



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Bachelorarbeit

Baris Karababa

Konzeptionierung eines modularen und erweiterbaren Fördersystems für den Laborbetrieb

*Fakultät Technik und Informatik
Department Maschinenbau und Produktion*

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

Baris Karababa

**Konzeptionierung eines modularen und
erweiterbaren Fördersystems
für den Laborbetrieb**

Bachelorarbeit eingereicht im Rahmen der Bachelorprüfung

im Studiengang Produktionstechnik und -management

am Department Maschinenbau und Produktion

der Fakultät Technik und Informatik

der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Erstprüfer: Prof. Dr. Henner Gärtner

Zweitprüfer: Prof. Dr.-Ing. Klaus Keuchel

Abgabedatum: 23.08.2018

Kurzfassung**Name des Studierenden**

Baris Karababa

Thema der Bachelorthesis

Konzeptionierung eines modularen und erweiterbaren Fördersystems
für den Laborbetrieb

Stichworte

Fördersystem, Materialflusstechnik, Industrie 4.0, Logistiksysteme

Kurzzusammenfassung

Die Bachelorthesis beschäftigt sich mit der Konzepterstellung eines Fördersystems für den Laborbetrieb an einer Hochschule. Dadurch wird der erste Meilenstein gesetzt, mithilfe dieser Arbeit durch weitere Projekte die Umsetzung unter Berücksichtigung von vorgegebenen Anforderungskriterien zu beginnen.

Name of Student

Baris Karababa

Title of paper

Conceptual design of a modular and expandable conveying system for laboratory use

Keywords

Conveying system, material handling engineering, industry 4.0, logistic systems

Abstract

The bachelor thesis deals with the conception of a funding system for laboratory work at a university. As a result the first milestone is seat to begin the implementation of this project by means of further project taking into account specified criteria of requirements

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
Abbildungsverzeichnis	III
Tabellenverzeichnis	V
Abkürzungsverzeichnis	VI
1. Einleitung	1
1.1 Ausgangssituation und Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung	2
1.3 Vorgehensweise	3
2. Stand der Forschung	5
2.1 Definitionen und Grundlagen der Materialflusstechnik	5
2.2 Industrie 4.0-Technologien	8
2.3 Logistische Grundlagen	12
2.4 Ausgewählte Kreativitätsmethoden	17
3. Anforderungsanalyse	20
3.1. Grundidee der Fördersysteme	20
3.2 Anforderungskriterien	22
3.3 Rahmenbedingungen	24
3.4 Einsatzgebiet	25
3.5 Zielgruppen	26
3.6 Potential und Weiterentwicklungsmöglichkeiten des Fördersystems	28
3.7 Vergleich	35
4. Konzeptentwicklung	38
4.1 Morphologischer Kasten	39
4.2 Visualisierung der Varianten	44
4.3 Nutzwertanalyse	53
4.4 Pro/Contra	57

5	Handlungsempfehlung	58
5.1	Bewertung	58
5.2	Roadmap Projekt bis 2021	60
6	Schlussteil.....	61
6.1	Zusammenfassung.....	61
6.2	Ausblick.....	62
	Quellen- und Literaturverzeichnis	VII
	Eidesstattliche Erklärung	
	Anhang.....	

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 - Vorgehensweise in der Bachelorarbeit (eigene Darstellung)	4
Abbildung 2 - Fördergüter (Quelle: Materialflusstechnik, Peter Römisch, 2011, S. 4) 6	
Abbildung 3 - Die vier Phasen der industriellen Revolution (Quelle: Kagermann 2013, S.17).....	8
Abbildung 4 - Funktionsprinzip Lasernavigation (Quelle: Jungheinrich)	9
Abbildung 5 - Jungheinrich Auto Pallet Mover (Quelle: Jungheinrich 2016)	10
Abbildung 6 - Bosch vernetzt mit Augmented Reality (Quelle: Bosch-Presse, Heiderose Dreiner)	11
Abbildung 7 - Nur 6 Problemstellungen kennt die Logistik (Quelle: Skript Prof. Gärtner, Vorlesungseinheit D, S. 6).....	13
Abbildung 8 - Problemstellungen der Logistik (Eigene Darstellung).....	14
Abbildung 9 - Einordnung der Wandlungsfähigkeit (Quelle: Skript Prof. Gärtner, Vorlesungseinheit D, S. 26).....	16
Abbildung 10 - Die fünf Wandlungsbefähiger (Quelle: Skript Prof. Gärtner, Vorlesungseinheit D, S. 27).....	16
Abbildung 11 - Kreativitätsmethoden (eigene Darstellung).....	18
Abbildung 12 - Mindmap für die Komponenten des Fördersystems (eigene Darstellung)	19
Abbildung 13 - Skizze des ersten Entwurfs (eigene Darstellung)	21
Abbildung 14 - Skizze zweiter Entwurf (eigene Darstellung)	21
Abbildung 15 - Scheren-Rollenbahn Jungheinrich Profishop	24
Abbildung 16 - Mögliche Einsatzgebiete für das Fördersystem (eigene Darstellung)26	
Abbildung 18 - Zielgruppen für das Fördersystem (eigene Darstellung).....	27
Abbildung 19 - Unterteilung der Zielgruppen (eigene Darstellung)	28
Abbildung 20 - Zuordnung Workload und Projekt (eigene Darstellung).....	29
Abbildung 21 - Endgültige Zuordnung von Potentialprojekten zu den Projekten (eigene Darstellung)	31
Abbildung 22 - PBL-Projekt an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Juni 2018	33
Abbildung 23 - PBL-System an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Karten- und Auftragsgerät, Juni 2018	34

Abbildung 24 - PBL-System an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Bereich des Bluetooth-Sensor	34
Abbildung 25 - Vergleich zweier Skizzen unter Berücksichtigung der Anforderungskriterien	36
Abbildung 26 - Arbeitstisch Rexroth an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Juni 2018	37
Abbildung 27 - Zusammenkommen der Konzepte (eigene Darstellung)	38
Abbildung 28 - Konzept für Entwurf 1 - offenes System; Konzept für Entwurf 2 – geschlossenes System	42
Abbildung 29 - Zwei der sechs Problemstellungen der Logistik.....	43
Abbildung 30 - Rollenbahn und Wheel Sorter - Entwurf 1	44
Abbildung 31 - Seitenansicht Entwurf 1	45
Abbildung 32 - Entwurf 1, Ansicht Bandförderer und Rutsche.....	46
Abbildung 33 - Gesamtansicht Entwurf 1	47
Abbildung 34 - Staukettenförderer und Wheel Sorter - Entwurf 2.....	48
Abbildung 35 - Entwurf 2 - Manueller Arbeitsplatz.....	49
Abbildung 36 - Umlaufbeförderer - Entwurf 2	50
Abbildung 37 - Kippschalensorter - Entwurf 2.....	51
Abbildung 38 - Verbindung des Kippschalensorters mit Rutsche zum Staukettenförderer	51
Abbildung 39 - Entwurf 2 - Seitenansicht.....	52
Abbildung 40 - Gesamtansicht - Entwurf 2	52
Abbildung 41 - Rang der Anforderungskriterien.....	55
Abbildung 42 - Vor- und Nachteile beider Entwürfe.....	57
Abbildung 43 - Planung Roadmap Projekt (eigene Darstellung).....	60
Abbildung 44 - Gesamtansicht Entwurf 1	61

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 - Anforderungskriterien für das Fördersystem.....	23
Tabelle 2 - Rahmenbedingungen für das Fördersystem (eigene Darstellung)	24
Tabelle 3 - Zuordnung neuer Projekte zu den jeweiligen Zeitaufwänden	30
Tabelle 4 - Morphologischer Kasten zur Konzeptionierung von zwei Varianten	41
Tabelle 5 - Prioritätsanalyse der Anforderungskriterien	54
Tabelle 6 - Nutzwertanalyse der beiden Entwürfe	56

Abkürzungsverzeichnis

FTS	Fahrerloses Transportsystem
PBL	Pick by Light
AR	Augmented Reality
VR	Virtual Reality
I40	Industrie 4.0
I40-T	Industrie 4.0-Technologien

1. Einleitung

In der folgenden Bachelorthesis wird das Thema „Konzeptionierung eines modularen und erweiterbaren Fördersystems für den Laborbetrieb“ eingegrenzt, analysiert und bewertet. Neben den Vorlesungen, in denen Studierende theoretische Kenntnisse erlangen, wird mit dieser Bachelorthesis ein Konzept entwickelt, sodass durch das Ergebnis einer Fallstudie die praktischen Kenntnisse verbessert werden. Das erste Kapitel umfasst die Einleitung, wodurch der Leser sich einen Eindruck schaffen kann, welche Thematik in der folgenden Bachelorarbeit behandelt wird.

1.1 Ausgangssituation und Problemstellung

Für die Produktion und Logistik eines Unternehmens sind technologisch hochentwickelte Fördersysteme wirtschaftlich von hoher Bedeutung. Zur Zeit erlangen Studierende theoretische Kenntnisse zu produktionsnahen Fragestellungen durch die seminaristische Vorlesung. Deshalb sollen Studierende durch die Konzeptionierung eines Fördersystems an einer Hochschule die Möglichkeit haben, anhand von Fallstudien im Laborbetrieb praxisrelevante Kenntnisse aus der Produktion sowie Materialflusstechnik anzueignen, damit spätestens im Berufseinstieg seitens der Studierenden ausreichend Fachwissen vorhanden ist.

Komplexe Fördersysteme sind effizient und effektiv, jedoch stellt ein kompliziertes Fördersystem eine Herausforderung für Studierende dar. Daher werden konkrete Konzepte zur Überwindung der Herausforderungen und Probleme in den folgenden Kapiteln beschrieben. Der Sprung vom Studenten-Dasein ins Berufsleben gestaltet sich für viele Studenten aufgrund mangelnder Praxiskenntnisse sehr schwierig.

1.2 Zielsetzung

Die Zielsetzung dieser Bachelorarbeit ist die Konzeptionierung eines Fördersystems zur Veranschaulichung vielfältiger Förderprinzipien im Laborbetrieb einer Hochschule. Durch ausgewählte Kreativitätsmethoden soll die Konzeptentwicklung Rahmenbedingungen aufweisen, sodass am Ende dieser Arbeit ein konkretes Ergebnis entsteht. Die dazugehörigen Zielgruppen werden ab dem kommenden Semester mit einem festgelegten Plan und dazugehörigen Projekten die Konzeptionierung starten.

Anhand ausgewählter Literatur, welche recherchiert, analysiert, untersucht und ausgewertet wird, erfolgt eine Auflistung der Anforderungen. Mit den Anforderungskriterien wird der Grundbaustein festgelegt, sodass am Ende der Arbeit zwei Konzepte entstehen. Diese unterscheiden sich durch ein offenes und geschlossenes System. Das offene System hat einen Anfang und ein Ende, wobei das geschlossene System durch den Kreislauf keinen Anfang und kein Ende besitzt. Durch entsprechende Analyse und Bewertung soll am Ende dieser Bachelorarbeit entschieden werden, welches dieser beiden Varianten für die Hochschule in Frage kommt.

Langfristig betrachtet soll mit dieser Bachelorthesis der erste Meilenstein für das zukünftige Ziel: „Ein Produkt an der Hochschule produzieren“, erreicht werden.

1.3 Vorgehensweise

Nach der Einleitung im ersten Kapitel wird im zweiten Kapitel der Stand der Forschung erörtert. Dies beinhaltet die Definition von Grundlagen der Materialflusstechnik und Logistik. In weiteren Unterkapiteln werden Industrie-4.0-Technologien (I40-T) sowie ausgewählte Kreativitätstechniken, welche für die Bachelorarbeit von Relevanz sind, erläutert.

Im dritten Kapitel folgt die Anforderungsanalyse. Der Leser soll mit der Analyse gezeigt, an welche Bedingungen die Konzeptionierung geknüpft ist. Für einen logischen Zusammenhang werden Einsatzgebiet und Zielgruppe begründet und verdeutlicht. Nachdem durch Weiterentwicklungsprojekte Bezug auf das Potential der Arbeit genommen wird, erfolgt zum Ende des dritten Kapitels eine Erläuterung und Analyse der Systeme um festzustellen, ob ein Kreislauf für ein Fördersystem Sinn macht.

In Kapitel 4 wird anhand der in Kapitel 3 festgelegten Daten und Erläuterungen Bezug auf die entwickelten Konzepte genommen. Zuerst entstehen zwei Entwürfe durch den Morphologischen Kasten. Berücksichtigt werden dabei u. a. die sechs Problemstellungen aus der Logistik sowie die Wandlungsbefähiger. Die zwei vorliegenden Konzepte werden in darauffolgenden Kapitel mit Visualisierungen aufgebretet, wobei die fundamentalen Unterscheidungen des offenen zum geschlossenen System im Laufe der Arbeit dargelegt werden. Anschließend erfolgt die Nutzwertanalyse, um die Varianten zu bewerten und Bezug auf die Komponenten zu nehmen. Zuletzt wird durch eine Pro-Contra-Diskussion in wissenschaftlicher Herangehensweise das Resultat aus der Nutzwertanalyse analysiert.

Die Handlungsempfehlung findet in Kapitel 5 statt. Die Aufteilung des Kapitels erfolgt anhand von zwei Teilkapiteln. Zuerst wird Bezug auf die Bewertung genommen, in der unter anderem auch auf die Nutzwertanalyse aus Kapitel 4 eingegangen wird. Der Fokus liegt ebenfalls auf den Anforderungskriterien aus Kapitel 3. Im zweiten Teil des fünften Kapitels wird Fokus auf das dreijährige Roadmap-Projekt gelegt. Dabei wird erläutert, inwieweit die Vision realisierbar ist, mit dem am Ende ausgewählten Konzept mittelfristig ein Produkt an der Hochschule herstellen zu können.

Im Schlussteil wird abschließend die Zusammenfassung erfolgen. Hierbei werden die Kernergebnisse beschrieben. Zudem wird Bezug auf Anschlussprojekte sowie entdeckte Schwachstellen genommen.



Abbildung 1 - Vorgehensweise in der Bachelorarbeit (eigene Darstellung)

2. Stand der Forschung

In diesem Kapitel werden zunächst die benötigten Begrifflichkeiten und Prinzipien der Materialflusstechnik, Logistik und vierten industriellen Revolution erläutert, damit der Leser sich ein umfangreiches Bild von der Thematik machen kann. Neben Definitionen und Grundlagen werden in diesem Kapitel ebenfalls Werkzeuge erläutert, die zu Beginn der Arbeit bzw. zur Konzeptionierung verwendet werden.

2.1 Definitionen und Grundlagen der Materialflusstechnik

Materialflusstechnik

Sobald Güter bzw. Materialien bewegt werden müssen, erfolgt dies durch ausgewählte Mittel der Materialflusstechnik. Die Materialflusstechnik entspricht der Gesamtheit der Transport-, Umschlag- und Lagerprozesse.¹ Die Erkenntnis, große Einsparungen durch systematische Materialflussplanung und durch Automotion der Förderprozesse zu erzielen, führte zu neuen Entwicklungen. Systematische Materialflussplanung, Simulationstechnik zur Optimierung von Transportaufgaben, computergesteuerte Materialflusssysteme, Einsatz der Logistik und eine enge Verknüpfung der Förder- mit der Lagertechnik brachten erhebliche Rationalisierungseffekte.² Gängige Funktionen in der Materialflusstechnik sind das Lagern, Fördern, Kommissionieren, Verpacken und Transportieren.

Fördertechnik

Herausforderungen aus der Materialflusstechnik können mithilfe der Fördertechnik gelöst werden. Für Fördergut, welches befördert werden soll, kann unter Berücksichtigung von Hilfsmitteln und der ausgewählten Förderleistung die technische Auswahl festgelegt werden. Das Fördergut unterscheidet sich nach Personen, Stückgut oder Schüttgut, wobei das Befördern von Personen lediglich als Fördergut bezeichnet wird, wenn es sich um geringe Entfernungen handelt. Auf Stückgut und Schüttgut wird im aktuellen Kapitel näher drauf eingegangen.

¹Rudolf Griemert (Fördertechnik, 11. Auflage, S.1)

²Peter Römisch (Materialflusstechnik, 10. Auflage, S.1)

Stückgut

Von Stückgut wird gesprochen, wenn beim Fördergut wie beispielsweise Maschinen, Kisten oder Paletten während des Transportvorgangs keine Veränderung der Form bzw. Gestalt auftritt. Dabei handelt es sich um eine geringe Anzahl von Einzelgütern, die relativ große Abmessungen besitzen. Das Gewicht ist im Verhältnis zum Schüttgut relativ groß.

Schüttgut

Unter Schüttgut wird eine Vielzahl von einzelnen Gütern verstanden. Wenn von Massengütern gesprochen wird, ist die Rede von Schüttgut, bei Einzelgütern von Stückgut. Zu Schüttgut gehören z. B. Sand, Kieselsteine, kleine Legosteine und mehr.³ Die wichtigsten Eigenschaften von Stück- und Schüttgut werden folgendermaßen voneinander unterschieden:

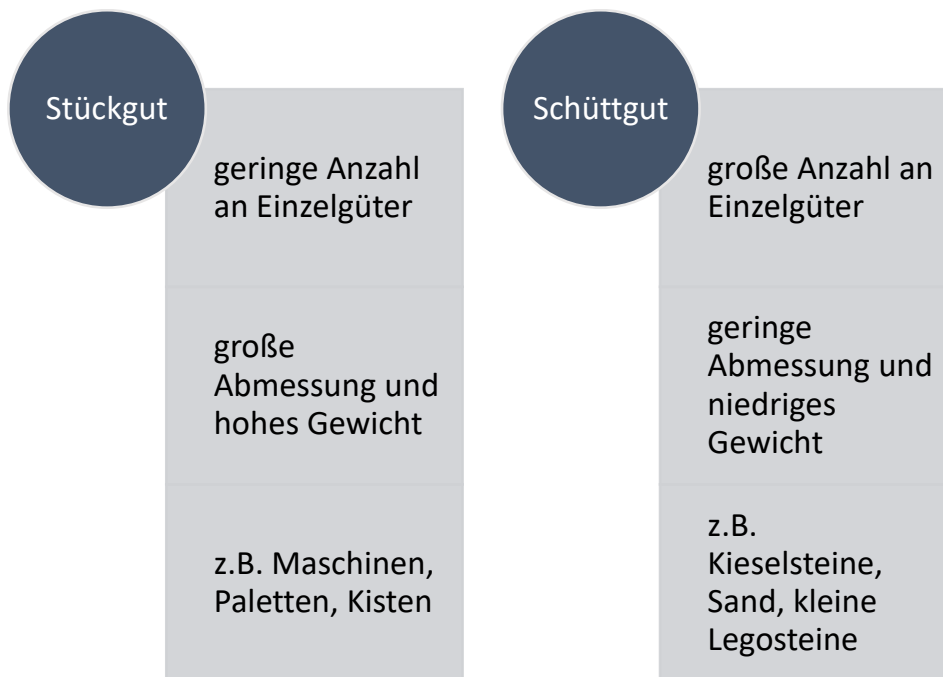


Abbildung 2 - Fördergüter (Quelle: Materialflusstechnik, Peter Römisch, 2011, S. 4)

Für die Konzeptionierung des Fördersystems in dieser Bachelorarbeit wird kein konkretes Stückgut genannt, allerdings wird von blauen Kisten ausgegangen, die im vierten Kapitel bei der Konzeptionierung sichtbar sind.

³ Peter Römisch (vgl. Materialflusstechnik, Fördergüter ab Seite 7, 2011)

Stetigförderer

Stetigförderer, welche im Dauerbetrieb laufen, werden bei hohen Förderleistungen und festgelegten Förderwegen eingesetzt. Grundsätzlich sind Stetigförderer wirtschaftlicher, denn bei demselben Gewicht werden Fördermengen bewegt, sodass geringe Antriebsleistungen notwendig sind. Auch bei Personentransporte werden Stetigförderer wie z. B. Rolltreppen verwendet. In der Produktion werden an Montagearbeitsplätzen für Fördermittel, welche im Takt verwendet werden, Stetigförderer genutzt. Stetigförderer können in drei Varianten verwendet werden, u. A. für Stückgut, Schüttgut oder Stück- und Schüttgut.⁴

Unstetigförderer

Fördermittel, die durch ständige Wechsel von Leer- und Lastfahrten sowie Stillstandszeiten charakterisiert werden, heißen Unstetigförderer. Bei Unstetigförderer wird ein unterbrochener Fördergutstrom erzeugt.⁵ Dabei besteht die Möglichkeit, bei Unstetigförderer feste Einrichtungen wie z.B. Schienen zu realisieren. Eine größere Flexibilität ist ebenfalls möglich, da die Förderwege nicht festgelegt sind. Unstetigförderer teilen sich nach flurgebundene und flurfreie auf. Flurgebundene Unstetigförderer sind Schlepper, Stapler oder Regalförderzeuge. Flurfreie Unstetigförderer sind Hängebahnen oder Krane.

⁴Peter Römisch (vgl. Materialflusstechnik, 2011, Bauteile Stetigförderer, Seite 71)

⁵Peter Römisch (vgl. Materialflusstechnik, 2011, Krane, Seite 106)

2.2 Industrie 4.0-Technologien

Industrie 4.0

Mit der Erfindung der Dampfmaschine gegen Ende des 19. Jahrhunderts startete die erste industrielle Revolution (Industrie 1.0) mit der Mechanisierung. Darauf folgten mit Industrie 2.0, der Elektrifizierung, die ersten Förderbänder. Mit der zunehmenden Automatisierung der Produktion begann das Zeitalter von Industrie 3.0. In der aktuellen Zeit befinden wir uns in der Digitalisierung, dementsprechend in der Industrie 4.0. Maschinen, Menschen und Prozesse sind miteinander verbunden, sodass alle relevanten Informationen in Echtzeit ausgetauscht werden.

Mit der Digitalisierung entstehen neue Möglichkeiten. Dabei müssen allerdings die Risiken beachtet werden, denn die Industrie 4.0 bringt einen Wandel in unterschiedlichen Bereichen, insbesondere in der Produktion. Da durch unterschiedliche Methoden im Lean Management kontinuierlich Maßnahmen ergriffen werden, um Geld und Rohstoffe einzusparen, sehen die Unternehmen im Zuge der Digitalisierung neue und vielversprechende Möglichkeiten für Einsparungen. Durch die anstehenden Veränderungen fühlen sich insbesondere langjährige Mitarbeiter in einem Unternehmen bedroht durch den Wandel, da das Risiko besteht, dass Maschinen deren Aufgaben übernehmen werden und sie entsprechend nicht mehr gebraucht werden.

Daher wird im „Kapitel 3.6 Potential und Weiterentwicklung“ näher auf Industrie 4.0-Anwendungen eingegangen. Dabei liegt der Fokus darauf, inwieweit Industrie 4.0-Anwendungen Fördersysteme effizienter und effektiver optimieren können.

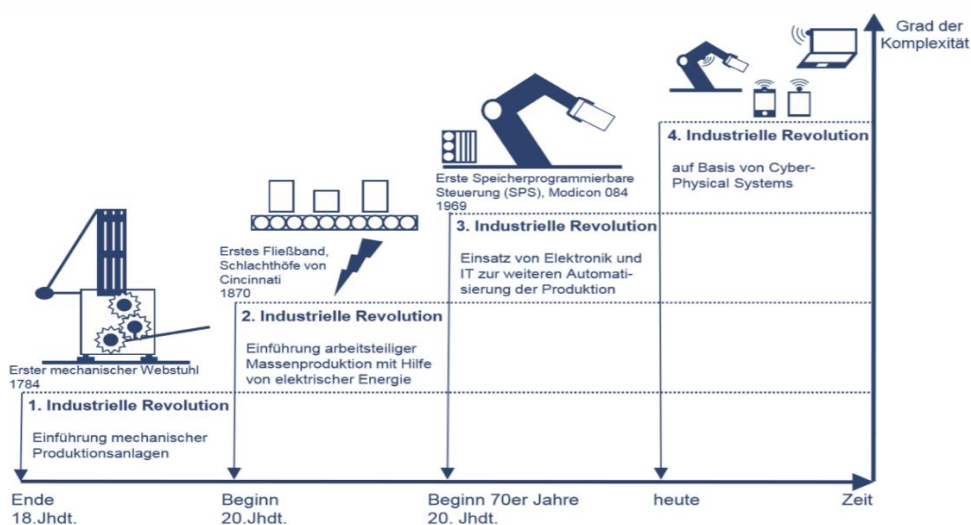


Abbildung 3 - Die vier Phasen der industriellen Revolution (Quelle: Kagermann 2013, S.17)

Fahrerloses Transportsystem

Fahrerlose Transportsysteme (FTS), welche seit den 50ern Bestandteil in Betriebsgeländen sind, gehören zur Intralogistik. Sobald von logistischen Material- und Warenbewegungen innerhalb der Halle bzw. des Betriebsgeländes gesprochen wird, handelt es sich um Intralogistik. In Bezug auf Industrie 4.0 spielen FTS eine immens wichtige Rolle in der Intralogistik, denn mit diesen werden Waren transportiert und kommissioniert. Darüber hinaus werden Waren in den einzelnen Produktionsbereichen versorgt. Mit FTS müssen sich keine Produktionsmitarbeiter mehr ans Steuer vom Gabelstapler setzen, da diese durch dreidimensionale Kameras, welche die Umgebung erfassen und sich somit nahezu wie der Mensch orientieren, bewegen. Selbst bei Veränderungen in der Umgebung passt sich das FTS durch intelligenten computergestützten Informationsaustausch an. Zu den Schlüsseltechnologien von FTS gehört die Navigation. Am populärsten ist die Liniennavigation, welche auch als sehr preiswert gilt. Darüber hinaus gibt es die Lasernavigation. Hier werden RFID-Tags in regelmäßigen und ausgewählten Abständen an Wände platziert für die genaue Orientierung der FTS. Zwar ist diese Variante teurer, allerdings auch flexibler bei Änderungen der Fahrroute.

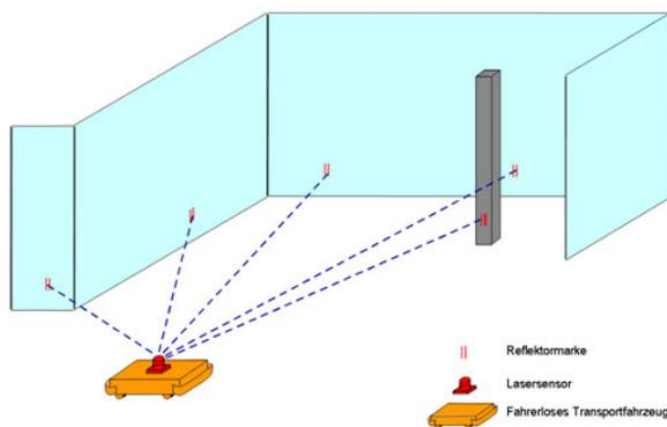


Abbildung 4 - Funktionsprinzip Lasernavigation (Quelle: Jungheinrich)

Für eine fehlerfreie Bedienung benötigt es für die ausgewählte Sensorik die Positionsbestimmung und Kursbestimmung. 2016 stellte das Unternehmen Jungheinrich auf der Messe in Hannover ein FTS vor, bei dem drei eingebaute dreidimensionale (3D) Kameras vorhanden sind. Mit diesen drei Kameras sollen etwaige Hindernisse optimal umgangen werden, um Unfälle zu vermeiden.



Abbildung 5 - Jungheinrich Auto Pallet Mover (Quelle: Jungheinrich 2016)

Zusammengefasst sind anhand von dem AR-Beispiel sowie dem FTS-Beispiel aus dem aktuellen Kapitel zu erkennen, dass Maschinen immer mehr in die aktive Arbeit mit Menschen einbezogen werden. Dies wird anhand von Digitalisierungsprojekten und dem dezentralen Informationsaustausch zwischen Menschen, Maschinen und Computern ermöglicht. Inwieweit ein FTS sinnvoll ist für den Entwurf der Bachelorthesis ist, wird in Kapitel 3.6 ersichtlich. Dabei wird ein Fokus darauf gesetzt, dass ein FTS ein Stückgut vom Ende eines Förderbandes zum Anfang eines Förderbandes transportiert.

Virtual Reality

Virtual Reality (VR) lässt die Umgebung durch computergestützte Grafik realistisch erscheinen. Einblicke in die VR-Welt können durch entsprechende VR-Brillen erlangt werden. Das VR-System ist gekoppelt durch Software und Datenbank. Eine dreidimensionale Darstellung (3D) versetzen dem Nutzer ein Bild, wodurch die Integration in die virtuelle Welt erfolgt. Die Bewegungen und Schritte des Nutzers werden durch die Mensch-Computer-Interaktionen in die 3D-Welt übertragen. VR wird in unterschiedlichen Gebieten eingesetzt. Für die Gamer gibt es auf Konsolen diverse Spiele im VR-Format. In der Berufswelt erfolgen durch Flugsimulatoren die Pilotenausbildung und in der Industrie wird VR auch für Produktionsplanungen verwendet. Ob und inwieweit VR bei der Konzeptionierung der Bachelorarbeit verwendet werden kann, folgt in den darauffolgenden Kapiteln.

Augmented Reality

Ein Unternehmen in der Produktion möchte weitestgehend Maschinenstillstände vermeiden. Durch Stillstände entstehen hohe Kosten und eine nicht wertschöpfende Zeit. Da die Maschinen in der Produktion immer komplexer werden, ist ein entsprechendes geschultes und hochqualifiziertes Personal notwendig. Nichtsdestotrotz kann der Fall auftreten, dass bei Störungen bzw. Ausfällen für die Maschinen kein qualifiziertes Personal aufgrund von Krankheit o. ä. vorhanden ist. In diesem Fall muss das Unternehmen zu teuren externen Mitarbeitern zugreifen. Bis dieser erscheint, entsteht allerdings eine hohe Wartezeit, genauer gesagt Stillstand der Maschinen. Schließlich ist in einer Serien- oder Massenproduktion jede Maschine voneinander abhängig. Dank Augmented Reality (AR) kann dieses Szenario umgangen werden. Ein Mitarbeiter, beispielsweise der Techniker, kann mithilfe eines Tablets die defekten Komponenten auf dem Display direkt vor Ort erkennen. Dabei erhält dieser zusätzlich alle notwendigen Informationen für die Behebung der Störung. Selbst ein endloses Suchen in den Handbüchern ist nicht notwendig, da durch das Halten des Tablets auf die Maschinen alle notwendigen Informationen erscheinen. Durch diese Technologie profitiert neben dem Unternehmen ebenfalls der Lieferant.



Abbildung 6 - Bosch vernetzt mit Augmented Reality (Quelle: Bosch-Presse, Heiderose Dreiner)

In der Abbildung 6 ist ein Feuerwehrmann zu sehen, der das Tablet auf einen PKW hält, welcher einen Schaden durch einen Unfall erlitten hat. Die beiden Unternehmen Bosch und Daimler unterstützen die Feuerwehr mit einer AR-App und retten somit Leben. In dem Szenario, wenn eine Person durch einen Autounfall im PKW feststeckt, richtet der Feuerwehrmann die Kamera des Tablets auf das Fahrzeug. Hierbei sieht der Feuerwehrmann auf dem Tablet-Display das Auto mit der computergestützten Realität, in dem Fall erscheinen wichtige Zusatzinformationen wie die Betriebsanleitung, Schaltpläne und weitere Informationen. Zusammengefasst kann die feststeckende Person wesentlich schneller und effizienter befreit werden, denn der Feuerwehrmann besitzt durch AR tieferes Produktverständnis und hat damit eine erleichterte Fehlersuche. Bei einem Fördersystem gibt es unterschiedliche Möglichkeiten, AR effizient einzusetzen. Z. B. kann an einem manuellen Arbeitsplatz des Fördersystems ein Mitarbeiter durch eine AR-Brille Arbeitsschrittfolgen in Form von Handbüchern einblenden und bei der Einarbeitung neuer Mitarbeiter diesen eine AR-Brille zur Verfügung stellen, um die Einarbeitungszeit zu verkürzen. Genaueres wird im Kapitel 3.6 folgen.

2.3 Logistische Grundlagen

Pick by Light

Pick-by-light (PBL) steht für "Kommissionieren nach Licht" und stellt ein Kommissionierverfahren dar, an dem der Kommissionierer die zu entnehmende Menge an Produkten über einen Bildschirm, welches sich am Platz befindet, aufleuchten sieht. Je nach Funktion und Ausstattung erscheint neben der Beleuchtung des Materialplatzes eine numerische Anzeige, wie viele Materialien entnommen werden sollen. Das Quittieren erfolgt entweder manuell oder durch eine Bluetooth-Funktion. Dabei setzt das System automatisch voraus, dass beim Reingreifen mit der Hand die korrekte Anzahl an Materialien vorhanden ist und entnommen wird. Neben der kurzen Anlernzeit für neue Mitarbeiter bietet PBL einen schnelleren Kommissionierprozess und sichere Bestände.

Problemstellungen der Logistik

Nur 6 Problemstellungen kennt die Logistik









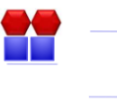
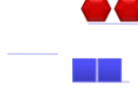
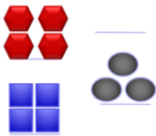
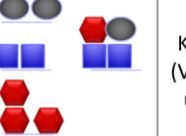
Anfangszustand	Änderung	Endzustand	Problemtyp	
			Lagerungsproblem	Aufbewahrungsproblem
			Transport- und Umschlageproblem	Ortsveränderungsproblem
			Verteilproblem (Trennen)	Mengenänderungsproblem
			Sammelproblem (Vereinigen)	
			Sortierproblem (Trennen nach Sortenmerkmalen)	Sortiments- änderungsproblem
			Kommissionierproblem (Vereinigen nach Sorten- und Mengenkriterien)	

Abbildung 7 - Nur 6 Problemstellungen kennt die Logistik (Quelle: Skript Prof. Gärtner, Vorlesungseinheit D, S. 6)

Grundsätzlich wird sich ein Logistiker mit sechs Problemstellungen befassen. Beim Lagerungsproblem entsteht als Problemtyp die Aufbewahrung. Die Bestände im Lager und in der Produktion sind beim Lagerungsproblem überfüllt, wodurch der Logistiker die Ware des Lieferanten nicht lagern kann. In der Praxis entsteht dieses Problem als Beispiel bei Gabelstaplern. Die Lastrahmen wurden falsch bearbeitet, sodass die Fahrzeuge nicht weiter gefertigt werden können. Dadurch kann der nächste Prozessschritt nicht abgeschlossen werden, in dem Fall das Einbauen von Ladegeräten. Die Ladegeräte werden dennoch vom Lieferanten geliefert, welche sich anstauen. Dadurch entsteht ein Aufbewahrungsproblem. Beim Transport- und Umschlageproblem muss die Herausforderung bewältigt werden, Materialien mit demselben Anfangs- und Endzustand an einen anderen Platz zu transportieren. Wenn also ein anderes Material am Platz steht, kann ein Ortsveränderungsproblem auftreten. Sobald Materialien von einem in unterschiedliche Plätze aufgeteilt werden sollen, wird vom Verteilproblem gesprochen. Aus der entgegengesetzten Seite betrachtet werden Materialien von mehreren Plätzen zu einem Platz gesammelt. Hier wird dann vom Sammelproblem gesprochen. Dabei kann die Schwierigkeit auftreten, dass der Platz beim Sammeln der

Materialien nicht ausreicht. Das Verteilproblem (Trennen) und das Sammelproblem (Vereinigen) werden zum Mengenänderungsproblem zugeordnet.

Die letzten beiden Problemtypen werden dem Sortimentsänderungsproblem zugeordnet. Zum einen gibt es das Sortierproblem, wobei der Fokus beim Trennen von Sortenmerkmalen liegt. Zum anderen gibt es das Kommissionierproblem, in der die Schwierigkeit beim Vereinigen nach Sorten- und Mengenkriterien liegt. Dies kann u. a. auch beim Pick-by-light geschehen.

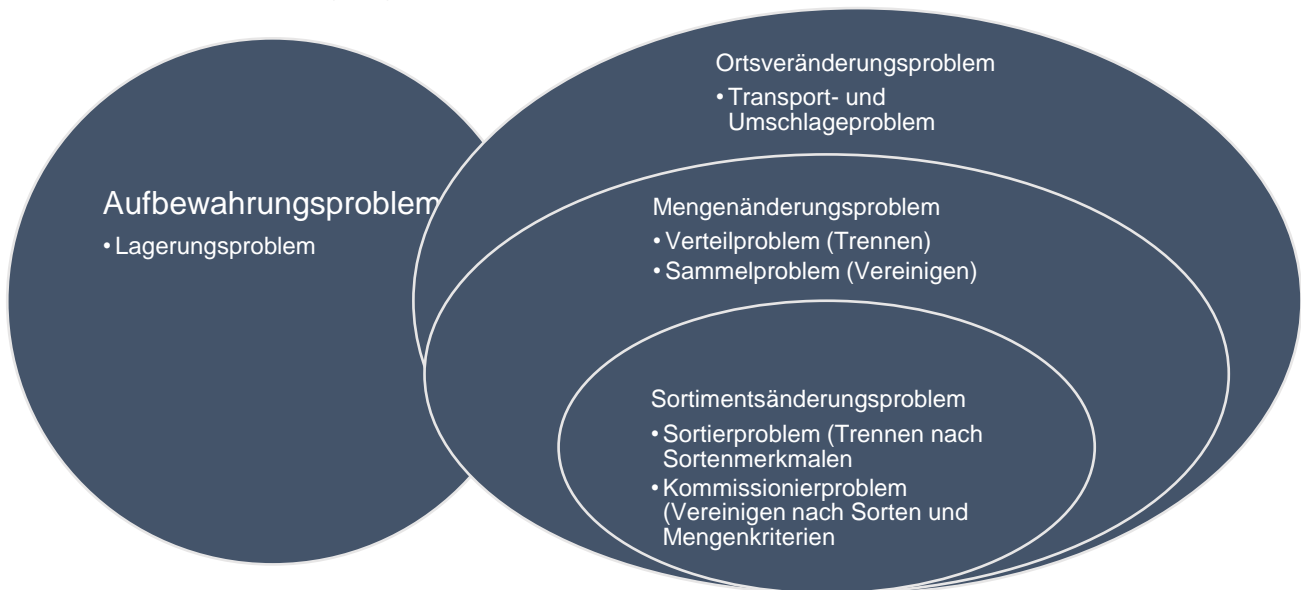


Abbildung 8 - Problemstellungen der Logistik (Eigene Darstellung)

Zusammengefasst werden die sechs Problemstellungen in zwei Bereiche unterteilt, dem Lagerungsproblem sowie dem Transport- und Umschlageproblem. Aus dem Transport- und Umschlageproblem resultieren das Verteil- sowie Sammelproblem. Aus denen wiederum resultieren das Sortier- und Kommissionierproblem.

Wandlungsfähigkeit

Unter Wandlungsfähigkeit wird die Fähigkeit zum Verändern oder Wandeln verstanden. In Bezug auf die Produktion, die Logistik oder auf ein Materialflusssystem wird unter dem Begriff Wandlungsfähigkeit vom zeitlichen Aspekt die mittelfristige Ebene betrachtet. Generell gibt es fünf Wandlungsbefähiger, wodurch die Wandlungsfähigkeit ermöglicht wird. Im Verlauf der Arbeit wird sich herausstellen (Kapitel 3.1), dass nur die Modularität und Mobilität für diese Arbeit relevant sind.

Die Skalierbarkeit bezieht sich auf die technische, personelle und räumliche Atmungs-fähigkeit und ist laut Literatur der erste Wandlungsbefähiger. Hierzu wird als Beispiel

das flexible Arbeitszeitmodell gesehen. Es sind keine festen Arbeitszeiten vorhanden, stattdessen gibt es neben der Kernarbeitszeit von 9 bis 13 Uhr bei einem Arbeitstag von acht Stunden vier Stunden, in denen der Mitarbeiter variieren kann.

Kompatibilität ist der zweite von fünf Wandlungsbefähigern. Darunter wird das gegenseitige Vernetzen verstanden. Wenn zwei unterschiedliche Informationen, Medien oder Betriebsmittel miteinander verträglich sind, wird es als kompatibel angesehen.

Der dritte Wandlungsbefähiger ist die Universalität. Darunter wird die technische Fähigkeit verstanden. Eine Maschine, welche ein Produkt in mehreren Varianten produzieren kann, wird als universell gesehen. Universalität erweist sich als vorteilhaft in produzierenden Unternehmen, welche ein großes Spektrum an Produkten anbietet und je nach Bedarf in der Produktion wechseln möchte.

Unter Mobilität, dem vierten Wandlungsbefähiger, wird die örtlich uneingeschränkte Bewegungsfähigkeit von Objekten gesehen. Ein Fördersystem, welches Mobilität besitzt, kann innerhalb der Hochschule in unterschiedliche Räume transportiert werden, weil es mobil ist.

Der letzte Wandlungsbefähiger ist die Modularität. Unter Modularität wird das Tauschen von standardisierten Einheiten gesehen. Wenn in einem Fördersystem an einem manuellen Arbeitsplatz je nach Bedarf ein Mensch durch einen Roboter-Arm ausgetauscht werden kann, wird darunter Modularität verstanden.

Wie lassen sich die Begriffe Flexibilität und Wandlungsfähigkeit einordnen? !

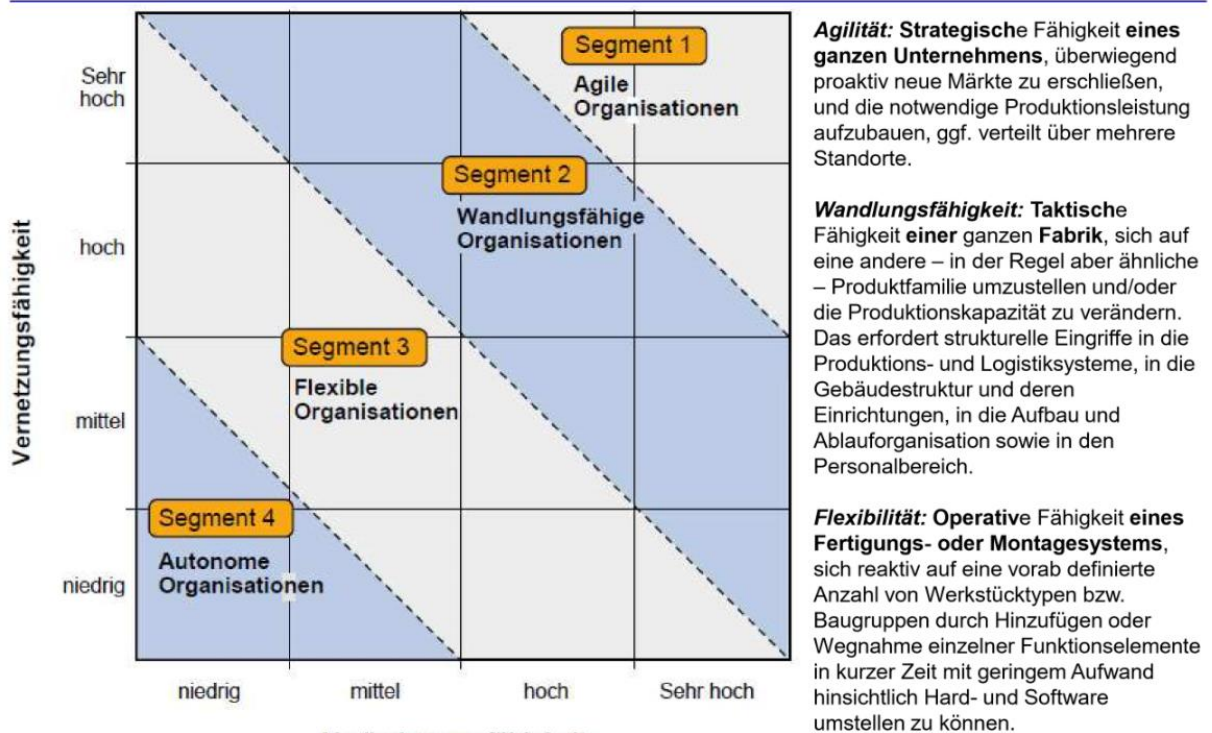


Abbildung 9 - Einordnung der Wandlungsfähigkeit (Quelle: Skript Prof. Gärtner, Vorlesungseinheit D, S. 26)

Die fünf Wandlungsbefähiger – wodurch Wandlungsfähigkeit ermöglicht wird !

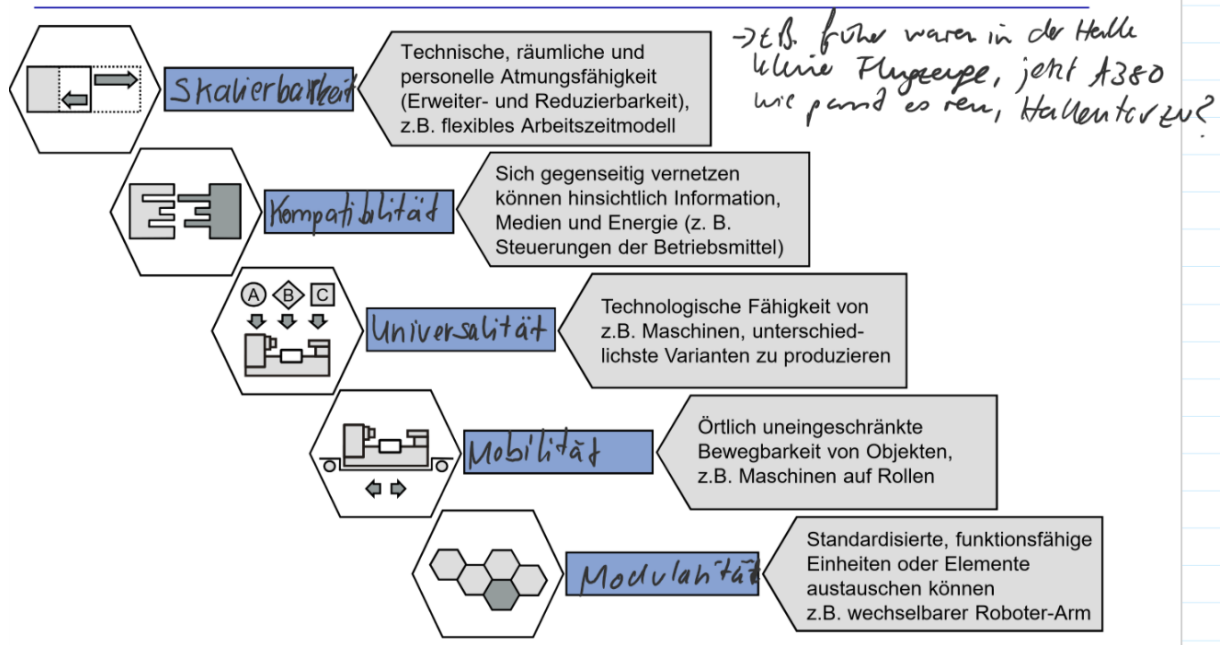


Abbildung 10 - Die fünf Wandlungsbefähiger (Quelle: Skript Prof. Gärtner, Vorlesungseinheit D, S. 27)

2.4 Ausgewählte Kreativitätsmethoden

Workshop

Für die Bachelorarbeit werden Methoden und Schritte benötigt. Drei wichtige Kreativitätsmethoden, welche vom betreuenden Professoren und Studenten eigenständig gesetzt werden, sind der Vortrag in der Vorlesung, der persönliche Austausch mit den wissenschaftlichen Mitarbeitern und vorab ein Brainstorming zwischen Professor und Student. Brainstorming wird in diesem Kapitel näher erläutert. Beim Brainstorming wird mindestens eine Skizze entstehen. Um die Skizze abzusichern, etwaige Risiken und Chancen zu rekapitulieren, wird die Skizze aus verschiedensten Blickwinkeln betrachtet. Dafür werden Meinungen von unterschiedlichen Personen benötigt. Eine der Kreativitätsmethoden ist der Vortrag bei den Studenten in der Vorlesung „Materialflusstechnik“. Die Idee dabei ist, zwei Skizzen anzufertigen, den Studenten vorzustellen und Rücksprache mit denen zu halten. Dabei liegt jedem der Studierenden ein Handout vor, sodass diese mindestens eine positive und negative Kritik schriftlich erfassen. Zudem bringen die Studierenden neue Ideen mit ein, sodass die Skizzen am Ende der Veranstaltung weiter optimiert werden können. Eine weitere Kreativitätsmethode ist der Vortrag bei den wissenschaftlichen Mitarbeitern. Bei Praxislaboren liegt die Betreuung bei den wissenschaftlichen Mitarbeitern, welche die Skizzen aus verschiedenen Perspektiven bewerten. Aus diesem Gespräch entstehen ausgewählte Anforderungskriterien, welche im Kapitel 3 weiter beschrieben werden. Die drei Kreativitätsmethoden wirken dem Zeitaufwand dieses Projektes entgegen. Durch Gruppenarbeit, Expertenbefragungen, Einbringung neuer Ideen und Prüfung der Praxistauglichkeit wird die Skizze konkreter.



Abbildung 11 - Kreativitätsmethoden (eigene Darstellung)

Brainstorming

Beim Brainstorming, werden zuerst alle Ideen angenommen. Dabei spielt es keine Rolle, inwieweit eine Idee realisiert werden kann. Dadurch wird der Ideenfluss stets aufrecht erhalten. Zur Gewährleistung einer ausgewählten Struktur, die u. a. einen klaren Überblick durch die Brainstorming-Methode schafft, wird die Auswahl auf die Mindmap-Methode fallen. Die Hauptidee wird dabei in die Mitte des Blattes erfasst, während die darauf aufbauenden Komponenten mit sogenannten Ästen verlängert werden. Um die Flut an Informationen der Mindmap im Anschluss zusammenzutragen, wird eine weitere Methode einbezogen. Mit Pinnwandkarten kann ein beliebiger Arbeitsplatz gewählt werden wie beispielsweise eine Wand oder ein Pinnboard. Hierbei werden neben den Ideen auch Aufgaben, Herausforderungen, Ziele und Fragen mit aufgenommen. Generell wird durch Brainstorming ein hoher Nutzen erzielt. Es werden keine Ideen bei der Zusammentragung ausgeschlossen und dementsprechend werden alle Ideen und Vorschläge notiert bzw. aufgenommen.

Eine weitere Kreativitätstechnik ist das Brainwriting. Hierbei schreiben alle Teilnehmer einzeln Ihre Ideen schriftlich auf, sodass diese am Ende zusammengetragen werden. Beim Brainwriting gibt es gesondert die 635-Methode. Bei dieser Methode schreiben sechs Teilnehmer drei Ideen auf ein Blatt Papier auf und diese werden fünf Mal weiterentwickelt.

Letztendlich wird die Brainstorming-Variante mit einer Mindmap gewählt. Im Gegensatz zum Brainwriting können Lösungsvorschläge aktiv hinterfragt werden, da beim

Brainstorming gesprochen werden darf. Dadurch ist die Brainstorming-Methode relevant für die Bachelorarbeit.

Nach intensivem Brainstorming mit dem Professor werden anhand der Mindmap-Methode die Komponenten eines Fördersystems aufgezeigt, welche von Relevanz für die Bachelorthesis sind.

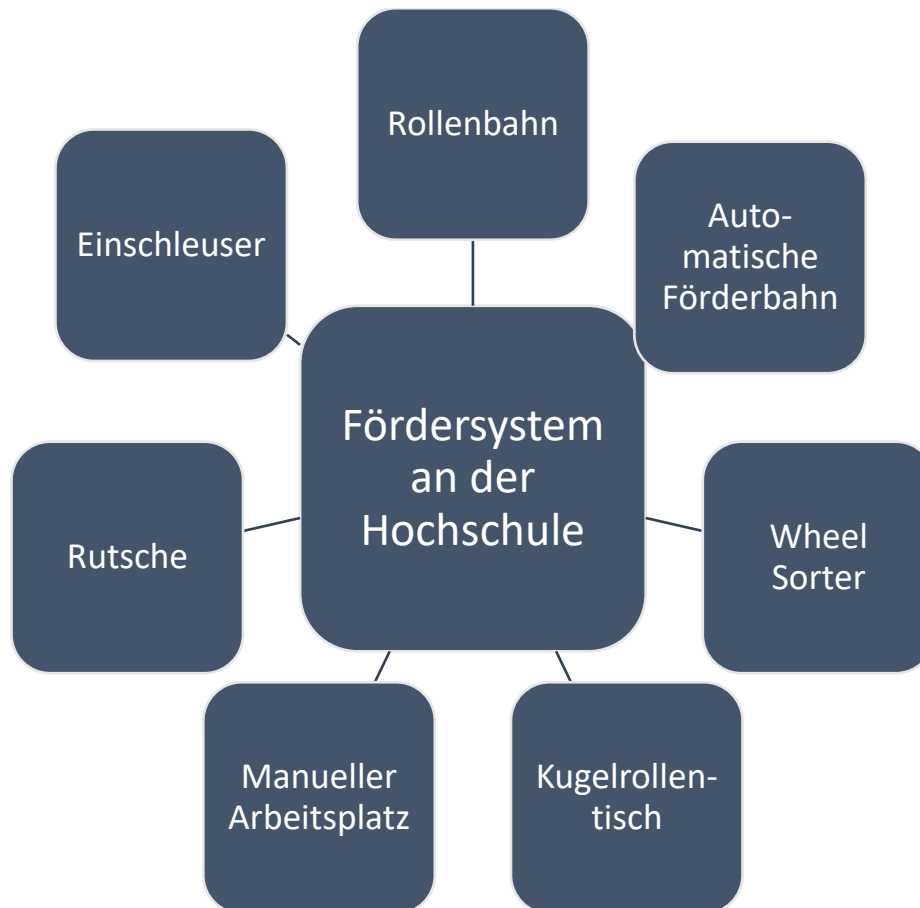


Abbildung 12 - Mindmap für die Komponenten des Fördersystems (eigene Darstellung)

Im dritten Kapitel wird in kurzer Form näher auf die in Abbildung 12 stehenden Komponenten eingegangen. Letztendlich wird in den folgenden Kapiteln die Konsequenz gezogen, dass ein Kugelrollentisch für weitere Projekte in Anspruch genommen wird (Kapitel 3.6) und zwei weitere Komponenten hinzukommen, nämlich ein Umlaufbeförderer und Kippschalensorter.

Rückblickend sind die Resultate aus Kapitel 2 das Grundlagenwissen über die Materialflusstechnik, Logistik und Industrie 4.0-Anwendungen. Das Grundlagenwissen ermöglicht den Bezug auf ausgewählte Kreativitätsmethoden, welche für die Konzeptionierung des Fördersystems von hoher Wichtigkeit sind, da durch die Methoden die ausgewählten Komponenten aus Abbildung 12 festgelegt wurden.

3 Anforderungsanalyse

In diesem Kapitel wird zuerst die Grundidee der Fördersysteme vorgestellt. Dabei wird Bezug auf zwei erstellte Skizzen genommen, welche sich auf die Grundlagen und ausgewählten Kreativitätsmethoden aus Kapitel 2 beziehen. Mit den erstellten Skizzen werden Anforderungskriterien und Rahmenbedingungen generiert. Im Anschluss wird eine sinnvolle Eingrenzung zu Einsatzgebiet und Zielgruppe des Fördersystems folgen. Unter Berücksichtigung auf Optimierungsmaßnahmen der beiden Skizzen wird ausführlich erläutert, welche Potentialprojekte durch die Fördersysteme bestehen. Zuletzt wird die Sinnhaftigkeit eines offenen und geschlossenen Systems untersucht.

3.1 Grundidee der Fördersysteme

Die folgenden Anforderungskriterien aus Kapitel 3.2, welche tabellarisch dargestellt und erläutert werden, beruhen auf zwei Skizzen, welche sich nach den Workshops und Brainstormings (Kapitel 2.4) ergeben. Nach intensivem Auseinandersetzen und Recherche mit dem Fachgebiet eines Fördersystems, welches für die Hochschule konzipiert werden soll, wird nun näher auf die Skizzen eingegangen. Der erste Entwurf (Abbildung 13) zeigt, dass ein ausgewähltes Stückgut, beginnend bei einer Rollenbahn, befördert werden soll. Von der Rollenbahn wird dieses Stückgut auf einen Wheel Sorter (Radsortierer) befördert. Der Wheel Sorter kann das Stückgut, sofern es keine Mängel ausweist, weiter auf eine automatische Rollenbahn lenken. Ansonsten wird das Stückgut auf einen manuellen Arbeitsplatz befördert. Der Mitarbeiter am manuellen Arbeitsplatz wird die mangelhafte Ware überprüfen und qualitätsgerecht ausstatten, sodass er es wieder einschleusen kann. Nach dem Einschleusen befinden sich das als zuvor mangelhaft gewertete Stückgut ebenfalls auf der automatischen Förderbahn. Am Ende erreicht das Stückgut die Rutsche und wird nach unten befördert. Der Wheel Sorter kann wahlweise durch einen Kugelrollentisch ausgetauscht werden.

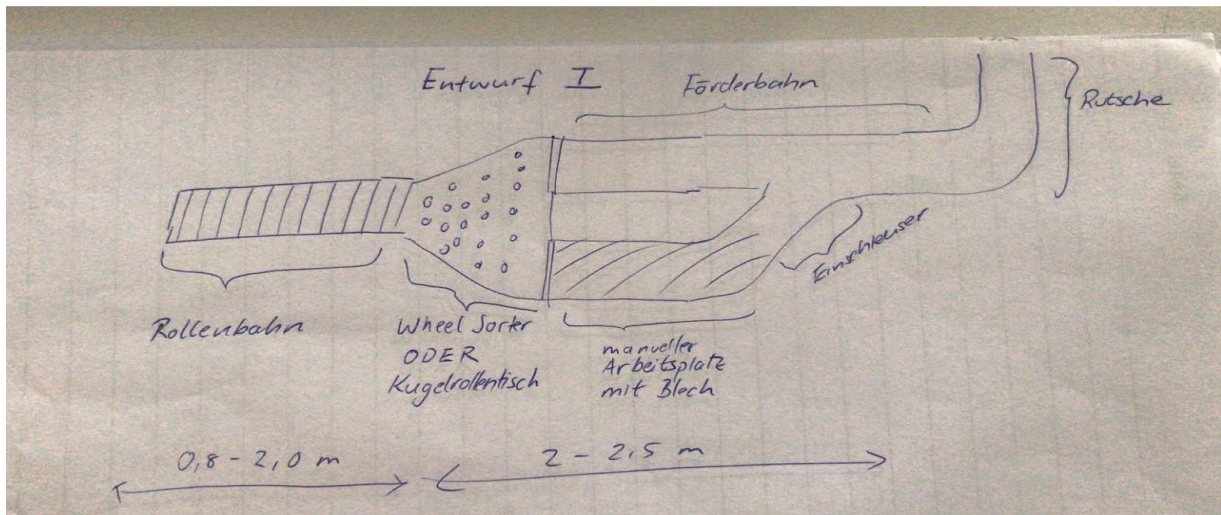


Abbildung 13 - Skizze des ersten Entwurfs (eigene Darstellung)

Im zweiten Entwurf gibt es gewisse Ähnlichkeiten zur ersten Skizze. Der Grundgedanke hierbei ist, dass diese Skizze einen Kreislauf vorweist. Stückgut wird in diesem Entwurf über einen Staukettenförderer auf den Wheel Sorter befördert. Genau wie im ersten Entwurf lenkt der Wheel Sorter mangelhaftes Stückgut zum manuellen Arbeitsplatz und den Rest über die automatische Förderbahn. Nach dem Einschleusen der zuvor mangelhaften Ware befördert ein Umlaufbeförderer das Stückgut nach oben. Eine weitere Förderbahn befördert das Stückgut über den zu Beginn erwähnten Staukettenförderer. Zu dem Anfangspunkt gelangt das Stückgut dann durch eine vorgesehene Rutsche. Dabei wird der wesentliche Unterschied sichtbar. Anhand dieser Kriterien werden im Kapitel 3.2 die entsprechenden Anforderungskriterien ermittelt und erläutert.

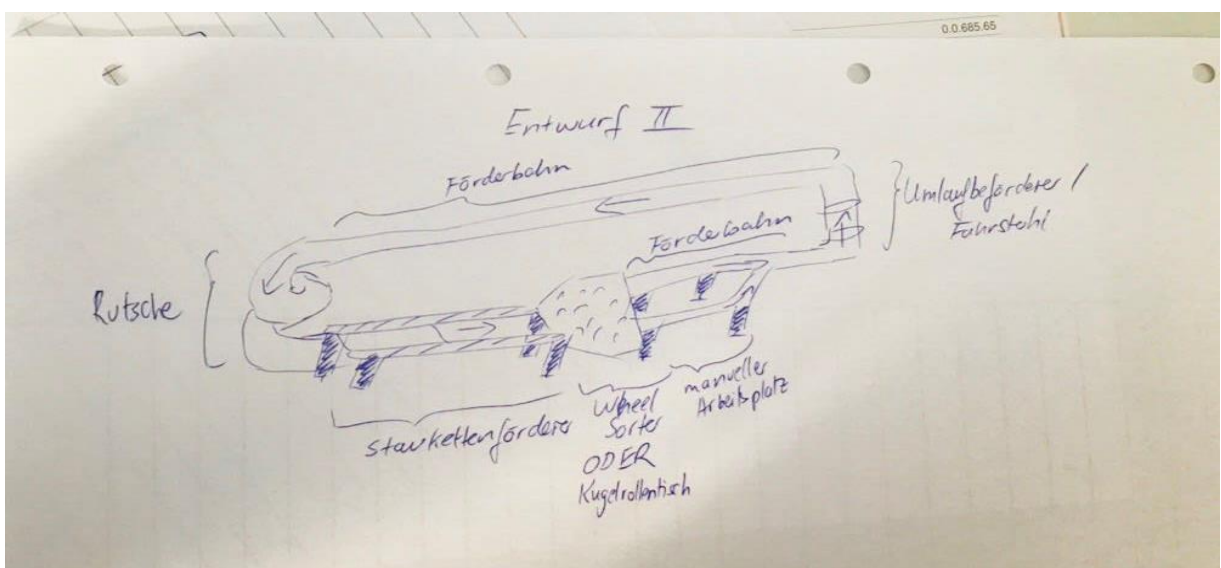


Abbildung 14 - Skizze zweiter Entwurf (eigene Darstellung)

3.2 Anforderungskriterien

Für die Konzeptionierung des Fördersystems sind folgende Anforderung von hoher Bedeutung:

Anforderungskriterium	Beschreibung
Flexibilität	Vom Fördersystem wird Anpassungsfähigkeit erwartet. Z. B. soll der Professor die Möglichkeit besitzen, den Wheel Sorter mit einem Kugelrollentisch tauschen zu können.
Mobilität	Das Fördersystem ist mobil bzw. beweglich, sodass der Professor die Möglichkeit besitzt, den Studierenden das System in unterschiedlichen Räumlichkeiten zu präsentieren.
Modularität	Der Professor kann jederzeit einzelne Bestandteile aus dem Fördersystem ausbauen und den Studierenden vorstellen.
Einbindung von ausreichend Studierenden	Für das Praxislabor werden bei dem Versuch bzw. Projekt ausreichend Studierende aktiv mit eingebunden. Für das Fördersystem werden u.a. für den manuellen Arbeitsplatz Studierende benötigt.
Potential für weitere Projekte	Für das erstellte Konzept besteht die Möglichkeit, durch diverse Optimierungsprojekte seitens der Studierenden das Fördersystem weiter auszubauen
Komptabilität	Die einzelnen Komponenten aus dem Fördersystem können miteinander gekoppelt werden. Dabei wird ebenfalls berücksichtigt, dass beim Austauschen von Wheel Sorter und Kugelrollentisch die vorhandene Kompatibilität nicht eingeschränkt wird.

Rexroth	An der Hochschule sind aktuell Tische von Rexroth vorhanden. Damit die einzelnen Komponenten vom Fördersystem möglichst kompatibel untereinander sind, wird die Herstellung von einem Anbieter angestrebt, um ggf. die Tische als Zwischenstation zu nutzen.
Verstaubarkeit	Aufgrund der begrenzten Räumlichkeiten an der Hochschule wird das Fördersystem grundsätzlich nicht dauerhaft im Raum, in dem die Praxislabore stattfinden, untergebracht. Aus diesem Grund ist es erforderlich, dass das Fördersystem in einem fest eingeplanten Quadratmeterplatz untergebracht wird, in dem die einzelnen Komponenten untereinander gestapelt oder verstaут werden können.
Gewichtsbeschränkung	Für das Transportieren des Fördersystems sind ergonomische Aspekte von hoher Wichtigkeit, denn das Fördersystem darf kein zu hohes Gewicht vorweisen, damit das Transportieren ohne Sicherheits- und Gesundheitsrisiken vollzogen werden kann.
Schnelle Zusammenführung	In Anbetracht der Flexibilität und Kompatibilität ist eine schnelle Zusammenführung des Fördersystems erforderlich. Sofern einzelne Komponenten auseinander- und aneinandergesetzt werden, soll dies innerhalb von einigen Minuten möglich sein.
Handhabung durch eine einzelne Person	Der Professor soll das Fördersystem möglichst als einzelne Person bedienen können. Nach der Veranstaltung müssen ggf. die Studierenden zu Folgeterminen, daher bezieht sich diese Anforderung auch darauf, dass der Auf- und Abbau als einzelne Person vollbracht werden kann.

Tabelle 1 - Anforderungskriterien für das Fördersystem

3.3 Rahmenbedingungen

Für das Festlegen von Richtlinien sind gewisse Bedingungen erforderlich. Im Kapitel 3.2 wurden die Anforderungskriterien klar definiert. Mit den Rahmenbedingungen in diesem Kapitel werden Grenzen und Mindestanforderungen gesetzt. Die Rahmenbedingungen werden tabellarisch aufgelistet.

Länge des gesamten Fördersystems	Ca. 2 bis 4 m
Breite der Förderbahn	Ca. 0,3 bis 0,8 m
Länge der Rollenbahn	Ca. 0,5 bis 1,2 m
Motorvariante	230 V
Bandgeschwindigkeit der automatischen Förderbahn	Stufenlos verstellbar bis $0,3 \frac{m}{s^2}$

Tabelle 2 - Rahmenbedingungen für das Fördersystem (eigene Darstellung)

Die Maße und Geschwindigkeiten wurden vorher als Rahmenbedingung festgelegt. Dabei wurde danach orientiert, dass die Anforderungskriterien aus Kapitel 3.2 berücksichtigt werden. Die Anforderungskriterien sind Bestandteil der Rahmenbedingungen. Die aus dem Kapitel 2.4 genannten Komponenten aus der Mindmap sind ebenfalls in den Rahmenbedingungen inkludiert. Als Rahmenbedingung wird festgelegt, dass den Studierenden unterschiedliche Komponenten aus einem Materialflusssystem zur Verfügung gestellt werden. Eine Rollenbahn wird mit in das Konzept eingebunden, da diese verschiedene Eigenschaften mitbringt.



Abbildung 15 - Scheren-Rollenbahn Jungheinrich Profishop (2018)

Die Rollenbahn von Jungheinrich ist manuell höhenverstellbar, sodass eine Steigung eingebaut werden kann. Darüber hinaus besitzt die Rollenbahn die Eigenschaft, dass diese gebogen werden kann, sodass eine Kurve entsteht. Die Studierenden sehen dadurch, warum ein Stückgut trotz der ungesicherten Kurve nicht aus der Bahn gerät. Mit dem Wheel Sorter sehen die Studierenden die Umverteilungen von Materialien. Durch einen manuellen Arbeitsplatz wird zum einen selbst Hand angelegt, zum anderen wird deutlich, inwieweit sich maschinell gesteuerte Arbeitsplätze gegenüber manuellen durchsetzen unter den Gesichtspunkten der Durchlaufzeit und Fehlerquote. Durch eine Rollenbahn können die Studenten sehen, dass selbst bei der Einschleusung gewisse Störungen auftreten können. Als letzte Komponente soll mit der Rutsche verdeutlicht werden, dass in der Produktionshalle Höhen genutzt werden und somit Material nach oben oder unten befördert werden muss. Diese Funktion erfüllen unterschiedliche Varianten der Rutschen und Umlaufbeförderer.

3.4 Einsatzgebiet

Für das Fördersystem sind verschiedene Einsatzgebiete hervorgesehen. Zuvor wird aber die Grundidee erläutert, warum das Fördersystem an welchen Orten eingesetzt werden kann. Da die Hochschule das Ziel verfolgt, ein eigenes Stückgut zu befördern und in unterschiedlichen Verwendungsmöglichkeiten zu nutzen, stehen wie bereits in den vorherigen Kapiteln erwähnt die Nutzung des Fördersystems an der Hochschule im Vordergrund. Dabei besteht die Möglichkeit des Einsatzes an Praxislaboren und Vorlesungen. Anhand der Kriterien aus dem Kapitel 3.2 wird ersichtlich, dass das Fördersystem Modularität und Mobilität mitbringen soll. Dadurch haben Professoren die Möglichkeit, zu beliebiger Zeit verschiedene Teile des Fördersystems während der Vorlesungen den Studierenden zu präsentieren. Dadurch gestaltet sich die Vorlesung lebhafter und liefert den gewissen praxisnahen Anteil. Als dritte Alternative besteht die Möglichkeit, das konzeptionierte Fördersystem auf Messen zu präsentieren. Die Hochschule stärkt somit Ihr Image und lenkt zudem die Aufmerksamkeit von zukünftigen Studierenden auf sich, welche eine geeignete Hochschule für Ihren zukünftigen Karriereweg suchen. Mit dem Zweck, dass Projekte, Vorlesungen und Praxislabore an der Hochschule zur regelmäßigen Verwendung gehören, wird die Attraktivität enorm steigen. In Anbetracht der Vorlesung wird innerhalb eines Semesters eine gewisse

Abwechslung geboten. Mit dem Wechsel auf die Förderbahn, zumindest Teile der Förderbahn, haben Studierende eine erhöhte Aufmerksamkeit, da Sie etwas zum Anfassen haben.

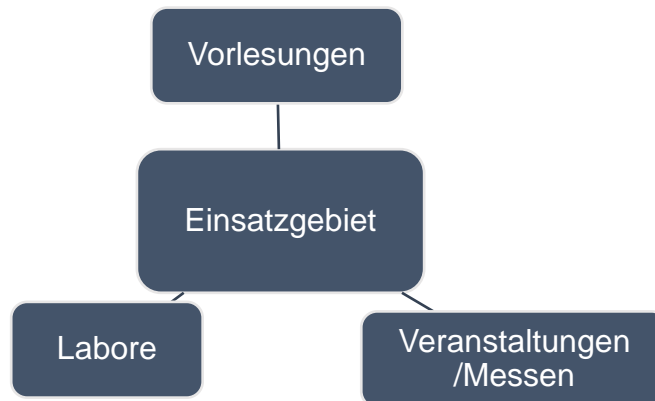


Abbildung 16 - Mögliche Einsatzgebiete für das Fördersystem (eigene Darstellung)

3.5 Zielgruppen

Im Kapitel 3.4 wird deutlich, dass das Fördersystem in drei Einsatzgebieten genutzt werden kann. In diesem Kapitel wird deutlich, welche potentiellen Zielgruppen vorhanden sind und welche realistisch in Betracht gezogen werden können. Dabei werden sich die Zielgruppen immer auf die im vorherigen Kapitel 3.4 erwähnten Einsatzgebiete beziehen.

Die wichtigste Zielgruppe bei der Konzeptentwicklung sind die Studierenden. Die Konzeptionierung des Fördersystems soll erfolgen, damit in erster Linie den Studenten der Praxisbezug und das effiziente Lernen geboten werden. Mit der folgenden Visualisierung wird der Gedanke verdeutlicht und gestärkt.⁷

- Was wir hören 20%
- Was wir sehen 30%
- Was wir hören und sehen 50%
- Worüber wir reden 70%
- Was wir tun 90%

⁷ Brainfit (vgl. Lerntypen, www.brain-fit-com, 2016)

Durch diese Statistik wird deutlich, dass bei einer Vorlesung die Studenten durchschnittlich 20 Prozent des Inhaltes behalten. Indem Sie aktiv mitwirken beim Fördersystem, durch u.a. den manuellen Arbeitsplatz, steigert sich die Lerneffizienz um durchschnittlich 70%.

Eine weitere Zielgruppe sind Ingenieure, insbesondere Berufseinsteiger. Berufseinsteiger haben oftmals theoretisch exzellente Kenntnisse erlangt. Das in der Theorie erlangte Wissen wurde bisher zum Großteil nicht in der Praxis angewendet. Daher besteht durch die Konzeptionierung des Fördersystems die Möglichkeit, Praxiskenntnisse zu sammeln und im Unternehmen anzuwenden. Fördertechnik, Materialflusstechnik und Logistik werden in den Studiengängen von Produktionstechnik, Produktionsmanagement und Wirtschaftsingenieurwesen behandelt. Diese genannten Studiengänge bilden die Schnittstelle zwischen Technik und Wirtschaft. Für Professoren und wissenschaftliche Mitarbeiter ist die Konzeptionierung der Förderbahn ebenfalls von hoher Bedeutung. Diese Zielgruppen sind letztendlich die Vermittler der theoretischen und praktischen Grundlagen. Die Studierenden brauchen Betreuer mit entsprechendem Fachwissen, damit die Einarbeitung gelingt. Unternehmen aus der Industrie sind eine weitere Zielgruppe, denn wie bereits im Kapitel 3.4 erläutert, sind eines der potentiellen Einsatzgebiete Messen und Veranstaltungen. Unternehmen werden dadurch auf die Hochschule aufmerksam. Dadurch besteht die Möglichkeit, dass die Unternehmen als Sponsoren agieren können und weitere Projekte finanziell unterstützen. Auf die Potentiale wird im Kapitel 3.6 näher eingegangen.

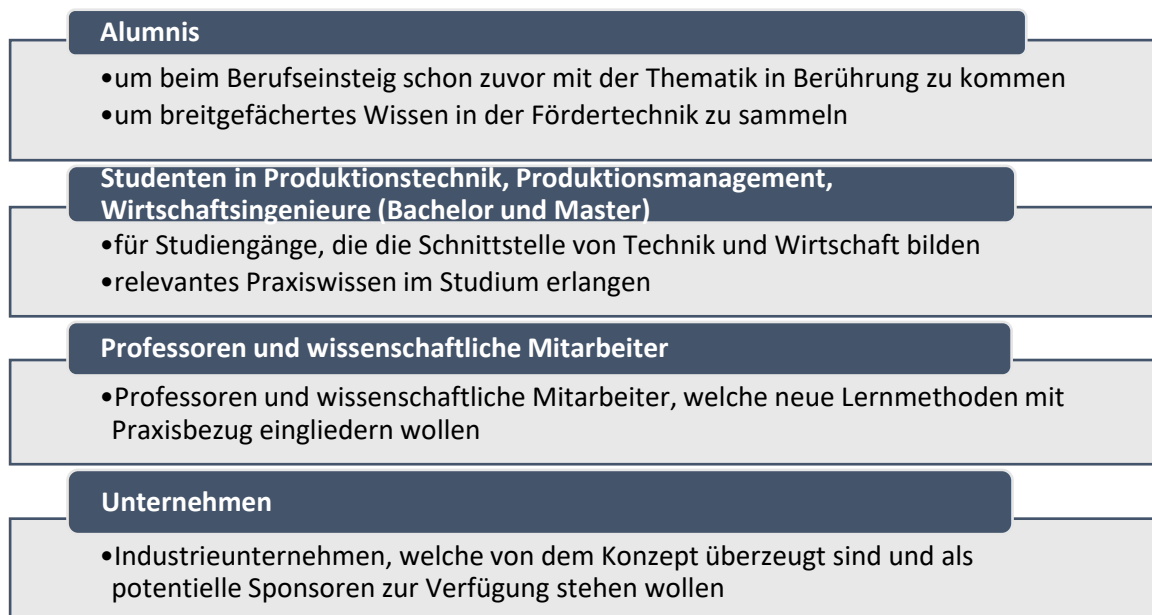


Abbildung 17 - Zielgruppen für das Fördersystem (eigene Darstellung)

Zusammengefasst ist an der Abbildung 19 eine Veranschaulichung der Zielgruppen eingeordnet. Die Zielgruppen werden in vier Kategorien unterteilt. Durch zwei der vier o. g. Zielgruppen konnte bereits bei der Konzeptionierung der Bachelorarbeit profitiert werden, indem Anforderungen von Studenten und wissenschaftlichen Mitarbeitern aufgenommen wurden.



Abbildung 18 - Unterteilung der Zielgruppen (eigene Darstellung)

3.6 Potential und Weiterentwicklungsmöglichkeiten des Fördersystems

In den vergangenen Kapiteln wurde der Prozess für die Konzeptionierung eines Fördersystems eingeführt, Grundlagen wurden geschaffen und es wurde vertieft in gewisse Richtlinien eingegangen. Beim Vorstellen der Skizzen wird ersichtlich, dass Optimierungsmaßnahmen vollzogen werden können. Denn im Vergleich zu den aktuellen Fördersystemen in der Industrie, insbesondere in Bezug auf I40 zeigen die Skizzen Verbesserungspotential. Da bei der Grundidee der Fokus darauf gelegt ist, dass diese Bachelorarbeit als Erstkonzept genutzt wird und mit weiteren Projekten

Verbesserungen vorgenommen werden können, wird in diesem Kapitel näher beschrieben und erläutert, mit welchen Grundmitteln dies erfolgen kann.

Dabei ist die Herangehensweise in diesem Unterkapitel wie folgt:

1. Verdeutlichen, an welchen Projekten Verbesserungen der Erstkonzeptionierung getroffen werden können und wieviel Workload zur Verfügung steht
2. Tabellarisch auf Skizzen eingehen, Ist-Situation aufnehmen und jeweils zwei Verbesserungsvorschläge mit Zeitaufwand bzw. Workload nennen
3. Zuordnung der Projekte an Verbesserungsvorschlägen an Ist-Situationen
4. Bezug auf weitere Verbesserungsprojekte fernab der Skizzen

Bei der tabellarischen Übersicht ist zu berücksichtigen, dass ein Arbeitsaufwand von 30 Stunden (h) einem Creditpoint (CP) entspricht. Als studentische Hilfskraft wird die Richtlinie genommen, dass ein Student sechs Monate durchgehend 15 Stunden (h) die Woche arbeitet und sich bei der Arbeit lediglich dem Projekt widmet. Da aus dieser Alternative Kosten seitens der Hochschule entstehen, wird diese Möglichkeit im Voraus ausgeschlossen. Als Alternative wird eine Studienarbeit gewählt, die im Rahmen des Studiums vom Studenten absolviert werden muss. Der Workload hier beträgt ebenfalls 150 h. Bei einem Bachelorprojekt steckt ein Workload von 150 h je Student. Das Bachelorprojekt wird von durchschnittlich fünf Studenten bearbeitet, daher wird von 750 h ausgegangen.⁸



Abbildung 19 - Zuordnung Workload und Projekt (eigene Darstellung)

⁸ HAW Hamburg (vgl. <https://www.haw-hamburg.de/ti-mp/studium/bachelor/produktionstechnik-und-management/module.html>)

Die Verbesserungsvorschläge aus der folgenden Tabelle sind Möglichkeiten, nach Fertigstellung das Fördersystem weiter zu optimieren. *Dabei gilt der Hinweis, dass in der Ist-Situation der Tabelle nicht alle Möglichkeiten an Verbesserungsmöglichkeiten genannt sind. Alternativen A und B sind zwei Beispielmöglichkeiten, daneben gibt es diverse weitere Alternativen.*

Ist-Situation am Arbeitsplatz	Neue Alternative A	Neue Alternative B	Geschätzter Zeitaufwand
<i>Nach der Rutsche wird das Stückgut manuell zur Rollenbahn (Anfangsposition transportiert</i>	Fahrerloses Transportsystem (FTS)	Verbindung durch eine weitere Förderbahn	600 – 800 h
<i>Wheel Sorter wird manuell bedient, dadurch Sortierung per Knopfdruck</i>	Durch Kamera automatisch das Lenken der Richtung auslösen	Lichtschranke	120 - 160 h
<i>Manueller Arbeitsplatz wird besetzt durch Studenten</i>	Staukettenförderer	Automatische Förderbahn	350 – 400 h
<i>Nach dem Einschleusen treffen Materialien aus zwei Richtungen aufeinander</i>	Staukettenförderer und Stautisch	Bereits beim manuellen Arbeitsplatz zum Ende einen Staukettenförderer mit einer Sperrung, um Störungen zu vermeiden	800 – 950 h

Tabelle 3 - Zuordnung neuer Projekte zu den jeweiligen Zeitaufwänden

Durch den zugeordneten Zeitaufwand in Tabelle 3 entsteht eine Zuordnung, die folgendermaßen aussieht:

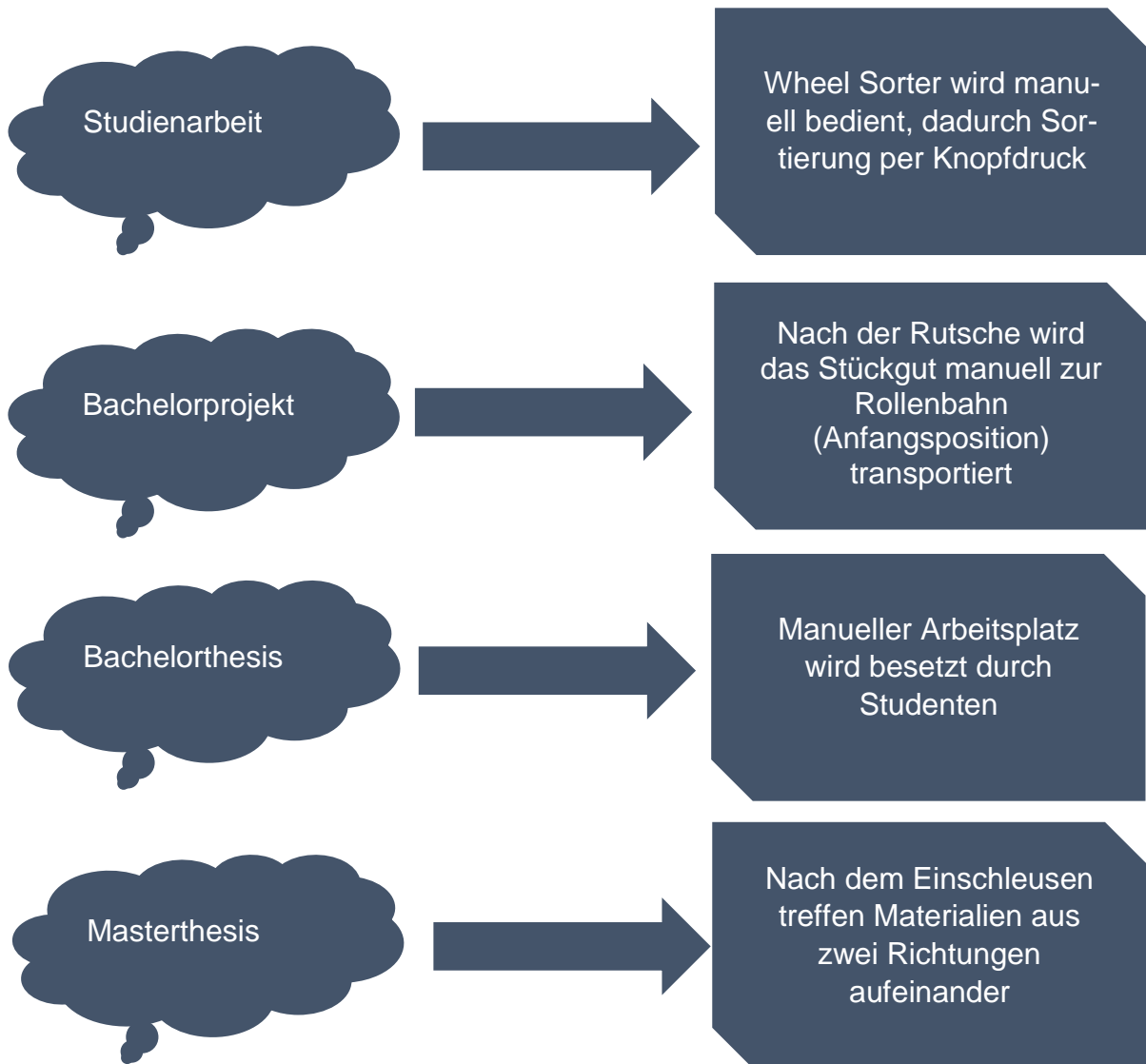


Abbildung 20 - Endgültige Zuordnung von Potentialprojekten zu den Projekten (eigene Darstellung)

Die Zuordnung erfolgt nach Ermittlung des Zeitaufwandes der jeweiligen Projekte, die in der Abbildung 21 zu sehen sind. Die zur Verfügung stehende Zeit wurde nach den Richtlinien der Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Hamburg, nach den Bachelor- sowie Masterstudiengängen Produktionstechnik und -management entnommen.

In diesem Kapitel wird ersichtlich, dass die Konzeptentwicklung von Optimierungsmaßnahmen weiter ausgebaut werden kann.

Neben den Optimierungen an einzelnen Komponenten können auch generelle Veränderungen und Vorkehrungen getroffen werden. Eine Möglichkeit ist die Veränderung des Materialflusses. Um die Flexibilität und Modularität als Anforderungskriterien noch weiter in den Fokus zu setzen, können die einzelnen Komponenten aus dem Fördersystem getrennt genutzt werden. In diesem Szenario ist das Anforderungskriterium der Komptabilität nicht gegeben. Die Veränderungen, die aus den ersten Konzeptentwicklungen zutreffen, werden im vierten Kapitel mit dem genauen Konzept ausführlich erläutert und analysiert. Im Kapitel 3.7 wird eine detailliertere Betrachtung für eine nicht gegebene Komptabilität folgen.

Manuelle Arbeitsplätze bringen für die heutige Industrie diverse Optimierungsmöglichkeiten mit sich. Eine Möglichkeit ist die Einbindung von AR am Arbeitsplatz. Ein Student, welcher erstmals den manuellen Arbeitsplatz betritt, kann mithilfe der AR-Brille Handbücher und Arbeitsschrittfolgen digital einblenden und die Realität computergestützt erweitern, damit eine eigenständige Einarbeitung erfolgt.

Durch die Anforderungskriterien Modularität, Mobilität und Komptabilität wird ebenfalls in Erwähnung gezogen, ein PBL-System einzubauen. Die einzelnen Komponenten aus dem Fördersystem können auch ausgebaut werden, sodass diese einzeln verwendet werden können. Durch diese Flexibilität des Fördersystems besteht die Möglichkeit, das ganze Praxisszenario der jeweiligen Skizzen zu erweitern. Bevor das Stückgut zur Rollenbahn gebracht wird, müssen in eine Kiste die gewünschten Bauteile kommissioniert werden. Hierbei entsteht das Potential, weitere Projekte mit einzugliedern. Zum einen kann ein Projekt gestartet werden, dass das Stückgut in der Kiste nach dem Kommissionieren zur Rollenbahn transportiert wird. Dies kann manuell durch einen Menschen, mit einem FTS oder anderweitig realisiert werden. Zum anderen entsteht ein weiteres Projekt durch die Kopplung eines PBL-Systems.



Abbildung 21 - PBL-Projekt an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Juni 2018

In dieser Abbildung ist ein beispielhaftes PBL-System zu sehen, welches innerhalb eines Projektes in der Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Hamburg erarbeitet wurde. Nach Eingeben des Codes auf der Tastatur kann in eine Kiste kommissioniert werden. Dabei werden durch die kleinen Bildschirme, welche nacheinander aufleuchten, die Anzahl der zu entnehmenden Menge angezeigt. Das System erkennt an, dass die gewünschte Anzahl an Materialien entnommen wurde, wenn mit der Hand hineingegriffen wird. Der Bluetooth-Sensor erkennt die Hand an, sobald diese über ein ausgewähltes Feld greift.

In der unten stehenden Abbildung 23 ist das Tastaturfeld nochmal genauer zu sehen. Bei diesem Vorgang hält der Student seine Karte gegen das dafür vorgesehene Feld. Daraufhin wird der Student aufgefordert, eine Zahlenkombination einzugeben, die dem Code entspricht. Nach Befolgen der Anweisungen fangen die Boxen reihenweise an, blau aufzuleuchten. Dadurch weiß der Student aus welcher Kiste er welche Anzahl an Materialien entnehmen soll. Nach Entnahme der gewünschten Menge leuchtet die Kiste grün auf und die nächste Kiste blau.



Abbildung 22 - PBL-System an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Karten- und Auftragsgerät, Juni 2018

Mit der nachfolgenden Abbildung 24 ist eine Seitenansicht der Kiste zu sehen. Dabei sind die Sensoren sichtbar, durch die das grüne und blaue Licht aufgeht.



Abbildung 23 PBL-System an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Bereich des Bluetooth-Sensor



3.7 Vergleich

In diesem Kapitel wird insbesondere auf das vorherige Kapitel 3.6 eingegangen. Unter Berücksichtigung der Potentiale wird die Sinnhaftigkeit eines offenen bzw. geschlossenen Systems analysiert.

Wie bereits im Kapitel 2.4 erwähnt, wurden Workshops bei Studenten und wissenschaftlichen Mitarbeitern absolviert. Durch diese erfolgt eine bessere Abwägung, doch zunächst werden geschlossene und offene Systeme in diesem thematischen Zusammenhang kurz erläutert.

Im Zusammenhang mit der Förder- und Materialflusstechnik wird unter dem offenen System ein Fördersystem verstanden, welches einen Anfang und ein Ende hat. Wie in Abbildung 13 aus der Skizze zu entnehmen beginnt das Fördersystem mit einer Rollenbahn und endet mit der Rutsche. Die Skizze aus Abbildung 14 zeigt allerdings, dass es keinen Anfangs- und Endpunkt gibt. Hier ist zu erkennen, dass ein Kreislauf vorhanden ist. Dieser Kreislauf stellt ein geschlossenes System dar und bringt gewisse Unterschiede zum offenen System mit.

Um ein offenes System mit einem geschlossenen System gegenüberzustellen, werden die Anforderungskriterien aus Kapitel 3.2 verwendet. Dabei wird ermittelt, ob das jeweilige Anforderungskriterium vollständig erfüllt (+), teilweise erfüllt (\pm), oder in keiner Weise (-) erfüllt wird. Das Resultat, welches nach der nachfolgenden Abbildung ersichtlich wird, zeigt die Sinnhaftigkeit hinter einem geschlossenen sowie offenem System in Zusammenhang mit dieser Bachelorthesis bei der Konzeptionierung einer Förderbahn für die Hochschule.

Für die gesamte Bachelorarbeit wird das offene System mit einem , das geschlossene System mit einem  visualisiert.

	Offenes System U	Geschlossenes System O
Flexibilität	+	±
Mobilität	+	±
Modularität	+	±
Einbindung von ausreichend Studierenden	±	+
Potential für weitere Projekte	+	±
Komptabilität	+	+
Rexroth	+	±
Verstaubarkeit	±	-
Gewichtsbeschränkung	±	-
Schnelle Zusammenführung	±	-
Handhabung durch einzelne Person	±	-

Abbildung 24 - Vergleich zweier Skizzen unter Berücksichtigung der Anforderungskriterien

Der Vergleich zwischen einem offenen (U) und geschlossenen (O) lässt folgende Erkenntnis schließen:

- U besitzt sechs +, fünf ± und null -
- O besitzt zwei +, fünf ± und vier -

Dabei stellt der Vergleich die Sinnhaftigkeit für die Konzeptionierung eines Fördersystems innerhalb der Hochschule dar.

Zusammengefasst lässt die Abbildung 25 schließen, dass ein offenes System sinnvoller in jeglichen Gesichtspunkten hinsichtlich der Anforderungskriterien ist. Im vierten Kapitel werden dann mit dem Programm Google Sketch Up erweiterte, optimierte und unter Berücksichtigung der aus Kapitel 3 gegebenen Resultate und Ergebnisse Skizzen bzw. Konstruktionen folgen. Nichtsdestotrotz wird das Anforderungskriterium Rexroth genauer betrachtet. Das bedeutet, dass beim Anschaffen der Komponenten für das Fördersystem möglichst als Hersteller Rexroth gewählt werden soll. Dadurch wird die Komptabilität geboten. Darüber hinaus besitzt die Hochschule für Angewandte Wissenschaften in Hamburg für die Studiengänge Produktionstechnik und -management in einem Raum für Praxislabore Arbeitstische von Rexroth.



Abbildung 25 - Arbeitstisch Rexroth an der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg, Juni 2018

Bei der Abbildung 26 ist ein typischer Arbeitstisch von Rexroth zu sehen. Hier besteht die Möglichkeit, hinsichtlich der Anforderungskriterien wie u. a. der modularen Ausbaweise z. B. die Rollenbahn zwischen zwei Arbeitstischen durch Leisten zu verbinden. Die Arbeitstische können dann als Arbeitstische bedient werden, wodurch das Anforderungskriterium, ausreichen Studierenden mit einzubinden, erfüllt wird.

4 Konzeptentwicklung

Im vierten Kapitel folgt eine Ausarbeitung des Konzeptes für das Fördersystem. Die ausgearbeiteten Skizzen aus den Brainstormings werden detaillierter ausgearbeitet mit Hilfe von Google Sketch Up. Zuvor wird in Kapitel 4.1 ein Morphologischer Kasten unter Berücksichtigung der Skizzen und Potentiale aus dem Kapitel 3.6 visualisiert und ausgearbeitet. Nachdem die daraus resultierenden Ergebnisse im Kapitel 4.2 visualisiert werden, erfolgt im darauffolgenden Kapitel 4.3 die Nutzwertanalyse. Zum Ende des Kapitels erfolgt eine Pro-Contra-Diskussion, um die zwei ausgearbeiteten Konzepte gegenüberzustellen.

Als kurzer Rückblick wird kurz zusammengefasst, was bisher in dieser Bachelorthesis erarbeitet wurde. Im ersten Kapitel wurde die Konzeptionierung eines modularen und erweiterbaren Fördersystems für den Laborbetrieb eingeführt. Im zweiten Kapitel erfolgte die fachliche Grundlage. Im dritten Kapitel wurden Anforderungen generiert und gegenübergestellt. Zudem erfolgte eine Potentialanalyse und Konkretisierung der Skizzen. Das vierte Kapitel wird entsprechend auf die vorherigen Kapitel aufbauen. Das Konzept wird konkret, indem zwei Varianten ausgearbeitet werden, sodass im fünften Kapitel eine Bewertung erfolgt. Im sechsten Kapitel wird es einen Ausblick und ein Fazit geben.

In der Abbildung 27 befindet sich eine Visualisierung des obigen Abschnittes. Dabei werden lediglich die hervorzuhebenden Themen aus den jeweiligen Kapiteln genannt.

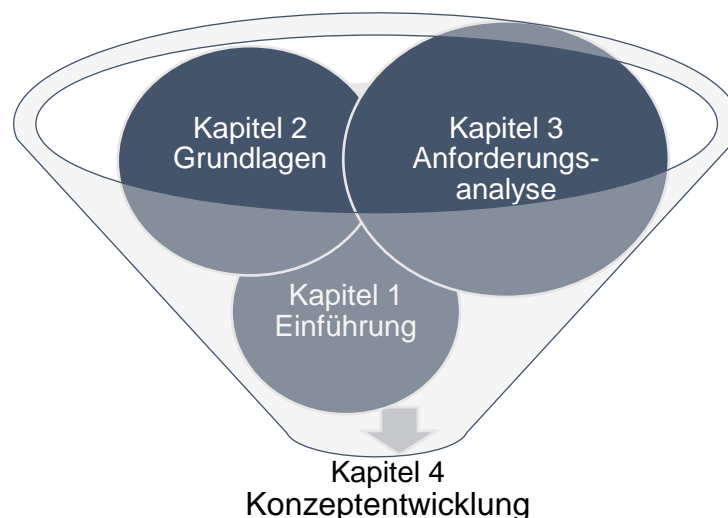


Abbildung 26 - Zusammenkommen der Konzepte (eigene Darstellung)

4.1 Morphologischer Kasten

Eine gängige, simple und effiziente Kreativitätstechnik zur Lösungsfindung erfolgt durch den morphologischen Kasten. Durch den morphologischen Kasten sollen die bisher erlangten Ansätze zu neuen Ergebnissen kombiniert werden, in diesem Fall zwei. Die linke Spalte benennt die jeweiligen Merkmale bzw. Parameter. Die drei daneben stehenden Spalten zeigen die jeweiligen Varianten. Durch die farbliche Auswahl entstehen zwei finale Varianten, welche im darauffolgenden Kapitel 4.2 visualisiert werden. Beim Morphologischen Kasten stellen die drei Variante A bis C Möglichkeiten für die Konzeptionierung dar. Dabei ist zu berücksichtigen, dass es andere bzw. weitere Varianten gibt, die für diese Bachelorarbeit nicht von Relevanz sind.

Legende:

○ = Geschlossenes System

U = Offenes System

Merkmals	Variante A	Variante B	Variante C
Beginn des Fördersystems	Rollenbahn U	Staukettenförderer ○	Stufenlos verstellbare Förderbahn
Verteilen der fehlerhaften und ordnungsgemäßen Materialien	Kugelrollentisch ggf. manuelle Bedienung	Manuell auf einem Blech-Arbeitsplatz U ○	Wheel Sorter
Einschleusen nach dem manuellen Arbeitsplatz	Staukettenförderer U	Rollenbahn ○	Studierender transportiert selbstständig das Material

Vermeidung von Kollisionen beim Einschleusen der Materialien nach dem manuellen Arbeitsplatz auf die Förderbahn	Trennwand, der durch Studierende am manuellen Arbeitsplatz per Hebel bedient werden kann <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> O	Ohne Sicherheitsvorkehrung wird Student mit Timing bei leerer Förderbahn Material einschleusen	FTS bringt Material wieder zum Beginn der Förderbahn, damit es dieses Mal vom Wheel Sorter auf die Förderbahn geschleust wird
Nach Einschleusen der bearbeiteten Materialien	Material wird mit Umlaufbeförderer nach oben befördert für ein geschlossenes System <input type="checkbox"/> O	Material wird mit Rutsche nach unten auf eine Palette befördert für ein offenes System <input type="checkbox"/> U	Ein Stautisch am Ende lässt das Material ansammeln, bis es vom Studierenden abgeholt wird
Sortieren der Materialien beim Wheel Sorter	Lichtschanke <input type="checkbox"/> U <input type="checkbox"/> O	Manuell	Kamera
Einsatz der Rutsche	Am Ende des Fördersystems für ein offenes System <input type="checkbox"/> U	Nach dem Einschleusen der Bahnen	Zum Beginn des Fördersystems für ein geschlossenes System <input type="checkbox"/> O

Transportieren des Stückgutes am Ende	FTS	Manuell durch Studenten U O	Kran
Korrigieren der Fehlerhaften Materialien	Manueller Arbeits- platz -> Student U O	Roboter	Automatisches Ausschleusen und Entsorgen
Transport des Fördersystems	Gabelstapler	Tragen U O	FTS
Beförderung des Materials nach unten	Kippschalensorter (Till-Tray-Sorter) und Rutsche U O	Manuell vom Studierenden	Rutsche

Tabelle 4 - Morphologischer Kasten zur Konzeptionierung von zwei Varianten

Durch die Zusammenstellung der beiden Varianten im morphologischen Kasten werden zwei konkrete Entwürfe erstellt durch Google Sketch Up. Zwar richten sich die beiden Varianten an die Skizzen, welche im Kapitel 3.1 entstanden sind. Nichtsdestotrotz sind einige Veränderungen entstanden. Um auf diese detailliert einzugehen sowie die Varianten zu analysieren, werden diese erst nebeneinander visualisiert und im Anschluss einzeln betrachtet.

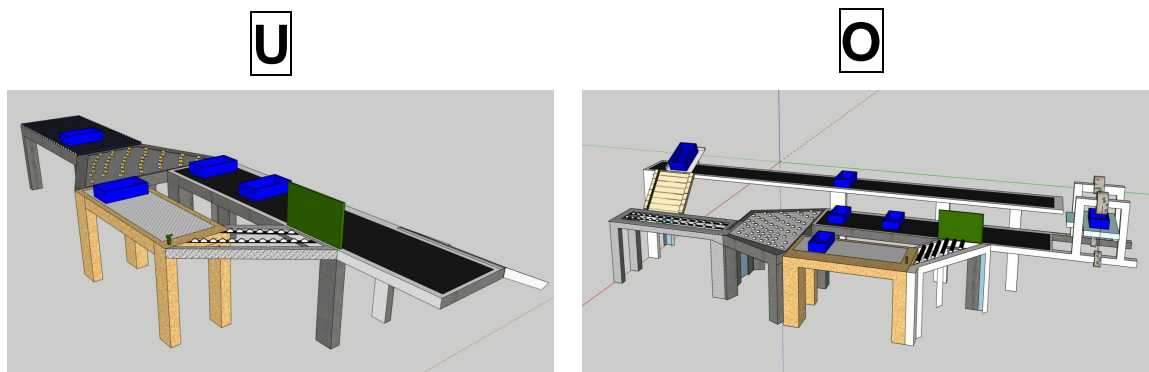


Abbildung 27 - Konzept für Entwurf 1 - offenes System; Konzept für Entwurf 2 – geschlossenes System

Die Abbildung 28 ist aus dem Morphologischen Kasten entstanden und entsprechend der Symbolik zugeordnet. Bevor die beiden Varianten im Kapitel 4.2 erläutert werden, wird auf die Merkmale im Morphologischen Kasten eingegangen. Die Schrittfolge der Merkmale ist so gegliedert, dass eine gewisse Chronologie herrscht. Zuerst wird der auf den Beginn des Fördersystems eingegangen, dann auf die Aufteilung, die parallel laufenden Arbeitsplätze und das Ende. Dabei wird ersichtlich, dass Entwurf 1 ein offenes, Entwurf 2 ein geschlossenes System darstellt. In den anschließenden Unterkapiteln wird zudem erläutert, inwieweit ein geschlossenes bzw. offenes System für die Hochschule in Bezug auf die Anforderungskriterien in Frage kommt. Bei der detaillierten Betrachtung ist erkennbar, dass die beiden Fördersysteme Ähnlichkeiten aufweisen, aber an ausgewählten Stellen Unterschiede aufweisen. Abbildung 25 in Kapitel 3.7 hat bereits gezeigt, dass ein offenes System hinsichtlich der Anforderungskriterien in Frage kommt, da durch die erhöhten Vorteile eine Realisierung des Konzeptes aus Qualität,- Zeit- und Kostengründen möglich ist. Nichtsdestotrotz wird im vierten Kapitel eine Nutzwertanalyse folgen, um die beiden Entwürfe direkt gegenüberzustellen und um eine Entscheidung zu fällen.

Bei den Entwürfen werden jeweilige detaillierte Erläuterungen folgen. *Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Entwürfe den Materialfluss für die Konzeptionierung darstellen und aus Ingenieurssicht technische Mängel aufweisen können.*

Herausforderungen bei der Konzeptionierung können durch unterschiedliche Aspekte entstehen. Im Kapitel 2.1 werden die fachlichen Grundlagen und Definition erläutert. Dabei wird auch auf die sechs Problemstellungen in der Logistik vertieft eingegangen. Für diese Bachelorthesis sind einige ganz besonders relevant, welche in der nachfolgenden Abbildung 29 visualisiert werden.

Lagerungsproblem

- Aufbewahrungsproblem

Transport- und Umschlageproblem

- Transportproblem

Abbildung 28 - Zwei der sechs Problemstellungen der Logistik

Wie bereits in den Anforderungskriterien aus dem dritten Kapitel zu sehen, ist die Versträubarkeit eines dieser Herausforderungen. Die Hochschule besitzt nur eine begrenzte Fläche, um Material oder ähnliches zu lagern. Versuchs- und Laborräume dienen nicht dem Zweck zur Aufbewahrung von Dingen. Daher muss eine ordnungsmäße Lagerung des Fördersystems erfolgen. Neben dem Aufbewahrungsproblem ist das Transportproblem von hoher Bedeutung. Das Fördersystem kann flexibel in Vorlesungen, wobei einzelne Komponenten durch die Komptabilität genutzt bzw. transportiert werden können und für Praxislabor genutzt werden (siehe Kapitel 3.4). Für die Nutzung in unterschiedlichen Einsatzgebieten muss das Fördersystem transportiert werden. Das Lagerungs- und Transportproblem sind gekoppelt. Die Lösungen hierfür wurden in der Tabelle 5 im Morphologischen Kasten genannt und werden nun ausführlicher erläutert.

4.2 Visualisierung der Varianten

Die beiden Varianten aus dem Morphologischen Kasten werden nun nacheinander genauer betrachtet. Dabei wird mit dem offenen System, also der ersten Variante begonnen.

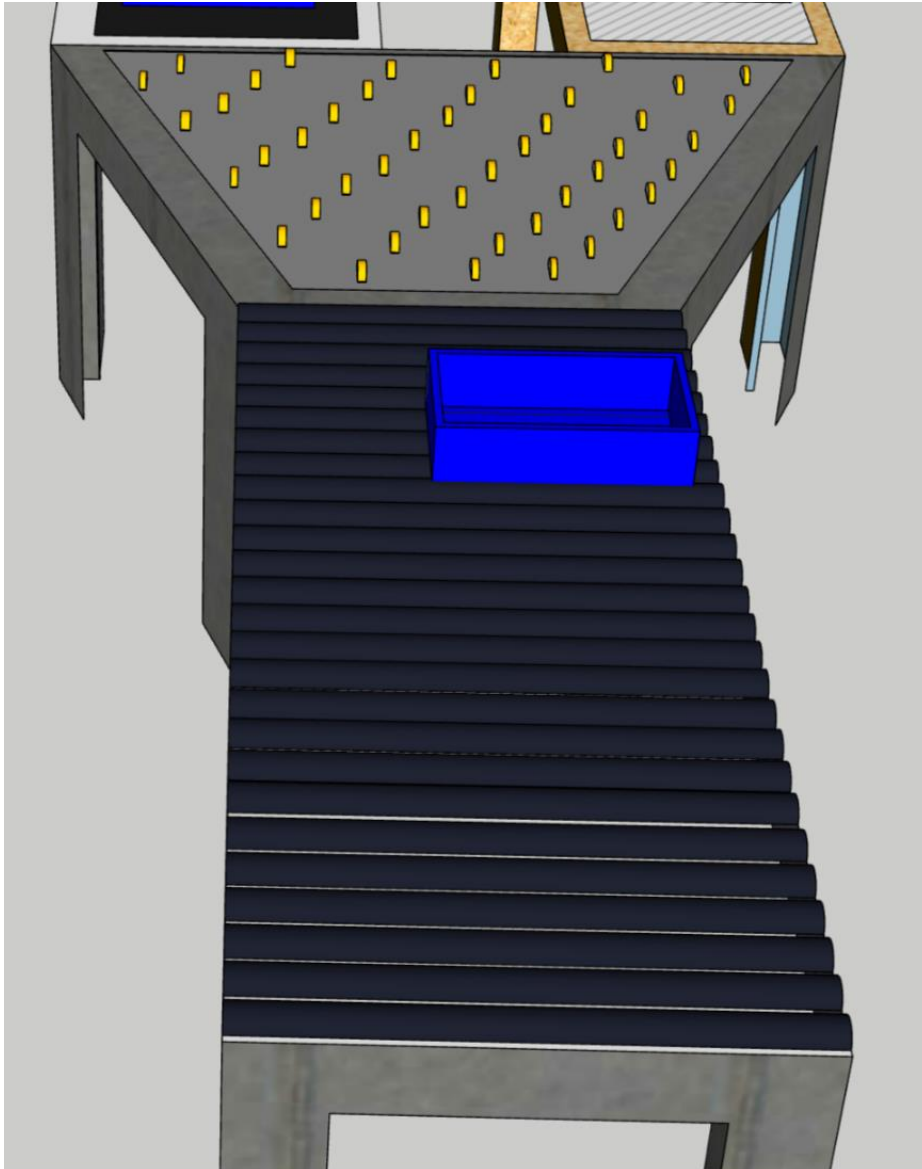


Abbildung 29 - Rollenbahn und Wheel Sorter - Entwurf 1

In der Abbildung 30 ist der Beginn der ersten Variante zu sehen. Diese beginnt mit einer Rollenbahn. Die blauen Kisten können auf Rollenbahn flexibel transportiert werden bis zur nächsten Arbeitsstation. Ausgewählte Rollenbahnen sind ausziehbar und drehbar, sodass die Länge verstellt werden kann. Darüber hinaus können Kurven eingestellt werden. Dadurch wird sichtbar, warum Stückgut ohne Absicherung am Rand

dennoch nicht aus der Bahn fällt. Beim Kauf von Rollenbahn gibt es den Vorteil, dass diese durch die vier Lenkrollen flexibler transportiert werden kann. Außerdem ist diese Rollenbahn manuell höhenverstellbar, wenn eine Neigung eingestellt werden soll. Nach der Rollenbahn gelangt das Stückgut auf den Wheel Sorter, welcher die Kisten eines der beiden Arbeitsstationen lenken soll. Wie bereits im vorherigen Kapitel zu sehen, kann der Wheel Sorter sich anhand von Lichtschranken, einer Kamera oder manuell lenken. In diesem Fall lenkt der Wheel Sorter die Materialien anhand einer Lichtschranke.

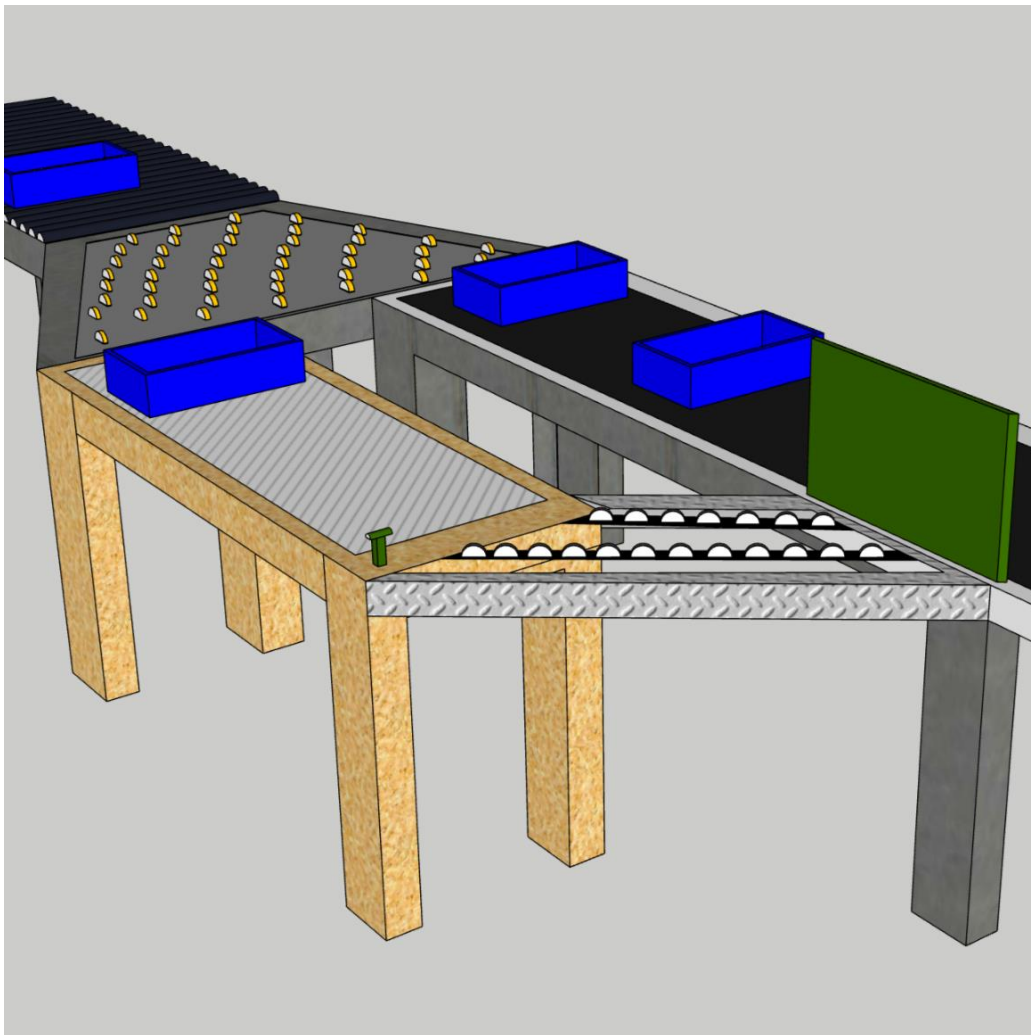


Abbildung 30 - Seitenansicht Entwurf 1

In dieser Abbildung 31 werden die Stationen nach dem Wheel Sorter visualisiert und erklärt. Wie bereits erwähnt können die Kisten mit Materialien auf zwei Plätze umgelenkt werden. Der vom Wheel Sorter aus gesehene rechte Arbeitsplatz stellt den manuellen Arbeitsplatz dar. Der linke stellt den automatischen Bandförderer dar, zu dem die fehlerlosen Materialien gelenkt werden. Beim Bandförderer laufen die Materialien

geradewegs zur nächsten Arbeitsstation. Der manuelle Arbeitsplatz wird von mindestens einem Studenten besetzt. Materialien, welche fehlerhaft sind, werden zum manuellen Arbeitsplatz gelenkt. An diesem Platz werden dann diese vom Studenten entsprechend korrigiert. Danach wird die Kiste auf den Staukettenförderer gebracht. Dieser lässt das Material auf den Bandförderer einschleusen. Um eine Kollision zu vermeiden, befindet sich am Ende des Staukettenförderers eine Trennwand. Diese Trennwand kann nach oben bzw. unten geschoben werden, indem der Schalter am manuellen Arbeitsplatz betätigt wird. Somit kann die Person am manuellen Arbeitsplatz je nachdem, ob aufgrund der Materialien am Bandförderer Platz vorhanden ist, die Trennwand nach unten befördern. Dadurch kann das bearbeitete Material ohne Kollision auf den Bandförderer gebracht werden. Dabei wurde bewusst der Staukettenbeförderer vor der Trennwand gewählt, da dieser die Eigenschaft besitzt, dass Materialien nicht aus der Bahn geschleudert werden, wenn bei laufenden Staukettenförderer eine Trennwand zwischen das Bewegen des Materials hindert.

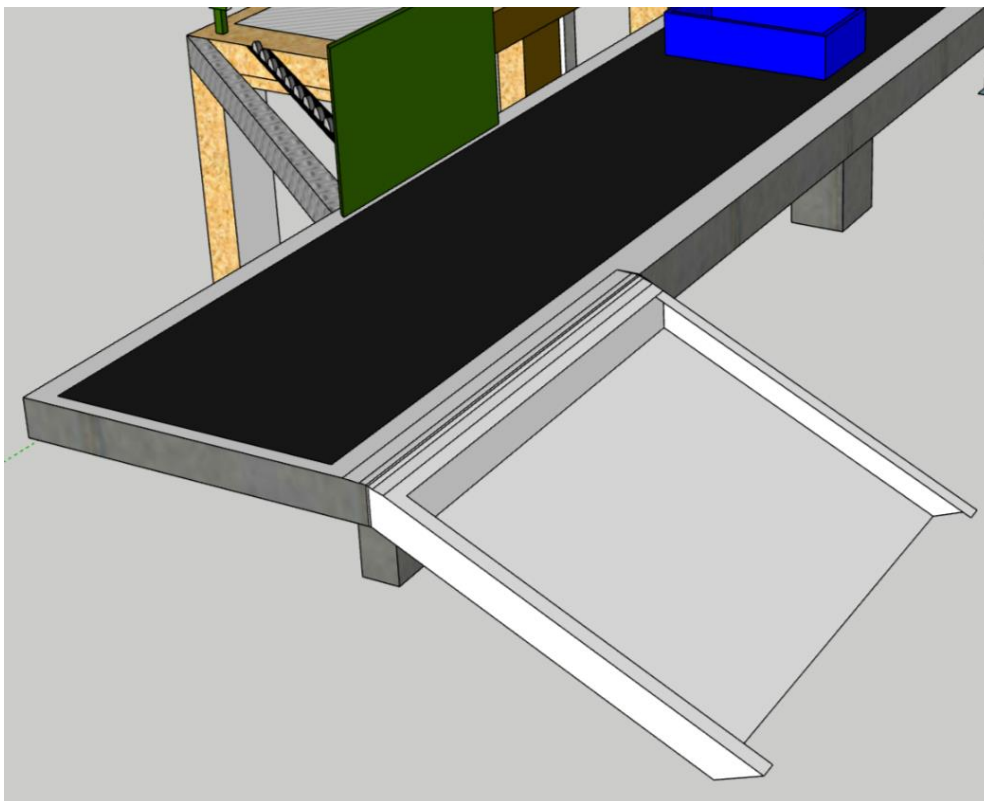


Abbildung 31 - Entwurf 1, Ansicht Bandförderer und Rutsche

Bei dieser Abbildung 32 wird der letzte Part des ersten Entwurfs gezeigt. Sobald die Kisten aus dem manuellen Arbeitsplatz eingeschleust sind, laufen alle gemeinsam am Bandförderer. Am Ende des Bandförderers befindet sich eine Rutsche. Diese befördert

die Kisten mit dem Material nach unten. Unten kann sich eine Palette befinden, auf der sich die Kisten lagern. Nichtsdestotrotz ist es erforderlich, dass ein Studierender bei der Palette stationiert wird, damit er die blauen Kisten mit den Materialien sortieren und ggf. kontrollieren kann. Zwei Möglichkeiten bestehen, die Kisten nach links zu lenken. Zum einen durch einen Kippschalensorter, zum anderen durch ein Bandförderer, welcher 90 Grad zum senkrechten Bandförderer läuft. Da es in diesem Fall nicht festgelegt ist, wird diese Idee in der Abbildung 32 nicht zu sehen sein.

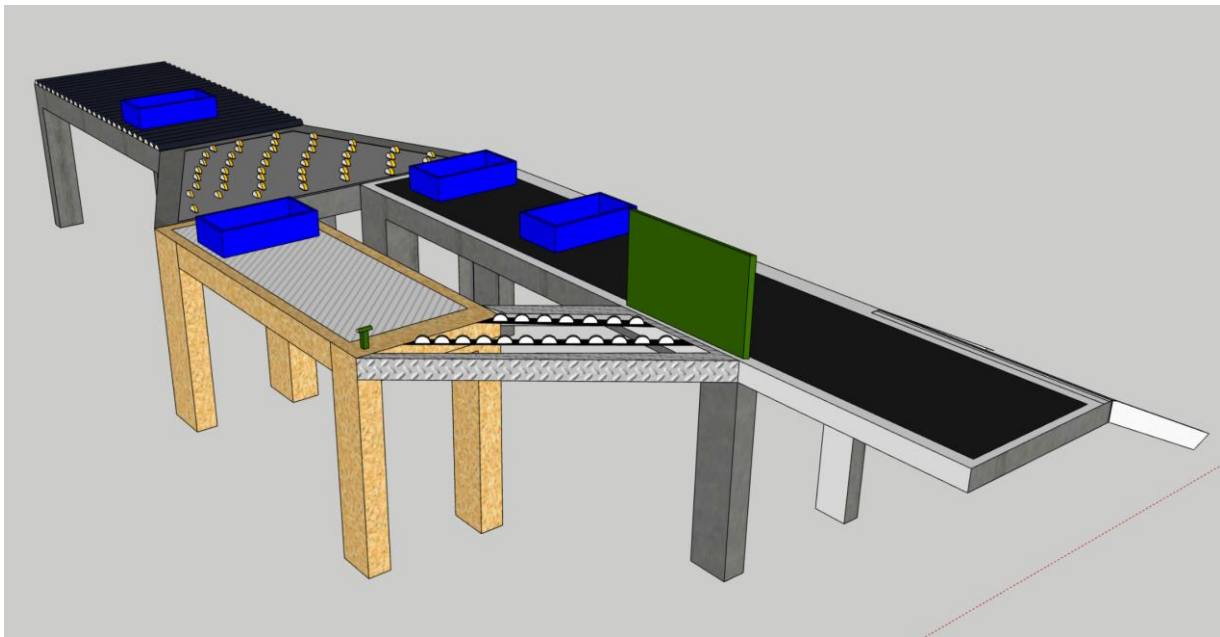


Abbildung 32 - Gesamtansicht Entwurf 1

In der Gesamtansicht ist der Entwurf 1 nochmal in einer größeren Ansicht zusammengefasst zu sehen. Im Großen und Ganzen ist hier ein Fördersystem erkennbar, welches ein offenes System vorweist. Grundsätzlich ist das System kompakt gehalten.

Als Nächstes wird die zweite Variante, das geschlossene System, betrachtet.

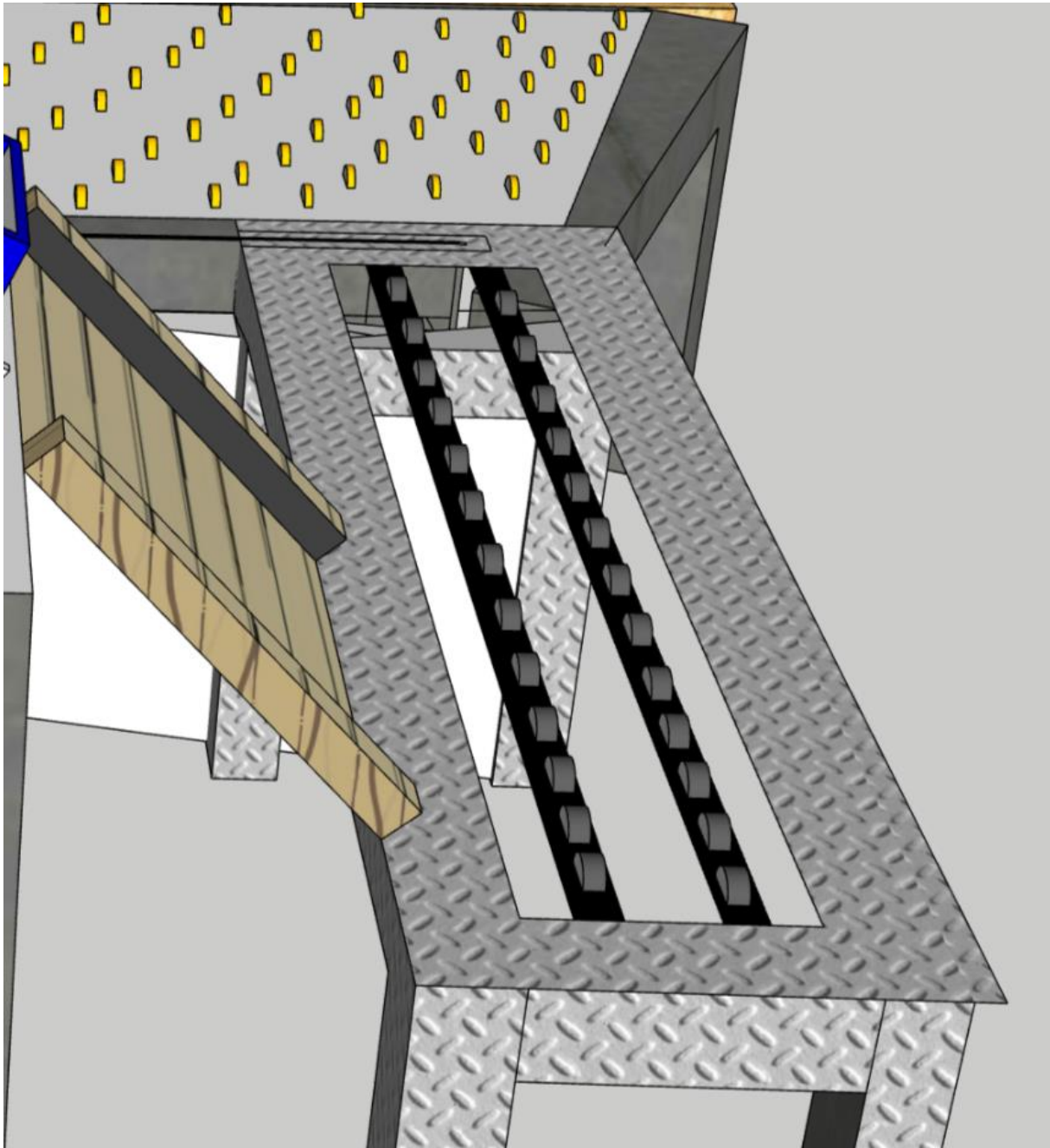


Abbildung 33 - Staukettenförderer und Wheel Sorter - Entwurf 2

In der obigen Abbildung 34 ist der Beginn des zweiten Entwurfs zu sehen. Dabei ist ersichtlich, dass in diesem Konzept das Fördersystem mit einem Staukettenförderer die erste Arbeitssation belegt. Durch den Staukettenförderer wird das Material zum Wheel Sorter befördert, welcher wie im ersten Entwurf im gleichem Maße eine Aufteilung vornimmt.

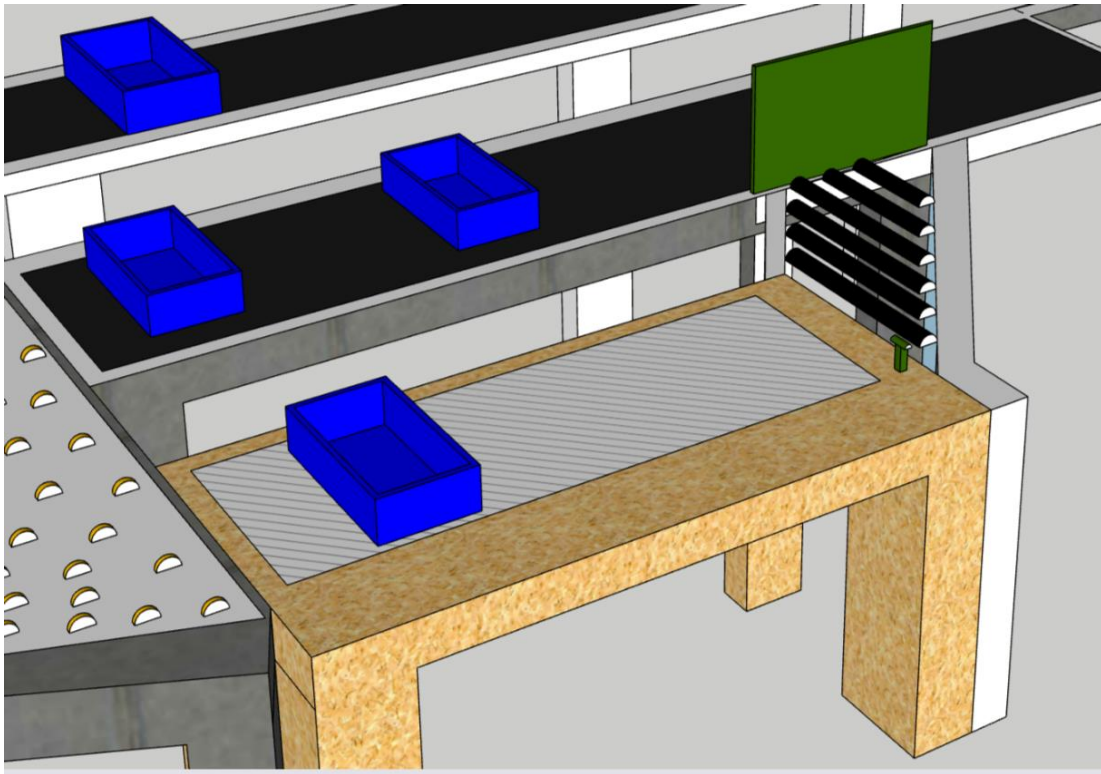


Abbildung 34 - Entwurf 2 - Manueller Arbeitsplatz

Nachdem der Staukettenförderer die Kisten auf den Wheel Sorter befördert, teilt dieser die Materialien auf den Bandförderer (bei fehlerlosen Materialien) bzw. auf den manuellen Arbeitsplatz (bei fehlerhaften Materialien). Der manuelle Arbeitsplatz wird von mindestens einem Studierenden belegt. Dieser bearbeitet die Qualitätsmängel am Stückgut und sorgt für eine ordnungsgemäße Einschleusung nach dem Bearbeiten. Dafür steht dem Studenten ein Schalter am Platz zur Verfügung. Bei Betätigen des Schalters bewegt sich die grüne Trennwand zwischen Rollenbahn und automatische Förderbahn nach unten, sodass das Material problemlos eingeschleust wird.

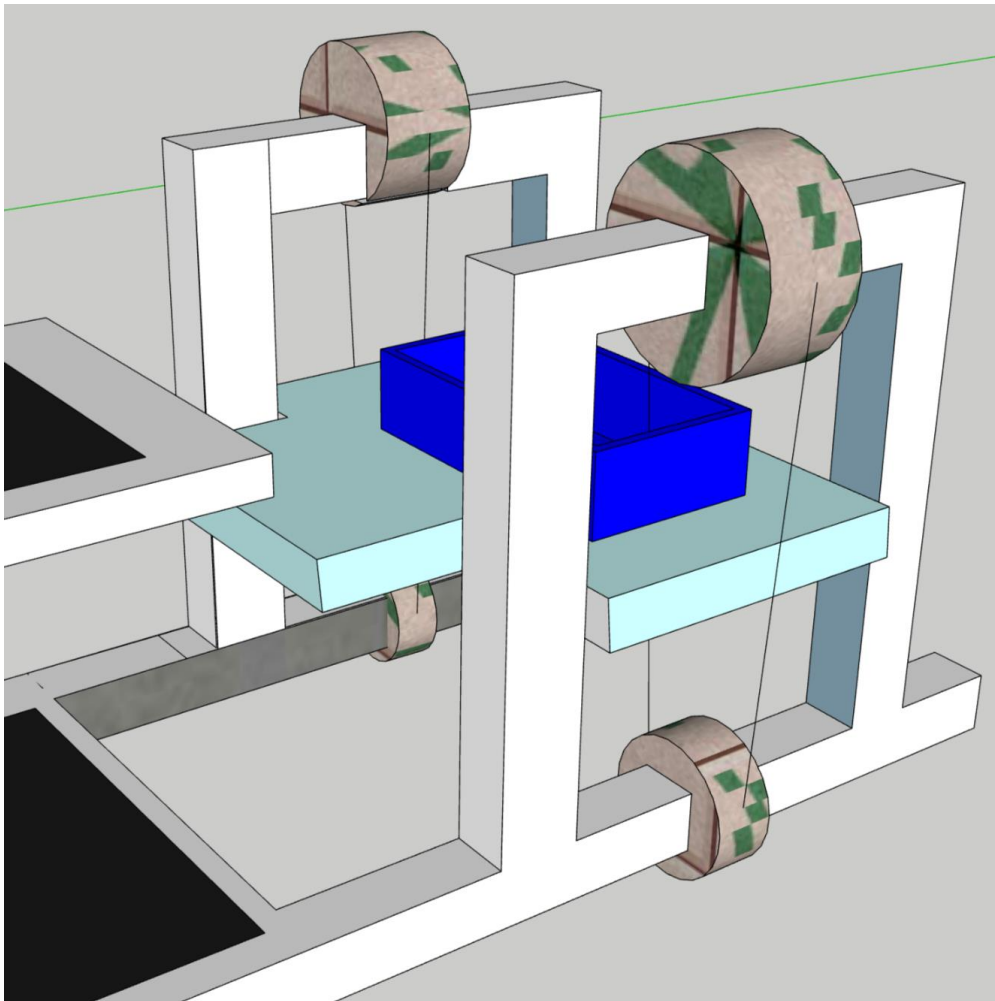


Abbildung 35 - Umlaufbeförderer - Entwurf 2

Bei dem zweiten Entwurf handelt es sich um ein geschlossenes System. Nach dem Einschleusen werden die Kisten bis zum Ende des Förderbandes gebracht. Dort befindet sich ein Umlaufförderer, der die Kisten nach oben befördert. Zuvor befinden sich die Materialien auf der automatischen Förderbahn. Der Umlaufförderer besitzt Ketten, die die Platten nach oben befördern, auf denen sich die Kisten befinden. Die Studenten können dann sehen, dass durch dieses Prinzip der versetzten Ketten die Kisten auf den Platten nicht zum Schaukeln geraten. Beim Umlaufbeförderer wird sich nach dem Prinzip eines Aufzuges gerichtet.⁸

⁸ (vgl. Vorlesung Prof. Gärtner, Materialflusstechnik, Stetigförderer, Stückgut, Teil 2, Seite 41)

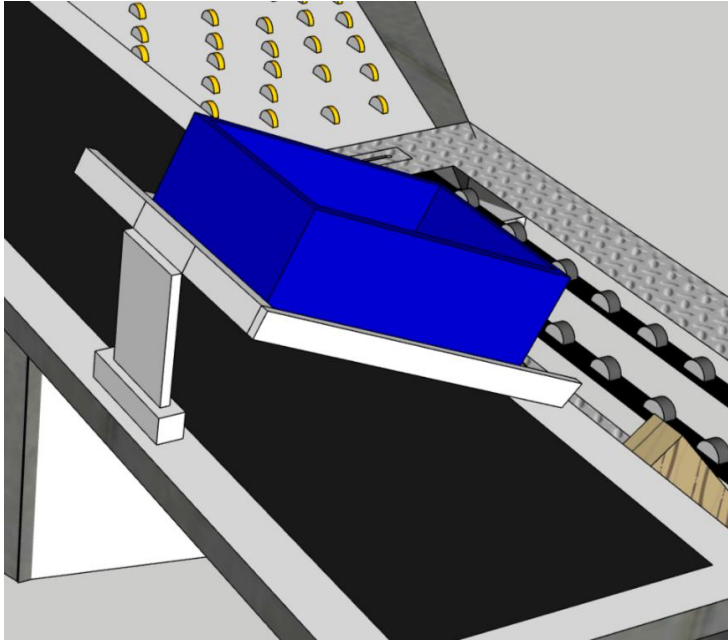


Abbildung 36 - Kippschalensorter - Entwurf 2

Nachdem die Materialien nach oben befördert werden, gelangen sie auf der zweiten Ebene bis in die Höhe des Staukettenförderers, welcher in Abbildung 34 zu sehen ist. Der Weg bis dorthin wird mit einem automatischen Bandförderer ermöglicht. Am Ende des Bandförderers befindet sich ein Kippschalensorter, auch Tilt-Tray Sorter genannt. Dieser besitzt seitlich abklappbare Plattformen. Die Plattformen können manuell durch einen Studenten ausgelöst werden. Dadurch werden die Kisten nach unten gelenkt und durch eine Rutsche nach unten zurück auf den Staukettenförderer gelenkt.

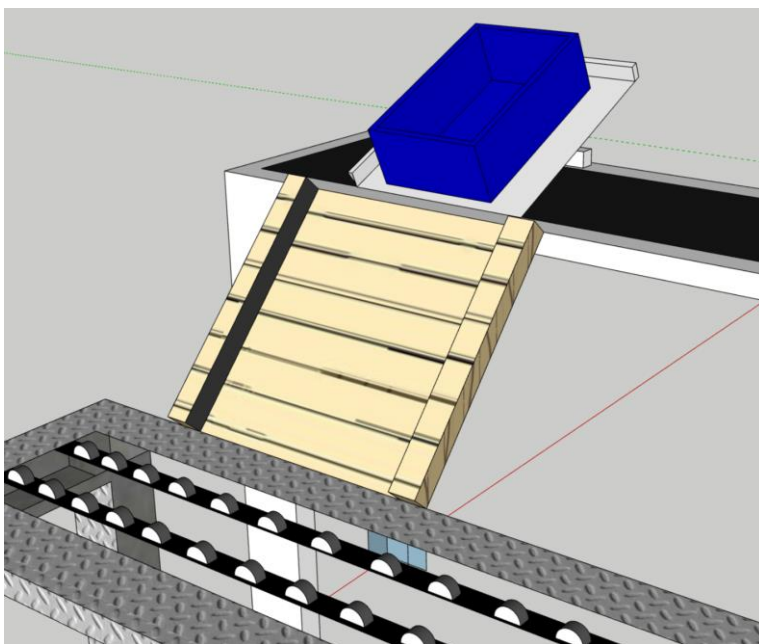


Abbildung 37 - Verbindung des Kippschalensorters mit Rutsche zum Staukettenförderer

Die durch den Kippschalensorter nach unten gelenkten Kisten werden mithilfe einer Rutsche wieder zurück auf den Staukettenförderer gelenkt. Dadurch wird das geschlossene System garantiert.

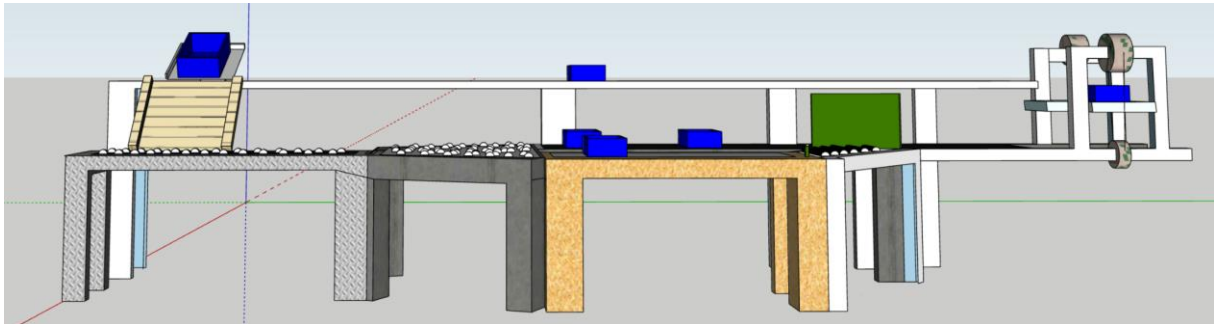


Abbildung 38 - Entwurf 2 - Seitenansicht

In dieser Abbildung 39 ist die Seitenansicht vom zweiten Entwurf zu sehen. Dabei ist zu erkennen, dass dieser Entwurf ein Fördersystem über zwei Ebenen darstellt.

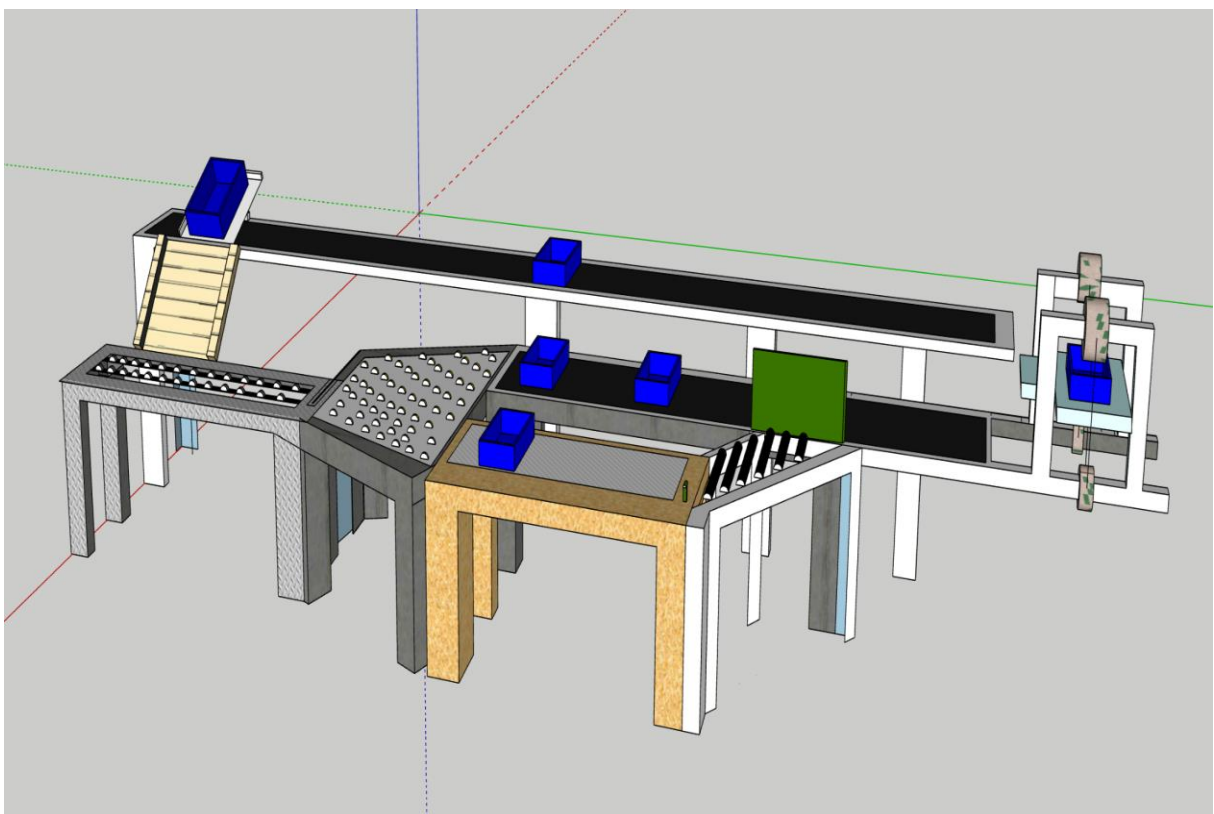


Abbildung 39 - Gesamtansicht - Entwurf 2

Die Gesamtansicht des zweiten Entwurfs lässt erkennen, dass dieser Entwurf wesentlich größer als der erste Entwurf ist. Inwieweit dieser sinnvoll ist, wird im folgenden Kapitel 4.3 Nutzwertanalyse genauer analysiert und bewertet.

4.3 Nutzwertanalyse

Damit Entscheidungen in diesem Konzept mit Zahlen gefestigt werden, wird die Nutzwertanalyse verwendet. Bei der Nutzwertanalyse werden zunächst Alternativen festgelegt, danach Bewertungskriterien definiert und gewichtet. Im Anschluss erfolgt die Bewertung und Summierung der Alternativen, sodass am Ende eine Auswahl bzw. Entscheidung erfolgt. Bei der Nutzwertanalyse in dieser Bachelorthesis werden anhand der Anforderungskriterien die beiden Entwürfe direkt gegenübergestellt. Für die jeweiligen Gewichtungen der Anforderungskriterien wurde eine entsprechende Prioritätsanalyse erstellt. Die Spalten A bis E stellen aus datenschutzgründen die Namen der jeweiligen Studenten.

Für die Prioritätenanalyse werden die Anforderungskriterien fünf Studierenden vorgestellt, welche die Kriterien folgendermaßen bewerten:

- 2 = wichtig
- 1 = mittelmäßig wichtig
- 0 = weniger wichtig

Anforderungskriterien	A	B	C	D	E	Summe je Kriterium	Gewichtung in Prozent
Flexibilität	2	2	1	2	1	8	13,11
Mobilität	1	2	2	2	2	9	14,75
Modularität	2	1	2	1	2	8	13,11
Einbindung von ausreichend Studierenden	1	1	0	0	2	4	6,56
Potential für weitere Projekte	1	1	1	0	2	5	8,20
Komptabilität	0	0	1	2	2	5	8,20
Rexroth	0	0	1	1	1	3	4,91
Verstaubarkeit	2	1	1	2	2	8	13,11
Gewichtsbeschränkung	0	0	1	1	1	3	4,91
Schnelle Zusammenführung	1	0	1	1	1	4	6,56
Handhabung durch eine Person	1	2	0	0	1	4	6,56

Tabelle 5 - Prioritätsanalyse der Anforderungskriterien

Durch die Prioritätenanalyse ergibt sich folgender Rang für die Anforderungskriterien:

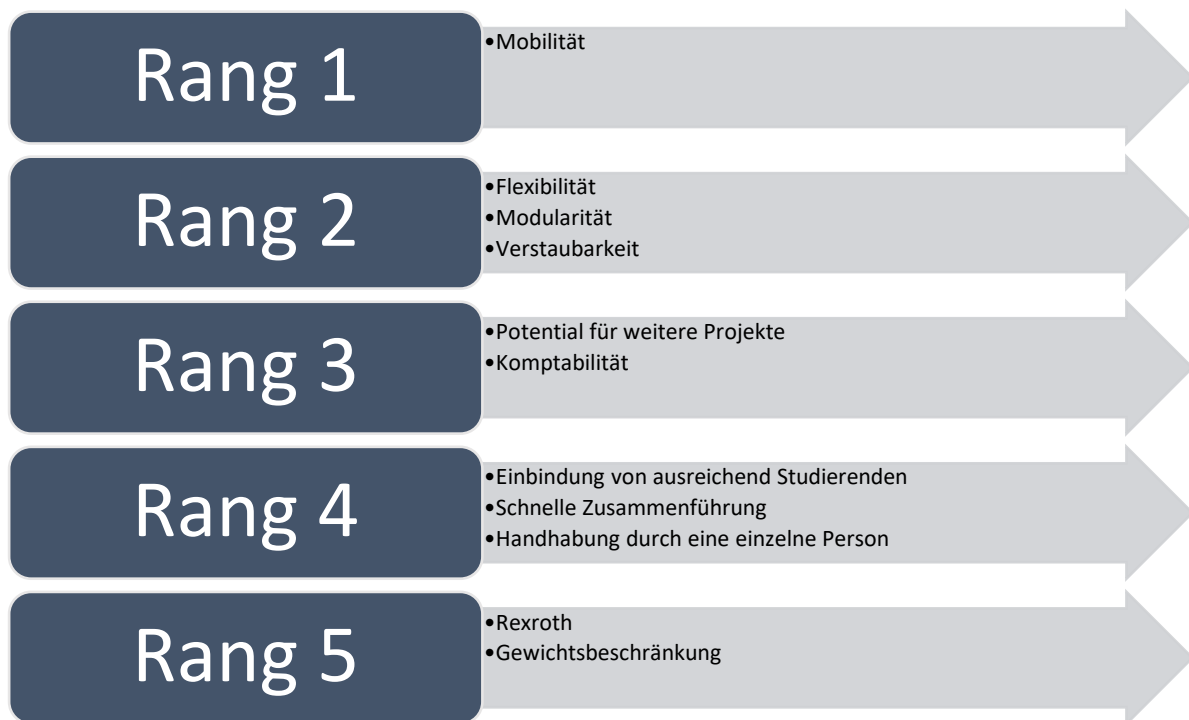


Abbildung 40 - Rang der Anforderungskriterien

Bei der Rangvergabe in Abbildung 41 soll die Gewichtung für die Nutzwertanalyse verdeutlicht werden. Dabei stellt Rang 5 nicht dar, dass diese Kriterien unwichtig sind, sondern nach Umfrage an fünf Studierende weniger wichtig als andere Kriterien.

Bei der Nutzwertanalyse werden beide Entwürfe mit den Gewichtungen aus der Prioritätsanalyse von Tabelle 7 betrachtet. Die Bewertung erfolgt in einer Skala von eins bis zehn, in der eins nicht zutrifft und 10 voll zutrifft.

Anforderungskriterium	Gewichtung	Entwurf 1	Entwurf 2
		U	O
Flexibilität	0,13	8 = 1,04	5 = 0,65
Mobilität	0,15	6 = 0,90	6 = 0,90
Modularität	0,13	7 = 0,91	6 = 0,78
Einbindung von ausreichend Studierenden	0,07	5 = 0,35	7 = 0,49
Potential für weitere Projekte	0,08	9 = 0,72	7 = 0,56
Komptabilität	0,08	6 = 0,48	6 = 0,48
Rexroth	0,05	6 = 0,30	6 = 0,30
Verstaubarkeit	0,13	7 = 0,91	5 = 0,65
Gewichtsbeschränkung	0,05	7 = 0,35	5 = 0,25
Schnelle Zusammenführung	0,07	7 = 0,49	5 = 0,35
Handhabung durch eine einzelne Person	0,07	8 = 0,56	7 = 0,49
Ergebnis	1,0	7.01	5,90

Tabelle 6 - Nutzwertanalyse der beiden Entwürfe

4.4 Pro/Contra

Nachdem die beiden Konzepte durch den morphologischen Kasten erstellt und vorgestellt wurden, anhand der Kriterien eine Nutzwertanalyse erfolgte, wird zum Ende des vierten Kapitels eine Vor- und Nachteile-Argumentation folgen. In der folgenden Abbildung 42 sind Vorteile in grünen Kästchen, Nachteile bzw. Herausforderungen in roten Kästchen eingeordnet. Dabei werden zwei bis drei wesentliche Argumente genannt.



Abbildung 41 - Vor- und Nachteile beider Entwürfe

5 Handlungsempfehlung

Die Handlungsempfehlung in diesem Kapitel bezieht sich auf die im Kapitel 4 erlangten Kenntnisse und Ergebnisse. Dafür erfolgt zuerst eine Bewertung und im Anschluss die Betrachtung auf das Roadmap Projekt der nächsten drei Jahre.

5.1 Bewertung

Durch die Ergebnisse in der Nutzwertanalyse werden einige wichtige Erkenntnisse ersichtlich. Der erste Entwurf **U** weist ein Ergebnis von 7,01 und der zweite Entwurf **O** 5,90 auf. Dadurch ist klar, dass in Bezug auf die Anforderungskriterien der erste Entwurf für die Konzeptionierung des Fördersystems der Hochschule geeigneter ist. Der Höchstwert liegt theoretisch bei 10,0 und mit 7,01 zeigt der erste Entwurf, dass u. a. mit einem offenen System optimale Voraussetzungen geboten sind. Allerdings zeigen beide Entwürfe auch, dass Verbesserungspotential besteht. Weiterentwicklungspotentiale wurden deshalb in Kapitel 3.6 erläutert. Zwar wurden beim Brainstorming und bei Vorlesungen Meinungen von Studenten, wissenschaftlichen Mitarbeitern und Professoren eingeholt, durch die die Attraktivität eines geschlossenen Systems ersichtlich wurde. Denn beim zweiten Entwurf sind mehr Komponenten mit dem Umlaufbeförderer und dem Kippschalensorter vorhanden. Nichtsdestotrotz liegen beim zweiten Entwurf größere Hindernisse vor, weshalb hinsichtlich der Anforderungskriterien die Bewertung entsprechend schlechter als im ersten Entwurf liegt. Werden die einzelnen Merkmale betrachtet, fallen die geringen Werte bei Einbindung von ausreichend Studierenden, Gewichtsbeschränkung und Rexroth auf. Diese Dinge lassen sich lösen, da durch Weiterentwicklungsprojekte. Zwar werden durch die beiden Entwürfe Studierende aktiv mit eingebunden, ggf. können einige sich auch austauschen, doch durch Einbau weiterer Komponenten können innerhalb von einigen Projekten Gruppen bis zu 20 Studierenden mit einbezogen werden. Das Hindernis der Gewichtsbeschränkung spielt in der Hinsicht eine Rolle, dass die ergonomischen Aspekte betrachtet werden müssen. Eine einzelne Person darf nicht über ein entsprechendes Gewicht tragen. Durch FTS, rollende Bretter oder mithilfe von mehreren Personen kann das Transportieren ermöglicht werden. Es ist vorteilhaft, wenn lediglich ein Anbieter bzw. Lieferant

für das Fördersystem zur Verfügung steht. Nichtsdestotrotz kann im Notfall anhand von Entwicklungsprojekten und entsprechender Konstruktion bei verschiedenen Lieferanten das Anforderungskriterium der Komptabilität dennoch erfüllt werden.

Durch die Prioritätsanalyse ist erkennbar, dass folgende Kriterien für die Konzeptionierung am Wichtigsten sind:

- Flexibilität
- Mobilität
- Modularität
- Verstaubarkeit

Nach Nutzwertanalyse zeigt das Ergebnis, dass bei diesen vier Kriterien lediglich bei der Mobilität beide Entwürfe **U** und **O** dieselben Werte erzielen. Ansonsten erhält der erste Entwurf bessere Werte. Durch diese ausschlaggebenden Gründe liegt die Wahl der Konzeptionierung beim ersten Entwurf.

$$\mathbf{U > O.}$$

5.2 Roadmap Projekt bis 2021

Im Kapitel wird der Entschluss gefasst, dass der erste Entwurf **U** für die Konzeptionierung in Frage kommt. Für die Umsetzung dieses Fördersystems wird eine entsprechende Planung für die kommenden drei Jahre vorgenommen, genannt „Roadmap Projekt bis 2021“. Im Kapitel 3.6 ist in den Potentialen zu sehen, dass in Projekten sowie Studien- und Masterarbeiten die Konzeptionierung weiter ergänzt werden können. Dafür kann ein konkreter Dreijahresplan erstellt werden, um festgesetzte Ziele zu realisieren.

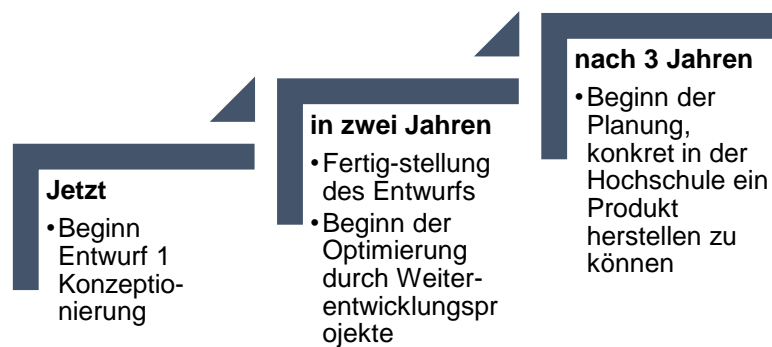


Abbildung 42 - Planung Roadmap Projekt (eigene Darstellung)

Die Hochschule hat das Ziel, in drei Jahren mit der Planung beginnen zu können, ein Produkt durch eigene Produktion herstellen zu können. Durch kontinuierliche Umsetzung in Projekten kann dies anhand des angegebenen Workloads in jeweiligen Projekten realisiert werden.

6 Schlussteil

In diesem Kapitel erfolgt eine präzise Zusammenfassung der Kernergebnisse mit einem kurzen Ausblick.

6.1 Zusammenfassung

Die Zielsetzung dieser Bachelorthesis liegt darin, ein Fördersystem unter Berücksichtigung von ausgewählten Anforderungskriterien zu konzeptionieren. Weiterhin sollen mögliche Potentiale bzw. Weiterentwicklungsprojekte geplant werden, um die mittelfristige Visionen und Ziele umzusetzen. In dieser Bachelorarbeit wurden zunächst Grundidee und Rahmenbedingungen festgelegt, sodass danach eine Anforderungsanalyse folgt. Nach Erstellen von Skizzen konnten zwei Varianten konzeptioniert werden. Diese Skizzen konnten im vierten Kapitel durch den Morphologischen Kasten detailliert und genauer mithilfe von Sketch Up erfasst werden. Dadurch konnte im Anschluss eine Nutzwertanalyse folgen, um die Anforderungskriterien hinsichtlich der beiden detaillierten Entwürfe zu bewerten. In der Handlungsempfehlung konnten dann die in der Nutzwertanalyse erlangten Ergebnisse betrachtet und erläutert werden. Zudem wurde eine Zukunftsplanung für weitere Projekte wieder betrachtet. Die wichtigsten Kriterien waren dabei:

- Verstaubarkeit
- Modularität
- Mobilität
- Flexibilität

Aus diesem Grund ist folgender Entwurf der für Konzeptionierung als Fördersystem geeignet:

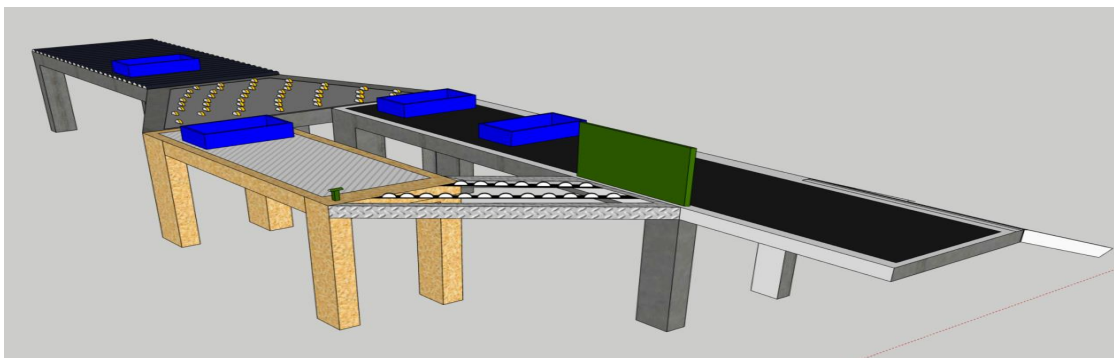


Abbildung 43 - Gesamtansicht Entwurf 1

6.2 Ausblick

Mit dieser Bachelorthesis ist die Vorleistung erbracht, die Konzeptionierung eines modularen und erweiterbaren Fördersystems für den Laborbetrieb an der Hochschule zu beginnen. Bei dieser Konzeptionierung ist eine hervorragende Grundlage geschaffen, um das Projekt starten zu können. Zwar ist es dafür erforderlich, die Anforderungskriterien zu berücksichtigen, doch diese helfen als eine Art Richtlinien bei der Beschaffung der einzelnen Komponenten.

Hervorzuheben als Anschlussprojekte ist insbesondere das PBL-System. Dies kann ebenfalls in den Laborbetrieb inkludiert werden, damit mehr Studierende eingebunden werden und eine wichtige Komponente aus der Industrie bereits in der Hochschule behandelt wird.

Nichtsdestotrotz sollten die Schwachstellen bzw. Herausforderungen nicht außer Acht gelassen werden. Dazu gehören, dass folgende Hinweise beachtet werden sollen:

- Zeitmanagement bei Projekten soll stets aufrecht und beibehalten werden, denn ein Bestellvorgang beim Lieferanten trägt einen hohen Zeitaufwand
- Lieferanten wie Rexroth zu bewegen, Materialien zur gewünschten Zeit, am richtigen Ort, mit der richtigen Qualität und dem richtigen Preis zu liefern
- Bei den insgesamt elf Anforderungskriterien ist es anspruchsvoll, diese während der gesamten Projektphase zu berücksichtigen

Meiner Meinung nach stellt die Konzeptionierung eines Fördersystems innerhalb der Hochschule eine große Herausforderung dar. Demzufolge ist es wichtig, auf Risiken wie Anforderungskriterien und Zeitverzögerungen entgegenzuwirken mit z. B. dem Einbauen von Puffern. Darüber hinaus bietet ein solches Projekt einen enormen Lernerfolg in dem Fachgebiet der Förder- und Materialflusstechnik. Zudem wird mit dieser Konzeptionierung eine nachhaltige Grundlage geschaffen, sodass eine Vielzahl von Studierenden davon profitieren werden. Letztendlich werden neben Studierenden die Professoren und wissenschaftlichen Mitarbeiter mittelfristig hieraus einen Nutzen ziehen können.

Quellen- und Literaturverzeichnis

Augmented Reality für die digitale Zukunft der Industrie – VDI Wissensforum - [/www.vdi-wissensforum.de/news/augmented Reality-fuer-die-digitalezukunft-der-industrie](http://www.vdi-wissensforum.de/news/augmented-Reality-fuer-die-digitalezukunft-der-industrie) (2018)

Basler - Smarte Lagerlogistik im Zeitalter der Industrie 4.0 – Ein intelligenter Schubmaststapler mit Basler Time-of-Flight-Kameras (ToF) macht's möglich - http://s.baslerweb.com/dist/live/news/data/5/7/7/4/0/BAS1606_Success_Story_Industrie_4.0_DE.pdf (2016)

Bauernhansl, ten Hompel: Industrie 4.0 in Produktion, Automatisierung und Logistik – Anwendung, Technologien, Migration, Springer Vieweg, 2015

Becker, Ulrich: Industrie 4.0 im Mittelstand – Best Practices und Implikationen für KMU, Springer Gabler, 2017

Bertram – Förderband Konfigurator - <http://www.bertram-hannover.de/verkauf/foerderbaender/foerderband-konfigurator/konfigurator-sf/> (2018)

Bosch - Was Smart Glasses in der Logistik bringen“. SAP News Center, 1. Dezember <https://news.sap.com/germany/bosch-smart-glasses-der-logistik-bringen> (2014)

Bosien, A. RFID-basierte Navigation für autonome Fahrzeuge. Henstedt Ulzburg: Books On Demand (2012)

Brain-Fit – Lerntypen – www.brain-fit.com/html/lerntyp.html (2018)

Denkmotor – Brainwriting/ 635-Methode – www.denkmotor.de (2018)

Flurfoerderzeuge - Zukunftsmodell: Autonomer Schubmaststapler navigiert selbstständig. <http://www.flurfoerderzeuge.de/archiv/still-prototyp-autonomer-schubmaststapler-forschungsprojekt-marion-automatisierte-flurfoerderzeuge.html> (2018)

Prof. Dr. Gärtner, Henner – Vorlesung Materialflusstechnik – Skript (Sommersemester 2018)

Griemert, Rudolf: Fördertechnik – Auswahl und Berechnung von Elementen und Baugruppen – 11. Auflage (2015)

Heinrich, M - Materialflusstechnik Auswahl und Berechnung von Elementen und Baugruppen der Fördertechnik. Wiesbaden: Vieweg. (2008)

Jungheinrich – Scheren-Rollenbahn – www.jh-profishop.de (2018)

Jungheinrich Jungheinrich auf der LogiMAT 2013. Abgerufen am 9. 12 2017 von <http://www.jungheinrich.de/presse/artikel/nl/260-jungheinrich-auf-der-logimat-2013/> (2012)

Jungheinrich Fahrerlose Transportsysteme. Abgerufen am 9. 12 2017 von <http://www.jungheinrich.de/automatische-foerderzeuge/fahrerlose-transportssysteme/> (2017)

Materialfluss. Trendbericht Flurförderzeuge – Autonomie macht produktiv. <http://www.materialfluss.de/flurforderzeuge/stapler/autonomie-macht-produktiv/> (2017)

Montech – Transportband konfigurieren - https://montech-configurator.partcommunity.com/3d-cad-models/tb40-transportband-montech-configurator/?info=montech_conveyors/conveyors/transportband_tb40/tb40_asmtab.prj (2018)

Muchna, Claus: Grundlagen der Logistik – Begriffe, Strukturen und Prozesse (2018)

Römisch, Peter: Materialflusstechnik – Auswahl und Berechnung von Elementen und Baugruppen der Fördertechnik, 10. Auflage (2011)

Spath, Dieter: Produktionsarbeit der Zukunft – Industrie 4.0, Fraunhofer IAO, Studie, 2016

Transtec - Fördertechnik Stückgut - <http://www.transtec-gmbh.de/foerdertechnik/> (2018)

VDI 2510 Fahrerlose Transportsysteme (FTS). (2005). Beuth Verlag GmbH

Wulf, Ketten: Förderketten und Kettenräder – Grundlagen, Weiterentwicklung und Anwendungsbeispiele (2017)

Anhang

E-Mail Austausch mit dem Unternehmen Fedotec zur Realisierung von Komponenten eines Fördersystems

Von: Karababa, Baris <Baris.Karababa@haw-hamburg.de>

Gesendet: Dienstag, 8. Mai 2018 23:53

An: info@fedotec.de

Betreff: individuelle Anfrage

im Rahmen eines Projektes von der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg (Maschinenbau und Produktion) bin ich auf der Suche nach einem Unternehmen, welches ein Förderband nach individuellen Wünschen fertigt bzw. konstruiert.

Ziel ist es, dem Professor eine mobile Förderanlage bzw. Bandförderer mit unterschiedlichen Funktionen zur Verfügung zu stellen. Dabei sollen die Kernelemente (Abwurf, Antriebstrommel etc.) sichtbar sein.

Aus finanzieller Sicht sind wir flexibel sprich die Hochschule finanziert eine sehr hohe Summe, daher würde ich mich bei Möglichkeit auf Ihre Rückmeldung per Mail oder telefonisch unter 015208940072 freuen.

Mit freundlichen Grüßen

Baris Karababa

Student – Produktionsmanagement an der HAW Hamburg

Von: Dominik Vögele <dominik.voegele@fedotec.de>

Gesendet: Mittwoch, 9. Mai 2018 11:27

An: Karababa, Baris <Baris.Karababa@haw-hamburg.de>

Betreff: AW: individuelle Anfrage

Sehr geehrter Herr Karababa,

vielen Dank für Ihre Anfrage.

Welche Motorvariante benötigen Sie, 230V oder 24V?

Wir benötigen noch die Breite und Länge des Förderbandes sowie eine ca. Bandgeschwindigkeit.

Bei Fragen, steht Ihnen Herr Kuttruff, unter der Tel.: +49 (0) 7765 96590 – 23 gerne zu Verfügung.

Freundliche Grüße

Dominik Vögele

Auftragsabwicklung



Fedotec GbR
Murgtalstraße 28
D-79736 Rickenbach

Tel.: +49 (0) 7765 96590 - 14
Fax: +49 (0) 7765 96590 - 29
E-Mail: dominik.voegele@fedotec.de
Web: www.fedotec.de

USt.-ID-Nr.: DE307998126

Von: Karababa, Baris
Gesendet: Donnerstag, 24. Mai 2018 16:03
An: 'Felix.Kuttruff@fedotec.de' <Felix.Kuttruff@fedotec.de>
Betreff: WG: individuelle Anfrage

Sehr geehrter Herr Kuttruff,

vielen Dank für das freundliche Telefonat. Im Anhang liegt Ihnen mein Entwurf bei.
Ein Stückgut soll auf einer Rollenbahn befördert werden.
Beim Stückgut haben wir uns nicht festgelegt, d.h. da sind wir flexibel.

Nach der Rollenbahn (0,8-2,0 m) soll das Stückgut in einen Wheel Sorter gelangen.
Von da aus gibt es zwei Wege, oben eine automatische Förderbahn, unten ein manueller Arbeitsplatz. So eine Art „Qualitätsprüfung“, wo ein Student fehlerhafte Materialien prüft.
Vom manuellen Arbeitsplatz soll das Stückgut eingeschleust werden in die automatische Förderbahn.
Am Ende wäre eine Art Rutsche sinnvoll, damit man dies den Studenten veranschaulichen kann.
Wie bereits am Telefon erwähnt wünschen wir eine Motorvariante von 230V, Rollenbahn 0,8-2,0 Meter, Förderbahn 2,0-2,5 Meter. Die Bandgeschwindigkeit würden wir gerne per Stufen verstellen.

Das ist so in der Art unser Entwurf bzw. unsere Wunschvorstellung.

Ich freue mich auf Ihre baldige Rückmeldung.

Mit freundlichen Grüßen

Baris Karababa

Von: Karababa, Baris [<mailto:Baris.Karababa@haw-hamburg.de>]
Gesendet: Mittwoch, 30. Mai 2018 01:08
An: Felix.Kuttruff@fedotec.de
Betreff: AW: individuelle Anfrage

Sehr geehrter Herr Kuttruff,

ich würde mich freuen, wenn Sie mir einen Zwischenstand bzgl. meiner Entwurfsvorstellung geben könnten.

MfG

Baris Karababa

Sehr geehrter Herr Karababa,

wir sind derzeit noch in der Anfragephase für gewisse Zusatzbauteile, weshalb wir noch kein Angebot abgeben können. Könnten Sie uns hierzu eventuell noch eine ungefähre Preisvorstellung Ihrerseits mitteilen? Das Förderband selbst inklusive Motorcontroller/ Geschwindigkeitsregelung würde bei ca. 2000€ netto liegen. Für die weiteren Komponenten müssen wir wie gesagt noch genauer kalkulieren.

Freundliche Grüße
Felix Kuttruff
Konstruktion



Fedotec GbR
Murgtalstraße 28
D-79736 Rickenbach

Tel.: +49 (0) 7765 96590 - 23
Fax: +49 (0) 7765 96590 - 29
E-Mail: felix.kuttruff@fedotec.de
Web: www.fedotec.de

USt.-ID-Nr.: DE307998126



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: _____

Vorname: _____

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

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 _____ ist erfolgt durch:

Ort

Datum

Unterschrift im Original