: 35725/01

Verfasser: Projektleitung: Dr.-Ing. Dipl.-Math. Michael Schabacker
Lehrstuhl Produktentwicklung und Konstruktion
Fakultät für Maschinenbau
(ehemals Lehrstuhl für Maschinenbauinformatik)
Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
Telefon: 0391 – 67 58097
E-Mail: michael.schabacker@ovgu.de

Projektstand am: 31.08.2023

INHALT

1	Einführung und Motivation.....	6
2	Projekttablauf	7
3	Projektergebnisse	9
3.1	AP Konzept	9
3.2	AP Fallstudien.....	12
3.2.1	Fallstudie ecoBOX	12
3.2.2	Fallstudie reUSE	13
3.2.3	Fallstudie pyroPRO	14
3.2.4	Fallstudie wickingBED	15
3.2.5	Fallstudie nightLIGHT	16
3.2.6	Fallstudie morphingWING	17
3.2.7	Card Sorting Workshop IDEenfabrik und Evaluation	18
3.2.8	Finales/Angepasstes Vorgehensmodell.....	19
3.3	AP Dissemination	25
3.3.1	Technikkatalog	25
3.3.2	Handreichung	26
3.3.3	Toolkit.....	27
4	Öffentlichkeitsarbeit / Veröffentlichungen / Vorträge	28
5	Fazit / Ausblick	30
Anhang A.....		32
	Tätigkeiten im Rahmen des Projektes	32
Anhang B.....		33
	Initialisierung	33
	Konzeptionierung.....	34
	Detaillierung	35
	Realisierung	36
Anhang C.....		37
	Auswertung der Fallstudien durch die Studierenden	37
Anhang D.....		38
	Handreichung inklusive Technikkatalog.....	38

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Die erste Version des Vorgehensmodells (31. August 2021)	9
Abbildung 2: Ein Prototyp der Fallstudie <i>ecoBOX</i>	13
Abbildung 3: Einer der Prototypen der Fallstudie <i>reUSE</i>	14
Abbildung 4: Prototypische Umsetzung der Reaktoreinheit in der Fallstudie <i>pyroPRO</i>	15
Abbildung 5: Aufbaustruktur des Prototyps der Fallstudie <i>wickingBED</i>	16
Abbildung 6: Visualisierung der Prototypen der Fallstudie <i>nightLIGHT</i>	17
Abbildung 7: Konzept der Fallstudie <i>morphingWING</i>	18
Abbildung 8: Card Sorting Workshop	19
Abbildung 9: Kategorisierung der Verbesserungsvorschläge aus den Evaluationsbögen	20
Abbildung 10: Die aktuelle Version des Vorgehensmodells (31. März 2023)	21
Abbildung 11 Bewertung der Techniken anhand von zuvor aufgestellten Kriterien	23
Abbildung 12: Handreichung	26
Abbildung 13: Toolkit	27
Abbildung 14: Auswertung der Fallstudien durch Studierende	37

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Tätigkeiten im Rahmen des Projektes	32
Tabelle 2: Zuordnung der Techniken zu den Phasen und Aktivitäten	33

Abkürzungsverzeichnis

AP	Arbeitspaket
DBU	Deutsche Bundesstiftung Umwelt
DfS/D4S	Design for Sustainability
DNS	Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie
IDE	Integrated Design Engineering
KMU	Institut - und Mittelständische Unternehmen
LfE	Lehrstuhl für Entrepreneurship
LiDS-Wheel	Life Cycle Design Strategy Wheel
LPK	Lehrstuhl Produktentwicklung Konstruktion
LMI	Lehrstuhl für Maschinenbauinformatik
MECO-Matrix	Materials, Energy, Chemicals und Other - Matrix
MET-Matrix	Materials, Energy und Toxic substances - Matrix
OVGU	Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg
QFD	Quality Function Deployment
QFDE	Quality Function Deployment for Environment
SDGs	Sustainable Development Goals
sSWOT	Sustainability SWOT
SMART (Methode)	Simple Multi-Attribute Rating Technique
SUBMOC	Sustainable Business Model Canvas
UNEP	United Nations Environment Programme

ZUSAMMENFASSUNG

Am 1. Juni 2021 wurde das Forschungsprojekt *Umweltorientierte Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung: Realisierungs-Ansätze für das Design Engineering* (UPGRADE, finanziert durch die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) und den Innovationsfonds der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg, (OVGU)) planmäßig begonnen. Die Laufzeit des Projekts betrug 21 Monate. Durch eine kostenneutrale Verlängerung des Projektes konnte die Arbeit bis zu dem 31. August 2023 fortgesetzt werden. Das Ziel von UPGRADE, ein Vorgehensmodell zur ganzheitlichen und verzahnten Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung zu gestalten, das klein- und mittelständische Unternehmen (KMU) dabei unterstützt, ihren Innovationsprozess zu strukturieren und auf Anforderungen im Sinne der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (DNS) auszurichten, wird durch die Handreichung an diverse Unternehmen disseminiert.

Das Gros der Projektaktivitäten im Rahmen der Arbeitspakete (AP) *Konzept*, *Fallstudien* und *Dissemination*, wie im Projektantrag geplant, konnten durchgeführt werden. So wurde zunächst das AP *Konzept* am 1. Juni 2021 begonnen und am 31. August 2021 abgeschlossen. Innerhalb des Arbeitspakets wurden Kriterien definiert, anhand derer das Vorgehensmodell zur ganzheitlichen und verzahnten Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung gestaltet wurde.

Die Bearbeitung des AP *Fallstudien* begann anschließend planmäßig am 1. September 2021. Ziel des Arbeitspakets war es, das Vorgehensmodell zusammen mit sechs Unternehmen auf Praxistauglichkeit zu testen und zu evaluieren. Demgemäß wurden die Fallstudien *ecoBOX*, *reUSE*, *pyroPRO*, *wickingBED*, *nightLIGHT* und *morphingWING* erfolgreich durchgeführt. Bei den Fallstudien ergab sich eine erste Änderung im Vergleich zum Projektantrag, da das ursprünglich eingeplante Start-up *Footure* seine Kooperationsbereitschaft aufgrund unternehmensinterner Gründe am 1. März 2022 zurückzog. Das Unternehmen wurde durch den Love-Foundation e.V. ersetzt (siehe Fallstudie *wickingBED* in Abschnitt 3.2.4). Basierend auf Feedback-Befragungen und Diskussionen, die innerhalb der Fallstudienarbeit durchgeführt wurden, ergaben sich bis April 2022 erste Modifikationen des Vorgehensmodells und der mit dem Konzept verknüpften Methoden und Werkzeuge. Eine weitere Änderung, den Projektpartner betreffend, wurde ebenfalls aufgrund interner Schwierigkeiten bei Obsthof Müller vorgenommen. So wurde kurzfristig (September 2022) eine Kooperation mit dem Transfer- und Gründerzentrum der Universität und einem freien Erfinder lanciert (siehe Fallstudie *morphingWING* Abschnitt 3.2.6). Nach Abschluss des AP *Fallstudien* wurde eine weitere Änderung des Vorgehensmodells vorgenommen als auch die Verortung von Methoden und Werkzeugen sofern nötig justiert. Zusätzlich wurde im Anschluss ein

Experten-Workshop durchgeführt, um die Änderungen zu validieren und das Vorgehensmodell sowie die Methoden und Werkzeuge weiter zu qualifizieren.

Das AP *Dissemination* begann am 1. September 2021 und erforderte einige Abweichungen von der Planung im Projektantrag. So nahm eine Pressemitteilung in einer industrienahen Zeitschrift aufgrund zeitungsinterner Ablaufschwierigkeiten länger als geplant in Anspruch und konnte demnach erst im Juli 2023 abgeschlossen werden. Leider fand kein Treffen mit politischen Entscheidungsträgern statt. Dementgegen wurde bereits vorfristig mit der Dissemination des Vorgehensmodells und weiterer Projekterkenntnisse in der wissenschaftlichen Community begonnen und einige Paper erarbeitet, als auch zwei unveröffentlichte Vorträge bezüglich der Methoden- und Werkzeugauswahl gehalten. Ferner werden weitere wissenschaftliche Beiträge, über die Zeit des Projektes/Bewilligungszeitraumes hinaus, zu Methoden und Werkzeugen erarbeitet werden, um sie der wissenschaftlichen Gemeinschaft zur Weiterverwendung zur Verfügung zu stellen. Zudem wird die Arbeit an einem Filtersystem für die kontextsensitive Methoden- und Werkzeugauswahl fortgesetzt, um die Dissemination und Anwendung zu erleichtern.

1 EINFÜHRUNG UND MOTIVATION

Am 1. Januar 2016 traten die 17 Ziele der Vereinten Nationen für eine nachhaltige Entwicklung (SDGs) in Kraft. Neben ökonomischen und sozialen Zielen liegt hierbei ein wesentlicher Fokus auf ökologischen Zielen. Zur Messung der eigenen Zielerfüllung formulierte Deutschland eine Reihe an Indikatoren, die im Rahmen der Deutschen Nachhaltigkeitsstrategie (DNS) 2016 verabschiedet wurden. Mit dieser Strategie gibt die Bundesregierung eine ambitionierte Richtung für die nationale nachhaltige Entwicklung vor, die nicht nur als Maxime für politisches, sondern auch für privatwirtschaftliches Verhalten zu verstehen ist.

Die Ziele der DNS können nur erfüllt werden, wenn die Gestaltung der Konsum- und Industrieprodukte und auch die Geschäftsmodelle zu deren wirtschaftlicher Verwertung auf ökonomische, ökologische und soziale Anforderungen ausgerichtet sind. Gerade KMU werden sich im Gegensatz zu großen Unternehmen verstärkt mit Problemen bei der Ausrichtung ihrer Innovationsaktivitäten auf die in der DNS formulierten Nachhaltigkeitsanforderungen konfrontiert sehen. Grundsätzlich weist eine Vielzahl dieser Unternehmen keinen strukturierten Innovationsprozess auf, da Forschungs- und Entwicklungsabteilungen, Budgetierungen usw. fehlen. Zudem verfügen diese Unternehmen nicht über notwendige Ressourcen, Kapazitäten, Innovationskompetenzen und Fachwissen, um nachhaltige Innovationen vollkommen selbstständig zu entwickeln. Folglich ist es notwendig, KMU dabei zu unterstützen, ihren Innovationsprozess zu strukturieren und auf Anforderungen im Sinne der DNS auszurichten.

Zwar existieren bereits einige Ansätze zur Unterstützung von KMU in den Bereichen nachhaltige Produkt- bzw. Geschäftsmodellinnovation, allerdings mangelt es diesen Ansätzen an einer ganzheitlichen und verzahnten Betrachtung der Produkt- und Geschäftsmodellgestaltung. Insbesondere für KMU ist ein spezifischer Step-by-Step-Ansatz notwendig, der ihre ökonomischen, ökologischen und weiteren Ziele, auch im Hinblick auf die DNS, ins Zentrum rückt und der sie befähigt, selbstständig nachhaltige Produkte und damit verbundene Geschäftsmodelle zu gestalten. Somit ist ein Vorgehensmodell notwendig, das die einzelnen Phasen der verzahnten Entwicklung explizit detailliert sowie die in den einzelnen Phasen zu verwendenden Methoden und Werkzeuge praxisnah konkretisiert. Im Rahmen des Projekts UPGRADE wird ein solches Vorgehensmodell konzeptioniert, erprobt und disseminiert. Das Vorgehensmodell richtet sich dabei insbesondere an KMU mit unter 100 Beschäftigten und fokussiert sowohl Konsum- als auch Industrieprodukte.

Auf Seiten der Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg (OVGU) übernehmen der Lehrstuhl Produktentwicklung und Konstruktion (LPK, ehemals LMI) und der Lehrstuhl für Entrepreneurship (LFE) die Entwicklung eines umweltorientierten Vorgehensmodells zur ganzheitlichen und verzahnten Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung. Die Markt- und Konsumentenerfahrung kooperierender KMU trägt zudem dazu bei, die Entwicklungen auf ihre Praktikabilität hin zu überprüfen und zu optimieren. Des Weiteren wird zudem ein Beirat in die Entwicklungsarbeit eingebunden, dessen Mitglieder Experten aus den Bereichen Konstruktionslehre, Design, Innovation und Unternehmertum sind.

Der Ablauf des Projekts UPGRADE folgt den drei Arbeitspaketen (AP) *Konzept*, *Fallstudien* und *Dissemination*.

Im **AP Konzept** wurden zunächst Kriterien definiert (vgl. letzter Teil in Abschnitt 3.1 *AP Konzept*), anhand derer das Vorgehensmodell zur ganzheitlichen und verzahnten Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung gestaltet und im *AP Fallstudien* in der KMU-Praxis evaluiert wird. Um eine Doppelentwicklung zu vermeiden, wurde auf bekannte Vorgehensmodelle und Methoden der Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung ([IDE-Toolkit](#)) aufgebaut. Daher wurde in einem nächsten Schritt überprüft, welche dieser Konzepte und Methoden den vorab definierten Kriterien entsprachen. Aus dieser Analyse wurde ein Entwicklungsbedarf für das Vorgehensmodell abgeleitet, der anschließend konzeptionell abgearbeitet wurde.

Im **AP Fallstudien** wurde das umweltorientierte Vorgehensmodell zur ganzheitlichen und verzahnten Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung zusammen mit sechs Unternehmen auf Praxistauglichkeit getestet und evaluiert. Dies geschieht in drei Wellen. In jeder Welle wurden zwei Fallstudien innerhalb von sechs Monaten parallel mit dem Ziel durchgeführt, jeweils ein Produkt und ein Geschäftsmodell zu dessen wirtschaftlicher Verwertung zu entwickeln. Die Entwicklungsarbeit fand hierbei in studentischen Seminaren unter Anleitung von wissenschaftlichen Betreuern (Master-Studiengänge Integrated Design Engineering und Betriebswirtschaftslehre) und in synergetischer Zusammenarbeit mit den jeweiligen Unternehmen statt. Pro Fallstudienarbeit wurde ein Technik-Team (6 bis 10 Studierende des Master-Studiengangs IDE sowie eventuell weiterer Studiengänge) und ein betriebswirtschaftliches Team (4 bis 7 Studierende) eingesetzt. Die Fallstudienarbeit durchlief die vier Phasen *Initialisierung*, *Konzeptionierung*, *Detaillierung* und *Realisierung*. In allen Phasen wurden die Anforderungen, Arbeitsschritte und Ergebnisse regelmäßig mit dem Unternehmen diskutiert. Dies geschah unter anderem in Form von Meilenstein-

Präsentationen, in denen die Studierenden u.a. auch dem Beirat über ihre aktuellen Arbeitsstände berichten und das weitere Vorgehen mit den Kooperationspartnern abstimmen.

Im Rahmen von Befragungen wurde abschließend aus Sicht des Unternehmens evaluiert, inwiefern das Vorgehensmodell die im *AP Konzept* abgesteckten Kriterien (vgl. letzter Teil in Abschnitt 3.1 *AP Konzept*) erfüllt. Daneben wurde ebenfalls das in der Fallstudienbearbeitung angewandte didaktische Lehrkonzept durch das Unternehmen und die Studierenden evaluiert. Auf Basis der Befragungserkenntnisse wurde das Vorgehensmodell sowie das Lehrkonzept modifiziert.

Im ***AP Dissemination*** wurde und wird das umweltorientierte Vorgehensmodell zur ganzheitlichen und verzahnten Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung einer breiten interessierten Öffentlichkeit zugänglich gemacht. Eine direkte Dissemination des Vorgehensmodells in die unternehmerische Praxis begann bereits durch die Kooperation mit den Unternehmen im Rahmen gemeinsamer Fallstudien. Zudem fand eine Sensibilisierung für das Vorgehensmodell durch industriennahe Publikationen, wenn auch verspätet, statt, die auf weitere Unternehmen ausstrahlt. Daneben dient eine dauerhafte Online-Veröffentlichung des Vorgehensmodells zusammen mit der Erweiterung des IDE-Toolkits als überregionale Informationsquelle für Unternehmen. Zudem fand eine Dissemination durch eine dauerhafte Einbettung des Vorgehensmodells und entsprechender Methoden an der OVGU im Master-Studiengang „Integrated Design Engineering“, im Weiterbildungsstudiengang „Integrated Design Engineering for Business“ und im Rahmen der Gründerbegleitung des Transfer- und Gründungszentrums der OVGU statt. Somit findet ein Transfer des Konzepts „über Köpfe“ in die Unternehmen statt.

Des Weiteren wurde eine Dissemination des Vorgehensmodells in die unternehmerische Praxis über die Hochschulszene angestoßen. Durch Veröffentlichungen auf Konferenzen, in Buchbeiträgen bzw. Journalen wurden das Vorgehensmodell und das didaktische Lehrkonzept innerhalb der wissenschaftlichen Community verbreitet. Die Veröffentlichungen bilden eine Grundlage für weitere Hochschulen, das Vorgehensmodell in eigene Lehrveranstaltungen einzubetten. Neben den genannten Kanälen wurde zudem die Online-Verfügbarkeit der identifizierten Methoden und Werkzeuge durch die Integration in das IDE-Toolkit ermöglicht.

3 PROJEKTERGEBNISSE

Die Tätigkeiten, die im Rahmen der drei Arbeitspakete *AP Konzept*, *AP Fallstudien* und *AP Dissemination* laut Projektantrag geplant wurden, konnten, ab von dem Kommunizieren mit politischen Entscheidungsträgern, umgesetzt werden. In den nachfolgenden Abschnitten werden die konkreten Ergebnisse der einzelnen Arbeitspakete daher genauer erläutert (vgl. Anhang A).

3.1 AP KONZEPT

Innerhalb dieses Arbeitspakets wurde im Zeitraum 01. Juni 2021 bis 31. August 2021 die erste Version des Vorgehensmodells zur ganzheitlichen und verzahnten Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung auf Basis einschlägiger Literatur aus den Fachbereichen Maschinenbau und Betriebswirtschaftslehre konzipiert. Eine grafische Darstellung des ersten Vorgehensmodells findet sich in Abbildung 1. Die hierin blaugefärbten Felder symbolisieren Aktivitäten (Prozessschritte) der Produktentwicklung (PE), während die graublaugefärbten Felder Aktivitäten der Geschäftsmodellgestaltung darstellen. Die synergetische Verzahnung der beiden Entwicklungsbereiche zeigt sich zum einen durch die zweifarbigen Felder, die gemeinsame Aktivitäten der Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung charakterisieren. Zum anderen verdeutlichen die pfeilartigen Spitzen der Grafikelemente die Einbeziehung von Arbeitsständen und recherchierten Informationen in nachfolgende und teilweise auch in parallele Aktivitäten der Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung. Bei der Entwicklung des Vorgehensmodells wurden im Wesentlichen 8 Gestaltungskriterien berücksichtigt, die im Folgenden überblicksartig aufgelistet sind. Zudem wird kurz beschrieben, inwiefern sich die Kriterien im Vorgehensmodell widerspiegeln.



Abbildung 1: Die erste Version des Vorgehensmodells (31. August 2021)

Für das Vorgehensmodell zur ganzheitlichen und verzahnten Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung wurden die folgenden Gestaltungskriterien definiert:

i) Praktische Anwendbarkeit

Für das Vorgehensmodell wurden Methoden und Werkzeuge (im Folgenden als Techniken bezeichnet) in einem Technikatalog zusammengestellt, die bereits vielfach in der unternehmerischen Praxis verwendet wurden und sich durch eine leichte Anwendbarkeit ausgezeichnet haben. Zudem war es das Ziel, Anwendungshürden im Hinblick auf zeitliche und finanzielle Ressourcen sowie notwendiges Vorwissen zu minimieren. Beispielsweise integriert das Konzept die Eco-Design-Checklist, die MECO-Matrix, die MET-Matrix, die Phillips Fast Five, die Sustainability-SWOT-Analyse, die Quality Function Deployment for Environment (QFDE) oder die Persona-Methode. Des Weiteren wurden einschlägige Techniken modifiziert, um sie gezielter für den Kontext unternehmerischer Nachhaltigkeit einsetzbar zu machen. Hier sind vor allem der nachhaltigkeitsorientierte Geschäftsmodell-Canvas (Sustainable Business Model Canvas: SUBMOC), die Scoring-Methode zur Evaluierung von Stakeholder-Benefits (Ausgangspunkt: SMART-Methode) und die MECO-Matrix zu nennen. Ferner wird an der Erarbeitung eines neuen Ansatzes der Persona-Methode geforscht, um diese mehr auf einen Nachhaltigkeitsfokus auszurichten und zudem die Anwendbarkeit zu erleichtern. Ein Paper ist hierzu für eine Konferenz im Review-Prozess.

ii) Allgemeine Anwendbarkeit

Das Vorgehensmodell wurde so konzipiert, dass es für möglichst viele Arten von Produkt- und Geschäftsmodellideen anwendbar ist. Beispielsweise versetzt das Vorgehensmodell Unternehmen in die Lage, sowohl eigene als auch spezifische Nachhaltigkeitskriterien ihrer Stakeholder zu berücksichtigen und die Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung darauf auszurichten. Zu der allgemeinen Anwendbarkeit tragen zudem die prozessübergreifenden Querschnittsaktivitäten des Projektmanagements und der Projektdokumentation (vgl. Abbildung 1) bei.

iii) Synergetische Verzahnung von Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung

Ein wesentliches Ziel der Gestaltung des Vorgehensmodells ist die ganzheitliche Betrachtung und synergetische Verzahnung der Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden Informationsflüsse zwischen der Produktentwicklung und der Geschäftsmodellgestaltung konzeptionell aufeinander abgestimmt. Beispielsweise wurde die Schutzrechtrecherche mit der betriebswirtschaftlichen Konkurrenzanalyse verzahnt, ein Katalog integriert, der die relevanten Kriterien für die Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung synchronisiert und die QFDE-Methode durch die

Ergebnisse der Stakeholder-Analyse ergänzt und damit marktnäher gestaltet. Weitere Informationsflüsse werden in dem Vorgehensmodell mittels pfeilartiger Ausbuchtungen der Aktivitäten in die gegenüberliegende Aktivität verdeutlicht.

iv) Berücksichtigung der wirtschaftlichen, ökologischen und sonstigen Ziele des Unternehmens

Das Vorgehensmodell gibt den Anwendenden in der ersten Aktivität die Gelegenheit, durch vorgegebene Fragen und Beispiele eigene Ziele und Kriterien in Bezug auf das Innovationsprojekt herauszuarbeiten, zu gewichten und in den Kriterienkatalog zu integrieren. Die Fragen und Beispiele umfassen sowohl ökonomische, ökologische als auch sonstige (z. B. soziale) Aspekte.

v) Detaillierte Step-by-Step-Darstellung

Wie in Abbildung 1 dargestellt ist, werden in dem Vorgehensmodell die Prozesse der Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung in 4 Phasen mit insgesamt 36 Aktivitäten eingeteilt. Durch diese Detaillierung bleibt der Prozess für die Anwendenden jederzeit nachvollziehbar.

vi) Schlantheit

Das Vorgehensmodell wurde schlank konzipiert, um die Anwendenden nicht mit kaum oder irrelevanten Aktivitäten zu konfrontieren. Zudem wurden nur Techniken in das Vorgehensmodell integriert, die grundsätzlich für verschiedenartige Produkt- und Geschäftsmodellideen relevant sind. Auf die Verwendung von sehr spezialisierten Techniken wurde verzichtet.

vii) Integration von primären und sekundären Daten

Das Vorgehensmodell basiert auf dem Wissen, den Erfahrungen und den Fähigkeiten der Anwendenden. Um verbleibende Informationslücken schließen zu können, wurden Aktivitäten und Techniken in das Vorgehensmodell integriert, die das Erheben von primären und das Recherchieren von sekundären Daten sowie die Analyse dieser Daten betreffen.

viii) Digitalisierbarkeit

Die Techniken wurden so ausgewählt, dass sie auch mit Hilfe von Online-Anwendungen vermittelt werden können und die Durchführung mit einer Schritt-für-Schritt-Beschreibung und durch das Bereitstellen von Vorlagen erleichtert und beschleunigt wird. Zudem wird mittels der Handreichung (vgl. Abschnitt 3.3.2) eine Schritt-für-Schritt-Anleitung für das gesamte Vorgehensmodell inkl. der Techniken bereitgestellt. Im Laufe der Projektarbeit soll die Digitalisierung von im Vorgehensmodell verankerten Techniken eine

präzisere Anwendung dieser ermöglichen, das Anwenderspektrum erweitern sowie die Datenverarbeitung erleichtern.

In Tabelle 2 (Anhang B) sind den in Abbildung 1 aufgezeigten vier Phasen des Vorgehensmodells die einzelnen Techniken der Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung zugeordnet, die im Rahmen des Arbeitspakets *Konzept* ausgewählt wurden und innerhalb der sechs Fallstudien im Hinblick auf die oben genannten 8 Gestaltungskriterien getestet und weiter eingegrenzt werden.

3.2 AP FALLSTUDIEN

Das Arbeitspaket startete planmäßig am 01. September 2021 mit den Fallstudien *ecoBOX* und *reUSE*. Die Form der Entwicklungsarbeiten wurde am 31. März 2022 abgeschlossen. Das Vorgehensmodell, die Entwicklungs-ergebnisse und das Lehrkonzept wurden abschließend im Rahmen von strukturierten Fragebögen durch die Unternehmen und Studierenden evaluiert. Neben der Verteilung der Fragebögen fand ein Teil der Evaluierung bereits in Form von Feedback-Befragungen innerhalb der vier Meilensteinpräsentationen sowie durch nachgelagerte Gespräche mit den Studierenden-Teams statt. Die Befragungen führten zur schlussendlichen Anpassung des Vorgehensmodells, welche im Folgenden im Anschluss an eine kurze Skizzierung der Fallstudien erläutert wird. Das Vorgehensmodell wurde während der Durchführung der Fallstudien fortlaufend geprüft und bereits teilweise angepasst, um mögliche Fehlerpotentiale zu reduzieren und die Verständlichkeit zu erhöhen. Das modifizierte Vorgehensmodell wird in diesem Bericht jedoch nur in der Endversion abgebildet.

3.2.1 FALLSTUDIE | ECOBOX

Die Fallstudie wurde in Kooperation mit der PFABO GmbH (im Folgenden: PFABO) durchgeführt und hatte das Ziel, ein nachhaltiges Mehrwegtransportsystem für Verpackungen im Zwischenhandel (B2B-Bereich) zu entwickeln. Dabei war es wichtig, eine attraktive Lösung für diverse Stakeholder, wie z. B. den abfüllenden Unternehmen (mit vorverpackten und unverpackten Lebensmitteln), den Großhandel, den Verpackungsunternehmen und die Gastronomie, zu entwickeln. Insbesondere sollte die ganzheitliche und verzahnte Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung die verschiedenen für die PFABO relevanten Kreisläufe, wie Material-, Mehrweg- und Reinigungskreisläufe, berücksichtigen. Dabei entstand ein Produkt, das eine Anwendung im B2B-Bereich mit mindestens 200 Nutzungen pro Lebenszyklus ermöglicht. Zur frühzeitigen Überprüfung des Konzepts wurde ein Prototyp (Abbildung 2) erstellt, der mögliche Entwicklungsschwachstellen aufzeigt und als Ausgangspunkt für eine Weiterentwicklung dient.



Abbildung 2: Ein Prototyp der Fallstudie *ecoBOX*

3.2.2 FALLSTUDIE | REUSE

Die in Kooperation mit der INTEMA GmbH & Co. KG (im Folgenden: INTEMA) durchgeführte Fallstudie *reUSE* fokussierte das Thema Upcycling. Ziel war es, die im Herstellungsprozess von INTEMA anfallenden und üblicherweise als Abfall deklarierten Verschnittreste aus PVC-beschichteten Polyestergeweben zur Fertigung von innovativen und marktfähigen Produkten zu nutzen. Dabei galt es, im Sinne einer einfachen Herstellung auf eine geringe Komplexität und einen geringen Zeitaufwand in der Produktion zu achten. Im Ergebnis dieser Fallstudie entstanden mehrere Produkte, die unterschiedliche Zielgruppen fokussieren. Beispielsweise wurde ein Gartenschlitten entwickelt, der einen flexiblen und universellen Einsatz für Freizeitgärtner bietet. Der Prototyp des Gartenschlittens ist in Abbildung 3 dargestellt.



Abbildung 3: Einer der Prototypen der Fallstudie *reUSE*

3.2.3 FALLSTUDIE | PYROPRO

Diese Fallstudie fokussierte Produkt- und Geschäftsmodellinnovationen im Bereich Pyrolyse. Da aktuelle Vergaser im Endkonsumentenbereich überwiegend komplett verbrennen, gehen wertvolle Kohleressourcen verloren. In Kooperation mit der Jaeger.ID GmbH wurde daher ein modular einsetzbarer Reaktor entwickelt, der durch Pyrolyse Pflanzenkohle für die Bodenaufwertung zur biosensitiven Landwirtschaft oder für Filtersysteme erzeugt. Um das bei dem Prozess entstehende Holzgas und die entstehende Wärme sinnvoll einzusetzen, sollte der Reaktor mit einem zu entwickelnden Grill und einem zu entwickelnden Abflamngerät verbunden werden können. Aufgrund der geringen Dimensionierung des Prototyps (Abbildung 4) konnte jedoch bei Anschluss keine Flamme erzeugt werden. Das ambitionierte Ziel konnte nur teilweise erreicht werden, da gewisse technische Voraussetzungen durch den Pyrolyseprozess an sich nicht gewährleistet werden konnten. Ferner wurden weitere Entwicklungspotentiale identifiziert.

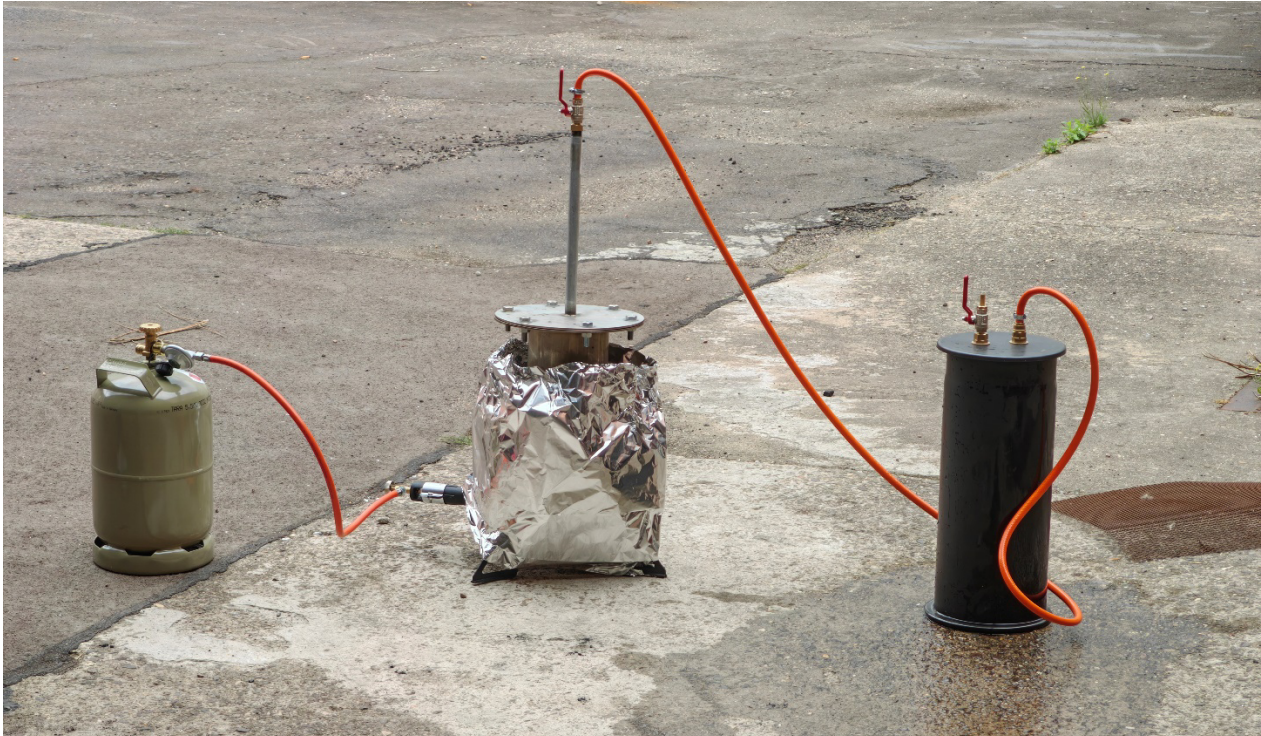


Abbildung 4: Prototypische Umsetzung der Reaktoreinheit in der Fallstudie *pyroPRO*

3.2.4 FALLSTUDIE | WICKINGBED

Extremwetterereignisse, wie Starkregen oder langanhaltende Trockenperioden haben dafür gesorgt, dass Regenwassernutzung immer mehr in den Fokus der nachhaltigen Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung gerät. Städte werden zu Schwammstädten umgebaut, damit Starkregenereignisse nicht mehr zur Überlastung der Kanalsysteme führen und das Wasser in den sonst größtenteils Oberflächen versiegelten Städten weiter sinnvoll genutzt werden kann. In diesem Zusammenhang wurde gemeinsam mit der Love Foundation e.V. ein Wicking-Bed für mehr Stadtgrün und zum urbanen Anbau von Lebensmitteln entwickelt. Die Entwicklung fokussierte sich dabei auf die Umsetzbarkeit über viele Anwenderfacetten und wählte daher einen niederkomplexen Aufbau (vgl. Aufbau-Explosionsskizze in Abbildung 5). Des Weiteren sollte im Rahmen der Geschäftsmodellentwicklung gezeigt werden, wie sich das Wicking-Bed erfolgreich vermarkten und dessen Einsatz in den Städten skalieren lässt. Die betriebswirtschaftliche Betrachtung stieß dabei an Grenzen, da der Produktentwicklungshintergrund dem Open-Source-Gedanken folgte, wodurch wiederum die Baupläne zugänglich gemacht werden konnten. Eine anvisierte universitäre Ausgründung konnte bislang nicht umgesetzt werden.

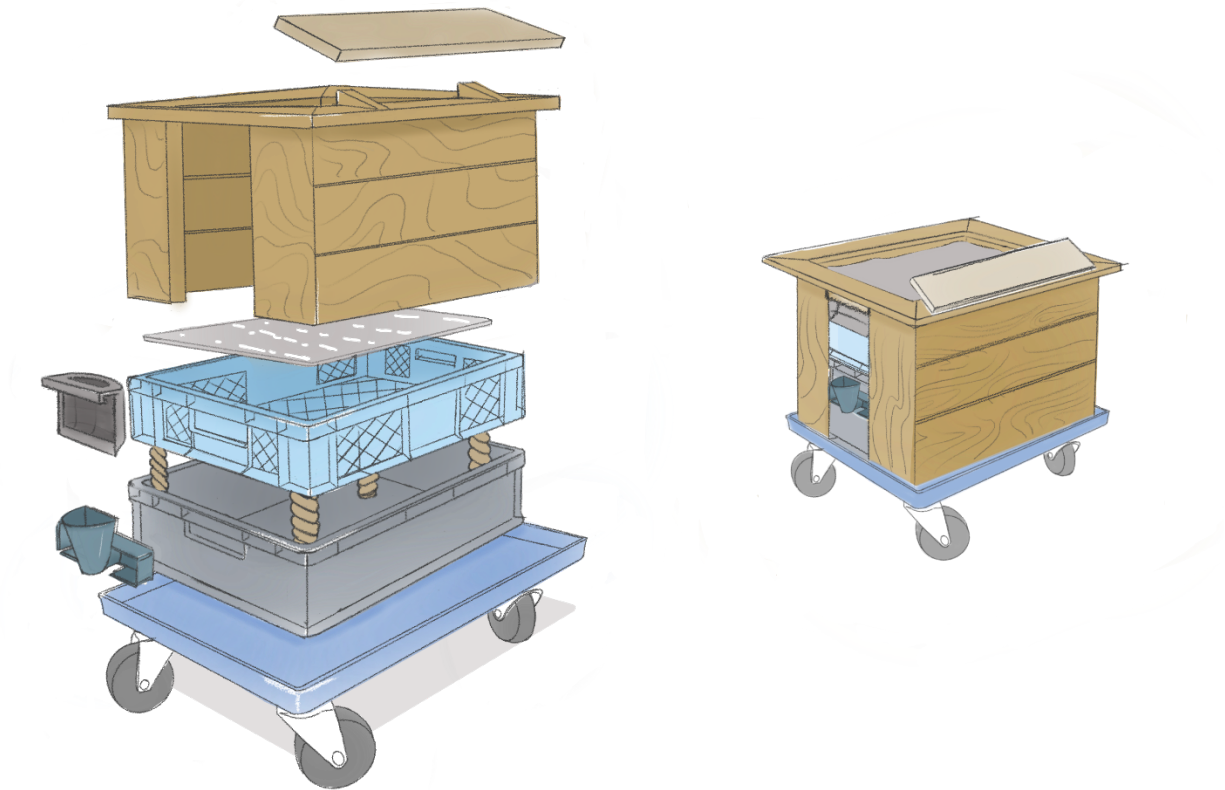


Abbildung 5: Aufbaustruktur des Prototyps der Fallstudie *wickingBED*

3.2.5 FALLSTUDIE | NIGHTLIGHT

In Kooperation mit dem Unternehmen Petromax GmbH wurde im Rahmen des Projektes *nightLIGHT* ein Beleuchtungsmittel mit einem nachhaltigen Brennmedium für die Marke Feuerhand entwickelt. Im Verlauf des Projektes wurden Brennmedien identifiziert und auf ihre Nachhaltigkeit bewertet. Das Verbrennungskonzept wurde auf dieser Basis entwickelt. Dabei lag der Fokus auf der technischen Umsetzung, weswegen auch zwei Prototypen (Abbildung 6) erstellt wurden. Bei der Durchführung einer Markt-, Zukunfts- und Trendanalyse sowie der Entwicklung einer Marketingstrategie wurde das IDE-Projektteam von Studierenden aus der Betriebswirtschaft unterstützt.



Abbildung 6: Visualisierung der Prototypen der Fallstudie *nightLIGHT*

3.2.6 FALLSTUDIE | MORPHINGWING

Die Gesellschaft und Industrie befindet sich in einem Transformationsprozess in Richtung einer nachhaltigen Kreislaufwirtschaft. Hierfür wird eine klimafreundliche und resiliente Energieversorgung benötigt. Jedoch fehlt insbesondere im Bereich der grundlastfähigen, regenerativen Energie eine im großen Maßstab skalierbare Technologie, die mit aktuellen, fossilen Energieträgern mithalten kann.

In der Fallstudie *morphingWING* wurde ein neuartiges Konzept zur Energieversorgung mit Hilfe von Fließgewässern entwickelt (Abbildung 7), wobei ein Hauptaugenmerk auf dem Nachhaltigkeitsaspekt des Produkts an sich lag. Das Ziel der Entwicklung eines Unterwassergenerators zur dezentralen Energieerzeugung mit Hilfe der Morphing-Wing-Technologie aus der Luft- und Raumfahrttechnik in Fließgewässern konnte in der Vorstudie umgesetzt werden und damit ein langfristiger Beitrag zur nachhaltigen Kreislaufwirtschaft geleistet werden.

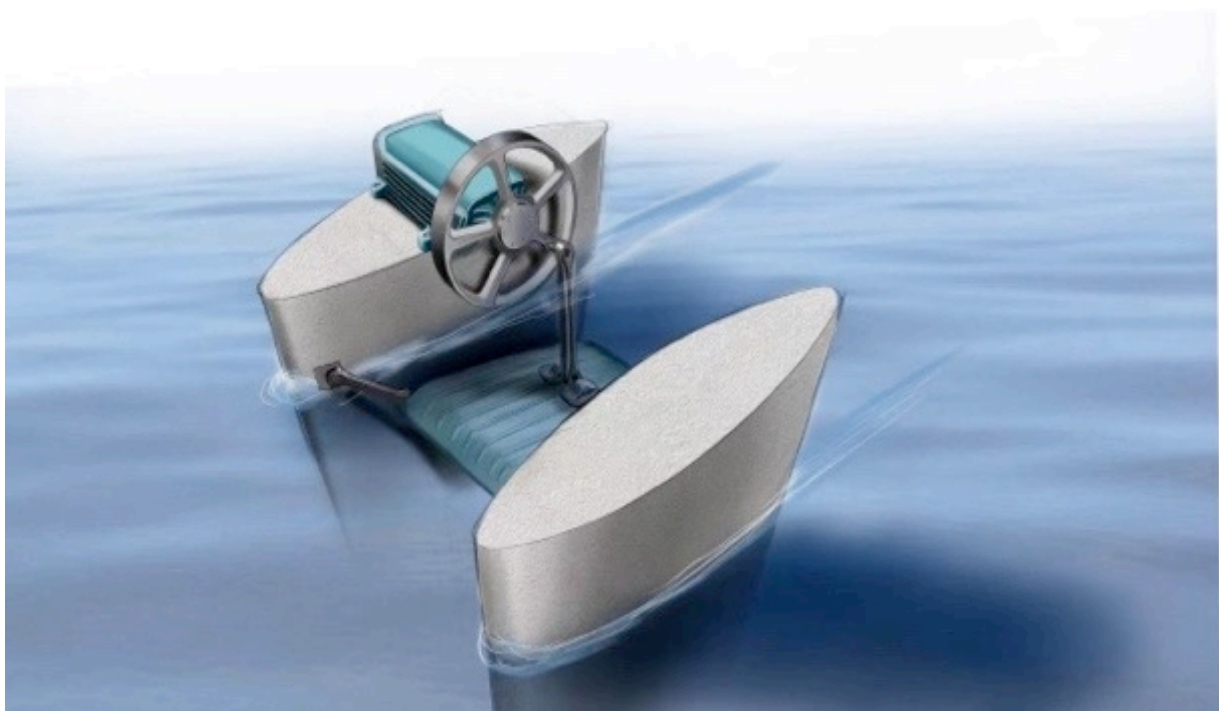


Abbildung 7: Konzept der Fallstudie *morphingWING*

3.2.7 CARD SORTING WORKSHOP | IDEENFABRIK UND EVALUATION

Während eines halbtägigen Workshops (Abbildung 8) mit acht (sechs Anwendern der Techniken und zwei Forschern) wurde Wissen, welches über die Technikanwendung in den Fallstudien gesammelt werden konnte, gezielt hinterfragt, um das Potenzial des erweiterten Vorgehensmodells in Anbetracht der Unterstützung einer Produktentwicklung mit Nachhaltigkeitsfokus zu betrachten und mögliche Schwierigkeiten und Potentiale zu identifizieren. Dabei wurden Verortungen von Techniken innerhalb des Vorgehensmodells als auch das verwendete Vokabular hinterfragt.



Abbildung 8: Card Sorting Workshop

3.2.8 FINALES/ANGEPASSTES VORGEHENSMODELL

Das Vorgehensmodell, die Entwicklungsergebnisse und das Lehrkonzept wurden im Rahmen von strukturierten Fragebögen durch die Unternehmen und Studierenden evaluiert. Die Auswertungen sind in Bezug auf die Methoden und Werkzeuge und das Vorgehensmodell leider in diesem Kontext nicht aussagekräftig genug, als dass anhand dieser eine qualifizierte Anpassung vorgenommen werden konnte. Dies liegt hauptsächlich daran, dass Freitextantworten bzgl. der Rückmeldung zu Verbesserungspotenzialen von den Studierenden nicht beantwortet wurden. Lediglich die Güte des Vorgehensmodells und der ausgewählten Methoden und Werkzeuge lässt sich anhand der Evaluationsbögen widerspiegeln (vgl. Anhang C: Abbildung 14). Die Evaluation mittels der Fragebögen hat mehr Aufschluss über die Zufriedenheit mit dem Vorgehensmodell und der angebotenen Techniken als auch dem Projekt an sich und den zur Verfügung stehenden Ressourcen erbracht als qualifizierte Rückmeldung zu den Verbesserungspotenzialen. Sofern Verbesserungsvorschläge aufkamen, ließen sich diese vornehmlich der Teamzusammensetzung, der Leitung und der Organisation der Projekte zuordnen (Abbildung 9).

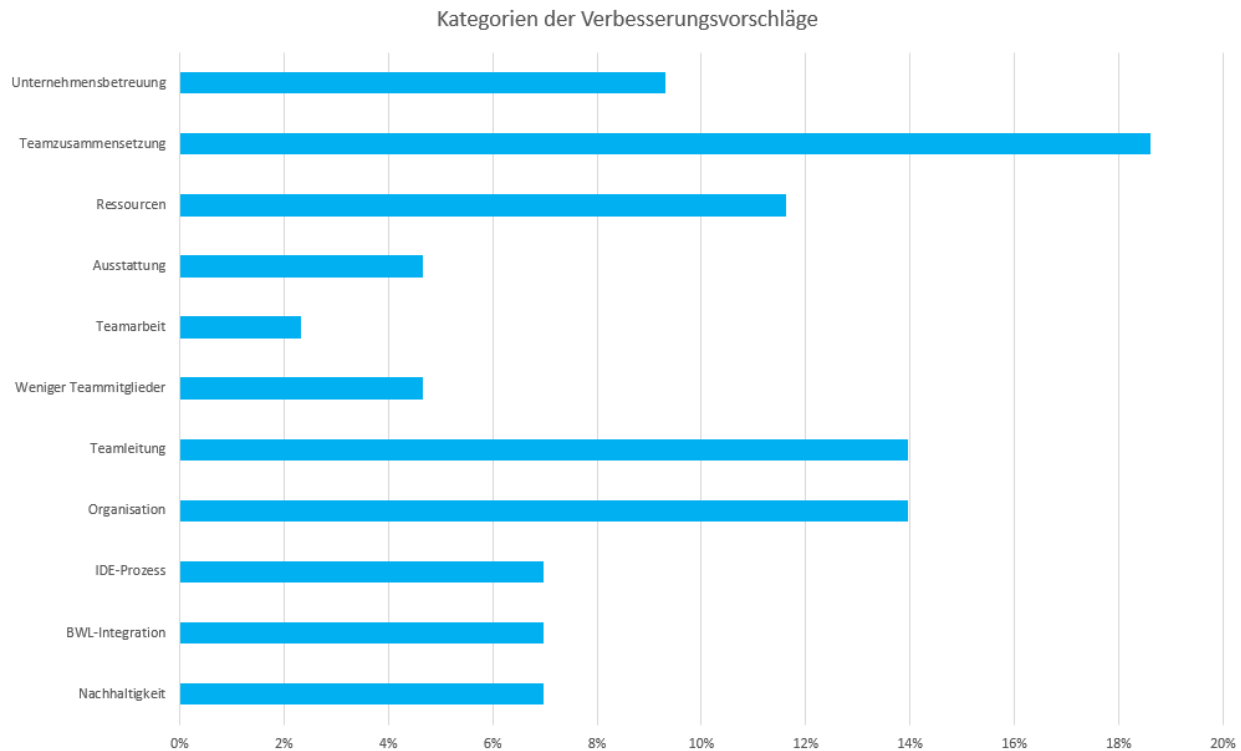


Abbildung 9: Kategorisierung der Verbesserungsvorschläge aus den Evaluationsbögen

Daher sind die in diesem Abschnitt beschriebenen Modifikationen des Vorgehensmodells und der mit den einzelnen Phasen des Konzepts verknüpften Methoden und Werkzeuge auf den Rückmeldungen durch die Studierenden mittels des Technikkatalogs als Wissens- und Kommunikationsplattform, den direkten Rückmeldungen aus Gesprächen, den fachlichen Diskussionen der wissenschaftlichen Mitarbeiter und dem Experten-Workshop, basierend. Das Vorgehensmodell wurde während des AP *Fallstudien* Schritt für Schritt verfeinert und angepasst – schlussendlich wurde der Expertenworkshop zur Validierung der Ergebnisse herangezogen. Das modifizierte Vorgehensmodell ist in Abbildung 10 dargestellt.

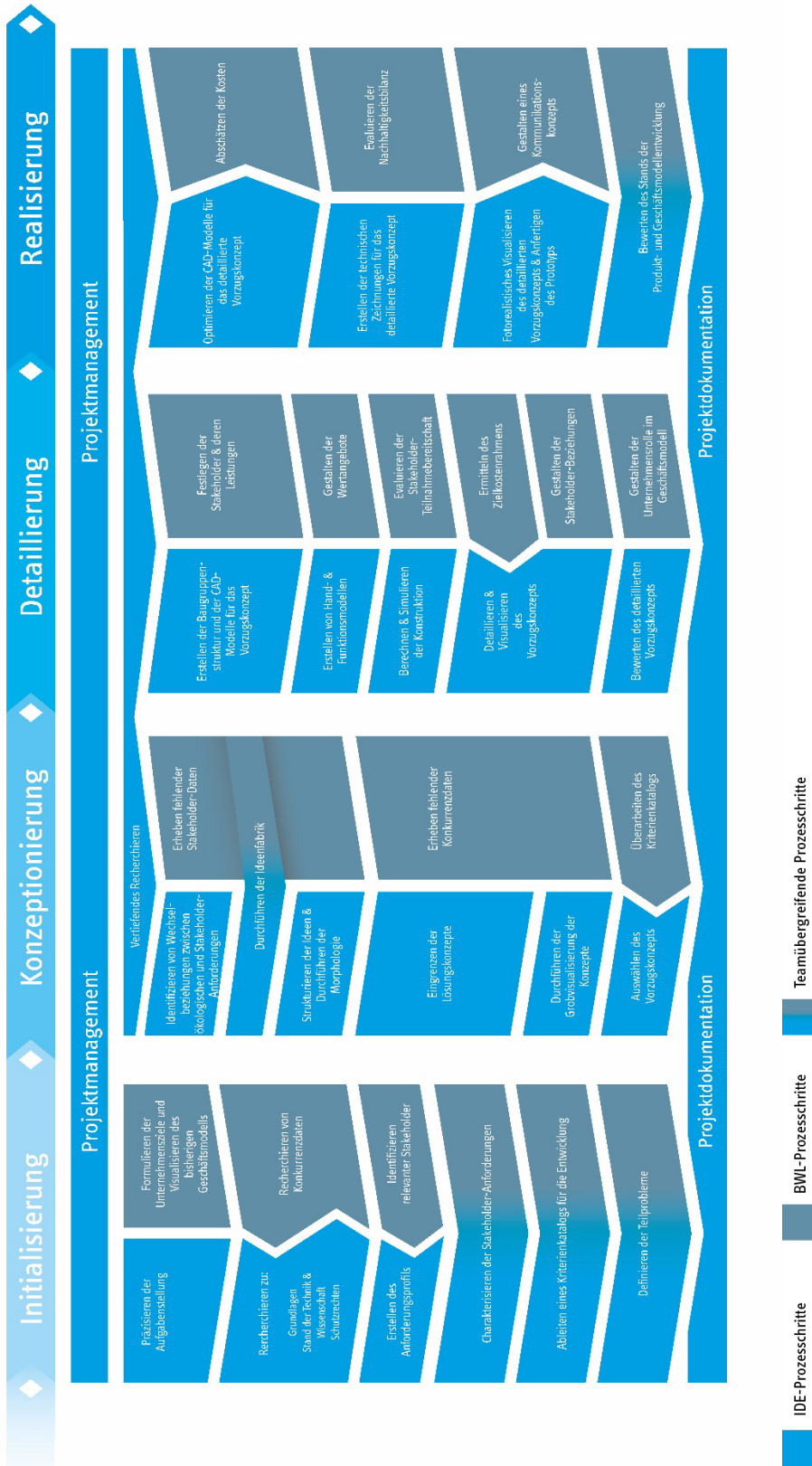


Abbildung 10: Die aktuelle Version des Vorgehensmodells (31. März 2023)

Im Hinblick auf das Vorgehensmodell in der Produktentwicklung (blaue Felder in Abbildung 10) wurde eine Klärung und Vereinheitlichung des Vokabulars vorgenommen. Durch die Fallstudien an sich konnten mehrere notwendige Informationsflüsse identifiziert werden, welche dementsprechend im Vorgehensmodell und dem angepassten Schaubild verdeutlicht werden. So wurde beispielsweise erkannt, dass in der Initialisierungsphase die Informationen bzgl. der relevanten Stakeholder durch die BWL an die Technik übergeben werden sollte, um darauf aufbauend das Anforderungsprofil zu verfeinern und nicht vice versa. In der Detaillierungsphase ist der ermittelte Zielkostenrahmen als Information überaus wichtig für eine Detaillierung des Vorzugskonzepts durch das Technikteam. In der Realisierungsphase konnten zudem zwei weitere neuralgische Informationsflüsse identifiziert werden, um bei der betriebswirtschaftlichen Betrachtung bei dem Abschätzen der Kosten für das Produkt und bei dem Gestalten eines Kommunikationskonzepts zu unterstützen. Ferner konnten Problemfelder identifiziert werden, wie das unterschiedliche Verständnis von gleichsam verwendeten Begrifflichkeiten, die unterschiedliche Wertigkeit der Projekte in den unterschiedlichen Studiengängen und auch das redundante Erarbeiten von Arbeitspaketen, welche so jedoch in der Wirtschaft nicht zu erwarten sind. Leider wurden in 3 von 6 Fallstudien die Ideenfabrik nicht gemeinschaftlich durchgeführt, und in 2 von 4 Fallstudien war die Kommunikation zwischen den Fachbereichen nicht sehr zielführend. Beide Aspekte sind so jedoch ebenfalls nicht in KMU zu erwarten, da sich die Rahmenbedingungen stark von den semesterablaufplangetriebenen Fallstudien unterscheiden.

Im Folgenden wird überblicksartig auf die Erkenntnisse eingegangen, die die Techniken mit Nachhaltigkeitsbezug betreffen und somit im besonderen Fokus des UPGRADE-Projekts standen. Diesbezüglich konnten verschiedene Techniken in den Fallstudien getestet werden, leider konnten jedoch zeitlich und projektablaufspezifisch nicht alle Techniken durchexerziert werden. Angewendet wurden die Sustainability-SWOT-Analyse, eine Abwandlung des Quality Function Deployment for Environment (QFDE), die "Phillips Fast Five", die Ecodesign-Checklist, die MET- und die MECO-Matrix, die Ten Golden Rules, Idemat-App, sPersonae (noch nicht in ihrer kompletten Ausprägung, da diese sich noch in Entwicklung befindet), Ecolizer (durch Studierende integriert – und noch nicht im Technikkatalog beschrieben) und das LiDS-Wheel. Nicht angewendet wurden die D4S-Strategien und die EcoValue Analysis. Somit konnten zehn von zwölf Techniken angewendet und qualitativ evaluiert werden. Jedoch ist eine quantitative Auswertung, zur Bewertung der Methoden anhand der initial zur Auswahl der Techniken aufgestellten Kriterien, aufgrund geringer Rückläufer, lediglich als Tendenz der Technikeinschätzung in Anbetracht der Kategorien Nachhaltigkeit, Integrierbarkeit und Anwendbarkeit zu werten (Abbildung 11). Die

Einschätzung aller Techniken wurde hierbei lediglich von zwei wissenschaftlichen Mitarbeitern auf Grundlage ihrer Litertaturrecherchen durchgeführt. Anwendungsbezogene Einschätzungen flossen in der Auswertung jedoch in die durch die Studierenden angewandten Techniken ein.

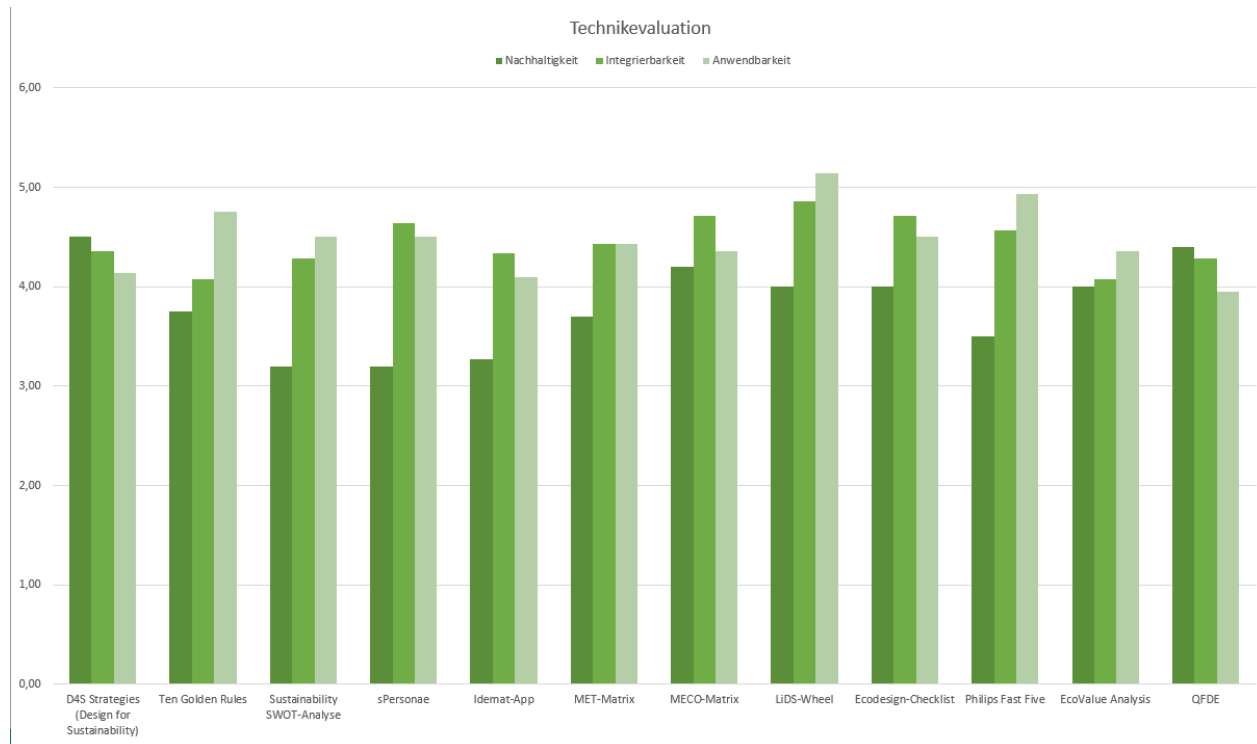


Abbildung 11 Bewertung der Techniken anhand von zuvor aufgestellten Kriterien

Es wurde zudem auf Basis des Technikkatalogs, der den IDE-Studierenden zu Beginn der Fallstudien zur Verfügung gestellt wurde, eine qualitative Evaluation der Techniken und deren Einsatzzeitpunkt durchgeführt, um valide Änderungen bedarfsgerecht vorzunehmen. Auf diesen erhobenen Daten beruhen mögliche Anpassungen bei der Technikverortung im Vorgehensmodell und Anpassungen der Beschreibungen innerhalb des Technikkatalogs. Zudem wurde durch die fortlaufende Qualifizierung des Katalogs durch Anpassungen beispielsweise Hashtags zur Verschlagwortung hinzugefügt und die Anwendungsdauer erfasst, um mögliche Ressourcenbedarfe vor einer Werkzeuganwendung einschätzen zu können.

Im Rahmen der Fallstudie *ecoBOX* leisteten die QFDE-Methode sowie der Ecolizer, als Material-Datensammlung, einen bedeutenden Mehrwert, welcher sich aufgrund der hohen Komplexität der Produktentwicklung in dieser Fallstudie zeigte. Insbesondere die QFDE-Methode zeichnete sich dadurch aus, dass sie viele entwicklungsrelevante Kriterien einfließen lässt, überschaubar bewertet und die Entwicklung somit handhabbar macht. Es zeigte sich an dieser Stelle aber auch, dass sich das Werkzeug

weniger für minderkomplexe Produkte eignet. Bei der Durchführung der Fallstudie *reUSE* konnten die MECO-Matrix sowie die Sustainability-SWOT-Analyse einen starken Einfluss auf die Produktentwicklung ausüben. Im Gegensatz dazu, konnte die QFDE-Methode jedoch nicht sinnvoll durchgeführt werden, da die Produktparameter und Entwicklungskriterien nicht in ausreichendem Maße gegeben und folglich zu wenige Stellschrauben für die Anwendung des Werkzeugs vorhanden waren.

Die Entwicklungsarbeit und die damit verbundenen Befragungen und Diskussionen im Rahmen der Fallstudien zeigten die Möglichkeit auf, mit einer Weiterentwicklung der MECO-Matrix die Ergebniskommunikation zu verbessern und damit eine aussagekräftigere Entscheidungsgrundlage zu erhalten. Ziel ist es hier, die Ergebnisse anschaulich zu visualisieren, um dadurch den Entwickelnden und kooperierenden Unternehmen eine verbesserte Entscheidungsgrundlage an die Hand geben zu können. Hierzu soll eine Funktionsstruktur, die auf den Ergebnissen der MECO-Matrix fußt und diese anschaulich abbildet, dienen. Zu diesem Thema wird auch noch ein Paper lanciert.

Im Hinblick auf die Entwicklung des Geschäftsmodells (graue Felder in Abbildung 10) wurden zunächst einzelne Aktivitäten umbenannt, da hier im Rahmen der Fallstudien festgestellt wurde, dass die ursprünglich verwendeten Bezeichnungen sowohl für die Studierenden als auch für die Unternehmen teilweise nicht praxisgerecht und somit missverständlich oder irreführend waren. Des Weiteren wurde die Gestaltung von Marketingansätzen zur Implementierung des Geschäftsmodells von der Detaillierungs- in die Realisierungsphase verschoben. Dies war notwendig, da die Studierenden signalisierten, dass für die anderen vier Aktivitäten in der Detaillierungsphase zu wenig Zeit zur Verfügung stand. In der Folge wurden die Entwicklungsaufgaben der vier verbliebenen Aktivitäten der Detaillierungsphase auf sechs Aktivitäten aufgeteilt, um sie noch gezielter und verständlicher adressieren zu können.

Bei der Anwendung der im AP *Konzept* ausgewählten und neu gestalteten Techniken zeigte sich insbesondere beim SUBMOC, dass die bislang verwendete Canvas-Vorlage für die Anwendung im Nachhaltigkeitskontext nicht ausreichend war. Hier konnte festgestellt werden, dass der SUBMOC die Nachhaltigkeitsziele der Unternehmen nicht vollständig berücksichtigte und somit eine Evaluation des Geschäftsmodells verzerrte. Der SUBMOC wurde dementsprechend modifiziert und im Anschluss an die Fallstudie *ecoBOX* noch einmal mit der PFABO GmbH getestet. Das Ergebnis war sowohl für den LfE als auch für die PFABO GmbH überzeugend, sodass eine gemeinsame Veröffentlichung in der wissenschaftlichen Community umgesetzt wurde, die die neue Version des SUBMOC beinhaltet und dessen praxisnahe Anwendbarkeit am Beispiel des nachhaltigen PFABO-Geschäftsmodells demonstriert. Weitere Informationen zu dieser Veröffentlichung finden sich in Abschnitt 4.

Auch im Hinblick auf die Funktionsweise des angewandten Lehrkonzepts konnten bereits erste Erkenntnisse im Rahmen der Fallstudienbearbeitung generiert werden. So wurden in den beiden Fallstudien *ecoBOX* und *reUSE* einige Fristen bezüglich des Austauschs notwendiger Informationen zwischen den studentischen Technik- und BWL-Teams nicht eingehalten, was zu Informationslücken und somit zu Schwierigkeiten bei der Verwendung von einigen Techniken führte. Diese Informationslücken sollen durch eine Anpassung des Lehrkonzepts geschlossen und dadurch die Anwendbarkeit der Techniken gewährleistet werden.

3.3 AP DISSEMINATION

Das Arbeitspaket *Dissemination* begann planmäßig am 1. September 2021. Tabelle 1 in Anhang A zeigt die in diesem Arbeitspaket begonnenen bzw. abgeschlossenen Tätigkeiten und auch diejenigen Tätigkeiten, die noch nicht wie geplant begonnen werden konnten. Entgegen der Planung im Projektantrag wurde eine Pressemitteilung in industrienahen Zeitschriften verzögert veröffentlicht. Die Veröffentlichung ist inzwischen mit der Juli/August-Ausgabe der Industrie- und Handelskammer Magdeburg erschienen. Des Weiteren konnte kein Treffen mit politischen Entscheidungsträgern wie geplant stattfinden. Hier ist vorgesehen, diesbezügliche Termine im Rahmen der in Kapitel 4 genannten Konferenzen zu arrangieren und auch politische Entscheidungsträger in die OVGU einzuladen.

Dementgegen wurde bereits vorfristig mit der Dissemination des Vorgehensmodells und weiterer Projekterkenntnisse in der wissenschaftlichen Community begonnen. Kapitel 4 detailliert die Manuskripte, die bereits verfasst wurden bzw. in der Entstehung begriffen sind, sowie die Konferenzen, an denen eine Teilnahme geplant ist bzw. für die bereits ein Beitrag eingereicht wurde.

3.3.1 TECHNIKKATALOG

Der Technikkatalog diente während des AP *Fallstudien* als Grundlage des Wissenstransfers von wissenschaftlichem Personal zu den Studierenden-Teams aus den Fallstudien. Anhand des Technikkatalogs konnten diese entsprechend dem Kontext und der Anforderungen des jeweiligen Projektthemas die passenden Methoden oder Werkzeugen auswählen. Informationen zur Durchführung und Anwendung, welche noch nicht vorab beschrieben wurden, wurden während der AP *Fallstudien* erfasst und im Nachgang ergänzt. So wurde die Auswahl an Techniken über drei Semester verfeinert und stellenweise um weitere Techniken ergänzt. Der Technikkatalog bildet, nach Abschluss der AP *Fallstudien*, somit die Grundlage für die Handreichung als auch für die Erweiterung des Toolkits.

3.3.2 HANDREICHUNG

Aus dem Ergebnis des AP *Konzept* und den Validierungen und Qualifizierungen aus den Fallstudien und dem Experten-Workshop wurde eine Handreichung (Anhang D) für KMU erarbeitet, die neben einer ansprechenden Gestaltung auch leicht nachvollziehbar und leserlich konzipiert wurde. Neben der Vorgehensmodellbeschreibung und der Beschreibung von betriebswirtschaftlichen und technischen Aspekten konnte die Verzahnung von Prozessen aufgezeigt werden und auch die Beziehungen zu den Techniken hergestellt werden. In der Handreichung wurden die Techniken, welche im Technikkatalog in der Handreichung ausführlich beschrieben wurden, abgebildet und mit den unterschiedlichen Aktivitäten der jeweiligen Phasen verknüpft (siehe auch die Zusammenfassung in Anhang B). Die Handreichung wurde als Druckbroschüre konzipiert, um dieses als Nachschlagewerk zur freien Verfügung ausgeben zu können. Daneben ist eine Umsetzung als print-on-demand für den Unkostenpreis geplant, um Unternehmen auch das simple Bestellen zu ermöglichen. Ferner wird die Handreichung natürlich als PDF bereitgestellt und allen Fallstudienpartnern nach Vollendung des Projektes zugesendet.



Abbildung 12: Handreichung

3.3.3 TOOLKIT

Wie bereits bemerkt, basiert die Erweiterung des Toolkits ebenfalls auf dem Technikkatalog – aus diesem wurden die Techniken erfasst und in das bereits vorhandene IDE-Toolkit übertragen. Somit soll die Verbreitung des Wissens über ein weiteres Medium, welches leicht erreichbar und weiterführend erweiterbar ist, zur nachhaltigen Dissemination beitragen. Die speziellen Techniken zur Integration von Nachhaltigkeit in eine Produktentwicklung können aktuell (Stand August 2023) über den Reiter „Nachhaltigkeit implementieren“ eingegrenzt und dem folgend bei Interesse ausgewählt werden. Nach der Auswahl wird eine standardisierte Beschreibung zu dem ausgewählten Werkzeug angezeigt. Zudem wurden für alle Techniken Templates erarbeitet, die durch eine Verlinkung im IDE-Toolkit überall zugänglich gemacht werden soll. Dieses Toolkit ist über <https://ide.ovgu.de/methoden-filter.html> zu erreichen.

Zur leichteren Selektion der entsprechenden Methode oder des Werkzeugs ist ein Filtersystem angedacht, welches nach Abschluss des Projektes erarbeitet werden soll. Weiterhin werden Techniken, welche sich in Projektarbeiten als anwendbar und wertvoll erweisen, sukzessive in das Toolkit aufgenommen werden.



Abbildung 13: Toolkit

Starke, Christoph; Raith, Matthias G.; 2022. A Stakeholder-Theory Based Canvas for Sustainable Business Models. Eingereicht bei: The Entrepreneurship SIG at European Academy of Management 2021.

Kokoschko, Björn; Augustin, Laura; Schabacker, Michael: Identifying Criteria for the Selection of Ecodesign Methods to Integrate into SMEs Product Development. In: Chakrabarti, Amaresh; Poovaiah, Ravi; Bokil, Prasad; Kant, Vivek (Hrsg.): Design for Tomorrow--Volume 1. Singapore: Springer Singapore, 2021, S. 901–910.

Kokoschko, Björn; Augustin, Laura; Schabacker, Michael; Beyer, Christiane: Ansatz zur Erarbeitung einer Methodenauswahl für nachhaltige Produktentwicklung in KMUs. In: *Entwerfen Entwickeln Erleben in Produktentwicklung und Design 2021*: Prof. Dr.-Ing. habil. Ralph H. Stelzer, 2021, S. 49–57.

Starke, Christoph: Business Model Conference; Lille (Frankreich); 22.-23.06.2022. (Vortrag)

Starke, Christoph: 25. Interdisziplinäre Jahreskonferenz zu Entrepreneurship; Innovation und Mittelstand (G-Forum); Dresden; 22.-23.09.2022. (Vortrag)

Kokoschko, Björn; Schabacker, Michael; Beyer, Christiane: Auswahl von anwendbaren Methoden zur Nachhaltigkeitsintegration in der Produktentwicklung von KMU, 20. Gemeinsames Kolloquium Konstruktionstechnik 2022, Clausthal, 29.09.2022.

Schabacker, Michael: The circularly oriented future in product development, 2022 CSMMT (The Chinese Society of Mechanism and Machine Theory) Conference on Campus Nov. 11 -12, National Sun Yat-sen University Kaohsiung, Taiwan, 2022. (Keynote Speech)

Kokoschko, Björn; Schabacker, Michael; Beyer, Christiane; Wohak, Lisa: Derive criteria for a selection of sustainability methods in SMEs based on a literature review. Number 236. In: Chakrabarti, Amaresh; ICoRD'23 (9th International Conference on Research Into Design), <https://link.springer.com/book/9789819904273>.

Kokoschko, Björn; Wohak, Lisa; Schabacker, Michael: Ecodesign methods integration into SMEs product development. Number 237. In: Chakrabarti, Amaresh; ICoRD'23 (9th International Conference on Research Into Design), <https://link.springer.com/book/9789819904273>.

Kokoschko, Björn; Schabacker, Michael; Starke, Christoph; Uni Magdeburg forscht zur Gestaltung von nachhaltigen Innovationen in klein- und mittelständischen Unternehmen (KMU), erscheint im Juli 2023 In: IHK.

Kokoschko, Björn; Augustin, Laura; Schabacker, Michael; Träger, Ramona; Beyer, Christiane: Potentiale der Persona-Methode im Kontext der nachhaltigen Produktentwicklung. In: Krause, D.; Paetzold, K.; Wartzack, S.: Design for X – Beiträge zum 34. DfX-Symposium September 2023. Abstract eingereicht.

Kokoschko, Björn; Schabacker, Michael; Beyer, Christiane: Application and evaluation of eco-design methods for SMEs. In: VI Symposium of Computer Aided Design and Engineering, Biomechanics and Mechatronics COMEC 2023. Abstract angenommen.

Kokoschko, Björn; Augustin, Laura; Schabacker, Michael; Träger, Ramona; Beyer, Christiane: Ausrichtung der Persona-Methode anhand ihrer Potentiale auf eine nachhaltige Produktentwicklung. In: Prof. Dr.-Ing. habil. Ralph H. Stelzer: *Entwerfen Entwickeln Erleben in Produktentwicklung und Design 2024*. Angemeldet.

Kokoschko, Björn; Augustin, Laura; Schabacker, Michael; Träger, Ramona; Beyer, Christiane: Potentials of the vision model in view of the orientation towards sustainability. In: The 12th International Conference KOD 2024, Machine and Industrial Design in Mechanical Engineering. Geplant.

Kokoschko, Björn; Augustin, Laura; Schabacker, Michael; Träger, Ramona; Beyer, Christiane: Improved visualisation of the results of an analysis using the MECO matrix through the integration of the functional structure. In: International Journal of Technology and Design Education. Geplant.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass alle Tätigkeiten in den Arbeitspaketen *Konzept* und *Fallstudien* wie geplant durchgeführt wurden. Lediglich bei der *Dissemination* wurde ein anvisierter „Round-Table“ mit politischen Entscheidungsträgern nicht durchgeführt und die Veröffentlichung eines Artikels in der IHK-Zeitschrift nahm unverhofft mehr Zeit in Anspruch, als es angedacht war. Abgesehen von Ablaufschwierigkeiten innerhalb der Unternehmen, als auch universitätsintern durch das Ausscheiden von Mitarbeitern, kann das Projekt als erfolgreiche Pilotstudie bezeichnet werden. Es wurden Hemmschwellen von Unternehmen in Kontakt mit Forschungseinrichtungen zu treten, durch die Fallstudien gezielt adressiert. Die finale Zielstellung einer Handreichung für KMU wurde erreicht und die digitale Abbildung des erworbenen Methoden- und Werkzeugwissens konnte ebenfalls umgesetzt werden. Darüber hinaus wurden Vorlagen für jegliche Interessenten erstellt, die eine Dissemination und einfache Anwendung von Methoden und Werkzeugen mit dem Fokus auf der Nachhaltigkeitsintegration ermöglichen.

Die Auswertung der Fallstudien mittels Evaluationsbögen war wider Erwarten nicht aussagekräftig genug in Bezug auf das Vorgehensmodell und die in den Fallstudien verwendeten Methoden und Werkzeugen. Auch die Auswertung durch die Unternehmen ließ in Anbetracht dessen weniger Rückschlüsse auf Optimierungspotentiale ziehen. Lediglich die Kooperationsarbeit an sich und die Einschätzung der Wertigkeit einer solchen ließ sich abzeichnen. Schwierigkeiten ergaben sich zudem im Transfer von Informationen zwischen IDE- und BWL-Team während der Fallstudien. Dies lässt sich auf unterschiedliche Verständnisse der Expertisen zurückführen als auch unterschiedliche Semesterablaufpläne – diese Hürden sind jedoch in der Anwendung in KMU nicht zu erwarten.

Über die Bearbeitungszeit hinaus wird an der Vervollkommnung eines Filterprozesses für die Methoden und Werkzeugen im Toolkit gearbeitet. Zudem werden die Methoden und Werkzeugen in künftigen IDE-Projekten als Standardtechniken eingebunden werden, um einen langfristigen und nachhaltigen Wissenstransfer in die Unternehmen zu erschaffen. Der Technikkatalog wird sukzessive um weitere Methoden und Werkzeugen, die sich in kleinen Entwicklerteams oder KMU anwenden lassen, ergänzt werden.

Aus dem Projekt an sich ergaben sich zudem neue Ansätze zur kooperativen kollaborativen Projektarbeit – im Trend des Open-Source-Hardware-Entwicklungsansatzes. Dabei kann der Fokus auf der Erforschung von Abläufen innerhalb global vernetzter, frei zugänglicher Produktentwicklungen liegen, welche es

Akteuren ermöglicht, lokale Bedürfnisse in die Entwicklung aufzunehmen und dementsprechend angepasst, aber auch unabhängig von „Big Playern“ zu produzieren.

ANHANG A

TÄTIGKEITEN IM RAHMEN DES PROJEKTES

Tabelle 1: Tätigkeiten im Rahmen des Projektes

	Tätigkeiten	Vor Beginn	Q1 1.6.- 31.8.	Q2 1.9.- 30.11.	Q3 1.12.- 28.2.	Q4 1.3.- 31.5.	Q5 1.6.- 31.8.	Q6 1.9.- 30.11.	Q7 1.12.- 28.2.	kostenneutrale Verlängerung	Nach Projekt- ende
AP Konzept	Definieren von Kriterien zur Gestaltung des Vorgehenskonzepts										
	Zusammenstellen <u>bzgl.</u> Vorgehenskonzepts/ Methoden der Produktentwicklung (PE)										
	Evaluieren der PE-Vorgehenskonzepte <u>m.H.d.</u> Gestaltungskriterien										
	Zusammenstellen <u>bzgl.</u> Vorgehenskonzepts/ Ansätze d. Geschäftsmodellgestaltung (GMG)										
	Evaluieren der GMG-Vorgehenskonzepte <u>m.H.d.</u> Gestaltungskriterien										
	Ableiten des Entwicklungsbedarfs bzgl. des <u>ganzzheitl.</u> Vorgehenskonzepts der <u>integr.</u> Produkt- & Geschäftsmodellentwicklung										
	Gestalten des <u>ganzzheitl.</u> Vorgehenskonzepts der <u>integr.</u> Produkt- & Geschäftsmodell-entwicklung auf konzeptioneller Ebene										
	Vorbereiten der qualitativen Datenerhebungen (Entwurf von Frage- & Feedbackbögen & Protokoll-Templates)										
				Fallstudien 1 & 2		Fallstudien 3 & 4		Fallstudien 5 & 6			
AP Fallstudien	Kommunizieren mit Unternehmen (Besuche, Seminararbeiten, Beratung etc.)										
	Anleiten der IDE-Studierenden in Fallstudien (inkl. Meetings, Sprechstunden, Kontrolle der Seminar dokumentationen etc.)										
	Anleiten der BWL-Studierenden in Fallstudien (inkl. Meetings, Sprechstunden, Kontrolle der Seminar dokumentationen etc.)										
	Durchführen und Auswerten von Befragungen & Protokollen										
	Konzeptionelles Optimieren des Vorgehenskonzepts										
AP Dissemination	Präsentieren des Vorgehenskonzepts auf Konferenzen bzw. Workshops										
	Publizieren des Vorgehenskonzepts in Buchbeiträgen bzw. Journalen										
	Verfassen von Pressemitteilungen (industriennahe Zeitschriften)										
	Kommunizieren mit politischen Entscheidungsträgern										
	Publizieren des Vorgehenskonzepts im Rahmen des Online-IDE-Toolkits										
	Integrieren des Vorgehenskonzepts in Studiengänge der OVGU										
Administration	Universitätsspezifische Projektverwaltung										
	Bewerben von Seminaren										
	Universitätsspezifische Seminarverwaltung										
	Koordinieren des Beirats										
	Organisieren und Abrechnen von Veranstaltungen & Konferenzen										
	Öffentlichkeitsarbeit										
	Beschaffen von Materialien										
Unterstützen bei Publikationen											

begonnen bzw. abgeschlossen
 geplant
 noch nicht begonnen
 vorzeitig begonnen

Tabelle 2: Zuordnung der Techniken zu den Phasen und Aktivitäten

IDE-Prozessschritte
 BWL-Prozessschritte
 Teamübergreifende Prozessschritte

INITIALISIERUNG

Aktivität	Methoden, Werkzeuge & Dokumente
Formulieren der Unternehmensziele und Visualisieren des bisherigen Geschäftsmodells	Strukturierter Fragebogen Zielstrukturierung
Präzisieren der Aufgabenstellung	Kundenauftrag Visionsmodell Problemfeld- und Bedarfsanalyse Ten Golden Rules D4S-Strategien EcoDesign-Checklist LiDS-Wheel
Recherchieren zu Grundlagen, Stand der Technik & Wissenschaft, Schutzrechten	Literaturrecherche Schutzrecht- und Normrecherche Sustainability SWOT-Analyse (Analysieren der Ausgangssituation)
Erstellen des Anforderungsprofils	Schwachstellenanalyse Ecodesign-Checklist MET-Matrix MECO-Matrix Personas QFDE I&II Anforderungsliste Pflichten-/Lastenheft Gebrauchsszenario Funktionsanalyse Kano-Modell PESTEL-Analyse Visionsmodell
Recherchieren von Konkurrenzdaten	Sekundärdatenrecherche
Identifizieren relevanter Stakeholder	Sekundärdatenrecherche Perspektivwechsel-Methode (Kreativitätsmethode)
Charakterisieren der Stakeholder-Anforderungen	Sinus-Milieus Sekundärdatenrecherche Personas
Ableiten eines Kriterienkatalogs für die Entwicklung	Kriterienkatalog
Definieren der Teilprobleme	Anforderungsliste Gebrauchsszenario Funktionsstruktur Visionsmodell

KONZEPTIONIERUNG

Aktivität	Methoden, Werkzeuge & Dokumente
Erheben fehlender Stakeholder-Daten	Primärdatenerhebung - Liste der zu Befragenden - Semistrukturierter Interviewleitfaden - Strukturierter Fragebogen
Erheben fehlender Konkurrenzdaten	Primärdatenerhebung - Liste der zu Befragenden - Semistrukturierter Interviewleitfaden - Strukturierter Fragebogen
Identifizieren von Wechselbeziehungen zwischen ökologischen und Stakeholder-Anforderungen	Durchführen der QFDE I & II Quality Function Deployment (QFD) mit House of Quality-Darstellung mit Environment
Durchführen der Ideenfabrik	Brainstorming Brainwriting Brainsketching „Bionik“ - Biomimicri Bisoziativmethode 6-3-5 Methode Ideenfabrik Mister X-Methode Walt-Disney-Methode Normteilkatalog Synektik Moodboard Morphologischer Kasten WWWWWH Sechs Hüte 5Ws Negative Fragestellung Serious Play ...
Strukturieren der Ideen & Durchführen der Morphologie	Phillips Fast Five Mindmapping Metaplan Topic Map Morphologischer Kasten Pro/Contra-Katalog Checklisten
Überarbeiten des Kriterienkatalogs	Kriterienkatalog
Eingrenzen der Lösungskonzepte	VDI 2225 Nutzwertanalyse Paarvergleich für Gewichtungsermittlung Rangfolgeverfahren Ecodesign-Checklist Phillips Fast Five Sustainability SWOT-Analyse MET-Matrix MECO-Matrix

Aktivität	Methoden, Werkzeuge & Dokumente
	QFDE III (& IV) (Vorauswahl)
Durchführen der Grobvisualisierung der Konzepte	Papiermodelle CAS-Modellierung Design-Skizzen Brain-Sketches
Auswählen des Vorzugskonzepts	VDI 2225 Nutzwertanalyse Paarvergleich Rangfolgeverfahren Sustainability SWOT-Analyse Phillips Fast Five (Vorauswahl) QFDE III & IV (Endauswahl)

DETAILLIERUNG

Aktivität	Methoden, Werkzeuge & Dokumente
Festlegen der Stakeholder & deren Leistungen	Primärdatenanalyse Sekundärdatenanalyse Nachhaltigkeitsorientierter Geschäftsmodell-Canvas (SUBMOC)
Gestalten der Wertangebote	Primärdatenanalyse Sekundärdatenanalyse Nachhaltigkeitsorientierter Geschäftsmodell-Canvas (SUBMOC) Kriterienkatalog
Erstellen der Baugruppen-Struktur und der CAD-Modelle für das Vorzugskonzept	CAD-Modellierung
Erstellen der Hand- & Funktionsmodelle	Papier- und Pappmodelle Schaummodelle Holzmodelle Claymodelle Plastelinmodelle Papiercomputer
Berechnen & Simulieren der Konstruktion	CAE-Simulation (FEM, CFD)
Detaillieren und Visualisieren des Vorzugskonzepts	CAD-Modellierung Literaturrecherche Schutzrecht- und Normrecherche Idemat-App Design Renderings (Detaillierte Zeichnungen) CAD-Renderings in Cinema4D, Blender, Maya, Keyshot, Rhinoceros, u.v.m.
Evaluieren der Stakeholder-Teilnahmebereitschaft	Primärdatenanalyse Sekundärdatenanalyse Kriterienkatalog Nutzenprofil Scoring-Methode
Ermitteln des Zielkostenrahmens	Target Costing

Aktivität	Methoden, Werkzeuge & Dokumente
Detaillieren der Vorzugslösung	
Gestalten der Stakeholder-Beziehungen	Primärdatenanalyse Sekundärdatenanalyse Kriterienkatalog Nachhaltigkeitsorientierter Geschäftsmodell-Canvas (SUBMOC)
Bewerten des detaillierten Vorzugskonzepts	Ecodesign-Checkliste
Gestalten der Unternehmensrolle im Geschäftsmodell	Nachhaltigkeitsorientierter Geschäftsmodell-Canvas (SUBMOC)

REALISIERUNG

Aktivität	Methoden, Werkzeuge & Dokumente
Optimieren der CAD-Modelle für das detaillierte Vorzugskonzept	CAD-Modellierung CAE-Simulation
Abschätzen der Kosten	Kalkulationsmuster
Erstellen der technischen Zeichnungen für das detaillierte Vorzugskonzept	Zeichnungserstellung
Fotorealistisches Visualisieren des detaillierten Vorzugskonzepts & Anfertigen des Prototyps	Renderings Animation 3D-Printing Rapid Prototyping Clay-Modelle Holzmodelle
Evaluieren der Nachhaltigkeitsbilanz	Nachhaltigkeitsorientierter Geschäftsmodell-Canvas (SUBMOC) Zielstrukturierung Scoring-Methode
Gestalten eines Kommunikationskonzepts	Marketing-Mix (4P)
Bewerten des Stands der Produkt- und Geschäftsmodellentwicklung	LiDS-Wheel Sustainability SWOT-Analyse QFDE III & IV Ecodesign-Checkliste MECO-Matrix MET-Matrix

AUSWERTUNG DER FALLSTUDIEN DURCH DIE STUDIERENDEN

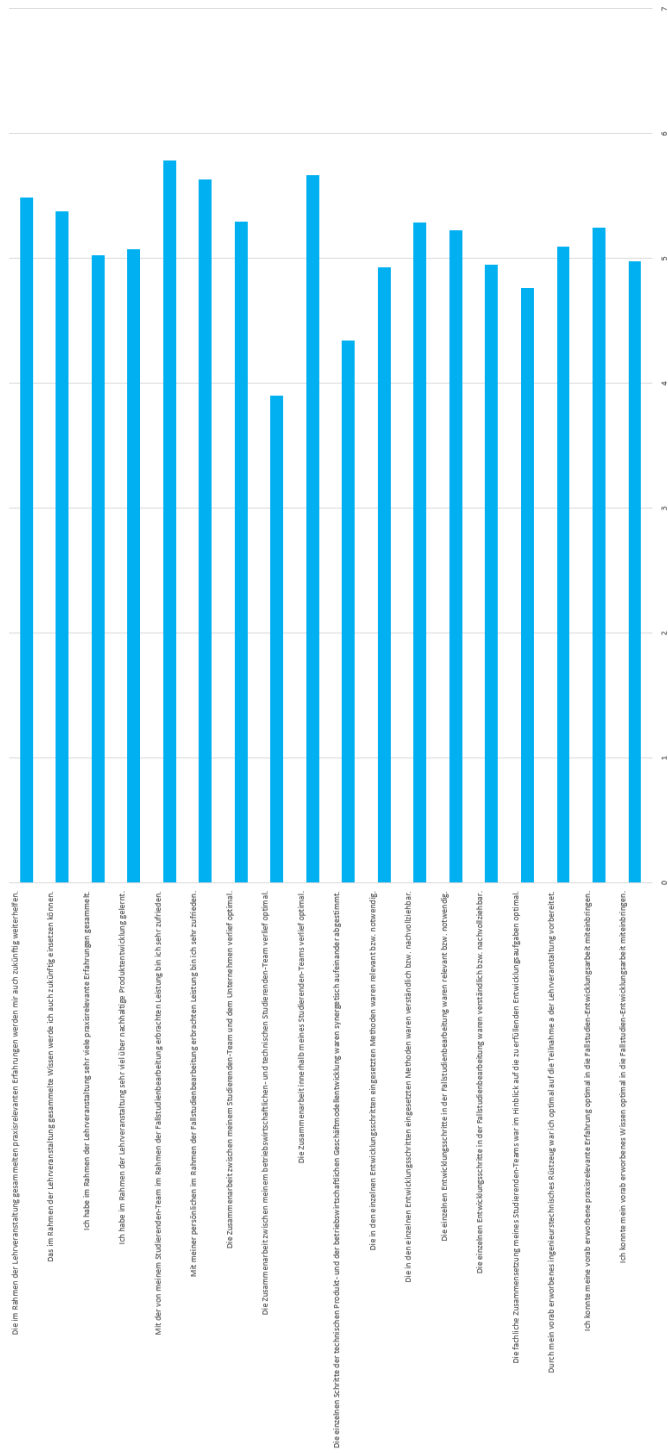


Abbildung 14: Auswertung der Fallstudien durch Studierende



20230616_Handreichung_DBU.pdf

Die Handreichung enthält neben der Vorgehensmodellbeschreibung und der Beschreibung von betriebswirtschaftlichen und technischen Aspekten in der Produktentwicklung, die Verzahnung derer Prozesse und die Beziehungen zu den Methoden und Werkzeugen (Techniken). Diese Techniken werden im Kapitel *Methoden* und *Werkzeuge* (Technikkatalog) der Handreichung ausführlich beschrieben, bebildert und mit den unterschiedlichen Aktivitäten der jeweiligen Phasen des Vorgehensmodells verknüpft. Es wird ein genauer Einblick über die Verortung der Techniken innerhalb des technischen Projektvorgehens gegeben. Ebenso werden erfasste Daten zu Zeitbedarf, Kombinationsmöglichkeiten und Verschlagwortungen der einzelnen Techniken herausgearbeitet. Dabei werden die Techniken mit Nachhaltigkeitsfokus beleuchtet:

- Design for Sustainability Strategien
- Ecodesign-Checklist
- EcoValue Analysis
- Idemat-App
- Kriterienkatalog
- LiDS-Wheel
- MECO-Matrix
- MET-Matrix
- Philips Fast Five
- Quality Function Deployment for Environment|QFDE
- Strategiekarte
- Sustainable Business Model Canvas|SUBMOC
- Sustainability SWOT-Analyse
- sPersonae
- Ten Golden Rules
- Unternehmensfragebogen

Diese Handreichung kann unter der Email-Adresse michael.schabacker@ovgu.de angefordert werden.