



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Masterarbeit

B. Sc. Rachel Werner

Entwicklung einer Prozesskette für ein durchgängiges Anwendungsbeispiel im Studium Maschinenbau und Produktion

*Fakultät Technik und Informatik
Department Maschinenbau und Produktion*

*Faculty of Engineering and Computer Science
Department of Mechanical Engineering and
Production Management*

B. Sc. Rachel Werner

**Entwicklung einer Prozesskette für ein
durchgängiges Anwendungsbeispiel im
Studium Maschinenbau und Produktion**

Masterarbeit eingereicht im Rahmen der Masterprüfung

im Studiengang Produktionstechnik und -management
am Department Maschinenbau und Produktion
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Erstprüfer/in: Prof. Dr.-Ing. Enno Stöver
Zweitprüfer/in: Prof. Dr.-Ing. Dietmar Pähler

Abgabedatum: 22.06.2021

Zusammenfassung

B. Sc. Rachel Werner

Thema der Masterthesis

Entwicklung einer Prozesskette für ein durchgängiges Anwendungsbeispiel im Studium Maschinenbau und Produktion

Stichworte

Bachelorstudium, Umfrage, Labore, Experimente, Prozesskette

Kurzzusammenfassung

In dieser Masterarbeit geht es um die Erstellung und Durchführung einer Prozesskette anhand eines Anwendungsbeispiels für das Bachelorstudium Maschinenbau und Produktion an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg. Mit dieser Prozesskette soll es den Studierenden ermöglicht werden, die Arbeitsweise ihres zukünftigen Arbeitslebens näher kennenzulernen. Um die Bereitschaft von Studierenden und Lehrenden für die Umsetzung der Prozesskette zu ermitteln, wurde je eine Umfrage durchgeführt. Das Produkt „Fahrradklingel“ wurde anhand von unterschiedlichen Kriterien ausgewählt. Mit der Produktauswahl und den Ergebnissen der Umfragen wurde die Prozesskette der Fahrradklingel erstellt. Um die Prozesskette auf das Studium zu adaptieren, wurden die Module den einzelnen Prozesskettenschritten zugeordnet und genauer analysiert. Mit Hilfe von User Stories werden weitere Informationen über die Module und welche Möglichkeiten diese der Prozesskette bieten gegeben. Im nächsten Schritt werden die Ergebnisse den Lehrenden präsentiert und die Gegebenheiten zur Umsetzung überprüft.

B. Sc. Rachel Werner

Title of the paper

Development of a process chain for a consistent application example in the study of mechanical engineering and production

Keywords

Bachelor degree, survey, laboratories, experiments, process chain

Abstract

This master's thesis is about the creation and implementation of a process chain based on an application example for the Bachelor's degree programme in Mechanical Engineering and Production Management at the Hamburg University of Applied Sciences. This process chain is intended to enable students to get a closer look at the way they will work in their future working lives. In order to determine the readiness of students and teachers for the implementation of the process chain, a survey was conducted in each case. The product "bicycle bell" was selected on the basis of various criteria. With the product selection and the results of the surveys, the process chain of the bicycle bell was created. To adapt the process chain to the study, the modules were assigned to the individual process chain steps and analysed in more detail. With the help of user stories, further information about the modules and what possibilities they offer the process chain is given. In the next step, the results are presented to the teachers and the conditions for implementation are checked.

Danksagung

Mit den ersten Worten möchte ich mich bei meinem betreuenden Prof. Dr.-Ing. Herrn Enno Stöver und dem Wissenschaftlichen Mitarbeiter Dipl. Ing. Herrn Benjamin Remmers bedanken. Ebenfalls möchte ich mich bei meiner Familie für die fortwährende Unterstützung bedanken.

Inhaltsverzeichnis

Tabellenverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	IV
Abkürzungsverzeichnis	VI
1 Einführung	1
2 Grundlagen	3
2.1 Labore	3
2.1.1 Remote Labore	4
2.1.2 Virtuelle Labore	6
2.1.3 Dokumentation	6
2.1.4 Ausblick	7
2.2 Prozessketten	7
2.3 Studium	8
2.4 Umfragen	8
3 Durchführung und Auswertung der Umfragen	10
3.1 Auswertung der Umfrage von Studierende	11
3.2 Auswertung der Umfrage von Lehrende	23
4 Produktauswahl	31
5 Umsetzung	38
5.1 Prozesskette einer Fahrradklingel	38
5.2 Einbindung der Prozesskette in das Bachelorstudium	42
6 Fazit und Ausblick	49
Literaturverzeichnis	51
Anhang	VII
A.1 Umfrage Studierende	VIII
A.2 Umfrage Lehrende	XIX
A.3 Auszug Prüfungsordnung	XXV
A.4 User Story	XXXV

A.5 Abkürzungen Module	XL
A.6 Prozesskette	XLI

Tabellenverzeichnis

3.1	Frage 4 Studierende: Auswertung auf Frage „Auf einer Skala von 1 (sehr gut) bis 6 (mangelhaft), wie groß schätzt du für dich persönlich den Lernerfolg in den Laboren der HAW Hamburg?“	13
3.2	Frage 5 Studierende: Auswertung auf Frage „Welche war die schlechteste Erfahrung, die du während eines Laborversuches hattest?“	15
3.3	Frage 7 Studierenden: Auswertung auf Frage „Welche Verbesserungen wünschst du dir für die Labore?“	17
3.4	Frage 14 Studierenden: Auswertung auf Frage „Welche 2 Module wirken auf dich, als wären deren Inhalt an bestimmten Stellen aufeinander abgestimmt(ausgenommen Folgevorlesungen wie z. B. Mathe 1 und Mathe 2)“	19
3.5	Frage 5 Lehrenden: Auswertung auf Frage „Wenn Sie den Begriff „Remote Labor,, hören, welches Schlagwort fällt Ihnen spontan dazu ein?“	27
4.1	Bewertung der Produkte anhand der Kriterien	32
5.1	Auszug Prozesskette	45
5.2	Auszug User Storys	47

Abbildungsverzeichnis

2.1	Lehrendenzentrierung zu Studierendenzentrierung [12]	4
2.2	Onlineoberfläche Remote Labs [2]	5
3.1	Frage 1 Studierenden: Auswertung auf Frage „In welchem Semester befindest du dich derzeit? (Fachsemester)“	11
3.2	Frage 2 Studierenden: Auswertung auf Frage „Hast du bereits an einem Labor teilgenommen?“	12
3.3	Frage 3 Studierenden: Auswertung auf Frage „Wie viele Monate praktische Berufserfahrung aus Praktikum, Ausbildung und Beruf bringst du mit?“	13
3.4	Frage 5 Studierenden: Auswertung auf Frage „Welche war die schlechteste Erfahrung, die du während eines Laborversuches hattest?“	14
3.5	Frage 6 Studierenden: Auswertung auf Frage „Was ist dir während eines Laborversuches besonders positiv im Kopf hängen geblieben?“	16
3.6	Frage 9 Studierenden: Auswertung auf Frage „Was war die größte Hürde, bzw. der größte Zeitaufwand bei der Bearbeitung eines Laborversuches?“	18
3.7	Frage 13 Studierenden: Auswertung auf Frage „Würdest du dir wünschen Labore mehr in die Vorlesung zu integrieren, z. B. als Video oder kleine Versuche direkt in Vorlesung zu besprechen?“	19
3.8	Frage 15 Studierenden: Auswertung auf Frage „Kennst du bereits den Begriff „Remote Labor“?“	20
3.9	Frage 16 Studierenden: Auswertung auf Frage „Wie stellst du dir ein „Remote Labor“ vor?“	21
3.10	Frage 17 Studierenden: Auswertung auf Frage „Würdest du an einem „Remote Labor“ teilnehmen?“	22
3.11	Frage 2 Lehrenden: Auswertung auf Frage „Würden Sie Ihre Labore, nach Möglichkeit des Versuches, in die Vorlesung integrieren?“	24
3.12	Frage 3 Lehrenden: Auswertung auf Frage „Erachten Sie die Laborprotokolle als zwingend notwendig, um das Labor bei Ihnen zu bestehen?“	25
3.13	Frage 4 Lehrenden: Auswertung auf Frage „Kennen Sie den Begriff „Remote Labor“?“	26
3.14	Frage 6 Lehrenden: Auswertung auf Frage „Haben Sie die Möglichkeit in Ihren Laboren Problemlösungen aus der Wirtschaft zu integrieren?“	28

3.15 Frage 7 Lehrenden: Auswertung auf Frage „Würden Sie Videos oder andere Medien (Teamarbeit, Lehrgespräche, Podcasts,...) als Lehrmethode einsetzen?“	29
3.16 Frage 9 Lehrenden: Auswertung auf Frage „Welche der nachfolgenden Personengruppen laden Sie in Ihre Vorlesung/Labor ein, um den Unterricht für die Studierenden zu bereichern?“	30
4.1 Netzdiagramm: Kleine Windkraftanlage	32
4.2 Netzdiagramm: Mobile Roboter	33
4.3 Netzdiagramm: Hoverboard	34
4.4 Netzdiagramm: Fahrradklingel	35
4.5 Netzdiagramm: Vergleich der Produkte	36
5.1 Prozesskette einer Fahrradklingel	38
5.2 Erweiterte Prozesskette einer Fahrradklingel	42
5.3 Prozesskette Studium	43
5.4 Erweiterte Prozesskette Studium	44
5.5 Prozesskette Studium - Fächerübersicht	46
5.6 Beispiele von Umsetzung der Fahrradklingel in bestimmten Modulen	48

Abkürzungsverzeichnis

LDU	Lernort Digitale Umformtechnik
ELLI	Excellent Teaching and Learning in Engineering Education
PeTEX	Platform for eLearning and Telemetric Experimentation
PO	Prüfungsordnung
HAW Hamburg	Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Fakultät TI	Fakultät Technik und Informatik

1 Einführung

Durch die stetige Entwicklung der Industrie ist auch eine permanente Entwicklung in der Lehre unabdingbar. Aus diesem Grund geht es in der Masterarbeit um die Umsetzung einer Prozesskette anhand eines Anwendungsbeispiels im Bachelorstudium Maschinenbau und Produktion der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (HAW Hamburg). Die Prozesskette wird verwendet um einen Überblick über die Prozessschritte zu erhalten. Mit Hilfe dieser kann genau identifiziert werden, welche Module in welchem Prozessschritt unterstützen können. Dadurch ist es möglich das die Studierenden eine zukünftige Arbeitsweise ihres möglich zukünftigen Arbeitsalltages schon während des Studiums näher kennenzulernen.

Die HAW Hamburg bietet 37 Bachelor und 36 Masterstudiengänge an. Diese können an den folgenden vier Fakultäten absolviert werden:

- Technik und Informatik
- Life Science
- Design, Medien und Informationen
- Wirtschaft und Soziales

An der HAW Hamburg studieren derzeit 17.125 Studierende [8], davon ca. 6000 an der Fakultät Technik und Informatik (Fakultät TI). Damit bildet die Fakultät TI derzeit die größte Fakultät der HAW Hamburg [6]. Am dazugehörigen Department Maschinenbau und Produktion studieren derzeit ca. 1850 Studierende [5].

Das Department Maschinenbau und Produktion umfasst acht Institute, den 3D Space und die Zentrale Laborwerkstatt. Die Masterarbeit ist in Zusammenarbeit mit dem Institut für Produktionstechnik, des Department Maschinenbau und Produktion, entstanden. In diesem Institut werden sich auf folgende Schwerpunkte konzentriert:

- Zerspanungstechnik
- Lernort Digitale Umformtechnik
- Fertigungsmesstechnik
- Digitale Produktion

Der Lernort Digitale Umformtechnik (LDU) steht für die Zusammenarbeit zwischen Studierenden, Lehrenden und Unternehmen der Metropolregion Hamburg [7] und arbeitet stets an der Weiterentwicklung der Lehre mit dem Schwerpunkt Industrie 4.0.

Praktische Versuche die das theoretisch erlernten Wissen aufgreifen sind ein wichtiger Bestandteil in heutigen Ingenieurausbildungen und rücken auch an Universitäten immer mehr in den Vordergrund. Aus diesen bestreben entstand der Zusammenschluss „Excellent Teaching and Learning in Engineering Education“ (ELLI). Dabei wurden Projekte wie die Remote Labor und „Platform for e-learning and Telemetric EXperimentation“ (PeTEX) begonnen und getestet.

Das Ziel dieser Arbeit ist ein Modell einer Prozesskette anhand eines Anwendungsbeispiels zu entwickeln. Des Weiteren sollen die ersten Schritte zur Umsetzung eingeleitet werden.

2 Grundlagen

In diesem Kapitel werden die Grundlagen für diese Masterarbeit gelegt. Dies beinhaltet wofür ein praktischer Versuch (Labor) steht und wofür er eingesetzt wird. Des Weiteren werden die Formen „Remote Labor“ und „Virtuelles Labor“, sowie die dazugehörige Dokumentation erklärt. Außerdem wird ein Ausblick über die Weiterentwicklung der Themen gegeben. Im Anschluss werden die Themen „Umfragen“ und „Prozessketten“ grundlegend erläutert.

2.1 Labore

Praktische Versuche, Labore, Experimente oder Praktika sind praktische Übungen die den Studierenden ermöglichen das theoretisch Erlernte zu erleben und zu verstehen. Hierbei werden Einstellungen, Parameter oder Daten zum experimentieren vorgegeben, mit denen ein Experiment durchgeführt wird. Die Ergebnisse werden dokumentiert. Durch die gewonnen Erkenntnisse können neue Fähigkeiten und Wissen erlernt werden [2]. Des Weiteren erlernen Studierende Fähigkeiten über das fachspezifische Wissen hinaus. Dazu gehören Kommunikation, selbstständige Arbeitsweise, Verantwortungsbewusstsein, Organisationsfähigkeit und fachübergreifende Denkweisen, die in der heutigen Arbeitswelt durch die Zusammenarbeit von Ingenieuren in allen Teilbereichen eines Unternehmens einen großen Teil der einzusetzenden Fähigkeiten einnehmen. Darüber hinaus bieten Labore an Hochschulen und Universitäten eine Möglichkeit von einer Lehrendenzentrierung zu einer Studierendenzentrierung überzugehen um den Studierenden das selbstständige Arbeiten näher zu bringen („Shift from Teaching to Learning“ [12]).

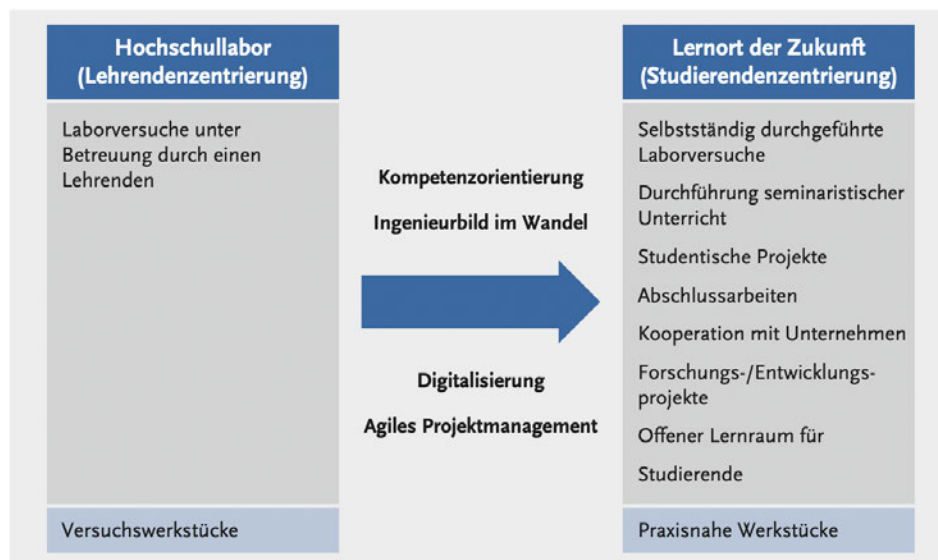


Abbildung 2.1: Lehrendenzentrierung zu Studierendenzentrierung [12]

In Abbildung 2.1 ist der Übergang von einer Lehrendenzentrierung zu einer Studierendenzentrierung grafisch dargestellt und ermöglicht eine einfachere Übersicht, um die zwei Arten zu erläutern. In der klassischen Lehrendenzentrierung vermitteln die Lehrenden einen großen Teil ihres Wissen im Frontalunterricht sowie über festgelegte Laborstrukturen und bieten den Studierenden nur einen geringen Freiraum, um selbstständig mit kreativen Methoden Fähigkeiten zu erlernen. Dagegen besteht in der Studierendenzentrierung der Fokus darin, dass die Studierenden ihre Lehr- und Lernumgebung selber schaffen, um so weitere beziehungsweise neue Fähigkeiten zu erlernen. Des Weiteren bildet die stetige Zusammenarbeit mit Firmen, anderen Hochschulen und Universitäten oder mit Lehrenden der selben Hochschule eine weitere Grundlage für die Neugestaltung der Lehre. [12]

Dies ist ein Grund warum Hochschulen und Universitäten kontinuierlich an der Verbesserung der Lehre arbeiten.

Ein weiterer Aspekt für den Einsatz von Laboren im Studium ist die Möglichkeit kreativ an Problemstellungen zu arbeiten und viele verschiedene Lösungen zu erhalten. Durch diese Arbeitsweise können sich Verfahren verändern und weiterentwickeln.

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die Themen „Remote Labor“, „Virtuelle Labore“ und die dazugehörige Dokumentation genauer beschrieben.

2.1.1 Remote Labore

Der Begriff Remote Labor bedeutet die Fernsteuerung von realen Experimenten. Das heißt, dass Einstellungen an jedem beliebigen Ort außerhalb der Laborumgebung, zu jeder Uhrzeit selbstständig vorgenommen und die Experimente durchgeführt werden können. Dadurch entstehen neue Möglichkeiten zur Durchführung von Laboren. Zum

einen ermöglicht dies eine flexible Arbeitsweise für die Studierenden und Lehrenden. Zum anderen können für Studierende, die zum Beispiel Angst vor Prüfungssituationen haben oder schüchtern sind, Einstiegsschwellen entfallen, wie z.B. Testate oder offene Fragerunden. Außerdem entfallen fest vorgegebene Laborzeiten, wodurch für die Studierenden und Lehrenden eine flexiblere Arbeitszeit möglich ist. Ferner entsteht dadurch die Möglichkeit das Studierende sich ihre Problemstellungen selber aufstellen und lösen. [2]

Jedoch besteht für den Studierenden weiterhin eine Pflicht dem Lehrenden gegenüber das erlernte Wissen, z. B. durch das Anfertigen und Abgeben einer Dokumentation zu dem durchgeführten, nachzuweisen. Anhand dieser kann der Lehrende das erlernte Wissen des Studierenden nachvollziehen. Durch die selbstständige Arbeitsweise des Studierenden werden weitere Fähigkeiten, wie das Erstellen von Problemdefinitionen, systematisches und innovatives Denken, erlernt. [3]

In Abbildung 2.2 ist eine mögliche Onlineoberfläche eines Laborversuches abgebildet. In der linken oberen Ecke kann der Versuch via Videostream live verfolgt werden. Auf der rechten Seite werden die notwendigen Kennwerte des Experiments, wie z.B. Name der Person die das Experiment durchführt (Tester), notwendige Materialkennwerte oder die benötigten Kräfte, eingegeben. Im letzten Abschnitt der Oberfläche befindet sich die Ausgabe der Ergebnisse des Experiments.

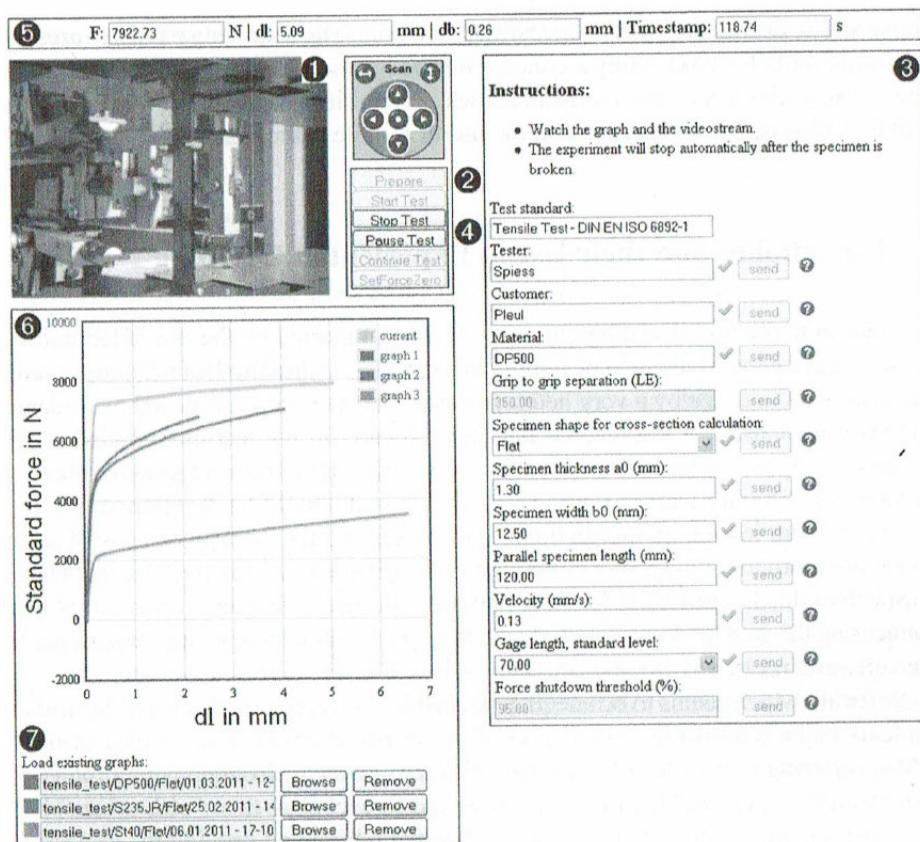


Abbildung 2.2: Onlineoberfläche Remote Labs [2]

2.1.2 Virtuelle Labore

Virtuelle Labore sind Experimente, die rein virtuell durchgeführt werden. Im Gegensatz zu den Remote Laboren benötigt man für diese Art keine reale Experimentierumgebung. Virtuell bedeutet „nicht in der Wirklichkeit vorhanden aber echt erscheinend“ [1].

Durch diese Art der Labore wird eine andere Art des Experimentierens ermöglicht, bei der keine Einschränkungen und Einflüsse, wie bspw. Temperatur, Feuchtigkeit, Schwingungen oder Lautstärke, enthalten sind. Außerdem werden bei dieser Art keine Arbeitsschutz Bestimmungen benötigt. Um dennoch annähernd reale Ergebnisse zu erhalten, müssen Einstellungen, wie bei remote oder realen Laboren, vorgenommen werden. Das Einsetzen dieser Laborart ist eine neue Art Wissen zu vermitteln. Den Studierenden bietet es die Möglichkeit das erlernte Wissen auf andere Weisen zu erforschen und neues Wissen zu entwickeln.

Um die Daten der vorher benannten Laborarten zu Dokumentieren, wird im nächsten Kapitel eine mögliche Dokumentationsart beschrieben.

2.1.3 Dokumentation

Wie im Kapitel 2.1.1 bereits erwähnt, spielt die Bewertung der Dokumentation, bei der Durchführung von remote und virtuellen Laboren, eine große Rolle. Dafür muss ein neues Konzept der Dokumentation geschaffen werden. Die Universitäten aus Dortmund, Stockholm und Palermo haben sich zusammengeschlossen und ein neues Tool zur Dokumentation erarbeitet, das „Platform for e-learning and Telemetric EXperimentation“ (PeTEX) heißt.

In dem Artikel „Integrating Remote Labs into Personal Learning Environments - Experiential Learning with Tele Operated Experiments and E-Portfolios“ wird dieses wie ein Social Network Tool beschrieben [3]. Der größte Teilbereich des PeTEX ist ein E-Portfolio. Dort können Dokumente gespeichert, veröffentlicht, kommentiert und bewertet werden. Außerdem ermöglicht die Plattform den Studierenden und Lehrenden individuell zu arbeiten. Jeder, der dieses Tool nutzt, kann selber entscheiden in welchem Rahmen er seine Dokumente für andere freigibt. Dies ist z.B. mit „Instagram“ oder „Linked In“ zu vergleichen. Jeder kann Entscheiden, ob seine persönliche Seite öffentlich oder privat einzusehen ist und darüber bestimmen, wer Zugriff auf diese erhält. Durch die Kommentarfunktion können Diskussionen angeregt und neue Erkenntnisse gewonnen werden [3].

Durch die Nutzung dieser Plattform können neue Möglichkeiten der weltweiten Zusammenarbeit entstehen. Vor allem soll dies eine persönliche Lernumgebung werden, in der flexibel und kreativ gearbeitet wird. Technische Skills und wissenschaftliche Kompetenzen werden erweitert, die in der heutigen Ingenieurausbildung unerlässlich sind.

Des Weiteren entsteht über diese Plattform eine Lernkurve, die auch im späteren Arbeitsleben weitergeführt und ggf. in Bewerbungen als Referenz genutzt werden kann. Über diese Lernkurve entsteht für den Lehrenden eine Übersicht über die geleisteten Labore oder Experimente und das damit erlernte Wissen, durch die er den Studierenden bewerten kann.

2.1.4 Ausblick

Durch die in den Kapiteln 2.1 bis 2.1.3 beschriebenen Themen, wird eine neue Art des Experimentierens in der Lehre ermöglicht. Außerdem werden auf diese Weise Experimente den interessierten Personengruppen wie bspw. anderen Hochschulen und Universitäten, Schulen, Firmen und Interessierten weltweit zugänglich gemacht. Die Lernfelderweiterung durch die Arbeit mit mobilen Endgeräten, wie z.B. Smartphones oder Tablets, ermöglicht eine große Flexibilität.

Das folgende Zitat gibt einen ersten Einblick auf die durch diese Art des Lernens und Arbeitens geschaffenen Möglichkeiten:

„Consider a student who thinks of his Experiments while sitting at home and watching tv or while being at a boys night out with his friends. However, he is unable to concentrate on soccer and beer because he is really struggling with his research work, is thinking about his parameters, his results and why his experiments offer these results. While he is listening to his friends and how they ordering the next round of cold beer, he suddenly has an idea for a hypothesis and wants to check it by reading his last experiments in the e-portfolio or even by conducting an new sequel of Experiments. Since he can use the Software for accessing the experimenting environment via his tablet computer, he does not need to wait until the next day or week for doing the experiment at the university. He can just stay where he is and even can stay at the barstool for checking his hypothesis.[...]“ [3, S.224]

2.2 Prozessketten

Prozesskette bilden Prozesse und Ressourcen einer Aufgabe anhand des Nutzen eines Zieles ab und bieten einen ganzheitlichen Überblick über einen Prozess. Zum Beispiel ist bei einem Unternehmen das Ziel die Zufriedenstellung des Kunden durch die erfolgreiche Auslieferung des Produktes. Um eine hohe Wertschöpfung zu erzielen beinhaltet die Prozesskette alle Konzepte, Methoden und Werkzeuge die zur Herstellung eines Produktes benötigt werden. Durch das Zusammenwirken dieser kann die Effizienz und Effektivität eines Produktionsablauf gesteigert werden. Dabei sollte immer das Ziel, der Kundennutzen unter der Berücksichtigung von Vermeidung von Verschwendungen, im Vordergrund stehen.

Bei einer Ganzheitliche Betrachtung der Produktionssysteme in einer Prozesskette ist der Komplexitätsgrad hoch. Aus diesem Grund sollte in kleinere Teilschritte gegliedert werden. Dadurch ist eine Identifizierung der Verknüpfung zwischen den Prozessschritten möglich. [11]

2.3 Studium

Das Bachelorstudium an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg in der Fachrichtung Maschinenbau und Produktion schreibt sieben Semester Regelstudienzeit vor. Diese bestehen aus dem Kernstudium, dem Vertiefungsstudium, dem Hauptpraktikum und der Bachelorarbeit. Die Studierenden können sich in die vier folgenden Studienrichtungen vertiefen: Digital Engineering and Mobility, Energietechnik, Entwicklung und Konstruktion und Produktionstechnik und -management. [9]

Im Kernstudium werden Grundlagen gelehrt und die Studierenden für das Vertiefungsstudium vorbereitet. Durch die unterschiedlichen Vertiefungen bietet das Studium breitgefächerte Möglichkeiten in viele Bereiche des Arbeitsfeldes eines Ingenieurs hineinzublicken und Grundlagen für den spätere Arbeitsalltag zu erlernen.

Bislang fehlt der Zusammenhang zwischen den einzelnen Themen und Fächern, die es dem Studierenden ermöglichen übergreifende Fähigkeiten zu identifizieren und damit zu arbeiten. Dies soll anhand eines Praxisbeispiel umgesetzt werden, indem einzelne Fächer auf ein Beispiel angepasst und über eine Prozesskette dargestellt werden.

Laut Paragraph 4 der „Studiengangspezifische Prüfungs- und Studienordnung für den Bachelorstudiengang Maschinenbau und Produktion“ [9] müssen die Studierenden, vor Anmeldung der Prüfungen des vierten Semester, ein Vorpraktikum von 13 Wochen absolvieren. Dazu zählen Tätigkeiten wie Grundlehrgang Metall, Fügetechniken, Fertigungsverfahren und weitere Tätigkeiten. Mit dem Vorpraktikum sollen die Studierenden, die keine Berufsausbildung oder ähnliches nachweisen können, einen besseren Einstieg in das Studium erhalten.

2.4 Umfragen

Umfragen oder auch Befragungen sind eine sozialwissenschaftliche Methode durch die Erkenntnisse erlangt werden. Hierbei kann in unterschiedliche Arten von Befragungen unterteilt werden. Diese sind „face to face“ Interview, telefonisches Interview, schriftliche Befragung, computergestütztes Befragungsverfahren oder online Befragungen. In dieser Masterarbeit wurde sich für das online Verfahren, aufgrund der schnellen Einsatzmöglichkeit sowie der anonymisierten Befragungsart, entschieden. Durch den Einsatz von

E-Mail Verteilern wird ein gezielter Kreis an Befragten erreicht. Vorteile dieser Befragungsart sind, die Ermöglichung des Einsatzes von Ton- und Videoaufnahmen zusammen mit Text, die Zugänglichkeit einer Befragung innerhalb einer kurzen Zeitspanne und die Steigerung der Offenheit der Befragten durch eine anonymisierte Befragungsart. [10] Im folgenden Kapitel geht es um den Einsatz und die Auswertung der Befragungen, welche im Rahmen dieser Masterarbeit durchgeführt worden sind.

3 Durchführung und Auswertung der Umfragen

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurden zwei Umfragen durchgeführt. Mit Hilfe dieser sollte der aktuelle Stand der Laborsituation, die Offenheit und Wünsche der Studierenden und Lehrenden gegenüber bestehenden und neuen Labor- und Lehrkonzepten ermittelt werden. Bei den Befragungen wurden jeweils Studierende und Lehrende befragt, um aus Sicht aller beteiligten eines Studiums die Informationen zu erhalten und damit zu arbeiten.

Wie in Kapitel 2.4 erläutert, wurden die Befragungen als schriftliche Online Umfragen durchgeführt. Dazu wurde das Online Tool „Forms“ von Microsoft Office verwendet.

In dem folgenden Kapitel geht es um die Auswertung der Umfragen und die daraus gewonnenen Erkenntnisse. Jede Frage wird einzeln bezüglich ihrer Antwortmöglichkeiten und -häufigkeiten ausgewertet. Der Hauptteil der Befragung zielt auf das Thema Labore ab. Hierbei tritt vor allem die Laborart „Remote Labore“ in den Vordergrund. Die Auswertung der Fragen zielt besonders auf das Umsetzen von „Remote Laboren“ in die Prozesskette des Anwendungsbeispiels, welches in Kapitel 5 beschrieben wird, ab.

Die Umfragen wurden am Departement Maschinenbau und Produktion an der HAW Hamburg durchgeführt. Für Studierende wurde die Befragung allen Studierenden der Bachelor Studiengänge des Departements Maschinenbau und Produktion (drei Wochen ab dem 22.02.2021) zugänglich gemacht. Drei Wochen ab dem 15.02.2021 konnten alle Mitarbeiter des selben Departements die Umfrage für Lehrende beantworten.

Hierbei wurden folgenden Bewertungssysteme verwendet.

Schulnotensystem:

- 1 (sehr gut)
- 2 (gut)
- 3 (befriedigend)
- 4 (mangelhaft)
- 5 (ausreichend)
- 6 (ungenügend)

Tendenz System:

- 1 (ja)
- 2 (eher ja)
- 3 (eher nein)
- 4 (nein)

3.1 Auswertung der Umfrage von Studierende

In dieser Umfrage wurden den Studierenden 19 Fragen gestellt. Insgesamt haben 71 Studierende an der Umfrage teilgenommen. Das Ziel der Umfrage war herauszufinden, was die Studierenden mit Laboren im allgemeinen verbinden, wie die durchgeführten Labore wahrgenommen werden und wie man diese ggf. verbessern kann. Anhand der dadurch gewonnenen Erkenntnisse sind Veränderungen der Labor- und Studiensituation möglich. Die Umfrage und die dazugehörige Auswertung können in dem Anhang (A.1) eingesehen werden.

Wie in Abbildung 3.1 zu sehen ist war der erste Schritt, zu identifizieren, in welchem Semester sich die Studierenden zur Zeit der Befragung befanden. Dadurch konnte festgestellt werden, wie viel Erfahrung die Studierenden bereits mit Laboren haben. Die Mehrzahl der Befragten Studierenden befanden sich in den höheren Semestern und haben demnach schon mehrere Labore in Präsenz (vor COVID-19) sowie online (während COVID-19) durchführen können.

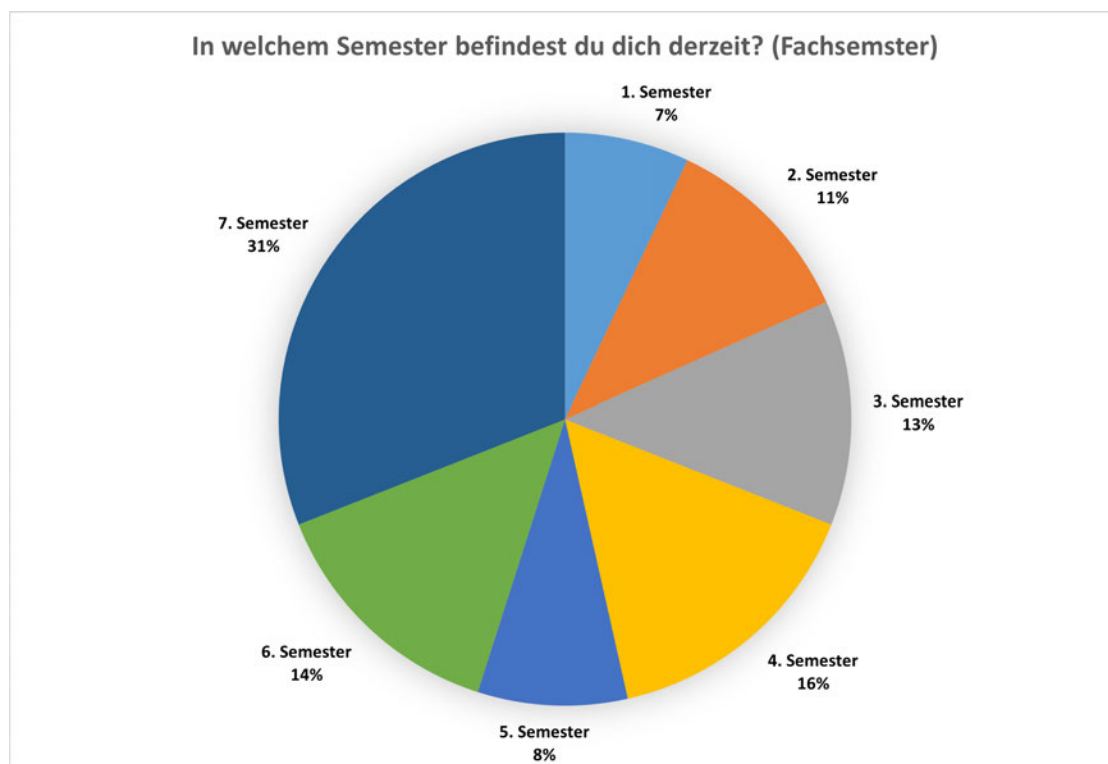


Abbildung 3.1: Frage 1 Studierenden: Auswertung auf Frage „In welchem Semester befindest du dich derzeit? (Fachsemester)“

In Abbildung 3.2 ist die Frage, an welchen der unterschiedlichen Labortypen die Befragten jeweils teilgenommen haben, abgebildet. Daraus kann man schließen, dass diese vor allem an Laboren in Präsenz teilgenommen haben.

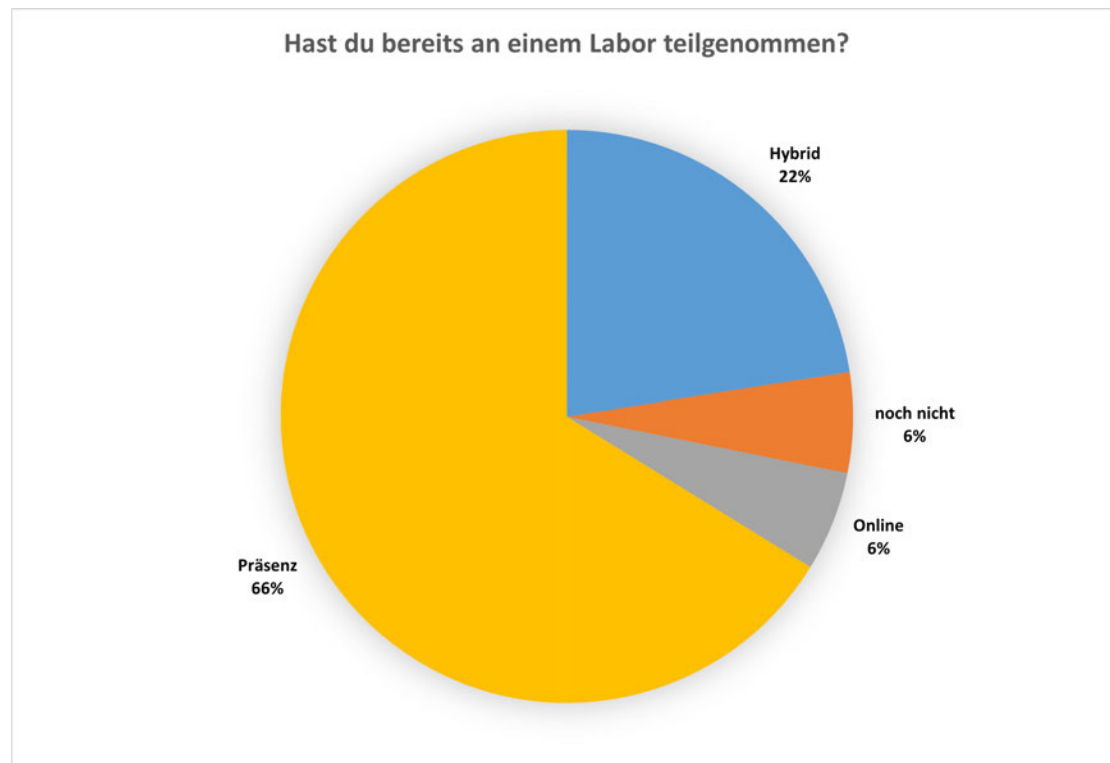


Abbildung 3.2: Frage 2 Studierenden: Auswertung auf Frage „Hast du bereits an einem Labor teilgenommen?“

In der dritte Frage ging es um die praktische Erfahrung der Studierenden. Von den 71 Befragten gaben nur drei an noch keine praktische Berufserfahrung aus Praktikum, Ausbildung oder Beruf zu haben. Vier weitere gaben an nur die benötigte Vorpraxis geleistet zu haben. Wohingegen die meisten Befragten eine mehrmonatige bis hin zu mehreren Jahren Berufserfahrung aufwiesen. Somit können mehr als die Hälfte der Studierenden ihre Erfahrungen aus praktischer Berufserfahrung in die derzeitige Laborsituation einfließen lassen. In Abbildung 3.3 ist die Erfahrungen in Monaten, zur einfacheren Übersicht, in drei Clustern dargestellt.

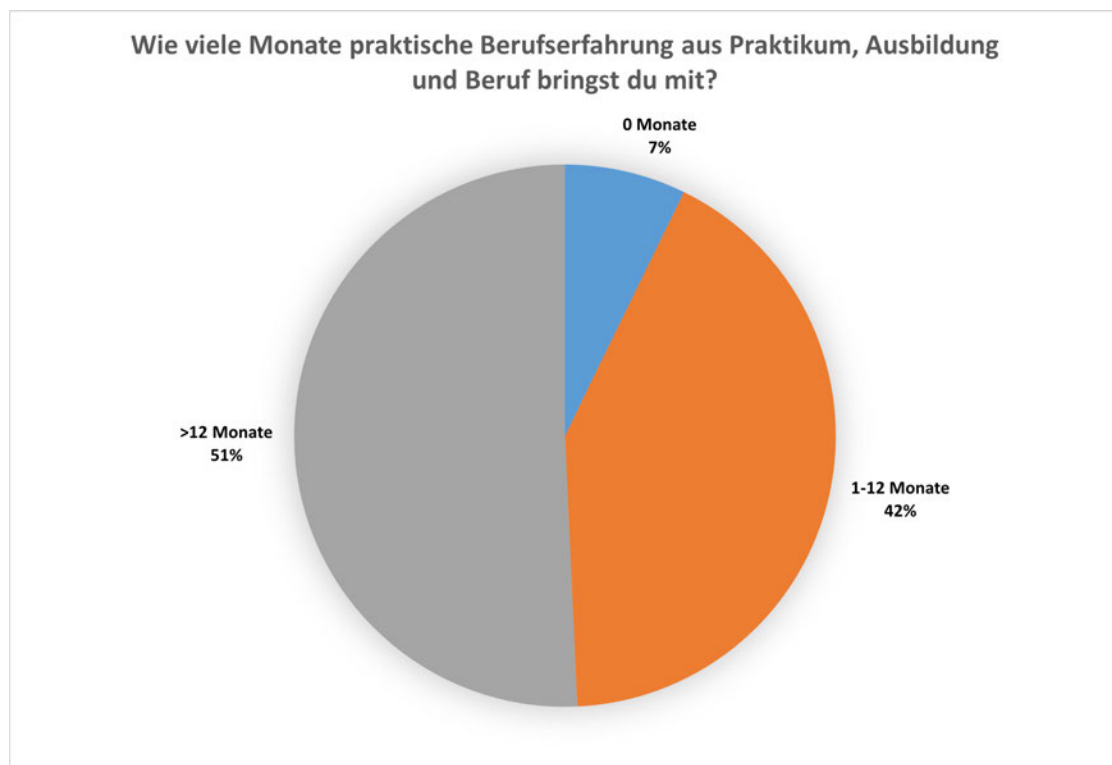


Abbildung 3.3: Frage 3 Studierenden: Auswertung auf Frage „Wie viele Monate praktische Berufserfahrung aus Praktikum, Ausbildung und Beruf bringst du mit?“

In der vierten Frage wurde der für sich persönliche Lernerfolg durch Labore erfragt (siehe Tabelle 3.1). Hierbei konnten die Studierenden anhand der Schulnotenbewertung diese Frage beantworten. Der Median beträgt 3,5 und tendiert zu einem mangelhaften Lernerfolg für die Studierenden. Der Mittelwert beträgt jedoch 2,94 und ist statistisch betrachtet der bessere der beiden Werte und spiegelt das Bild der Studenten wieder. Circa 75% der Studierenden gaben die Noten zwei und drei. Daraus lässt sich schließen, dass die Mehrheit der Studierenden weitestgehend zufrieden mit dem derzeitigen Lernerfolg sind aber Entwicklungspotenzial vorhanden ist.

Tabelle 3.1: Frage 4 Studierende: Auswertung auf Frage „Auf einer Skala von 1 (sehr gut) bis 6 (mangelhaft), wie groß schätzt du für dich persönlich den Lernerfolg in den Laboren der HAW Hamburg?“

1	2	3	4	5	6	Median	Mittelwert
2	23	31	7	5	2	3,5	2,94

In der fünften Frage wurde die bisher schlechteste Erfahrung der Studierenden erfragt. Mithilfe dieser Aussagen können zukünftig die Labore verbessert werden. Wie in Abbil-

Abbildung 3.4 zu sehen ist, gaben 26% der Befragten an, dass ihnen der Zeitaufwand des Laborberichtes als schlechteste Erfahrung im Gedächtnis blieb.

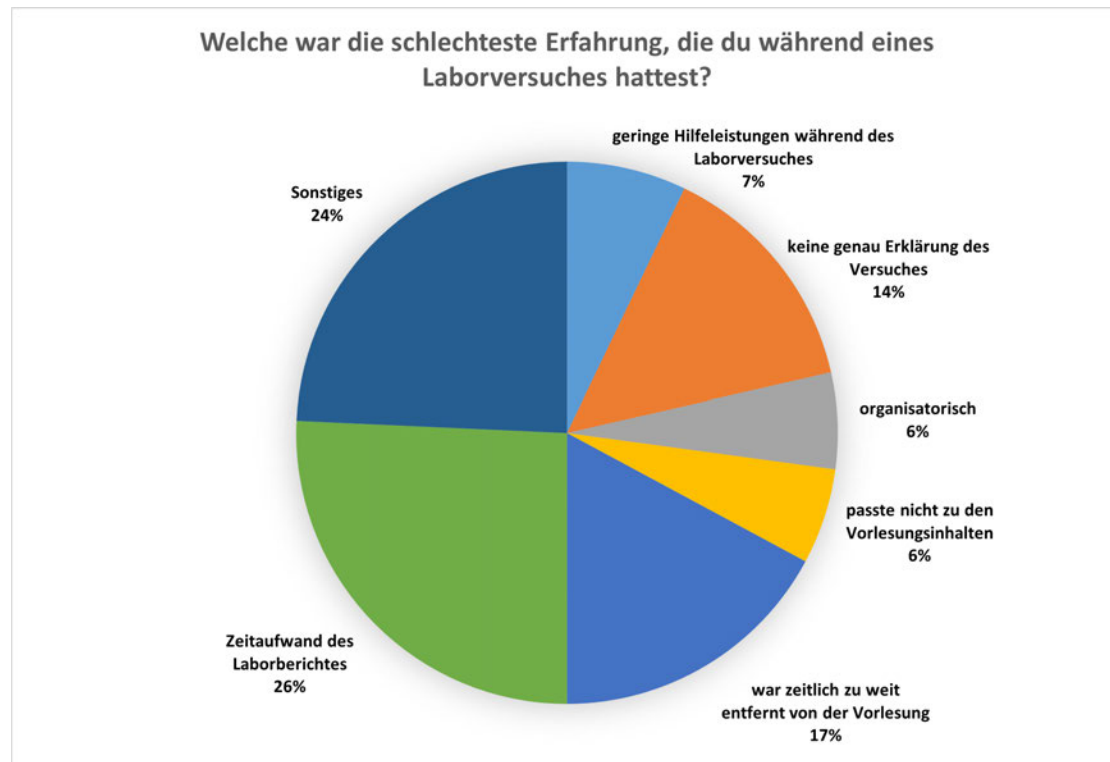


Abbildung 3.4: Frage 5 Studierenden: Auswertung auf Frage „Welche war die schlechteste Erfahrung, die du während eines Laborversuches hattest?“

In Tabelle 3.2 sind weitere Antworten zu der fünften Frage aufgelistet. Hierbei ist auffallend, dass sich Aussagen wie „Zeiteinteilung“, „Aufgabenstellung“ bzw. „Erklärung des Versuches sowie kein Mehrwert für die entsprechende Vorlesung“ wiederholen.

Tabelle 3.2: Frage 5 Studierende: Auswertung auf Frage „Welche war die schlechteste Erfahrung, die du während eines Laborversuches hattest?“

Nicht Interessant, bzw. zu weit weg von Vorlesungsinhalten
Beleidigungen seitens des Mitarbeiters
nur schnelles stumpfes abarbeiten der Versuche, es war nicht genug Zeit sich genauer mit dem Versuchsaufbau zu befassen.
Kombination der Faktoren: Enormer Zeitaufwand, kein Mehrwert für die Vorlesung, unklare Aufgabenstellung, Gruppenmitglieder erfüllen ihre Arbeitsanteile nicht
äußerst unangenehme Behandlung
Kaum Lerneffekt
Zeit war viel zu knapp für den Versuch bemessen
entweder wird beim kleinsten Fehler rausgeworfen oder alle durchgewunken
Erklärung des Versuches + damit verbundener Zeitaufwand des Protokolls, da oft sehr unklar ist, was gemacht werden soll
eine Kombination aus zu hohem Aufwand und nicht zur Vorlesung passenden Inhalten
Labormitarbeiter war aufdringlich und unsympathisch

Die sechste Frage zielte darauf ab die positivsten Ereignisse während eines Laborversuches zu identifizieren. In Abbildung 3.5 wird deutlich das vor allem die Punkte „Umgang zwischen Betreuer und Studenten“ und „für die Prüfung relevante Dinge mitgenommen“ bei den Studierenden im Vordergrund stehen. Zwei weitere Antworten sind „Praxiserfahrung“ und „Mitnahme von Kenntnissen, welche man vielleicht nicht unbedingt in der Prüfung braucht, dafür aber privat gut anwenden kann und interessant findet“.

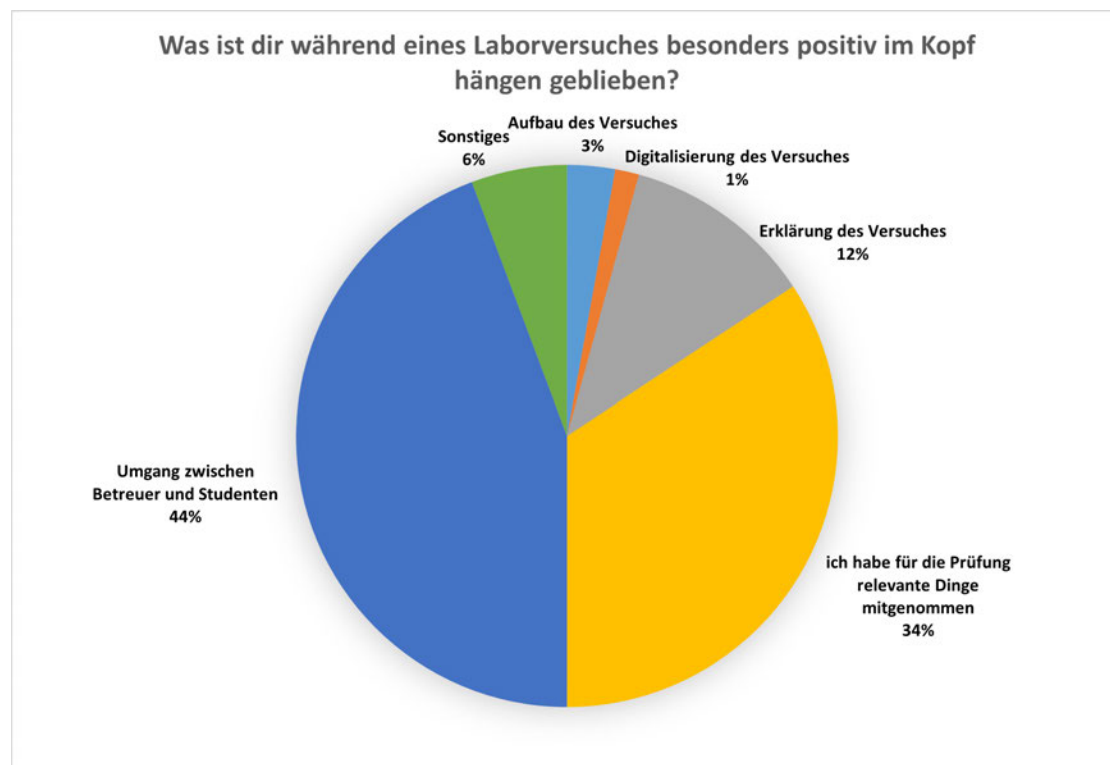


Abbildung 3.5: Frage 6 Studierenden: Auswertung auf Frage „Was ist dir während eines Laborversuches besonders positiv im Kopf hängen geblieben?“

In der folgenden Tabelle 3.3 sind einige Antworten auf Frage sieben „Welche Verbesserungen wünschst du dir für die Labore?“ aufgelistet. Dabei häuften sich Antworten zu den Bereichen „Zeit für den Laborversuch“, „bessere Erläuterung des Laborversuches“ und „Verbindung zwischen Vorlesungen und Labor“. Ein weiterer Aspekt der bei den Antworten aufgekommen ist, ist die Gleichberechtigung der Studierenden. Hierbei sollte beachtet werden, dass egal von welcher Herkunft oder welchen Geschlechtes die Studierenden sind, jeder die gleiche Betreuung während eines Laborversuches erhalten sollte. Des Weiteren wurde auch der Unterschied zwischen den einzelnen betreuenden Personen kritisiert. Diese beiden Punkte können durch ein allgemeines Betreuungs- und Laborkonzept verringert werden.

Tabelle 3.3: Frage 7 Studierenden: Auswertung auf Frage „Welche Verbesserungen wünschst du dir für die Labore?“

Mehr Digitalisierung, eigenständigeres Arbeiten, Sinnvolle Aufgaben (v.a in FtT)
Mehr Prüfungsbezug
Bessere Anleitungen zu Durchführung und Auswertung, Genaue Angaben, was gefordert wird
Zeitaufwand reduzieren (insbesondere in MZ CAD), auf Vorlesungsinhalte abstimmen (insbesondere STL 1 und EPh)
Weniger "Bastelanleitungen", mehr Verständnis.
Das Online Labor in Strömungslehre war online überhaupt nicht zielführend. Die Professoren haben sich keine große Mühe bei der Digitalisierung gegeben (z.B. Videos in Querformat und verwackelt aufgenommen). Sehr demotivierend.
Interessante , didaktisch ansprechende Versuche. Oder top Vorbereitung zur klausur
Laborberichte sollten mehr Mehrwert bieten und nicht nur Fleißarbeit sein.
Mehr praxisrelevants
Reduzierung des Gesamtumfangs, um im Semester die Vorlesungsinhalte zu vertiefen
Manchmal sind die Professoren und Mitarbeiter sich nicht im Klaren darüber, wie hoch der Zeitaufwand hinter den Protokollen und Versuchsvorbereitungen ist. Des Weiteren gibt es zwischendurch immer Situationen, in denen die Mitarbeiter selber kein gutes Grundkonzept für den Versuch haben. Kam zum Glück nur einmal während des Studiums vor. Außerdem ergibt es wenig Sinn ein Labor erst nach der Klausur anzubieten, da die Motivation dann viel geringer ausfällt, dieses Labor ordentlich zu machen, da es sich dann nicht mehr auf die Note auswirkt. (EPH)
Bessere Betreuung. Keine Hierarchie zwischen Dozenten und Lernenden
Verpflichtendes Betreuungskonzept. Das Delta zwischen einzelnen Personen ist oft groß.
Vereinheitlichen der Anforderungen bzgl. der Berichte
weniger rassistische Bemerkungen
Etwas weniger Inhalt für die Zeit, dafür besseres Diskutieren und Zeit nehmen für die Themen, die noch nicht klar sind. Man wird teilweise durch das Labor gehetzt, um alle Themen abzuarbeiten. Dadurch bleibt aber wenig hängen.
Bessere Abstimmung der Labormitarbeiter und den Professoren.

In der achten Frage wurde erfragt, ob sich die Studierenden gut auf das Bearbeiten von Laborprotokollen vorbereitet fühlen. Auf einer Skala von eins (ja, ich fühle mich gut vorbereitet) bis vier (nein, ich fühle mich nicht gut vorbereitet) gaben die Studenten an, sich eher gut als schlecht auf ein Laborprotokoll vorbereitet zu fühlen (2,36). Damit liegt die Vorbereitung genau im Mittelfeld und somit gibt es hier Entwicklungspotenzial.

„Was war die größte Hürde, bzw. der größte Zeitaufwand bei der Bearbeitung eines Laborversuches?“ war die neunte Frage. In Abbildung 3.6 wird verdeutlicht, dass das Laborprotokoll für die Studierenden die größte Hürde ist. Als Nachweis über das erlangte Verständnis ist es weiterhin wichtig eine Dokumentation anzufertigen, dies sollte jedoch in einem angemessenem Umfang zum absolvierten Labor sein und ggf. nicht in das bestehen dieses mit einfließen. Außerdem soll damit die Eigenverantwortung der Studierenden unterstützt werden.

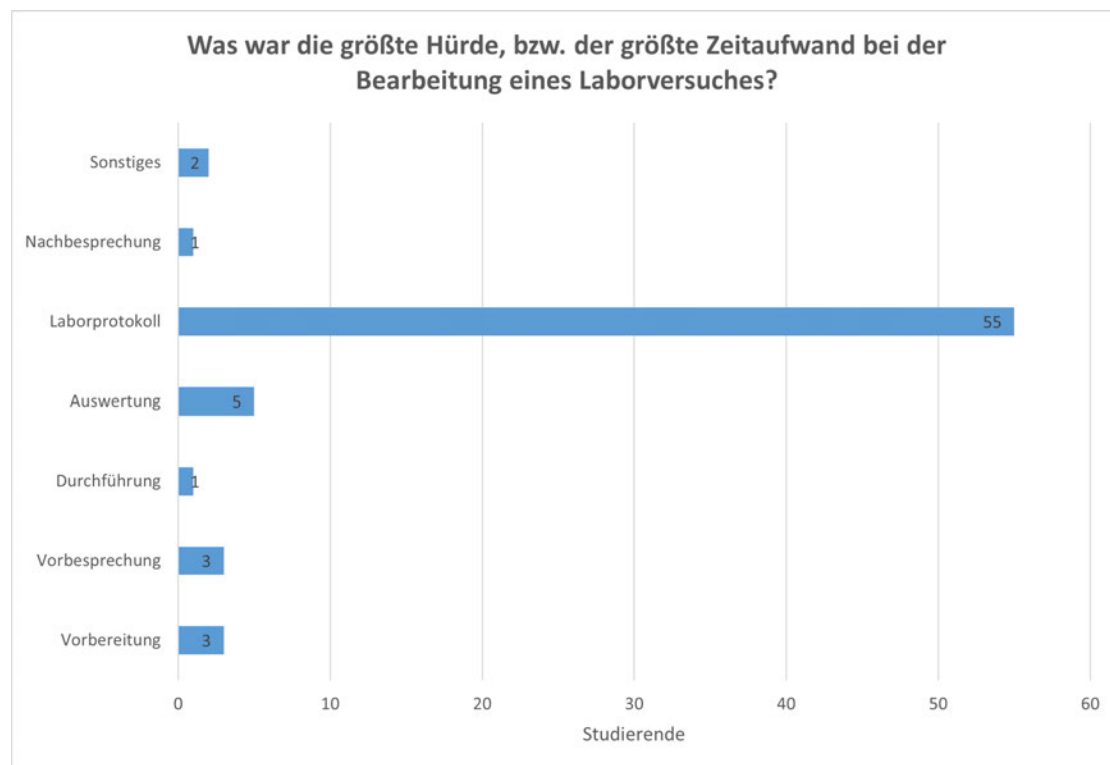


Abbildung 3.6: Frage 9 Studierenden: Auswertung auf Frage „Was war die größte Hürde, bzw. der größte Zeitaufwand bei der Bearbeitung eines Laborversuches?“

In Frage zehn gaben die Studierenden im Schnitt an, dass das zur Vorlesung zugehörige Labor eher etwas zur Prüfung beigetragen hat (2,32). Im Anschluss gaben die Fragen elf und zwölf Aufschluss darüber Auskunft, inwieweit das beste und schlechteste Labor etwas für ihr zukünftiges Arbeitsleben beigetragen hat. Das beste Labor trug eher etwas bei (2,24), wohingegen das schlechteste Labor eher weniger (3,06) zum zukünftigen Arbeitsleben beitrug. Daraus kann man schließen, dass die Durchführung der Labore zum Verständnis des erlernten Wissens sowie zur Arbeitsweise einen erheblichen Teil beitragen und nicht aus der Lehre wegzudenken sind.

Wie in Abbildung 3.7 zu sehen ist, würden sich die meisten Studenten wünschen, dass die Versuche, je nach Vorlesung, mehr integriert werden. Dies soll dem Zweck dienen, dass die Studierenden sich besser auf die Labore vorbereitet fühlen.



Abbildung 3.7: Frage 13 Studierenden: Auswertung auf Frage „Würdest du dir wünschen Labore mehr in die Vorlesung zu integrieren, z. B. als Video oder kleine Versuche direkt in Vorlesung zu besprechen?“

In der nachfolgenden Tabelle 3.4 sind Module aufgelistet bei denen die Studenten das Gefühl haben, dass diese aufeinander aufbauen (ausgenommen sind Folgevorlesungen wie Mathe 1, Mathe 2 oder Technische Mechanik 1,2 und 3). Dies sind direkte Antworten der Studierenden.

Tabelle 3.4: Frage 14 Studierenden: Auswertung auf Frage „Welche 2 Module wirken auf dich, als wären deren Inhalt an bestimmten Stellen aufeinander abgestimmt(ausgenommen Folgevorlesungen wie z. B. Mathe 1 und Mathe 2)“

PPS auf Logistik, Ftt auf Zerspanung
TM2-KonA, Ftt-WKC
TMC und FEM
Simulation in der Produktentwicklung, Robotertechnik
TM2 und Konstruktive Festigkeit
Elektrotechnik und Schwingungslehre
Informatik und TMC
Elektrotechnik und MSR

In den letzten fünf Fragen der Umfrage steht das Thema „Remote Labore“ im Vordergrund. In Frage 15 ist gefragt worden ob die Studierenden den Begriff kennen. 84% der Studenten ist der Begriff „Remote Labor“ unbekannt (siehe Abbildung 3.8).

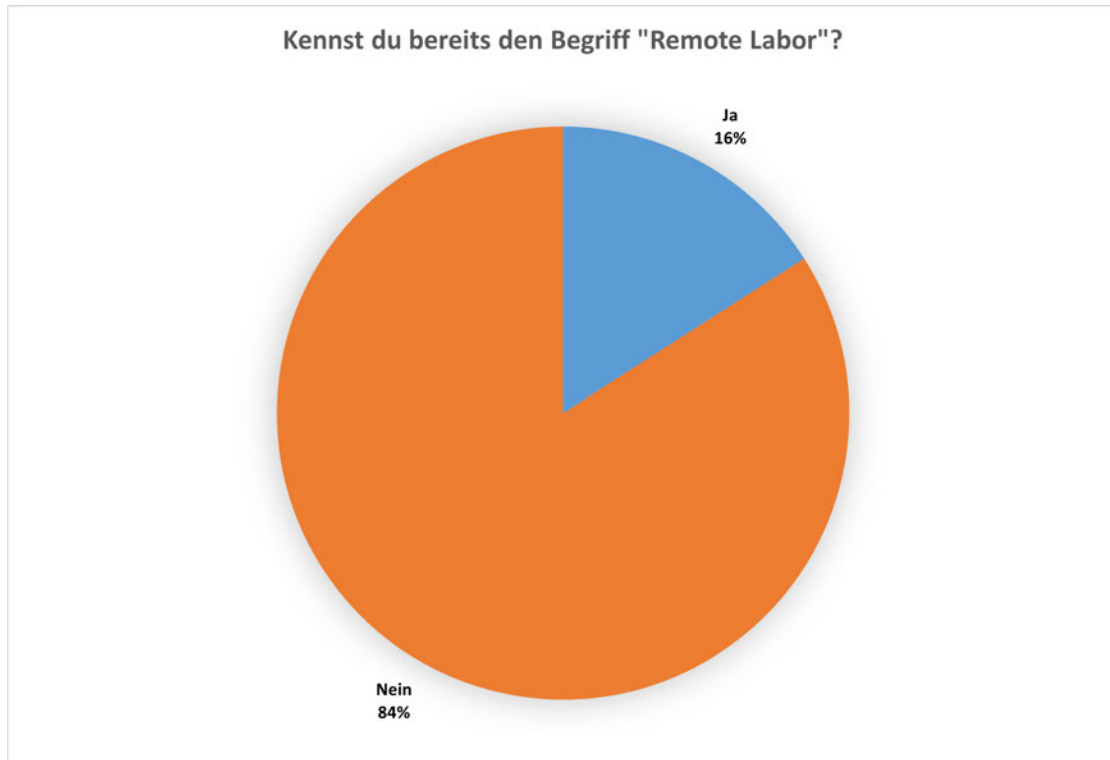


Abbildung 3.8: Frage 15 Studierenden: Auswertung auf Frage „Kennst du bereits den Begriff „Remote Labor“?“

In Frage 16 „Wie stellst du dir ein „Remote Labor“ vor?“ konnten die Studierenden zwischen den folgenden 5 Antwortmöglichkeiten auswählen:

- Ausarbeitung von Zuhause
- Bearbeitung des Laborversuches von Zuhause via einer Remote Software, um die Maschine/den Versuch von Zuhause aus bedienen zu können
- interaktiver Laborbericht
- interaktives Bearbeiten von Inhalten durch Videos, Texte oder Quiz
- Sonstiges

In Abbildung 3.9 wird deutlich, dass mehr als die Hälfte der befragten Studierenden sich ein Remote Labor vorstellen, wie es in Kapitel 2.1.1 beschrieben ist.

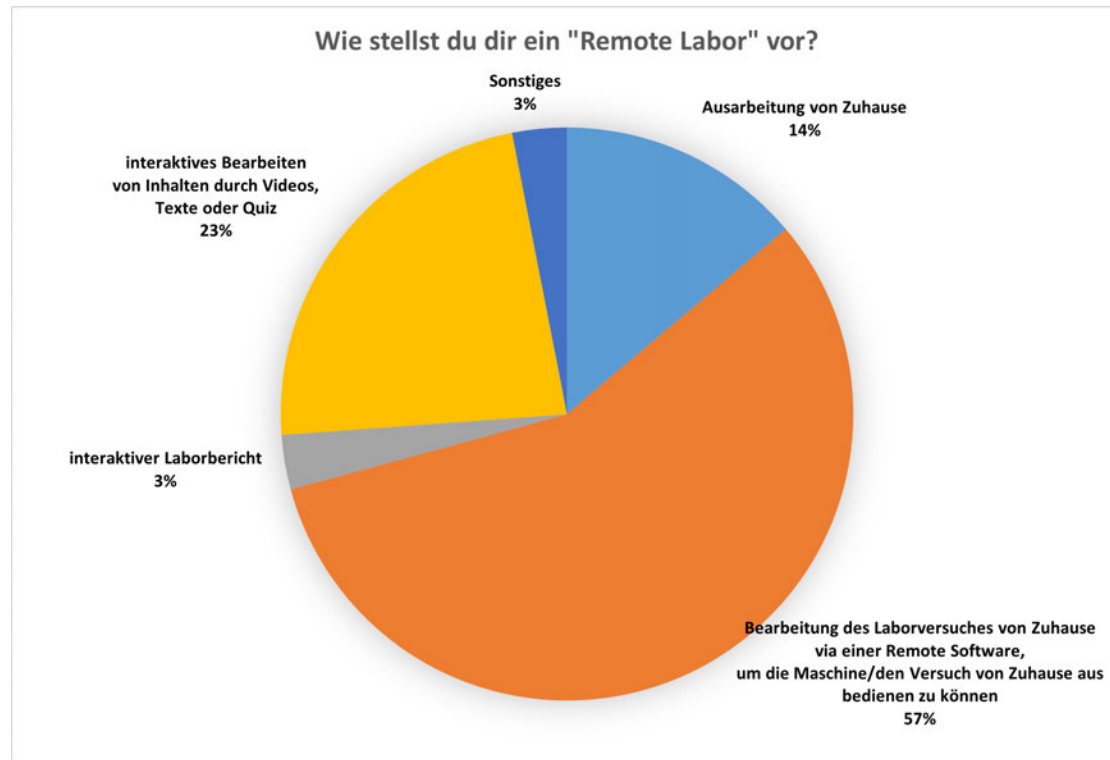


Abbildung 3.9: Frage 16 Studierenden: Auswertung auf Frage „Wie stellst du dir ein „Remote Labor“ vor?“

In Frage 17 wurde erfragt, ob die Studierenden sich vorstellen können, an einem Remote Labor teilzunehmen. Wie in Abbildung 3.10 eindeutig zu erkennen ist, können nur weniger als ein viertel sich die Teilnahme nicht vorstellen. Somit ist eine Einbindung auch aus Sicht der Studierenden möglich, um noch mehr Freiheiten bei der Gestaltung des eigenen Studiums zu erreichen.



Abbildung 3.10: Frage 17 Studierenden: Auswertung auf Frage „Würdest du an einem „Remote Labor“ teilnehmen?“

In Frage 18 und 19 wurde, unter der Berücksichtigung, dass nicht jeder Student*in den Begriff Remote Labor kennt, erfragt, was die Vorzüge und Nachteile solch eines Labors sein können. Vorteile können laut Studierenden zum Beispiel folgende Punkte sein:

- flexible Zeiteinteilung, durch Wegfall des Weges hin zur Hochschule
- Bezug zur Digitalisierung
- Industrie 4.0
- individualisiert Durchführung des Labors, z. B. bei Krankheit, Wiederholungen für ein besseres Verständnis
- Ortsunabhängige Bearbeitung des Labors
- Verfügbarkeit von zusätzlichen Unterlagen

Ein Nachteil der sich in den Antworten der Studierenden oft wiederholte, war der Wegfall der sozialen Kontakte zwischen Studierenden sowie zwischen Studierenden und Laborbetreuer. Weitere Nachteile die von Studierenden benannt worden sind, sind Beispielsweise:

- Technische Probleme
- geringerer Lerneffekt
- kein haptischer Kontakt mit dem Versuch, „ich kann nicht anfassen“
- eingeschränktes Sichtfeld durch Videoübertragung

Schlussendlich ist zu sagen, dass die Aussagen der Umfrage zur Weiterentwicklung der Lehre in einer Laborumgebung beitragen. Mit den gewonnen Erkenntnissen wird in Kapitel 5 weitergearbeitet und ein neues Lehrkonzept entwickelt.

3.2 Auswertung der Umfrage von Lehrende

In der Umfrage wurden den Lehrenden zehn Fragen zu den Themen Lehre und Labore gestellt. An der Umfrage nahmen 16 Lehrende teil. Das Ziel bei dieser Umfrage war die Intentionen der Lehrenden zu ihrer Lehre und Weiterentwicklung zu erkennen. Die Umfrage und die dazugehörige Auswertung können in dem Anhang (A.2) eingesehen werden.

In der ersten Fragen ging es um die nachhaltige Wirkung eines Labors auf die Studierenden. Auf einer Skala von eins (ja) bis vier (nein) gaben die Lehrenden an, dass ihr Labor eher eine nachhaltige Wirkung auf die Studierenden hat (2,38). Dies bedeutet das die Meisten ihr Labor für eher nachhaltig Wirksam finden, aber Entwicklungspotenzial besteht damit die Studierenden mehr Wissen durch Labore erlangen.

Wie in der folgenden Abbildung 3.11 zu sehen ist, ging es in der zweiten Frage um die Möglichkeit die Versuche in die Vorlesung zu Integrieren. Dabei besteht die Absicht die Studierenden besser auf die Versuche zu den entsprechenden Vorlesungen vorzubereiten. 75% der Lehrenden gaben an, dass sie diese Möglichkeit umsetzen können. Dadurch wird den Studierenden im Vorfeld eine bessere Versuchsvorbereitung ermöglicht und das Wissen vertieft.

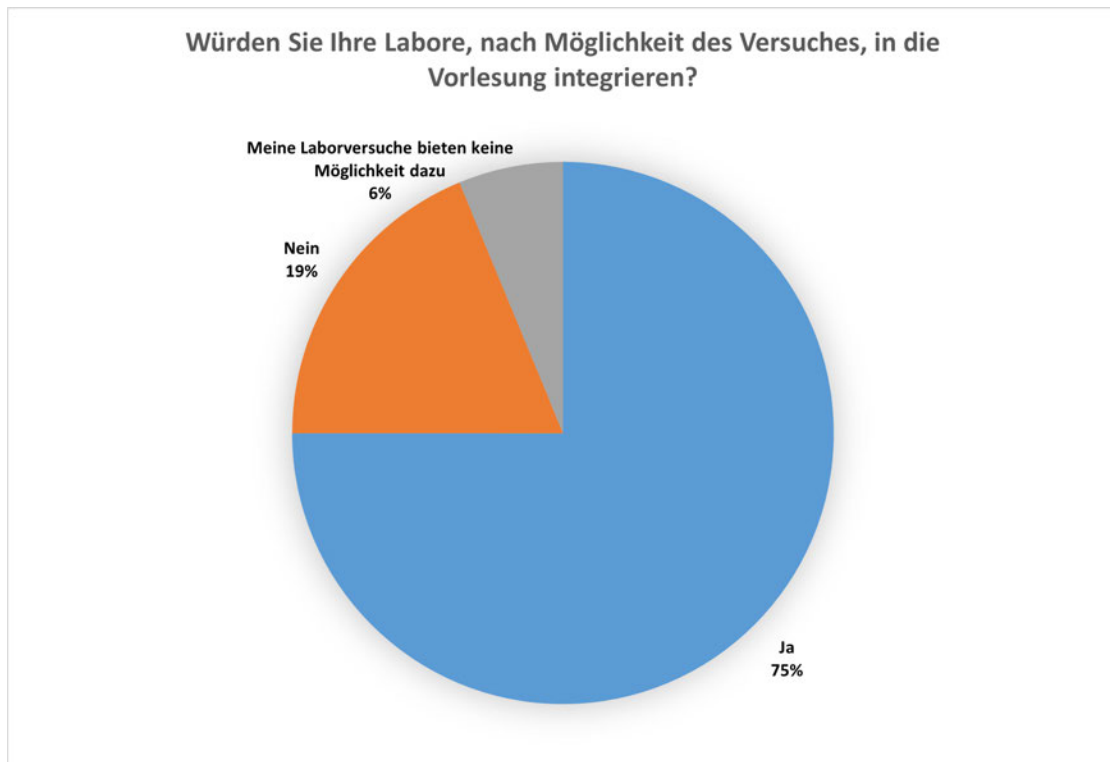


Abbildung 3.11: Frage 2 Lehrenden: Auswertung auf Frage „Würden Sie Ihre Labore, nach Möglichkeit des Versuches, in die Vorlesung integrieren?“

Die dritte Frage zielt auf das Bestehen des Laborversuches durch die Abgabe eines Laborprotokolls ab und wie wichtig dies den Lehrenden ist (siehe Abbildung 3.12). Mehr als die Hälfte der Lehrenden finden dies wichtig, um bewerten zu können ob ein Studierender die Versuche und das damit angestrebte Wissen verstanden hat.



Abbildung 3.12: Frage 3 Lehrenden: Auswertung auf Frage „Erachten Sie die Laborprotokolle als zwingend notwendig, um das Labor bei Ihnen zu bestehen?“

Wie den Studierenden wurden auch die Lehrenden gefragt ob der Begriff „Remote Labor„ bekannt ist. Wie in Abbildung 3.13 erkennbar ist, wissen 44% der Befragten, was der Begriff bedeutet.



Abbildung 3.13: Frage 4 Lehrenden: Auswertung auf Frage „Kennen Sie den Begriff „Remote Labor“?“

„Wenn Sie den Begriff Remote Labor hören, welches Schlagwort fällt Ihnen spontan dazu ein?“ ist die fünfte Frage. In der folgenden Tabelle sind die genauen Antworten der Lehrenden zu dieser Frage aufgelistet. Die Hälfte der Antworten stimmen mit der Begriff Erläuterung aus Kapitel 2.1.1 annähernd überein. Jedoch auch Aussagen wie „verlassenes Labor“ oder „nebenher“ und „abgekoppelt“ sind Begriffe die ein „Remote Labor“ widerspiegeln, da die Studierenden nicht vor Ort, sondern von jedem beliebigen Ort unabhängig von den Lehrenden das Labor durchführen können.

Tabelle 3.5: Frage 5 Lehrenden: Auswertung auf Frage „Wenn Sie den Begriff „Remote Labor,“ hören, welches Schlagwort fällt Ihnen spontan dazu ein?“

Fernlabor
Online durchgeführtes Labor
Durchführung Versuche zu Hause
Remote verbinden ich mit im „Hintergrund“. Also scheint das Labor nebenher oder abgekoppelt zu sein.
Fernzugriff
WLAN
flexibel, das Labor zu jeder Tages- und Nachtzeit durchzuführen. Hoffentlich trotzdem in Gruppen durchführen.
Unabhängig nutzbar, öfter nutzbar, intensiver nutzbar, kostengünstiger, zeitlich unabhängig
Interaktives Video
Labor mit realer Hardware, Präsenz nicht erforderlich.
Corona
verlassenes Labor
Labor von zuhaus aus - Videokonferenz

In Frage sechs wurden die Lehrenden gefragt, ob sie reale Problemlösungen in ihre Laborversuche integrieren können. Die meisten können sich vorstellen reale Problemlösungen zu integrieren (siehe Abbildung 3.14). Nur 6% haben keine Möglichkeit ihre Laborversuche dahingehend anzupassen. Hierbei ist zu beachten, dass je nach Fach nur eine begrenzte Möglichkeit für eine Anpassung an reale Problemstellungen möglich ist. Die Grundlagen Modulen, wie zum Beispiel Mathe 1 oder Technische Mechanik 1, tragen zum Verständnis der vertiefenden Fächer bei und sind eher theoretisch veranlagt.

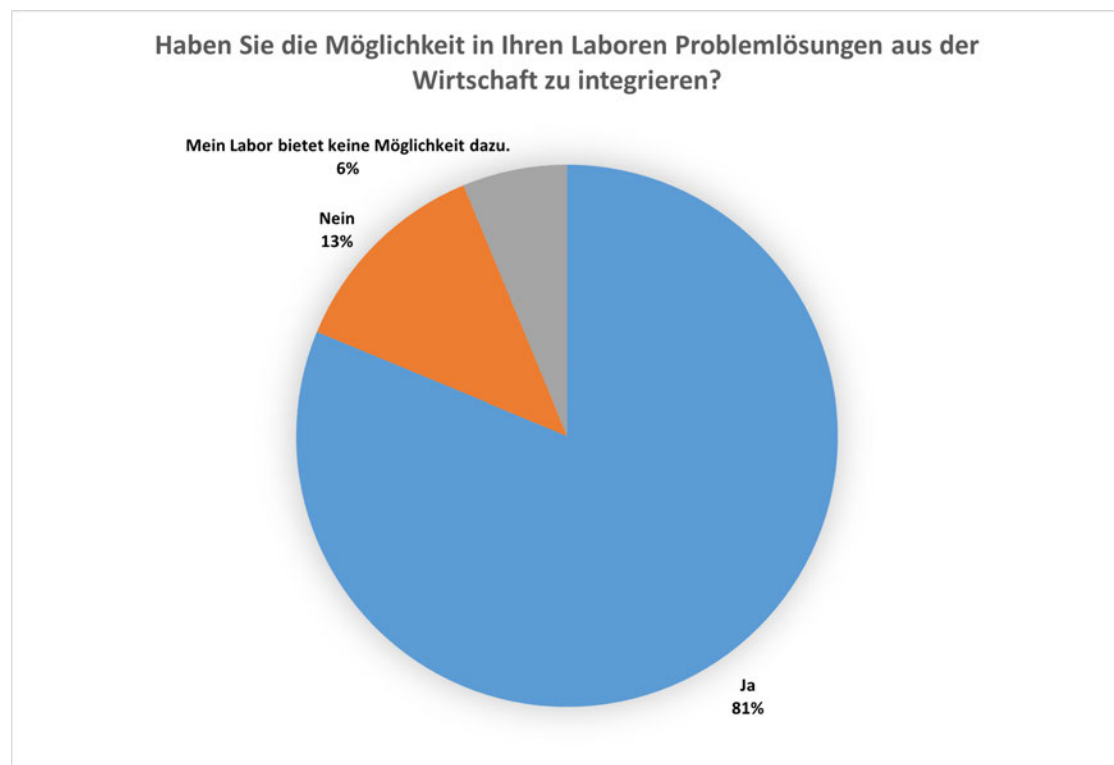


Abbildung 3.14: Frage 6 Lehrenden: Auswertung auf Frage „Haben Sie die Möglichkeit in Ihren Laboren Problemlösungen aus der Wirtschaft zu integrieren?“

In Frage sieben wurden die Lehrenden gefragt, ob sie sich vorstellen können weitere Lehrmethoden einzusetzen und ob sie bereits mit weiteren Lehrmethoden arbeiten. Diese können beispielsweise Videos, Gruppenarbeiten, Podcast oder Methoden sein. In der nachfolgenden Frage acht sollten die Lehrenden aussagen mit welchen Methoden sie bereits arbeiten und welche sie weiterempfehlen können. Dabei kamen folgende Antworten:

- Teamarbeit, JiTT, Hausarbeiten, Kurztests
- Lehrgespräch, Teamarbeit, Eigenarbeit bei Messungen
- EMIL-Tests (sehr zu empfehlen, durch Parametrierung ist es ein Aufgabengenerator und exzellent geeignet bei Online-Tests / Klausuren), Breakout-Sessions (sehr gut angenommen)
- TAST - teach as social trainer - Eigenes Konzept, um Studierenden sich gegenseitig helfen zu lassen und sich dabei auch Anerkennung geben zu können.

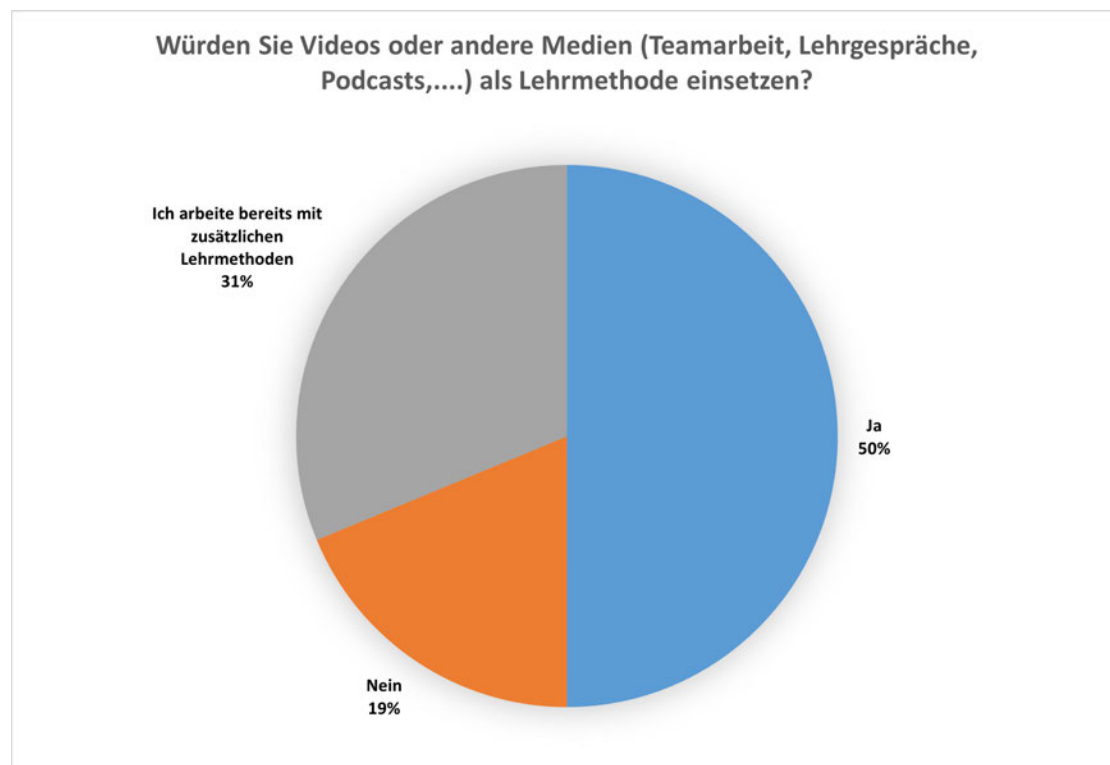


Abbildung 3.15: Frage 7 Lehrenden: Auswertung auf Frage „Würden Sie Videos oder andere Medien (Teamarbeit, Lehrgespräche, Podcasts,...) als Lehrmethode einsetzen?“

In der neunten Frage geht es um das Einsetzen von Personengruppen in der Vorlesung oder den Laboren, um den Studenten auf verschiedene Arten das Wissen zu vermitteln. In Abbildung 3.16 ist zu erkennen, dass vor allem Mitarbeiter*innen anderer Unternehmen eingeladen werden. An zweiter Stelle folgen die Kolleg*innen des eigenen Institutes. Zusätzlich wurden noch ehemalige Studenten*innen mit erster Berufserfahrung unter dem Punkt Sonstige hinzugefügt. An letzter Stelle sind Kolleg*innen anderer Hochschule und Universitäten aufgezählt. Außerdem gab es noch drei weitere Antwortmöglichkeiten die nicht ausgewählt wurden:

- Kolleg*innen anderer Institute am Department
- Kolleg*innen anderer Departments innerhalb der Fakultät
- Kolleg*innen außerhalb der Fakultät

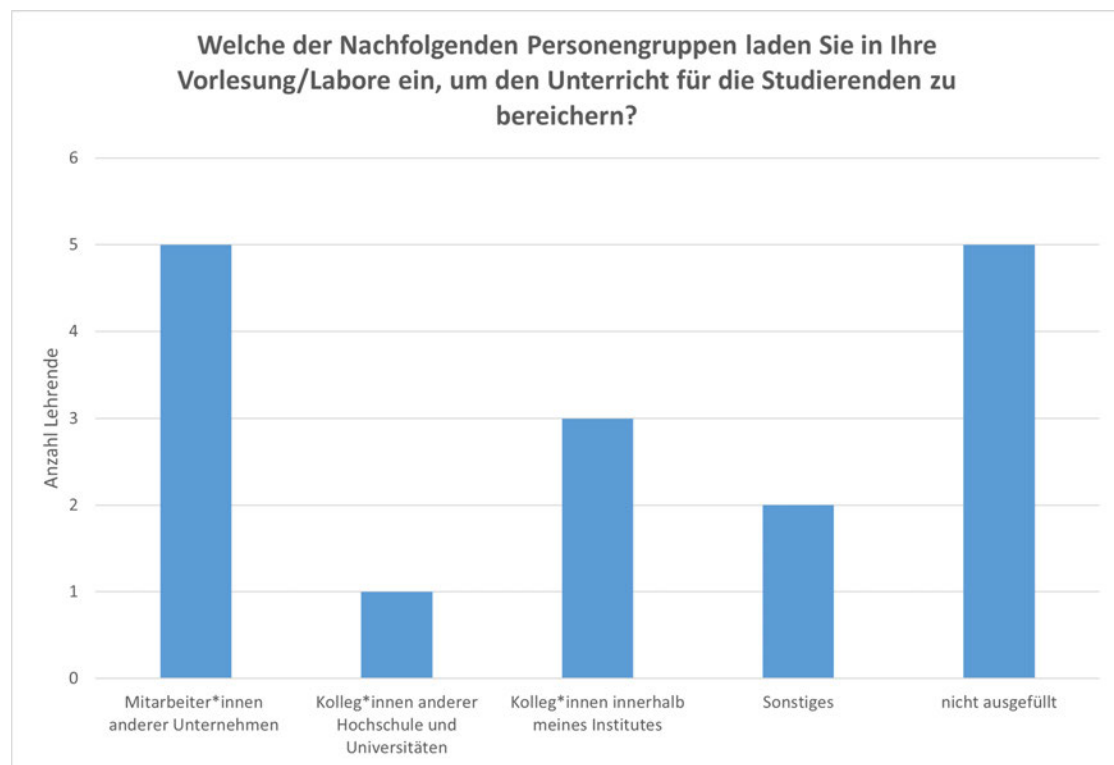


Abbildung 3.16: Frage 9 Lehrenden: Auswertung auf Frage „Welche der nachfolgenden Personengruppen laden Sie in Ihre Vorlesung/Labor ein, um den Unterricht für die Studierenden zu bereichern?“

In Frage zehn wurde die Unterstützung der Lehrenden für das Entwicklungsprojekt, das mit dieser Masterarbeit gestartet wird, erfragt. Auf einer Skala von eins bis vier gaben die Lehrenden mit einem Ergebnis von 1,69 an, eher das Projekt zu unterstützen. Durch die Unterstützung der Lehrenden ist eine Weiterentwicklung in der Lehre möglich. Mit Hilfe der Antworten wird im folgenden Kapitel 5 eine Prozesskette entwickelt und die Umsetzung erläutert.

4 Produktauswahl

Durch Interviews mit Lehrenden ist die Frage aufgekommen, warum die Fahrradklingel ein gutes Produkt für die Umsetzung des Anwendungsbeispiels ist. Im folgenden Kapitel wird die Produktauswahl beschrieben und erläutert. Das Ziel ist die Festlegung eines Produktes.

Zur besseren Veranschaulichung einer Prozesskette werden derzeit unterschiedliche Beispiele verwendet. Um für die Studierenden nur ein einzelnes, einfaches und dennoch komplexes Beispiel zur Verfügung zu stellen, wurden anhand der nachfolgenden Kriterien unterschiedliche Produkte auf ihre Machbarkeit untersucht.

1. Bekanntheitsgrad für Studierende
2. Produktpotenzial
3. Fertigbarkeit am Department
4. Nachhaltigkeit
5. Kostenaufwand
6. Marketing
7. Betreuungsaufwand

Die Kriterien sind von typischen Produktmerkmalen abgeleitet und auf das Studium angepasst.

Folgende Produkte wurden anhand der Kriterien bewertet und miteinander verglichen:

- Kleine Windkraftanlage
- Mobile Roboter
- Hoverboard
- Fahrradklingel

In der Tabelle 4.1 wird jedes Produkt bewertet. Die Bewertungen wurden anhand der Aussagen von Lehrenden in Interviews ausgearbeitet. Um eine Skalierung zu ermöglichen wurden den Wörtern Zahlenwerte, auf einer Skala von eins (schlecht) bis fünf (sehr gut), zugeordnet. Mit den Zahlenwerten wurden Netzdiagramme erstellt, um einen visuellen Vergleich der Produkte zu erhalten.

Tabelle 4.1: Bewertung der Produkte anhand der Kriterien

Produkte Kriterien	Kleine Windkraftanlage	Mobile Roboter	Hoverboard	Fahrradklingel
Bekanntheitsgrad für Studierende	bekannt(3)	bekannt(3)	bekannt(3)	sehr bekannt(5)
Produktpotenzial	mittel(3)	hoch(5)	hoch(5)	hoch(5)
Fertigbarkeit am Department	mittel(3)	mittel(3)	schwierig(1)	einfach(5)
Nachhaltigkeit	mittel(3)	mittel(3)	mittel(3)	mittel(3)
Kostenaufwand	hoch(1)	hoch(1)	hoch(1)	gering(4)
Marketing	mittel(3)	einfach(3)	einfach(3)	mittel(3)
Betreuungsaufwand	mittel-hoch(2)	mittel-hoch(2)	mittel-hoch(2)	gering(5)

Nachfolgend wird jedes Produkt einzeln betrachtet und erläutert. Dabei werden auf die einzelnen Kriterien und ihre Zusammenhänge eingegangen.

In der Abbildung 4.1 ist das Produkt „Kleine Windkraftanlage“ abhängig von den Kriterien abgebildet. Hierbei ist zu erkennen, dass alle Werte im mittleren bis niedrigen Wertebereich sind. Das lässt darauf schließen, dass dieses Produkt eher eine geringe Möglichkeit bietet als Produktbeispiel umgesetzt zu werden. Das Produkt bietet Potenzial ist in der Herstellung teuer, um es zum Abschluss jeden Studierenden mitgeben zu können. Außerdem ist die Produktvielfalt geringer.

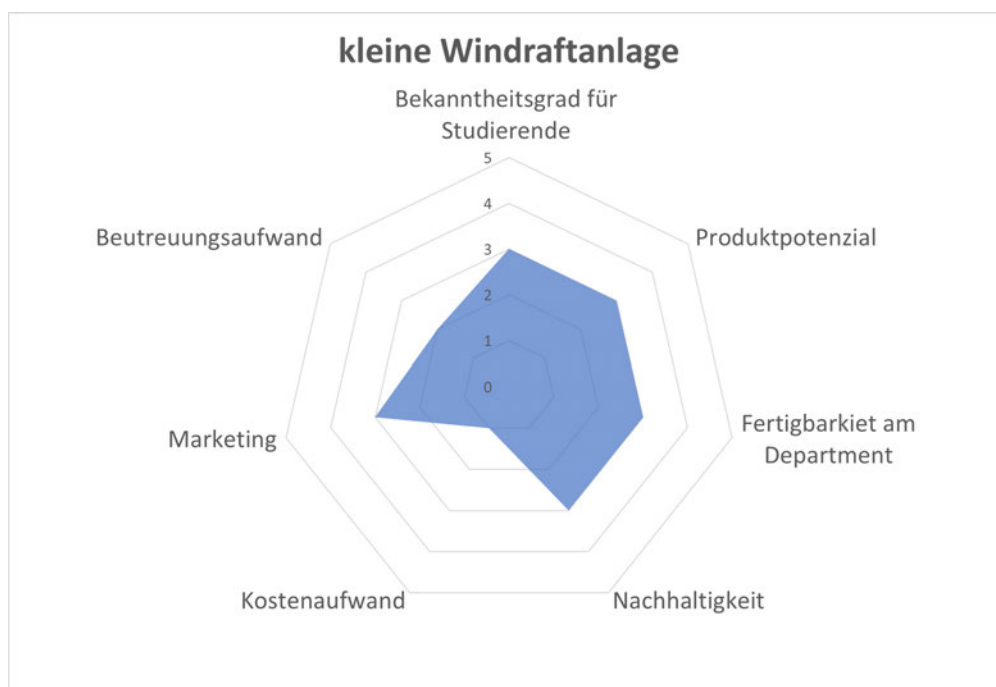


Abbildung 4.1: Netzdiagramm: Kleine Windkraftanlage

In Abbildung 4.2 ist erkennbar, dass bei dem Produkt „Mobile Roboter“ zwei Werte, gegenüber den übrigen Werten, ausreißen. Zum einen das Produktpotenzial und zum anderen das Marketing. Die mobilen Roboter haben eine große Gestaltungsvielfalt in den Punkten Funktionen und Aussehen. Diese können zum Beispiel Staubsaugerroboter oder Tischstaubsauger sein. Dadurch wird auch die Stärke des Marketings erklärt. Viele Menschen sehen mobile Roboter als Erleichterung in ihrem Alltag. Auch Studierende, die viel Zeit auf ihr Lernen verwenden, können somit ihren Alltag erleichtern. Mit diesem Produkt könnte ein hoher Anreiz für das Studium an der HAW Hamburg geschaffen werden. Ein Nachteil bei diesem Produkt sind die Kosten. Um alle Kosten des mobilen Roboters zu decken, müsste jeder Studierende eine Sonderzahlung neben den laufenden Semestergebühren leisten.

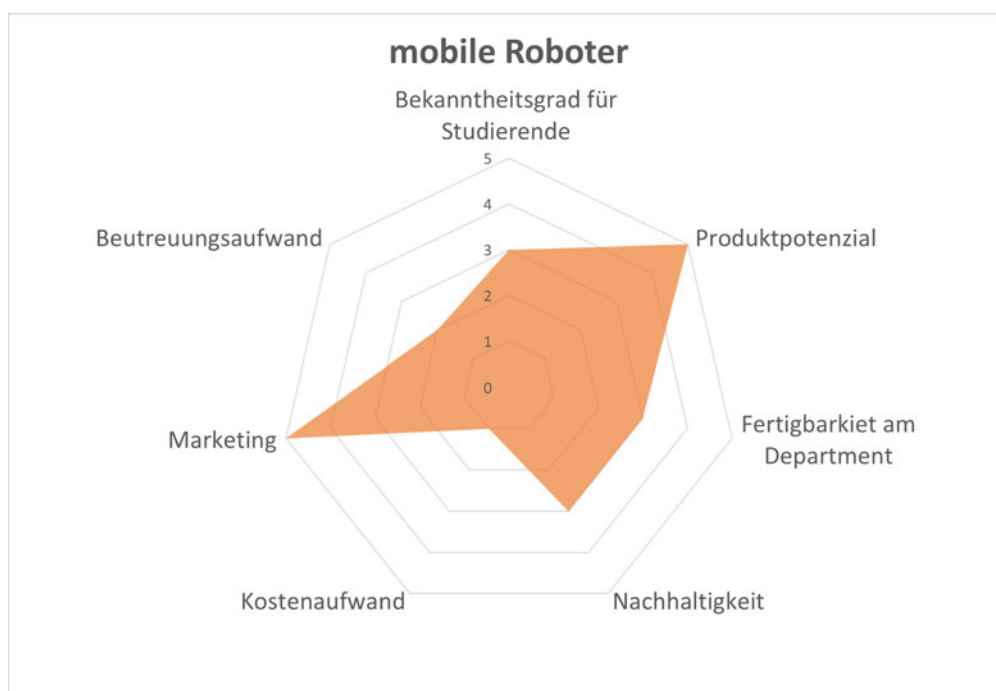


Abbildung 4.2: Netzdiagramm: Mobile Roboter

In Abbildung 4.3 ist das Produkt „Hoverboard“ abgebildet. Hier ist eine große Ähnlichkeit zur vorherigen Abbildung 4.2 zu erkennen. Das ausschlaggebende Kriterium ist die „Fertigbarkeit am Department“, die beim Hoverboard geringer ist als beim mobilen Roboter.

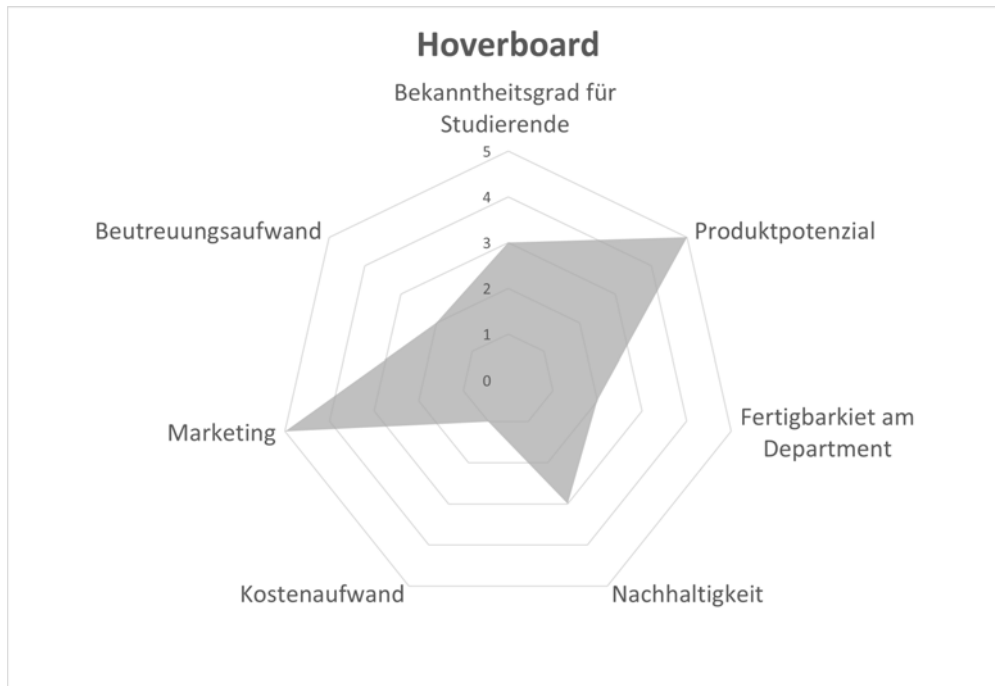


Abbildung 4.3: Netzdiagramm: Hoverboard

In Abbildung 4.4 ist die „Fahrradklingel“ über ihre Kriterien dargestellt. Hier ist zu sehen das drei der sieben Kriterien die maximalen Werte erreichen. Die Punkte Nachhaltigkeit und Marketing liegen im mittleren Wertebereich. Dies zeigt deutlich, dass das Potenzial der Fahrradklingel am größten ist.

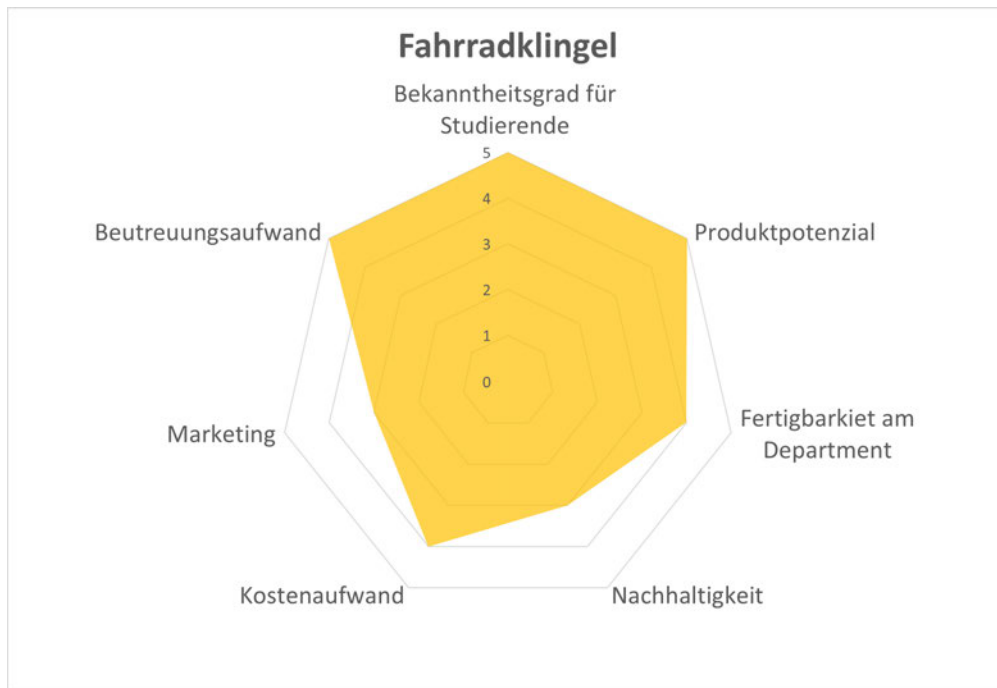


Abbildung 4.4: Netzdiagramm: Fahrradklingel

In der nachfolgenden Abbildung 4.5 sind die zuvor gezeigten Netzdiagramme übereinander gelegt. Dadurch ist eine bessere Vergleichbarkeit der Produkte möglich. Deutlich zu erkennen ist, dass die Fahrradklingel das größte Volumen einnimmt und in Abhängigkeit von den Kriterien die beste Wahl als Produktbeispiel ist.

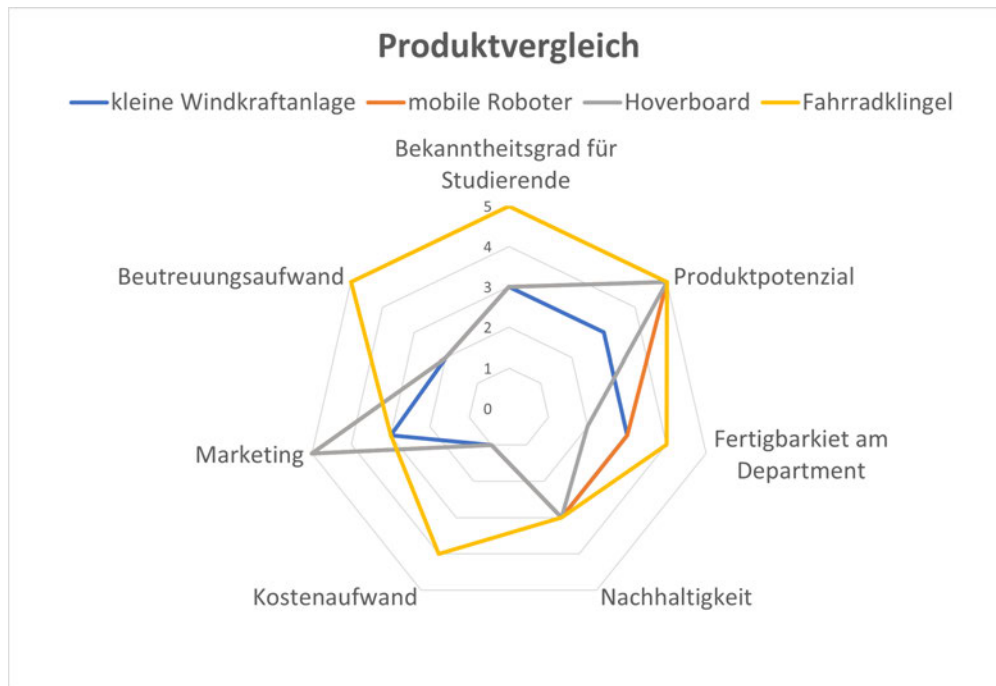


Abbildung 4.5: Netzdiagramm: Vergleich der Produkte

Ein weiterer Aspekt der für die Fahrradklingel spricht, ist die einfache Skalierbarkeit. Um die anderen Produkte zu verändern, gehen meist größere Veränderungen der Bauteile einher, wohingegen die Bauteile einer Fahrradklingel leichter angepasst werden können.

Eine weitere Möglichkeit wäre es, den Studierenden die Option zu geben, sich ihr Produkt selber zu wählen. Dabei bestehen gewisse Chancen und Risiken die nachfolgend erläutert werden.

Eine Chance bei der Auswahl ist zum Beispiel das „Potenzial des Produktes“. Würden die Studierenden sich das Produkt selber aussuchen, sind gewisse Ideen bei den Studierenden verankert, wie sie dieses Produkt weiterentwickeln könnten. Außerdem wäre der Marketingaufwand, im Vergleich zu einem vorgegebenen Produkt, durch die Selbstausswahl des Produktes geringer. Das Kriterium „Bekanntheitsgrad“ für Studierende würde durch die eigenen Auswahl entfallen.

Die Risiken überwiegen in diesem Fall gegenüber den Chancen. Dies ist zum einen die „Komplexität“ eines Produktes, welche die Studierenden im ersten Semester ohne Vorkenntnisse nicht einschätzen können. Zum anderen sind es die möglichen anfallenden Kosten die durch dieses Produkt entstehen. Dies sind zum Beispiel die Kosten die

durch die Fertigung oder Zukaufteile entstehen und dabei gegebenenfalls in einen für das Department oder für die Studierenden unzumutbaren Bereich steigen. Durch die Festlegung eines Produktes entfällt dieses Risiko.

In diesem Fall bietet die Fahrradklingel eine komplexe Erweiterungsmöglichkeit bei kostengünstiger Herstellung. Des Weiteren ist den Studierenden das Produkt weitgehend bekannt und der Betreuungsaufwand fällt im Verhältnis zu den derzeit genutzten Beispielen in Vorlesungen und Laboren der Module ähnlich aus. Aufgrund der vorher genannten Gründen wurde sich für das Produkt Fahrradklingel entschieden.

5 Umsetzung

In diesem Kapitel geht es um die Ausführung der Prozesskette und ihre Umsetzung in das Studium. Anhand des Beispiels Fahrradklingel wird die Prozesskette auf ihre möglichen Schritte analysiert und im Nachgang an das Bachelorstudium Maschinenbau und Produktion der Hochschule für Angewandte Wissenschaften angepasst. Alle Modulbezeichnungen können in Anhang A.5 eingesehen werden. Zusätzlich werden durch die gewonnen Erkenntnisse aus Kapitel 2.4 weitere Schlussfolgerungen, zur Umsetzung des Anwendungsbeispiels in die Prozesskette, eingearbeitet.

5.1 Prozesskette einer Fahrradklingel

Wie in Kapitel 2.2 beschrieben, wird mit einer Prozesskette eine Übersicht generiert, um alle Schritte eines bestimmten Prozesses übersichtlich darzustellen und Verbindungen zu identifizieren.

In Abbildung 5.1 ist eine mögliche Prozesskette dargestellt. Anhand dieser wird nachfolgend auf jeden Schritt vertiefend eingegangen.

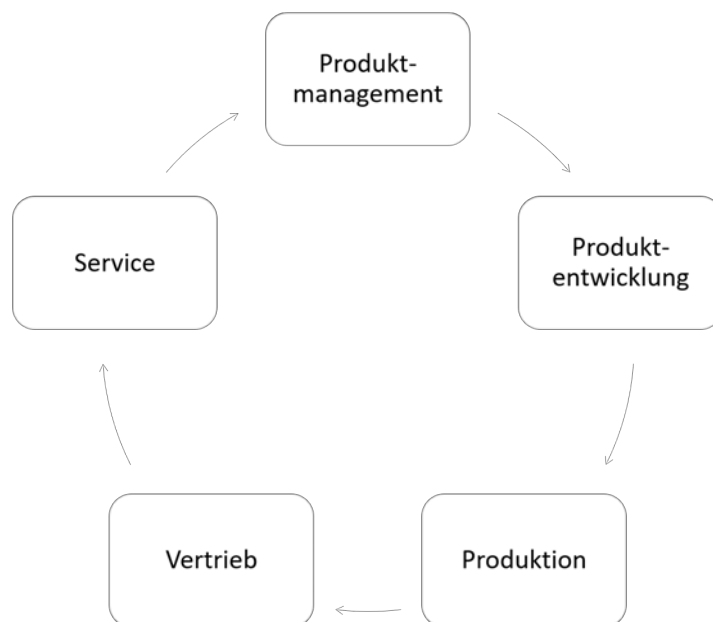


Abbildung 5.1: Prozesskette einer Fahrradklingel

Die Prozesskette wird in fünf Schritte gegliedert:

- Produktmanagement
- Produktentwicklung
- Produktion
- Vertrieb
- Service

Jeder einzelne Schritt besteht aus Aufgabenbereichen, die abhängig voneinander sind. Durch die Bearbeitung der Aufgabenbereiche kann ein Schritt abgeschlossen werden und der nächste Schritt beginnen. Nach Beendigung eines Schrittes kann auch iterativ mit dem Vorherigen weitergearbeitet werden, um neue Erkenntnisse in das Produkt einzuarbeiten.

Nachfolgend werden alle Schritte der Prozesskette mit ihren Aufgabenbereichen genauer erläutert, um eine bessere Adaption auf die in Kapitel 5.2 beschriebene Prozesskette zu erhalten.

Bei dem vorliegenden Produkt Fahrradklingel wird mit dem Schritt Produktmanagement gestartet. Dabei wird auf die folgenden Aufgabenbereiche eingegangen:

- Marktanforderungen
- Produkthanforderungen
- Lastenheft
- Pflichtenheft
- Organisationsform
- Agiles Projektmanagement

Mit Hilfe der einzelnen Aufgabenbereiche können gezielt die Anforderungen einer Fahrradklingel bestimmt werden. Zuerst wird festgestellt, in welchem Markt die Fahrradklingel sich befinden kann und welche Anforderungen dieser Markt an das Produkt hat. Weiter werden alle Anforderungen im Lastenheft aufgeschrieben und im Pflichtenheft festgelegt oder anhand des agilen Projektmanagements aufgenommen und sukzessive weiter entwickelt. Des Weiteren kann hier eine Organisationsform, so lange noch keine ausgewählt worden ist, bestimmt werden. Dieser Schritt ist wichtig, um den nächsten Schritt, die eigentliche Produktentwicklung, zu beginnen.

Innerhalb der Produktentwicklung sind folgende Aufgabenbereiche zu beachten:

- CAD-Konstruktion
- Morphologischer Kasten
- Rapid Prototyping
- Bauteilidentifikation
- Stücklisten
- Features 4.0, smarte Funktionen
- Individualisierung
- Mögliche Fertigungsverfahren
- Marketing
- Branding/Rechte
- Wirtschaftlichkeit
- Software/Hardware

Innerhalb dieses Schrittes werden die Produktspezifikationen festgelegt. Dazu gehören unter anderem die Erstellung der CAD-Zeichnung, das bestimmen von Bauteilfeatures, das Erstellen von Stücklisten und die Auswahl der Fertigungsverfahren für die Fahrradklingel. Durch diese Prozesse erhält die Fahrradklingel ihr Aussehen und erweiterte Eigenschaften, die zum Beispiel ein Display oder ein Akkumodul sein können.

Im nächsten Schritt wird der genaue Produktionsablauf festgelegt. Dazu gehören folgende Aufgabenbereiche:

- Arbeitsplanung
- Angebote
- Bauteile zuordnen
- Produktionsmittelauswahl
- Herstellung
- Standard
- Individualisierung

Hierbei wird festgelegt mit welchen Maschinen und Werkzeugen die Bauteile der Fahrradklingel hergestellt werden. Außerdem wird festgelegt, welches Bauteil selber gefertigt und welches zugekauft wird. Des Weiteren wird der Ablauf der Fertigung erstellt, um eine schnelle und effiziente Herstellung zu ermöglichen.

Nach dem das Produkt hergestellt worden ist, wird im Schritt „Vertrieb“ der Punkt Marketing ausgearbeitet.

Beim Marketing wird darauf eingegangen, „Wie“ und „Wo“ das Produkt vermarktet werden kann. Wichtig dabei ist die Zielgruppe, die mit dem Produkt angesprochen werden soll. Der gemeinsame Schnittpunkt zwischen dem „Wer“ und dem „Wo“ ergibt, wie das Produkt vermarktet werden kann, um das größtmögliche Verkaufspotenzial zu erzielen. Wie ein Produkt vermarktet werden kann ist vielfältig. Das kann beispielsweise über Zeitungswerbung, direktes Marketing oder weitere Plattformen stattfinden. Das „Wo“ bestimmt den Ort an dem das Produkt angeworben wird.

Nachdem das Produkt präsentiert und verkauft wurde, ist es wichtig, dem Kunden einen möglichst breitgefächertes Angebot an weiteren Dienstleistungen im Bereich des Services anzubieten. Dazu gehören folgende Aufgabenbereiche:

- Reparatur
- Installation
- Upgrades

Bevor es überhaupt zu einer Reparatur kommt, sollten während der Produktentwicklung möglichst viele Produktfehler gefunden und beseitigt werden. Dadurch entsteht eine geringe Menge an Produkten die im Nachgang reklamiert und beim Kunden repariert werden müssen. Trotzdem sollten Reparaturanleitungen ausgearbeitet werden, um das Produkt schnell dem Kunden wieder zur Verfügung zu stellen. Außerdem ist die Installation des Produktes ein weiterer Bestandteil im Bereich Service. Zusätzlich muss überlegt werden, wie mögliche Upgrades nach dem Verkauf an oder in das Produkt gelangen. Mit diesen Aufgabenbereichen ist eine erweiterte Prozesskette entstanden die in Abbildung 5.2 zu sehen ist.

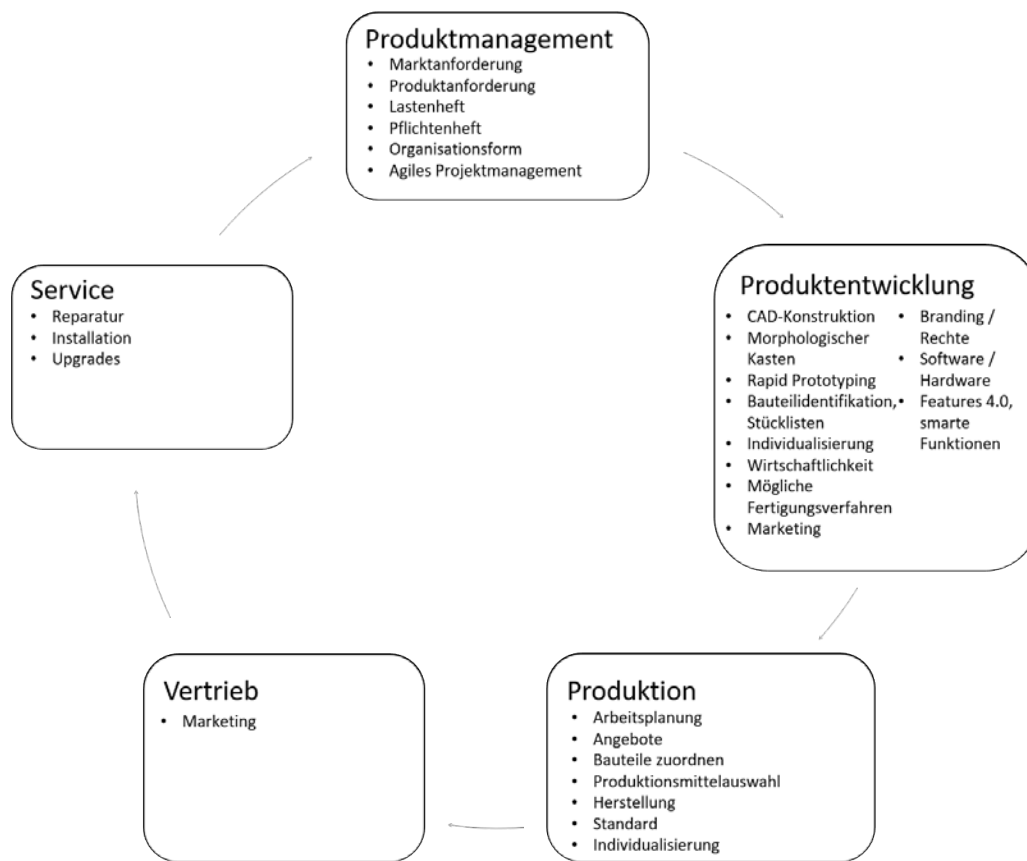


Abbildung 5.2: Erweiterte Prozesskette einer Fahrradklingel

Mit Hilfe dieser Prozesskette und der dazugehörigen einzelnen Schritte konnte auf das Bachelorstudium Maschinenbau und Produktion an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg eine Prozesskette projiziert werden. Diese wird im Kapitel 5.2 analysiert und erläutert.

5.2 Einbindung der Prozesskette in das Bachelorstudium

Das Bachelorstudium Maschinenbau und Produktion umfasst sieben Semester. Die Studierenden haben damit die Möglichkeit an 113 Modulen und Projekten teilzunehmen. Dazu zählen 27 Pflichtmodule und 86 Wahlmodule. Bei den Wahlmodulen wird zwischen den einzelnen Vertiefungen unterschieden. In Anhang A.3 ist ein Auszug aus der „Studiengangspezifische Prüfungs- und Studienordnung für den Bachelorstudiengang Maschinenbau und Produktion“[9] mit allen Modulen und Laboren und der Verteilung über die Semester und Vertiefungen abgebildet.

Durch die vorangegangenen Erläuterungen der Kapitel 5.1 und 2.3 wird die Prozesskette nachfolgend über das Studium abgebildet.

In Abbildung 5.3 ist die Prozesskette, die im vorherigen Kapitel 5.1 erarbeitet wurde, um den Schritt „Grundlagen“ erweitert worden. Die Studierenden schaffen in diesem Schritt das Verständnis, um die nachfolgenden Aufgabenbereiche bearbeiten zu können. Zu den Grundlagen zählen beispielsweise EPh, Technische Mechanik 1,2 und 3 und weitere Module, die vor allem in den ersten drei Semestern gelehrt werden.

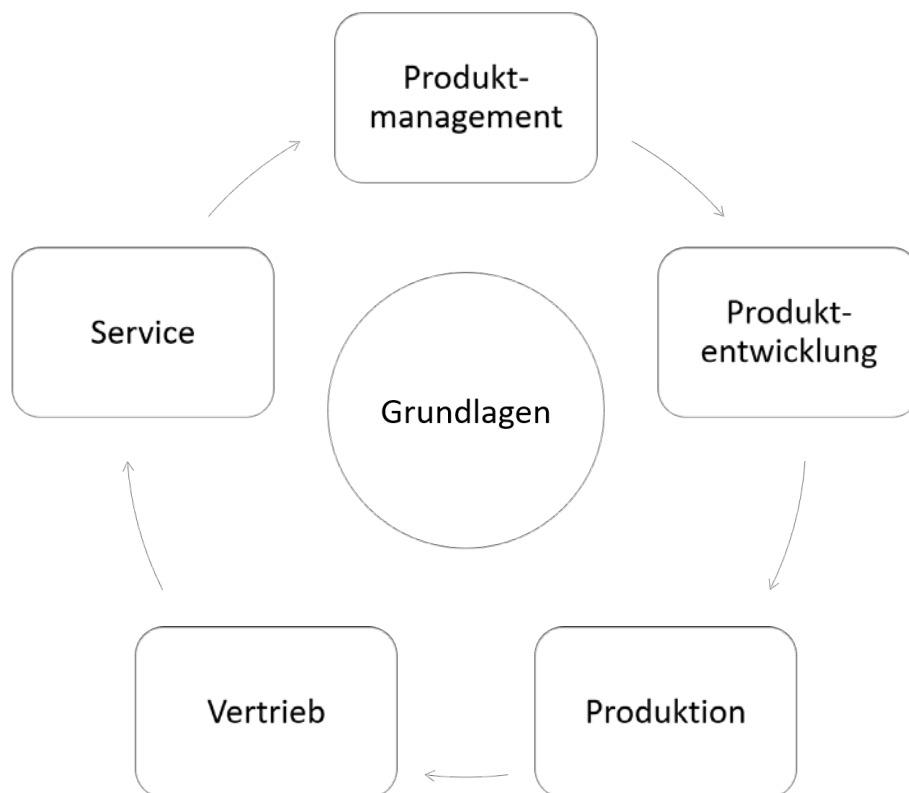


Abbildung 5.3: Prozesskette Studium

Im nächsten Schritt werden die einzelnen Aufgabenbereiche aus dem Kapitel 5.1 den einzelnen Schritten zugeordnet (siehe Abbildung 5.4).

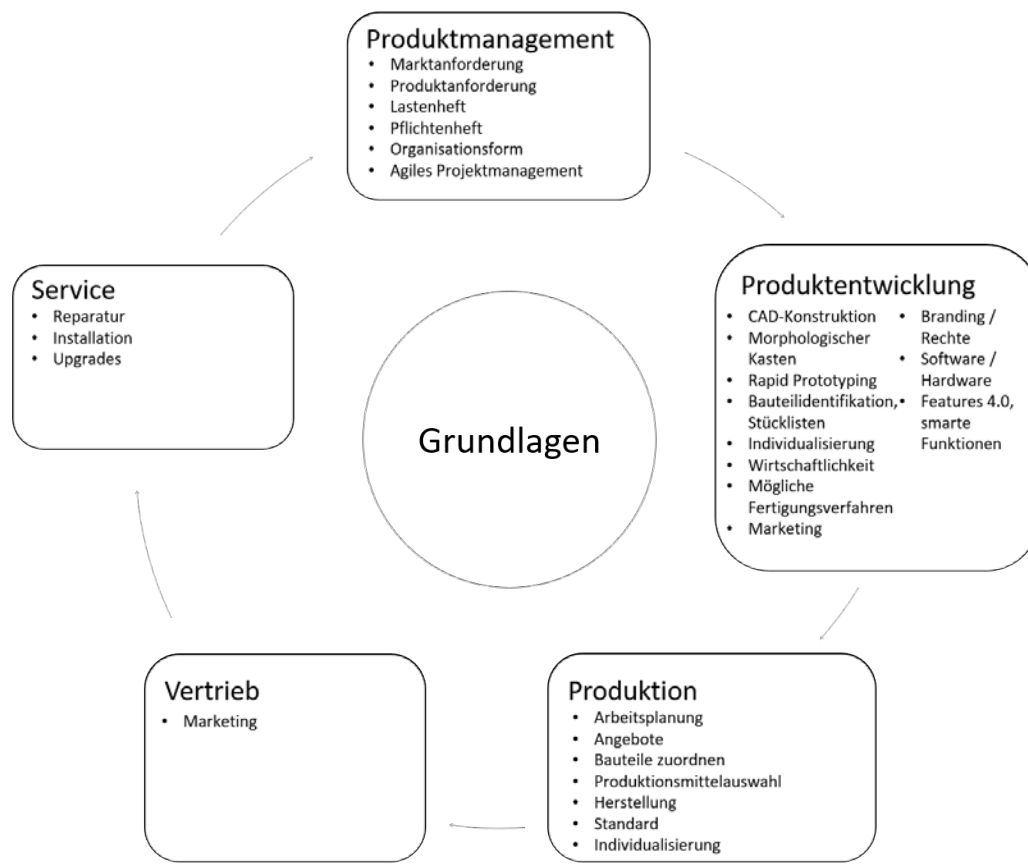


Abbildung 5.4: Erweiterte Prozesskette Studium

Tabellarisch wurden die Module den passenden Prozesskettenschritten zugeordnet (Anhang A.6). Hierbei wurde im ersten Schritt die Prozesskette mit den dazugehörigen Aufgabenbereichen aufgestellt. Daraufhin konnten, anhand des Modulhandbuches der HAW Hamburg [4], die einzelnen Module zugeordnet werden. Um auch die Module miteinzubeziehen die nicht auf das Produkt Fahrradklingel anpassbar sind, ist die Übersicht um eine Zeile „Puffer“ erweitert worden. Dadurch kann bei Änderung des Produktes die Liste der Module angepasst werden. Außerdem konnte anhand dieser Übersicht eine Auswahl der Module getroffen werden, die in die Prozesskette eingegliedert werden.

Nachfolgend ein Auszug aus der Übersicht (siehe Tabelle 5.1):

Tabelle 5.1: Auszug Prozesskette

Prozesskette	Themenbereiche	Module in PO	Aufgabenstellung
Produktmanagement	Marktanforderung	MPE 1	X
	Produktanforderungen	MPE 2	
	Lastenheft	Technisches	X
	Pflichtenheft	Produktmanagement	
	Organisationsform	Unternehmensführung und Personalmanagement	
	Agiles	Unternehmensplanspiel und Investitionsrechnung	X
	Projektmanagement	Urbane Mobilität und Elektromobilität	X
		Wirtschaftsinformatik und Simulation	

In Abbildung 5.5 wurde die Prozesskette mit den ausgewählten Modulen angepasst. Um zu identifizieren, in welchem Semester sich das jeweilige Fach befindet, wurden mit Hilfe einer Farbcodierung die einzelnen Module hervorgehoben. Daraus ist erkennbar, dass nicht im ersten Semester mit Schritt eins, dem Produktmanagement, angefangen wird, sondern eine Vermischung der Semester und Module untereinander stattfindet. Dadurch wird ein Austausch zwischen den Studierenden und Lehrenden in den jeweiligen Prozessschritten gefördert. Derzeit findet nur eine geringe Vermischung der Studierenden zwischen den Semester Stufen statt, wodurch nur ein geringer Wissensaustausch stattfindet. Mit Hilfe dieses Beispiels soll eine Durchmischung der Semester stattfinden, um das Lernen für jeden Studierenden weiterzuentwickeln.

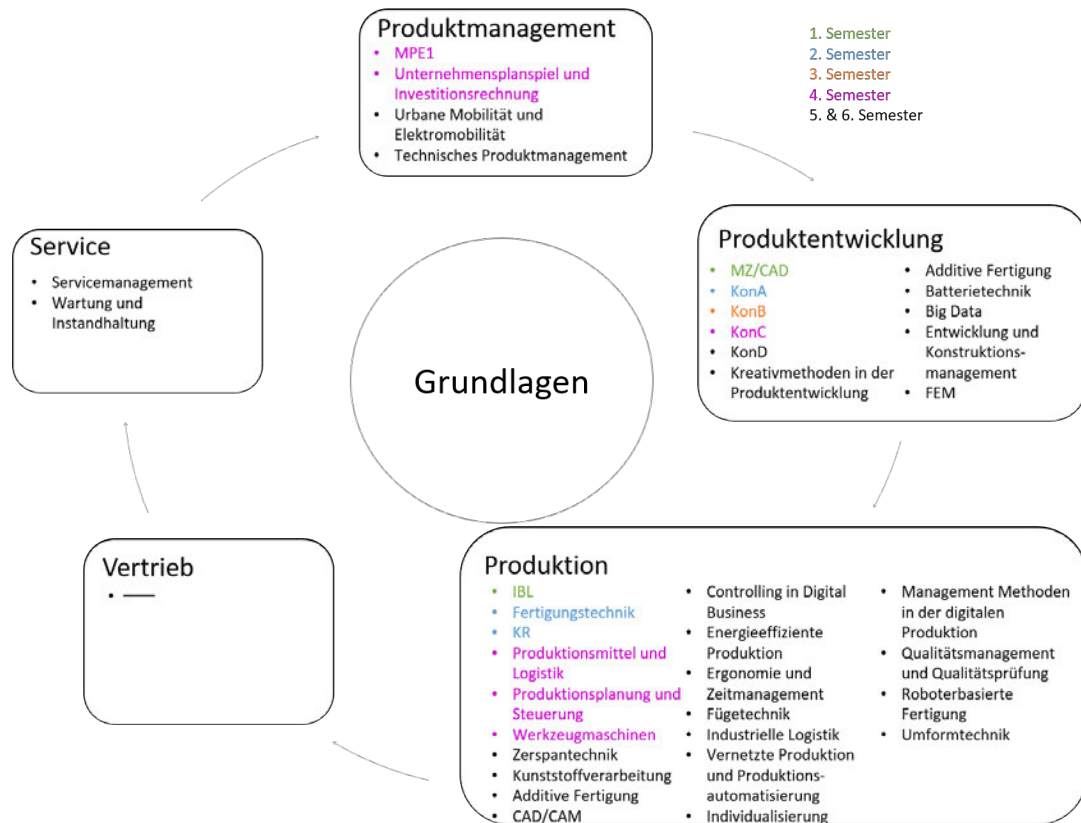


Abbildung 5.5: Prozesskette Studium - Fächerübersicht

Anhand dieser Prozesskette werden für die einzelnen Module User Stories geschrieben. User Stories beschreiben Anforderungen an ein Produkt aus Sicht des Nutzer und wie diese Anforderungen erreicht werden können. Sie gehören dem agilen Projektmanagement an.

Mit Hilfe der User Stories soll identifiziert werden, welchen Beitrag jedes Modul zu dem Produkt „Fahrradklingel“ beitragen kann. In Anhang A.4 ist die tabellarische Übersicht der einzelnen Module mit den User Stories und den zugehörigen möglichen Produktbeschreibungen. Die Module wurden dem Semester und dem Schritt in der Prozesskette zugeordnet. Im nächste Schritt wurden die User Stories an das jeweilige Modul angepasst. Die User Stories sind alle aus Sicht der Studierenden geschrieben, um den größten Nutzen für diese zu identifizieren. Auf dieser Grundlage konnten im nächsten Schritt Produkte definiert werden, die durch die Bearbeitung des Anwendungsbeispiels „Fahrradklingel“ entstehen können.

Folgend ein Beispiel aus der Tabelle A.4:

Tabelle 5.2: Auszug User Storys

Semester	Schritt in der Prozesskette	Modul	User Story	Produkt
1	Produktion	IBL	Als Studierender möchte ich in IBL lernen, welche Unternehmensformen für unterschiedliche Produkte sinnvoll sind und wie ich diese Produkte am Markt einschätze, indem ich für das Beispiel Fahrradklingel eine Unternehmensform auswähle und diese anhand dieser Form am Markt einschätze.	Auswahl einer Unternehmensform für das Endprodukt Fahrradklingel

Mit Hilfe der Produktbeschreibungen kann an die betroffenen Lehrenden herantreten werden, um deren Unterstützung zur Umsetzung des Anwendungsbeispiels „Fahrradklingel“ zu erhalten. Anhand der Umfrage in Kapitel 3.2 ist zu entnehmen, dass die meisten Lehrenden dieses Projekt unterstützen würden.

Durch die Umfragen in Kapitel 3 kann geschlossen werden, dass bei den Studierenden sowie den Lehrenden an einer Weiterentwicklung der Lehre Interesse besteht. Durch den Einsatz von Remote Laboren, in Verbindung mit der Prozesskette, ist eine größere Lern- und Lehrvielfalt möglich. Den Studierenden bietet es die Möglichkeit, unabhängig von festen Laborzeiten, ihre Überlegungen zu testen und neue Erkenntnisse zu erzielen. Dem Lehrenden bietet es gleichermaßen den Vorteil, dass die Studierenden in Eigeninitiative neue Fähigkeiten erlernen und das Lernfeld erweitert wird. Dennoch sollte diese Laborart nur zusätzlich zum Labor in Präsenz genutzt werden. Der persönliche Austausch ist weiterhin ein wichtiger Bestandteil des Studiums. Der Einsatz von Remote Veranstaltungen, durch die auf andere Art Fähigkeiten entwickelt werden, bereichert die Veranstaltungen in Präsenz erheblich.

Bei der Prozesskette ist eine Absprache zwischen den Lehrenden und den Studierenden unabdinglich, da jeweils mit den vorangegangenen Ergebnissen weitergearbeitet werden soll. Das heißt, dass die Studierenden im ersten Semester z. B. in dem Modul MZ/CAD eine erste Zeichnung der Fahrradklingel erstellen. Im zweiten Semester im Modul FtT erlangen die Studierenden Wissen über die Fertigungsverfahren und legen erste mögliche Verfahren zur Herstellung der Fahrradklingel fest. Außerdem sollen zwischen den einzelnen Prozessschritten Erfahrungen und Wissen ausgetauscht werden. Dadurch entsteht ein semesterübergreifender Austausch. In dieser Art soll sich das Beispiel der Fahrradklingel durch das gesamte Studium ziehen, bis jeder Studierende zum Abschluss seine mitentwickelte Fahrradklingel erhält.

Durch diese Art des Lernens sollen die Studierenden Zusammenhänge zwischen den einzelnen Modulen besser identifizieren können und neue Fähigkeiten entwickeln. Dies soll es den Studierenden ermöglichen, im späteren Arbeitsleben leichter Zusammenhänge

zu erkennen und mit anderen Ingenieuren*innen oder Mitarbeitern*innen zusammen zu arbeiten.

Der direkte Einsatz des Vorpraktikums (Kapitel 2.3) ist in der Prozesskette nicht notwendig. Jedoch sollten Studierende ohne zugehörige Berufsausbildung das Vorpraktikum absolvieren, um eine ausreichende technische Vorstellungskraft zu generieren. Nur mit dieser kann im weiteren Studium vertiefendes Wissen selbständig generiert und mit Studierenden diskutiert werden.

In der nachfolgenden Abbildung 5.6 sind mögliche Anwendungsbeispiele beschrieben. Dies ist nur ein Auszug der Möglichkeiten, die mit Hilfe des Grundproduktes Fahrradklingel umgesetzt werden können. Die Studierenden sollen möglichst kreativ, im Rahmen des jeweiligen Moduls, eigene Anwendungsmöglichkeiten erzeugen und nach Möglichkeit umsetzen.

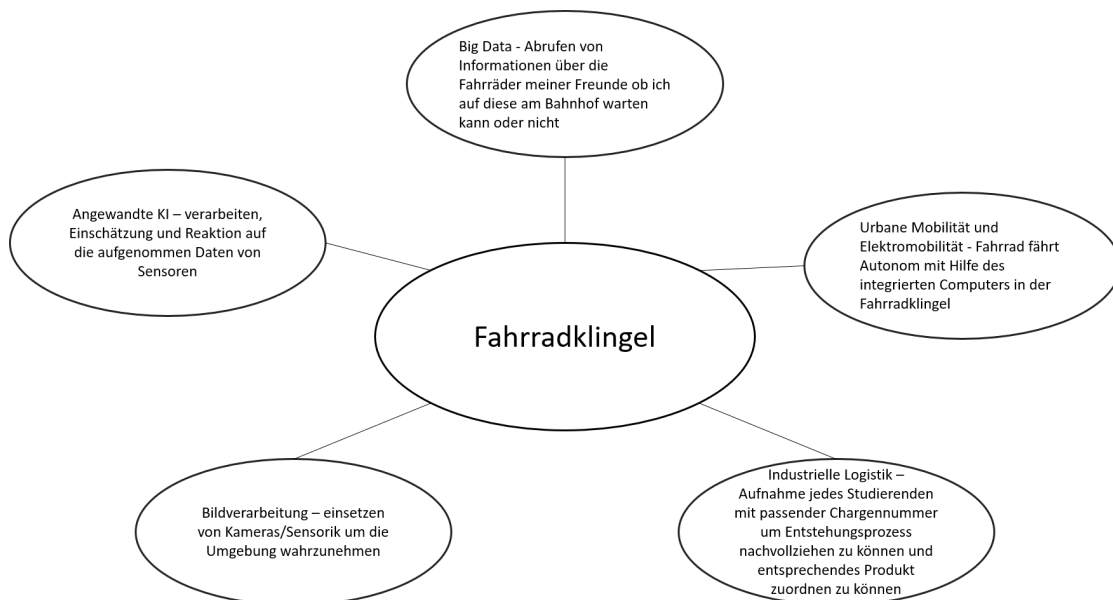


Abbildung 5.6: Beispiele von Umsetzung der Fahrradklingel in bestimmten Modulen

6 Fazit und Ausblick

Anhand der gewonnen Erkenntnisse und Ergebnisse ist festzuhalten, dass das Anwendungsbeispiel „Fahrradklingel“ über den Zeitraum des Bachelorstudiums am Department Maschinenbau und Produktion möglich ist. Voraussetzungen wie ausreichend verknüpfte Module, Unterstützung der Lehrenden und das Produkt sind gegeben. Durch die Erstellung der Prozesskette mit den benannten Modulen ist der erste Grundstein für die weitere Bearbeitung des Projektes „Verbesserung der Lehre“ gelegt.

Um das Anwendungsbeispiel durchführen zu können, müssen noch weitere Schritte vorgenommen werden. Zunächst werden alle Lehrenden über das Projekt informiert. Dazu wird ihnen das Projekt genau erläutert und Informationen der bis dahin durchgeführten sowie ein Ausblick auf die noch notwendigen Schritte gegeben. Zur weiteren Umsetzung bedarf es der Unterstützung der Lehrenden. Ist die Unterstützung durch die Lehrenden gesichert, müssen im nächsten Schritt alle organisatorischen Aufwände ausgearbeitet und definiert werden. Parallel muss der Kostenaufwand berücksichtigt werden. Dadurch wird sichergestellt, dass das Produkt „Fahrradklingel“ nicht den Kostenrahmen übersteigt und zu einer unzumutbaren Belastung für Studierende und das Department Maschinenbau und Produktion wird.

Sind diese Punkte ausgearbeitet, sollte ein Probedurchlauf durchgeführt werden. Anhand dieses Probedurchlaufes kann ermittelt werden, ob diese Prozesskette auf das Studium umsetzbar ist oder nicht. Mit dem „Bachelorprojekt“, als praktische Übung im fünften und sechsten Semester [9], ist ein erster Probedurchlauf mit Studierenden und Lehrenden möglich. Dieser hätte im ersten Schritt keinen Einfluss auf weitere Module. Im weiteren Verlauf können weitere Module eingegliedert werden, durch die eine Durchmischung der Studierenden entsteht. Anhand der im Laufe des Probedurchlaufes entstanden Rückmeldungen von Studierenden und Lehrenden können Probleme identifiziert und behoben werden. Infolge des Umsetzungsplans ist es möglich das Anwendungsbeispiel in das Bachelorstudium Maschinenbau und Produktion zu integrieren. Weitere Anpassungen können iterativ integriert werden.

Um weitere Lehrmethoden, wie remote oder virtuelle Labore, Semester übergreifende Gruppenarbeiten oder andere Methoden mit in das Studium zu integrieren, sind weitere

Ausarbeitungen und Prüfungen der technischen Gegebenheiten notwendig. Zur Umsetzung der Lehrmethoden muss, entsprechend der Möglichkeiten des Departments, das Equipment erweitert und angepasst werden.

Mit dieser Arbeit ist ein weiterer Grundstein für eine verbesserte Lehre gelegt. Jedoch sind weitere Ausarbeitungen im Detail notwendig.

Literaturverzeichnis

- [1] *virtuell - Duden*. – URL <https://www.duden.de/rechtschreibung/virtuell>. – Zugriff am 09.03.2021
- [2] HAERTEL, T. ; TERKOWSKY, C. ; MAY, D. ; PLEUL, C.: Entwicklung von Remote-Labs zum erfahrungsbasierten Lernen. In: *Engineering Education 4.0*, 2016, S. 105 – 112
- [3] HAERTEL, T. ; TERKOWSKY, C. ; MAY, D. ; PLEUL, C.: Integrating Remote Labs into Personal Learning Environments - Experiential Learning with Tele-Operated Experiments and E-Portfolios. In: *Engineering Education 4.0*, 2016, S. 213 – 228
- [4] : *Modulhandbuch*. 2020
- [5] *HAW Hamburg Department MuP*. – URL <https://www.haw-hamburg.de/hochschule/technik-und-informatik/departments/maschinenbau-und-produktion/unsere-department/>. – Zugriff am 21.04.2021
- [6] *HAW Hamburg Fakultät TI*. – URL <https://www.haw-hamburg.de/hochschule/technik-und-informatik/unsere-fakultaet/>. – Zugriff am 21.04.2021
- [7] *Lernort Digitale Umformtechnik - HAW Hamburg*. – URL <https://www.haw-hamburg.de/hochschule/technik-und-informatik/departments/maschinenbau-und-produktion/institute-und-einrichtungen/ipt/schwerpunkte/lernort-digitale-umformtechnik/>. – Zugriff am 21.04.2021
- [8] *HAW Hamburg über Uns*. – URL <https://www.haw-hamburg.de/hochschule/ueber-uns/>. – Zugriff am 21.04.2021
- [9] : *Studiengangsspezifische Prüfungs- und Studienordnung für den Bachelorstudiengang Maschinenbau und Produktion*. 2019
- [10] SCHOLL, A.: *Die Befragung*. UVK Verlag, 2018
- [11] SCHUH, G.: *Produktionsplanung und -steuerung*. Springer Verlag, 2006

- [12] STÖVER, E. ; REMMERS, B. ; SCHILLINGER, K.: Lernort Digitale Umformtechnik - kontinuierliche agile Entwicklung einer Lehr-Lern-Umgebung. In: *Labore in der Hochschullehre*, 2020, S. 127 – 143

Anhang

- Umfrage Studierende
- Umfrage Lehrende
- Auszug Prüfungsordnung
- User Story
- Abkürzungen Module
- Prozesskette

Inhalt der DVD

- **Excel-Tabelle Studierende:** Hier befindet sich die tabellarische Auswertung der Umfrage der Studierenden.
- **Excel-Tabelle Lehrende :** Hier befindet sich die tabellarische Auswertung der Umfrage der Lehrenden.
- **User Story:** Hier befinden sich die User Storys der zugeordneten Module auf die Prozesskette .
- **Prozesskette:** Hier befindet sich die Prozesskette der Fahrradklingel.

A.1 Umfrage Studierende

Umfrage zur Laboreinbindung ins Studium und Nachhaltigkeit für den Studierenden

Bitte nur qualitative Aussagen tätigen!

Nicht zulässig sind Professoren- oder Mitarbeiternennungen!

Skala: 1: Ja 2: eher Ja 3: eher Nein 4: Nein

1. In welchem Semester befindest du dich derzeit? (Fachsemester)

- 1. Semester
- 2. Semester
- 3. Semester
- 4. Semester
- 5. Semester
- 6. Semester
- 7. Semester

2. Hast du bereits an einem Labor teilgenommen?

- Präsenz
- Online
- Hybrid
- noch nicht

3. Wie viele Monate praktische Berufserfahrung aus Praktikum, Ausbildung und Beruf bringst du mit?

4. Auf einer Skala von 1 (sehr gut) - 6 (mangelhaft), wie groß schätzt du für dich persönlich den Lernerfolg in den Laboren der HAW Hamburg ein?

- 1 2 3 4 5 6

5. Welche war die schlechteste Erfahrung, die du während eines Laborversuches hattest?

- organisatorisch
- passte nicht zu den Vorlesungsinhalten
- war zeitlich zu weit entfernt von der Vorlesung
- Zeitaufwand des Laborberichtes
- keine genau Erklärung des Versuches
- geringe Hilfeleistungen während des Laborversuches
-
- Sonstiges

6. Was ist dir während eines Laborversuches besonders positiv im Kopf hängen geblieben?

- Umgang zwischen Betreuer und Studenten
- Digitalisierung des Versuches
- Aufbau des Versuches
- Erklärung des Versuches
- ich habe für die Prüfung relevante Dinge mitgenommen

Sonstiges

7. Welche Verbesserungen wünschst du dir für die Labore?

8. Auf einer Skala von 1-4, fühlst du dich gut auf das Bearbeiten von Protokollen vorbereitet?

- 1 2 3 4
-

9. Was war die größte Hürde, bzw. der größte Zeitaufwand bei der Bearbeitung eines Laborversuches?

- Vorbereitung
- Vorbesprechung
- Durchführung
- Auswertung
- Laborprotokoll
- Nachbesprechung

Sonstiges

10. Auf einer Skala von 1-4, hat dir ein Labor etwas für die zugehörige Vorlesung und die damit verbunden Prüfung etwas gebracht?

- 1 2 3 4
-

11. Auf einer Skala von 1-4, hat dir dein bestes Labor etwas für ein zukünftiges Arbeitsleben gebracht?

- 1 2 3 4
-

12. Auf einer Skala von 1-4, hat dir dein schlechtestes Labor etwas für dein zukünftiges Arbeitsleben gebracht?

- 1 2 3 4
-

13. Würdest du dir wünschen Labore mehr in die Vorlesung zu integrieren, z.B. als Video oder kleine Versuche direkt in der Vorlesung zu besprechen? (Es besteht die Absicht dabei besser auf die Versuche vorbereitet zu werden.)

Ja

Nein

Je nach Vorlesung

Sonstiges

14. Welche 2 Module wirken auf dich, als wären deren Inhalte an bestimmten Stellen aufeinander abgestimmt (ausgenommen Folgevorlesungen wie z.B. Mathe 1 und Mathe 2)?

15. Kennst du bereits den Begriff "Remote Labor"?

Ja

Nein

16. Wie stellst du dir ein "Remote Labor" vor?

Ausarbeitung von Zuhause

interaktives Bearbeiten von Inhalten durch Videos, Texte oder Quiz

Bearbeitung des Laborversuches von Zuhause via einer Remote Software, um die Maschine/den Versuch von Zuhause aus bedienen zu können

interaktiver Laborbericht

Sonstiges

17. Würdest du an einem "Remote Labor" teilnehmen

- Ja
- Nein
- wenn ich mir die Option remote oder in Präsenz selber aussuchen kann

18. Was wären für dich die Vorzüge eines "Remote Labors"?

19. Was wären für dich die Nachteile an einem "Remote Labor"?

Umfrage zur Laboreinbindung ins Studium und Nachhaltigkeit für den Studierenden

71

Antworten

08:42

Durchschnittliche Zeit für das Ausfüllen

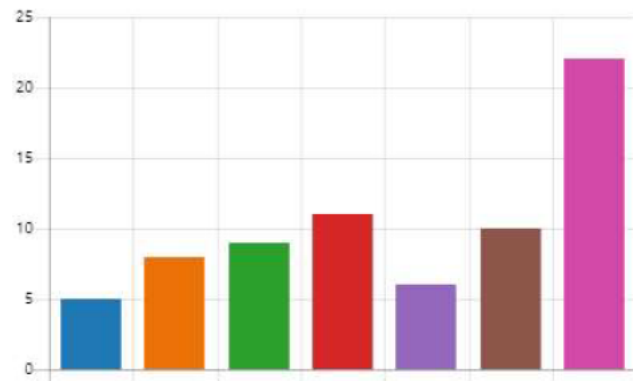
Aktiv

Status

1. In welchem Semester befindest du dich derzeit? (Fachsemester)

 Insights

● 1. Semester	5
● 2. Semester	8
● 3. Semester	9
● 4. Semester	11
● 5. Semester	6
● 6. Semester	10
● 7. Semester	22



2. Hast du bereits an einem Labor teilgenommen?

 Insights

● Präsenz	47
● Online	4
● Hybrid	16
● noch nicht	4



3. Wie viele Monate praktische Berufserfahrung aus Praktikum, Ausbildung und Beruf bringst du mit?

71

Antworten

Neueste Antworten

"Praktikum: 3 Monate"

"4"

"12 "

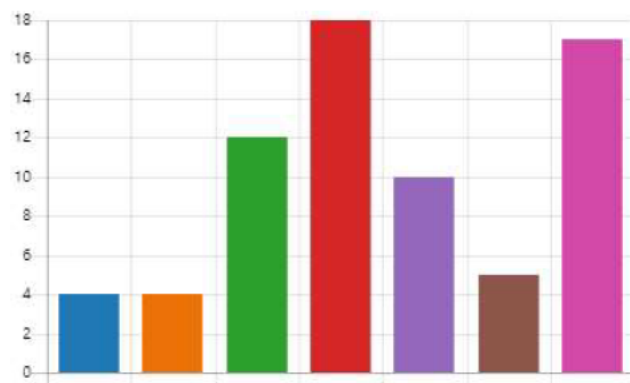
4. Auf einer Skala von 1 (sehr gut) - 6 (mangelhaft), wie groß schätzt du für dich persönlich den Lernerfolg in den Laboren der HAW Hamburg ein?

70^{Insights}
Antworten

2.94
Durchschnittliche Anzahl

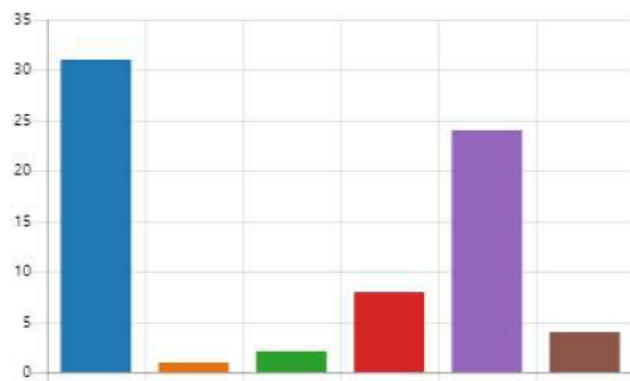
5. Welche war die schlechteste Erfahrung, die du während eines Laborversuches hattest?

organisatorisch	4
passte nicht zu den Vorlesung...	4
war zeitlich zu weit entfernt vo...	12
Zeitaufwand des Laborberichtes	18
keine genau Erklärung des Ver...	10
geringe Hilfeleistungen währe...	5
Sonstiges	17



6. Was ist dir während eines Laborversuches besonders positiv im Kopf hängen geblieben?

Umgang zwischen Betreuer u...	31
Digitalisierung des Versuches	1
Aufbau des Versuches	2
Erklärung des Versuches	8
ich habe für die Prüfung relev...	24
Sonstiges	4



7. Welche Verbesserungen wünschst du dir für die Labore?

44
Antworten

Neueste Antworten

"Das Online Labor in Strömungslehre war online überhaupt nicht zielf...

"Ich möchte gern, dass das Equipment, in einigen Laboren, etwas mod...

8. Auf einer Skala von 1-4, fühlst du dich gut auf das Bearbeiten von Protokollen vorbereitet?

70  Insights

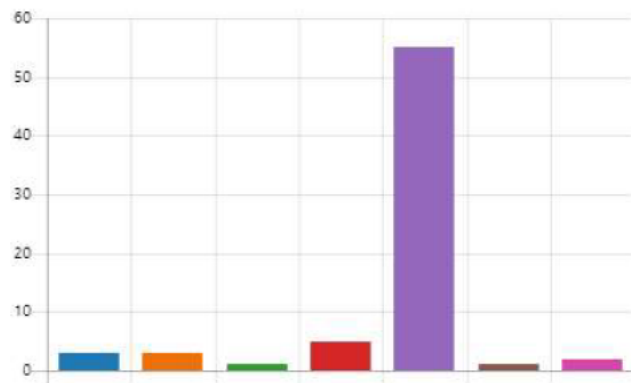
2.36

Antworten

Durchschnittliche Anzahl

9. Was war die größte Hürde, bzw. der größte Zeitaufwand bei der Bearbeitung eines Laborversuches?

 Vorbereitung	3
 Vorbesprechung	3
 Durchführung	1
 Auswertung	5
 Laborprotokoll	55
 Nachbesprechung	1
 Sonstiges	2



10. Auf einer Skala von 1-4, hat dir ein Labor etwas für die zugehörige Vorlesung und die damit verbundenen Prüfung etwas gebracht?

 Insights

69

2.32

Antworten

Durchschnittliche Anzahl

11. Auf einer Skala von 1-4, hat dir dein bestes Labor etwas für ein zukünftiges Arbeitsleben gebracht?

 Insights

68

2.24

Antworten

Durchschnittliche Anzahl

12. Auf einer Skala von 1-4, hat dir dein schlechtestes Labor etwas für dein zukünftiges Arbeitsleben gebracht?

💡 Insights

69

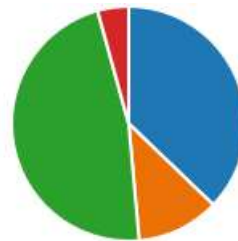
Antworten

3.06

Durchschnittliche Anzahl

13. Würdest du dir wünschen Labore mehr in die Vorlesung zu integrieren, z.B. als Video oder kleine Versuche direkt in der Vorlesung zu besprechen? (Es besteht die Absicht dabei besser auf die Versuche vorbereitet zu werden.)

● Ja	26
● Nein	8
● Je nach Vorlesung	33
● Sonstiges	3



14. Welche 2 Module wirken auf dich, als wären deren Inhalte an bestimmten Stellen aufeinander abgestimmt (ausgenommen Folgevorlesungen wie z.B. Mathe 1 und Mathe 2)?

55

Antworten

Neueste Antworten

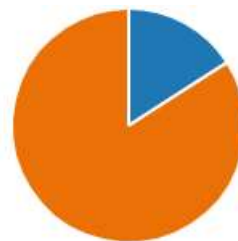
"Technische Mechanik 2 und Konstruktion A"

"Werkstoffkunde, Fertigungstechnik"

15. Kennst du bereits den Begriff "Remote Labor"?

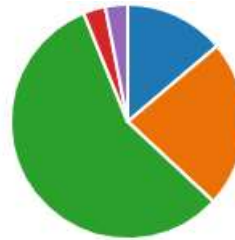
💡 Insights

● Ja	11
● Nein	58



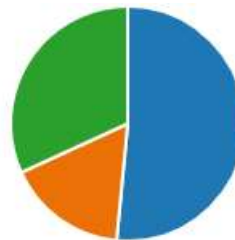
16. Wie stellst du dir ein "Remote Labor" vor?

● Ausarbeitung von Zuhause	9
● interaktives Bearbeiten von In...	15
● Bearbeitung des Laborversuch...	37
● interaktiver Laborbericht	2
● Sonstiges	2



17. Würdest du an einem "Remote Labor" teilnehmen

● Ja	34
● Nein	11
● wenn ich mir die Option remo...	21



18. Was wären für dich die Vorzüge eines "Remote Labors"?

44
Antworten

Neueste Antworten

"Fahrweg zur Hochschule fällt weg, Coronabedingt weniger Kontakte "
"neue Technik, man geht mit der Zeit"

19. Was wären für dich die Nachteile an einem "Remote Labor"?

44
Antworten

Neueste Antworten

"weniger Interaktion, noch mehr am Computer zu Hause sitzen"
"das Arbeiten im Team, die Lösungsentwicklung"

A.2 Umfrage Lehrende

Umfrage Laboreinbindung ins Studium für den Lehrenden

Skala: 1: Ja

2: eher Ja

3: eher Nein

4: Nein

1. Auf einer Skala von 1-4 halten Sie die von Ihnen durchgeführten Labore als nachhaltig wirkend auf die Studierenden?

- 1 2 3 4

2. Würden Sie Ihre Labore, nach Möglichkeit des Versuches, in die Vorlesung integrieren? (Die Laborversuche sollen weiterhin normal bestehen bleiben. Es könnte damit nur eine weitere Möglichkeit geschaffen werden, um die Versuche zu verdeutlichen.)

- Ja
 Nein
 Meine Laborversuche bieten keine Möglichkeit dazu

3. Erachten Sie die Laborprotokolle als zwingend notwendig, um das Labor bei Ihnen zu bestehen?

- Ja
 Nein
 Bei mir brauchen keine Laborprotokolle erstellt werden

4. Kennen Sie den Begriff "Remote Labor"?

- Ja
- Nein

5. Wenn Sie den Begriff "Remote Labor" hören, welches Schlagwort fällt Ihnen spontan dazu ein?

6. Haben Sie die Möglichkeit in Ihren Laboren Problemlösungen aus der Wirtschaft zu integrieren?

- Ja
- Nein
- Mein Labor bietet keine Möglichkeit dazu.

7. Würden Sie Videos oder andere Medien (Teamarbeit, Lehrgespräche, Podcasts,...) als Lehrmethode einsetzen?

- Ja
- Nein
- Ich arbeite bereits mit zusätzlichen Lehrmethoden

8. Welche dieser Lehrmethoden setzen Sie ein oder können diese anderen empfehlen?

9. Welche der Nachfolgenden Personengruppen laden Sie in Ihre Vorlesung/Labore ein, um den Unterricht für die Studierenden zu bereichern?

- Kolleg*innen innerhalb meines Institutes
- Kolleg*innen anderer Institute am Department
- Kolleg*innen andere Departments innerhalb der Fakultät
- Kolleg*innen außerhalb der Fakultät
- Kolleg*innen anderer Hochschule und Universitäten
- Mitarbeiter*innen anderer Unternehmen

Sonstiges

10. Auf einer Skala von 1-4, würden Sie in Ihrem Unterricht es unterstützen, dass die Studierenden im Laufe Ihres Bachelorstudiums alle Komponenten eines Produktbeispiels, von der Zeichnung bis zur Fertigung, durchführen?

- 1 2 3 4
-

Umfrage Laboreinbindung ins Studium für den Lehrenden

16
Antworten

12:30
Durchschnittliche Zeit für das Ausfüllen




Aktiv
Status

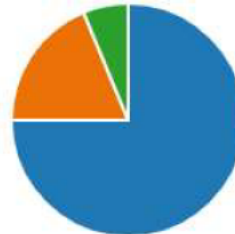
1. Auf einer Skala von 1-4 halten Sie die von Ihnen durchgeführten Labore als nachhaltig wirkend auf die Studierenden?

 Insights
16
Antworten


2.38
Durchschnittliche Anzahl




2. Würden Sie Ihre Labore, nach Möglichkeit des Versuches, in die Vorlesung integrieren? (Die Laborversuche sollen weiterhin normal bestehen bleiben. Es könnte damit nur eine weitere Möglichkeit geschaffen werden, um die Versuche zu verdeutlichen.)

 Ja	12
 Nein	3
 Meine Laborversuche bieten k...	1



3. Erachten Sie die Laborprotokolle als zwingend notwendig, um das Labor bei Ihnen zu bestehen?

 Insights

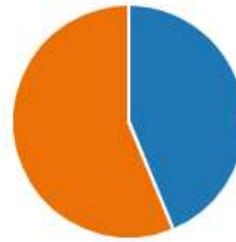
 Ja	9
 Nein	3
 Bei mir brauchen keine Laborp...	4



4. Kennen Sie den Begriff "Remote Labor"?

💡 Insights

● Ja	7
● Nein	9



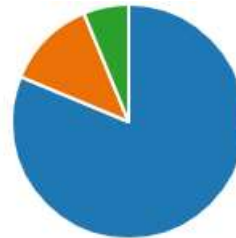
5. Wenn Sie den Begriff "Remote Labor" hören, welches Schlagwort fällt Ihnen spontan dazu ein?

14
Antworten

Neueste Antworten
"Labor von zuhaus aus - Videokonferenz"
"verlassenes Labor"

6. Haben Sie die Möglichkeit in Ihren Laboren Problemlösungen aus der Wirtschaft zu integrieren?

● Ja	13
● Nein	2
● Mein Labor bietet keine Mögli...	1



7. Würden Sie Videos oder andere Medien (Teamarbeit, Lehrgespräche, Podcasts,...) als Lehrmethode einsetzen?

💡 Insights

● Ja	8
● Nein	3
● Ich arbeite bereits mit zusätzli...	5



8. Welche dieser Lehrmethoden setzen Sie ein oder können diese anderen empfehlen?

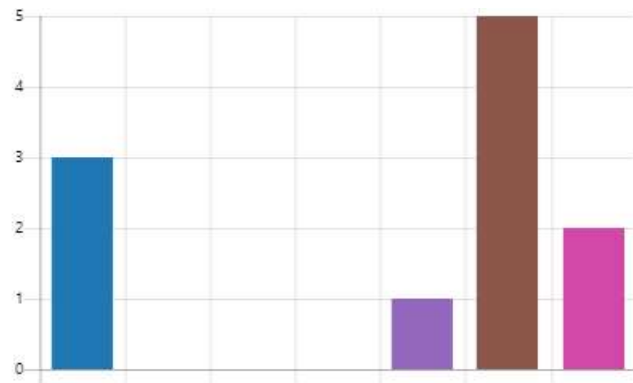
10
Antworten

Neueste Antworten
"keine"

9. Welche der nachfolgenden Personengruppen laden Sie in Ihre Vorlesung/Labore ein, um den Unterricht für die Studierenden zu bereichern?

💡 Insights

● Kolleg*innen innerhalb meine...	3
● Kolleg*innen anderer Institute...	0
● Kolleg*innen andere Departm...	0
● Kolleg*innen außerhalb der Fa...	0
● Kolleg*innen anderer Hochsch...	1
● Mitarbeiter*innen anderer Unt...	5
● Sonstiges	2



10. Auf einer Skala von 1-4, würden Sie in Ihrem Unterricht es unterstützen, dass die Studierenden im Laufe Ihres Bachelorstudiums alle Komponenten eines Produktbeispiels, von der Zeichnung bis zur Fertigung, durchführen?

💡 Insights

16

Antworten

1.69

Durchschnittliche Anzahl

A.3 Auszug Prüfungsordnung

Modul Nr.	Modul	Lehrver-anstalt.art	Semes-ter	Gruppen-größe	Anrech-nungs-faktor	SWS	Leistungs-punkte	Gewich-tung	Prüfungs-form (Prüfungs-art)	CW Anteil
Kernstudium										
1	Mathematik 1	SeU	1	42	1	8,00	8	8	LN(PL)	0,1905
2	Mathematik 2	SeU	2	42	1	4,00	5	5	LN(PL)	0,0952
		Üb		21	1	1,00				0,0476
3	Technische Mechanik 1	SeU	1	42	1	4,00	4	4	LN(PL)	0,0952
4	Technische Mechanik 2	SeU	2	42	1	3,00	5	5	LN(PL)	0,0714
		Üb		21	1	1,00				0,0476
5	Technische Mechanik 3	SeU	3	42	1	4,00	5	5	LN(PL)	0,0952
6	Industriebetriebslehre	SeU	1	42	1	3,00	3	3	LN(PL)	0,0714
7	Kostenrechnung	SeU	2	42	1	3,00	3	3	LN(PL)	0,0714
8	Experimentalphysik	SeU	1	42	1	4,50	6	6	LN(PL)	0,1071
		Prak	2	14	1	1,50				0,1071
9	Maschinenzeichnen und CAD	SeU	1	42	1	2,50	6	6	LN(PL)	0,0595
		Prak		14	1	1,50				0,1071
10	Konstruktion A	SeU	2	42	1	3,00	6	6	LN(PL)	0,0714
		KNPA		14	1	1,50				0,1071
11	Konstruktion B	SeU	3	42	1	3,00	6	6	LN(PL)	0,0714
		KNPA		14	1	1,50				0,1071
12	Werkstoffkunde	SeU	1	42	1	3,00	7	7	LN(PL)	0,0714
		Prak		42	1	2,50				0,0595
13	Praxisprojekt - Einführungs-labor	Prak	1	14	1	1,00	3	-	LA(SL)	0,0714
		PJ		14	1	1,00				0,0714
14	Fertigungstechnik	SeU	2	42	1	4,50	6	6	LN(PL)	0,1071
		Prak		14	1	1,50				0,1071

15	Angewandte Informatik	SeU	42	1	4,50	6	LN(PL)	0,1071
		Prak	14	1	1,50		LA(SL)	0,1071
16	Technische Thermodynamik 1	SeU	42	1	4,00	5	LN(PL)	0,0952
		SeU	42	1	2,00	3	LN(PL)	0,0476
		Prak	14	1	0,50		LA(SL)	0,0357
17	Strömungslehre 1	SeU	42	1	3,00	4	LN(PL)	0,0714
		SeU	42	1	3,50	5	LN(PL)	0,0833
		Prak	14	1	1,50		LA(SL)	0,1071
18	Grundlagen Elektrotechnik	SeU	42	1	2,00	2	LN(SL)	0,0476
		SeU	42	1	2,00	2	LN(SL)	0,0476
19	Elektrische Antriebstechnik	SeU	42	1	6,50	9	LN(PL)	0,1548
		Prak	14	1	1,50		LA(SL)	0,1071
20	Integrationsfach (2 Lehrveranstaltungen mit je 2 CP oder 1 Lehrveran. mit 4 CP)	SeU	42	1	1,00	6	PF(SL)	0,0238
		PJ	14	1	2,50			0,1786
Bachelorarbeit und Hauptpraktikum								
24	Hauptpraktikum	-	14	1	1,50	15	PF(SL)	0,1071
25	Bachelorarbeit	Bachelorarbeit	1	0,3	-	12	BA(PL)	0,3
26	Kolloquium	-	1		-	3	KO(PL)	
Summe Kernstudium und Bachelorarbeit und Hauptpraktikum						102,50	145	3,7405

(7) Module des Vertiefungsstudiums der Studienrichtung Digital Engineering and Mobility:

Das Vertiefungsstudium in der Studienrichtung Digital Engineering and Mobility besteht aus Pflichtmodulen im 4. und 5. Semester bzw. 6. Semester, der Studienarbeit und Wahlpflichtmodulen im 5. und 6. Semester. Aus dem Wahlpflichtangebot (Modul Nr. 33-39) sind sieben Module erfolgreich zu absolvieren.

Modul Nr.	Modul	Lehrveranstaltungsart	Semester	Gruppengröße	Anrechnungsfaktor	SWS	Leistungspunkte	Gewichtung	Prüfungsform (Prüfungsart)	CW Anteil
Pflichtmodule Studienrichtung Digital Engineering and Mobility										
27	Methodische Produktentwicklung	SeU	4	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak		14	1	1,50			LA(SL)	0,1071
28	Softwareanwendungen im Maschinenbau	SeU	4	42	1	2,50	5	15	LN(PL)	0,0595
		Prak		14	1	1,50			LA(SL)	0,1071
29	Maschinelles Lernen und Datenanalyse	SeU	4	42	1	3,50	5	15	LN(PL)	0,0833
		Prak		14	1	1,50			LA(SL)	0,1071
30	Autonome mobile Systeme	SeU	4	42	1	3,50	5	15	LN(PL)	0,0833
		Prak		14	1	1,50			LA(SL)	0,1071
31	Mechatronik	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak		14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
32	Studienarbeit	Stud	5/6	1	0,1	-	5	15	H(PL)	0,1000
Wahlpflichtmodule Studienrichtung Digital Engineering and Mobility										
33	Interdisziplinäres Projekt	PJ	5/6	14	1	2,00	5	15	PJ(PL)	0,1429
34	Entwicklung elektrischer Antriebe Batterietechnik Elektrische Energieanlagen Technische Schwingungslehre Leichtbau	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak							LA(SL)	0,0714
35	Urbane Mobilität und Elektromobilität Fügetechnik Wärme- und Stoffübertragung Automatisierungstechnik Roboterbasierte Fertigung	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak							LA(SL)	0,0714
36	Roboterbasierte Fertigung Roboterbasierte Fertigung Bildverarbeitung	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714

	Industrielle Logistik Angewandte künstliche Intelligenz Managementmethoden in der digitalen Produktion	Prak		14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
37	Vernetzte Produktion und Produktionsautomatisierung Humanoider Robotik	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak		14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
38	Big Data Wartung und Instandhaltung Service Management Additive Fertigung	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak		14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
39	Qualitätsmanagement und Qualitätsprüfung Ausgewählte Themen in Digital Engineering and Mobility	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak		14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
		Summe Studienrichtung Digital Engineering and Mobility				48,50	65	195		1,9690
		Summe Kernstudium und Studienrichtung Digital Engineering and Mobility				151,00	210	387		5,7095

Je nach Wahl der Wahlpflichtmodule ist ein Schwerpunkt wählbar.

Für den Schwerpunkt **Mikromobilität** sind mindestens fünf der folgenden Module zu belegen: Entwicklung elektrischer Antriebe, Batterietechnik, Elektrische Energieanlagen, Technische Schwingungslehre, Leichtbau, Urbane Mobilität und Elektromobilität, Fügetechnik, Wärme- und Stoffübertragung, Automatisierungstechnik, Interdisziplinäres Projekt mit Bezug zum Schwerpunkt.

Für den Schwerpunkt **Robotik und angewandte künstliche Intelligenz** sind mindestens fünf der folgenden Module zu belegen: Roboterbasierte Fertigung, Robotertechnik, Bildverarbeitung, Automatisierungstechnik, Industrielle Logistik, Angewandte künstliche Intelligenz, Managementmethoden in der digitalen Produktion, Vernetzte Produktion und Produktionsautomatisierung, Humanoide Robotik, Interdisziplinäres Projekt mit Bezug zum Schwerpunkt.

Für den Schwerpunkt **Service Engineering** sind mindestens fünf der folgenden Module zu belegen: Angewandte künstliche Intelligenz, Big Data, Bildverarbeitung, Wartung und Instandhaltung, Service Management, Industrielle Logistik, Additive Fertigung, Qualitätsmanagement und Qualitätsprüfung, Humanoide Robotik, Interdisziplinäres Projekt mit Bezug zum Schwerpunkt.

(8) Module in der Studienrichtung Energietechnik:

Das Vertiefungsstudium in der Studienrichtung Energietechnik besteht aus Pflichtmodulen im 4. Semester und Wahlpflichtmodulen sowie einer Studienarbeit im 5. und 6. Semester. Aus dem Wahlpflichtangebot (Modul Nr. 45-52) sind acht Module erfolgreich zu absolvieren.

Modul Nr.	Modul	Lehrveranstalt.art	Semester	Gruppengröße	Anrechnungsfaktor	SWS	Leistungspunkte	Gewichtung	Prüfungsform (Prüfungsart)	CW Anteil
Pflichtmodule Studienrichtung Energietechnik										
40	Technische Thermodynamik 2	SeU	4	42	1	4,00	5	15	LN(PL)	0,0952
		Prak		14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
41	Strömungslehre 2 und CFD	SeU	4	42	1	3,50	5	15	LN(PL)	0,0833
		Prak		14	1	1,50			LA(SL)	0,1071
42	Wärme- und Stoffübertragung	SeU	4	42	1	3,50	5	15	LN(PL)	0,0833
		Prak		14	1	1,50			LA(SL)	0,1071
43	Thermische Systemmodellierung	SeU	4	42	1	2,50	5	15	LN(PL)	0,0595
		Prak		14	1	1,50			LA(SL)	0,1071
44	Studienarbeit	Stud	5/6	1	0,1	-	5	15	H(PL)	0,1000
Wahlpflichtmodule Studienrichtung Energietechnik										
45	Interdisziplinäres Projekt	PJ	5/6	14	1	2,00	5	15	PJ(PL)	0,1429
46	Anlagenbau Apparatebau Anlagenautomatisierung	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak		14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
47	Strömungsmaschinen Kolbenmaschinen Thermische Energiesysteme Kältetechnik	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak		14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
48	Fügetechnik Finite-Elemente-Methode Windenergieanlagen	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak		14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
49	Solare Energiebereitstellung Energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak		14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
50	Batterietechnik Thermische Speicher	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714

	Elektrische Energieanlagen	Prak	14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
	Heizungs- und Klimatechnik	SeU	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
51	Thermodynamik der Gemische	Prak	14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
	Entwicklung elektrischer Antriebe	SeU	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
	Urbane Mobilität und Elektromobilität	Prak	14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
52	Energieeffiziente Produktion	SeU	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
	Ausgewählte Themen der Energietechnik	Prak	14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
	Summe Studienrichtung Energietechnik				49,00	65	195		1,9571
	Summe Kernstudium und Studienrichtung Energietechnik				151,50	210	387		5,6976

Je nach Wahl der Wahlpflichtmodule ist ein Schwerpunkt wählbar.

Für den Schwerpunkt **Anlagenentwicklung** sind mindestens fünf der folgenden Module zu belegen: Anlagenbau, Apparatebau, Anlagenautomatisierung, Strömungsmaschinen, Kolbenmaschinen, Thermische Energiesysteme, Kältetechnik, Fügetechnik, Finite-Elemente-Methode, Interdisziplinäres Projekt mit Bezug zum Schwerpunkt.

Für den Schwerpunkt **Nachhaltige Energiesysteme** sind mindestens fünf der folgenden Module zu belegen: Windenergieanlagen, Solare Energiebereitstellung, Energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe, Batterietechnik, Thermische Speicher, Elektrische Energieanlagen, Heizungs- und Klimatechnik, Thermodynamik der Gemische, Entwicklung elektrischer Antriebe, Urbane Mobilität und Elektromobilität, Energieeffiziente Produktion, Finite-Elemente-Methode, Interdisziplinäres Projekt mit Bezug zum Schwerpunkt.

Für den Schwerpunkt **Konstruktion energetischer Anlagen** sind die weiteren Pflichtmodule Finite-Elemente-Methode und Methodische Produktentwicklung sowie zwei Wahlpflichtmodule der Studienrichtung Energietechnik und zwei Wahlpflichtmodule der Studienrichtung Entwicklung und Konstruktion zu belegen.

(9) Module in der Studienrichtung Entwicklung und Konstruktion:
 Das Vertiefungsstudium in der Studienrichtung Entwicklung und Konstruktion besteht aus Pflichtmodulen im 4. und 5. Semester bzw. 6. Semester und Wahlpflichtmodulen im 5. und 6. Semester. Aus dem Wahlpflichtangebot (Modul Nr. 59-65) sind sieben Module erfolgreich zu absolvieren.

Modul Nr.	Modul	Lehrveranstaltungsart	Semester	Gruppengröße	Anrechnungsfaktor	SWS	Leistungspunkte	Gewichtung	Prüfungsform (Prüfungsart)	CW Anteil
Pflichtmodule Studienrichtung Entwicklung und Konstruktion										
53	Konstruktion C	SeU	4	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak							LA(SL)	0,0714
54	Numerische Methoden der Mechanik	SeU	4	42	1	2,50	5	15	LN(PL)	0,0595
		Prak							LA(SL)	0,1071
55	Methodische Produktentwicklung	SeU	4	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak							LA(SL)	0,1071
56	Finite-Elemente-Methode	SeU	5/6	42	1	2,50	5	15	LN(PL)	0,0595
		Prak							LA(SL)	0,1071
57	Technische Schwingungslehre	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak							LA(SL)	0,0714
58	Konstruktion C (konstruktive Arbeit)	KNPA	4	14	1	1,50	5	15	KN(PL)	0,1071
Wahlpflichtmodule Studienrichtung Entwicklung und Konstruktion										
59	Interdisziplinäres Projekt	PJ	5/6	14	1	2,00	5	15	PJ(PL)	0,1429
60	Konstruktion D Simulation in der Produktentwicklung Strukturoptimierung Methodische Produktentwicklung 2	SeU	5/6	42	1	1,00	5	15	LN(PL)	0,0238
		Prak							LA(SL)	0,1786

61	Maschinendynamik Leichtbau	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak		14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
62	Numerische Mathematik Konstruktive Festigkeit Finite Elemente in der Technischen Physik Robotertechnik	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak		14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
63	Softwareanwendungen im Maschinenbau Entwicklungs- und Konstruktionsmanagement Kunststoffgerechte Konstruktion	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak		14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
64	Additive Fertigung Qualitätsmanagement und Qualitätsprüfung Konstruktionswerkstoffe Fluidtechnik Fügetechnik	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak		14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
65	Werkstoffprüfung Kreativmethoden in der Produktentwicklung Ausgewählte Themen in Entwicklung und Konstruktion	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak		14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
Summe Studienrichtung Entwicklung und Konstruktion							47,50	65	195	1,9643
Summe Kernstudium und Studienrichtung Entwicklung und Konstruktion							150,00	210	387	5,7048

Je nach Wahl der Wahlpflichtmodule ist ein Schwerpunkt wählbar.

Für den Schwerpunkt **Berechnung** sind mindestens fünf der folgenden Module zu belegen: Maschinendynamik, Leichtbau, Numerische Mathematik, Konstruktive Festigkeit, Simulation in der Produktentwicklung, Finite Elemente in der Technischen Physik, Robotertechnik, Softwareanwendungen im Maschinenbau, Strukturoptimierung, Interdisziplinäres Projekt mit Bezug zum Schwerpunkt.

Für den Schwerpunkt **Konstruktionstechnik** sind mindestens fünf der folgenden Module zu belegen: Entwicklungs- und Konstruktionsmanagement, Kunststoffgerechte Konstruktion, Methodische Produktentwicklung 2, Konstruktion D, Additive Fertigung, Qualitätsmanagement und Qualitätsprüfung, Konstruktionswerkstoffe, Fluidtechnik, Fügetechnik, Werkstoffprüfung, Kreativmethoden in der Produktentwicklung, Konstruktive Festigkeit, Interdisziplinäres Projekt mit Bezug zum Schwerpunkt.

(10) Module in der Studienrichtung Produktionstechnik und -management:
 Das Vertiefungsstudium in der Studienrichtung Produktionstechnik und -management besteht aus Pflichtmodulen im 4. Semester und der Studienarbeit und Wahlpflichtmodulen im 5. und 6. Semester. Aus dem Wahlpflichtangebot (Modul Nr. 71-78) sind acht Module erfolgreich zu absolvieren.

Modul Nr.	Modul	Lehrveranstaltungsart	Semester	Gruppengröße	Anrechnungsfaktor	SWS	Leistungspunkte	Gewichtung	Prüfungsform (Prüfungsart)	CW Anteil
Pflichtmodule Studienrichtung Produktionstechnik und -management										
66	Unternehmensplanspiel und Investitionsrechnung	SeU	4	42	1	2,50	5	15	LN(PL)	0,0595
		Prak							LA(SL)	0,1071
67	Produktionsmittel und -logistik	SeU	4	42	1	3,50	5	15	LN(PL)	0,0833
		Prak							LA(SL)	0,1071
68	Produktionsplanung und -steuerung	SeU	4	42	1	3,50	5	15	LN(PL)	0,0833
		Prak							LA(SL)	0,1071
69	Werkzeugmaschinen	SeU	4	42	1	4,00	5	15	LN(PL)	0,0952
		Prak							LA(SL)	0,0536
70	Studienarbeit	Stud	5/6	1	0,1	-	5	15	H(PL)	0,1000
Wahlpflichtmodule Studienrichtung Produktionstechnik und -management										
71	Interdisziplinäres Projekt	PJ	5/6	14	1	2,00	5	15	PJ(PL)	0,1429
72	Projektmanagement Unternehmensführung und Personalmanagement	SeU	5/6	42	1	2,50	5	15	LN(PL)	0,0595
		Prak							LA(SL)	0,1071
73	Lasertechnik Fügetechnik Kunststoffverarbeitung Additive Fertigung Zerspantechnik	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak							LA(SL)	0,0714
74	Umformtechnik CAD-CAM Prozesskette Qualitätsmanagement und Qualitätsprüfung Vernetzte Produktion und	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak							LA(SL)	0,0714

75	Produktionsautomatisierung Industrielle Logistik Oberflächentechnik Energieeffiziente Produktion Wirtschaftsinformatik und Simulation Controlling und Digital Business Prozessmanagement Managementmethoden in der digitalen Produktion	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak		14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
76	Technisches Produktmanagement Ergonomie und Zeitmanagement Ausgewählte Themen in Produktionstechnik und -management	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak		14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
77	Ergonomie und Zeitmanagement Ausgewählte Themen in Produktionstechnik und -management	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak		14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
78	Technisches Produktmanagement Ergonomie und Zeitmanagement Ausgewählte Themen in Produktionstechnik und -management	SeU	5/6	42	1	3,00	5	15	LN(PL)	0,0714
		Prak		14	1	1,00			LA(SL)	0,0714
		Summe Studienrichtung Produktionstechnik und -management				48,75	65	195	1,9631	
		Summe Kernstudium und Studienrichtung Produktionstechnik und -management				151,25	210	387	5,7036	

Je nach Wahl der Wahlpflichtmodule ist ein Schwerpunkt wählbar.

Für den Schwerpunkt **Produktionstechnik** sind mindestens fünf der folgenden Module zu belegen: Lasertechnik, Fügetechnik, Kunststoffverarbeitung, Additive Fertigung, Zerspantechnik, Umformtechnik, CAD-CAM Prozesskette, Qualitätsmanagement und Qualitätsprüfung, Vernetzte Produktion und Produktionsautomatisierung, Industrielle Logistik, Oberflächentechnik, Energieeffiziente Produktion, Interdisziplinäres Projekt mit Bezug zum Schwerpunkt.

Für den Schwerpunkt **Produkt- und Produktionsmanagement** sind mindestens fünf der folgenden Module zu belegen: Wirtschaftsinformatik und Simulation, Controlling und Digital Business, Prozessmanagement, Projektmanagement, Managementmethoden in der digitalen Produktion, Technisches Produktmanagement, Ergonomie und Zeitmanagement, Unternehmensführung und Personalmanagement, Industrielle Logistik, Interdisziplinäres Projekt mit Bezug zum Schwerpunkt.

A.4 User Story

Semester	Schritt in der Prozesskette	Fach	User Story	Produkt
1	Produktion	IBL	Als Studierender möchte ich in IBL lernen, welche Unternehmensformen für unterschiedliche Produkte sinnvoll sind und wie ich diese Produkte am Markt einschätze, indem ich für das Beispiel Fahrradklingel eine Unternehmensform auswähle und diese anhand dieser Form am Markt einschätze.	Auswahl einer Unternehmensform für das Endprodukt Fahrradklingel
	Grundlagen	Eph	Als Studierender möchte ich in Eph die Grundlagen der Physik erlernen, die ich für die Auslegung einer Fahrradklingel benötige.	?
	Produktentwicklung	MZ/CAD	Als Studierender möchte ich in MZ/CAD die Grundlagen und die Zeichnungstools verstehen und erlernen, indem ich die Fahrradklingel zeichne und erstelle(3D-Modell).	CAD-Modell der Klingel
2	Produktion	KR	Als Studierender möchte ich in KR lernen, wie ich die Kosten für ein Bauteil oder einen Zusammenbau berechne, um eine Grundlage für die Produktion eines Produktes zu erhalten, indem ich am Bsp. einer Fahrradklingel jedes Einzelteil berechne.	Kostenberechnung einer Fahrradklingel
	Produktentwicklung	KonA	Als Studierender möchte ich in KonA lernen, wie ich Achsen, Wellen und Lagerungen berechne und gestalte sowie Festigkeitsberechnungen durchführe, indem ich die Fahrradklingel aus MZ/CAD nutze und weiterbearbeite und das neuerlernte Wissen anwende.	erweitertes CAD-Modell und erste Berechnungen für die Fahrradklingel
	Produktion	Fertigungstechnik	Als Studierender möchte ich in Ftt lernen, wie ich Fertigungsverfahren nach Bewertungskriterien auswähle, indem ich Teile einer Fahrradklingel analysiere und Fertigungsverfahren zuordne.	Auswahl geeigneter Fertigungsverfahren
3	Produktentwicklung	KonB	Als Studierender möchte ich in Kon B lernen, wie ich Bauteile beurteile, auswähle, entwickle oder verbessere, gestalte und berechne, indem ich die Fahrradklingel aus KonA nutze und weiterbearbeite und das neu erlernte Wissen anwende.	erweitertes CAD-Modell und Beurteilung der Bauteile der Fahrradklingel

4	Produktmanagement	MPE	Als Studierender möchte ich in MPE lernen, wie ich Produkte analysiere und diese dann Herstellen oder verbessern und Innovationen einfließen lassen kann, indem ich anhand der Fahrradklingel die erlernten Methoden anwende.	Verbessertes Modell der Fahrradklingel
	Produktentwicklung	KonC	Als Studierender möchte ich in KonC lernen, wie ich Zahnräder, Getriebe und die passenden Gehäuse gestalte und berechne, indem ich die Fahrradklingel aus KonB nutze und weiterbearbeite und das neu erlernte Wissen anwende.	erweitertes CAD-Modell und Erstellung einer möglichen Variante einer Fahrradklingel mit Zahnrädern in der Klingel, ggf. adaptieren mit Wissen aus anderen Modulen (Antrieb, Batterietechnik des Fahrrades)
	Produktmanagement	Unternehmensspiel und Investitionsrechnung	Als Studierender möchte ich in UPSIR lernen, wie Unternehmen aufgebaut sind und wie diese funktionieren, indem ich ein Modell eines Unternehmens für eine Fahrradklingel erstelle und damit arbeite.	Layout eines Unternehmens einer Fahrradklingel
	Produktion	Produktionsmittel und -logistik	Als Studierender möchte ich in PML lernen, welche logistischen und produktionstechnischen Maschinen zur Herstellung eines Bauteils auszuwählen sind, indem man diese Methoden anhand einer Fahrradklingel erläutert.	Layout eines Montageplans einer Produktion einer Fahrradklingel
	Produktion	Produktionsplanung und -steuerung	Als Studierender möchte ich in PPS lernen, wie ich eine Produktion sinnvoll aufbauen kann, indem ich eine Fahrradklingel herstellen.	Planung welches Bauteil wann in der Produktion gefertigt werden soll
	Produktion	Werkzeugmaschinen	Als Studierender möchte ich in Werkzeugmaschinen lernen, wie ich Werkzeugmaschinen auswähle und diese erfasse, analysiere und präzise darstelle sowie deren Zusammenspiel und Wechselwirkungen erklären kann, indem ich für eine Fahrradklingel die geeigneten Werkzeugmaschinen auswähle.	Auswahl von Werkzeugmaschinen für die Fahrradklingel
	Produktion	Fügetechnik	Als Studierender möchte ich in Fügetechnik die unterschiedlichen Verbindungsarten kennen und verstehen lernen, indem ich eine Fahrradklingel auf unterschiedliche Weise zusammenbaue.	Auswahl geeigneter Fügeverfahren für eine Fahrradklingel
	Service	Wartung und Instandhaltung	Als Studierender möchte ich in Wartung und Instandhaltung genaue Erkenntnisse über die Arten der Wartung und Instandhaltung erlernen, indem ich anhand des Bsp. einer Fahrradklingel Möglichkeiten dafür identifiziere.	Wartung- und Instandhaltungsanforderungen für eine Fahrradklingel festlegen

Produktion	Additive Fertigung	Als Studierender möchte ich in Additiver Fertigung lernen, wie ich Produkte sinnvoll additiv fertigen kann, in dem ich Teile einer Fahrradklingel analysiere und dementsprechend anpasse.	Auswahl additiv gefertigter Bauteile einer Fahrradklingel
Produktentwicklung	Batterietechnik	Als Studierender möchte ich in Batterietechnik lernen, wie ich Energie effizient erzeugen und speichern kann, indem ich das zur Verfügung gestellte Wissen innovativ auf eine Fahrradklingel anpasse.	Fahradklingel als Energiespeicher, aus der vom Fahrrad erzeugten Energie, um z. B. das Display auf der Fahrradklingel anzutreiben
Grundlagen	Technische Schwingungslehre	Als Studierender möchte ich in Technischer Schwingungslehre lernen wie sich das Verhalten von Schwingungen auf Bauteile auswirkt, indem ich eine Fahrradklingel analysiere und das erlernte Wissen darauf anwende.	Analyse und Darstellung von Schwingungen der Fahrradklingel und wie diese behoben werden
Produktmanagement	Urbane Mobilität und Elektromobilität	Als Studierender möchte ich in Urbane Mobilität und Elektromobilität lernen, wie man neue Arten von Mobilität nutzen kann, indem ich den Nutzen einer Fahrradklingel innovativ auf die Arten der Mobilität adaptiere und damit neue Möglichkeiten schaffe.	Eigenschaften der Fahrradklingel im Zusammenspiel z.B. mit einem Elektrofahrzeug
Produktion	Roboterbasierte Fertigung	Als Studierender möchte ich in Roboterbasierte Fertigung lernen, wie ich meine Fertigung stetig mit neuen Technologien verbessern kann, indem man eine Fahrradklingel als Bsp. nutzt.	Ablauf der Fertigung mit Unterstützung von Robotern
Produktentwicklung	Big Data	Als Studierender möchte ich in Big Data lernen, wie ich neue Methoden zum Thema Big Data umsetzen kann, indem man die Fahrradklingel z.B. als kleinen Computer nutzt.	Fahradklingel als Computer
Service	Service Management	Als Studierender möchte ich in Service Management lernen, wie ich den Service bereits in frühe Entwicklungsstadien integrieren kann, indem ich am Bsp. der Fahrradklingel einen Probendurchlauf erarbeite.	Ablauf des Service Managements
Produktion	Qualitätsmanagement und Qualitätsprüfung	Als Studierender möchte ich in QM lernen, wie ich Bauteile sinnvoll überprüfe, indem dies anhand einer Fahrradklingel dargestellt wird.	QM-Handbuch
Produktentwicklung	FEM	Als Studierender möchte ich in FEM lernen, wie ich FEM Programme nutzen und deuten kann, indem man eine Fahrradklingel darstellt und diese mit den Erkenntnissen verbessert.	Fahradklingel aus KonC mit FEM Programmen analysieren und dadurch verbessern

5 & 6

Produktentwicklung	KonD	Als Studierender möchte ich in KonD lernen, wie ich ausgewählte Komponenten komplexer Maschinen strukturiert berechne, gestalte und bewerte, indem ich die Fahrradklingel aus KonC nutze, weiterbearbeite und das neu erlernte Wissen anwende.	erweitertes CAD-Modell, Bearbeitung und Weiterentwicklung der Fahrradklingel
Produktentwicklung	Entwicklungs- und Konstruktionsmanagement	Als Studierender möchte ich in Entwicklungs- und Konstruktionsmanagement lernen, wie ich die bestmögliche Entwicklung erkenne und nutze, indem ich die Fahrradklingel als Bsp. nutze.	Entwicklungsprozess einer Fahrradklingel
Produktentwicklung	Kreativmethoden in der Produktentwicklung	Als Studierender möchte ich in Kreativmethoden der Produktentwicklung lernen, wie ich neue Ansätze zur Produktentwicklung umsetzen kann, indem ich die Fahrradklingel verwende, um neue Ansätze zu erschaffen und auszuprobieren.	Kreative Produktentwicklung einer Fahrradklingel
Produktion	Kunststoffverarbeitung	Als Studierender möchte ich in Kunststoffverarbeitung lernen, wie ich Kunststoff verarbeiten kann, indem ich Teile einer Fahrradklingel aus Kunststoff herstelle und mit den erlernten Fähigkeiten bearbeite.	Auswahl Kunststoffteile einer Fahrradklingel und deren Bearbeitung
Produktion	Zerspantechnik	Als Studierender möchte ich in Zerspantechnik lernen, wie ich Teile mithilfe der Zerspantechnik bearbeite, indem ich Teile einer Fahrradklingel zerspanend produziere und danach teste.	Auswahl Zerspanteile einer Fahrradklingel und deren Bearbeitung
Produktion	Management in der digitalen Produktion	Als Studierender möchte ich in Management der digitalen Produktion lernen, wie ich Managementstrukturen auf Produktionen adaptiere und damit verbessere, indem ich eine Fahrradklingel auf eine Produktionskette adaptiere und verbessere.	Verbesserte Prozesskette der Produktion einer Fahrradklingel
Produktion	CAD-CAM Prozesskette	Als Studierender möchte ich in CAD-CAM lernen, wie die Schnittstellen zwischen Zeichnungen und Maschinen sind, indem ich anhand der Zeichnungen der Fahrradklingel Daten erstelle, die in die Maschinen eingelesen werden.	CAD-Modell für die Fertigung vorbereiten
Produktion	Vernetzte Produktion und Produktionsautomatisierung	Als Studierender möchte ich in Vernetzte Produktion und Produktionsautomatisierung lernen, wie ich die Produktion verbessern kann, indem ich die größtmöglichen Potenziale aus der Produktion einer Fahrradklingel erreiche.	Verbesserung der Produktion der Fahrradklingel

Produktion	Industrielle Logistik	Als Studierender möchte ich in Industrielle Logistik lernen, wie ich mein Produkt am sinnvollsten zusammenstelle (Zukaufteile, selbst produzieren), in dem ich die Fahrradklingel analysiere.	Analyse der Bauteile einer Fahrradklingel im Zusammenhang zur eigenen Produktion und ihrer Wirtschaftlichkeit
Produktion	Energieeffiziente Produktion	Als Studierender möchte ich in Energieeffiziente Produktion lernen, wie ich eine Produktion so energieeffizient wie möglich gestalten kann, indem ich anhand der Produktion einer Fahrradklingel nach der bestmöglichen Ökobilanz gestalte.	Energieeffiziente Produktion ausarbeiten
Produktion	Controlling und Digital Business	Als Studierender möchte ich in Controlling und Digital Business lernen, wie ich Kennzahlensysteme nutzen kann, um ein Produkt zu verbessern, indem ich diese Systeme auf die Fahrradklingel anwendet.	Produktion der Fahrradklingel durch Kennzahlensysteme verbessern
Produktion	Ergonomie und Zeitmanagement	Als Studierender möchte ich in Ergonomie und Zeitmanagement lernen, wie ich die Ergonomie am Arbeitsplatz sowie das Zeitmanagement einer Produktion verbessere, indem ich die Produktion der Fahrradklingel mit den vorhandenen Methoden verbessert.	Produktion durch Anpassung der Arbeits- und Zeitbedingungen verbessern
Produktmanagement	Technisches Produktmanagement	Als Studierender möchte ich in Technisches Produktmanagement lernen, wie ich den besten wirtschaftlichen Nutzen aus einem Unternehmen ziehen kann, indem ich diese Methoden anhand der Fahrradklingel kennenlernt.	Produkt nach wirtschaftlichem Nutzen analysieren und verbessern -> Verbesserte Unternehmensform der Fahrradklingel

A.5 Abkürzungen Module

Abkürzungen	
IBL	Industriebetriebslehre
EPh	Experimental Physik
MZ/CAD	Maschinenzeichnen und CAD
KR	Kostenrechnung
KonA	Konstruktion A
FtT	Fertigungstechnik
KonB	Konstruktion B
MPE	Methodische Produktentwicklung
KonC	Konstruktion C
UPSIR	Unternehmensplanspiel und Investitionsrechnung
PML	Produktionsmittel und Logistik
PPS	Produktionsplanung und -steuerung
WZM	Werkzeugmaschinen
FügeT	Fügetechnik
WUI	Wartung und Instandhaltung
ADDIF	Additive Fertigung
BaT	Batterietechnik
TSL	Technische Schwingungslehre
UME	Urbane Mobilität und Elektromobilität
RoFer	Roboterbasierte Fertigung
BD	Big Data
ISM	Service Management
QM/QP	Qualitätsmanagement und Qualitätsprüfung
FEM	Finite Elemente Methode
KonD	Konstruktion D
EuKM	Entwicklungs- und Konstruktionsmanagement
KMP	Kreativmethoden in der Produktentwicklung
KSV	Kunststoffverarbeitung
ZSPAN	Zerspantechnik
MandigPro	Managementmethoden in der digitalen Produktion
CAD/CAM	CAD-CAM Prozesskette
VPPA	Vernetzte Produktion und Produktionsautomatisierung
ILOG	Industrielle Logistik
ENEFFPRO	Energieeffiziente Produktion
CODB	Controlling und Digital Business
ERGZM	Ergonomie und Zeitmanagement
TPrM	Technisches Produktmanagement

A.6 Prozesskette

Prozesskette	Themenbereiche	Module in PO	Aufgabenstellungen
Grundlagen	Grundlagen	EPH Finite Elemente in der technischen Physik Grundlagen Elektrotechnik Lasertechnik Maschinendynamik Ma1 Ma2 Mechatronik MSR Numerische Mathematik Numerische Methoden der Mechanik Projektmanagement STL 1 STL2 TM1 TM2 TM3 Technische Schwingungslehre Thermo 1 Thermo 2 Wärme und Stoffübertragung WKC Werkstoffprüfung Angewandte Informatik	Schall (Klingeln) Schall
Produktmanagement	Marktanforderung Produktanforderung Lastenheft Pflichtenheft Organisationsform	MPE 1 MPE 2 Technisches Produktmanagement Unternehmensführung und Personalmanagement Unternehmensplanspiel und Investitionsrechnung Urbane Mobilität und Elektromobilität Wirtschaftsinformatik und Simulation	X X X x
Produktentwicklung	CAD-Konstruktion Morphologischer Kasten Rapid Prototyping Bauteilidentifikation, Stücklisten Features 4.0, smarte Funktionen Individualisierung Mögliche Fertigungsverfahren	Additive Fertigung Angewandte KI Automatisierungstechnik Autonome Mobilesysteme Batterietechnik Big Data Bildverarbeitung? Elektrische Antriebstechnik Entwicklung Elektrischer Antriebstechnik	Rapid Prototyping X X

		Vernetzte Produktion und Produktionsautomatisierung Werkzeugmaschinen Zerspantechnik	x x x
Vertrieb	Marketing		
Service	Reparatur Installation Upgrades	Angewandte KI Maschinelles lernen und Datenanalyse Servicemanagement Wartung und Instandhaltung	X X
Puffer / n.a.		Anlagenbau Apparate Bau Bildverarbeitung Elektrische Energieanlagen Energetische Nutzung nachwachsender Rohstoffe Fluidtechnik Heizungs und Klimatechnik Kältetechnik Kolbenmaschinen Solare Energiebereitstellung Strömungsmaschinen Thermische Energiesysteme Thermische Speicher Thermische Systemmodellierung Thermodynamik der Gemische Windenergieanlagen	



Erklärung zur selbstständigen Bearbeitung einer Abschlussarbeit

Gemäß der Allgemeinen Prüfungs- und Studienordnung ist zusammen mit der Abschlussarbeit eine schriftliche Erklärung abzugeben, in der der Studierende bestätigt, dass die Abschlussarbeit „– bei einer Gruppenarbeit die entsprechend gekennzeichneten Teile der Arbeit [(§ 18 Abs. 1 APSO-TI-BM bzw. § 21 Abs. 1 APSO-INGI)] – ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt wurden. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich zu machen.“

Quelle: § 16 Abs. 5 APSO-TI-BM bzw. § 15 Abs. 6 APSO-INGI

Dieses Blatt, mit der folgenden Erklärung, ist nach Fertigstellung der Abschlussarbeit durch den Studierenden auszufüllen und jeweils mit Originalunterschrift als letztes Blatt in das Prüfungsexemplar der Abschlussarbeit einzubinden.

Eine unrichtig abgegebene Erklärung kann -auch nachträglich- zur Ungültigkeit des Studienabschlusses führen.

Erklärung zur selbstständigen Bearbeitung der Arbeit

Hiermit versichere ich,

Name: Werner

Vorname: Rachel

dass ich die vorliegende Masterarbeit bzw. bei einer Gruppenarbeit die entsprechend gekennzeichneten Teile der Arbeit – mit dem Thema:

Entwicklung einer Prozesskette für ein durchgängiges Anwendungsbeispiel im Studium Maschinenbau und Produktion

ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Wörtlich oder dem Sinn nach aus anderen Werken entnommene Stellen sind unter Angabe der Quellen kenntlich gemacht.

- die folgende Aussage ist bei Gruppenarbeiten auszufüllen und entfällt bei Einzelarbeiten -


Die Kennzeichnung der von mir erstellten und verantworteten Teile der -bitte auswählen- ist erfolgt durch:

Hamburg

Ort

22.06.2021

Datum

 Unterschrift im Original