

# Diplomarbeit

## Anlagenoptimierung

Im Bereich der Lebensmittelverarbeitung



Diplomand: Peter Biedermann

Schule: TEKO Olten

Klasse: O-TMA-20-T-a

Ausbildung: Techniker Maschinenbau HF

Jahr: 2023

## Inhaltsverzeichnis

1	Management Summary .....	4
2	Beruflicher Werdegang.....	5
3	Qualifikationsprofil.....	6
4	Projektinitialisierung.....	8
4.1	Pflichtenheft .....	8
4.1.1	Einleitung.....	8
4.1.2	Ausgangslage .....	8
4.1.3	Entstehung der Idee.....	8
4.1.4	Relevanz der Arbeit.....	8
4.1.5	Kurzvorstellung Auftraggeber Patiswiss AG.....	9
4.1.6	Kurzvorstellung Auftragnehmer Mechttop AG.....	9
4.1.7	Fachexperte .....	10
4.1.8	Richtziel.....	11
4.1.9	Ziele und Erfolgskriterien .....	11
4.1.10	Schematische Skizzen.....	12
4.1.11	System.....	12
4.1.12	Teilsystem .....	12
4.1.13	Umsystem .....	12
4.1.14	System vor Optimierung.....	13
4.1.15	Funktionsbeschreibung .....	13
4.1.16	Weitere Angaben.....	13
4.2	Zielscheibe.....	15
5	Projektplanung.....	16
5.1	Vorgehensmodell.....	16
5.2	Projektstrukturplanung .....	17
5.3	Projektablaufplanung .....	18
5.4	Kommunikationsplanung.....	19
5.5	Risikoanalyse.....	21
6	Projektrealisierung.....	24
6.1	Analyse.....	24
6.2	Kreativitätsmethode <Brainstorming>.....	28
6.3	Priorisierungsmethode <ABC-Methode>.....	29
6.4	Variantenbildung.....	30

6.4.1	Kurzbeschreibung der Variante < 1 >.....	31
6.4.2	Kurzbeschreibung der Variante < 2 >.....	31
6.5	Evaluation der geeignetsten Variante.....	32
6.5.1	Präferenzmatrix.....	33
6.5.2	Nutzwertanalyse.....	33
6.5.3	Sensitivitätsanalyse.....	35
6.5.4	Resultat der Variantenevaluation.....	36
7	Ausarbeitung der Variante < Integrierte Automatisierung und Sensorik >.....	40
7.1	Anforderungsliste.....	44
7.1.1	Anforderungsliste Förderer (1) < Beschickung Schneidanlage >.....	44
7.1.2	Anforderungsliste Förderer (3, 4, 5) < Produktabgang >.....	45
7.1.3	Anforderungsliste Förderer (6) < Abgang Feinanteil >.....	46
7.1.4	Anforderungsliste < Trichter Sackabfüllung>.....	47
7.1.5	Anforderungsliste < Trichter PTA >.....	47
7.2	Phasenplan zur Umsetzung der Lösungsvariante.....	48
7.3	SWOT – Analyse.....	52
7.4	Risiko – Analyse.....	53
7.5	Kosten-Nutzen-Analyse.....	55
8	Projektabschluss.....	56
8.1	Projektüberwachung.....	56
8.2	Evaluation der Zielerreichung.....	56
8.3	Reflexion Weg zum Ziel.....	57
8.4	Lessons learnt.....	58
8.5	Ausblicke.....	59
9	Eigenständigkeitserklärung.....	61
10	Verzeichnisse.....	62
10.1	Abbildungsverzeichnis.....	62
10.2	Abkürzungsverzeichnis.....	62
10.3	Tabellenverzeichnis.....	64
10.4	Diagrammverzeichnis.....	64
10.5	Literatur- und Quellenverzeichnis.....	64
11	Anhang.....	65
11.1	Projektstatusberichte.....	70

## 1 Management Summary

### Ausgangslage

Die vorliegende Diplomarbeit befasst sich mit dem Thema der Prozessoptimierung im Bereich der Nussverarbeitung bei der Firma Patiswiss AG. Der Bedarf zur Optimierung ergab sich aus ineffizienten Produktionsabläufen und einem hohen Mass an manuellem Arbeitsaufwand. Das übergeordnete Ziel war die Steigerung der Effizienz und der Minimierung der manuellen Intervention sowie der Verbesserung von Ergonomie und Gesundheitsschutz innerhalb der Produktionsumgebung.

### Vorgehen

Durch eine umfassende Analyse der Ausgangslage konnten gezielte Verbesserungen identifiziert werden. Nach umfangreicher Ideenfindung und der Bildung von zwei Varianten, wurde die optimale Lösungsvariante «Integrierte Automatisierung und Sensorik» anhand einer Nutzwertanalyse ausgewählt. Die detaillierte Planung und Umsetzung der Lösungsvariante anhand des 4-Phasen Modells führten zu einem erfolgreichen Gesamtkonzept. Dieses wurde einer umfassenden Risikoanalyse unterzogen und daraus folgend geeignete Massnahmen und Strategien zur Minimierung abgeleitet. Die SWOT-Analyse verdeutlicht die Stärken und das Potential, identifiziert Schwächen und Risiken und zeigt mögliche Massnahmen zu derer Vermeidung. Eine Kosten-Nutzen-Analyse untersuchte die Wirtschaftlichkeit der Investition.

### Ergebnisse

Die Implementierung automatisierter Anlagekomponenten führte zu einer signifikanten Steigerung der Produktionsleistung, die das veranschlagte Ziel von 25% übertraf. Des Weiteren wurde die Sackabfüllung durch ein Abfüllrohr mit Füllstandsüberwachung und manuell bedienbarer Klappe am Auslaufrohr konzipiert. Durch die kontinuierliche Arbeitsweise der Anlage konnte die manuelle Intervention drastisch reduziert werden. Der Bedieneraufwand wird dadurch deutlich reduziert und die Kontinuität des Produktflusses verbessert sich erheblich. Die geforderte Produktequalität wird konsequent eingehalten. Alle geltenden Sicherheitsbestimmungen wurden erfolgreich umgesetzt, was zu einer verbesserten Ergonomie und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz führte. Es traten keine signifikanten Abweichungen von den definierten Zielen auf, was auf eine erfolgreiche Umsetzung hinweist. Der Auftraggeber profitiert von einer deutlichen Steigerung der Produktionskapazität und zugleich einer Aufwertung der Arbeitsplätze. Die Flexibilität der Anlage ermöglicht es, auf zukünftige Anforderungen schnell zu reagieren und gegebenenfalls weitere Automatisierungslösungen in die Produktion zu integrieren.

### Ausblick

Im Ausblick ergeben sich vielversprechende Möglichkeiten zur weiteren Optimierung der Produktionsanlage. Ein Upgrade der Steuerungstechnik von Siemens S5 auf S7 sowie die Teilautomatisierung der Sackabfüllung stellen potenzielle Massnahmen dar, um die Effizienz und Produktionsleistung weiter zu steigern. Es empfiehlt sich, diese Möglichkeiten in zukünftigen Planungen zu berücksichtigen und entsprechende Ressourcen dafür einzuplanen.

Basierend auf den Ergebnissen wird empfohlen, die Implementierung ähnlicher Optimierungen in anderen Produktionsbereichen zu prüfen.

Eine weitere Möglichkeit der Optimierung stellt die Evaluierung von Energie-Management Systemen dar, welche die Betriebskosten und die Auswirkungen auf die Umwelt verbessern können. Zudem sollten mögliche zukünftige Entwicklungen im Auge behalten werden, um die Anlage flexibel anpassen zu können.

## 2 Beruflicher Werdegang

### PERSONALIEN

-  Haldenstrasse 1  
4600 Olten
-  peter.biedermann@mechtop.ch
-  +41 79 852 36 44
-  14. September 1989
-  Schweiz
-  [linkedin/in/peter-biedermann](https://www.linkedin.com/in/peter-biedermann)



### BERUFLICHER WERDEGANG

#### **MECHTOP AG – MECHANICS IN MOTION, WANGEN BEI OLTEN**

03/2023 – heute

##### **Projektleiter und Sachbearbeiter Verkauf**

- Leitung und Umsetzung von Projekten in den Bereichen Fördertechnik, Maschinen- und Anlagebau
- Ausarbeiten von Lösungen und Konzepten im Kundendialog
- Verkaufswesen und Erstellung von Angeboten

10/2019 – 02/2023

##### **Polymechniker CNC-Fertigung**

#### **FORSTBETRIEB DER BÜRGERGEMEINDE OENSINGEN**

11/2018 – 08/2019

##### **Forstwart / Maschinenführer**

#### **OEKOSKOP AG – PROJEKTE FÜR MENSCH UND NATUR, BASEL**

08/2018 – 10/2018 (befristete Projektanstellung)

##### **Forstwart im Umweltprojekt «Pro Biotop»**

#### **FORSTBETRIEB UNTERER HAUENSTEIN, TRIMBACH**

08/2016 – 07/2018

##### **Verkürzte Ausbildung zum Forstwart EFZ**

#### **MEAG AG – MASCHINEN- UND SYSTEMBAU, GRETZEN- BACH**

12/2011 – 06/2016

##### **Polymechniker CNC-Fertigung**

#### **BYSTRONIC MASCHINEN AG, BÜTZBERG**

06/2011 – 09/2011

##### **Polymechniker Montage**

### AUSBILDUNG

#### **Dipl. Techniker HF Maschinenbau**

TEKO Olten

10/2020 – 10/2023 (berufsbegleitend)

#### **Forstwart EFZ**

Forstbetrieb unterer Hauenstein, Trim-  
bach

08/2016 – 07/2018

#### **Polymechniker EFZ**

##### **Fachrichtung CNC-Fertigung**

R. Nussbaum AG, Olten

08/2006 – 08/2010

### 3 Qualifikationsprofil

**Name:** Peter Biedermann, Haldenstrasse1, 4600 Olten

**Abschluss:** Dipl. Techniker HF, Maschinenbau

**Berufserfahrung:** Gelernter Polymechaniker mit aktueller Tätigkeit als Projektleiter und Sachbearbeiter Verkauf im Bereich Maschinen- und Anlagenbau bei der Firma Mechttop AG.

---

#### **Menschen führen (Prozess 1)**

In der Rolle als Projektleiter wurden diverse Teams und Arbeitsgruppen erfolgreich geleitet. Dabei wurden klare Arbeitsanweisungen erteilt, gemeinsame Ziele vereinbart und die Arbeitsergebnisse auf Qualität geprüft. Die Erkenntnisse wurden stets mit den Mitarbeitenden reflektiert. Zusätzlich erfolgte die Einführung neuer Mitarbeitender und Lernender in ihre Aufgaben und Prozesse.

---

#### **Entscheidungen fällen (Prozess 2)**

In der Funktion als Projektleiter wurden Varianten anhand definierter Kriterien auf Machbarkeit geprüft. Die geeignetste Variante wurde mithilfe von geeigneten Methoden evaluiert und der Geschäftsleitung als Vorschlag zur Umsetzung unterbreitet.

---

#### **Projekte planen und leiten (Prozess 3)**

Massgebliche Beteiligung an der Planung und Umsetzung eines Projekts zur Modernisierung einer Förderanlage. Dabei musste die Planung von Ressourcen, das Kostenmanagement und die Zusammenarbeit im Team berücksichtigen werden. Während des Projekts kam es zu unerwarteten Verzögerungen, die erfolgreich bewältigt wurden, indem Prioritäten neu gesetzt und zusätzliche Ressourcen zugewiesen wurden.

---

#### **Sich sprachlich verständigen (Prozess 4)**

Als Schnittstelle zwischen den technischen Teams und der Geschäftsleitung war es entscheidend, klar und verständlich zu kommunizieren. In regelmässigen Teammeetings wurden komplexe technische Konzepte in eine für alle verständliche Sprache übersetzt. Darüber hinaus wurde erfolgreich mit internationalen Kunden in Englisch korrespondiert.

---

#### **Wirkungsvoll präsentieren und kommunizieren (Prozess 5)**

In der Position als Projektleiter wurden komplexe Sachverhalte vor Vorgesetzten, Fachpublikum und Nichtfachleuten präsentiert. Dabei wurde durch sachlogische, transparente und klare Argumentation überzeugt. Bewährte Techniken zur Informationsfiltration wurden beherrscht und geeignete Methoden sowie technische Hilfsmittel professionell eingesetzt.

---

#### **Unternehmensprozesse verstehen und mitgestalten (Prozess 6)**

Als Teil der geschäftlichen Abläufe wurde das Verständnis für unternehmensinterne Prozesse gezeigt und aktiv zu ihrer erfolgreichen Umsetzung beigetragen. Arbeitsorganisation, -techniken und -prozesse wurden vernetzt und gezielte Vorschläge zur Optimierung an die Entscheidungsträger gemacht.

---

#### **Geschäftsziele erreichen (Prozess 7)**

Durch die Fach- und Führungsverantwortung im unteren und mittleren Kader wurde direkte Beteiligung am Geschäftserfolg erreicht. Die Geschäftsziele wurden verstanden und fachliche Kenntnisse

---

sowie betriebswirtschaftliches Wissen kombiniert, um einen erfolgreichen Geschäftsverlauf sicherzustellen.

---

#### **Umfeld berücksichtigen (Prozess 8)**

In der Tätigkeit als Mitarbeiter in der Produktion wurde besonderer Wert auf eine ergonomisch gestaltete und sichere Arbeitsumgebung gelegt. Dabei wurden alle relevanten rechtlichen Grundlagen, Regelungen und Normen berücksichtigt. Zudem wurde sich aktiv für den umweltverträglichen Einsatz von Materialien eingesetzt.

---

#### **Probleme analysieren und lösen (Prozess 9)**

Während der Implementierung neuer Technologien traten unerwartete technische Probleme auf. Durch systematische Fehleranalyse und die Zusammenarbeit mit dem Engineering-Team konnte das Problem identifiziert und behoben werden. Als Verantwortlicher wurden Kenntnisse in Ideenfindungs- und Problemlösungstechniken angewendet. Die Fähigkeit, Probleme zu erkennen, zu analysieren und kreative Lösungen für unvorhersehbare und komplexe Probleme zu finden, wurde demonstriert.

---

#### **Sich persönlich weiterentwickeln (Prozess 10)**

In einem sich schnell wandelnden technologischen Umfeld wurde regelmässig die Bewertung der eigenen Kenntnisse vorgenommen und der Lernbedarf aus den beruflichen Anforderungen ermittelt. Die Fähigkeit zur autodidaktischen Weiterbildung und Ableitung geeigneter persönlicher Entwicklungsmaßnahmen aus den Reflexionen wurde gezeigt.

---

#### **Produkte entwickeln (Prozess 11)**

In der Funktion als Projektleiter wurden in enger Zusammenarbeit mit der Entwicklungsabteilung Produkte entwickelt, wobei aktuelle technische Möglichkeiten berücksichtigt wurden. Dabei wurden Aspekte wie Sicherheit, Zuverlässigkeit und ergonomischer Einsatz in der Produktegestaltung berücksichtigt.

---

#### **Baugruppen und Maschinen konstruieren (Prozess 12)**

Es wurden einfache Baugruppen und Maschinenkomponenten weitgehend computerunterstützt mit CAD konstruiert. Dabei wurden umfangreiche Kenntnisse in Berechnungs- und Simulationstools angewendet. Zusätzlich wurden Expertise in der Auswahl und Integration mechanischer Normteile demonstriert.

---

#### **Produktion leiten (Prozess 13)**

In der Position als Projektleiter wurde die Produktion und externe Arbeitseinsätze nach betriebswirtschaftlichen Kriterien angewiesen. Dabei wurden professionelle Produktionsplanungs-Tools eingesetzt und für eine optimale Auslastung der Betriebsmittel gesorgt. Die Produktion wurde kontinuierlich optimiert.

---

#### **Anlagen betreiben und unterhalten (Prozess 14)**

Es wurde Verantwortung für den Betrieb und die Instandhaltung von Anlagen übernommen. Dabei wurden Leistungsdaten erfasst und bestehende technische Systeme zweckmässig geprüft, unterhalten und notwendige Verbesserungen eingeleitet. Die Fähigkeit, bei Fehlern und Störungen systematisch nach der Ursache zu suchen und diese fachlich korrekt zu beheben, wurde demonstriert.

---

## **4 Projektinitialisierung**

Die Projektinitialisierung markiert den entscheidenden Startpunkt dieser Unternehmung. Hier werden die Grundlagen gelegt, die den erfolgreichen Verlauf des Projekts sicherstellen sollen. In diesem Abschnitt werden die Ziele, Rahmenbedingungen, Ressourcen und die generelle Herangehensweise definiert. Dies legt den Grundstein für eine klare Ausrichtung und eine effiziente Umsetzung der Projektziele.

Das Pflichtenheft bildet den zentralen Bestandteil der Projektinitialisierung. Es detailliert die Anforderungen, Ziele und Rahmenbedingungen des Projekts. Auf Basis dieses Dokuments wird die Zielscheibe definiert, die als visuelles Hilfsmittel dient, um die angestrebten Ergebnisse und Meilensteine klar zu visualisieren und zu kommunizieren. Diese beiden integrierten Elemente bilden das Fundament, auf dem das gesamte Projekt aufbaut.

### **4.1 Pflichtenheft**

#### **4.1.1 Einleitung**

Die bevorstehende Diplomarbeit befasst sich dem Thema der Anlagenoptimierung im Kontext der Nussverarbeitung im Auftrag der Patiswiss AG. Dieses Pflichtenheft legt die Ausgangslage, die Ziele und die technischen Anforderungen für die Umsetzung der Diplomarbeit fest.

#### **4.1.2 Ausgangslage**

Die Patiswiss AG ist ein führendes Unternehmen in der Herstellung und Verarbeitung von Nüssen und Kernen. Um die Effizienz, Produktqualität und Wettbewerbsfähigkeit in diesem spezifischen Bereich zu steigern, sollen im Rahmen dieser Diplomarbeit Optimierungsmassnahmen an den bestehenden Produktionsanlagen durchgeführt werden.

#### **4.1.3 Entstehung der Idee**

Die Idee für das Thema der Diplomarbeit entstand aus der Notwendigkeit, die Produktionsprozesse in der Nussverarbeitung und der Patisserie zu optimieren. Die Identifizierung dieser Problemstellung erfolgte durch Analyse von ineffizienten Abläufen, Qualitätsproblemen oder Engpässen in der aktuellen Produktionspraxis bei Patiswiss AG.

#### **4.1.4 Relevanz der Arbeit**

Die Realisierung dieser Diplomarbeit ist von hoher Relevanz für die Patiswiss AG, da die vorgeschlagenen Optimierungsmassnahmen dazu beitragen werden, die Produktionsprozesse effizienter zu gestalten, die Produktqualität zu verbessern und die Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens zu steigern. Die vorgeschlagenen Lösungsansätze werden sich von bereits auf dem Markt vorhandenen Produkten oder Ansätzen abheben.

#### 4.1.5 Kurzvorstellung Auftraggeber Patiswiss AG

Die Patiswiss AG ist ein angesehener Schweizer Hersteller von hochwertigen Halb- und Fertigfabrikaten im Bereich der Süßwaren- und Schokoladenproduktion. Mit einer langjährigen Tradition in der Herstellung von erlesenen Produkten setzt Patiswiss Standards in Bezug auf Qualität, Kreativität und unvergleichlichen Geschmack. Das Unternehmen ist bekannt für seine innovativen Herstellungsverfahren und sein Streben nach Perfektion in der Produktion von erstklassigen Genussmitteln. Patiswiss verfolgt nachhaltige Beschaffungspraktiken für Rohstoffe und engagiert sich für Umweltschutz sowie soziale Verantwortung, was seine ethische Unternehmensführung unterstreicht.



#### 4.1.6 Kurzvorstellung Auftragnehmer Mechttop AG

Die Mechttop AG zählt zu den führenden Industrieunternehmen in der Schweiz und ist auf individuell entwickelte Lösungen im Bereich Maschinenbau, Fördertechnik und technische Anlagen spezialisiert. Mit umfassendem technischem Fachwissen bietet Mechttop massgeschneiderte Lösungen für anspruchsvolle Projekte in vielfältigen Branchen. Die Firma zeichnet sich durch langjährige Expertise, Innovationskraft und Engagement aus, um komplexe Maschinen und Anlagen höchster Qualität zu konzipieren, herzustellen und in Betrieb zu setzen. Dank ihres tiefgreifenden Knowhows strebt Mechttop danach, die Erwartungen der Kunden zu übertreffen und Projekte mit Effizienz und herausragender Umsetzung zu realisieren.



#### 4.1.7 Fachexperte

Als Fachexperte für diese Diplomarbeit steht Herr Christian Sutter zur Verfügung. Er verfügt über umfangreiche Erfahrung im Bereich der Confiserie / Patisserie und ist bei der Patiswiss AG seit 2017 in der Position als Leiter Betrieb und Entwicklung tätig.

Die Kontaktdaten des Fachexperten sind:

**Christian Sutter**

Leiter Betrieb und Entwicklung  
Klärstrasse 1, 4617 Gunzgen  
christian.sutter@patiswiss.com  
062 209 66 07



Herr Adrian Scheidegger wird als zweiter Experte für technische sowie sicherheitsrelevante Anliegen zur Seite stehen. Er weist fundierte Kenntnisse in den Bereichen der technischen Leitung vor und ist bei der Patiswiss AG seit 2019 als Leiter Technik & Instandhaltung, Beauftragter für Umweltschutz und Arbeitssicherheit tätig.

Die Kontaktdaten des Fachexperten sind:

**Adrian Scheidegger**

Leiter Technik und Instandhaltung  
Klärstrasse 1, 4617 Gunzgen  
adrian.scheidegger@patiswiss.com  
062 209 66 24



#### **4.1.8 Richtziel**

Das Richtziel dieser Diplomarbeit ist es, durch Umzug der Produktionsanlage, der Integration von Förderanlagen, Metalldetektion und Einführung eines Einfülltrichters mit manuell bedienbarer Klappe praxisorientierte Lösungsansätze zur Optimierung der Produktionsprozesse im Kontext der Nussverarbeitung bei Patiswiss AG zu entwickeln.

#### **4.1.9 Ziele und Erfolgskriterien**

Die Ziele dieser Diplomarbeit sind:

- Planung und Umsetzung des Umzugs der Produktionsanlage unter Berücksichtigung der Prozessflüsse und technischen Anforderungen.
- Entwicklung eines effizienten Produktionslayouts mit integrierten Förderanlagen und optimaler Anordnung der Komponenten.
- Implementierung eines Metalldetektionssystems zur Qualitätssicherung und Vermeidung von Fremdkörpern in den Produkten.
- Konzeption und Umsetzung eines Abfülltrichters mit Füllstandüberwachung und manuell bedienbarer Klappe zur Verbesserung der Produktabfüllung.

Die Erfolgskriterien für die Diplomarbeit sind:

- Steigerung der Produktionskapazität um mindestens Faktor 1.25
- Implementierung einer Füllstandüberwachung an der Ausgabeseite des Feianteils
- Implementierung einer Abfüllanlage für Papiersäcke mit manuell bedienbarer Klappe
- Optimierung der Kontinuität des Produktflusses
- Einhaltung der geforderten Produktequalität
- Einhaltung der geltenden Sicherheitsbestimmungen
- Verbesserung von Ergonomie und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz

#### **4.1.10 Schematische Skizzen**

Es werden folgende schematische Skizzen erstellt:

- Produktionslayout mit integrierten Förderanlagen und Anordnung der Komponenten.
- Darstellung des Metalldetektionssystems in der Produktionslinie.
- Planung des Umzugs der Produktionsanlage mit Prozessflüssen.
- Konzept des Abfülltrichters mit manuell bedienbarer Klappe und Waage.

#### **4.1.11 System**

Als in sich geschlossenes System wird die gesamte Anlage mit ihren Prozess- und Versorgungsketten betrachtet.

#### **4.1.12 Teilsystem**

Als Teilsystem lassen sich die einzelnen Anlagekomponenten unterscheiden:

- Steigförderband für Beschickung der Schneidanlage
- Schneidanlage
- Steigförderband für Beschickung der Siebanlage
- Siebanlage
- Waage zur manuellen Sackabfüllung
- Schaltschrank mit SPS Siemens S5

#### **4.1.13 Umsystem**

Als Umsystem lässt sich die Energieversorgung betrachten:

Elektrisch:

- Drehstrom 400V 16A

Druckluft:

- Systemdruck 6bar

#### 4.1.14 System vor Optimierung

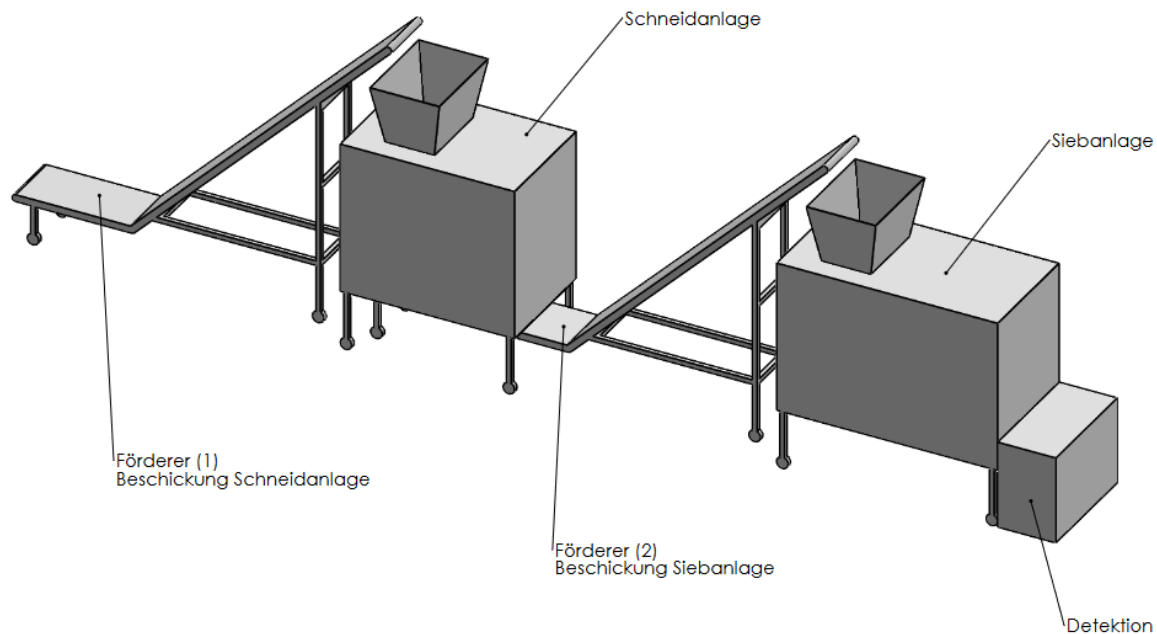


Abbildung 4-1 Anlage im Zustand vor Optimierung

#### 4.1.15 Funktionsbeschreibung

Die zu verarbeitende Nussware wird als loses Schüttgut über ein mobiles Steigförderband (in der Abbildung als Förderer 1 gezeigt) in die Schneidanlage eingebracht. Die Schneidanlage zerkleinert die Nüsse mechanisch mit mehreren Schneidwalzen in das gewünschte Format. Die geschnittene Nussware gelangt über ein zweites Steigförderband (in der Abbildung als Förderer 2 gezeigt) in die Siebanlage. In dieser werden die geschnittenen Nüsse nach Grösse in vier verschiedenen Granulat Stufen getrennt und separat ausgegeben. An der Ausgabestelle wird das verarbeitete Gut manuell zur Weiterverarbeitung gebracht oder in Papiersäcke abgefüllt.

#### 4.1.16 Weitere Angaben

Zusätzlich zu den oben genannten Punkten sind folgende Angaben relevant:

- Berücksichtigung von sicherheitsrelevanten Aspekten bei der Umsetzung der Anlagenoptimierung.
- Einhaltung von Hygienevorschriften und Qualitätsstandards im Lebensmittelverarbeitungssektor bei Patiswiss AG.
- Für die Erstellung dieses Pflichtenhefts wurden die Vorgaben der Patiswiss AG sowie das Fachwissen des zuständigen Experten, Herr Christian Sutter und Herr Adrian Scheidegger, berücksichtigt.

Wangen bei Olten, 08.09.2023

Unterschrift Auftraggeber:

  
**Patisswiss AG**  
**Klarstrasse 1**  
**CH-4617 Gunzgen**  
**Tel. 062 209 66 00**  
**Fax 062 209 66 01**

Unterschrift Auftragnehmer:

**Mehtop AG**  
~~Untere Dünnerstrasse 33~~  
~~CH-4612 Wangen bei Olten~~  
  
Tel +41 62 205 99 55  
Fax +41 62 205 99 77

Unterschrift Diplomlehrer:

*Adriano Giovannini*

## 4.2 Zielscheibe

Das Richtziel dieser Diplomarbeit ist es, durch Umzug der Produktionsanlage, der Integration von Förderanlagen, Metalldetektion und Einführung eines Einfülltrichters mit manuell bedienbarer Klappe praxisorientierte Lösungsansätze zur Optimierung der Produktionsprozesse im Kontext der Nussverarbeitung bei Patiswiss AG zu entwickeln.

- Planung und Umsetzung des Umzugs der Produktionsanlage unter Berücksichtigung der Prozessflüsse und technischen Anforderungen.
- Entwicklung eines effizienten Produktionslayouts mit integrierten Förderanlagen und optimaler Anordnung der Komponenten.
- Implementierung eines Metalldetektionssystems zur Qualitätssicherung und Vermeidung von Fremdkörpern in den Produkten.
- Konzeption und Umsetzung eines Einfülltrichters mit Füllstandüberwachung und manuell bedienbarer Klappe zur Verbesserung der Produktabfüllung.

- Patiswiss AG  
Klärstrasse 1, 4617 Gunzgen

Endergebnisse

Kunde

Sinn und Zweck

Erfolgskriterien

Das Hauptziel ist die Steigerung der Effizienz, Produktqualität und Wettbewerbsfähigkeit in diesem spezifischen Bereich

- 1) Steigerung der Produktionskapazität um mindestens Faktor 1.25
- 2) Implementierung einer Füllstandüberwachung an der Ausgabeseite
- 3) Implementierung einer manuell bedienbaren Klappe an der Abfüllseite
- 4) Optimierung der Kontinuität des Produktflusses
- 5) Einhaltung der geforderten Produktequalität
- 6) Einhaltung der geltenden Sicherheitsbestimmungen
- 7) Verbesserung von Ergonomie und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz

## 5 Projektplanung

### 5.1 Vorgehensmodell

**Wahl des Vorgehensmodells:** 4-Phasenmodell

#### **Begründung der Wahl:**

Die Entscheidung für das 4-Phasenmodell in der Projektentwicklung ist begründet durch seine klare Strukturierung und seinen Fokus auf schrittweises, iteratives Vorgehen. Dieses Modell ermöglicht eine systematische Bearbeitung des Projekts in überschaubaren Etappen, was besonders in komplexen Projekten von Vorteil ist. Jede Phase erlaubt eine gründliche Analyse und Planung, bevor die nächste Phase angegangen wird. Dies reduziert das Risiko von Fehlern und ermöglicht frühzeitiges Eingreifen, falls Abweichungen auftreten. Das 4-Phasenmodell ist besonders geeignet, wenn die Anforderungen zu Beginn des Projekts noch nicht vollständig feststehen und iterative Anpassungen notwendig sind. Es schafft somit eine flexible Grundlage für die erfolgreiche Umsetzung des Projekts.

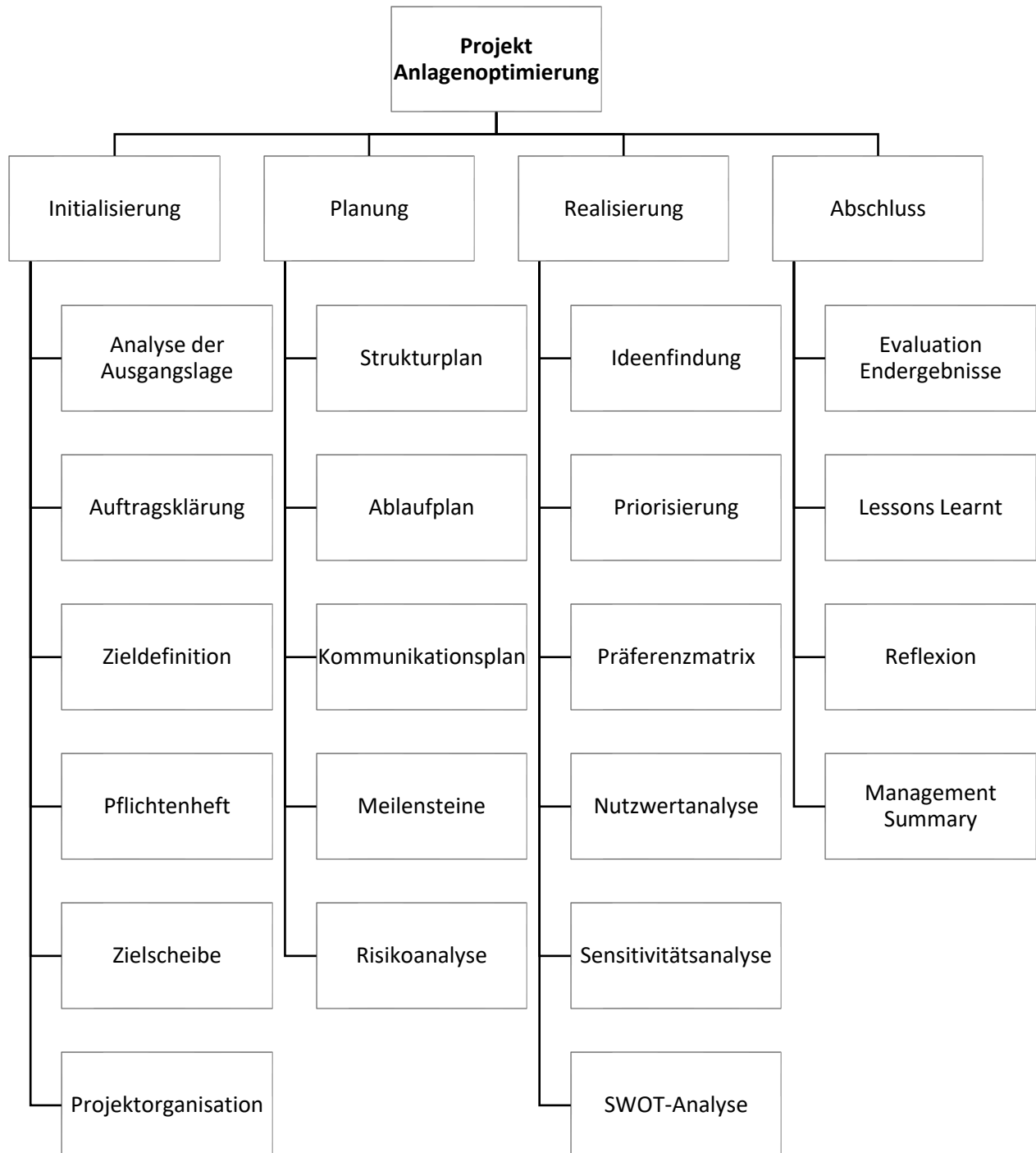
Dieses Modell passt optimal zum vorangehenden Projekt, da es die Komplexität der Anlagenoptimierung effektiv handhabt und klare Meilensteine für den Fortschritt setzt.

#### **Phasenübersicht**

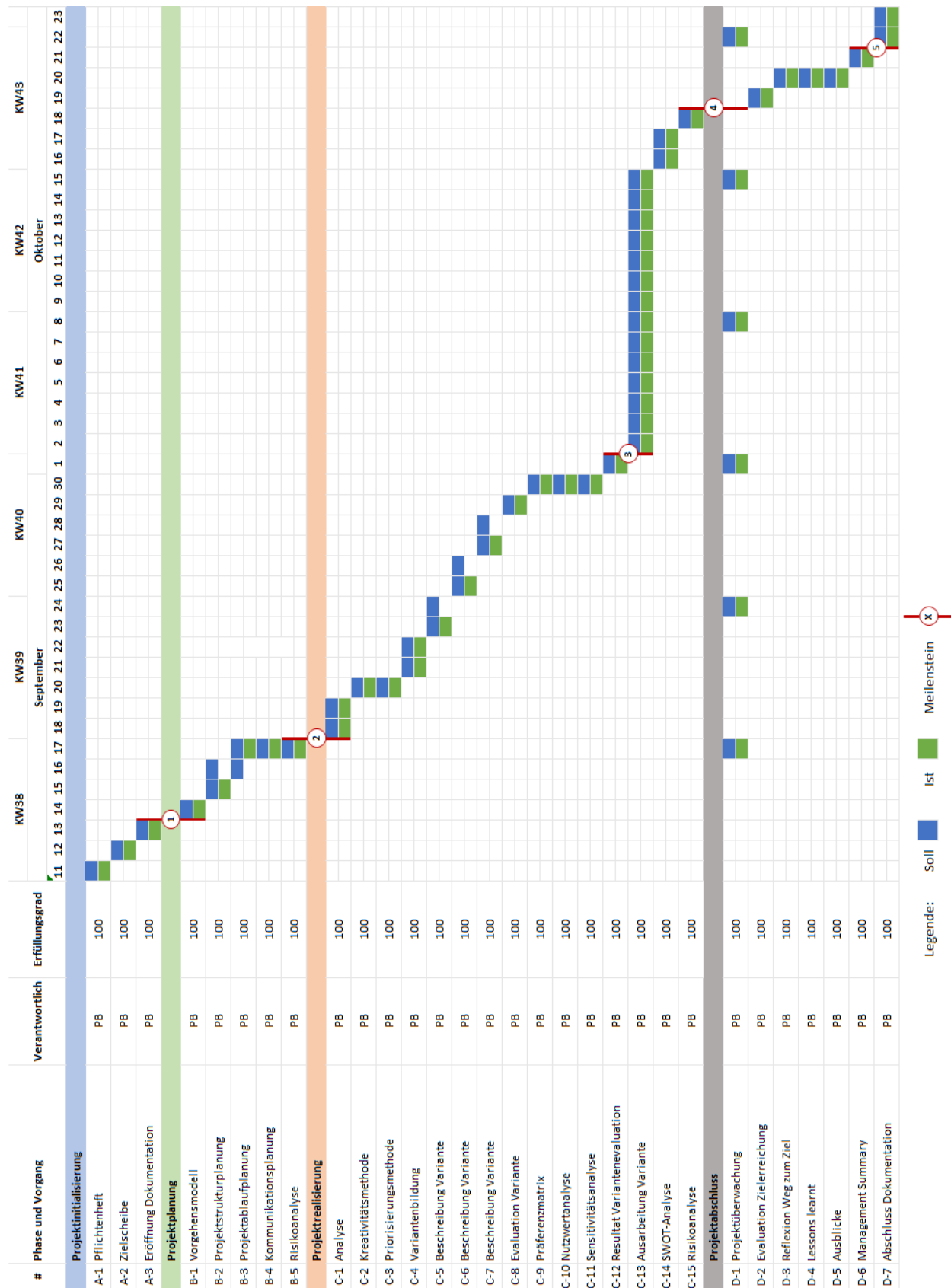
1. **Planung und Vorbereitung**
  - Definition der Projektziele, -umfang und -anforderungen
  - Festlegung der Projektstruktur und -organisation
  - Erstellung eines Projektplans mit Meilensteinen
2. **Analyse und Konzeption**
  - Detaillierte Analyse der bestehenden Anlagen und Produktionsprozesse bei Patiswiss AG
  - Entwicklung von Optimierungskonzepten und -lösungen
  - Erstellung von technischen Spezifikationen und Skizzen
3. **Implementierung und Umsetzung**
  - Umsetzung der geplanten Optimierungsmassnahmen
  - Integration von Förderanlagen, Metalldetektion, Umzug der Produktionsanlage und Einführung des Einfülltrichters
  - Tests und Validierung der neuen Anlagen
4. **Abschluss und Übergabe**
  - Abschlussbericht und Dokumentation der durchgeführten Massnahmen
  - Schulung der Mitarbeiter von Patiswiss AG für den Betrieb der optimierten Anlagen
  - Übergabe des Projekts an den Auftraggeber

## 5.2 Projektstrukturplanung

Im Rahmen der Projektstrukturplanung (kurz PSP) wird das Projekt in Arbeitspakete aufgeteilt, welche in der Summe die Endergebnisse des Projektes ergeben. Die folgende Abbildung zeigt einen Projektstrukturplan als Strukturbaum, welcher nach dem 4-Phasenmodell aufgebaut ist.



### 5.3 Projektablaufplanung



---

## 5.4 Kommunikationsplanung

### Projektinformationen

**Projektname:** Anlagenoptimierung Nusschneidmaschine für Patiswiss AG

**Projektleiter:** Peter Biedermann, Mechttop AG

**Auftraggeber:** Adrian Scheidegger, Patiswiss AG

**Fachexperten:**

- Christian Sutter, Leiter Betrieb und Entwicklung, Patiswiss AG
- Adrian Scheidegger, Leiter Technik und Instandhaltung, Patiswiss AG

**Diplomlehrer:** Adriano Giovannini, TEKO Olten

---

### Zielsetzung des Kommunikationsplans

Der Kommunikationsplan hat das Ziel, effektive und transparente Kommunikation innerhalb des Projekts sicherzustellen. Er legt die Kommunikationswege, -mittel, -frequenzen und -verantwortlichkeiten fest.

---

### Kommunikationsziele

1. **Regelmässige Updates:** Sicherstellung regelmässiger Updates zu Projektstatus, Fortschritt und möglichen Hindernissen.
  2. **Eskalationsprozess:** Klare Definition des Eskalationsprozesses für auftretende Probleme oder Verzögerungen.
  3. **Feedback-Schleife:** Einrichtung eines Mechanismus zur Sammlung von Feedback und Verbesserungsvorschlägen.
  4. **Informationstransparenz:** Gewährleistung, dass alle relevanten Stakeholder stets über den aktuellen Stand des Projekts informiert sind.
- 

### Kommunikationswege und -mittel

1. **Projektmeetings:**
  - **Teilnehmer:** Projektleiter, Auftraggeber
  - **Frequenz:** Wöchentlich
  - **Ort:** Telefonisch oder vor Ort
2. **Statusberichte:**
  - **Verantwortlicher:** Projektleiter
  - **Frequenz:** Wöchentlich
  - **Verteiler:** Alle Projektbeteiligten
3. **E-Mail-Kommunikation:**
  - **Verantwortliche:** Projektleiter, Fachexperten
  - **Kommunikation:** Für nicht dringende Mitteilungen und Dokumentenaustausch
4. **Eskalationsverfahren:**
  - **Verantwortlicher:** Projektleiter, Auftraggeber
  - **Prozedur:** Eskalation von Problemen, die den Projektablauf gefährden, gemäss vordefinierter Eskalationsstufen.
5. **Feedback-Mechanismus:**
  - **Verantwortlicher:** Projektleiter
  - **Prozedur:** Regelmässige Anfragen nach Feedback von Teammitgliedern und Stakeholdern.

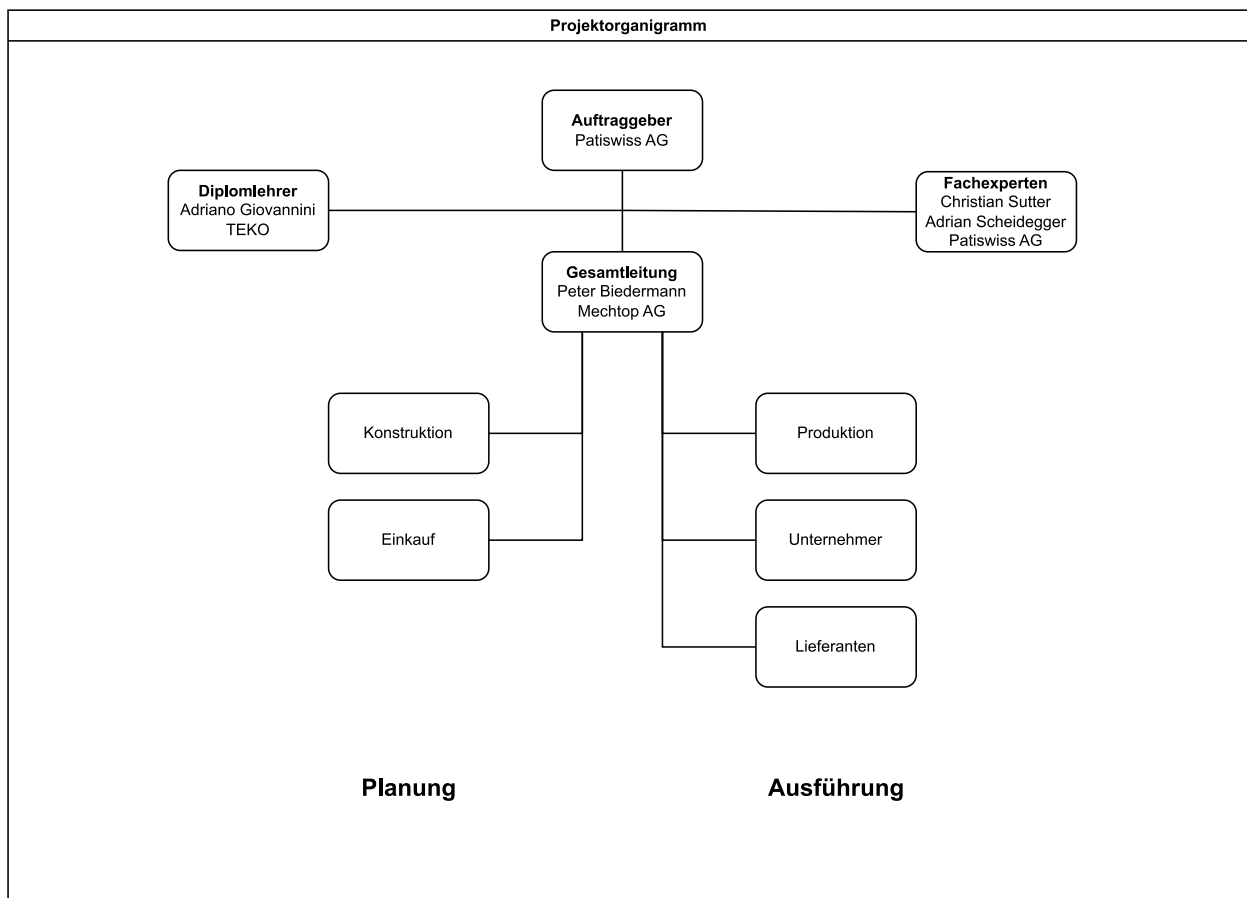
### Kommunikationsverantwortlichkeiten

1. **Projektleiter:**
  - Leitung der Projektmeetings
  - Verfassen der Statusberichte
  - Überwachung der E-Mail-Kommunikation
  - Koordination des Eskalationsverfahrens
2. **Auftraggeber:**
  - Teilnahme an den Projektmeetings
  - Freigabe von Entscheidungen und Ressourcen
  - Eskalation von Problemen an höhere Instanzen, falls erforderlich
3. **Fachexperten:**
  - Teilnahme an den Projektmeetings
  - Bereitstellung von Fachwissen und Expertise
  - Unterstützung bei technischen und sicherheitstechnischen Anliegen

### Überprüfung und Aktualisierung des Kommunikationsplans

Dieser Kommunikationsplan wird wöchentlich überprüft und bei Bedarf aktualisiert, um sicherzustellen, dass er den aktuellen Anforderungen des Projekts entspricht.

Im Abschnitt zur Kommunikationsplanung ist es von Bedeutung, klare Strukturen für die interne und externe Kommunikation zu etablieren. Das Organigramm dient hierbei als visuelle Repräsentation der Verantwortlichkeiten und Hierarchien innerhalb des Projekts.



## 5.5 Risikoanalyse

Die Risikoanalyse für das vorliegende Projekt hat das Ziel, potenzielle Gefahren und Unsicherheiten zu identifizieren, die den Projekterfolg beeinflussen könnten. Hierbei werden verschiedene Risikofaktoren auf ihre Eintrittswahrscheinlichkeit, potenzielle Auswirkungen sowie die Möglichkeit der Vermeidung oder Reduzierung untersucht. Durch diese systematische Herangehensweise können gezielte Massnahmen ergriffen werden, um etwaige Risiken zu minimieren und das Projekt effektiv voranzutreiben.

### Risiko 1: Lieferverzögerungen von Ausrüstungsteilen

- **Beschreibung:** Verzögerungen bei der Lieferung von spezifischen Ausrüstungsteilen können den Projektzeitplan beeinträchtigen.
- **Wahrscheinlichkeit:** 6(10) **Auswirkung:** 8(10) **Vermeidbarkeit:** 6(10)
- **Massnahmen:**
  - **Frühzeitige Bestellung:** Ausrüstungsteile sollten so früh wie möglich beschafft werden, um möglichen Lieferverzögerungen entgegenzuwirken.
  - **Alternative Lieferanten:** Identifikation und Bereithalten von alternativen Lieferanten für kritische Teile.
  - **Regelmässige Updates:** Regelmässige Kommunikation mit Lieferanten, um den Status der Bestellungen zu überwachen.

---

### Risiko 2: Technische Komplikationen bei der Integration

- **Beschreibung:** Schwierigkeiten bei der reibungslosen Integration der neuen Anlagenteile in die bestehende Produktionslinie.
- **Wahrscheinlichkeit:** 5(10) **Auswirkung:** 7(10) **Vermeidbarkeit:** 3(10)
- **Massnahmen:**
  - **Vorherige Tests:** Durchführung von umfangreichen Tests und Simulationen vor der eigentlichen Integration.
  - **Expertenberatung:** Einholung von Ratschlägen von Fachexperten und Technikern während der Integrationsphase.
  - **Pufferzeit:** Einplanen einer Pufferzeit im Projektzeitplan für unvorhergesehene technische Herausforderungen.

---

### Risiko 3: Kunden- und Nutzerakzeptanz

- **Beschreibung:** Dieses Risiko bezieht sich auf die Möglichkeit, dass die Kunden oder Nutzer das Ergebnis des Projekts nicht akzeptieren oder nicht zufrieden sind.
- **Wahrscheinlichkeit:** 2(10) **Auswirkung:** 6(10) **Vermeidbarkeit:** 9(10)
- **Massnahmen:**
  - **Frühzeitige Stakeholder-Einbindung:** Von Beginn an sollten relevante Stakeholder aktiv in den Prozess eingebunden werden. Ihre Anforderungen und Bedenken sollten sorgfältig berücksichtigt werden.

- **Transparente Kommunikation:** Sorgen Sie für klare und offene Kommunikation zwischen dem Projektteam und den Stakeholdern. Regelmässige Updates über den Projektfortschritt sind entscheidend, um Missverständnisse zu vermeiden.
- **Feedback einholen:** Regelmässige Feedbackschleifen, um sicherzustellen, dass die Mitarbeiter die Schulungsinhalte verstehen.

#### Risiko 4: Unvorhergesehene Sicherheitsprobleme

- **Beschreibung:** Sicherheitsprobleme könnten während der Implementierung auftreten, was die Gesundheit und Sicherheit der Mitarbeiter gefährdet.
- **Wahrscheinlichkeit:** 2(10) **Auswirkung:** 10(10) **Vermeidbarkeit:** 8(10)
- **Massnahmen:**
  - **Sicherheitsüberprüfung:** Durchführung einer gründlichen Sicherheitsüberprüfung vor der Implementierung.
  - **Schutzausrüstung:** Bereitstellung der erforderlichen Schutzausrüstung für alle beteiligten Personen.
  - **Sicherheitsschulungen:** Verpflichtende Sicherheitsschulungen für alle Teammitglieder und Mitarbeiter.

#### Risiko 5: Budgetüberschreitung

- **Beschreibung:** Die Kosten für die Anlagenoptimierung könnten das geplante Budget überschreiten.
- **Wahrscheinlichkeit:** 3(10) **Auswirkung:** 2(10) **Vermeidbarkeit:** 8(10)
- **Massnahmen:**
  - **Budgetüberwachung:** Regelmässige Überwachung der Ausgaben im Vergleich zum geplanten Budget.
  - **Fehlerbudget einplanen:** Einplanen eines Puffers für unvorhergesehene Kosten.

#### Risikobewertung und Aktualisierung

Die oben genannten Risiken werden regelmässig überwacht und bewertet. Falls neue Risiken auftreten oder die Relevanz bestehender Risiken sich ändert, müssen entsprechende Massnahmen ergriffen werden.

Risiko	Benennung	Eintrittswahrscheinlichkeit	Auswirkung	Vermeidbarkeit
1	Lieferverzögerung	6	8	6
2	Technische Komplikationen	5	7	3
3	Kunden- und Nutzerakzeptanz	2	6	9
4	Sicherheitsprobleme	2	10	8
5	Budgetüberschreitung	3	2	8

Tabelle 1 Risikobewertung nach Eintrittswahrscheinlichkeit, Auswirkung und Vermeidbarkeit

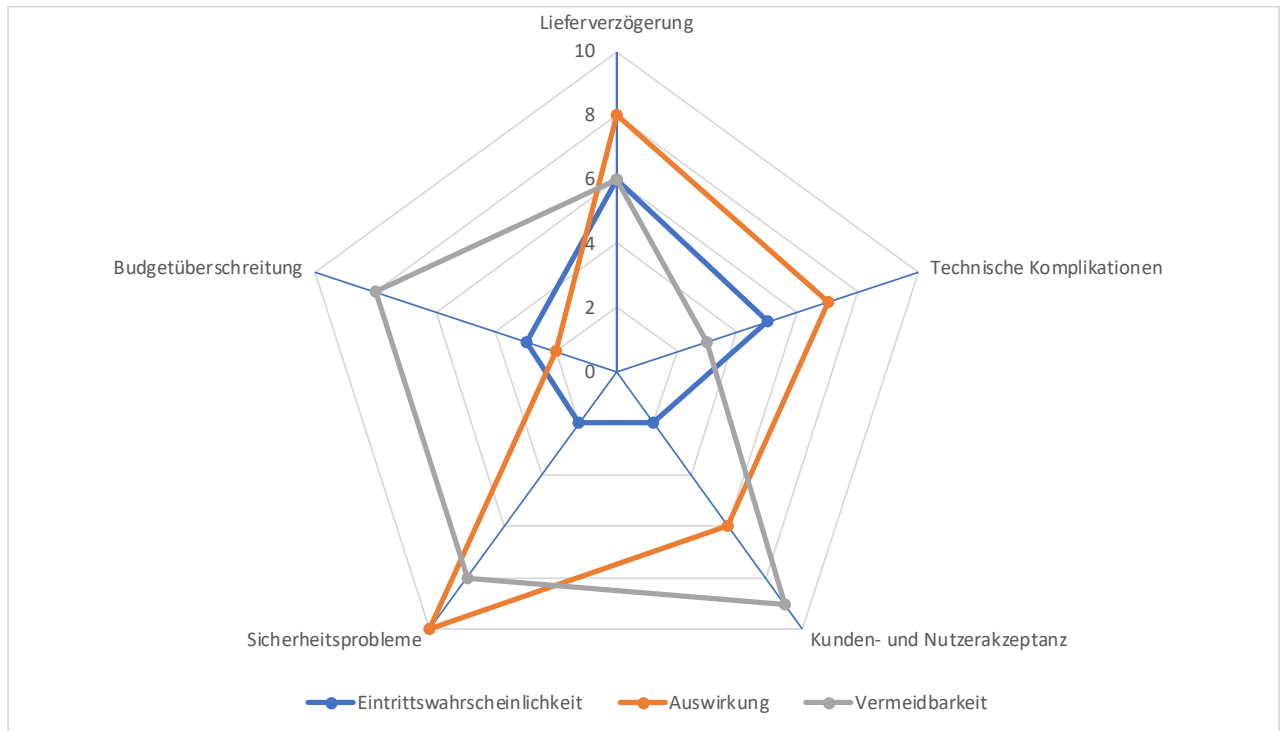


Diagramm 1 Grafische Darstellung der Risikoanalyse

Die Risikobewertung zeigt, dass die Lieferverzögerung und die technischen Komplikationen bei der Implementierung als die bedeutsamsten Risiken eingestuft werden. Diese Ereignisse könnten erhebliche Auswirkungen auf das Projekt haben, da sie sowohl wahrscheinlich als auch schwerwiegend sind. Die Vermeidbarkeit der Lieferverzögerung könnte verbessert werden, indem Bestellungen frühzeitig getätigt und alternative Lieferanten in Betracht gezogen werden. Technische Komplikationen könnten durch umfangreiche Tests und Expertenberatung reduziert werden.

Kunden- und Nutzerakzeptanz sowie Sicherheitsprobleme werden als weniger wahrscheinlich eingestuft, haben aber dennoch erhebliche Auswirkungen. Durch gezielte Massnahmen, wie transparente Kommunikationswege und intensive Sicherheitsprüfungen, können diese Risiken minimiert werden. Das Budgetrisiko wird als vergleichsweise gering eingeschätzt und hat auch nur geringe Auswirkungen. Daher wird es innerhalb dieses Projekts nicht als entscheidend betrachtet.

## 6 Projektrealisierung

In der Phase der Projektrealisierung wird auf die zuvor abgeschlossenen Phasen der Projektinitialisierung und -planung zurückgegriffen. Hier erfolgt die Umsetzung konkreter Massnahmen, um die definierten Ziele zu erreichen. Dieser Abschnitt bildet die entscheidende Brücke zwischen Planung und Umsetzung, bei dem die entwickelten Lösungen greifbare Ergebnisse erzielen.

### 6.1 Analyse

#### Analyse der Bestehenden Komponenten:

- **Nusschneidmaschine:** Die Nusschneidmaschine ist der zentrale Bestandteil des Produktionsprozesses in der Nussverarbeitung. Sie ermöglicht das Zerkleinern von Nüssen und bildet eine wesentliche Grundlage für die weiteren Verarbeitungsschritte.
- **Siebanlage:** Die Siebanlage spielt eine entscheidende Rolle bei der Trennung von geschnittenen Nussstücken nach Grösse. Dies ist entscheidend, um eine definierte Sortierung und gleichmässige Qualität der Produkte zu gewährleisten.
- **Steigförderer zur Beschickung der Siebanlage:** Der Steigförderer ermöglicht den Transport der geschnittenen Nüsse zur Siebanlage. Eine effiziente Beschickung gewährleistet einen reibungslosen Ablauf des Prozesses zwischen Schneid- und Siebanlage.
- **Waage zur Produktabfüllung des Feianteils:** Die Waage ermöglicht eine präzise Dosierung und Abfüllung des nach dem Siebvorgang anfallenden feinen Nussanteils. Dies ist entscheidend, um die gewünschte Abfüllmenge in den Papiertüten zu erreichen.
- **Steuerung mit SPS Siemens S5:** Die Steuerung bildet das Zentrum der automatisierten Prozesse der Anlage. Sie steuert und überwacht die verschiedenen Komponenten für ein effizientes Zusammenspiel.

Diese bestehenden Komponenten bilden die Basis für die geplante Anlagenoptimierung.

#### Analyse der Produktionsabläufe

Die vorgenommene Analyse zielt darauf ab, die zeitlichen Engpässe im Produktionsprozess zu identifizieren. Dabei wird deutlich, dass die Zeitverluste an den Schnittstellen auftreten, an denen manuelle Eingriffe notwendig sind. Diese Schnittstellen stellen kritische Punkte dar, an denen Effizienzsteigerungen und Automatisierungspotenzial geprüft werden sollten, um den Gesamtprozess zu optimieren. Durch die gezielte Reduzierung dieser Zeitverluste an den manuellen Schnittstellen kann eine signifikante Verbesserung der Produktionsdauer und somit der Gesamteffizienz erzielt werden.

**1. Produktaufgabe:** Die Aufgabe des Produkts erfolgt über einen Container, der zur Entleerung angehoben und anschliessend kontrolliert entleert wird. Diese Schnittstelle erfordert manuelle Intervention, was zu Zeitverlusten führen kann. Es wird empfohlen, die Möglichkeit einer automatisierten Produktaufgabe zu prüfen, um den Prozess zu beschleunigen und die Abhängigkeit von manuellen Schritten zu reduzieren.

**2. Ausgabestellen Granulatstufen 1, 2, 3:** Die gesiebten Granulatstufen werden in drei 20-Liter-Gebinden gesammelt und bei Erreichen des vollen Zustands durch den Bediener in grössere Container umgeschüttet. Auch hier liegt ein potenzieller Zeitverlust aufgrund manueller Schritte vor. Es

wäre ratsam, die Möglichkeit einer automatisierten Umfüllung in Betracht zu ziehen, um den Prozess zu beschleunigen und die Arbeitsbelastung zu reduzieren.

**3. Ausgabe Feinanteil:** Der gesiebte Feinanteil wird in Gebinden gesammelt und bei Erreichen des vollen Zustands manuell in Papiersäcke zu 25 kg abgefüllt. Auch hier besteht die Möglichkeit zur Optimierung durch eine automatisierte Abfüllung, um Zeitverluste zu minimieren und die Arbeitslast zu reduzieren.

Zusammenfassend ist festgestellt, dass Zeitverluste bei jeglicher Art von manueller Intervention, insbesondere aber bei der Gebinde Umverteilung der Granulatstufen und des Feinanteils sowie bei den regelmässig notwendigen Reinigungsarbeiten der Produktionsumgebung entstehen. Die Quantifizierung geschieht durch Erfassung der Verluste pro Arbeitsstunde [**min/h**] und der Verluste an Verarbeitungskapazität pro Arbeitsstunde [**kg/h**] im Mittelwert:

Prozessschritt	Zeitverlust [min/h]	Kapazitätsverlust [kg/h]
Umverteilung Granulat (I)	5	20.83
Umverteilung Granulat (II)	5	20.83
Umverteilung Granulat (III)	5	20.83
Umverteilung Feinanteil	9	37.50
Gesamt	24	100.00

Tabelle 2 Erfassung der Verluste nach Prozessschritt

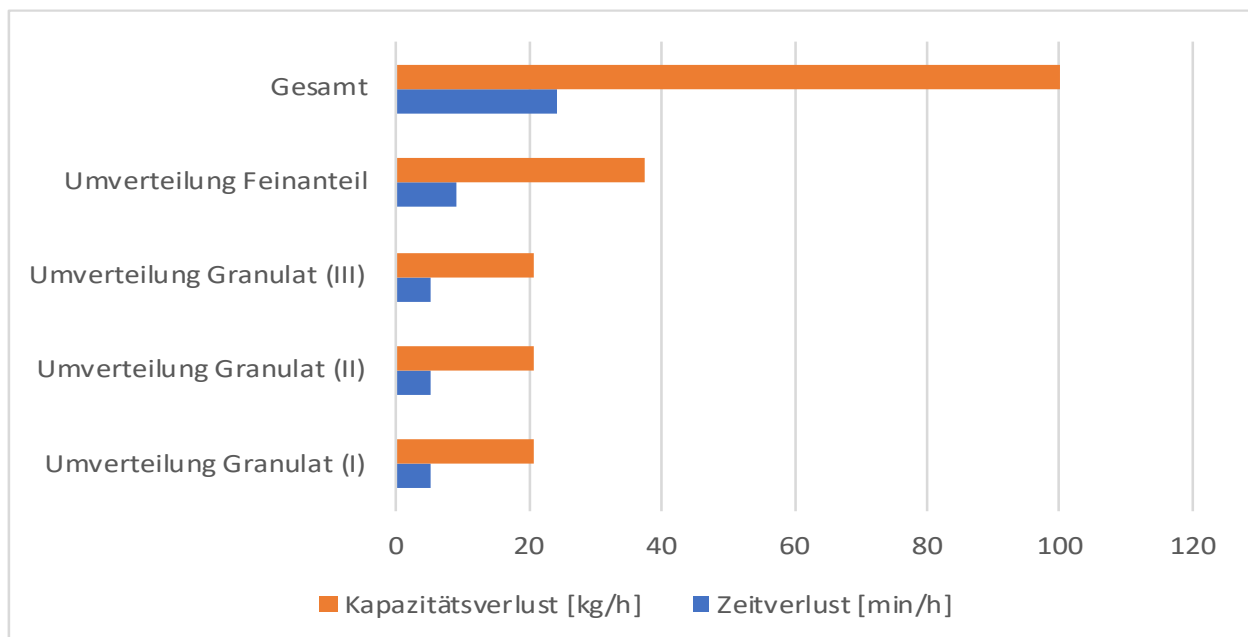


Diagramm 2 Grafische Darstellung der Prozessverluste

### Analyse der Marktlage:

Aufgrund der individuellen Anforderungen ist festzustellen, dass der Markt keine konkrete Lösung für diese Anforderung bietet. Daher wird durch die Integration weiterer Elemente und gezielte Anpassungen an der bestehenden Infrastruktur das Optimierungsziel verfolgt.

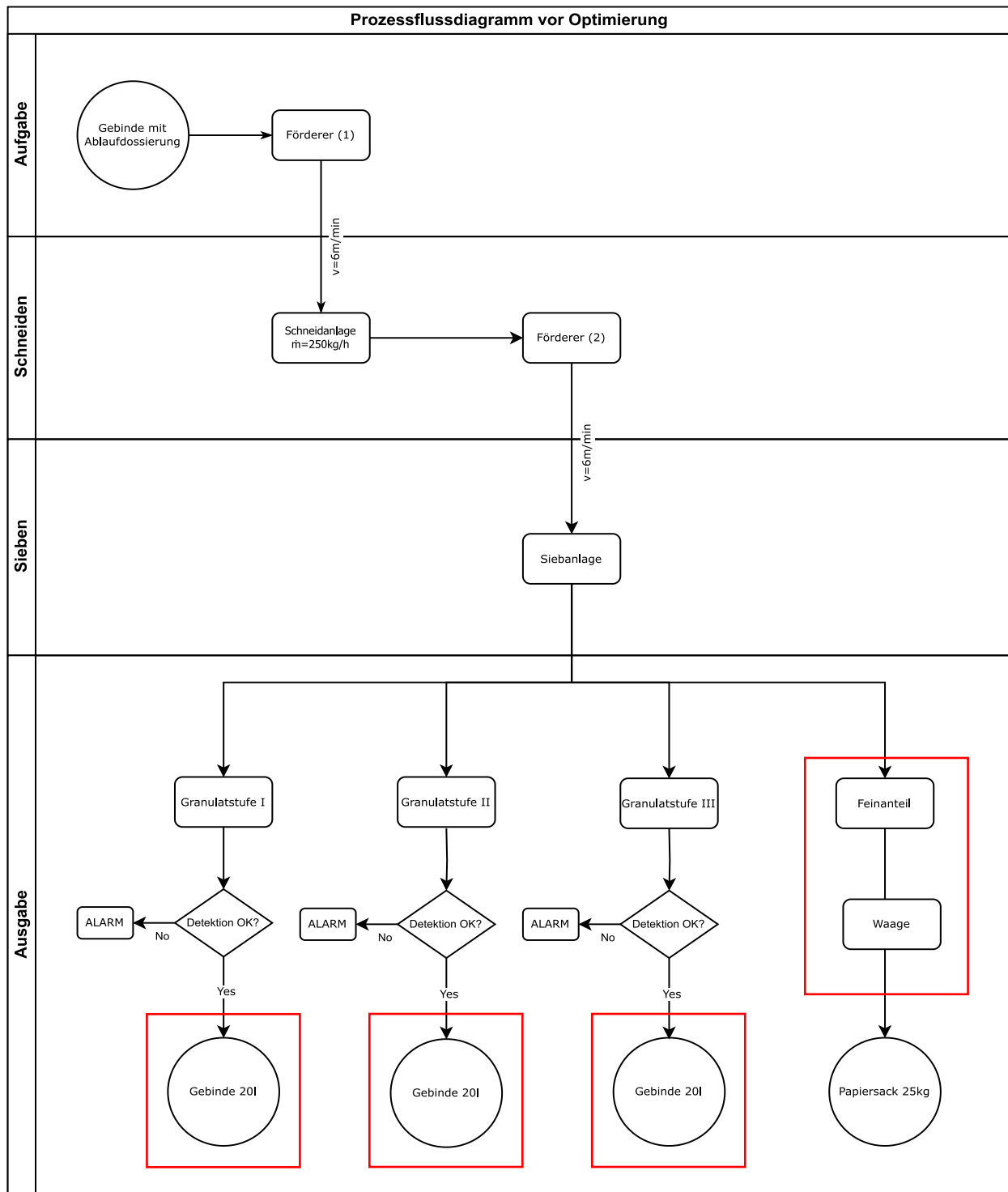


Abbildung 6-1 Prozessflussdiagramm vor der Optimierung. Kritische Schnittstellen mit Zeitverlusten rot dargestellt.

Das vorliegende Prozessflussdiagramm zeigt den Ablauf der Produktionsprozesse von der Produkt- aufgabe bis zur Ausgabe der fertigen Zwischenprodukte im Zustand vor der Optimierung. Es verdeutlicht die verschiedenen Schnittstellen, an denen manuelle Eingriffe notwendig sind und zeigt somit potenzielle Zeitverluste auf. Dabei wird ersichtlich, dass die manuelle Umverteilung der Gebinde der Granulatstufen und des Feinanteils sowie die Reinigungsarbeiten nach entstehendem Verunreinigen der Produktionsumgebung als kritische Punkte identifiziert werden können.



Abbildung 6-2 Mitarbeiter bei der manuellen Umverteilung der Granulatstufen in Papiersäcke



Abbildung 6-3 Sammlung des Feianteils in Gebinden unter dem Ausgang an der Siebanlage

## 6.2 Kreativitätsmethode <Brainstorming>

Die gewählte Kreativitätsmethode für die Variantenbildung ist die «Brainstorming-Methode». Diese Methode fördert die spontane und freie Generierung von Idee. Die Entscheidung für diese Methode basiert auf ihrer bewährten Effektivität bei der Anregung von innovativen Lösungsansätzen. Sie ermöglicht es, eine breite Palette von Ideen zu sammeln, die als Grundlage für die Entwicklung von Varianten dienen.

1. **Automatisierung der Produktausgabe:**
  - Einsatz eines Förderbands für die automatische Wegführung von Produkten zur Weiterverarbeitung.
2. **Robotergestütztes Produkthandling:**
  - Verwendung von Roboterarmen, um das Umschütten der Granulatstufen und des Feinanteils zu automatisieren.
3. **Einführung von IoT für Echtzeitüberwachung:**
  - Integration von IoT-Technologien zur Überwachung und Optimierung der Anlagenleistung in Echtzeit.
4. **Optimierung der Steuerungstechnik:**
  - Modernisierung der Steuerungstechnik auf eine neuere Version (z.B. SPS S7) für präzisere Kontrolle und erweiterte Funktionalitäten.
5. **Integration von Sensoren:**
  - Einbau von Sensoren zur Überwachung von Prozessparametern und automatischen Anpassung von Einstellungen.
6. **Einführung von Sicherheitssystemen:**
  - Implementierung von Sicherheitsmassnahmen wie Lichtschranken und Not-Aus-Schaltern zur Verbesserung der Arbeitssicherheit.
7. **Ergonomische Arbeitsplätze:**
  - Gestaltung von Arbeitsplätzen, um die Ergonomie zu verbessern und die Belastung der Bediener zu reduzieren.
8. **Hardwareoptimierung:**
  - Austausch oder Verbesserung von bestehenden Komponenten, um die Leistung der Anlagen zu steigern.
9. **Umweltfreundliche Materialien und Verfahren:**
  - Verwendung von umweltfreundlichen Materialien und Prozessen, um die Nachhaltigkeit der Produktion zu verbessern.
10. **Schulungen für Bediener:**
  - Schulungen und Workshops für Bediener, um sicherzustellen, dass sie die Anlagen effizient nutzen können.
11. **Kosten-Nutzen-Analyse:**
  - Durchführung einer gründlichen Kosten-Nutzen-Analyse für jede vorgeschlagene Optimierungsmassnahme.
12. **Kombination von Lösungen:**
  - Untersuchung der Möglichkeit, verschiedene Lösungen zu kombinieren, um synergistische Effekte zu erzielen.

### 6.3 Priorisierungsmethode <ABC-Methode>

Die Priorisierungstechnik «ABC-Methode» wurde gewählt, da sie eine klare und effektive Möglichkeit bietet, die Ideen nach ihrer Bedeutung zu ordnen. Durch die Unterscheidung in A, B und C Kategorien können die entscheidenden Ideen für das Projekt leicht identifiziert werden. Dies ermöglicht eine gezielte Fokussierung auf die Schlüsselaspekte und erleichtert die Ressourcenallokation für die Umsetzung.

Rang	Idee	Kategorie	Rangwert
1	Automatisierung der Produktausgabe	A	12
2	Integration von Sensoren	A	11
3	Ergonomische Arbeitsplätze	A	10
4	Kosten-Nutzen-Analyse	A	9
5	Alternative Überwachungstechnologie	A	8
6	Hardwareoptimierung	B	7
7	Optimierung der Steuerungstechnik	B	6
8	Roboter gestützte Umschüttung	B	5
9	Einführung von Sicherheitssystemen	B	4
10	Umweltfreundliche Materialien und Verfahren	C	3
11	Schulungen für Bediener	C	2
12	Kombination von Lösungen	C	1

Tabelle 3 Bewertung der Ideen nach Kategorie und Rangwert

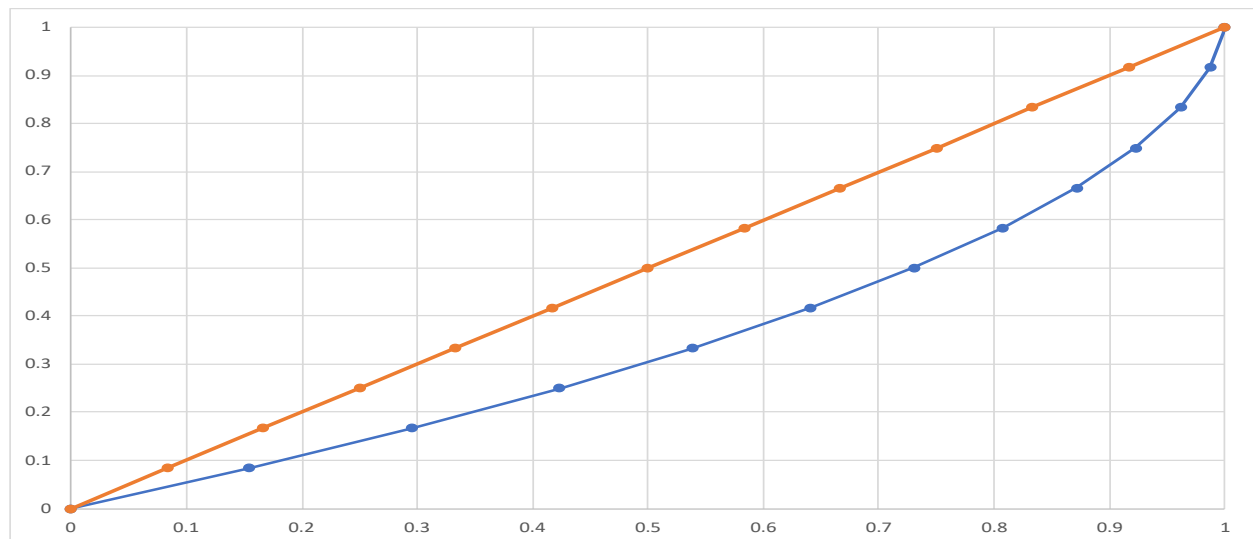


Diagramm 3 Lorenzkurve der ABC-Analyse

Die Lorenzkurve zeigt den kumulierten Anteil des Gesamtwerts auf der vertikalen Achse gegen den kumulierten Anteil der Elemente auf der horizontalen Achse. Dadurch wird deutlich, wie stark die Wertigkeit auf die obersten Elemente konzentriert ist. Diese Visualisierung ermöglicht es, gezielt auf die wichtigsten Elemente (Kategorie A) zu fokussieren und dort Optimierungen oder Anpassungen vorzunehmen. Sie dient somit als Grundlage für strategische Entscheidungen und Ressourcenallokation.

## 6.4 Variantenbildung

### Variante 1: Integrierte Sensorik und Automatisierung

1. Integration von Sensoren:
  - Optische Sensoren
  - Ultraschall Sensoren
  - Gewicht Sensoren
2. Automatisierung der Produktaufgabe:
  - Förderband
  - Roboterarm
  - Pneumatische Vorrichtung
3. Ergonomische Anpassungen:
  - Höhenverstellbarer Arbeitsplatz
  - Bequemer Bedienungsgriff
  - Entlastungsmatte

#### Mögliche Kombinationen:

1. Optische Sensoren + Roboterarm + Höhenverstellbarer Arbeitsplatz
2. Ultraschallsensor + Förderband + Bequemer Bedienungsgriff
3. Gewichtssensoren + Pneumatische Vorrichtung + Entlastungsmatte

### Variante 2: Robotergestützte Umschüttung und Steuerungsoptimierung

1. Einführung von Robotern:
  - Industrieroboter
  - Kollaborative Roboter
  - SCARA-Roboter
2. Optimierung der Steuerungstechnik:
  - PLC-System
  - CNC-Steuerung
  - Robotersteuerungssystem
3. Ergonomische Anpassungen:
  - Sicherheitszaun mit Zugangsschleuse
  - Benutzerfreundliche Schnittstelle
  - Ergonomischer Bedienungsplatz

#### Mögliche Kombinationen:

1. Kollaborative Roboter + CNC-Steuerung + Benutzerfreundliche Schnittstelle
2. Industrieroboter + PLC-System + Sicherheitszaun mit Zugangsschleuse
3. SCARA-Roboter + Robotersteuerungssystem + Ergonomischer Bedienungsplatz

#### 6.4.1 Kurzbeschreibung der Variante < 1 >

##### Variante 1: Integrierte Automatisierung und Sensorik

Diese Variante zielt darauf ab, die Effizienz und Genauigkeit der Produktionsprozesse durch den Einsatz von integrierter Sensorik und Automatisierung zu steigern. Dabei werden verschiedene Aspekte berücksichtigt:

- **Integration von Sensoren:** Durch die Integration von hochentwickelten Sensoren in die Anlage wird eine Echtzeitüberwachung der Produktionsprozesse ermöglicht. Dies ermöglicht eine präzise Steuerung und Anpassung der Abläufe bei der Produktausgabe an der Sack Abfüllanlage
- **Automatisierung der Produktausgabe:** Mithilfe von automatisierten Systemen wird die Produktausgabe optimiert. Dies führt zu schnelleren und effizienteren Abläufen, da menschliche Interventionen reduziert werden.
- **Ergonomische Anpassungen:** Ergonomische Verbesserungen am Arbeitsplatz sorgen für eine komfortablere und sicherere Arbeitsumgebung. Dies trägt zur langfristigen Gesundheit und Produktivität der Bediener bei.
- **Transport und Lagerung der Abgänge:** Die Abgänge werden über jeweils separate Förderer transportiert und abschliessend in separate PTA 11 Containern gelagert.

#### 6.4.2 Kurzbeschreibung der Variante < 2 >

##### Variante 2: Robotergestützte Umschüttung und Steuerungsoptimierung

Diese Variante konzentriert sich auf die Implementierung von Robotertechnologie und die Optimierung der Steuerungstechnik, um die Produktionsprozesse zu optimieren:

- **Einführung von Robotern:** Roboter werden eingesetzt, um das Umschütten der Produkte zu automatisieren. Dies führt zu einer höheren Präzision, Geschwindigkeit und Effizienz in diesem entscheidenden Prozessschritt.
- **Optimierung der Steuerungstechnik:** Eine gründliche Überarbeitung der Steuerungstechnik ermöglicht eine präzisere Kontrolle der Anlage. Dies führt zu einer besseren Abstimmung der Prozesse und einer höheren Produktqualität.
- **Ergonomische Anpassungen:** Auch hier werden ergonomische Anpassungen vorgenommen, um die Sicherheit und Arbeitsbedingungen der Bediener weiter zu verbessern.

Im Lösungsfindungsprozess wurde auf weitere Variantenbildungen verzichtet, da die favorisierte Variante bereits alle wesentlichen Anforderungen optimal erfüllt und zusätzliche Varianten keinen signifikanten Mehrwert bieten würden. Dies wurde nach eingehender Analyse und Evaluierung festgestellt.

## 6.5 Evaluation der geeignetsten Variante

Für die Bewertung der Varianten im Kontext dieses Projekts müssen universelle Kriterien festgelegt werden. Diese Kriterien sollten Aspekte wie Kosten, Aufwand, Sicherheit, Umsetzbarkeit und Flexibilität berücksichtigen. Sie dienen als objektive Massstäbe, um die Vor- und Nachteile der Varianten miteinander zu vergleichen und die bestmögliche Lösung für die Anlagenoptimierung zu ermitteln. Dieser systematische Ansatz gewährleistet eine fundierte Entscheidungsfindung basierend auf klaren und nachvollziehbaren Kriterien:

1. **Kosten:** Bewertung der finanziellen Aufwendungen für die Implementierung der Variante.
2. **Aufwand:** Einschätzung des Gesamtaufwands in Bezug auf Zeit, Ressourcen und Arbeitskraft.
3. **Risiko:** Berücksichtigung der Wahrscheinlichkeit und Auswirkungen von potenziellen Problemen oder Komplikationen während der Umsetzung.
4. **Sicherheit:** Bewertung der Massnahmen zur Gewährleistung der Sicherheit von Bedienern und des Produktionsprozesses.
5. **Umsetzbarkeit:** Einschätzung der technischen Realisierbarkeit und Kompatibilität mit bestehenden Systemen.
6. **Bedienbarkeit:** Beurteilung der Benutzerfreundlichkeit und Anpassungsfähigkeit an die Fähigkeiten des Bedienpersonals.
7. **Einfachheit:** Bewertung der Komplexität und Simplizität der Lösung in Bezug auf Design und Bedienung.
8. **Flexibilität:** Einschätzung der Anpassungsfähigkeit der Lösung an mögliche zukünftige Anforderungen und Änderungen.
9. **Skalierbarkeit:** Beurteilung der Möglichkeit, die Lösung bei Bedarf zu erweitern oder anzupassen, um grössere Kapazitäten zu bewältigen.
10. **Wartungsfreundlichkeit:** Berücksichtigung der Leichtigkeit und Effizienz bei der Durchführung von Wartungsarbeiten und Reparaturen.

## 6.5.1 Präferenzmatrix

### Präferenzmatrix

als wichtiger	Kosten	Aufwand	Risiko	Sicherheit	Umsetzbarkeit	Bedienbarkeit	Einfachheit	Flexibilität	Skalierbarkeit	Wartungsfreundlichkeit	Summe	%
Kosten	1	0	0	0	0	1	1	1	1	1	6	13%
Aufwand	0	1	0	0	0	0	1	1	1	0	3	7%
Risiko	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	8	18%
Sicherheit	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	9	20%
Umsetzbarkeit	1	1	0	0	1	1	1	1	1	1	7	16%
Bedienbarkeit	0	1	0	0	0	1	1	1	1	1	5	11%
Einfachheit	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	3	7%
Flexibilität	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1	2%
Skalierbarkeit	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2%
Wartungsfreundlichkeit	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2	4%
											<b>Prüfsumme</b>	<b>100%</b>

Bewertung 1 bedeutet im Beispiel Kriterium 1 ist wichtiger als Kriterium 2

## 6.5.2 Nutzwertanalyse

### Nutzwertanalyse

	Gewichtung	Alternative 1		Alternative 2		Alternative 3		Alternative 4	
		Bewertung	Wert	Bewertung	Wert	Bewertung	Wert	Bewertung	Wert
Kosten	13%	8	1.07	2	0.27		-		-
Aufwand	7%	7	0.47	3	0.20		-		-
Risiko	18%	7	1.24	4	0.71		-		-
Sicherheit	20%	8	1.60	8	1.60		-		-
Umsetzbarkeit	16%	10	1.56	5	0.78		-		-
Bedienbarkeit	11%	8	0.89	6	0.67		-		-
Einfachheit	7%	8	0.53	4	0.27		-		-
Flexibilität	2%	8	0.18	3	0.07		-		-
Skalierbarkeit	2%	7	0.16	5	0.11		-		-
Wartungsfreundlichkeit	4%	6	0.27	8	0.36		-		-
	<b>Summe</b>		<b>7.96</b>		<b>5.02</b>		<b>-</b>		<b>-</b>

Bewertungszahl von 0 - 10  
 Bewertungszahl 0 entspricht Alternative erfüllt das Kriterium nicht  
 Bewertungszahl 10 entspricht Alternative erfüllt das Kriterium vollständig

Die Nutzwertanalyse basiert auf den festgelegten Kriterien und deren Gewichtungen. Hier ist die Interpretation und Begründung der Ergebnisse:

1. **Kosten (13%):** Die Kosten sind ein entscheidendes Kriterium für die Auswahl der optimalen Variante. In diesem Fall hat Alternative 1 aufgrund ihres umfassenden Ansatzes zur Integration von Sensoren und Automatisierungselementen einen höheren Nutzwert erhalten. Die Investition in hochwertige Technologie wird langfristig zu Kosteneinsparungen führen.
2. **Aufwand (7%):** Der Aufwand bezieht sich auf die Arbeits- und Zeitressourcen, die für die Umsetzung der Variante benötigt werden. Auch hier hat Alternative 1 aufgrund ihrer umfangreichen Natur einen höheren Nutzwert erhalten. Obwohl der Aufwand grösser ist, verspricht sie eine bessere Gesamtleistung.
3. **Risiko (18%):** Das Risiko ist ein entscheidendes Kriterium, um mögliche Komplikationen und Probleme bei der Umsetzung zu bewerten. Alternative 1 hat einen höheren Nutzwert in Bezug auf die Risikobewertung, da die umfassende Integration von Technologie gut durchdacht ist und weniger Raum für unerwartete Probleme lässt.
4. **Sicherheit (20%):** Sicherheit ist ein besonders wichtiger Aspekt in der Lebensmittelproduktion. Alternative 1 wurde aufgrund ihrer umfassenderen Sicherheitsmassnahmen und der Integration von Sensoren zur Echtzeitüberwachung höher bewertet.
5. **Umsetzbarkeit (16%):** Umsetzbarkeit bezieht sich auf die praktische Durchführbarkeit der Variante. Hier wurde Alternative 1 aufgrund ihrer klaren Planung und Durchführbarkeit besser bewertet.
6. **Bedienbarkeit (11%):** Die Bedienbarkeit betrifft die Benutzerfreundlichkeit der neuen Lösung für die Mitarbeiter. Alternative 1 hat aufgrund ihrer einfacheren Automatisierungselemente und Sensoren eine höhere Bewertung erhalten.
7. **Einfachheit (7%):** Die Einfachheit bezieht sich auf die Komplexität der Lösung. Alternative 2 wurde in diesem Kriterium besser bewertet, da sie weniger komplexe Änderungen erfordert.
8. **Flexibilität (2%):** Die Flexibilität einer Lösung wurde in diesem Projekt weniger gewichtet. Beide Alternativen erhielten ähnliche Bewertungen in diesem Kriterium.
9. **Skalierbarkeit (2%):** Skalierbarkeit wurde ebenfalls weniger gewichtet. Beide Alternativen erhielten ähnliche Bewertungen in diesem Kriterium.
10. **Wartungsfreundlichkeit (4%):** Alternative 1 erhielt eine höhere Bewertung in Bezug auf die Wartungsfreundlichkeit aufgrund ihrer modernen Technologie und der Möglichkeit, Probleme frühzeitig zu erkennen.

Zusammenfassend zeigt die Nutzwertanalyse, dass Alternative 1 aufgrund ihrer umfassenden Integration von Sensoren und Automatisierungselementen, ihrer besseren Sicherheit und geringeren Risiken sowie ihrer umsetzbaren Natur die bevorzugte Option für die Anlagenoptimierung ist. Diese Auswahl basiert auf einer sorgfältigen Bewertung der definierten Kriterien und Gewichtungen, um die bestmögliche Lösung zu gewährleisten.

### 6.5.3 Sensitivitätsanalyse

#### Sensitivitätsanalyse

	Gewichtung	Alternative 1		Alternative 2		Alternative 3		Alternative 4	
		Bewertung	Wert	Bewertung	Wert	Bewertung	Wert	Bewertung	Wert
Kosten	13%	8	1.07	2	0.27		-		-
Aufwand	7%	7	0.47	3	0.20		-		-
Risiko	20%	7	1.40	4	0.80		-		-
Sicherheit	18%	8	1.44	8	1.44		-		-
Umsetzbarkeit	16%	10	1.56	5	0.78		-		-
Bedienbarkeit	11%	8	0.89	6	0.67		-		-
Einfachheit	7%	8	0.53	4	0.27		-		-
Flexibilität	2%	8	0.18	3	0.07		-		-
Skalierbarkeit	2%	7	0.16	5	0.11		-		-
Wartungsfreundlichkeit	4%	6	0.27	8	0.36		-		-
	<b>Summe</b>		<b>7.95</b>		<b>4.95</b>		<b>-</b>		<b>-</b>

Bewertungszahl von 0 - 10  
 Bewertungszahl 0 entspricht Alternative erfüllt das Kriterium nicht  
 Bewertungszahl 10 entspricht Alternative erfüllt das Kriterium vollständig

Die Sensitivitätsanalyse verdeutlicht, dass **Alternative 1**, welche auf eine umfassende Integration von Sensoren und Automatisierungselementen setzt, in vielerlei Hinsicht robust ist. Selbst bei signifikanten Veränderungen in den Bewertungen und Gewichtungen der Kriterien behält sie eine hohe Gesamtbewertung bei. Dies zeigt, dass ihre Vorteile in den Bereichen Kosten, Sicherheit, Umsetzbarkeit und weiteren Faktoren stark ausgeprägt sind und sich nur schwer beeinträchtigen lassen.

Im Gegensatz dazu ist **Alternative 2**, obwohl sie in einigen Aspekten gut bewertet wurde, anfälliger für Veränderungen. Selbst moderate Verschiebungen in den Kriterien könnten einen stärkeren Einfluss auf ihre Gesamtbewertung haben. Dies deutet darauf hin, dass Alternative 2 in ihrer derzeitigen Form möglicherweise weniger robust ist und eventuell weiterer Anpassungen oder Überlegungen bedarf, um ihre Gesamteffektivität zu steigern.

Insgesamt bestätigt die Sensitivitätsanalyse die Stärken von **Alternative 1** als bevorzugte Option für die Anlagenoptimierung bei Patiswiss AG. Ihre umfassende Integration von Sensoren und Automatisierungselementen verspricht eine nachhaltige Effizienzsteigerung und Sicherheitsverbesserung in den Produktionsprozessen.

#### **6.5.4 Resultat der Variantenevaluation**

##### **Variante 1: Integrierte Automatisierung und Sensorik**

Diese Variante zeichnet sich durch die Integration von Automatisierungselementen der Fördertechnik und Sensorik aus. Diese Massnahme führt zu einer massgeblichen Steigerung der Effizienz in den Produktionsabläufen.

Ein entscheidender Vorzug dieser Variante ist die erhöhte Sicherheit. Durch die Automatisierung wird das Risiko menschlicher Fehler minimiert. Dies gewährleistet nicht nur die Sicherheit der Bediener, sondern auch einen verlustarmen Ablauf des gesamten Prozesses.

Die ergonomische Verbesserung des Arbeitsplatzes sowie die Integration einer ergonomischen Sack-Abfüllung tragen zur Schaffung einer arbeitnehmerfreundlichen Umgebung bei. Dies verbessert die Arbeitsbedingungen für das Personal und steigert auch die Produktivität, da die Bediener effizienter und komfortabler arbeiten können.

Ein weiterer massgeblicher Vorteil von Variante 1 ist die gezielte Berücksichtigung spezifischer Anforderungen. Die einzelnen Produktabgänge und der Feinanteil werden über dedizierten Förderer transportiert und in PTA 11 Containern gelagert, was eine effektive Ressourcennutzung und Weiterverarbeitung ermöglicht.

Darüber hinaus ist diese Variante technisch gut realisierbar und fügt sich nahtlos in die bestehende Produktionsanlage ein. Sie stellt sicher, dass die Implementierung reibungslos und effizient verläuft.

Insgesamt bietet Variante 1 eine umfassende, massgeschneiderte Lösung für die Anlagenoptimierung bei Patiswiss AG. Ihre Stärken in den Bereichen Effizienz, Sicherheit, Ergonomie und die gezielte Berücksichtigung spezifischer Anforderungen machen sie zur besten Wahl für die Verbesserung der Produktionsprozesse.

## Evaluation des Sensors für die Füllstandsüberwachung

Bei der Evaluation des Sensors für die Füllstandsüberwachung sind mehrere entscheidende Bedingungen zu berücksichtigen:

1. **Berührungslosigkeit:** Der Sensor muss in der Lage sein, den Füllstand der Nüsse ohne direkten Kontakt zu ermitteln, um eine Störung des Produktionsprozesses zu vermeiden.
2. **Stetige Erfassung:** Der Sensor sollte in der Lage sein, den Füllstand kontinuierlich und in Echtzeit zu überwachen, um eventuelle Engpässe oder Störungen im Produktionsprozess frühzeitig zu erkennen.
3. **Kommunikation mit SPS:** Der Sensor muss in der Lage sein, die erfassten Daten an die SPS zu übertragen, um eine nahtlose Integration in den Produktionsprozess zu gewährleisten.
4. **Detektion von Nüssen:** Der Sensor muss spezifisch darauf ausgelegt sein, Nüsse zu detektieren, um eine präzise Füllstandsüberwachung sicherzustellen.

Die Evaluation sollte daher Sensoroptionen berücksichtigen, die all diese Bedingungen erfüllen, um eine effektive Füllstandsüberwachung zu gewährleisten.

## Optionen von Sensortypen zur Füllstandsüberwachung:

Für die Füllstandsüberwachung von Nüssen als loses Schüttgut in einem Produktionsprozess bieten sich verschiedene Sensortypen an. Hier sind einige Optionen, die in Betracht gezogen werden könnten:

1. **Ultraschallsensor:**
  - *Vorteile:* Berührungslos, kann in vielen Anwendungen eingesetzt werden, gute Genauigkeit.
  - *Einschränkungen:* Kann durch Staub oder Schmutz beeinflusst werden.
2. **Kapazitiver Sensor:**
  - *Vorteile:* Berührungslos, hohe Empfindlichkeit, kann auch durch nicht-metallische Materialien messen.
  - *Einschränkungen:* Empfindlich gegenüber Umgebungseinflüssen.
3. **Laser-Distanzsensor:**
  - *Vorteile:* Hohe Genauigkeit, berührungslos, kann in verschiedenen Umgebungen eingesetzt werden.
  - *Einschränkungen:* Empfindlich gegenüber stark reflektierenden Oberflächen.
4. **Infrarotsensor (für opake Materialien):**
  - *Vorteile:* Berührungslos, gute Erkennungsfähigkeit bei undurchsichtigen Materialien.
  - *Einschränkungen:* Empfindlich gegenüber Umgebungslicht.
5. **Mikrowellensensor:**
  - *Vorteile:* Berührungslos, kann durch Nichtmetallbehälter messen, unabhängig von Staub oder Schmutz.
  - *Einschränkungen:* Komplexere Installation und Einrichtung.
6. **Kameratechnologie (z.B. 3D-Bildgebung):**
  - *Vorteile:* Hohe Genauigkeit, kann komplexe Szenarien erfassen.
  - *Einschränkungen:* Komplexere Installation und höherer Kostenaufwand.

Die Auswahl des idealen Sensortyps hängt von verschiedenen Faktoren ab, einschliesslich der spezifischen Anforderungen des Produktionsprozesses, des Budgets und der Umgebungsbedingungen.

### **Nutzwertanalyse für die Auswahl des Sensors zur Füllstandsüberwachung:**

Kriterien:

1. **Berührungslosigkeit** (Gewichtung: 25%)
  - Ultraschallsensor: 9 von 10
  - Infrarotsensor: 7 von 10
  - Kapazitiver Sensor: 8 von 10
  - Laserdistanzsensor: 6 von 10
2. **Detektion von Nüssen** (Gewichtung: 25%)
  - Ultraschallsensor: 9 von 10
  - Infrarotsensor: 7 von 10
  - Kapazitiver Sensor: 6 von 10
  - Laserdistanzsensor: 6 von 10
3. **Zuverlässigkeit** (Gewichtung: 20%)
  - Ultraschallsensor: 7 von 10
  - Infrarotsensor: 8 von 10
  - Kapazitiver Sensor: 6 von 10
  - Laserdistanzsensor: 6 von 10
4. **Stetige Erfassung** (Gewichtung: 10%)
  - Ultraschallsensor: 8 von 10
  - Infrarotsensor: 7 von 10
  - Kapazitiver Sensor: 6 von 10
  - Laserdistanzsensor: 7 von 10
5. **Kommunikation mit SPS** (Gewichtung: 10%)
  - Ultraschallsensor: 8 von 10
  - Infrarotsensor: 6 von 10
  - Kapazitiver Sensor: 7 von 10
  - Laserdistanzsensor: 7 von 10
6. **Preis** (Gewichtung: 10%)
  - Ultraschallsensor: 7 von 10
  - Infrarotsensor: 8 von 10
  - Kapazitiver Sensor: 6 von 10
  - Laserdistanzsensor: 6 von 10

**Gesamtwert:**

- Ultraschallsensor: 82 von 100
- Infrarotsensor: 73 von 100
- Kapazitiver Sensor: 68 von 100
- Laserdistanzsensor: 64 von 100

### Begründung der Auswahl:

Der Ultraschallsensor hat den höchsten Gesamtwert in der Nutzwertanalyse. Er erfüllt die meisten Anforderungen sehr gut, insbesondere die berührungslose Messung, stetige Erfassung und die zuverlässige Detektion von Nüssen. Auch die Kommunikation mit der SPS ist gut möglich. Der Infrarotsensor schneidet ebenfalls gut ab, allerdings etwas schlechter in der Detektion von Nüssen. Der kapazitive Sensor ist auch eine akzeptable Option, hat aber in einigen Kategorien Nachteile. Der Laserdistanzsensor hat insgesamt den geringsten Gesamtwert und ist daher weniger geeignet für dieses Projekt.

Der **Distanzsensor SICK UM12-11922B1** wurde präferiert, da er über einen geeigneten Erfassungsbereich verfügt. Zudem zeichnet er sich durch eine unkomplizierte Austauschbarkeit aus. Seine Kompatibilität mit der bestehenden SPS-Steuerung durch einen 4-poligen Anschluss erleichtert die nahtlose Integration erheblich. Ausserdem bieten sich vorteilhafte Einkaufskonditionen und ist schnell verfügbar.

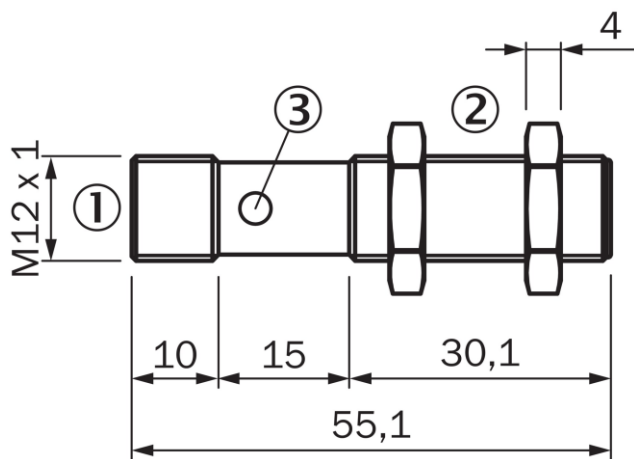


Abbildung 6-4 Masszeichnung Gehäuse

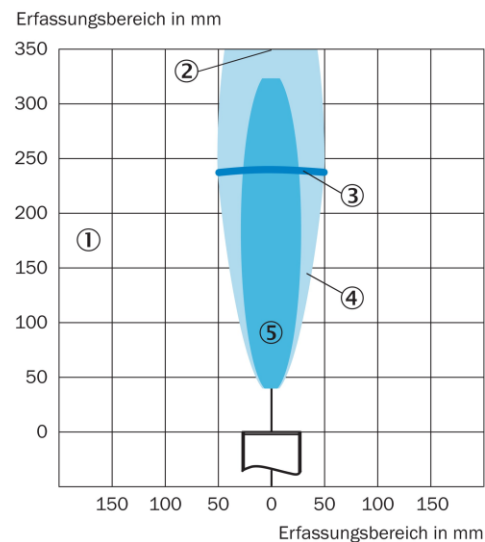


Abbildung 6-5 Erfassungsbereich Detektion

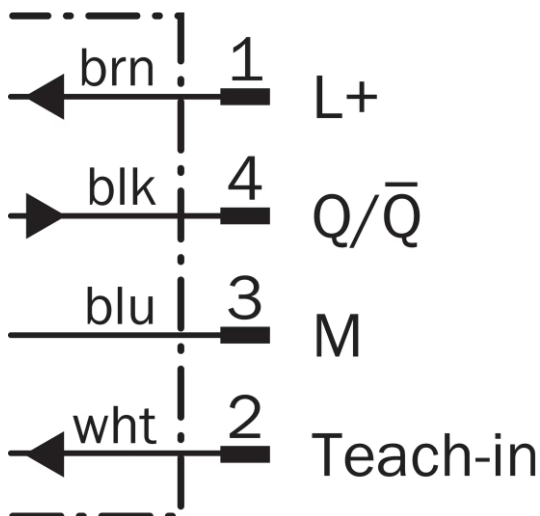


Abbildung 6-6 Anschlussschema Stecker

## 7 Ausarbeitung der Variante < Integrierte Automatisierung und Sensorik >

Die Entscheidung, die Automatisierungs- und Fördertechnik einzukaufen und die benötigten Trichter sowie die Abfüllanlage intern zu fertigen, basiert auf einer umfassenden Bewertung verschiedener Faktoren:

1. **Fachwissen und Ressourcen:** Das Unternehmen verfügt bereits über das erforderliche Know-how und die notwendigen Ressourcen für die interne Fertigung der Trichter und Abfüllanlage. Dies ermöglicht eine präzise Anpassung an die spezifischen Anforderungen des Projekts.
2. **Komplexität der Fertigung:** Die Fertigung der Trichter und Abfüllanlage ist in Bezug auf Komplexität und Anpassungsfähigkeit besser in-house durchführbar. Es ermöglicht auch eine direkte Kontrolle über den Fertigungsprozess, was die Qualitätssicherung erleichtert.
3. **Kosteneffizienz:** Durch den Kauf der Förderer und die interne Fertigung der Trichter und Abfüllanlage können potenzielle Kosteneinsparungen erzielt werden. Dies resultiert aus der optimierten Nutzung der vorhandenen Ressourcen und der Vermeidung von externen Beschaffungskosten.
4. **Zeitraumen:** Die interne Fertigung ermöglicht eine bessere Planung und Kontrolle des Zeitrahmens, da die Produktion direkt in den Projektzeitplan integriert werden kann. Dies minimiert Verzögerungen aufgrund von Lieferzeiten externer Lieferanten.
5. **Flexibilität und Anpassungsfähigkeit:** Die interne Fertigung bietet eine höhere Flexibilität bei etwaigen Änderungen oder Anpassungen, die während des Fertigungsprozesses auftreten könnten. Dies ermöglicht eine schnellere Reaktion auf sich ändernde Anforderungen.

Zusammenfassend ergibt sich aus dieser Evaluierung, dass die Kombination aus dem Kauf der Förderer und der internen Fertigung der Trichter und Abfüllanlage die effizienteste und wirtschaftlichste Lösung für die Realisierung des Projekts darstellt. Diese Strategie nutzt die vorhandenen Ressourcen optimal aus und gewährleistet gleichzeitig eine präzise Anpassung an die spezifischen Anforderungen der Anlagenoptimierung.

Das Prozessflussdiagramm des optimierten Anlagenlayouts bietet eine übersichtliche und detaillierte Darstellung der einzelnen Schritte und Abläufe, die bei der Umsetzung der Anlagenoptimierung durchgeführt werden. Es ermöglicht eine klare Visualisierung der Interaktionen zwischen den verschiedenen Komponenten und Prozessen.

Die Stellungnahme zu diesem Prozessflussdiagramm basiert auf mehreren entscheidenden Faktoren:

1. **Klarheit und Verständlichkeit:** Das Diagramm ist äusserst übersichtlich gestaltet und ermöglicht eine einfache Nachverfolgung der Arbeitsabläufe. Dadurch wird sichergestellt, dass alle Beteiligten ein klares Bild davon haben, wie die Umsetzung erfolgt.
2. **Optimierungspotenzial:** Das Layout zeigt deutlich, wie die einzelnen Komponenten zusammenarbeiten, um den Produktionsprozess zu optimieren. Es verdeutlicht die räumlichen Beziehungen zwischen den verschiedenen Elementen und zeigt potenzielle Engpässe oder Optimierungsmöglichkeiten auf.
3. **Schnittstellen und Interaktionen:** Durch das Diagramm werden Schnittstellen zwischen den verschiedenen Teilbereichen klar definiert. Dies ist entscheidend, um sicherzustellen, dass alle Komponenten reibungslos zusammenarbeiten.
4. **Übereinstimmung mit den Projektzielen:** Das Layout spiegelt eindeutig die definierten Projektziele wider, insbesondere in Bezug auf Effizienzsteigerung, Produktqualität und Wettbewerbsfähigkeit.
5. **Kontrollierbarkeit und Überwachung:** Das Diagramm bietet eine klare Grundlage für die Überwachung und Kontrolle des Umsetzungsprozesses. Es erleichtert die Identifizierung Problemen und ermöglicht eine gezielte Intervention.

Insgesamt trägt das Prozessflussdiagramm massgeblich zur effizienten und zielgerichteten Umsetzung der Anlagenoptimierung bei. Es stellt sicher, dass alle Beteiligten ein einheitliches Verständnis der Arbeitsabläufe haben und ermöglicht eine gezielte Steuerung und Überwachung des Projekts. Die Elemente des Lösungskonzepts sind in grüner Farbe dargestellt und zeigen die Ergänzung zu der bestehenden Anlage.

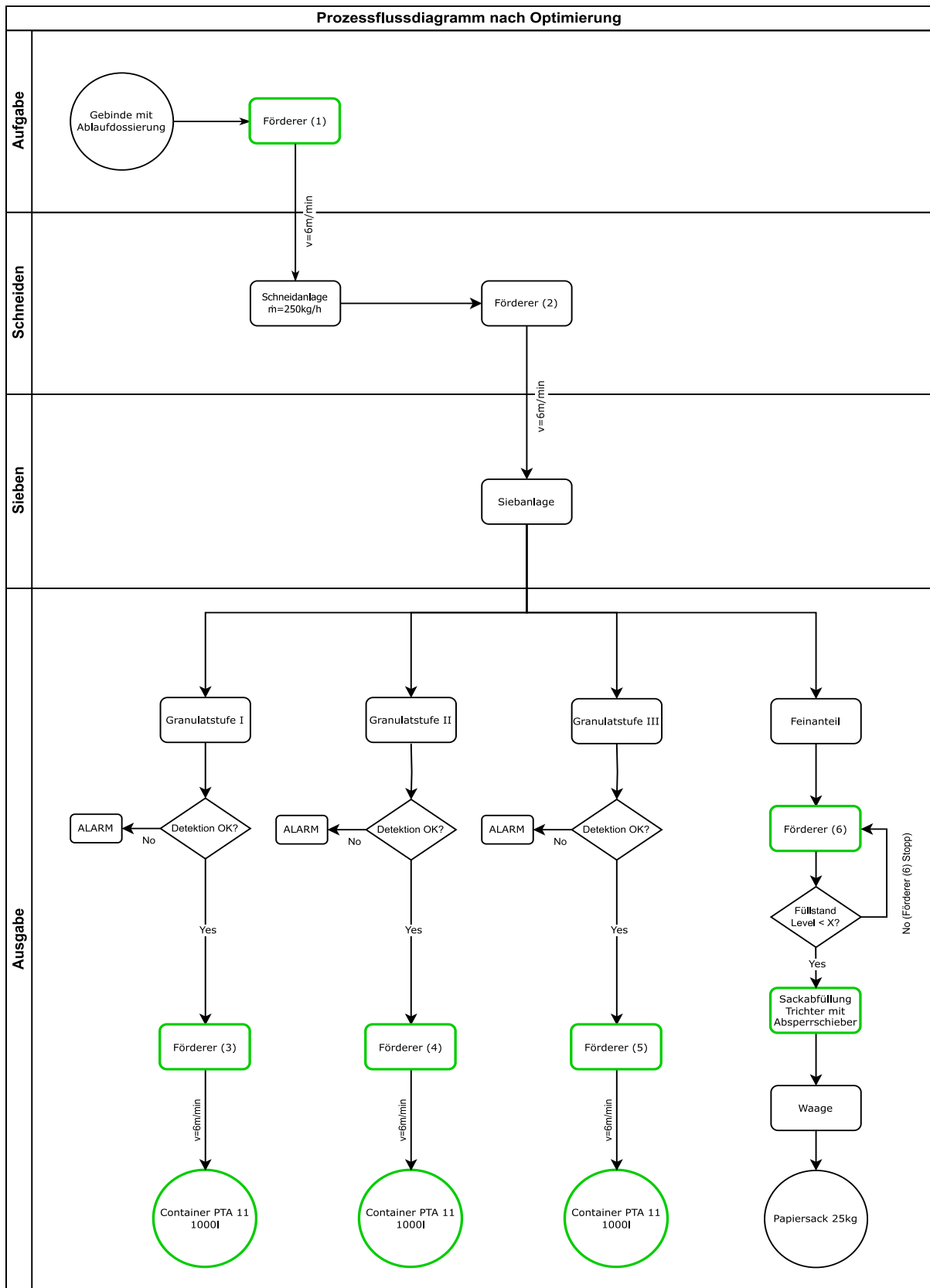


Diagramm 4 Prozessflussdiagramm nach Optimierung. Implementierte Elemente zur Lösungsvariante grün.

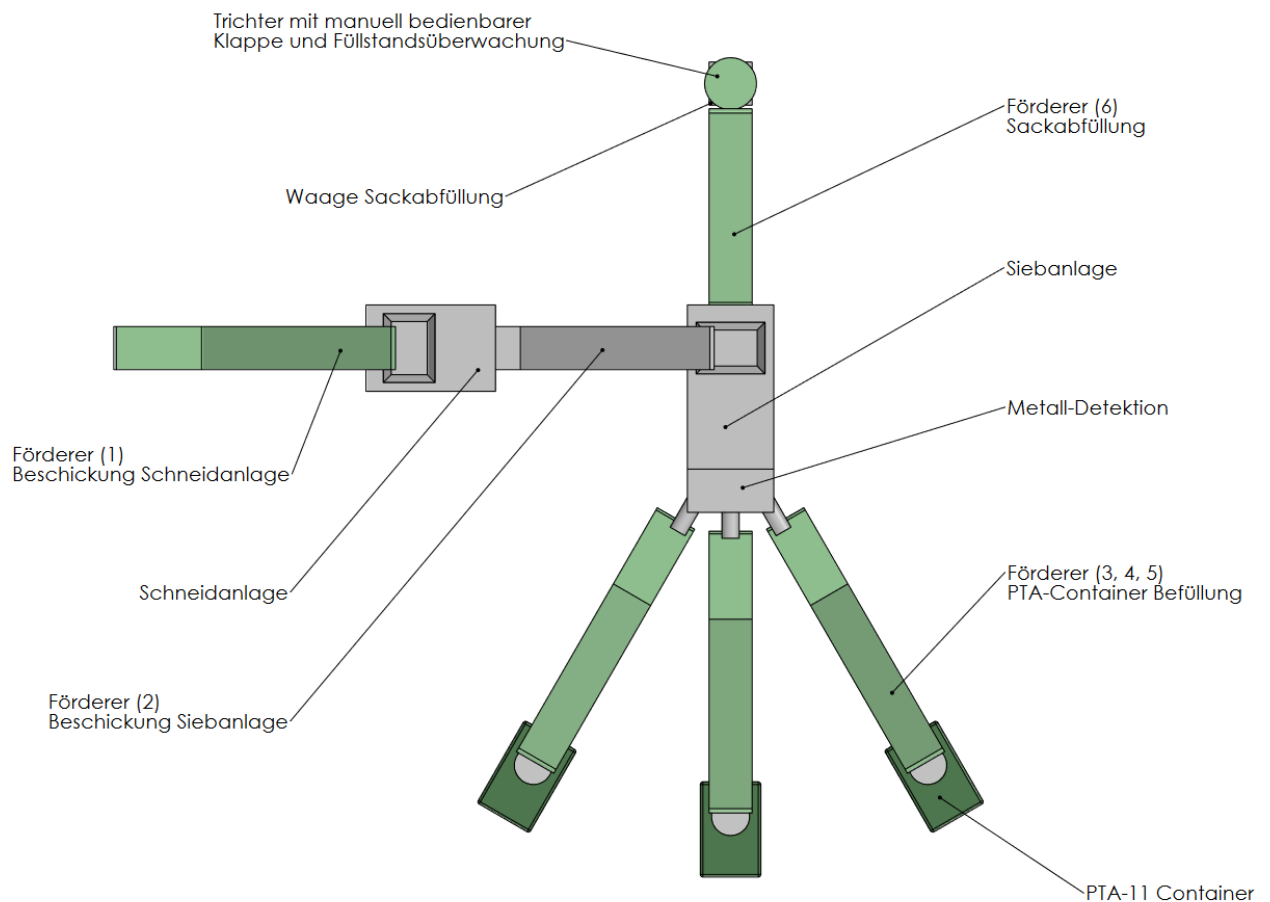
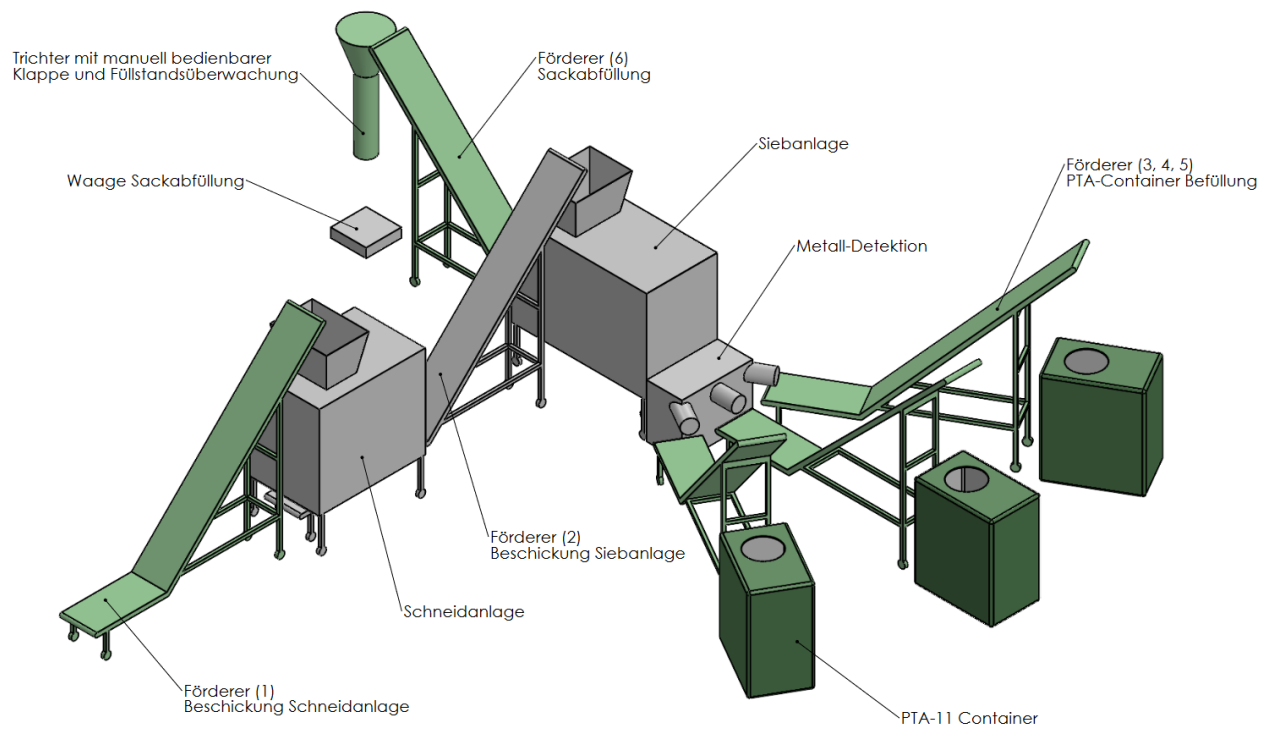


Abbildung 7-1 Layout der optimierten Anlage. Implementierte Komponenten für Optimierung grün dargestellt.

## 7.1 Anforderungsliste

Die Variantenevaluation bildet das Fundament für die abschliessende Entscheidung bezüglich der zu realisierenden Variante in diesem Projekt. Mit der definitiven Variante werden für jeden spezifischen Teilbereich detaillierte Anforderungslisten aus technischer Perspektive erstellt. Diese Anforderungen sind nahtlos auf die im vorangehenden Pflichtenheft festgelegten Ziele abgestimmt.

Diese Vorgehensweise gewährleistet eine präzise Umsetzung und stellt sicher, dass sämtliche technischen Aspekte berücksichtigt werden. Durch die Kontinuität der Anforderungen von der Konzeption bis zur finalen Umsetzung wird sichergestellt, dass die ursprünglichen Projektziele effektiv erreicht werden.

### 7.1.1 Anforderungsliste Förderer (1) < Beschickung Schneidanlage >

Ersteller: Peter Biedermann      Projekt: Anlagenoptimierung      Projektnummer: 117820

Version vom: 01.10.23      Ersetzt Version: -

F = Festforderung, M = Mindestforderung, Z = Ziel, W = Wunsch

Nr.	Art	Merkmal	Anforderung	Wert/ Daten
1	F	Geometrie	Aufgabelänge	700mm
2	F	Geometrie	Länge ansteigend	2600mm
3	F	Geometrie	Nutzbreite	500mm
4	F	Geometrie	Gurtbreite	650mm
5	F	Geometrie	Chassisbreite	700mm
6	F	Geometrie	Aufgabehöhe	300mm +/- 50mm
7	F	Geometrie	Abgabehöhe	2300 mm +/- 50mm
8	M	Kinematik	Geschwindigkeit	6 m/min
9	M	Beanspruchung	Produktgewicht	5 kg/m
10	F	Antrieb	Antriebsart	Direktantrieb
11	F	Antrieb	Antriebstrommel $\varnothing$	89mm
12	F	Antrieb	Umlenktrommel $\varnothing$	80mm
13	F	Antrieb	Antriebstrommeloberfläche	gummiert, 90 Shore-A
14	F	Antrieb	Antriebsposition	seitlich, ziehend, rechts
15	F	Antrieb	Antrieb	Getriebemotor
16	W	Antrieb	Fabrikation	SEW
17	F	Energie	Bemessungsspannung	3 x 230/400V 50Hz
18	M	Energie	Energieeffizienzklasse	IE3
19	F	Schutzmassnahmen	Motorüberlastschutz	Thermoschutzschaltung
20	F	Hilfsstoffe	Schmierstoff Getriebe	Lebensmittelöl, FDA
21	W	Ausführung	Farbe Antrieb	RAL 7031
22	F	Ausführung	Fördergurt	2-lagiger glatter Gurt, FDA
23	W	Ausführung	Farbe Fördergurt	weiss oder blau
24	F	Ausführung	Stollenteilung	400mm

25	F	Ausführung	Stollenhöhe	30mm
26	F	Ausführung	Randleisten	beidseitig
27	F	Ausführung	Wellkantenhöhe	30mm
28	F	Ausführung	Fahrgestell	Bremsrollen, PA
29	W	Ausführung	Rollendurchmesser	125mm
30	F	Ausführung	Untertrumabdeckung	Beim ansteigenden Segment
31	W	Ausführung	Auffangschale	Aus dem Gestell entfernbar
32	F	Werkstoffe	Rahmen	Stahl, rostfrei 1.4301
33	F	Werkstoffe	Fahrgestell	Stahl, rostfrei 1.4302
34	F	Werkstoffe	Hohlwelle Getriebe	Stahl, rostfrei 1.4301

### 7.1.2 Anforderungsliste Förderer (3, 4, 5) < Produktabgang >

Ersteller: Peter Biedermann      Projekt: Anlagenoptimierung      Projektnummer: 117820

Version vom: 01.10.23      Ersetzt Version: -

F = Festforderung, M = Mindestforderung, Z = Ziel, W = Wunsch

Nr.	Art	Merkmal	Anforderung	Wert/ Daten
1	F	Geometrie	Aufgabelänge	500mm
2	F	Geometrie	Länge ansteigend	2600mm
3	F	Geometrie	Nutzbreite	250mm
4	F	Geometrie	Gurtbreite	350mm
5	F	Geometrie	Chassisbreite	400mm
6	F	Geometrie	Aufgabehöhe	200mm +/- 50mm
7	F	Geometrie	Abgabehöhe	2200 mm +/- 50mm
8	M	Kinematik	Geschwindigkeit	6 m/min
9	M	Beanspruchung	Produktgewicht	5 kg/m
10	F	Antrieb	Antriebsart	Direktantrieb
11	F	Antrieb	Antriebstrommel $\varnothing$	89mm
12	F	Antrieb	Umlenkstrommel $\varnothing$	80mm
13	F	Antrieb	Antriebstrommeloberfläche	gummiert, 90 Shore-A
14	F	Antrieb	Antriebsposition	seitlich, ziehend, rechts
15	F	Antrieb	Antrieb	Getriebemotor
16	W	Antrieb	Fabrikation	SEW
17	F	Energie	Bemessungsspannung	3 x 230/400V 50Hz
18	M	Energie	Energieeffizienzklasse	IE3
19	F	Schutzmassnahmen	Motorüberlastschutz	Thermoschutzschaltung
20	F	Hilfsstoffe	Schmierstoff Getriebe	Lebensmittelöl, FDA
21	W	Ausführung	Farbe Antrieb	RAL 7031
22	F	Ausführung	Fördergurt	2-lagiger glatter Gurt, FDA
23	W	Ausführung	Farbe Fördergurt	weiss oder blau

24	F	Ausführung	Stollenteilung	400mm
25	F	Ausführung	Stollenhöhe	30mm
26	F	Ausführung	Randleisten	beidseitig
27	F	Ausführung	Wellkantenhöhe	30mm
28	F	Ausführung	Fahrgestell	Bremsrollen, PA
29	W	Ausführung	Rollendurchmesser	125mm
30	F	Ausführung	Untertrumabdeckung	Beim ansteigenden Segment
31	W	Ausführung	Auffangschale	Aus dem Gestell entfernbar
32	F	Werkstoffe	Rahmen	Stahl, rostfrei 1.4301
33	F	Werkstoffe	Fahrgestell	Stahl, rostfrei 1.4302
34	F	Werkstoffe	Hohlwelle Getriebe	Stahl, rostfrei 1.4301

### 7.1.3 Anforderungsliste Förderer (6) < Abgang Feinanteil >

Ersteller: Peter Biedermann

Projekt: Anlagenoptimierung

Projektnummer: 117820

Version vom: 01.10.23

Ersetzt Version: -

F = Festforderung, M = Mindestforderung, Z = Ziel, W = Wunsch

Nr.	Art	Merkmal	Anforderung	Wert/ Daten
1	F	Geometrie	Aufgabelänge	1900mm
2	F	Geometrie	Länge ansteigend	2600mm
3	F	Geometrie	Nutzbreite	500mm
4	F	Geometrie	Gurtbreite	650mm
5	F	Geometrie	Chassisbreite	700mm
6	F	Geometrie	Aufgabehöhe	400mm +/- 50mm
7	F	Geometrie	Abgabehöhe	2300 mm +/- 50mm
8	M	Kinematik	Geschwindigkeit	6 m/min
9	M	Beanspruchung	Produktgewicht	5 kg/m
10	F	Antrieb	Antriebsart	Direktantrieb
11	F	Antrieb	Antriebstrommel $\varnothing$	89mm
12	F	Antrieb	Umlenkstrommel $\varnothing$	80mm
13	F	Antrieb	Antriebstrommeloberfläche	gummiert, 90 Shore-A
14	F	Antrieb	Antriebsposition	seitlich, ziehend, rechts
15	F	Antrieb	Antrieb	Getriebemotor
16	W	Antrieb	Fabrikation	SEW
17	F	Energie	Bemessungsspannung	3 x 230/400V 50Hz
18	M	Energie	Energieeffizienzklasse	IE3
19	F	Schutzmassnahmen	Motorüberlastschutz	Thermoschutzschaltung
20	F	Hilfsstoffe	Schmierstoff Getriebe	Lebensmittelöl, FDA
21	W	Ausführung	Farbe Antrieb	RAL 7031

22	F	Ausführung	Fördergurt	2-lagiger glatter Gurt, FDA
23	W	Ausführung	Farbe Fördergurt	weiss oder blau
24	F	Ausführung	Stollenteilung	400mm
25	F	Ausführung	Stollenhöhe	30mm
26	F	Ausführung	Randleisten	beidseitig
27	F	Ausführung	Wellkantenhöhe	30mm
28	F	Ausführung	Fahrgestell	Bremsrollen, PA
29	W	Ausführung	Rollendurchmesser	125mm
30	F	Ausführung	Untertrumabdeckung	Beim ansteigenden Segment
31	W	Ausführung	Auffangschale	Aus dem Gestell entfernbar
32	F	Werkstoffe	Rahmen	Stahl, rostfrei 1.4301
33	F	Werkstoffe	Fahrgestell	Stahl, rostfrei 1.4302
34	F	Werkstoffe	Hohlwelle Getriebe	Stahl, rostfrei 1.4301

#### 7.1.4 Anforderungsliste < Trichter Sackabfüllung >

Ersteller: Peter Biedermann

Projekt: Anlagenoptimierung

Projektnummer: 117820

Version vom: 01.10.23

Ersetzt Version: -

F = Festforderung, M = Mindestforderung, Z = Ziel, W = Wunsch

Nr.	Art	Merkmal	Anforderung	Wert/ Daten
1	F	Geometrie	Ausgabehöhe über Boden	930mm
2	F	Geometrie	Fallrohr $\varnothing$	250mm
3	M	Geometrie	Trichtervolumen	50dm <sup>3</sup>
4	W	Ausführung	Trichter	Vom Förderer demontierbar
5	F	Werkstoffe	Trichter	Stahl, rostfrei 1.4301
6	F	Werkstoffe	Fallrohr	Stahl, rostfrei 1.4302
7	F	Werkstoffe	Klappe	Stahl, rostfrei 1.4301
8	F	Werkstoffe	Bedienhebel	Stahl, rostfrei 1.4302
9	F	Kommunikation	Füllstandsüberwachung	stetig, berührungsfrei
10	F	Kommunikation	Verstellbereich Sensorhalterung	vertikal +/- 100mm

#### 7.1.5 Anforderungsliste < Trichter PTA >

Ersteller: Peter Biedermann

Projekt: Anlagenoptimierung

Projektnummer: 117820

Version vom: 01.10.23

Ersetzt Version: -

F = Festforderung, M = Mindestforderung, Z = Ziel, W = Wunsch

Nr.	Art	Merkmal	Anforderung	Wert/ Daten
1	F	Geometrie	Ausgabehöhe über Boden	1780mm

2	F	Geometrie	Fallrohr $\varnothing$	250mm
3	W	Ausführung	Trichter	Vom Förderer demontierbar
4	F	Werkstoffe	Trichter	Stahl, rostfrei 1.4301
5	F	Werkstoffe	Fallrohr	Stahl, rostfrei 1.4302

## 7.2 Phasenplan zur Umsetzung der Lösungsvariante

Der Phasenplan wurde im engen Bezug zu den spezifischen Anforderungen und Bedürfnissen dieses Projekts entwickelt. Jede Phase ist darauf ausgerichtet, die definierten Ziele und Meilensteine zu erreichen. Dabei wurden die technischen, zeitlichen und budgetären Vorgaben berücksichtigt. Zudem fließen in den Plan auch die individuellen Anforderungen der verschiedenen Teilbereiche ein. So wird sichergestellt, dass jeder Aspekt der Anlagenoptimierung effektiv und effizient umgesetzt wird. Die klare Struktur des Phasenplans gewährleistet eine präzise Ausrichtung auf die Projektziele.

### Phase 1: Planung und Vorbereitung

- Überprüfung der räumlichen Gegebenheiten im Untergeschoss für die Aufstellung der Anlage.
- Erstellung eines Umzugsplans, der die Demontage im Obergeschoss, den Transport und die Montage im Untergeschoss umfasst.
- Festlegung der notwendigen Sicherheitsvorkehrungen für den Umzug.

*Ziel:* Eine solide Planungsgrundlage schaffen, um einen reibungslosen Umzug der Anlage zu gewährleisten.

### Phase 2: Demontage und Vorbereitung im Obergeschoss

- Sorgfältige Demontage der Anlage im Obergeschoss unter Beachtung der Sicherheitsstandards.
- Kennzeichnung und Dokumentation der demontierten Komponenten für den späteren Wiederaufbau.

*Ziel:* Die Anlage im Obergeschoss sachgerecht demontieren und für den Umzug vorbereiten.

### Phase 3: Transport und Aufstellung im Untergeschoss

- Sichere Verladung der demontierten Anlagenteile für den Transport ins Untergeschoss.
- Präzise Aufstellung der Anlage im Untergeschoss gemäss den vorher festgelegten Positionierungsplänen.

*Ziel:* Die Anlage sicher und präzise an ihrem neuen Standort im Untergeschoss aufstellen.

### Phase 4: Integration und Anpassung

- Integration der zusätzlichen Elemente und Anpassungen gemäss den Vorgaben aus dem Pflichtenheft.
- Sicherstellung, dass die Anlage ordnungsgemäss in das bestehende Produktionslayout integriert ist.

*Ziel:* Eine nahtlose Integration der optimierten Anlage in den Produktionsprozess sicherstellen.

### Phase 5: Tests und Validierung

- Durchführung von umfassenden Tests, um die Funktionalität und Leistung der optimierten Anlage sicherzustellen.
- Validierung der Ergebnisse anhand vorab festgelegter Kriterien und Erfolgsmessungen.

*Ziel:* Die ordnungsgemäße Funktionsweise der optimierten Anlage an ihrem neuen Standort bestätigen.

#### **Phase 6: Schulung und Dokumentation**

- Schulung des Bedienungspersonals für den sicheren und effizienten Betrieb der Anlage am neuen Standort.
- Aktualisierung der Dokumentation, um die Änderungen und den neuen Standort zu berücksichtigen.

*Ziel:* Gewährleistung einer effektiven Nutzung der optimierten Anlage am neuen Standort im Untergeschoss.

#### **Phase 7: Implementierung und Inbetriebnahme**

- Offizielle Inbetriebnahme der optimierten Anlage im Produktionsbetrieb im Untergeschoss.
- Überwachung der anfänglichen Produktionsläufe und gegebenenfalls Feinabstimmung.

*Ziel:* Die optimierte Anlage ist vollständig einsatzbereit und in den laufenden Betrieb integriert, nun am finalen Standort im Untergeschoss.

Die Aufteilung der elektrischen und pneumatischen Installation auf verschiedene spezialisierte Unternehmen ist strategisch durchdacht und beabsichtigt, die Expertise jedes Unternehmens optimal zu nutzen.

#### **1. Elektrische Zubringung von Hauptverteiler bis Steuerschrank:**

**Durchführung durch CKW:** CKW ist ein erfahrener Spezialist im Bereich elektrischer Installationen. Die Planung und Ausführung der Installation ab dem Hauptverteiler bis zum Steuerschrank gewährleistet eine sichere und zuverlässige Stromversorgung der Anlage. CKW verfügt über das notwendige Know-how, um die Anforderungen in Bezug auf Elektrik professionell zu erfüllen.

#### **2. Elektrische Installation der Förderkomponenten und Sensorik:**

**Durchführung durch Klixa Automation GmbH:** Klixa Automation GmbH ist auf die Planung und Umsetzung von Automatisierungslösungen spezialisiert. Die Installation der Förderkomponenten und Sensorik erfordert ein fachliches Verständnis der Automatisierungstechnik, das Klixa Automation GmbH in hohem Masse besitzt. Durch die interne Planung und Durchführung kann die Umsetzung effizient gestaltet und eng mit den anderen Projektphasen abgestimmt werden.

#### **3. Erweiterung der Druckluftleitung:**

**Durchführung durch Mechttop AG:** Mechttop AG ist bekannt für ihre Expertise im Bereich Maschinenbau und technische Installationen. Die Erweiterung der Druckluftleitung erfordert präzise Planung und Umsetzung, um eine zuverlässige Versorgung der Anlage zu gewährleisten. Durch die Spezialisierung von Mechttop AG auf diesen Bereich wird sichergestellt, dass die Anforderungen effizient erfüllt werden.

Insgesamt ermöglicht diese Aufgabenverteilung eine fokussierte und qualitativ hochwertige Umsetzung der verschiedenen technischen Aspekte des Projekts. Jedes Unternehmen bringt seine spezifische Expertise ein, um sicherzustellen, dass die Anlagenoptimierung reibungslos und erfolgreich verläuft.

Darstellung der fertigen Teilkomponenten:

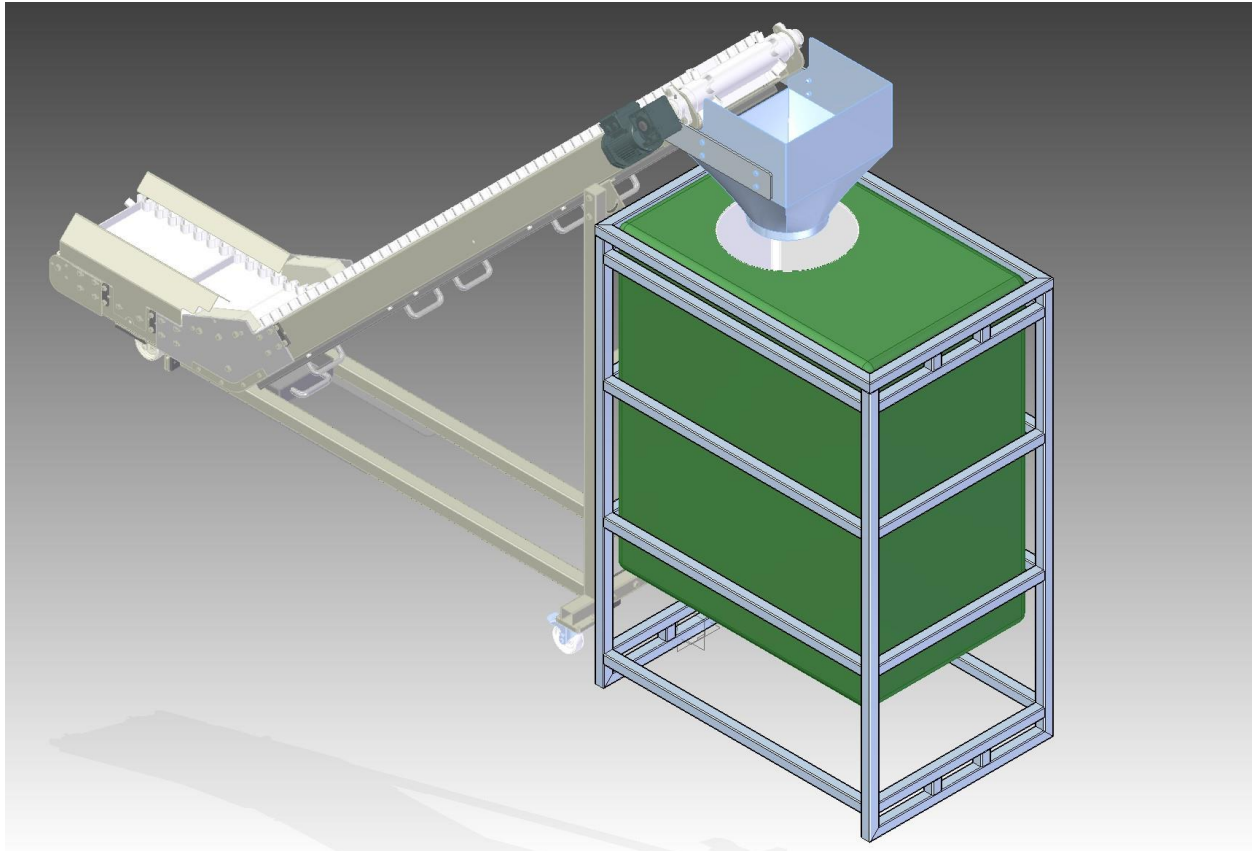


Abbildung 7-2 Förderer 3, 4, 5 für Abfüllung der Granulatstufen mit Trichter und PTA-Container

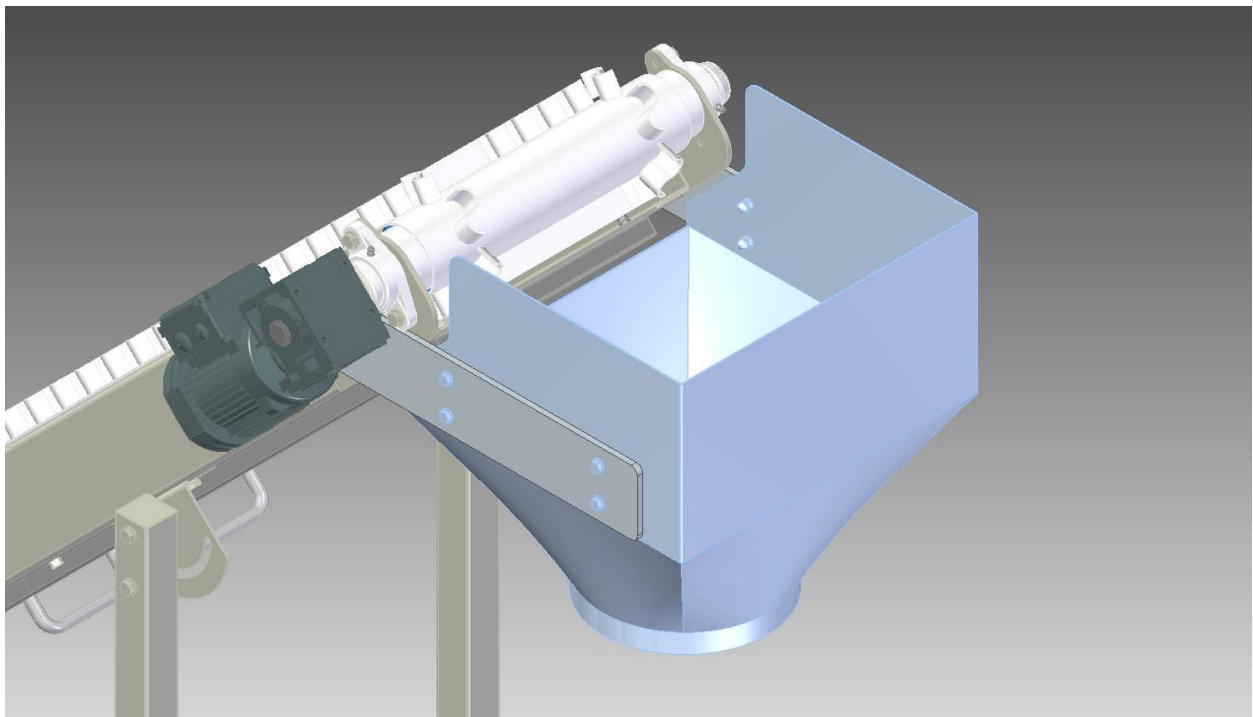


Abbildung 7-3 Trichterkonstruktion für PTA-Container Befüllung, welche am Förderer 3, 4, 5 befestigt werden

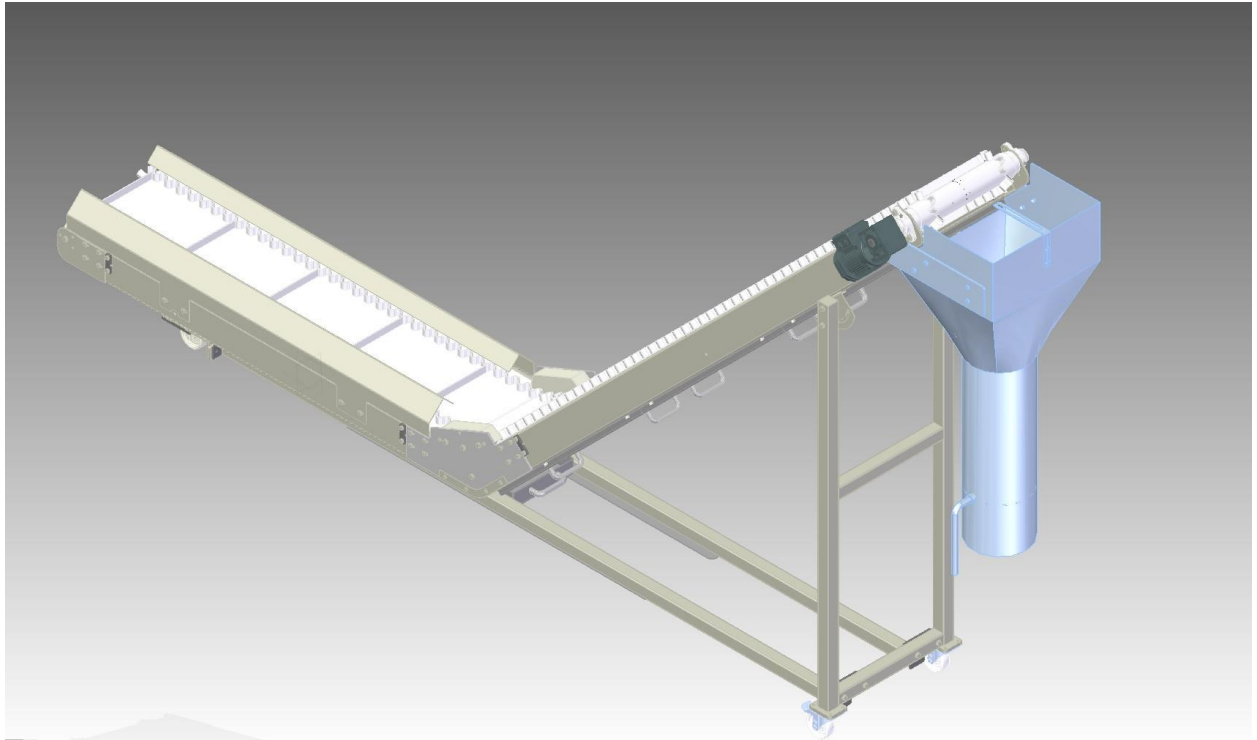


Abbildung 7-4 Förderer 6 für Abgang Feinanteil unter der Siebanlage, mit Abfülltrichter und Klappe in Fallrohr

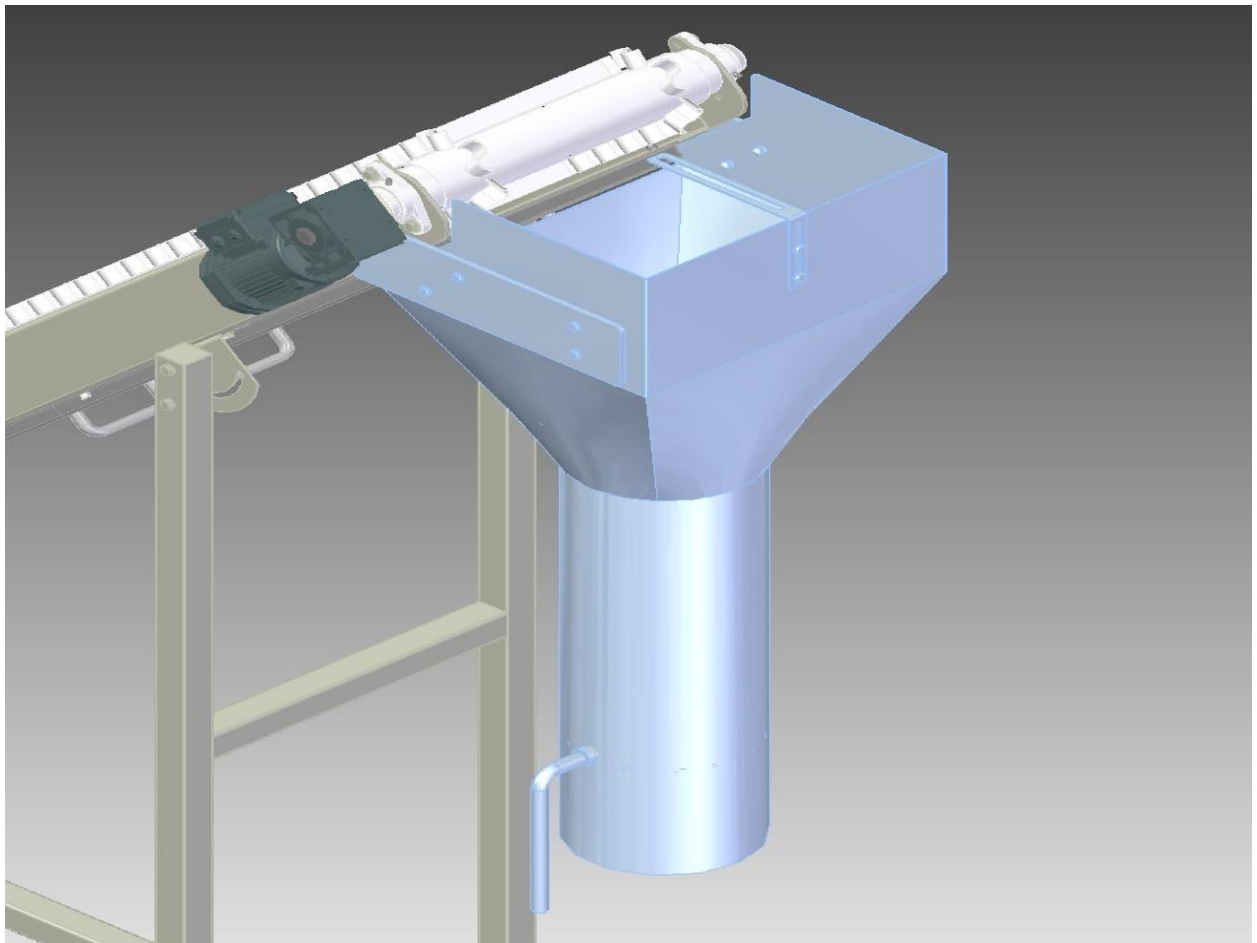


Abbildung 7-5 Abfülltrichter mit manuell bedienbarer Klappe und Sensorhalterung für Füllstandsüberwachung

### 7.3 SWOT – Analyse

Im vorliegenden Fall bezieht sich die SWOT-Analyse auf die Einführung einer neuen Produktionsanlage. Dieses strategische Unterfangen birgt sowohl erhebliche Potenziale als auch Herausforderungen. Eine systematische Untersuchung der internen Stärken wie Effizienzsteigerung und Produktqualität, gibt Einblicke in die positiven Aspekte des Projekts. Gleichzeitig werden die Schwächen wie anfängliche Investitionskosten und Umstellungsaufwand deutlich, die in der Planung und Umsetzung berücksichtigt werden müssen.

#### Stärken:

1. **Effizienzsteigerung:** Die neue Anlage ermöglicht eine erhebliche Steigerung der Effizienz in der Produktion, da sie kontinuierlich arbeitet und den Bedarf an manuellem Eingriff minimiert.
2. **Produktqualität:** Die kontinuierliche Förderung und Überwachung gewährleistet eine konsistente Produktqualität und minimiert Ausschuss.
3. **Flexibilität:** Die Anlage kann je nach Bedarf angepasst und erweitert werden, was zukünftige Anforderungen berücksichtigt.
4. **Verbesserte Sicherheit:** Der Einsatz von Sensoren und Schutzvorrichtungen trägt zur Sicherheit der Mitarbeiter bei, da sie weniger manuelle Aufgaben ausführen müssen.

#### Schwächen:

1. **Hohe Investitionskosten:** Die Implementierung der neuen Anlage erfordert anfänglich beträchtliche Investitionen in die Hardware und Automatisierungskomponenten.
2. **Umstellungsaufwand:** Mitarbeiter müssen sich an die neue Anlage und die veränderten Arbeitsprozesse gewöhnen, was Schulungen und Anpassungszeit erfordert.

#### Chancen:

1. **Kosteneinsparungen:** Durch die effizientere Produktion und reduzierten Personalaufwand können langfristig Kosteneinsparungen erzielt werden.
2. **Wettbewerbsvorteil:** Die verbesserte Produktqualität und höhere Effizienz können dazu beitragen, die Wettbewerbsfähigkeit auf dem Markt zu steigern.
3. **Marktausweitung:** Mit der Flexibilität der Anlage können neue Produktlinien oder Märkte erschlossen werden.

#### Risiken:

1. **Technische Störungen:** Technische Probleme oder Ausfälle der Anlage können die Produktion vorübergehend stoppen und zusätzliche Wartungskosten verursachen.
2. **Schulungsbedarf:** Unzureichende Schulung der Mitarbeiter kann zu Betriebsfehlern führen.
3. **Marktvolatilität:** Veränderungen in der Marktnachfrage oder in der Wettbewerbssituation könnten die Vorteile der neuen Anlage beeinflussen.

Die SWOT-Analyse zeigt, dass die ausgewählte Lösungsvariante viele Stärken aufweist und das Potenzial hat, erhebliche Vorteile zu bieten. Die Identifizierung von Schwächen, Chancen und Risiken ermöglicht es, sich auf die Stärken zu konzentrieren und Schwächen zu minimieren, um die Chancen zu nutzen und Risiken zu bewältigen.

## Empfohlene Massnahmen und Strategien zur Minderung der Risiken und Schwächen

Die Identifikation von Chancen, wie Kosteneinsparungen und Marktausweitung, eröffnet Möglichkeiten zur Maximierung des Projekterfolgs. Gleichzeitig dürfen die potenziellen Risiken, etwa technische Störungen oder Markvolatilität, nicht ausser Acht gelassen werden. Durch die proaktive Auseinandersetzung mit diesen Risiken werden entsprechende Präventiv- und Reaktionsmassnahmen entwickelt:

1. **Stärken nutzen:**
  - Kontinuierlich betonen, wie die Effizienzsteigerung und verbesserte Produktqualität einen direkten Einfluss auf die Rentabilität und Reputation des Unternehmens haben.
  - Die Flexibilität der Anlage als Wettbewerbsvorteil kommunizieren und mögliche Anpassungen mit Kunden besprechen.
2. **Schwächen angehen:**
  - Mögliche Finanzierungs- und Investitionsmöglichkeiten prüfen, um die anfänglichen Kosten zu minimieren oder zu verteilen.
  - Ein detailliertes Schulungsprogramm für Mitarbeiter einführen, um den Umstellungsprozess zu erleichtern und Betriebsfehler zu minimieren.
3. **Chancen maximieren:**
  - Die erwarteten Kosteneinsparungen kommunizieren und mögliche Langzeitauswirkungen auf die Gewinnmargen analysieren.
  - Marketing- und Vertriebsstrategien entwickeln, um die verbesserte Produktqualität und Effizienz als Wettbewerbsvorteil zu nutzen.
4. **Risiken mindern:**
  - Ein umfassendes Wartungs- und Notfallplan entwickeln, um technische Störungen zu minimieren und die Anlagenverfügbarkeit zu maximieren.
  - Kontinuierliche Schulungs- und Weiterbildungsprogramme für Mitarbeiter einführen, um Betriebsfehler aufgrund von unzureichender Schulung zu reduzieren.
  - Engmaschig den Markt und die Konkurrenz beobachten, um auf Veränderungen schnell reagieren zu können.

Es ist wichtig zu beachten, dass die Umsetzung dieser Massnahmen eine enge Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Abteilungen erfordert, einschliesslich Produktion, Finanzen, Personal und Marketing. Im Weiteren ist es hilfreich, regelmässig den Fortschritt zu überwachen und gegebenenfalls Anpassungen vorzunehmen.

## 7.4 Risiko – Analyse

### Risikoanalyse für die Umsetzungsvariante:

1. **Technische Störungen (Eintretenswahrscheinlichkeit: Mittel, Folgen: Hoch):**
  - *Beschreibung:* Technische Ausfälle oder Störungen in der neuen Produktionsanlage könnten die Produktion vorübergehend stoppen.
  - *Bewertung:* Die Wahrscheinlichkeit eines technischen Problems ist moderat, da auch gut gewartete Anlagen unerwartete Ausfälle erleiden können. Die Folgen sind jedoch erheblich, da Produktionsunterbrechungen zu Umsatzverlusten führen könnten.

- *Massnahmen:* Regelmässige Wartung und Überwachung, Bereithalten von Ersatzteilen, Implementierung eines Notfallplans.
- 2. **Unzureichende Schulung der Mitarbeiter (Eintretenswahrscheinlichkeit: Mittel, Folgen: Mittel bis Hoch):**
  - *Beschreibung:* Mitarbeiter könnten Betriebsfehler aufgrund unzureichender Schulung machen, was zu Qualitätsproblemen oder sogar Ausfällen führen könnte.
  - *Bewertung:* Die Wahrscheinlichkeit ist moderat, da Schulungen angeboten werden, aber nicht alle Mitarbeiter könnten sie vollständig nutzen. Die Folgen könnten von moderat bis hoch reichen, je nach Schwere des Fehlers.
  - *Massnahmen:* Umfassende Schulungsprogramme mit regelmässigen Auffrischkursen, Einrichtung von Mentorenprogrammen für neue Mitarbeiter.
- 3. **Marktvolatilität (Eintretenswahrscheinlichkeit: Hoch, Folgen: Mittel bis Hoch):**
  - *Beschreibung:* Veränderungen in der Marktnachfrage oder in der Wettbewerbssituation könnten die Vorteile der neuen Anlage beeinflussen.
  - *Bewertung:* Die Wahrscheinlichkeit ist hoch, da Märkte oft dynamisch und volatil sind. Die Folgen könnten je nach Art der Veränderung mittel bis hoch sein.
  - *Massnahmen:* Aktive Marktbeobachtung, Diversifizierung der Produktlinien oder Märkte, schnelle Anpassung von Strategien.
- 4. **Hohe Investitionskosten (Eintretenswahrscheinlichkeit: Niedrig, Folgen: Hoch):**
  - *Beschreibung:* Die anfänglichen Investitionen in die Hardware und Automatisierungskomponenten könnten höher sein als erwartet.
  - *Bewertung:* Die Wahrscheinlichkeit ist niedrig, da die Kosten normalerweise gut kalkuliert werden. Die Folgen sind jedoch erheblich, da hohe Investitionen die Rentabilität beeinflussen könnten.
  - *Massnahmen:* Sorgfältige Kostenkalkulation, Identifikation von Finanzierungsmöglichkeiten, mögliche Diversifizierung der Investition.
- 5. **Umstellungsaufwand (Eintretenswahrscheinlichkeit: Mittel, Folgen: Mittel):**
  - *Beschreibung:* Mitarbeiter müssen sich an die neue Anlage und die veränderten Arbeitsprozesse gewöhnen, was Schulungen und Anpassungszeit erfordert.
  - *Bewertung:* Die Wahrscheinlichkeit ist moderat, da Schulungen und Anpassungszeit bereitgestellt werden. Die Folgen sind moderat, da der Umstellungsaufwand zeitlich begrenzt ist.
  - *Massnahmen:* Umfassende Schulungsprogramme, schrittweise Implementierung der neuen Anlage.

**Zusammenfassung:** Es ist wichtig, sich bewusst zu sein, dass jedes der identifizierten Risiken die Umsetzung der Variante beeinflussen könnte. Die grössten Risiken sind technische Störungen und Marktvolatilität, die beide potenziell erhebliche Auswirkungen auf die Produktionsfähigkeit und Rentabilität haben könnten. Daher sollten Massnahmen ergriffen werden, um diese Risiken zu minimieren oder abzumildern, wie etwa verstärkte Wartung und eine flexible Anpassung an Marktschwankungen.

## 7.5 Kosten-Nutzen-Analyse

### Kosten:

- **Investitionskosten für neue Anlage:** CHF 134.000
- **Schulungskosten für Mitarbeiter:** Bereits in Investitionskosten enthalten
- **Test- und Integrationskosten:** Bereits in Investitionskosten enthalten
- **Inbetriebnahmekosten:** Bereits in Investitionskosten enthalten
- **Sonstige Kosten:** Bereits in Investitionskosten enthalten

**Gesamtkosten:** CHF 134.000

### Nutzen:

- **Effizienzsteigerung und Produktivitätssteigerung:** Erwartete jährliche Einsparungen von CHF 100.000 durch effizientere Produktion.<sup>1</sup>
- **Qualitätsverbesserung und Reduzierung von Ausschuss:** Nicht monetär quantifizierbar, aber langfristig wertvoll.
- **Flexibilität für zukünftige Anpassungen und Erweiterungen:** Nicht monetär quantifizierbar, aber langfristig wertvoll.
- **Verbesserte Sicherheit und Mitarbeiterzufriedenheit:** Reduzierung von Arbeitsunfällen und Krankheitstagen, schwer zu quantifizieren, aber von erheblichem Wert.

**Gesamtnutzen:** CHF 100.000 pro Jahr

**Kosten-Nutzen-Verhältnis (C/N) auf 5 Jahre betrachtet:** 0.286:1

In diesem Fall beträgt das Kosten-Nutzen-Verhältnis 0.286:1, was bedeutet, dass der erwartete Nutzen die Kosten übersteigt.

### Begründung:

1. **Positive Gesamtbilanz:** Das Projekt weist ein positives Kosten-Nutzen-Verhältnis auf. Dies bedeutet, dass der erwartete Nutzen die gesamten Kosten des Projekts übersteigt.
2. **Effizienzsteigerung und Kosteneinsparungen:** Durch die Einführung der neuen Anlage wird die Produktionsprozesseffizienz gesteigert. Dies führt zu erheblichen Kosteneinsparungen von CHF 100.000 pro Jahr.
3. **Langfristige Flexibilität:** Die Anlage kann je nach Bedarf angepasst und erweitert werden, was zukünftigen Anforderungen gerecht wird. Dieser langfristige Nutzen ist schwer quantifizierbar, aber von beträchtlichem Wert.

### Stellungnahme:

Basierend auf der Analyse ist die Umsetzung der neuen Anlage wirtschaftlich vorteilhaft und sollte daher weiterverfolgt werden. Es ist wichtig zu betonen, dass die Investition in die Anlage nicht nur kurzfristige Einsparungen bringt, sondern auch langfristige Vorteile durch erhöhte Effizienz, verbesserte Produktqualität und Flexibilität bietet.

---

<sup>1</sup> Begründung der Kosteneinsparung: Es ist davon auszugehen, dass bei rund 260 Arbeitstagen pro Jahr und einem täglichen Verlust durch die bisher notwendige Intervention durch Mitarbeiter mit einem Aufwand von CHF 384.6 pro Tag, eine jährliche Kosteneinsparung von rund CHF 100000 anzunehmen ist.

## 8 Projektabschluss

### 8.1 Projektüberwachung

Die erfolgreiche Einhaltung der Meilensteine und Abläufe belegt die Effizienz und Effektivität der angewandten Projektüberwachung. Diese umfasste eine regelmässige Kontrolle des Projektfortschritts, eine frühzeitige Erkennung von Abweichungen sowie die Anwendung geeigneter Massnahmen zur Gegensteuerung. Dadurch konnte das Projekt gemäss den festgelegten Zeit- und Ressourcenrahmen abgeschlossen werden. Dieses Ergebnis spiegelt die hohe Kompetenz und Organisation der Projektausführung wider und zeigt, dass die angewandten Projektmanagementprozesse erfolgreich zur Zielerreichung beigetragen haben:

#### **Projektüberwachung:**

Die Projektüberwachung umfasste regelmässige Meetings, in denen der Fortschritt, mögliche Probleme und Lösungen diskutiert wurden. Hierbei wurden auch Anpassungen am Zeitplan und den Ressourcen vorgenommen, um sicherzustellen, dass das Projekt reibungslos voranschreitet.

#### **Resumee:**

Das Projekt verlief insgesamt erfolgreich. Die Implementierung der optimierten Anlage führte zu einer signifikanten Steigerung der Effizienz und Produktionskapazität. Alle definierten Ziele wurden erreicht, und das Projekt wurde innerhalb des festgelegten Zeit- und Kostenrahmens abgeschlossen.

#### **Begründung:**

Der Erfolg des Projekts lässt sich auf die sorgfältige Planung, klare Kommunikation und effektive Zusammenarbeit aller Beteiligten zurückführen. Die Auswahl der optimalen Variante sowie die sorgfältige Auswahl und Integration der benötigten Technologien spielten eine entscheidende Rolle.

#### **Rückblick:**

Insgesamt war das Projekt ein wichtiger Meilenstein für die Effizienzsteigerung in der Produktion bei Patiswiss AG. Die erreichten Ergebnisse werden einen positiven Einfluss auf die gesamte Betriebsleistung haben. Es war erfreulich zu sehen, wie sich die sorgfältige Planung und Umsetzung in konkreten Verbesserungen niedergeschlagen haben.

### 8.2 Evaluation der Zielerreichung

#### **Ziel 1: Steigerung der Produktionskapazität um mindestens Faktor 1.25**

**Evaluierung:** Die Produktionskapazität wurde um den Faktor 1.4 gesteigert. Dies wurde durch die Implementierung effizienterer Prozesse und die Einführung neuer Technologien erreicht.

#### **Ziel 2: Implementierung einer Füllstandüberwachung an der Ausgabeseite des Feianteils**

**Evaluierung:** Die Füllstandüberwachung wurde erfolgreich implementiert. Sie ermöglicht eine präzise Kontrolle des Füllstandes und trägt zur Vermeidung von Überfüllung und Produktverlusten bei.

### **Ziel 3: Implementierung einer Abfüllanlage für Papiersäcke mit manuell bedienbarer Klappe**

**Evaluierung:** Die neue Abfüllanlage erfüllt die Anforderungen vollständig. Sie ermöglicht eine effiziente und präzise Abfüllung des Feinanteils in 25kg Papiersäcke und gewährleistet dabei die manuelle Bedienbarkeit der Klappe am Abfüllrohr.

### **Ziel 4: Optimierung der Kontinuität des Produktflusses**

**Evaluierung:** Durch die Umstrukturierung des Produktionsprozesses und die Integration von Förderanlagen konnte eine nahezu kontinuierliche Produktionsweise erreicht werden. Lediglich kurze Unterbrechungen für Wartung und Anpassungen sind noch erforderlich.

### **Ziel 5: Einhaltung der geforderten Produktequalität**

**Evaluierung:** Die Qualität der produzierten Ware entspricht den geforderten Standards. Die kontinuierliche Überwachung und die präzisen Abfüllprozesse tragen massgeblich zur Qualitätssicherung bei.

### **Ziel 6: Einhaltung der geltenden Sicherheitsbestimmungen**

**Evaluierung:** Die Einhaltung der Sicherheitsvorkehrungen und Schulungsmassnahmen haben zu einem sicheren Arbeitsumfeld beigetragen. Es wurden keine schweren Unfälle oder Sicherheitsverletzungen während des Projekts gemeldet.

### **Ziel 7: Verbesserung von Ergonomie und Gesundheitsschutz am Arbeitsplatz**

**Evaluierung:** Die ergonomischen Verbesserungen an den Arbeitsplätzen haben zu einer spürbaren Reduzierung von Belastungen und damit zu einer Steigerung des Wohlbefindens der Mitarbeiter beigetragen.

## **Fazit**

Das Projekt hat die gesetzten Ziele erfolgreich erreicht und in einigen Bereichen übertroffen. Die Implementierung der neuen Anlagen und Prozesse hat nicht nur die Produktionskapazität gesteigert, sondern auch die Kontinuität, Sicherheit und Ergonomie am Arbeitsplatz verbessert. Dies trägt massgeblich zur Steigerung der Wettbewerbsfähigkeit des Unternehmens Patiswiss AG bei.

## **8.3 Reflexion Weg zum Ziel**

Während des gesamten Projektablaufs gab es eine Vielzahl von Begebenheiten, die die Erreichung der Ziele dieser Diplomarbeit beeinflusst haben, sowohl förderlich als auch hinderlich.

### **Förderliche Begebenheiten:**

- **Gute Zusammenarbeit mit der Firma Patiswiss, insbesondere mit Herr Adrian Scheidegger:** Die klare Kommunikation und die proaktive Herangehensweise von Herrn Scheidegger haben die Abstimmung und Umsetzung der Anforderungen erheblich erleichtert.
- **Erfahrung und Netzwerk zu Lieferanten:** Dank der guten Erfahrung und gut etablierten Beziehungen zu Lieferanten konnten die engen Zeitvorgaben einhalten werden. Die rasche Verfügbarkeit von benötigtem Material war entscheidend.
- **Effiziente interne Produktion:** Die Produktionsabteilung der Mechttop AG hat sich als sehr leistungsfähig erwiesen. Sie konnte pünktlich gemäss den Terminvorgaben liefern und somit den reibungslosen Ablauf des Projekts sicherstellen.
- **Erfahrungswerte aus vorangegangenen Projekten:** Die Auswahl der Sensorik konnte auf wertvolle Erfahrungen aus ähnlichen Projekten zurückgreifen. Dies ermöglichte eine zielgerichtete Entscheidungsfindung und minimierte das Risiko von Fehlinvestitionen.

#### **Hinderliche Begebenheiten:**

- **Straffer Zeitplan:** Die Zeitplanung war sehr straff, um die gesetzten Ziele zu erreichen. Dies erforderte teilweise Überstunden und eine enge Überwachung der Projektmeilensteine.
- **Herausforderungen bei der Integration neuer Technologien:** Die Implementierung der Füllstandüberwachung und der Abfüllanlage stellte eine technische Herausforderung dar, die zusätzliche Ressourcen und Zeit erforderte.
- **Kommunikation mit verschiedenen Akteuren:** Die Vielzahl an Beteiligten erforderte eine präzise Kommunikation. Hier gab es gelegentlich Herausforderungen, insbesondere in Bezug auf technische Details und Anpassungen.

#### **8.4 Lessons learnt**

Der vorliegende Lessons-Learnt-Bericht dokumentiert die wichtigsten Erkenntnisse, die im Verlauf dieser Diplomarbeit gesammelt wurden. Diese Erkenntnisse dienen dazu, zukünftige Projekte zu optimieren und mögliche Fallstricke zu vermeiden.

##### **Positive Aspekte**

1. **Effektive Kommunikation:** Die regelmässigen Meetings und klare Kommunikation zwischen den Stakeholdern haben massgeblich zum reibungslosen Projektverlauf beigetragen.
2. **Frühzeitige Risikoerkennung:** Durch eine proaktive Risikoerkennung konnten potenzielle Probleme frühzeitig identifiziert und angegangen werden.
3. **Erfolgreiche Stakeholder-Einbindung:** Die enge Zusammenarbeit mit den Stakeholdern hat zu einer klaren Definition der Anforderungen und einer reibungslosen Umsetzung geführt.

##### **Herausforderungen**

1. **Knapp kalkulierte Zeitplanung:** Die enge Zeitplanung von sechs Wochen hat zuweilen zu zusätzlichem Druck geführt und erforderte eine besonders effiziente Ressourcennutzung.
2. **Komplexität der Technologie:** Die Einführung neuer Technologien stellte eine Herausforderung dar und erforderte zusätzlichen Aufwand mit der Auseinandersetzung.

##### **Empfehlungen für die Zukunft**

1. **Realistische Zeitplanung:** Bei der Planung zukünftiger Projekte sollten ausreichend Puffer für unvorhergesehene Ereignisse eingeplant werden.
2. **Frühzeitige Risikoanalyse:** Eine umfassende Risikoanalyse zu Beginn des Projekts ermöglicht eine gezieltere Vorbereitung auf potenzielle Probleme.
3. **Stakeholder-Einbindung:** Die enge Zusammenarbeit mit den Stakeholdern sollte weiterhin einen hohen Stellenwert haben, um die Anforderungen klar zu definieren.

### Fazit

Der Lessons-Learnt-Bericht zeigt, dass das Projekt insgesamt erfolgreich abgeschlossen wurde. Die gesammelten Erkenntnisse bieten wertvolle Einblicke für die Optimierung zukünftiger Projekte und die Weiterentwicklung des Projektmanagements im Unternehmen.

## 8.5 Ausblicke

Im Verlauf dieses Projekts wurden zahlreiche vielversprechende Ansätze und Ideen generiert, die aus verschiedenen Gründen nicht alle in die aktuelle Umsetzung integriert werden konnten. Dennoch ist es essenziell, diese Erkenntnisse festzuhalten, da sie wertvolle Impulse für zukünftige Projekte darstellen.

### Beispiele für den Ausblick:

Das Upgrade der Steuerung von Siemens S5 auf S7 bringt eine Vielzahl von Vorteilen mit sich:

1. **Erweiterte Funktionalität und Leistung:** Die S7-Steuerung bietet fortschrittliche Funktionen und eine höhere Leistung im Vergleich zur älteren S5-Generation. Dies ermöglicht eine effizientere und flexiblere Steuerung von Prozessen.
2. **Verbesserte Integration und Kommunikation:** Die S7-Steuerung unterstützt modernere Kommunikationsprotokolle und ermöglicht eine nahtlose Integration mit anderen Systemen und Geräten, was die Effizienz und Produktivität erhöht.
3. **Energieeffizienz und Ressourcenschonung:** Die S7-Plattform ist oft energieeffizienter und ressourcenschonender. Sie kann Prozesse effizienter steuern und dadurch den Energieverbrauch reduzieren.
4. **Zukunftssicherheit und Kompatibilität:** Die S7-Steuerung ist besser für zukünftige Entwicklungen gerüstet. Sie unterstützt aktuelle Technologien und ist kompatibel mit neueren Softwarelösungen, was eine langfristige Nutzung ermöglicht.
5. **Verbesserte Verfügbarkeit von Ersatzteilen und Support:** Da die S5-Generation inzwischen veraltet ist, kann es zu Engpässen bei Ersatzteilen und Support kommen. Mit der S7-Steuerung steht eine modernere und besser unterstützte Plattform zur Verfügung.

Insgesamt führt das Upgrade zu einer gesteigerten Produktionsleistung, erhöhter Zuverlässigkeit und einer besseren Anpassungsfähigkeit an zukünftige Anforderungen.

Die Evaluierung von Energiemanagement-Systemen bietet eine Reihe von Vorteilen, darunter:

1. **Effizienzsteigerung:** Durch die präzise Überwachung und Steuerung des Energieverbrauchs in Echtzeit kann das Unternehmen unnötige Energieverschwendung reduzieren und somit seine Gesamteffizienz steigern.

2. **Kosteneinsparungen:** Die Optimierung des Energieverbrauchs kann zu erheblichen Kosteneinsparungen führen, da die Energiekosten oft einen grossen Teil der Betriebsausgaben ausmachen.
3. **Umweltauswirkungen reduzieren:** Die gezielte Reduzierung des Energieverbrauchs trägt dazu bei, den ökologischen Fussabdruck zu verringern und die Umweltauswirkungen zu minimieren.
4. **Schnelle Reaktionsfähigkeit:** Dank Echtzeitüberwachung kann das Unternehmen sofort auf Veränderungen im Energieverbrauch reagieren und optimale Einstellungen anpassen.
5. **Compliance und Zertifizierungen:** Ein effektives Energiemanagement ist oft eine Voraussetzung für die Einhaltung von Umweltauflagen und kann zu verschiedenen Zertifizierungen wie ISO 50001 führen.
6. **Wettbewerbsvorteil:** Als Unternehmen, das sich für nachhaltige Praktiken engagiert und effiziente Energiemanagement-Systeme umsetzt, kann einen Wettbewerbsvorteil auf dem Markt erzielen.
7. **Langfristige Planungssicherheit:** Durch die Reduzierung der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen und die Integration erneuerbarer Energien kann das Unternehmen langfristige Planungssicherheit in Bezug auf Energiekosten erlangen.

Insgesamt trägt die Evaluierung von Energiemanagement-Systemen dazu bei, sowohl ökonomische als auch ökologische Ziele zu erreichen und das Unternehmen langfristig zukunftsfähiger zu machen.

## 9 Eigenständigkeitserklärung

Die Verfasserinnen und Verfasser bestätigen mit ihrer Unterschrift, dass die vorliegende Arbeit selbstständig, ohne fremde Hilfe und ohne Benutzung anderer als die angegebenen Hilfsmittel erstellt wurde.

Die aus fremden Quellen (einschliesslich elektronischer Quellen) direkt oder indirekt übernommenen Inhalte sind als solche kenntlich gemacht.

Die Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form noch nicht vorgelegt worden.

Unterschriften:

Datum/Ort: 23.10.2023 Wangen bei Olten

Peter Biedermann

**Mechtop AG**  
~~Untere Dünernstrasse 33~~  
CH-4612 Wangen bei Olten  
Tel +41 62 205 99 55  
Fax +41 62 205 99 77



## 10 Verzeichnisse

### 10.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 4-1 Anlage im Zustand vor Optimierung.....	13
Abbildung 6-1 Prozessflussdiagramm vor der Optimierung. Kritische Schnittstellen mit Zeitverlusten rot dargestellt. ....	26
Abbildung 6-2 Mitarbeiter bei der manuellen Umverteilung der Granulatstufen in Papiersäcke .....	27
Abbildung 6-3 Sammlung des Feinanteils in Gebinden unter dem Ausgang an der Siebanlage .....	27
Abbildung 6-4 Masszeichnung Gehäuse.....	39
Abbildung 6-5 Erfassungsbereich Detektion.....	39
Abbildung 6-6 Anschlussschema Stecker.....	39
Abbildung 7-1 Layout der optimierten Anlage. Zusätzliche Komponenten für Optimierung grün dargestellt.....	43
Abbildung 7-2 Förderer 3, 4, 5 für Abfüllung der Granulatstufen mit Trichter und PTA-Container.....	50
Abbildung 7-3 Trichterkonstruktion für PTA-Container Befüllung, welche am Förderer 3, 4, 5 befestigt werden.....	50
Abbildung 7-4 Förderer 6 für Abgang Feinanteil unter der Siebanlage, mit Abfülltrichter und Klappe in Fallrohr .....	51
Abbildung 7-5 Abfülltrichter mit manuell bedienbarer Klappe und Sensorhalterung für Füllstandsüberwachung.....	51
Abbildung 11-1 Förderer 1 Beschickung Schneidanlage.....	65
Abbildung 11-2 Förderer 6 Abgang Feinanteil.....	66
Abbildung 11-3 Förderer 3, 4, 5 Befüllung PTA-Container .....	67
Abbildung 11-4 Trichter Abgang Feinanteil für Sackabfüllung an Förderer 6.....	68
Abbildung 11-5 Trichter für PTA-Container Befüllung der Granulatstufen an Förderer 3, 4, 5 .....	69

## 10.2 Abkürzungsverzeichnis

Bezeichnung	Kurzzeichen	Einheit
Trommel-, rollenbreite	b	mm
Bandbreite	b <sub>0</sub>	mm
Berechnungsfaktoren	c..	–
Trommel-, Rollen Durchmesser	d	mm
Durchmesser der Antriebstrommel	d <sub>a</sub>	mm
Widerstandsbeiwert für Tragrollen	f	–
Trumkraft	F	N
maximale Bandzugkraft (an der Antriebstrommel)	F <sub>1</sub>	N
minimale Bandzugkraft (an der Antriebstrommel)	F <sub>2</sub>	N
Gewichtskraft des Spanngewichtes	F <sub>r</sub>	N
Umfangskraft	F <sub>U</sub>	N
Spanntrommelgewicht	F <sub>Tr</sub>	N
beruhigte Wellenbelastung an der Antriebstrommel	F <sub>Wa</sub>	N
Sofortwert der Wellenbelastung	F <sub>Wsofort</sub>	N
beruhigte Wellenbelastung an der Umlenkstrommel	F <sub>WU</sub>	N
Erdbeschleunigung (9,81m/s <sup>2</sup> )	g	m/s <sup>2</sup>
Differenz der Trommelradien (Überhöhung)	h	mm
Förderhöhe	h <sub>T</sub>	m
relaxierte Bandzugkraft bei 1 % Dehnung pro breiten Einheit	k <sub>1%</sub>	N/mm
Tragrollenabstand im Obertrum	l <sub>0</sub>	mm
Übergangslänge	l <sub>S</sub>	mm
Tragrollenabstand im Untertrum	l <sub>u</sub>	mm
geometrische Bandlänge	L <sub>g</sub>	mm
Förderlänge	l <sub>T</sub>	m
Masse des Transportgutes auf der gesamten Transportlänge (Gesamtlast)	m	kg
Masse des Transportgutes auf dem Obertrum (Gesamtlast)	m <sub>1</sub>	kg
Masse des Transportgutes auf dem Untertrum (Gesamtlast)	m <sub>2</sub>	kg
Masse des Bandes	m <sub>b</sub>	kg
Masse Transportgute pro m Transportlänge im Obertrum (Streckenlast)	m' <sub>0</sub>	kg/m
Masse aller drehenden Trommeln, ausgenommen Antriebstrommel	m <sub>r</sub>	kg
Masse Transportgute pro m Transportlänge im Untertrum (Streckenlast)	m' <sub>u</sub>	kg/m
mechanische Motorleistung	P <sub>M</sub>	kW
errechnete mechanische Leistung an der Antriebstrommel	P <sub>a</sub>	kW
Liefertoleranz	Tol	%
Reibungszahl für Lauf über Rolle	μ <sub>r</sub>	–
Reibungszahl für Stau	μ <sub>ST</sub>	–
Reibungszahl für Lauf über Tisch	μ <sub>T</sub>	–
Bandgeschwindigkeit	v	m/s
Volumenstrom bei Schüttgutförderung	V·	m <sup>3</sup> /h
Gesamtspannweg	X	mm
Banddurchhang	y <sub>b</sub>	mm
Trommeldurchbiegung	y <sub>Tr</sub>	mm
Spannreserve	Z	mm
Neigungswinkel der Anlage	α	°

Umschlingungswinkel an der Antriebstrommel (oder Einschnürtrommel)	$\beta$	$^{\circ}$
Öffnungswinkel an der Spanntrommel	$\gamma$	$^{\circ}$
Bandlängung (Gewichtsvorspannung)	$\Delta L$	mm
zulässiger Neigungswinkel für Schüttgut	$\delta$	$^{\circ}$
Auflegedehnung	$\varepsilon$	%
maximale Banddehnung	$\varepsilon_{max}$	%
Antriebswirkungsgrad	$\eta$	–
Schüttdichte des Fördergutes	$\rho_S$	kg/m <sup>3</sup>

### 10.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Risikobewertung nach Eintrittswahrscheinlichkeit, Auswirkung und Vermeidbarkeit .....	22
Tabelle 2 Erfassung der Verluste nach Prozessschritt .....	25
Tabelle 3 Bewertung der Ideen nach Kategorie und Rangwert .....	29

### 10.4 Diagrammverzeichnis

Diagramm 1 Grafische Darstellung der Risikoanalyse .....	23
Diagramm 2 Grafische Darstellung der Prozessverluste .....	25
Diagramm 3 Lorenzkurve der ABC-Analyse .....	29
Diagramm 4 Prozessflussdiagramm nach Optimierung .....	42

### 10.5 Literatur- und Quellenverzeichnis

Abbildung Ultraschallsensor [Link](#)



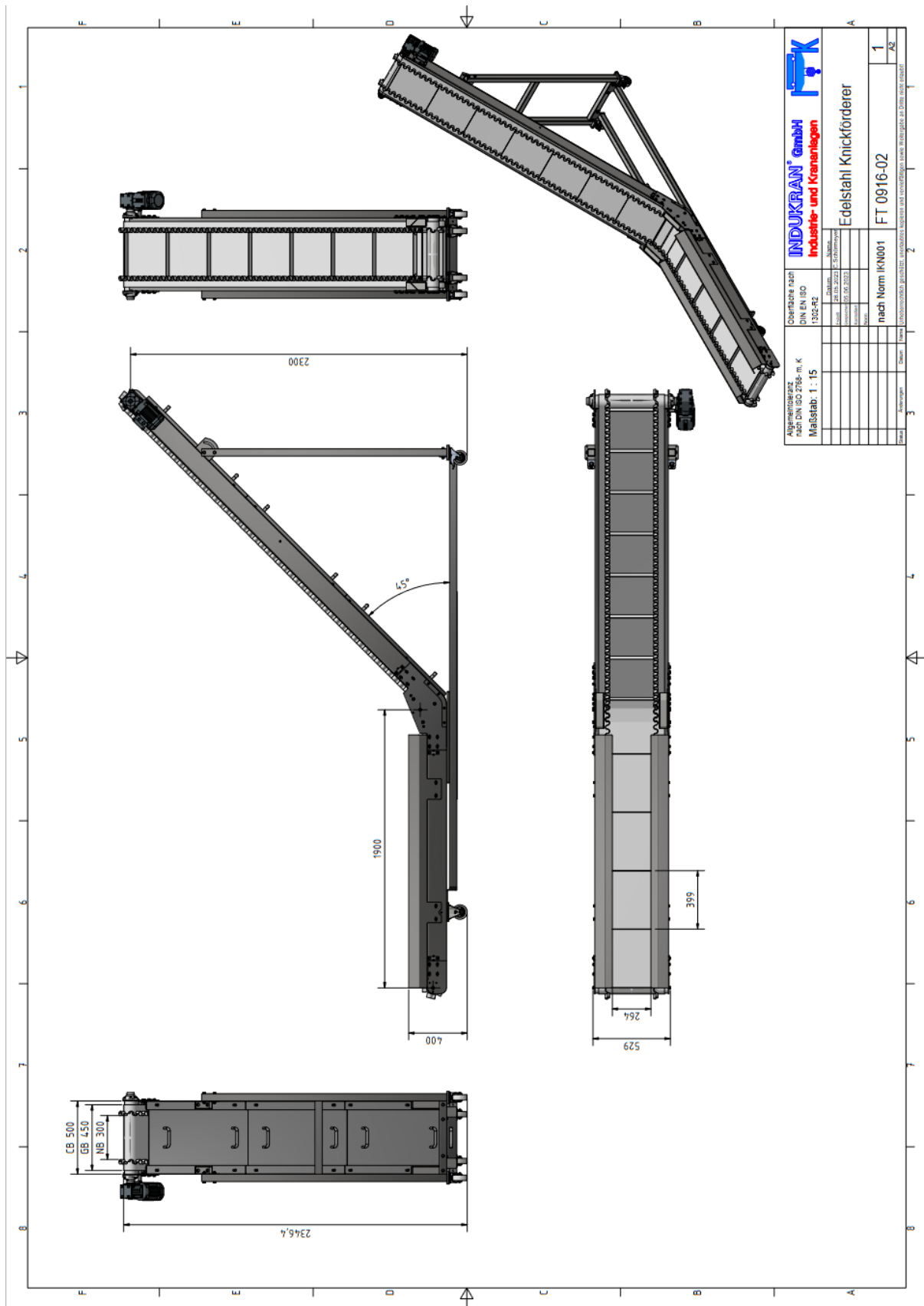


Abbildung 11-2 Förderer 6 Abgang Feinanteil

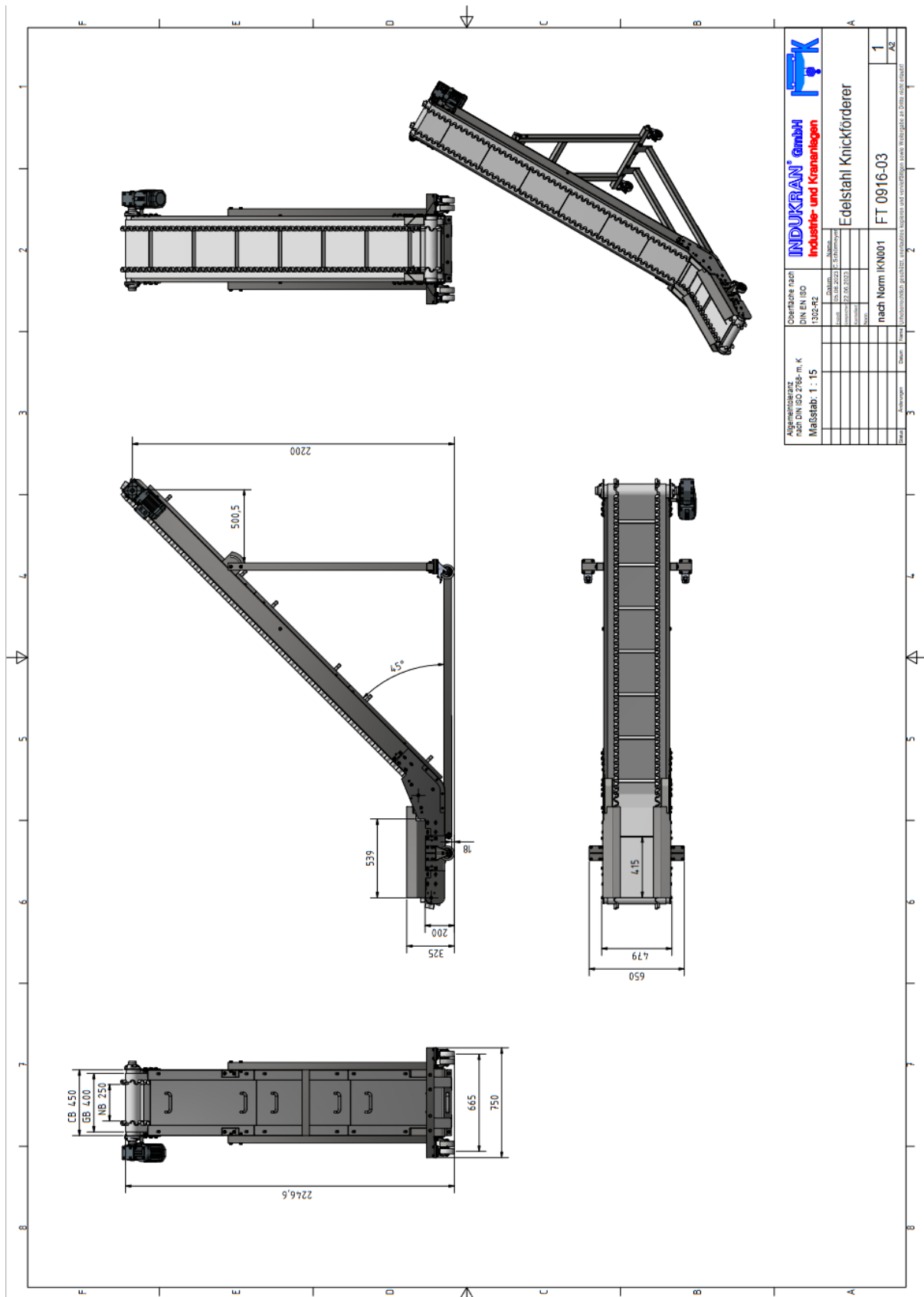
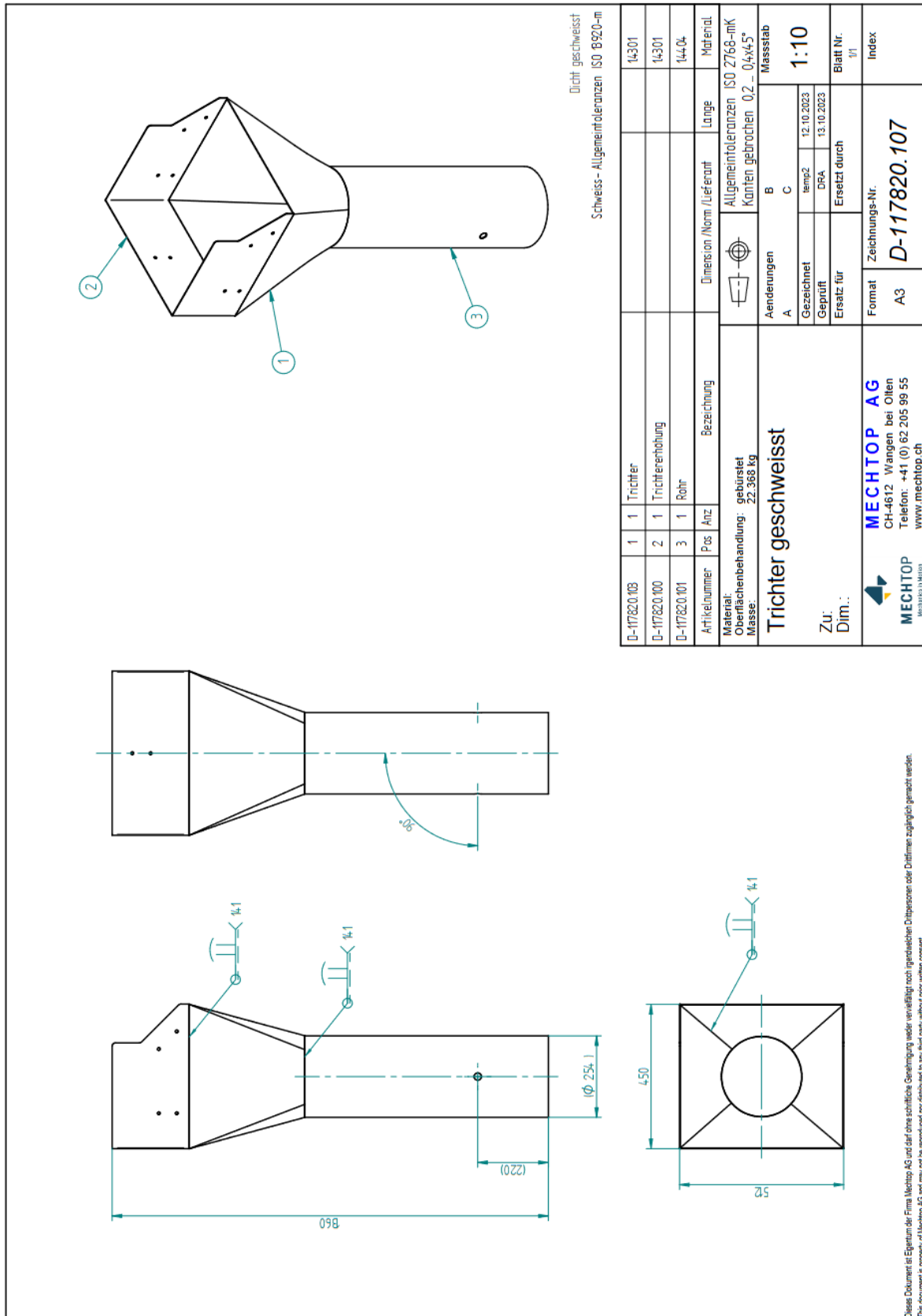


Abbildung 11-3 Förderer 3, 4, 5 Befüllung PTA-Container



Dieses Dokument ist Eigentum der Firma Mechttop AG und darf ohne schriftliche Genehmigung weder vervielfältigt noch irgendeiner Dritten oder Dritten zugänglich gemacht werden.  
 This document is property of Mechttop AG and may not be reproduced nor distributed to any third party without prior written consent.

Abbildung 11-4 Trichter Abgang Feinanteil für Sackabfüllung an Förderer 6

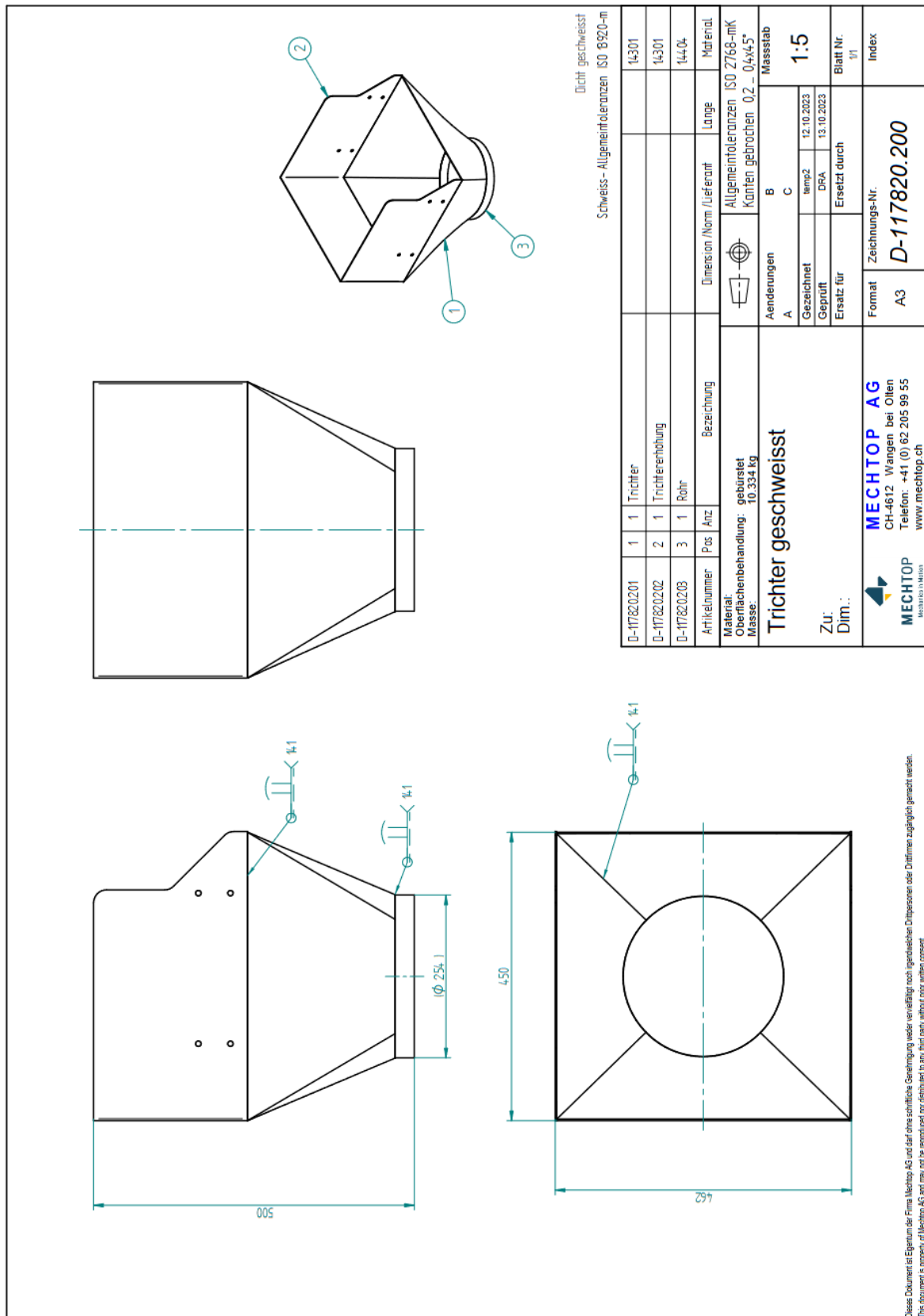
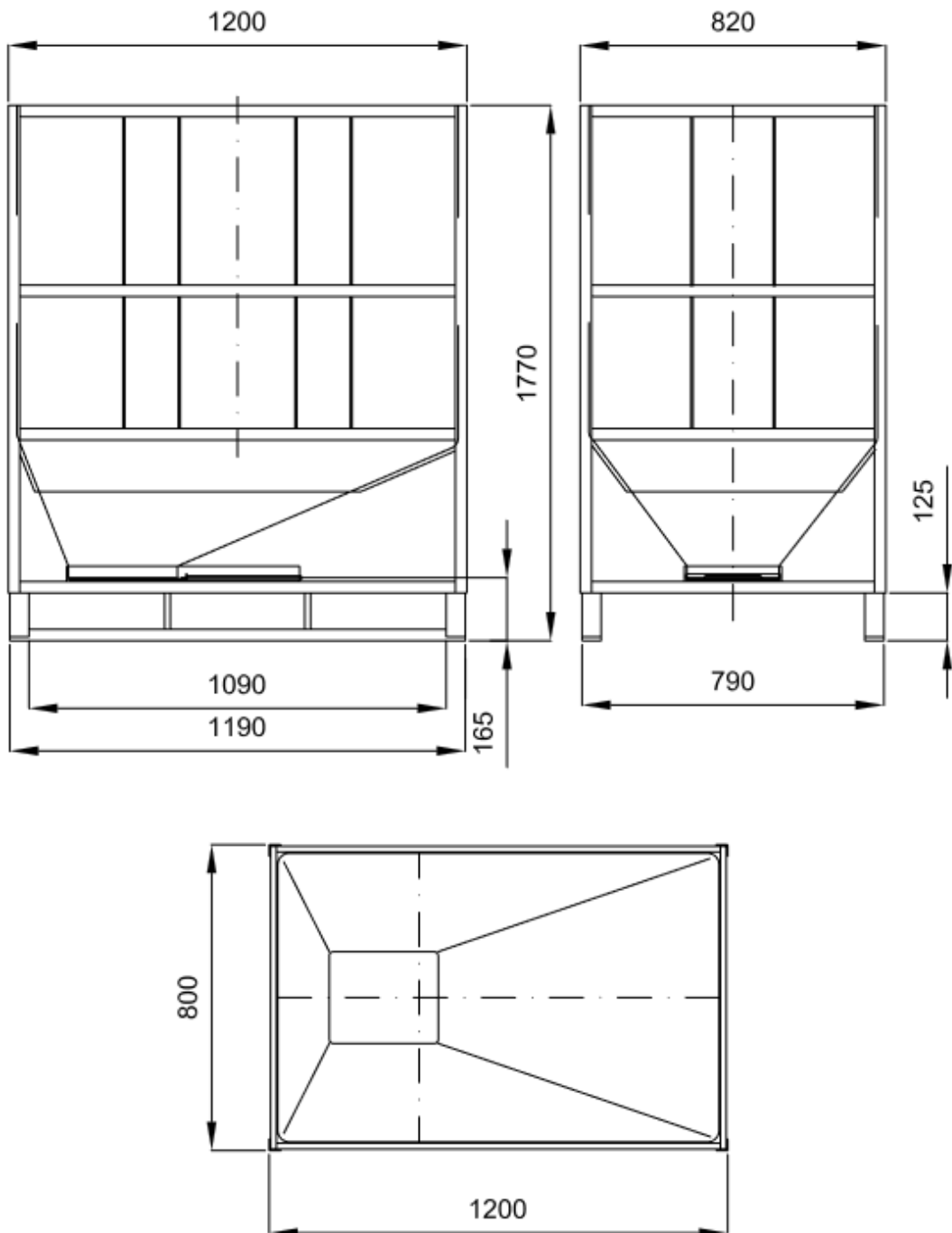


Abbildung 11-5 Trichter für PTA-Container Befüllung der Granulatstufen an Förderer 3, 4, 5

Container ca. 1090 Liter, Typ PTA 11

**ARICON**



ARICON Kunststoffwerk GmbH Solingen - Telefon +49 (0)212/38232-0 - Telefax +49 (0)212/38232-10

## 11.1 Projektstatusberichte

### Projekt: Anlagenoptimierung in der Lebensmittelverarbeitung      Stautsbericht: (1) KW38

<b>Projektleiter</b> Peter Biedermann	<b>Projektziele</b> Prozessoptimierung Nussverarbeitung	<b>Verteiler</b> • Dozent Adriano Giovannini			
<b>Gesamtbeurteilung</b>	<b>Projektverlauf</b> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid green; margin-right: 5px;"></span> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid yellow; margin-right: 5px;"></span> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid red;"></span>	<b>Projektklima</b> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid green; margin-right: 5px;"></span> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid yellow; margin-right: 5px;"></span> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid red;"></span>	<b>Termine</b> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid green; margin-right: 5px;"></span> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid yellow; margin-right: 5px;"></span> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid red;"></span>	<b>Risiken</b> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid green; margin-right: 5px;"></span> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid yellow; margin-right: 5px;"></span> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid red;"></span>	<b>Ressourcen</b> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid green; margin-right: 5px;"></span> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid yellow; margin-right: 5px;"></span> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid red;"></span>
<b>Tendenz</b>	↗	→	→	→	↘
<b>Aktueller Projektstand</b>			<b>Was läuft gut?</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Projekt Initialisierung und Planung abgeschlossen</li> <li>Erstellen von Zeit- und Ablaufplan</li> <li>Pflichtenheft genehmigt</li> <li>Zielscheibe erstellt</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Auftragslage klar</li> </ul>		
<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b>			<b>Was läuft nicht gut?</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Start Projektrealisierung</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> </ul>		

Projekt-Statusbericht, Stefan Thöni, Josef Räber

### Projekt: Anlagenoptimierung in der Lebensmittelverarbeitung      Stautsbericht: (2) KW39

<b>Projektleiter</b> Peter Biedermann	<b>Projektziele</b> Prozessoptimierung Nussverarbeitung	<b>Verteiler</b> • Dozent Adriano Giovannini			
<b>Gesamtbeurteilung</b>	<b>Projektverlauf</b> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid green; margin-right: 5px;"></span> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid yellow; margin-right: 5px;"></span> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid red;"></span>	<b>Projektklima</b> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid green; margin-right: 5px;"></span> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid yellow; margin-right: 5px;"></span> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid red;"></span>	<b>Termine</b> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid green; margin-right: 5px;"></span> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid yellow; margin-right: 5px;"></span> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid red;"></span>	<b>Risiken</b> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid green; margin-right: 5px;"></span> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid yellow; margin-right: 5px;"></span> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid red;"></span>	<b>Ressourcen</b> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid green; margin-right: 5px;"></span> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid yellow; margin-right: 5px;"></span> <span style="display: inline-block; width: 10px; height: 10px; border: 1px solid red;"></span>
<b>Tendenz</b>	↗	→	→	→	↘
<b>Aktueller Projektstand</b>			<b>Was läuft gut?</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Analyse</li> <li>Wahl Kreativitätsmethode</li> <li>Priorisierung</li> <li>Variantenbildung</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>Insgesamt guter Überblick über Projektlage</li> </ul>		
<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b>			<b>Was läuft nicht gut?</b>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>Variantenbeschreibung</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>-</li> </ul>		

Projekt-Statusbericht, Stefan Thöni, Josef Räber

**Projekt: Anlagenoptimierung in der Lebensmittelverarbeitung      Stautsbericht: (3) KW40**

<b>Projektleiter</b> Peter Biedermann	<b>Projektziele</b> Prozessoptimierung Nussverarbeitung	<b>Verteiler</b> • Dozent Adriano Giovannini																		
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;"><b>Gesamt- beurteilung</b></td> <td style="width: 16.6%;"><b>Projektverlauf</b></td> <td style="width: 16.6%;"><b>Projektklima</b></td> <td style="width: 16.6%;"><b>Termine</b></td> <td style="width: 16.6%;"><b>Risiken</b></td> <td style="width: 16.6%;"><b>Ressourcen</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> <tr> <td><b>Tendenz</b></td> <td style="text-align: center;">↗</td> <td style="text-align: center;">→</td> <td style="text-align: center;">→</td> <td style="text-align: center;">→</td> <td style="text-align: center;">↘</td> </tr> </table>			<b>Gesamt- beurteilung</b>	<b>Projektverlauf</b>	<b>Projektklima</b>	<b>Termine</b>	<b>Risiken</b>	<b>Ressourcen</b>							<b>Tendenz</b>	↗	→	→	→	↘
<b>Gesamt- beurteilung</b>	<b>Projektverlauf</b>	<b>Projektklima</b>	<b>Termine</b>	<b>Risiken</b>	<b>Ressourcen</b>															
																				
<b>Tendenz</b>	↗	→	→	→	↘															
<b>Aktueller Projektstand</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Variantenbeschreibung</li> <li>• Evaluation Lösungsvariante</li> </ul>		<b>Was läuft gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• -</li> </ul> <b>Was läuft nicht gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• -</li> </ul>																		
<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Präferenzmatrix</li> <li>• Nutzwertanalyse</li> </ul>																				

Projekt-Statusbericht, Stefan Thöni, Josef Räber

**Projekt: Anlagenoptimierung in der Lebensmittelverarbeitung      Stautsbericht: (4) KW41**

<b>Projektleiter</b> Peter Biedermann	<b>Projektziele</b> Prozessoptimierung Nussverarbeitung	<b>Verteiler</b> • Dozent Adriano Giovannini																		
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 16.6%;"><b>Gesamt- beurteilung</b></td> <td style="width: 16.6%;"><b>Projektverlauf</b></td> <td style="width: 16.6%;"><b>Projektklima</b></td> <td style="width: 16.6%;"><b>Termine</b></td> <td style="width: 16.6%;"><b>Risiken</b></td> <td style="width: 16.6%;"><b>Ressourcen</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center;">  </td> <td style="text-align: center;">  </td> </tr> <tr> <td><b>Tendenz</b></td> <td style="text-align: center;">↗</td> <td style="text-align: center;">→</td> <td style="text-align: center;">→</td> <td style="text-align: center;">→</td> <td style="text-align: center;">↘</td> </tr> </table>			<b>Gesamt- beurteilung</b>	<b>Projektverlauf</b>	<b>Projektklima</b>	<b>Termine</b>	<b>Risiken</b>	<b>Ressourcen</b>							<b>Tendenz</b>	↗	→	→	→	↘
<b>Gesamt- beurteilung</b>	<b>Projektverlauf</b>	<b>Projektklima</b>	<b>Termine</b>	<b>Risiken</b>	<b>Ressourcen</b>															
																				
<b>Tendenz</b>	↗	→	→	→	↘															
<b>Aktueller Projektstand</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Resultat Varianten Evaluation</li> <li>• Beginn Realisierungsphase</li> </ul>		<b>Was läuft gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Insgesamt guter Überblick über Projektlage</li> </ul> <b>Was läuft nicht gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• -</li> </ul>																		
<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Weiterführung Realisierungsphase</li> </ul>																				

Projekt-Statusbericht, Stefan Thöni, Josef Räber

**Projekt: Anlagenoptimierung in der Lebensmittelverarbeitung**
**Stautsbericht: (5) KW42**

<b>Projektleiter</b> Peter Biedermann	<b>Projektziele</b> Prozessoptimierung Nussverarbeitung	<b>Verteiler</b> • Dozent Adriano Giovannini
--	--	---

<b>Gesamt- beurteilung</b>	<b>Projektverlauf</b>	<b>Projektklima</b>	<b>Termine</b>	<b>Risiken</b>	<b>Ressourcen</b>
					
<b>Tendenz</b>					

<b>Aktueller Projektstand</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dokumentation eröffnet</li> <li>• Erstellen von Zeit- und Ablaufplan</li> </ul>	<b>Was läuft gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• -</li> </ul> <b>Was läuft nicht gut?</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• -</li> </ul>
--	---

<b>Geplante nächste Schritte / getroffene Massnahmen</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Abschluss Realisierungsphase</li> <li>• Risiko Analyse</li> <li>• SWOT-Analyse</li> </ul>
---

Projekt-Statusbericht, Stefan Thöni, Josef Räber